

VII.

SEDUTA DI GIOVEDI' 25 NOVEMBRE 1976

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE FORTUNA

PAGINA BIANCA

---

---

**La seduta comincia alle 9,40.**

PRESIDENTE. Diamo il benvenuto al professor Silvestri, che è qui intervenuto in rappresentanza del presidente del CNR che si trova in Giappone, ed al professor Clementel, presidente del CNEN, che ringraziamo per aver accettato il nostro invito. Do ora la parola al professor Silvestri.

SILVESTRI, *Presidente del Comitato tecnologico del CNR*. Le domande che sono state poste sono abbastanza ampie e complesse. Comincerò con il ricordare un dato di fatto: per quanto riguarda il fabbisogno di energia, in tutti i paesi del mondo industrializzato occidentale, per i quali vige, più o meno perfetta, l'economia di mercato, il consumo di energia è pressochè lo stesso, entro modeste oscillazioni, per ogni unità di beni prodotti. Se prendiamo come unità di misura il dollaro di oggi, questo dollaro di unità di beni e servizi prodotti richiede all'incirca un chilogrammo di petrolio, cento lire di petrolio che rappresentano il 10 per cento del valore della produzione; per concludere, 100 lire di petrolio su 1000 lire di prodotto. Questo rapporto è eguale per tutti i paesi occidentali industrializzati, ma non *pro capite*, perchè ciò dipende da tante altre variabili, dalla maggiore o minore produttività per unità lavorativa, dalla efficienza della interaiatura agricola ed industriale, ecc. Aggiungo che per quanto riguarda il mondo industrializzato orientale, Unione Sovietica e paesi del Comecon, questo valore è più elevato da 1,5 a 2 volte, quindi i paesi dell'Oriente socialista richiedono una quantità di energia nettamente superiore a quella del mondo occidentale. Però, siccome nei paesi comunisti il conteggio di certi servizi non si tiene perchè non si considera produttiva ad es. la pubblica amministrazione, è impossibile una conoscenza effettiva del prodotto nazionale lordo dei paesi dell'Est.

*Pro capite* il Comecon consuma quanto

l'Europa Occidentale e, se si tiene conto del livello di vita notevolmente inferiore al nostro, abbiamo la dimostrazione del pesante dispendio di energie che esiste in quel tipo di economia.

Per quanto riguarda le fonti energetiche cui i vari paesi fanno ricorso, quella predominante in tutta l'Europa occidentale è il petrolio. La Gran Bretagna è il paese con la maggiore indipendenza in questo senso; attualmente essa riesce a coprire un pò più della metà del proprio fabbisogno di energia, soprattutto con il carbone ed il gas naturale, e spera di raggiungere la piena indipendenza negli anni '80 tramite il petrolio del mare del Nord. Per quanto riguarda invece l'Italia, la produzione energetica all'interno del paese è di poco superiore al 20 per cento, e le previsioni sono nel senso di una dipendenza ancora maggiore, a seconda che si conteggi o meno l'energia nucleare come sorgente esterna o indigena.

Considerando l'energia nucleare come energia indigena - anche se, a stretto rigore di termini, non lo sia - ma ci sono buoni motivi per considerarla tale - allora la situazione è diversa e un po' migliore.

Dopo di noi, chi sta un po' meglio sono i francesi, con una autonomia energetica di poco inferiore al 30 per cento, e la Germania Occidentale, per la quale l'autonomia energetica è un po' inferiore al 50 per cento, e che spera di migliorare la situazione attraverso l'impiego del gas naturale, e soprattutto con la massiccia produzione di energia di origine nucleare.

Da cosa dipende il futuro fabbisogno? Da diversi fattori, alcuni dei quali abbastanza prevedibili, altri, invece, largamente imprevedibili. La correlazione: quantità di energia-prodotto nazionale, non è lineare, cioè non è semplice, non si può dire: se un paese produce un *tot*, l'energia richiesta è tanta; se produce il doppio, l'energia richiesta è doppia. Questa proporzionalità non è valida. La relazione è più complicata, almeno per quanto riguarda i paesi in-

dustrializzati, per l'intervento di determinati fattori. In primo luogo, gioca il livello di completezza delle strutture primaria, secondaria e terziaria raggiunte, quindi il livello di benessere conseguito o il livello di prodotto raggiunto. In conclusione questa relazione dipende dal prodotto nazionale, moltiplicato per un fattore, che a sua volta discende dal grado di sviluppo raggiunto. C'è poi l'intervento di un terzo fattore, che è il perfezionamento tecnologico raggiunto dalla società in un determinato momento. Il progresso tecnologico ha portato ad esempio, questa conseguenza: che mentre oggi si registra, come dato di fatto, il fabbisogno di un chilo di petrolio per ogni mille lire di prodotto, 50-60 anni fa occorrevano due chili di petrolio: se noi vivessimo con il coefficiente di 50 anni fa, avremmo bisogno di una quantità di energia doppia, all'incirca, di quella di cui abbiamo bisogno oggi per produrre ciò che produciamo. Questo processo di miglioramento tecnologico è stato in parte frenato, negli ultimi 15 anni (dal 1958 al 1973), dal fatto che il prezzo del petrolio è rimasto stabile in termini monetari correnti, ma è andato in realtà continuamente diminuendo in termini di moneta reale, così che l'incentivo è venuto meno, è mancato lo stimolo a un consumo specifico più basso. Ricordiamoci che il costo dell'energia, nel 1880-90 e nel 1920 non era quello del 1973, ma quello di oggi: l'Italia, nel 1913, pagava il carbone ad un prezzo che equivale a quello del petrolio di oggi. L'energia, insomma, è sempre stata cara, ed è diventata a buon mercato soltanto durante un ventennio fortunato, dal 1950 al 1970, dopo di che si è registrata una salita imposta dai paesi produttori di petrolio, che ha moltiplicato il prezzo del combustibile. Oggi il prezzo in dollari a valore costante, per barile, rispetto al 1973, si può considerare non più che triplicato. Comunque, questo è il prezzo che pagavano per l'energia i nostri padri ed i nostri nonni.

Il fatto che si sia riportato il prezzo dell'energia ad un valore decisamente più elevato di quello di quattro-cinque anni fa, sposta, alla lunga, i termini del problema, nel senso che la spinta a quella migliore utilizzazione di cui ho fatto parola viene incoraggiata, ed esistono i margini per farlo. Tant'è vero che in un libretto che il Ministero dell'interno del governo Federa-

le degli Stati Uniti ha pubblicato nel 1976, e che pubblica ogni anno come riassunto di molti volumi analitici, libretto in cui si danno le previsioni fino al 2000 circa, si prevede che l'efficienza di utilizzazione possa aumentare, in un quarto di secolo, di circa il 15 per cento. Cioè, se oggi si parla di un chilo di petrolio per ogni mille lire (o un dollaro) prodotto, con moneta a valore costante, secondo questi signori, nel 2000 occorrerebbe non un chilo, ma 0,85 chilogrammi di petrolio; ed anzi io penso che queste previsioni siano in realtà pessimistiche, nel senso che ci si può attendere di più. E' chiaro infatti che un documento di questo genere, che ha un condizionamento politico, risente del timore di fare previsioni troppo ottimistiche: io, invece, che non sono il dipartimento degli Interni degli Stati Uniti, dico che, parlando degli Stati Uniti, è probabile che le cose andranno un po' meglio, e che quello 0,85 potrebbe diventare uno 0,80: comunque, questi sono i margini di oscillazione da aspettarsi. Il processo può continuare indefinitamente, ma è pur vero che i guadagni saranno sempre minori, e non c'è da credere che ciò sia gratuito. Il discorso sugli sprechi è impostato male; non è vero che l'energia venga sprecata, è vero che la struttura industriale era ottimata per un certo determinato costo dell'energia, e che a un nuovo costo deve corrispondere una nuova struttura, una nuova ottimazione del sistema. Ma lo spostamento dalla precedente posizione a quella che sarebbe ottimale oggi, richiede ingenti investimenti di capitale.

E' pur vero che si dice da molte parti - benchè non sia stato provato (ma credo che, tuttavia, sia vero) - che, tutto sommato, conviene battere la strada del risparmio contemporaneamente all'altra di procurarsi maggiori risorse perchè, laddove è possibile, il costo del risparmio, per così dire, è la metà del costo del sovra rifornimento. Posso ottenere lo stesso scopo per due vie: modificando gli impianti, facendo un certo investimento di capitale, consumando la stessa quantità di energia per produrre più cose; oppure posso lasciare gli impianti come sono, e produrre le «più cose» con una maggiore quantità di energia: perciò devo investire capitali nella ricerca nell'estrazione di altro combustibile. Come dicevo, l'operazione di sacrificare l'efficienza, puntando sull'aumento della produ-

zione, è un processo in realtà antieconomico, poichè la promozione dell'efficienza costa, oggi come oggi, metà dell'aumento della disponibilità di energia. Naturalmente, quanto più aumenta questa efficienza, tanto meno remunerativo diviene il processo, ed esso si ferma al momento dell'indifferenza, quando cioè aumentare l'efficienza o aumentare il rifornimento costano pressappoco lo stesso: oggi, tuttavia, il bilancio è nel senso da me prima precisato.

Premesse queste considerazioni di carattere generale, vorrei richiamare l'attenzione sulla situazione italiana, che è la seguente: le risorse interne sono costituite da energia idraulica, naturalmente non trascurabile, ma che essendo avviata più o meno alla saturazione delle possibilità del nostro paese, non consente una ulteriore espansione. Le cascate «facili» ormai non esistono più: quelle che restano sono ad alto investimento, anzi eccessivo. Il nostro paese, essendo molto montuoso, consente l'accoppiamento fra impianti nucleari che, per ottenere una funzionalità ottimale, dovrebbero marciare a potenza costante, senza cioè fermarsi, tranne il momento (che dura parecchie settimane) del rifornimento del nuovo carico e le «centrali di pompaggio». Le richieste della popolazione, come è noto, sono fluttuanti: la notte vi è un eccesso di potenza rispetto al fabbisogno delle ore diurne di punta. La struttura industriale del paese risente delle abitudini fondamentali e delle necessità fisiologiche della popolazione: sarebbe assurdo, oltre che socialmente impossibile, sovvertire questo ritmo in modo che, più o meno, tutti lavorassero secondo un certo schema di avvicendamento e che vi fosse addirittura rotazione nel dormire. Evidentemente, in questo modo, si risparmierebbe energia, ma non so quali sarebbero le conseguenze di carattere sociale: io non credo che l'influenza del sole o delle stagioni sul fisico umano sia trascurabile. Lo sfruttamento delle differenze di quote esistenti nel nostro paese consente in maniera relativamente economica l'attuazione dell'accoppiamento di centrali termoelettriche, o nucleari che siano, all'accumulo mediante pompaggio: in questo settore siamo all'avanguardia, impianti di dimensioni notevoli di questo tipo già esistono, e si ritiene che nel futuro, per quanto riguarda la produzione di energia elettrica, l'accop-

piamento impianti nucleari - impianti idraulici di pompaggio sia di gran lunga preferibile a qualsiasi altra soluzione.

Desidero ora richiamare l'attenzione sul fatto che in ordine alla previsione del fabbisogno totale di energia partendo dalla situazione attuale e tenendo conto dei fattori di cui parlavo prima, il dato più aleatorio è quello relativo allo sviluppo economico del paese. Infatti, si potrebbe prevedere una fase di stagnazione totale, ed in questo caso non vi sarebbe alcun incremento nel consumo totale di energia; oppure si potrebbe prevedere uno sviluppo del tipo di quello che ha caratterizzato la fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60, e di conseguenza un aumento del prodotto nazionale lordo *pro capite* addirittura del 5 per cento, nel qual caso il fabbisogno di energia crescerebbe. Evidentemente questo elemento aleatorio non dipende da ragioni tecniche, bensì economiche, politiche e sociali. In tale previsione, tuttavia, forse non si sbaglia di molto nell'assumere come punto di riferimento la media dei paesi occidentalizzati e nel ritenere quindi ancora possibile un incremento del 3 per cento, superata l'attuale recessione. Tale incremento *pro capite* significa, tenendo conto dell'aumento della popolazione (che è lo 0,7 per cento in Italia), che la quantità di energia deve essere accresciuta pressappoco del 3,7 per cento all'anno, salvo i miglioramenti tecnologici citati: facendo un semplice calcolo, si rileva un incremento nella domanda relativa di circa il 50-60 per cento in più, rispetto al livello attuale, nel 1985.

Problema più complesso è accertare l'evoluzione del fabbisogno di energia elettrica rispetto alla totale; attualmente, della quantità totale di energia di cui l'Italia ha bisogno (80 per cento importata e 20 per cento prodotta) un quarto va a finire in produzione di energia elettrica. Ora, può darsi benissimo che la richiesta di quest'ultima aumenti perché il paese si va elettrificando in misura sempre maggiore, oppure che diminuisca (ad esempio l'Italia era elettrificata nel 1939, cioè la quantità di energia primaria trasformata in energia elettrica era in percentuale notevolmente maggiore allora rispetto ad oggi). Esistono motivi evidentissimi per spiegare questo fatto, e uno dei più semplici è il seguente: quasi tutto il paese non si riscaldava; a

quel tempo la proporzione del fabbisogno energetico destinato al riscaldamento si limitava alle grandi città del nord e in piccola frazione (20-30 per cento); in generale, anche nel nord, chi poteva riscaldarsi, riscaldava una sola stanza, oppure nelle campagne si utilizzavano la legna o altri combustibili che non sono mai stati conteggiati nel bilancio energetico nazionale. Oggi, invece, il fabbisogno di energia per le abitazioni è circa un quinto del fabbisogno totale. Va rilevato poi che nel '39 la motorizzazione era molto meno sviluppata, benché questo fattore pesi relativamente poco anche sul totale (14-15 per cento) del fabbisogno attuale. Ho insistito sul chiarimento, perché la struttura produttiva industriale italiana dell'epoca era abbastanza sviluppata e quindi richiedeva energia meccanica, di cui l'unico vettore pratico era ed è l'energia elettrica: come ho già detto, allora l'Italia era proporzionalmente più elettrificata di oggi. Ma il nostro paese ha rappresentato un'eccezione, perché tutti gli altri paesi industrializzati hanno visto aumentare la frazione di energia convertita in energia elettrica.

In particolare, possiamo ricordare che l'unico precedente storico è il seguente: durante la depressione del 1929-32, fu registrata una enorme caduta, in senso relativo, del prodotto *pro capite* in ogni paese; tale caduta fu massima negli Stati Uniti, dove il prodotto *pro capite*, misurato in moneta reale e non corrente, in 4 anni scese del 25 per cento. Tale diminuzione fu altrettanto pronunciata in Germania, mentre in Italia fu del 10 per cento in 4 anni. Furono colpite le industrie di base: in Germania, la produzione di acciaio, nel 1932, si ridusse a meno di un terzo (28-29 per cento) rispetto a quella del 1929; i cantieri inglesi praticamente non vararono navi per due o tre anni. Viceversa, se osserviamo il fabbisogno di energia elettrica, la quale rappresenta un tipico bene di consumo (oggi più indicativo persino del pane), si vede che c'è stata, sì, in qualche paese, una caduta modesta della produzione di energia elettrica, ma si può constatare, d'altra parte, che nella maggior parte dei paesi che risentirono di una recessione profonda, si verificò solo una stasi della produzione di energia elettrica, essa rimase cioè pressoché costante. In Italia dal 1929 al 1933 la richiesta di energia elettrica non

aumentò, mentre la struttura generale del paese vedeva diminuire il suo prodotto nazionale lordo. Ciò significa che, anche in quel periodo, l'Italia continuava ad elettrificarsi.

Quindi è probabile, benché non sia certo, che il fabbisogno di energia elettrica, ossia la quantità di energia primaria impiegata per produrre energia elettrica, crescerà ad un ritmo superiore a quello della richiesta di energia primaria. Se l'energia primaria crescerà al ritmo del 3,7 per cento all'anno, è probabile che l'energia elettrica crescerà ad un tasso notevolmente superiore (escluderei del tutto un tasso inferiore e poco probabile è anche un tasso uguale).

I pronostici, tenuto conto di quel 3,7 per cento, potrebbero essere fatti solo attraverso una indagine particolareggiata della struttura economico-energetica italiana; ciò, infatti, consentirebbe di dar delle risposte meno vaghe a questi interrogativi.

Il CNR, nella primavera del 1975, presentò una proposta di ricerca nel campo energetico (essa è contenuta nel volume di cui ho distribuito le copie), proposta che venne discussa dal CIPE alla fine dello stesso anno. Tra le varie proposte era compresa anche quella riguardante il modello energetico italiano, tendente a studiare come, accertate le fonti di rifornimento che sono il dato più semplice, l'energia, una volta entrata nel sistema, si muova in esso e venga utilizzata. Ricerche di questo tipo sono state condotte anche in altri paesi: la Gran Bretagna, ad esempio, studia questo aspetto del problema da ben venticinque anni. Benché, tuttavia, il costo dell'operazione proposta nel quadro del programma complessivo fosse solo il 2,5 per cento del totale, il CIPE considerò irrilevante questa proposta e, sostanzialmente, la respinse. Io ne rimasi molto sorpreso, perché non c'era rapporto tra l'esiguità della spesa e l'importanza dei risultati che si sarebbero raggiunti. Su un programma di quaranta miliardi in cinque anni, solo un miliardo era stato dedicato a questo problema eppure è stato giudicato inutile. Vorrei sottolineare che questo mio sfogo non ha voluto avere intenzioni polemiche, anche perché in questo campo si può rimediare a tutto, e quello che non si è fatto due anni fa può tranquillamente essere fatto oggi.

Questo è il quadro generale nel quale ha

operato il CNR, proponendo al CIPE per le decisioni governative un piano di ricerca nel campo dell'energia che sostanzialmente si incentrava su alcuni criteri fondamentali: innanzitutto quello di escludere dal campo di ricerca del CNR tutte quelle attività per le quali esistessero già degli enti di Stato qualificati: mi riferisco, in particolare, al campo dell'energia nucleare, per il quale è stato creato il CNEN e quello dell'energia idroelettrica che è patrimonio dell'ENEL, e quello degli idrocarburi in cui opera l'ENEL. Una volta esclusi questi enormi campi di ricerca, cosa resta al CNR? Resta - e di esso abbiamo deciso di occuparci - tutto il campo delle fonti minori di energia, quelle di cui molto si parla, ma per le quali poco si fa.

Il programma si incentrò sostanzialmente su tre punti: utilizzazione dell'energia solare e dell'energia geotermica, ed utilizzazione energetica dei rifiuti urbani.

Per quel che riguarda l'aspetto dei consumi, il programma si articola su quattro punti: risparmio di energia nella trazione, risparmio di energia nelle abitazioni, studio della possibilità di impiego del metanolo (cioè dell'alcool metilico) come carburante integrativo o come combustibile integrativo; ed infine un quarto settore che è stato chiamato «tecnologie varie» e che, in definitiva, riguarda il grosso dei consumi industriali o domestici che non possono essere classificati in una categoria omogenea.

Faccio un esempio: in ogni casa - almeno nella grande maggioranza - esiste un frigorifero ed una lavabiancheria. Come sapete il frigorifero, per produrre il freddo, deve prima, attraverso una serpentina, produrre del caldo; quest'ultimo, se può far piacere d'inverno, dà certamente fastidio d'estate. La lavabiancheria, invece, utilizza l'acqua fredda del rubinetto e, per lavare, la si deve riscaldare elettricamente. Noi stiamo studiando la possibilità di costruire un blocco unitario nel quale, attraverso ricuperi vari, possa essere riutilizzata, ad esempio, l'acqua calda che esce dalla lavabiancheria. A prima vista mi rendo conto che tali problemi potrebbero sembrare banali, ma ci si accorge che non lo sono nel momento in cui si pensa che tutto questo dovrebbe essere integrato in strutture abitative che dovrebbero essere adatte alle nostre case.

Per fare un altro esempio in un campo

più vasto, devo dire che c'è un progetto di ricerca tendente a migliorare il rendimento delle grandi turbine a vapore aventi dimensioni tipiche di un milione di kilowatt.

Il terzo argomento che ho citato poc'anzi era quello dello studio del sistema energetico italiano e del modello più adatto ad esso.

Esistono numerosi modelli un po' in tutto il mondo, ma nessuno di essi si adatta al nostro paese, perché naturalmente ogni modello è stato studiato, per soddisfare particolari esigenze di carattere nazionale.

Posso spiegare con un esempio quale sarebbe l'utilità del modello di cui sto parlando, immaginando la risposta di tale modello in rapporto ad un problema con infinite incognite. Se immaginiamo di voler sapere quanto incide sulla produzione dei bicchieri di uso comune un aumento del 15 per cento del prezzo dell'energia elettrica, solo teoricamente possiamo pensare di ottenere una risposta a tale domanda, perché nella realtà tale risposta è destinata a rimanere un miraggio irraggiungibile. Se immaginiamo invece di voler sapere qualcosa di meno specifico, il più rozzo, se così si può dire, ad esempio quanto incide l'aumento del prezzo del petrolio sulla produzione dei fertilizzanti, una risposta è possibile, poiché ci si riferisce ai fertilizzanti in generale e non ad un particolare tipo di fertilizzante.

Si tratta pertanto di uno strumento, una specie di *computer* ideale, che riuscirebbe utilissimo al mondo politico, essendo oggi la determinazione dei prezzi dell'energia nel nostro paese problema la cui soluzione è affidata al caso.

Tra le questioni affrontate nello studio del modello energetico, figura anche quella relativa al prezzo di indifferenza

L'individuazione del prezzo di indifferenza è importante perché permette di accertare, di fronte alla necessità di soddisfare un certo servizio, dovendo compiere un'azione che richiede energia, come radarsi o come produrre concimi, qual è il costo delle diverse forme di energia utilizzabili e quali di esse sono utilizzabili allo stesso prezzo finale. Ciò in considerazione del fatto che, non interessando all'utente come viene prodotta una certa quantità di energia, ma solo che quella quantità di energia sia a sua disposizione poiché gli è necessaria per compiere una determinata

azione, è opportuno fornirgli una gamma di scelte egualmente convenienti sul piano economico.

Una volta individuato il prezzo di indifferenza, sarà possibile operare le scelte relative alla fissazione di prezzi politici, ma sapendo in partenza che cosa si sacrifica e che cosa si guadagna, e senza correre i rischi che inevitabilmente si incontrano decidendo i prezzi delle varie forme di energia secondo criteri indipendenti.

Il problema, naturalmente, interessa il CNR a livello tecnico, in quanto suo compito non è studiare, ad esempio, quale sia la tariffa per l'energia elettrica più interessante per l'Italia, ma semplicemente dire quale risulterà, in base al modello, il costo delle varie forme di energia che possono essere impiegate per far funzionare, ad esempio, un certo tipo di elettrodomestico.

Il progetto finalizzato energetico (a parte il settore «modelli energetici») di cui sto parlando non rappresenta una speranza, ma una realtà; esso ha avuto inizio il 10 giugno 1976, data convenzionalmente scelta per dare il via ai diciannove progetti finalizzati del CNR. Il 1977, in vista del quale si stanno mettendo a punto le operazioni amministrative richieste, sarà pertanto il primo anno di piena attività.

Per quanto riguarda il progetto finalizzato energetico, sono stati stanziati nel 1976 6 miliardi e 400 milioni (dei 20 miliardi a disposizione per tutti i progetti finalizzati), mentre nel 1977 è prevista una spesa di 11 miliardi, essendo complessivamente a disposizione 35 miliardi di lire.

Le somme stanziare, rispetto a quanto il CNR intende ed è in grado di fare, sono un po' scarse, cioè inferiori di circa il 15 per cento al necessario, e questo anche se non impedirà di portare a termine nei tempi previsti il programma, ci porrà di fronte a qualche difficoltà. Naturalmente, però, sarà necessario per gli anni futuri tener presente l'opportunità di mantenere integro il valore degli stanziamenti effettuati, correggendo, quanto meno, la perdita di valore dovuta all'inflazione.

E' stata fatta in via di ipotesi una valutazione di ciò che sarebbe possibile ottenere spendendo 40 o 50 miliardi per la ricerca nell'arco di cinque anni, procedendo contemporaneamente e successivamente all'effettuazione dei necessari investimenti. Abbiamo tentato di individuare in qual mo-

do sarebbe stato possibile ottenere una riduzione del fabbisogno di energia in Italia effettuando certi interventi invece di non far niente o seguire l'onda degli altri paesi senza compiere alcuna azione di carattere nazionale.

E' stata studiata l'azione dell'energia solare ed è stato possibile constatare che il suo impiego è relativamente facile, come forma di energia da destinarsi al riscaldamento delle abitazioni o ad altre attività collaterali riguardanti la produzione di acqua calda, mentre rappresenta un obiettivo assai lontano nel campo dell'energia meccanica. Per questa ragione i fondi stanziati per gli studi sull'energia solare sono stati ripartiti secondo un rapporto di quattro a uno in favore dell'approfondimento dei mezzi di impiego immediato di questa energia, quelli cioè che potranno dare frutti entro i prossimi dieci anni. Entro il 1985 si prevede che l'energia solare potrà contribuire al soddisfacimento del fabbisogno energetico del nostro paese, facendo una media tra minimo e massimo, in misura equivalente a 0,3 milioni di tonnellate di petrolio rispetto ad oltre 200 milioni di tonnellate equivalenti complessivamente necessarie: dal niente di oggi, pertanto, ad una quantità equivalente a circa 300 mila tonnellate di petrolio.

Per quanto riguarda l'energia geotermica, essa è attualmente prodotta soltanto nei campi della Toscana e viene trasformata in energia elettrica in quantità equivalente a circa 600 mila tonnellate di petrolio. E' tuttavia ipotizzabile per il futuro un'espansione della produzione fino a raggiungere quantità tre volte superiori rispetto a quelle attuali.

Devo dire che quest'ultima è forse un'ipotesi ottimistica. Un contributo più importante di entrambe è la riutilizzazione industriale dei rifiuti. I rifiuti prodotti da ciascun cittadino italiano hanno un contenuto energetico che rappresenta circa il 5 per cento dell'energia immessa nel sistema industriale; mentre il 95 per cento se ne va là dove assolutamente non può essere recuperata: è chiaro che una centrale termoelettrica in riva al mare, che per i condensatori usi acqua di mare, genera energia di scarico che non è più utilizzabile, ma quando si fabbrica una scatola di alluminio, in quella scatola è contenuta una quantità di energia che può essere riutiliz-

zata o bruciando l'alluminio (ma questo sarebbe troppo costoso) o attraverso la rifusione dello stesso; lo stesso discorso vale per la carta, la plastica e tutto il resto. Comunque, se 5 per cento è la quantità di energia immagazzinata nelle scorie del paese, non è che possa essere recuperata tutta; ma anche se ne recuperiamo un terzo, o la metà, si tratta sempre di due o tre milioni di tonnellate di petrolio equivalente. Quindi le cosiddette energie minori a nostro avviso intorno al 1985 potranno dare un contributo di circa quattro milioni di tonnellate di petrolio equivalente, naturalmente facendo i relativi investimenti. Quattro milioni di petrolio equivalente, cioè l'1,7 - 1,8 per cento del fabbisogno complessivo, possono sembrare poche, ma se li si monetizza a cento lire al chilo, dando per scontato un piccolo aumento (perché avremo un aumento di circa un dollaro a barile), arriviamo a centomila lire a tonnellata, che moltiplicato per quattro milioni dà una cifra niente affatto disprezzabile (400 miliardi di lire) che può essere impiegata per investimenti più produttivi.

Voglio anche dire che accanto alle grosse fonti energetiche sopra menzionate, energia nucleare, energia idroelettrica, petrolio, carbone, ecc., bisogna considerare anche il risparmio come sorgente invisibile di energia: è stato indicato in trenta milioni di tonnellate di petrolio equivalente il risparmio che si potrebbe ottenere con una razionalizzazione del sistema. Cioè al di là di una riduzione del fabbisogno di energia calcolato in base alle tecnologie assestate al 1973-74, attraverso la riduzione di quel tal coefficiente di cui parlavamo prima, gli studi condotti hanno portato alla conclusione che sarebbe possibile arrivare ad un risparmio di trenta milioni di tonnellate, ossia al 15 per cento del fabbisogno previsto per il 1975, fabbisogno che viene fatto ammontare, a 240 milioni di tonnellate di petrolio equivalente. Questa cifra, però, comporta l'inserimento nella previsione di quello che sarà lo sviluppo economico del paese, e quindi questi 240 milioni potrebbero diminuire se si dovesse andare incontro ad un periodo di recessione prolungata; supponendo, invece, che si abbia un aumento, questo rispetto al passato sarebbe decisamente inferiore, perché l'Italia negli anni sessanta ha visto raddoppiare ogni sei o sette anni il suo fabbisogno

energetico il che non è credibile per il futuro. Inoltre questo aumento di consumo si è verificato in un periodo in cui il paese si andava diselettificando rispetto a quella che era la situazione degli anni cinquanta - che poi era la stessa del 1939 -, dal momento che il fabbisogno di energia totale cresceva più rapidamente di quello di energia elettrica.

Nel suo complesso l'apporto positivo delle forme di energia minore a quello ottenuto attraverso la razionalizzazione del consumo, può essere calcolato in un risparmio di 35-38 milioni di tonnellate rispetto ad una estrapolazione brutale dell'andamento passato fino al 1985. Questo è il programma cui mira il CNR con un impegno finanziario certamente modesto ma non da giudicare velleitario. Ho già detto che il vestito era stretto e un 15 per cento di più negli stanziamenti avrebbe fatto il vestito giusto, però un raddoppio degli stanziamenti risulterebbe impossibile da spendere per mancanza di capacità, nella struttura scientifica del paese, di ricevere tanto denaro. Noi non possiamo pensare di risolvere il problema del cancro spendendo, come fanno gli Stati Uniti, un miliardo di dollari all'anno per il semplice motivo che non abbiamo tante persone capaci di assorbire questo denaro, così come gli Stati Uniti non possono dedicare agli studi sul cancro quanto spendono in campo spaziale perché non hanno strutture tali in grado da assorbire cinque miliardi di dollari.

Con questo rapido *excursus* credo di aver anche speso una parola a favore di quanto sta facendo il CNR con molto impegno e attraverso moltissime difficoltà, di carattere amministrativo più che gestionale. Credo che la legislazione dello Stato italiano non sia poi così cattiva come viene definita: ogni provvedimento ha una sua logica e, caso mai, scarseggia la discrezionalità. Se ogni funzionario, compreso me stesso, avesse la stessa discrezionalità di cui dispone la pubblica amministrazione negli altri paesi, le leggi attuali potrebbero andar bene. Ci sono tante cose da cambiare, ma non è questo il collo di bottiglia; il collo di bottiglia è, invece, rappresentato dalla interpretazione troppo rigida di norme che, probabilmente, nelle intenzioni del legislatore di cinquanta anni fa, rigide non dovevano affatto essere.

PRESIDENTE. Ringrazio il professor Silvestri per la sua accurata esposizione e do ora la parola al presidente del CNEN, professor Clementel.

CLEMENTEL, *Presidente del CNEN*. Il programma energetico nazionale presentato al CIPE nel luglio 1975, avverte fin dalle prime pagine che l'Italia, paese caratterizzato da un alto indice di industrializzazione, è legato all'estero da una dipendenza energetica dell'85 per cento. Sotto questo profilo, la situazione dell'Italia si pone a cavallo fra quella di altri paesi industrializzati come la Francia e il Giappone, per i quali la dipendenza energetica è rispettivamente dell'80 e del 90 per cento.

Nel caso dell'Italia, circa il 70 per cento del consumo globale di energia è coperto dal petrolio di importazione. Le conseguenze negative di tale situazione sull'andamento della bilancia commerciale sono note: basterà qui richiamare che, dopo gli aumenti del 1973, la dittatura energetica del petrolio ha fatto scattare l'impegno in valuta per l'importazione del greggio da 1431 miliardi nel 1972 a 5355 miliardi nel 1975.

Nonostante il pesante pedaggio di cui si è gravata la strada del petrolio, l'Italia, al pari di altri paesi privi del dono di significative risorse energetiche naturali, sarà debitrice del suo sviluppo industriale ed economico ancora per diversi lustri a questa sorgente primaria di energia. Non si potrà intervenire subito con una contrazione delle importazioni annuali, ma soltanto con una progressiva diminuzione del ritmo di crescita di tali importazioni, sì da pervenire ad una percentuale del 55-60 per cento sui consumi globali di energia verso il 1985, con l'obiettivo di raggiungere la percentuale del 35-40 per cento nel successivo decennio.

Poichè nel frattempo la domanda globale di energia del Paese andrà crescendo, non fosse altro per l'aumento della popolazione, altre fonti energetiche dovranno occupare lo spazio lasciato libero dal petrolio. Le fonti energetiche possibili, di cui ricordo le percentuali sul consumo globale di energia per il 1975, sono: gas naturale (13,7), carbone (7,4), energia idroelettrica (7,8), energia geotermica (0,4), energia nucleare (0,4), energia solare (0). Il gas naturale ed il carbone, in gran parte di importa-

zione e quindi con problemi di bilancia dei pagamenti al pari del petrolio, potranno oscillare complessivamente per i prossimi decenni intorno ad una quota del 20-25 per cento, prevalendo la tendenza di sostituzione del carbone con gas naturale.

L'energia idroelettrica ha ormai esaurito in Italia ogni possibilità apprezzabile di espansione, e così pure lo sviluppo dell'energia geotermica non giocherà per percentuali significative sul bilancio energetico globale italiano. Analogamente, il tanto auspicato ed atteso utilizzo dell'energia solare, che avrà il suo sbocco prevalentemente in applicazioni per uso domestico, potrà intervenire solo per qualche per cento nel bilancio globale.

Nessuna delle fonti finora considerate è quindi in grado di affrancare l'Italia dalla dipendenza energetica del petrolio. D'altra parte questo affrancamento è urgente e necessario. Si è già accennato alla ragione di urgenza: l'attuale pesante *deficit* della bilancia dei pagamenti non più sanabile in futuro. La ragione di necessità è il prossimo esaurimento della fonte energetica petrolio: nell'ipotesi di riserve di 500 miliardi di tonnellate, con l'attuale tasso dei consumi il petrolio disponibile si esaurirebbe in 37 anni. L'ipotesi è accettabile come riserve probabili, in quanto quelle accertate sono dell'ordine di soli 100 miliardi. Non a caso paesi produttori di petrolio, come l'Iran, stanno varando un loro programma nucleare. La crisi energetica è stata quindi, dopo tutto, un provvido segnale di allarme, che ha avvertito in tempo tutti i paesi industrializzati che la strada del petrolio, comoda come fonte e vantaggiosa come prezzo, stava per finire. E' necessario pertanto trovare un'alternativa al petrolio, e l'unica alternativa valida, nel senso di garanzia per una futura indipendenza del paese nella produzione di energia elettrica, è l'energia nucleare. Perchè l'energia nucleare è la fonte alla quale deve rivolgersi la nostra nazione, per risolvere il problema energetico? Prima di tutto perchè, a corto e a medio termine, può utilizzare la tecnologia già sviluppata dei reattori termici, per installare delle sorgenti di energia e quindi consente di occupare lo spazio lasciato gradualmente libero dal petrolio.

L'autonomia energetica che la fonte nucleare consente, non è tanto ovvia conseguenza di una diversificazione delle fonti

energetiche, quanto conseguenza della sostituzione di una fonte energetica, il petrolio, legata ad un'area geograficamente limitata ed a paesi politicamente instabili, con un'altra fonte energetica, l'uranio, distribuita su una diversa e più ampia area geografica, che ospita paesi con strutture politiche e sociali più mature e stabili.

Le riserve di uranio sono classificate in funzione del costo di estrazione. Le riserve con costo di estrazione fino a 15 dollari per libbra si trovano per il 45 per cento nell'America del nord, soprattutto nel Canada, per il 18 per cento in Europa occidentale, per il 16 per cento nel sud Africa e per il 13 per cento in Australia; esse sono perciò abbastanza distribuite nel mondo, e si trovano per la quasi totalità al di fuori dei paesi produttori di petrolio. Se poi si passa a considerare le riserve di uranio con costo di estrazione che sale fino a 30 dollari la libbra, ci si accorge che le disponibilità si aggirano sui tre milioni e mezzo di tonnellate di uranio metallico. Per considerare l'aspetto energetico di queste cifre occorre pensare che un grammo di uranio equivale, come energia estraibile, a circa due tonnellate di petrolio e a due tonnellate e mezzo di carbone. Le riserve note a costo di estrazione non superiore a 30 dollari la libbra individuate nei paesi a economia di mercato equivalgono pertanto a 7 mila miliardi di tonnellate di petrolio e a quasi 10 mila miliardi di tonnellate di carbone.

L'utilizzazione dell'energia nucleare viene fatta attualmente nei reattori nucleari provati, i quali non utilizzano tutto il potenziale energetico dell'uranio, ma solo l'1 per cento. Facendo il calcolo dello sviluppo del programma nucleare mondiale, e tenendo presenti le disponibilità di uranio cui si è già accennato, si può notare che, tutto sommato, tale fonte energetica costituisce una sorgente esauribile al pari di quella del petrolio. Utilizzando cioè tecnologia attuale, le disponibilità di uranio si esaurirebbero intorno al 2020-2030. Ciò sarebbe vero utilizzando, però, l'attuale tecnologia, quella, ad esempio, sfruttata dalla centrale di Caorso, tanto per fare un riferimento agli impianti nazionali. E' però in corso lo sviluppo di una nuova tecnologia, quella dei reattori veloci la quale consente un'utilizzazione integrale, dal punto di vista teorico, del potenziale contenuto ener-

getico dell'uranio: in pratica, l'utilizzazione sarà intorno al 70 per cento. Con questa prospettiva la fonte nucleare si proietta come disponibilità in un futuro molto lontano e consente nel frattempo di sviluppare senza scadenza pressante altri processi, che possano far fronte alla domanda energetica del paese, tra i quali in primo luogo la fusione nucleare, verso la quale si registra un grosso sforzo di tutti i paesi del mondo. Questo metodo sembra presentare caratteristiche di economicità e di sicurezza più favorevoli di quelle offerte dalla fissione nucleare.

La fonte nucleare consente quindi, a corto e a medio termine, di sostituire il petrolio e di soddisfare, nello stesso tempo, la domanda di energia del paese. Essa inoltre ha il vantaggio di consentire, nel lungo termine, il raggiungimento di un'indipendenza energetica, sempre agli effetti della produzione di energia elettrica, anche a quei paesi, come il nostro, che non hanno riserve di uranio. Infatti durante il funzionamento di un reattore termico al suo interno viene utilizzato solo uno dei componenti dell'uranio, cioè l'uranio 235 che è però contenuto nell'uranio naturale soltanto nella misura dello 0,7 per cento. Il resto, costituito dall'uranio 238, non è utilizzabile. Nei reattori veloci, invece, l'altro componente dell'uranio (l'uranio 238), grazie ad un processo nucleare di fertillizzazione, si trasforma, durante il funzionamento del reattore nell'elemento plutonio 239 che è fissile come l'uranio 235. A causa di questa conversione, è possibile con i reattori veloci utilizzare integralmente il potenziale energetico dell'uranio, dato che il nuovo elemento plutonio 239 è utilizzabile ai fini della produzione di energia. I reattori veloci, inoltre, hanno il pregio non indifferente di produrre plutonio in una misura un po' superiore a quella del combustibile che consumano: c'è una differenza in più, un certo guadagno. Questa differenza in più, accumulandosi nel tempo, dopo un certo numero di anni raggiunge una quantità tale da bastare per la ricarica del reattore: ci si riferisce a questo tempo come tempo di raddoppio del reattore veloce, in quanto, raggiunta quella quantità, si può installare un altro reattore. Si raddoppia così la potenza che si può installare. Lo sviluppo della tecnologia della filiera veloce tende naturalmente a realizzare

un tempo di raddoppio pari al tempo di raddoppio della domanda di energia elettrica, che, con un tasso di incremento annuo della domanda del 7 per cento, si aggira sui dieci anni.

A questo punto non si verificano più delle soluzioni di continuità in quanto man mano che raddoppia la domanda, si raddoppia anche la potenza che si può installare. Per tale ragione, in tutti i paesi industrializzati un grande sforzo dell'attività di ricerca è indirizzato verso lo sviluppo di questa tecnologia dei reattori veloci, che consente di raggiungere l'indipendenza a quei paesi che tale autonomia non avrebbero dal punto di vista della disponibilità del combustibile. Questi reattori già sono stati realizzati in molti paesi, negli Stati Uniti, in Unione Sovietica e anche due in Europa, uno in Francia (da 250 megawatt elettrici) e uno in Inghilterra. Quello francese è stato inserito sulla linea elettrica nel giro di pochi mesi ed ha funzionato benissimo: adesso è fermo per alcune ragioni conversionali, ma dal punto di vista tecnologico costituisce un successo.

Tra i produttori di energia elettrica italiano (ENEL), francese (EDF) e tedesco (RWE), esiste un rapporto di collaborazione tendente a realizzare nel sud della Francia un prototipo di centrale nucleare da 1200 megawatt elettrici, con una partecipazione maggioritaria della Francia cui spetta il 51 per cento, mentre il 33 per cento va all'Italia e il 16 per cento alla Germania.

Per quanto già detto, la motivazione di questo diffuso interesse nello sviluppo dei reattori veloci è duplice: consentono una quasi completa utilizzazione del potenziale energetico dell'uranio e quindi vengono spostate nel tempo le relative disponibilità; inoltre, la realizzazione di una filiera che si autosostenga consente una certa autonomia anche a quei paesi che non dispongono di risorse uranifere. Almeno allo stato attuale della tecnologia, i paesi produttori di petrolio, che possono aumentare pressoché illimitatamente il costo di questo materiale, debbono fare attenzione a che questa arma di cui dispongono non si trasformi in un *boomerang* dal punto di vista commerciale, cioè dell'acquisto di prodotti con valore aggiunto provenienti dai paesi industrializzati. Infatti, l'uranio si trova in quantità enorme nelle acque del mare e sono già allo studio determinate tecnologie

per la sua estrazione: sembra che oggi il costo di estrazione dell'uranio dall'acqua di mare si aggiri sui cento dollari alla libbra, e ciò può rappresentare un deterrente nei riguardi di un eventuale aumento del prezzo. La tecnologia dei reattori veloci, in quanto consente l'utilizzo integrale del potenziale energetico, permette (e questo è l'aspetto più importante) l'accesso a disponibilità di uranio che oggi, dal punto di vista dell'estrazione, costerebbero più di altre.

Si capisce quindi come in molti paesi i reattori veloci rappresentino l'ultima fase dello sviluppo nucleare. Fa eccezione il Canada che, disponendo di grande quantità di uranio, non si è orientato verso questo tipo di scelta. In ordine ai reattori veloci, è da rilevare che per essi, superato il gradino della fattibilità scientifica, occorrerà un adeguato intervallo di tempo per la verifica di funzionamento sul piano industriale e per la produzione del plutonio necessario per le prime cariche dei reattori veloci.

Tutto questo complesso di operazioni richiederà un certo numero di anni, per cui la fase dei reattori veloci occuperà uno spazio significativo ed autonomo solo fra il 1990 ed il duemila.

In questo intervallo di tempo i paesi che decideranno di avviare un programma nucleare, dovranno affrontare il problema della produzione di energia elettrica e il problema della produzione di plutonio (prodotto dai reattori termici) di cui i reattori veloci hanno bisogno per funzionare, cioè si porrà anche l'esigenza di provvedere alla creazione di scorte di tale materiale per partire con la filiera veloce.

Pertanto, tutti i paesi debbono, nell'operare questa scelta, provvedere all'installazione di una serie di reattori provati, con una cadenza ed un'ampiezza evidentemente legate al tasso di crescita della richiesta di energia, allo sviluppo industriale del paese, alla disponibilità interna di altre fonti energetiche (l'Inghilterra, ad esempio, ha scoperto nel Mare del nord il petrolio), alla volontà di accelerare più o meno la fase finale dei reattori veloci. L'insieme di queste scelte è definito, per brevità, «strategia nucleare», e varia da paese a paese.

Si è parlato del concetto di indipendenza di un paese nella produzione di energia elettrica. E' opportuno sottolineare che questo obiettivo è il risultato di due auto-

nomie: autonomia tecnologica nella costruzione delle centrali nucleari ed autonomia nel ciclo del combustibile (questo gioca nel settore nucleare lo stesso ruolo che il petrolio svolge nel settore convenzionale). L'autonomia del ciclo del combustibile investe quattro fasi: disponibilità dell'uranio, arricchimento dell'uranio per i reattori ad uranio arricchito, fabbricazione degli elementi del combustibile e ritrattamento del combustibile esaurito nel caso di recupero del fissile residuo e del plutonio prodotto.

Le ultime tre fasi del combustibile sono di natura tecnologica e quindi un paese può rendersi autonomo per questa parte del ciclo. L'autonomia per la prima fase può essere realizzata soltanto da quei paesi che dispongano di sufficienti riserve di uranio. E' a questo punto che interviene il concetto di reattore veloce, il quale è l'unico che consenta di acquisire una certa posizione di autonomia nel possesso del combustibile anche quando il materiale uranio non sia disponibile. Con i reattori provati potranno infatti crearsi premesse per avviare la filiera veloce, cioè ottenere il combustibile plutonio, necessario per i reattori veloci.

*NASCHI, Responsabile del settore sicurezza e protezione del CNEN.* Va considerato anche il fatto che l'uranio che si può utilizzare nei reattori veloci tollera un prezzo talmente elevato che in realtà qualunque paese ha uranio sufficiente per alimentare una catena veloce indipendentemente dai rifornimenti.

*CLEMENTEL, Presidente del CNEN.* L'adozione di una strategia basata sullo sviluppo dei reattori veloci implica il raggiungimento di una completa autonomia per quanto concerne il ritrattamento del combustibile. Inoltre, se la scelta della filiera che precede quella veloce cade sui reattori ad uranio arricchito, sarà necessaria una autonomia anche nella fase di arricchimento. E' questo il caso della maggior parte dei paesi (Francia, Inghilterra, Stati Uniti, Giappone).

Vi sono poi dei paesi - non sono molti - che dispongono di riserve di uranio; per questi paesi evidentemente il crearsi l'autonomia nel ciclo del combustibile vuol dire aver già superato la prima fase. E' chiaro che questi paesi non hanno l'esigen-

za di avviare una scelta nucleare che abbia come anello finale i reattori veloci. Se questi paesi si orientano verso la scelta dei reattori veloci, ciò non trova motivazione nell'esigenza di una futura indipendenza, quanto nel desiderio di un utilizzo integrale del potenziale energetico dell'uranio. Se questa preoccupazione non sussiste, la strategia nucleare del paese si esaurisce con la scelta di una particolare filiera.

Come fase finale del ciclo del combustibile non ci saranno problemi di combustibili esauriti. Inoltre, se la scelta della filiera si orienta verso l'uranio naturale, di cui il paese direttamente dispone, viene eliminata anche la fase di arricchimento. Un esempio di questo tipo di strategia è offerto dal Canada, che ha impostato fin dall'inizio la sua politica nucleare sullo sviluppo dei reattori ad acqua pesante ed uranio naturale. Le riserve di uranio del Canada, entro un costo di trenta dollari per libbra, sono state stimate nel 1975 intorno a 600 mila tonnellate.

L'Italia, pur operando nel campo nucleare da più di un ventennio, non possiede ancora una strategia nucleare. Manca quindi per gli operatori del settore, cioè ente elettrico, enti di ricerca ed industrie, un termine di riferimento preciso per programmare e coordinare sia sul piano nazionale, sia nei rapporti internazionali, le rispettive attività in una visione complementare ed armonica.

L'Europa come Comunità è anch'essa priva di una strategia nucleare: la mancanza di una linea strategica comunitaria nello sviluppo nucleare europeo è stato il fattore determinante della politica fallimentare di EURATOM.

Diversi paesi del mondo hanno adottato una loro strategia nucleare; si ritiene opportuno, per una maggiore completezza di elementi ed orientamenti ai fini di una strategia nucleare italiana, fare un breve panorama delle scelte nucleari già in atto, con particolare riguardo ai paesi europei. Cercheremo di mettere in evidenza gli aspetti positivi e quelli negativi delle varie scelte, per fare tesoro dei primi e cautelarci dai secondi, anche se gli errori commessi in casa altrui sono meno gravosi e quindi meno stimolanti di quelli in cui si è incorsi in casa propria.

Prendiamo in esame il paese più vicino a noi, la Francia.

La storia della politica nucleare francese ha avuto un primo periodo di forte nazionalismo durante il quale, in relazione alla «*force de frappe*», sono stati sviluppati i reattori gas-grafite ad uranio naturale ed alcuni reattori ad acqua pesante. Nel febbraio del 1965 entra in funzione a Chinon la prima centrale francese di tipo industriale, un innegabile successo tecnico dell'industria francese. Purtroppo il bilancio economico non è favorevole alla filiera gas-grafite: il costo di investimento e di gestione risulta superiore a quello delle centrali americane ad acqua leggera ed uranio arricchito. In queste condizioni, superato con il ritiro di De Gaulle dalla scena politica ogni pericolo di veto, il presidente Pompidou opta nel 1969 per la filiera PWR (*Pressurized Water Reactor*) della *Westinghouse*, opzione allargata nel 1973 alla filiera BWR (*Boiling Water Reactor*) della *General Electric*.

A seguito di una ristrutturazione dell'industria nucleare francese e di particolari accordi con la *Westinghouse*, nel 1974 la scelta dei reattori termici per il programma nucleare francese viene nuovamente limitata alla sola filiera PWR, dove la Francia gode di parziale autonomia a seguito dello sviluppo nazionale dei sottomarini a propulsione nucleare.

La ricerca nucleare francese ha avuto un secondo successo con la realizzazione nel 1973 del prototipo veloce *Phénix* da 250 MWe, inserito in pochi mesi a piena potenza nella rete elettrica francese. Questo prototipo fornirà la tecnologia per la filiera veloce *Super-Phénix*, di cui il prototipo commerciale da 1200 MWe verrà costruito nel sud della Francia con la collaborazione italiana e tedesca.

Al 1 gennaio 1976 la potenza nucleare in esercizio in Francia era di 3325 megawatt elettrici; alla stessa data risultavano ordinate 17170 MWe di tipo PWR, 1320 MWe di tipo BWR.

Per quanto riguarda la Gran Bretagna, anche la politica nucleare inglese ha avuto inizio con lo sviluppo, stimolato da finalità militari di produzione di plutonio, di una filiera gas-grafite, successivamente evolutasi nella filiera AGR (*Advanced Gas Reactor*), di tecnologia più avanzata. Con lo svilupparsi della tecnologia americana e canadese, l'industria britannica nel 1974 sollecita dal governo un riesame del pro-

blema delle filiere che tenga conto sia della domanda interna, sia del mercato esterno, nel quale la filiera AGR non è riuscita a penetrare. La scelta è fra due filiere nazionali - la filiera AGR ed una filiera ad acqua pesante ancora allo stadio di prototipo da cento MWe (SGHWR) - e le tre filiere PWR, BWR e canadese. Il dibattito vede di fronte i paladini della soluzione nazionale - il Parlamento e l'ente nucleare britannico - ed i paladini delle filiere americane - l'industria britannica e l'ente elettrico.

La disputa durò fino a quando, nel luglio 1974, il governo decise che si dovevano costruire solo 4 mila *megawatt* della filiera ad acqua pesante. Tale decisione del Governo inglese, tuttavia, non ha trovato attuazione e, a due anni di distanza, le cose non sono mutate, mentre sembra che l'orientamento dell'esecutivo venga posto nuovamente in discussione. Gli inglesi, comunque, possono affrontare il problema con calma, avendo nel frattempo scoperto il petrolio nel Mare del Nord. Nel Regno Unito, inoltre, al 1° gennaio del 1976, la potenza nucleare in esercizio era già di circa 5 mila *megawatt* elettrici e ne erano stati ordinati altri 6 mila per soddisfare le future esigenze di sviluppo del paese.

La Germania, a causa degli accordi internazionali che le proibivano la costruzione di impianti nucleari, è dovuta partire in ritardo. Per questa ragione ha subito rinunciato alla realizzazione di una filiera nazionale, orientandosi in favore delle filiere americane. Nel corso degli anni cinquanta la *Siemens* acquistò la licenza *Westinghouse* e la AEG quella *General Electric*. La Germania ha però progressivamente ridotto la propria dipendenza dall'estero e nel 1970 la *Siemens* ha potuto liberarsi del brevetto *Westinghouse*. Nel 1974 la *Siemens* e la AEG fondono la loro attività creando la nuova società KWU. Al 1° gennaio 1976 funzionavano in Germania 3 mila megawatt elettrici e ne erano stati ordinati 17 mila megawatt di tipo PWR e circa 7 mila del tipo ad acqua bollente.

La Svezia è un paese, forte consumatore di elettricità, che, fin dall'inizio, ha sviluppato la filiera ad acqua bollente, raggiungendo una notevole autonomia tecnologica grazie all'apparato industriale di qualità di cui dispone. Ha saputo tra l'altro sfruttare la propria autonomia, in quanto la

ASEA, la società nucleare svedese, ha sviluppato, anche se in percentuale ridotta, la propria tecnologia all'estero. La Svezia dispone di una potenza nucleare pari a 3 mila megawatt elettrici e ne ha ordinati attualmente altri 3 mila del tipo pressurizzato e 5 mila del tipo ad acqua bollente.

Il Canada ha scelto fin dall'inizio la filiera ad uranio naturale ad acqua pesante e, nonostante l'industria canadese non sia di particolare qualità, tanto è vero che per molte competenze si avvale dell'industria degli Stati Uniti, le installazioni canadesi coprono oggi il 7 per cento della potenza nucleare del mondo.

In merito agli Stati Uniti d'America è da osservare che fin dal 1944, il progetto Manhattan ha conferito agli USA una autonomia tecnologica completa, in grado di coprire le fasi chiave del futuro sviluppo nucleare. E' stato quindi facile all'industria americana trasferire questa esperienza dal piano militare a quello delle applicazioni pacifiche. Due tecnologie si sono imposte in USA: quella *Westinghouse* con reattori PWR e quella *General Electric* con reattori BWR.

PRESIDENTE. Onorevoli colleghi, mi avvertono ora che sono in corso delle votazioni in aula. Devo quindi sospendere la seduta.

La seduta, sospesa alle 11,30, è ripresa alle 12.

PRESIDENTE. Riprendiamo nuovamente i nostri lavori, scusandoci con gli illustri ospiti per l'interruzione imprevista.

Come gli onorevoli colleghi hanno notato, il professor Clementel non aveva ancora concluso la sua relazione.

Prego, quindi, il Presidente del CNEN di voler riprendere la sua esposizione: successivamente i colleghi potranno formulare le loro domande, alle quali potranno rispondere, oltre che il Presidente del CNEN, anche i collaboratori che lo hanno accompagnato.

CLEMENTEL, *Presidente del CNEN*. Un'idea della presenza della tecnologia americana è offerta dai seguenti dati: al 1° gennaio 1976 la potenza nucleare in esercizio negli USA era di 36.405 megawatt; alla

stessa data risultavano ordinati 143.650 megawatt elettrici di tipo ad acqua leggera pressurizzata (il che significa 143 reattori, visto che ogni reattore è di circa mille megawatt) e 68.686 megawatt elettrici di tipo ad acqua leggera bollente.

Anche il Giappone, come la Germania, ha potuto iniziare l'attività nucleare solo nel 1955. Pur avendo iniziato così in ritardo, la prima centrale nucleare ha cominciato a funzionare nel 1966; si tratta di una centrale di 166 megawatt elettrici di tipo *Calder-Hall*. In seguito, quando gli USA hanno cominciato a fornire l'uranio, il Giappone è passato alle filiere ad acqua leggera. Nell'aprile 1976 risultavano installate settemila megawatt elettrici, il 7,50 per cento della capacità elettrica installata.

La produzione di reattori ad acqua leggera in Giappone oggi è per il 95 per cento giapponese. Vi sono due gruppi industriali di cui uno adotta il sistema ad acqua leggera pressurizzata e l'altro quello ad acqua leggera bollente. Inizialmente il contributo giapponese alla realizzazione di reattori era del 50 per cento, oggi è salito al 95, il restante 5 per cento non merita uno sforzo e ci si avvale di quanto c'è fuori. Il primo impianto progettato e costruito dai giapponesi ha cominciato a funzionare nel 1974, ed è interessante notare che è stato costruito in 49 mesi, cioè poco più di quattro anni.

Adesso vorrei passare al caso che ci interessa di più, cioè a dare alcuni elementi su una possibile strategia nucleare nel nostro paese, strategia la cui decisione finale spetta al Parlamento. Si ritiene innanzitutto premettere alcune informazioni sulla situazione elettronucleare italiana, sui principali impianti nucleari disponibili e sulle collaborazioni internazionali in atto, anche se l'insieme di questi aspetti non individua chiaramente nel suo complesso una strategia.

La potenza elettronucleare in esercizio al gennaio di quest'anno è limitata alle tre centrali costruite all'inizio degli anni sessanta per circa seicento megawatt elettrici: la centrale di Trino Vercellese di tipo ad acqua pressurizzata, quella di Latina di tipo gas-grafite inglese e quella del Garigliano di tipo ad acqua bollente. E' anche noto che è in corso di completamento la centrale di Caorso, da 850 megawatt elettrici, che è di tipo ad acqua bollente.

Inoltre sono state ordinate due centrali da mille megawatt elettrici ciascuna di tipo ad acqua bollente, che dovrebbero essere installate nell'alto Lazio, ed altre due centrali di tipo ad acqua pressurizzata, per altri duemila megawatt elettrici circa, che dovrebbero essere installate nella regione Molise: le trattative tuttavia non sono ancora state concluse. Infine va ricordato che la delibera del CIPE del 23 dicembre 1975 prevedeva la possibilità di ordinare, nel corso del 1976, altre otto centrali ad acqua leggera per complessivi ottomila megawatt elettrici circa, questo in relazione al programma delle venti centrali. In conclusione al 1° gennaio di quest'anno la situazione elettro-nucleare era la seguente: 590 megawatt elettrici in esercizio, 850 megawatt elettrici in costruzione, quattromila ordinati e ottomila autorizzati dal CIPE e ordinabili nel corso del 1976.

Come impianti prototipi sono in corso di realizzazione da parte della società NIRA (Nucleare Italiana Reattori Avanzati) presso la centrale di Latina il prototipo Cirene da quaranta megawatt elettrici, reattore moderato ad acqua pesante e raffreddato ad acqua bollente, e presso il lago Brasi-mone il prototipo PEC (Prova Elementi Combustibile), un reattore sperimentale veloce da centoquaranta megawatt termici. La realizzazione del PEC rientra nell'ambito di una collaborazione italo-francese instaurata fin dal 1973.

Per quanto riguarda l'attività di ricerca legata al prototipo Cirene, va ricordato che essa viene condotta nel quadro di un accordo di collaborazione tripartita fra il CNEN, l'ENEL e l'Ente Nucleare Canadese.

Nel settore del ciclo del combustibile il CNEN dispone di due impianti prototipi per il riprocessamento, uno a Saluggia (Piemonte) ed uno presso il centro della Trisaia (Basilicata). L'impianto di Saluggia, dalla capacità di trenta tonnellate per anno, dopo una campagna di riprocessamento di elementi di tipo MTR, ha in corso alcune modifiche per consentire il riprocessamento di elementi di tipo CANDU e dei reattori di Trino e del Garigliano. L'impianto di Trisaia è stato realizzato per il riprocessamento dei reattori a ciclo uranio-torio, a seguito di un accordo con gli Stati Uniti.

Presso il centro di Saluggia ci sono infi-

ne tre prototipi di linee di fabbricazione per gli elementi di combustibile di tipo Cirene, di tipo MTR e ad ossido di uranio arricchito della capacità globale di circa trenta tonnellate per anno di uranio contenuto.

Un impianto industriale che copre le varie fasi della fabbricazione degli elementi di combustibile per i reattori ad acqua bollente, della capacità di circa duecento tonnellate per anno, è stato avviato a Bosco Marengo nel 1973 dalla Ansaldo Meccanico Nucleare e successivamente rilevato e completato dall'AGIP nucleare.

Per quanto riguarda la collaborazione internazionale, merita ricordare innanzi tutto l'accordo tra l'ENEL, l'EDF e la RWE per la realizzazione di un primo impianto veloce a sodio nel sud della Francia. Su tale accordo si è poi imperniata una serie di accordi tra le industrie italiane e francesi e tra il CNEN e il CEA per la ricerca e lo sviluppo dei reattori veloci.

Questa struttura di ricerca ed industriale per lo sviluppo e la realizzazione di una filiera veloce si è recentemente ampliata per includere paesi come la Repubblica Federale Tedesca, il Belgio, l'Olanda e il Lussemburgo, venendo così ad acquisire una dimensione veramente europea.

Nel campo delle tecnologie dell'arricchimento è nota l'iniziativa promossa dalla Società *EURODIF* (Belgio, Francia, Italia, Spagna e Iran) per la costruzione di un impianto di 10,8 milioni di unità di lavoro di separazione a Tricastin. Tramite il CNEN e l'AGIP Nucleare, l'Italia partecipa alla società con una quota complessiva del 25 per cento, che a partire dal 1982 le consentirà di ritirare un quantitativo di combustibile arricchito sufficiente per alimentare centrali ad uranio arricchito per una potenza complessiva di quasi 20 mila MWe. L'eventuale partecipazione dell'Italia alla Società *COREDIF*, che intende avviare nel 1978 la realizzazione di un secondo impianto europeo di capacità pari a quello di *EURODIF*, consentirà di disporre, verso la metà degli anni 80, dell'uranio arricchito sufficiente per una potenza complessiva di circa 21 mila MWe.

Qualunque sia la scelta strategica, va tenuto presente, per quanto si è detto, che le prime 5 centrali nucleari del programma italiano, ivi inclusa quella di Caorso, saranno ad acqua leggera, e precisamente tre

saranno di tipo BWR, 2 di tipo PWR. Per le successive 8 centrali, previste dalla delibera del CIPE, la scelta del tipo non è stata ancora fatta.

Poichè la situazione nucleare italiana non ha goduto in passato, come linea strategica, di un preciso quadro di riferimento, essa riflette come struttura attuale una serie di accostamenti, spesso casuali, di impianti, di orientamenti di ricerca e di capacità industriali appartenenti a strategie diverse, nessuna prevalente in maniera determinante. E' pertanto illusorio sperare di approdare ad una chiara strategia partendo dall'attuale situazione nucleare del paese. Così facendo si correrebbe il pericolo di esaltare aspetti negativi di scelte precedenti, che si sono poi rivelate o non sufficientemente meditate o non adeguatamente coordinate con altre già operanti.

Si ritiene pertanto opportuno partire da un'ipotesi di strategia, esaminarne le conseguenze e gli sviluppi, anche alla luce delle capacità tecnologiche ed industriali già disponibili nel paese, collocare al loro giusto posto quelle tessere del mosaico nucleare italiano che risultassero compatibili con l'ipotesi fatta, riempire gli spazi vuoti con scelte programmatiche e di filiera che garantiscano nel tempo la continuità della strategia, fornire insomma in una visione globale del problema quelle premesse che consentano di assegnare ai diversi operatori il ruolo che loro compete per gli anni a venire nello sviluppo nucleare del paese. Questo modo di procedere potrà comportare un riesame di situazioni che sembravano già scontate, il trasferimento graduale di competenze già acquisite a nuove tecnologie, una revisione della organizzazione industriale, una struttura operativa diversa per gli operatori pubblici, siano essi industrie o enti.

Non va però dimenticato che la posta in gioco è il rilancio nucleare del paese, nell'interesse del suo futuro sviluppo economico ed industriale. In anni recenti altri paesi europei hanno del resto affrontato e superato ampie ristrutturazioni del settore nucleare, abbandonando strade già percorse, per assumere indirizzi e tecnologie di una nuova strategia nucleare.

Passiamo ad esaminare la situazione italiana collocandola nel quadro di diverse ipotesi strategiche. Per brevità di linguaggio parleremo di strategia dei reattori velo-

ci nel caso di una strategia che si avvia con una filiera iniziale di reattori ad uranio arricchito per chiudersi verso il 2000 con una filiera di reattori veloci. Un esempio di questa strategia è offerto dal programma francese. Ci riferiamo alla strategia dell'uranio naturale nell'ipotesi che la scelta nucleare, come nel caso del Canada, si limiti ad un'unica filiera ad uranio naturale ed acqua pesante. Una strategia di tipo canadese in cui non è prevista la fase di riprocessamento del ciclo del combustibile, viene definita come strategia a ciclo aperto; in caso contrario la strategia viene definita a ciclo chiuso.

Parleremo infine di strategia mista quando una strategia dei reattori veloci si articola come filiera iniziale su una combinazione di filiere ad uranio arricchito e filiere ad uranio naturale. Si tratta di un particolare tipo di strategia mista - le combinazioni possibili sono molto più numerose - utile per un esame completo del problema della strategia nucleare italiana.

Per quanto riguarda la strategia dei reattori veloci la situazione nucleare italiana ha già diverse componenti che si collocano in modo naturale in tale senso. La più importante di tali componenti è rappresentata dal fatto che il programma nucleare in atto è già avviato su sistemi di uranio arricchito. Questa situazione, congiuntamente con la previsione del PEN di 20 mila MWe ad acqua leggera installati entro il 1986, renderebbe tecnicamente possibile l'entrata in servizio della prima centrale veloce italiana nel 1989, cioè fra 12 anni, in condizione di autosufficienza del paese per quanto concerne la disponibilità di plutonio.

Sempre in condizioni di autosufficienza del plutonio, la disponibilità di 20 mila MWe di centrali nucleari consentirebbe una cadenza di installazione di una centrale veloce di taglia intorno ai 1500 MWe ogni due, due anni e mezzo. Cadenze più serrate richiederebbero una intensificazione del programma di installazione di centrali ad acqua leggera. In queste valutazioni non si è tenuto conto del plutonio per il reattore sperimentale PEC, che richiederà circa 2000 chilogrammi a tutto il 1983.

Come già detto, un programma relativo a venti centrali ad acqua leggera richiede un impianto di ritrattamento della capacità minima per soddisfare alle esigenze appun-

to di venti centrali. E poichè una centrale da mille megawatt richiede 30 tonnellate di uranio all'anno, la capacità minima di questo impianto globale dovrebbe essere di 600 tonnellate l'anno: dato poi che questo programma tende ad espandersi, occorre prevedere una capacità di 800-1000 tonnellate l'anno. Se si vuole partire con una centrale veloce nel 1989, questo impianto deve essere pronto prima, perchè deve produrre plutonio, e cioè verso il 1987. Tenendo presente, poi, che per realizzare tale impianto ci vorranno circa dieci anni, si dovrebbe incominciare l'anno prossimo, se si vuole disporre in tempo del plutonio necessario per la prima centrale veloce.

Per quanto riguarda le esigenze di uranio arricchito, la quota di partecipazione dell'Italia a EURODIF e COREDIF riuscirebbe a coprire il fabbisogno cumulato di circa 16 mila MWe in servizio a fine 1986 (che corrisponderebbero a 16 centrali) e di circa 40 mila MWe in servizio a fine 1991. Non esistono pertanto difficoltà di principio per lo sviluppo di una strategia di reattori veloci a lungo termine, anche perchè tutti gli elementi del mosaico nucleare italiano si collocherebbero bene in questa visione. Il problema, semmai, è di stabilire se le centrali ad acqua leggera, che dovrebbero seguire la quinta - compresa Carorso - debbano essere ancora di tipo misto (metà ad acqua pressurizzata, metà ad acqua bollente). Si tratta di vedere se è opportuno operare la scelta di una monofiliera bollente o di una monofiliera pressurizzata. La scelta di una monofiliera offre, in linea di principio, degli indubbi vantaggi in quanto stimola la concentrazione di capacità e di competenze industriali finalizzate verso un unico obiettivo; consente un processo di standardizzazione dell'industria manifatturiera con evidenti riflessi economici sul prodotto; favorisce la formazione di grandi complessi imprenditoriali, caratterizzati da un forte contenuto tecnologico ed organizzativo. Un paese, d'altra parte, può operare la scelta di una monofiliera, solo se la sua industria ha raggiunto l'autonomia tecnologica della filiera stessa. Operare una scelta del genere senza la relativa autonomia tecnologica, consegnerebbe un paese in mano alle società che di questa tecnologia dispongono. La Francia e la Repubblica federale tedesca hanno scelto la monofiliera per il loro programma nucleare

perchè la industria nazionale era già tecnologicamente autonoma, per costruire non solo all'interno, ma anche per andare a costruire all'estero, in Brasile, in Africa, in Iran. Dati i grandi vantaggi connessi con la scelta di una monofiliera, si potrebbe decidere di optare per la monofiliera che, in sede di trattativa commerciale o di offerta, permetta la maggiore competizione fra i potenziali fornitori, in modo da evitare situazioni di monopolio nella fase di acquisizione di autonomia da parte della nostra industria.

Inoltre, la scelta di un'unica filiera ad acqua leggera per la strategia dei reattori veloci può essere motivata da un altro ordine di considerazioni. Nell'ottica di questa strategia, nel giro di al massimo vent'anni, la nostra industria deve possedere la tecnologia dei veloci non solo per costruire le centrali di cui l'Italia avesse bisogno, ma anche per poterle costruire all'estero. E questo non è certo un impegno di tutto riposo. Occorre pertanto fare un calcolo molto oculato in termini costi-benefici, per vedere se è il caso di disperdere le capacità dell'industria nazionale in altre alternative tecnologiche, nei prossimi dieci-quindici anni, invece di concentrarle su un'unica scelta. Il mercato esterno non è in funzione del numero delle cose che uno può fare, ma di come sa farle.

La strategia dell'uranio naturale è molto semplice, dal punto di vista concettuale, perchè, dopo i primi reattori ad acqua leggera che si devono fare, verranno installate solo reattori ad uranio naturale, così come è stato fatto in Canada. In tal caso non si avrebbero problemi nè di arricchimento nè di riprocessamento. La scelta richiede, ancor più che nel caso precedente, l'adozione di una monofiliera per i reattori ad acqua leggera, in quanto la concentrazione delle capacità industriali risulta una condizione essenziale per partire in tempi molto brevi con quella che è l'unica filiera che si sarebbe scelta, cioè quella ad uranio naturale e ad acqua pesante. Anche perchè la tecnologia di questa filiera è già pronta, a differenza di quella dei reattori veloci, che viene tra vent'anni, e quindi l'industria può utilizzarla subito. Come dicevo, la strategia dell'uranio naturale ha dei vantaggi, soprattutto relativamente al ciclo del combustibile, in quanto ignora i problemi del ritrattamento e dell'arricchimento.

mento. Naturalmente, comporta il problema della produzione dell'acqua pesante, che va risolto ed affrontato, in quanto se si sceglie questo tipo di strategia, vi è bisogno di un'indipendenza nazionale quanto a questo elemento.

C'è un dettaglio che mi sembra acquisti un nuovo interesse: che i reattori di tipo CANDU possano potenzialmente operare anche con il ciclo uranio-torio, originando un processo di autofertilizzazione analogo a quello dei reattori veloci. Questa tecnologia non è così avanzata come quella dell'uranio-plutonio, ma non bisogna trascurare questa possibilità, anche perchè le riserve di torio sembrano essere addirittura superiori a quelle dell'uranio. Trasferire la scelta e la tecnologia dei reattori tipo CANDU all'Italia creerebbe certamente una situazione favorevole per l'industria italiana nella penetrazione di un mercato esterno che sembra sia abbastanza ampio. Ciò perchè, in questa strategia, le richieste di reattori di questo tipo sarebbero rivolte a soli due offerenti: il Canada e l'Italia, che potrebbero pensare di costituire una multinazionale per soddisfare a tali domande.

La società Italimpianti sta già operando del resto in Argentina per la costruzione di un reattore CANDU da 650 MWe. In questo campo però esistono alcuni rischi: poichè sul mercato sarebbero presenti soltanto l'Italia e il Canada, questi due paesi verrebbero a creare un mercato non solo del sistema, ma anche dei componenti; di qui la esigenza di non fallire sul primo perchè il secondo è in funzione dei reattori CANDU che si realizzano. Questa difficoltà non esisterebbe nel settore dell'acqua leggera, nel quale il mercato del sistema è già stato creato dagli altri paesi, che hanno già realizzato capacità autonome di realizzazione di centrali: l'Italia, quindi, potrebbe sempre inserirsi nel mercato di componenti anche se fallisse in quello del sistema.

Il trasferimento della tecnologia canadese in Italia non risolverebbe però il problema delle risorse uranifere, che resterebbero sempre in Canada; d'altra parte, agli effetti dell'indipendenza, la disponibilità di queste risorse è essenziale e pertanto, la scelta della strategia dell'uranio naturale dovrebbe essere adottato solo dopo che contatti politici ad alto livello tra il Gover-

no italiano e il Governo canadese abbiano concordato non solo le modalità di trasferimento della tecnologia, ma abbiano anche definito le garanzie di fornitura dell'uranio per tutte le centrali che verranno installate in Italia che per quelle che l'industria italiana dovesse costruire all'estero.

Nel settore dell'acqua pesante è disponibile in Italia una lunga, forse troppo lunga, esperienza di ricerca, iniziata circa venti anni fa presso il CISE e continuata poi presso il CNEN nell'ambito del cosiddetto programma Cirene. Si ritiene, nella scelta di tale strategia che il Cirene non possa andare oltre la funzione di reattore sperimentale, prezioso strumento per un più rapido trasferimento della tecnologia canadese all'industria italiana. L'adottare il Cirene come prototipo di una filiera nazionale, a parte i tempi ed i costi per arrivare in porto ed acquisire un mercato con una nuova filiera, creerebbe un dualismo analogo a quello che si è creato nel settore dell'acqua leggera, ed inoltre lascierebbe totalmente aperto e insoluto il problema del reperimento del combustibile.

Strategia mista: con questa scelta si avrebbe una strategia a tre filiere, che parte con le due filiere di reattori ad acqua leggera e ad acqua pesante, per confluire verso il 2000 nella filiera veloce. Tale strategia presenta vantaggi e svantaggi. Un primo svantaggio è rappresentato dal doppio impegno, sul piano industriale e della ricerca, che non sarebbe in linea con un processo di riunificazione delle competenze e della capacità che la fase finale dei reattori veloci invece richiederebbe, alla fine infatti tutti i costruttori di reattori ad acqua pesante o leggera dovrebbero produrre reattori veloci. La filiera ad acqua leggera implica l'impegno dell'arricchimento, mentre la filiera ad uranio naturale comporta quello della produzione di acqua pesante; ambedue i tipi di filiera, in quanto debbono confluire nella filiera veloce, richiedono l'impegno del riprocessamento. Questo presenta dei delicati problemi di natura tecnologica e di ordine economico che si desidera qui fare presente. Il combustibile esaurito dei reattori ad acqua leggera e ad uranio arricchito, come contenuto finale sia di uranio 235 residuo sia di plutonio, hanno tenori diversi dal combustibile esaurito dei reattori ad acqua pesante. Ciò impedisce di costruire impianti di

riprocessamento di combustibile esaurito valevoli sia per i reattori ad acqua leggera che per quelli ad acqua pesante: occorrerebbero due impianti di riprocessamento.

Inoltre, dal punto di vista quantitativo, vi è un altro aspetto che non va trascurato: le cariche dei reattori ad acqua pesante a uranio naturale sono dell'ordine di grandezza di quattro volte quelle ad acqua leggera ad uranio arricchito. Questo fattore quattro comporta, dal punto di vista del riprocessamento, che l'impianto per una filiera ad acqua pesante dovrà avere, sempre a parità di potenza, una capacità quadrupla di quella prevista per una filiera ad acqua leggera.

Si osserva che, poichè un reattore ad acqua pesante a parità di potenza produca quantità maggiori di plutonio, vi sia un certo compenso; ciò non è vero, in quanto non si ottiene una quantità quadrupla di plutonio, bensì doppia. Poiché poi si tratta di un impianto quattro volte più grande, si ottiene in definitiva solo metà del plutonio, e inoltre il costo di questo materiale risulterebbe quasi doppio. Ciò deve essere tenuto presente sul piano economico.

Vi è poi un altro aspetto che si cercherà di meglio chiarire nel documento che il CNEN sta preparando e concerne il costo del Kwh prodotto. Dai dati disponibili risulterebbe che il costo del Kwh di una filiera ad uranio naturale a ciclo chiuso sarebbe almeno del 10 per cento superiore a quello prodotto da una filiera ad uranio arricchito. Si dice spesso che i reattori ad acqua pesante producendo maggiori quantità di plutonio consentirebbero di accelerare la penetrazione della filiera veloce. Vi sono altri modi però per partire più rapidamente coi veloci, quale quello di combinare i programmi nucleari nazionali con quelli di altri paesi europei. In tal caso la produzione combinata del plutonio consentirebbe ad uno dei paesi di partire con la filiera veloce ad una data più ravvicinata di quella consentita dalla sola produzione nazionale. Opportuni accordi di compensazione provvederebbero non solo alla restituzione del plutonio, ma anche all'accelerazione del programma veloce del secondo paese. Non sembra infine che la duplicazione di sforzo industriale richiesto dalla strategia mista possa portare ad una duplicazione di mercato all'esterno. Si ritiene infatti che l'atteggiamento del Canada nel

contesto di una strategia mista sarebbe molto meno favorevole che nel caso di una chiara scelta della strategia ad uranio naturale.

E' nota l'esigenza di una legge che detti delle norme procedurali per la localizzazione delle centrali; questa esigenza è stata recepita nella legge 2 agosto 1975, n. 393, nella quale è prevista la determinazione ed approvazione della ubicazione di una centrale elettronucleare entro 27 mesi dalla prima designazione del CIPE. Salvo che per la regione Lazio, la predetta legge non ha trovato a tutt'oggi una soddisfacente applicazione per quanto riguarda il rispetto dei tempi, nè nei limiti previsti dall'articolo 22, nè in quelli più ampi.

Per le regioni Piemonte e Lombardia, scontando ritardi ed incertezze iniziali delle regioni, il CNEN ha esaurito i suoi compiti di assistenza tecnica con la consegna della propria relazione sulle aree di possibile insediamento delle centrali rispettivamente nel mese di aprile 1976 alla regione Piemonte e nel mese di luglio 1976 alla regione Lombardia.

Al di là di ogni diversa valutazione politica del fenomeno, che il Parlamento vorrà fare, il CNEN, in base alla esperienza finora acquisita nei rapporti con le Regioni e gli enti locali può rilevare due motivi di fondo ricorrenti nell'opposizione più o meno dichiarata all'insediamento di centrali nucleari: in primo luogo preoccupazioni circa la sicurezza delle centrali elettronucleari ed i problemi dell'inquinamento dell'ambiente ad esse ascrivibili, in uno con gli aspetti di vincolo del territorio che ne deriverebbero; in secondo luogo la preoccupazione circa la turbativa durante la costruzione di opere così rilevanti sul tessuto socio-economico delle comunità interessate.

Il CNEN non può entrare nel merito di questo secondo aspetto, più proprio dell'autorità politica centrale, locale e in parte, se si vuole, dell'ENEL.

Sul primo problema, viceversa, il CNEN ritiene di dover dire una parola chiara per sgombrare il campo da equivoci derivanti da disinformazione e per permettere al Parlamento una sua valutazione d'ordine globale, come auspicano le Regioni e le forze sociali del paese.

A questo fine il problema può essere inquadrato sotto i seguenti aspetti: sicurez-

za intrinseca delle centrali elettronucleari; inquinamento dell'ambiente e protezione delle popolazioni; cause esterne che possono degradare la sicurezza delle centrali elettronucleari ed infine vincoli sul territorio.

Per quanto riguarda la sicurezza intrinseca delle centrali elettronucleari, si desidera sottolineare che l'esistenza, fin dall'inizio dello sviluppo nucleare, nei vari paesi, di organismi preposti alla sicurezza degli impianti con il compito specifico di garantire la protezione delle popolazioni, ha portato allo sviluppo di metodologie di analisi preventiva del comportamento in condizioni normali ed incidentali degli impianti nucleari.

Detta analisi è stata spinta fino ad eventi di probabilità molto bassa ed ha comportato l'uso di barriere multiple di protezione sugli impianti, alle quali viene altresì richiesta la più alta affidabilità.

La necessità di garantire questa affidabilità ha, a sua volta, portato all'adozione di adeguati provvedimenti, sia in termini di *standards* tecnologici, sia di tecniche di controllo, sul piano della produzione dei componenti perchè rispondano ai livelli di qualità richiesti.

Tutto ciò permette di garantire che, non solo in condizioni di normale funzionamento, ma anche in tutte le condizioni incidentali, ragionevolmente ipotizzabili, nessun danno di rilievo può essere provocato al territorio ed alle popolazioni.

Infatti, anche eventi che abbiano probabilità di accadimento inferiori ad una volta su mille anni di funzionamento dell'impianto, fino a probabilità dell'ordine di una volta su centomila anni di funzionamento, sono presi in considerazione all'atto della progettazione e controllati, quindi, mediante sistemi di sicurezza a ciò predisposti sull'impianto. Tuttavia, la pratica impossibilità di individuare e quantizzare i meccanismi fisici che potrebbero provocare tali incidenti, vanifica la possibilità di garantire ulteriori riduzioni di probabilità anche con un ipotetico ricorso a sistemi di protezione aggiuntivi. Per queste ragioni, il rischio associato a tali eventi viene definito come «rischio residuo» e la sua accettazione è strettamente connessa con la scelta nucleare. Occorre per altro rilevare come il «rischio residuo» non sia peculiare degli impianti nucleari, ma sempre presente ed im-

plicitamente accettato in tutte le attività umane.

Per quanto concerne il problema dell'impatto sull'ambiente delle centrali nucleari nelle loro condizioni di normale funzionamento, si può innanzitutto distinguere un impatto di natura termica dovuto alle acque di scarico dei condensatori ed un impatto di natura radiologica dovuto agli scarichi liquidi ed aeriformi delle centrali. I rifiuti solidi delle centrali non hanno alcuna influenza sull'area di insediamento delle stesse: permane solo un problema, affrontato ma non ancora risolto, di un centro nazionale di raccolta e sistemazione di questi rifiuti.

Per quanto riguarda l'impatto radiologico delle centrali, la tecnologia dei sistemi di trattamento degli scarichi e l'applicazione sistematica del principio dell'esposizione più bassa ragionevolmente ottenibile, hanno portato a livelli di dose, anche per gli individui più esposti della popolazione, molto al di sotto dei livelli indicati in sede internazionale e comunitaria recepiti dalla legislazione italiana. Si può tranquillamente affermare pertanto che il rischio radiologico è praticamente nullo anche per le persone residenti più da presso alle centrali.

Per quanto riguarda l'impatto termico, si deve rilevare che esso può portare ad un tipo di inquinamento dell'ambiente analogo, anche se quantitativamente un po' più elevato, a quello di qualunque altro impianto di produzione di energia elettrica per via termica.

Tuttavia va detto che nelle analisi ambientali eseguite in sede di scelta di aree suscettibili di insediamento in centrali nucleari e principalmente in sede di istruttoria tecnica ai fini della localizzazione degli impianti, il CNEN applica una metodologia di approccio globale al problema. Questa metodologia parte da una valutazione della capacità ricettiva dell'ambiente a fronte delle quantità di calore da immettervi per determinare condizioni di smaltimento che salvaguardino l'economia della zona e minimizzino gli effetti sugli ecosistemi interessati.

Vi sono poi delle cause esterne delle quali è bene tener conto in quanto possono degradare la sicurezza delle centrali elettronucleari. Si tratta di eventi esterni dovuti a fenomeni naturali (sismi o inonda-

zioni) e a manufatti o attività dell'uomo (dighe, aree militari, aeroporti, ecc).

Tra le cause esterne possono anche essere compresi gli atti volontari intesi a danneggiare gli impianti. Ciò comporta la necessità di adeguate misure di protezione fisica degli impianti e delle materie nucleari, anche al fine di evitare la diversione di queste ultime da fini pacifici. Sulla base di direttive del Ministero dell'industria, il CNEN ha già posto allo studio il problema per quanto riguarda la protezione «passiva» degli impianti e delle materie nucleari.

Evidentemente il CNEN non può preoccuparsi di garantire una protezione attiva, anche se ne può suggerire la necessità richiedendo l'intervento di forze di protezione.

I vincoli relativi al territorio forse sono stati indicati in modo esagerato. Il CNEN, in ogni caso, si preoccupa soltanto del fatto che sia prevista intorno alle centrali una certa fascia di rispetto. E' ovvio, ad esempio, che le centrali dovranno trovarsi ad una opportuna distanza dai centri abitati e che questa distanza sarà tanto maggiore quanto più elevato risulterà il numero degli abitanti del centro abitato più vicino.

Esiste infine il problema dello stoccaggio dei rifiuti radioattivi. Si vuole infatti evitare di lasciare alle generazioni future l'eredità di questo delicato problema inrisolto.

La soluzione ideale è rappresentata dall'eliminazione definitiva dei rifiuti radioattivi; tale soluzione è però ancora allo studio e nel frattempo si procede allo stoccaggio secondo due sistemi, quello in superficie e quello in mare profondo, a cui provvede un'organizzazione internazionale che invia ogni anno una nave a depositare in mare aperto i rifiuti radioattivi vetrificati.

Gli attuali sistemi di stoccaggio ci consentiranno di far fronte con tranquillità al problema nel corso dei prossimi trenta anni, ma è assai importante studiare contemporaneamente un sistema di eliminazione definitiva dei rifiuti, in quanto essi restano attivi per centinaia di migliaia di anni e non è pensabile che possano essere predisposte strutture artificiali altrettanto longeve. Fino ad ora, per questa ragione, ci si è orientati in favore delle strutture cosiddette geologiche, come le miniere di sale. Recentemente, inoltre, è allo studio un in-

teressante sistema consistente nel bruciamento neutronico dei residui nei reattori nucleari che fungerebbero contemporaneamente da produttori di energia ed inceneritori dei rifiuti.

Ritengo di aver sottoposto all'attenzione della Commissione gli aspetti più importanti dei problemi che interessano. Un panorama più approfondito, inoltre, sarà in grado di offrire il documento che il CNEN sta predisponendo. Sono comunque a disposizione dei commissari per ogni possibile ulteriore chiarimento che desiderino ricevere.

**PRESIDENTE.** La ringrazio professor Clementel per l'ampia ed approfondita relazione cortesemente svolta.

Quando sarà pronto il documento che il CNEN sta predisponendo?

**STOPPINI, Membro della giunta esecutiva del CNEN.** Entro il 15 dicembre. E' intenzione sottoporre il documento al Consiglio di Amministrazione del CNEN del 9 dicembre.

**CITARISTI.** Desidero sapere quali prospettive offre il CIRENE al di là della funzione sperimentale. La funzione di ricerca è certamente utile, ma i costi sopportati sono proporzionali agli eventuali vantaggi?

**SERVADEI.** Desidero sapere se è vero, come alcuni affermano, che lo smantellamento delle centrali nucleari obsolete comporta spese ingentissime, che possono essere addirittura pari a quelle sostenute per la realizzazione delle centrali.

**PORTATADINO.** Credo di aver compreso le ragioni alla base della scelta della monofiliera e quelle per le quali non è stato indicato di quale tipo essa debba essere, essendo la scelta necessariamente legata a valutazione di carattere politico. Desidero tuttavia sapere se esistano, oltre a queste ragioni, degli elementi di natura tecnico-scientifica che non avete voluto mettere in gioco nel documento presentato alla Commissione. Questa equivalenza scientifica tra le varie monofiliera è reale, oppure esistono dei fattori che possono far propendere verso la scelta dell'uno e dell'altro tipo di monofiliera?

Credo inoltre di capire che esiste un orientamento generale in favore del passaggio alla utilizzazione ampia della tecnologia dei reattori veloci. Se così è, il problema del ritrattamento e quello dell'utilizzazione dei vari aspetti del ciclo del combustibile pongono questioni che sono anche di ordine politico; come, ad esempio, i problemi di sicurezza relativi alla conservazione del plutonio. Ebbene, proprio per questo, vi chiedo di fornirci una documentazione più completa in materia, affinché la Commissione possa rendersi conto della dimensione tecnica del problema da affrontare. Prego gli esperti del CNEN di fornire chiarimenti e notizie sui rischi che potrebbero presentarsi per il ciclo del plutonio a causa dell'intervento di forze di natura politica esterne o interne.

Un'altra considerazione: si è parlato di sicurezza, ma non si è parlato di quelle norme tecniche di sicurezza per la costruzione delle centrali, delle quali debbono valersi le industrie. Credo che questo debba essere uno dei compiti principali del CNEN e domando se un maggiore impegno in questa direzione non servirebbe ad accelerare i tempi e ad aiutare le industrie a superare il ritardo tecnologico in cui si trovano.

Desidererei anche un chiarimento in merito alla sicurezza e ai vincoli sul territorio. Sinceramente non capisco il significato dell'aumento della distanza di sicurezza a seconda delle dimensioni dei centri urbani più vicini: mi sembra che un impianto o è sicuro o non lo è, indipendentemente dalla vicinanza di un grande centro.

Infine c'è il problema della fusione, problema che personalmente sento molto anche perché vivo nella zona di Ispra e sono quindi direttamente interessato all'esistenza o meno in tale zona di un centro di ricerche. Soprattutto mi interessa sapere se un simile centro, a lungo termine, potrebbe essere in qualche modo alternativo alla strategia dei reattori veloci. Si dice infatti che le prospettive della fusione non siano del tutto evanescenti e che, se a lungo termine la strategia dei reattori dovesse subire un rallentamento, quella della fusione potrebbe sostituirla in tempi sufficientemente brevi.

TOCCO. Vorrei chiedere al professor Clementel come si intende colmare la ne-

cessità di energia da oggi fino all'entrata in funzione di centrali nucleari, ad eccezione di quella di Caorso, per la costruzione delle quali occorrono i tempi a tutti noti. Visto il naturale aumento della domanda, dovuto tanto alla crescita della popolazione quanto alla dilatazione dello sviluppo economico generale, come si potrà far fronte alla richiesta di energia fino all'entrata in funzione delle nuove centrali?

Passo ora ad un'altro problema. Dalla relazione del professor Clementel mi è parso di capire che la nostra preferenza vada ai reattori veloci, considerati come soluzione ottimale. Dal momento, però, che probabilmente questi non saranno pronti prima del duemila, mi domando come mai non si pensi di dedicare una maggiore quantità di risorse alla fusione invece che alla fissione, insistendo sugli accordi internazionali, e più precisamente sull'EURATOM. In effetti da alcune dichiarazioni sembra di capire che in una quindicina di anni anche in tema di fusione potrebbero raggiungersi dei risultati sufficientemente probanti, anche senza arrivare ad una piena utilizzazione industriale.

Infine, posto che dalle statistiche risulta che il 20 per cento dell'energia viene impiegato per il riscaldamento degli immobili, e considerando che l'energia solare è ritenuta un'energia sussidiaria unicamente utilizzabile proprio a questo fine e che l'ENI ha recentemente stanziato alcuni miliardi a tale proposito, come mai non trionfa la tesi che si debba compiere un maggiore sforzo in questa direzione? Ripeto tutto ciò avendo presente l'affermazione - non so poi quanto corrispondente a verità - che il 20 per cento circa dell'energia che consumiamo viene impiegata per il riscaldamento degli edifici.

MIANA. Desidero unirmi al ringraziamento rivolto dal presidente e dai colleghi al professor Clementel per la sua relazione molto ampia, documentata e precisa su tutti i problemi inerenti alle scelte nucleari per la produzione di energia. Mi duole che la sospensione della seduta ci abbia impedito di intrecciare una discussione più approfondita anche alla presenza del professor Silvestri, in quanto a me sembra che sul problema della produzione della energia le funzioni del CNR e del CNEN siano strettamente connesse.

Non vi è dubbio che nel passaggio della produzione energetica da quella petrolifera a quella nucleare, il punto fondamentale rimane ancora quello della più piena utilizzazione di tutte le risorse di cui il nostro paese può disporre. Il professor Silvestri ne ha parlato e mi avrebbe fatto piacere approfondire con lui l'argomento, cosa che, d'altra parte, sarà possibile fare in un prossimo incontro.

Mi interessa poi il problema, affrontato dal presidente del CNEN nella parte introduttiva della sua relazione, diciamo così, del piano energetico ottimale rispetto al tipo di sviluppo del nostro paese: a questo proposito credo che il punto di riferimento non possa essere lo sviluppo degli anni cinquanta-sessanta. Evidentemente tutto il dibattito tra le forze politiche, sociali, culturali, mira oggi ad individuare un tipo di sviluppo diverso e quindi anche ad una ristrutturazione e riconversione produttiva cui si riconnette una diversificazione di modi di consumo, di comportamenti, ecc. Dico questo perché non vi è dubbio il problema del fabbisogno energetico nei prossimi anni è uno dei temi che devono essere maggiormente approfonditi, proprio in relazione alla prospettiva di una realtà precisa che possa consentire al sistema produttivo, all'economia italiana, di soddisfare i bisogni sociali.

Ora, è altrettanto certo che tra tutte queste la scelta nucleare è di grande importanza; e bisogna riaffermare che, almeno per quanto ci riguarda, siamo tutti convinti della necessità di reagire con più forza a certe campagne terroristiche non certamente casuali contro la strategia nucleare.

Ciò premesso, mi pare che rivesta una grande importanza l'elaborazione della carta dei siti, a proposito della quale gradirei sapere ancora qualcosa più di quanto il professor Clementel ci abbia già detto. Del resto, da quello che è stato detto ieri nel corso dell'audizione dei rappresentanti delle regioni, mi pare risulti che queste ultime e in generale gli enti locali sentono l'esigenza di una discussione più globale, che forse potrebbe favorire il superamento di certe difficoltà esistenti a tutt'oggi.

Questo è un primo aspetto. Il secondo è quello che il professor Clementel ha ricordato nella sua esposizione: la necessità di garantire una crescente autonomia nazio-

nale, sia pure nell'ambito di una collaborazione internazionale, che deve certamente esserci, al fine di porre l'industria italiana in condizione di avere un suo programma a medio e lungo termine.

A questo punto le chiedo: non dovrebbe qui svolgere l'ENEL un ruolo importante? Credo che a questo ente dovrebbe essere affidato il preciso compito di architetto industriale, in modo che la ricerca ed i programmi del CNEN possano essere ben finalizzati: è proprio in questo senso che vedrei l'utilità di un centro di programmazione per inserire l'industria pubblica e privata italiana nell'ambito di una collaborazione internazionale. Su questo punto gradirei una sua parola chiarificatrice.

Un'ultima cosa in rapporto al progetto del COREDIF per l'industria delle filiere. La ricerca per la strategia nucleare può dare il via anche ad una maggiore collaborazione a livello comunitario e nello stesso tempo alla identificazione di un ruolo sempre più preciso che il nostro paese deve assolvere.

FORMICA. Il professor Clementel ha trattato ampiamente la questione delle filiere, ed io vorrei chiedergli appunto se ritiene, anche in base a quanto egli stesso ha detto, che oggi vi siano gli elementi per dare un giudizio sicuro e per operare scelte inequivocabili sul piano dei parametri tecnologici e produttivi per quanto riguarda la scelta delle filiere.

La seconda domanda riguarda il funzionamento del CNEN sul piano istituzionale. Ho letto anche in una vostra recente pubblicazione che da questo punto di vista esistono dei problemi in quanto il CNEN svolge il doppio ruolo di committente da una parte, e di centro di ricerche finalizzate per i vari enti dall'altra. Sulla base di queste considerazioni cosa si sta facendo, o come si provvede al necessario rilancio dell'Ente? Vorrei inoltre sapere se è già stata operata la revisione del piano CNEN cui si doveva provvedere entro tre mesi dalla delibera del CIPE.

Un'ultima domanda. Per quanto riguarda la localizzazione delle centrali, lei ha parlato dei problemi dell'inquinamento, in particolare di quello termico, collegandolo alla necessità di spostare la localizzazione delle centrali nucleari dalle zone costiere, a quelle interne, utilizzando la metodologia

delle torri di raffreddamento. Vorrei sapere qualcosa di più in proposito.

ALIVERTI. Sono convinto che la relazione del professor Clementel sia stata la migliore tra quelle sinora ascoltate, giacché essa ha approfondito tutti i temi proposti dalla nostra indagine, senza nulla copiare da quanto è stato detto in passato, anche nel corso della passata legislatura, sullo stesso argomento.

Per quanto riguarda la problematica affrontata nella parte centrale della relazione, il professor Clementel ha aggirato l'ostacolo riponendoci nelle mani la «patata bollente», nel senso che ha lasciato al Parlamento ed al Governo il compito di adottare le scelte fondamentali del piano energetico, quelle inerenti alla scelta delle filiere, ecc. Evidentemente, tale problematica rimarrà, io credo, perché fino a quando nel nostro paese non ci sarà un unico centro di direzione capace, com'è stato più volte sottolineato, di operare senza soluzione di continuità, noi non avremo ampia possibilità di fare quelle scelte che si indirizzino al meglio, come, del resto, l'attuale situazione di mercato richiederebbe. E, portati come siamo al compromesso, cioè ad accontentare vuoi a sinistra vuoi a destra, alla fine noi assegneremo due o quattro centrali ai privati, quattro all'industria pubblica, perché saremo così convinti di aver compiuto il nostro dovere senza scontentare nessuno...

PRESIDENTE. E' la teoria degli opposti nuclearismi!

ALIVERTI. Il problema della scelta delle filiere o della tecnologia meriterebbe ovviamente una più approfondita dimensione; ma vi sono altre questioni da approfondire, in quanto alla fine di questa indagine, dopo aver fatto tante udienze conoscitive, la nostra Commissione nel documento conclusivo (come è stato già fatto in relazione al piano energetico), sulla base di quanto è emerso, dovrà fare una serie di ipotesi, e prevedere dei tipi di soluzioni; in caso contrario, noi verremmo meno al nostro compito fondamentale, che è quello di indirizzare il potere politico su alcune linee che in questo momento emergono come sostanziali.

Una delle mie domande si riferisce

all'istituzione dell'Alto commissariato, previsto dal piano energetico nella stesura del 1975. Ci siamo poi accorti, da diversi confronti, che questo organismo era poco gradito alla maggior parte dei raggruppamenti politici.

Ora io le chiedo quale potrebbe essere, a suo parere, l'eventuale linea d'azione o scelta da adottarsi in questo campo, anche considerando che un ministero dell'energia è difficilmente ipotizzabile, visto che non siamo ancora riusciti ad individuare dei Ministeri - chiave, e contemporaneamente ad accorpate o a dividere le competenze di quei Ministeri che potrebbero benissimo essere ristrutturati. Tenga anche presente che, come ho detto, appare poco realizzabile la soluzione dell'Alto commissariato, e che le organizzazioni sindacali hanno ipotizzato, in via subordinata, l'azione di una commissione interparlamentare di controllo (che poi, sappiamo bene quale fine facciano queste commissioni, dato che non possono adempiere le loro funzioni se queste non sono precisate per legge e quindi se non vengano istituite con una legge che ne fissi compiti, limiti e portata d'intervento).

La seconda domanda riguarda la legge n. 393 del 1975. Nel corso della passata legislatura, noi abbiamo fatto uno sforzo di superamento e di completamento della legge n. 880 del 1973. Siamo addirittura partiti con l'intenzione di conferire al ministro dell'industria un'ampia delega in materia di localizzazione delle centrali, ma poi è venuta fuori una legge piuttosto ampia ed articolata, frutto di numerosi compromessi, che da più parte viene però denunciata come scarsamente funzionante. Tra l'altro è diventata una questione-chiave quella della carta dei siti: non avendo alcunché di preciso da lamentare, le diverse parti, e le regioni in particolare, invocano pretestuosamente la mancanza di tale carta, e quindi rinviando ogni decisione in materia di localizzazione delle centrali.

In fondo, 20 centrali potrebbero benissimo essere localizzate nel nostro paese, e trovare la propria sede naturale di installazione soprattutto in quelle regioni che sono state già preventivamente indicate; ma anche a questo proposito, abbiamo visto quante difficoltà si oppongono alla definitiva localizzazione delle centrali. L'abbiamo soprattutto verificato in occasione della localizzazione del centro nell'alto Lazio, a

Montalto di Castro, per il quale sono massicciamente intervenute le rappresentanze dei partiti, sciogliendo nodi che altrimenti sarebbero stati difficilmente superabili. Per quanto riguarda il Molise, siamo ancora lontani ad una concreta realizzazione, e circa il Piemonte e la Lombardia non siamo ancora riusciti a localizzare con precisione le due centrali da assegnare a ciascuna delle regioni.

Sembrava, in particolare, che la questione in Piemonte fosse di più facile soluzione, ed invece sono poi sorte alcune complicazioni. In Lombardia erano state indicate, preventivamente, quattro centrali da costruire, mentre con difficoltà si è poi stabilito di impiantarne una, e non si sa nemmeno se questa decisione verrà mantenuta ferma. Vorrei sapere quali sono, in proposito, le proposte del CNEN, (considerando che nella sua ultima relazione, fatta nel maggio 1976, ai sensi dell'articolo 19 della legge n. 1240 del 1971, lei ha ipotizzato una revisione della legge n. 393 del 1975), e quali sarebbero, ad avviso del CNEN, le vie alternative per giungere con maggiore tempestività a questa localizzazione.

Infine, bisogna esaminare le prospettive dell'industria elettromeccanica nel nostro paese, in relazione alla costruzione delle centrali nucleari. Sono state assegnate delle commesse, abbiamo accantonato coloro che pure aspettavano, e d'altra parte la necessità di salvaguardare alcuni livelli occupazionali era impellente. Di queste commesse, la quinta, la sesta, la settima e l'ottava pare siano arrivate in porto, anche se non abbiamo ancora definito i siti delle centrali. Sappiamo inoltre che la FINMECCANICA sta portando avanti una propria ipotesi, quella della monostruttura pubblica, nella quale dovrebbero rientrare tutte le varie competenze. Ho preso visione (anche se non l'ho potuto avere) di uno studio predisposto nell'ambito della NIRA per sostenere quest'ipotesi: la quale certamente creerebbe nuovi problemi, soprattutto per quanto riguarda le varie espressioni industriali presenti sul nostro mercato, di tipo pubblico e di tipo privato.

Sappiamo d'altra parte che grossi complessi come il consorzio SPIN stanno spingendo affinché, da parte dell'ENEL, si indicano queste aste pubbliche, non so con quali probabilità di assegnazione o meno,

ma che certamente soddisferebbero, sul piano formale, alcune aspettative.

Vorrei quindi sapere qual è il suo parere su tutto ciò, dal momento che ritengo sia a conoscenza di quest'ipotesi formulata nell'ambito della FINMECCANICA, e particolarmente della NIRA, a proposito della creazione di una monostruttura, nonché il suo parere sull'ipotesi dell'adozione di una monofiliera o di una bifiliera.

PRESIDENTE. A mia volta vorrei porle anch'io delle domande. La prima riguarda il costo degli impianti di arricchimento. Risulta che negli Stati Uniti i costi si sono quasi quintuplicati, passando dai 2 mila miliardi previsti ai 12 mila miliardi, su due strutture sperimentali. Vorrei sapere se la costruzione di un impianto di questo tipo comporta veramente una spesa di 4-5 mila miliardi, oppure se si tratta di cifre sopravvalutate. Desidero comunque sapere se il CNEN abbia valutato l'indubbio aumento dei costi delle varie centrali e se abbia qualche idea sull'aumento della centrale di Caorso e se, in ogni caso, sia prevedibile anche nel nostro paese il fenomeno che si è verificato e si sta verificando negli Stati Uniti, cioè l'allungamento dei tempi di costruzione e l'incremento dei costi legati a continue e nuove richieste di misure di sicurezza. Questi elementi dovranno senza dubbio interessarci nella elaborazione di una politica nucleare.

Vorrei inoltre sapere se risulti al CNEN che nel settore dei reattori veloci l'ente pubblico americano abbia chiesto ultimamente adeguati studi in merito agli effetti sull'ambiente ed alla sicurezza di tali impianti; e, inoltre, se anche sul problema del cosiddetto stoccaggio dei rifiuti sia in corso una seria discussione negli Stati Uniti come anche in Svezia. Mi pare che anche l'Italia sia interessata allo sfruttamento delle possibilità enunciate in materia e vorrei quindi sapere se, in base agli ultimi sviluppi, questi elementi non siano per caso tornati nella stratosfera. Ripeto, anche noi dobbiamo risolvere questo problema, tanto più che, in particolare, sembra che la Basilicata protesti per l'eventuale localizzazione nel suo territorio di impianti di stoccaggio di rifiuti.

Infine, desidero sapere, se possibile, di quale tipo siano oggi in prevalenza le centrali ordinate (non quelle in costruzione).

CLEMENTEL, *Presidente del CNEN*. Risponderò brevemente, affidando le domande relative alla sicurezza degli impianti all'ingegner Naschi, responsabile della direzione centrale di sicurezza e protezione.

Debbo anche ringraziare per le cortesi parole che i deputati hanno riservato al contributo che la relazione si augura di poter apportare alla loro fatica.

Per quanto riguarda l'esperienza Cirene, va rilevato che essa ha avuto un taglio decisamente razionale, di stimolo per le attività industriali ed ha consentito di stabilire per la prima volta un chiaro rapporto con una nazione estera molto avanzata in una tecnologia che è stata portata in quel paese fino in fondo. Dal punto di vista della ricerca il contributo italiano è intervenuto, in senso migliorativo, nella realizzazione del reattore CANDU.

Ho parlato di quest'ultimo tipo di reattore soprattutto per la strategia dell'uranio naturale: in questo campo, il progetto Cirene ha significato particolarmente come strumento sperimentale perché altrimenti sia gli organi di ricerca che l'industria per acquisire il *know-how* relativo dovrebbero fare riferimento a soli rapporti scritti.

Nelle altre strategie, il Cirene ha un significato molto più ridotto.

Il guaio dell'industria nucleare nazionale sta nel fatto che non è stato mai portato fino in fondo, realmente, qualche programma. Per la scelta della monofiliera non esistono dei criteri *tranchants*. Ho affrontato il problema, dal punto di vista della monofiliera, facendo riferimento ad impianti ad acqua leggera nelle versioni pressurizzata e bollente. Vi sono lievi differenze dal punto di vista della sicurezza: è molto difficile fare riferimento ai dati che provengono dalla *Westinghouse* perché si ha il dubbio che siano distratti in alcuni dettagli, mentre si ritiene che i dati forniti dalla *General Electric* siano distratti in altri.

Per quanto riguarda le centrali realizzate o in costruzione nel mondo, il 60 per cento è del tipo PWR e il 40 per cento del tipo BWR. Sempre in ordine al criterio della sicurezza, non vi sono elementi che consiglino di optare a favore di uno dei due sistemi, così come non esistono nemmeno elementi economici che possano indurre ad una scelta. Un argomento tecnico sarebbe

stato difficilmente contestabile, ma poiché ne siamo privi dobbiamo riferirci alle esperienze al di fuori del nostro paese, in quanto non abbiamo un numero sufficiente di reattori per poter elaborare una statistica significativa.

Il passaggio alla tecnologia dei reattori veloci comporta problemi specifici relativi al plutonio; il laboratorio della Casaccia ha costruito elementi al plutonio che sono stati immessi nei reattori: ma va tenuto presente che questo materiale richiede specifiche attrezzature di manipolazione.

Il problema della fusione può essere considerato come alternativo ai reattori veloci nel caso di un loro rallentamento; dal punto di vista tecnologico siamo ancora molto lontani, ma ciò non toglie che si debbano compiere tutti gli sforzi possibili in questa direzione, anche perché dal punto di vista del combustibile tale soluzione è molto più democratica che non le altre.

Vi è poi una domanda relativa alle necessità di energia dopo la centrale di Caorso; non vorrei sostituirmi all'ENEL, io ritengo che bisognerebbe accelerare il programma nucleare, ma poiché ciò può essere possibile fino ad un certo punto, occorre allora intervenire mediante altri sistemi quali la realizzazione di stazioni di pompaggio, l'installazione di centrali a turbogas, che però servono a far fronte a periodi di richiesta molta elevata.

Per quanto riguarda le previsioni per il duemila nel campo dei reattori veloci, io chiedo perché allora non si incrementi la fusione dal punto di vista tecnologico: in tal senso sono necessari molto lavoro e molta intelligenza e in tutti i paesi si stanno compiendo sforzi in questa direzione. Nella conferenza di Ginevra del 1958 era stato detto che la fusione sembrava sotto controllo: invece, il Presidente di questa conferenza ha detto che tutto ciò risultava vero per tutti i settori, tranne che per la fusione.

E' stato caldeggiato un maggiore sforzo per l'utilizzazione dell'energia solare, considerato che il venti per cento dell'energia viene utilizzata per il riscaldamento. Purtroppo bisogna dire che l'energia solare, per bene che vada, potrà coprire l'uno o il due per cento del totale del fabbisogno; d'altra parte non penso che sia il caso di abbandonare completamente questa forma

di energia innanzitutto perchè costa poco e poi perchè è a disposizione di tutti.

NASCHI, *Responsabile del settore sicurezza e protezione del CNEN*. Richiede, però, degli investimenti molto alti.

CLEMENTEL, *Presidente del CNEN*. Qualcuno ha osservato che lo sviluppo del futuro sarà diverso da quello che si è verificato negli anni '60. Il gruppo Waes ha fatto una ricerca in proposito, dalla quale è risultato che nei primi mesi del 1976 c'è stato un aumento del 9 per cento nell'utilizzo di energia elettrica, ma che la crescita successiva sarà certamente molto più rapida. E' certamente importante che venga decisa contestualmente alla strategia nucleare anche la struttura industriale che la deve attuare.

Non ho esaminato a fondo questo problema; dico, però, che la struttura industriale deve essere tale da consentire all'industria italiana di penetrare nei mercati esteri; per sapere come ciò possa essere realizzato, basta guardare agli esempi di alcuni paesi come l'America, la Francia e la Germania.

Per quanto riguarda l'insediamento di COREDIF in Italia, so che c'è una offerta per tre siti francesi, una del Belgio ed una italiana per due siti. Da un esame dettagliato del suolo, delle strutture esistenti, della possibilità di trasporto, fatta dall'industria interessata risulta che sarebbe meglio che il sito venisse localizzato in Italia; la decisione finale, comunque, spetta ai membri del COREDIF, ma l'esito di essa è scontato.

L'onorevole Formica ha chiesto se esistono elementi per dare un giudizio sicuro ai fini della scelta delle filiere. Desidero rispondergli che questi elementi non ci sono, nel senso che quando parlo di filiera intendo riferirmi all'accezione generica e ciò dipende dalla preparazione dell'industria nazionale, dalla disponibilità di una industria manifatturiera che costruisca certi componenti piuttosto che certi altri, dalla strategia che si è scelta. La questione istituzionale è invece una questione certamente importante che tuttavia non ho voluto affrontare per non apparire *Cicero pro domo sua*.

Per quanto riguarda la revisione del piano nell'ottica del programma nucleare ita-

liano, devo dire che essa è già stata attuata nel mese di aprile dal CNEN; si tratta di un impegno al quale noi dobbiamo far fronte a seguito di delibera del CIPE.

Per quel che riguarda l'aspetto istituzionale, noi abbiamo avuto la «batosta» dell'inserimento del CNEN nella legge del parastato; se tale situazione dovesse perdurare, ciò rappresenterebbe la morte civile dell'Ente. In generale sono dell'avviso che sia stato un errore inserire gli enti di ricerca nella legge del parastato al pari di altri enti, che hanno dei compiti istituzionali completamente diversi. Il CNEN, ad esempio, tratta con industrie e con enti nucleari stranieri che hanno strutture nettamente diverse dalle sue. Quindi, dal punto di vista della funzionalità agli effetti dell'intervento del CNEN accanto agli altri operatori del settore nucleare, sono dell'avviso che la permanenza dell'ente, che presiedo, nell'attuale struttura istituzionale comprometterebbe in maniera molto grave la sua sopravvivenza in futuro. Anche il CIPE, d'altronde, si è accorto dell'incogruenza rappresentata dal fatto di aver collocato l'ente nel parastato.

Lo stesso discorso vale anche per la legge n. 1240, che il Parlamento ha varato alcuni anni fa e che ha bisogno di revisione perchè dal punto di vista della costituzione di società impone al CNEN di partecipare solo con conoscenze, uomini ed attrezzature, ma le società vanno fatte in un certo modo che non è modificabile. Anche l'ENI è intervenuto perchè questa legge venga modificata, in quanto le società previste dalla delibera del CIPE per svolgere un'attività in comune con altri enti nel campo del ritrattamento del combustibile non potrebbero essere attuate se non fosse prevista una diversa forma istituzionale, cosa che - ripeto - è stata recepita dal CIPE.

L'onorevole Aliverti dice che la «patata bollente» la vogliamo lasciare qui, in questa Commissione: io, però, ho posto soltanto una problematica delle strategie. Ci sono dei fattori di queste strategie che mi sono limitato ad enumerare senza dare loro un peso; bisognerebbe, invece, attribuire ai vari fattori che intervengono nella scelta di un tipo di strategia un peso che il più delle volte è di natura politica. Questo posso farlo io, per conto mio, ma non posso certamente farlo qui, in Parlamento.

ALIVERTI. Come pensa che potremmo eventualmente dare delle direttive?

CLEMENTEL, *Presidente del CNEN*. La raccomandazione che io posso rivolgere alla Commissione è quella di scegliere qualunque strategia all'infuori di quella del «vivi e lascia vivere».

Se il Parlamento non istituisce un organo di coordinamento, il piano rischia di divenire un bellissimo esercizio accademico, contenuto in tanti bei volumi, destinato a rimanere tale. E' mia opinione che si potrebbe seguire l'esempio di altri paesi che hanno costituito un'agenzia dell'energia controllata da una Commissione parlamentare, in modo da predisporre una tela dove vi sia l'ordito dell'industria ed una trama del potere politico.

Devo inoltre rispondere all'onorevole Aliverti che altri paesi, che sono partiti con più gruppi industriali, dispongono ora di un solo gruppo industriale. Non vedo pertanto per quale ragione nel nostro paese dovremmo averne due, tre o quattro.

Riguardo al costo degli impianti di arricchimento posso dire che, ad esempio, l'impianto EURODIF è costato 1500 miliardi di lire.

In merito all'aumento del costo delle centrali potrebbe dare risposte più precise l'ENEL. Tuttavia posso indicare i costi recentemente valutati da alcune ditte in America rispetto a centrali da costruire e che entrerebbero in esercizio tra il 1982 ed il 1985. Per una centrale che vada in esercizio nel 1985, il costo previsto è di 800 dollari per chilowatt installato; per un'altra, destinata ad entrare in funzione nel 1980, è di 650 dollari per chilowatt; per un'altra centrale, che entrerebbe in funzione nel 1982, il costo previsto è di 757 dollari per chilowatt; per un'altra ancora, destinata ad entrare in funzione nel 1983, il costo previsto è di 720 dollari per chilowatt.

E' interessante però esaminare nel dettaglio componenti che, sommate fra loro, determinano il costo complessivo, calcolato per chilowatt, di una centrale. Al gennaio del 1975 il costo di una centrale da 1232 MWe, destinata ad entrare in funzione entro il 1982, è pari a 855 dollari per chilowatt e comprende le seguenti voci: 291 dollari per chilowatt installato, 309 dollari a copertura dell'erosione inflazionisti-

ca, 90 dollari derivanti dai costi indiretti, 140 dollari per la copertura degli interessi passivi.

Una società americana ha anche effettuato un raffronto tra il costo prevedibile per una centrale nucleare da mille megawatt e quello prevedibile per una centrale a carbone da 800 megawatt, destinate entrambe ad entrare in funzione nel 1986. Con un tasso di interesse del denaro pari al 6 per cento, la centrale nucleare costerebbe 770 dollari per chilowatt, quella a carbone 724 dollari; con un tasso di interesse del denaro pari all'8 per cento, invece, i costi salirebbero ad 849 dollari per chilowatt per quanto riguarda la centrale nucleare e a 790 dollari per chilowatt per quanto riguarda la centrale a carbone.

Un'interessante domanda mi è rivolta dal Presidente circa le norme di sicurezza varate negli Stati Uniti d'America per quanto riguarda i reattori veloci. E' bene dire chiaramente che gli americani hanno perso la corsa alle centrali veloci, restando dieci anni indietro rispetto all'Europa, come hanno perso la corsa nel settore dell'arricchimento, perciò ora non resta loro altra soluzione per riguadagnare terreno che bloccare tutto il mondo. Bisogna dunque prestare molta attenzione, perché è vero che esistono dei problemi di sicurezza, ma essi non vanno confusi con quelli rispondenti a ragioni di convenienza industriale.

Per quanto riguarda il numero di centrali ordinate nel mondo al 1° gennaio 1976, faremo avere al più presto alla Commissione un rapporto del CNEN.

Adesso vorrei pregare l'ingegner Naschi di rispondere alla domanda fatta dall'onorevole Servadei sullo smantellamento delle centrali - per ora stiamo smantellando prima di costruire, per cui il costo è solo quello del petrolio - , nonché di dare chiarimenti in merito alle norme tecniche di sicurezza e alla accelerazione dei tempi di costruzione, al punto di realizzazione della «carta dei siti», alla localizzazione delle centrali, all'inquinamento e agli spostamenti interni; infine di rispondere alla domanda del Presidente sullo stoccaggio dei rifiuti e a quella dell'onorevole Aliverti sulla legge nucleare e le sue eventuali modifiche.

NASCHI, *Responsabile del settore sicu-*

rezza e protezione del CNEN. Cercherò di seguire l'ordine delle domande. Il problema del *decommissioning* è di natura economica.

Non esiste cioè un problema tecnico di ripristino delle condizioni ambientali precedenti alla costruzione della centrale, ma un problema di costi, che dipende dalla utilizzazione che si vuole fare del sito dopo che una centrale è messa fuori servizio. Chiaramente ci si può limitare ad asportare quelle parti dell'impianto che possono costituire pericolo di danno per le persone, e in questo caso il costo è veramente basso: diciamo qualche per cento del costo iniziale; ma sono anche state fatte esperienze di ripristino totale dell'ambiente, come è avvenuto negli Stati Uniti, e in questo caso il costo può essere paragonabile a quello della costruzione della centrale, visto che si devono fare operazioni inverse a quelle compiute al momento della costruzione. Chiaramente queste sono ipotesi, e di ipotesi se ne possono fare tante; la soluzione più spontanea è quella di utilizzare il sito dove sorgeva una centrale messa fuori servizio per la costruzione di una nuova centrale.

L'onorevole Portatadino ha parlato di ritrattamento e di rischio di interventi esterni: probabilmente si riferiva al problema dei tentativi di sabotaggio e di diversione del materiale nucleare. Per quanto riguarda la diversione del materiale sappiamo che l'Italia ha aderito al Trattato di non proliferazione e quindi c'è oltre a un sistema di controllo nazionale svolto dal CNEN, uno internazionale sulla contabilità delle singole partite di materiale fissile; contabilità continuamente aggiornata, che consente di garantire che partite di materiale fissile non vengano utilizzate per fini diversi da quelli pacifici. Naturalmente questo non esclude l'azione violenta di asportazione.

Per quanto riguarda l'azione violenta, il presidente Clementel ha già accennato al problema della protezione fisica che possiamo distinguere in «passiva» e «attiva». La protezione fisica passiva consiste in una serie di accorgimenti che si prendono sugli impianti per ritardare l'accesso ai materiali strategicamente importanti di gruppi di persone che volessero impossessarsene - si tratta, ad esempio, di impianti di allarme, barriere di passaggio all'interno degli

impianti, ecc. Ma questa protezione passiva presuppone anche una protezione fisica attiva, che chiaramente deve essere svolta dalle forze dell'ordine con gruppi di pronto intervento, e quindi anche con un sistema di comunicazione che consenta questi interventi. Questo è particolarmente vero nel caso degli impianti di ritrattamento, dove ci sono depositi di plutonio che possono costituire motivo di interesse: per questi impianti le misure di protezione fisica passiva e attiva dovranno essere particolarmente attente.

E' stato anche accennato, e questo è tutto un altro discorso, al problema delle norme tecniche di costruzione. Anche il Presidente, onorevole Fortuna, ha toccato l'argomento in relazione al costo delle centrali che aumenterebbe per effetto della dilatazione dei tempi di costruzione a causa del continuo aggiornamento delle norme tecniche.

Il discorso va distinto tra criteri di sicurezza e normativa tecnologica. Nel campo dei criteri di sicurezza è chiaramente preminente l'azione del CNEN, che in relazione allo stadio di sviluppo tecnologico fissa gli obiettivi di sicurezza da raggiungere. In un paese che si appresta ad avviare un programma nucleare, occorre il possesso pieno di questi criteri, in quanto non è possibile andare a rimorchio di quelle che sono la normative di altri paesi, perché bisogna capire ciò che si vuole. Il CNEN ha iniziato da oltre un anno una azione di chiarificazione a fondo di questo problema e, attraverso una serie di documenti via via pubblicati, si propone di definire la propria posizione in questa materia.

Questo inevitabilmente è un qualcosa che è soggetto ad aggiornamento. Si cerca di evitare un aggiornamento continuo, ma in termini di periodicità va fatto. Per quanto riguarda la normativa tecnologica, va rilevato che essa compete essenzialmente alle industrie. In pratica, la normativa tecnologica è l'espressione di quello che l'industria già fa o si prefigge di fare. Pertanto è la stessa industria che deve formulare questa normativa, ovviamente nel rispetto dei criteri generali posti a base della sicurezza. Per invogliare l'industria ad affrontare concretamente il problema di una normativa nazionale, noi abbiamo assunto l'impegno di una revisione preventiva di tale normativa, cioè prima della pubblica-

zione, in modo che una volta che viene pubblicata, l'industria sa che quella normativa è accettata dall'Ente di controllo e che quindi può essere considerata un punto di riferimento sicuro. Dal CNEN è anche partito il suggerimento di evitare vie originali per seguire la normativa già esistente ed affermata sul piano internazionale perchè ciò accelera il processo di aggiornamento dell'industria. Occorre, peraltro, rilevare che mentre negli Stati Uniti la normativa tecnologica è frutto della capacità effettiva dell'industria, nel nostro paese essa qualifica in molti casi, invece, l'obiettivo che l'industria deve raggiungere.

A questo punto un programma elettro-nucleare certo rappresenta un incentivo fortissimo ad impegnarsi in una tale azione di aggiornamento tecnologico, da cui deriva la competitività in campo internazionale. Elemento questo, importante per tutti, ma soprattutto per un paese come il nostro la cui industria è essenzialmente di trasformazione. In questo senso l'impegno CNEN è notevole, ed è in corso un discorso con l'ENEL e con le stesse industrie per una azione di sostegno della piccola e media industria onde facilitarne l'aggiornamento tecnologico. Non è una cosa semplice, ma siamo a buon punto.

Saltando ad un altro argomento, è stata osservato: perchè se gli impianti sono così sicuri, si vuole una fascia di rispetto e si pongono limiti di distanza dai centri abitati? Si tratta essenzialmente di un problema di agibilità, da cui non è certo disgiunto quello della sicurezza nucleare e della protezione fisica degli impianti. Il presidente Clementel ha già esposto i vincoli richiesti sul territorio. Quelli a breve distanza dalla centrale derivano essenzialmente da problemi di agibilità tecnica dei siti e di protezione fisica degli impianti. I limiti di distanza da grossi centri abitati mirano, invece, essenzialmente a localizzare gli impianti in zone agricole. E questo oltre che ai citati problemi di agibilità tecnica è dovuto a un criterio di minimizzazione delle conseguenze dell'eventuale verificarsi di un incidente da rischio residuo. Il prof. Clementel ha già detto che in sede di analisi di sicurezza sono prese in considerazione tutte le possibili ed ipotizzabili cause di incidente, sino ad un limite di probabilità dell'ordine di 1 su 100 mila eventi per anno per reattore. Al di là di questa probabilità

è possibile tuttavia ipotizzare una concomitanza tale di malfunzionamenti definita «rischio residuo» che potrebbe provocare un incidente con ripercussioni serie all'esterno degli impianti. E' in questa eventualità che avere un'area di rispetto vasta è particolarmente utile, al fine di ridurre al minimo i danni, e di circoscriverli.

L'onorevole Aliverti si è soffermato sulla questione della carta dei siti. A parte il fatto che tutti la vogliamo, ricordo che la stessa legge pone un termine di tre anni per la sua elaborazione. Vorrei anche rilevare che questo è il primo caso al mondo in cui un ente di controllo viene incaricato di elaborare una carta dei siti. Infatti negli altri paesi la carta viene proposta dagli utilizzatori, mentre l'organo di controllo dà, oppure no, il proprio consenso. E' quindi la prima volta in cui l'ente di controllo non ha via di ritorno, in quanto costretto ad un nuovissimo lavoro di definizione che non gli consente certo una seconda battuta. Affrontare il problema della carta dei siti con le Regioni comporta peraltro la necessità di una preventiva informativa generale sul problema dell'energia nucleare. Abbiamo pertanto elaborato un gruppo di sette-otto documenti, in cui spogliamo cos'è un reattore, qual è il suo impatto sull'ambiente, quali sono i sistemi di sicurezza previsti sull'impianto, qual è l'impatto in termini di normale funzionamento, come si pongono i problemi dell'inquinamento termico, delle torri di raffreddamento con problemi che queste comportano, degli eventi esterni e quali sono questi eventi che possono avere influenza sull'impianto, ed infine forniamo una metodologia e degli orientamenti per la scelta dei siti. Tali documenti sono già pronti; alcuni sono in forma definitiva, su altri vorremmo adesso aprire un confronto, sia in sede nazionale che internazionale. Charamente, non si tratta di avere dei pareri o delle convalide, ma avere reazioni preventive sulle nostre posizioni da parte degli altri enti di controllo europei, principalmente della Francia, della Germania, dell'Inghilterra. All'interno, prima di rendere pubblici i documenti di cui ho detto, vorremmo preliminarmente ascoltare, almeno per quanto riguarda la metodologia e la scelta dei siti, l'Istituto superiore di sanità, l'ENEL, la commissione tecnica del

CNEN, che raggruppa le competenze dei vari Ministeri che intervengono in sede di parere sui singoli progetti. Fatti questi incontri, si aprirà il discorso con le regioni. Questi incontri, anche a volerli accelerare al massimo, ci porteranno, penso, verso la fine di febbraio, marzo, e quindi per la prossima primavera credo si potrà iniziare il colloquio con le regioni. Contemporaneamente, però, stiamo preparando tutta una serie di strumenti di base; così, in collaborazione con l'ENEL si sta approntando una carta demografica molto dettagliata del nostro paese, che poi potrà servire a risolvere qualunque altro tipo di problema circa la protezione civile; stiamo anche preparando una carta delle risorse idriche, un catalogo dei sismi, tutta una serie di carte tematiche del nostro paese, che dovrebbero poi consentire una rapidissima applicazione dei criteri di scelta dei siti.

Noi pensiamo che riusciremo a rimanere in quel termine di tre anni posto dalla legge, quando si è deciso di elaborare la carta dei siti. A proposito della legge n. 393, vorrei affrontare il problema - anche se non vedo presente l'onorevole Aliverti - delle eventuali modifiche da apportarvi. Non credo che vi sia, sostanzialmente, un problema di modifiche da apportare alla legge. Essa infatti, praticamente ha recepito il ruolo delle regioni, ne ha riconosciuto la piena competenza in termini di assetto del territorio, come era giusto, e quindi l'inserimento di un altro interlocutore ha portato a dover articolare il dialogo, che prima era tra l'ente di controllo e l'ENEL fra tre componenti, nel senso che adesso è la regione che alla fine deve tirare le conclusioni.

Il problema vero è la volontà di far funzionare questa legge, non quello di modificarla. Se devo parlare in base all'esperienza personale acquisita nei contatti che abbiamo avuto con molte regioni nel corso di quest'anno di applicazione della legge n. 393, devo riconoscere che, a livello dei singoli politici, c'è la volontà di farla funzionare. Ma, al momento delle decisioni, emergono una quantità di problemi, sia in rapporto alla volontà delle singole comunità, sia in relazione ad un problema, per così dire, di ritegno a prendere deliberazioni in questa materia. Infatti, si accampa tutta una serie di problemi in materia di sicurezza: si dice tra l'altro che il Parla-

mento, in fondo, non lo ha mai discusso in termini approfonditi e chiari. Così come non si riescono a superare i timori in materia di inquinamento termico, nonostante tutte le cose che diciamo - e cioè che, al di là della stessa «legge Merli», guardiamo non solo ai problemi della temperatura, ma agli effetti sull'ambiente di questa enorme massa di calore, per limitarne le conseguenze. Si finisce però sempre con il registrare una serie di ritardi, per cui in effetti fino ad oggi la legge n. 393 è stata applicata, in termini abbastanza rispondenti a quelli previsti, solo per l'alto Lazio.

STOPPINI, *Membro della Giunta esecutiva del CNEN*. C'è una questione di mancanza di incentivazione; la legge francese, ad esempio, prevede un contributo agli enti locali di due miliardi l'anno per tutta la durata della vita di una centrale. Invece in Italia la legge n. 393 prevede solo un intervento *una tantum*: quella francese mi sembra una proposta molto interessante.

SERVADEI. Non dimentichiamo però che la legge francese è una legge autoritaria: lì si discute con le regioni, ma ad un certo momento è il Governo che decide. Si fanno anche dei *referendum* tra le popolazioni, ma solo con valore consultivo, poi le decisioni vengono prese dalle autorità.

NASCHI, *Responsabile del settore sicurezza e protezione del CNEN*. Volevo aggiungere qualcosa sulla questione della carta dei siti in relazione al rilievo fatto dall'onorevole Formica circa lo spostamento delle centrali verso l'interno. Quanto alla carta dei siti, prenderemo in considerazione tutti i possibili tipi di raffreddamento delle centrali: da quello a ciclo aperto a quello con le torri di raffreddamento, ecc. La carta dei siti non si farà tutti gli anni: perciò saranno presi in considerazione anche siti con scarse risorse idriche in vista di una eventuale possibilità futura di ricorso ad esempio al sistema delle torri di raffreddamento a secco, che sarà la sola possibilità per un concreto spostamento delle centrali verso l'interno del paese. Sul problema dello stoccaggio dei rifiuti, occorre operare una distinzione tra rifiuti di bassa e media attività e rifiuti di alta attività. I primi sono prodotti nelle centrali, ma comprendono altresì materiali

che escono dagli istituti universitari e dalle cliniche universitarie che usano radioisotopi, dai laboratori di ricerca, ecc. e ai quali bisogna trovare una sistemazione definitiva. Il problema già esiste di trovare a questi rifiuti una sistemazione, ma essa non richiede particolari precauzioni, è sufficiente cioè trovare un terreno che abbia i requisiti necessari. Da oltre un anno stiamo cercando qualche sito, ma per ora la ricerca è stata infruttuosa: è stato anche suggerito, in proposito, di utilizzare una zona di demanio militare, suggerimento che potrebbe anche essere accolto perché, come ripeto, dal punto di vista sanitario non esistono difficoltà. Debbo anche accennare al fatto che altri paesi hanno provveduto allo scopo mediante sprofondamento nell'Atlantico, ma noi non potremmo adottare tale misura perché la nostra legislazione non lo consente. Infine, per concludere su questo aspetto, ricordo anche che la soluzione demaniale sarebbe auspicabile in quanto risulterebbe agevolata l'attività di controllo della zona interessata.

L'altro tipo di rifiuti è quello derivante dal trattamento dei combustibili irraggiati per i quali vengono studiati e proposti diversi tipi di soluzioni, tra cui il bombardamento neutronico per ricondurli a radioisotopi a vita media più breve, per portarli cioè a livello di durata nel tempo più accettabile rispetto alle migliaia e centinaia di migliaia di anni di cui si parla, e la riduzione a forme non solubili, in modo da poterli sotterrare in strati geologici stabili, come le miniere di sale, banchi di argille o in altri tipi di strati geologici. Comunque, in tutto il mondo si sta conducendo un'ampia indagine in materia, e per il momento non si è adottata ancora nessuna soluzione, perché le quantità oggi da sistemare sul piano mondiale sono tali da non richiedere una scelta immediata.

**PRESIDENTE.** Ringrazio i nostri interlocutori per le loro esaurienti risposte e per i dati interessanti che hanno messo a nostra disposizione.

**La seduta termina alle 14,30.**