

# SENATO DELLA REPUBBLICA

— X LEGISLATURA —

## 10<sup>a</sup> COMMISSIONE PERMANENTE

(Industria, commercio, turismo)

---

### INDAGINE CONOSCITIVA SULLA COMPETITIVITÀ TECNOLOGICA DELL'INDUSTRIA ITALIANA

2° Resoconto stenografico

SEDUTA DI MERCOLEDÌ 27 GIUGNO 1990

(Antimeridiana)

---

**Presidenza del Presidente CASSOLA**

## INDICE

**Audizione dei rappresentanti dell'Asea Brown Boveri Atom, della General Atomics, della General Electric, della Westinghouse e della Gesellschaft für Hochtemperaturreaktoren, del presidente dell'ENEA e del professor Cumo**

PRESIDENTE .....	Pag. 3, 19, 24	BERGLUND .....	Pag. 4, 7, 12 e <i>passim</i>
ALIVERTI (DC) .....	5	COLOMBO .....	6, 9, 13 e <i>passim</i>
BAIARDI (PCI) .....	8	CUMO .....	10, 15
GIANOTTI (PCI) .....	19	DEAN .....	3, 7, 11 e <i>passim</i>
GRADARI (MSI-DN) .....	8	FESLER .....	5, 7, 8 e <i>passim</i>
MARGHERI (PCI) .....	17	PISTELLA .....	15
		SUNDQVIST .....	5, 6, 9 e <i>passim</i>
		WACHHOLZ .....	5, 7, 12 e <i>passim</i>

*Intervengono, ai sensi dell'articolo 48 del Regolamento, i rappresentanti dell'Asea Brown Boveri Atom (Crovato, Fogelstrom, Nilsson e Sundqvist), della General Atomics (Dean e Holm), della General Electric (Berglund e Donati), della Westinghouse (Fesler), della Gesellschaft für Hochtemperaturreaktoren (Wachholz), dell'Enea (Colombo, Mancini, Naschi, Pistella e Venditti) e il professor Cumo, dell'Università «La Sapienza» di Roma.*

*I lavori hanno inizio alle ore 10.*

**Audizione dei rappresentanti dell'Asea Brown Boveri Atom, della General Atomics, della General Electric, della Westinghouse e della Gesellschaft für Hochtemperaturreaktoren, del presidente dell'ENEA e del professor Cumo**

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca il seguito dell'indagine conoscitiva sulla competitività tecnologica dell'industria italiana.

È in programma oggi l'audizione di rappresentanti della Asea Brown Boveri Atom, della General Atomics, della General Electric, della Gesellschaft für Hochtemperaturreaktoren (HTR-GmbH), della Westinghouse, del professor Umberto Colombo, presidente del Comitato nazionale per la ricerca e per lo sviluppo dell'energia nucleare e delle energie alternative (ENEA) e del professor Maurizio Cumo, dell'Università «La Sapienza» di Roma.

Innanzitutto rivolgo ai nostri ospiti un vivo ringraziamento per aver accolto il nostro invito a partecipare a questa audizione, che si svolge nell'ambito di una indagine promossa dalla Commissione industria, commercio, turismo del Senato della Repubblica sulla competitività dell'industria italiana. Come voi certamente saprete, l'Italia ha deciso, attraverso un *referendum* popolare, di non costruire centrali nucleari: proprio in questi giorni il Governo italiano ha deciso la chiusura di due centrali. Pertanto, questa audizione è particolarmente interessante perchè affronta il tema degli sviluppi dell'energia nucleare. Noi non siamo tecnici e quindi vorremmo delle risposte in primo luogo sul piano della sicurezza.

Proporrei, se siete d'accordo, questo metodo di lavoro: noi faremo delle domande e ciascuno di voi, se vorrà, potrà rispondere.

Comincerò con la prima domanda. Quando si parla di reattori a sicurezza intrinseca, ci si riferisce a reattori a maggior sicurezza, o la sicurezza intrinseca è intesa come impossibilità, per ragioni fisiche, che si verifichino incidenti nella centrale che possano danneggiare la popolazione?

DEAN. Noi usiamo il termine «sicurezza intrinseca» che Weinberger ha usato nel 1983 per descrivere un reattore. La sua definizione di reattore a sicurezza intrinseca è la seguente: una sicurezza che si basa

solo sulle leggi conosciute della fisica e della chimica, che cioè non richiede dispositivi meccanici o interventi dell'operatore per fornire questa sicurezza.

Vi mostrerò come questo si applichi al progetto di un reattore. Ad esempio, in caso di un grosso guasto strutturale le conseguenze dell'incidente per questo tipo di reattore modulare sono accettabili, cioè la radioattività che cerchiamo di contenere rimane nella centrale. Ciò non significa quindi che l'incidente non può avvenire, ma che le conseguenze di tale incidente diventano così minime che non è neanche richiesta l'evacuazione della zona circostante la sede della centrale. Solamente un raggio di 425 metri attorno la centrale deve essere evacuato.

Anche quando si verifica un incidente che è legato alla perdita del refrigerante l'evacuazione non è necessaria. L'emissione di radioattività è così minima che il pubblico può addirittura avvicinarsi alla centrale per verificare come il problema viene risolto.

Dal punto di vista della probabilità, come ho già detto, il luogo circostante non è assolutamente influenzato da un incidente, ed inoltre questo tipo d'incidenti si verificano soltanto con probabilità molto remote. Già le autorità degli Stati Uniti e della Germania che si occupano di sicurezza hanno verificato la fondatezza di queste procedure. Usiamo quindi il termine «sicurezza intrinseca» per indicare un livello di sicurezza che va al di là della sicurezza passiva. Sicurezza passiva significa che al momento dell'incidente gli operatori del reattore non devono intervenire e che il sistema di sicurezza si mette in moto da solo.

Il nostro reattore va al di là di questo, perchè gli operatori non solo non devono intervenire ma, se intervengono, possono commettere degli errori senza che vi sia rilascio di radioattività. Nel nostro caso, quindi, come ho già detto, si va al di là della sicurezza passiva perchè anche gravi incidenti non portano alcuna conseguenza al pubblico. È per questo che usiamo il termine «sicurezza intrinseca», proprio per indicare che c'è un livello maggiore di sicurezza rispetto agli altri sistemi.

*BERGLUND.* Quando si parla della progettazione di un sistema e si mettono etichette come «passivo», «intrinsecamente sicuro», e così via, probabilmente si commette un errore perchè si cerca di applicare una etichetta unica ad un sistema molto complesso.

Per quanto riguarda gli obiettivi di sicurezza dei nostri progetti, ritengo di poter semplificare affermando che da parte della General Electric vi è un doppio approccio alla sicurezza. Il primo approccio è la prevenzione: ridurre il potenziale di incidenti alla minima probabilità possibile utilizzando sistemi naturali e semplici.

Il secondo approccio alla sicurezza è la mitigazione: se un incidente a bassa probabilità dovesse comunque verificarsi, la progettazione è stata fatta in modo tale da contenere le conseguenze dell'incidente, per cui la popolazione non ne risente; non sono quindi necessarie misure straordinarie di sicurezza all'esterno della centrale.

Abbiamo, ripeto, la combinazione di due approcci separati che garantiscono la sicurezza del pubblico.

*SUNDQVIST.* Sono d'accordo con la definizione fornita da Berglund. Ritengo sia necessario formulare una sorta di definizione della sicurezza ed operare una distinzione tra la sicurezza degli attuali reattori e quella dei reattori intrinsecamente sicuri.

Ad esempio, la Asca Brown Boveri Atom (ABB) ha sviluppato sia reattori a sicurezza passiva che reattori intrinsecamente sicuri. I reattori attuali ad acqua leggera, che vengono chiamati in modo diverso a seconda del tipo, tendono a proteggere il nocciolo o a contenere le conseguenze del danneggiamento dello stesso, cosa certamente importante.

La priorità principale è appunto quella di proteggere il nocciolo; tutto ciò che accade all'esterno ha, per così dire, una priorità relativa.

In genere nei reattori oggi in uso vi sono sistemi che richiedono un intervento esterno piuttosto complesso per evitare situazioni critiche. Si possono sostituire tali sistemi con sistemi passivi. Noi però adottiamo un altro approccio, quello della sicurezza intrinseca, cioè un tipo di sicurezza naturale. Non sono infatti necessari organi meccanici; sono sufficienti le leggi della natura, come, ad esempio, le leggi della gravità e della termoidraulica. Non riteniamo sufficiente, quindi, ai fini della sicurezza, fare affidamento su componenti meccanici.

Naturalmente la presenza degli operatori è comunque necessaria poichè questi devono occuparsi del funzionamento del reattore al fine di generare elettricità. Ciò però non ha nulla a che vedere con la questione della sicurezza.

*WACHHOLZ.* A livello mondiale il prototipo dell'HTR è considerato intrinsecamente sicuro. La mia non è una semplice affermazione di principio. Il nostro prototipo funziona da vent'anni e sono stati effettuati test che dimostrano che la sicurezza intrinseca non è solo una parola vuota, ma è ormai un fatto acquisito.

Abbiamo effettuato alcune prove ed abbiamo verificato che il reattore si stabilizza senza problemi. Abbiamo infatti constatato che non si verifica il surriscaldamento.

Noi quindi affermiamo che il reattore è intrinsecamente sicuro quando si autostabilizza, cioè quando si contiene da solo senza che vi sia la necessità di sistemi attivi o di interventi da parte dell'uomo.

*FESLER.* La Westinghouse preferisce non parlare di reattore intrinsecamente sicuro. Come hanno già spiegato i colleghi della General Electric, il nostro approccio si basa sulla semplificazione; in sostanza, noi parliamo di mitigazione dell'incidente. Tendiamo a rimpiazzare la componente attiva, che interviene in caso di incidente, con una componente passiva. Quindi, quando si verifica un incidente, non è necessario che un operatore dall'esterno metta in moto un determinato sistema, a differenza di quanto accade di fronte alle componenti attive. Ad esempio, non vi è bisogno di un operatore che aziona le valvole o le pompe per evitare condensazioni o altro.

*ALIVERTI.* Vorrei rivolgere agli intervenuti alcune domande anche sulla base delle precisazioni testè rese. Vorrei anzitutto sapere se l'obiettivo ultimo e ideale dell'applicazione del principio di sicurezza

intrinseca è quello di riuscire a progettare un reattore che si spenga da solo non appena si allontanano dalle condizioni di normale esercizio e nel quale, subito dopo lo spegnimento, il calore residuo generato dai prodotti radioattivi presenti nel nocciolo sia spontaneamente asportato, cioè smaltito in base a fenomeni naturali intrinseci. È possibile realizzare un reattore di questo genere? È stato forse già attivato?

Vorrei inoltre rivolgere agli intervenuti una seconda domanda. Nell'intendimento del nostro paese di procedere sulla strada di un reattore a sicurezza intrinseca (parliamo di sicurezza intrinseca considerando superato il concetto di sicurezza passiva), è possibile sfruttare, in Italia gli impianti che sono stati disattivati? È possibile usarli per le infrastrutture e soprattutto per le parti convenzionali? In sostanza, è necessario individuare nuovi siti o invece è possibile procedere sfruttando i siti già esistenti e quindi gli impianti disattivati?

*SUNDQVIST.* Ci è stato chiesto se esiste un reattore che sia in grado di soddisfare questa esigenza di sicurezza intrinseca. A tale domanda debbo dare risposta affermativa: esistono simili reattori e voglio particolarmente soffermarmi sulle realizzazioni della ABB. Infatti l'ABB ha già progettato un reattore ad acqua leggera chiamato PIUS.

Potrebbe forse sembrare che io stia tentando di propagandare il mio prodotto, ma vorrei ricordare che il MIT (Massachusetts Institute of Technology), un'università che gode di ottima reputazione, ha esaminato questo tipo di reattore. Alcuni professori del MIT hanno scelto i tre reattori che sono ritenuti attualmente più sicuri: il *modular gas cooled reactor*, un reattore veloce al sodio e il PIUS.

Quindi noi abbiamo progettato un tipo di reattore a sicurezza intrinseca che corrisponde alle esigenze sottolineate dal vostro paese. Posso quindi rispondere in modo affermativo alla sua domanda: con questo tipo di reattore noi possiamo prevenire ed evitare gli incidenti maggiori ed eliminare quelli minori, che consistono principalmente nel rilascio di radioattività.

In particolare questi reattori non pongono il problema dell'evacuazione proprio perchè non vi è la possibilità di fuoriuscita di radioattività. Non sussistono perciò problemi per una selezione del sito e quindi possono essere utilizzati anche i siti già esistenti.

*COLOMBO.* Vorrei rispondere alla seconda domanda fatta dal senatore Aliverti precisando che secondo noi il più importante obiettivo di sicurezza è la dimostrazione che qualsiasi incidente che si dovesse verificare per cause interne o esterne all'impianto non dovrebbe richiedere un piano di evacuazione della popolazione, nè comportare contaminazioni significative nel territorio circostante. Se questo obiettivo fosse raggiunto (e noi riteniamo che sia possibile), allora l'uso di siti già utilizzati per le centrali nucleari dismesse dovrebbe essere possibile. Infatti quale ragione potrebbe ostare all'uso di questi siti? Potrebbe ostare la presenza di un insediamento non nucleare e di insediamenti anche abitativi nella zona non troppo distanti dalle centrali che, in base ai vecchi criteri di sicurezza, che richiedevano il piano di evacuazione, non fossero più compatibili con le condizioni per la licenza di esercizio. Ma se

stabiliamo come primo criterio la non necessità di un piano di evacuazione della popolazione in base al conseguimento di certi obiettivi tecnici, allora la risposta è più tranquillizzante.

*FESLER.* Vorrei rispondere alla prima domanda del senatore Aliverti, cioè se ci sono dei reattori già in uso. Per quanto riguarda la Westinghouse non abbiamo un reattore di questo genere già funzionante oggi, però stiamo lavorando già dal 1985 su un progetto e il Dipartimento dell'energia degli Stati Uniti sta esaminando il progetto dettagliato che sarà completato nel 1994. La nostra società vorrebbe comunque farlo divenire operante. Per quanto riguarda la seconda domanda, i reattori sono progettati in modo tale che, come è già stato detto più volte, non c'è nessun bisogno di evacuazione e quindi le zone esistenti possono essere utilizzate.

*WACHHOLZ.* Per quanto riguarda la domanda del senatore Aliverti, in ordine all'attuale esistenza di reattori a sicurezza intrinseca, si può rispondere che certo, ci sono, in particolare con il caso del modulo HTR, sviluppato nella Repubblica federale di Germania. Noi abbiamo portato avanti un'analisi molto esauriente in base alle esperienze pratiche fatte con due tipi di progetti di cui il secondo è l'HTR. Quindi, in altre parole, il reattore ad alta temperatura è talmente sicuro dal punto di vista intrinseco che in ogni caso non ci sarà la necessità di un progetto e di un piano di evacuazione e non ci sarà nemmeno la necessità di trasferire la popolazione in un secondo momento; non ci saranno nemmeno danni per quanto riguarda le aree agricole o industriali. Si può quindi dire che praticamente non ci sono effetti sull'ambiente immediatamente circostante il reattore.

*DEAN.* Alla domanda se esistono già questi reattori, posso rispondere precisando che la General Atomics ha già costruito reattori a gas ad alta temperatura e la nostra posizione è che essi sono molto sicuri ed hanno molte delle caratteristiche di cui stiamo parlando oggi. Abbiamo costruito anche un reattore basato sul sistema di sicurezza passiva, ma non su quello di sicurezza intrinseca; comunque dal 1983 abbiamo studiato questi sistemi e siamo riusciti a raggiungere un livello di sicurezza maggiore di quello ottenuto con i sistemi di sicurezza passiva. Abbiamo sottoposto una relazione di 6.500 pagine alla commissione che si occupa della regolamentazione degli impianti nucleari. La conclusione è che, a causa delle loro speciali caratteristiche, la liberazione di radioattività da questo tipo di reattori non reca alcuna conseguenza per la popolazione. Questa conclusione è stata accettata sia negli Stati Uniti che in Germania.

Per quanto riguarda le sedi, questo reattore modulare può essere installato in qualsiasi tipo di sede perchè non presenta alcun problema di evacuazione, quindi le sedi esistenti vanno benissimo.

*BERGLUND.* Sono d'accordo con il collega della Westinghouse nel dire che non abbiamo attualmente in esercizio reattori in cui siano già soddisfatte le nuove esigenze, cioè lo spegnimento automatico, la prevenzione e la mitigazione. Nella progettazione dei nuovi reattori

abbiamo incorporato le migliori esperienze di ricerca condotte negli ultimi anni e tutte le esigenze di sicurezza di cui abbiamo parlato. Quindi abbiamo elaborato vari tipi di reattori i cui obiettivi sono quelli di cui abbiamo già parlato, simili a quelli già esposti dalla Westinghouse. Speriamo che questi nuovi tipi di reattore possano essere operanti già dal 1994 o 1995, a seconda dei contratti che riusciremo ad ottenere.

Per quanto riguarda i siti di centrali nucleari che già esistono in Italia, ripeto, come sostiene il professor Cumo, che questi nuovi tipi di centrali nucleari non hanno alcun impatto sulla popolazione circostante e quindi non soltanto i siti, ma anche parte degli impianti esistenti possono essere riutilizzati, anche se ovviamente questa possibilità deve essere studiata ed approfondita ulteriormente.

**GRADARI.** In generale mi pare di capire e di sapere che dei quattro tipi fondamentali di reattori, cioè ad acqua pesante, ad acqua naturale, con raffreddamento a gas e a metallo liquido, tre sono praticamente ormai eliminati dalla scena mondiale e si continua ad insistere sui reattori ad acqua naturale nella doppia versione ad acqua bollente e ad acqua pressurizzata. Questo, presumo, proprio per un bagaglio di tecnologia ormai acquisito nel settore, tenuto conto che la grande maggioranza dei reattori sono di questo tipo. So dell'impegno della Westinghouse e della General Electric nel campo dei reattori a sicurezza intrinseca. Vorrei porre fundamentalmente due questioni. In materia strettamente tecnologica effettivamente gli altri reattori sono ormai obsoleti per motivi di economia, per motivi tecnici, per motivi di sicurezza, o, per esempio, nel campo dei reattori cosiddetti autofertilizzanti c'è ancora un margine di impegno tecnologico soprattutto, per quello che mi è dato di sapere, nella prospettiva di utilizzarli come bruciatori di scorie?

Seconda considerazione. Nel campo comunque dei reattori a sicurezza intrinseca per sposare economicità e sicurezza i problemi delle dimensioni e della realizzazione come possono essere risolti? Si ipotizzano cioè potenze entro un certo limite, si punta per questioni di economia di scala fino a certi valori di potenza, o si può restare a valori inferiori, che magari possano consentire la costruzione più standardizzata, magari in luoghi opportuni, per poi essere trasferiti nei siti? Cioè, il problema della ottimizzazione tra dimensioni ed economia di scala, costi e relativo trasporto e sicurezza nei siti come viene visto e come viene inquadrato?

**BAIARDI.** La mia domanda si collega ad una di quelle formulate dal senatore Gradari. Vorrei sapere se ci possono essere forniti, se non dei dati, delle indicazioni rispetto alla economicità della gestione di questi reattori a maggiore sicurezza o a sicurezza intrinseca.

La gestione di questi reattori diventa più o meno economica rispetto ai reattori tradizionali? Ovviamente il discorso dei costi di gestione va visto anche in relazione ai costi, sia per l'investimento sia per il mantenimento, della più alta tecnologia di questi reattori.

**FESLER.** Non sono certo di aver ben compreso la prima parte della domanda del senatore Gradari, quando parlava di reattori obsoleti.

Pertanto, risponderò alla parte relativa alla economicità, per quanto riguarda ovviamente la Westinghouse.

Il sistema AP600 è un sistema di piccole dimensioni ed è il completamento di una fase di un progetto che è già stato ben definito. Abbiamo fatto analisi di costi-benefici e delle valutazioni di investimento, cioè 1300 dollari per chilowatt installato, il che mi pare molto concorrenziale.

Per gli Stati Uniti e per altri paesi la realizzazione di un reattore in modo economico è basata sulla prevedibilità del progetto costruttivo. Bisogna cioè che la costruzione rientri in un periodo di 5 anni almeno, altrimenti i costi aumentano.

*COLOMBO.* Volevo rispondere in parte alle domande che sono state fatte.

Intanto desidero precisare quali sono le ragioni che spingono verso reattori di dimensioni non troppo grandi e a bassa densità di potenza. La bassa densità di potenza è un fattore di prevenzione, in quanto rende meno probabile l'insorgere dell'incidente.

La bassa potenza totale semplifica invece lo smaltimento del calore residuo dopo lo spegnimento del reattore, a parità di capacità di refrigerazione disponibile. Il volume piccolo a sua volta facilita il contenimento.

Per quanto attiene invece all'aspetto propriamente economico, cui faceva riferimento, se non mi sbaglio, il senatore Baiardi, la domanda che ci si può porre è: fino a che punto potrà essere valido sotto il profilo economico spingerci nella direzione di reattori piccoli piuttosto che di quelli grandi che potrebbero dar luogo a economie di scala?

La mia opinione è che i reattori di non grandi dimensioni potrebbero essere preferibili data la possibilità di essere prodotti in serie, ossia in unità modulari standard; questa possibilità darebbe luogo a una compensazione delle economie di scala, che invece tendono a favorire le grandi dimensioni. I piccoli reattori standardizzati potrebbero essere costruiti in gran parte nelle officine dei produttori; potrebbero essere quindi realizzabili in tempi più brevi, e questo comporterebbe un risparmio sul costo del danaro, cioè sugli interessi da pagare sul capitale investito. Per ragioni economiche, quindi, e non solo tecniche vengono rivalutati gli impianti di piccole dimensioni. Oltre a presentarsi interessanti per una più articolata distribuzione della produzione di energia nel territorio, dato che certe volte non c'è bisogno di una singola capacità concentrata, cui consentono di compensare le «diseconomie delle basse scale».

*SUNDQVIST.* È stata rivolta una domanda circa il modo di progettare un piccolo reattore competitivo. Se guardiamo al mercato, constatiamo che nel mercato degli anni '90 e dei decenni futuri vi è una tendenza a voler installare impianti di più piccole dimensioni che siano anche competitivi con altre fonti di energia, come il petrolio, il carbone e così via.

C'è quindi una sfida davanti a noi: noi dobbiamo cercare di soddisfare questa domanda per questo tipo di reattori, cercando di semplificarne la progettazione in tutti i sensi. Dobbiamo soprattutto

ridurre la quantità ed il costo del sistema non produttivo. Dobbiamo migliorare i sistemi di sicurezza, perchè se consideriamo questo tipo di reattori, sarà possibile conciliare i sistemi di sicurezza con una riduzione dei costi. Più semplificato è il progetto, minore il periodo di costruzione, maggiori saranno i benefici.

Applicando il sistema della sicurezza intrinseca possiamo massimizzare tutti questi benefici e ridurre al minimo la parte di sistema non produttiva. Possiamo ottenere un buon risparmio per quanto riguarda i costi di investimento e per mezzo della progettazione semplificata possiamo anche ridurre i tempi di costruzione.

Credo quindi che sia più facile fare un confronto: abbiamo la versione moderna del reattore a 600 megawatt; la stessa cosa si può dire per il PIUS, sempre di 600 megawatt; si tratta di reattori per i quali i tempi di costruzione tendono ad essere più contenuti e la costruzione è semplificata.

*CUMO.* Desidero, a questo punto della discussione, dare alcuni contributi riguardo a ciò che nel gergo dei tecnici nucleari si intende per livelli di protezione.

L'approccio che ha contrassegnato l'ingegneria nucleare, sin dall'inizio, nel mondo occidentale - chiaramente - (ogni riferimento a Chernobyl è escluso) è quello di costituire diverse barriere di sicurezza. La prima barriera è l'approccio cosiddetto preventivo: si fa di tutto perchè il progetto sia fatto bene e perchè sia predisposto ogni accorgimento per prevenire l'incidente. L'approccio preventivo è molto seguito in tutti i reattori di cui abbiamo discusso questa mattina.

La seconda barriera è detta «di protezione», è cioè il complesso di tutti quei sistemi cosiddetti ingegneristici, che sono chiamati a intervenire qualora la prevenzione non sia stata totale, qualora un incidente insorto per qualche causa non prevista possa avere sviluppo.

La terza barriera, indipendente dalle prime due, è quella detta «di mitigazione»; tipicamente si riferisce al contenitore esterno che racchiude i prodotti radioattivi nel caso essi possano uscire dal reattore.

L'ultima barriera è quella del piano di evacuazione di emergenza: se le prime tre barriere fossero infrante, si allontana la popolazione dalla zona circostante la centrale.

Questo è l'approccio che è sempre stato seguito, e i livelli di sicurezza che oggi si sono raggiunti nel mondo occidentale sono davvero elevatissimi.

Tornando alla questione iniziale, per sicurezza intrinseca di solito - ci sono infatti molte sfumature del termine - si intende il complesso di quei sistemi che garantiscono per leggi fisiche, indipendenti dall'intervento dell'uomo e dall'apporto di energia, l'assolvimento delle due principali funzioni di sicurezza: lo spegnimento della reazione a catena e la rimozione del calore residuo di decadimento. Questo intendiamo per reattore a «sicurezza intrinseca».

Sul modo di realizzare, a vari gradi, la sicurezza passiva, chiaramente i modelli di cui si è parlato questa mattina presentano delle differenze.

Si può affermare che generalmente i sistemi che intervengono sono passivi, sono cioè sistemi che per funzionare non hanno bisogno nè di energia, nè di meccanismi di accensione o di allarme, cioè non hanno bisogno di un sistema elettronico di supporto. Non vi è alcun bisogno di sensori poichè il loro intervento si basa su leggi «di natura».

Ad esempio un disco di rottura, cioè una membrana che si sfonda nel momento in cui la pressione supera un certo livello, è un sistema passivo. Una valvola a molla, con una molla che si contrae quando è spinta da una pressione superiore a un certo livello, è un sistema tipicamente passivo. Un accumulatore di acqua pressurizzata con gas che, nel momento in cui la pressione che si oppone in una certa valvola scende al di sotto di un certo valore, scarica quest'acqua per la spinta del gas, è un sistema tipicamente passivo. Si può fare una sottile distinzione tra questi diversi sistemi passivi e si potrebbe anche fare un dettagliato elenco di gradi di passività diversa.

Voglio però precisare che i reattori sono sistemi molto complessi e che di solito per la sicurezza (e per i suoi vari livelli, ma soprattutto per la barriera protettiva e per la barriera mitigativa, cioè per il contenitore esterno) esistono vari sistemi. Tali sistemi di sicurezza possono essere attivi, cioè possono funzionare con componenti energizzati, oppure passivi. Parlare quindi di «aumentata sicurezza passiva» significa che in questi reattori il rapporto tra il numero dei componenti passivi e quello dei componenti attivi cresce a favore dei primi. Anche in questo caso potrebbe farsi una graduatoria della passività della sicurezza dei reattori proposti, con una graduatoria di merito. Ritengo che questi brevi accenni possano dare un'idea della tematica di sicurezza dei reattori.

Vorrei infine richiamarmi all'intervento svolto dal professor Colombo, facendo alcune precisazioni in ordine alla taglia dei reattori. Quando i reattori sono piccoli emerge subito una prima considerazione: se i piccoli reattori fossero in realtà delle piccole copie dei grandi reattori costerebbero per unità di energia prodotta molto di più dei loro grandi omologhi. In realtà però tutte le semplificazioni introdotte nella progettazione dei reattori a potenza ridotta portano a grosse riduzioni di spesa. Addirittura per taluni esemplari si può pensare ad un risparmio di costo per unità di energia prodotta.

*DEAN.* Vorrei fare alcune precisazioni sulla prima parte della domanda, cioè sulla possibilità che i reattori di vecchio tipo siano ormai diventati obsoleti. Debbo dire che oggi come oggi non ci sono reattori a gas ad alta temperatura in operazione. Negli Stati Uniti alla metà degli anni '70 la General Atomics aveva venduto dieci grandi reattori che successivamente sono stati dismessi. Lo stesso accadde per gli altri reattori che funzionavano in base ad altri sistemi energetici. Tutti questi progetti furono purtroppo cancellati.

Tali reattori producono circa 140 megawatt per unità. Se potessero produrre un maggiore livello di potenza sarebbero ancora più economici. Questo è oggi il limite per i reattori a sicurezza intrinseca.

Quando aggiungiamo maggiori livelli di sicurezza nucleare, i costi aumentano. Poichè il nostro reattore ha una sicurezza intrinseca, non c'è bisogno dei vari sistemi di sicurezza impiegati dagli altri reattori.

Questo contribuisce a ridurre il nostro costo. Il costo attuale è di circa 1.700 dollari per chilowatt.

Queste cifre relative ai costi non sono prodotte solo dalla General Atomics, ma anche da altre compagnie e sono confermate dagli enti erogatori di energia. Un modo per ridurre ulteriormente i costi è quello di continuare ad utilizzare il metodo basato sui moduli standardizzati anche modularizzati. Il concetto di modularizzazione è estremamente importante se intendiamo ottenere una riduzione dei costi.

Se costruiamo unità veramente standardizzate dobbiamo però coinvolgere nuove società specializzate in questo campo. Infatti i moduli devono essere tutti esattamente uguali e solo in questo modo si può ottenere una maggiore riduzione dei costi.

L'obiettivo iniziale stabilito negli Stati Uniti per il reattore a gas era quello di ottenere un reattore che fosse competitivo con gli impianti di produzione di elettricità a carbone. Però, per rendere veramente competitivi i nostri reattori rispetto agli impianti a carbone, dobbiamo ottenere una vera standardizzazione e una modularizzazione.

*WACHHOLZ.* Per quanto concerne la sicurezza e l'economicità vorrei fare alcune precisazioni in ordine al reattore realizzato del tipo HTR. Noi abbiamo provato sia in teoria che in pratica che una fusione nucleare non è possibile nel reattore ad alta temperatura. In secondo luogo la temperatura, senza sistemi attivi, può essere limitata a 1.600 gradi; sottolineo che questo può accadere senza l'intervento dell'uomo, senza sistemi di sicurezza. In presenza di tale temperatura tutti i prodotti fissili presenti nel combustibile sono contenuti e praticamente non vi sarà fuoriuscita di radioattività. Ritengo che questo sia il concetto di sicurezza intrinseca.

Per quanto concerne la competitività economica, ricordo che abbiamo costruito due reattori ad alta temperatura. Le esperienze fatte sono state utilizzate anche nel momento in cui abbiamo proceduto ad un calcolo tra costi ed efficacia. Abbiamo poi fatto tesoro anche delle esperienze maturate nelle costruzioni realizzate dalla ABB e dalla Siemens in tutto il mondo. Abbiamo poi parlato con le aziende produttrici di elettricità e abbiamo fatto un'analisi dei costi.

Possiamo dire che l'HTR 500 (che ovviamente produce 500 megawatt) è certamente paragonabile ai grandi reattori ad acqua leggera; anzi esso è paragonabile anche alla produzione delle centrali termiche a carbone. Ciò è stato confermato da studi internazionali svolti all'interno dell'OCSE.

*BERGLUND.* Gli aspetti economici sono piuttosto complessi: non esiste una vera soglia di economicità per questi reattori. Ad esempio, i grandi reattori ad acqua bollente che attualmente sono in costruzione in Giappone, e che entreranno in esercizio nel 1996-1997, permettono un risparmio di circa il 20 per cento rispetto agli altri tipi di centrali nucleari già operanti in Giappone. Traducendo ciò in dollari per chilowatt si può arrivare ad una cifra di circa 1.100 dollari per chilowatt.

L'economicità dei reattori di piccole dimensioni, come ad esempio i reattori ad acqua bollente semplificati, dipende da molti fattori: la

standardizzazione dei componenti, la costruzione modulare, la semplificazione dei vari sistemi, l'eliminazione della necessità di alcuni sistemi. Ci sono delle tecniche che si basano sulle basse temperature, su una minore necessità di potenza, sull'uso della circolazione naturale invece delle pompe e di altri tipi di sistemi passivi.

Il costo previsto per un reattore semplificato ad acqua bollente di piccole dimensioni è più o meno il costo espresso dalla Westinghouse, cioè 1.300 dollari per chilowatt. Un approccio simile è stato adottato anche per altri tipi di reattori avanzati come il PRISM ed il costo rimane attorno ai 1.300 dollari per chilowatt.

*COLOMBO.* Vorrei fare a questo punto una considerazione generale, anche per dare una risposta al precedente interrogativo del senatore Gradari in rapporto ai reattori autofertilizzanti. Credo che i problemi rispetto a una ripresa del nucleare siano di quattro ordini. Il primo è la preoccupazione sulla sicurezza in relazione ai possibili incidenti. Il secondo è la preoccupazione sul ciclo del combustibile a valle dell'utilizzo del combustibile nel reattore, e in particolare in rapporto alla sistemazione delle scorie radioattive, e a questo credo si riferisse la domanda del senatore Gradari. Il terzo problema concerne l'incertezza che esiste ancora in diversi paesi, particolarmente negli Stati Uniti, ma anche in Europa e in particolare da noi, sui sistemi di autorizzazione e licenza in relazione alla sicurezza nucleare. Credo che vada fatta chiarezza anche in questo tipo di legislazione e di normativa per semplificare le cose. Il quarto problema è quello delle preoccupazioni, che sono emerse talvolta anche negli interventi dei nostri ospiti stranieri, sulla competitività economica e sull'affidabilità dei reattori, nonché sul rischio finanziario in cui incorre chi investe nelle centrali elettronucleari. Credo che per rendere proficua la nostra discussione sia necessario distinguere tra questi tipi di problemi. Dopo aver fatto un'osservazione sulla quale concordo, e cioè che oggi nel mondo l'esperienza prevalente è sui reattori ad acqua leggera, siano essi ad acqua pressurizzata oppure ad acqua bollente (poi esistono i reattori ad acqua pesante e quelli a gas tra i quali ultimi quelli ad alta temperatura, e infine i reattori autofertilizzanti a neutroni veloci), il senatore Gradari ha chiesto perchè i reattori autofertilizzanti potrebbero essere interessanti nella prospettiva di un nuovo nucleare. Questo va visto, a mio giudizio, soprattutto in relazione al fatto che in quei reattori si cerca simultaneamente di semplificare il problema della sicurezza, nel senso di riduzione della probabilità di incidenti, e di dare anche una risposta al problema della sistemazione delle scorie radioattive. Oggi il problema delle scorie viene trattato in questo modo: da un lato vengono recuperati l'uranio e il plutonio, dall'altro vengono separati i prodotti di fissione e gli attinidi, cioè gli elementi transuranici diversi dal plutonio. Tutti questi elementi transuranici hanno una lunga vita radioattiva e comportano dei grossi problemi perchè richiedono tempi geologici di conservazione. Si pone quindi tutta la problematica di quanto siamo sicuri dei depositi naturali in formazioni geologiche sufficientemente isolate dall'ambiente e in grado di mantenere questo isolamento per tempi dell'ordine di 20 o 30.000 anni. Per risolvere questo problema si dovrebbe riuscire a separare i prodotti di fissione, che sono in generale

a vita radioattiva più breve, nell'ordine al massimo delle centinaia di anni, dal plutonio e dagli attinidi. Gli attinidi potrebbero seguire una strada analoga a quella del plutonio ed essere trasformati in isotopi a vita più breve per reattori nucleari. Ora, nel caso del progetto della General Electric, lo stesso reattore assicura il riciclo del plutonio più degli attinidi nel ciclo del combustibile a fianco del reattore stesso. Questa soluzione è alternativa a quella che prevede di utilizzare gli attinidi, dopo separazione, in un reattore bruciatore (praticamente, per ogni dieci reattori di tipo ordinario dovrebbe essere costruito un reattore che ha la funzione di bruciare gli attinidi trasformandoli in prodotti di fissione a vita più breve); un'altra soluzione ancora potrebbe essere quella di reinserire gli attinidi nel combustibile nucleare normale in un reattore di concezione innovativa. Comunque, a mio parere, un giudizio sui reattori autofertilizzanti potrebbe essere positivo solo se essi contribuiscono alla soluzione definitiva del problema delle scorie; quindi, una visione molto innovativa che taglia fuori gli autofertilizzanti attuali, i quali a loro volta rispondono a una logica assai diversa, è oggi da considerarsi superata.

*BERGLUND.* Vorrei aggiungere qualche commento a quello che il professor Colombo ha appena detto. I progetti che la General Electric sta sviluppando per il Dipartimento dell'energia (DOE) sono dei piani nazionali che prevedono la collaborazione non solo della General Electric, ma anche della Westinghouse e di altre organizzazioni industriali di primaria importanza.

Per quanto riguarda la possibilità di provare in officina un prototipo prima che questo sia disponibile commercialmente, ciò si è dimostrato molto promettente.

Come ho già detto, ci sono dei processi di *performance* e di economicità negli impianti che sono molto interessanti, anche per quanto riguarda il ciclo del combustibile. Usiamo delle tecniche attualmente sviluppate nei nostri laboratori che sono molto promettenti per il futuro. Sulla questione dello smaltimento dei rifiuti, usando reattori autofertilizzanti veloci come il PRISM sarà possibile migliorare di molto la gestione dei rifiuti. Stiamo attualmente compiendo un grosso lavoro sulla possibilità di separare il plutonio e gli attinidi a lunga vita per usarli in tale tipo di reattore come combustibile. Sembra questa una possibilità che potrà essere realizzata. Questo studio viene condotto in due aree: la prima è la ricerca per migliorare la tecnologia di processo per attuare tale separazione; la seconda area di studio è l'applicazione della metodologia di progetto, perchè vogliamo essere in grado di mantenere la stessa *performance*, la stessa resa sia economica sia tecnica. Questa duplice attività di studio e di ricerca è condotta negli Stati Uniti.

Ci preoccupiamo molto anche della parte geologica degli impianti e confidiamo di poter raggiungere dei buoni risultati. Siamo ottimisti: speriamo infatti di poter ottenere risultati definitivi entro questo secolo.

*DEAN.* Vorrei aggiungere un breve commento sul problema dei rifiuti. Per quanto riguarda l'eliminazione del plutonio e degli altri

elementi, non è stato questo un obiettivo per i reattori a gas; non ci siamo occupati molto di questo aspetto. Ma il reattore a gas utilizza un moderatore a grafite ed è, perciò, il reattore ideale per eliminare la maggior parte di questi rifiuti. Il Dipartimento dell'energia infatti ci ha permesso di ampliare i nostri studi, in modo da poter considerare anche un reattore che ci dia la possibilità d'eliminare il più possibile questi elementi.

Naturalmente noi non possiamo eliminare gli elementi, ma solo l'85 per cento circa dei rifiuti; vi è quindi una piccola quantità che rimane e che però può essere eliminata o attraverso una coperta di fusione oppure in un reattore a metallo liquido.

*CUMO.* Vorrei aggiungere due considerazioni: una è relativa al combustibile. Molti dei reattori di cui abbiamo parlato questa mattina hanno un ciclo del combustibile molto ben consolidato, nel senso che è lo stesso ciclo di combustibile per tutti i grandi reattori di potenza. Non vedo quindi problemi particolari per quanto riguarda l'approvvigionamento del combustibile in termini economici, per quanto concerne l'eventuale ritrattamento, e tutti i problemi del ciclo. Siamo cioè nel grosso filone dei reattori di potenza che operano nel mondo occidentale. Questi reattori di cui abbiamo parlato non hanno dei combustibili «strani» ma sono quelli tradizionali, più o meno modificati.

L'altra considerazione che intendevo fare riguarda una linea di tendenza; pensando ad un nucleare italiano, con esigenze particolari, tenuto conto anche delle nostre industrie e delle nostre possibilità di intervento, indubbiamente il discorso della piccola taglia è molto interessante, per la modularità degli impianti. Fare reattori di piccola taglia non significa disseminare il nostro paese di siti nucleari, nel caso di un suo eventuale ritorno ad una produzione elettronucleare. Significherebbe semplicemente, laddove ci sono i siti adatti, duplicare, triplicare o quadruplicare gli impianti modulari e quindi raggiungere in maniera più graduale le potenze desiderate.

Inoltre alcuni di questi reattori di piccola taglia offrono la possibilità della cogenerazione, e quindi dell'utilizzo del calore, non solo quindi per rendimenti maggiori dell'energia prodotta, ma anche, come ho già detto, per l'utilizzo, come per la dissalazione dell'acqua di mare, fatto che non è del tutto trascurabile per un'eventuale estensione del mercato dell'energia elettronucleare.

Imboccando un nuovo filone, bisogna pensare anche ad eventuali nuovi sbocchi in Italia, e non solo in Italia.

*PISTELLA.* Signor Presidente, se mi è consentito vorrei tornare alla impostazione che era alla base del primo quesito da lei posto, e che mi sembra fosse anche alla base della domanda di approfondimento formulata dal senatore Aliverti: quali sarebbero le conseguenze massime di un eventuale incidente?

Credo che sia questo l'approccio che è necessario adottare, perchè, come lei diceva nell'introduzione, è l'opinione pubblica che ha manifestato grandi preoccupazioni al riguardo, e ritengo che la risposta verso l'opinione pubblica debba essere commisurata a questo parametro: cosa succede se si ha un incidente?

Dobbiamo prendere atto della non validità di un precedente approccio che concentrava l'attenzione sulla probabilità che accadesse un incidente. Il risultato, in termini di posizione dell'opinione pubblica, derivante dal *referendum*, per quanto bassa sia la probabilità, è che non c'è la disponibilità, almeno in questo momento in Italia, ad accettare una tecnologia che possa indurre rischi, anche remoti, di conseguenze molto gravi. Cosa significa conseguenze molto gravi? Ritengo sia utile distinguere fra la radioattività che viene rilasciata all'interno della centrale e la radioattività che esce eventualmente dalla centrale.

Il primo problema - semplificando un po' - è essenzialmente un problema dell'esercente: vuol dire che l'impianto è perduto; il secondo problema, che è ben più serio, è un problema non economico ma di sicurezza.

Non condivido le impostazioni basate sulla protezione del nocciolo intesa come l'unica risposta. La risposta deve essere: vediamo cosa esce dall'impianto, con un insieme articolato di azioni. Infatti, anche se resta una probabilità molto bassa che il nocciolo fonda, anche se questa ha valori nettamente inferiori a quelle di un altro tipo di impianto, se però conseguentemente al vantaggio di riduzione di probabilità si deve rinunciare ad una tenuta esterna, non credo che questa sia una scelta da condividere.

I sottocapitoli diventano a questo punto i seguenti: quali le possibilità di eventi negativi, tra i quali dobbiamo anche considerare l'attacco terroristico dall'interno o dall'esterno. Nel confrontarci con i giudizi di sicurezza che vengono dati in altri paesi, teniamo presente che la normativa è molto variabile. Nella Repubblica federale di Germania questo argomento è fortemente seguito; in altri paesi molto meno. Dal momento che a noi interessa cosa esce dall'impianto in qualunque condizione, dobbiamo parlare anche di questo.

Quali interventi sono possibili? Ci sono interventi per capire, ossia i sensori; interventi per comandare, gli attuatori (arriva l'ordine di fare qualcosa) e le vere e proprie azioni. Quando si classifica in passivo o attivo, intrinseco o meno, bisogna fare qualche distinzione: non ci sarà mai niente di totalmente passivo e non ci sarà mai niente di totalmente intrinseco, poichè, quanto meno per capire, in molti casi per comandare, in minor numero dei casi per agire si perderà una quota-parte di questa caratteristica di intrinsecità o di passività.

Gli interventi sono ancora da classificare in istantanei o ritardati, automatici o manuali. Faccio questa casistica perchè vorrei invitare a non confondere l'obiettivo con lo strumento. L'obiettivo è quello di non far uscire radioattività all'esterno del sistema di contenimento. Questo è l'unico obiettivo; il resto è una strumentazione da considerare piuttosto come un'orchestra che non come un solista.

Importante è la distinzione, a mio avviso culturalmente di fondo, tra istantaneo e differito.

Molte analisi, in particolare quelle di tipo probabilistico, trascuravano completamente la variabile temporale. In termini di sicurezza, correttamente intesa come quantità di radioattività che fuoriesce dall'impianto, vi è un'enorme differenza tra il rilascio immediato ed il rilascio potenziale differito. Tra questi vi sono almeno due fatti: anzitutto la non dipendenza del risultato che interessa dal comporta-

mento sotto stress dell'operatore; tale parametro è sottostimato, soprattutto per le sue potenziali conseguenze, in molte analisi probabilistiche.

In secondo luogo si dispone di un tempo determinato - che per molte tipologie di impianti è dell'ordine di svariati giorni - per stabilire cosa si dovrebbe fare, per organizzare gli interventi ed anche per realizzarli. Avendo tempo a disposizione si può svolgere quell'operazione di azzeramento della probabilità di accadimento di eventi di grossa rilevanza che altrimenti non sarebbe possibile. Infatti ritengo che si possa concettualmente escludere che vi sia probabilità zero che accadano eventi di una certa consistenza in un reattore nucleare se non si prevede che vi è tempo a disposizione per prendere determinate contromisure.

Infine credo che si dovrebbe dedicare maggiore attenzione all'efficacia dei sistemi di contenimento. Questi hanno un doppio significato: contenere la pressione contro i rischi di esplosione o di rilascio di energia e contenere la radioattività. Ancora una volta però il contenimento della radioattività è un problema che deve essere inquadrato nella scala temporale. Infatti se si dispone di sistemi di filtraggio, di contenitori ausiliari che consentano di contenere per giorni e giorni in un serbatoio ausiliario la radioattività rilasciata dall'impianto, si dispone di una serie di strumenti che consente un comportamento articolato.

La vecchia impostazione della sicurezza era invece quella di non prevedere alcuno sfiato. Se però non vi è uno sfiato, è evidente che vi è una sovrappressione. Se vi è uno sfiato per ridurre la sovrappressione, è importante avere sistemi che raccolgono, immagazzinano e - se necessario - rilasciano attraverso un filtro.

Credo quindi che sarebbe opportuno ascoltare una opinione esplicita sulle conseguenze massime di un incidente ed ordinare le prestazioni di sicurezza degli impianti con questo parametro di riferimento, abbandonando l'approccio probabilistico che non mi sembra abbia convinto nessuno. Bisogna invece dare molto peso ai tempi disponibili per i vari interventi.

MARGHERI. La discussione che si è svolta sul grado di sicurezza, ripresa ora anche dal dottor Pistella, anche in rapporto con l'economicità, mi spingono a cercare un diverso approccio.

In riferimento alla possibilità di incidenti vorrei riprendere il discorso dei vari strati di sicurezza per capire se si può arrivare ad una garanzia, soprattutto per quanto concerne l'intervento di emergenza. Anzi, vorrei sapere se effettivamente è possibile modificare tale intervento di emergenza. Accanto a questa problematica, modificando l'approccio iniziale, vorrei però sollevare una questione con gli intervenuti, soprattutto con quelli provenienti da altri paesi. Vorrei sapere quale rapporto si è stabilito tra la fase di ricerca e di progettazione, che loro ci hanno descritto, e l'atteggiamento delle amministrazioni pubbliche nei paesi in cui si fa ricorso alla fonte nucleare.

Debbo infatti precisare che i rapporti tenuti dal nostro paese con le autorità di altri paesi hanno mostrato alcune discrepanze. Se lo stato di

attuazione della ricerca e della costruzione dei prototipi è quello qui descritto, sorgono delle domande sulla programmazione da parte delle autorità pubbliche dei paesi interessati. Qual è il grado di intervento sui reattori intrinsecamente sicuri in quei paesi? Qual è il grado di assunzione di responsabilità quanto meno nella costruzione dei prototipi e nell'intervento nella ricerca? Dal punto di vista delle imprese si sta facendo il massimo? Infatti, se le imprese stanno facendo il possibile, la progettazione non è a lunga scadenza e quindi il discorso può non essere così immaturo come appare dalla descrizione dei prototipi.

*SUNDQVIST.* Vorrei riferirmi sia ai problemi sollevati dal dottor Pistella, sia a quelli sollevati dal senatore Margheri.

Vorrei anzitutto soffermarmi sulla massima conseguenza di un incidente. Quando si elaborano progetti avanzati si cerca di risolvere – come è stato già detto – il problema della sicurezza, che costituisce una priorità assoluta. Naturalmente quella che fino ad oggi era considerata la seconda priorità è ormai diventata una priorità assoluta. Ad esempio, può succedere che vi sia una rottura delle barre di combustibile; tale incidente deve e può essere gestito in tutti gli attuali reattori, anche in quelli avanzati. Non si tratta di un incidente banale, ma ormai è stato già trattato e risolto progettando il reattore in modo tale da renderlo flessibile, cioè più resistente sia all'errore umano (ad esempio, l'errore di manutenzione), sia all'attacco terroristico. Diventa quindi difficile parlare di fattori di probabilità.

Ma se il reattore è esposto a questo tipo di incidente, riesce a resistere? Bisogna considerare una serie di possibili scenari; è questo l'approccio che bisogna avere per risolvere il problema. Quando progettiamo, prendiamo in considerazione le regole esistenti; infatti noi abbiamo un bersaglio mobile costituito proprio dai politici. Ad esempio, quando si considerano le regole di evacuazione bisogna ricordare che esse variano da paese a paese. Noi possiamo utilizzare queste regole come una soglia, ma alla fine sono i politici che definiscono le regole e decidono se il sistema di evacuazione è efficace. Spetta quindi a voi dimostrare che il nostro sistema è sufficiente, quindi, se accettate ciò, dovete ricordare che voi rappresentate l'opinione pubblica e quindi siete voi che dovete preoccuparvi della sicurezza della popolazione.

*BERGLUND.* Vorrei rispondere alle domande che si riferiscono alla relazione che esiste tra la progettazione e le norme che vengono stabilite dalla pubblica amministrazione; indubbiamente tale relazione esiste. Attualmente negli Stati Uniti, per quanto concerne i reattori avanzati ad acqua, vi è un forte grado di intervento da parte della pubblica amministrazione. Tale intervento avviene fin dall'inizio. Esiste infatti una commissione, che si occupa della regolamentazione, che interviene fin dalle prime fasi della progettazione. Noi abbiamo una forte interazione con la NRC, la commissione degli Stati Uniti per la regolamentazione del nucleare.

Per quanto riguarda i nostri nuovi tipi di reattori abbiamo un approccio internazionale, ad esempio abbiamo una partecipazione dell'Ansaldo e della FIAT assieme ad imprese di altri paesi. Naturalmen-

te le autorità che si occupano della sicurezza sono diverse nelle varie nazioni ma tutte si preoccupano di intervenire fin dalle prime fasi del processo di autorizzazione. Certamente ci sono delle differenze fra nazione e nazione: noi cerchiamo di ridurre queste differenze al minimo.

*WACHHOLZ.* Volevo riferirmi al problema della partecipazione statale. Ebbene, il modulo HTR è stato oggetto di un procedimento di autorizzazione provvisoria con la partecipazione delle autorità tedesche e della commissione di sicurezza federale. Accanto al problema della autorizzazione, che in questo caso non è stato molto rilevante, ci siamo preoccupati soprattutto del problema di come questo reattore si comporta in caso di incidenti, e qui non ci siamo occupati delle probabilità, cioè non abbiamo fatto calcoli di probabilità. Abbiamo già presentato un risultato che è positivo. La Germania federale persegue un obiettivo dichiarato, quello di sviluppare reattori nuovi e sicuri, e quindi provvede anche a finanziamenti per lo sviluppo del reattore ad alta temperatura. Nei prossimi quattro anni l'industria e lo Stato metteranno a disposizione 250 miliardi di marchi per lo sviluppo di questo reattore.

*FESLER.* Vorrei soltanto aggiungere qualcosa a quello che ha detto il mio collega della General Electric; negli Stati Uniti abbiamo una interazione con la NRC già nelle prime fasi. C'è un'*équipe* di progettisti delle nostre società americane che lavora in collaborazione con la commissione. Anche la FIAT, l'Ansaldo e l'ENEA entrano in questo processo, così come alcune imprese giapponesi che operano negli Stati Uniti. Si fanno delle valutazioni e lavoriamo in particolare con gli italiani per quanto concerne il contenimento e studiamo insieme la produttività e la possibilità di evitare piani di evacuazione.

*PRESIDENTE.* Volevo fare una precisazione in rapporto alla domanda del senatore Margheri. Io penso che sia importante sapere quanto gli Stati abbiano aiutato o stiano per aiutare questa nuova generazione di reattori. Vorrei sapere, se questo è avvenuto, dove è avvenuto e per quanto.

*GIANOTTI.* Una domanda: è stato detto che è ragionevole puntare non su grandi reattori, ma su reattori di dimensioni minori e che ciò può diventare economico se si punta alla standardizzazione delle parti e alla loro modularità. Questo richiede una produzione su scala larga ed io vorrei sapere se oggi si può valutare un portafoglio ordini di reattori, a sicurezza intrinseca, dell'insieme dei produttori. In secondo luogo vorrei sapere se c'è un paese, o più d'uno, che abbiano adottato un programma di installazione di reattori di questo tipo.

*WACHHOLZ.* Per quanto riguarda la prima parte della sua domanda, ho già detto che abbiamo costruito reattori ad alta temperatura; naturalmente possiamo già offrire sul mercato questo tipo di reattore in seguito ad una fase di pianificazione e di progettazione, soprattutto per quanto riguarda i dati sul sito e quindi posso dare una

risposta positiva. Per quanto riguarda invece la collaborazione con altri paesi, certo, naturalmente lavoriamo con altri paesi, soprattutto con la Svizzera, ma certamente voi sapete che attualmente in Giappone è stata presa la decisione di costruire un piccolo reattore ad alta temperatura e il signor Dean ne ha già parlato.

**BERGLUND.** Per quanto riguarda la domanda del senatore Gianotti, posso fornire alcune cifre, anche se probabilmente non complete. A proposito del reattore ad acqua bollente semplificato, la squadra internazionale che è impegnata a sviluppare questo tipo di reattore comprende: Stati Uniti, Giappone, Italia, Olanda. Altre tre nazioni stanno considerando di associarsi a questa squadra.

Per quanto riguarda i fondi devoluti per questo programma, essi sono dell'ordine di circa 150-200 milioni di dollari in totale, fra fondi governativi e privati, per i prossimi cinque o sei anni. Per quanto riguarda la possibilità di ottenere le necessarie autorizzazioni, licenze, permessi e così via, l'NRC dovrebbe essere in grado di concedere la *certification* entro il 1995-1996.

**DEAN.** Per quanto riguarda il contributo del Governo degli Stati Uniti per i reattori a gas, un anno e mezzo fa il Dipartimento per l'energia ha scelto il reattore a gas come uno dei due progetti che dovevano essere sviluppati per un reattore di produzione. Il reattore di produzione è utilizzato per produrre materiali speciali per la produzione di armi. Il sovvenzionamento previsto per i reattori di produzione a gas è di circa 3-4 miliardi di dollari. Non sono ancora state prese decisioni riguardanti la vera e propria costruzione del reattore di produzione a gas, ma saranno prese entro la fine del 1991. Comunque noi prevediamo che circa 150 milioni di dollari saranno necessari fino all'anno prossimo per continuare a mettere a punto questo tipo di reattore a gas. Il reattore a gas che è stato sviluppato sarà capace di produrre tritio ad un alto livello d'affidabilità.

Un reattore a gas che produce tritio può essere modificato per usi civili; se consideriamo lo *spin off* del reattore di produzione, possiamo constatare che molti aspetti di questo disegno sono simili a quelli dei reattori civili.

Per quanto riguarda l'interazione fra i progettisti e le autorità di controllo, questo è un problema molto sentito negli Stati Uniti. L'NRC ha sviluppato una politica per il reattore cosiddetto avanzato. Tenendo conto dei costi e della possibilità di un incidente, questa politica può cambiare entro i prossimi dieci anni. Questo quindi è un problema che deve essere affrontato dai politici e dalle autorità di controllo come l'NRC.

Ci sono cambiamenti continui nella situazione degli Stati Uniti. È per questo che il Congresso ci ha chiesto di prendere in considerazione il reattore a sicurezza intrinseca e di raggiungere il maggior livello di sicurezza possibile per poter soddisfare le future esigenze dei politici, e quelle delle autorità di controllo, e per poter assicurare che questa politica possa essere applicata a lungo termine.

**SUNQVIST.** Anche io vorrei rispondere a questa domanda. La ABB ha continuato a studiare questi sistemi; siamo stati l'unica società nel mondo occidentale che ha messo a punto un reattore ad acqua leggera

prima di ottenere la licenza, e il sistema svedese non prevede aiuti governativi. Abbiamo messo a punto il nostro reattore senza contare su fondi concessi dallo Stato.

Abbiamo utilizzato le capacità tecniche che erano a nostra disposizione; abbiamo cooperato con costruttori a livello nazionale. La cosa più importante è che, in questo caso, anche in Italia abbiamo collaborato con diverse ditte e siamo arrivati alla fase conclusiva della costituzione di un consorzio con Ansaldo-FIAT nel campo nucleare per poter mettere a punto il sistema PIUS.

Credo che ciò sia importante; inoltre a differenza delle altre ditte fornitrici di reattori tradizionali siamo convinti che il mercato per la energia nucleare tornerà vivace. Pensiamo cioè che la domanda dei reattori a sicurezza intrinseca crescerà in futuro, per cui esaminiamo la situazione in una prospettiva di 10-15 anni.

Secondo noi bisogna avere pazienza, continuare con determinazione, credere nel mercato perchè questo si riaprirà al nucleare.

Noi vogliamo continuare a lavorare nel campo della generazione di energia e continuare ad investire i nostri interessi nella produzione di energia nucleare. Dovremmo essere perciò in una posizione di forza quando la domanda di energia nucleare sarà tornata forte.

*COLOMBO.* Vorrei cercare di dare anche io un contributo alle domande molto precise formulate dal senatore Margheri e dal presidente Cassola.

A mio parere per sviluppare le nuove linee di reattori è necessario comunque un investimento di lungo termine: per la ricerca e lo sviluppo; per la progettazione; per la realizzazione di prototipi a livello di componenti, allo scopo di semplificare il processo di autorizzazione; per un impianto prototipo, che potrebbe essere il primo di una serie di reattori industriali elettroproduttori.

Si pone il problema di chi debba fare questi investimenti e di quale sia il ruolo dello Stato nei vari paesi. Questa non è una domanda alla quale si può rispondere solamente in termini di volontà politica e di disponibilità a effettuare interventi finanziari. Occorre anche fare riferimento allo stato della tecnologia e dell'industria nucleare, alla padronanza della tecnologia che esiste nel singolo paese e alle dimensioni di un mercato già esistente per l'industria nucleare.

Mi spiego meglio: negli Stati Uniti esistono più di 100 reattori in esercizio; esiste quindi un mercato che non è fatto solo dalle nuove centrali in costruzione (anzi, di nuove centrali da tempo non se ne ordinano più) quanto un grosso mercato di *servicing* delle centrali esistenti, un mercato che è molto importante anche per la tendenza che c'è a prolungare la vita attiva degli impianti, e quindi a intervenire sulla manutenzione attiva, in modo da prolungare il periodo di tempo in cui gli impianti producono energia.

Le imprese, le industrie, le varie Westinghouse, General Electric, ma anche le imprese del settore elettromeccanico nucleare, godono di questo mercato, sono imprese forti e finanziariamente solide. A livello di intervento dello Stato, soprattutto dell'Amministrazione federale, si sono avuti dei contratti di non elevato valore: 50 milioni di dollari ciascuno per i progetti della General Electric e della Westinghouse,

oltre a un contributo, se non vado errato, di 120 milioni di dollari per un *new production reactor*, basato su sistema MHTGR, che è un reattore ad alta temperatura, che però ha una finalità mista, civile e militare (bisogna stare attenti quindi). Per *production* si intende in questo caso produzione di plutonio e/o di tritio per le bombe atomiche, e questo è un discorso che non si adatta al nostro paese.

Tuttavia il contributo dello Stato americano, del Governo federale, è un contributo aggiuntivo in una situazione di mercato in cui le imprese hanno una loro forza, sviluppano i loro programmi e vogliono operare con la sicurezza che una volta che i risultati conseguiti saranno validi sotto il profilo tecnico-economico, avranno la speranza concreta di poterli tradurre in pratica; in tal modo esse possono operare nel mercato senza essere prese dai lacci e laccioli di una legislazione con la conseguenza, in materia di sicurezza e autorizzazione, che ha la caratteristica nefasta di allungare i tempi degli investimenti. Di qui l'enfasi sui reattori modulari che si costruiscono rapidamente e hanno un immediato ammortamento dei costi, e quella sulla riforma del sistema della NRC e di tutto il sistema autorizzativo.

Alla base di tutto vi è una fiducia assoluta nelle forze del mercato, e il convincimento di avere, negli Stati Uniti, delle imprese solide che possano ragionare in questi termini.

La situazione della Svezia è un po' diversa; il nostro cortese interlocutore che ci ha spiegato così bene i vantaggi del PIUS, sui quali tutti possiamo, in una certa misura, concordare, non ci ha spiegato come mai il Governo svedese, che ha deciso, per ragioni di sicurezza, di eliminare le centrali nucleari di qui al 2010, avendo nel paese una grande impresa pure multinazionale di base svedese, che ha messo a punto un bellissimo progetto, così altamente sicuro, non ritiene di dovere investire ed impegnarsi, magari insieme ad altri paesi, nella realizzazione di questo stesso progetto. Personalmente, riscontro in questo atteggiamento una contraddizione, che mi piacerebbe fosse risolta. Non riesco a capire perchè, avendo avuto più volte l'occasione di discutere l'argomento con il Ministro svedese competente in materia, non ho avuto l'impressione di una volontà del Governo svedese per aiutare la Asea Brown Boveri Atom a sviluppare il PIUS; riscontro solo che c'è stato un tentativo da parte di questa impresa, di raggiungere un accordo con l'industria italiana, ma i soldi dovrebbero arrivare in gran parte attraverso il contributo del Governo italiano. A mio parere vi dovrebbe essere un atteggiamento complessivo più coerente. Se infatti si afferma di essere costretti ad abbandonare il nucleare entro il 2010, non si vede perchè, disponendo di un tale progetto, non si intenda appoggiarlo finanziariamente.

Per quanto riguarda l'Italia, a mio parere dovremmo essere molto attenti prima di trarre conclusioni dalle esperienze altrui in materia di finanziamento alle industrie e più in generale all'intero sistema. Dobbiamo stare attenti poichè in Italia non siamo ancora riusciti a creare un mercato del nucleare. Quindi le nostre imprese (anzitutto l'Ansaldo) non possono godere dei frutti di un mercato esistente, di un mercato di *maintenance* e di *services* continuo. Le imprese perciò sono costrette a cercare di ottenere sub-forniture, partecipando a consorzi internazionali, spesso con l'aiuto del nostro intervento pubblico di

cooperazione allo sviluppo. Però, mancando quella solidità che deriva dall'esistenza di un mercato interno sicuro, mi sembra che il problema dell'aiuto dello Stato si ponga da noi diversamente che in altri paesi.

Tra l'altro in Italia non si è accettato - a mio parere correttamente - di scegliere la via spagnola allo sviluppo del nucleare. Inizialmente, negli anni '60, mentre in Italia si acquistavano centrali con contratti «chiavi in mano» (Trino, Latina, Garigliano), gli spagnoli hanno reso strutturale questo sistema: hanno deciso di non sviluppare la loro industria oltre un determinato livello e quindi, in un certo senso, gestiscono passivamente il nucleare. Noi abbiamo da tempo ritenuto che per avere un nucleare sicuro, che risponda a tutti i requisiti di sicurezza in pratica e non solo in teoria, sia importante avere una tecnostuttura, costituita in parte dall'ente di ricerca e sviluppo, in parte dalla *utility*, cioè dall'ENEL, ed in parte dall'industria, che sia in grado di dominare completamente la tecnologia del sistema e di partecipare in futuro allo sviluppo internazionale del settore.

Ritengo che quando verrà il momento in cui si valuteranno i problemi delle varie sorgenti energetiche, nello stesso modo senza penalizzare eccessivamente il nucleare, ma considerando che ciascuna fonte, incluse quelle fossili, ha i suoi problemi, si arriverà a una migliore considerazione del nucleare. In quel momento l'Italia dovrebbe essere in grado di partecipare al mercato mondiale che si creerà in questa nuova ottica.

*SUNDQVIST.* Vorrei fornire alcuni chiarimenti sulla situazione esistente in Svezia. Negli anni '70 si è svolto un acceso dibattito sulla materia del nucleare e la decisione politica fu assunta sulla base di elementi emotivi. In sostanza, dopo gli incidenti che si erano verificati, specie negli Stati Uniti, fu assunta una decisione soprattutto politica: non dobbiamo infatti dimenticare il peso che la componente politica ebbe in quell'occasione nel nostro paese. Ripeto quindi che la decisione fu assunta sulla base di elementi più emotivi che scientifici.

Da allora sono passati molti anni e quindi vi sono stati alcuni cambiamenti. Oggi la maggior parte della popolazione è favorevole allo sviluppo del nucleare: infatti si ritiene che il ricorso all'energia nucleare sia diventato più sicuro.

Alcuni cambiamenti sono già in atto, tuttavia non sono state ancora elaborate nuove politiche. Il nostro Parlamento, che è comunque sovrano, può però decidere in maniera diversa, non considerando il pensiero dell'opinione pubblica.

Bisogna ricordare che, dopo la sospensione del nucleare convenzionale, l'industria svedese ha dovuto pensare a se stessa e ha dovuto risolvere la situazione con i propri mezzi. Abbiamo quindi dovuto basarci sulle nostre forze per la messa a punto di sistemi come il PIUS.

Bisogna inoltre ricordare che la Svezia è un piccolo paese, un paese che non è abbastanza forte per promuovere la propria industria. Per questo dobbiamo rivolgerci al mercato mondiale. L'ABB è uno dei maggiori produttori di questo tipo di reattori; ma, essendo la Svezia un piccolo mercato, noi ci rivolgiamo al mercato mondiale. Proprio per questo motivo noi intendiamo produrre reattori sicuri di piccole

dimensioni: infatti molti paesi sono interessati ad essi. Anche i grandi enti erogatori di energia degli altri paesi sono interessati ai reattori di dimensioni ridotte, con una capacità produttiva di circa 600 megawatt.

PRESIDENTE. Ringrazio gli intervenuti per la partecipazione alla nostra audizione poichè ritengo che in questa occasione ci abbiano fornito dati estremamente interessanti.

Poichè nessun altro domanda di parlare, dichiaro conclusa l'audizione.

Il seguito dell'indagine conoscitiva è rinviato ad altra seduta.

*I lavori terminano alle ore 12,20.*

---

**SERVIZIO DELLE COMMISSIONI PARLAMENTARI**

*Il referendario parlamentare reggente l'Ufficio centrale e dei resoconti stenografici*

DOTT. GIOVANNI LENZI