

**DIPARTIMENTO RISCHI FISICI E TECNOLOGICI**  
**Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti e Siti Nucleari**

**RAPPORTO SUI RISULTATI DEL MONITORAGGIO DELLA RADIOATTIVITA' NELLE  
 ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO AI SENSI DEL D.LVO 28/2016**

**- ANNO 2020 -**

**Relazione tecnica n. 14/21.02/2021**

<b>Redazione</b>	<b>Funzione:</b> Componente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Maria Clivia Losana	
<b>Redazione</b>	<b>Funzione:</b> Componente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Enrico Chiaberto	
<b>Verifica</b>	<b>Funzione:</b> Dirigente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Mauro Magnoni	
	<b>Funzione:</b> Responsabile SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Laura Porzio	
<b>Approvazione</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile Dipartimento Rischi fisici e tecnologici	
	Nome: Giovanni d'Amore	

## INDICE

1. **PREMESSA**
  2. **LE STRATEGIE DI CONTROLLO E METODOLOGIA DI MISURA**
  3. **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**
  4. **RISULTATI DELLE ANALISI DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITA' ALFA TOTALE E BETA TOTALE EFFETTUATE NEL 2020**
  5. **RISULTATI DELLE ANALISI DI APPROFONDIMENTO E VALUTAZIONI DOSIMETRICHE**
  6. **RISULTATI DELLE ANALISI DI RADON**
  7. **VALUTAZIONI CONCLUSIVE**
- ALLEGATO A – RISULTATI DELLE ANALISI DI ATTIVITÀ ALFA E BETA TOTALE E URANIO – ANNO 2020**
- ALLEGATO B – RISULTATI DELLE ANALISI DI RADON – ANNO 2020**

## 1. PREMESSA

L'entrata in vigore del Decreto Legislativo n. 28 del 15 febbraio 2016 assegna alle Regioni un nuovo compito riguardante il sistematico controllo dei livelli di radioattività presenti nelle acque destinate al consumo umano.

ARPA Piemonte ha eseguito con sistematicità il monitoraggio delle acque destinate al consumo umano fin dal 2005, quando la materia era regolata secondo il quadro normativo definito dal Decreto Legislativo n. 31/2001.

In questo rapporto vengono illustrati i risultati delle analisi effettuate nel 2020, secondo il programma di campionamento stabilito in accordo con la Regione Piemonte. I campionamenti sono stati effettuati dalle Aziende Sanitarie Locali competenti per territorio. Il 2020 è stato il terzo anno in cui ARPA Piemonte ha effettuato il monitoraggio ai sensi del D.Lgs. 28/2016, dopo che nel 2017 erano state effettuate le valutazioni preliminari previste dalla legge.

## 2. STRATEGIE DI CONTROLLO E METODOLOGIE DI MISURA

### *Strategie di controllo*

Il controllo della radioattività nelle acque destinate al consumo umano è disciplinato dal Decreto Legislativo n. 28 del 15 febbraio 2016, che recepisce la Direttiva 2013/51/Euratom la quale stabilisce i requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque.

L'estrema parcellizzazione della rete acquedottistica piemontese rende molto oneroso e quindi di fatto impossibile il raggiungimento dell'obiettivo di una copertura al 100% di tutte le zone di fornitura. Per questo motivo è stata elaborata una strategia di "copertura progressiva" che, privilegiando inizialmente gli acquedotti di maggiore dimensione, che servono un gran numero di persone, andasse poi, nell'arco di 5 anni, ad interessare tutta la popolazione. Come è stato ricordato in premessa, quello del 2020 è stato il terzo programma di monitoraggio approvato dalla Regione Piemonte: negli anni 2018, 2019 e 2020 tali piani hanno sempre interessato in modo sistematico tutti gli acquedotti che servono una popolazione superiore ai 5000 abitanti (corrispondenti al 74,3 % della popolazione piemontese), oltre a una piccola frazione di acquedotti minori, relativi a forniture per popolazioni inferiori a 5000 abitanti, corrispondenti alle seguenti coperture percentuali in termini di popolazione:

- 2018: 3,3 %
- 2019: 1,9 %
- 2020: 3,9 %

Con il piano del 2021, già in avanzata fase di attuazione nonostante la pandemia, si prevede un'accelerazione in questo senso, con un ulteriore 7,3% di popolazione equivalente servita da piccoli acquedotti che sarà ricompresa nel monitoraggio. Ciò significa, in termini cumulativi, aver ormai raggiunto l'88,7 % della popolazione piemontese.

## Metodologia di misura

Il parametro di riferimento stabilito dalla legge è la cosiddetta dose indicativa, cioè la dose efficace derivante dall'ingestione di tutti gli elementi radioattivi presenti nell'acqua ad eccezione del radon e del trizio per i quali valgono degli specifici livelli di riferimento, definiti in termini di concentrazione di attività (100 Bq/l). La dose indicativa, per la quale la legge indica un valore di riferimento pari a 0,1 mSv/anno, non è una quantità direttamente misurabile con una tecnica analitica. Essa infatti esprime la dose rilasciata al corpo umano da tutti gli elementi radioattivi (radionuclidi) contenuti nell'acqua consumata in un anno. Matematicamente è data dalla sommatoria estesa a tutti i radionuclidi presenti nelle acque:

$$DI = \sum e_i \cdot C_i$$

dove  $C_i$  sono le concentrazioni di attività (Bq/l) dei singoli radionuclidi, mentre  $e_i$  sono opportuni coefficienti di dose che dipendono, oltre che dal tipo di radionuclide, anche dalla classe di età considerata (lattanti, bambini, adulti).

Quindi, per il calcolo rigoroso di  $DI$ , in linea di principio, sarebbe necessario misurare tutti i radionuclidi presenti nelle acque, un compito assai gravoso.

Pertanto, per una prima valutazione della radioattività nelle acque, viene impiegata una tecnica di misura di *screening*, basata sulla misura della radioattività alfa/beta totale. Si tratta di una tecnica relativamente semplice che non consente di identificare i singoli elementi radioattivi ma che è comunque utilissima poiché permette di stimare, sia pure in modo approssimativo, tutta la radioattività presente nell'acqua. Tramite tali misure è possibile, nella stragrande maggioranza dei casi, stabilire la sicurezza radiologica del campione senza la necessità di procedere alla ricerca dei singoli elementi radioattivi. Per questo motivo le misure alfa/beta totale sono diventate uno standard internazionale riconosciuto per la valutazione del contenuto di radioattività nelle acque, tanto da essere esplicitamente previste nel D. Lgs. 28/2016. Esse costituiscono il cardine del sistema di controllo in quanto è a partire da esse che viene organizzata l'attività analitica. La norma fornisce due valori, uno per la radioattività alfa (0,1 Bq/l) e l'altro per la radioattività beta (0,5 Bq/l). Tali valori sono evidentemente stati scelti in stretta connessione con la dose indicativa  $DI$ . Infatti, se le concentrazioni alfa e beta sono al di sotto di tali limiti, ne consegue che automaticamente la condizione  $DI < 0,1$  mSv risulterà rispettata e non sarà quindi necessario alcun approfondimento.

Viceversa, se uno o entrambi questi parametri risultano superiori ai valori indicati, bisogna procedere a una più dettagliata caratterizzazione radiometrica del corpo idrico. Solitamente si procede per approssimazioni successive: la misura di tutti i radionuclidi potenzialmente presenti in un campione è infatti praticamente impossibile, vista la numerosità degli elementi radioattivi potenzialmente presenti e le difficoltà analitiche connesse.

La strategia da adottare in questi casi va studiata caso per caso, poiché possono esserci peculiarità locali che suggeriscono l'esecuzione di alcuni approfondimenti rispetto ad altri. Si possono dare tuttavia delle indicazioni generali: poiché nella stragrande maggioranza dei casi è stato visto che il responsabile dei superamenti è esclusivamente l'uranio naturale, il primo approfondimento prevede la misura quantitativa dei radioisotopi dell'uranio stesso e solo successivamente di tutti gli altri, a cominciare dal radio ( $^{226}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Ra}$ , in particolare).

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it) E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto:dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Lo scopo di queste analisi di approfondimento per approssimazione successive è quello di spiegare completamente il contenuto di radioattività alfa e beta determinato dalle misure di screening. L'approfondimento si arresta quando la somma delle concentrazioni di attività dei vari radionuclidi misurati individualmente eguaglia il valore ottenuto con la più grossolana misura alfa/beta totale. Nella quasi totalità dei casi in cui l'approfondimento risulta necessario, è sufficiente limitarsi alla misura degli isotopi dell'uranio; in qualche raro caso è necessario procedere anche alla misura del radio e, solo in circostanze molto particolari, si devono effettuare indagini mirate su particolari radioisotopi, sia naturali (ad esempio il polonio) che artificiali (americio, plutonio,  $^{90}\text{Sr}$ , ecc.).

Come già sopra accennato, il decreto richiede, oltre alla stima del valore per la *DI*, anche la misura diretta delle concentrazioni di due particolari elementi radioattivi: il trizio, cioè l'idrogeno radioattivo ( $^3\text{H}$ ) e il radon ( $^{222}\text{Rn}$ ). Questi due radionuclidi sono considerati a sé stanti e non concorrono al calcolo della *DI*. Per essi è stabilito un limite *ad hoc*, pari a 100 Bq/l. La Regione Piemonte ha tuttavia stabilito che il controllo sistematico del trizio nelle acque destinate al consumo umano non sia necessario, in quanto i livelli ambientali estremamente bassi di questo radioelemento misurati nel corso degli ultimi anni in diverse campagne di misura effettuate da ARPA Piemonte garantiscono comunque il rispetto del limite di 100 Bq/l per ogni acqua potabile. Le concentrazioni di trizio sono infatti sempre risultate inferiori alla sensibilità strumentale dei sistemi di misura, pari a circa 3 Bq/l.

A tal proposito si ricorda che il trizio è comunque costantemente monitorato nella Regione: presso i siti nucleari di Trino V.se e di Saluggia si effettuano sistematici monitoraggi delle acque potabili, mentre a Trino V.se è anche prevista, in via del tutto precauzionale, la sistematica misura del trizio in aria. I risultati di tali monitoraggi, effettuati nell'ambito delle "Reti locali" di monitoraggio delle radioattività ambientale, coordinate da ISIN, sono riportati nel sito internet istituzionale di Arpa Piemonte.

Le misure di radon sono iniziate in modo sistematico ai fini del monitoraggio ai sensi del D.Lgs. 28/2016, scegliendo i campioni nelle zone dove il rischio di trovare, in base alla mappatura radon, una concentrazione più elevata è maggiore.

Una sintesi dei risultati dell'attività di monitoraggio delle acque destinate al consumo umano può essere reperita consultando il servizio Geoportale di ARPA Piemonte, all'indirizzo internet <http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale/> (Figure 1 e 2). In esso sono riportati i risultati delle misure di concentrazione di attività alfa totale, beta totale, uranio, radon e trizio.

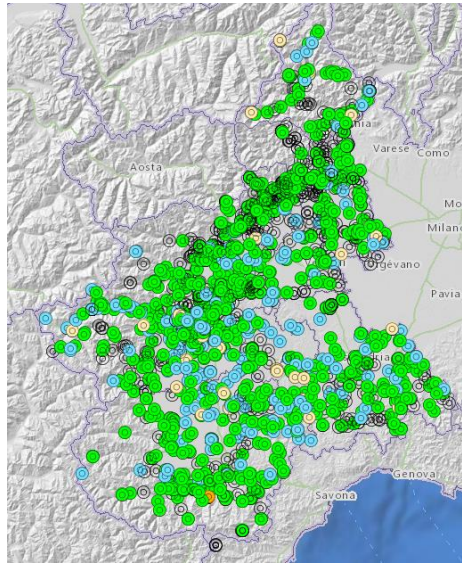


Figura 1. Rappresentazione cartografica dei punti di misura di concentrazione di attività alfa totale.

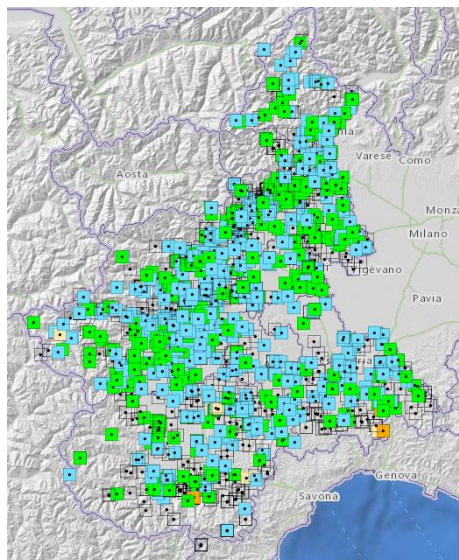


Figura 2. Rappresentazione cartografica dei punti di misura di concentrazione di attività beta totale.

### **Metodi di misura**

Per l'esecuzione delle analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi contenuti nel "Catalogo prove" di Arpa Piemonte:

- misure di attività alfa e beta totale: metodo U.RP.MA009: "Determinazione della concentrazione di attività alfa totale e beta totale nelle acque non saline mediante scintillazione liquida" – UNI EN ISO 11704: 2019 Qualità dell'acqua - Misura della concentrazione di attività alfa e beta totale in acque non saline - Metodo del conteggio per scintillazione liquida – metodo normato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede E Ivrea);

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it) E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto:dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

- misure di uranio: metodo U.RP.MA017: “Determinazione degli isotopi di uranio in acqua” – ISO 13166:2014 Water quality – Uranium isotopes – Test method using alpha-spectrometry – metodo normato;
- misure di radon: metodo U.RP.MA094 “ISO 13164-3:2013 Water quality – Radon 222 Part 3: Test method using emanometry” - metodo normato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede E Ivrea).

Il campionamento (quando effettuato da Arpa) è stato effettuato secondo la procedura U.RP.T085 “Campionamento di matrici ambientali e alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

### 3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le misure di attività alfa e beta totale sono state effettuate con uno scintillatore liquido ultra low-level Perkin Elmer Quantulus 1220, che permette di ottenere, partendo da un campione di circa 200 ml e con misure di cinque-sei ore, sensibilità dell'ordine di 0,030 Bq/l per l'attività alfa e beta totale e 0,090 Bq/l per l'attività beta totale.

Le misure di uranio sono state eseguite con la tecnica della spettrometria alfa, che consiste nel contare un piattello metallico, sul quale è stato elettrodeposto l'uranio in seguito a trattamenti radiochimici, con un rivelatore a barriera superficiale di silicio. La sensibilità di misura ottenuta raggiunge i  $10^{-3}$  Bq/l per campioni di un litro e tempi di conteggio di un giorno. Le misure di radon sono state eseguite con la tecnica dell'emanometria, che consiste nel degassare il campione acquoso e poi contare le particelle alfa emesse dal radon e dai suoi prodotti di decadimento in una cella di Lucas. Viene raggiunta una sensibilità di misura di pochi Bq/l, partendo da un campione di circa 280 ml e tempi di conteggio di 30 minuti.

### 4. RISULTATI DELLE ANALISI DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITA' ALFA TOTALE E BETA TOTALE EFFETTUATE NEL 2020

Nel 2020 il piano di campionamento ha previsto, per quanto concerne i “controlli esterni” di cui al comma 1 dell'art. 6 del D. Lgs. 28/2016, l'analisi di 297 campioni di acque. La Tabella 1 dettaglia le ASL nelle quali sono stati prelevati i campioni. Il piano di monitoraggio, concordato tra ARPA Piemonte e Regione, prevedeva infatti un elenco di punti di campionamento stilato in base a quanto previsto dalla norma (Allegato II D. Lgs. 28/2016); il campionamento vero e proprio è stato svolto dalle ASL territorialmente competenti e successivamente i campioni sono stati inviati al laboratorio di ARPA per le analisi.

Tabella 1. ASL di provenienza dei campioni analizzati nel 2020 (297 campioni).

ASL di provenienza	N° campioni
ASL AL	80
ASL AT	13
ASL BI	24
ASL CN1	38
ASL CN2	17
ASL NO	22
ASL Città di Torino	9
ASL TO3	35
ASL TO4	27
ASL TO5	14
ASL VC	8
ASL VCO	10
TOTALE	297

Per quanto riguarda i risultati relativi all'attività alfa totale, in circa metà dei campioni (49,8 %) è stato possibile misurare una concentrazione di attività superiore alla sensibilità strumentale, espressa dal Limite di Rivelabilità (LdR). Per i restanti campioni il risultato è stato inferiore al Limite di rivelabilità (pari al 50,2% del totale) – Figura 3.

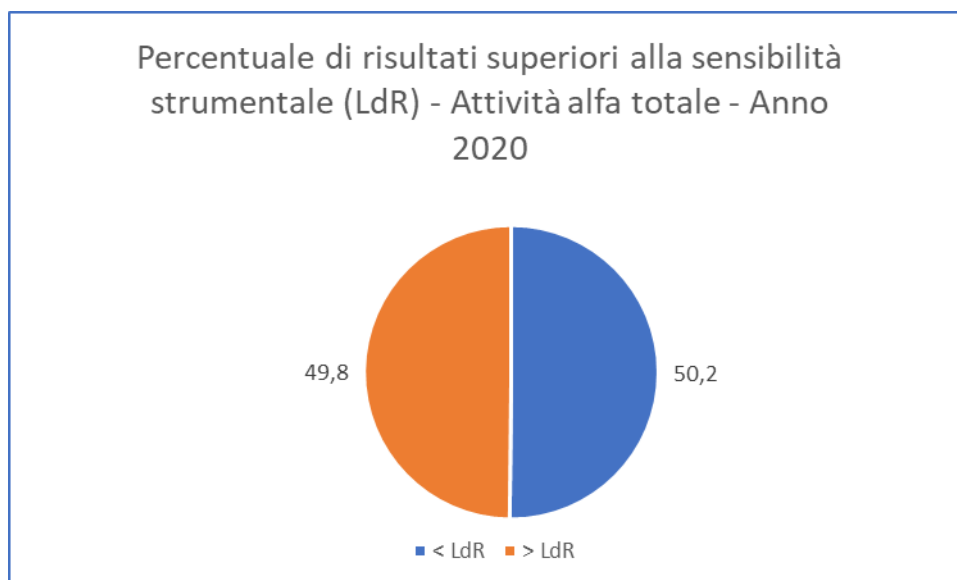


Figura 3. Risultati delle misure di attività alfa totale dei campioni analizzati nel 2020: percentuale di campioni per i quali la concentrazione è risultata inferiore o superiore al Limite di Rivelabilità.



I valori misurati per la concentrazione di attività alfa totale variano da un minimo di  $0,012 \pm 0,010$  Bq/l a un massimo di  $0,162 \pm 0,030$  Bq/l, dato relativo al campione 20NE01251, prelevato a Morsasco. Su tale campione, come illustrato nel paragrafo seguente, sono state effettuate analisi di approfondimento.

La Figura 4 rappresenta la distribuzione dei campioni per i quali è stata misurata una concentrazione di attività alfa totale superiore al Limite di Rivelabilità (LdR). Si evidenzia la presenza di 5 campioni che superano il valore di screening per l'attività alfa totale, pari a 0,1 Bq/l. Tuttavia, le analisi di approfondimento non sono state eseguite solo su questi 5 campioni, ma sono state estese anche a tutti quei campioni per i quali la somma della concentrazione di attività alfa totale e della rispettiva incertezza aveva superato il valore di parametro 0,1 Bq/l, per un totale di 14 campioni.

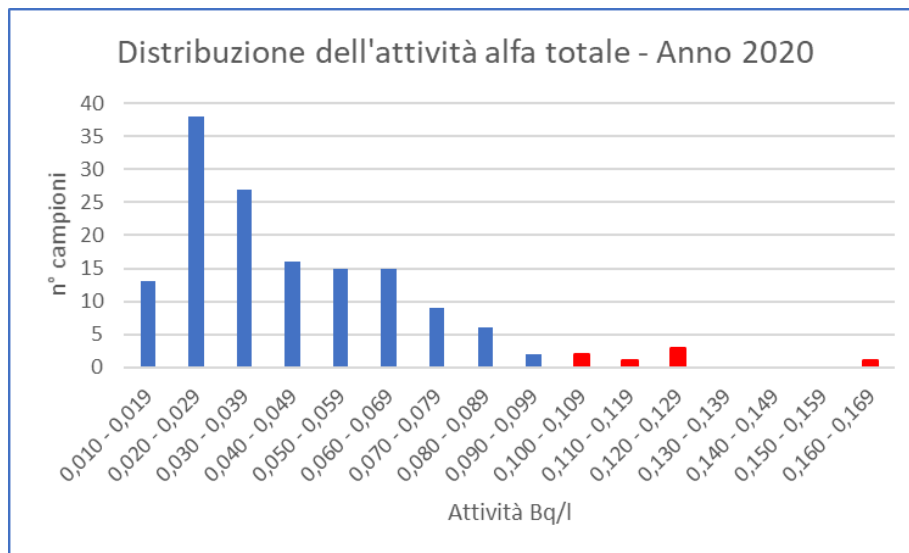


Figura 4. Distribuzione delle misure di concentrazione di attività alfa totale (totale 148 misure). In rosso sono evidenziate le classi > 0,1 Bq/l, che corrispondono ai campioni che hanno superato il livello di riferimento del D.Lgs. 28/2016.

Da un punto di vista statistico descrittivo, la distribuzione dei valori di concentrazione di attività alfa totale, considerando solo i dati superiori al LdR, ha il valore medio pari a 0,046 Bq/l, la media geometrica pari a 0,040 Bq/l, mentre la mediana, cioè il valore presente a metà della distribuzione, pari a 0,038 Bq/l.

Per quanto riguarda i risultati relativi all'attività beta totale in 162 campioni (pari al 54,5% del totale) è stato possibile misurare una concentrazione di attività superiore al Limite di Rivelabilità, mentre i campioni la cui concentrazione è risultata inferiore al Limite di Rivelabilità sono 135 (pari al 45,5% del totale) - Figura 5.

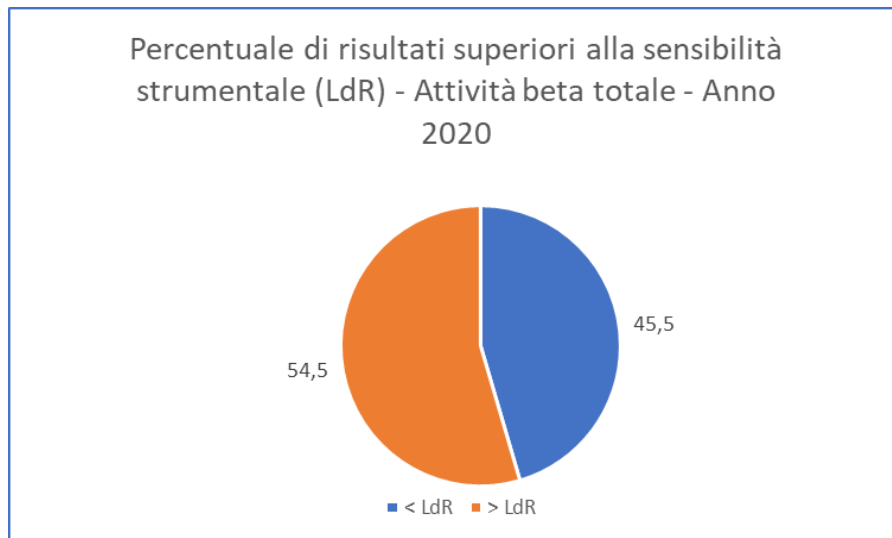


Figura 5. Risultati delle misure di attività beta totale dei campioni analizzati nel 2020: percentuale di campioni per i quali la concentrazione è risultata inferiore o superiore al Limite di Rivelabilità.

I valori misurati per la concentrazione di attività beta totale variano da un minimo di  $0,049 \pm 0,039$  Bq/l a un massimo di  $0,383 \pm 0,128$  Bq/l, quindi in nessun campione è stata misurata una concentrazione di attività beta totale superiore o prossima al livello di riferimento di 0,5 Bq/l.

La Figura 6 rappresenta la distribuzione dei campioni per i quali è stata misurata una concentrazione di attività beta totale.



Figura 6. Distribuzione delle misure di concentrazione di attività beta totale (totale 162 misure). In nessun campione la concentrazione di attività beta totale ha raggiunto o superato il livello di riferimento del D.Lgs. 28/2016.

Da un punto di vista statistico descrittivo, considerando solo i dati superiori al LdR, la distribuzione dei valori di concentrazione di attività beta totale ha il valore medio pari a 0,106 Bq/l, la media geometrica pari a 0,100 Bq/l e la mediana pari a 0,101 Bq/l.

## **5. RISULTATI DELLE ANALISI DI APPROFONDIMENTO E VALUTAZIONI DOSIMETRICHE**

Sui campioni di acque destinate al consumo umano la cui concentrazione di attività alfa ha raggiunto o è risultata prossima al livello di screening sono state eseguite analisi di approfondimento ai sensi del D.Lvo 28/2016. Queste analisi sono state estese in particolare a tutti quei campioni la cui somma della concentrazione di attività alfa totale, tenendo conto anche della rispettiva incertezza, hanno raggiunto o superato il livello di screening. Le analisi di approfondimento sono consistite nella misura della concentrazione di uranio, in particolare i suoi due isotopi più diffusi  $^{238}\text{U}$  e  $^{234}\text{U}$ . Come già anticipato nessun campione ha mostrato invece una concentrazione di attività beta totale superiore o prossima al livello di screening. I campioni su cui sono state eseguite analisi di approfondimento sono quindi stati in totale 19 e i relativi risultati sono riportati nella tabella seguente (Tabella 2).

Tabella 2. Analisi di approfondimento: confronto tra le concentrazioni di attività alfa totale e di uranio per i campioni in cui l'attività alfa totale è prossima o superiore al livello di parametro pari a 0,1 Bq/l indicato dal D.Lgs. 28/2016.

Prelievo	N° Campione	Descrizione	Comune prelievo	Attività Alfa Bq/l	Attività U234 Bq/l	Attività U238 Bq/l
ASL NO	<b>20NE00237</b>	1354U0424 - Fontana	BORGOMANERO	7.95E-2 ± 2.05E-2	2.69E-03±1.50E-03	3.38E-03±1.36E-03
ASL NO	20NE00379	1352U0113 - Fontana	TRECATE	8.41E-2 ± 1.79E-2	5.90E-02±1.41E-02	5.53E-02±1.33E-02
ASL NO	20NE00509	1352U0016 - Fontana	ROMENTINO	1.22E-1 ± 2.20E-2	8.01E-02±1.85E-02	7.12E-02±1.66E-02
ASL TO5	20NE01035	0832U0027 - Fontanella Pubblica Piazza Dante	MONCALIERI	8.80E-2 ± 3.63E-2	4.97E-02±1.22E-02	3.89E-02±9.8E-03
ASL CN1	20NE01086	1666U0302 - Fontana pubblica Piazza Monteregale	MONDOVI'	1.02E-1 ± 3.04E-2	6.63E-02±1.55E-02	4.92E-02±1.19E-02
ASL AL	20NE01160	2171T0006 - Impianto entrata Valle Po	VALENZA (AL)	8.94E-2 ± 2.40E-2	4,41E-02 ± 1,09E-02	4,42E-02 ± 1,09E-02
ASL AL	20NE01194	2000U0440 - Piazza del Municipio, Fraz. Palazzo	MONTEGIOCO (AL)	1.22E-1 ± 2.80E-2	7,59E-02 ± 1,79E-02	5,46E-02 ± 1,34E-02
ASL AL	<b>20NE01251</b>	2275U0033 - Colonnina di prelievo	MORSASCO (AL)	1.62E-1 ± 3.00E-2	7,32E-02 ± 1,71E-02	6,46E-02 ± 1,53E-02
ASL AL	<b>20NE01252</b>	2171V0008 - Serbatoio	BASSIGNANA (AL)	8.28E-2 ± 2.33E-2	3,20E-02 ± 8,60E-03	2,22E-02 ± 6,41E-03
ASL AL	20NE01270	2100U0018 - Fontana pubblica	MIRABELLO MONFERRATO	9.33E-2 ± 1.87E-2	4,62E-02 ± 1,14E-02	3,48E-02 ± 8,98E-03
ASL AL	20NE01751	2000U0379 - Fontana	ISOLA SANT'ANTONIO (AL)	1.10E-1 ± 3.41E-2	4,92E-02 ± 1,19E-02	5,37E-02 ± 1,28E-02
ASL AL	20NE01776	2000U0809 - Fontana	GAMALERO (AL)	7.05E-2 ± 3.20E-2	4,00E-02 ± 9,93E-03	3,08E-02 ± 7,95E-03
ASL TO3	20NE01827	0534U0128 - Fontana parco giochi del cimitero	BEINASCO (TO)	8.26E-2 ± 2.45E-2	4,75E-02 ± 1,35E-02	2,74E-02 ± 8,75E-03
ASL AT	20NE01829	1969U0004 - Scuole	BUBBIO (AT)	7.72E-2 ± 2.94E-2	3,71E-02 ± 9,46E-03	3,52E-02 ± 9,05E-03
ASL AL	20NE01902	2000U0768 - Scuola dell'infanzia	FUBINE (AL)	9.23E-2 ± 2.59E-2	4.96E-02 ± 6.10E-03	3.92E-02 ± 4.99E-03
ASL CN2	20NE01914	1864U0001 - Uffici ASL CN2	BRA (CN)	1.16E-1 ± 3.42E-2	7,33E-02 ± 1,71E-02	5,58E-02 ± 1,33E-02
ASL CN2	20NE01915	1864U0008 - Cimitero	BRA (CN)	1.22E-1 ± 3.55E-2	6,95E-02 ± 1,60E-02	5,45E-02 ± 1,29E-02
ASL CN1	20NE01978	1762U0105	FOSSANO (CN)	7.94E-2 ± 2.91E-2	4.20E-2 ± 5.14E-3	3.37E-2 ± 4.27E-3
ASL CN1	20NE01980	1762U0108 - Fontana	GENOLA (CN)	8.29E-2 ± 3.21E-2	5.67E-2 ± 6.72E-3	5.81E-2 ± 6.79E-3

Per la maggioranza dei campioni la concentrazione di uranio (somma di  $^{238}\text{U}$  e  $^{234}\text{U}$ ) spiega totalmente la concentrazione di attività alfa totale, entro i limiti delle incertezze (si veda l'istogramma di Figura 7). Solo nei campioni 20NE00237, 20NE01251 e 20NE01252, evidenziati in grassetto nella tabella, si nota un'apprezzabile differenza tra la concentrazione di attività alfa totale e quella di uranio, con un valore dell'alfa totale superiore alla somma

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto:dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it)

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

delle attività di  $^{238}\text{U}$  e  $^{234}\text{U}$ . Mentre per i campioni in cui la concentrazione di uranio spiega totalmente il dato alfa beta totale, stante la bassa radiotossicità dell'uranio, vi è la certezza di non superare il livello di riferimento per la dose indicativa di 0,1 mSv/anno, per questi tre campioni occorre seguire un diverso ragionamento.

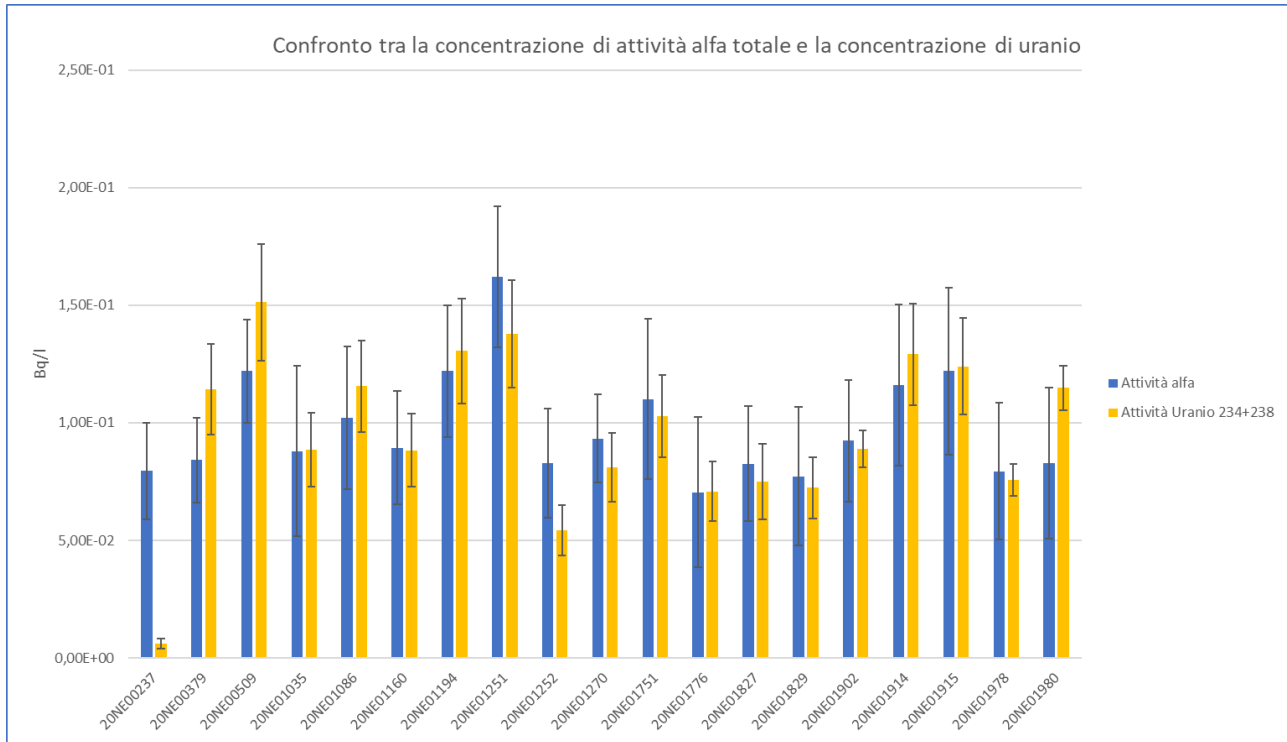


Figura 7. Concentrazione di attività alfa totale e di uranio nei campioni per cui l'attività alfa totale è risultata prossima o superiore al livello di riferimento del D.Lgs. 28/2016.

Per i campioni 20NE00237, 20NE01251 e 20NE01252 è stata perciò calcolata l'attività alfa residua (intesa come differenza tra l'attività alfa totale e l'attività complessiva dell'uranio), che è stata poi attribuita totalmente al radionuclide più radiotossico, cioè il Polonio-210. Come si osserva dalla tabella seguente (Tabella 3), anche adottando questo approccio estremamente cautelativo, non viene comunque raggiunto il livello di parametro di 0,1 mSv/anno indicato dal D.Lgs. 28/2016: la dose complessiva risulta al massimo dell'ordine di 0,06 mSv all'anno per il campione 20NE00237. Questo campione è stato tuttavia rimesso in programma per l'anno 2021, per verificare l'eventuale presenza di Ra-226, anche se dal punto di vista dosimetrico non vi sono problemi per la popolazione.

In conclusione, dalle analisi di approfondimento non è emersa alcuna criticità dal momento che tutte le acque monitorate non hanno superato il livello di parametro dosimetrico.

Tabella 3. Calcolo dosimetrico per i campioni per i quali la concentrazione dell'uranio non spiega totalmente la concentrazione di attività alfa totale. Il calcolo è stato eseguito in modo conservativo, supponendo cioè che tutta l'attività alfa residua sia dovuta al Po-210 che è l'elemento con il più alto coefficiente di dose per ingestione.

Campione	20NE00237	20NE01251	20NE01252
Conc. Alfa totale Bq/l	0,0795	0,162	0,0828
Conc. U234 Bq/l	0,0027	0,0732	0,0320
Conc. U238 Bq/l	0,0034	0,0646	0,0222
Conc. residua Bq/l	0,0734	0,0242	0,0286
Dose U234 mSv/a	0,0001	0,0026	0,00114
Dose U238 mSv/a	0,0001	0,0021	0,00073
Dose Po210 mSv/a	0,0652	0,0212	0,0251
<b>Dose Totale mSv/a</b>	<b>0,0654</b>	<b>0,0259</b>	<b>0,0269</b>

## 6. RISULTATI DELLE ANALISI DI RADON

Nel 2020 sono state effettuate anche 28 analisi di radon. A differenza delle analisi di attività alfa e beta totale, per le analisi di radon anche il prelievo di acqua è stato effettuato a cura del personale di Arpa Piemonte, in quanto l'esecuzione del campionamento è cruciale per una corretta analisi e, per questo motivo, deve essere eseguito da personale adeguatamente formato. Come è noto infatti, il radon è parecchio più solubile in aria rispetto all'acqua e anche una piccola intercapedine di aria nel contenitore di misura può far perdere una significativa percentuale del gas disciolto.

I punti di prelievo dei campioni sono stati scelti sulla base della mappatura radon della Regione elaborata da Arpa negli anni scorsi, privilegiando quindi le zone dove più elevato appariva il rischio di incontrare elevate concentrazioni.

I risultati ottenuti sono in generale confortanti. Per tutti i campioni afferenti a reti acquedottistiche le concentrazioni sono risultate inferiori al livello di parametro. Solamente per una sorgente (peraltro non afferente alla rete acquedottistica) nel Comune di Campiglia Cervo risultata di poco superiore (126 Bq/l).

Nella tabella seguente viene riportato l'elenco dei campioni analizzati nel 2020.

Tabella 4. Analisi di radon effettuate per l'anno 2020.

Comune	Provincia	Numero misure
Albiano	TO	1
Aré	TO	1
Busca	CN	1
Campiglia Cervo	BI	9
Chiaverano	TO	3
Chivasso	TO	1
Cuneo	CN	2
Ornavasso	VB	1
Premosello	VB	3
Quincinetto	TO	2
Roccaforte Mondovì	CN	2
Settimo Vittone	TO	1
Villar San Costanzo	CN	1
	TOTALE	28

## 7. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Nell'anno 2020 sono stati analizzati complessivamente (325) campioni.

Tabella 5. Riassunto dei campioni analizzati

Parametro	Campioni analizzati	Campioni con attività superiore al Limite di Rivelabilità
Attività alfa totale	297	148 (49,8%)
Attività beta totale	297	162 (54,5%)
Radon	28	23 (82,1%)

Come si evidenzia dalla tabella 5, sul totale dei campioni analizzati nel 49,8% dei casi è stato possibile misurare un'attività alfa totale, mentre la percentuale di campioni per i quali è stata misurata un'attività beta totale è pari al 54,5%. In tutti gli altri casi i campioni sono risultati inferiori alla sensibilità strumentale.

Sulla base dei risultati ottenuti non sono evidenziabili situazioni di criticità per quanto riguarda la radioattività nelle acque destinate al consumo umano, come d'altronde era già emerso dalle analisi degli anni scorsi.

Per le acque la cui concentrazione di attività alfa totale è risultata prossima o superiore al livello di parametro di 0,1 Bq/l sono state eseguite anche analisi di uranio e il calcolo dosimetrico, effettuato in modo conservativo, ha fornito dosi di gran lunga inferiori a 0,1 mSv/anno. In nessun campione l'attività beta totale è risultata superiore al livello di parametro di 0,5 Bq/l.

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it) E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto:dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)