

**ARCHIVES HISTORIQUES
DE LA COMMISSION**

**COLLECTION RELIEE DES
DOCUMENTS "COM"**

COM (79)238

Vol. 1979/0096

Historical Archives of the European Commission

Disclaimer

Conformément au règlement (CEE, Euratom) n° 354/83 du Conseil du 1er février 1983 concernant l'ouverture au public des archives historiques de la Communauté économique européenne et de la Communauté européenne de l'énergie atomique (JO L 43 du 15.2.1983, p. 1), tel que modifié par le règlement (CE, Euratom) n° 1700/2003 du 22 septembre 2003 (JO L 243 du 27.9.2003, p. 1), ce dossier est ouvert au public. Le cas échéant, les documents classifiés présents dans ce dossier ont été déclassifiés conformément à l'article 5 dudit règlement.

In accordance with Council Regulation (EEC, Euratom) No 354/83 of 1 February 1983 concerning the opening to the public of the historical archives of the European Economic Community and the European Atomic Energy Community (OJ L 43, 15.2.1983, p. 1), as amended by Regulation (EC, Euratom) No 1700/2003 of 22 September 2003 (OJ L 243, 27.9.2003, p. 1), this file is open to the public. Where necessary, classified documents in this file have been declassified in conformity with Article 5 of the aforementioned regulation.

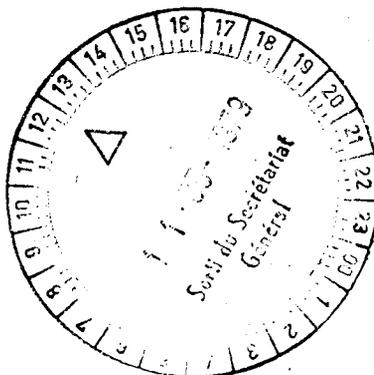
In Übereinstimmung mit der Verordnung (EWG, Euratom) Nr. 354/83 des Rates vom 1. Februar 1983 über die Freigabe der historischen Archive der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft und der Europäischen Atomgemeinschaft (ABl. L 43 vom 15.2.1983, S. 1), geändert durch die Verordnung (EG, Euratom) Nr. 1700/2003 vom 22. September 2003 (ABl. L 243 vom 27.9.2003, S. 1), ist diese Datei der Öffentlichkeit zugänglich. Soweit erforderlich, wurden die Verschlussachen in dieser Datei in Übereinstimmung mit Artikel 5 der genannten Verordnung freigegeben.

COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE

COM(79) 238 def.

Bruxelles, 7 maggio 1979

RAPPORTO SULL'INCIDENTE DELLA CENTRALE ELETTRONUCLEARE DI "THREE MILE ISLAND"



INTRODUZIONE

In seguito all'incidente nella centrale nucleare di "Three Mile Island" negli Stati Uniti, la Commissione delle Comunità europee ha deciso come prima misura di inviare due funzionari negli Stati Uniti per raccogliere informazioni dirette in loco.

Numerosi paesi membri della Comunità e altri paesi, avevano ritenuto necessario inviare dei rappresentanti sul posto. Erano quindi rappresentati il Belgio, la Francia, l'Italia, i Paesi Bassi, la Repubblica federale di Germania ed il Regno Unito.

La "Nuclear Regulatory Commission", organizzazione federale responsabile in materia di sicurezza nel settore nucleare, ha cercato di informare il più rapidamente possibile il pubblico sulla dinamica dell'incidente.

L'Ufficio dei programmi internazionali ha fatto il possibile per mettere a disposizione dei visitatori stranieri le informazioni preliminari mano a mano che gli pervenivano.

Riunioni informative con gli specialisti della NRC su alcuni aspetti dell'incidente hanno consentito uno scambio di idee, chiarendo alcuni punti.

Il 5 aprile 1979 la NRC ha organizzato una visita sul luogo dell'incidente. In questa occasione Harold Denton, responsabile principale della NRC sul posto ha presentato a Middletown, la località più vicina, una relazione sulla situazione della centrale.

Il rapporto che segue sull'incidente e sul relativo corso degli eventi è basato sulle informazioni preliminari, sia orali che scritte, fornite dalla NRC e sulle informazioni contenute nelle relazioni "NUREG" pubblicate dalla NRC sulla centrale in questione, che hanno potuto essere consultate presso il "Public Document Room" a Washington D.C.

Data la natura preliminare delle informazioni, anche il contenuto del presente rapporto va considerato come preliminare e le conclusioni dovranno essere rivedute alla luce dei risultati dell'esame particolareggiato delle informazioni sull'incidente.

Indipendentemente dall'analisi fatta dalla NRC, il presidente Carter ha nominato una commissione di 11 persone che presenterà un rapporto entro sei mesi.

LA CENTRALE NUCLEARE DI THREE MILE ISLAND

Descrizione generale dell'impianto

La centrale di "Three Mile Island" si trova nella zona sudorientale della Pennsylvania, su un'isola di forma allungata lungo la riva orientale del fiume Susquehanna. Dista circa 3 miglia (5 km) da Middletown, l'abitato più vicino e poco più di 10 miglia (16 km) da Harrisburg.

La centrale è di proprietà delle Metropolitan Edison Company, Jersey Central Power and Light Company e Pennsylvania Electric Company. Le tre società proprietarie sono affiliate alla General Public Utilities Corporation.

La centrale Three Mile Island è formata da due unità dotate di reattori ad acqua pressurizzata su progetto Babcock and Wilcox. L'unità 1 ha una potenza netta di 792 Mwe e l'unità 2 una potenza netta di 880 Mwe.

L'incidente è avvenuto nell'unità 2 il 28 marzo 1979, mentre l'unità 1 era ferma per la manutenzione annua.

La costruzione dell'unità 2 TMI è iniziata più di 10 anni fa. Il reattore è diventato critico il 28 marzo 1978 e l'erogazione di energia elettrica alla rete è iniziata il 30 dicembre 1978.

Aspetti importanti della concezione dell'impianto

Negli Stati Uniti i reattori ad acqua pressurizzata (PWR) sono progettati dalla Westinghouse, dalla Combustion Engineering e dalla Babcock and Wilcox.

I reattori europei PWR sono essenzialmente di progettazione europea, ma sono derivati dai Westinghouse. Una centrale nucleare è in costruzione a Mücheln-Kärlich su progetto Babcock-Wilcox (B & W) come la centrale TMI.

Per alcuni aspetti l'unità 2 del TMI differisce notevolmente dalle altre centrali PWR. Le seguenti caratteristiche di progetto possono aver influito sull'evoluzione dell'incidente:

- la disposizione geometrica dei diversi elementi del sistema di raffreddamento primario e il numero di circuiti: il reattore B & W della centrale TMI ha due circuiti di refrigerante primario, ciascuno con un generatore di vapore. Altri PWR (per es.: Westinghouse) hanno tre circuiti di refrigerante primario e tre generatori di vapore;
- caratteristiche dei generatori di vapore: i generatori di vapore B & W sono del tipo a passaggio unico mentre gli altri generatori sono del tipo ad U. Quelli della B & W producono vapore surriscaldato, ma hanno una minore quantità d'acqua sul lato secondario;
- sistema di interventi di sicurezza: nell'impianto TMI il trip della turbina non determina l'arresto rapido del reattore, mentre in altri reattori si ha uno scram in caso di trip della turbina.

Nel TMI l'isolamento automatico dell'involucro di contenimento interviene soltanto in caso di alta pressione (0,28 kg/cm²).

In altri impianti l'isolamento dell'involucro di contenimento interviene in caso di eccesso di pressione nel contenimento o di azionamento del raffreddamento di emergenza del nocciolo (iniezione ad alta pressione). Questo doppio sistema di intervento è quello usato in genere in Europa.

.../...

DESCRIZIONE DELL'INCIDENTE

Alle 4 circa del 28 marzo 1979, il sistema di raffreddamento secondario (non nucleare) dell'impianto TMI ha subito un guasto. Normalmente questo sistema fa circolare l'acqua attraverso i generatori di vapore dell'impianto, dove si trasforma in vapore che passa quindi alla turbina. Il vapore viene quindi condensato e l'acqua di condensa viene pompata attraverso un sistema di depurazione per essere poi rinviata da una pompa di alimento al generatore di vapore.

Un'anomalia al sistema di alimentazione dell'acqua ha provocato l'arresto delle pompe di alimentazione che a loro volta hanno provocato l'arresto della turbina e quindi della produzione di elettricità. Poiché i generatori di vapore non smaltivano il calore in seguito all'arresto della circolazione dell'acqua, la pressione nel sistema di raffreddamento del reattore è aumentata e si è aperta la valvola di sicurezza del pressurizzatore riducendo la pressione nel reattore. Il reattore si è arrestato automaticamente a causa del rapido inserimento programmato delle barre di controllo e la reazione nucleare si è arrestata con produzione di calore residuo o di decadimento. Questi fatti si sono verificati entro 30 secondi dall'inizio dell'incidente.

Fino a questo punto la sequenza è stata normale e la risposta dell'impianto è stata quella prevista. Il sistema ausiliare d'acqua di alimentazione avrebbe dovuto entrare in funzione fornendo refrigerante secondario ai due generatori di vapore dell'impianto per smaltire il calore. Inoltre, la valvola di sicurezza del pressurizzatore avrebbe dovuto chiudersi in seguito alla diminuzione di pressione nel reattore.

Tutte e tre le pompe del sistema ausiliare dell'acqua di alimentazione sono state messe in moto ma non hanno attivato la circolazione perché le valvole erano chiuse. La circolazione dell'acqua di alimentazione ausiliare è ripresa dopo 8 minuti circa con l'apertura delle valvole. Inoltre, la valvola di sicurezza del pressurizzatore non si è chiusa e la pressione del sistema di raffreddamento del reattore ha continuato a diminuire.

Quando la pressione del reattore ha raggiunto il valore di 112 kg/cm² il Sistema di raffreddamento di emergenza del nocciolo (ECCS) è entrato in funzione come progettato ed ha iniziato ad iniettare acqua fredda nel reattore. A questo punto un'indicazione di rapido aumento del livello nel pressurizzatore ha indotto gli operatori dell'impianto ad interrompere la circolazione del sistema di raffreddamento di emergenza. Erano trascorsi 11-12 minuti dall'incidente.

Circa 1 a 2 ore dall'incidente gli operatori hanno arrestato le quattro grandi pompe che fanno circolare il refrigerante nel reattore. In seguito a tale azione è iniziato il grave danno al combustibile nucleare. Nelle ore successive sono state rilevate notevoli differenze di temperatura nel nocciolo indicanti che la circolazione di refrigerante attraverso il nocciolo era limitata.

Si ritiene che l'alta temperatura nel nocciolo abbia prodotto il rigonfiamento e lo scoppio di numerose guaine di combustibile, provocando l'emissione di prodotti di fissione nel refrigerante primario. E' in questo periodo che ha avuto luogo la reazione zirconio-acqua che ha prodotto l'idrogeno. L'idrogeno raccolto alla sommità del contenitore del reattore e le bolle di gas hanno causato problemi alla circolazione del refrigerante primario.

Durante questo periodo di parecchie ore, mentre si verificavano danni al combustibile il refrigerante del sistema di raffreddamento primario del reattore è stato scaricato sul pavimento dell'edificio di contenimento del reattore attraverso la valvola di scarico del pressurizzatore e il serbatoio di drenaggio. Parte di questo refrigerante è stato automaticamente pompato dall'edificio di contenimento del reattore al serbatoio dell'edificio ausiliario. L'acqua è uscita dai serbatoi per troppo pieno con emanazione di radiorattività dall'edificio ausiliario. Lo scarico è stato effettuato in circa 40 minuti. L'edificio di contenimento del reattore è stato chiuso ermeticamente alle 9 circa.

Per tutto il pomeriggio e nella prima mattinata del 28 marzo 1979, gli operatori hanno isolato la valvola di sicurezza non funzionante ed hanno tentato di depressurizzare il sistema di raffreddamento del reattore per poter mettere in funzione il sistema di smaltimento del calore residuo. Poiché questo tentativo non ha avuto successo è stato deciso di ripressurizzare il sistema.

Dopo la ripressurizzazione (ore 20) una delle pompe principali del refrigerante del circuito A è stata riavviata ed il flusso attraverso il nocciolo del reattore è stato ristabilito. Il calore è stato asportato dal reattore attraverso il generatore di vapore e il condensatore. Il sistema primario è stato mantenuto a una pressione di 70 kg/cm² e una temperatura di circa 138°C.

Il raffreddamento del reattore è proseguito essenzialmente in questa forma mentre l'idrogeno del sistema del refrigerante primario è stato evacuato mediante degassazione. Si è avuto così un trasferimento graduale dell'idrogeno dal pressurizzatore scaricandolo nell'involucro di contenimento. Gli altri sforzi sono stati dedicati, essenzialmente a mantenere questa condizione, mentre è stata eseguita una serie di analisi e misure per confermare numerosi parametri. Questi sforzi sono stati diretti verso la preparazione delle fasi successive del processo di raffreddamento.

RILASCI DI ATTIVITA' E ESPOSIZIONE DELL'AMBIENTE

Durante l'incidente si sono verificati scarichi nell'atmosfera soprattutto di gas nobili radioattivi benché si siano rilasciate anche quantità limitate di iodio 131 e cesio 137.

Sono stati effettuati intenzionalmente rilasci di scarichi liquidi radioattivi nel fiume Susquehanna; tali rilasci rientravano probabilmente nei limiti citati nelle specifiche tecniche per l'impianto.

I funzionari governativi hanno valutato a 1,1 mrem la dose media individuale ricevuta durante la prima settimana seguente l'incidente in un raggio di 50 miglia intorno alla centrale. La dose massima assorbita da un individuo che fosse per ipotesi costantemente all'aria aperta nel punto più esposto accessibile al pubblico sarebbe stata inferiore a 100 mrem. A titolo di paragone la dose limite per individuo è 500 mrem/anno e il fondo naturale circa 100 mrem/anno.

L'analisi di diversi campioni di aria e latte ha indicato la presenza di iodio 131 in alcuni casi e nel latte la presenza di tracce di cesio 137; i risultati per l'acqua, il terreno e la vegetazione erano inferiori ai limiti rilevabili. In ogni caso le concentrazioni massime presenti corrispondono a dosi potenziali inferiori al 5% della dose limite annua.

A tutto il 4 aprile, 3 agenti facenti parte del personale della centrale avevano assorbito dosi di circa 4 rem ed altri hanno ricevuto dosi inferiori. La massima dose biologica ammissibile per lavoratore nucleare è di 5 rem/anno.

Da quanto precedentemente indicato è possibile concludere che le dosi ricevute a causa dell'incidente dalla popolazione che vive intorno alla centrale TMI e dal personale della centrale stessa non sono rilevanti dal punto di vista della fisica sanitaria.

MISURE DI EMERGENZA

Lo Stato della Pennsylvania dispone di due organizzazioni per i piani di emergenza:

- il Centro di coordinamento di emergenza per la Pennsylvania (Pennsylvania Emergency Management Agency (PEMA)) con il compito di applicare le misure di protezione della popolazione decise dal governatore;
- il Reparto radiologico del Ministero dell'ambiente (Radiological Assessment Branch of the Environmental Resources Department) che ha il compito di consigliare al governatore dello Stato le misure protettive.

Il PEMA dispone di 4 centri operativi provinciali (Emergency Operation Centers (EOC)), di cui uno a Harrisburg, a cui comunica gli ordini o le raccomandazioni del governatore. Tali centri hanno il compito di avvertire la popolazione.

L'incidente si è verificato il 28 marzo alle ore 4 del mattino. Alle 7 il gerente della centrale ha dichiarato lo stato di emergenza della centrale stessa dopo aver constatato un elevato grado di radioattività nell'edificio di confinamento del reattore. Tuttavia, dato che durante i primi giorni le letture delle dosi effettuate intorno alla centrale restavano basse, non sono state prese misure di intervento fuori della centrale.

Venerdì mattina, 30 marzo alle ore 8,40, lo sfiato di uno dei serbatoi di decadimento dei gas residui attraverso il camino ha causato una dose al camino di 1,2 R/H (più tardi corretta in 0,6 R/H). In seguito a ciò la NRC, dato che non era stata informata dal gerente della sua intenzione di sfiatare i serbatoi e dato che ignorava l'origine del rilascio, ha suggerito al governatore della Pennsylvania di evacuare le donne incinte ed i bambini in età prescolastica da un'area di 5 miglia intorno alla centrale. Il governatore ha pubblicato tale raccomandazione (non un'ingiunzione) alla popolazione alle 12. Il PEMA, con l'aiuto dell'organizzazione per la difesa civile ha dato l'allarme ai residenti di Middletown servendosi di veicoli muniti di altoparlante. (Questa è stata l'unica misura a carattere protettivo presa dal governatore). Misura che

è stata comunque interpretata da tutti come un ordine. Di conseguenza, tutta la popolazione di Middletown in un raggio di 3,5 miglia dalla centrale, ha abbandonato la zona e sono state chiuse 23 scuole. Durante il week-end dal 31 marzo al 1° aprile si è temuto che la bolla di idrogeno del contenitore pressurizzato della centrale di TMI esplodesse, e furono dunque prese disposizioni per evacuare tutta la regione entro un raggio di 25 miglia dalla centrale. Tale ordine di evacuazione non è stato mai impartito, in quanto le autorità temevano che provocasse un mostruoso imbottigliamento. Malgrado ciò, migliaia di persone hanno volontariamente abbandonato la propria casa durante il week-end (le stime varie erano tra 80.000 e 200.000).

Problemi riscontrati durante l'emergenza

Rappresentanti ufficiali della NRC hanno comunicato durante colloqui avuti di aver incontrato i seguenti problemi:

- lo Stato e le autorità locali non erano adeguatamente preparati a un tale tipo di emergenza; (nel 1974 la società Edison scrisse alle autorità del comune di Middletown che "anche il massimo incidente prevedibile considerato dalla AEC non avrebbe richiesto l'evacuazione della città di Middletown ... si può dunque affermare che non è necessario disporre di itinerari specifici di evacuazione ...");
- la raccomandazione di evacuazione selettiva avallata dal governatore ha avuto conseguenze inattese. Altri hanno pensato: "Perché io no?" E' quindi più del 50% della popolazione che si trovava nella zona delle 5 miglia (25.000 persone) ha abbandonato la regione e nella zona delle 25 miglia (650.000 persone) almeno il 10% (secondo alcuni il 30%);
- il Ministero della sanità, dell'istruzione e degli affari sociali (Department of Health, Education and Welfare (HEW)) ha definito gli orientamenti per la protezione, raccomandando la distribuzione di un prodotto per il blocco della tiroide (ioduro di potassio (KI)) alla popolazione in caso di rilasci di iodio radioattivo. Quando si è verificato l'incidente non erano reperibili dosi di KI (il Ministero aveva appena iniziato i contatti con i produttori di KI). Due giorni dopo l'incidente furono caricate, per essere inviate a Middletown 50.000 fiale di KI in forma liquida. Ma dato che le fughe di iodio nell'ambiente erano restate basse, tali fiale non sono state usate;

- diverse organizzazioni hanno partecipato al controllo dell'ambiente:

- lo Stato della Pennsylvania
- il Department of the Environment (Ministero dell'ambiente)
- l'Environment Protection Agency (Agenzia per la protezione dell'ambiente)
- la NRC.

Durante i primi tre giorni ci sono stati lunghissimi ritardi nel controllo dei risultati. Alcuni campioni sono pervenuti molti giorni dopo il loro prelievo; alcuni sono stati inviati senza indicazione del luogo di prelievo, o senza data (che invece sono molto importanti per decidere le misure protettive);

- inizialmente, si sono avuti numerosi problemi di comunicazione tra il gerente della centrale, la NRC ed il governo. Successivamente alcune linee telefoniche di collegamento permanente tra le diverse organizzazioni interessate sono state installate da operatori della società dei telefoni presenti in permanenza sul posto.

.../...

CONCLUSIONI

In base ad un'analisi preliminare, secondo la NRC è possibile che i seguenti 6 potenziali guasti abbiano determinato l'incidente al nocciolo e lo scarico di radioattività dell'impianto del TMI.

1. Al verificarsi della causa prima dell'incidente, mancanza d'acqua di alimentazione, ambidue le valvole del circuito ausiliario dell'acqua di alimentazione erano chiuse.
2. La valvola di sicurezza elettromagnetica del pressurizzatore, che si è aperta durante l'aumento iniziale di pressione, non si è chiusa quando la pressione è scesa sotto il livello di azionamento della valvola.
3. In seguito alla rapida depressurizzazione del pressurizzatore, l'indicazione di livello del pressurizzatore può aver fatto erroneamente pensare all'esistenza di un alto livello nel sistema di raffreddamento del reattore. L'indicazione del livello del pressurizzatore evidentemente indusse gli operatori ad arrestare prematuramente l'iniezione ad alta pressione, nonostante esistessero notevoli vuoti nel sistema di raffreddamento del reattore.
4. Poiché l'involucro di contenimento non viene isolato all'inizio dell'iniezione ad alta pressione (HPI), l'acqua ad alta radioattività scaricata dalla valvola di sicurezza è stata pompata fuori dal contenitore in seguito all'avviamento automatico di una pompa di travaso. Tale acqua è entrata nel sistema di trattamento dei residui radioattivi dell'edificio ausiliario e parte di essa è traboccata sul pavimento. L'eliminazione di gas da questa acqua attraverso il sistema di ventilazione e i filtri dell'edificio ausiliario ha costituito la fonte principale di scarico all'esterno di gas nobili radioattivi.
5. In conseguenza, il sistema di iniezione ad alta pressione ha funzionato ad interruzione nel tentativo di regolare le perdite di refrigerante primario attraverso la valvola di sicurezza elettromagnetica di sfogo, basata evidentemente sull'indicazione del livello del pressurizzatore. A causa della presenza di vapore e/o di vuoti non condensabili in altre parti del sistema di raffreddamento del reattore, si è verificata un'ulteriore riduzione della quantità di refrigerante primario.

6. L'arresto delle pompe di raffreddamento del reattore durante il regime transitorio, quale protezione contro danni alla pompa dovuti alle vibrazioni, ha provocato danni al combustibile in quanto i vuoti creatisi nel sistema di raffreddamento del reattore hanno impedito la circolazione naturale.

In seguito a tale analisi la NRC ha elaborato un elenco di azioni che tutti gli operatori di reattori ad acqua leggera in funzione dovranno intraprendere. Tale elenco verrà anche inoltrato agli operatori dei reattori ad acqua leggera in Europa.

Fra i sei guasti potenziali, uno (2) è puramente meccanico, uno (4) è dovuto ad un errore di progetto e uno (1) ad un errore umano. Tre degli incidenti (3) (5) (6) possono essere considerati come una combinazione di guasti meccanici e di errori umani.

L'incidente più importante, che ha dato il via a tutta la sequenza degli eventi, è la chiusura delle valvole del sistema di alimentazione ausiliario dei generatori di vapore. Il funzionamento del reattore in tali condizioni costituisce una flagrante violazione delle norme della NRC contenute nelle specifiche tecniche dell'impianto (NUREG 0432-app. A Feb. 8/1978), secondo le quali: "tre pompe indipendenti di alimentazione di emergenza del generatore di vapore e le relative condotte dovranno essere operative ...". Senza tale violazione l'incidente non si sarebbe verificato. Resta inoltre da vedere per quale motivo soltanto 8 minuti più tardi si sia cercato di aprire le valvole.

La mancata chiusura della valvola elettromagnetica di sicurezza quando la pressione è scesa sotto il livello di intervento ha costituito un guasto meccanico. Non si spiega tuttavia per qual motivo l'iniziativa di isolare tale valvola sia stata presa soltanto più di due ore dopo l'inizio dell'incidente.

Sembra che l'interruzione prematura del raffreddamento del nocciolo mediante iniezione ad alta pressione sia dovuta ad un'errata indicazione di livello. Ci si chiede peraltro se gli operatori disponessero di altri dati relativi agli strumenti.

In base alle informazioni attualmente disponibili, l'errata indicazione di livello deve essere considerata un guasto meccanico. Si potrebbe però trattare anche di un errore di progettazione qualora l'indicatore di livello non fosse stato progettato per funzionare in condizioni di variazioni di pressione e con bolle di gas nel sistema, come si è verificato durante l'incidente.

Nel TMI l'isolamento dell'involucro di contenimento è iniziato soltanto dopo il raggiungimento dell'alta pressione nell'involucro stesso (0,28 kg/cm²), e ciò è avvenuto soltanto 5 ore dopo l'inizio dell'incidente. In altri impianti, l'involucro del reattore viene isolato anche quando entra in funzione il sistema di raffreddamento di emergenza del nocciolo. Se ciò fosse avvenuto nel TMI, l'acqua ad alta radioattività del primario non sarebbe stata pompata nell'edificio ausiliario. Si tratta di un errore di progettazione che riduce la capacità dell'involucro di limitare lo scarico di attività.

Il funzionamento intermittente del sistema di raffreddamento di emergenza del nocciolo è avvenuto in seguito all'indicazione di livello nel pressurizzatore. Questa indicazione, probabilmente errata, ha determinato l'interruzione prematura dell'iniezione ad alta pressione e su di essa si possono ripetere i commenti già fatti precedentemente.

L'arresto delle pompe di raffreddamento del primario era basato sulla supposizione che la circolazione naturale sarebbe stata sufficiente a raffreddare il reattore fermo. Tuttavia, nelle prove relative al raffreddamento a circolazione naturale non sono state simulate le condizioni di bassa pressione verificatesi durante l'incidente, né si è tenuto conto dell'eventuale presenza di bolle di gas nel sistema primario. Gli operatori dell'impianto non si sono resi conto di tale diversità delle condizioni.

Sull'incidente possono inoltre essere fatte le seguenti osservazioni, a carattere preliminare, e perciò suscettibili di essere rivedute quando si disporrà di maggiori informazioni.

Errori umani

- Gli errori umani verificatisi mostrano la necessità di dedicare maggiore attenzione:

- 1) alla preparazione tecnica degli operatori dell'impianto: gli operatori dovrebbero avere un livello tecnico tale da non prendere mai decisioni come il bloccaggio di un sistema importante, in violazione delle specifiche tecniche;
- 2) all'ispezione degli impianti nucleari: è di primaria importanza un controllo rigoroso e continuo da parte di un organismo indipendente. La NRC ha già effettuato controlli permanenti in alcuni impianti nucleari. Ed è probabile che l'impiego degli ispettori residenti nel sito venga accelerato.

- Dopo l'inizio dell'incidente e nelle ore cruciali che seguirono l'operatore dell'impianto avrebbe dovuto prendere talune difficili ed importanti decisioni, alcune delle quali sono state probabilmente sbagliate. Dovrebbero pertanto essere istituite squadre tecniche di assistenza che possano essere inviate immediatamente in un impianto in difficoltà per assistere l'operante nelle sue decisioni.

Errori di progetto

- L'azionamento a distanza delle valvole di spurgo del contenitore del reattore non è possibile nel TMI né in nessun altro reattore ad acqua leggera, in quanto l'apertura accidentale delle valvole potrebbe provocare un incidente di perdita di refrigerante. Tale punto dovrebbe essere riesaminato in base all'esperienza dell'incidente del TMI. Il telefunzionamento delle valvole di spurgo avrebbe potuto permettere lo scarico dell'idrogeno dal contenitore pressurizzato.
- Sembra che il controllo degli scarichi nel camino dell'edificio ausiliario non abbia funzionato correttamente. Poiché tali rivelatori debbono dare le informazioni definitive sui rischi radiologici per

l'ambiente e sulle misure di emergenza necessarie dovrebbero essere comunque a prova di guasto in qualsiasi circostanza.

- La capacità dei serbatoi di raccolta dei residui liquidi e gassosi era troppo ridotta; durante l'incidente essi dovettero essere scaricati diverse volte nell'ambiente e nuovi serbatoi dovettero essere trasportati in fretta al sito per immagazzinare i residui liquidi. La formazione di residui durante un incidente dovrebbe perciò essere presa in considerazione nel calcolo della capacità di deposito.

Programmazione delle misure di emergenza

Le autorità dello Stato della Pennsylvania e le autorità locali non erano pronte ad affrontare un tale caso di emergenza. L'incidente ha mostrato che la programmazione dei servizi di emergenza dovrebbe essere oggetto di particolare attenzione specialmente per quanto riguarda:

- incidenti di riferimento per i quali devono essere elaborati programmi di emergenza;
- fissazione dei livelli dell'azione protettiva;
- responsabilità specifiche delle organizzazioni partecipanti;
- attrezzature e personale di emergenza;
- sistemi di comunicazione;
- strade di evacuazione e centri di accoglimento;
- distribuzione di prodotti per il blocco della tiroide (KI);
- programmi e gruppi di controllo ambientale;
- addestramento del personale addetto agli interventi di emergenza.

Conseguenze radiologiche dell'incidente

Secondo i risultati dell'inchiesta le dosi assorbite dalla popolazione circostante in conseguenza dell'incidente sono basse rispetto alle dosi limiti. Anche la contaminazione ambientale è stata minima e fino al 4 aprile anche l'esposizione degli addetti rientrava nei limiti annuali. Dal punto di vista sanitario le conseguenze dell'incidente non possono perciò essere considerate significative.

Valutazione di sicurezza

L'incidente del TMI ha dimostrato che i sistemi di sicurezza hanno saputo limitare a livelli accettabili le emissioni di radioattività nell'ambiente. Tuttavia gli eventi hanno mostrato che negli studi di valutazione della sicurezza riguardanti il reattore ad acqua pressurizzata non sono stati ancora esaminati tutti i principali eventi possibili e in particolare la formazione di idrogeno nelle reazioni zirconio-acqua e l'accumulazione di idrogeno nelle parte superiore del contenitore pressurizzato, che sono causa di difficoltà di raffreddamento e di rischi di esplosione. Occorrerà quindi riconsaminare la valutazione di sicurezza dei reattori PWR in rapporto a tali problemi.

Informazioni

Il pubblico americano sembra essere abbastanza ben informato sull'energia nucleare e sui suoi rischi. In generale le azioni del pubblico anche durante le fasi più critiche dell'incidente non possono essere considerate esagerate. Inoltre i sondaggi d'opinione hanno mostrato che l'atteggiamento nei confronti dell'energia nucleare, che era piuttosto positivo, non è cambiato notevolmente in seguito all'incidente.

Nel corso dell'incidente le autorità americane e in particolare la NRC si sono continuamente preoccupate di rendere pubbliche tutte le informazioni disponibili come è dimostrato particolarmente dalle informazioni trasmesse via telex dalle ambasciate americane di tutto il mondo. L'ufficio della NRC per i programmi internazionali ha anche organizzato riunioni di informazione per i tecnici stranieri.

tale disponibilità a diffondere tutte le informazioni è stata tanto più apprezzata in quanto la NRC doveva valutare con particolare cautela i fatti, a causa delle vaste conseguenze a cui potrebbe portare qualsiasi conclusione prematura.
