

*Mentre Fukushima ribolliva nel suo brodo radioattivo primordiale, le autorità e i governi europei filo-nucleari - incluso il nostro, del premier Berlusconi - annaspavano e fibrillavano cercando di rassicurare l'opinione pubblica con gli "stress test" che avrebbero garantito la sicurezza nucleare in Europa. Che si trattasse di una bufala era evidente: o i test si fanno sul serio, inclusi quelli su tubi e saldature, oppure sono "sulla carta" e servono solo come alibi. E nel frattempo, nella centrale giapponese devastata, si raggiungevano livelli di radioattività così alti da produrre la morte in poche ore.*

*22 Marzo 2011: Fukushima ribolle e la politica europea fibrilla*

A Fukushima, purtroppo, nuove nubi, probabilmente radioattive, s'addensano sul cielo sopra la centrale, a testimoniare che la situazione è ancora critica. I venti spirano verso la terra, e questo aggrava la contaminazione di ampie aree anche agricole, compromettendole per decenni. Non a caso persino a Tokyo sono state riscontrate tracce radioattive negli alimenti e nel latte. Inoltre, misure effettuate nell'acqua marina hanno evidenziato valori di iodio e cesio radioattivi superiori di decine di volte il limite ammissibile. I reali effetti di questa contaminazione si protrarranno per anni, con effetti significativi sulla salute della popolazione.

Nel frattempo, in Europa, la politica filo-nucleare europea, incluso il Governo italiano, fibrilla e tenta manovre poco credibili.

Ieri, è stata la "giornata europea degli stress test" degli impianti nucleari. Richiesti un po' da tutti i ministri UE ma invocati soprattutto dal ministro Romani, che chiede "criteri stringenti di sicurezza" ma anche "compatibilità economica" e "tempi veloci di esecuzione, da chiudere entro il 2011", fattori per la verità poco conciliabili tra loro; il nostro ministro Romani pretende a gran voce che i test garantiscano la sicurezza anche dagli "attacchi degli hacker informatici" e da minacce terroristiche, probabilmente ignorando che nessuna centrale, anche di seconda generazione, può rispondere a un tale requisito. Si tratta di impianti più o meno solidi, ma nessuno è certificato per reggere l'impatto con un gigantesco aeroplano lanciato alla massima velocità.

Uno dei fattori più importanti del colossale aumento di costo del reattore EPR in costruzione in Finlandia, infatti, è stato proprio l'aver dovuto adeguare il progetto, dopo l'attentato alle Torri Gemelle, per resistere ad attacchi aerei kamikaze. Con questo requisito nei test, le centrali progettate prima del 2001, ossia praticamente tutte, andrebbero spente.

Sulla pratica fattibilità degli stress test su scala globale ci sono seri dubbi, in quanto nel nucleare civile non ci sono obblighi internazionali in tal senso, e ci si dovrà dunque accontentare della buona volontà dei vari stati a procedere a test volontari. Vedremo. Purtroppo, per il nucleare civile non valgono le stesse norme del nucleare militare, dove l'Agenzia atomica dell'ONU (IAEA) è titolata a inviare suoi tecnici per verifiche ispettive e controlli, come ad esempio è avvenuto in Iran. Dunque ogni agenzia atomica nazionale testerà i propri impianti, ma è ben noto che in molti stati le agenzie sono niente affatto trasparenti e fortemente soggette al potere politico. L'attendibilità dei risultati, ammesso che i test si facciano ovunque, sarà tutta da verificare.

Tornerò in seguito sugli stress test, perché mi sembra che sul tema regni parecchia confusione.

*23 marzo 2011: la scusa dei test per l'inganno della finta moratoria*

Oggi il Consiglio dei ministri ha deliberato la moratoria di un anno per l'applicazione delle norme che prevedono il ritorno dell'energia nucleare in Italia. Non commento qui una decisione che appare evidentemente strumentale, fatta per tentare di disinnescare il referendum che metterebbe la parola fine al "rinascimento atomico italiano", e mi soffermo invece su alcune implicazioni tecniche.

Ieri il ministro Romani aveva sostenuto la necessità della moratoria in attesa dei risultati degli "stress test" che lui auspica "rapidi, da concludere entro il 2011".

Non so se il ministro Romani ha idea di che cosa sia uno "stress test" né è ancora noto che cosa i paesi europei intendano testare. Possiamo fare alcune ragionevoli ipotesi tecniche, ma una cosa è sicura: la pretesa di Romani di ricevere dagli stress-test sui reattori delle risposte in generale sulla "sicurezza dell'energia nucleare" è con tutta evidenza un inganno verso i cittadini.

Infatti i test, ammesso che siano stringenti e ben condotti, potranno certificare la conformità dei singoli reattori a dei requisiti, anche di sicurezza, ma certo non potranno fornire indicazioni strategiche sulle scelte energetiche del nostro paese.

Tutt'al più, per certi reattori più vecchi e obsoleti, potranno suggerire il loro immediato adeguamento o decidere della loro dismissione se ritenuti irrimediabilmente non conformi.

Si tratta di test non dissimili da quelli che i paesi nucleari operano per valutare la possibilità di estendere la licenza di esercizio degli impianti oltre la loro "vita naturale", tipicamente 40 anni. Nel 2005 in Francia ben 34 (su 58) reattori da 900 MW sono stati ritenuti non conformi per un grave difetto nel sistema di emergenza che interviene a seguito di un guasto nel circuito primario di refrigerazione. Le procedure autorizzative, a suo tempo, non avevano individuato questa grave anomalia. EdF è dovuta intervenire per correggere il problema in tutti i suoi reattori.

È dunque evidente il primo problema: la complessità e la diversità tecnologica dei 143 reattori in esercizio in Europa renderà molto complessa la definizione di un set comune di requisiti di sicurezza. Ad esempio, i reattori BWR (come quello di Fukushima) soffrono ai bassi regimi di potenza di problemi di oscillazione e instabilità che invece i reattori ad acqua pressurizzata non hanno; viceversa, i PWR, data la loro maggiore complessità e la criticità introdotta dalla pressurizzazione, introducono elementi di rischio non presenti in quelli ad acqua bollente; quelli moderati a grafite, come purtroppo ci insegna Chernobyl, sono più soggetti a incendi, e così via.

Ci vorrà dunque molto tempo per venire a capo dei potenziali problemi di tutti i possibili reattori europei e solo questa fase di analisi e definizione dei requisiti di test si protrarrà probabilmente oltre il 2011, con buona pace del nostro ministro che avrebbe voluto che finissero entro l'anno.

Per semplicità, ho identificato quattro categorie di stress test che si possono praticare su un reattore:

1.

Revisione di tutte le procedure operative

2.

Test sulle strutture e sistemi di contenimento

3.

Test di funzionalità, dei cicli di fatica, delle saldature (con radiografie)

4.

Stress di tipo termico e meccanico (dopo spegnimento dell'impianto)

Gran parte del lavoro di test si fermerà al punto (1), puramente cartaceo. D'altra parte, l'incidente di Three Mile Island del 1979, inizialmente scaturito dal blocco di una valvola, fu poi aggravato da errori nelle procedure operative. Bisognerà verificare la disponibilità di adeguati sistemi di allarme, di ridondanza dei componenti critici, la funzionalità in caso di improvviso blocco dell'alimentazione elettrica ecc. Al punto (2) si verificherà, sulla carta e con visite ispettive, la robustezza delle componenti di sistema, la loro dislocazione (fattore critico in caso di incidente ed esplosione), la resistenza delle strutture di contenimento. A Chernobyl il reattore, di tipo RBMK, si mostrò del tutto strutturalmente inadeguato, ma anche Fukushima non brilla per robustezza, ed è critica la posizione delle piscine di stoccaggio delle scorie, che infatti sono rimaste scoperte dall'acqua di refrigerazione. Inoltre dovrà essere verificata la presenza di sistemi di ricombinazione dell'idrogeno per prevenire esplosioni: dopo l'incidente di Three Mile Island, dove una bolla d'idrogeno minacciò di far saltare tutto (ma poi si riassorbì) si annunciò che tutte le centrali sarebbero state adeguate per non rischiare più quel problema; ma le due esplosioni di Fukushima fanno sospettare carenze in tal senso. I test (3) e (4) richiedono, in alcuni casi, lo spegnimento degli impianti, e allora le compagnie elettriche cercheranno di eseguirli solo quando i reattori si dovranno comunque spegnere per l'estrazione delle barre esauste e l'inserimento del nuovo combustibile. E potrebbe passare più di un anno. Non è detto che questi test, da effettuare fisicamente sugli impianti, si faranno in questo contesto. Ma come si può definire "stress test" un test che non verifichi lo stato di corrosione dei tubi, di consumo delle parti mobili, di integrità del cemento e delle strutture in acciaio, la robustezza delle saldature? Un vero test dovrebbe pretendere la radiografia di ciascuna delle migliaia di saldature di un reattore. Per alcune componenti si può operare un vero test di sollecitazione termica e meccanica, ma nutro dubbi che sarà eseguito per la difficoltà di operare nell'ambiente di un reattore in esercizio.

Da quel che ho scritto è evidente che un simile piano di test, per essere correttamente condotto su tutti i 143 reattori europei, comporterà molto tempo e dei costi rilevanti. Probabilmente, per tranquillizzare l'opinione pubblica, si opererà soprattutto sulla carta (punti 1 e 2) e forse si chiuderanno i reattori più vecchi. Speriamo che, con questa scusa, non si giunga poi a sollecitare, come per le automobili, la "rottamazione" dei vecchi impianti per la realizzazione di

nuovi reattori, magari con sostanziosi incentivi. E magari di tipo EPR, tecnologia francese di nuova generazione, ma dalla dubbia affidabilità, e mai testata operativamente, dunque intrinsecamente più a rischio di altre più consolidate. La vera soluzione è puntare sulle energie rinnovabili e sull'efficienza energetica, affrancandosi definitivamente da una tecnologia, quella nucleare, troppo complessa e critica, costosa e inquinante.

### *28 marzo 2011: il brodo primordiale che avvelena Fukushima*

Ieri è stata la giornata forse più drammatica per la centrale di Fukushima dal giorno del terremoto. La sua evacuazione è un segno dell'irreversibilità della situazione. D'altra parte, un livello di radiazioni equivalenti assorbite pari a 1 sievert/ora, riscontrato negli ambienti del reattore 2, è in grado di uccidere qualsiasi persona dopo poche ore di esposizione. Possiamo immaginare gli effetti di una centrale nucleare, in preda alla fusione del nocciolo, abbandonata a se stessa.

Qualcosa diremo più avanti. Ieri è stata anche la giornata delle confuse - e un po' patetiche - confessioni dei dirigenti della Tepco, e dell'invio alla stampa di informazioni inattendibili e caotiche. Si è dapprima parlato di "un livello di radiazioni superiore di 10 milioni di volte al limite" riscontrato nell'acqua di raffreddamento fuoriuscita, poi la Tepco ha precisato, "no, solo centomila volte". Che non è affatto tranquillizzante, anzi conferma le peggiori previsioni: chi studia cosa avviene in un reattore fuori controllo, sa che è proprio "centomila volte" di più il livello di radioisotopi che segnala l'avvenuta e ormai irrecuperabile fusione del nocciolo. Infatti, se prendiamo ad esempio il cesio ( $^{131}\text{Ce}$ ), nell'acqua "normalmente contaminata" di un reattore BWR come quello di Fukushima, la sua concentrazione è pari a 0,3 MBq/l (megabequerel/litro), mentre nel caso di fusione del nocciolo arriva a 30.000. Esattamente centomila volte di più.

È in quella sorta di brodo primordiale ad altissima radioattività che due tecnici, senza alcuna protezione, hanno bagnato i loro piedi, risultandone ustionati. Visti i livelli di radioattività, possiamo immaginare il dramma infausto a cui andranno certamente incontro quei tecnici sventurati.

Tuttavia non è solo l'ormai accertata fusione del nocciolo di più di un reattore a preoccupare di più per le sue conseguenze (nel mondo vi sono state una dozzina di fusioni più o meno parziali del nocciolo, sempre irrecuperabili, ma non tutte devastanti): la presenza massiccia di acqua altamente contaminata nell'ambiente del reattore e nel mare, conferma ormai che la struttura di contenimento non tiene più. Sappiamo che nell'esplosione era saltata la parte

esterna dell'edificio di contenimento, ma si sperava che "il secondo schermo" fosse ancora in piedi. Trattandosi di acqua, potrebbe essere stata rilasciata dalla rottura dei tubi o delle valvole, ma il danno al sistema di contenimento è ormai evidente. L'evacuazione della centrale, ormai necessaria, non potrà che aggravare la situazione.

Quel brodo primordiale radioattivo che bagna i locali del reattore impedirà per centinaia di anni l'accesso alla centrale a qualsiasi essere vivente, pena la sua morte. E quel cuore radioattivo e ribollente che ancora giace nel reattore, contenente plutonio e materiali fissili, continuerà a battere i suoi colpi avvelenati continuando a fare danni, a corrodere, a distruggere i metalli, a sgretolare pareti di cemento e ciò che l'uomo tenterà di installare – a un prezzo altissimo in termini economici ma soprattutto di vite umane - per contenere il rilascio di ulteriori radiazioni. Per centinaia di anni. Forse per sempre.

Vediamo allora che cosa accade e accadrà, nel cuore avvelenato di Fukushima.

Abbiamo già visto come, nel surriscaldamento che precede la fusione del nocciolo, la rottura e fusione del rivestimento di zirconio delle barre di combustibile, lasciando scoperte le barre, libera i prodotti radioattivi di fissione più volatili. Molti di questi a contatto con l'aria hanno reazione esplosiva, e lo stesso processo ossidativo dello zirconio fuso a contatto con l'acqua, contribuisce all'aumento della pressione e al rischio di esplosioni. Per questo è necessario che dalle valvole del reattore i tecnici facciano uscire grandi quantità di vapore (contaminato) per prevenire ulteriori danni. Ma ora i tecnici non ci sono più e aumentano così i rischi.

Si rilasciano quantità di prodotti radioattivi di fissione, come isotopi dello iodio ( $^{131}\text{I}$  e  $^{129}\text{I}$ ) e dello xenon (

$^{133}\text{Xe}$

e  $^{137}\text{Xe}$

$^{85}\text{Kr}$ ), del kripton (

$^{106}\text{Ru}$ ), del rutenio (

$^{137}\text{Cs}$ ) e del Cesio (

$^{137}\text{Cs}$

e  $^{137}\text{Cs}$

che contaminano il territorio per centinaia di anni. Queste sostanze, essendo più volatili,

contaminano più facilmente ampie aree; in realtà, sono almeno una trentina i prodotti di fissione che si rilasciano in un incidente del tipo di Fukushima, ma molti restano confinati nel reattore.

Molto grave è l'effetto dello iodio

<sup>131</sup>

I, altamente tossico, anche se la sua radioattività decade in pochi giorni.

Nel frattempo, altre reazioni chimiche peggiorano la situazione nel nocciolo: il rilascio di iodio e la radiolisi dell'acqua (la decomposizione di sostanze per effetto delle radiazioni), che forma perossido di idrogeno e ossigeno, hanno effetti ulteriormente corrosivi sul rivestimento di zirconio, sui tubi di raffreddamento e sulle componenti metalliche, tra cui l'acciaio, che s'irrigidisce e diventa più fragile, causando rotture e collassi di parti delle strutture di contenimento.

Purtroppo questo processo ormai incontrollabile ha già prodotto i suoi effetti di contaminazione, letale nell'area della centrale, gravissima in una vasta area intorno e nelle acque marine, come hanno dimostrato le analisi pubblicate ieri. Livelli di radioattività così elevati come quelli riscontrati nell'oceano, persino in presenza dell'effetto della diluizione, comportano danni all'ecosistema marino e rischi severi per la catena alimentare, soprattutto in un paese come il Giappone, grande consumatore e produttore di prodotti a base di pesce. A parte l'enorme danno economico, preoccupa che le abitudini alimentari, possano aggravare gli effetti del veleno radioattivo, subdolo e invisibile, pertanto ancor più pericoloso, mettendo a rischio la salute di migliaia di persone.

{jcomments on}