

DA TRINITY A FUKUSHIMA RISCHIO NUCLEARE; IMPATTO AMBIENTALE E AMBIENTALISMO

di Wolfango Plastino

11 Marzo 2011 - 14:46 JST (05:46 UTC): terremoto nella regione Sanriku Oki (38.0N - 142.9E) ad una profondità stimata di 10 km con magnitudo momento 7.9 e allerta *tsunami* nella varie prefetture, tra le quali Fukushima con arrivo stimato dell'onda anomala alle ore 15:10 JST ed altezza prevista di 3 m.

Questi sono i primi dati della nostra storia, riportati nel primo bollettino emesso alle 14:50 JST da *Japan Meteorological Agency* (JMA), istituzione giapponese preposta alla sorveglianza sismica, e presenti nel primo bollettino delle 05:55 UTC (14:55 JST) di *Pacific Tsunami Warning Center-National Oceanic and Atmospheric Administration* (PTWC-NOAA), istituzione americana preposta alla sorveglianza *tsunami* nell'area dell'Oceano Pacifico.

La realtà consta di un terremoto di magnitudo momento 9.0 ad una profondità di circa 30 km, con massima accelerazione del suolo di 2.7 g nella prefettura di Miyagi, onde anomale di altezza superiore a 25 m nella prefettura Iwate dove la stima del primo bollettino era 3 m, e massima penetrazione nell'entroterra fino a 10 km nell'area di Sendai.

In questo contesto è avvenuto l'unico incidente industriale registrato nella storia del nucleare militare e civile, determinato da una componente (*tsunami*) degli eventi naturali susseguirsi (terremoto e *tsunami*).

Tuttavia, a fronte di diversi impianti nucleari operativi in Giappone lungo la linea di costa attaccata dallo *tsunami*, soltanto l'impianto di Fukushima Dai-ichi entrò in una situazione di elevata criticità. Una successione di eventi occorsi tra il 12 e il 15 Marzo 2011 per il mancato raffreddamento nelle unità 1, 2, 3 e 4, causato dalla distruzione dei sistemi di pompaggio prodotta dall'onda anomala (circa 14 m a fronte dei 6.5 m tollerabili dalle barriere

realizzate sulla base delle valutazioni di rischio *tsunami*), culminò con una serie di esplosioni causate dall'idrogeno nelle relative unità e il conseguente rilascio di radionuclidi in atmosfera. Un'ulteriore sorgente di contaminazione fu determinata dall'immissione di fluidi altamente radioattivi nelle acque prospicienti l'impianto, con relativo rilascio di radionuclidi in oceano.

La stima dell'impatto ambientale dell'incidente occorso a Fukushima Dai-ichi non può prescindere dalla stima della sorgente di emissione, che non è comunque direttamente correlabile alla contaminazione ambientale perché devono considerarsi gli effetti di diluizione nei diversi contesti considerati, atmosferici e oceanici, anche in relazione alle differenti dinamiche di trasporto e deposizione.

Per avere un termine comparativo sono stati presi in considerazione gli eventi che maggiormente hanno perturbato l'ambiente terrestre dal punto di vista del nucleare antropico: *Test* Nucleari, Chernobyl e Fukushima. In relazione a due radionuclidi di riferimento, ^{137}Cs e ^{131}I , le sorgenti di emissione sono state stimate sulla base di dati sperimentali e simulazioni numeriche di trasporto atmosferico e oceanico, per verificarne le relazioni sorgente-recettore. Il primo *Test* Nucleare in atmosfera fu Trinity, avvenuto nel poligono di Alamogordo nel deserto di Jornada del Muerto in Nuovo Messico-USA, il 16 luglio 1945, nell'ambito del Progetto Manhattan. Dal 1945 al 1965, Stati Uniti, ex Unione Sovietica, Gran Bretagna e Cina hanno eseguito circa 460 *test* atmosferici, e dal 1966 al 1974 la Francia circa 40, per un totale di circa 500 *test*, ripartiti tra ordigni a fissione e fusione in 189 Mt e 251 Mt, rispettivamente. La sorgente di ^{137}Cs prodotta dai *Test* Nucleari in atmosfera è stimabile in circa 950 PBq, a fronte di 85 PBq per

Chernobyl e 30 PBq per Fukushima; le stime per la sorgente di ^{131}I è di circa 675 EBq, 1.76 EBq e 0.7 EBq, rispettivamente.

Sebbene il rilascio atmosferico prodotto dai *Test Nucleari* abbia interessato diverse regioni del globo terrestre e sia avvenuto in un arco temporale più lungo rispetto agli eventi di Chernobyl e Fukushima, le differenti dimensioni delle sorgenti evidenziano come l'impatto ambientale di questi ultimi eventi a livello globale sia inferiore rispetto ai primi.

Tuttavia, in caso d'incidente nucleare l'attenzione massima è immediatamente concentrata nell'area circostante l'evento. Per poter caratterizzare il livello di contaminazione più grave derivante dall'incidente di Fukushima Dai-ichi, si è considerato lo scenario includente sia l'immissione di fluidi altamente contaminati nelle acque antistanti l'impianto sia la deposizione in acqua dei radionuclidi dispersi in atmosfera. In questo caso l'attenzione è stata focalizzata sul settore nord-occidentale dell'Oceano Pacifico, ed è stato possibile comparare i rilasci dei *Test Nucleari* atmosferici e sottomarini con quanto accaduto nel 2011, vedi figura. In relazione al ^{137}Cs la massima concentrazione d'attività in acqua superficiale si è registrata negli anni '60 con circa 30 Bq/m³ e con un "effetto memoria" di circa 60 anni, tenendo conto che il valore di 1 Bq/m³ sarà raggiunto nel 2020. Per l'incidente di Fukushima Dai-ichi il valore massimo è stato di circa 20 Bq/m³ con una riduzione stimata a 1 Bq/m³ entro il 2020. Perché questa differenza nella "memoria" dei due insiemi di eventi considerati, a fronte di una concentrazione massima non dissimile? La risposta sta nel fatto che la concentrazione massima dei *Test Nucleari*, raggiunta negli anni '60, è l'estremo di una retta di accumulo iniziata negli anni '50, mentre Fukushima è un fatto episodico. Per tale motivo, il ^{137}Cs rilasciato nelle acque superficiali del settore nord-occidentale dell'Oceano Pacifico dai *Test Nucleari* è stato superiore a quello di Fukushima Dai-ichi, con conseguente "effetto memoria" di 60 anni a fronte dei 10 di quest'ultimo.

W.Plastino: Fukushima

Ancora una volta risulta evidente quanto l'impatto ambientale di un incidente nucleare debba essere valutato sia come sorgente (intensità massima e variabilità spazio-temporale) sia come dinamica di trasporto, deposizione e accumulo dei radionuclidi nelle diverse matrici ambientali, tenendo conto delle condizioni meteo-oceanografiche delle aree interessate.

Sebbene l'evento occorso nell'impianto giapponese nel marzo 2011 sia stato classificato al livello 7 in *International Nuclear and radiological Event Scale* (INES), analogo all'incidente di Chernobyl, che è stato caratterizzato da una differente dinamica di eventi e rilascio radionuclidico, allo stato attuale risulta essere in termini di impatto ambientale, locale e globale, inferiore sia all'entità dell'incidente industriale sia alla stima di rilascio di radionuclidi antropogenici in atmosfera ed oceano.

Le campagne di misura, svolte e in atto, delle concentrazioni di attività di radionuclidi antropogenici sia al suolo sia nei sedimenti marini permetteranno un'accurata stima del livello di contaminazione *post* incidente: un rapporto preliminare di *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR) è previsto per fine maggio 2012.

Un'ultima considerazione: ogni incidente industriale con rilascio di sostanze radioattive deve essere portato all'attenzione dell'opinione pubblica. Il 20 Aprile 2010 la piattaforma petrolifera *Deepwater Horizon* nel golfo del Messico iniziò a rilasciare dal fondo oceanico circa 636 mila metri cubi di petrolio, fluido non diluibile in acqua marina. Sebbene il rilascio sia avvenuto direttamente dal fondo e non in superficie, con conseguente diffusione e deposizione nei sedimenti marini di radionuclidi come Uranio, Torio e Radio a lunghissima emivita ed elevata radiotossicità, e in un ambiente con caratteristiche di circolazione oceanica inferiori a quelle dell'Oceano Pacifico, questo incidente è stato considerato nell'impatto ambientale soltanto come contaminazione da idrocarburi. In realtà, è possibile stimare la concentrazione

d'attività rilasciata sul fondo oceanico nell'ordine di qualche centinaia di GBq.

Esiste un ambientalismo attento e sensibile soltanto ad un certo tipo di radioattività? Esiste un "nucleare DOC" da sorvegliare e un "nucleare DOP" da trascurare? Per l'ambiente che ne è contaminato, esiste una

propensione al "perdono" se il radionuclide ha provenienza DOC o DOP?

Nel dubbio, è preferibile considerare un antico oratore romano: *Memoria est thesaurus omnium rerum et custos* [Marcus Tullius Cicero, *De oratore* (1, 5, 18)].

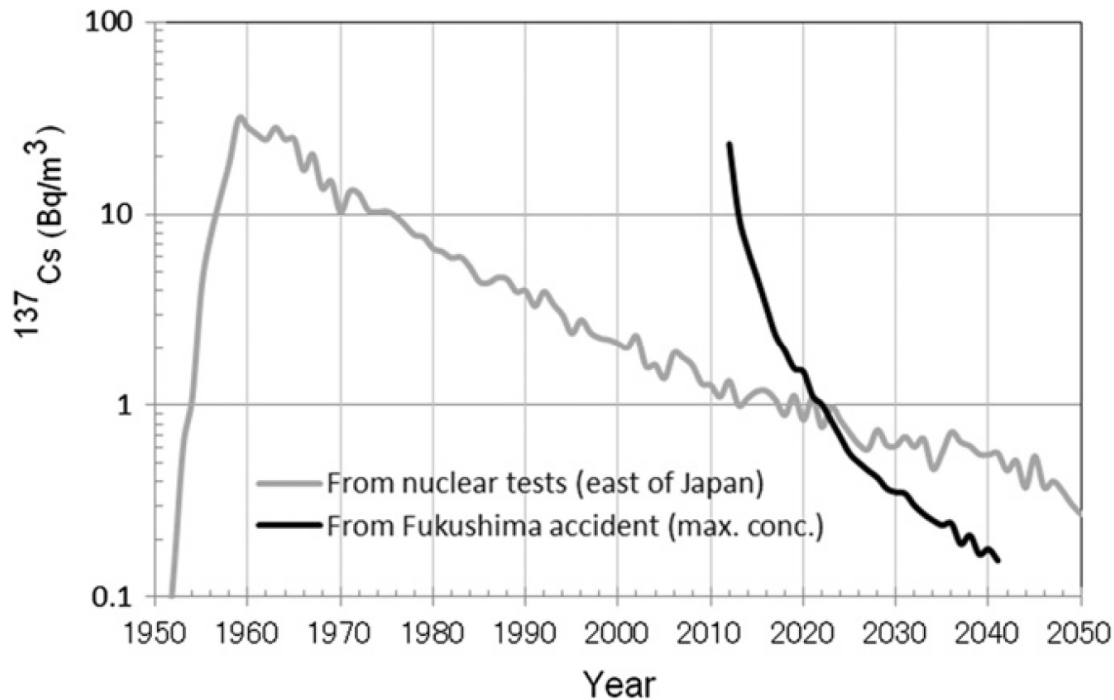


Fig. 1 Simulazione della dispersione a lungo termine di ^{137}Cs nell'Oceano Pacifico dovuto all'incidente di Fukushima e confronto con la dispersione dovuta a test nucleari nell'atmosfera. (articolo di Masanao Nakano e Pavel P. Povinec, in stampa su *Journal of Environmental Radioactivity*)

WOLFANGO PLASTINO

Contatti:

Department of Physics University of Roma Tre and Italian National Institute of Nuclear Physics Section of
 Roma Tre - Gran Sasso National Laboratory Via della Vasca Navale, 84 I-00146 Rome ITALY
 Tel.: +39 06 5733 7277 Fax: +39 06 5733 7102
 E-mail: plastino@fis.uniroma3.it <http://webusers.fis.uniroma3.it/ERMES/ERMES.html>