



Giunte e Commissioni

RESOCONTO STENOGRAFICO

n. 1

N.B. I resoconti stenografici di ciascuna indagine conoscitiva seguono una numerazione indipendente.

COMMISSIONI RIUNITE

7^a (Istruzione pubblica, beni culturali, ricerca scientifica, spettacolo e sport)
e 10^a (Industria, commercio, turismo)

**INDAGINE CONOSCITIVA SULLE RICERCHE ITALIANE
RELATIVE ALLA FUSIONE NUCLEARE**

1^a seduta: giovedì 10 luglio 2008

Presidenza del presidente della 7^a Commissione POSSA

I N D I C E

**Audizione del Presidente dell'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA)
e del Presidente dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (INFN)**

* PRESIDENTE	<i>Pag.</i> 3, 9, 11 e <i>passim</i>	<i>FORTUNA</i>	<i>Pag.</i> 27
ASCIUTTI (<i>PdL</i>)	12, 17, 24 e <i>passim</i>	* <i>PAGANETTO</i>	4, 13, 16
BUBBICO (<i>PD</i>)	9	* <i>PETRONZIO</i>	17, 26, 27
* CURSI (<i>PdL</i>)	12		
GIARETTA (<i>PD</i>)	11, 16		
* MESSINA (<i>PdL</i>)	13		
* SBARBATI (<i>PD</i>)	10		
* VETRELLA (<i>PdL</i>)	11, 24		

N.B. L'asterisco accanto al nome riportato nell'indice della seduta indica che gli interventi sono stati rivisti dagli oratori.

Sigle dei Gruppi parlamentari: Italia dei Valori: IdV; Il Popolo della Libertà: PdL; Lega Nord Padania: LNP; Partito Democratico: PD; UDC, SVP e Autonomie: UDC-SVP-Aut; Misto: Misto; Misto-MPA-Movimento per l'Autonomia: Misto-MPA.

Intervengono, per l'Ente per le nuove tecnologie e l'ambiente (ENEA), il professor Luigi Paganetto, presidente, il dottor Mauro Basili, direttore dell'Ufficio di Presidenza, il dottor Alberto Renieri, direttore del Dipartimento fusione, tecnologie e presidio nucleare, l'ingegner Aldo Pizzuto, capogruppo ricerca associazione ENEA-EURATOM, nonché la dottoressa Matilde Castiello, unità relazioni istituzionali dell'Ufficio di Presidenza; per l'Istituto nazionale di fisica nucleare (INFN), il dottor Roberto Petronzio, presidente, e il dottor Graziano Fortuna, membro della giunta esecutiva.

I lavori hanno inizio alle ore 14,40.

PROCEDURE INFORMATIVE

Audizione del Presidente dell'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA) e del Presidente dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (INFN)

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca l'indagine conoscitiva sulle ricerche italiane relative alla fusione nucleare.

Comunico che, ai sensi dell'articolo 33, comma 4, del Regolamento, è stata chiesta l'attivazione dell'impianto audiovisivo e del segnale audio e che la Presidenza del Senato ha già preventivamente fatto conoscere il proprio assenso. Se non vi sono osservazioni, tale forma di pubblicità è dunque adottata per il prosieguo dei lavori.

Come tutti sappiamo, la fusione nucleare da decenni rappresenta un «mito» energetico di grandissimo interesse. Mi permetto di ricordare che nel 1958, in qualità di studente al Politecnico di Milano, ho fatto uno *stage* di circa 3 mesi in Gran Bretagna, precisamente in un centro di ricerca nucleare. Ricordo che l'ultimo giorno dello *stage* ebbi la possibilità di visitare una zona *top secret*, all'interno della quale stavano allestendo una macchina molto complessa, basata sul confinamento magnetico, per studi sulla fusione nucleare. Questa esperienza risale al 1958; ora siamo nel 2008, sono passati cinquant'anni, ma non c'è dubbio che la possibilità di utilizzare la fusione nucleare come grande sorgente energetica, sia pure nel lungo periodo, è più che mai presente e reale.

L'indagine conoscitiva che prende oggi avvio è volta a chiarire lo stato attuale delle ricerche e le prospettive affinché questa fonte energetica così intrinsecamente potente possa finalmente essere a disposizione dell'umanità.

La prima audizione prevista per oggi è quella del Presidente dell'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA), professor Paganetto. Sono altresì presenti il dottor Mauro Basili, direttore dell'Ufficio di Presidenza, il dottor Alberto Renieri, direttore del Dipartimento fusione, tecnologie e presidio nucleare, l'ingegner Aldo Pizzuto, capogruppo ri-

cerca associazione ENEA-Euratom e la dottoressa Matilde Castiello, dell'unità relazioni istituzionali dell'Ufficio di Presidenza.

Do, a nome della Commissione, il benvenuto ai nostri ospiti e cedo immediatamente la parola al professor Paganetto per la presentazione delle attività che l'ente da lui presieduto svolge in questo specifico settore.

PAGANETTO. Signor Presidente, così come lei, anch'io sono un convinto sostenitore della centralità della fusione nucleare, sia pure in prospettiva. È ben noto infatti che per affrontare opportunamente la sfida energetica e produrre energia senza emissioni di gas nocivi e con una qualità della vita adeguata, la fusione è certamente una delle tecnologie più promettenti a disposizione, se non la più promettente.

È di questi giorni la proposta avanzata al G8 di Tokyo di un quadro che prevede il dimezzamento delle emissioni entro il 2050. Sappiamo tuttavia che entro tale data avremo un raddoppio della popolazione, nonché uno sviluppo importante di quei Paesi che già oggi hanno fatto crescere la domanda di energia. Da questo punto di vista, quindi, diventa ancor più evidente l'esigenza di guardare al periodo medio (pensare alle prospettive energetiche al 2050 significa infatti parlare di periodo medio, non di lungo periodo) e fare qualche riflessione su quella che nel nostro documento abbiamo chiamato *road map*. In quest'ultima abbiamo identificato alcuni punti relativi alla ben nota scelta compiuta dall'Europa, ossia quella di realizzare una macchina denominata ITER: un progetto che vede la partecipazione non solo dei Paesi europei, ma anche del Giappone, degli Stati Uniti, della Russia, della Cina, della Corea del Sud e dell'India.

Il progetto ITER è stato avviato nel 1992, quando i quattro Paesi fondatori (Europa, Giappone, USA e Francia) cominciarono a discutere di questo problema. Nel 2001 fu realizzato un progetto della macchina e nel 2006, dopo una lunga trattativa, fu concluso un accordo al quale, tengo a sottolinearlo, diede un contributo importante l'allora ministro Moratti. Tra l'altro, ricordo di aver incontrato a quel tempo il presidente Possa, nella sua qualità di vice ministro per la ricerca, e ricordo altresì l'impegno con cui l'Italia caratterizzò la sua presenza in Europa, anche per quanto riguarda quello che poi venne chiamato *Broader Approach*, ossia un programma collegato al progetto ITER.

In termini di investimento il progetto ITER comporta 10 miliardi complessivi di costo, di cui il 50 per cento a carico dell'Europa e un 10 per cento a carico di ciascun Paese non europeo partecipante al progetto, più un 10 per cento addizionale per gli imprevisti. La costruzione della macchina ITER durerà dieci anni. Fui io stesso, arrivando all'ENEA come commissario, a sottoscrivere l'accordo per ITER, sulla base di un convincimento: portare l'ENEA nel cuore della ricerca europea e non mancare un appuntamento così importante. Infatti tutta l'Europa aveva deciso la costruzione di una macchina per la fusione nucleare; macchina che rappresenta – lo voglio ricordare – non solo un grande esperimento scientifico, ma anche il mezzo che ci condurrà il più presto possibile verso la produzione di energia.

Sotto questo profilo, negli ultimi tempi si è verificata un'accelerazione dei tempi; c'è stata una spinta da parte dei *partner* per arrivare al più presto al cosiddetto DEMO, ovvero il reattore prototipo che dovrà sperimentare tutte le operazioni di una centrale di potenza a fusione, in particolare la produzione continua di energia, con conversione in elettricità e produzione del trizio necessario per l'autosostentamento del reattore. E' questo un punto che vorrei segnalare con molta convinzione in questa sede, perché relativamente al progetto DEMO, che dovrebbe consentire nell'ambito dei prossimi trenta-trentacinque anni di mettere a disposizione gli elementi di conoscenza necessari per lo sviluppo di centrali commerciali, si è pensato anche alla possibilità di mettere a punto un «*early-DEMO*», un DEMO anticipato. Siamo infatti tutti convinti (in Europa ne è convinta non solo la comunità degli scienziati, ma anche quella degli industriali che sta partecipando al grande progetto ITER) che la capacità di tale programma di portare in un tempo relativamente accettabile a una produzione, sia pure sperimentale, di energia elettrica è decisiva. L'obiettivo scientifico di ITER è di produrre 500 megawatt di potenza di fusione, con un guadagno di potenza pari ad un fattore 10 per molti minuti. Ovviamente, per ottenere un processo di fusione è richiesto un grande impegno energetico al fine di aumentare la temperatura del plasma al livello necessario e bisogna moltiplicare l'energia impiegata, per lo *start up* dell'impianto se si vuole che il processo sia ingegneristicamente significativo.

L'alternativa è ottenere un guadagno di potenza pari ad un fattore 5 per circa un'ora. Questo potrebbe essere un discorso importante, perché non solo si ottiene più energia di quella che si era impiegata, ma la si fa perdurare per un tempo relativamente lungo utilizzando le tecnologie essenziali, cioè superconduttori magnetici, tecnologie per i controlli, impianti per il ciclo del combustibile e per la produzione del trizio. Da questo punto di vista, lo sviluppo dei materiali è importante: per i reattori commerciali ciò richiederà ricerche per l'ottimizzazione delle proprietà chimiche, fisiche e strutturali dei materiali. Allo stesso tempo, questo grande progetto, che ha gli obiettivi che ho appena detto, si realizza in un contesto istituzionale che va definito, per chiarire come funziona l'apparato delle istituzioni che determinano il risultato che ci aspettiamo.

Le ricerche sulla fusione a confinamento magnetico sono condotte in tutti i Paesi dell'Unione Europea secondo un programma integrato e coordinato dalla Commissione europea nell'ambito del trattato Euratom. L'E-NEA rappresenta l'Italia nell'associazione con Euratom. La Commissione europea ha stanziato, per il periodo 2007-2011, nell'ambito del VII Programma quadro, circa 2 miliardi di euro per il programma sulla fusione. Per realizzare il coordinamento istituzionale ci sono contratti di associazione tra Euratom ed i singoli Stati membri e Stati terzi associati come la Svizzera, che è un caso a parte. C'è l'Accordo europeo sullo sviluppo della fusione (EFDA) tra gli Stati membri e la Commissione europea e poi vi sono l'*European joint undertaking for ITER and the development of fusion energy*, istituito con lo scopo di attuare il contributo europeo a ITER.

L'impegno finanziario dell'Unione europea è ingente: per il solo periodo 2007-2011 sono stati stanziati, come dicevo, 2 miliardi di euro, una cifra 2,4 volte maggiore rispetto a quelle stanziare per i programmi precedenti e che servirà a finanziare il contributo europeo a ITER di 1,35 miliardi di euro. Ciò significa che molti ricercatori potranno lavorare a questo progetto. ENEA – mi perdonerete una nota di orgoglio istituzionale – rappresenta, come ho già ricordato, l'Italia nell'Associazione con Euratom in qualità di coordinatore, pur essendo presenti istituzioni di grande importanza come il CNR di Milano, il Consorzio RFX, il Consorzio universitario CREATE, il Politecnico di Torino e le Università di Catania e Roma «Tor Vergata».

L'attività che riguarda la fusione vede impegnate 500 persone, di cui circa 250 in ENEA, con un *budget* di 65 milioni di euro l'anno (di cui circa la metà per ENEA), il 25 per cento dei quali erogato dalla Commissione europea e il 75 per cento coperti con fondi di rotazione. I tre enti attuatori (ENEA, CNR e consorzio RFX insieme a INFN) hanno redatto all'inizio del 2006 un *business plan* decennale sottoposto all'attenzione dell'allora ministro Moratti; come sa, Presidente, avemmo degli incontri durante i quali discutemmo di questo *business plan* e ricordo con molta soddisfazione una sua osservazione relativa al fatto che per una volta gli enti di ricerca italiani avevano presentato un progetto comune che li vedeva coordinati e partecipi di una stessa vicenda, senza inutili divaricazioni. Ebbene, credo che sia tuttora così e questo è un aspetto importante da sottolineare in questa sede perché rivela che esiste una volontà coesa e comune di andare in questa direzione e non ci sono, per una volta, diversi modi di intendere una vicenda che spesso nel mondo della ricerca vede divisioni che certo non aiutano.

Per quanto riguarda le nostre attività specifiche, ENEA è impegnato nello sviluppo delle tecnologie necessarie, in particolare sui temi della superconduttività, dei materiali, della manutenzione remota, delle alimentazioni di potenza, della neutronica, del ciclo dei combustibili, degli impianti a radiofrequenze e dei controlli e sicurezza. Aggiungo che in questo quadro (il quale dal punto di vista delle attività vede alcuni nostri centri particolarmente coinvolti, come ad esempio il centro ENEA del Brasimone, nelle colline intorno a Bologna) ho avviato una collaborazione con Ansaldo Ricerche (cercheremo poi di approfondire anche il discorso dei rapporti tra questo progetto, l'attività industriale e le importanti ricadute che ne possono derivare) per definire l'offerta italiana – una delle due uniche europee – per la realizzazione di una componente tecnologica importante di ITER quale il divertore, per un importo complessivo di 60 milioni di euro in cinque anni, come pure è stato sviluppato uno schema di collaborazione con l'industria (Luvata Italy e Criotec) sul tema della superconduttività applicata alla progettazione e alla realizzazione di conduttori per bobine di reattori sperimentali. L'accordo è in via di definizione e dovrebbe consentire la partecipazione ad una iniziativa internazionale di cui si aspetta il bando di qui a poco; il condizionale è d'obbligo perché questa industria, attualmente, vive una vicenda i cui contorni

non sono ancora ben definiti, quindi bisogna attenderne gli esiti. Certamente il nostro ente ha messo in piedi un accordo in cui avrà un ruolo importante ed una significativa partecipazione.

Last but not least, restando in tema di attività per la fusione, l'ENEA ha in questi anni sviluppato il programma IGNITOR, finalizzato alla realizzazione di una macchina che permetta lo studio sperimentale della reazione di fusione del plasma (il cosiddetto *burning plasma*). Il Governo ha erogato 20 milioni di euro tra il 1994 e il 2000 e il nostro ente ha portato avanti il programma, a cui molti dei nostri ricercatori hanno partecipato. È in fase conclusiva il programma di lavoro che riguarda il biennio 2007-2008 e nell'autunno di quest'anno sarà definita la programmazione 2009-2010, a cui guardiamo tenendo conto che le risorse finanziarie disponibili sono ormai i 4 milioni di euro residui del finanziamento erogato all'ENEA. In seguito, lo sviluppo del progetto sarà subordinato ad eventuali ulteriori risorse finanziarie che dovesse mettere a disposizione il Governo, perché il programma IGNITOR, va detto, non è un programma che fa parte del quadro europeo sulla fusione, pertanto non è oggetto, al momento, di finanziamenti comunitari.

Tornando al discorso generale sulla fusione (mi sono trattenuto un momento su ciò che fa ENEA perché c'è sempre una certa *proudness* nell'essere responsabile di un'istituzione che ha fatto e può fare tanto in questo settore), vorrei soffermarmi sul *Broader Approach*, un accordo di cooperazione tra Euratom e Giappone avente lo scopo di integrare il progetto ITER e accelerare ulteriormente i tempi per la realizzazione dell'energia da fusione. Si tratta di un accordo negoziato dall'allora ministro Moratti, del valore di circa 680 milioni di euro, che prevede un finanziamento in natura del 50 per cento. Su questo progetto c'è un'attività del CNR e dell'INFN.

Per quanto ci riguarda, è particolarmente importante, e vorrei segnalarlo con forza, la macchina FAST (che inizialmente si chiamava FT3), una macchina in grado di sperimentare in anticipo alcune delle attività che realizzerà ITER. Tale sperimentazione può fungere da guida e da aiuto per la stessa realizzazione di ITER. Si tratta di un'attività che potrebbe anticipare quella continuità tra ricerca e industria che ITER si propone.

Noi abbiamo fatto molto per sostenere questa iniziativa dal punto di vista scientifico, come certo il presidente Possa ricorda, così come molto è stato fatto dal punto di vista politico all'epoca e mi auguro che altrettanto venga fatto adesso e in seguito. Stiamo continuando a lavorare con la Commissione europea, con i comitati e con le rappresentanze scientifiche che collaborano al progetto della fusione in Europa e recentemente abbiamo ospitato un *panel* della Commissione europea che ha constatato con soddisfazione i nostri progressi. Sembra che il nostro progetto sia visto con grande interesse a livello europeo e questo è importante perché dalla sua accettazione dipende l'eventuale finanziamento che l'Europa metterà a disposizione su questa parte del progetto che, pur essendo accessoria, per noi rappresenta una parte importante del discorso complessivo.

Si deve aggiungere che FAST, un simulatore di alcuni degli esperimenti che si realizzeranno con il più grande progetto ITER, può rappresentare un'opportunità veramente irripetibile per l'area in cui si colloca. Infatti si tratta di mettere insieme tecnologie, competenze e capitale umano tali da realizzare non solo un impianto di particolare significato per la complessità e per le tecnologie all'avanguardia che si utilizzeranno, ma anche per tutto ciò che vi sta attorno, dato che si tratta di attività meccaniche, elettrotecniche, elettroniche e chimiche cui il sistema delle imprese potrebbe partecipare, creando così un circuito virtuoso di interazione tra il polo di ricerca che partecipa al progetto europeo di costruzione di una grande infrastruttura ed il mondo industriale, con risultati anche importanti.

In questa prospettiva – di cui se vorrete parlerò più diffusamente – ho ritenuto opportuno attivare una serie di iniziative con il mondo industriale italiano che ha risposto con estrema attenzione e interesse. La prima di tali iniziative, presentata alla Camera di commercio di Genova, ha visto la partecipazione di centinaia di rappresentanti delle imprese (l'interesse è stato tale che abbiamo dovuto attrezzare una sala con visione televisiva di quanto avveniva nell'altra sala). Quindi l'industria – anche quella piccola e media e questo mi ha fatto molto piacere – ha recepito le opportunità esistenti non solo in termini di innovazione ma anche di concreta realizzazione di un progetto. Per ulteriori dettagli vi rimando al *business plan*, che il presidente Possa conosce perché è lo stesso che a suo tempo gli illustrai sulla fusione.

Ciò che vi posso dire, in sintesi, è che il progetto FAST richiede un totale di circa 326 milioni di euro di cui 116, pari al 40 per cento dell'investimento, verrebbero, al momento dell'approvazione, dal contributo comunitario; c'è poi la possibilità di utilizzare il fondo di rotazione dei programmi comunitari per gli altri 210 milioni di euro. La spesa sarà distribuita su otto anni. Questo considerando sia FAST che il *Neutral Beam Injector* del consorzio RFX.

Per concludere, ritengo che le potenzialità e le ricadute industriali, che costituiscono l'ultimo paragrafo della nota che lascio alla Commissione, siano di grande importanza. A questo, vi assicuro, non fa velo la mia specifica provenienza culturale, anzi, proprio perché sono un sostenitore dell'integrazione tra ricerca, innovazione e ricadute industriali, di cui tanto si parla in ogni convegno o dibattito pubblico, vorrei far notare che qui esiste un'occasione specifica. Infatti ho l'impressione che tanto più valga la pena di parlare di queste tematiche quanto più ci si riferisce ad un tema con cui si può verificare l'incidenza dell'integrazione tra sistema della ricerca, applicazioni e innovazione industriale.

Credo, inoltre, che i laboratori ENEA in questi anni abbiano lavorato con grandissima passione, impegno e lungimiranza. Ho visto il dottor Pizzuto e il dottor Renieri, che mi accompagnano, lavorare con estremo impegno e con una forte motivazione insieme ai loro collaboratori. Noi dell'ufficio di presidenza, di cui il dottor Basili è responsabile, abbiamo seguito con partecipazione questo lavoro e speriamo che il Parlamento, nel

prenderne atto, voglia accompagnare tale iniziativa con tutto il sostegno che riterrà opportuno dare.

PRESIDENTE. La ringrazio, presidente Paganetto, per la sua esauriente presentazione delle attività di ENEA.

BUBBICO (PD). In primo luogo, vorrei ringraziare il presidente dell'ENEA, professor Paganetto, per averci illustrato un quadro di opportunità che merita un serio approfondimento, non solo per i risultati conseguibili in relazione a questa avanzata ipotesi di lavoro, ma anche con riferimento alle ricadute che un progetto di siffatta portata può garantire al nostro sistema industriale. Credo siano sufficienti i cenni che è stato possibile cogliere dalla relazione del professor Paganetto per comprendere appieno la valenza strategica di un progetto che può riguardare lo sforzo e il tentativo di rilancio industriale del nostro Paese su una frontiera fortemente competitiva. Si tratta di costruire un posizionamento particolarmente rilevante che potrebbe avere conseguenze significative per il nostro sistema produttivo, costituito dalla piccola, media e grande impresa.

Proprio perché scorgiamo queste relazioni, perché cogliamo la valenza strategica di tale progetto, peraltro avviato da tempo, ed anche perché sono disponibili e presenti opportunità di natura finanziaria (costituite non solo dal VII Programma quadro della ricerca, ma anche dalle altre fonti citate dal professor Paganetto) e sono in atto collaborazioni con altre istituzioni europee, sarebbe opportuno continuare tale approfondimento, anche sulla base di elementi di natura maggiormente tecnica, tecnologica e finanziaria rispetto a quanto contenuto nella *road map* tracciata.

Per realizzare tutto ciò e valorizzare le attività che vedono impegnate le nostre due Commissioni non possiamo, a mio avviso, sprecare questa e le prossime occasioni – passatemi la banalità di tale considerazione – senza approfondire il nesso esistente tra il nucleare da fissione di terza e quarta generazione, da un lato, e il progetto di fusione dall'altro. Ritengo che potremmo giovarci molto di un approfondimento che ci metta nella condizione di poter apprezzare gli elementi di investimento e i possibili ritorni, in ragione dell'allocazione di significative risorse pubbliche, in riferimento a tecnologie già pronte e disponibili (a parere di taluni obsolete e superate) o in relazione a tecnologie di frontiera rispetto alle quali è necessario investire, nella speranza di un ritorno diretto, ma anche nella certezza che, ove questo ritorno non ci fosse (potrebbe anche emergere, di qui a qualche anno, la difficoltà di «ingegnerizzare» un processo definito o definibile), i risultati potrebbero essere misurati in relazione alle ricadute che l'attività di ricerca avrà determinato e quindi ai fattori positivi che avrà prodotto sull'intero assetto industriale del nostro Paese.

Per questo motivo sarei grato ai Presidenti delle nostre due Commissioni, nelle forme e nei modi che riterranno più utili, se ci fosse data la possibilità di avere, da interlocutori così autorevoli, una visione di prospetto in riferimento alle suddette tematiche.

Nell'occasione odierna, desidero esprimere l'interesse e anche la gratitudine nei confronti del Presidente e del consiglio d'amministrazione di ENEA nonché di tutte le professionalità in esso presenti per il lavoro, talvolta difficile, non compreso e non sufficientemente sostenuto, che è stato svolto in questi anni su temi la cui rilevanza strategica si inizia solo oggi ad apprezzare.

SBARBATI (PD). Desidero anch'io ringraziare il presidente dell'ENEA per la sua relazione. Sono rientrata in Italia da pochi mesi ed ho seguito molte questioni, in particolare quelle all'esame dell'indagine conoscitiva odierna, dal versante europeo. Debbo dire con piacere, anche per la mia storia politica, che vedo una ripresa di studi e un nuovo vigore intellettuale ed anche politico, profuso nella difficile battaglia per riprendere la via del nucleare in Italia. I progressi, seppur timidi ma, a mio avviso, abbastanza vigorosi negli ultimi tempi, compiuti per riprendere e riallacciare i rapporti con l'Europa, con la realtà scientifica del mondo europeo e non solo, ci fanno ben sperare. Chiaramente, non possiamo illuderci e, con sano realismo, dovremmo capire e mettere in conto la lunghezza dei tempi che abbiamo di fronte per la realizzazione di quanto il professor Paganetto ci ha esposto, soprattutto per il nostro Paese, riferendoci che l'Europa prevede tempi di dieci anni o poco più per la realizzazione della macchina più importante.

Nel nostro Paese altre questioni si impongono alla considerazione politica. Dato il nostro debito pubblico di 1.624 miliardi di euro, credo che l'Italia dovrà fare un grande sforzo per affrontare un'esigenza che rappresenta una vera emergenza nazionale e per assecondare gli sforzi scientifici che la comunità ha compiuto in questi ultimi anni, che devono essere, a mio avviso, sostenuti con determinazione assoluta. Non ci possiamo permettere ulteriori ritardi e non ci possiamo neanche permettere di disperdere energie intellettuali che per lungo tempo abbiamo sottovalutato e lasciato fuggire.

Senza entrare nel merito, poiché spetta a voi e alle vostre professionalità suggerirci le aperture e fissare i pilastri alla base dei percorsi scientifici che avete scelto, vorrei porle alcuni quesiti: qual è il rapporto che l'ENEA ha stabilito con l'Istituto di fisica nucleare di Firenze? Inoltre le chiedo se esiste la possibilità di richiamare su questi progetti i cervelli più importanti che abbiamo perso. Lei, professor Paganetto, sa meglio di me a cosa sto alludendo perché non possiamo assolutamente farne a meno, se vogliamo raggiungere gli obiettivi che ci ha illustrato.

Infine, nei costi complessivi da lei accennati rispetto ai progetti e alle macchine in grado di arrivare alla prima fusione di plasma è compreso anche lo smaltimento delle scorie? Non credo, infatti, che oggi sia computata la problematica relativa allo smaltimento delle scorie (diversamente mi illumini lei), poiché la questione che stiamo affrontando deve procedere non solo nel senso della sicurezza della nuova tecnologia che si mette in campo, e mi riferisco al nucleare di quarta generazione (credo che su quello di terza generazione nessuna comunità nazionale, anche le più pic-

cole, bisognose di energia e allettate da varie promesse, darà il suo parere favorevole), ma anche verso una sicurezza più ampia rispetto alla qualità della vita. Dobbiamo avere la consapevolezza di creare un prodotto intrinsecamente sicuro. Ciò significa che i costi da mettere in conto non sono soltanto quelli relativi alla produzione, ma riguardano anche lo stoccaggio e la messa in sicurezza delle scorie, questione collegata alla sicurezza ambientale e alla qualità della vita.

Inine, vorrei sapere se vi sono contatti con la grande industria energetica (rappresentata oggi quasi solo da Enel) e se ci sia la consapevolezza che la partita non può essere giocata solo dalla comunità politica e scientifica: occorre il terzo protagonista, che è appunto la grande industria, senza la quale non si può sperare di andare avanti. Quindi desidererei conoscere lo stato dei rapporti, se esistono, e quali strategie si possono definire insieme per puntare effettivamente al rilancio di questo settore, di cui – ripeto – non si può più fare a meno.

PRESIDENTE. Vorrei innanzitutto ricordare che l'ingegner Pizzuto, presente oggi alla nostra riunione, ha scritto un bell'articolo scientifico – che invito i colleghi a leggere – di presentazione generale della fusione e del suo stato di avanzamento; un tema che interessa fortemente tutti noi che stiamo conducendo un'indagine conoscitiva appunto sulle ricerche italiane relative alla fusione nucleare. Tale articolo è riportato nel *dossier* sull'energia nucleare realizzato dal Servizio studi del Senato. Si legge che la fusione è, dal punto di vista dell'energia liberata per nucleone, tre volte più produttiva della fissione. Nella fissione, infatti, un atomo di uranio 235 si spezza e produce circa 200 MeV, cioè 1 MeV per nucleone, laddove la fusione fra deuterio e trizio (D-T) libera più di 17 MeV, quindi più di 3 MeV per nucleone: siamo in presenza di una fonte energetica formidabile. Nella Terra vi sono miliardi di tonnellate di deuterio e trizio, che viene prodotto dal litio, quindi a sufficienza per migliaia di anni di energia (sempre facendo riferimento all'articolo che ho citato).

Con riguardo a ITER, questo è ancora da considerarsi un progetto allo stato sperimentale. Vorrei chiederle quali sono i suoi punti critici, poiché non siamo in presenza di una progettazione avanzata, bensì della sperimentazione di una tecnologia ancora da mettere a punto.

GIARETTA (PD). Rispetto all'impegno assunto dal Governo italiano per il programma *Broader Approach*, e più in generale per tutto il *master-plan* sulla fusione, vorrei sapere se vi è una copertura finanziaria garantita.

VETRELLA (PdL). Credo sia importante evitare che possa nascere confusione nell'opinione pubblica fra fusione e fissione. Stiamo parlando di due processi che si basano su principi diversi. La fusione presenta problematiche tecnologiche fuori dalla portata delle nostre competenze attuali. Suggerirei quindi di non includere il concetto della fissione nel nostro discorso o, quantomeno, di includerlo aprendo una parentesi.

Le nostre limitate conoscenze sulla fusione mostrano l'esigenza di superare in modo significativo i nostri attuali limiti in diversi settori della tecnologia; vorrei quindi sapere se nel portare avanti questi progetti le competenze specifiche delle varie tecnologie vengono coinvolte e come. Penso che quella della fusione sia una problematica talmente articolata, che investe tecnologie di tale complessità, che lo sforzo comune deve essere fatto con grande intelligenza, mettendovi alla testa un architetto di sistema che svolga la sua funzione con competenza.

Il punto più critico riguarda però, a mio parere, un aspetto più ampio della politica nazionale che vorrei portare all'attenzione delle due Commissioni oggi riunite. Stiamo parlando degli sforzi dal punto di vista della ricerca ed in termini di investimento economico e di tempi (il professor Paganetto nella sua relazione parla di trenta-trentacinque anni, ma chi ha vissuto nel mondo della ricerca sa che possono diventare sessanta o settanta, sempre che il progetto vada a buon fine, perché a volte non è così). Al riguardo avanzo la seguente proposta, sulla quale insisto da sempre: quando si coinvolge l'industria in attività di ricerca che sono d'interesse per la stessa, non solo l'industria dovrebbe ovviamente investire nella ricerca ma, quando fornisce prestazioni che le servono per accrescere il proprio *know-how* e il potenziale mercato essa dovrebbe svolgere la propria attività rinunciando ad ogni tipo di utile. Mi sembra assurdo che l'industria in settori sensibili, in cui non solo riceve i contratti, ma sviluppa un'attività che è fondamentale per la sua sopravvivenza, si avvalga dei contributi pubblici ed in più ricarichi degli utili sui costi a carico dei fondi destinati alla ricerca. Diciamo da anni che l'industria in Italia deve investire nella ricerca, ma pur se non investe risorse proprie, che almeno rinunci ad ogni forma di utile.

CURSI (*PdL*). Ho apprezzato la relazione del Presidente dell'ENEA e ho notato che giustamente ha inserito nella stessa due argomenti importanti per il traino del settore industriale, quando parla dell'«intensa partecipazione di piccola e media industria del settore meccanico, elettrotecnico ed elettronico, chiamate a realizzare parti dei componenti dell'impianto per una frazione non trascurabile dell'investimento complessivo di 326 milioni di euro».

Le ricadute industriali invece richiamano in termini più importanti il ruolo che l'industria, italiana e non, potrebbe svolgere. Visto e considerato che siamo in una situazione di difficoltà di alcune aree industriali del nostro Paese anche in quel settore, in quale modo si potrebbero coinvolgere le aziende in questi progetti di ricerca, anche nell'ottica di lungo periodo postulata dalla ricerca?

ASCIUTTI (*PdL*). Ringrazio anch'io il professor Paganetto per la relazione e mi complimento con lui, però, dato che questa è una sede politica e noi facciamo politica, dobbiamo essere chiari con noi stessi, anche perché dobbiamo dare soluzioni al Paese.

Lei, giustamente, come si evince dalla nota che ci avete fornito, pone l'accento sul fatto che, per dirla con parole semplici, se si riuscisse a creare la caldaia, e dunque si riuscisse ad ingabbiare la fusione nucleare, potremmo sperare – il condizionale è d'obbligo – in un eventuale ritorno energetico da questa nuova tecnologia per la seconda metà del secolo in corso, come voi stessi oggi avete detto, sempre che vada tutto bene.

Naturalmente si tratta di una speranza, di un auspicio. Oggi non siamo ancora in condizioni di dire che abbiamo le tecnologie idonee e dobbiamo realizzare il piano industriale, almeno per quello che credo di aver compreso, diversamente vorrei una smentita. Questo ci porta, da politici, a dover gestire una situazione unica anche perché attualmente le difficoltà energetiche non solo dell'Italia ma del mondo intero sono altre. È pur vero che di soluzioni non ce ne sono molte e che di sicuro non è il petrolio la soluzione del futuro, dato che è a termine, come tutte le energie fossili. Al momento l'unica possibilità, a nostro avviso, è la fissione nucleare. Anche i capi di Governo riuniti a Tokyo hanno ribadito che, al momento, non esiste altra soluzione. Svincolerei, quindi, completamente la domanda che poneva poc'anzi la collega Sbarbati, parlando di nucleare di terza e quarta generazione, dalla fusione, che è altra cosa ed è oggetto della presente indagine conoscitiva. Comunque, se vorrete dirci qualcosa sulla fissione dovrà riguardare il nucleare di quarta generazione, dato che della terza già conosciamo le sicurezze, le insicurezze, i problemi e i benefici che produce, almeno nei Paesi in cui oggi è presente. Per la quarta generazione i tempi sono molto lunghi, anche se non quanto quelli previsti per la fusione. A questo proposito vorrei, se possibile, una risposta politica, nel senso che sarebbe necessario essere informati sulla tempistica dei progetti in corso (se si conosce), trattandosi di un dato importante per operare poi delle scelte.

MESSINA (*PdL*). Quali possibilità ci sono che sia un'azienda italiana a costruire la prima centrale nucleare a fusione con le attuali tecnologie?

PAGANETTO. La risposta a quest'ultima domanda è semplice: zero possibilità.

Ringrazio i senatori delle domande che mi hanno posto, che trovo interessanti e utili per alcuni approfondimenti. Dirò subito che, nel caso del nucleare da fusione, abbiamo certamente di fronte una prospettiva che è di medio-lungo periodo. Vorrei comunque far notare che non sempre viene tenuta presente una questione che mi pare della massima importanza: è vero che quando si guarda ai problemi dell'energia si guarda a fatti che attengono all'approvvigionamento, alla sicurezza e alla disponibilità di energia, aspetti che sono certamente di grandissima importanza anche rispetto ai costi; è anche vero, però, che, in questo momento, quando si guarda all'energia si osserva un panorama che è di forte cambiamento tecnologico. Trovo che il nostro ritorno al nucleare da fissione sia una scelta importante perché consente non solo la produzione di energia ma anche il

rientro dell'Italia in un settore tecnologicamente avanzato in cui, in passato, siamo già stati protagonisti.

L'ENEA in questi anni, come da mandato istituzionale, ha mantenuto il presidio sul nucleare, continuando a lavorare sia sulla fissione che, ovviamente, sulla fusione; ha circa 300-400 addetti che partecipano alla ricerca nei suoi laboratori e anche in giro per l'Europa e per il mondo; rappresenta quindi il punto di aggregazione della ricerca sul nucleare in Italia.

Alla senatrice Sbarbati che mi chiede che rapporto abbiamo con l'Istituto di fisica nucleare di Firenze rispondo che circa due mesi fa abbiamo tenuto un'iniziativa sull'attività di ENEA in materia di fissione e di fusione. Abbiamo realizzato e distribuito un documento al riguardo e abbiamo chiamato a raccolta tutti gli interessati, compresi i centri di Firenze e Pisa (quei pochi, diciamo la verità, che ormai in Italia sono competenti e interessati al tema del nucleare, anche se a partire da ora saranno più numerosi). È stata una riunione molto importante, avente a fondamento un documento che trattava della tecnologia da fissione e da fusione e devo dire che è stata rilevante la partecipazione di tutti coloro che in Italia si occupano di questi temi.

L'ENEA ha così potuto constatare che il suo ruolo di *leadership* in tale settore di ricerca è risultato largamente confermato. Tutti hanno riconosciuto negli anni l'ENEA quale ente proposto al presidio nucleare, non solo per legge, ma anche dal punto di vista concreto con i suoi laboratori (il professor Vetrella lo sa, dato che facciamo parte dello stesso campo). L'idea è appunto quella di continuare ad esercitare questa funzione, augurandoci di poter lavorare sia con le istituzioni pubbliche che con quelle private.

E arrivo al tema della grande industria. Credo che molti di voi conoscano lo sforzo che si sta portando avanti per ricreare un tessuto di rapporti non solo con il sistema industriale, e dunque con la grande, media e piccola industria, ma anche con altri interlocutori, con una serie di tavoli di lavoro dove abbiamo cercato di mettere insieme i grandi operatori. Per esempio, quando abbiamo parlato di biocombustibili abbiamo chiamato Confagricoltura e tutti coloro che erano interessati al tema, l'industria automobilistica *in primis*, ma non solo.

Questi sforzi sono stati molto utili perché intorno ad ENEA si sta realizzando un coacervo di rapporti che riguardano industrie (non solo le grandi, ma anche le piccole e le medie), istituzioni ed associazioni. La Confindustria, ad esempio, ha partecipato fin dall'inizio al nostro progetto sull'efficienza energetica. Noi abbiamo continuato a lavorare in tutti i settori, avendo 18 progetti che toccano i grandi temi energetico-ambientali del Paese, che vanno dai rifiuti, all'idrogeno, alle celle a combustibile, al carbone, con la cattura e lo stoccaggio dell'anidride carbonica, che rappresenta un altro grande ed importante tema.

Per quanto riguarda l'osservazione del senatore Asciutti sulla tempistica, credo che essa sia del tutto corretta, tuttavia le tecnologie sono certamente imprevedibili nella loro dinamica: nessuno potrà mai indicare una data precisa, il 2010 piuttosto che il 2050. Mi dispiace di non poter ri-

spondere a tale proposito, per una ragione molto semplice: l'evoluzione della tecnologia avviene sui rami di un albero della conoscenza che si articolano in sottoinsiemi ed è difficile prevedere quale verrà prima, quale seguirà e dove tali rami si incontreranno. Da questo punto di vista, noi intendiamo presidiare tutti gli snodi importanti delle tecnologie e dell'energia e lo stiamo facendo con grande impegno, soprattutto nel caso della fusione.

Tornando al tema delle ricadute industriali, sul quale mi interrogava il presidente Corsi, credo sia importante sottolineare il rapporto che si sviluppa con il sistema industriale non tanto nel momento in cui si trasferisce competenza e conoscenza, ma quando si lavora insieme. L'ENEA sta cercando di coniugare industria e ricerca perché il tema molto concreto, che il senatore Vetrella ha sollevato, è quello di fare in modo che anche l'industria faccia la sua parte; non può farla soltanto la ricerca. Avendo una certa conoscenza del sistema industriale, mi sono molto adoperato affinché esso fosse coinvolto. In che modo? Una via possibile che stiamo perseguendo è quella di unire il mondo dell'industria ed il mondo della ricerca su progetti condivisi; in questo modo non si ha soltanto una partecipazione, in cui poi c'è il carico del costo, il *mark-up*, ma c'è qualcosa di più, c'è una nuova forma di partecipazione.

Ritengo che sarebbe importante anche a livello di normativa – lo segnalo ai Presidenti e alle Commissioni riunite – compiere uno sforzo per sostenere iniziative di questo tipo. Consideriamo l'ipotesi in cui ENEA abbia, come in effetti abbiamo, una partecipata che è una società per azioni, ad esempio l'Ansaldo o l'Enel, o una società più piccola, con cui portare avanti l'attività di ricerca e sviluppo. E' questa società che partecipa alle gare e che, se vi è la necessità di realizzare un prototipo o un dimostrativo per una determinata gara, svolge attività di ricerca mirata. È chiaro che in questo caso si viene a creare un rapporto virtuoso tra industria e ricerca. Questo è un aspetto molto importante e sono grato sia al presidente Corsi che al senatore Vetrella per aver sollevato questo punto, perché ci sentiamo particolarmente impegnati in tale direzione.

Vorrei aggiungere qualche osservazione sulla questione relativa alle criticità. Il presidente Possa, che è molto esperto in materia, sa bene che con riguardo al confinamento del plasma si pone prima di tutto un problema di tenuta dei materiali e di capacità dei magneti di contenere il plasma; naturalmente si tratta di un esperimento che deve essere realizzato, così come deve essere realizzato anche l'esperimento della dinamica e del controllo della fusione. Una volta fatto partire il processo, bisogna riuscire a mantenerlo: è questa la grande scommessa, che è tutta da verificare. Ciò implica che, per quanto riguarda il contenimento, si pone una questione di tenuta dei materiali, mentre per il mantenimento della fusione vi è un problema di tecnologie e di modello operativo del reattore. Non sappiamo se tale esperimento avrà il successo che ci auguriamo, ma certamente sarà una grandissima opportunità per mettere insieme industria e ricerca in un progetto che ha prospettive di lungo periodo e ricadute anche

a breve periodo, per un'attività industriale importante. Di ciò sono convinto.

Da questo punto di vista, in riferimento al quesito del senatore Bubbico sugli aspetti tecnologici e finanziari e al legame esistente tra nucleare da fissione di terza e quarta generazione, da un lato, e nucleare da fusione dall'altro, mi limito anzitutto a ricordare che gli aspetti tecnologici e finanziari sono legati alla capacità di valutare tali ricadute; questa è una considerazione che va fatta. Abbiamo iniziato ragionando sui profili tecnologici e su come il tema del finanziamento delle attività possa giovare all'iniziativa. Permettetemi inoltre di far presente che un collegamento tra la fusione nucleare di domani e la fissione nucleare attuale nelle sue varie evoluzioni (mi riferisco al nucleare di quarta generazione) esiste. Non sappiamo dove si collochi esattamente la dinamica dei due processi, ma è certamente vero – insisto su questo punto – che ci troviamo di fronte a un percorso di cambiamenti in atto, in cui occorre avere grande chiarezza sull'impegno da assumere. Non avendo la certezza degli accadimenti, è importante stare dentro il cambiamento tecnologico e le possibilità offerte da tale processo.

A tal riguardo i temi del recente G8 di Tokyo diventano assolutamente decisivi. Proprio perché si chiede ai Paesi emergenti di compiere un percorso che noi non abbiamo seguito in passato, ossia di limitare le emissioni, dovremo fornire loro la tecnologia necessaria: ritengo che questa sia la scommessa più importante. Avanzo una proposta che non so se si vorrà sviluppare: perché non pensare per l'energia ad una sorta di piano Marshall della tecnologia? Credo che ci siano tutti presupposti. Al G8 il *premier* britannico Gordon Brown ha proposto di investire 160 miliardi, se ben ricordo la cifra, a favore di tecnologie per i Paesi in via di sviluppo. Per i Paesi sviluppati ciò significa avere, a loro volta, la possibilità di investire e di far fronte alle esigenze dei Paesi cui si chiede di limitare le emissioni. Ciò consentirebbe di mettere insieme ricerca e sviluppo e di avere maggiori opportunità per tutti.

Quanto al finanziamento dei programmi, senatore Giaretta, per il progetto FAST la copertura è garantita, al momento dell'approvazione, dal contributo comunitario per il 40 per cento dei finanziamenti. Il restante 60 per cento può essere ottenuto, come evidenziato nella relazione, attraverso i fondi di rotazione. Tali fondi, come tutti sappiamo, vengono concordati a livello europeo, ma poi vengono erogati dai singoli Paesi.

GIARETTA (PD). Questi fondi ci sono o vi è solo l'impegno?

PAGANETTO. Ci sono potenzialmente, dipende da ciascun Paese la decisione di destinarli o meno; dipende dalla volontà politica di farlo. Non usare questi fondi in tale direzione significherebbe vanificare un'opportunità.

PRESIDENTE. Ringrazio il professor Paganetto per la sua esauriente presentazione delle problematiche sulla fusione nucleare che sono al cen-

tro delle conoscenze dell'ENEA e anche per le sue sagge considerazioni sull'evoluzione, di medio e lungo periodo, molto complessa e abbastanza imprevedibile delle tecnologie, per cui il presidio degli snodi tecnologici è vitale anche per il nostro Paese.

Segue ora l'audizione del presidente dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (INFN), dottor Petronzio, accompagnato dal dottor Fortuna, membro della giunta esecutiva.

Do il benvenuto ai nostri ospiti, rappresentanti di un importante grande istituto di ricerca, con ascendenze storicamente luminose.

ASCIUTTI (*PdL*). E, nella storia, sempre difeso da questa Commissione!

PRESIDENTE. Dottor Petronzio, il presidente della 10^a Commissione, senatore Cursi, si è dovuto assentare per partecipare ai lavori dell'Assemblea e mi ha pregato di scusarlo con lei per questo.

PETRONZIO. Vi ringrazio per questa occasione. Mi avvarrò per la mia esposizione di alcune *slide* esemplificative. L'INFN si occupa di fisica nucleare, il settore di punta della fisica negli anni in cui è nato l'Istituto, ed ha mantenuto questo come ambito di ricerca, oltre a quello della fisica delle astroparticelle e delle particelle elementari. Le sue sedi sono disseminate in tutta Italia e vivono in simbiosi con le università; in particolare richiamo la vostra attenzione, per il Nord, sul laboratorio di Padova e, per il Sud, su quello di Catania, due laboratori dedicati specificamente alla fisica nucleare.

Il tema dell'indagine conoscitiva è l'energia da reazione nucleare. Si parla di fusione, ma naturalmente un altro tema caldo e connesso al primo è quello della fissione. Il concetto è molto semplice: nel primo caso si va da nuclei leggeri a nuclei più pesanti, nel secondo da nuclei pesanti a nuclei leggeri. Ciò che rende energeticamente vantaggioso questo passaggio è il guadagno, perché si scende in una valle detta del potenziale. E' come se foste in macchina e aveste una discesa da due parti verso il fondo della valle: se lasciate andare la macchina giù per la valle, acquistate energia cinetica. La stessa cosa avviene attraverso i due processi. Nella rappresentazione grafica, un lato della valle, la fusione, essendo più ripido, permette un vantaggio in energia maggiore dell'altro, ovvero della fissione. In basso è rappresentata la massa atomica (grandezza del nucleo); nella fusione si usano nuclei relativamente leggeri, cercando di crearne di più pesanti, mentre nella fissione si dividono nuclei pesanti nei loro frammenti.

Un altro aspetto importante riguarda la questione dei rifiuti radioattivi: nella fissione sostanzialmente i neutroni, che regolano tale processo, sono detti termici, cioè vanno molto piano e in tal modo possono anche venire catturati dai nuclei pesanti, quindi il nucleo rimane pesante e successivamente, attraverso delle catene lunghissime di decadimento, torna al suo stato fondamentale. Essendo queste catene estremamente lunghe, si originano rifiuti con una vita media molto lunga, che copre migliaia di

anni. Se invece i nuclei sono leggeri, come nel caso della fusione, vi sono due effetti: il primo è che i neutroni sono veloci, di 14 MeV, un'energia già apprezzabile, tale da poter rompere i bersagli su cui s'indirizzano; quindi non vengono catturati ma rompono, rendendoli anche radioattivi, gli elementi, che sono già più leggeri dei nuclei pesanti (un quarto o un quinto di quelli usati nella fissione) e che inoltre, essendo rotti, forniscono elementi piuttosto leggeri che hanno catene brevi e quindi vita media corta (nell'ordine dei cento anni). Dal punto di vista del problema dei rifiuti, quindi, vi è una differenza fra i processi di fusione e di fissione dovuta alla diversità nel meccanismo di attivazione.

La reazione principale, la più efficace per la fusione, è quella che vedete nel grafico: deuterio e trizio sono nuclei, le palline blu rappresentano i neutroni e quelle gialle rappresentano i protoni, questi vanno a formare per un tempo molto breve un sistema aggregato in cui sono tutti insieme e successivamente si rompono in una particella alfa più un neutrone. Poiché la particella legata *alfa particle* sta più in fondo alla valle, il neutrone esce con una forte energia (è la macchina che scende giù per la valle). L'energia cinetica dell'alfa alla fine viene tramutata in calore, ed è il calore, attraverso le turbine, che produce elettricità. Questa è la reazione principale perché è quella che fornisce il salto di energia più favorevole.

In natura vi è grande abbondanza di deuterio e trizio: il deuterio è nell'acqua, tanto che il lago di Ginevra, ad esempio, potrebbe sostenere la fusione per migliaia di anni per tutta la Terra, date le quantità di deuterio che contiene, mentre il trizio si trova nella crosta terrestre e viene prodotto anche nelle reazioni di fusione con i neutroni che sbattono sulle pareti. La fusione è un meccanismo che l'universo usa da tempo, il Sole funziona con la fusione, ma su reazioni meno efficienti, fra protone e protone, che originano deuterio attraverso un *beta*, cioè un decadimento radioattivo. Questa è una fortuna per noi, perché se il Sole funzionasse con reazioni più efficienti, si sarebbe spento da tempo. Possiamo però imparare da questa fonte di energia complessa, che funziona con la gravitazione, la quale innesca la fusione nel Sole: le forze gravitazionali sono talmente forti da riuscire a vincere la repulsione di tutti quei protoni, che sono carichi e quindi non dovrebbero stare insieme in quell'aggregato, innescando il meccanismo della fusione.

Infatti, il punto cruciale di cui si sente sempre parlare riguarda la famosa barriera di potenziale: in pratica le cariche elettriche dei protoni sono tali da impedire fortemente che i protoni stiano vicini, dunque sono necessarie o alte densità per forzare questa barriera, o alte temperature per andare verso l'alto e saltarla, oppure tempi lunghi. Esiste in meccanica quantistica un effetto definito «effetto tunnel» per cui se si ha un muro si riesce a far passare una pallina attraverso questo senza saltarlo. Tale concetto, ovviamente, vale solo per il mondo subatomico.

Perché accada tutto questo sono necessari tempi lunghi, quindi l'altra sfida è ottenere un materiale pronto per la fusione che resista per un tempo abbastanza lungo da poter innescare la stessa. Le macchine a fusione, infatti, massimizzano il prodotto della densità, ovvero della tempe-

ratura di un plasma di ioni, con il tempo in cui è confinato. Sostanzialmente, ci sono due tipi di macchine. La prima è la macchina cosiddetta inerziale, dove l'aspetto importante è il cedimento di energia e l'implosione, cioè l'alta densità che si raggiunge perché la superficie viene implosa dall'interno a causa del bombardamento con *laser* ad altissima potenza. La seconda macchina, di cui si parlerà più tardi, e quella «a confinamento magnetico», dove i plasmi vengono confinati come in un acceleratore e fatti circolare molto a lungo. Questa lunga permanenza consente, naturalmente dopo un opportuno riscaldamento, di innescare il meccanismo di fusione.

Per quanto riguarda l'Italia e il progetto della fusione, esistono alcuni attori importanti, cioè enti come l'ENEA, il CNR e, più recentemente, l'INFN ed il consorzio RFX che in passato, anche per iniziativa del ministro Moratti, aveva e tuttora ha in mano il coordinamento di alcuni aspetti della fusione. I temi importanti di cui si occupa l'Italia sono tre: in primo luogo, il «cannone» che riscalda il plasma. Al plasma, infatti, va fornita energia perché senza energia non si innesca la fusione. Questa energia deve essere data con proiettili neutri, diversamente il campo magnetico non permetterebbe al plasma di essere raggiunto e di scaldarsi; quindi si utilizza il *neutral beam test facility*, cioè l'iniettore di neutri, una macchina specifica che serve a trasferire al plasma un'enorme potenza sotto forma di atomi neutri.

Accanto al progetto ITER, per far convergere, anche dietro iniziativa italiana, l'accordo tra Stati Uniti, Europa e Giappone è stato concepito quello che si chiama il *Broader Approach*, cioè un progetto che accompagna ITER, che ancora non è fusione ma è tuttavia essenziale alla fusione stessa. Questo progetto si chiama IFMIF (*International fusion materials irradiation facility*) e consiste sostanzialmente nella costruzione di una macchina che deve avere un flusso di neutroni così elevato da imitare quello che ci sarà nel tokamak. Uno dei problemi cruciali della fusione, infatti, è che non si sa se i materiali saranno in grado di reggere il flusso di neutroni. Quindi un cannone di neutroni che però ha specifiche diverse; questo è veramente solo potenza, non deve scaldare il plasma ma deve bombardare i materiali per trovare quelli più compatti, più efficaci a contenere il plasma nel tokamak.

Il progetto è interessante perché, prima di tutto, questa macchina ha un *reach* importante qualunque sia il meccanismo di fusione che si vuole adottare, inerziale o magnetico, e in secondo luogo perché si tratta di una macchina che può contribuire moltissimo allo sviluppo della scienza dei materiali posto che cerca materiali innovativi e particolarmente resistenti. In terzo luogo (ed è l'ENEA, sostanzialmente, che si occupa di questo oltre che del primo punto), ITER è un progetto concepito con delle macchine satelliti, come si suol dire: ne esiste una in Inghilterra e un'altra dovrebbe essere costruita. Sono macchine precursori di ITER che cercano di sgombrare il campo da problemi tecnici che potrebbe avere ITER. Attualmente si sta discutendo a livello europeo come la nuova macchina verrà finanziata e dove verrà installata.

Passiamo ora, più specificamente, all'INFN e alla fusione. Lasciatemi soffermare sulle competenze generali dell'ente in questo campo, prima di parlare delle attività. In qualche modo, in questi anni in cui sappiamo che l'Italia non si è più occupata di energia nucleare, l'Istituto, che di nucleare non mantiene solo il nome, ha conservato il grosso delle competenze culturali in questo settore, competenze importanti che oggi sono ancora utili sulle reazioni nucleari. Ad esempio, con riguardo alla domanda sulla riduzione delle scorie, parlo di scorie da fissione, il metodo è quello di spezzare i nuclei pesanti. In pratica le scorie si riducono perché le catene, che sono lunghe e pesanti, vengono bombardate e spezzate per farle diventare più brevi. Questo processo coinvolge naturalmente la conoscenza delle probabilità di interazione (prendo un proiettile e, data una scoria, qual è l'efficacia di questo proiettile?), quindi vanno fatte delle misurazioni. Per questo esiste un programma che si chiama N-TOF, che l'INFN, in parte anche con l'ENEA, svolge presso il CERN.

Altre reazioni nucleari interessanti sono quelle necessarie per il funzionamento delle stelle; possiamo imparare da reazioni più delicate dentro le stelle meccanismi di fusione diversi, meno efficaci, che potrebbero magari essere utili per un futuro non a breve termine.

Nel frattempo il nucleare, così fortemente condannato in passato, oggi viene usato da molti ed è conosciuto in settori della vita di tutti i giorni. Sto parlando del nucleare per la salute, per i beni culturali (molte indagini su opere d'arte vengono svolte con tecniche nucleari) e per l'ambiente (numerose indagini sull'inquinamento si avvalgono della fisica nucleare). Questo sviluppa una serie di conoscenze in termini di radioprotezione, di simulazione degli effetti delle radiazioni nucleari per la salute (ma naturalmente tali conoscenze si possono trasferire alle questioni della sicurezza) e, infine, in termini di dosimetria, ovvero di misurazione della quantità di radiazioni in un determinato ambiente.

Vi mostro alcune immagini in proposito: la prima rappresenta il piano di N-TOF, cioè le misure che servono per la riduzione delle scorie. Come potete vedere c'è un capitolo sulle misure di fissione; ADS sono i reattori di quarta generazione che dovrebbero essere dedicati alla riduzione delle scorie. Come potete notare le stesse misure servono anche all'astrofisica. Si tratta, quindi, di due settori completamente connessi. Lo stesso tipo di studio contribuirà alla conoscenza delle evoluzioni stellari.

Per quanto riguarda la terapia con protoni, si tratta di un altro argomento importante su cui l'INFN è all'avanguardia. L'unica macchina per la terapia con protoni si trova attualmente presso i laboratori nazionali del Sud e serve al trattamento dell'occhio. Per ora si può curare solo l'occhio, in quanto il ciclotrone di Catania ha solo 60 MeV, cioè non ha energia sufficiente per penetrare maggiormente, per questo vengono trattati solo i melanomi oculari. Fino ad oggi sono stati trattati con successo circa 170 pazienti.

La successiva *slide* mostra una veduta del CNAO, che è il Centro nazionale di adroterapia oncologica che sta per essere inaugurato a Pavia. Si tratta di una realtà che sta emergendo rapidamente. In particolare, il cuore

del CNAO è questo sincrotrone che è stato curato dalla fondazione e dall'INFN che è co-direttore tecnico di questa impresa.

Vi è poi una *slide* che mostra un dipinto del Mantegna che viene esplorato con fasci nucleari. Il processo è il medesimo di quando si illumina un oggetto con la luce: si riceve il messaggio dei colori, che non sono altro che eccitazioni atomiche della luce. La stessa cosa si fa con dei fasci di lunghezza d'onda molto inferiore, guardando gli spettri nucleari si conosce la composizione degli oggetti e ne bastano dosi molto basse, perché non si distruggono.

Tornando al progetto ITER e alla fusione, il nostro Istituto ha naturalmente delle competenze specifiche in gran parte costituite dagli acceleratori. Infatti sia il *Neutral beam test facility* (il «cannone» che scalda il plasma), sia l'*International fusion materials irradiation facility* (IFMIF), riguardano gli acceleratori (non tanto l'ingegneria, che concerne il reattore) che servono ai reattori per funzioni diverse. L'esperienza specifica di INFN è di avere acceleratori ad alta intensità, sviluppati non solo in ambito INFN, ma in generale nella fisica nucleare europea, per quelle che saranno le generazioni di fasci radioattivi. INFN ha due sorgenti: una già in funzione ai laboratori del Sud, l'altra di futura installazione a Legnaro, che si chiama SPES. L'alta intensità di questi fasci serve anche per TRASCO, un programma per la trasmutazione delle scorie che deve avere proiettili molto intensi per essere efficiente nel degradare queste ultime.

RFQ è una sigla che vuol dire radiofrequenza, dove Q sta per quadrupolo, ed è il cuore di qualunque acceleratore: se si ha una sorgente, ci si procura delle particelle, che sono sparse, non ben raggruppate; le si deve portare innanzitutto da una bassa ad un'alta velocità, e questo viene fatto appunto con RFQ. La sfida di IFMIF è un RFQ con una potenza mai vista; l'unico RFQ che funziona oggi, con superconduttivo, è stato realizzato proprio dal nostro Istituto, che quindi vanta un'esperienza specifica in uno dei punti centrali di entrambi gli acceleratori.

INFN svolge tali attività in Italia nei suoi due laboratori, dove avviene sia l'esperienza sugli acceleratori, sia i processi nucleari; al Sud si effettuano i processi nucleari e lo studio delle sorgenti che servono agli acceleratori. A livello internazionale, abbiamo il CERN e Ganimel, in Francia, dove c'è un programma congiunto sui fasci radioattivi. Nella *slide* potete vedere un'immagine dei laboratori reazionali di Legnaro, presso cui se lo ritenete opportuno si potrà organizzare un sopralluogo. In quest'altra immagine vedete un pezzo di TRASCO, il progetto sulla trasmutazione delle scorie di cui vi ho già detto; voglio solo far notare che in alto a destra c'è il modello dell'RFQ e uno dei pezzi, per intenderci, è quello color rame in basso a sinistra. Vi deve essere una estrema precisione nell'assemblaggio di questi oggetti, ovvero di un millesimo di millimetro, altrimenti il fascio si disperde; non è una sfida banale osservare una precisione di millesimi di millimetro su oggetti che hanno dimensioni di decine di metri. Non solo, l'altro oggetto che vedete a sinistra, una specie di cilindro, è la stessa RFQ, ma superconduttiva, tant'è vero che la

grande vasca che vedete a destra è quella dove l'oggetto viene immerso quando funziona perché viene portato a bassa temperatura. Con ciò voglio dire che non si tratta di progetti futuribili, ma di progetti su cui l'INFN ha già un'esperienza specifica.

Le attività di INFN sono sostanzialmente due: per IFMIF è l'ente italiano attuatore di questo progetto; sono quattro i Paesi in Europa che si occupano di IFMIF (l'Italia, la Francia con i CEA, la Spagna con il CIE-MAT e il *Forschungszentrum* di Karlsruhe in Germania). Si sta facendo un *memorandum of understanding* (MOU) globale per definire i tempi e accordare gli sforzi.

Sull'iniettore di neutri invece il grosso del lavoro è svolto da RFX mentre il nostro Istituto si occupa di un pezzo di questi iniettori neutri che riguarda la parte iniziale di accelerazione. IFMIF è un oggetto grande, che deve provare i materiali. Nella *slide* potete osservare un pallino rosso e le scritte «*Ion Source*» e «*RFQ*»: quello è l'oggetto di cui ci dobbiamo occupare, del quale nella *slide* successiva potete osservare una versione più schematizzata, mentre il *beam dump*, dove finisce la sorgente e sbatte sui materiali, sarà a cura dell'ENEA.

È interessante capire la potenza dell'RFQ: 5 MeV e 125 mA, quindi questo oggetto ha un fattore da 50 a 100, il più intenso che sia mai stato costruito finora. La sfida è l'intensità, tenere un RFQ che è un oggetto molto delicato con queste correnti. Dal *design* preliminare dell'oggetto potete osservare un'estensione dell'ordine dei 20-30 metri. C'è stata una *review* sul disegno preliminare dell'RFQ eseguito dal laboratorio INFN di Legnaro; nella sostanza, il comitato di *review* ha detto che il progetto realizzato da INFN è ottimo e ci ha invitato a proseguire su questa strada.

Vedete ora una piccola *chart* che mostra l'evoluzione di progetto, *commissioning* ed altro.

Il profilo di spesa ha una parte che naturalmente all'inizio cresce con gli impegni e poi con le spese; nella tabella successiva vedete che il totale per IFMIF è di circa 29 milioni di euro, di cui circa 17,20 sono assegnati all'RFQ, 3 al *target* (quindi sostanzialmente ad ENEA) e 2,5 al *join team*; sostanzialmente è questa la parte che l'Italia dovrà dare alla Francia la quale integrerà poi i vari pezzi.

ITER è l'oggetto che produce la fusione, la potenza è di 500 megawatt; ricordo che ITER non è il dimostratore, ma quello che ci deve dire se il processo dura, ad esempio per un'ora, senza problemi; dopo di questo viene DEMO, oggetto che deve mostrare non solo che va tutto bene per un'ora, ma che si sprigiona l'energia promessa; DEMO è un oggetto che si può copiare, ITER è il prototipo che poi copieranno le industrie. La temperatura tipica è di 20 KeV, ovvero una temperatura superiore di dieci volte a quella del Sole, per questo i materiali devono avere caratteristiche specifiche.

L'iniettore di neutri è una parte iniziale, la parte più delicata è quella dell'accelerazione; INFN gioca anche un ruolo nella criogenia, necessaria nella parte iniziale, grazie all'esperienza specifica dei propri ricercatori.

Nell'ambito dell'energia nucleare, l'INFN non si occupa solo di fusione, ma si muove anche sulla base di un accordo stipulato con Ansaldo nucleare per lo studio di reattori a fissione di ultima generazione curando tre temi: formazione, sicurezza e addestramento. Ricerca vuol dire che c'è un progetto che deve individuare la comunità interessata e la formazione è uno dei punti cruciali: l'Italia, dopo anni di *gap*, non ha personale in grado di fare questo lavoro, quindi è urgente formarlo; a tal fine è in progetto un *master* di secondo livello. Vi è anche l'idea di realizzare un centro di addestramento dove avere un piccolo reattore da qualche kilowatt sotto critico, cioè alimentato da un acceleratore; non si tratta quindi un reattore che può avere un effetto Chernobyl; per semplificare: se si spegne la corrente elettrica anche il reattore si spegne; pertanto è un reattore sicuro che però può essere molto utile per capire i reattori veloci, quelli di quarta generazione. Questi ultimi sono detti veloci perché i neutroni, essendo più veloci, possono rompere le scorie e quindi si producono scorie a vita media un po' più breve.

Per quanto riguarda le ricadute industriali, in Europa intorno al progetto ITER ed alla fusione nucleare ci saranno delle commesse di circa 2 miliardi di euro, di cui 1,5 milioni di euro circa erogati dall'Unione europea e 500 milioni direttamente da ITER. È chiaro che a queste commesse possono accedere con le varie imprese dell'Ansaldo (Ricerche, Nucleare o Superconduttori) che si sono già fatte le spalle in questo campo, che hanno già vinto commesse del CERN, dotate quindi di una competitività forte. Va però ricordato che in generale ITER è una macchina nucleare, quindi ha procedure di sicurezza di qualità di tipo nucleare e questo può far sviluppare una serie di aziende più piccole che possono crescere e formare quel tessuto per la sicurezza, la radioprotezione e così via che non ha bisogno di una struttura come Ansaldo nucleare, ma comunque è molto utile se si vuole partire con il nucleare di fissione.

Vorrei osservare, infine, che questo è un caso molto felice di sinergia tra enti di ricerca (che per lo più vanno d'accordo, salvo qualche naturale divergenza). Desidero sottolineare che si tratta di una realtà nata per iniziativa del ministro Moratti che tuttavia è rimasta un po' troppo dipendente dal Ministero. Dal momento che un'iniziativa di questo genere ci pone di fronte ad impegni internazionali e a scadenze molto precise, a mio avviso dovrebbe avere un finanziamento dedicato e stabile, programmato nel lungo periodo e non soggetto a quello che accade anno per anno: siamo su un treno insieme ad altri viaggiatori e non possiamo permetterci di dire un bel giorno che per un anno stiamo fermi in stazione. Il finanziamento in questo momento va per qualche impegno che ancora non è nei bilanci del Ministero; l'anno scorso è stato grattato dal «fondone» degli enti di ricerca che è già molto complesso ed in cui non si trovano certo le cifre adeguate per un progetto del genere. In questo modo non si va lontano.

Se si riparte con l'energia nucleare, tale aspetto potrebbe essere inserito tra i temi di cui si potrebbe occupare un'organizzazione con responsabilità definite; attualmente c'è RFX e gli enti all'interno di RFX (che in

questo modo può ricevere i fondi direttamente dal Ministero), una situazione non proprio lineare che si potrebbe definire meglio. Quindi molti sono i profili di sviluppo per l'energia nucleare in generale, non proprio l'*hardcore* delle macchine, in un'ottica di capitalizzazione delle ricerche e tecnologie della fisica fondamentale che adesso diventano estremamente utili e moderne.

PRESIDENTE. Ringrazio il professor Petronzio per la sua esposizione, molto accurata e ben inquadrata.

ASCIUTTI (*PdL*). Ringrazio anch'io il professor Petronzio per la chiarezza dell'esposizione e per le *slide* che ci ha mostrato e che ci hanno permesso di seguire meglio il discorso.

Nel nostro Paese esistono diversi enti di ricerca che si occupano di uno stesso argomento e che collaborano abbastanza tra loro. Sarebbe possibile una ancor maggiore collaborazione per far sì che le risorse economiche, che non sono poi tante, non vengano divise? Ed eventualmente come si può fare?

So che la differenza tra la fusione e la fissione di quarta generazione è soprattutto nel combustibile. Ce n'è tanto, infinito, per la fusione mentre ce ne sarà piuttosto poco per la fissione, però se alla fine si riesce a velocizzare la ricerca sullo smaltimento delle scorie per la quarta generazione ci si avvicina al risultato. Per questo vorrei sapere a che punto siamo con la realizzazione di tali progetti.

La mia preoccupazione è sempre la stessa: se siamo vicini alla soluzione, allora sarei anch'io propenso ad aspettare qualche anno. Tuttavia siamo in una situazione economica mondiale di grande difficoltà ed è preferibile avere più certezze che incertezze, nel caso in cui per queste ultime si debbano usare troppi condizionali e si debba restare al passo. Siamo stati al passo per troppi anni e oggi ne paghiamo le conseguenze, soprattutto in termini di cervelli che sono stati utilizzati fuori dal nostro Paese. La nostra cultura nucleare, infatti, è stata utilizzata dall'Europa per costruire tecnologie e oggi dobbiamo ricominciare daccapo, anche se non del tutto perché è vero che siete in pochi ma le conoscenze ci sono.

VETRELLA (*PdL*). Signor Presidente, mi associo ai complimenti al professor Petronzio per la sua esposizione. Ho già avuto modo, nel corso dell'audizione del professor Paganetto, di mettere in risalto le mie preoccupazioni relativamente agli aspetti di avanzamento tecnologico. Noi ci troviamo sicuramente ad aver fatto dei passi avanti dal punto di vista concettuale sulla fusione rispetto ai primi esperimenti della fisica di base, ma resta sicuramente il fatto che le nostre conoscenze, allo stato attuale del processo, comportano il raggiungimento di limiti tecnologici che sembrano «invalicabili». Infatti dover gestire nuovi materiali che riescano a resistere a temperature così elevate, quando oggi, già rispetto ai 3.000, 4.000 o 5.000 gradi e a determinati flussi di potenza, ci troviamo in

grande difficoltà, fa pensare a quello che si dice normalmente negli ambienti tecnici, cioè che siamo ancora lontani dal risultato di cui si parla per il 2050.

Essendo un ricercatore non ho mai sottostimato il concetto della ricerca, però come ricercatore mi rendo conto che ci troviamo in Italia in un periodo di grande difficoltà economica, sociale ed etica. È chiaro che quando ci sono tali difficoltà è anche importante stabilire le priorità. Ad esempio, se io, ricercatore spaziale, dovessi decidere oggi se investire per andare a verificare se ci sono le pulci su Marte (esempio che faccio spesso) o per sviluppare un sistema che può servire a migliorare la qualità della vita dei cittadini sulla Terra, non avrei alcuna esitazione: pur sapendo che è importantissimo scoprire se ci sono le pulci su Marte, la condizione di difficoltà nella quale ci troviamo mi fa pensare che oggi sarebbe meglio indirizzare i fondi per migliorare la qualità della vita dei cittadini. Da questo esempio deriva la mia domanda: non mi è chiaro perché *in primis* non si dà prevalenza agli aspetti della tecnologia anziché partire con un discorso di architettura di sistema così complesso; questo per la semplice ragione che un'architettura di sistema comporta l'interazione di tante diverse entità che, per esperienza personale, è difficile coordinare in modo appropriato.

Come ricercatore so bene che quando si parte con un processo di ricerca si parte perché è ricerca, però oggi sono preoccupato rispetto agli investimenti e alla tempistica, in quanto i primi possono cambiare nel tempo di ordine e di grandezza, dato che stiamo parlando di un sistema allo stato embrionale. Mi chiedo quindi se non sia preferibile investire di più sulla tecnologia, ritardando leggermente gli aspetti di sistema. Capisco che è necessario creare la procedura per testare materiali ad alta temperatura, ma non mi è chiaro quale sia la scala consecutiva di *step* tecnologici per arrivare a testare materiali di qualità tali da resistere a temperature crescenti.

In secondo luogo, come ho già anticipato, sia nella presentazione precedente che in quest'ultima, non è stato fornito un quadro chiaro dell'organizzazione manageriale e strutturale di gestione del progetto che, per mia esperienza, è ciò che molto spesso ha fatto fallire progetti di ben altra importanza e dimensione.

Infine, profitto della presenza del professor Petronzio per dire anche a lui quanto detto durante l'audizione precedente, cioè che dovremmo impegnarci – questa dovrebbe essere anche un'iniziativa di Governo – per fare in modo che le imprese che partecipano a progetti di ricerca che si indirizzano ad elementi di grande importanza per la vita delle imprese stesse (e che hanno per giunta contratti di notevole entità) dovrebbero quantomeno rinunciare ad ogni forma di utile (ovviamente sarebbe auspicabile che le imprese investissero nei progetti di ricerca, come penso riteniamo tutti). In Italia si deve smettere di pensare che la ricerca non solo debba finanziare l'industria che partecipa alla ricerca stessa ma debba anche riconoscerle il *mark up* dei rischi e così via. Il rischio è di tutti, anche

dei cittadini che investono in un progetto per il quale potrebbero, fra trent'anni, ritrovarsi con un pugno di mosche in mano.

PETRONZIO. Sono stati toccati aspetti importanti e inizierò a rispondere da quelli che riguardano l'organizzazione. Nelle mie osservazioni finali, quando ho parlato di un'organizzazione con responsabilità definite, intendevo riferirmi anche a questo. Non è un problema lavorare con altre persone o con altri gruppi, questo avviene sempre; in ambito internazionale non esiste l'autarchia, tutti facciamo parte di un congegno dove ogni ingranaggio deve fare la sua parte. Il punto cruciale è definire quali sono le responsabilità, chi fa l'integrazione e le gerarchie. In questo momento, sono d'accordo con il senatore Vetrella, la questione non è ben definita. Per questo chiedevo un aiuto per mettere un po' d'ordine. L'INFN corre per la sua strada. Il problema è che non ci si vuole ritrovare a produrre un pezzo che poi nessuno integra da qualche altra parte, perché questo sarebbe uno spreco di progetto oltre che di risorse umane.

Questo è un punto su cui sono disposto a lasciare spazio a persone più competenti di me, che sono più addentro ai progetti. È qui oggi con me il dottor Fortuna, membro della giunta esecutiva, che si occupa di fisica nucleare ed è stato anche direttore dei laboratori nazionali di Legnaro: lui è veramente esperto di fisica nucleare, io sono un semplice orecchiante.

Sull'organizzazione c'è, a mio parere, ancora molto da fare per strutturarci come fanno altri Paesi. I laboratori CEA di Saclay hanno veramente un ruolo guida nelle ricerche sull'IFMIF in Francia, tant'è che troviamo più semplice coordinarci a livello internazionale con un MOU. Su IFMIF il nostro Istituto è capofila in Italia, la Francia fa l'integrazione e ci sta già chiedendo di fare un po' di più di quanto era previsto facessimo, segno che sta acquistando sempre maggior fiducia in noi. In Italia si dovrebbe fare la stessa cosa, ma in questo momento riunioni tecniche per decidere delle scale gerarchiche ben precise non ce ne sono e questo è a mio parere un equivoco dal quale dobbiamo uscire. Oggi non c'è un grande impegno, però si fanno i pezzi e questi devono essere messi uno dietro all'altro; è un punto sensibile per il quale non ho la soluzione, ma se ci viene data una mano potremo risolverlo.

Altro aspetto importante è quello della tempistica. Lo dico da ricercatore: non illudiamoci che questo progetto risolva il problema del carburante. Il senatore Vetrella affermava che la fusione è la tipica cosa per cui passano trent'anni dal momento in cui se ne parla a quello in cui viene realizzata. La situazione però sta cambiando perché l'Europa si sta muovendo, c'è un progetto e le altre Nazioni stanno partendo con le attività. La realizzazione di EVEDA, il primo prototipo di IFMIF, è prevista ragionevolmente non prima del 2016, quella di IFMIF non prima del 2020, tempo necessario per sperimentare i materiali con i quali costruire il tokamak. Si è parlato del 2050, speriamo sia una previsione realistica.

Si potrebbe obiettare che allora il progetto è inutile, ma non è così: innanzitutto, il futuro è veramente nel nucleare, poi l'Europa è partita con questo progetto e il nostro Paese non può restarne fuori, infine il progetto costa poco, si parla di un impegno di circa 200 milioni di euro, mentre per una centrale ci vorrebbero 7 miliardi. Certamente quando dico che ci sono molti punti di sviluppo per l'energia nucleare in generale, bisogna che questo studio sia fatto con un grande *network* alle spalle che utilizzi tutte le tecnologie che via via vengono spinte dalla staffetta che si chiama fusione perché vengano utilizzate dove si può. Una delle cose più importanti è partire con tutto quel tessuto tecnologico e industriale che è intorno all'industria, affinare le capacità industriali, e questo non è la fusione che lo farà, ma la fissione. L'INFN può comunque contribuire ad una ricerca finalizzata, perché questa ricerca su *generation four* è finalizzata e ha compiti ben precisi; i tempi di *generation four* sono inferiori, più visibili, non hanno queste barriere assolute di cui parlava il senatore Vetrella prima, che osservava che se non si trovano i materiali ci si deve fermare. Certamente quello può essere un metodo attraverso il quale, nel nostro piccolo, possiamo formare molta gente in pochi anni, se si ha un grosso programma. Sono d'accordo sulla necessità di puntare sull'energia utile a breve termine, ma non credo che questa impresa della fusione sia rideviabile in funzione di quella, perché stiamo parlando di ordini di grandezza differenti; tutto questo però va sinergizzato, creando una sorta di involucro unico per formazione, infrastrutture e industria.

ASCIUTTI (*PdL*). Vorrei porre una domanda sul «cannone». Se non sbaglio, in Europa ci sono già in funzione dei «cannoni». Noi stiamo arancando mentre mi sembra che in Spagna e in Inghilterra già ci sia qualcosa del genere.

PETRONZIO. In Inghilterra c'è un oggetto che è il precursore di ITER, ma non è il «cannone», bensì un piccolo ITER.

FORTUNA. È un concetto nuovo anche perché sostanzialmente si tratta di oggetti che sono alla frontiera della tecnologia, come diceva il senatore Vetrella; ma noi facciamo solo progetti di frontiera, altrimenti tali oggetti sarebbero già a livello industriale.

Parliamo di macchine di decine di megawatt; al giorno d'oggi su un *target* riusciamo a manipolare a malapena un megawatt, questa è la sfida, quindi si tratta di un concetto nuovo: si parte da un fascio di *ampere* (adesso trattiamo appena milliamperere) di idrogeno negativo per poi strip-parlo, fare un neutro e mandarlo all'interno del plasma e nel plasma non solo si riscalda, ma gli si dà anche corrente. È chiaro che non nasce dal nulla ma da esperienze precedenti, però questo salto tecnologico rappresenta veramente un *break through* mai fatto in precedenza.

PRESIDENTE. Ringrazio i rappresentanti dell'INFN per il loro contributo.

Dichiaro conclusa l'audizione e rinvio il seguito dell'indagine conoscitiva ad altra seduta.

I lavori terminano alle ore 16,40.