

# Variazioni dei livelli di dose gamma ambientali registrati dalla rete gamma di allerta di Arpa Piemonte

M. Magnoni, M.C. Losana, S. Bertino, B. Bellotto, R. Tripodi  
Arpa Piemonte – Centro Regionale Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti  
Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO)

## INTRODUZIONE

La rete di allerta per il controllo della radioattività ambientale di Arpa Piemonte, basata su 29 rivelatori Geiger-Mueller distribuiti su tutto il territorio regionale, è operativa dal giugno 2007. Nel corso di questi primi anni di funzionamento, pur non essendo stato registrato alcun evento anomalo, è stato però possibile osservare una significativa fluttuazione dei livelli di radiazione gamma in corrispondenza in diverse condizioni ambientali e atmosferiche. In particolare si è osservato, in corrispondenza di precipitazioni, un brusco innalzamento dei livelli di dose gamma, per poi ritornare al loro normale valore medio nel giro di poche ore.

Tale fenomeno, già noto in letteratura, è dovuto al dilavamento della radioattività atmosferica, essenzialmente dovuta al radon e ai suoi prodotti di decadimento che, viene rapidamente raccolta al suolo, aumentando in via transitoria l'irraggiamento gamma. Il riconoscimento di questo innalzamento come un fenomeno naturale, non correlato ad alcun evento di origine artificiale è, evidentemente, di notevole importanza per una rete di allerta. Per questo motivo si è cercato, con questo lavoro, di caratterizzare tali fluttuazioni, studiando i vari eventi che si sono registrati in varie parti della Regione e mettendoli in relazione con la quantità e l'intensità delle precipitazioni.

Pertanto, al fine di caratterizzare adeguatamente tale fenomeno sono stati analizzati i dati relativi agli eventi di fluttuazione della radioattività registrati nel corso dell'ultimo anno. Scopo del lavoro è anzitutto quello di giungere a una parametrizzazione del fenomeno che consenta in prospettiva di tener conto in modo automatico di tali fluttuazioni, impedendo la segnalazione di falsi allarmi; in secondo luogo la caratterizzazione del fenomeno può consentire di ottenere informazione sui parametri dei modelli di deposizione e dilavamento atmosferico ora in uso, migliorandone le capacità predittive.

## MATERIALI E METODI

Le 29 stazioni in cui sono dislocati gli altrettanti sensori Geiger-Mueller che costituiscono la rete di allerta per e emergenze nucleari di Arpa Piemonte sono distribuiti su tutto il territorio regionale in modo abbastanza uniforme, in corrispondenza di stazioni meteo di Arpa Piemonte. Nella scelta del loro posizionamento si è tenuto conto della presenza oltralpe (sia in Francia che in Svizzera) di diverse centrali nucleari, potenziali fonti di nubi radioattive in caso di incidente. Per questo motivo, un numero consistente di sensori è stato distribuito sull'arco alpino nei pressi delle zone di confine, mentre, altri (8) sono stati posizionati in corrispondenza dei capoluoghi di provincia (vedi figura 1).

I sensori Geiger-Mueller impiegati sono i GammaTracer della Genitron, in due diverse versioni, le cui caratteristiche tecniche sono riportate in tabella 1.

Tabella 1 – Caratteristiche tecniche dei sensori Geiger-Mueller

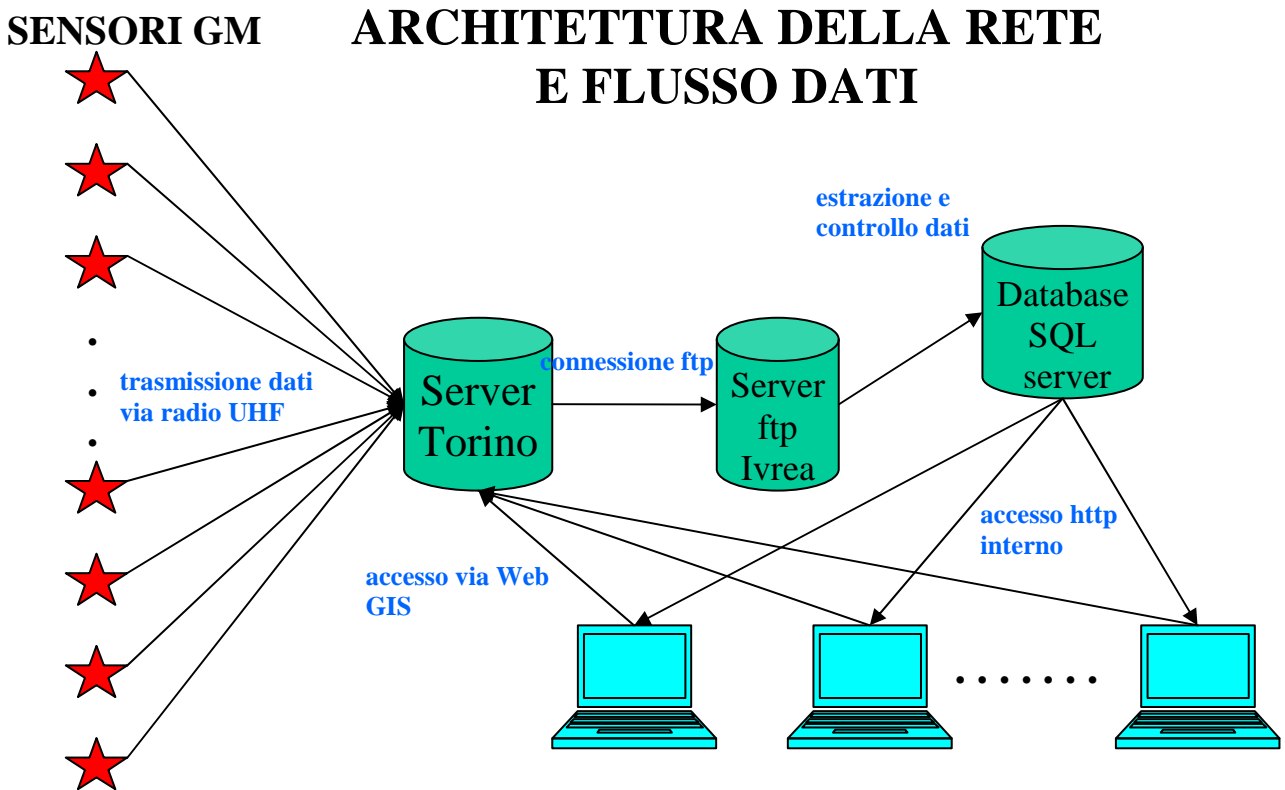
	GT-BASIC	GT XL2-2/3
Numero impulsi a 100 nSv/h in 10 minuti	150	1100
Range di misura (rateo di dose)	20 nSv/h – 10 mSv/h	10 nSv/h – 10 Sv/h
Range di misura (energia)	45 – 3000 keV	45- 2000 keV
Range di temperatura standard	da -20 °C a +50°C	da -20 °C a +50°C
Range di temperatura esteso	da -40 °C a +60°C	da -40 °C a +60°C

Figura 1 – Distribuzione territoriale dei sensori Geiger-Mueller in Piemonte



I dati di ciascun sensore Geiger-Mueller, raccolti ogni 10 minuti, vengono inviati via ponte radio assieme ai dati meteo contemporaneamente rilevati, al Centro Funzionale di Arpa Piemonte con sede a Torino e da qui, per via informatica, sono inoltrati a Ivrea, sede del Centro Regionale Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti. L'architettura della rete, le sue connessioni, il flusso dei dati e le sue principali funzioni sono schematizzate nella seguente figura 2.

Figura 2 – Architettura della rete Geiger - Mueller



## RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono stati analizzati, nel periodo compreso tra la fine del 2006 e la fine del 2008, ben 45 eventi, per i quali si è osservato un sensibile aumento dei livelli di dose gamma in corrispondenza di precipitazioni. Per caratterizzare il fenomeno, si è deciso di analizzare, per ciascun evento, due sue componenti:

1. il tempo di decadimento, cioè il tempo impiegato affinché la fluttuazione osservata rientri nei normali livelli di dose
2. il tempo di salita, cioè il tempo impiegato dalla fluttuazione per raggiungere il suo massimo

In questo lavoro è stato fatta un'analisi sufficientemente approfondita solo del primo parametro, mentre per il secondo si è in grado per ora di fornire solo risultati preliminari.

Per quanto riguarda il tempo di decadimento, l'analisi è stata effettuata sull'incremento di dose osservato, ai vari tempi  $t$ ,  $\Delta H(t) = H(t) - H_{MEDI0}$ , essendo  $H(t)$  la misura sperimentale al tempo  $t$  e  $H_{MEDI0}$  il valore medio della dose per quella stazione, stimato per un congruo periodo prima e dopo l'evento. Supponendo per un tale incremento un decadimento di tipo esponenziale cioè del tipo:

$$\Delta H = \Delta H_{MAX} \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (1)$$

dove  $\Delta H_{MAX}$  è il valore massimo assunto dalla fluttuazione  $\Delta H(t)$ , è stato calcolato per ogni evento il suo tempo di decadimento, definito come  $t_{1/2DEC} = \ln(2)/\lambda$ . In tabella 2 sono riportati i tempi di decadimento per 17 di questi eventi, scelti fra quelli più significativi e che presentavano un profilo di decadimento più regolare. Dai risultati ottenuti si è ricavato per un valore medio dato da:  $t_{1/2DEC} = 46.6 \pm 14.2$  minuti. Dal momento che si può dimostrare che, considerando solo i figli a vita breve del radon (Po-218, Pb-214, Bi214, Po-214) in equilibrio secolare tra loro, si ricaverebbe un  $t_{1/2DECefficace} = 29$  minuti circa, sembrerebbe che la radioattività dilavata dagli eventi atmosferici contenga anche radionuclidi con tempo di dimezzamento superiore ai figli

del radon. Un'altra possibile spiegazione potrebbe anche essere ricercata nel fatto che l'evento dilavamento non è istantaneo ma continuo e quindi la curva di decadimento risulterebbe più "dilatata" e, per questo motivo, apparirebbe più lenta. Per investigare questo aspetto è quindi necessario studiare il processo di dilavamento, la composizione radioisotopica e la sua dinamica in relazione all'intensità della precipitazione.

Figura 3 – Tipico incremento di dose in corrispondenza di un'intensa precipitazione: l'aumento del rateo di dose è dell'ordine di 150 nSv/h

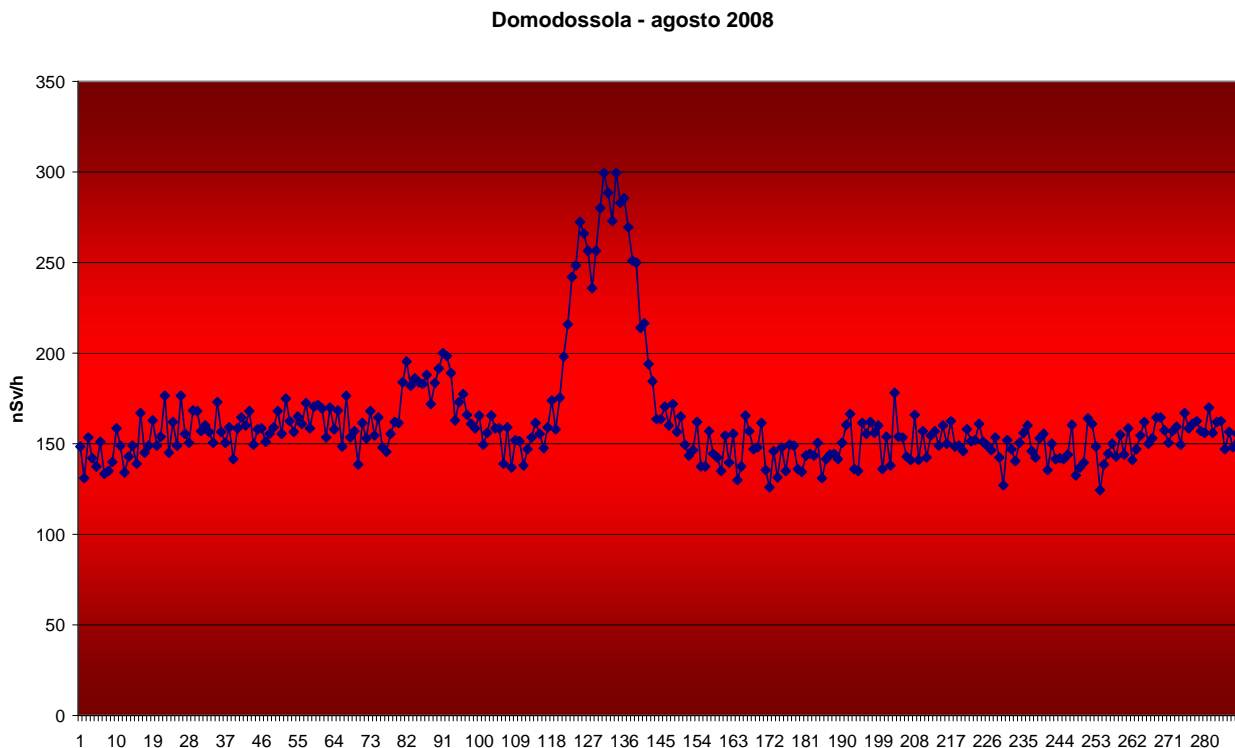


Tabella 2 – Calcolo dei  $t_{1/2DEC}$  per i 17 eventi più significativi

STAZIONE	DATA	t dimezzamento (min)
Bruggi	28-29 09 2007	43.78
Colle Barrant	26 09 2008	41.15
Crea	15 09 2008	44.2
Crea	2-3 11 2008	59.47
Crea	12-13 11 2008	32.49
Cuneo Cascina Vecchia	12-13 07 2006	55.24
Cuneo Cascina Vecchia	7-8 09 2006	42.17
Cuneo Cascina Vecchia	30-31 08 2007	65.41
Domodossola	1-2 8 2008	31.85
Domodossola	15 8 2008	57.75
Isola Sant'antonio	30-31 08 2007	31.4
Isola Sant'antonio		24.04
Passo del Moro	11-12 08 2008	65.87
Piani di Careggia	23-24 10 2007	51.82
Piani di Careggia	26-27 07 2008	40.94
Tricerro		71.98
Tricerro		32.42
MEDIA		46.6±14.2

Lo studio della dinamica di dilavamento viene fatto, analogamente al processo di decadimento, analizzando l'incremento di dose  $\Delta H(t)$ , così come è stato sopra definito. In questo caso, però, l'interpretazione teorica è la seguente. Dal momento che l'incremento di dose osservato al suolo è attribuito al dilavamento dei radionuclidi presenti in atmosfera, si può ipotizzare che  $\Delta H(t)$  sia proporzionale alla deposizione al suolo dei radionuclidi  $D(t)$ . Si può pertanto scrivere la seguente equazione:

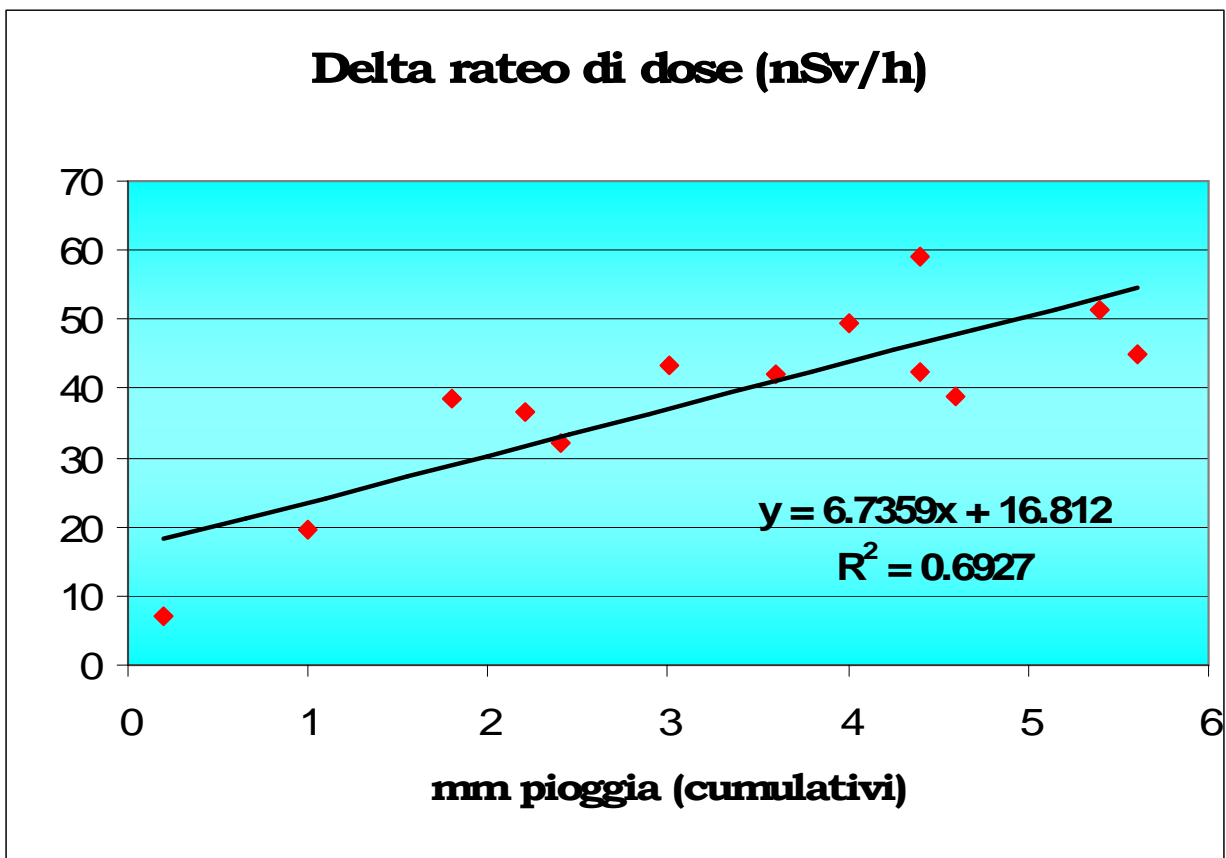
$$\Delta H(t) = \alpha \cdot C \cdot h \cdot (1 - e^{-W \cdot J \cdot t}) \quad (2)$$

dove  $C$  è la concentrazione dei radionuclidi in atmosfera,  $W$  è il coefficiente di dilavamento,  $J$  è l'intensità della precipitazione,  $h$  è l'altezza media della colonna d'aria spazzata dalla pioggia, mentre  $\alpha$  è un opportuno fattore di taratura. Se  $W$  è sufficientemente piccolo, espandendo in serie la (2) e arrestandosi al I ordine, si ottiene la seguente formula:

$$\Delta H(t) = \alpha \cdot C \cdot h \cdot W \cdot J \cdot t \quad (3)$$

che prevede una relazione lineare tra l'incremento di dose e la quantità di pioggia complessiva, cioè  $J \cdot t$ . Alcuni dati preliminari sembrano confermare questa previsione, come si può vedere nella seguente figura 4, riferita a un evento accaduto nella stazione di misura di Domodossola, il 16 ottobre del 2006, dove si nota che l'incremento di dose durante l'evento piovoso è, con discreta approssimazione, lineare con la piovosità cumulata.

Figura 4 – Studio di  $\Delta H(t)$  in funzione della piovosità cumulata



Ulteriori studi sono ora in corso per meglio studiare e caratterizzare questo aspetto, unitamente a misure dirette, necessarie per descrivere, anche dal punto di vista radioisotopico, il fenomeno.