

Disastro di Chernobyl



Casa nei pressi di Pripyat abbandonata dopo il disastro di Chernobyl

Il disastro di Chernobyl (Чернобильська катастрофа in ucraino) fu il più grave incidente mai occorso ad un impianto nucleare civile. Avvenne il 26 aprile 1986 con l'esplosione del reattore N°4 della centrale nucleare di Chernobyl in Ucraina (allora parte dell'Unione Sovietica), vicino al confine con la Bielorussia. Va sottolineato che le esplosioni non furono in nessun caso di tipo nucleare (reazione a catena incontrollata) bensì chimica, cioè causate da reazioni fra sostanze chimiche innescate dalle elevatissime temperature raggiunte. In seguito alle esplosioni, dalla centrale si sollevarono delle nubi di materiali radioattivi che raggiunsero l'Europa orientale e la Scandinavia oltre alla parte occidentale dell'URSS. Vaste aree vicine alla centrale furono pesantemente contaminate rendendo necessaria l'evacuazione e il reinsediamento in altre zone di circa 336.000 persone. Le repubbliche, adesso separate, di Ucraina, Bielorussia e Russia sono ancora oggi gravate dagli ingenti costi di decontaminazione. Secondo l'UNSCEAR si è registrato negli anni un notevole aumento dei casi di tumori alla tiroide negli abitanti della zona colpita, a causa dell'esposizione allo iodio radioattivo. Va precisato che probabilmente una gran parte di questi tumori avrebbe potuto essere prevenuta somministrando tempestivamente alla popolazione iodio stabile immediatamente dopo l'avvenimento, cosa che non avvenne per mancanza di un piano di emergenza e di scorte di iodio, oltre che per la volontà politica sovietica di nascondere l'accaduto. Si sono inoltre registrati casi di leucemia nei lavoratori (cosiddetti "liquidatori") che parteciparono alle operazioni di messa in sicurezza e bonifica dell'impianto. Pur non escludendone la possibilità, l'UNSCEAR non ha rilevato altri significativi effetti sulla salute direttamente legati all'esposizione a radionuclidi.

La centrale



Area di Chernobyl

La centrale di Chernobyl è situata vicino all'insediamento di Pripyat, in Ucraina, 18 km a nord-ovest della città di Chernobyl e 110 km a nord della capitale Kiev, e dista 16 km dal confine con la Bielorussia. L'impianto era composto da quattro reattori, ognuno in grado di produrre 1 gigawatt di energia elettrica (3.2 gigawatt di energia termica); i quattro reattori, insieme, producevano circa il 10% dell'elettricità ucraina. La costruzione dell'impianto iniziò negli anni '70, il reattore numero 1 fu commissionato nel 1977, e fu seguito dai reattori 2 (1978), 3 (1981), e 4 (1983). Altri due reattori (i 5 e 6, da 1 GW ciascuno) erano in fase di costruzione quando si verificò l'incidente. I reattori erano di tipo RBMK-1000, un reattore a canali, moderato a grafite e refrigerato ad acqua. Una caratteristica di questo reattore è quella di operare a coefficiente di vuoto positivo, cioè, con l'aumentare della temperatura, la reazione nucleare, anziché moderarsi, aumenta. Tale caratteristica è vietata nei reattori occidentali per motivi di sicurezza. Infatti se manca il liquido refrigerante, il reattore deve essere in grado di spegnersi autonomamente, senza interventi umani o di mezzi meccanici. Il fine del reattore era la produzione di elettricità per uso civile e di plutonio ad uso militare. Per aumentare l'efficienza del sistema erano state adottate alcune soluzioni tecniche che ne diminuivano la sicurezza. Innanzitutto la scelta della grafite come moderatore: questa sostanza viene utilizzata per moderare i neutroni e soprattutto per facilitare la produzione di plutonio-239. Poco dopo il suo completamento, fu aperta un'indagine a cura del KGB per verificare le effettive carenze strutturali e la povertà dei materiali usati. Lo stesso presidente di allora del KGB, Juri Andropov si prese la responsabilità di verificare di persona la correzione degli errori strutturali.

L'incidente



L'abitato di Prip'yat e sullo sfondo la centrale

Il 26 aprile 1986 alle ore 01:23:58 locali, nel corso di una prova, definita di sicurezza, in cui si voleva verificare se la turbina potesse continuare a produrre energia per inerzia anche quando il circuito di raffreddamento fosse stato incapace di produrre vapore, vennero disabilitati alcuni circuiti di emergenza, l'impianto di raffreddamento secondario e poi quello principale.

Le cause

Riguardo le cause dell'incidente esistono due ipotesi contrastanti. La prima, pubblicata nell'agosto 1986 attribuiva tutta la responsabilità agli operatori dell'impianto. La seconda, pubblicata nel 1991, attribuiva l'incidente anche a debolezze nel progetto del reattore RBMK, in particolare alle barre di controllo. Inoltre gli operatori della centrale non erano a conoscenza dei problemi del reattore. Secondo uno di loro, Anatolij Dyatlov, i progettisti sapevano che il reattore era pericoloso in certe condizioni, ma nascosero intenzionalmente tale informazione. In aggiunta il personale dell'impianto era composto per la maggior parte da operatori non qualificati per il reattore RBMK: il direttore, V.P. Bryukhanov, aveva esperienza di impianti a carbone; anche il capo ingegnere, Nikolai Fomin, proveniva da impianti convenzionali; anche Anatolij Dyatlov, capo ingegnere dei reattori 3 e 4 aveva solo una limitata esperienza con reattori nucleari, per lo più su piccoli esemplari di reattori VVER progettati per i sottomarini nucleari sovietici.

In particolare

- Il reattore RBMK ha un coefficiente di vuoto pericolosamente positivo, questo significa che le bolle di vapore, che si formano nell'acqua usata come refrigerante, incrementano la reazione nucleare in modo incontrollato. Ancora

- peggio, alle basse potenze, il coefficiente positivo non è compensato da altri fattori, rendendo il reattore instabile e pericoloso in tali condizioni.
- Il reattore RBMK presentava un difetto nelle barre di controllo (oggi corretto). Normalmente inserendo le barre di controllo in reattore nucleare si riduce la reazione. Nel reattore RBMK le barre di controllo terminano con gli "estensori" (la parte finale lunga circa 1 metro) in grafite, mentre la parte funzionale, che riduce la reazione assorbendo neutroni, è in carbonato di boro. Questo significa che quando si inseriscono le barre, gli estensori rimpiazzano l'acqua refrigerante (che assorbe neutroni) con la grafite (che fa da moderatore di neutroni) e quindi inizialmente, per pochi secondi, si ottiene un incremento della reazione. Questo comportamento contro-intuitivo era ignoto agli operatori della centrale. Tale anomalia creò un problema nel 1983 in Lituania con un reattore dello stesso tipo.
 - Le condutture dell'acqua nel nocciolo scorrono in direzione verticale (come peraltro in moltissime tipologie di reattori). Questo crea un gradiente di temperatura (la temperatura dell'acqua aumenta salendo) nei tubi; inoltre il sistema diviene sempre meno efficiente all'aumentare della temperatura (il "tappo" di acqua più calda nella cima delle tubazioni riduce l'efficacia del refrigerante).
 - Gli operatori commisero diverse gravissime violazioni delle procedure, e questo insieme alla scarsa comunicazione tra gli addetti alla sicurezza e gli operatori che dovevano condurre l'esperimento contribuì all'incidente.

In particolare gli operatori disattivarono i sistemi di sicurezza del reattore, che è proibito dai manuali operativi dell'impianto. Secondo il rapporto dell'agosto 1986 della commissione governativa, gli operatori rimossero almeno 204 barre di controllo delle 211 presenti, lasciandone solo 7. Anche questa condizione è vietata dai manuali operativi, che pongono a 30 il numero minimo assoluto di barre nel reattore RBMK-1000 in funzione.

Resta da considerare inoltre che nel 1982 il reattore numero 1, a causa di manovre errate effettuate dal personale tecnico, ha subito la distruzione dell'elemento centrale del reattore. L'esplosione, seppur infinitamente più piccola di quella del 26 aprile 1986, ha causato il rilascio di radioattività nell'atmosfera. Il fatto non è mai stato reso pubblico prima dell'incidente del 1986. Non sono state prese alcune misure di sicurezza e l'impianto non è stato assolutamente migliorato per far fronte a futuri altri problemi.

Gli eventi



Pripyat: una città fantasma

Il 25 aprile 1986 era programmato lo spegnimento del reattore numero 4 per normali operazioni di manutenzione. Si approfittò della recente fermata per manutenzione del reattore per eseguire il test sulla capacità delle turbine di generare elettricità sufficiente per alimentare i sistemi di sicurezza (in particolare le pompe dell'acqua refrigerante) nel caso in cui non fossero alimentati dall'esterno. I reattori come quello di Chernobyl avevano due generatori diesel di emergenza, ma non erano attivabili istantaneamente. Quindi si voleva sfruttare il momento d'inerzia residuo nelle turbine ancora in rotazione, ma disconnesse dal reattore, per alimentare le pompe durante l'avvio dei generatori diesel. Il test era già stato condotto su un altro reattore (ma con tutti i sistemi di sicurezza attivi) ed aveva dato esito negativo (cioè l'energia elettrica prodotta dall'inerzia delle turbine era insufficiente ad alimentare le pompe), ma erano state apportate delle migliorie alle turbine, che richiedevano un nuovo test di verifica. La potenza del reattore numero 4 doveva essere ridotta dai normali 3200 MW termici a 1000 MW termici per condurre il test in sicurezza. Tuttavia l'inizio del test fu ritardato di 9 ore, e dopo gli operatori ridussero la potenza troppo rapidamente, raggiungendo una potenza di soli 30 MW termici. Come conseguenza, la concentrazione di xeno-135 aumentò notevolmente (normalmente è consumata dal reattore stesso a potenze più elevate). Sebbene il calo di potenza fosse vicino al massimo ammesso dalle norme di sicurezza si decise di non eseguire lo spegnimento completo, ma di continuare l'esperimento. Inoltre si decise di accelerare l'esperimento facendo risalire la potenza a soli 200 MW termici. Per contrastare l'eccesso di xeno-135 che assorbiva neutroni furono estratte quasi tutte le barre di controllo, ben oltre i limiti delle norme di sicurezza che prevedono almeno 30 barre inserite. Questa azione ebbe conseguenze drammatiche. Seguendo l'esperimento alle 01:05 del 26 aprile le pompe dell'acqua furono alimentate direttamente dalle turbine dei generatori, ma la quantità di acqua immessa superò i limiti di sicurezza. Il flusso di acqua aumentò, e poiché l'acqua assorbe neutroni, alle 01:19 fu necessaria la rimozione delle barre di controllo manuali, portando così il reattore in una situazione molto instabile e

pericolosa. La situazione instabile non era riportata in alcun modo sui pannelli di controllo, e nessuno degli operatori in sala controllo era conscio del pericolo. Alle 01:23:04 iniziò l'esperimento. Venne staccata l'alimentazione alle pompe dell'acqua, che continuarono a girare per inerzia. La turbina venne scollegata dal reattore; con il surriscaldamento dell'acqua, i tubi si riempirono di sacche di vapore. Il reattore RBMK ha un coefficiente di vuoto molto positivo e quindi la reazione crebbe rapidamente al ridursi della capacità di assorbimento di neutroni da parte dell'acqua di raffreddamento, diventando sempre meno stabile e sempre più pericoloso. Alle 01:23:40 gli operatori azionarono il tasto AZ-5 (*Rapid Emergency Defense 5*) che esegue il cosiddetto "SCRAM", cioè l'arresto di emergenza del reattore che inserisce tutte le barre di controllo incluse quelle manuali incautamente estratte in precedenza. Non è chiaro se l'azione fu eseguita come misura di emergenza, o semplicemente come normale procedura di spegnimento a conclusione dell'esperimento, dato che il reattore doveva essere spento comunque per la manutenzione programmata. Di solito l'operazione di "SCRAM" viene ordinata a seguito di un rapido ed inatteso aumento di potenza. D'altro canto, Anatoly Dyatlov, capo ingegnere dell'impianto di Chernobyl al tempo dell'incidente scrisse:

Prima delle 01:23:40 il sistema di controllo centralizzato ... non registrò alcun cambio dei parametri da poter giustificare lo "SCRAM". La commissione ... raccogliendo ed analizzando una grande quantità di dati, come indicato nel rapporto, non ha determinato il motivo per cui fu ordinato lo "SCRAM". Non c'era necessità di cercare il motivo. Il reattore veniva semplicemente spento al termine dell'esperimento.

A causa della lenta velocità del meccanismo di inserimento delle barre di controllo (che richiede 18-20 secondi per il completamento) e dell'estremità (estensori) in grafite che rimpiazza l'acqua di raffreddamento, lo SCRAM causò un rapido aumento della reazione. L'aumento di temperatura deformò i canali delle barre di controllo, al punto che le barre si bloccarono a circa un terzo del loro cammino, e quindi non furono più in grado di arrestare la reazione. Alle 01:23:47 la potenza del reattore raggiunse i 30 GW termici, dieci volte la potenza normale. A questo punto le barre di combustibile iniziarono a fondere ed inoltre, a tale temperatura, l'acqua può reagire con lo zirconio di cui sono in genere fatte le tubazioni degli impianti nucleari, producendo idrogeno gassoso. Pertanto la pressione aumentò fino a causare la rottura delle tubazioni e quindi il contatto fra vapore, grafite incandescente, idrogeno ed aria che fece esplodere la copertura del reattore, distruggendo gli impianti di raffreddamento e facendo crollare il fabbricato sovrastante. Per ridurre i costi l'impianto era stato costruito con un contenimento parziale, che escludeva la sommità del reattore e questo ha consentito la dispersione dei contaminanti radioattivi nell'atmosfera. C'è però da riflettere sul fatto che l'esplosione dell'idrogeno sarebbe in ogni caso stata difficile da contenere, in quanto in genere anche i più massicci contenimenti secondari in calcestruzzo non resistono oltre le 2-3 atmosfere di pressione. L'incendio della grafite ormai esposta all'aria contribuì ulteriormente alla diffusione di materiale radioattivo nell'ambiente anche se il movimento d'aria impedì

al nocciolo di fondere. Ci sono alcune controversie sulla sequenza degli eventi dopo le ore 01:22:30 a causa di alcune incongruenze tra i testimoni oculari e le registrazioni. La versione comunemente accettata è quella descritta sopra. Secondo questa ricostruzione la prima esplosione avvenne intorno alle 01:23:47, sette secondi dopo il comando di SCRAM. Talvolta è stato detto che l'esplosione avvenne prima o immediatamente dopo lo SCRAM (questa era la versione di lavoro della commissione sovietica di studio sull'incidente). Questa distinzione è importante, poiché, se il reattore esplose diversi secondi dopo lo SCRAM, il disastro è da attribuirsi al progetto delle barre di controllo, mentre se l'esplosione è al tempo dello SCRAM la responsabilità principale sarebbe degli operatori. A complicare la ricostruzione alle ore 01:23:39 fu registrato, nell'area di Chernobyl, un debole evento sismico di magnitudo 2,5. Inoltre il tasto di SCRAM fu premuto più di una volta, ma la persona che lo ha fatto materialmente è deceduta due settimane dopo l'incidente per l'esposizione prolungata alle radiazioni. Nel gennaio 1993 la AIEA ha rivisto l'analisi dell'incidente attribuendo la causa principale al progetto del reattore e non agli operatori. Nel 1986 la stessa AIEA aveva indicato negli operatori la causa principale dell'incidente.

Livello delle radiazioni



Ingresso alla "Zona di Alienazione" attorno a Černobyl' e Pripjat'

Immediatamente furono mandati operatori della centrale per effettuare rilevamenti attrezzati di soli contatori Geiger e mascherine di tipo chirurgico. Un operatore incaricato tornò con dei dati sconcertanti. Le radiazioni nei pressi del reattore misuravano ben 20,000 Röntgen/ora. Considerato che in una città europea la pietra misura circa 20 micro-Röntgen, ovvero 0,00002 Röntgen, il valore rilevato nei pressi della centrale era 1 miliardo di volte superiore a quello naturale. Sono sufficienti 500 Röntgen per uccidere un essere umano distribuiti in un lasso di 5 ore. Molti operatori furono esposti ad una dose mortale di radiazioni nell'arco di pochi minuti. Pochissimi strumenti di rilevazione erano in grado di rilevare al massimo 360'000 Röntgen/ora (R/h) e vennero impiegati quindi strumenti che non erano in grado di riportare 20'000 R/h ma solamente 3,6 R/h. In alcune zone, visto che la propagazione delle radiazioni è a macchia di leopardo, i valori stimati superavano di oltre 5000 volte il valore riportato dagli strumenti meno efficienti. A causa dei valori fuori scala riportati, il capo ingegnere Alexander Akimov suppose quindi che il reattore fosse

ancora intatto. Nonostante questo rimase, senza alcun indumento protettivo, nel reattore n°4 della centrale assieme alla sua squadra. Morì assieme ad altri suoi colleghi a distanza di pochi giorni, nel maggio del 1986, per la prolungata esposizione alle radiazioni. Le misure di sicurezza adottate immediatamente dopo il verificarsi dell'esplosione, coinvolsero migliaia di vigili del fuoco e militari accorsi immediatamente sul luogo del disastro. Benché la situazione apparve nell'immediato critica, la città di Pripjat non venne evacuata immediatamente. Il mattino del 26 aprile 1986 è stato documentato da Vladimir Shevchenko che, non consapevole dei rischi a cui era sottoposto, si avventurò nella zona fortemente contaminata senza alcuna precauzione e a causa delle radiazioni si ammalò e morì anche lui dopo lunga malattia. Nel suo filmato sono visibili le migliaia di mezzi dell'esercito accorsi sul luogo.

L'incendio

La squadra capitanata dal tenente Vladimir Pravik arrivò sul luogo del disastro per prima con il comando di spegnere un incendio causato da un corto circuito. Non erano stati informati della tossicità dei fumi e del materiale caduto dopo l'esplosione nell'area circostante la centrale. Alle 5:00 del mattino alcuni incendi sul tetto e attorno all'area erano stati estinti. Pravik morì il 9 maggio 1986, 13 giorni dopo l'esplosione e così morirono altri vigili del fuoco in azione la mattina del 26 aprile 1986. Il reattore continuò a bruciare per giorni e venne spento con l'ausilio di elicotteri che sganciarono tonnellate di boro, silicati, sabbia e dolomia, unici materiali in grado di estinguere un incendio di tale natura. Si ricordano le vittime dell'elicottero precipitato durante una manovra di sgancio materiali il cui equipaggio era composto da quattro giovani piloti: Volodymyr Kostyantynovyc Vorobyov, Oleksandr Yevhenovych Yunhkind, Leonid Ivanonovych Khrystych e Mykola Oleksandrovich Hanzhuk.

Dichiarazioni

Il governo Sovietico inizialmente cercò di tenere nascosta la notizia di un grave incidente nucleare. Impiegarono diversi giorni per rendersi conto della gravità del fatto ma nonostante la situazione risultasse da subito disperata un velo di omertà si stese sull'ex URSS. Poche ore dopo l'incidente, nella relativamente vicina Svezia, le apparecchiature della centrale di Forsmark, rilevarono alti livelli di radiazione nell'aria. Supposero, visto l'elevato livello dei dati, che vi fosse una falla all'interno di una delle loro centrali e quindi cominciarono immediatamente a fare controlli in tutti i loro impianti. Assicuratisi che le loro centrali erano perfettamente in sicurezza, cominciarono a cercare altrove la fonte delle radiazioni e giunsero così fino in Unione Sovietica. Chiesero spiegazioni al governo e chiesero loro perché non era stato avvisato nessuno. Dapprima il governo sminuì la cosa ma ormai gli svedesi, con i loro controlli, avevano messo al corrente l'Europa intera che un grave incidente era occorso in una centrale sovietica. Il mondo intero cominciò a fare pressione e finalmente rilasciarono le prime e scarse dichiarazioni sull'incidente che fecero il giro

del mondo. Intanto sull'Europa intera si riversavano piogge contaminate e le radiazioni si spargevano a macchia di leopardo su campi, villaggi, città.

Evacuazione

La commissione d'inchiesta capitanata da Valeri Legasov giunse a Pripjat la sera del 26 aprile. Viste le condizioni di numerose persone già sotto terapia decisero la notte del 27 aprile l'evacuazione della città. Fu detto ai cittadini di portare con sé pochi effetti personali, che sarebbero stati trasferiti in misura precauzionale e che in breve tempo avrebbero potuto far ritorno alle loro abitazioni. Le autorità sovietiche iniziarono ad evacuare la popolazione dell'area circostante Chernobyl 36 ore dopo l'incidente. Giunsero da Kiev decine di autobus che successivamente vennero abbandonati in una sorta di cimitero nella zona interdetta, dove ancora oggi si possono osservare migliaia di mezzi utilizzati per lo sgombero e la gestione della zona. Molti sono veicoli militari. L'evacuazione è stata documentata da Michail Nazareno e si può notare la sottile calma che quel giorno imperversava in città. Nessuno era realmente conscio di ciò che stava accadendo. Decine di persone si soffermarono fino a tardi, la notte dell'esplosione, per ammirare la luce scintillante sopra il reattore. Vennero direttamente bombardati dalle radiazioni. Nel maggio 1986, circa un mese dopo, tutti i residenti nel raggio di 30 km dall'impianto, circa 116.000 persone, erano stati trasferiti. Secondo i rilievi degli scienziati dell'International Chernobyl Project, 28.000 km² furono contaminati da cesio-137 in quantità superiori a 185 kBq/m². In quest'area vivevano circa 830.000 persone. Approssimativamente 10.500 km² furono contaminati da cesio-137 in quantità superiori a 555 kBq/m². Di questi 7.000 km² si trovano in Bielorussia, 2.000 km² nella Federazione Russa e 1.500 km² in Ucraina. Circa 250.000 persone vivevano in questa zona.

Rimozione dei detriti

650'000 persone nell'arco del primo anno si sono susseguite nell'azione di pulizia dell'area contaminata e altre 150'000 negli anni successivi. Sono ricordati come liquidatori o anche Bio-robots e in memoria del loro lavoro sorgono numerosi monumenti. Arrivarono dove le macchine non erano in grado di avanzare o dove semplicemente venivano messe fuori uso dai detriti, dalle polveri e dalle radiazioni. I primi liquidatori furono coloro che vennero incaricati di prelevare i blocchi di grafite dal tetto per gettarli a braccia dentro allo squarcio dove si trovava il reattore. Vennero informati a questo punto dei rischi e moltissimi non indugiarono un momento pur essendo consapevoli che avrebbero potuto morire di lì a poco. Erano sottoposti a turni di 40 secondi l'uno. Dovevano uscire sul tetto, caricare a braccia un blocco di grafite di circa 50 chilogrammi di peso e buttarlo il più rapidamente possibile nello squarcio. Alcuni dovevano invece, con l'ausilio di un badile, spalare i detriti sempre all'interno del reattore. Erano protetti da indumenti che potevano garantire soltanto un minimo di protezione dalle radiazioni. Fu promesso loro che al termine di un monte ore di servizio sul sito del disastro avrebbero avuto il diritto alla pensione anticipata di tipo

militare. Tra i liquidatori c'erano numerosi civili provenienti da tutta l'ex Unione Sovietica.

Effetto dei detriti

Il 9 maggio 1986, le 5 tonnellate di boro, dolomia, argilla e carburo di boro scaricate sul reattore per spegnere l'incendio della grafite, gravarono tanto sul reattore già distrutto e crollarono ulteriormente dentro la voragine. Da questo ulteriore crollo si spigionò una nuova nuvola radioattiva che causò un rilascio di materiale di fissione che si sparse in un raggio di 35 chilometri, già evacuati, attorno alla centrale.

Galleria

Secondo gli esperti vi erano buone possibilità che il nocciolo ancora incandescente e pieno di attività potesse sprofondare ulteriormente arrivando a contatto con l'acqua delle falde, causando così nuove esplosioni e la fusione del nocciolo. Vennero chiamati dei minatori che lavorarono a braccia sotto il reattore scavando un tunnel per isolare la struttura soprastante dal terreno. Spesso mascherine protettive impedivano loro di respirare la sotto, in condizioni al limite del sopportabile. Molte precauzioni non furono adottate e anche tra questi minatori ci furono molte vittime.

Il sarcofago

Tra gli 800'000 liquidatori si trovano anche coloro che si adoperarono per la costruzione del sarcofago esterno. Il primo anno furono ben 650'000 che si alternarono per la pulizia e la realizzazione dello scudo protettivo. Il reattore necessitava di essere isolato assieme ai detriti dell'esplosione al più presto possibile, che comprendevano 180 tonnellate di combustibile e pulviscolo altamente radioattivo e 740'000 metri cubi di macerie contaminate. Fu quindi progettata la realizzazione di un sarcofago di contenimento per far fronte all'emergenza. Viste le necessità furono impiegati una fila di camion come fondamenta delle pareti di cemento, per un totale di 300'000 tonnellate, erette per il contenimento del reattore e la struttura portante del sarcofago sono le stesse macerie del reattore numero 4 e materiale metallico (1000 tonnellate), il che rende il complesso sia instabile che poco sicuro. La volta è sostenuta da tre corpi principali che sorreggono la copertura superiore costituita da tubi di 1 metro di diametro e di pannelli di acciaio. La parete sud è realizzata prevalentemente da pannelli di acciaio che alzandosi per alcune decine di metri si inclinano di circa 115 gradi per poi concludere verticalmente formando il tetto. La parete est è la parete non collassata dello stesso reattore mentre la parete a nord è un puzzle di acciaio, cemento e mura semidistrutte. La parete ovest, quella più spesso impressa sulle foto, per la sua complessità è stata realizzata a parte e poi montata con l'ausilio di gru sulla facciata. E' stato creato a tempo record tra il maggio ed il novembre 1986 ma ogni anno, proprio per la povertà dei materiali usati e per la mancanza di una più seria progettazione, nuove falle si aprono sulla struttura, per un totale di oltre 1000 metri quadrati di superficie. Alcune fessure raggiungono

dimensioni tali da potervi lasciar passare tranquillamente un'automobile, pari a circa 10/15 metri di diametro. La pioggia vi si infiltra all'interno e rischia di contaminare le falde seppur sotto il reattore sia stato costruito a braccia un tunnel per isolare il nocciolo fuso dal terreno. Circa 2200 metri cubi di acqua si riversano all'interno del sarcofago ogni anno facendo aumentare di 10 volte il peso delle fondamenta che va da un minimo di 20 fino ad un massimo di 200 tonnellate per metro quadrato. Il basamento è sprofondato di 4 metri permettendo l'infiltrarsi di materiale radioattivo nelle falde acquifere che sono correlate ai fiumi Pripyat e Dniepr che a loro volta portano il loro carico fino al mar Nero. 30 milioni di persone lungo il corso dei fiumi si servono di essi. La temperatura all'interno del sarcofago, raggiunge in alcuni punti, ancora oggi, 1000 gradi centigradi in prossimità del nocciolo, e tale temperatura contribuisce al costante indebolimento e alla deformazione della struttura. L'attuale sarcofago non è mai stato dichiarato come una struttura di contenimento permanente. Ad aggravare la situazione è la sismicità della zona del Pripyat.

All'interno del sarcofago

All'interno del sarcofago si trovano quindi le macerie dell'intera struttura che conteneva il reattore. Si impiegò moltissimo per poter conoscere cosa si trovava sotto le macerie e i detriti scaricati. I tecnici in azione in quel periodo critico riferiscono che era terribile lavorare in quelle condizioni sempre con un contatore Geiger a portata di mano e che spesso rilevavano una radioattività tollerabile come 1 o 5 R/h ma spesso bastava voltare l'angolo per dover scappare davanti a 500 R/h. Dopo la costruzione dello scudo di acciaio e cemento, nelle pareti in muratura interne rimaste, sono stati effettuati dei buchi per ispezionare mediante l'uso di telecamere ed apparecchiature radiocomandate la condizione interna dell'edificio semidistrutto. Inizialmente i tecnici e gli operatori supposero di trovare il reattore sepolto là sotto tra le macerie ma con loro grande stupore, si resero conto che non era rimasto più niente. Dopo breve tempo si resero conto che si era letteralmente sciolto assieme al nocciolo, colando lungo i piani sottostanti. Il lava radioattivo ha formato una stalagmite dalla curiosa forma che assomiglia ad un "piede d'elefante" e proprio così è stata ribattezzata. È formata dal reattore e dal nocciolo fusi ed è composta da uranio, cesio, plutonio, grafite ed altro materiale. È altamente radioattiva ed un essere umano morirebbe intossicato nell'arco di pochi minuti o secondi se si avvicinasse. Il video del Piede d'elefante è stato realizzato tramite apparecchiatura radiocomandata. Resterà radioattivo per migliaia di anni. Se il sarcofago dovesse crollare le possibilità di un evento catastrofico sono molto più che plausibili. Il 95% del materiale radioattivo ed ancora altamente contaminante è racchiuso nel sarcofago e nella massa fusa del piede d'elefante. Un evento di questo tipo sarebbe infinitamente più grave di quello accorso nel 1986 e le sue conseguenze sarebbero impossibili da quantificare.

Nuovo Sarcofago

Nel 1997 al vertice del G7 a Denver, fu fondata la Chernobyl Shelter Fund per raccogliere fondi per mettere in sicurezza il reattore. Il nuovo progetto prevede la

costruzione di un nuovo sarcofago di diversa concezione, realizzato con materiali più sicuri e montato su binari. La struttura a cupola successivamente dovrebbe essere spinta fino sopra il vecchio sarcofago così da evitare agli addetti ai lavori l'esposizione diretta alle radiazioni. Nel 1998 il costo stimato per la sua progettazione e realizzazione raggiungeva i 780 milioni di dollari. Ora è levitato oltre il miliardo di dollari. Metterebbe in sicurezza il sito per circa 100 anni. La Shelter Implementation Plan (SIP) è una cooperativa che si adopera per raccogliere i fondi per la realizzazione della nuova cupola, che la sola Ucraina non sarebbe in grado di supportare. La SIP è composta e supportata dall'Unione Europea, dagli Stati Uniti e dalla stessa Ucraina. Le uniche modifiche apportate al sarcofago fino ai nostri giorni sono state la realizzazione di accessi per la manutenzione ed il monitoraggio del tetto ed un sistema per il controllo delle polveri. Il progetto del nuovo sarcofago (NSC) prevede la realizzazione di una struttura a doppia volta (una sopra l'altra) di altezza massima pari a 92.5 metri e costituita da un totale di 85 elementi. Parte della struttura verrà costruita esternamente al sito e verrà assemblato il tutto a 180 metri di distanza dal reattore. Gli archi saranno composti da materiale tubolare d'acciaio resistente e relativamente leggero per diminuire il peso della struttura e i costi d'assemblaggio e successivamente verranno ricoperti con tre strati di pannelli poi ulteriormente rivestiti di Lexan, resina termoplastica di policarbonato in grado di prevenire l'accumularsi di particelle radioattive tra i vari corpi della volta. Tra l'arco superiore, di campata pari a 270 metri e quello inferiore, di campata pari a 240 metri, intercorre nel punto più alto uno spazio di 12 metri. Saranno realizzate 12 doppie volte di una lunghezza di 13,5 metri e una volta assemblate formeranno un unico corpo lungo oltre 150 metri. D'opodiché verranno costruite delle pareti laterali e non verranno più sfruttate le macerie ed il vecchio sarcofago come struttura portante. Si cercherà di rendere il tutto meno pesante possibile e gli scavi per la costruzione delle fondamenta saranno minimi per evitare di smuovere terreno in superficie ancora fortemente contaminato formato da terra, sabbia, detriti della costruzione del primo sarcofago e scorie radioattive. Verranno posati dei binari per spostare la struttura direttamente sopra il sarcofago così da evitare agli operai che realizzeranno la struttura l'esposizione alle radiazioni. Il progetto finito il 12 febbraio 2004 è stato approvato un mese dopo dal governo Ucraino è ancora sottoposto a continue verifiche e non si sa precisamente quando e come verrà realizzato. Il 26 aprile 2007 venne dichiarato che il sito di costruzione è in fase di preparazione ma l'articolo non specifica altro. Il 17 settembre 2007 la BBC ha dichiarato che stanno susseguendosi i lavori. Sono previsti 5 anni per il completamento del NSC ma la mancanza dei fondi necessari e i continui intoppi burocratici ed economici potranno far subire alterazioni alle stime di realizzazione.

Conseguenze immediate

200 persone furono ricoverate immediatamente, di cui 31 morirono (28 di queste per l'esposizione diretta alle radiazioni). Molti di loro erano pompieri e addetti che cercarono di mantenere l'incidente sotto controllo e che non erano stati informati di quanto pericolosa fosse l'esposizione diretta alle radiazioni. 135.000 abitanti furono evacuati dalla zona, inclusi tutti i 50.000 abitanti della vicina città di Pripyat. La

contaminazione provocata dall'incidente di Chernobyl non interessò solo le aree vicine alla centrale ma si diffuse irregolarmente secondo le condizioni atmosferiche. Ricerche condotte da scienziati sovietici ed occidentali indicano che il 60% delle zone contaminate si trova in Bielorussia. Anche una vasta area a sud di Bryansk, in Russia e parti dell'Ucraina nord-occidentale furono contaminate.

Impatto a breve termine

Lavoratori e soccorritori

I lavoratori coinvolti nelle pulizie e nella sistemazione della centrale dopo l'incidente ricevettero alte dosi di radiazioni. Soprattutto nella prima fase dei lavori essi hanno operato in condizioni al limite della sopravvivenza. Nella maggior parte dei casi queste persone non erano equipaggiate con dosimetri individuali per misurare la quantità di radiazioni ricevute, così gli esperti possono solo stimare le loro dosi. Anche nei casi in cui venivano utilizzati i dosimetri le procedure dosimetriche variavano. Secondo le stime sovietiche, nella pulizia dell'area evacuata furono impiegate 800.000 persone, molti dei quali però entrarono nella zona due anni dopo l'incidente, Il numero di addetti alla pulizia che lavorarono nella zona entro un anno dal disastro, i liquidatori, è stato stimato attorno ai 226'000, questi lavoratori ricevettero una dose media stimata sui 60 millisievert. In molti casi, come dimostrato dalle registrazioni tra gli elicotteristi e le centrali operative, i militari sovietici rifiutavano volontariamente il *turn over*, che avrebbe potuto metterli al riparo da conseguenze anche mortali. Spesso questo accadde contravvenendo agli ordini. Tutti i soccorritori ed i lavoratori sapevano di rischiare la vita, in quanto non equipaggiati di tute protettive.

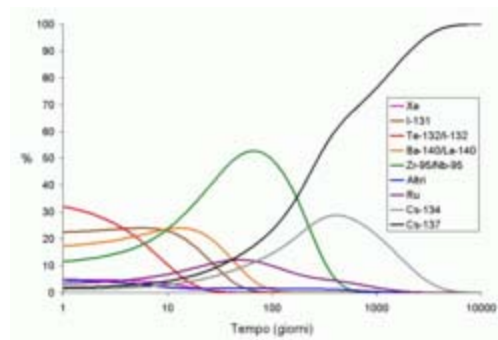
Civili

Alcuni bambini nelle zone colpite, bevendo il latte locale, assunsero iodio-131, un isotopo con tempo di dimezzamento relativamente breve, con un assorbimento di radiazioni alla tiroide fino a 50 gray. Molti studi hanno rilevato che l'incidenza del cancro alla tiroide sui bambini bielorussi, ucraini e russi è aumentata sensibilmente. L'AIEA ha rilevato «1800 casi documentati di cancro alla tiroide in bambini che all'epoca dell'incidente avevano un'età compresa tra 0 e 14 anni, dato di molto superiore alla media» ma non è riuscita a fare previsione sull'incidenza futura del fenomeno. Fonti di associazioni umanitarie parlano di 11'000 casi nella sola Bielorussia dal 1986 ad oggi. I tumori tiroidei infantili che sono stati diagnosticati sono per lo più carcinomi papillari di un tipo più aggressivo di quello classico. Se diagnosticati prima che raggiungano uno stadio troppo avanzato, questi tumori possono essere curati mediante intervento chirurgico, solitamente seguito da terapia specifica. Ad oggi, sembra che quasi tutti i casi diagnosticati siano stati curati con successo. Il ritardo nella somministrazione di trattamenti allo iodio nei bambini che nel 1986 vivevano nella zona circostante all'impianto, ha compromesso il successo delle terapie alle quali molti di loro hanno dovuto ricorrere successivamente.

Vittime a breve termine

Durante l'esplosione del nocciolo morirono due lavoratori della centrale travolti dai detriti. Tra le circa 1000 persone che si trovavano nella centrale durante il disastro e i pompieri che intervennero per spegnere l'incendio 134 contrassero la sindrome da intossicazione radioattiva acuta avendo ricevuto dosi di radiazioni comprese tra i 2 e i 20 gray. Di queste 28 morirono nel 1986 e 19 nei vent'anni successivi. In totale un rapporto della FAO poi confermato dal Chernobyl Forum stima che vi siano state 58 vittime del disastro dal 1986 al 2006.

Impatto a lungo termine



Contributi dei diversi radioisotopi alla radioattività (nell'aria) dopo il disastro di Chernobyl. Il grafico si basa sui dati del rapporto dell'OECD.

Subito dopo l'incidente la principale preoccupazione derivò dalla presenza nell'area di iodio-131, un isotopo radioattivo dall'emivita di 8 giorni. Ora le preoccupazioni si concentrano sulla contaminazione del suolo con stronzio-90 e cesio-137, che hanno un tempo di dimezzamento di circa 30 anni. I più alti valori di cesio-137 si trovano sugli strati superficiali del terreno, da dove vengono assorbiti da piante e funghi e quindi entrano nella catena alimentare locale. Test recenti hanno dimostrato che il livello di cesio-137 negli alberi continua a crescere. La principale fonte di eliminazione sarà il degrado naturale del cesio-137 nel più stabile bario-137, dato che la dispersione che avviene con le precipitazioni e le acque sotterranee è trascurabile.

Impatto globale

È stato calcolato «citazione necessaria» che l'incidente di Chernobyl abbia rilasciato una quantità di radiazioni pari a 200 volte a quelle rilasciate in occasione della bomba caduta su Hiroshima. L'impatto dell'incidente è di scala globale, i reali danni sono inquantificabili. Alcuni ritengono tuttavia che altre azioni quali gli esperimenti nucleari del XX secolo abbiano liberato quantità di radiazioni ancora maggiori. Si stima che il livello di radiazioni sia pari a 1 miliardo di giga-becquerel o 20 milioni di Curie. Sono stati contaminati 155'000 kmq, un territorio vasto come metà della superficie italiana.

Impatto sull'ambiente



Mappa della contaminazione di cesio-137 in Bielorussia, Ucraina, Russia

Secondo gli scienziati sovietici convenuti alla Prima Conferenza Internazionale sugli aspetti radiologici e biologici dell'incidente di Chernobyl (tenutasi nel settembre del 1990), i livelli di fallout nell'area compresa nel raggio di 10 km dall'impianto furono registrati fino a $4,81 \text{ GBq/m}^2$. La cosiddetta *foresta rossa* di pini uccisi dalle radiazioni si trova immediatamente dietro l'impianto. La foresta rossa ricopriva circa 4 km^2 ; solo i pini morirono mentre le betulle e i pioppi sopravvissero. La foresta rossa è stata così soprannominata perché gli evacuati riportarono che nei giorni seguenti al disastro gli alberi diventarono rossi, probabilmente a causa del massiccio fallout radioattivo. L'evacuazione della zona che circonda l'impianto ha generato un rifugio unico per la fauna selvatica. Non si sa se la contaminazione da radiazioni avrà effetti a lungo termine sulla flora e la fauna della regione, poiché le piante e gli animali hanno tolleranze radiologiche significativamente diverse e varie da quella degli uomini. Comunque, sembra che la biodiversità nella zona dell'incidente sia aumentata in seguito all'assenza delle attività umane. La zona è nota per essere silenziosa, segno che non è ancora stata ripopolata dagli uccelli.

Effetti a lungo termine sui civili

Gli studi epidemiologici sulle conseguenze del disastro nell'ex-Unione Sovietica sono stati impediti da mancanza di fondi, e da strutture sanitarie con poca o nessuna esperienza nel settore. Sono stati enfatizzati cicli di esami piuttosto che studi epidemiologici approfonditi. Sforzi internazionali di organizzare tali studi sono stati ostacolati dagli stessi motivi, specialmente dalla mancanza di adeguate infrastrutture

scientifiche. Grazie alla campagna di esami e al registro oncologico fondato in Bielorussia è stato rilevato un aumento dell'incidenza del cancro alla tiroide sui bambini residenti nelle aree di Bielorussia, Ucraina e Russia colpite dal disastro. In particolar modo in Bielorussia questo tipo di tumore è aumentato esponenzialmente arrivando a toccare gli 11'000 casi. Secondo gli esperti i risultati della maggior parte degli studi epidemiologici condotti sino ad ora devono essere considerati comunque provvisori, in quanto l'analisi completa degli effetti sulla salute dell'incidente è un processo tuttora in corso. Molte fonti concordano che le difese immunitarie si sono abbassate nei bambini e nei ragazzi che vivono nelle terre colpite dal fall out nucleare. Le attività intraprese da Bielorussia e Ucraina in seguito all'incidente (bonifiche ambientali, evacuazioni e reinsediamenti, sviluppo di fonti alimentari non contaminate, misure sanitarie pubbliche) hanno pesato molto sui governi di questi paesi. Agenzie internazionali e governi stranieri hanno fornito assistenza logistica ed umanitaria. Inoltre grazie agli sforzi della Commissione Europea e dell'OMS per rafforzare le strutture di ricerca epidemiologica in Russia, Ucraina e Bielorussia si stanno gettando le basi per consentire a questi stati in futuro di poter portare avanti studi epidemiologici autonomi.

Impatto Sociale

Circa 300 mila persone hanno dovuto trasferirsi dai dintorni della centrale verso territori più sicuri, la loro qualità di vita è diminuita e molti si sono ritrovati disoccupati o in condizione di povertà; tra gli sfollati sono statisticamente più alti il numero di suicidi e di alcolizzati. Un ondata di povertà si è abbattuta su Ucraina e in particolar modo in Bielorussia dove lo stipendio medio mensile arriva a sfiorare i 40 Euro. Come conseguenza rientra l'alcoolismo e la tossicodipendenza e quindi un elevato tasso di suicidi e di malattie legate all'uso di siringhe infette come epatiti e AIDS. La gente di Kiev (Ucraina) sostiene di morire in povertà. Infatti il tasso di povertà infantile è aumentato del 150% rispetto quelli mondiali. Ovviamente, a causa della povertà, si verificano ancora numerosi casi di tubercolosi e difterite a causa dell'impossibilità di nutrirsi e scaldarsi in modo adeguato. Il personale medico scarseggia. I pochi che hanno avuto la possibilità di trasferirsi hanno colto l'occasione, anche i medici nonostante lo stipendio nella zona contaminata sia doppio rispetto a quello normalmente previsto. Mancano medicinali, attrezzature professionali, cibo specifico per gli ospedali a causa delle gravissime condizioni economiche in cui versano Russia, Bielorussia ed Ucraina. Molte città non furono evacuate per l'impossibilità del governo, di trasferire migliaia di persone. Lo stesso governo Bielorusso spende un quarto dell'erario per tamponare i danni causati dall'incidente.

Vittime a lungo termine



Monumento in ricordo delle vittime del disastro

Non è possibile stimare con precisione il numero di vittime dovute alle radiazioni, le stime più recenti e neutrali provengono dal Chernobyl Forum e contemplano effetti sulla popolazione delle aree limitrofe al reattore e delle aree maggiormente colpite dalla ricaduta di scorie, quest'ultime per lo più in Bielorussia e Ucraina. La popolazione è stata anche divisa in individui che erano adulti all'epoca dei fatti e individui che erano in età infantile. Gli studi citati per 20 anni come neutrali ed effettuati dall'UNSCEAR e dall'OMS e poi dal Chernobyl Forum, sono discordanti con un altro studio prodotto da gruppi e personalità contrarie al nucleare comprendente: gruppi del parlamento europeo, Greenpeace e alcune fondazioni mediche in Gran Bretagna, Germania, Ucraina e Scandinavia.

Vittime secondo istituzioni contrarie al nucleare

Nel rapporto promosso da gruppi e personalità contrari al nucleare e presente nel sito di Greenpeace^[2], si citano valori delle sole forme tumorali pari a 270 mila casi fra Ucraina, Bielorussia e Russia collegabili a Chernobyl. 93 mila riguardano persone destinate al decesso. Il rapporto è molto ampio ma offre spesso solo valutazioni grossolane a percentuali di problemi come la sterilità, aborti, danni al sistema immunologico, al sistema endocrino, difetti cromosomici, invecchiamento precoce, malattie psichiatriche, malattie cardiovascolari e del sangue e malattie generiche riconducibili alle radiazioni. Da cui verranno presumibilmente altre vittime da imputare alla radioattività.

Critica ai dati di Greenpeace

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) così come le altre Agenzie delle Nazioni Unite partecipanti al Chernobyl Forum, contestano sia le cifre fornite dal rapporto di Greenpeace, sia il metodo adottato, considerandolo non scientifico, e ribadendo che lo studio effettuato da oltre 100 esperti internazionali e pubblicato nel rapporto del Chernobyl Forum è quello valido e ne confermano i dati.

Vittime secondo il rapporto del Chernobyl Forum

È stato riscontrato che circa 4000 individui hanno sviluppato tumori alla tiroide direttamente attribuibili all'accumulo di iodio 131 radioattivo all'interno dell'organo. La fascia di popolazione più colpita fu la più giovane (0-14 anni), per la maggiore assunzione quotidiana dello iodio, soprattutto attraverso il consumo di latte dove lo iodio 131 era presente. Fortunatamente le probabilità di guarigione da questo tipo di tumori è molto alta (fino al 99% per i casi legati a Chernobyl, il 90% nei paesi occidentali) se trattato tempestivamente e di conseguenza le vittime sono state relativamente poche, 15 secondo il rapporto dell'OMS. Gli altri guarirono, anche se ovviamente sono ancora tenuti sotto controllo. Spesso, soprattutto in organismi ancora debilitati come quelli di anziani e bambini, si hanno delle ricadute e la presenza di metastasi non è infrequente. È da segnalare che in questo caso le reticenze e le lentezze sovietiche nel lanciare l'allarme furono fatali. Sarebbe infatti bastato somministrare subito dello iodio non radioattivo alla popolazione più giovane, per evitare che quello radioattivo si accumulasse nella loro tiroide. L'emergenza sarebbe stata superata rapidamente poiché la radioattività dello iodio 131 dura molto poco: la sua vita media (tempo di dimezzamento) è infatti di soli 8 giorni. Negli anni successivi all'incidente sia le istituzioni sovietiche, sia molte organizzazioni internazionali (tra cui l'Organizzazione Mondiale della Sanità) hanno condotto un'azione di sorveglianza sanitaria sulla popolazione, 5-6 milioni di persone della regione a lungo raggio intorno Chernobyl irradiate da piccole dosi di radiazioni. L'andamento epidemiologico, cioè statistico, di decessi dovuti a tumori e leucemie non ha mostrato sempre secondo l'OMS, variazioni di rilievo in confronto alla situazione precedente il disastro. Non è stato cioè possibile registrare aumenti vistosi, variazioni chiaramente distinguibili da fluttuazioni casuali, dei decessi dovuti a queste patologie rispetto alla media considerata "normale" di incidenza, che è di circa il 25% di decessi nella popolazione umana. Tuttavia, studi di Agenzie specializzate dell'ONU e le conclusioni del Chernobyl Forum arrivano a stimare in 4000 decessi aggiuntivi per tumori e leucemie sull'arco degli 80 anni successivi al disastro, da sommarsi al 25% di quei 6 milioni della popolazione presa in esame, cioè 1,5 milioni di persone che comunque morirà per malattie oncologiche per cause non legate all'incidente. Le 4000 vittime presunte rappresentano meno dell'1% del totale, percentuale troppo piccola su un arco di 80 anni per essere chiaramente osservabile, distinguibile statisticamente rispetto a fluttuazioni casuali. Sempre secondo le Agenzie dell'ONU che hanno seguito la situazione dopo il disastro, non ci sono state variazioni di rilievo nel numero di malformazioni alla nascita anche se rimane alto il tasso di aborti spontanei legati a malformazioni e fetali ed il numero di bambini nati con anomalie genetiche costituisca un 3% sulle nascite totali della Bielorussia. Il bilancio fornito dal Chernobyl Forum per le vittime sia a corto sia a lungo termine si riassume dunque in: 2 lavoratori morti immediatamente per le esplosioni iniziali; 28 morti nei mesi successivi dei 237 gravemente irradiati fra i 400-1000 lavoratori e pompieri che accorsero a spegnere l'incendio; 19 di questi ultimi che morirono negli anni fra il 1987 e il 2005; 9 morti fra i 4000 casi di tumore alla tiroide. A questo totale di morti accertate come causate direttamente dal disastro, si devono infine

aggiungere i 4000 morti presunti per tumori e leucemie che non sarà possibile registrare direttamente in osservazioni epidemiologiche, ma che si aggiungeranno al numero normale di decessi per queste patologie. Nel 2005 l'OMS revisionò le quote ufficiali delle vittime portando da 28 a 50 il numero dei decessi causati dal disastro e a 4000 il numero delle persone ammalate di cancro tiroideo in conseguenza all'intossicazione da materiale radioattivo.

Confronto con altri disastri

Per fare un paragone durante il disastro di Bhopal in India morirono 4000 persone in una sola notte e, si stima, circa 30 mila nel giro di qualche mese, ed un totale di 500 mila intossicati, senza tenere conto dell'aumento dei decessi negli anni successivi dovuti a tumori e leucemie per cui non esistono studi. È da tenere in considerazione che i dintorni di Chernobyl erano (e tuttora sono) molto meno popolati dei dintorni di Bhopal. Paragoni con altri disastri imputabili all'approvvigionamento dell'energia sono ugualmente possibili come il disastro di Mayak, forse più simile trattandosi anche quest'ultimo di una strage di natura nucleare avvenuta nell'ex Unione Sovietica che ha coinvolto milioni di persone dal 1951 sino ad oggi. Il disastro di Mayak risulta come una delle tragedie ambientali più drammatiche dell'intera storia.

Critica ai dati dell'OMS

Alcuni giornali hanno riportato le lamentele di operatori sanitari ucraini che inviavano i propri dossier con elevati numeri di casi di cancro all'OMS ma tali documenti non venivano presi in considerazione e per l'OMS le vittime continuavano e continuano ad essere 4000 fino ad oggi. La giustificazione per il dato di 4000 affetti di cancro è formulata da alcuni esperti che ritengono che all'epoca dell'incidente non vi fosse interesse nell'indagare e nel mettere in discussione quel numero offerto da istituzioni russe in quanto si era in era post URSS. Altri ritengono che l'industria nucleare abbia intenzionalmente nascosto la verità tramite l'OMS. Eugenia Stepanova, una ricercatrice del centro scientifico del governo ucraino afferma: «Siamo pieni di casi di cancro alla tiroide, leucemie e mutazioni genetiche non registrati nei dati dell'OMS e che erano praticamente sconosciuti 20 anni fa». «Studi mostrano che 34.499 persone che presero parte alla ripulitura di Chernobyl sono morte di cancro dopo la catastrofe», afferma Nikolai Omelyanetes, vice capo della commissione nazionale per la protezione dalle radiazioni ucraina, inoltre secondo Omelyanetes il tasso di mortalità infantile è aumentato fra il 20 e il 30%. Omelyanetes afferma inoltre che «Tutte queste informazioni sono state ignorate dall'Aiea e dall'Oms: gliele abbiamo mandate a marzo dello scorso anno (2005 ndr) e poi nuovamente a giugno. Non hanno detto perché non le hanno accettate». Va tuttavia fatto notare come tal Omelyanetes venga nominato solo su questo articolo di "Newton", e siano ricercabili su Internet solamente citazioni di questo stesso articolo, il che pone in dubbio la sua credibilità. La partecipazione al Chernobyl Forum dei governi di Russia, Ucraina e Bielorussia stessa inoltre appare in contrasto con la

considerazione dell'Omelyanetes circa il fatto che i dati non sarebbero stati accettati, essendo presente il Governo del quale l'Omelyanetes è dichiarato funzionario.

Chernobyl dopo l'incidente

I problemi alla centrale di Chernobyl non finirono con il disastro avvenuto nel reattore N°4. Il governo ucraino continuò a mantenere operativi i tre reattori rimanenti a causa della scarsità di energia elettrica nel paese. Nel 1991 divampò un incendio nel reattore N°2, in seguito le autorità lo dichiararono danneggiato irreparabilmente e fu dismesso. Il reattore N°1 fu decommissionato nel novembre 1996 nell'ambito di accordi stipulati tra il governo ucraino e le organizzazioni internazionali come l'AIEA. Il 15 Dicembre del 2000, con una cerimonia ufficiale, il presidente ucraino Leonid Kučma premette personalmente l'interruttore per lo spegnimento del reattore n° 3, cessando definitivamente ogni attività nell'intero impianto.

Necessità di future riparazioni

Il sarcofago non è un contenitore permanente e duraturo per il reattore distrutto a causa della sua affrettata costruzione, spesso eseguita a distanza con l'impiego di robot industriali; Inoltre il progetto originario aveva considerato una durata massima del sarcofago di 30 anni, in quanto esso era stato previsto solo come misura di emergenza temporanea per dare il tempo di realizzare una struttura permanente, e ci stiamo avvicinando pericolosamente a quel limite. L'edificio sta invecchiando male e c'è il rischio concreto che un piccolo terremoto o il peso di una forte nevicata possa distruggerlo. Se il sarcofago collassasse potrebbe esserci il rilascio di un'altra nube di polvere radioattiva. L'invecchiamento precoce del sarcofago è da imputare al forte livello di radioattività che indebolisce i materiali usati per la sua costruzione. «La struttura in cemento armato, il cosiddetto sarcofago, costruito a tappe forzate nel 1986 per sigillare quel che resta del combustibile nucleare fuso a oltre mille gradi, è sottoposta a un incessante processo di deformazione e indebolimento», informa l'ingegnere Julia Marusic. Sono stati discussi molti piani per la costruzione di un contenitore più duraturo ma, finora, si sono rivelati tutti troppo costosi e pericolosi da mettere in atto. Il costo previsto per la nuova copertura si aggira attorno al miliardo di euro e forse anche di più, la difficoltà nel reperire i fondi è evidente e fino ad oggi sembra siano stati promessi soltanto i due terzi della somma necessaria. I costi dovuti a questo genere di incidenti vengono assorbiti dalla collettività, in particolare il governo ucraino aspetta che arrivino fondi dall'Europa.