

GLOSSARIO

A **TOMO** La più piccola parte di un elemento. Consiste in un nucleo di protoni e neutroni caricati positivamente (i protoni sono carichi positivamente, i neutroni hanno carica neutra) circondato da particelle cariche negativamente chiamate elettroni.

BORO 10 È un isotopo non radioattivo del boro. È ottimo assorbitore per neutroni lenti.

BWR - Reattore ad acqua bollente. In questo tipo di reattori nucleari il moderatore è costituito da acqua bollente. L'acqua bolle in prossimità del «cuore» del reattore e il vapore che ne scaturisce può essere usato per attivare direttamente una turbina.

CESIO 137 - Se ne è parlato molto nei giorni scorsi, dopo che alcune analisi ne hanno rivelato tracce in alimenti come il pesce, il miele, le nocciole. È un isotopo del cesio, emette particelle beta negative e dimezza la sua radioattività in 30 anni. Se entra nell'organismo umano va a fissarsi nei muscoli e nelle gonadi.

CURIE - È l'unità di misura della radioattività. Un Curie è l'equivalente di 3,7 per 10 alla decima (che è come dire 37 seguito da dieci zero) disintegrazioni atomiche al secondo. Un nanocurie è un miliardesimo di Curie. C'è però una nuova unità di misura istituita dal sistema internazionale di unità di misura: il Becquerel. Un Curie equivale a 37 miliardi di Becquerel. Da Chernobyl sono fuggiti 50 milioni di Curie.

DOSE ASSORBITA - È la quantità di energia che le radiazioni ionizzanti «cedono» ad un corpo che venga irradiato. Si discute (e ci si accapiglia) in tutto il mondo sulla possibilità che esista una dose minima sotto la quale non vi siano pericoli. Alcuni studi americani sostengono che la cellula è in grado di riparare ad alcuni danni subiti dalle radiazioni. Ma molti biologi e biofisici ribattono che comunque ogni dose di radiazioni è eccessiva.

FISSIONE NUCLEARE - La spaccatura di un nucleo atomico pesante in due parti approssimativamente uguali. Questa spaccatura (fissione) è accompagnata dal rilascio di una relativamente abbondante quantità di energia e di uno o più neutroni, che possono a loro volta colpire altri nuclei e dare vita così ad una reazione a catena.

FONDO NATURALE - È la radioattività dovuta alle rocce di cui è composto il sottosuolo e ai gas radioattivi che vi si creano. In Italia, alcune zone come l'Alto Lazio, la Campania, l'Umbria hanno un fondo naturale più elevato della media nazionale.

FUSIONE NUCLEARE - È l'opposto della fissione nucleare. Invece di un nucleo che si rompe, qui sono due nuclei a fondersi tra di loro, liberando energia. Inoltre, mentre per la fissione occorrono nuclei atomici estremamente pesanti e rari, la fusione si potrebbe fare con atomi molto più leggeri e relativamente abbondanti. È il processo che tiene in equilibrio le stelle. Il Sole è un'immensa fornace che funziona a fusione nucleare. Sulla Terra si tenta di far fondere i nuclei atomici riscaldandoli a 300 milioni di gradi per un periodo di tempo sufficientemente lungo. La ricerca utilizza sia delle «clambe» magnetiche dentro grandi strutture circolari, sia raggi laser, sia flussi di particelle accelerate. Carlo Rubbia ha presentato recentemente una proposta che perfeziona quest'ultima tecnica.

FUSIONE DEL NOCCIOLO (MELTDOWN) - In un reattore nucleare la velocità della reazione a catena è controllata dalle «barre di controllo» che vengono inserite o tolte tra le barre del combustibile. Questo sistema costituisce il «nocciole» del reattore, e deve sempre essere refrigerato. Se la reazione nucleare sfugge ad ogni controllo (come è accaduto a Chernobyl) la temperatura nel nocciole può raggiungere anche i 3000° centigradi. Si possono fondere gli apparecchi usati per maneggiare le barre di controllo, il combustibile, le strutture che lo sostengono, la caldaia e le basi di cemento. Questa è la fusione del nocciole.

GRAFITE - È una forma di carbonio molto duro, usata come moderatore nelle reazioni di fissione nucleare. L'impianto esplosivo a Chernobyl era «moderato» con la grafite.

HWR - Sono i reattori ad acqua pesante. Usano come moderatore acqua che, invece dell'idrogeno, ha come costituente un suo isotopo, il deuterio. Il termine «pesante» viene dal fatto che il deuterio ha un peso atomico maggiore. Possono funzionare con uranio non arricchito, quindi più semplice ed economico da trovare e utilizzare. La più importante filiera Hwr è stata sviluppata in Canada.

IODIO 131 - È un prodotto della fissione nucleare e ha un tempo di dimezzamento di otto giorni. Se ingerito va a fissarsi nella tiroide. I bambini sono particolarmente esposti a questa contaminazione. È usato anche in medicina.

ISOTOPI - Se due elementi hanno lo stesso numero di protoni ma un diverso numero di neutroni, si dicono isotopi. Per esempio, l'uranio 238 e l'uranio 235 sono isotopi.

LWR - Sono i reattori ad acqua leggera l'acqua fa da refrigerante e da moderatore. Sono alimentati con Urano leggermente arricchito. Esistono due tipi di reattori ad acqua leggera commerciali: i Bwr e i Pwr.

**Si ripetono
in questo scorso del XX secolo
le paure dell'anno mille?**



**Sul rapporto con la natura
si sta fondando oggi
una «coscienza» della specie umana**

L'angoscia del secondo millennio

GIOVANNI BERLINGUER

■ Si ripetono, in questo scorso del XX secolo, le grandi paure di fine millennio? Che esistano giustificati timori di guerre nucleari, o di catastrofi ambientali, o di lenta degenerazione della vita sul pianeta, non vi sono dubbi. Molte perplessità sorgono invece su questa cabala del terrore, che si ripeterebbe nell'anno Duemila come nell'anno Mille: innanzitutto, sull'esistenza stessa della prima grande paura. Lo storico Giuseppe Galasso ha riaffermato con grande sicurezza: «Il primo millennio cominciò all'insegna di una diffusa aspettativa di grandi mutamenti: un'aspettativa fatta insieme di speranze e di paura. Si credeva in qualche modo che l'anno Mille dovesse essere quello della fine del mondo. L'evento - come subito si constatò - non si produse. Al timore subìti e tra fattori insieme. Per gli incidenti nucleari questa sommatoria è certa: vi sono stati più episodi (compresi due o più casi nella sicurissima Francia), lo spazio informativo si è allargato, l'allarme si è esteso. Ma anche per i rischi di origine chimica si assiste, probabilmente, a un intreccio dei tre fenomeni: alla base non vi è

oppuesto: descriverà gli uomini come ottimi alla natura. Parlerà dei progressi straordinari della scienza e della diffusione senza precedenti della salute, dell'istruzione, della democrazia stessa; ma segnalerà anche il ritmo allarmante dell'imponente ambientale, e il numero crescente di incidenti significativi.

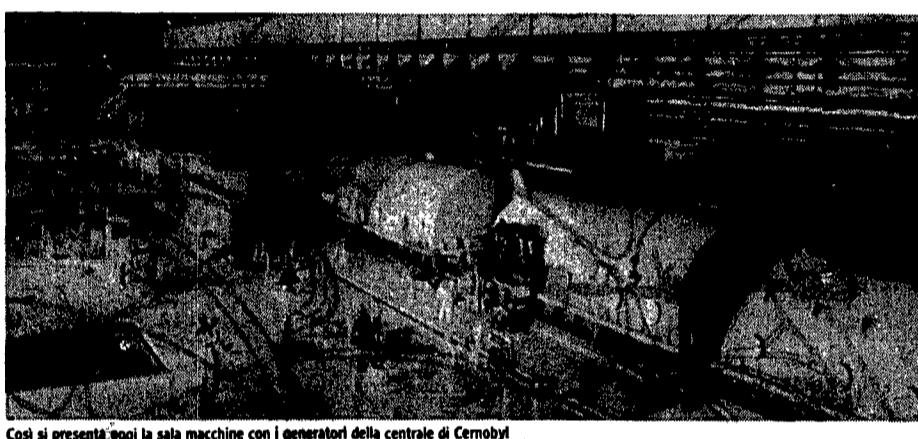
Non so se qualcuno tenga un registro generale dei maggiori disastri. Sarebbe un mestiere ingrato, ma utile. Senza di questo non riesce a valutare se l'accerchiamento dei sinistri, che ho percepito in questi ultimi anni, sia dovuta all'effettiva moltiplicazione dei fatti, o alla maggiore informazione sui giornali e televisioni, o alla cresciuta sensibilità soggettiva. Forse a tutti e tre i fattori insieme. Per gli incidenti nucleari questa sommatoria è certa: vi sono stati più episodi (compresi due o più casi nella sicurissima Francia), lo spazio informativo si è allargato, l'allarme si è esteso. Ma anche per i rischi di origine chimica si assiste, probabilmente, a un intreccio dei tre fenomeni: alla base non vi è

una paura irrazionale, bensì l'accumulo di inquinanti nell'aria e nelle acque, quindi il raggiungimento di una soglia tossica, e da ciò l'allarme nella popolazione e i servizi giornalistici più clamorosi.

Questa accresciuta sensibilità comincia a influire sulle vicende politiche. In Italia, il rilievo imprevisto che hanno avuto i tre referendum sull'energia nella lunga crisi del pentapartito è dovuto, oltre che a tortuose manovre, anche a questo. Le coraggiose posizioni assunte dal Psi prima sul diritto dei cittadini a esprimersi nel voto, poi col preannuncio dei tre si col chiaro significato di fuoriuscita dal nucleare, e infine con la proposta di un «governo referendario», hanno portato qualche chiaciera in un clima di intrighi, e hanno corrisposto soprattutto all'animo popolare. Proprio in quei giorni la Fiom della Lombardia ha reso noto un sondaggio su energia e ambiente, svolto tra i metalmeccanici, dal quale risultava che oltre il 60% dei lavoratori sono contrari al nucleare. La percentuale è maggiore tra gli iscritti al sindacato e tra le lavoratrici. Tra i molti motivi dell'opposizione

hanno avuto rilievo il fatto che «si corre un rischio grosso» e con uguale valore «esistono altre soluzioni energetiche»; ma più di tutte, con due terzi delle risposte, l'osservazione che «non si sanno smaltire le scorie». La preoccupazione per quanto potrà accadere nel terzo e nei successivi millenni si fa strada tra i metalmeccanici, ben oltre la preoccupazione del lavoro quotidiano. La coscienza di classe, e più ancora di specie, supera evidentemente ogni incertezza sull'oggi.

Ancora più rilevanti possono essere le conseguenze nell'opinione pubblica francese. Il paese più nuclearizzato del mondo, con il 70% dell'energia proveniente da questa fonte e con un forte intreccio tra industria e armamenti atomici, è stato per la prima volta scosso dal dubbio. Quattro incidenti in quattro settimane (le fughe di gas a Pierrelatte e a Tricasin, la crepa nel Superphenix e la rottura di una valvola a Fessenheim), che hanno dato la stura alle notizie di casi precedenti che erano stati nascosti, hanno aggravato una situazione psicologica già tesa, che aveva avuto origine dopo



Così si presenta oggi la sala macchine con i generatori della centrale di Chernobyl

Quanti incidenti rimasti segreti



Quante volte l'umanità è scampata per un pelo alla catastrofe? Un'inquietante risposta ci è venuta in questi giorni da un dossier pubblicato dal settimanale tedesco *Der Spiegel*.

«Un brivido mi corre lungo la schiena» è l'eloquente titolo del servizio che porta alla luce 48 rapporti fino ad

esso. I meccanici riuscivano a malapena a distinguere qualcosa. Disperati tentarono di chiudere un paio di valvole di emergenza; ma le manopole non si muovevano. Il circuito secondario ebbe un tracollo. La centrale nucleare cominciò a sudare.

Scene di avvio di un nuovo film catastrofico di Hollywood o visioni terribilistiche di una iniziativa tedesca occidentale contro le centrali atomiche, frutto di fantasia? Né l'uno né l'altro. Queste scene sono la ricostruzione di quanto avvenne la mattina del 30 gennaio 1983 nella centrale nucleare di Embalse, una piccola cittadina argentina cento chilometri a nord di Cordoba...

Un altro funzionario argentino si lasciò poi scappare a parte chiuso: «Sì è andati molto vicino ad Harrisberg».

La terra trema alla centrale

... Il 21 febbraio 1983 allarme nella centrale atomica di Kozloduj in Bulgaria. Nella centrale la messa a terra di alcune condotte appariva difettosa. Il circuito primario ad alta sensibilità che bagna costantemente le sbarre incandescenti di combustibile, perdeva refrigerante e pressione. Un tecnico notò che gran parte delle valvole, nel dispositivo di controllo della pressione, erano aperte. Un problema a cui nessuno aveva pensato, le valvole infatti erano state installate proprio allora sul reattore vecchio invece di otto anni, dalla azienda tedesca occidentale specializzata nel settore Sempell. Il sistema di sicurezza interruppe automaticamente la fissione nella centrale. Ma dato che nessun reattore può essere disinnescato spingendo un bottone, i tecnici si trovarono a dover risolvere il problema d'«al calore di disintegrazione».

Essi naturalmente sapevano che la centrale nucleare di Kozloduj, un reattore russo abbastanza antiquato, il Vver-440, a differenza degli impianti più moderni, dispone soltanto di un dispositivo di raffreddamento di emergenza - un impianto ad alimentazione ad alta pressione. Sapevano anche che le linee di saldatura del contenitore di pressione di questo tipo di

centrale sono particolarmente fragili ed esposte al pericolo di crepature. L'acqua del sistema di raffreddamento spruzzata nel contenitore di pressione incandescente «può determinare un pericolo acuto di lesioni per shock termico», afferma il fisico Helmut Hirsch del Gruppo Ecologia di Hannover, invitato da Spiegel ad esprimere un giudizio su questo genere di incidenti.

A Kozloduj hanno avuto fortuna. Il dispositivo di raffreddamento d'emergenza ha funzionato. Il contenitore di pressione non ha ceduto. Nel rapporto la Iaea i responsabili, anche se giocarono con l'accaduto presentandolo come un «incidente significativo per la dimostrazione della tenuta dei sistemi di sicurezza», non poterono fare a meno di confessare la causa banale: «Le valvole si erano aperte per la rottura di un banalissimo cavo».

Dalla dinamica dell'incidente i dirigenti del centrale trassero le debite conclusioni, che hanno finito per rendere ancora maggiori le percentuali di percolato a Kozloduj: una valvola di arresto collegata in serie rimane costantemente chiusa. La valvola sensibile di sicurezza, attraverso la quale c'era stata la fuoriuscita del refrigerante, è così diventata completamente operativa.

Gia qualche anno fa, Kozloduj è stato sostituito, tra l'altro anche le pompe di raffreddamento del circuito primario. I sistemi di protezione vennero acquistati dall'industria americana Kinemetrics. Essi nell'eventualità di scosse devono arrestare automaticamente i reattori. Ma ogni disinserimento diminuisce la resa potenziale di un reattore, perciò chi gestisce una centrale tende ad evitare i periodi di arresto. Così l'impianto n. 3 della centrale di Kozloduj rimase in funzione, anche se con una resa del 75%, mentre a mezzanotte del 30 giugno 1982 i meccanici erano in attesa dell'arrivo di una delle pompe di raffreddamento. Alcune valvole di isolamento vennero chiuse. Due ore più tardi i dispositivi di allarme comunicarono la fuoriuscita di refrigerante pesantemente radioattivo. Dato che la fuoriuscita sembrava provenire da tutta l'altra parte nessuno sospettò una zona permeabile fra le valvole di isolamento.

Alcuni operai raggiunsero a carponi la zona ormai contaminata intorno al permutatore termico e venne avviato l'arresto rapido del reattore.

Ma «a causa delle alte temperature e della forte contaminazione delle zone a ridosso del permutatore la falla nel circuito primario non poté essere individuata» (rapporto Iaea).

La fuga di materiale radioattivo continuò per 13 ore - i bulgari non hanno mai comunicato l'entità della perdita, anche il rapporto non contiene cifre al riguardo.

Tubi riparati con nastro adesivo

... A Kanupp nel gennaio 1985 durante il travaso di rifiuti radioattivi un tubo di gomma incominciò a perdere con conseguente fuoriuscita di acqua pesante, contenente fra l'altro tritio radioattivo. Il lavoro dovette essere sospeso. Due giorni dopo il tubo venne riparato con del nastro adesivo. Eppure acqua pesante continuava a gocciare.

«Il proseguimento del travaso - secondo il rapporto Iaea - venne rimandato al turno di lavoro seguente». Questa volta gli operai avvolsero intorno al tubo «un rotolo intero di nastro adesivo, ma il tubo continuava a perdere». Da un'ispezione emerse che, a causa di

oggi tenuti segreti dall'Organizzazione Internazionale per l'Energia Atomica. E il racconto di incidenti, spesso provocati da incompetenza, avvenuti nelle varie centrali sparse in tutto il mondo. Di questo drammatico dossier proponiamo un'ampia sintesi. La traduzione è di Giuliana Catureggi.

oggi tenuti segreti dall'Organizzazione Internazionale per l'Energia Atomica. E il racconto di incidenti, spesso provocati da incompetenza, avvenuti nelle varie centrali sparse in tutto il mondo. Di questo drammatico dossier proponiamo un'ampia sintesi. La traduzione è di Giuliana Catureggi.

... Si avverte ugualmente quanto sia insicura nelle centrali nucleari la vita di tutti i giorni lontana dagli incidenti spettacolari. «Non si può escludere - mise in guardia l'esperto atomico Hirsch - che le scorie s'incastriano per questo». In Francia la reazione dei responsabili fu di estrema calma. Nel rapporto Iaea reso soltanto noto «che nel giro di due anni avevamo intenzione di rimpiazzare tutte le scorie»...

approfittarono del cambio di combustibile per una ispezione accurata del reattore nucleare Chooz A al confine franco-belga, allora vecchio di 17 anni. Con cineprese telecomandate esaminarono le barre di controllo nel reattore, che quando viene avviato il sistema di arresto rapido sono spinte tra le barre di combustibile ma che normalmente regolano il rendimento del reattore.

Sul monitor tv erano chiaramente visibili su tutte le barre di controllo «fessure», «usure per attrito» e «linee di saldatura spezzate». «Non si può escludere - mise in guardia l'esperto atomico Hirsch - che le scorie s'incastriano per questo». In Francia la reazione dei responsabili fu di estrema calma. Nel rapporto Iaea reso soltanto noto «che nel giro di due anni avevamo intenzione di rimpiazzare tutte le scorie»...

Con il nucleare vietato distrarsi

... Il problema di coscienza di errori commessi da tecnici nell'uso degli impianti è più che mai diffuso in Nord America: la causa principale di nove incidenti su undici è l'uomo, con errori da far drizzare i capelli.

A Catawba (South Carolina) il 15 agosto 1985 un ingegnere lascia il proprio posto di controllo per aiutare un collega in un lavoro di routine in un altro impianto del reattore. Prima di andare via si dimentica di interrompere le operazioni di riempimento di un serbatoio nel circuito primario - si sfiora un pericoloso eccesso di pressione.

Quattro giorni dopo un tecnico addetto alla vigilanza tenta per ore di riparare la spia di controllo dell'alimentazione elettrica di emergenza. Solamente al tecnico del turno successivo viene in mente che sia l'alimentazione elettrica d'emergenza ad essere difettosa.

Il 23 luglio del 1985 nella centrale di Fermi (Michigan) un tecnico chiude una valvola, invece di aprirla, «perché non mi erano risultate particolarmente chiare le istruzioni» (rapporto Iaea). Sei giorni dopo si incappa uno dei due sistemi di raffreddamento di emergenza nel circuito primario - si sfiora un pericoloso eccesso di pressione.

Un errore da incompetente il 30 giugno 1985 provoca un incendio nel sistema di raffreddamento di emergenza della centrale di Brunswick (North Carolina); al posto di un relè a corrente continua ne era stato installato uno a corrente alternata.

A Cooper (Nebraska) il 24 agosto 1985 la sostituzione di due cavi ha come risultato un dispositivo di controllo delle valvole assurdo. Tre giorni prima durante un test di manutenzione nessuno si era accorto di nulla.

- Il personale della centrale di Beaver Valley (Pennsylvania) rimane sotto shock quando alla fine dell'agosto 1985 viene riparato il sistema ad aria compressa: solo allora si scopre che le pompe di raffreddamento del sistema di emergenza non funzionano già da tempo...