

Corso:
“Il controllo pubblico nella Sicurezza
Alimentare:punti di forza delle attività svolte
presso i Laboratori dell’IZSLT”

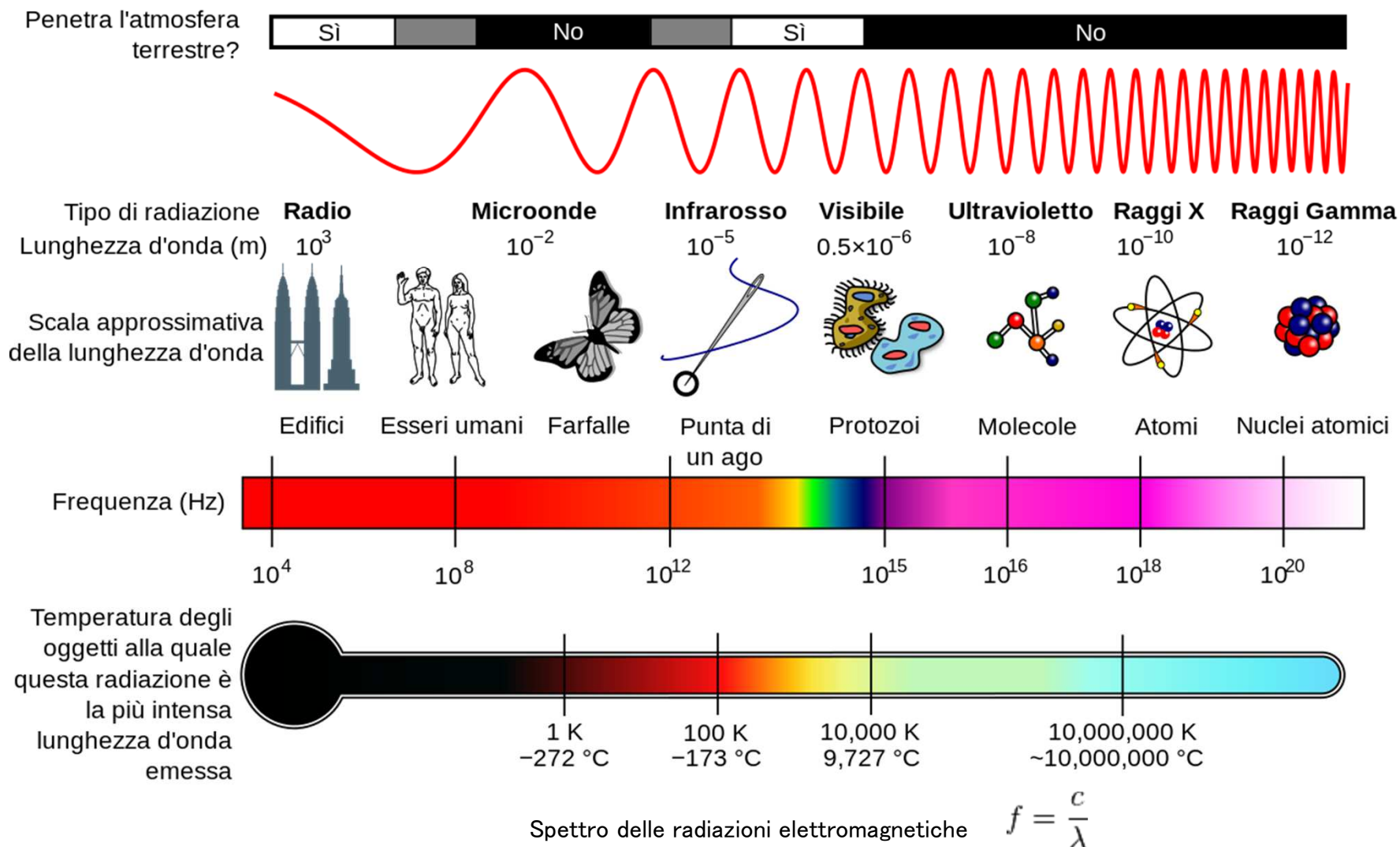
9/11/2017

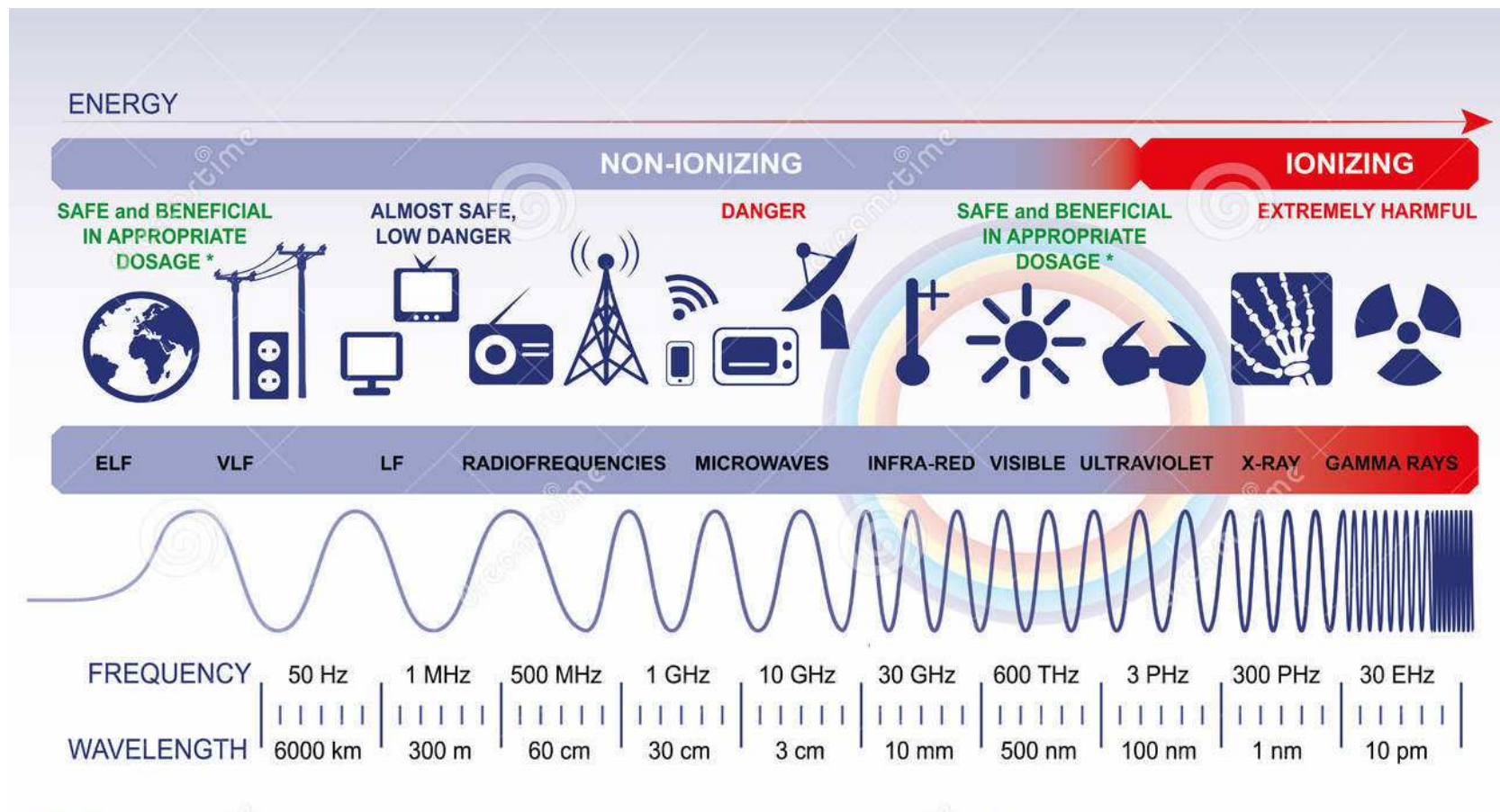
Radioattività: emergenze ed indagini sui radionuclidi gamma emittenti

CRISTINA RONCORONI - OLGA LAI - ANTONELLA NARDONI
D.O. Produzioni Zootecniche
Istituto Zooprofilattico Sperimentale
Lazio e Toscana “M. Aleandri”



Radiazione elettromagnetica: trasporto di energia nello spazio (luce, calore)





Le radiazioni infrarosse, le microonde e le onde radio hanno **lunghezze d'onda maggiore** della luce e **trasportano energia minore**.

Lunghezze d'onda minori corrispondono ai raggi ultravioletti, ai raggi X ed ai raggi gamma che hanno tutti quindi **frequenza maggiore** della luce visibile e perciò **maggiore energia**.



Colore, frequenza e lunghezza d'onda della radiazione elettromagnetica

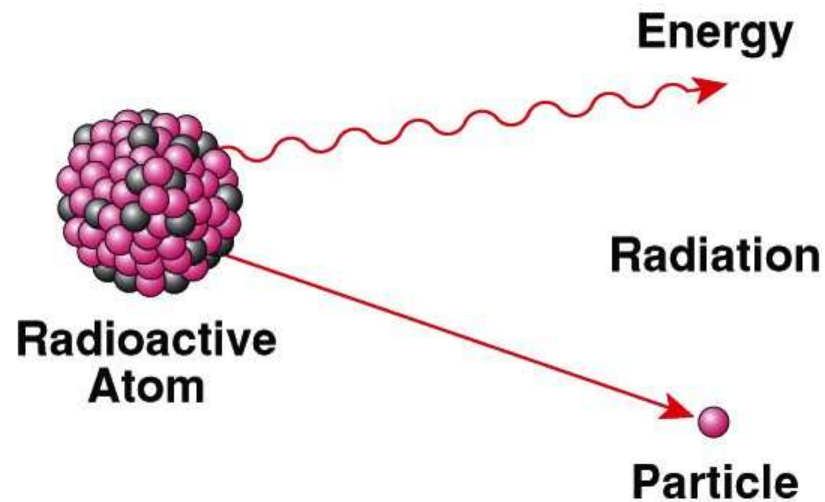
Tipo di radiazione	Frequenza	Lunghezza d'onda (nm, 2 cs)*	Energia a fotone (10^{-19} J)
	10^{14} Hz		
Raggi X e raggi γ	$\geq 10^3$	≤ 3	$\geq 10^3$
Ultravioletta	8,6	350	5,7
Luce visibile			
violetta	7,1	420	4,7
blu	6,4	470	4,2
verde	5,7	530	3,8
gialla	5,2	580	3,4
arancio	4,8	620	3,2
rossa	4,3	700	2,8
Infrarossa	3,0	1000	2,0
Microonde e onde radio	$\leq 10^{-3}$	$\geq 3 \times 10^6$	$\leq 10^{-3}$

* L'abbreviazione indica il numero delle cifre significative dei dati. Le frequenze, le lunghezze d'onda e le energie sono valori tipici; non vanno considerate precise.



RADIAZIONI IONIZZANTI

- hanno energia sufficiente a ionizzare atomi e molecole liberando elettroni
- derivano dall'instabilità atomica e/o nucleare di alcuni elementi detti **radionuclidi**, che decadono emettendo energia



Radioattività

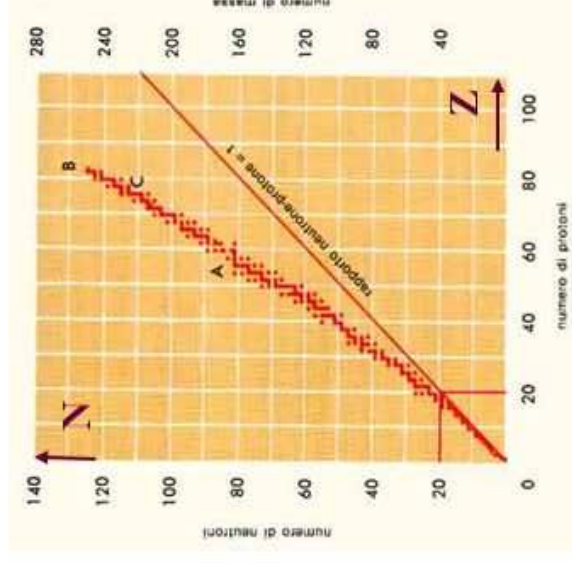
Radioattività = trasformazione spontanea o artificiale dei nuclei con emissione di radiazione corpuscolare → particelle elettromagnetica → energia



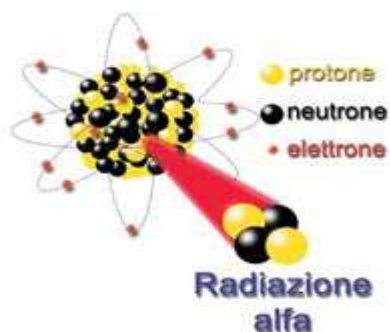
Quando?

Nei nuclei non compresi nella "valle di stabilità":

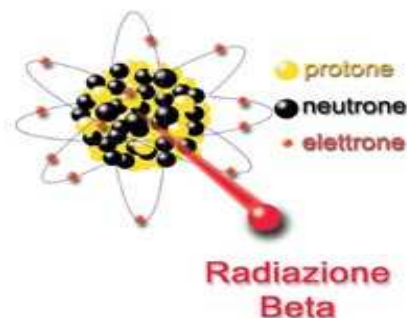
- nuclei con troppi protoni ($Z > 92$)
- nuclei con troppi neutroni
- nuclei con pochi neutroni
- nuclei con troppa energia



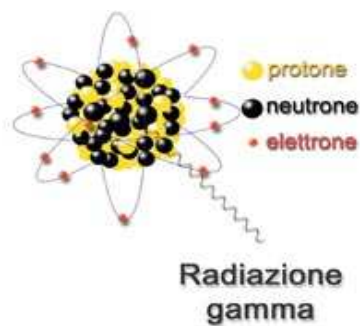
Decadimento radioattivo: la trasformazione di elementi instabili in altri più stabili attraverso l'emissione di corpuscoli: raggi α (nuclei) o β (elettroni) e raggi γ (fotoni)



Nucleo di elio



Elettrone



Fotone

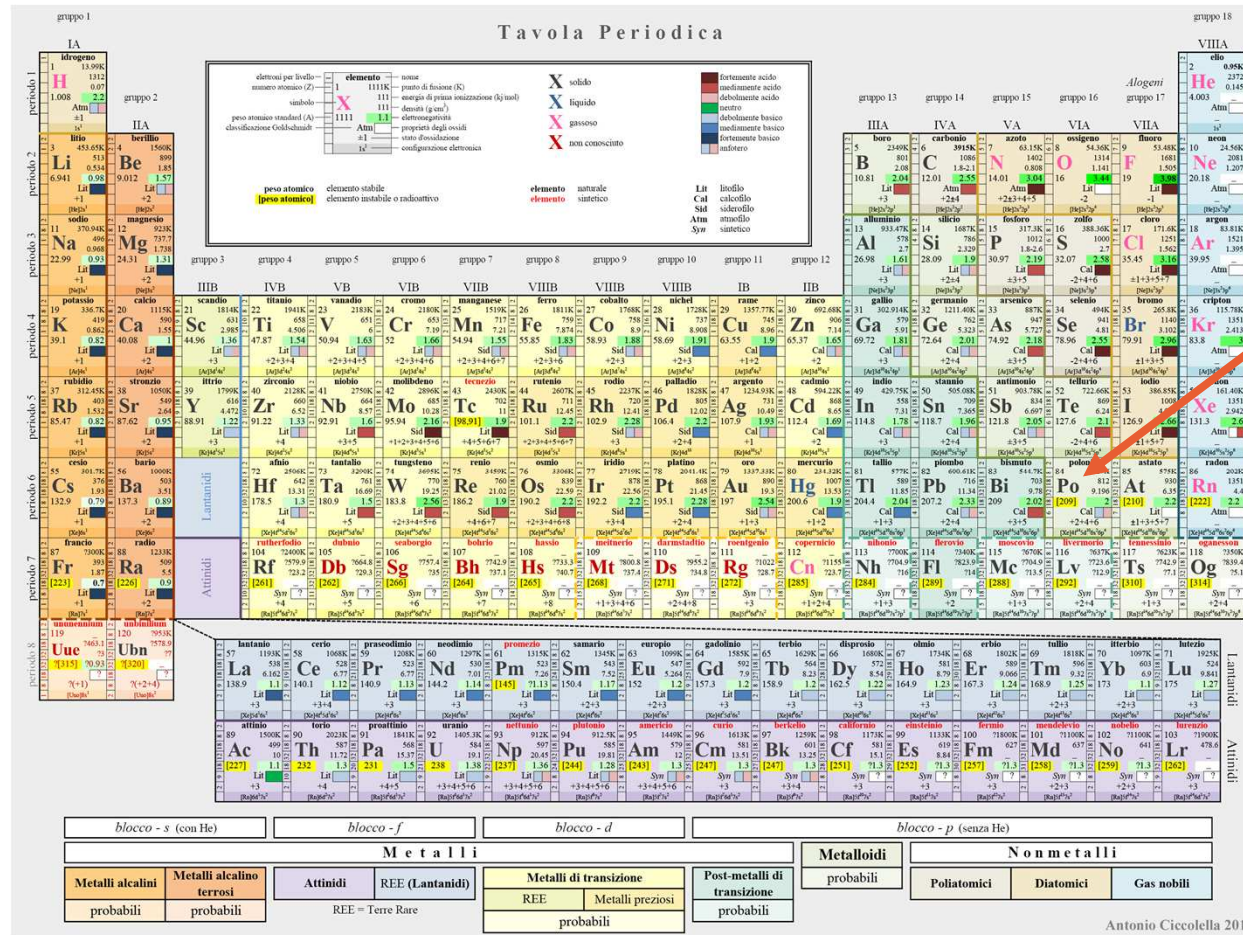
+ penetrante

- ionizzante



IN NATURA

gli elementi instabili sono quelli che hanno numero atomico (Z) uguale e superiore a 84 ($Z \geq 84$), ovvero a partire dal polonio.



Gli **isotopi** di altri elementi anche **con numero atomico inferiore** che sono **radioattivi (radioisotopi)**, sono **prodotti dall'uomo** per l'utilizzo ad esempio in campo medico (bomba al cobalto) o industriale (trattamenti di alimenti, di materiali, sterilizzazioni...).

Isotopi

Atomi con diverso numero di massa A

Isotopo quando un nuclide di uno stesso elemento (uguale Z), ha diverso numero di massa A



Nucleo di idrogeno Nucleo di deuterio Nucleo di trizio

→ isotopi di uno stesso elemento hanno *uguali proprietà chimiche*

Isotopi radioattivi: circa 3000 conosciuti ed altri 6000 ipotizzati da calcoli teorici



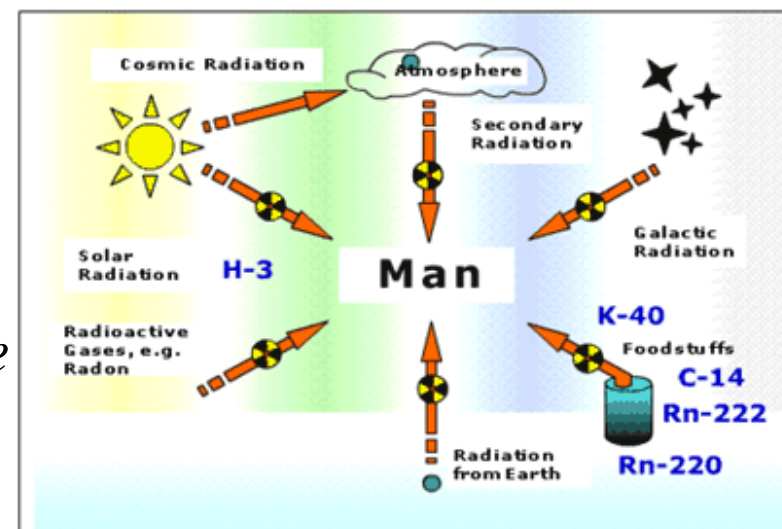
RADIOATTIVITA'

- naturale

componente terrestre:

*potassio 40, torio, uranio naturale
e radionuclidi associati (radon)*

componente extraterrestre: raggi cosmici

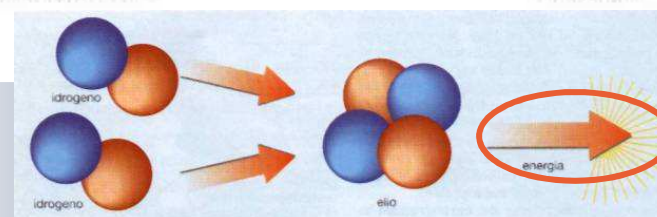
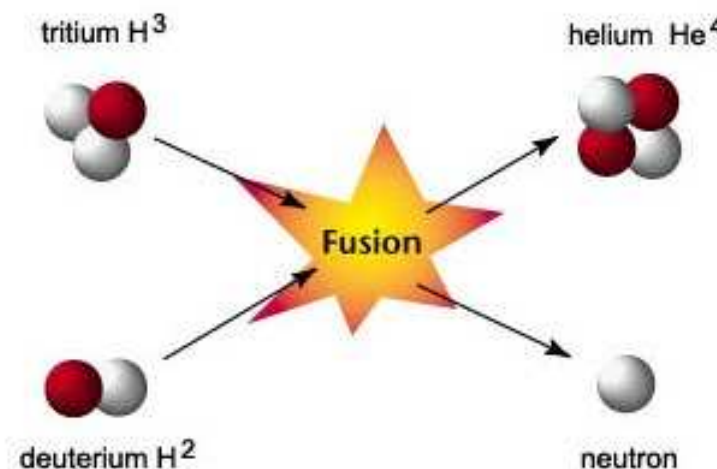


- artificiale

decadimento radioattivo

fissione nucleare

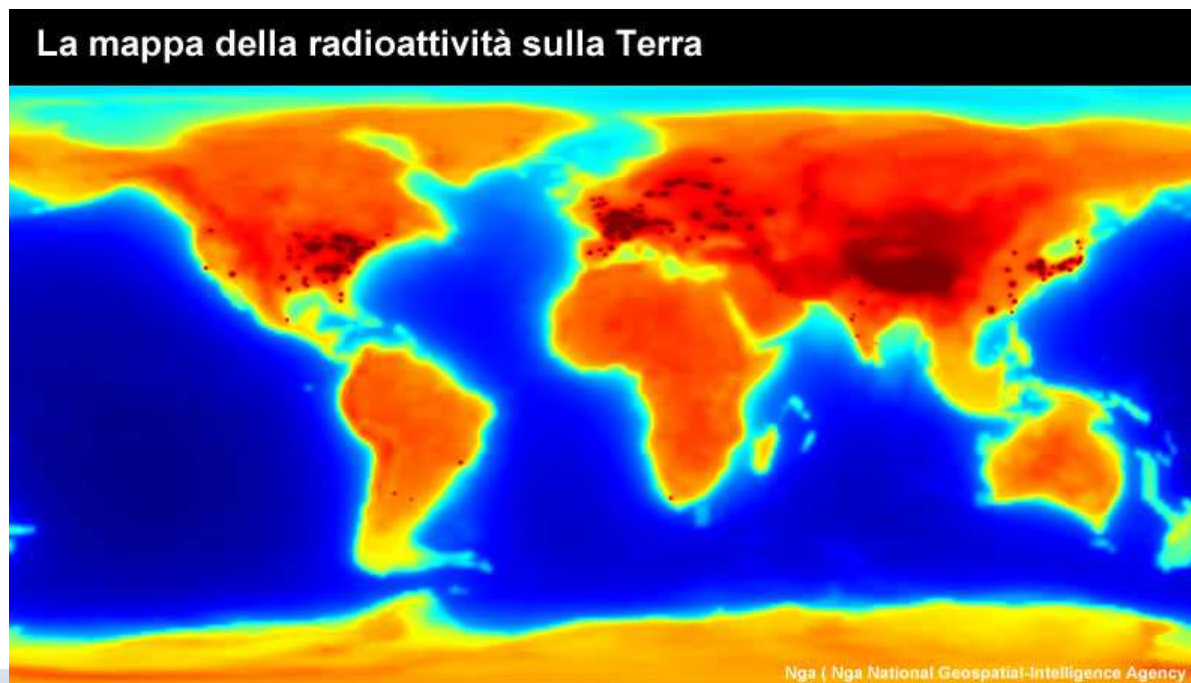
fusione nucleare



Il fondo di radioattività naturale:

radiazioni ionizzanti dovuta a cause naturali, osservabile e rilevabile ovunque sulla Terra.

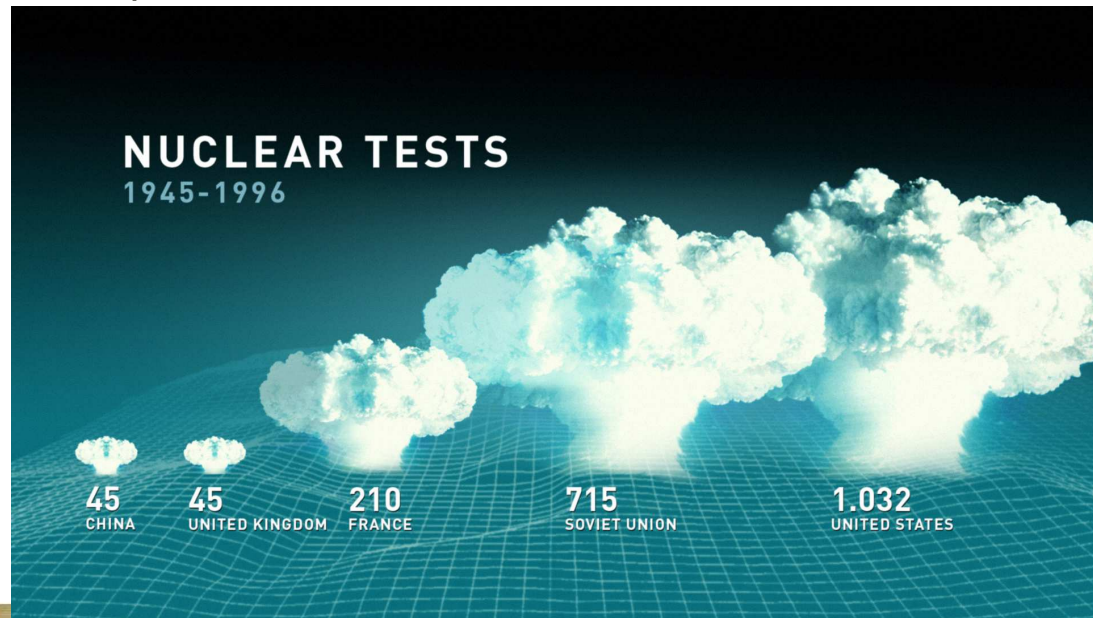
Il fondo di radioattività naturale è di origine sia terrestre (dovuto a isotopi radioattivi di elementi naturali contenuti nella crosta terrestre), sia extraterrestre (i raggi cosmici).



Nell'ambiente sono ubiquitariamente diffusi **radionuclidi artificiali** rilasciati in seguito all'eplosione di **ordigni nucleari** a partire **dal 1945** (bombe di Hiroshima e Nagasaki, e **test nucleari** condotti **in atmosfera**).

Dal 1963, in seguito ad un trattato tra le principali potenze nucleari, la maggior parte dei test sulle armi atomiche vennero condotti sotto la superficie terrestre anche se i test in atmosfera cessarono solo nel 1980 (?).

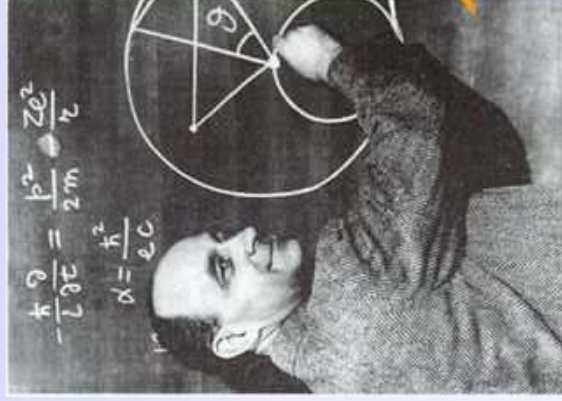
Energia irradiata oltre 1000 volte quella della sola bomba di Hiroshima



Verso l'energia nucleare: le tappe

Dai fenomeni naturali...

- 1895: Roentgen → raggi X
- 1896: Becquerel → radioattività naturale
- 1898: Curie → elementi radioattivi
- 1899: Rutherford → radiazioni α , β , γ



1905: Einstein
→ $E=mc^2$

La massa è solo
una forma di
energia



...ai fenomeni artificiali

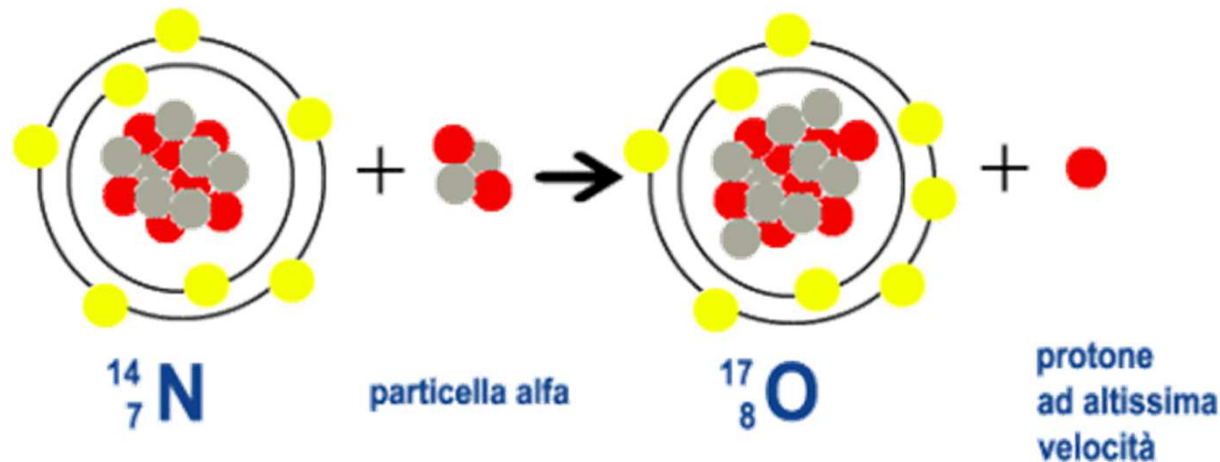
- 1919: Rutherford → reazioni nucleari
- 1932: Chadwick → neutrone
- 1934: Curie → produzione di radioisotopi
- 1934: Fermi → neutroni lenti su uranio
- 1938: Hahn-Strassmann → fissione
- 1942: Fermi → reattore nucleare



Come ci si è arrivati.....

Nel 1919 Rutherford (Nobel per la chimica 1908) scoprì che alcuni **isotopi naturali stabili** potevano essere **trasformati in specie isotopiche instabili** per mezzo di reazioni nucleari provocate.

Bombardando azoto ordinario gassoso (azoto¹⁴) con particelle alfa, egli realizzò la prima reazione nucleare indotta artificialmente e trovò che i nuclei di azoto catturano le particelle alfa ed emettono un protone ad altissima velocità trasformandosi infine nell'isotopo stabile dell'ossigeno di numero di massa 17.



Nel 1934: scoperta della radioattività artificiale (alcune reazioni nucleari possono condurre alla formazione di nuclidi radioattivi).

I chimici francesi Irène e Frédéric Joliot-**Curie** prepararono la prima sostanza radioattiva artificiale bombardando l'alluminio con **particelle alfa**.

L'atomo di alluminio si trasformò in un isotopo del fosforo, che in un intervallo di tempo relativamente breve decade.



I coniugi Curie per questo ricevettero il premio Nobel per la chimica nel 1935.

La rilevanza della scoperta stava nella comprensione del fatto che la

radioattività non è una caratteristica tipica di certe sostanze ben precise, ma

può essere indotta artificialmente in tutti gli elementi (in linea di principio) della tavola periodica.

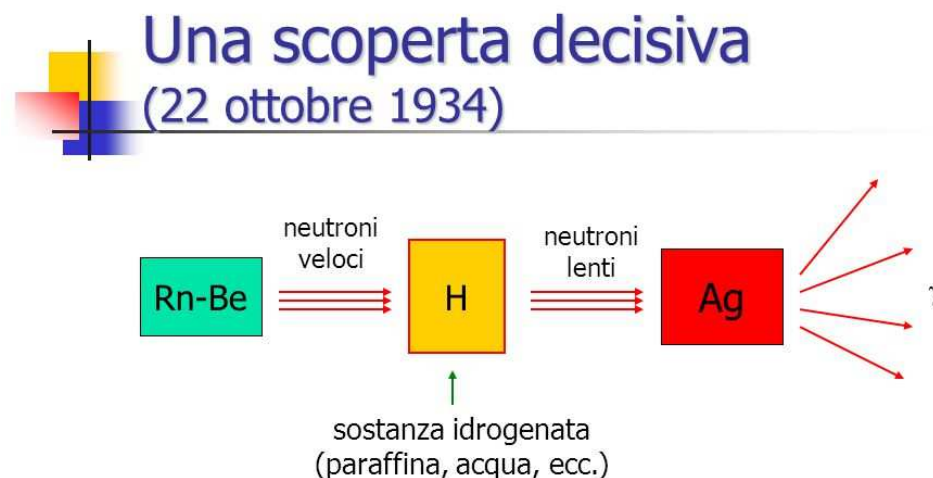


Dopo 3 mesi: usando come proiettili i neutroni, invece delle particelle alfa, si evitano le repulsioni elettromagnetiche, essendo i neutroni privi di carica elettrica, e si può estendere l'induzione della radioattività artificiale anche agli elementi pesanti.

Brevetto n. 324458 del 26 ottobre 1934, in cui sono registrati come inventori Fermi, Amaldi, Pontecorvo, Rasetti, Segrè, D'Agostino e Trabacchi.

Relativo ai processi di produzione di sostanze radioattive mediante bombardamento neutronico.

La paraffina rallentava i neutroni, dando quindi loro più tempo di interagire con i nuclei, ed **aumentava l'efficacia** nel produrre la radioattività.

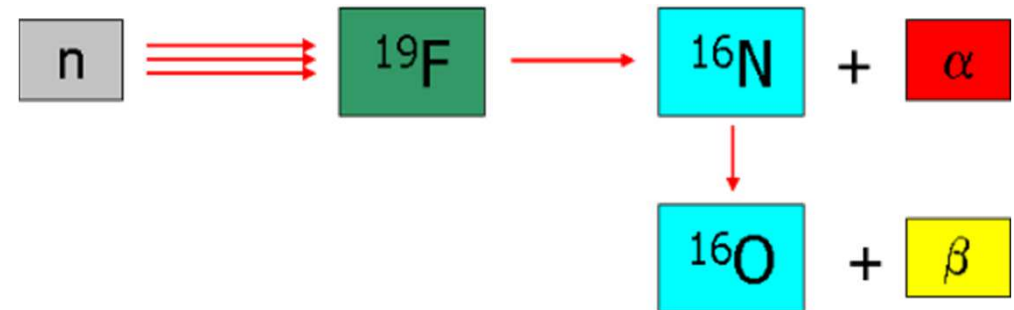


L'intensità dell'attivazione aumenta di un fattore che varia da alcune decine ad alcune centinaia.



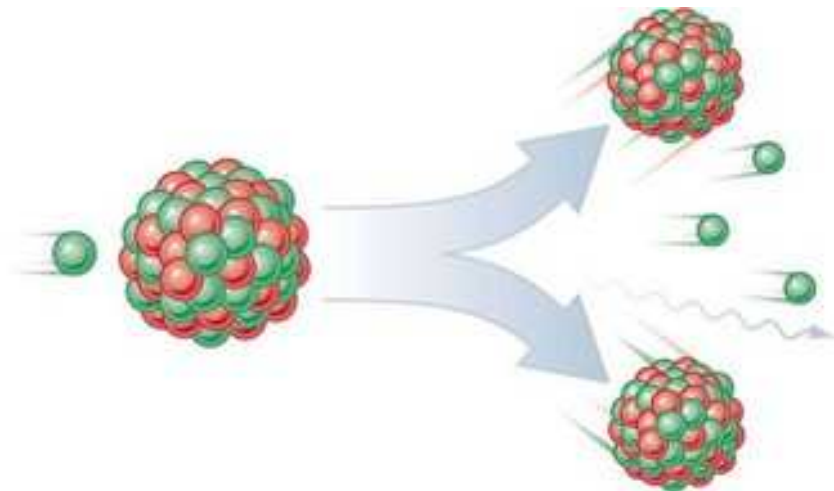
Trasformazione in un elemento diverso:

“Dobbiamo concludere che i nostri 'isotopi del radio' hanno le caratteristiche chimiche del bario. Ragionando da chimici, siamo persino costretti a dire che queste nuove sostanze sono bario, non radio” (1938)



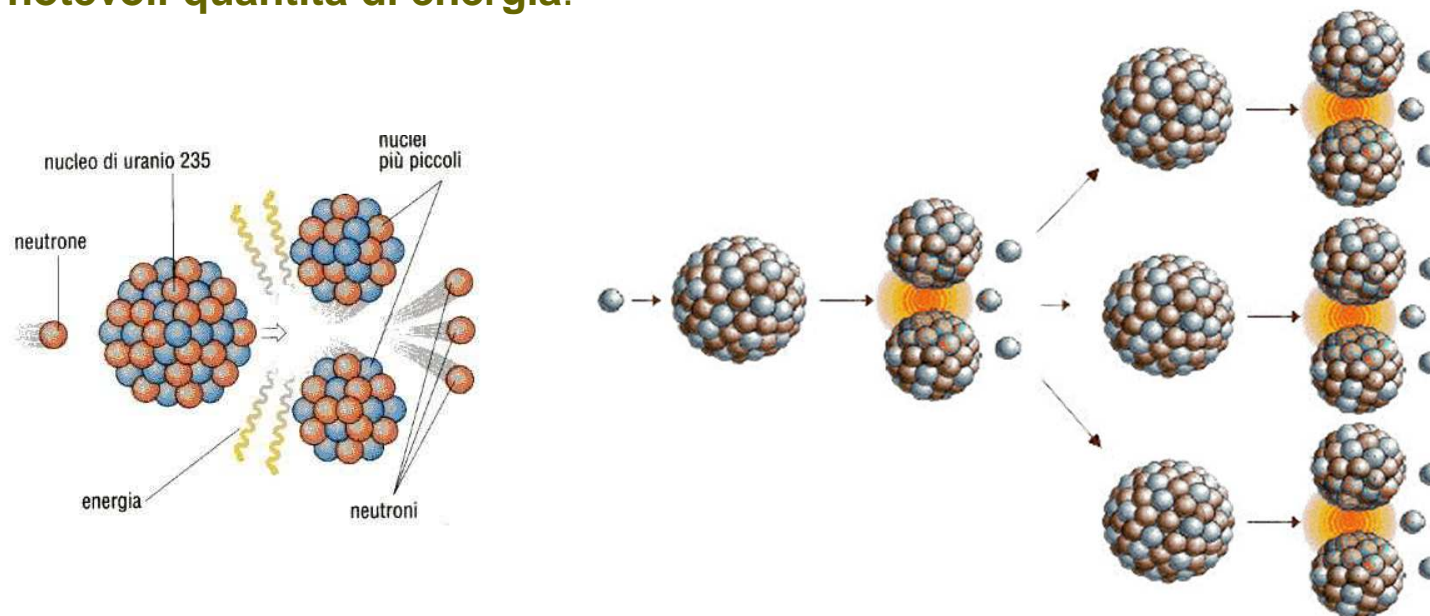
Fissione nucleare:

Negli elementi più pesanti, non si verificava una semplice trasformazione in un elemento diverso bensì una scissione (fissione) del nucleo in due elementi con peso atomico uguale alla metà di quello dell'uranio.



Fissione o scissione **nucleare** è un processo in cui il nucleo di un elemento chimico pesante (ad esempio uranio-235 o plutonio-239) decade in frammenti di minori dimensioni, ovvero nuclei di atomi a numero atomico inferiore, con emissione di una **grande quantità di energia e radioattività e liberazione di neutroni**.

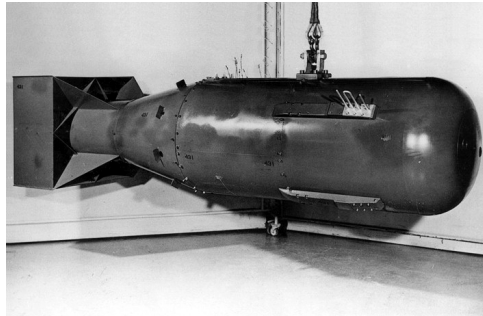
Quest'ultimo fatto era estremamente importante, poiché ciò rendeva possibile la realizzazione di una **reazione nucleare a catena** che permetteva la produzione di **notevoli quantità di energia**.



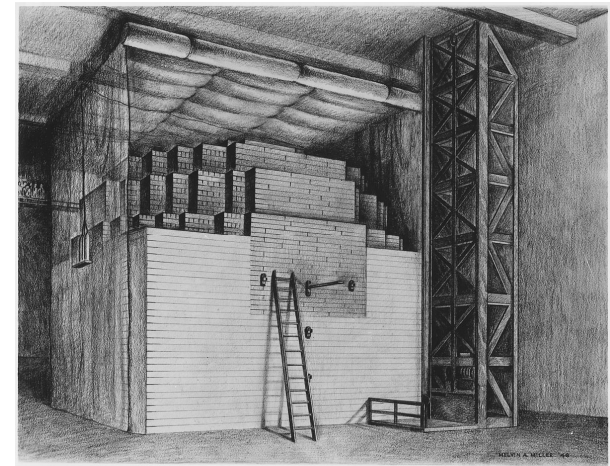
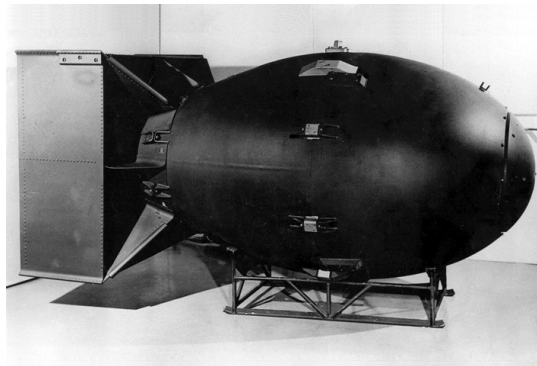
Reattore nucleare (Chicago, 2/12/1942)

Chicago Pile-1 (CP-1)

Bomba a uranio (little boy)



Bomba a plutonio (fat man)



Hiroshima (6 agosto 1945)



Nagasaki (9 agosto 1945)

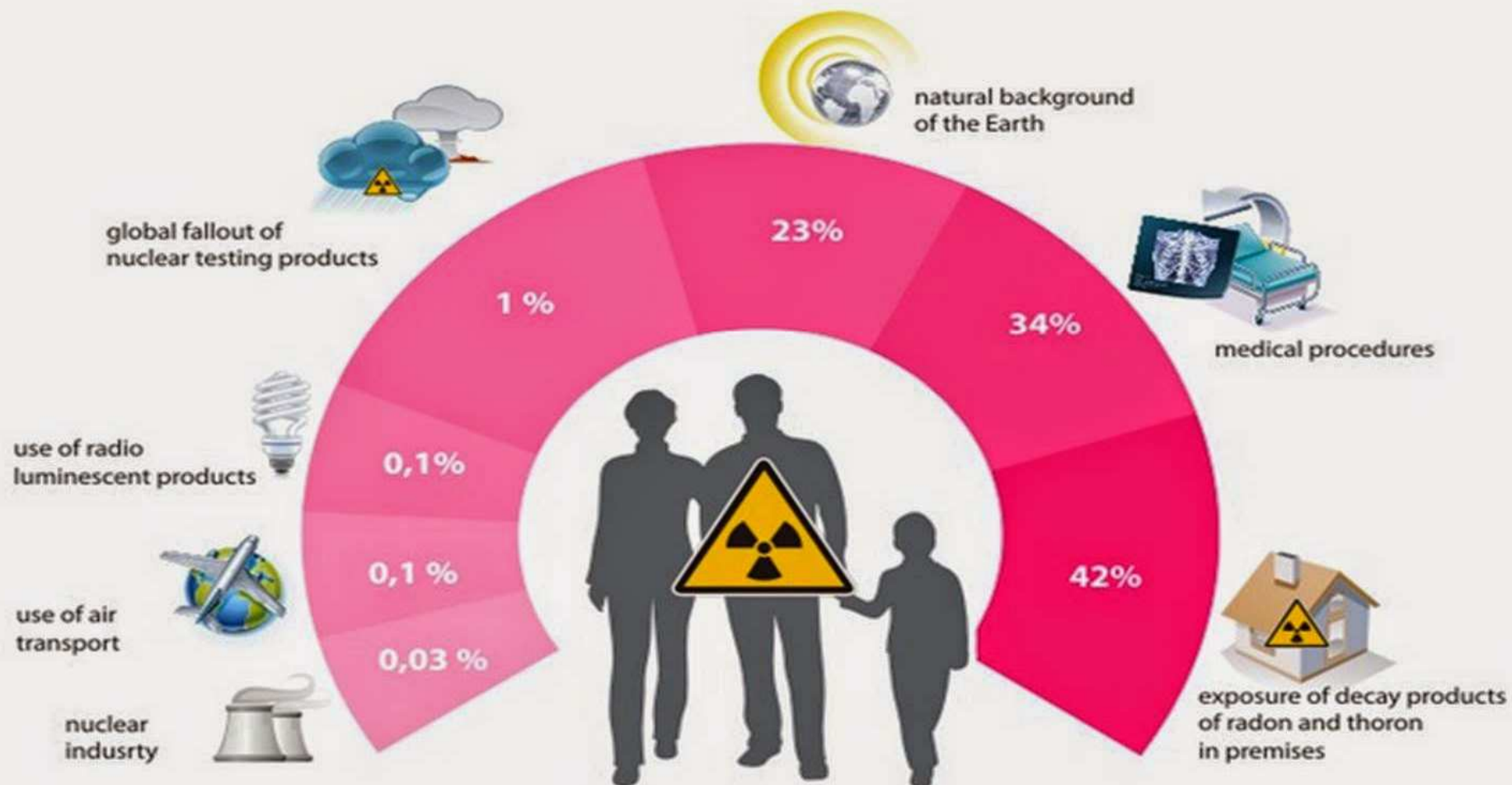


Esplosione pari allo scoppio di un milione di tonnellate di tritolo con triplice effetto distruttivo:

- onda d'urto generata da un'espansione violenta di gas,
- elevata emissione di calore
- ricaduta di pulviscolo radioattivo (fall-out).



RADIATION LEVELS IN EVERYDAY LIFE

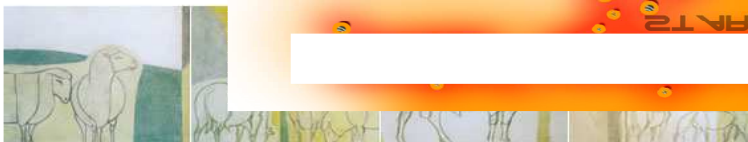


Allarmismo nei consumatori

RADIOATTIVITA'



- Incidente nucleare di Chernobyl nel 1986;
- Incidente nucleare di Fukushima nel 2011.



Incidente nucleare di Chernobyl

Scarsa **sicurezza** nella progettazione dell'**impianto** e nella sua **gestione** da parte degli operatori portò all'esplosione del reattore 4; dispersione intorno all'impianto di una percentuale di **prodotti radioattivi solidi** e proiezione all'esterno del **combustibile** e di tutti i prodotti radioattivi **volatili** (gas aerosol) ad **oltre un km di altezza** da cui poi **trasporto a grande distanza** con correnti atmosferiche e **deposizione al suolo per via secca e via umida** (pioggia).



Gg 0-4 Polonia, Paesi Baltici e Scandinavi, Europa centro-orientale fino ad Austria ed Italia nord-orientale
Gg 5-6 paesi carpato-balcanici e Italia orientale-meridionale

L'emissione si protrasse per circa 20 giorni. In Italia le informazioni arrivarono 48h dopo, ed era difficile valutare in anticipo l'impatto a migliaia di chilometri di distanza.

La composizione della nube è variata in base ai tempi di dimezzamento dei radionuclidi e alla diluizione atmosferica.

Massima contaminazione nel raggio di 30 km, particelle più pesanti nel raggio di 100 km. Investito **l'intero emisfero nord**.



Conseguenze.....

Si calcola che il reattore 4 abbia rilasciato sostanze radioattive 200 volte superiori a quelle delle esplosioni di Hiroshima e Nagasaki messe insieme. Circa 5000 km² evacuati nell'ex-US (>1500 kBq/m² e ¹³⁷Cs aumentato di 700 volte dai test nucleari degli anni '60, emivita media di 30 aa)

All'interno dei 30 km danni a flora e fauna da irraggiamento, presenza di "hot particles" che continuano il rilascio, inoltre deposito temporaneo rifiuti radioattivi.

Aree circostanti, contaminate e non evacuate perché sotto i 1500 kBq/m² conseguenze dovute soprattutto alla contaminazione della catena alimentare (calo nei prodotti agricoli ma persistenza negli ambienti semi naturali, foreste).

Deposizioni di ¹³⁷Cs in Italia:

- 10-20 kBq/m² Centro Italia (10900 km²)
- 20-40 kBq/m² Nord Italia (5600 km²)
- 40-200 kBq/m² Arco Alpino (300 km²)

Esposizione per tre vie:

irradiazione esterna, inalazione, ingestione (**restrizione consumo latte e vegetali**).

Diverso impatto per lattanti, bambini ed adulti.



LA NAZIONE

Vietati latte e verdure

Misure precauzionali in Centro Italia



T

...di Craxi e De Mino
...fiore durata oltre sette ore
...sa la verifica

Grave incidente in una centrale ucraina

Day after in Urss

«Salta» un reattore nucleare

«Basta con il rischio atomico»

IMMEDIATE APPLICAZIONI DEL DECRETO DEL MINISTRO ON. DEGAN

Oltre tremila quintali di verdura distrutti al Mercato ortofrutticolo

Il danno supera i 250 milioni di lire - Le reazioni degli operatori della Ghiacciaia

Immediata e drastica applicazione anche a Parma del decreto del ministero della Sanità on. Degan che ha vietato per la durata di quindici giorni, in conseguenza della contaminazione radioattiva, la vendita delle cosiddette verdure a foglia.

Sin dal primo mattino severi controlli sono stati effettuati dai vigili sanitari coadiuvati dai vigili urbani nel Mercato ortofrutticolo del Cornocchio e in quello della Ghiacciaia.

La vendita della verdura ha naturalmente subito un vero e proprio tracollo, anche se qualcuno, ignorando



Dal Cornocchio alla piazza della Ghiacciaia, nonostante il traffico intenso che caratterizza il sabato mattina, il salto è breve. I fratelli Michelotti non hanno difficoltà ad affermare: «La gente, indubbiamente, soffre la psicosi di questi primi giorni d'allarmismo. Nessuno chiede verdura e per noi, come per gli altri commercianti della piazza, si tratta di almeno settanta-ottanta chili di merce rimasta invenduta, anzi consegnata ai vigili sanitari...».

Iride Franchini, che ha il banco poco distante, è sconcertata doppiamente dalla situazione. Nel colorito dialetto parmigiano rivoluziona:

nel fine settimana



LABORATORIO RADIOIMMUNOLOGIA presso IZSLT Roma

Istituito nel 1991 con AUTORIZZAZIONE DEL COMUNE DI ROMA

Dal **1995**: Monitoraggio della RADIOATTIVITA' AMBIENTALE



11 marzo 2011

Giappone

Regione di Tohoku

Terremoto 9 grado scala
Richter



Epicentro in mare e
successivo tsunami

A tutt'oggi il più potente mai
misurato in Giappone e il
quarto a livello mondiale
15.703 morti accertati, 5.314
feriti e 4.647 dispersi





Nelle vicinanze di [Miyako](#)
 onda di straordinaria altezza:
 40,5 metri



Onde alte oltre 10 metri che hanno
 raggiunto una velocità di circa 750 [km/h](#)



Nel 2011 il nucleare copriva il 30% del fabbisogno energetico nazionale.

Il sisma ha provocato lo spegnimento automatico di undici centrali nucleari da parte dei sistemi di emergenza.

Impianto nucleare di Fukushima Daiichi



L'acqua del maremoto danneggia i sistemi elettrici di raffreddamento, causando un surriscaldamento incontrollato. Il livello dell'acqua negli impianti scende sotto i livelli minimi di guardia e pertanto viene dichiarata **l'emergenza nucleare**



Il guasto all'impianto di raffreddamento ha permesso il surriscaldamento dovuto al decadimento naturale del combustibile nucleare, con vaporizzazione dell'acqua della piscina di soppressione in cui è immerso il reattore e alla successiva reazione tra vapore bollente e lo zirconio che riveste le barre di combustibile; prosciugata l'acqua attorno al reattore il surriscaldamento è andato fuori controllo. 11/3 Reattore n. 1 di Fukushima I: fusione delle barre di combustibile ed esplosione visibile anche dall'esterno, che ha provocato il crollo di parte delle strutture esterne della centrale.

12/3 Reattore n. 3: rilascio controllato di vapore e irrorazione dei reattori con acqua di mare e [acido borico](#); diffusione nell'atmosfera di [iodio 131](#). Evacuazione di 110 000 persone nel raggio di 30 chilometri dall'impianto di Fukushima I.

14/3 Reattore n. 2: interruzione dell'impianto di raffreddamento, irrorato con acqua marina e boro.

15/3 Reattore n. 4: esplosione ed incendio.

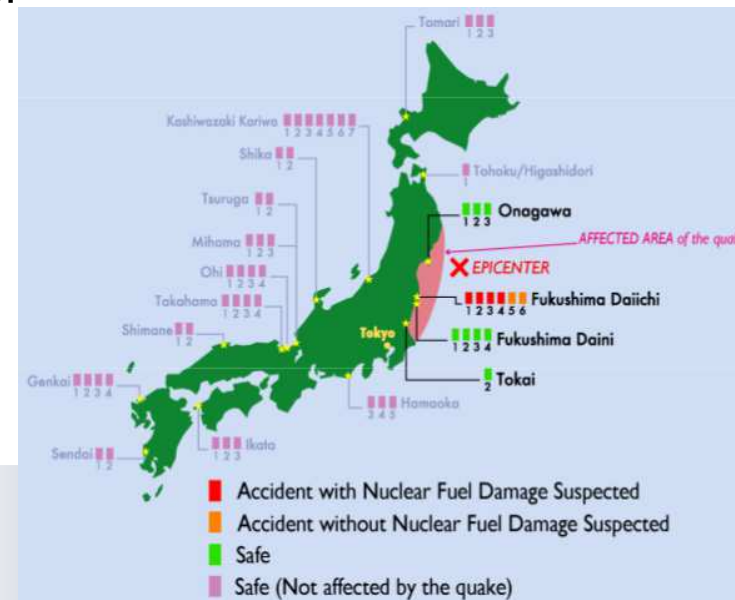


Foto aeree del sito di Fukushima-Daiichi

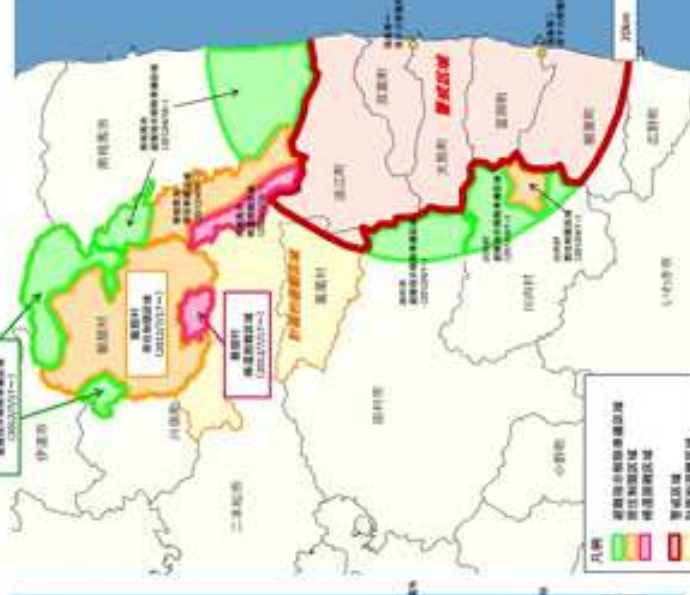
Unità 1, 2, 3 e 4 (danneggiati)



e

Unità 5 e 6 (non danneggiati)





The evolution of evacuation areas around Fukushima Daiichi.

From left to right: as of April 2011; changes made on 1 and 16 April 2012; and changes made on 17 July 2012

- An area to which people may return but not stay overnight. No protective equipment required.
- A 'restricted' area; dose rate of 20-50 millisieverts per year. Entry for specific purposes, no protective equipment required.
- A 'difficult' area; dose rate of over 50 millisieverts per year. Entry in the public interest only.

- Fully evacuated area
- Planned evacuation area

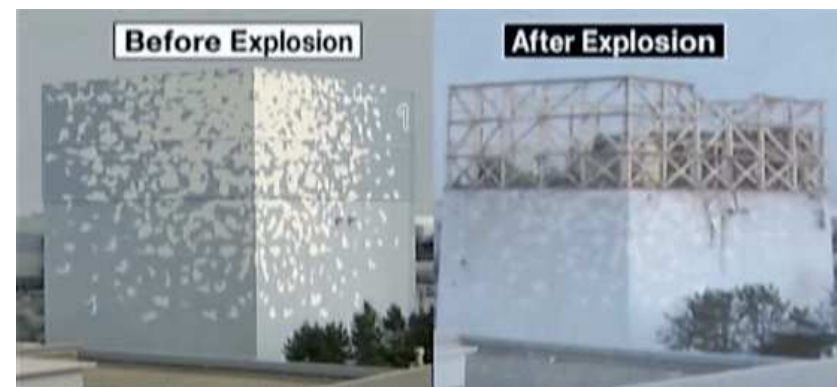
winn
world nuclear news

Source: METI



Gli avvenimenti sono stati classificati dall'Agenzia per la sicurezza nucleare e industriale del Giappone al grado 7 della [scala INES](#), il massimo, a pari livello con il [Disastro di Černobyl'](#)

Nel 2012 spento l'ultimo reattore e 4 anni di blocco del nucleare in Giappone
Agosto 2015 riaperta una centrale a soli 50 km da un vulcano attivo.



Allarmismo nei consumatori

Fukushima: Cesio a livelli record, pesce radioattivo e calamari giganti

Cesio a livello record, Fukushima prepara il sushi radioattivo



Contaminazione ecosistema marino a Fukushima 50 volte oltre i limiti



The Lightly Braised Turnip Giant Squid Discovered On California Coast And Scientists Suspect Radioactive Gigantism



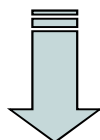
La contaminazione sta risalendo la catena alimentare



INCIDENTE NUCLEARE CENTRALE DI FUKUSHIMA E ALLARMISMO

Dispersione nell'ambiente di materiale radioattivo

Fuoriuscita di acqua altamente radioattiva e versamento nell'Oceano Pacifico



Contaminazione delle acque e quindi degli esseri viventi che vi vivono.

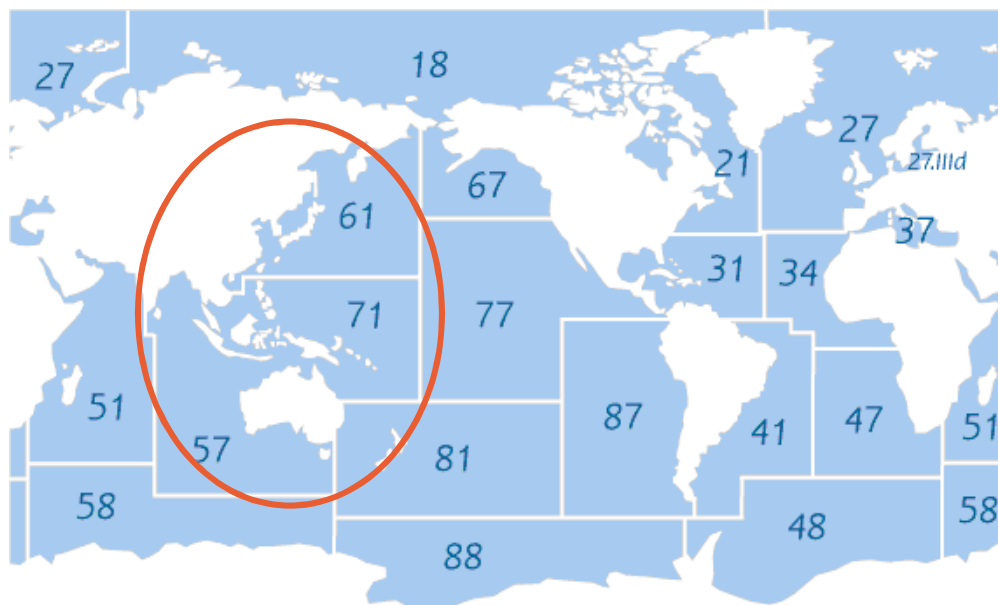


Allarmismo tra la gente



Anche in Italia è diminuito il consumo di pesce e molluschi non solo proveniente da quelle zone ma anche dalle altre zone FAO.





Zone FAO interessate dall'incidente di Fukushima:

Zona FAO 61 (Pacifico nord-occidentale): Giappone, Russia, Coree e Vientam;

Zona FAO 71 (Pacifico centro-occidentale): Filippine, Thailandia, Indonesia, Malesia, Papa Nuova Guinea;

Zona FAO 57 (Oceano indiano): Sri Lanka, India, Indonesia, Australia sud occidentale.



In Europa rischio contaminazione (ambiente ed alimenti): molto basso

- a) Importazione complessiva di prodotti agricoli e della pesca poco significativa
- b) Intervento tempestivo delle autorità giapponesi

La Commissione europea ha lanciato una notifica, tramite il sistema di allerta rapido per alimenti e mangimi (**RASFF**), raccomandando il controllo della radioattività dei prodotti importati dal Giappone dopo il 15 marzo 2011. Tutti i prodotti provenienti dalle prefetture più a rischio sono state controllate prima di lasciare il Giappone e potevano essere importati solo se accompagnati da una dichiarazione delle autorità giapponesi che attestava un contenuto in radionuclidi inferiore al livello massimo permesso.



Risultati prove eseguite sui campioni provenienti da zone FAO 71 - 61 - 57

DESCRIZIONE	T.lettura/volume secondi/ml	CS 134 Bq/Kg	CS 137 Bq/Kg	I 131 Bq/Kg	K 40 Bq/Kg	GRASSO %	PROTEINE %
Tonno sott'olio	166000/500	<0,28	< 0,15	< 0,24	87,73 +/- 7,58	9,76	28,32
Tonno sott'olio	72000/1000	< 0,22	0,25 +/- 0,07	< 0,36	109,73 +/- 7,74	5,98	31,05
Tonno sott'olio	150000/1000	< 0,14	0,16 +/- 0,046	< 0,15	107,75 +/- 6,8	8,02	29,18
Totano	72000/500	<0,36	<0,34	*	12,9 +/- 3,78	0,88	12,2
Calamaro	72000/140	< 1,18	<0,65	*	76,2 +/- 17,5	1,5	16,44
Calamaro	72000/140	< 1,36	< 1,18	*	75,95 +/- 18,06	1,41	15,77
Calamaro	72000/500	<0,30	<0,26	<0,35	72,2 +/- 7,5	1,52	16,02
Polpo	72000/500	< 0,36	< 0,32	*	6,65 +/- 3,40	0,69	9,4
Calamaro	72000/500	< 0,37	< 0,21	*	13,2 +/- 3,92	1,31	11,87
Seppia	72000/500	< 0,36	< 0,31	*	7,99 +/- 3,34	0,69	10,4
Tonno sott'olio	72000/140	< 1,07	< 0,57	*	97,1 +/- 17,98	9,88	28,45
Tonno sott'olio	150000/140	< 0,68	0,55 +/- 0,22	< 1,65	106,1 +/- 17,1	7,43	31,6
Tonno sott'olio	72000/140	< 1,02	< 0,56	< 4,96	97,73 +/- 19,06	6,51	29,15
Tonno sott'olio	72000/140	< 1,12	< 0,58	< 1,38	119,5 +/- 20,8	6	30,02
Tonno sott'olio	72000/140	< 1,02	< 0,97	*	96,88 +/- 17,84	8,35	29,21
Tonno sott'olio	72000/140	< 1,19	< 1,08	*	101,8 +/- 19,2	11,31	26,98
Tonno sott'olio	72000/140	< 1,19	0,76 +/- 0,34	*	100,3 +/- 19,56	6,25	31,27



Risultati prove eseguite sui campioni provenienti dai piani di controllo ufficiali del 2011-2012

Campioni 2011

FAO	DESCRIZIONE	T.lettura/volume secondi/ml	CS 134 Bq/Kg	CS 137 Bq/Kg	I 131 Bq/Kg	K 40 Bq/Kg
61	Calamari	7200/1000	<0,66	<0,61	<0,65	89,6 +/-11,57
	Calamari	7200/1000	<0,48	<0,46	<0,77	<7,81
61	Filetti di pesce	7200/1000	<0,45	<0,44	<0,52	37,69 +/- 5,44
	Filetti di pesce	9000/500	<1,26	<1,17	<1,21	68,18 +/- 15,06
61	Gamberi	7200/1000	<0,46	<0,42	<0,53	<6,75
61	Molluschi bivalvi	54000/1000	<0,18	<0,15	<0,18	34,54 +/- 3,42
	Molluschi bivalvi	10800/500	<1,43	<1,25	<1,96	< 15,9
	Molluschi bivalvi	7200/1000	<0,50	<0,47	<0,85	37,21 +/- 6,74
	Molluschi bivalvi	7200/1000	<0,59	<0,59	<0,81	34,96 +/- 13,74
	Molluschi bivalvi	7200/1000	<0,54	<0,49	<0,54	-
	Molluschi bivalvi	7200/1000	<0,78	<0,55	<0,59	179 +/- 60
71	Pesce	7200/1000	<0,48	<0,41	<0,66	101,2 +/- 10,5
71	Polpi	7200/1000	<0,53	<0,51	<0,57	<7,59
	Polpi	7200/1000	<0,49	<0,42	<0,52	< 8,13
	Polpi	7200/1000	<0,68	<0,56	<0,79	<7,37
	Polpi	7200/1000	<0,61	<0,57	<0,64	<8,25
	Polpi	57010/1000	<0,25	<0,22	<0,35	<4,66
61	Polpi	7200/500	<1,87	<1,69	<1,69	<23,9



Risultati prove eseguite sui campioni provenienti dai piani di controllo ufficiali del 2011-2012

Campioni 2011

61	Rana pescatrice	7200/1000	<0,58	<0,56	<0,64	28,13 +/- 5,92
61	Seppia	7200/1000	<0,50	<0,49	<0,84	< 5,89
61	Seriola	9000/500	<0,82	<0,66	<0,73	133,99 +/- 17,76
	Seriola	50200/1000	<0,15	<0,16	<0,18	111,04 +/- 7,22
	Seriola	10200/500	<1,54	<1,33	<1,57	217 +/- 51,2
	Seriola	7200/500	<1,38	<1,23	<1,38	207 +/- 27,6
	Seriola	7200/500	<1,24	<1,16	<1,43	217 +/- 28,6
	Seriola	9000/500	<1,76	<1,44	<1,66	206 +/- 27,6
	Seriola	53000/1000	<0,18	<0,16	<0,16	118 +/- 7,56
71	Tonno	8000/1000	<0,53	<0,45	<0,55	119 +/- 19,8
71	Tonno	14000/1000	<0,39	<0,37	<0,42	135 +/- 10,6
61	Verdesca	57000/1000	<0,16	<0,14	<0,23	99,2 +/- 6,52



Campioni 2012

FA O	DESCRIZIONE	T.lettura/volume secondi/ml	CS 134 Bq/Kg	CS 137 Bq/Kg	I 131 Bq/Kg	K 40 Bq/Kg
71	Calamari	7200/1000	<0,61	<0,58	<0,62	18,4 +/- 4,18
61	Merluzzo	7200/1000	<0,77	<0,69	<1,05	104 +/- 13,8
61	Salmone	7200/1000	<0,72	<0,69	<0,70	88,1 +/- 11,8
61	Seppie	7200/1000	<0,59	<0,51	<0,75	<7,43



