

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**

- ANNI 2017 E 2018 -

Relazione tecnica n. 8/21.02/2019

Redazione	Funzione: Componente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Maria Clivia Losana	
Verifica	Funzione: Dirigente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Mauro Magnoni	
	Funzione: Responsabile SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Laura Porzio	
Approvazione	Funzione: 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 2017**
 5. **RISULTATI DELLE ANALISI DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITA' ALFA TOTALE E BETA TOTALE EFFETTUATE NEL 2018**
 6. **RISULTATI DELLE ANALISI DI APPROFONDIMENTO E VALUTAZIONI DOSIMETRICHE**
 7. **RISULTATI DELLE ANALISI DI RADON**
 8. **VALUTAZIONI CONCLUSIVE**
- ALLEGATO A – RISULTATI DELLE ANALISI DI ATTIVITA' ALFA E BETA TOTALE – ANNO 2017**
- ALLEGATO B – RISULTATI DELLE ANALISI DI ATTIVITA' ALFA E BETA TOTALE – ANNO 2018**
- ALLEGATO C – RISULTATI DELLE ANALISI DI RADON – ANNO 2018**

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 2017 e nel 2018. Nel 2017 sono state eseguite analisi di attività alfa e beta totale, concordate con la Regione, principalmente per coprire gli acquedotti più grossi che non erano ancora stati analizzati negli anni precedenti. Queste analisi sono state ancora considerate nell'ambito delle cosiddette "valutazioni preliminari" ai sensi del D.Lgs. 28/2016, utili per definire il piano di monitoraggio vero e proprio che è stato varato per il 2018 con DGR n.115-6307 del 22/12/2017, nel quale sono previste anche analisi di radon.

2. STRATEGIE DI CONTROLLO E METODOLOGIA DI MISURA

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 che stabilisce requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque.

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.

Le misure di attività alfa e beta totale sono effettuate tramite la tecnica della scintillazione liquida con il 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: 2015 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.

Nei casi in cui invece è necessario un approfondimento si procede di solito 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}Ra e ^{228}Ra , in particolare).

Le misure di uranio sono state effettuate con il metodo interno U.RP.M977: "Determinazione della concentrazione di attività di uranio in acqua e urine".

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}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 (^3H) e il radon (^{222}Rn). Questi due radionuclidi sono considerati a sé

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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

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 stabilito che il controllo del trizio non è necessario, in quanto i livelli ambientali estremamente bassi di questo radioelemento misurati da decenni in diverse campagne di misura garantiscono il rispetto del limite di 100 Bq/l per ogni acqua potabile. Le concentrazioni di trizio sono state infatti sempre risultate inferiori alla sensibilità strumentale del nostro sistema di misura, pari a circa 3 Bq/l. Le misure di trizio vengono effettuate tramite scintillazione liquida col metodo U.RP.M994: "Determinazione del contenuto di attività di trizio in acqua mediante scintillazione liquida" – UNI EN ISO 9698:2015 Qualità dell'acqua - Determinazione dell'indice di attività del Trizio – Metodo di conteggio per scintillazione liquida - metodo normato accreditato ISO 17025.

Le misure di radon, iniziate in modo sistematico ai fini del monitoraggio ai sensi del D.Lgs. 28/2016 sono effettuate con il metodo U.RP.MA094 "ISO 13164-3:2013 Water quality – Radon 222 Part 3: Test method using emanometry" metodo normato accreditato ISO 17025.

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.

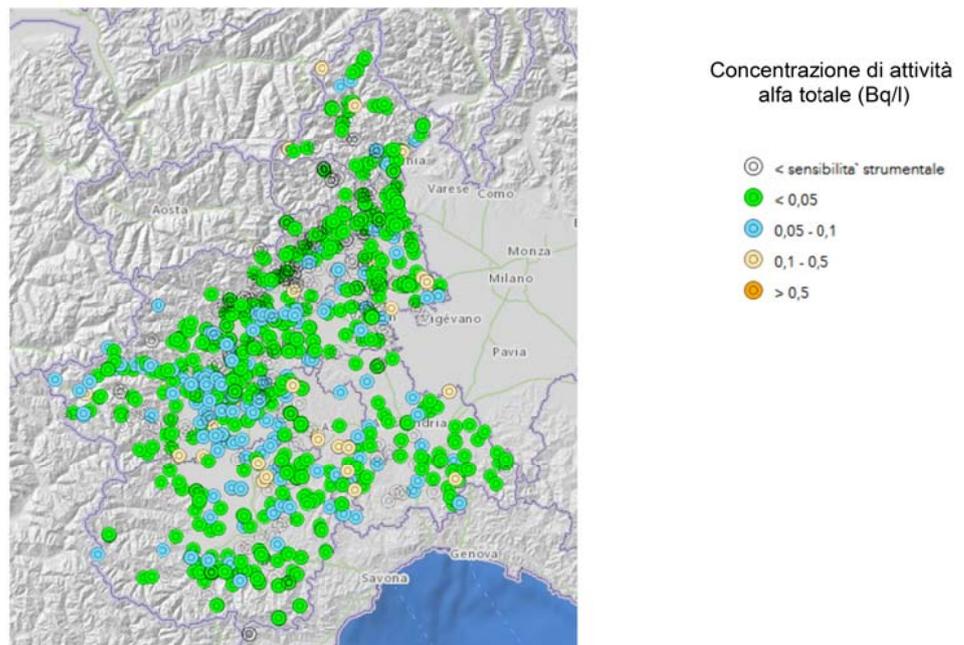


Figura 1. Rappresentazione cartografica dei punti di misura di concentrazione di attività alfa totale.

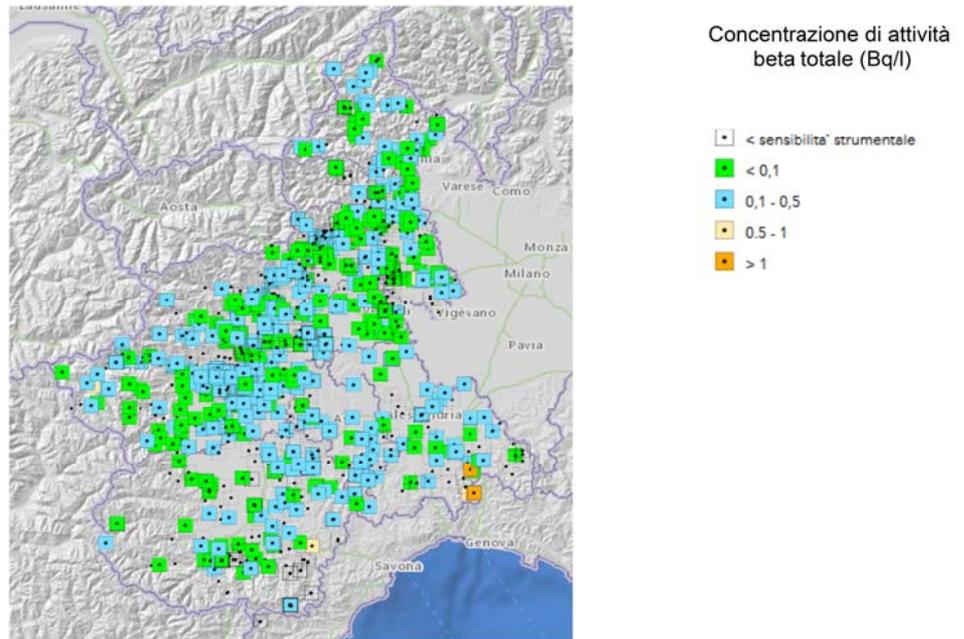


Figura 2. Rappresentazione cartografica dei punti di misura di concentrazione di attività beta totale.

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 0,020 Bq/l per l'attività alfa e beta totale e 0,080 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 radone 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 2017

Nel 2017 il piano di campionamento, inquadrato come è stato sopra accennato, nell'ambito delle cosiddette "valutazioni preliminari", comprendeva 237 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 ai laboratori di ARPA per le analisi.

ASL di provenienza	N° campioni
ASL AL	16
ASL AT	8
ASL BI	19
ASL CN1	43
ASL CN2	8
ASL NO	8
ASL Città di Torino	10
ASL TO3	11
ASL TO4	54
ASL TO5	3
ASL VC	28
ASL VCO	16
altro	13

Tabella 1. ASL di provenienza dei campioni prelevati nel 2017 (237 campioni totali).

Per quanto riguarda i risultati relativi all'attività alfa totale, in 113 campioni è stato possibile misurare una concentrazione di attività superiore alla sensibilità strumentale (pari al 47,7% del totale), mentre i campioni per i quali è stata misurata una minima attività rivelabile sono 124 (pari al 52,3% del totale) (Figura 3).

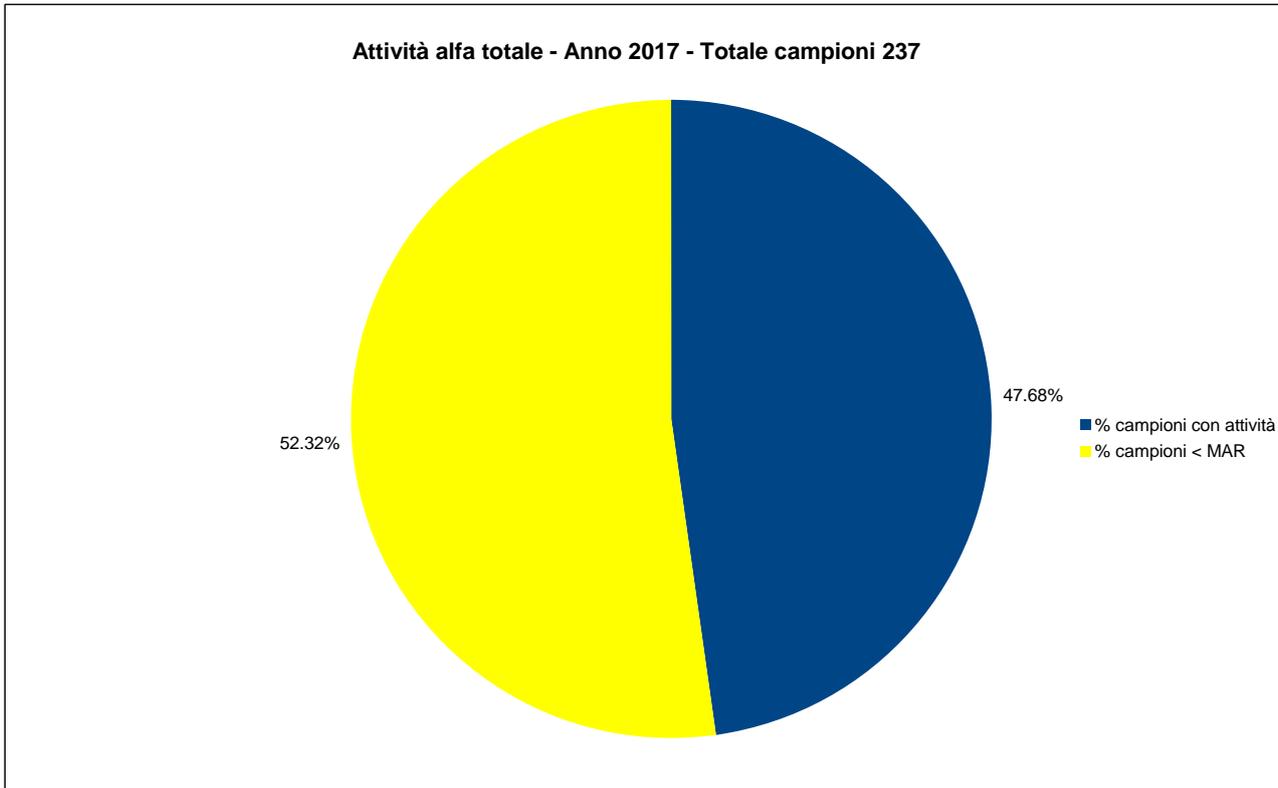


Figura 3. Risultati delle misure di attività alfa totale dei campioni analizzati nel 2017: percentuale di campioni per i quali è stata misurata un'attività o una MAR.

I valori misurati per la concentrazione di attività alfa totale variano da un minimo di $0,011 \pm 0,007$ Bq/l a un massimo di $0,337 \pm 0,127$ Bq/l, dato relativo al campione 17/050609, prelevato nella frazione Radimero nel comune di Arquata Scrivia (AL), peraltro non più inserito in alcuna rete acquedottistica e pertanto di fatto non soggetto alle disposizioni di legge di cui al al D. Lgs. 28/2016.

La Figura 4 rappresenta la suddivisione in classi dei campioni per i quali è stata misurata una concentrazione di attività alfa totale. Si evidenzia la presenza di due campioni che superano il valore di screening per l'attività alfa totale, pari a 0,1 Bq/l. Oltre al già citato campione 17/050609, l'altro campione è il 17/061765, prelevato nel comune di Castagnole Piemonte, per il quale la concentrazione di attività alfa totale è risultata pari a $0,153 \pm 0,047$ Bq/l e per il quale sono stati previsti approfondimenti nel 2018.

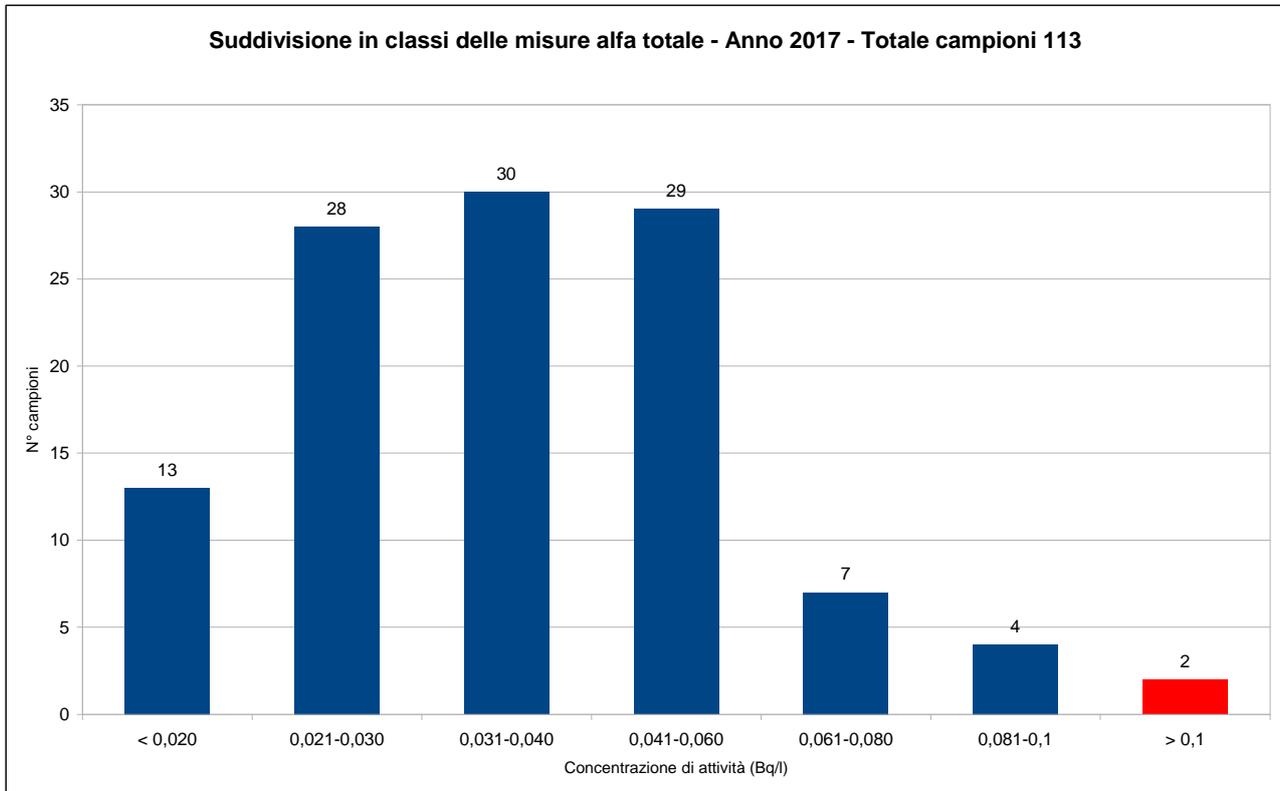


Figura 4. Suddivisione in classi delle misure di concentrazione di attività alfa totale (totale 113 misure). In rosso è evidenziata la classe > 0,1 Bq/l, che corrisponde ai campioni che hanno superato il livello di riferimento del D.Lgs. 28/2016.

Da un punto di vista statistico descrittivo, la distribuzione dei valori di concentrazione di attività alfa totale ha il valore medio pari a 0,041 Bq/l, la deviazione standard pari a 0,003, la moda (cioè il valore più frequente) pari a 0,028 Bq/l, mentre la mediana, cioè il valore presente a metà della distribuzione, pari a 0,035 Bq/l.

Per quanto riguarda i risultati relativi all'attività beta totale in 121 campioni è stato possibile misurare una concentrazione di attività (pari al 51,05% del totale), mentre i campioni per i quali è stata misurata una minima attività rivelabile sono 116 (pari al 48,95% del totale) (Figura 5).

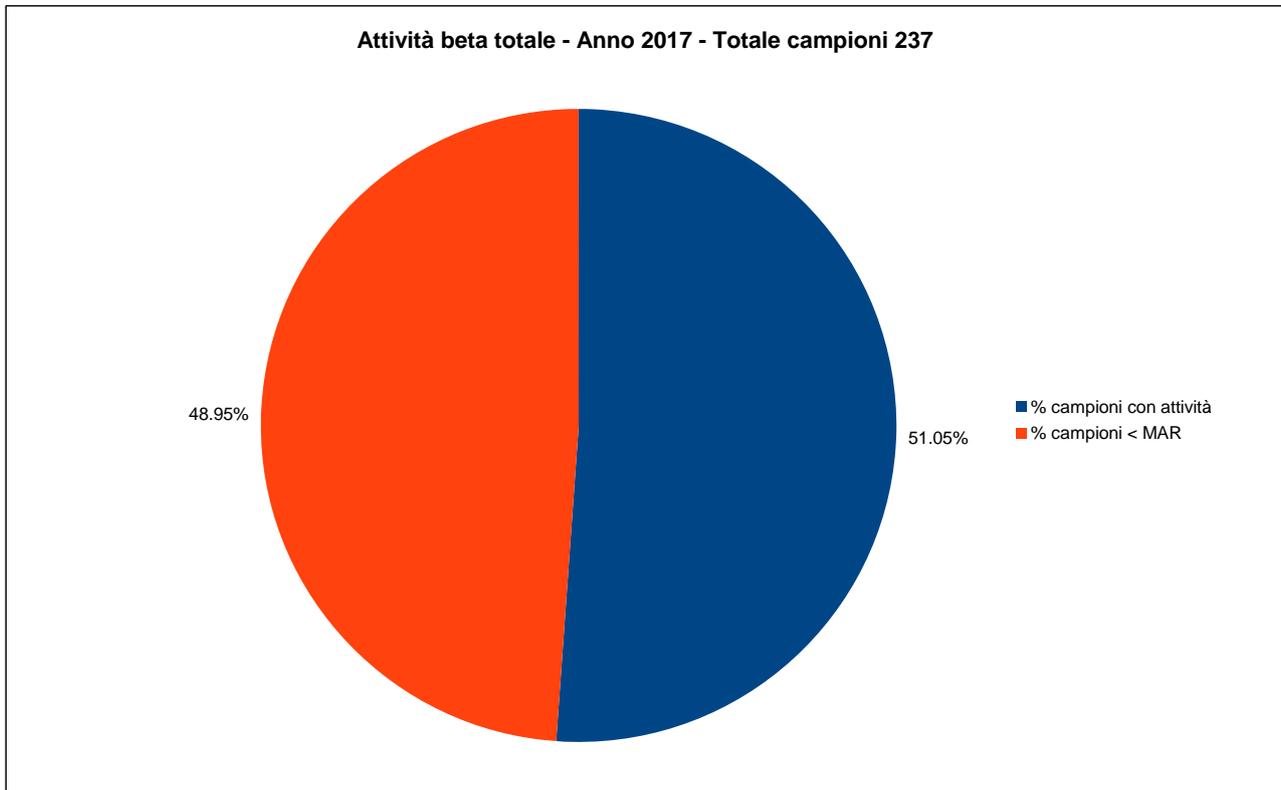


Figura 5. Risultati delle misure di attività beta totale dei campioni analizzati nel 2017: percentuale di campioni per i quali è stata misurata un'attività o una MAR.

I valori misurati per la concentrazione di attività beta totale variano da un minimo di $0,055 \pm 0,048$ Bq/l a un massimo di $9,59 \pm 1,06$ Bq/l, dato relativo al campione 17/050609, prelevato nella frazione Radimero nel comune di Arquata Scrivia che già aveva presentato valori relativamente elevati per l'attività alfa.

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

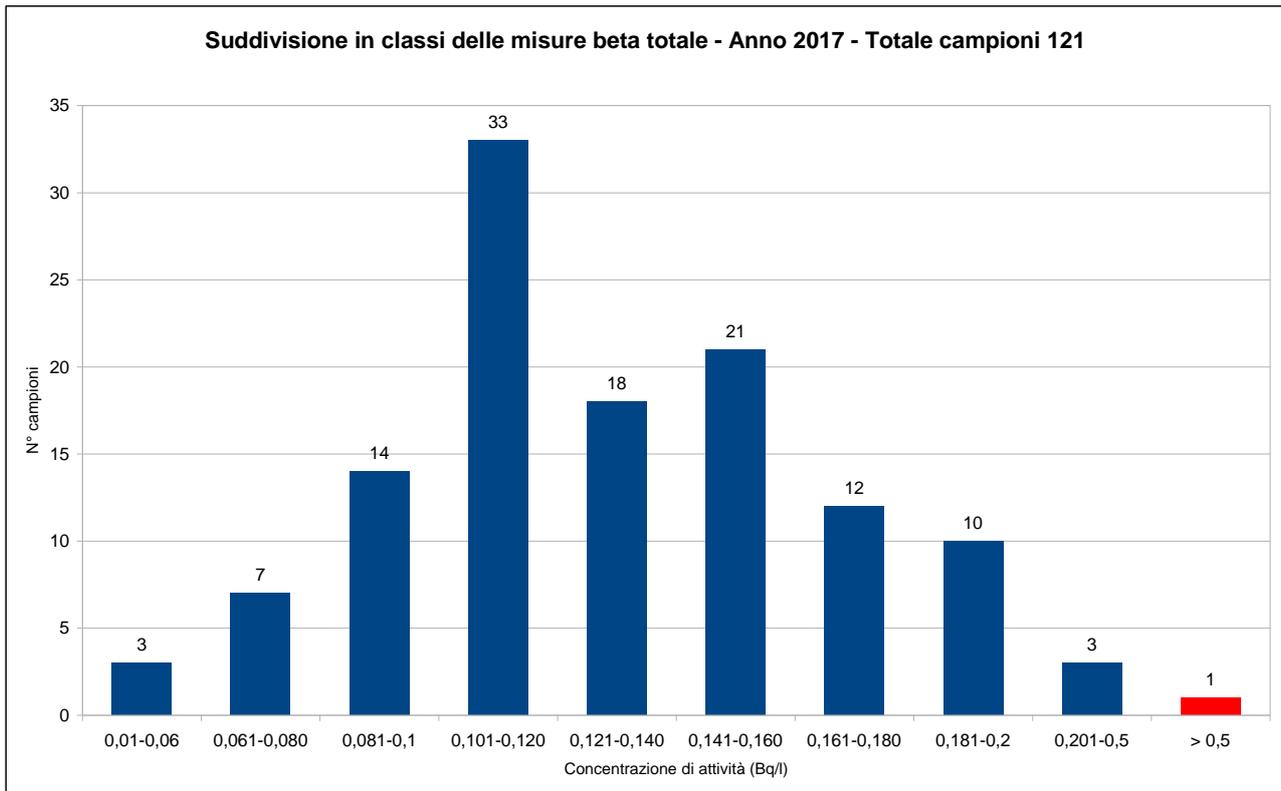


Figura 6. Suddivisione in classi delle misure di concentrazione di attività beta totale (totale 121 misure). In rosso è evidenziata la classe > 0,5 Bq/l, che corrisponde ai campioni che hanno superato il livello di riferimento del D.Lgs. 28/2016.

Da un punto di vista statistico descrittivo, la distribuzione dei valori di concentrazione di attività beta totale ha il valore medio pari a 0,208 Bq/l, la deviazione standard pari a 0,078, la moda pari a 0,107 Bq/l e la mediana pari a 0,126 Bq/l.

5. RISULTATI DELLE ANALISI DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITA' ALFA TOTALE E BETA TOTALE EFFETTUATE NEL 2018

Il piano di monitoraggio del 2018 prevedeva l'analisi di 329 campioni. La Tabella 2 dettaglia le ASL nelle quali sono stati prelevati i campioni.

ASL di provenienza	N° campioni
ASL AL	34
ASL AT	16
ASL BI	35
ASL CN1	35
ASL CN2	11
ASL NO	23
ASL Città di Torino	18
ASL TO3	34
ASL TO4	62
ASL TO5	12
ASL VC	26
ASL VCO	21
altro	2

Tabella 2. ASL di provenienza dei campioni analizzati nel 2018 (329 campioni totali).

Per quanto riguarda i risultati relativi all'attività alfa totale in 203 campioni è stato possibile misurare una concentrazione di attività (pari al 61,70% dei campioni totali), mentre i campioni per i quali è stata misurata una minima attività rivelabile sono 126 (pari al 38,30% del totale) (Figura 7).

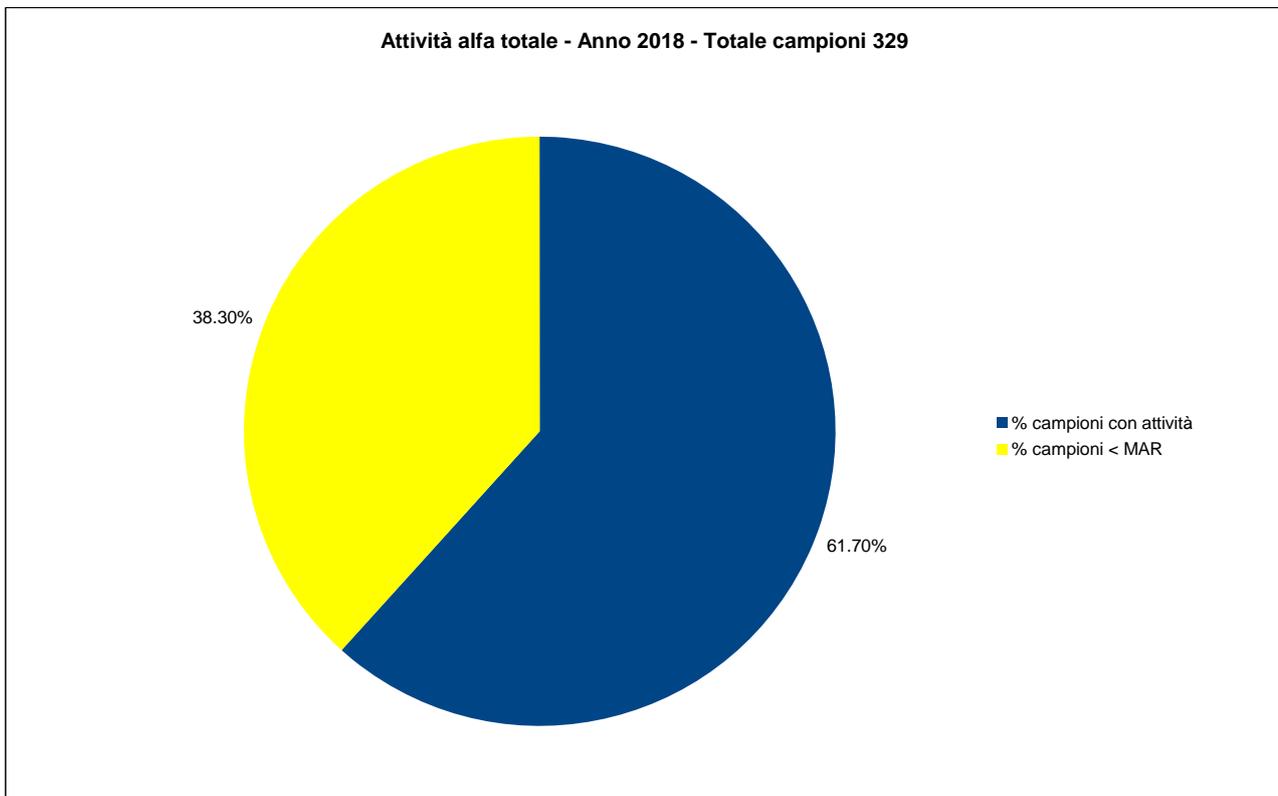


Figura 7. Risultati delle misure di attività alfa totale dei campioni analizzati nel 2018: percentuale di campioni per i quali è stata misurata un'attività o una MAR.

I valori misurati per la concentrazione di attività alfa totale variano da un minimo di $0,013 \pm 0,011$ Bq/l a un massimo di $0,150 \pm 0,024$ Bq/l, dato relativo al campione 18/019631, prelevato nel comune di Trecate. Su questo campione sono state fatte analisi di approfondimento come indicato nel D.Lgs. 28/2016.

La Figura 8 rappresenta la suddivisione in classi dei campioni per i quali è stata misurata una concentrazione di attività alfa totale.

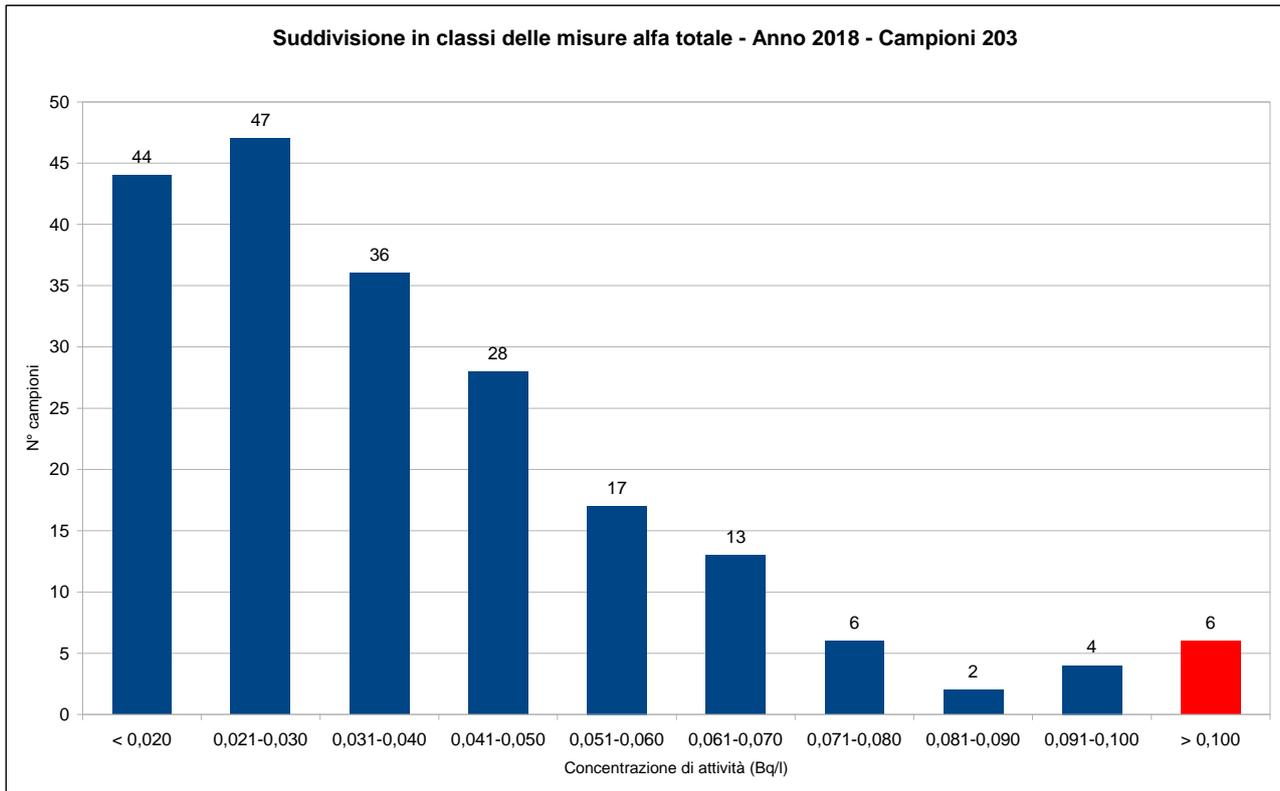


Figura 8. Suddivisione in classi delle misure di concentrazione di attività alfa totale (totale 203 misure). In rosso è evidenziata la classe > 0,1 Bq/l, che corrisponde ai campioni che hanno superato il livello di riferimento del D.Lgs. 28/2016.

Si evidenzia la presenza di 5 campioni, oltre al già citato campione 18/019631, che superano il valore di screening per l'attività alfa totale pari a 0,1 Bq/l. Su questi campioni sono state eseguite analisi di approfondimento (misure di uranio) e per tutti la valutazione dosimetrica ha comunque stabilito che non viene superato il livello di parametro di 0,1 mSv/anno (vedere la sezione **RISULTATI DELLE ANALISI DI APPROFONDIMENTO E VALUTAZIONI DOSIMETRICHE**).

Da un punto di vista statistico descrittivo, la distribuzione dei valori di concentrazione di attività alfa totale ha il valore medio pari a 0,039 Bq/l, la deviazione standard pari a 0,023, la moda pari a 0,018 Bq/l e la mediana pari a 0,033 Bq/l.

Per quanto riguarda i risultati relativi all'attività beta totale, in 165 campioni è stato possibile misurare una concentrazione di attività (pari al 50,15% del totale), mentre i campioni per i quali è stata misurata una minima attività rivelabile sono 164 (pari al 49,85% del totale) (Figura 9).

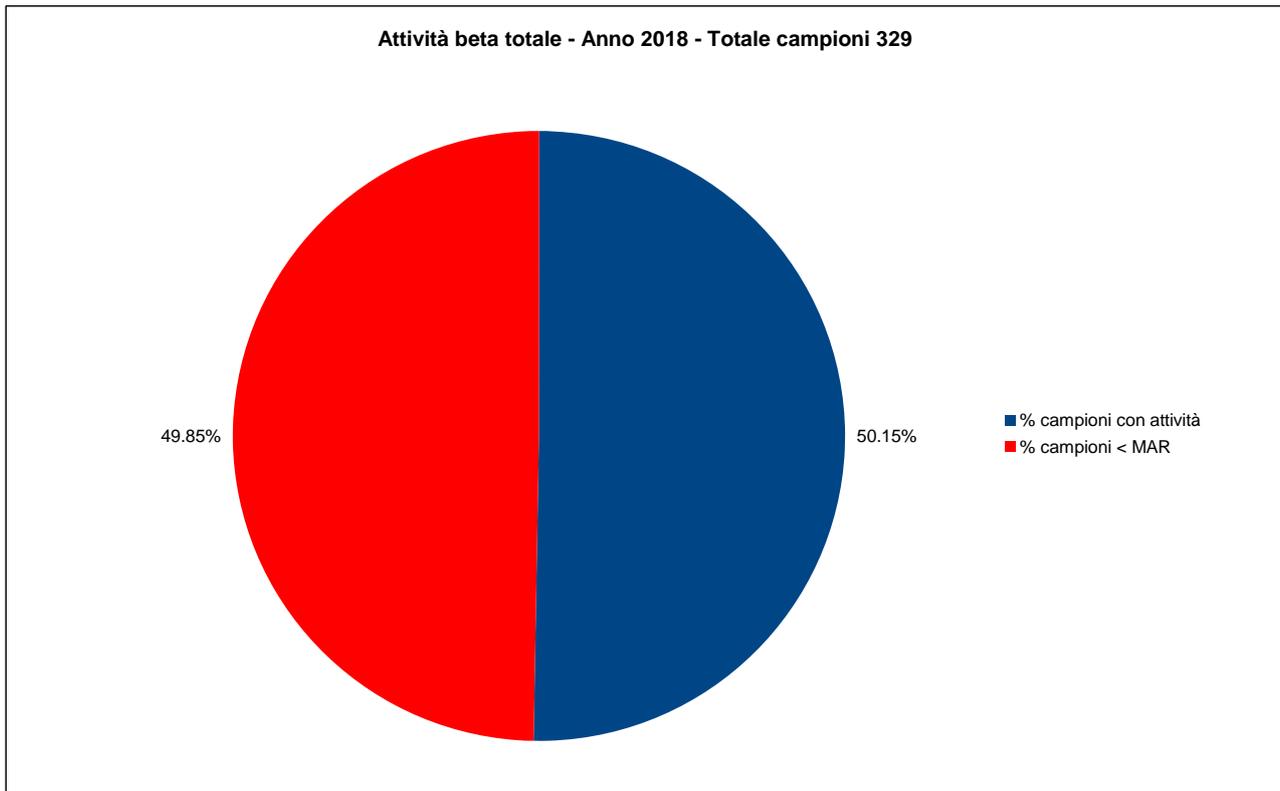


Figura 9. Risultati delle misure di attività beta totale dei campioni analizzati nel 2018: percentuale di campioni per i quali è stata misurata un'attività o una MAR.

I valori misurati per la concentrazione di attività beta totale variano da un minimo di $0,055 \pm 0,047$ Bq/l a un massimo di $0,393 \pm 0,061$ Bq/l, quindi non ci sono stati campioni che hanno raggiunto o superato il livello di riferimento di 0,5 Bq/l.

La Figura 10 rappresenta la suddivisione in classi dei campioni per i quali è stata misurata una concentrazione di attività beta totale.

Da un punto di vista statistico descrittivo, la distribuzione dei valori di concentrazione di attività beta totale ha il valore medio pari a 0,126 Bq/l, la deviazione standard pari a 0,051 Bq/l, la moda pari a 0,106 Bq/l e la mediana pari a 0,113 Bq/l.

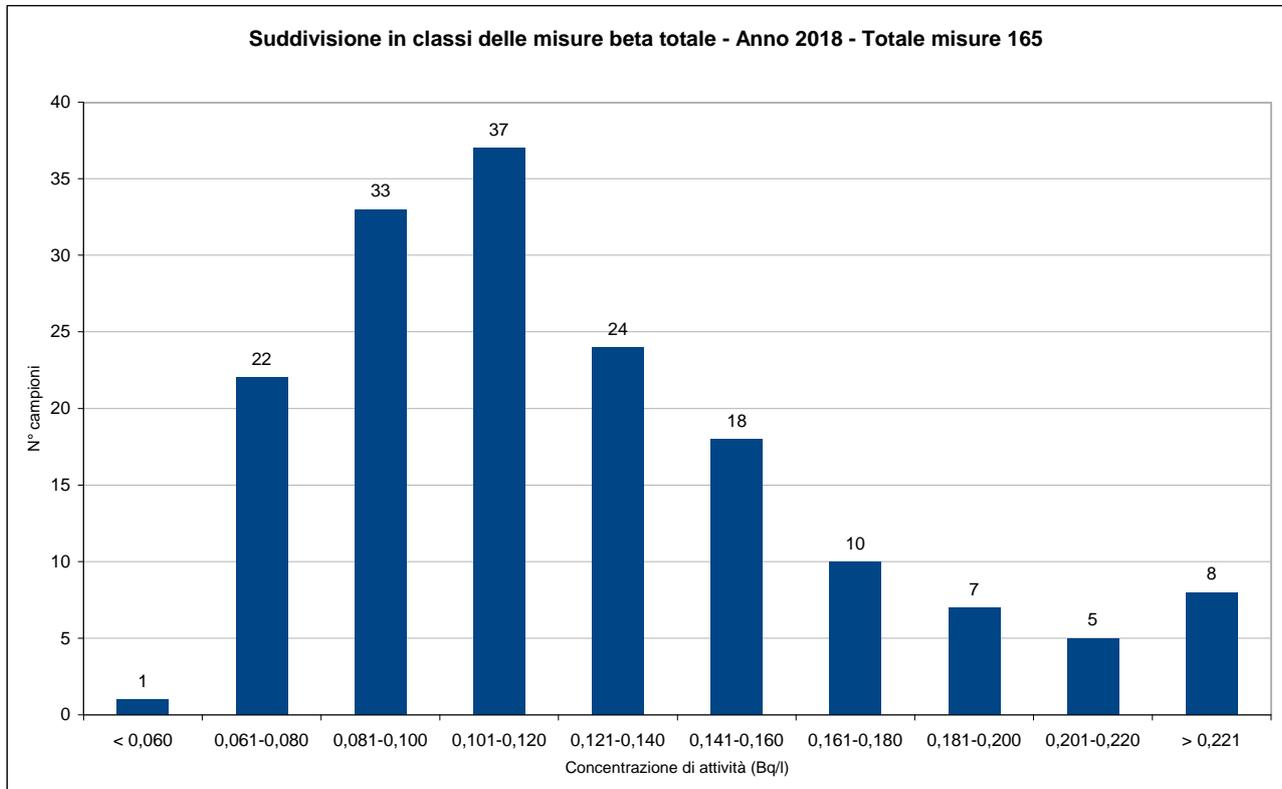


Figura 10. Suddivisione in classi delle misure di concentrazione di attività beta totale (totale 117 misure). Non ci sono misure che hanno raggiunto o superato il valore di screening pari a 0,5 Bq/l previsto dal D. Lgs. 28/2016.

6. RISULTATI DELLE ANALISI DI APPROFONDIMENTO E VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sui campioni di acque destinate al consumo umano la cui concentrazione di attività alfa ha superato o è risultata prossima al livello di screening sono state eseguite analisi di approfondimento ai sensi del D.Lvo 28/2016. Le analisi di screening sono consistite nella misura della concentrazione di uranio, in particolare i suoi due isotopi più diffusi ^{238}U e ^{234}U . Nessun campione ha mostrato invece una concentrazione di attività beta totale superiore al livello di screening. I campioni su cui sono state eseguite analisi di approfondimento sono riportati nella tabella seguente (Tabella 3).

ASL	Campione	Punto prelievo	Conc.alfa totale Bq/l	Conc. U234 Bq/l	Conc. U238 Bq/l
ASL Città di Torino	18/006912	Torino, Piazza d'Armi, cod. 0102U0003	0,094 +/- 0,036	0,032 +/- 0,015	0,030 +/- 0,014
ASL Città di Torino	18/006913	Torino, Via Plava ang. Via San Michele del Carso, cod. 0110U0002	0,104 +/- 0,037	0,032 +/- 0,015	0,031 +/- 0,014

ASL	Campione	Punto prelievo	Conc.alfa totale Bq/l	Conc. U234 Bq/l	Conc. U238 Bq/l
ASL Città di Torino	18/006916	Torino, Via Togliatti, 0110U0004	0,092 +/- 0,029	0,027 +/- 0,006	0,027 +/- 0,006
ASL TO5	18/007643	Moncalieri, Viale Stazione Sangone 15 bis, 0832U0002	0,119 +/- 0,034	0,030 +/- 0,014	0,024 +/- 0,011
ASL TO5	18/007646	Candiolo, Municipio, 0833U0015	0,098 +/- 0,024	0,028 +/- 0,013	0,008 +/- 0,004
ASL NO	18/018548	Romentino, Via XXIV maggio/Via Roma, 1352U0016	0,106 +/- 0,023	0,104 +/- 0,047	0,092 +/- 0,042
ASL NO	18/019631	Trecate, Piazza Dolce, 1352U0021	0,150 +/- 0,024	0,119 +/- 0,054	0,133 +/- 0,060
ASL TO4	18/059750	Ivrea, Via Miniere 65, 0900V0137	0,091 +/- 0,029	0,035 +/- 0,016	0,035 +/- 0,016
ASL TO5	18/060418	Castagnole Piemonte, Via Torino 13, 0831U0051	0,111 +/- 0,030	0,118 +/- 0,027	0,106 +/- 0,024
ASL AT	18/064477	Rocchetta Tanaro, Via Sardi 33 1968U0163	0,106 +/- 0,023	0,028 +/- 0,013	0,030 +/- 0,014

Tabella 3. 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.

Per alcuni campioni la concentrazione di uranio (somma dei contributi di ^{238}U e ^{234}U) spiega totalmente la concentrazione di attività alfa totale. Per questi campioni vi è la certezza di non superare il livello di riferimento per la dose indicativa di 0,1 mSv/anno indicato dal D.Lgs. 28/2016, in quanto i limiti derivati per l'uranio sono rispettivamente di 3 Bq/l per l' ^{238}U e 2,8 Bq/l per l' ^{234}U .

Nei restanti campioni la concentrazione di uranio (somma dei contributi di ^{238}U e ^{234}U) non spiega completamente la concentrazione di attività alfa totale riscontrata nelle misure di screening. In questo caso è stata calcolata l'attività alfa residua (attività alfa totale meno attività dell'uranio), ed è stata attribuita al radionuclide più radiotossico, cioè con il coefficiente di dose maggiore: il Polonio-210. Nonostante ciò, come si osserva dalla tabella seguente (Tabella 4), in nessun caso viene comunque raggiunto il livello di parametro di 0,1 mSv/anno indicato dal D.Lgs. 28/2016.

Campione	18/006912	18/006913	18/006916	18/007643	18/007646	18/059750	18/064477
Conc. Alfa totale Bq/l	0,0943	0,1040	0,0915	0,1190	0,0982	0,0910	0,1060
Conc. U234 Bq/l	0,0315	0,0324	0,0273	0,0302	0,0277	0,0349	0,0277
Conc. U238 Bq/l	0,0297	0,0308	0,0269	0,0243	0,0076	0,0347	0,0302
Conc. residua Bq/l	0,0331	0,0408	0,0373	0,0645	0,0629	0,0214	0,0481
Dose U234 mSv/a	0,0011	0,0012	0,0010	0,0011	0,0010	0,0012	0,0010
Dose U238 mSv/a	0,0010	0,0010	0,0009	0,0008	0,0003	0,0012	0,0010
Dose Po210 mSv/a	0,0331	0,0408	0,0373	0,0645	0,0629	0,0214	0,0481
Dose Totale mSv/a	0,0352	0,0430	0,0392	0,0664	0,0642	0,0238	0,0501

Tabella 4. 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.

7. RISULTATI DELLE ANALISI DI RADON

Nel 2018 sono state effettuate anche 66 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. In due soli campioni, non inseriti in alcun acquedotto (si tratta di fontane pubbliche) è stata misurata una concentrazione superiore al livello di parametro di 100 Bq/l indicato dal D.Lgs. 28/2016. Entrambi i campioni provengono peraltro da una zona assai peculiare. Uno di questi due campioni è stato prelevato in una fontana nel comune di Campiglia Cervo, già nota per l'elevata concentrazione di radon disciolto in acqua. Il secondo campione è stato prelevato sempre nel comune di Campiglia Cervo, in una fontana nella frazione di Quittengo.

Sono state comunque effettuate analisi di approfondimento in tutta l'area (Valle del Cervo), già nel corso del 2018, con una prevista prosecuzione nel 2019. Tali analisi avevano anzitutto lo scopo di assicurare che le acque degli acquedotti municipali non

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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

presentassero valori anomali. Sono state quindi eseguite analisi di screening di attività alfa e beta totale in diversi punti (si veda in Tabella 5).

N° campione	Comune	Località	Radon Bq/l	Attività alfa totale Bq/l	Attività beta totale Bq/l
18/027042	Campiglia Cervo	Strada Provinciale 115 Panoramica Zegna	1179 ± 86(*)		
18/027043	Campiglia Cervo	Strada Provinciale 115 Panoramica Zegna	1228 ± 89(*)		
18/061215	Campiglia Cervo	Frazione Quittengo Via Roma 52	1113 ± 81(*)	0,043 ± 0,019	0,104 ± 0,063
18/061218	Campiglia Cervo	Strada Provinciale 100	2,0 ± 0,2		
18/061219	Campiglia Cervo	Regione Piana 4	15 ± 1		
18/063601	Campiglia Cervo	Frazione Quittengo Via Roma 52	1351 ± 98(*)		
18/062302	Campiglia Cervo	Frazione Oriomosso Piazza chiesa	3,0 ± 0,2		
18/063603	Campiglia Cervo	Frazione Oriomosso Fontanella lungo strada	54 ± 4		
18/063604	Campiglia Cervo	Frazione Albertazzi	3,0 ± 0,2		
18/063605	Campiglia Cervo	Frazione Rialmoso Piazza vicino chiesa	15 ± 1		
18/063606	Campiglia Cervo	Frazione Bogna	2,0 ± 0,2		
18/063607	Campiglia Cervo	Frazione La Balma Via Caduti della Libertà	2,0 ± 0,2		
18/065023	Campiglia Cervo	Frazione Quittengo Località Balma	9 ± 1		
18/065025	Campiglia Cervo	Captazione acquedotto Quittengo	10 ± 1	< 0,023	< 0,097
18/065030	Campiglia Cervo	Captazione acquedotto Quittengo	22 ± 2	0,024 ± 0,015	< 0,097
18/065033	Campiglia Cervo	Frazione Gruppo 9	7 ± 1		
18/065036	Campiglia Cervo	Quittengo - Via Roreto	6 ± 1		
18/065038	Campiglia Cervo	Quittengo – Via Roma	3,0 ± 0,3		

Tabella 5. Analisi di radon e di attività alfa e beta totale nelle acque del biellese:
(*) Campioni non appartenenti a rete acquedottistica (fontane pubbliche)

8. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Negli anni 2017 - 2018 sono stati analizzati complessivamente 570 campioni.

Anno	N° campioni analizzati	N° campioni con attività alfa totale > MAR	N° campioni < MAR alfa	N° campioni con attività beta totale > MAR	N° campioni < MAR beta
2017	237	113	124	121	116
2018	329	203	126	165	164
totale	566	316	250	286	280
%		55,83	44,17	50,53	49,47

Tabella 6. Riassunto dei campioni analizzati

Come si evidenzia dalla tabella 6, sul totale dei campioni analizzati nel 55,8% 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 50,5%. In tutti gli altri casi i campioni sono risultati inferiori alla sensibilità strumentale.

Sulla base dei risultati ottenuti negli anni 2017 e 2018, non sono evidenziabili situazioni di criticità per quanto riguarda la radioattività nelle acque destinate al consumo umano.

Per le acque la cui concentrazione di attività alfa totale ha superato il 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. In due sorgenti di Campiglia Cervo (una già nota in passato), entrambe non facenti parte della rete acquedottistica, sono state misurate concentrazioni di radon superiori a 1000 Bq/l. Grazie alle analisi di approfondimento è però stato appurato che la situazione è molto circoscritta e soprattutto essa non riguarda i campioni prelevati nell'acquedotto comunale. Inoltre, la concentrazione di attività alfa e beta totale misurata sugli stessi campioni è risultata inferiore ai livelli di screening indicati dal D.Lgs. 28/2016 per questi due parametri.