

MIRCO ELENA

CHERNÓBYL: LEZIONI DA UN DISASTRO

ABSTRACT - ELENA M., 2016 - Chernóbyl: Lessons from a Disaster.

Atti Acc. Rov. Agiati, a. 266, 2016, ser. IX, vol. VI, B: 99-106.

The Chernóbyl disaster represents the most severe, and until now only industrial accident to have contaminated an area of continental dimensions. Numerous are the causes of this dramatic event; from their study we can learn useful lessons, useful to try to prevent similar accidents from happening in the future. Chernóbyl has demonstrated the importance of human factors in causing disasters; careful analysis of this accident demonstrates that technological measures alone cannot provide total safety, unless a plant is constructed by applying measures based on fundamental physics principles which could result in its intrinsic safety..

KEY WORDS - Nuclear disasters; Radioactive pollution; Technological risks; Human error; Democracy; Public safety.

RIASSUNTO - ELENA M., 2016 - Chernóbyl: lezioni da un disastro.

Il più grave disastro industriale, il primo ad avere conseguenze su scala continentale, ha avuto cause molto diverse. Dal loro studio possiamo trarre numerosi insegnamenti, utili ad evitare il ripetersi di tragedie analoghe. Chernóbyl ha evidenziato l'importanza dei fattori umani nel causare disastri. Difficilmente le sole misure tecniche possono fornire una sicurezza totale, a meno che gli impianti adottino misure basate su principi fisici di base capaci di garantirne la sicurezza intrinseca.

PAROLE CHIAVE - Disastri nucleari; Inquinamento radioattivo; Rischi tecnologici; Errori umani; Democrazia; Sicurezza industriale.

Come è noto, l'energia nucleare è stata inizialmente sviluppata per scopi militari e solo in un secondo tempo ha avuto anche importanti applicazioni civili. L'avvincente storia di come sia stato possibile dominare energie tanto enormi, nascoste in spazi talmente piccoli da risultare quasi inimmaginabili, evidenzia purtroppo i pesanti inquinamenti dovuti alla scarsa sensibilità ambientale dei decenni passati e soprattutto alla priorità assoluta data allo sviluppo degli armamenti atomici. Le necessità militari avevano priorità assoluta e quindi la protezione delle aree circostanti gli

impianti e delle loro popolazioni passava in secondo piano. Per capire la gravità di certe situazioni che si sono venute a creare, basta esaminare i casi di Hanford (stato di Washington, Usa) e di Mayak/lago Karachay (Russia). Ma si sono anche avuti veri e propri gravi incidenti ai reattori, come nei casi di Windscale, Three Mile Island, Chernóbyl e Fukushima.

Questi incidenti, in particolare quelli avvenuti negli ultimi decenni, hanno avuto grande risonanza mediatica ed il loro effetto è stato quello di convincere molte persone della pericolosità – percepita o reale – delle tecnologie atomiche. In alcuni casi la dinamica dell'incidente e l'ampiezza delle conseguenze furono tali da rendere quasi inevitabile questa fama sinistra. È in particolare il caso di Chernóbyl.

Nel corso di un esperimento di sicurezza, programmato per la notte tra il 25 e il 26 aprile 1986, mal pensato e ancor peggio condotto, uno dei quattro reattori della centrale elettronucleare di Chernóbyl giunse a produrre cento volte l'energia massima per cui era stato progettato. Di conseguenza, l'impianto venne squarciato da potenti esplosioni, che dispersero sui terreni e nell'aria grandiose quantità di materiali radioattivi. I venti si incaricarono poi di disperderli su tutta l'Europa e, in modo diluito, su tutto l'emisfero settentrionale, causando paure e incertezze nelle popolazioni e mettendo in luce la totale impreparazione delle autorità e della protezione civile nei confronti di un tale evento.

Le cause del disastro di Chernóbyl sono numerose e molto diversificate ⁽¹⁾: l'impianto presentava innanzitutto debolezze e difetti di progettazione ⁽²⁾; i responsabili dell'impianto avevano poi una scarsissima cultura della sicurezza, così come i tecnici preposti alla gestione della centrale, i quali per di più non possedevano una specifica preparazione nel campo dei reattori nucleari (erano invece esperti di impianti termoelettrici convenzionali), ciò che non gli permise di prevedere l'effetto delle loro manovre. Inoltre si violarono fondamentali regole di funzionamento del reattore, quali il

⁽¹⁾ Per una trattazione dettagliata delle cause e delle modalità del disastro, rimandiamo ai primi capitoli del libro di Mirco Elena (ELENA M., *Chernóbyl e il Trentino: la paura atomica nel piatto*, Tecnolito, Trento 2007).

⁽²⁾ In breve, i difetti erano i seguenti. Le barre di controllo, che in un reattore costituiscono l'acceleratore e contemporaneamente il freno della reazione a catena che produce l'energia, erano troppo lente, richiedendo ben 20 secondi di tempo per venir completamente inserite nel nocciolo. In quei 20" la potenza generata dal reattore salì di oltre cento volte. Inoltre l'estremità delle barre era formata da materiali che, per qualche istante, all'inserimento, causavano un momentaneo intensificarsi della reazione, ciò che peggiorò la situazione. Mancava inoltre un contenitore robusto attorno al nocciolo, che potesse evitare fuoriuscite accidentali di materiali radioattivi. Infine, nello sventurato caso di una sovrapproduzione di energia, la grafite che ospitava gli elementi di combustibile poteva arroventarsi e prendere addirittura fuoco in presenza di ossigeno.

divieto di farlo funzionare a bassa potenza, condizione in cui esso risultava instabile. Aggiungiamo inoltre la rigidità burocratica del sistema sovietico e il carrierismo (elementi, questi due ultimi, che rallentarono moltissimo la diramazione dell'allarme, sia tra le autorità che tra la popolazione); una cultura della segretezza (caratteristica delle attività nucleari sin dalle origini) e infine la non diffusione di notizie relative a precedenti incidenti in altri impianti nucleari dalle caratteristiche simili (ciò che avrebbe potuto mettere sull'avviso gli operatori). Questa lista di problemi è davvero impressionante e permette di capire come si sia potuti arrivare al disastro.

La situazione internazionale del tempo, caratterizzata dalla Guerra Fredda, con la contrapposizione tra potenze dell'est e dell'ovest, fece sì che entrassero in gioco anche considerazioni di prestigio nazionale, di orgoglio patrio. Aver distrutto un reattore nucleare e cosperso di sostanze venefiche un intero continente certo non aiutò a migliorare l'immagine dell'Urss⁽³⁾. Anche per questo i ritardi informativi si aggravarono.

L'esplosione del reattore⁽⁴⁾ produsse l'incendio della copertura cammatata dell'edificio, col rischio che il fuoco avrebbe potuto facilmente propagarsi agli altri tre reattori della centrale, causando una crisi energetica pesante per amplissimi territori. Ma soprattutto il fuoco si estese alle 1200 tonnellate di grafite che circondavano gli elementi di combustibile. Ciò fu all'origine di un potente "effetto camino", che contribuì ad aumentare di molto la quantità di radionuclidi immessi in atmosfera. Uno dei primi compiti dei vigili del fuoco e della protezione civile intervenuti sul luogo dell'esplosione fu quindi quello di spegnere l'incendio. Ci vollero due settimane di lavoro difficilissimo e quanto mai pericoloso, dato che pochi minuti di permanenza sul tetto o in vicinanza del reattore esponevano a dosi mortali di radiazioni. Si ebbero decine di vittime.

Chernóbyl fu il primo incidente industriale della storia umana ad avere conseguenze continentali; l'Europa intera subì infatti ricadute di isotopi radioattivi provenienti dal nord Ucraina⁽⁵⁾. L'inquinamento radioattivo avrebbe potuto essere limitato, se il reattore fosse stato racchiuso in una protezione robusta. Purtroppo i reattori RBMK come quello di Chernóbyl

⁽³⁾ Famosa la battuta di Vittorio Zucconi in un articolo su Repubblica: «Quarant'anni di propaganda americana antisovietica non valgono una foglia di quella insalata radioattiva che l'Urss di Gorbaciov sta servendo nel piatto d'Europa».

⁽⁴⁾ Si noti che si trattò di una esplosione "convenzionale", non "nucleare" come in una bomba atomica. Infatti il nocciolo del reattore venne squarciato dalla pressione eccessiva dovuta al vapore d'acqua surriscaldato prodotto dall'enorme energia liberata dalla reazione a catena sfuggita al controllo degli operatori della centrale.

⁽⁵⁾ Chernóbyl si trova a un centinaio di chilometri a nord della capitale Kiev, vicinissimo al confine con la Bielorussia.

erano stati progettati per scopi militari e non potevano avere un robusto contenitore ⁽⁶⁾.

Sull'evento Chernóbyl si possono fare molte importanti considerazioni, traendone utili lezioni, valide anche per altre tecnologie complesse e potenzialmente pericolose. Innanzitutto è il caso di esaminare quella che potremmo chiamare l'assuefazione degli addetti ad un impianto. Se nulla è mai successo di strano o pericoloso in un certo apparato, si tende a ritenere (certo irrazionalmente, ma, dal punto di vista psicologico, quasi inevitabilmente) che nemmeno nel futuro capiterà mai nulla di particolarmente preoccupante. Questo atteggiamento può e deve venir contrastato con un addestramento continuo, con un processo di verifica frequente delle competenze e della preparazione degli operatori, tramite prove ed esercitazioni, anche a sorpresa, cercando di simulare tutte quelle possibili situazioni che potrebbero portare a problemi di difficile gestione. Queste misure, che purtroppo possono venir viste dalle persone coinvolte come una scocciatura, se non addirittura come un'inutile perdita di tempo, sono invece fondamentali, anche in quanto prevenire *costa meno*, molto meno, rispetto a dover rimediare ad incidenti e disastri.

Dato che nella realtà produttiva di qualunque impianto complesso gli imprevisti capitano, è altresì fondamentale che, almeno nei casi in cui ci sono possibili rischi gravi, le informazioni relative ad eventi insoliti, problemi, guasti e malfunzionamenti circolino liberamente tra gli addetti a lavori simili, in tal modo consentendo a chi opera in situazioni analoghe di fare "esperienza indiretta", accrescendo la propria preparazione proprio grazie allo studio di quanto è successo altrove, limitando la possibilità di commettere errori già fatti da altri. È ovvio che tale circolazione delle informazioni è agevolata in quei paesi ove vige la libertà di stampa e ove gli organi mediatici sono indipendenti e capaci di proporre ai lettori tematiche di interesse pubblico, anche se fastidiose per potentati e gruppi di pressione. In questo senso, beate siano le democrazie! Pur con tutte le loro imperfezioni e difficoltà, esse sono ancora dei paradisi informativi, rispetto ai regimi totalitari, come era l'Unione Sovietica nel 1986. Nelle democrazie, è più facile tutelare i diritti dei singoli individui, specie nel campo della salute, rispetto a quei regimi dove un presunto "bene collettivo" viene anteposto agli interessi del singolo. La ragion di stato non dovrebbe essere utilizzata

⁽⁶⁾ Il reattore RBMK in origine doveva servire per produrre plutonio per le bombe nucleari. A questo scopo è preferibile disporre dell'isotopo 239, ciò che si ottiene irradiando il combustibile per tempi brevi. Questo impone una frequente sostituzione degli elementi di combustibile. Un contenitore robusto che avesse circondato il nocciolo avrebbe complicato e rallentato alquanto questa operazione.

per imporre rischi evitabili ai cittadini, come successe invece a Chernóbyl.

Dal disastro di Chernóbyl emerge chiaramente come le migliori tecnologie e le istruzioni più precise e dettagliate purtroppo non riescano mai a *garantire al 100%* che un impianto potenzialmente pericoloso non produca danni; questo in quanto ci sono sempre elementi imprevedibili che possono entrare in gioco. Possono ricoprire un importante ruolo specialmente i fattori umani, che sono di difficilissima valutazione e previsione. Questo vale soprattutto pensando a quelle situazioni rischiose di bassa probabilità ma dalle altissime conseguenze. A questo riguardo anche i tentativi di valutazione più elaborati – come il rapporto Rasmussen, uno dei primi nel settore del rischio nucleare nei reattori civili – hanno mostrato i loro fortissimi limiti. Nel caso di Chernóbyl poi, chi poteva immaginare che si sarebbero volutamente disattivati tre sistemi automatici di prevenzione e si sarebbe andati assolutamente contro le istruzioni di funzionamento dell'impianto? (7).

Stante l'impossibilità di garantire al 100% la sicurezza di un'iniziativa industriale pericolosa, se davvero una società desiderasse evitare a tutti i costi il rischio ad essa potenzialmente connesso, l'unica soluzione sarebbe quella di rifiutare quell'impianto: non costruirlo proprio o, se già esistente, chiuderlo e smantellarlo. Questo atteggiamento potrebbe apparire eccessivamente drastico (8), dato che nella nostra vita siamo soliti accettare i vari rischi, posto che siano ad un livello "ragionevolmente basso". In concreto quel che si fa in genere è valutare le varie alternative possibili e scegliere quella migliore (o quella meno peggio). In questo senso, parlando specificamente di reattori nucleari, dopo Chernóbyl si è prestata sempre maggiore

(7) E nel caso più recente (2011) di Fukushima in Giappone, chi aveva mai previsto che il disastro avrebbe avuto il suo motivo scatenante nel fatto che i generatori diesel di emergenza erano stati posti su di un basamento di cemento troppo basso, che non riuscì ad evitare che fossero inondati (e quindi resi inoperabili) dal maremoto? Un po' provocatoriamente si potrebbe dire che costosissimi reattori nucleari vennero distrutti solo per aver voluto risparmiare sull'altezza dei muri di cemento. Chi progetta reattori nucleari, o simili sistemi ad alto rischio potenziale, dovrebbe farsi un punto d'onore di tenere sempre presente che la famigerata "legge di Murphy" è sempre in agguato.

(8) Drastico ma non illogico. Personalmente fui assai sorpreso nel sentire quel che disse il prof. Tatsujiro Suzuki, già vicepresidente della Commissione giapponese per l'Energia Atomica. Durante il XIV convegno PIIC tenutosi nel 2014 ad Hangzhou, in Cina, egli disse che, nel fare una scelta nazionale a favore del nucleare, bisogna tenere ben presente l'incidente massimo immaginabile, pur se la probabilità del suo verificarsi sia bassissima. Nel caso che le conseguenze di questo vengano giudicate inaccettabili dalla società civile nel suo complesso, allora bisogna seriamente considerare di adottare l'opzione "drastica", di non costruire (o chiudere, se già realizzate) le centrali nucleari. È questa infatti la sola soluzione in grado davvero di eliminare la possibilità di quel rischio.

attenzione a quei progetti che mirano a sviluppare centrali a sicurezza cosiddetta "intrinseca", ovvero dove ci si affida ai principi fondamentali della fisica per essere sicuri che, in nessun caso immaginabile, l'impianto possa sfuggire al controllo ed emettere all'esterno i materiali radioattivi in esso presenti. In termini più concreti, si tratta di sviluppare una "filiera" con caratteristiche tali che, se la temperatura del nocciolo sale oltre un certo limite, la reazione si interrompe automaticamente, evitando così ogni rischio di esplosione. Al momento esistono alcuni programmi in questo senso, ma ancora non vi sono dimostrazioni del tutto convincenti di una possibile praticabilità (per non dire di un eventuale successo commerciale) per questi impianti.

Sempre dal caso Chernóbyl si possono trarre indicazioni utili ad evitare il ripetersi di gravi disastri. Innanzitutto c'è la necessità di anteporre a qualunque altra motivazione le considerazioni relative alla sicurezza, anche quando pressioni di natura diversa, ad esempio commerciale o azionaria, spingerebbero a privilegiare altri aspetti. Inoltre bisogna fare molta attenzione in tutti quei casi ove c'è una sovrapposizione di attività civili con altre di interesse militare; è quasi scontato che, in queste situazioni, le seconde hanno il sopravvento ⁽⁹⁾.

Allargando il discorso dal caso specifico di Chernóbyl al ruolo del nucleare civile nella produzione di energia per le moderne nazioni industrializzate, bisognerebbe pure considerare quali problemi di difficile soluzione si aprono nel momento in cui si intraprende questa strada. Da una parte, in tempi di terrorismo, si finisce per militarizzare una parte di territorio ⁽¹⁰⁾; dall'altra si consegna alle generazioni future l'ostica eredità della gestione delle scorie radioattive, la cui durata temporale di centinaia di migliaia di anni pone sulle spalle dei nostri discendenti un onere senza uguali nella storia umana.

C'è poi da tenere presente la possibilità che, nel caso sventurato di una guerra, l'impianto nucleare potrebbe costituire un obiettivo interessante per la parte avversa, che attaccandola non solo causerebbe un calo nella produzione elettrica, ma genererebbe un impatto ambientale e un numero di vittime tali da appesantire fortemente e forse addirittura bloccare il funzionamento delle strutture della protezione civile nemica. Che questo

⁽⁹⁾ A questo proposito, se ci è permessa una divagazione, non ci pare un positivo sviluppo la perdita da parte dell'Agenzia Spaziale Europea della connotazione rigorosamente civile che l'aveva caratterizzata sin dalle origini, diventando, in anni recenti e similmente alla NASA americana, un organismo che si occupa di entrambi i tipi di attività, civili e militari.

⁽¹⁰⁾ Come aveva pronosticato decenni addietro R. Jungk nel suo volume (JUNGK R., *Lo stato atomico*, Einaudi, Torino 1978).

 CHERNÓBYL IN BREVE

CAUSE
DEL DISASTRO

Difetti di progettazione.
 Incultura della sicurezza.
 Impreparazione dei tecnici.
 Violazione delle regole di gestione dell'impianto.
 Rigidità burocratica, carrierismo e cultura del segreto
 aggravano le conseguenze del disastro.
 Pericolosità del mix tra burocrazia civile e interessi militari.

LEZIONI
E CONSIDERAZIONI

L'assuefazione degli addetti rende pericolosa la tecnologia.
 La tecnologia da sola non può garantire al 100%
 che non si verifichino disastri.
 Imprevedibili fattori umani entrano in gioco.
 Le regole gestionali possono venir violate.
 Importanza di avere impianti a sicurezza intrinseca.
 Necessità di anteporre la sicurezza a ogni altra
 considerazione.
 Prevenire costa meno che intervenire dopo il verificarsi
 di un disastro.
 La circolazione delle informazioni sugli incidenti
 è fondamentale per evitarne il ripetersi.
 È importante avere media liberi e indipendenti
 per informare dei possibili rischi e, nel caso questi
 si concretizzino, delle misure protettive da implementare.
 Le nostre società trovano difficile affrontare rischi di bassa
 probabilità ma dalle gravissime conseguenze.

"BENEFICI"
DA Chernóbyl

Si è capita l'importanza di curare meglio i fattori umani
 (la tecnologia da sola non basta).
 Si sono evidenziati alcuni nuovi effetti biologici dovuti
 all'irradiazione da parte di certi radioisotopi.
 In Italia e nel mondo si è capita la necessità di disporre
 di una efficiente rete di misurazione della radioattività
 ambientale.
 Si è capita l'importanza di disporre di media liberi e
 indipendenti.
 Si apprezza meglio l'importanza di vivere in un paese
 democratico.

scenario possa non essere totalmente fantapolitico lo si può capire pensando a quanto improbabile pareva ai più, all'inizio del XXI secolo, una guerra civile in Ucraina, o ancor peggio un conflitto tra Ucraina e Russia; nel corso di questo scontro, per errore o per calcolata mossa, è stato abbattuto un innocente aereo civile malese. Chi ci può garantire davvero che un reattore non possa costituire, un domani, un ambito obiettivo da colpire? Non per niente i terroristi degli attacchi su Parigi e Bruxelles del 2015-2016 avevano proprio messo gli occhi su uno di questi impianti...

Un'ultima considerazione offriamo al lettore. Se nell'immaginario popolare l'incidente nucleare per eccellenza è rappresentato da Chernóbyl, il suo effetto negli ambienti tecnico-politici *non* è stato dirompente. Infatti le debolezze impiantistiche e gestionali che hanno portato al disastro ucraino sono in buona parte riconducibili alle pecche del sistema sovietico. Quindi per i settori filonucleari è stato facile dire che «in Occidente un tale evento non si sarebbe mai potuto verificare». La distruzione dei reattori giapponesi di Fukushima ha invece inferto un colpo terribile proprio alla credibilità del nucleare in quegli ambienti. Resta il fatto che ci sono al mondo oltre quattrocento reattori funzionanti e che le lezioni tratte da Chernóbyl e Fukushima sono fondamentali per evitare il ripetersi di tali drammi. Filo o antinucleari che ci si senta, tutti abbiamo interesse che i reattori esistenti e quelli (pochi) in costruzione operino senza problemi.

Mirco Elena - fisico, ricercatore, giornalista pubblicista, divulgatore scientifico, vice segretario nazionale dell'Unione Scienziati per il Disarmo e direttore dell'ufficio di Trento dell'International School on Disarmament and Research on Conflicts, braccio formativo delle Pugwash Conferences on Science and World Affairs, organizzazione insignita nel 1995 del premio Nobel per la pace. Studioso di Cina, paese dove ha trascorso oltre un anno. Autore di alcuni libri, tra gli ultimi "Cina e Italia allo specchio", pubblicato dal Centro Martino Martini dell'università di Trento, e "Chernobyl dal dramma all'accoglienza", pubblicato dalla fondazione Aiutiamoli a Vivere.