

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. 11

8° Resoconto stenografico

SEDUTA DI MERCOLEDÌ 29 GIUGNO 2005

Presidenza del presidente Paolo FRANCO

I N D I C E

Audizione del professor Massimo Zucchetti, docente di «Protezione e impatto ambientale dei sistemi energetici» presso il Politecnico di Torino-II Facoltà di ingegneria

PRESIDENTE	Pag. 3, 4, 13 e <i>passim</i>	ZUCCHETTI	Pag. 4, 12, 14 e <i>passim</i>
FORCIERI (DS-U)	14		
MALABARBA (Misto-RC)	3, 11		

N.B.: Gli interventi contrassegnati con l'asterisco sono stati rivisti dall'oratore.

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-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.

Interviene il professor Massimo Zucchetti, docente di «Protezione e impatto ambientale dei sistemi energetici» presso il Politecnico di Torino-II Facoltà di ingegneria.

I lavori hanno inizio alle ore 14,05.

PRESIDENTE. Se non vi sono osservazioni, il processo verbale della seduta del 23 giugno 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.

SUI LAVORI DELLA COMMISSIONE

MALABARBA (*Misto-RC*). Signor Presidente, interverrò molto brevemente per esporre alcune proposte, che non vorrei illustrare per non far perdere tempo alla Commissione. Le proporrò, quindi, in forma scritta.

In primo luogo, prospetto l'opportunità di promuovere la traduzione di alcuni documenti consegnati alla Commissione in occasione di recenti audizioni o comunque ad essa pervenuti.

Intendo poi avanzare una proposta, anche questa solo a livello di suggerimento, ovviamente; propongo di distribuire ai collaboratori, affinché lo restituiscano compilato, un modulo informativo destinato a rendere più efficace il loro apporto.

Mi faccio inoltre interprete di una richiesta di un nostro consulente, il dottore Domenico Leggiero, qui presente, relativamente alla possibilità di effettuare delle audizioni, alcune delle quali già previste nelle indicazioni di massima che ci siamo dati. In particolare, desidero proporre l'audizione dei rappresentanti del COCER dell'Esercito e del professor Mandelli: mi sembra molto importante per il lavoro che è stato fatto. Mi sembra opportuno prevedere anche l'audizione del comandante della Guardia di finanza, il generale Roberto Speciale: all'epoca dei fatti rivestiva il ruolo di Sotto Capo di Stato Maggiore dell'Esercito, per cui probabilmente potrebbe disporre di elementi interessanti ai fini della nostra attività. Da ultimo, propongo di richiedere alcune informazioni dai distretti militari, per entrare in

possemo, per così dire, su base territoriale, di dati che potrebbero risultarci utili.

Consegno la relativa documentazione alla Segreteria della Commissione, signor Presidente, e le sarò grato se al più presto potranno essere prese in esame dall'Ufficio di Presidenza.

PRESIDENTE. La ringrazio, senatore Malabarba. Le assicuro che le proposte testè formulate saranno oggetto di esame nella prossima riunione dell'Ufficio di Presidenza della Commissione, allargato ai rappresentanti dei Gruppi parlamentari, che ritengo sarà senz'altro convocato nel corso della prossima settimana.

Audizione del professor Massimo Zucchetti, docente di «Protezione e impatto ambientale dei sistemi energetici» presso il Politecnico di Torino-II Facoltà di ingegneria

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca l'audizione del professor Massimo Zucchetti, docente di «Protezione e impatto ambientale dei sistemi energetici» presso il Politecnico di Torino-II Facoltà di ingegneria.

Il professor Zucchetti ha già consegnato, ed è già stato distribuito ai colleghi commissari, un rapporto molto esteso e completo che, anche secondo la consueta procedura che abbiamo deciso di adottare sin dall'inizio dei nostri lavori, provvederà brevemente a riassumere, anche per lasciare spazio alle eventuali nostre domande. In seguito, si procederà ad un ulteriore approfondimento dei temi che il professor Zucchetti ci proporrà.

Premetto, come faccio sempre in occasioni consimili, che la nostra Commissione è stata chiamata a dare una risposta a due quesiti specifici approvati dall'Assemblea del Senato: da un lato, l'individuazione delle cause di casi di gravi malattie e di casi di morte di soldati italiani impegnati nelle operazioni militari internazionali di pace e, dall'altro, la verifica della pericolosità dell'eventuale impiego dell'uranio impoverito nei poligoni di tiro in Italia. Ebbene, stiamo lavorando entro questi due filoni per cercare di dare, nei tempi che – pur limitati – ci sono stati concessi, le risposte che l'Assemblea parlamentare ci ha chiesto di individuare.

Le do la parola, professor Zucchetti, cogliendo l'occasione per ringraziarla per la presenza.

ZUCCHETTI. Innanzitutto ringrazio il signor Presidente e tutti gli onorevoli senatori della Commissione per avermi dato l'opportunità di partecipare a questa audizione.

Sono docente presso il Politecnico di Torino, ingegnere nucleare, e insegno, tra l'altro, protezione dalle radiazioni. Faccio ricerca sulla radioprotezione da circa vent'anni e sull'uranio impoverito a partire dal 1999. Ho avuto la qualifica di consulente della procura della Repubblica di Venezia sui problemi dell'utilizzo civile dell'uranio impoverito.

Sono qui nel tentativo di fornire a questa Commissione il mio contributo di conoscenza sugli aspetti che riguardano la radioprotezione e la tossicità dell'uso militare dell'uranio impoverito: allo scopo, come ha

già accennato il Presidente, ho preparato un rapporto che ho consegnato agli Uffici della Commissione.

Percorrerò in breve solo gli aspetti più salienti del rapporto, scelti tra quelli che – suppongo – possano essere di interesse per questa Commissione, visto anche il mandato appena accennato. Mi riferirò, a volte, anche a letteratura, che verrà citata solo per sommi capi, ma che è reperibile, invece, in maniera completa, nel rapporto stesso. Ovviamente, rimango a vostra disposizione per rispondere a possibili domande.

Nella prima parte della mia trattazione vorrei brevemente affrontare l'origine e le caratteristiche dell'uranio impoverito, ma le questioni a tutti note non verranno citate. Vorrei soltanto far presente come l'uranio è spesso annoverato in natura fra gli elementi rari. Ciononostante, la sua abbondanza relativa lo pone invece fra gli elementi più abbondanti. L'uranio è infatti 1.000 volte più abbondante dell'oro, 30 volte più dell'argento e circa pari a piombo e zinco.

In Italia sono presenti depositi di uranio per circa tre milioni di tonnellate; il contenuto di uranio dei minerali qui presenti è circa lo 0,2 per cento.

A causa della presenza di uranio naturale, noi tutti assumiamo, con la respirazione, l'ingestione e l'inalazione, piccole quantità di uranio ogni giorno: in media, circa 3,7 microgrammi di uranio vengono assunti ogni giorno in maniera naturale. Questo comporta l'assunzione di una certa dose, pari a circa il 10 per cento di quella da fondo naturale che assumiamo a causa della nostra permanenza sulla terra.

Il valore di concentrazione dell'uranio nel terreno non uranifero può variare tra gli 0,4 e i 10 milligrammi al chilogrammo.

Passando all'uranio impoverito, sappiamo che questo è il materiale di scarto del processo di arricchimento dell'uranio naturale in uranio arricchito. La radioattività specifica dell'uranio impoverito è di circa 14 *becquerel* per milligrammo (quella teorica), ma volevo rimarcare come esistono alcuni prodotti di decadimento che sono all'equilibrio con lo stesso uranio e che alzano la radioattività specifica dell'uranio dai 14 prima citati ai circa 39 *becquerel* a milligrammo: sono isotopi del torio e del protoattinio, che sono presenti in quanto frutto del decadimento naturale dell'uranio.

Dal punto di vista fisico-chimico l'uranio impoverito possiede le stesse caratteristiche dell'uranio naturale. La disponibilità di uranio impoverito nei Paesi industrializzati ammonta a molte centinaia di migliaia di tonnellate; la maggior parte si trova negli Stati Uniti.

A causa della sua radioattività abbastanza contenuta – l'uranio impoverito è radioattivo per circa il 60 per cento rispetto all'uranio naturale – in particolare l'isotopo 238 dell'uranio impoverito è un nuclide di molto difficile rilevabilità, quando si trova nell'ambiente, perché tende a confondersi con quello naturale. In questo caso, sarebbe quindi di aiuto l'individuazione di meccanismi di riconcentrazione in certe matrici ambientali o biologiche ovvero l'individuazione dei cosiddetti luoghi di accumulo del DU nell'ecosistema. Tra i bioaccumulatori l'UNEP ha identificato alcuni

muschi e licheni durante la missione del 2001 nei Balcani; un altro meccanismo di tipo fisico consiste nella riconcentrazione per cause meteoriche, come il drenaggio nelle acque profonde. Sempre l'UNEP nel 2003, a distanza di otto anni, ha trovato presenza di uranio impoverito nelle acque profonde mentre nel terreno non ce n'era assolutamente traccia.

Per quanto riguarda gli utilizzi dell'uranio impoverito (mi limito a citare quelli militari), sappiamo che l'idea di usare uranio impoverito a scopo militare deriva dalla sua pesantezza e piroforicità e dalle proprietà cosiddette autoaffilanti che lo rendono ottimo per penetrare le corazze.

Il primo studio sull'utilizzo militare delle polveri radioattive risale addirittura al Progetto Manhattan del 1943 (ho riportato la referenza, molto interessante, nella nota n. 24). Passando invece ad epoca più moderna, l'uranio per utilizzo militare consiste in una miscela con il tungsteno, mentre il suo principale competitore dal punto di vista militare è il tungsteno. Nella nota n. 25 ho citato un rapporto in cui si confrontano le prestazioni di tungsteno ed uranio; in esso si riporta anche che, sebbene le leghe di uranio siano dalle 20 alle 25 volte più pericolose delle leghe di tungsteno dal punto di vista chimico, tuttavia, essendo l'uranio impoverito disponibile in quantità maggiori ed a costi inferiori rispetto al tungsteno, ed essendo quest'ultimo, per gli Stati Uniti, un prodotto di importazione, mentre l'uranio impoverito è disponibile per gli stessi USA in quantità, si è preferito ricorrere ad esso.

In battaglia l'uranio impoverito è stato sicuramente impiegato nel 1991 in Iraq durante la Guerra del Golfo, nel 1995 e nel 1999 nei Balcani, successivamente in Afghanistan e ancora in Iraq nel 2003. Nella relazione sono riportati gli armamenti che utilizzano uranio impoverito; cito soltanto l'aereo A-10 «Warthog», l'elicottero AH-64 «Apache» ed il carro armato M-1 «Abrams».

Vorrei richiamare la vostra attenzione sulla questione delle prove militari di ordigni all'uranio impoverito condotte negli anni Settanta e Ottanta da Gran Bretagna e Stati Uniti. Nella nota n. 34 si fa riferimento all'interessante Rapporto disponibile anche su sito *web* del Ministero della difesa britannico che mostra l'accuratezza delle precauzioni adottate dagli specialisti del Governo britannico contro il rischio di contaminazione per il Paese. Il luogo in cui venivano provati i proiettili all'uranio impoverito è il poligono di Eskmeals, sulla costa della Cumbria: i proiettili all'uranio impoverito venivano sparati in uno speciale *tunnel*, che era, in realtà, un edificio di cemento, aperto sui lati, rivestito con un adeguato sistema di filtraggio. Successivamente i residui radioattivi venivano lavati con getti d'acqua, sigillati in contenitori di cemento e poi immagazzinati in un deposito di materiale radioattivo.

Negli Stati Uniti, dove lo spazio è più ampio, negli anni Settanta e Ottanta furono condotti molti esperimenti in una dozzina di siti, tra cui l'Aberdeen Proving Ground e lo Yuma Proving Ground in Arizona. È interessante notare il rapporto del Centro di ricerche di Los Alamos, citato nella nota n. 64, che stabilisce come questi siti non potranno essere oggetto di ulteriore insediamento civile se non previa decontaminazione. Vi-

ste queste note, il comando americano, in data 8 marzo 1991, ha trasmesso ai propri soldati dislocati nella zona del Golfo Persico un *memorandum* in cui veniva evidenziato come potevano sussistere rischi di contaminazione da uranio impoverito. In particolare, si riferiva ai soldati colpiti a seguito di incendio del loro carro armato, dichiarando che tutti i soggetti coinvolti in quegli incidenti dovevano essere considerati contaminati: infermieri, medici, gruppi di soccorso, tutti coloro che si trovavano all'interno di *bunkers*. Avvertiva ancora che chi entrava in contatto successivamente con quelle zone avrebbe potuto inalare o inghiottire polvere di uranio.

La quantità di uranio impoverito utilizzato nella guerra del 1991 assomma a circa 335 tonnellate; stime più ampie sono forse esagerate.

Per quanto riguarda la guerra dei Balcani, di maggiore interesse per noi, ci atteniamo alle dichiarazioni del portavoce del Ministro della difesa statunitense il quale ha affermato che l'aviazione americana ha sparato in Bosnia nel 1994 e nel 1995 circa 10.800 pallottole all'uranio impoverito e 31.000 pallottole dello stesso tipo durante la guerra in Kosovo del 1999.

Per quanto riguarda il Kosovo, la tabella 8 e, in particolare, la figura 15, mostra sulla base dei dati NATO la ripartizione dei siti in cui sono stati sparati nel 1999 proiettili all'uranio impoverito. Vorrei farvi notare come appare evidente lo squilibrio tra l'esposizione del contingente italiano e gli altri.

Sorvolo sulla situazione in Afghanistan perché non esistono dati certi, ma le pubblicazioni che riguardano il numero di proiettili all'uranio impoverito utilizzati in Iraq nel 2003 sono molto varie; si passa da valori intorno alle 200 tonnellate fino anche ad oltre 2.000 tonnellate, ma molto probabilmente una stima a metà fra questi due valori è quella giusta. Ad ogni modo, è l'utilizzo più massiccio effettuato in un conflitto bellico mentre nei Balcani la cifra scende notevolmente, essendo pari ad una quindicina di tonnellate.

In merito alla pericolosità dell'uranio impoverito, è noto che esso presenta un livello di radioattività molto basso. Certamente, se gli esposti vengono a contatto con uguale quantità di cesio 137 e iodio 131 o altri materiali radioattivi, sono contaminati in maniera molto maggiore; tutto comunque dipende dalle quantità introdotte, dal tempo di esposizione e dalle caratteristiche fisiche del radioelemento. Quindi, non è corretto sostenere che l'uranio impoverito è poco pericoloso soltanto basandosi sulla sua radioattività; non è sufficiente considerare solo la sua radioattività specifica perché si rendono necessari molti altri dati. Faccio presente che un meccanismo molto importante rilevato non tanto nei Balcani quanto in Iraq è quello della risospensione di polveri. Un rapporto del 1990 per l'Esercito degli Stati Uniti, citato nella nota n. 60, afferma che in combattimento gli individui maggiormente esposti sarebbero probabilmente le truppe di terra che rientrano in un campo di battaglia dopo lo scambio di APM (*armor piercing munitions*), cioè proiettili all'uranio impoverito.

Per quanto riguarda i meccanismi di irradiazione, l'uranio impoverito, essendo un emettitore di particelle alfa, riesce a compiere danni principalmente per irraggiamento interno, cioè quando viene ingerito o inalato.

L'uranio impoverito si presenta sotto due forme: particelle solubili e insolubili. Quelle solubili vengono metabolizzate; dai polmoni passano negli altri organi, il primo dei quali sono i linfonodi mediastinici. Le particelle insolubili, invece, si depositano nei bronchi e possono poi emettere radiazioni e colpire direttamente i polmoni.

A causa delle abitudini dei militari, diverse, per dovere, rispetto a quelle degli altri lavoratori e a quelle del resto della popolazione, le occasioni e le modalità della loro esposizione potrebbero essere maggiori, proprio perché essa avviene direttamente sui luoghi dell'eventuale rilascio delle sostanze in questione, sia in caso di guerra che in missioni di pace, o ancora nel caso di presumibili esercitazioni in cui sia testata l'efficacia di queste armi.

Cito una lista di alcune categorie che potrebbero essere a rischio: gli elicotteristi, che risolvono dal terreno una ingente quantità di polvere; i costruttori di installazioni da campo o di alloggiamenti militari; gli addetti allo sgombero e alla pulizia dei campi di battaglia o di esercitazione (gli appartenenti al nucleo «Bonifica ordigni esplosivi»); i cosiddetti liquidatori, che risultano essere il gruppo a rischio maggiore.

Esistono molti rapporti di importanti enti scientifici americani, nonché dell'Esercito degli Stati Uniti. Ne cito soltanto uno più recente, riportato nella nota n. 65, le cui conclusioni evidenziano la carcinogenicità e la mutagenicità dell'uranio impoverito e ritengono essenziale la prosecuzione degli studi al riguardo.

Concludo la questione sull'esposizione dei militari, citando il decalogo degli ufficiali consegnato a tutti gli uomini in divisa spediti in Kosovo da parte degli Stati Uniti, che recita nel modo seguente: «I veicoli ed i materiali dell'Esercito serbo in Kosovo possono costituire una minaccia alla salute dei militari (...). I veicoli e gli equipaggiamenti trovati distrutti, danneggiati o abbandonati devono essere ispezionati e maneggiati solamente da personale qualificato. I pericoli possono derivare dall'uranio impoverito in conseguenza dei danni dovuti alla campagna di bombardamento NATO...». Seguono alcuni consigli su come evitare l'esposizione all'uranio impoverito: «Evitate ogni mezzo o materiale che sospettate essere stato colpito da munizioni contenenti uranio impoverito o missili da crociera Tomahawk. Non raccogliere o collezionare munizioni con DU trovate sul terreno. Informate immediatamente il vostro comando circa l'area che ritenete contaminata. (...) Se vi trovate in un'area contaminata indossate come minimo la maschera ed i guanti di protezione. Provvedete ad un'ottima igiene personale. Lavate frequentemente corpo e vestiti».

Raccomanderei di estendere le stesse precauzioni a tutto il nostro personale militare operante nei Balcani, in Afghanistan e soprattutto in Iraq.

Giungo adesso alla conclusione, citando alcuni dati che sottolineano una parziale insufficienza dei modelli che utilizziamo per calcolare la pericolosità dell'uranio impoverito. Ci sono evidenze sempre più consistenti secondo cui la radioattività e la tossicità dell'uranio impoverito possono causare all'essere umano danni più gravi di quanto si supponesse, perché la radioattività di basso livello dell'uranio impoverito potrebbe danneg-

giare cellule adiacenti a quelle direttamente irradiate. Esiste un fenomeno conosciuto in letteratura scientifica come «effetto spettatore», secondo il quale cellule adiacenti a quelle irradiate possono a loro volta sviluppare le patologie tumorali. La granulometria delle particelle costituenti la polvere di ossido di uranio impoverito è molto fine, perché – in questo caso particolare dei militari – è il risultato di un incendio e quindi è più fine, ad esempio, delle particelle, che sono note in uso civile nell'ambito dell'industria nucleare: sembrano quindi un perfetto candidato per evidenziare l'importanza dell'effetto spettatore. Pertanto, i modelli in uso, ad esempio dal Consiglio internazionale di radioprotezione, potrebbero portare in questo caso a sottostime del rischio. Inoltre, tenendo presente che l'uranio ha anche una tossicità dal punto di vista chimico e che la componente fine ed ultrafine delle polveri di uranio di origine militare, nonché la contaminazione ambientale da ossidi di uranio impoverito, può avere tossicità chimica e radiologica, deve essere valutato l'effetto sinergico di queste due componenti, per verificare se si possa creare il cosiddetto effetto *cocktail*.

Nel rapporto troverete alcune valutazioni per uno scenario di esposizione valido per la popolazione o comunque per persone residenti sia in Iraq che nei Balcani. Quello che si mette in evidenza è il fatto che, per quanto riguarda l'esposizione, è molto importante il meccanismo della risospensione, ovvero sia del sollevamento di polveri da parte del terreno. Ebbene, questo meccanismo, che si ha in maniera inferiore nei Balcani rispetto all'Iraq, fa sì che l'esposizione ad una pari quantità di contaminante nei Balcani sia circa la metà di quella che si può avere in Iraq. In ogni caso, sia che i proiettili vadano a segno e prendano fuoco, sia che i proiettili vengano conficcati nel terreno e quindi, piano piano, siano soggetti a processi di corrosione, entrambe queste pratiche provocano esposizioni rilevanti alla popolazione. Quando parlo di rilevanti, lo faccio dal punto di vista radioprotezionistico, ovvero non irrilevanti, non tali da poter essere trascurate: è diverso parlare di rilevanti o parlare di rilevate.

Da molte delle considerazioni si deduce che una procedura di decontaminazione che per lo meno rimuovesse i proiettili inesplosi dagli scenari di battaglia sarebbe raccomandabile, in quanto eliminerebbe una fonte rilevante di esposizione per la popolazione e i *peace-keepers*.

Troverete nel rapporto anche una compilazione di alcuni lavori di scienziati iracheni, fatti sia prima del 2003 che anche dopo quella data. Mostrano una certa evidenza di contaminazione ambientale da uranio impoverito in quella zona e, nell'ambito di una situazione epidemiologica disastrosa, una certa correlazione geografica tra le zone di battaglia e quelle in cui c'è più insorgenza di tumori: purtroppo, in una simile situazione, è difficile discernere l'una o l'altra causa.

Mi avvio a concludere, parlando degli effetti sanitari principali da uso delle polveri di uranio. Mi riferisco alle polveri insolubili che si depositano nei polmoni e che possono portare a processi degenerativi a carico dell'apparato respiratorio, anche con metaplasie cellulari ad evoluzione cancerogenetica, soprattutto in particolari condizioni dell'organismo, quali

la carenza dei sistemi immunologici di difesa e, quindi, il conseguente insieme di vari fattori.

Per quanto riguarda le particelle solubili, ricordo l'esposizione a carico dei linfonodi mediastinici, con linfomi di Hodgkin e non-Hodgkin. I linfomi Hodgkin e non-Hodgkin sono stati oggetto di numerosi studi epidemiologici ed associati a varie esposizioni ambientali, specialmente solventi (tra cui il benzene), la diossina ed erbicidi fenossiacidi. Alcuni studi rivelano poi la relazione tra linfoma di Hodgkin e presenza nell'ambiente di lavoro di uranio, di polvere di uranio, ad esempio negli impianti di lavorazione e processamento. Il linfoma di Hodgkin è, infatti, una forma tumorale aspecifica che potrebbe essere presente in maniera statisticamente significativa tra i militari per l'esposizione ad agenti mutageni di varia natura in presenza di stress psico-fisico. Il sistema immunitario, esposto a più fattori stressanti contemporaneamente, tra cui l'esposizione all'uranio impoverito in condizioni di multiple e basse dosi come concausa, potrebbe aver reagito con queste forme tumorali tipiche dei giovani.

Ho messo a punto, perché pensavo che potesse essere utile, una rassegna riassuntiva di lavori sugli effetti dell'inalazione di polveri di uranio, perché abbiamo la fortuna di aver 60 anni di vita dell'industria nucleare, e migliaia, anzi decine di migliaia di lavoratori professionalmente esposti alle radiazioni ionizzanti: molti di questi sono stati esposti professionalmente all'inalazione di polveri di uranio, che vengono normalmente usate nell'ambito dell'industria nucleare per la preparazione del combustibile.

Vi sono molti dati. Scartiamo i dati sui lavoratori nelle miniere, perché c'è la contemporanea presenza del radon, che invece, dal punto di vista militare, non ha interesse, però vi sono molti studi per lavoratori dell'industria di preparazione del combustibile, dove viene indicato un incremento di patologie tumorali in questi lavoratori, associabile all'esposizione a polvere di uranio per inalazione. Molti studi rivelano alte incidenze di tumori ai polmoni, sebbene il numero totale dei casi trattati sia comunque limitato.

Vi sono, poi, altri studi, che rilevano un eccesso significativo di tumori linfatici, esclusa la leucemia, in lavoratori nelle fabbriche di combustibile. Vi sono molti altri studi che invece danno informazioni di meno univoca interpretazione, in quanto non riescono a fare una chiara valutazione degli effetti dell'esposizione essenzialmente per due motivi: esiguo numero di casi disponibili e sovrapposizione con altre esposizioni.

Ebbene, vorrei concludere proprio su questo punto. Se non si riesce a dimostrare un'evidenza statistica epidemiologica a causa di quanto sopra detto, pochi casi e presenza di molte altre cause, ciò non implica che non sia dimostrata la carcinogenicità delle polveri di uranio. Tutto dipende, lo ripeto, dalle quantità inalate e dalla stocasticità dei meccanismi di insorgenza.

Vi segnalo che ho messo a punto, perché credo possa essere interessante specialmente per il secondo quesito cui dovrete rispondere, un quadro relativo alla legislazione italiana in tema di radioprotezione applicata

al caso dell'uranio impoverito. In esso sono citate varie leggi, tra cui i decreti legislativi n. 230 del 1995 e n. 241 del 2000.

Rilevo che la legislazione vigente non cita mai esplicitamente l'applicabilità del riferimento legislativo ad una qualsiasi struttura militare o ad un qualsiasi soldato o ufficiale, tanto di leva quanto di carriera. Occorre quindi verificare se la legislazione italiana, che comporta una serie di adempimenti che per vostra comodità ho riportato e commentato nella relazione, possa essere applicata anche a questo ambito.

In appendice alla relazione che ho consegnato alla Commissione è riportato un articolo a mia firma sulla base militare di Quirra, che sarà pubblicato a breve su una rivista internazionale. Credo che anche questo ulteriore elemento di analisi possa essere di vostro interesse. Concludo ringraziandovi per l'attenzione.

MALABARBA (*Misto-RC*). Ringrazio il professor Zucchetti per la sua esposizione, molto puntuale ancorché sintetica.

L'ampio materiale che ci ha fornito è molto interessante e da esso potranno scaturire ulteriori domande una volta che avremo la possibilità di consultarlo in dettaglio.

Vorrei innanzitutto svolgere, sulla base della sua esposizione, una considerazione circa la dinamica di utilizzo dei proiettili all'uranio impoverito, che sembra in notevole crescita, anche a causa della particolare efficacia e dei costi relativamente bassi di questo materiale rispetto ad altri.

Ho potuto leggere in questi giorni sulla «Rivista italiana di Intelligence» che l'utilizzo di proiettili all'uranio impoverito avverrebbe addirittura durante i pattugliamenti condotti nelle strade e nei *check point*; sembrerebbe, infatti, che le vittime di questi ultimi siano colpite proprio da proiettili all'uranio impoverito. A conferma di questo tragico dato, c'è l'indicazione che ai militari americani che sparano dai *check point* è stato intimato di non avvicinarsi alle vetture colpite proprio per i rischi di contaminazione; ciò, quindi, impedisce loro addirittura di portare soccorso ai feriti.

Le precauzioni adottate negli anni Settanta e Ottanta da Stati Uniti e Gran Bretagna circa l'utilizzo militare di questo materiale dimostra da quanto tempo circolava tra queste Forze Armate un certo grado di attenzione.

L'audizione odierna, inoltre, conferma ulteriormente le modalità con cui si possono sviluppare le patologie. A fronte del fatto che la radioattività dell'uranio impoverito non è particolarmente elevata se rapportata a quella di altri materiali, il professor Zucchetti conferma che assume particolare importanza la fase di risospensione delle polveri, e gli effetti citati corrispondono a quelli che abbiamo potuto conoscere durante l'audizione della dottoressa Gatti.

Risulta poi interessante la sottolineatura del cosiddetto effetto spettatore, cioè l'irraggiamento della radioattività che concorre alla formazione di dinamiche patologiche in concomitanza con altri fattori. Il professor

Zucchetti ha sostenuto che l'effetto sinergico tra radioattività e tossicità chimica è un importante elemento da tenere in considerazione.

Anche se non mancheremo di chiedere ad altri esperti gli effetti che l'utilizzo di questo materiale esercita sulla salute, è comunque interessante il lavoro svolto sui soggetti civili che sono stati a contatto con uranio impoverito per la preparazione di materiali nel corso di sessant'anni.

Le vorrei porre una domanda specifica. È ormai assodato che la piena consapevolezza della pericolosità dell'uranio impoverito risale ormai ad un'epoca precedente al 1995? In alcuni momenti la questione era stata alquanto percepita in tutti i suoi aspetti di gravità. Si ha notizia della divulgazione di elementi che inducevano ad usare una certa precauzione sul personale militare che poteva entrare in contatto con proiettili all'uranio impoverito? Mi sembra di capire, infatti, che gli Eserciti che hanno impiegato quei proiettili avevano contezza della loro pericolosità già molti anni addietro e ben prima di noi.

Vorrei poi intervenire sui problemi derivanti in generale dai limiti della relazione Mandelli che ha pur sempre rappresentato una prima indagine in materia. In base alla sua esperienza, professor Zucchetti, la relazione Mandelli ha potuto tenere conto degli aspetti da lei evidenziati?

Lei ha anche fatto riferimento alla particolare esposizione delle truppe italiane in alcune zone dei Balcani, squilibrata rispetto a quella delle altre Forze Armate; i nostri soldati, cioè, si sono trovati maggiormente esposti rispetto agli altri.

ZUCCHETTI. Ringrazio il senatore Malabarba per le sue considerazioni.

Per quanto riguarda la prima domanda, circa il fatto che vi potesse essere piena consapevolezza della pericolosità dell'uranio impoverito ancor prima del 1995, la risposta è positiva. La letteratura che ho riportato nella relazione (i riferimenti ammontano ad oltre un centinaio), tutta non secretata – si tratta quindi di informazioni disponibili per chiunque le voglia consultare – dimostra che l'Esercito degli Stati Uniti aveva affrontato il problema in maniera corretta per evitare che i propri lavoratori, in questo caso i soldati, corressero rischi professionali inutili. Per tali motivi, veniva e viene tuttora raccomandato di adottare una serie di precauzioni in tutte le situazioni di combattimento.

L'uranio impoverito è materiale sicuramente radioattivo e sicuramente tossico. Ripeto che, per dimostrare questo dato, ci si può avvalere dell'amplissima esperienza di decine di anni di studi epidemiologici relativi all'esposizione alle polveri di uranio di lavoratori in ambito civile. Quindi, non c'è, per così dire, che da utilizzare questi dati, sebbene le polveri di uranio siano più sottili in ambito militare rispetto a quelle civili, per rendersi conto di come l'esposizione a polveri di uranio possa rappresentare un rischio, che quindi va giustamente minimizzato secondo le normali norme di buona tecnica.

Per quanto riguarda la relazione della Commissione presieduta dal professor Mandelli, rivendico la mia qualifica di semplice ingegnere nu-

cleare e non di epidemiologo; tuttavia, avendo letto con molta attenzione soprattutto la terza ed ultima versione della relazione, posso dire che il mandato che la Commissione aveva ricevuto non implicava il fatto di dover tener conto di una serie di aspetti che riguardano la radioprotezione e i meccanismi con cui questi possibili tumori possono essere causati: credo che dovesse soltanto individuare una certa evidenza epidemiologica o meno, di aumenti di alcune patologie: se non sbaglio, ha verificato un aumento di tre volte e mezzo della incidenza per alcuni tipi di tumori liquidi.

Per quanto riguarda la presenza di truppe italiane, vorrei chiarire che ho fatto vedere come il territorio presidiato dalle truppe italiane, quello in cui le truppe italiane erano presenti in Kosovo, aveva avuto una maggiore quantità di bombardamenti con presenza di uranio impoverito: questo può far dedurre una probabile maggior esposizione delle nostre truppe. Tuttavia, i dati parlano soltanto di una presenza delle nostre truppe in zone che sono state indubbiamente più contaminate rispetto a quelle di altre truppe.

PRESIDENTE. Prima di porle alcune domande, vorrei fare una premessa. Lei, nella sua relazione, ha fatto riferimento alla necessità che vi debbano essere determinate quantità di uranio e di radioattività, una certa durata di esposizione e così via, sostenendo che non è sufficiente affermare che la bassa radioattività, di per se stessa, non sia nociva, perché dipende invece anche da altri fattori. In alcune circostanze, che lei ha citato, mi sembra vi fossero anche ordini di carattere militare forniti a soldati americani che raccomandavano prudenza nell'avvicinarsi o comunque ritenevano a rischio i soldati che fossero stati in prossimità di mezzi colpiti o incendiati per la possibile contaminazione.

Premesso questo, la domanda concerne i tempi. I soldati italiani hanno agito su campi di battaglia «tempo dopo» rispetto all'impiego dei munizionamenti ad uranio impoverito e, magari, non esclusivamente in prossimità dei punti dove erano esplosi. Dunque, lei ritiene – nei limiti che certamente può avere la sua risposta – che tali circostanze, le quantità di proiettili impiegati, la distanza nel tempo della frequentazione di quei luoghi, la vicinanza o meno proprio da quei luoghi delle truppe italiane siano sufficienti per creare quelle condizioni di pericolo, superando il dato puro e semplice della radioattività dell'uranio impoverito? Questa è la mia prima domanda.

Il secondo quesito è il seguente. Sulla base di alcuni studi che sono stati condotti, sui tessuti dei soldati italiani morti non sembra che l'uranio sia stato uno dei minerali incontrato con particolare frequenza, anzi sono risultate presenti nanoparticelle di ben altri elementi, forse risultanti dalle alte temperature che l'uranio impoverito all'interno del proiettile aveva creato nei punti in cui era esploso, nelle corazze che ha distrutto. Come spiega questa seconda – pare – evidenza, pur considerando anche quanto pure lei ha rilevato, nel senso che comunque i dati statistici a disposizione sono estremamente limitati?

ZUCCHETTI. Signor Presidente, la ringrazio per le domande che mi ha posto.

Per quanto riguarda la prima, ovvero il fatto che l'esposizione all'uranio impoverito dipenda ovviamente dalla quantità inalata e dalla durata dell'esposizione medesima, occorre aggiungere un ulteriore punto, che ho trascurato di menzionare, ovverosia il fatto che, purtroppo, contrariamente agli inquinanti di tipo chimico, questo tipo di inquinante non ha una soglia sotto la quale non raggiunga un certo livello di pericolosità, sotto la quale non si abbia pericolosità. Il problema degli inquinanti radioattivi è che anche quantità minime aumentano, in maniera piccolissima, ma la aumentano, la probabilità di insorgenza di effetti indesiderati. Quindi, venendo alla specifica domanda, sicuramente è un bene che i nostri operatori militari abbiano agito sui campi di battaglia tempo dopo; questo per dare tempo – ad esempio – di operare al meccanismo del dilavamento, che nei Balcani è ottimo: ovverosia, essendo la meteorologia nei Balcani caratterizzata da frequenti precipitazioni, queste servono per abbattere la polvere. Ciò non avviene in Iraq, ma il meccanismo è ottimo per quanto riguarda i Balcani. Sicuramente la distanza – come lei ha accennato – è un fattore utile e la quantità di uranio impoverito è stata fortunatamente nei Balcani non elevata come in altri scenari. Ciò non è però sufficiente a ridurre il rischio a zero, in quanto il rischio da esposizione a radiazioni ionizzanti è tale per cui anche piccole quantità aumentano in maniera piccola il rischio. Però, sicuramente, questo, più alcune norme di buona tecnica e di protezione e di precauzione (come quelle che ho citato), può ridurre il rischio: occorre valutare quando il rischio sia accettabile, ma questo va fatto in fase precedente. In fase successiva occorre valutare quanto questo rischio possa avere concorso a causare le patologie in esame.

Per quanto riguarda la seconda domanda, la presenza di quantità di uranio elevate e tali da poter essere facilmente rilevabili (soprattutto in alcuni tessuti per quanto riguarda i soldati italiani morti) avrebbe portato all'insorgenza di patologie anche immediate e più evidenti. Il problema, anche in questo caso, è che piccole quantità dell'ordine anche di alcune nanoparticelle possono concorrere a causare effetti con probabilità molto basse, ma che tuttavia non possono essere trascurate.

Io ritengo che, per quanto riguarda l'esposizione nei Balcani, l'uranio impoverito possa essere stato (con quale entità non siamo in grado di rivelarlo) una concausa, insieme a molti altri tipi di esposizione, delle patologie esaminate.

FORCIERI (DS-U). Signor Presidente, voglio anch'io associarmi alle parole di ringraziamento e di apprezzamento nei confronti del professor Zucchetti, per l'illustrazione che ci ha fornito e anche per le risposte che finora ha dato ai quesiti posti dai commissari.

Vorrei fare anch'io qualche breve domanda. Credo, signor Presidente, che ci potremmo riservare di valutare, anche successivamente, come continuare ad usufruire delle competenze e della professionalità del professor

Zucchetti, che mi sembrano veramente notevoli, fatto su cui sicuramente tutti conveniamo.

La prima questione che intendo porre è dunque la seguente. Effettivamente esiste una data precisa in cui nella comunità scientifica e poi anche successivamente, nel mondo che ha in qualche modo a che fare con questo materiale, è stata accertata la pericolosità dell'uranio impoverito? Come è già stato evidenziato, siamo di fronte – se non ho capito male – a situazioni che erano evidenti già da alcuni decenni. Da quando si è iniziato, appunto avendone accertata la pericolosità, ad approntare misure cautelative di prevenzione e di difesa nei confronti di coloro che si trovavano o dovevano trovarsi in ragione della loro attività militare o civile (non è questo il problema, ora) a contatto con questo tipo di materiali? Non so, poi, se quanto segue magari potrebbe risaltarle, ma vorrei anche sapere da quando il nostro Esercito ha iniziato a prendere coscienza del problema. Vorrei capire se ci sono stati contatti tra la comunità scientifica e le nostre Forze Armate, per concordare assieme, magari per definire ed individuare le migliori azioni di difesa e di cautela. Se non ci sono stati tali contatti, è sufficiente quantomeno che non risultino a lei: poi lo chiederemo ai nostri responsabili delle Forze Armate.

In merito alla seconda questione, le chiedo se ci può fornire alcune indicazioni circa il lavoro condotto sull'area circostante il poligono militare di Salto di Quirra, dove sono stati individuati 6 militari deceduti per leucemia, 13 civili – facenti parte della popolazione della zona – colpiti da linfoma, alcuni bambini affetti da malattie genetiche; la dottoressa Gatti, inoltre, ha mostrato dati relativi agli animali che vivono in quell'area colpiti da malformazioni. Lei, professor Zucchetti, ritiene tali dati statisticamente rilevanti? Vorrei ascoltare un suo parere in merito, anche per capire se sia scontato o meno che all'interno del poligono di Salto di Quirra siano utilizzate anche munizioni all'uranio impoverito. Lei però ha sostenuto che esiste un problema di concausa. Vorrei che ci fornisse indicazioni aggiuntive su tali aspetti.

ZUCCHETTI. La ringrazio, senatore Forcieri, innanzitutto per le parole di apprezzamento e poi anche per le domande che ha posto.

Da quando la comunità scientifica ha accertato la pericolosità delle polveri di uranio, sarebbe opportuno distinguere – ma si tratta di una distinzione sottile come le polveri – fra pericolosità ed evidenze epidemiologiche su una popolazione di esposti. Circa la pericolosità delle polveri di uranio non vi sono dubbi in quanto, essendo l'uranio materiale radioattivo che viene inalato, si è subito verificato come la sua inalazione possa provocare l'esposizione di alcuni organi e, quindi, successivamente l'aumento del rischio di contrarre patologie tumorali. Più difficile è avere evidenze epidemiologiche: fortunatamente, quando le esposizioni sono molto limitate e il numero di dati su cui si lavora è molto basso; sfortunatamente, quando l'epidemiologia è in qualche modo «rovinata» da molte altre cause di patologie, come riscontrato nella popolazione irachena.

Per quanto riguarda le evidenze epidemiologiche, vi è stato un periodo, soprattutto all'inizio dell'industria nucleare, negli anni Quaranta e per tutti gli anni Cinquanta, in cui le precauzioni che si adottavano erano meno serie di quelle attuali e gli *standard* di qualità dell'aria per la presenza di polveri, con riferimento alle fabbriche di combustibile di uranio, erano assai diversi. L'uranio viene fabbricato con la tecnologia delle polveri: si prende polvere di uranio, la si pone in uno stampo, questa viene pressata e con il calore si creano pastiglie di uranio. È evidente che nell'aria presente in queste fabbriche sono presenti polveri di uranio. L'epidemiologia che riguarda questa categoria di lavoratori è nota fin dagli anni Cinquanta. In un paragrafo *ad hoc* della mia relazione ho raccolto una trentina di lavori pubblicati su riviste scientifiche che possono essere utili al riguardo.

Per quanto riguarda le misure cautelative di prevenzione e di difesa assunte dagli Eserciti, è possibile citare molti rapporti assai trasparenti se ci riferiamo agli Eserciti statunitense e britannico dove, fin da prima della guerra del Golfo, vi era piena consapevolezza della pericolosità di queste polveri; in virtù di ciò, erano state impartite ai militari statunitensi precise istruzioni per ridurre il rischio professionale.

Non ho informazioni precise circa il nostro Esercito. Suggerisco di contattare i valentissimi esperti del Centro Militare CISAM di Pisa e di ascoltare la loro opinione, perché al riguardo possono fornirvi informazioni più precise.

In merito alla cosiddetta sindrome di Quirra, lo studio effettuato, tratto anche da una tesi di laurea discussa *ad hoc* presso il Politecnico di Torino, ha evidenziato la seguente valutazione: verificata l'insorgenza statisticamente oltre la norma di queste patologie è stato calcolato, mediante un codice, quanto uranio impoverito sarebbe stato necessario per causarle tutte, per verificare cioè se la quantità richiesta è rilevante oppure molto piccola. È stato calcolato che per causare tutte le patologie che si riscontrano nell'area del poligono di Quirra si sarebbero dovute usare ingenti quantità di uranio impoverito, tali per cui sarebbe poi difficile non riscontrare la presenza di uranio impoverito a livello di rilevazioni ambientali. Quindi, in sostanza, l'uranio impoverito non può essere la sola causa determinante le patologie rilevate a Quirra.

A tutt'oggi non ci è dato conoscere se armi all'uranio impoverito vengano o meno provate presso il poligono di Salto di Quirra. È stato invece verificato che, qualora fossero state anche utilizzate, è improbabile che abbiano causato tutte le patologie.

In ultimo, vengono messe in evidenza quali potrebbero essere altre concause che avrebbero potuto contribuire all'insorgenza di determinate patologie. Una di queste concause, ad esempio, è rappresentata dal fatto che presso quella base molto spesso vengono provati sistemi di propulsione o missili. Pertanto, le sostanze chimiche, anche cancerogene, emesse a seguito della prova dei missili, quali diossine o altri prodotti di combustione dei razzi, possono essere causa di patologie tumorali. Una seconda causa – che non ha nulla a che fare con il poligono di Quirra ma che va

citata per correttezza scientifica – è la presenza della miniera di piombo e arsenico di Baccu Locci, vicino a Perdasdefogu. Conosco bene il caso in questione perché tale miniera è stata studiata negli anni Cinquanta anche da mio padre, Stefano Zucchetti, ingegnere minerario, e diversi studi più recenti dimostrano che gli inerti estratti dalla miniera, ora abbandonati sul terreno e portati a cielo aperto, vengono dilavati dalle acque meteoriche e possono quindi avere diffuso la presenza di arsenico e di piombo, entrambi materiali cancerogeni, in alcune matrici ambientali; pertanto, anche loro possono avere contribuito all'incidenza di patologie tumorali.

In conclusione, nell'articolo che porta la mia firma e che ho già citato, ho indicato altre direzioni in cui cercare, accertato il fatto che in questo caso non può essere stato soltanto l'uranio impoverito a causare le patologie in esame.

PRESIDENTE. Professor Zucchetti, la ringrazio ancora per il contributo che ha dato ai lavori della Commissione. Avremo modo di leggere con attenzione il suo rapporto. Credo che il taglio dell'analisi e delle proposte da lei effettuato sia abbastanza innovativo e possa permettere davvero alla Commissione di intraprendere quello studio necessario e tale da prendere in considerazione tutte le opportunità o possibilità esistenti.

Concordo con quanto rilevato poco fa dal senatore Forcieri con riferimento al fatto che, nell'ambito dello svolgimento dei nostri lavori, avremo probabilmente ancora occasione di chiederle ulteriori chiarimenti, anche se resta comunque un problema di tempi molto ristretti, considerato che la Commissione non può contare su un retroterra di carattere scientifico o statistico assodato. Il dover concludere il nostro mandato entro la fine della legislatura corrente, al termine della quale manca meno di un anno, comporta problemi di natura scientifica di non facile soluzione.

D'altronde, da parte nostra è stato sempre garantito il massimo impegno nel mantenere alto il tono del nostro lavoro, soprattutto dal punto di vista dei contenuti. Anche se è vero che deve essere dato il massimo rilievo alla ricerca di risposte più certe alle questioni di cui ci occupiamo, resta il fatto che ciò va fatto nel massimo rispetto dei militari che hanno perso la vita o la salute nell'adempimento del loro dovere.

Pertanto, nonostante il tempo molto limitato a disposizione della Commissione, la possibilità di avvalersi di un parere di altissima levatura e competenza come quello da lei fornito consentirà certamente di arrivare a deduzioni certe rispetto alle finalità che la Commissione persegue.

La ringrazio ancora e dichiaro conclusa l'audizione.

I lavori terminano alle ore 15,05.

