

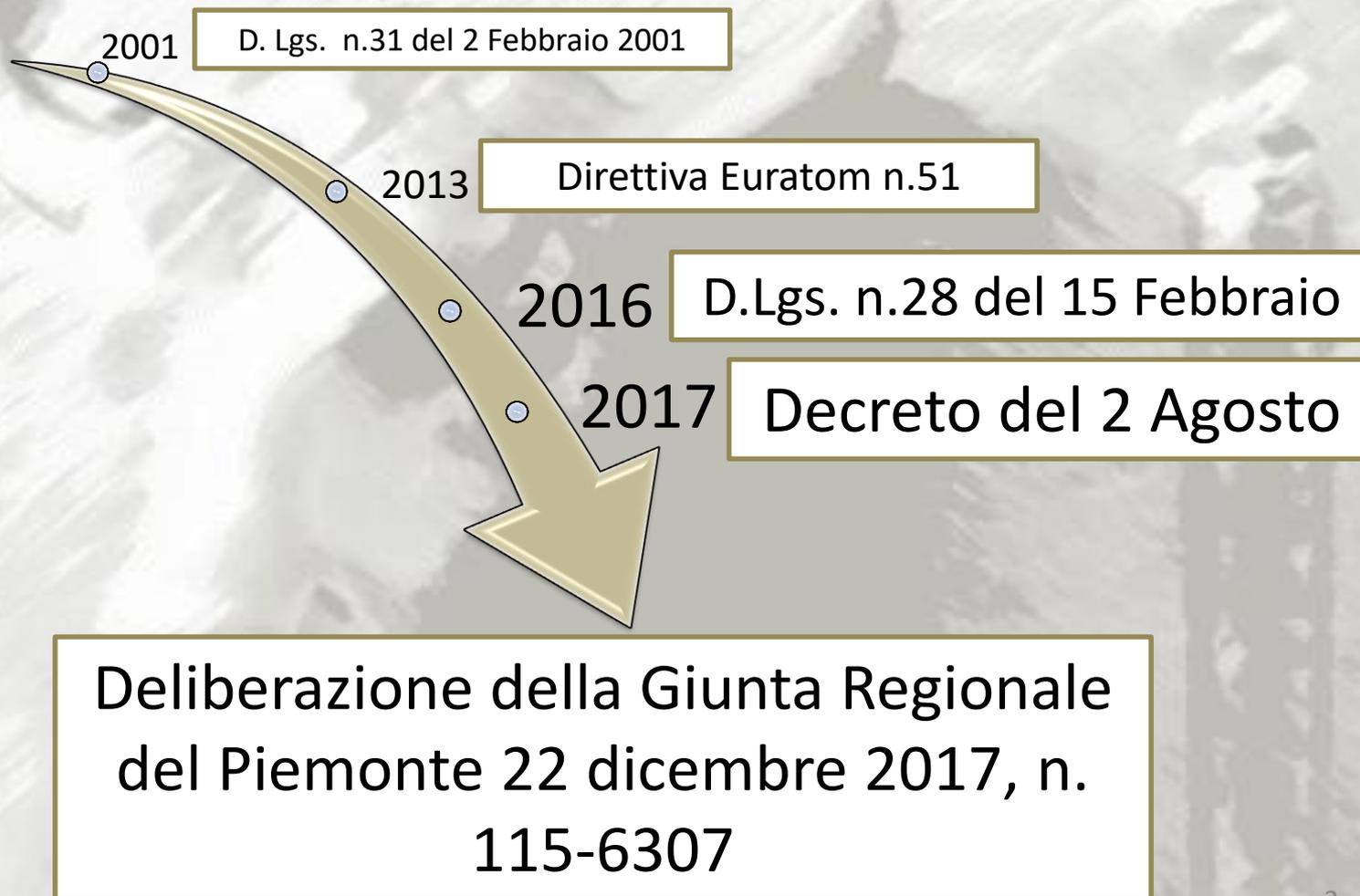
Società Metropolitana Acque Torino

La radioattività nelle acque potabili: nuove sfide per i laboratori

**10 Ottobre 2019
Festival dell'Acqua**

Ing. Beatrice Coloru, PhD

1. Evoluzione normativa per il controllo della radioattività nelle acque destinate al consumo umano



1. Evoluzione normativa per il controllo della radioattività nelle acque destinate al consumo umano

DECRETO LEGISLATIVO n.28 del 15 Febbraio 2016

Requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano

- Modalità del controllo delle sostanze radioattive mediante **parametri indicatori**, **valori di parametro** e **prestazioni** minime del sistema di misura

	Trizio	Radon	Dose Indicativa
Valore di parametro	100 Bq/l	100 Bq/l	0,1 mSv
Minima attività rilevabile	10 Bq/l	10 Bq/l	-

2. Programma dei controlli

DECRETO LEGISLATIVO n.28 del 15 Febbraio 2016

- **Approccio esaustivo:** Il controllo deve coprire tutta la popolazione sulla base di definite «zone di fornitura»: «parte della rete di distribuzione idrica alimentata da un'unica fonte di approvvigionamento ovvero da una miscela di più fonti, in cui, quindi, la qualità dell'acqua distribuita alla popolazione, può considerarsi omogenea dal punto di vista del contenuto di radioattività»
- **Frequenze di campionamento:**

Volume di acqua (m ³ /d)	Numero di campioni all'anno
V<100	Frequenza stabilita dalla regione. Non inferiore a 1 campione ogni 3 anni per volumi d'acqua superiori a 10 m ³ /d
100<V<1000	1
1000<V<10.000	1 + 1 per ogni 3.300 m ³ /d del volume totale e relativa frazione (min=2, max=4)
10.000<V<100.000	3 + 1 per ogni 10.000 m ³ /d del volume totale e relativa frazione (min=5, max=13)
V>100.000	10 + 1 per ogni 25.000 m ³ /d del volume totale e relativa frazione (min=15)

- **Definisce rigide SANZIONI ai gestori del servizio idrico in caso di inadempienza:**
 - Sanzione amministrativa pecuniaria da € 40.000 a € 120.000.
 - Nel caso di reiterata violazione da parte di un gestore che svolge l'attività sulla base di un provvedimento dell'amministrazione, la regione ne dà comunicazione all'autorità che ha adottato il provvedimento affinché provveda immediatamente alla revoca dello stesso.
- **Separazione competenze** tra controlli interni e controlli esterni

2. Programma dei controlli

DECRETO LEGISLATIVO n.28 del 15 Febbraio 2016

Società Metropolitana Acque Torino

- Servizio Idrico Integrato della Città Metropolitana di Torino
- 287 Comuni
- 2,2 milioni di utenti serviti
- 180 milioni di metri cubi di acqua distribuiti

1. CAMPAGNA ANNUALE PREVISTA:

- 287 Comuni
- Circa 400 Campioni alfa e beta totali e radon
- Circa 50 campioni trizio



Valore di
mercato:
150 -230 mila €

2. VALUTAZIONI PRELIMINARI:

- 960 Punti di prelievo rappresentativi di zone di fornitura
- Alfa e beta totali, radon e trizio

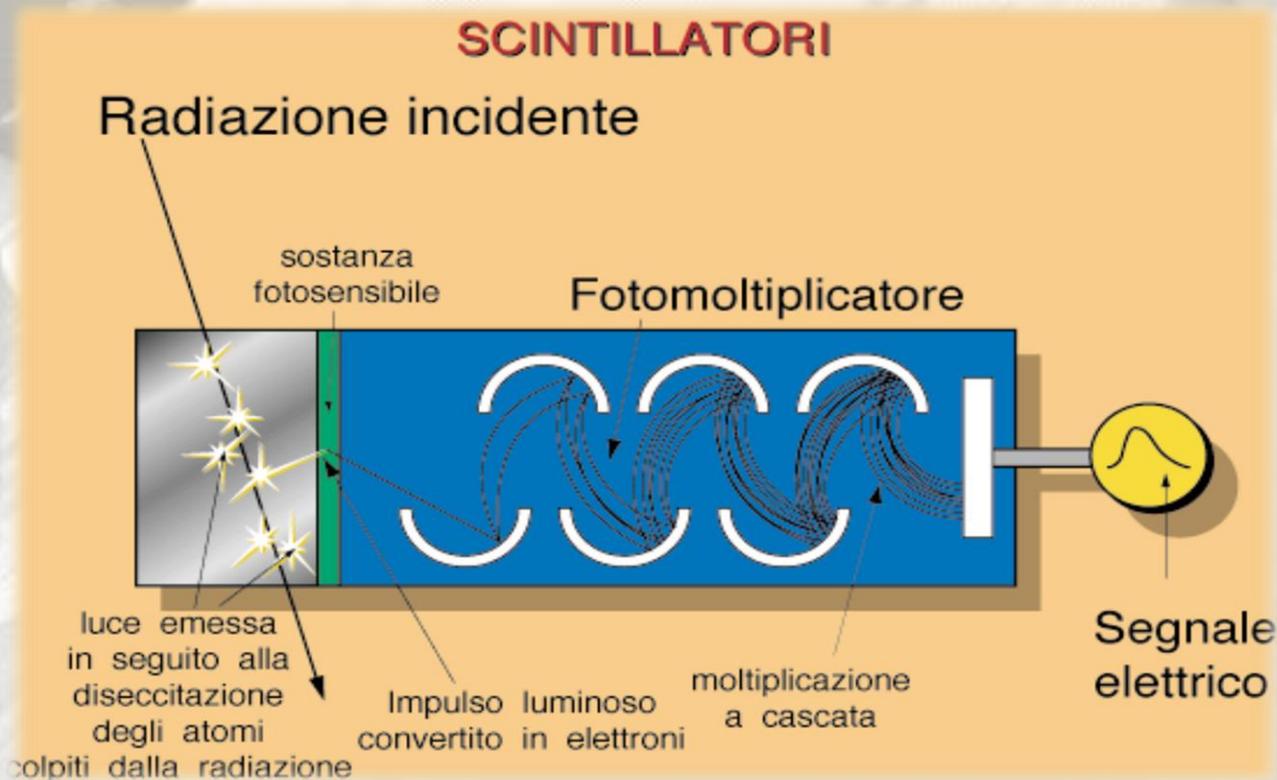


Valore di
mercato:
>500 mila €

Costo:
ca. 250 mila €

3. Metodo

Tecnica analitica: Conteggio in scintillazione liquida



Scintillazione liquida

Il metodo della scintillazione liquida si basa sulle proprietà di luminescenza di un cocktail scintillante in contatto con il campione.

Le radiazioni emesse dal campione sono in grado di eccitare le molecole del liquido scintillante, che rilassano emettendo fotoni. Gli impulsi luminosi vengono quindi convertiti in impulsi elettrici ed amplificati mediante un fotomoltiplicatore.

3. Metodo

Strumento



Contatore per scintillazione liquida :

- TR-LSC (Time-resolved Liquid Scintillation Counting):
 - Discriminazione alfa-beta
 - Abbattimento del rumore
- Guard Compensation Technology (GCT) per l'abbattimento del rumore e l'ottimizzazione della figura di merito
- Standard di riferimento (Ossido Bismuto-Germanio)

3. Metodo

Dose Indicativa

$$DI = \sum^n \left(\frac{C_i(mis.)}{C_i(der.)} \right) * 0,1$$

- Misura di singoli radionuclidi
- Screening del contenuto di radioattività nell'acqua destinata al consumo umano, basata sulla misura della concentrazione di attività alfa totale e beta totale

Alfa totale < 0,1 Bq/l

Beta totale < 0,5 Bq/l



Dose Indicativa < 0,1
mSv/anno*

*Ipotesi: consumo annuo pari a 730
l/persona

3. Metodo

Dose Indicativa

Misura della concentrazione di
attività alfa e beta totali

Alfa totale $< 0,1$ Bq/l e Beta totale
 $< 0,5$ Bq/l

Alfa totale $> 0,1$ Bq/l oppure Beta
totale $> 0,5$ Bq/l

Stima per eccesso della DI

DI $< 0,1$
mSv/anno

DI $> 0,1$
mSv/anno

Il rispetto del valore di parametro
per la DI è assicurato. Non sono
necessari ulteriori controlli

Necessari ulteriori approfondimenti
presso laboratorio esterno

3. Metodo

Stima per eccesso della dose indicativa:

- Misura della concentrazione di K (mg/l) – Gascromatografia ionica
- Stima della concentrazione di K^{40} in base all'abbondanza in natura: $C_{K40} \approx 0,012\% C_{Ktot}$
- Stima dell'attività del $K40$: $A_{K40} = \frac{C_{K40}}{M_{K40}} * N_{Av} * \lambda_{K40}$
- **Calcolo dell'attività beta residua:** $A_{\beta res} = A_{\beta} - A_{K40}$
- Misura della concentrazione di U238 mediante ICP-MS ($\mu\text{g/l}$)
- Stima dell'attività dell' U238: $A_{U238} = \frac{C_{U238}}{M_{U238}} * N_{Av} * \lambda_{U238}$
- Stima dell'attività dell'U234: $A_{U234} \approx A_{U238}$
- **Calcolo dell'attività alfa residua:** $A_{\alpha res} = A_{\alpha} - (A_{U238} + A_{U234})$

Concentrazione di attività derivata per i radionuclidi naturali

Nuclide	Tipo	Conc. Der. [Bq/l]
U238	Alfa	3,0
U234	Alfa	2,8
Ra226	Alfa	0,5
Po210	Alfa	0,1
Ra228	Beta	0,2
Pb210	Beta	0,2

$$DI_{max} = \left(\frac{A_{U^{238}}}{3} + \frac{A_{U^{234}}}{2,8} + \frac{A_{\alpha res}}{C_{der}(Po^{210})} + \frac{A_{\beta res}}{C_{der}(Pb^{210})} \right) * 0,1$$

4. Campagna di misure

TRIZIO	
Campioni analizzati	971
Campioni con attività non rilevabile	969
Percentuale di superamento del 90% del VP per il Trizio	0%

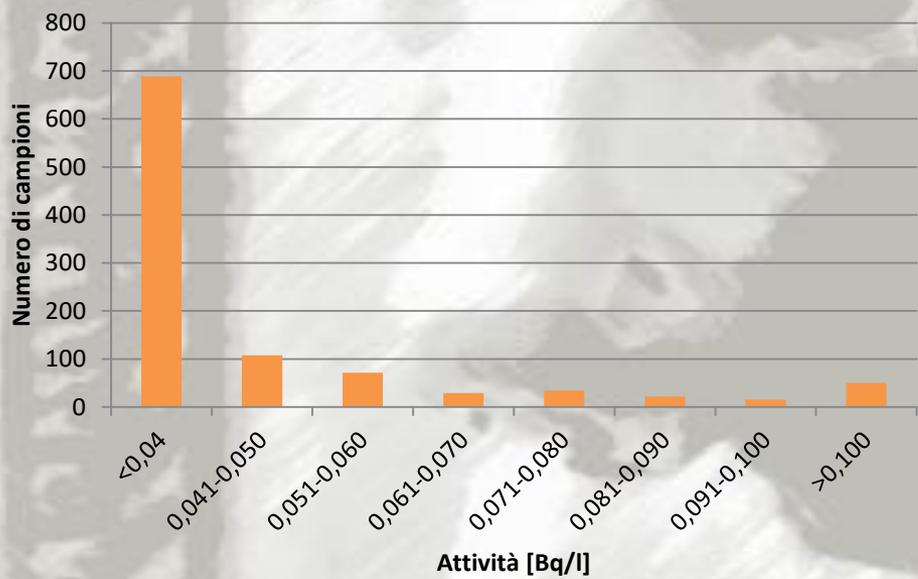
RADON	
Campioni analizzati	892
Campioni con attività non rilevabile	566
Percentuale di superamento del 90% VP per il Radon	1%

4. Campagna di misure

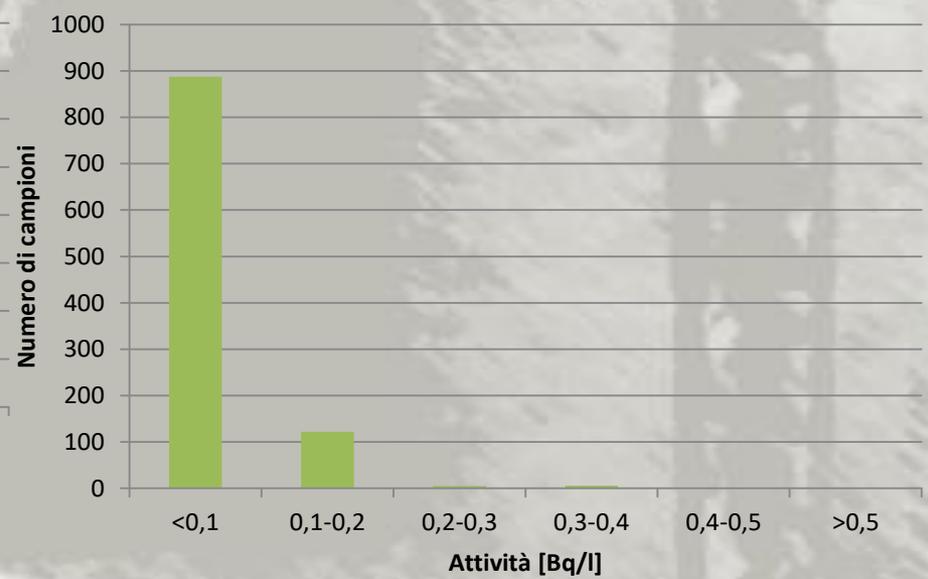
ALFA	
Campioni analizzati	1018
Campioni con attività non rilevabile	682
Percentuale di superamento del 90% del VP per Alfa	8%

BETA	
Campioni analizzati	1018
Campioni con attività non rilevabile	887
Percentuale di superamento del 90% del VP per il Beta	0%

Distribuzione attività alfa



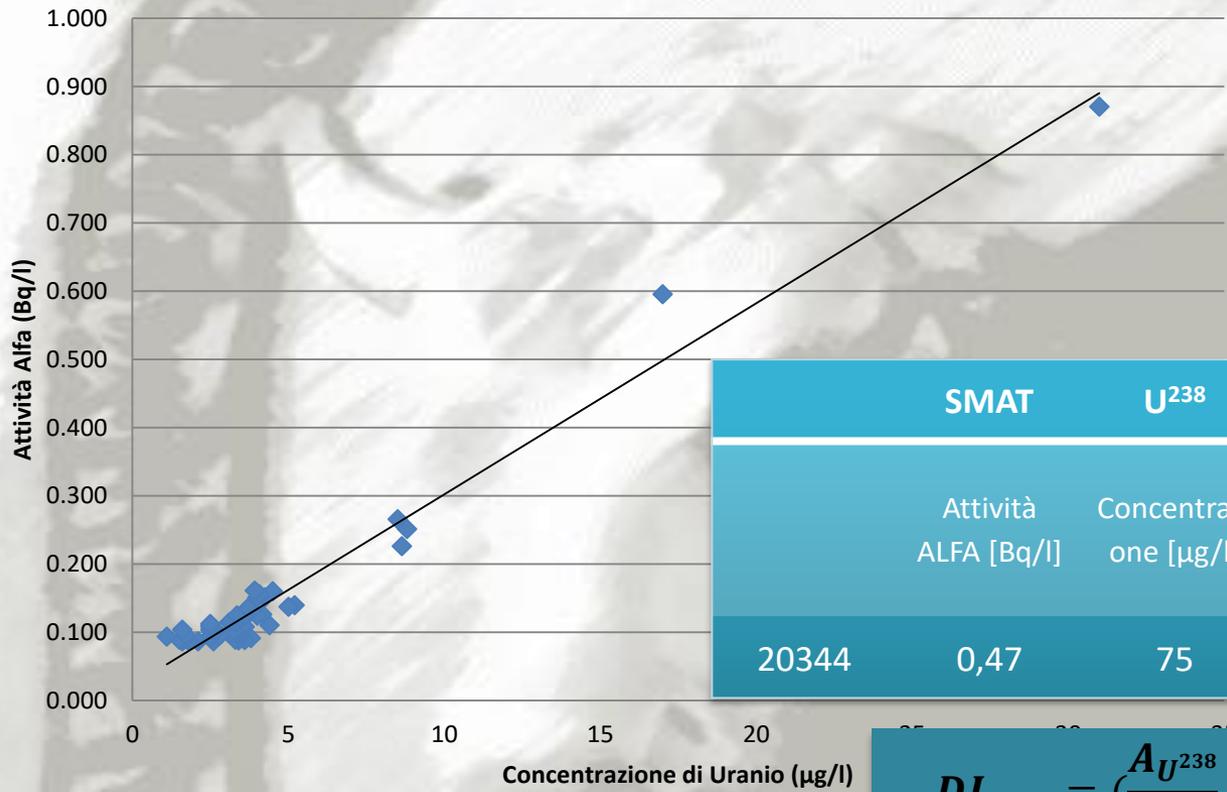
Distribuzione attività beta



4. Campagna di misure

Esempio valutazione Dose Indicativa

Attività Alfa vs Concentrazione di Uranio



SMAT	U ²³⁸	U ²³⁸ +U ²³⁴		
Attività ALFA [Bq/l]	Concentrazione [µg/l]	Attività [Bq/l]	Attività residua [Bq/l]	DI _{MAX} [mSv/anno] (Solo Alfa)
20344	0,47	75	0,05	0,06

$$DI_{max} = \left(\frac{A_{U^{238}}}{3} + \frac{A_{U^{234}}}{2,8} + \frac{A_{ares}}{C_{der}(PO^{210})} \right) * 0,1$$

5. Misure di radioattività on-line

Circa il 17% dell'acqua destinata al consumo umano prodotta da SMAT è ottenuta dall'impianto di trattamento dell'acqua superficiale del fiume Po

La vulnerabilità delle fonti di approvvigionamento idrico d'origine superficiale rende il monitoraggio on-line indispensabile al fine di seguire in tempo reale l'evoluzione dei fenomeni in atto e rilevare tempestivamente o addirittura anticipare situazioni critiche o anomale.

Laboratorio On-Line Lagunaggio

- 9 Parametri: pH, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, potenziale redox, nitrati, ammoniaca, temperatura, torbidità, **radioattività**
- La misura della radioattività on-line è stata introdotta nel 1987, in seguito al disastro di Chernobyl.



5. Misure di radioattività on-line



Sistema di spettrometria gamma:

- Rivelatore allo Ioduro di sodio (scintillatore inorganico)
- Multicanale
- Software:
 - acquisizione e manipolazione di spettri
 - calibrazioni base
 - gestione dei parametri hardware della catena d'acquisizione
- Autocampionatori in ingresso e in uscita

Radioisotopi di riferimento

Artificiali

Am-241

I-131

Cs-137

Co-60

Naturali

Pb-214

Bi-214

K-40

Caratteristiche:

- Cicli di misura ogni 1200 secondi
- Intervallo di energia: 50 – 2000 keV

GRAZIE!



Ing. Beatrice Coloru, PhD
Centro Ricerche SMAT
Tel.: +39 348 8999003
e-mail: beatrice.coloru@smatorino.it
www.smatorino.it/