

Chernobyl: cronaca di un disastro

L'incidente della notte del 26 aprile 1986 al reattore 4 della centrale nucleare di Chernobyl è stato il disastro nucleare più grave mai avvenuto. A causarlo, come vedremo, alcuni irresponsabili errori umani ma anche circostanze casuali e difetti di progettazione del reattore.

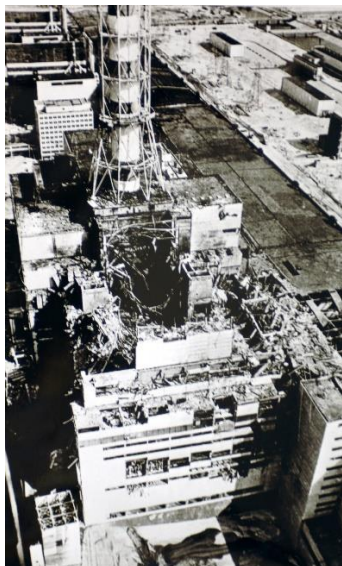


Figura 1: IAEA Imagebank, [CC BY-SA 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/), via Wikimedia Commons



Figura 2

Figura 1 e 2: due vecchie immagini del reattore 4 di Chernobyl dopo l'incidente

Il test di sicurezza

Sintesi del paragrafo:

- il giorno dell'incidente, al reattore 4 era in programma un test di sicurezza
- la preparazione per il test ha prodotto l'"**avvelenamento da xeno**", un fenomeno che ostacola il normale funzionamento del reattore
- per evitare le conseguenze dell'avvelenamento del reattore, **il test avrebbe dovuto essere annullato**
- il test viene invece eseguito durante la notte, **con personale meno esperto e non informato sulle procedure**

Per uno strano scherzo del destino, a causare l'incidente è stato un test di sicurezza. Questo test, in realtà, **avrebbe dovuto essere già completato in fase di collaudo** del reattore 4 prima di metterlo in funzione.

Per questo, il responsabile della centrale di Chernobyl, Viktor Brjuchanov, era molto preoccupato e aveva fatto pressione sui suoi sottoposti Anatolij Djatlov e Nikolai Fomin **affinché il test fosse completato con successo prima possibile**. Ma in cosa consisteva questo test?



Il test doveva verificare se, in caso di blackout (ovvero, di interruzione della corrente elettrica), il **reattore sarebbe riuscito ad alimentare il sistema di refrigerazione** (mantenendo quindi condizioni di sicurezza) per il tempo necessario ai generatori di emergenza di ripristinare la corrente elettrica.

Il test, che era già fallito due volte, era stato fissato nuovamente per il 25 aprile 1986; nel corso dell'intera giornata, il reattore era stato portato più volte a bassi livelli di potenza proprio per eseguire la simulazione richiesta, **ma le proteste per il calo di corrente giunte da Kiev avevano fatto rimandare il test** per ore, fino ad arrivare alla notte.

Questo particolare può sembrare insignificante, **ma è una delle circostanze che hanno contribuito all'incidente**: infatti, i reattori RBMK 1000 in uso nella centrale nucleare di Chernobyl **diventano instabili se a basse potenze** e il ritorno alla potenza normale del reattore è ostacolato da un fenomeno noto come **"avvelenamento da xeno"**.

→ finché nel reattore c'è lo xeno, la reazione nucleare si riduce perché lo xeno assorbe i neutroni come fanno le barre di controllo ma, a differenza di queste, non è controllabile dai tecnici. **Quando lo xeno decade**, e succede all'improvviso, **la reazione nucleare accelera assai rapidamente e la temperatura aumenta**.

Per questo, quando un reattore di quel tipo è "avvelenato", la potenza va rialzata gradualmente e sono necessari circa due giorni per riportarlo ad un funzionamento regolare.

Già solo per questa ragione, **la cosa più sensata da fare quel giorno sarebbe stata annullare del tutto il test**.

Ma Djatlov, temendo i rimproveri del suo superiore, ha deciso di procedere comunque con i tecnici del turno notturno, **non informati del test** e ignari sia dei cali di potenza che dell'avvelenamento del reattore. Inoltre, in ogni centrale elettrica **nel turno di notte ci sono i tecnici più giovani e inesperti**. Aleksandr Akimov e Leonid Toptunov, subentrati quella notte ai colleghi in sala di controllo, avevano solo 33 e 25 anni.

L'incidente

Sintesi del paragrafo:

- il reattore, avvelenato dallo xeno, **non avrebbe mai dovuto essere riportato bruscamente a valori normali di potenza**
- il personale, su ordine del responsabile Djatlov, **estrae quasi tutte le barre di controllo contro ogni procedura di sicurezza** per aumentare la potenza del reattore
- quando si accorgono che la potenza è salita troppo, **i tecnici interrompono il test con il pulsante di sicurezza AZ5**, che inserisce tutte le barre di controllo nel reattore
- ma il pulsante AZ5 non evita il disastro **a causa dei difetti di progettazione del reattore** (lentezza nella caduta nelle barre, grafite nell'estremità delle barre a contatto col nocciolo)
- due esplosioni dovute ai gas in cui si è scissa l'acqua **scoperchiano il nocciolo e ne causano l'incendio**, mentre la reazione nucleare continua

Siamo quindi arrivati al momento dell'incidente; come prevedibile, il reattore non riesce a tornare a livelli di potenza accettabili per fare il test e, pertanto, **Djatlov ordina ai tecnici di rimuovere le barre di controllo**. Akimov tenta di opporsi ma è costretto ad eseguire le direttive del suo superiore.



Per eseguire quest'ordine, però, **bisogna escludere il sistema di sicurezza della centrale**, che è progettato per lasciare sempre inserite almeno una trentina di barre di controllo (in tutto sono 211).

I tecnici, pertanto, **spengono il sistema di sicurezza ed estraggono quasi tutte le barre dal reattore**, che riprende potenza quasi subito. Ma resta solo il tempo di iniziare il test e spegnere una turbina (per simulare il blackout), che già qualcosa inizia ad andare storto: la potenza del reattore aumenta improvvisamente e continua a crescere fino superare il limite di sicurezza (probabilmente, perché lo xenon è ormai evaporato). A questo punto, Akimov, spaventato dal picco di potenza, mette fine al test premendo il pulsante AZ5 e avviando il reinserimento delle barre di controllo nel reattore, ma pochi secondi dopo, **due esplosioni a breve distanza l'una dall'altra causeranno la distruzione del reattore scoperciando il nocciolo in fiamme**.

Cosa è successo?

Perché il pulsante di sicurezza AZ5 non ha riportato le barre in posizione, arrestando la reazione? Perché l'esplosione avviene subito dopo il reinserimento delle barre?

Per scoprirlo, è necessario esaminare le caratteristiche del reattore RBMK 1000 e quelli che si sono rivelati i **gravi difetti di progettazione che hanno vanificato l'ultima speranza di evitare il disastro**.

Innanzitutto, il reattore di Chernobyl è **moderato a grafite**; un reattore con moderatore solido è meno sicuro di uno con moderatore liquido (di solito, acqua pressurizzata), perché quando tutta l'acqua di refrigerazione evapora, **la grafite continua ad alimentare la reazione e la temperatura continua a salire**.

Inoltre, per riportare le barre di controllo in posizione, in quel tipo di reattore, ci **volevano più di 20 secondi**, un tempo interminabile (il tempo medio nei reattori occidentali era di circa 2 secondi). Ecco perché, quando Akimov preme il pulsante AZ5, non succede nulla: **le barre di controllo si incastrano nei fori deformati dal calore e non scendono completamente nel reattore**.

Ma la cosa davvero inspiegabile del reattore di Chernobyl è che le barre di controllo **non sono interamente realizzate in boro**, un metallo che ferma la reazione: la "punta", quella che scende nel nocciolo per prima, **era di grafite, lo stesso materiale usato come moderatore**. Ecco perché appena si tenta di reinserire le barre si ha la prima esplosione: la grafite **causa un improvviso aumento di temperatura** e la pressione dei gas in cui si è scissa l'acqua di refrigerazione fa saltare il "coperchio" del nocciolo; l'idrogeno, a contatto con l'ossigeno dell'aria e la grafite incandescente del nocciolo, **causa una seconda esplosione che provoca l'incendio del nocciolo**.

Sono le ore 1:23 del 26 aprile 1986: il reattore è parzialmente distrutto, il nocciolo è scoperto e in fiamme; dalla vicina cittadina di Pripyat si vedono i bagliori dell'incendio e una luce bluastra che sale dalla centrale verso il cielo: un occhio esperto avrebbe capito anche solo da questo che il nocciolo era scoperto, ma Pripyat è una città di operai che poco o nulla sanno dei rischi del vicino impianto. Solo alle 13:00 del 27 aprile, dopo quasi un giorno e mezzo, un annuncio dei militari ordinò l'evacuazione della città e gli abitanti furono finalmente portati in zone più sicure. I livelli di radioattività erano ormai ben oltre i livelli di sicurezza e gli abitanti erano stati esposti a radiazioni ionizzanti senza nessuna precauzione o protezione.

La gestione dell'incidente

Sintesi del paragrafo:

- Per evitare un'altra esplosione, **bisogna svuotare l'acqua delle cisterne che stanno sotto al nocciolo prima che la lava radioattiva la raggiunga**; tre volontari si immergono per aprire manualmente le valvole (contrariamente a quanto si è creduto per anni, sono sopravvissuti all'impresa)
- **L'incendio non può essere spento**, ma solo soffocato con sacchi di sabbia mista a boro: sotto la sabbia, il nocciolo resta incandescente e la reazione nucleare continua
- Tutto il materiale del reattore danneggiato e lo stesso reattore **vengono cementati all'interno di un sarcofago di calcestruzzo armato**
- Il nocciolo del reattore 4 è sprofondato di 4 metri e, per anni, il combustibile nucleare ha alimentato la reazione nucleare
- I liquidatori continueranno per anni a decontaminare l'area

Subito dopo l'incidente, Brjuchanov (il capo della centrale) e Djatlov (il responsabile del test) tentano di nascondere la gravità di quanto successo e mentono anche sulle condizioni del reattore. E mentre loro, i capi, si tengono lontani dal reattore danneggiato, Akimov e Toptunov, i due giovani tecnici che erano in sala controllo durante il test, tentano disperatamente di raffreddare il nocciolo andando ad aprire manualmente le valvole di un impianto di refrigerazione che non esiste più: entrambi moriranno dopo poche settimane per la grave esposizione alle radiazioni.

A Mosca, nelle ore successive all'incidente, si continua a credere che il reattore sia intatto e che l'incidente, per quanto serio, sia sotto controllo. Sarà un particolare contenuto in un rapporto dei vigili del fuoco (interventuti sul posto per tentare di spegnere l'incendio) a far capire a Valery Legasov, un fisico nucleare, **che il nocciolo è scoperto**. Proprio Legasov, insieme al commissario politico Boris Shcherbina, sarà inviato a Chernobyl per indagare sul disastro e gestirne le conseguenze.

Al loro arrivo, Legasov e Shcherbina trovano conferma ai timori del primo: il nocciolo è scoperto e in fiamme, la reazione nucleare continua, i livelli di radioattività sono oltre 10.000 volte superiori alla soglia limite. Insomma, resta poco tempo per arginare il disastro e per evitare che peggiori. Le cisterne sotto il nocciolo, infatti, sono allagate e **la lava radioattiva sta gradualmente distruggendo il pavimento avvicinandosi pericolosamente all'acqua**. Bisogna immediatamente svuotarle perché si rischia una nuova e più violenta esplosione, ma l'unico modo per farlo è immergersi e aprire manualmente le valvole di scarico. Ed è qui che entrano in scena tre uomini comuni che le circostanze hanno trasformato in eroi: Alexei Ananenko, Valeriy Bezpalo e Boris Baranov. Per quel che ne sapevano quegli uomini, immergersi nell'acqua radioattiva significava morte certa ma, ciò nonostante, **si offrono volontari e portarono a termine il loro lavoro**. Contrariamente a quello che si è pensato per anni, tutti e tre sono sopravvissuti all'impresa.

L'incendio, che non può essere spento con acqua, **viene soffocato con sacchi di sabbia mista a boro**, un metallo che aiuta a schermare la radioattività. I sacchi vengono lanciati dagli elicotteri, migliaia di viaggi con i mezzi dell'esercito.

Fatto questo, sarà la volta dei **liquidatori**, un esercito di centinaia di migliaia di persone che raccolgono le macerie e le gettano nel reattore danneggiato, **costruendogli poi intorno un sarcofago di cemento armato** per chiudere e schermare tutti i materiali radioattivi.

Chernobyl oggi

Nel 2016 è stato realizzato **il nuovo sarcofago del reattore** per evitare che la distruzione del vecchio in cemento armato liberasse una nuova nube radioattiva.

Si stima che, tra circa un secolo, **sarà necessario costruirne un altro** perché le strutture deperiscono rapidamente a causa dalle radiazioni.

La centrale di Chernobyl, i cui reattori sopravvissuti al **disastro sono rimasti attivi per anni** (l'ultimo è stato spento il 15 dicembre 2000), è costantemente monitorata da personale scientifico.

Dal 24 febbraio al 31 marzo 2022, l'area di Chernobyl è stata occupata dalle truppe dell'esercito russo nel corso dell'invasione dell'Ucraina; sembra che i movimenti dei mezzi militari e lo scavo delle trincee abbiano fatto aumentare il livello di radioattività dell'area.



Il vecchio sarcofago (1986)



Il nuovo sarcofago di contenimento, costruito nel 2016

Le vittime di Chernobyl

Impossibili da determinare con sicurezza, anche perché l'ex Unione Sovietica ha proibito per anni di indicare nelle autopsie l'esposizione alle radiazioni come possibile causa delle morti.

Mettiamo a confronto alcuni numeri:

- **Vittime accertate** (come conseguenza diretta dell'incidente): **54 morti** (secondo altre fonti, 65)

Per le vittime delle conseguenze a lungo termine dell'esposizione alle radiazioni, esistono studi diversi giunti a conclusioni assai contrastanti.

I principali sono:

- **Studio del Chernobyl forum (2005)**: le vittime ipotizzate nel lungo termine per malattie conseguenti all'esposizione alle radiazioni sono circa **4000**;



- **Studio Torch (2006): dalle 30.000 alle 60.000 vittime**

A questi si aggiungono altre stime: Greenpeace parla di 100.000 vittime, un articolo del New York Academy of Sciences del 2009 arriva a 985.000 vittime...la verità è che è impossibile stimare con esattezza le morti dovute all'incidente di Chernobyl, ma a far variare tanto i numeri può essere un assai poco scientifico pregiudizio: chi è contrario all'energia nucleare tende ad attribuire molte più vittime al disastro e pubblicherà studi per alimentare questa narrazione.

La ricostruzione dell'incidente:

Documentario breve → [Super Quark - Chernobyl 26 Aprile 1986 - YouTube](#)