

DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI
Struttura Semplice 21.01 – Radiazioni ionizzanti

TITOLO

Valutazione e comparazione misure di radioattività ambientale condotte da ARPA e da TELT s.a.s nella zona interna ed esterna all'area di cantiere Cunicolo esplorativo de "La Maddalena" Periodo di monitoraggio gennaio - giugno 2015

Relazione tecnica n.679/IR

Il sistema di gestione qualità è certificato ISO 9001:2008 da SAI GLOBAL ITALIA

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

INDICE

	pag
1 Premessa	3
2 Sopralluoghi Arpa e misure di radioattività ambientale.	3
3 Monitoraggio interno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale e comparazione risultati.	5
3.1 Misure di concentrazione di attività radon in aria.	5
3.2 Misure di rateo di dose gamma. Cunicolo esplorativo	7
3.3 Misure di rateo di dose e di spettrometria gamma - cumuli di smarino.	10
3.4 Misure di radioattività sulle acque di ingresso e sui fanghi di risulta dell'impianto di depurazione.	12
3.5 Monitoraggio delle particelle aerodisperse – stazione interna al cantiere.	14
4 Monitoraggio esterno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale.	17
4.1 Il monitoraggio delle particelle aerodisperse, analisi dei dati.	17
4.2 Il monitoraggio delle risorse idriche superficiali, valutazione dei risultati.	21
4.3 Il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee, valutazione dei risultati.	24
5 Conclusioni	25

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

1 Premessa

Nel presente documento sono riportati i risultati delle attività di vigilanza effettuate da Arpa e sono analizzati i dati trasmessi da TELT inerenti il monitoraggio delle radiazioni ionizzanti condotto nell'area interna ed esterna al cantiere nel periodo gennaio-giugno 2015.

I dati trasmessi da TELT sono stati controllati da Arpa anche tramite confronto con i dati rilevati c/o il cantiere dai propri tecnici, e con l'analisi di laboratorio di campioni prelevati nel corso dei sopralluoghi effettuati.

2 Sopralluoghi Arpa e misure di radioattività ambientale.

Nel periodo gennaio – giugno dell'anno 2015, i tecnici del Dipartimento Tematico Radiazioni hanno effettuato presso il cantiere i seguenti sopralluoghi:

- ❖ in data 11/02/2015 (verbale n.1/IV/2015), nel corso del quale sono state fatte:
 - misure di attività radon entro il cunicolo attraverso il posizionamento di 6 dosimetri a tracce sulla TBM nelle zone denominate: coda (a Pk 1+970m), lavori meccanici (Pk 2 + 060m), passaggio nastri (a Pk 2+120m), caduta smarino (a Pk 2+150m), geiger (a Pk 2+175m), cabina comandi (a Pk 2+180m);
 - misure di rateo di dose gamma con lo scintillatore plastico “Automess” all'interno del cunicolo e sul cumulo di smarino (cumulo 42 - piazzola P2);
 - misure di rateo di dose gamma ambientale attraverso il posizionamento di n.6 dosimetri TLD sulla TBM in prossimità del geiger (a Pk 2+175m), e lungo il cunicolo (a Pk 1+560m), (a Pk 1+200m), (a Pk 0+900m), (a Pk 0+550m), (a Pk 0+200m)
 - prelievo di un campione di smarino dal cumulo 45 .- Piazzola P2 per analisi di spettrometria gamma;
 - acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD10/02/15, prelevato da Venaus scarl, di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

- ❖ in data 17/03/2015 (verbale n.03/IV/2015), nel corso del quale sono state eseguite:
 - misure di concentrazione di attività radon entro il cunicolo tramite sostituzione di n.6 dosimetri passivi a tracce collocati sulla struttura della TBM nel corso del precedente sopralluogo;
 - misure di rateo di dose gamma all'interno del cunicolo e sul cumulo di smarino (cumulo 52 – piazzola P3) dal quale è stato prelevato un campione per analisi di spettrometria gamma;
 - acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD17/03/15, prelevato da Venaus scarl, di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale.

- ❖ in data 28/05/2015 (verbale n.11/IV/2015), nel corso del quale sono state eseguite:
 - misure di concentrazione di attività radon entro il cunicolo con ritiro di n. 5 dosimetri precedentemente posizionati lungo la TBM (il dosimetro c/o il geiger risulta perso) e posizionamento di n.6 nuovi dosimetri.
 - sostituzione di n.6 dosimetri TLD per misure di rateo di dose gamma ambientale precedentemente posizionati entro il cunicolo;
 - misure in doppio di rateo di dose gamma con il rateometro "Automess" di Arpa e "Atomtex" di Venaus, all'interno del cunicolo e sul cumulo di smarino (cumulo 64 – piazzola P2). Alla data del sopralluogo il rateometro "Atomtex" che risulta dotato di una nuova sonda è sprovvisto di certificato di taratura.
 - prelievo in doppio Arpa/Venaus di un campione di smarino da cumulo 64 – Piazzola P2 per analisi di spettrometria gamma;
 - acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD26/05/15, prelevato da Venaus scarl, di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

3 Monitoraggio interno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale e comparazione risultati.

3.1 Misure di concentrazione di attività radon in aria.

Le misure di concentrazione di attività radon rivelate all'interno del cunicolo esplorativo de "la Maddalena" e finalizzate alla tutela dei lavoratori sono state effettuate da Arpa utilizzando dei dosimetri passivi a tracce collocati principalmente sulla struttura mobile della TBM. Dal 18/12/2014 al 31/07/2015 l'avanzamento della fresa è stato di circa 1575 m. Le misure di concentrazione radon sono invece state ottenute da Venaus con rilevatori in continuo "Canary" posti lungo il tunnel e tramite un rivelatore mi.am "MR01" collocato in prossimità della testa della TBM. In tabella 1 sono riportati i valori di concentrazione radon misurati da Arpa (M.I. U.R.P.M781-rev.4:2015) nel periodo gennaio - luglio 2015.

MISURE ARPA DI CONCENTRAZIONE RADON (CR_n) ENTRO IL CUNICOLO ESPLORATIVO				
Punto Esposizione	Data inizio esposizione	Data fine esposizione	CR_n	S_{CR_n}
			(Bq/m³)	
cabina	17/12/2014	11/02/2015	96	18
geiger TBM	17/12/2014	11/02/2015	95	18
caduta smarino	17/12/2014	11/02/2015	94	18
passaggio nastri 2-3	17/12/2014	11/02/2015	95	18
lavori meccanici	17/12/2014	11/02/2015	103	18
coda	17/12/2014	11/02/2015	70	18
cabina	11/02/2015	17/03/2015	116	27
geiger TBM	11/02/2015	17/03/2015	141	28
caduta smarino	11/02/2015	17/03/2015	105	26
passaggio nastri 2-3	11/02/2015	17/03/2015	123	27
lavori meccanici	11/02/2015	17/03/2015	123	27
coda	11/02/2015	17/03/2015	83	25
cabina	17/03/2015	28/05/2015	32	12
caduta smarino	17/03/2015	28/05/2015	35	12
passaggio nastri 2-3	17/03/2015	28/05/2015	55	18
lavori meccanici	17/03/2015	28/05/2015	58	13
coda	17/03/2015	28/05/2015	36	12
cabina	28/05/2015	31/07/2015	17	13
geiger TBM	28/05/2015	31/07/2015	30	12
caduta smarino	28/05/2015	31/07/2015	27	12
passaggio nastri 2-3	28/05/2015	31/07/2015	17	12
lavori meccanici	28/05/2015	31/07/2015	35	13
coda	28/05/2015	31/07/2015	29	13

Tabella 1: misure ARPA di concentrazione di attività radon. Periodo gennaio-luglio 2015

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Nei grafici di figure 1 e 2 sono invece rappresentati, per i dosimetri collocati sulla TBM, i valori medi della concentrazione radon in funzione della loro distanza dal fronte scavo e l'andamento nel tempo della concentrazione misurata lungo la struttura della TBM.

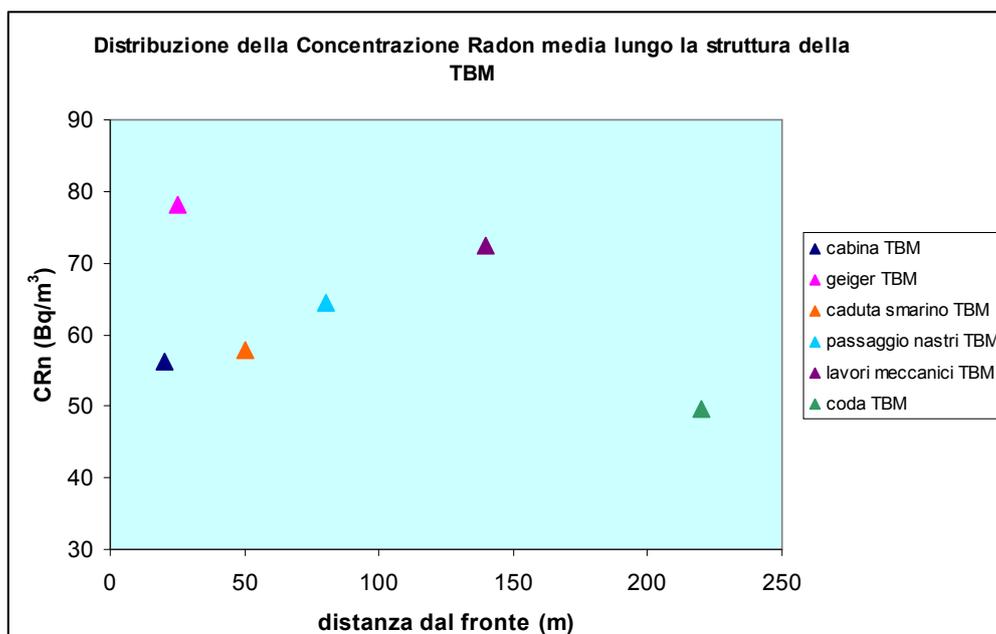


Figura 1:CRn media in funzione del distanza dal fronte scavo – periodo di misura dal 17/12/2015 al 31/07/2015

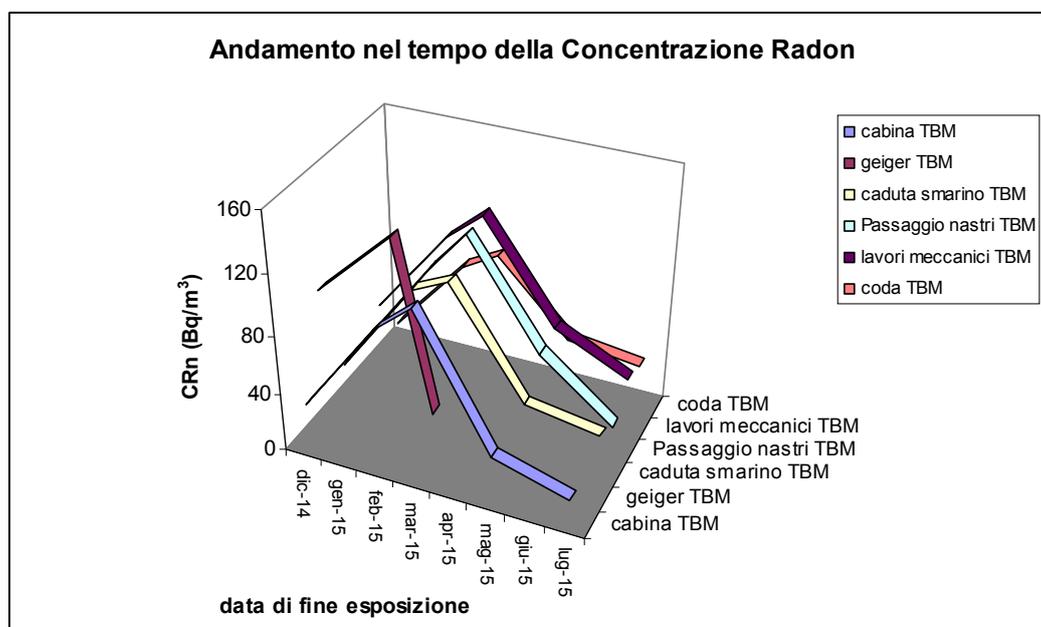


Figura 2:Andamento nel tempo della CRn lungo la struttura della TBM.

Nel grafico di figura 1 non è più evidente, come osservato nel semestre luglio-dicembre 2014, la diminuzione dei valori medi di concentrazione radon con l'aumento della distanza dal fronte scavo; si osserva inoltre (fig.2), a partire dal mese di marzo una costante diminuzione della concentrazione radon misurata lungo tutta la struttura della TBM.

Non è stato possibile, anche per questo semestre, confrontare i dati di concentrazione radon misurati da Arpa con i dati trasmessi da TELT e riportati nelle relazioni mensili dell'Esperto Qualificato (E.Q.) perchè:

- Il monitor in continuo "MR01" continua ad avere dei problemi di acquisizione dei dati;
- i valori mensili di concentrazione radon risultano generalmente stimati da rilevazioni parziali ottenute con strumenti diversi;
- nelle relazioni si riporta che i "Canary" sono collocati lungo il tunnel ma per essi non è specificato il luogo di misura;

Si osserva, comunque, dalla tabella 1 e dalle figure 1 e 2 che i valori rilevati lungo la struttura della TBM, ove vi è maggior permanenza di personale addetto ai lavori di scavo, risultano molto al di sotto del livello d'azione di 500 Bq/m^3 fissato dalla normativa in materia (D.Lvo 230/95 e s.m.i) e tutti inferiori alla soglia di "sorveglianza stabilita" (200 Bq/m^3).

3.2 Misure di rateo di dose gamma. Cunicolo esplorativo

I dati di rateo di dose gamma (periodo gennaio – giugno 2015) acquisiti da Venaus entro la zona di scavo tramite un Geiger – Mueller " Guardian Ray" posizionato sulla TBM in prossimità della cabina comandi sono riportati in figura 3. I valori di rateo sono stati corretti utilizzando il fattore moltiplicativo $F_c^{\text{Geiger}}=0,90$ calcolato nell'appendice alla nostra precedente relazione n.647/IR/2014.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

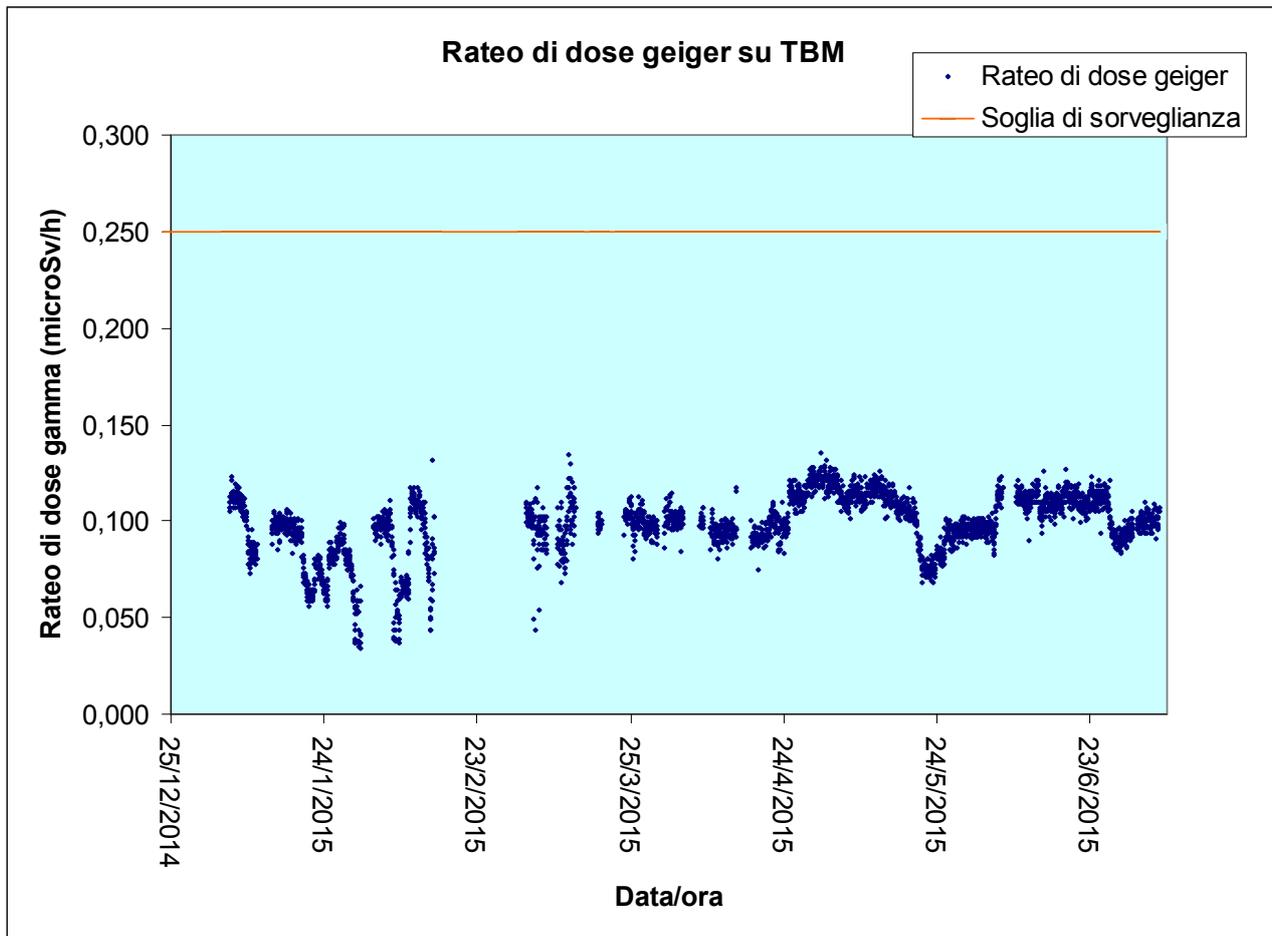


Figura 3: andamento temporale del rateo di dose gamma - interno cunicolo

Come evidenziato dal grafico, i valori di rateo di dose al fronte scavo risultano tutti ampiamente inferiori alla “soglia di sorveglianza” di 250 mSv/h (linea rossa in figura 3).

Nessuna criticità è stata evidenziata anche dai rilievi radiometrici eseguiti entro il cunicolo, spesso anche in doppio con rateometro “Automess” di Arpa e “Atomtex” di Venaus. (vedi i verbali Arpa di sopralluogo al cantiere: n.1/IV/15 – n.03/IV/15, n.11/IV/15 e n.13/IV/15 e la nostra relazione tecnica n.677/IR).

Nel corso del primo semestre dell’anno in corso, Arpa ha monitorato il rateo di dose in alcuni punti del cunicolo utilizzando anche dei dosimetri a termoluminescenza (TLD)

Il dosimetro TLD consiste in un piccolo contenitore di plastica contenente cristalli di fluoruro di litio o di altre sostanze chimiche dotate di simili proprietà di termoluminescenza. Quando un cristallo di fluoruro di litio viene colpito da radiazioni ionizzanti, si eccita e fa

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

passare i propri elettroni ad un livello energetico superiore; successivamente, quando viene riscaldato, gli elettroni ritornano al livello energetico iniziale emettendo fotoni sotto forma di luce visibile. La quantità di luce emessa è proporzionale alla dose di radiazioni assorbita dal dosimetro.

In tabella 2 sono riportati a confronto i valori di dose misurati dai TLD (valori medi calcolati con otto letture) a vari Pk entro il cunicolo ed i corrispondenti valori di rateo, rilevati con lo scintillatore plastico "Automess" con acquisizioni medie su 5'.

Data inizio misura	Data fine misura	Punto esposizione	"TLD" rateo di dose (nSv/h)	Incertezza "TLD" (nSv/h)	"Automess" rateo di dose (nSv/h)	Incertezza "Automess" (nSv/h)
17/12/2014	11/02/2015	pk0+200	132	9	125	10
		pk0+550	222	28	255	10
		pk0+900	226	8	225	10
		pk1+200	183	9	185	10
		pk1+560	164	10	150	10
		geiger	120	8	115	10
11/02/2015	28/05/2015	pk0+200	118	20	121	10
		pk0+550	223	32	254	10
		pk0+900	213	20	230	10
		pk1+200	181	16	185	10
		pk1+560	167	15	163	10
		geiger	115	14	122	10
28/05/2015	31/07/2015	pk0+200	140	8	121	10
		pk0+550	259	20	254	10
		pk0+900	244	15	230	10
		pk1+200	184	16	185	10
		pk1+560	170	21	163	10
		geiger	128	12	122	10

Tabella 2: misure ARPA di rateo di dose gamma ambientale con dosimetri TLD

Sebbene i tempi di misura dei due strumenti siano molto diversi e il TLD posizionato c/o il geiger sulla TBM dal 17/12/14 al 31/07/15 abbia misurato spostandosi di circa 1575 m, i valori di rateo di dose rilevati con i TLD e con "l'Automess", risultano tra loro compatibili entro l'incertezza di misura.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

3.3 Misure di rateo di dose e di spettrometria gamma - cumuli di smarino.

La radioattività del materiale di scavo è controllata giornalmente da Venaus tramite acquisizione del rateo di dose gamma sui cumuli di smarino con un rateometro “Atomtex” e con analisi di spettrometria gamma, volte alla determinazione della concentrazione di attività dei principali radionuclidi contenuti, eseguite su campioni di smarino. Per un controllo sulla correttezza dei dati trasmessi, generalmente con cadenza mensile, le stesse misure radiometriche (misure di rateo di dose tramite uno scintillatore plastico “Automess” e le analisi di spettrometria gamma sui campioni di smarino) sono effettuate dai tecnici del Dipartimento Tematico Radiazioni.

Le medie giornaliere dei valori rateo di dose gamma acquisiti da Venaus sui cumuli di smarino nel semestre gennaio-giugno 2015 sono riportati in figura 4.

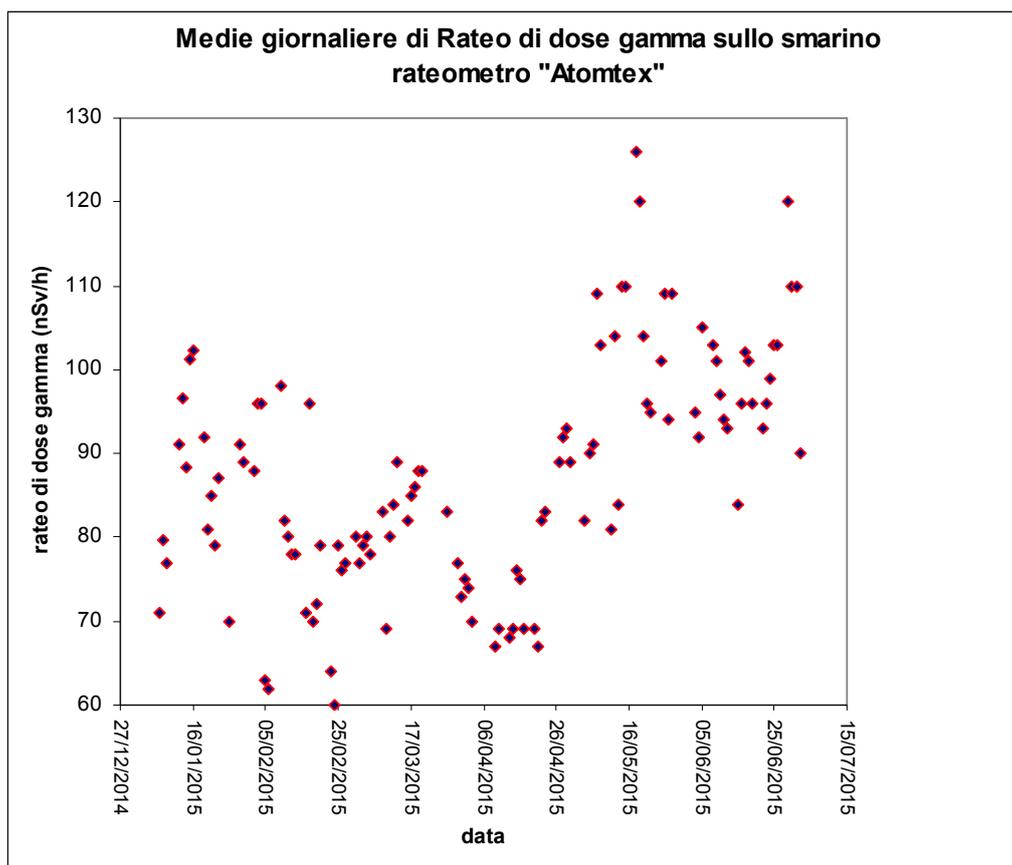


Figura 4: valori medi giornalieri di rateo di dose gamma acquisiti da Venaus sullo smarino – misure sperimentali

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

I valori di rateo acquisiti sui cumuli di smarino risultano nella norma e tipici di materiali a medio-basso contenuto di radioattività, come mostrato anche nella tabella 3, che riassume i dati di concentrazione di attività dei principali radionuclidi presenti nel materiale di scavo e mette a confronto le analisi di spettrometria gamma eseguite per conto di TELT dalla ditta U-Series e da Arpa Piemonte (Metodo Interno U.R.P. M827-rev.5:2014) durante la propria attività di vigilanza, svolta generalmente con cadenza mensile.

Confronto risultati TELT/ARPA - analisi di spettrometria gamma eseguite su campioni di smarino

RADIONUCLIDE	ARPA	TELT	ARPA	TELT	ARPA
	Prelievo del 11/02/2015	Prelievo del 24/02/2014	Prelievo del 17/03/2015	Prelievo del 02/04/2015	Prelievo del 28/05/2015
	Concentrazione di attività Bq/kg				
^{234m} Pa	34 ± 20	/	28 ± 19	/	27 ± 12
²²⁶ Ra	26 ± 5	20 ± 1	26 ± 4	23 ± 1	29 ± 4
²¹⁴ Pb	24 ± 3	21 ± 2	24 ± 3	23 ± 2	27 ± 3
²¹⁴ Bi	22 ± 3	19 ± 4	23 ± 3	23 ± 4	26 ± 3
²²⁸ Ac	23 ± 3	24 ± 4	27 ± 3	26 ± 4	31 ± 3
²¹² Pb	25 ± 4	23 ± 1	24 ± 31	27 ± 1	27 ± 3
²¹² Bi	17 ± 3	/	17 ± 2	/	22 ± 3
²⁰⁸ Tl	8 ± 1	23 ± 2	8,8 ± 0,9	28 ± 2	11 ± 1
²³⁵ U	1,5 ± 1,1	/	1,5 ± 0,7	/	2,5 ± 1,3
⁴⁰ K	794 ± 85	1540 ± 20	657 ± 60	620 ± 20	849 ± 78

Tabella 3: analisi di spettrometria gamma su campioni di smarino- confronto risultati TELT/ARPA
(gennaio – marzo 2014)

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

3.4 Misure di radioattività sulle acque di ingresso e sui fanghi di risulta dell'impianto di depurazione.

Poiché il cantiere è dotato di un impianto di depurazione nel quale sono convogliate sia le acque di lavorazione che quelle provenienti dalla zona di scavo, Venaus effettua un controllo sui valori di radioattività sia sulle acque in ingresso che sui fanghi di risulta prodotti dallo stesso, prima del loro smaltimento. Le acque di ingresso all'impianto di depurazione, campionate con frequenza settimanale, vengono analizzate per la determinazione della concentrazione di attività alfa e beta totale.

Nel grafico di figura 5 sono riportati i risultati di tali analisi con evidenziate, rispettivamente in rosso e in blu, le "soglie di intervento" per l'alfa ed il beta totale.

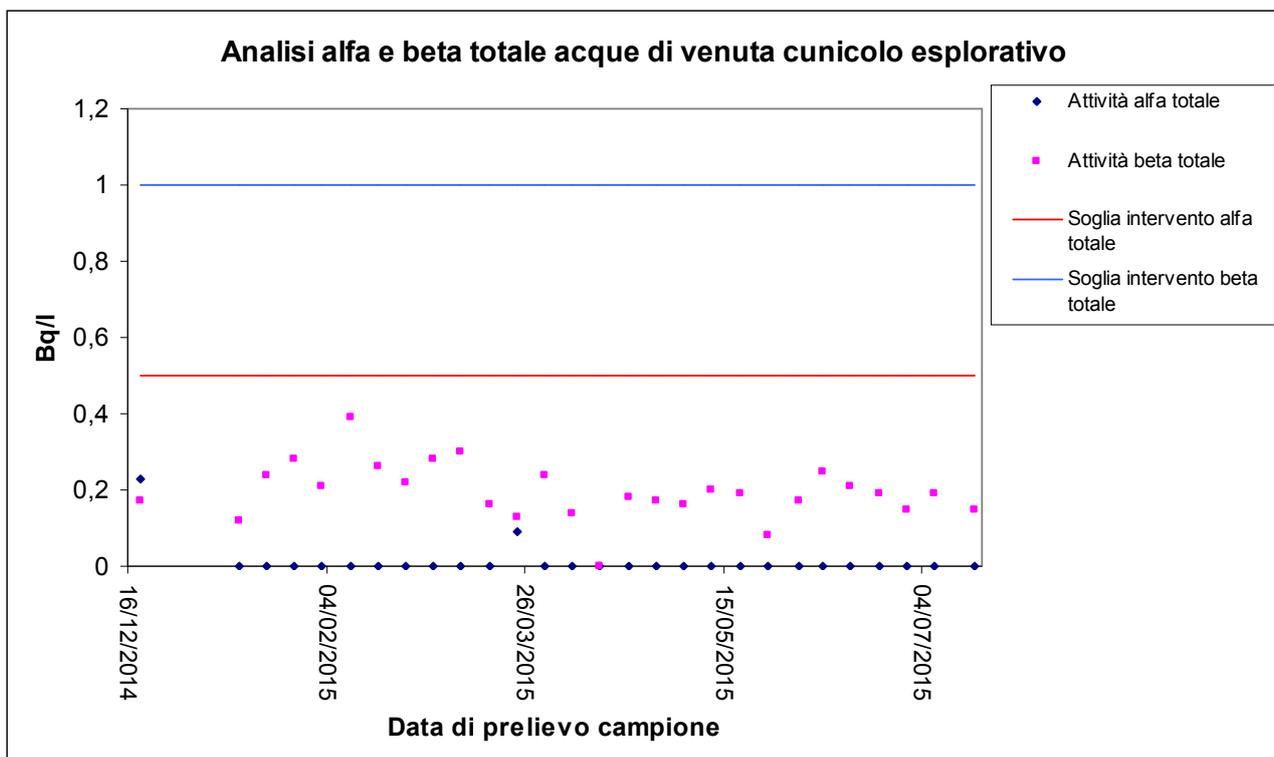


Figura 5: risultati analisi alfa e beta totale trasmessi da TELT sulle acque convogliate all'impianto di depurazione – semestre gennaio-luglio 2015

Il grafico evidenzia che i valori di concentrazione di attività alfa e beta totale risultano ampiamente inferiori ai valori di *screening* (0,5 Bq/l per l'alfa totale e 1 Bq/l per il beta totale).

In tabella 4, sono invece riportati a confronto i risultati delle analisi alfa e beta totale, eseguite da Arpa con il metodo della scintillazione liquida (Metodo UNI 11260 – U.R.P.M805) e dal Laboratorio incaricato da TELT, su aliquote di acqua dei campioni prelevati in data: 10/02/15, 17/03/15 e 26/05/15.

Acque di ingresso all'impianto di depurazione				
campione	Analisi Arpa		Analisi TELT	
	Attività alfa Totale	Attività Beta Totale	Attività alfa Totale	Attività Beta Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)
ACQ_RAD10/02/15	0,057 ± 0,017	0,434 ± 0,075	<0,019	0,39 ± 0,07
ACQ_RAD17/03/15	0,085 ± 0,02	0,232 ± 0,063	<0,02	0,16 ± 0,03
ACQ_RAD26/05/15	0,056 ± 0,016	0,2 ± 0,063	<0,010	0,08 ± 0,02

Tabella 4: confronto Arpa/TELT - determinazione alfa e beta totale su acque ingresso impianto di depurazione

I risultati delle analisi effettuate sulla stessa aliquota, pur confermando i bassi valori di radioattività nelle acque, non risultano completamente compatibili; i dati trasmessi da TELT, infatti, evidenziano una sottostima sia della concentrazione di attività alfa sia della beta.

Il controllo radiometrico sui fanghi di risulta dall'impianto di depurazione avviene, prima del loro smaltimento, tramite l'acquisizione dei valori di rateo di dose gamma sui cumuli. La tabella 5 riassume i dati delle rilevazioni trasmesse.

DATA MISURA	RATEO DI DOSE GAMMA (nSv/h)
09/01/2015	103
17/02/2015	114
27/02/2015	115
06/03/2015	116
19/05/2015	105
20/05/2015	110

Tabella 5: rateo di dose gamma rilevato da TELT sui fanghi di risulta dall'impianto di depurazione

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Dalla tabella 5 si può affermare che i dati di radioattività rilevati sui fanghi risultano nella norma.

3.5 Monitoraggio delle particelle aerodisperse – stazione interna al cantiere.

Il monitoraggio interno alla zona cantiere prevede anche la misura della radioattività delle particelle aerodisperse tramite l'analisi alfa e beta settimanale e la spettrometria gamma mensile su filtro per PTS utilizzato da una stazione predisposta in prossimità dell'imbocco del cunicolo esplorativo.

In tabella 6 sono riportati i dati settimanali di alfa e beta totale per il semestre gennaio-giugno 2015

Campionamento		Stazione area cantiere		DATA LETTURA
data inizio	data fine	Attività Alfa	Attività Beta	
		(mBq/m ³)		
22/12/14	05/01/15	0,15	<0,8	12/01/15
05/01/15	13/01/15	0,16	<1,3	20/01/15
13/01/15	20/01/15	0,23	<1,5	26/01/15
20/01/15	27/01/15	0,28	<1,5	02/02/15
27/01/15	03/02/15	0,1	<1,5	10/02/15
03/02/15	10/02/15	0,11	<1,5	16/02/15
10/02/15	17/02/15	0,35	<1,5	26/02/15
17/02/15	24/02/15	0,48	<1,5	03/03/15
24/02/15	03/03/15	0,4	<1,5	09/03/15
03/03/15	10/03/15	0,2	<1,2	17/03/15
10/03/15	17/03/15	0,18	<1,5	23/03/15
17/03/15	24/03/15	0,25	<1,5	31/03/15
24/03/15	31/03/15	<0,07	<1,0	07/04/15
31/03/15	07/04/15	0,1	<1,0	14/04/15
07/04/15	14/04/15	0,15	<0,9	21/04/15
14/04/15	21/04/15	0,3	<1,0	27/04/15
21/04/15	28/04/15	0,15	<0,9	04/05/15
28/04/15	05/05/15	0,22	<1,1	11/05/15
05/05/15	12/05/15	0,31	<0,9	20/05/15
12/05/15	19/05/15	0,26	<1,0	25/05/15
19/05/15	26/05/15	0,18	<1,0	01/06/15
26/05/15	03/06/15	0,22	<0,9	08/06/15
03/06/15	09/06/15	0,15	<1,1	15/06/15
09/06/15	16/06/15	0,13	<0,9	22/06/15
16/06/15	23/06/15	0,16	<0,9	01/07/15
23/06/15	30/06/15	0,21	<1,1	07/07/15

Tabella 6: concentrazione di attività alfa e beta totale su filtri per PTS – dati trasmessi da TELT

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Nella figura 6 è graficato, invece, l'andamento nel tempo dei valori di attività alfa totale su PTS.

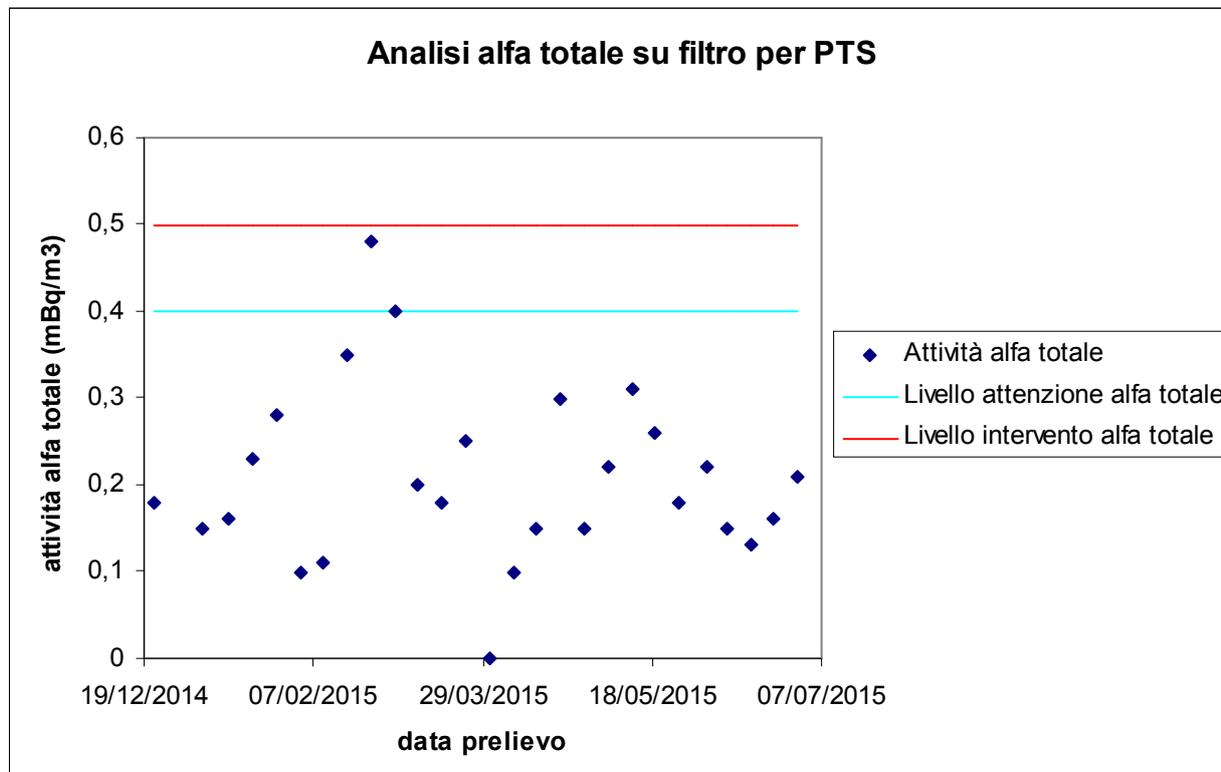


Figura 6:attività alfa totale su PTS –semestre dicembre-giugno 2015 – dati trasmessi TELT

Come evidenziato sia dalla tabella 6 che dalla figura 6, nella settimana di campionamento dal 17/02/2015 al 24/02/2015 si è registrato per l'attività alfa totale un valore di 0,48 mBq/m³ superiore al livello di attenzione di 0,4 mBq/m³ in conseguenza del quale TELT ha attivato correttamente una serie di approfondimenti e di azioni mitigative descritte nella scheda di anomalia trasmessa. L'anomalia è rientrata nelle settimane successive ed è stata giustificata con un aumento della polverosità ambientale all'interno dell'area di cantiere (il monitoraggio delle polveri ha evidenziato un valore di polverosità oltre la soglia nei giorni 20 e 21 febbraio). Il dato è comunque insignificante dal punto di vista radioprotezionistico, tenuto conto, anche, delle altre misure radiometriche effettuate sempre nell'area cantiere (gamma in continuo al fronte scavo e misure di rateo di dose e di spettrometria gamma sullo smarino) che hanno dato sempre valori nelle norma.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Si sottolinea, infine, che a seguito della riunione del 02/04/2015, tenutasi presso la sede Arpa di Ivrea in presenza di TELT, sono stati approvati i seguenti nuovi limiti per l'attività totale sulle PTS:

- Limite di sorveglianza (A) = 0,4 mBq/m³;
- Limite di attenzione (AA) = 0,6 mBq/m³
- Limite di intervento (AAA) = 0,8 mBq/m³

ed è stata concordata una nuova procedura integrata nel caso di superamento dei limiti. I nuovi limiti e la procedura da adottarsi nel caso di superamento diverranno esecutivi con la pubblicazione di una nuova revisione del PGA.

Anche le analisi di spettrometria gamma eseguite sui pacchetti mensili dei filtri per PTS, per la determinazione delle concentrazioni di attività dei principali radionuclidi di interesse, hanno sempre fornito valori i concentrazione di attività inferiori alle MAR (Minima Attività Rivelabile).

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

4 Monitoraggio esterno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale.

4.1 Il monitoraggio delle particelle aerodisperse, analisi dei dati.

La misura della radioattività nelle particelle aerodisperse, come stabilito da PMA, è stata condotta da telt mediante campionamenti di tipo sequenziale in continuo per 30 giorni, rispettivamente nelle stazioni A5.4 in Frazione la Maddalena e A7.1 di Exilles. Settimanalmente, sui filtri per la raccolta delle particelle totali sospese (PTS), viene eseguita l'analisi per la determinazione dell'attività alfa e beta totale mentre mensilmente sul pacchetto di filtri settimanali è eseguita una spettrometria gamma. Nella tabella 7 sono riportati i dati di concentrazione alfa e beta totale su PTS per le stazioni citate.

Campionamento		Stazione _5.4		Stazione _7.1	
data inizio	data fine	Attività Alfa	Attività Beta	Attività Alfa	Attività Beta
		(mBq/m ³)		(mBq/m ³)	
05/01/2015	12/01/2015	0,052	0,563	0,056	0,723
12/01/2015	19/01/2015	<0,035	0,663	<0,035	0,492
19/01/2015	26/01/2015	<0,035	0,817	0,041	0,141
15/01/2015	02/02/2015	0,075	0,593	<0,036	0,348
03/02/2015	10/02/2015	<0,04	0,502	<0,04	0,336
10/02/2015	17/02/2015	<0,036	0,716	<0,035	0,705
17/02/2015	24/02/2015	<0,039	0,734	<0,034	0,705
24/02/2015	03/03/2015	0,06	0,448	0,058	0,546
03/03/2015	10/03/2015	<0,035	0,483	<0,035	0,707
10/03/2015	17/03/2015	0,366	0,625	<0,035	0,801
17/03/2015	24/03/2015	0,042	1,096	0,108	1,21
24/03/2015	31/03/2015	0,049	0,425	<0,035	0,374
31/03/2015	07/04/2015	0,043	0,316	<0,035	0,471
07/04/2015	14/04/2015	0,092	0,85	0,087	1,027
14/04/2015	21/04/2015	0,056	0,882	0,074	0,988
21/04/2015	28/04/2015	<0,04	1,174	<0,04	0,996
28/04/2015	05/05/2015	<0,035	0,608	0,042	0,52
05/05/2014	12/05/2015	0,071	0,852	0,042	0,941
12/05/2015	19/05/2015	0,083	1,02	<0,035	0,983
19/05/2015	26/05/2015	0,053	0,371	<0,035	0,455
26/05/2015	02/06/2015	0,081	0,92	<0,04	0,814
02/06/2015	09/06/2015	0,063	1,282	0,056	1,51
09/06/2015	16/06/2015	<0,039	0,86	<0,035	0,825
16/06/2015	23/06/2015	<0,041	0,621	0,057	0,794
23/06/2015	30/06/2015	0,063	1,069	<0,035	1,091

Tabella 7: valori di attività alfa e beta su filtro per PTS - stazioni A5.4 e A7.1

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Nei grafici di figure 7, 8, 9 e 10 sono invece riportati rispettivamente i valori di attività alfa e di attività beta con indicate in rosso le “soglie di intervento” (0,5 mBq/m³ per le misure di alfa totale e 5 mBq/m³ per le misure di beta totale) ed in rosso le “soglie di attenzione” da noi precedentemente calcolate (relazione tecnica Arpa 647/IR/2014):

- “soglia di “attenzione” per il beta totale di 1,580 mBq/m³ per la stazione PTS RAD A5.4 e di 1,496 mBq/m³ per la stazione PTS RAD A7.1
- “soglia di attenzione” per l’alfa totale di 0,311 mBq/m³ per la stazione PTS RAD A5.4 e di 0,212 mBq/m³ per la stazione PTS RAD A7.1.

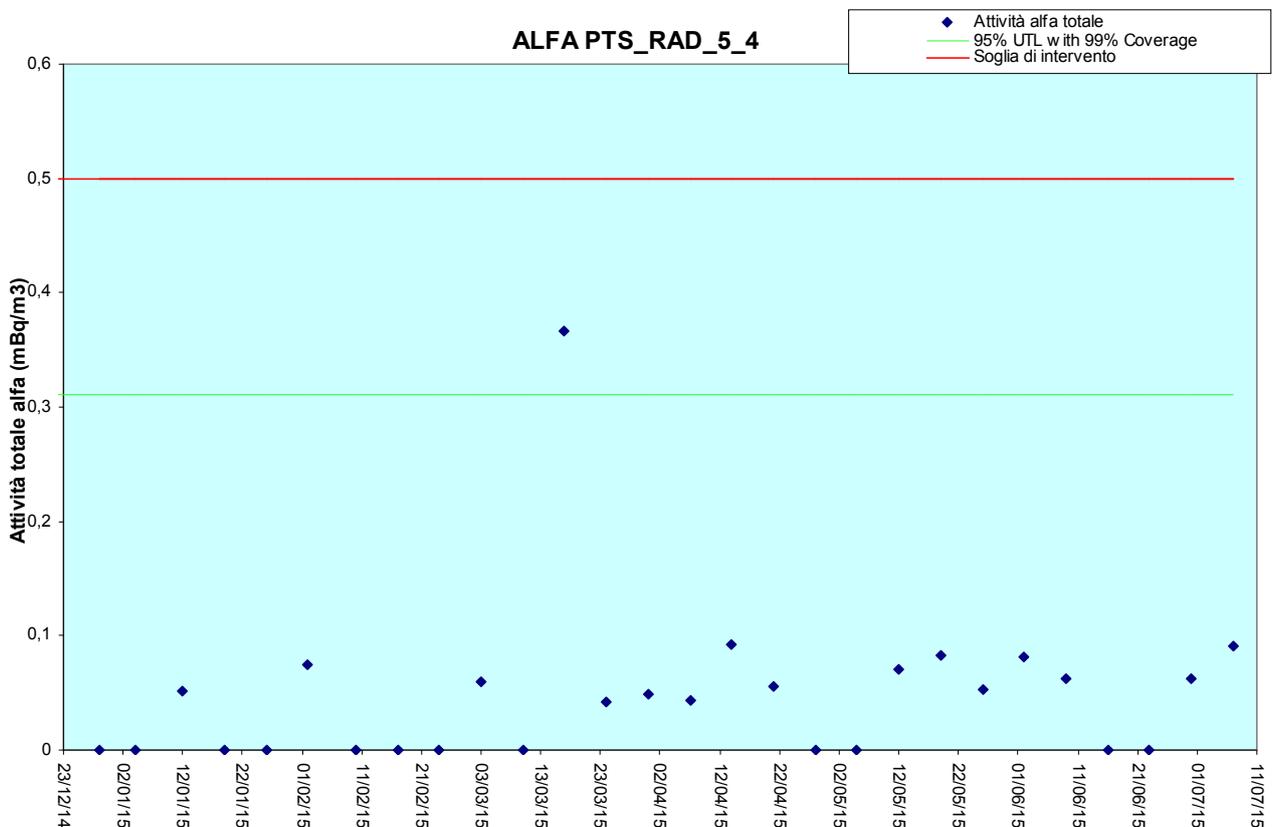


Figura 7: Valori di attività ALFA totale su PTS – stazione A5.4

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

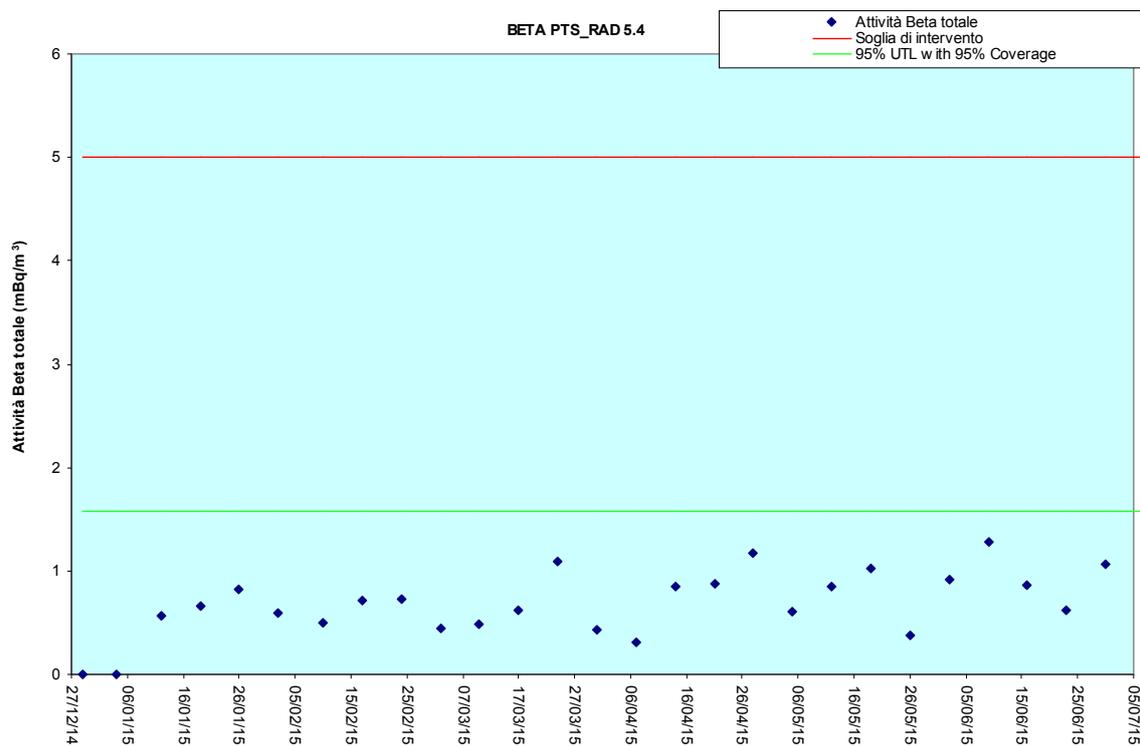


Figura 8: Valori di attività BETA totale su PTS – stazione A5.4

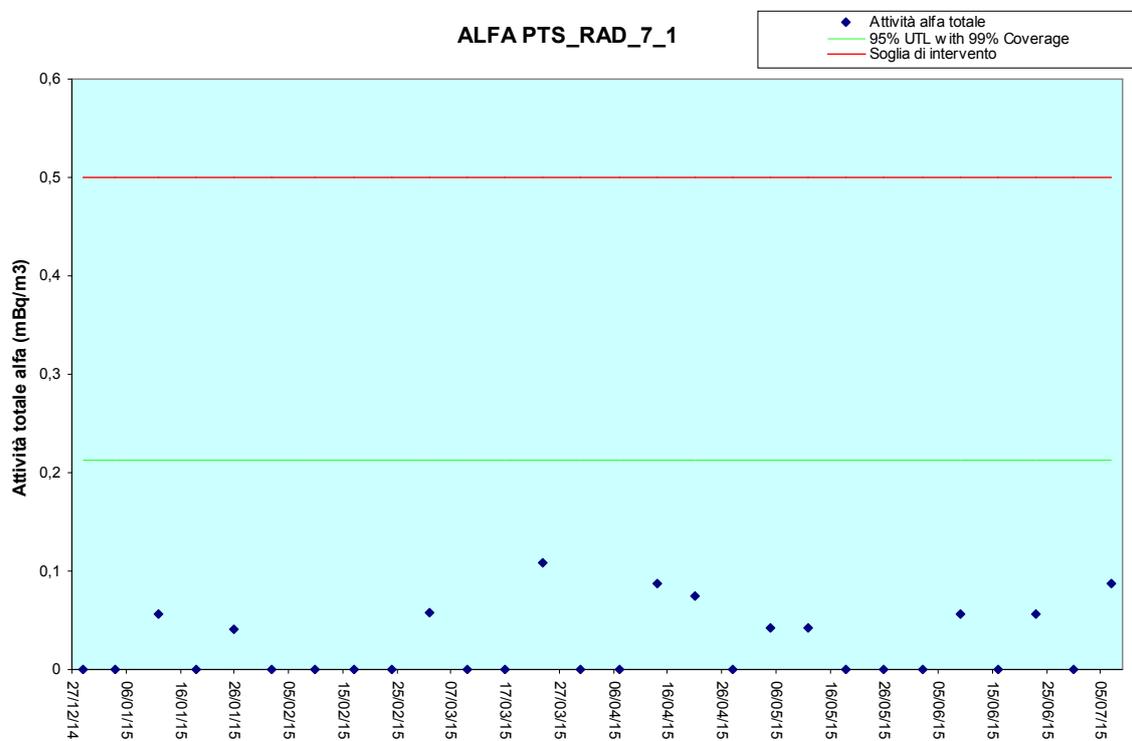


Figura 9: Valori di attività ALFA totale su PTS – stazione A7.1

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

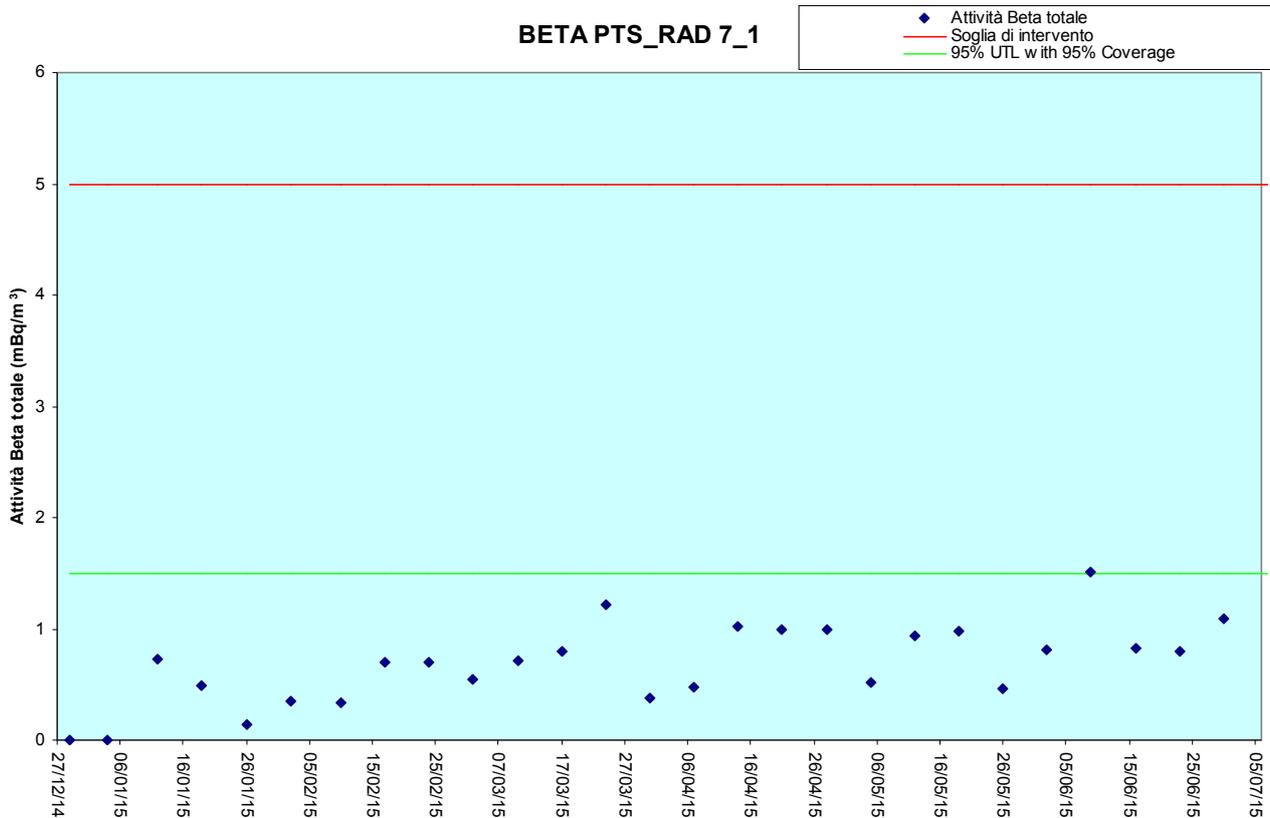


Figura 10: Valori di attività BETA totale su PTS – stazione A7.1

Dalla tabella 7 e dalle figure 7, 10 si osservano due superamenti delle “soglie di attenzione”:

- per l’attività totale alfa, nella settimana dal 10/03/2015 al 17/03/2015, per il filtro campionato dalla stazione PTS_RAD 5.4;
- per l’attività totale beta, nella settimana dal 02/06/2015 al 09/06/2015, su filtro campionato dalla stazione PTS_RAD7.1.

I dati sono rientrati immediatamente nella settimane successive.

Nella tabella 8 sono invece riassunti i risultati delle analisi di spettrometria gamma (²¹²Pb, ²¹⁴Pb e ¹³⁷Cs) eseguite sui pacchetti mensili di filtri per il PTS utilizzati nelle due stazioni di monitoraggio.

PTS_RAD 5.4			
Periodo campionamento	Attività ²¹⁴ Pb	Attività ¹³⁷ Cs	Attività ²¹² Pb
	(mBq/m ³)	(mBq/m ³)	(mBq/m ³)
gen-15	<0,29	<0,18	<0,12
feb-15	<0,16	<0,7	<0,11
mar-15	<0,15	<0,07	<0,11
apr-15	<0,26	<0,1	<0,17
mag_15	<0,23	<0,08	<0,12
giu_15	<0,16	<0,08	<0,1
PTS_RAD 7.1			
Periodo campionamento	Attività ²¹⁴ Pb	Attività ¹³⁷ Cs	Attività ²¹² Pb
	(mBq/m ³)	(mBq/m ³)	(mBq/m ³)
gen-15	<0,25	<0,08	<0,14
feb-15	<0,15	<0,07	<0,15
mar-15	<0,24	<0,08	<0,17
apr-15	<0,27	<0,09	0,22
mag_15	<0,21	<0,07	<0,12
giu_15	<0,16	<0,08	<0,1

Tabella 8: analisi mensile di spettrometria gamma su pacchetto di filtri - stazioni A5.4 e A7.1

Tutte le analisi condotte sui filtri per monitorare la radioattività nel particolato atmosferico hanno fornito valori tipici del fondo.

4.2 Il monitoraggio delle risorse idriche superficiali, valutazione dei risultati.

Il monitoraggio delle risorse idriche superficiali per la determinazione della concentrazione dei radionuclidi emettitori alfa e beta è stato eseguito con frequenza bimestrale, così come concordato nella riunione con TELT presso il Dipartimento di Ivrea, finalizzata alla ridefinizione del monitoraggio esterno (verbale di riunione Arpa del 10/11/2014). Nella tabella 9 sono riportati, per i due punti di prelievo, i risultati delle analisi alfa e beta totale nel primo semestre dell'anno 2015:

- ASP-031 Dora, valle discarica
- ASP-032 Dora, valle confluenza Clarea

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Data prelievo	ASP_032		ASP_031	
	Attività β Totale	Attività α Totale	Attività β Totale	Attività α Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)
23/02/2015	0,111	0,130	<0,079	0,125
20/04/2015	0,093	<0,061	0,156	<0,062
22/06/2015	<0,055	0,063	<0,062	<0,075

Tabella 9 attività alfa e beta totale – analisi acqua superficiale ASP_031 e ASP_032

Le figure 11 e 12 mettono invece a confronto i risultati delle analisi alfa e beta da gennaio 2014 a giugno 2015 con i valori di riferimento per l'acqua potabile, indicati con la linea rossa nei grafici (Guideline for drinking water quality, 4th edition, Geneve, WHO, 2011):

- 1 Bq/l per la misura beta totale
- 0,5 Bq/l per la misura alfa totale

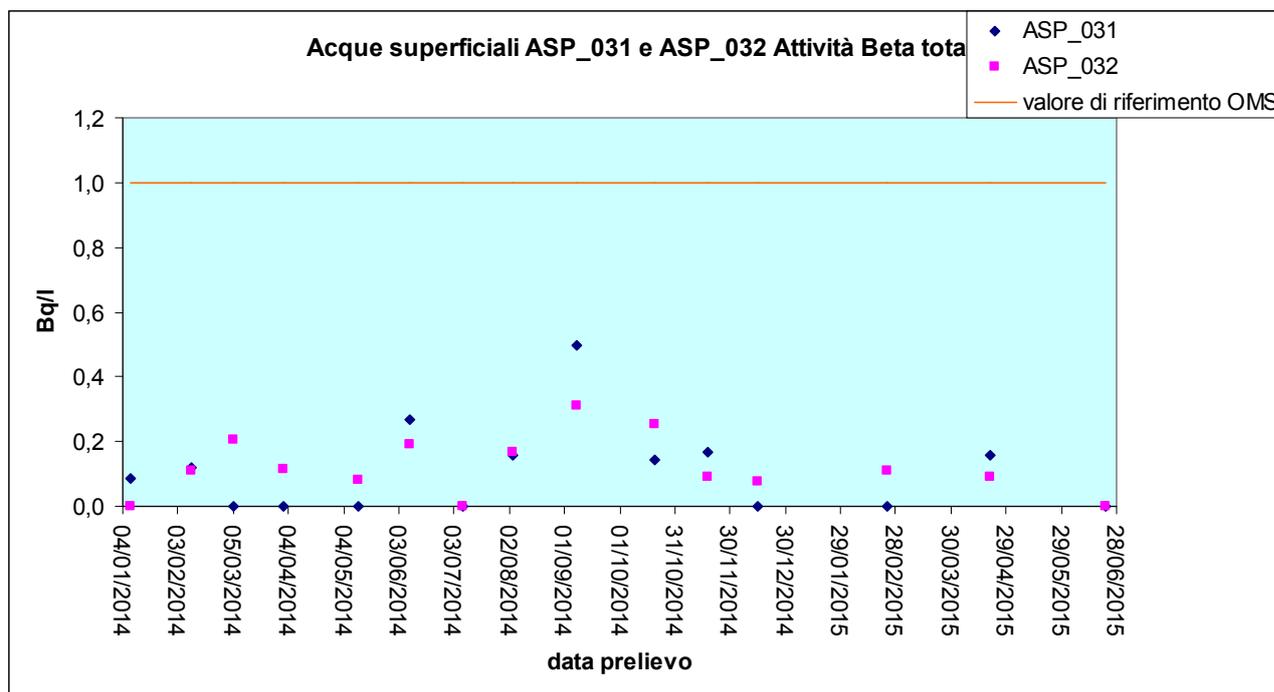


Figura 11: Attività beta totale per le acque ASP_031 e ASP_032

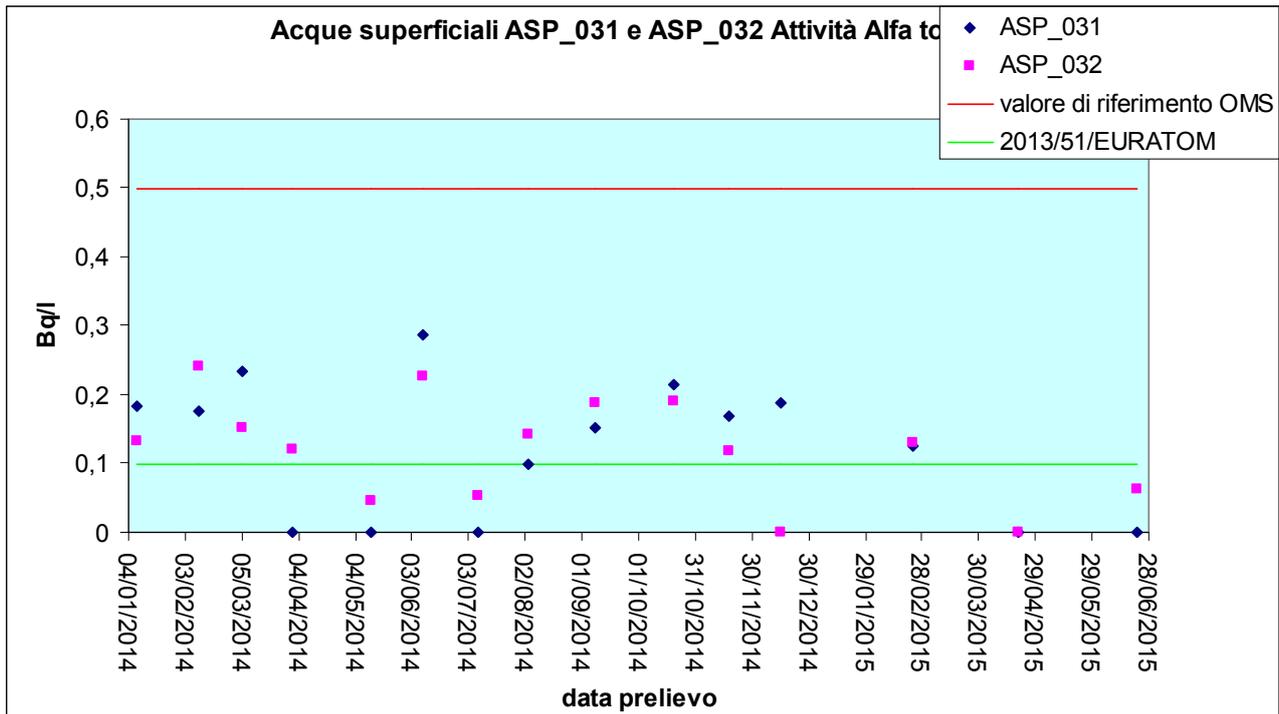


Figura 12: Attività alfa totale per le acque ASP_031 e ASP_032

Come si può osservare dalla tabella 9 e dalle figure 11 e 12, i valori misurati risultano ampiamente al di sotto dei valori di *screening* riportati sulle Linee Guida dell'OMS (0,5 Bq/l per l'attività alfa totale e 1 Bq/l per l'attività beta).

Nel grafico di figura 12 è stato anche indicato (linea verde) il livello di 0,1 Bq/l per l'attività alfa totale, poiché, l'eventuale superamento di 0,1 Bq/l per l'attività alfa, se associato alla presenza di ^{226}Ra e ^{228}Ra nelle acque destinate al consumo umano, potrebbe comportare il superamento della dose annua impegnata di 0,1mSv (limite di dose stabilito dalla Direttiva Europea 2013/51 Euratom).

Pertanto, durante la riunione tenutasi con TELT presso il Dipartimento di Ivrea, finalizzata alla ridefinizione del monitoraggio esterno (verbale di riunione Arpa del 10/11/2014), è stato concordato che, a partire dall'anno corrente, TELT provvederà, anche in assetto operativo di sorveglianza, a utilizzare come valori di riferimento 0,1 Bq/l per l'attività alfa totale e 1Bq/l per l'attività beta, superati i quali si dovrà procedere alla caratterizzazione radiometrica delle acque.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

4.3 Il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee, valutazione dei risultati.

Le risorse idriche sotterranee, monitorate nel semestre gennaio-giugno 2015 sono state le seguenti:

- AST-010 Pratovecchio
- AST-011 Boscodedrino
- AST-012 Vasca Supita
- AST-222 Verger
- AST-441 Vasca rottura 2 Greisone
- AST-486 Vasca Cels

La tabella 10 riporta le date dei prelievi e i valori di attività beta e alfa totali per le acque sotterranee campionate. Si osserva che tutti i valori di attività alfa e beta totale risultano nettamente inferiori ai livelli di *screening*.

AST_486			AST_11		
Data prelievo	Attività β Totale	Attività α Totale	Data prelievo	Attività β Totale	Attività α Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)		(Bq/l)	(Bq/l)
18/03/2015	0,027	0,023	18/03/2015	<0,019	<0,02
AST_12			AST_222		
Data prelievo	Attività β Totale	Attività α Totale	Data prelievo	Attività β Totale	Attività α Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)		(Bq/l)	(Bq/l)
18/03/2015	0,041	0,047	18/03/2015	<0,029	0,034
AST_10			AST_441		
Data prelievo	Attività β Totale	Attività α Totale	Data prelievo	Attività β Totale	Attività α Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)		(Bq/l)	(Bq/l)
18/03/2015	0,038	<0,016	18/03/2015	0,052	<0,015

Tabella 10: Attività Beta e Alfa totale – analisi acque sotterranee

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

A seguito del tavolo tecnico del 10/02/2014 di discussione della proposta di TELT di riduzione del monitoraggio ambientale esterno in corso d'opera, è stata concordata, anche per le acque sotterranee, in assetto operativo di "sorveglianza", una riduzione del 50% nella frequenza di monitoraggio.

5 Conclusioni

Il monitoraggio condotto da TELT s.a.s. per la componente radiazioni ionizzanti internamente e esternamente al cantiere per la costruzione del cunicolo esplorativo de "La Maddalena" nel periodo dicembre – giugno 2015 ha rispettato i tempi e le frequenze stabiliti e concordati con Arpa come riportato dal PMA, dal PGA e dal documento "Linee Guida in caso di materiale radioattivo al fronte".

In sintesi vengono di seguito richiamati i punti principali.

Monitoraggio interno al cantiere

Monitoraggio Radon

Il monitoraggio del radon entro il cunicolo esplorativo è stato eseguito da Arpa con l'utilizzo di dosimetri a tracce. I valori di concentrazione rivelati da ARPA sono risultati sempre ampiamente più bassi del livello d'Azione di 500 Bq/m³ (D.Lvo 230/95) e inferiori anche alla "soglia di sorveglianza" di 200 Bq/m³ stabilita.

Misure di radioattività al fronte scavo e sui cumuli di smarino

Le misure di rateo di dose gamma al fronte di scavo, sono state effettuate da TELT in continuo tramite un Geiger-Mueller posizionato in prossimità della testa della TBM. I valori acquisiti e trasmessi al Dipartimento Tematico Radiazioni, che sono risultati sempre inferiori alla "soglia di sorveglianza" di 250 nSv/h, sono stati verificati anche con misure in doppio sia all'interno del cunicolo che sui cumuli di smarino. Nel corso dei periodici sopralluoghi condotti c/o il cantiere si è inoltre provveduto a prelevare dei campioni di smarino per analisi di spettrometria gamma in modo da determinare le concentrazioni di attività dei

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

principali radionuclidi naturali. Il confronto tra le analisi spettrometriche eseguite dal Dipartimento Tematico Radiazioni e dal laboratorio incaricato da TELT ha fornito valori confrontabili, entro l'incertezza di misura; tali valori sono tipici di materiali a medio-basso contenuto di radioattività.

Misure di radioattività sul particolato aerodisperso

Le misure di radioattività sul particolato atmosferico sono state effettuate correttamente. Nella settimana di campionamento dal 17/02/2015 al 24/02/2015 si è registrato per l'attività alfa totale un valore di 0,48 mBq/m³ superiore al livello di attenzione di 0,4 mBq/m³ in conseguenza del quale TELT ha attivato correttamente una serie di approfondimenti e di azioni mitigative descritte nella scheda di anomalia trasmessa ad Arpa. L'anomalia è rientrata nelle settimane successive ed è stata giustificata con un aumento della polverosità ambientale all'interno dell'area di cantiere dovuta, probabilmente, allo spostamento del cumulo 45 di smarino verso il sito di deponia. Il monitoraggio delle polveri ha infatti evidenziato un valore di polverosità oltre la soglia nei giorni 20 e 21 febbraio, mentre non sono stati registrate variazioni significative nei valori di radioattività per le altre componenti monitorate (gamma in continuo al fronte scavo e misure di rateo di dose e di spettrometria gamma sullo smarino).

Le analisi di spettrometria gamma eseguite sui pacchetti mensili dei filtri per PTS, per la determinazione delle concentrazioni di attività dei principali radionuclidi di interesse, ha sempre fornito valori inferiori alle varie MAR (Minima Attività Rilevabile).

Misure di radioattività inerenti l'impianto di depurazione

Le analisi di alfa e beta totale sull'acqua di ingresso all'impianto di depurazione hanno fornito valori nettamente inferiori ai livelli di screening (0,5 Bq/l per l'alfa totale e 1 Bq/l per l'attività beta). I risultati delle analisi effettuate da Arpa sulle aliquote dei un campioni prelevati da TELT, pur confermando i bassi valori di radioattività nelle acque, non risultano completamente compatibili: i dati trasmessi da TELT infatti evidenziano una sottostima sia della concentrazione di attività alfa che di attività beta.

Le misure di rateo di dose gamma sui fanghi di risulta, risultano nella norma

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Monitoraggio esterno al cantiere

Monitoraggio delle particelle aerodisperse

Per la misura della radioattività delle particelle aerodisperse (PTS-Rad), come stabilito da PMA, il monitoraggio è stato condotto mediante campionamenti di tipo sequenziale in continuo per 30 giorni dalle stazioni 5.4 in Frazione la Maddalena e 7.1 di Exilles: misura settimanale di attività alfa e beta totale e spettrometria gamma mensile sul pacchetto di filtri (sono riportati i dati relativi ai radionuclidi ^{212}Pb , ^{214}Pb e ^{137}Cs).

Le analisi dei filtri per PTS non hanno rivelato la presenza di livelli di radioattività anomali e attribuibili alle attività di cantiere.

Monitoraggio delle risorse idriche

Il monitoraggio mensile delle acque superficiali e quello trimestrale delle acque sotterranee per la determinazione dei valori di attività alfa e beta totale ha sempre fornito risultati inferiori ai valori di *screening* indicati nelle linee guida per la qualità delle acque potabili – 4^a edizione, WHO, 2011 (0,5 Bq/l per l'alfa totale e 1 Bq/l per il beta totale).

In conclusione, si può affermare che, i monitoraggi condotti da TELT e da ARPA, nel periodo gennaio-giugno 2015 internamente alla zona di scavo ed in ambiente esterno, non hanno evidenziato variazioni significative dei normali livelli di fondo della radioattività ambientale.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it