

DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI
Struttura Semplice 21.01 – Radiazioni ionizzanti

TITOLO

**Valutazione e comparazione misure di radioattività ambientale condotte da ARPA e
per conto di TELT s.a.s nella zona interna ed esterna all'area di cantiere**

Cunicolo esplorativo de “La Maddalena”

Periodo di monitoraggio gennaio – giugno 2016

Relazione tecnica n.697/IR/2016

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	6
3.3 Misure di rateo di dose e di spettrometria gamma - cumuli di smarino.	8
3.4 Misure di radioattività sulle acque di ingresso all'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.	20
4.3 Il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee, valutazione dei risultati.	22
5 Conclusioni	24

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 s.a.s. inerenti il monitoraggio delle radiazioni ionizzanti condotto nell'area interna ed esterna al cantiere nel periodo gennaio - giugno 2016.

L'attività di controllo e vigilanza è stata anche svolta tramite confronto dei dati rilevati da TELT s.a.s. e dai tecnici Arpa attraverso misure e prelievo di campioni in doppio e con analisi di laboratorio su aliquote dello stesso campione.

2 Sopralluoghi Arpa e misure di radioattività ambientale.

Nel periodo gennaio – giugno dell'anno 2016, i tecnici del Dipartimento Tematico Radiazioni hanno effettuato presso il cantiere i seguenti sopralluoghi:

❖ in data 27/01/2016 (verbale n.04/IV/2016), nel corso del quale sono state fatte:

- misure di attività radon entro il cunicolo attraverso con ritiro senza sostituzione di n.8 dosimetri precedentemente posizionati lungo il percorso del cunicolo a:
 - Pk 3+210m, Pk 2+800m, Pk 2+220m, Pk 1+560m, Pk 1+200m, Pk 0+900m, Pk 0+550 e a Pk 0+200m.

Sono stati lasciati in misura, invece, i dosimetri posizionati in data 12/11/2015 lungo la struttura della TBM;

- misure di rateo di dose gamma con lo scintillatore plastico "Automess" all'interno del cunicolo sulla TBM, in prossimità del Geiger "Mueller" e sul cumulo di smarino (cumulo 86 - piazzola di riempimento P2);
- ritiro senza sostituzione di n.8 dosimetri TLD per la misura della dose gamma ambientale posizionati entro il cunicolo in data 12/11/2015;
- prelievo in doppio di un campione di smarino (cumulo 86 - Piazzola P2) per analisi di spettrometria gamma;

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

- acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD26/01/16, prelevato da Venaus scarl, di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale.
- ❖ in data 24/03/2016 (verbale n.9/IV/2016), nel corso del quale sono state eseguite:
 - misure di attività radon entro il cunicolo attraverso:
 - la sostituzione di n.6 dosimetri a tracce sulla TBM nelle zone denominate: coda (a Pk 4+395m), lavori meccanici (Pk 4+490m), passaggio nastri (a Pk 4+540m), caduta smarino (a Pk 4+580m), geiger (a Pk 4+595m), cabina comandi (a Pk 4+600m);
 - il posizionamento di n.3 nuovi dosimetri radon: sulla TBM zona "Canary" (Pk 4+592m), lungo il cunicolo a Pk 2+800m nella zona vasche c/o il "Canary", lungo il cunicolo a Pk 1+400m c/o il "Canary" nella nicchia per le prove geotecniche;
 - misure di rateo di dose gamma all'interno del cunicolo e sul cumulo di smarino (cumulo 22 – piazzola P2) dal quale è stato prelevato in doppio un campione per analisi di spettrometria gamma;
 - acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD22/03/16, prelevato da Venaus scarl, di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale.
- ❖ in data 16/06/2016 (verbale n.11/IV/2016), nel corso del quale sono state eseguite:
 - misure di rateo di dose gamma con lo scintillatore plastico "Automess" sul cumulo di smarino (cumulo 103 – piazzola di riempimento P3);
 - prelievo in doppio Arpa/Venaus di un campione di smarino da cumulo 103 – piazzola P3 per analisi di spettrometria gamma;
 - acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD14/06/16, 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 sia lungo la struttura mobile della TBM che lungo il percorso del cunicolo. La ditta Venaus scarl, incaricata da TELT del monitoraggio interno al cantiere, ha invece eseguito le misure di concentrazione radon utilizzando rilevatori in continuo "Canary" e un rivelatore Mi.am "MR01".

In tabella 1 si riportano i valori di concentrazione radon misurati da Arpa (M.I. U.R.P.M781 rev.5 del 2015) dal 12/11/2015 al 06/07/2016.

MISURE ARPA DI CONCENTRAZIONE RADON (CRn) ENTRO IL CUNICOLO ESPLORATIVO				
Punto Esposizione	Data inizio esposizione	Data fine esposizione	CRn	SCRn
			(Bq/m3)	
cabina	12/11/2015	24/03/2016	32	12
geiger TBM	12/11/2015	24/03/2016	67	16
caduta smarino	12/11/2015	24/03/2016	<22	
passaggio nastri 2-3	12/11/2015	24/03/2016	53	15
lavori meccanici	12/11/2015	24/03/2016	48	14
coda	12/11/2015	24/03/2016	36	12
Pk 0+200m	12/11/2015	27/01/2016	84	23
Pk 0+550m	12/11/2015	27/01/2016	104	27
Pk 0+900m	12/11/2015	27/01/2016	92	25
Pk 1+200m	12/11/2015	27/01/2016	78	24
Pk 1+560m	12/11/2015	27/01/2016	88	24
Pk 2+220m	12/11/2015	27/01/2016	82	24
Pk 2+800m	12/11/2015	27/01/2016	73	22
Pk 3+210m	12/11/2015	27/01/2016	93	24
cabina TBM	24/03/2016	06/07/2016	39	15
geiger TBM	24/03/2016	06/07/2016	<28	
canary TBM	24/03/2016	06/07/2016	55	17
caduta smarino TBM	24/03/2016	06/07/2016	45	16
passaggio nastri TBM	24/03/2016	06/07/2016	41	15
lavori meccanici TBM	24/03/2016	06/07/2016	33	15
coda TBM	24/03/2016	06/07/2016	41	14
vasche Pk 2+800m	24/03/2016	06/07/2016	76	20
nicchia Pk 1+400m	24/03/2016	06/07/2016	61	19

Tabella 1: misure ARPA di concentrazione di attività radon dal 12/11/2015 al 06/07/2016

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 dati di concentrazione di attività radon rilevati da Arpa e da TELT, sono bassi e notevolmente inferiori sia al livello d'azione di 500 Bq/m^3 (D.Lvo 230/95 e s.m.i) che alla “soglia di sorveglianza” stabilita (200 Bq/m^3). I dati rilevati da TELT, pur essendo anche molto bassi, non possono essere confrontati con quelli di Arpa, infatti, come riportato nelle relazioni trasmesse dall'Esperto Qualificato (E.Q.), i valori di concentrazione radon sono ricavati da rilevazioni parziali ottenute collocando entro il cunicolo la strumentazione di misura in punti diversi, e non specificati,.

3.2 Misure di rateo di dose gamma. Cunicolo esplorativo

I dati di rateo di dose gamma (periodo gennaio – giugno 2016) 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 1.

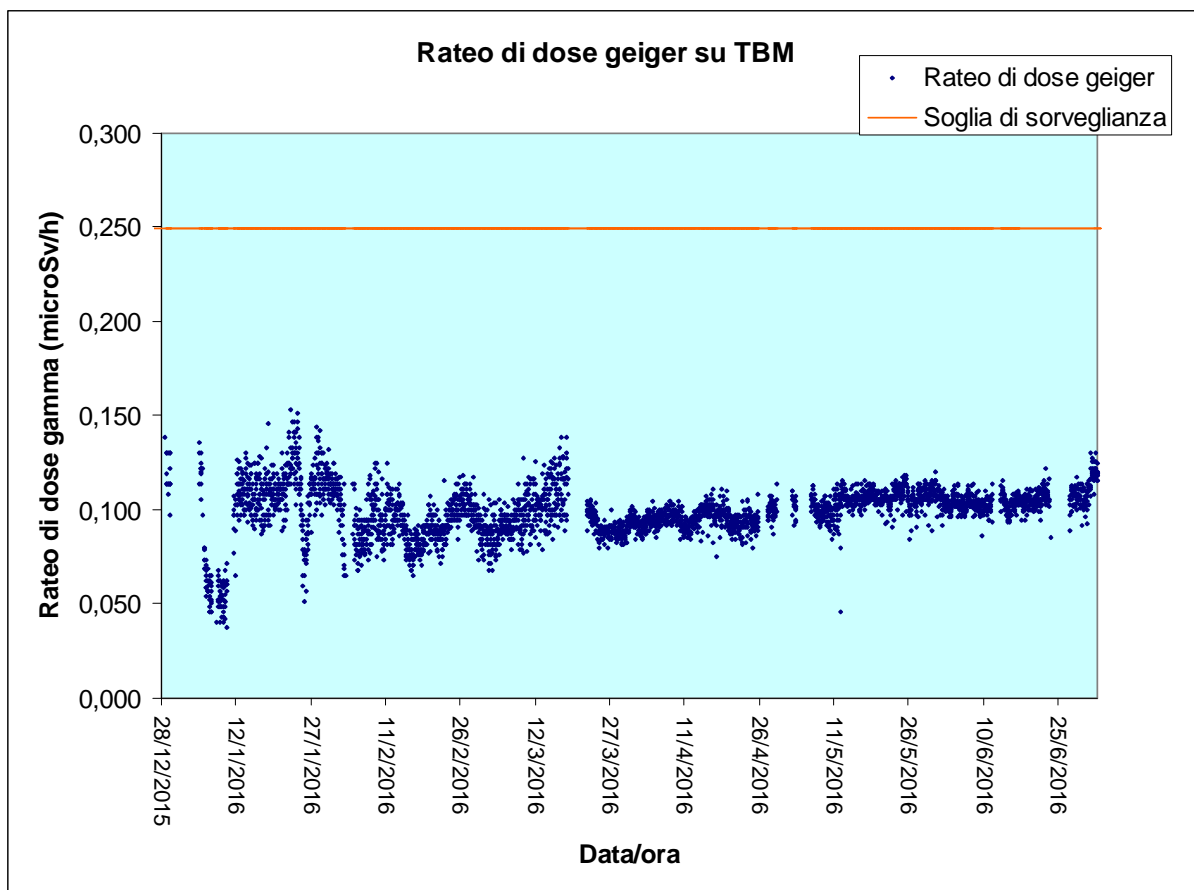


Figura 1: andamento temporale del rateo di dose gamma al fronte scavo. Valori medi orari strumentali

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

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 7).

Prove di corretto funzionamento del Geiger sono state eseguite nel corso del sopralluogo del 27/01/2016 utilizzando lo scintillatore plastico “Automess” in dotazione ad Arpa.

La misure di rateo di dose gamma hanno fornito un valore medio pari a 116nSv/h. Il valore di rateo di dose (media oraria) rilevata dal geiger è risultato pari a 114nSv/h e quindi in buon accordo con la rilevazione ottenuta dai tecnici Arpa. Come mostrato in tabella 2, nessuna criticità è stata evidenziata anche dai rilievi radiometrici eseguiti entro il cunicolo e sui cumuli di smarino (vedi verbali di sopralluogo periodo gennaio – giugno 2016).

Cantiere "la Maddalena"	
sopralluogo del 27/01/2016	
Punto di Misura	Rateo di Dose in aria (nSv/h)
cumulo di smarino	175-180
fondo gamma	90
sopralluogo del 24/03/2016	
TBM-"canary" (Pk 4+592m)	115-120
TBM-passaggio nastri (Pk 4+540m)	135
TBM-lavori meccanici (Pk 4+490m)	145
TBM-coda(Pk 4+395m)	80
Pk 4+566m	195
Pk 4+380m	170
cumulo di smarino	175-180
fondo gamma	90
sopralluogo del 16/06/2016	
cumulo di smarino	175-180
fondo gamma	90

Tabella 2:misure di rateo di dose gamma effettuate dai tecnici Arpa

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 (con frequenza semestrale), volte alla determinazione della concentrazione di attività dei principali radionuclidi contenuti nei campioni di roccia. Per un controllo della 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 primo semestre dell’anno 2016 sono riportati in figura 8.

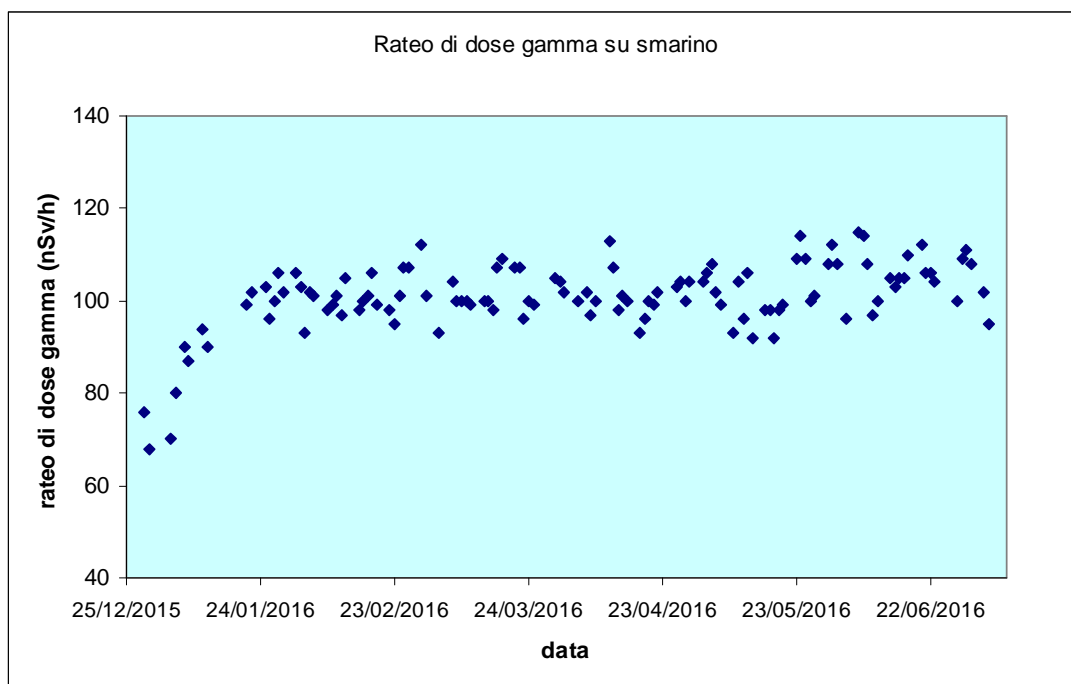


Figura 2: valori medi giornalieri di rateo di dose gamma acquisiti da Venaus sullo smarino – misure sperimentali

I valori di rateo acquisiti sui cumuli di smarino risultano nella norma e confrontabili con i valori di rateo di dose rilevati al fronte scavo così come spiegato di seguito.

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 3 sono messi a confronto i valori medi giornalieri, ripuliti dagli outliers, rilevati al fronte scavo dal geiger sulla TBM e i valori misurati dalla ditta Venaus scarl, con il rateometro “Atomtex”, sui cumuli di smarino.

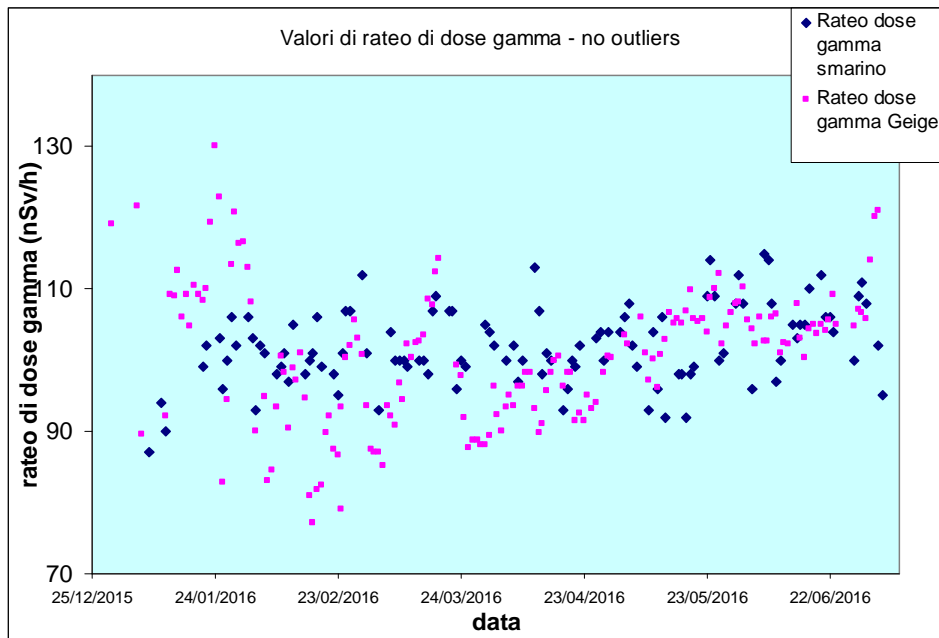


Figura 3: valori medi giornalieri di rateo di dose gamma a confronto acquisiti da Venaus sullo smarino e al fronte scavo – campioni di dati senza outliers.

In figura 4 sono presentati i box plot dei campioni di dati riportati in figura 2. Il box plot rappresenta graficamente la distribuzione del campione di dati tramite gli indici di dispersione e di posizione. Il box plot, quindi, sintetizza per ogni campione rappresentato, la distribuzione dei dati attraverso alcuni indicatori: di posizione (percentili), di forma (asimmetria), di dispersione (lunghezza del diagramma e della “scatola”). Tale rappresentazione permette di visualizzare graficamente non solo le eventuali asimmetrie presenti nella distribuzione dei dati (confrontando le lunghezze delle “code” o “baffi” e osservando la posizione della mediana) ma evidenzia anche l’eventuale presenza di eventuali valori anomali (i valori esterni ai baffi).

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

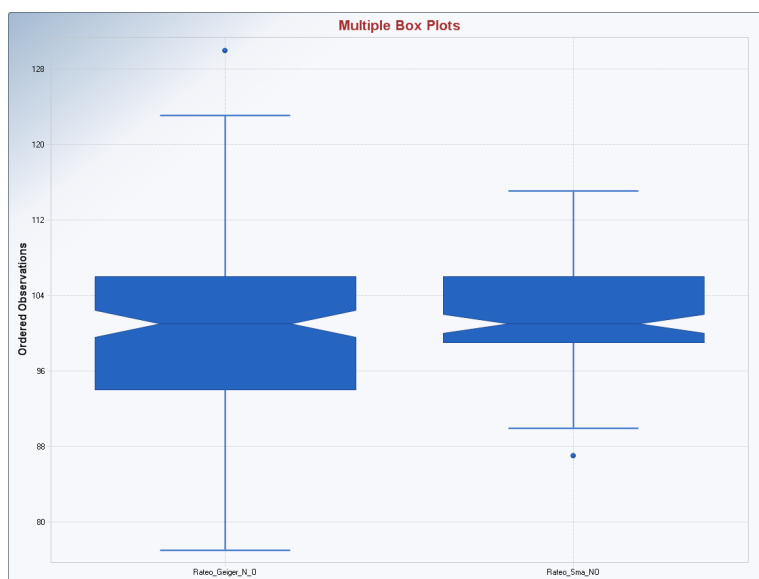


Figura 4: box plot relativo alla distribuzione dei dati appartenenti al campione dei dati di rateo di dose al fronte scavo e di rateo di dose sullo smarino

Eseguendo un Test di Student si ottiene che i due campioni risultano confrontabili con un livello di fiducia del 95% e che pertanto, benché acquisiti con diversa strumentazione ed in luoghi diversi, appartengono alla stessa popolazione.

Come riportato in tabella 3 infatti, si può affermare che il campione 1 (rateo di dose rilevato al fronte scavo) e il campione 2 (rateo di dose rilevato sullo smarino) hanno medie confrontabili e stesso valore di mediana pur risultando più dispersi i valori di rateo di dose rilevati al fronte scavo.

Parametri Statistici		
	Campione 1	Campione 2
Numero di Osservazioni valide	166	114
Numero di Osservazioni distinte	41	26
Minimo	77	87
Massimo	130	115
Media	100,6	101,9
Mediana	101	101
Deviazione Standard	9,467	5,535
Errore Standard della media	0,735	0,518

Tabella 3: valori statistici evidenziati dal test di Student

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 e sul fronte scavo risultano tipici di materiali a medio-basso contenuto di radioattività, come mostrato anche nella tabella 4, 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, semestralmente, per conto di TELT dalla ditta U-Series e da Arpa Piemonte (Metodo Interno U.R.P. M827-rev.7:2015) durante la propria attività di vigilanza.

I dati risultano compatibili tra loro entro l'incertezza di misura: il valore di concentrazione di attività del ^{208}Tl fornito da TELT è stato corretto per la biforcazione della catena del ^{232}Th .

Confronto risultati TELT/ARPA - analisi di spettrometria gamma eseguite su campioni di smarino				
RADIONUCLIDE	ARPA	ARPA	TELT	ARPA
	Prelievo del 27/01/2016	Prelievo del 24/03/2016	Prelievo del 04/04/2016	Prelievo del 16/06/2016
	Concentrazione di attività Bq/kg	Concentrazione di attività Bq/kg	Concentrazione di attività Bq/kg	Concentrazione di attività Bq/kg
$^{234\text{m}}\text{Pa}$	45 ± 21	32 ± 16	/	<38
^{226}Ra	36 ± 6	30 ± 5	29 ± 1	35 ± 7
^{214}Pb	33 ± 4	26 ± 3	28 ± 2	30 ± 4
^{214}Bi	31 ± 4	25 ± 3	28 ± 4	27 ± 3
^{228}Ac	32 ± 4	32 ± 3	34 ± 3	37 ± 4
^{212}Pb	35 ± 5	33 ± 4	32 ± 1	38 ± 5
^{212}Bi	24 ± 4	22 ± 2	/	28 ± 4
^{208}Tl	12 ± 1	11 ± 1	32 ± 2	12 ± 1
^{235}U	<2,8	2,3 ± 1,4	/	<2,7
^{40}K	821 ± 78	787 ± 72	700 ± 20	824 ± 77

Tabella 4: analisi di spettrometria gamma su campioni di smarino - confronto risultati TELT/ARPA (gennaio – giugno 2016)

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 all'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 riportate sul Piano di Gestione Ambientale (PGA).

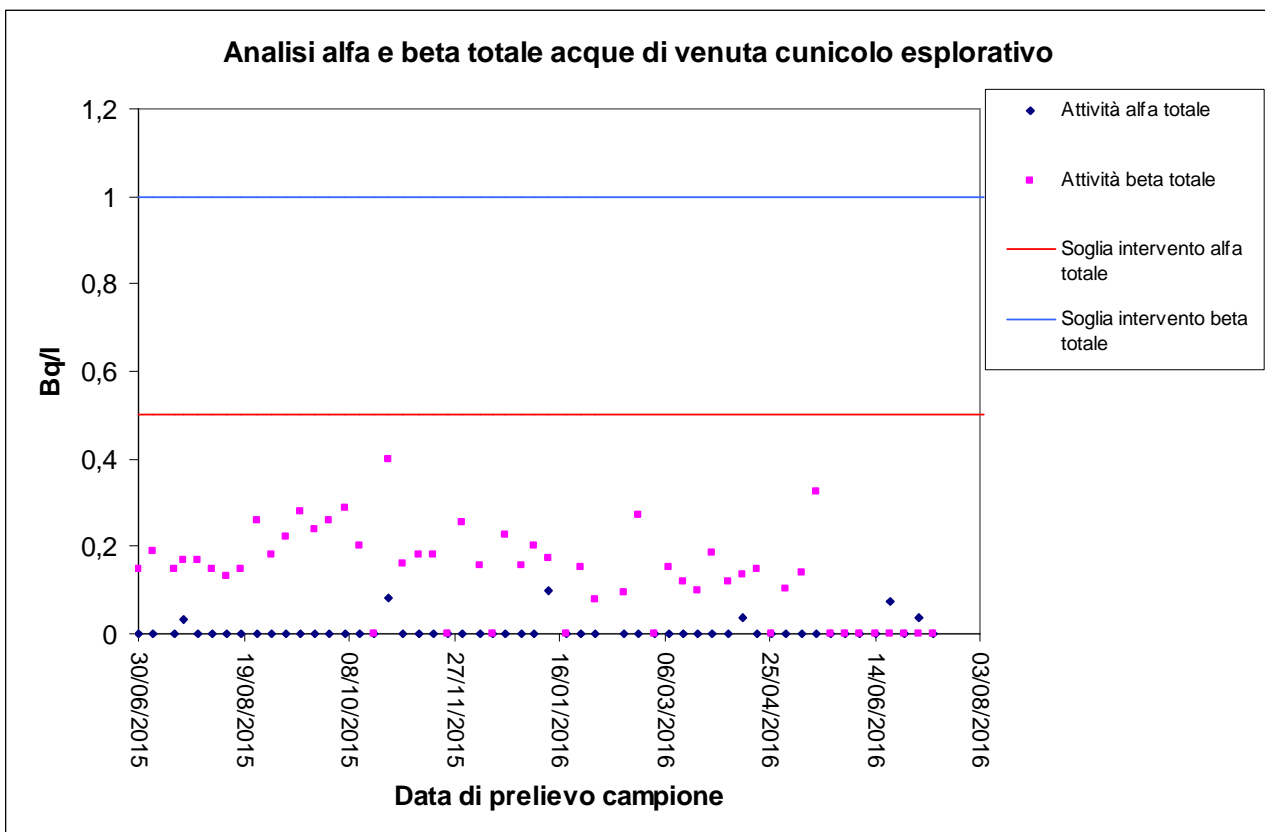


Figura 4: risultati dell'analisi alfa e beta totale trasmessi da TELT sulle acque convogliate all'impianto di depurazione – periodo di misura dal 30/06/2015 al 27/07/2016

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

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

In tabella 5, sono invece confrontati i risultati delle analisi alfa e beta totale eseguite da Arpa, con il metodo della scintillazione liquida (Metodo U.R.P.MA009), e dal Laboratorio incaricato da TELT, su aliquote di campioni di acqua in ingresso all'impianto di depurazione del cantiere. I prelievi sono avvenuti in data:26/01/2016, 22/03/2016 e 14/06/2016,.

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_RAD26/01/16	0,062 ± 0,021	0,239 ± 0,07	<0,03	0,151 ± 0,015
ACQ_RAD22/03/16	0,031 ± 0,018	0,26 ± 0,08	<0,04	0,10 ± 0,02
ACQ_RAD14/06/16	0,025 ± 0,011	0,123 ± 0,075	<0,02	<0,03

Tabella 5: confronto analisi Arpa/TELT - determinazione attività alfa e beta totale su acque di ingresso all'impianto di depurazione

I risultati delle analisi effettuate da Arpa e da TELT sulle aliquote di uno stesso campione, risultano abbastanza compatibili tra loro e confermano i bassi valori di radioattività nelle acque.

Su richiesta del Dipartimento Tematico Radiazioni di Arpa, Venaus effettua semestralmente anche un controllo radiometrico sui fanghi di risulta dall'impianto di depurazione. Tale controllo, che sostituisce la misura sistematica del rateo di dose gamma sui fanghi, precedentemente prevista, avviene tramite spettrometria gamma.

La tabella 6 riassume i risultati delle analisi eseguite, dall'U-Series per conto di TELT, sul campione prelevato in data 12/05/2016.

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

Analisi di spettrometria gamma fanghi da impianto trattamento acque	
RADIONUCLIDE	TELT
	Prelievo del 12/05/2016
	Concentrazione di attività Bq/kg
^{234m}Pa	/
^{226}Ra	58 ± 2
^{214}Pb	57 ± 3
^{214}Bi	59 ± 7
^{228}Ac	67 ± 6
^{212}Pb	60 ± 2
^{212}Bi	/
^{208}Tl	59 ± 4
^{235}U	/
^{40}K	960 ± 30

Tabella 6: concentrazione di attività radionuclidi nei fanghi di risulta dall'impianto depurazione acque. Analisi di spettrometria gamma eseguite dai laboratori U-Series per conto di TELT.

I dati di concentrazione di attività riportati in tabella 6 non presentano anomalie.

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 (polveri totali sospese). La stazione di monitoraggio è collocata in prossimità dell'imbocco del cunicolo esplorativo.

In tabella 7 sono riassunti i dati settimanali di alfa e beta totale per il semestre gennaio-giugno 2016.

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

Campionamento PTS RAD		Stazione area cantiere		DATA LETTURA
data inizio	data fine	Attività Alfa	Attività Beta	
		(mBq/m ³)		
29/12/15	04/01/16	0,39	<1,1	11/01/16
04/01/16	12/01/16	0,2	<1,3	18/01/16
12/01/16	19/01/16	0,18	<1,1	25/01/16
19/01/16	26/01/16	0,73	<1,3	02/02/16
26/01/16	02/02/16	0,37	<1,3	11/02/16
02/02/16	09/02/16	0,24	<1,3	17/02/16
09/02/16	16/02/16	0,26	<1,1	22/02/16
16/02/16	23/02/16	0,2	<1,2	04/03/16
23/02/16	01/03/16	0,18	<1,1	10/03/16
01/03/16	08/03/16	0,22	<1,2	18/03/16
08/03/16	15/03/16	0,26	<1,2	23/03/16
15/03/16	22/03/16	0,37	<1,3	29/03/16
22/03/16	29/03/16	0,39	<1,3	07/04/16
29/03/16	05/04/16	0,44	<1,3	14/04/16
05/04/16	12/04/16	0,53	<1,3	21/04/16
12/04/16	19/04/16	0,34	<1,3	29/04/16
19/04/16	26/04/16	0,42	<1,3	05/05/16
26/04/16	03/05/16	0,46	<1,4	13/05/16
03/05/16	10/05/16	0,54	<1,4	17/05/16
10/05/16	17/05/16	0,23	<1,4	27/05/16
17/05/16	24/05/16	0,3	<1,4	01/06/16
24/05/16	31/05/16	0,2	<1,3	07/06/16
31/05/16	07/06/16	0,16	<1,3	17/06/16
07/06/16	14/06/16	0,24	<1,3	23/06/16
14/06/16	21/06/16	0,09	<1,3	30/06/16
21/06/16	28/06/16	0,3	<1,4	07/07/16
28/06/16	05/07/16	0,43	<1,4	14/07/16
05/07/16	12/07/16	0,54	<1,4	22/07/16

Tabella 7: concentrazione di attività alfa e beta totale su filtri per PTS – dati trasmessi da TELT.

Semestre gennaio-giugno 2016

In figura 12 è graficato, invece, l'andamento nel tempo dei valori di attività alfa totale su PTS, con indicati in azzurro e in rosso i livelli di attenzione (0,6mBq/m³) e di intervento (0,8 mBq/m³) "ridefiniti" secondo quanto riportato nella revisione N del PGA.

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

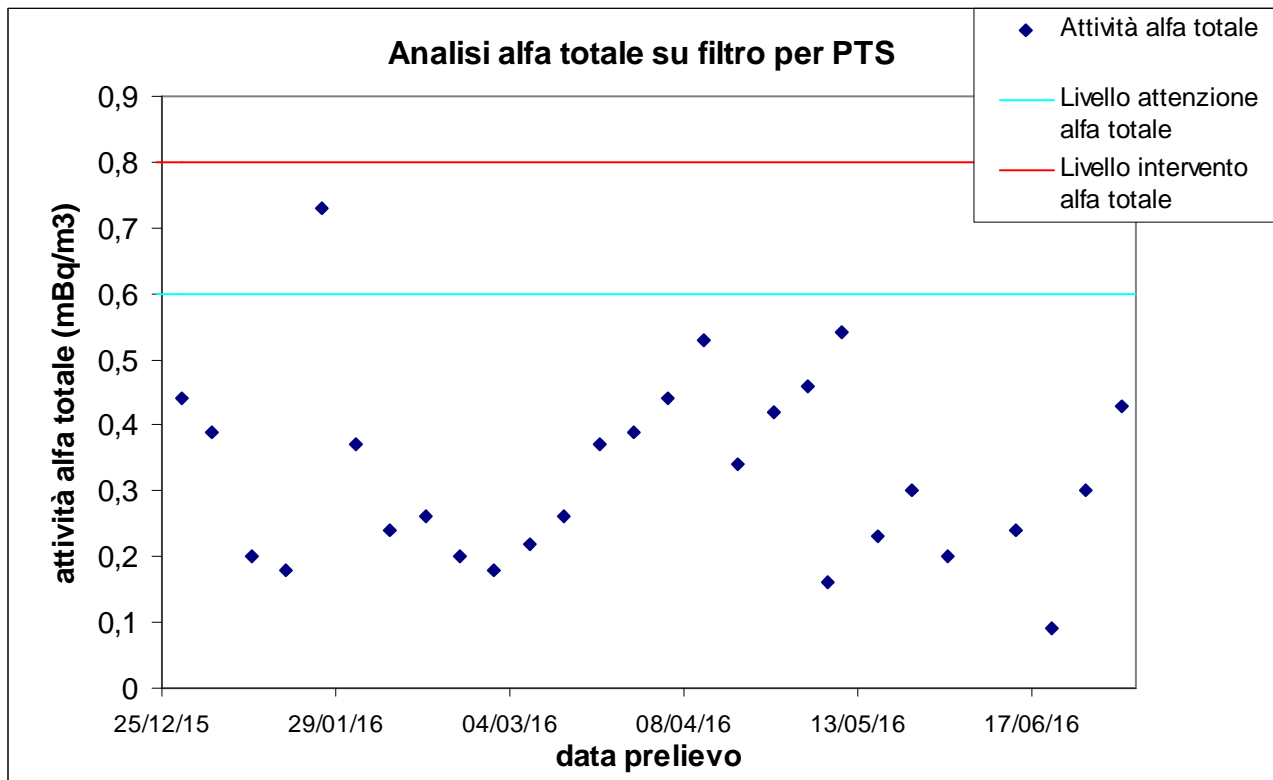


Figura 6: attività alfa totale su PTS – 1° semestre anno 2016 – dati trasmessi TELT

Dalla tabella 7 e dalla figura 6 si osserva che la concentrazione di attività alfa nelle PTS ha superato una sola volta il livello di attenzione. L'evento di superamento del livello stabilito per l'attività alfa con il valore di $0,73 \text{ mBq/m}^3$, nella settimana di campionamento dal 19/01/2016 al 26/01/2016, è stato correttamente gestito dalla committenza. Il filtro è stato analizzato anche dai laboratori Arpa tramite spettrometria gamma e analisi di attività alfa e beta 16/02/2016 totale facendo registrare un valore di attività alfa di $0,47 \text{ mBq/m}^3$. L'evento di superamento è stata attribuito ad un aumento della polverosità nel cantiere: il monitoraggio della polveri ha infatti evidenziato nello stesso periodo dei superamenti delle soglie stabilite per il PM10. L'anomalia è stata chiusa in data 18/02/2016.

Le analisi di spettrometria gamma eseguite sui pacchetti mensili dei filtri per PTS, per la determinazione delle concentrazioni di attività dei principali radionuclidi naturali di interesse, hanno sempre fornito valori i concentrazione di attività inferiori alle MAR.

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 (piano di Monitoraggio Ambientale), 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 8 sono riassunti i valori di concentrazione alfa e beta totale su PTS per le stazioni citate (periodo dal 29/12/2015 al 05/07/2016) .

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)	
29/12/2015	05/01/2016	0,116	1,73	0,099	1,468
05/01/2016	12/01/2016	0,072	0,823	<0,035	0,394
12/01/2016	19/01/2016	<0,04	0,524	<0,039	0,506
19/01/2016	26/01/2016	0,126	1,516	0,077	1,542
26/01/2016	02/02/2016	0,105	1,442	0,091	1,226
02/02/2016	09/02/2016	0,066	0,439	0,053	0,47
09/02/2016	16/02/2016	<0,035	0,689	0,074	1,018
16/02/2016	23/02/2016	0,045	0,449	<0,035	0,348
23/02/2016	01/03/2016	0,052	0,457	0,052	0,456
01/03/2016	08/03/2016	<0,031	0,282	<0,145	<0,464
08/03/2016	15/03/2016	0,083	0,782	0,076	0,995
15/03/2016	22/03/2016	<0,031	0,804	<0,035	0,791
22/03/2016	29/03/2016	0,044	1,126	0,063	0,829
29/03/2016	05/04/2016	0,075	0,801	0,064	0,916
05/04/2016	12/04/2016	0,059	0,914	<0,035	0,945
12/04/2016	19/04/2016	<0,04	0,485	<0,036	0,335
19/04/2016	26/04/2016	0,076	0,669	0,071	0,609
03/05/2016	10/05/2016	0,056	0,883	0,046	0,761
10/05/2016	17/05/2016	0,05	0,514	0,053	0,501
17/05/2016	24/05/2016	0,081	0,587	0,089	0,445
24/05/2016	31/05/2016	0,071	0,532	0,042	0,596
31/05/2016	07/06/2016	0,065	0,457	<0,035	0,444
07/06/2016	14/06/2016	0,065	0,516	0,053	0,643
14/06/2016	21/06/2016	0,037	0,326	0,05	0,35
21/06/2016	28/06/2016	<0,035	0,798	<0,041	0,722
28/06/2016	05/07/2016	0,101	2,426	<0,032	1,028

Tabella 8: valori di attività alfa e beta su filtro per PTS - stazioni A5.4 e A7.1

ARPA Piemonte

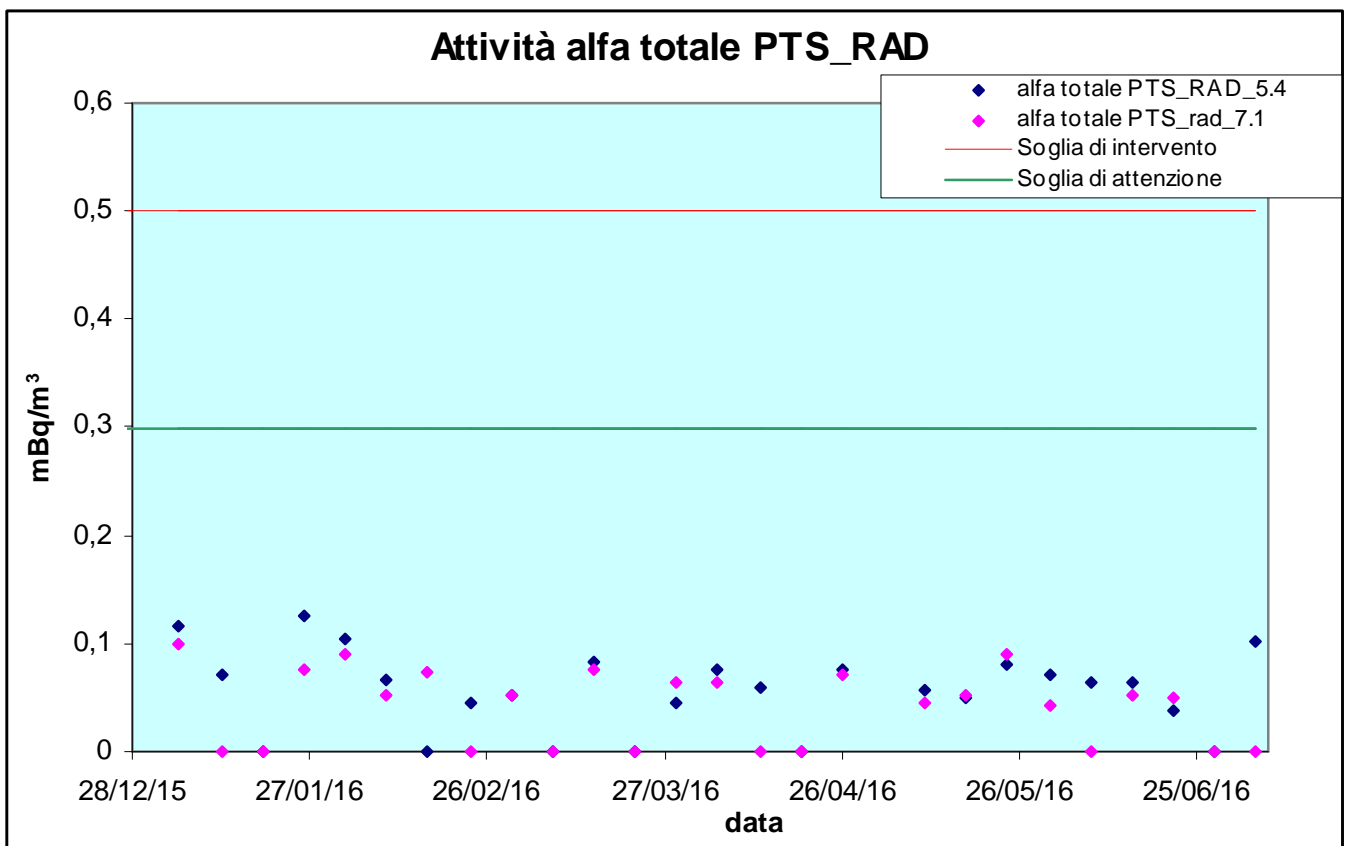
Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

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 e 8 sono, invece, riportati per le due stazioni di monitoraggio, 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 verde le “soglie di attenzione” (0,3 mBq/m³ per le misure di alfa totale e 4 mBq/m³ per le misure di beta totale), così come concordato a seguito della riunione con TELT presso il Dipartimento Tematico Radiazioni (vedi verbale di riunione Arpa del 19/07/2016).



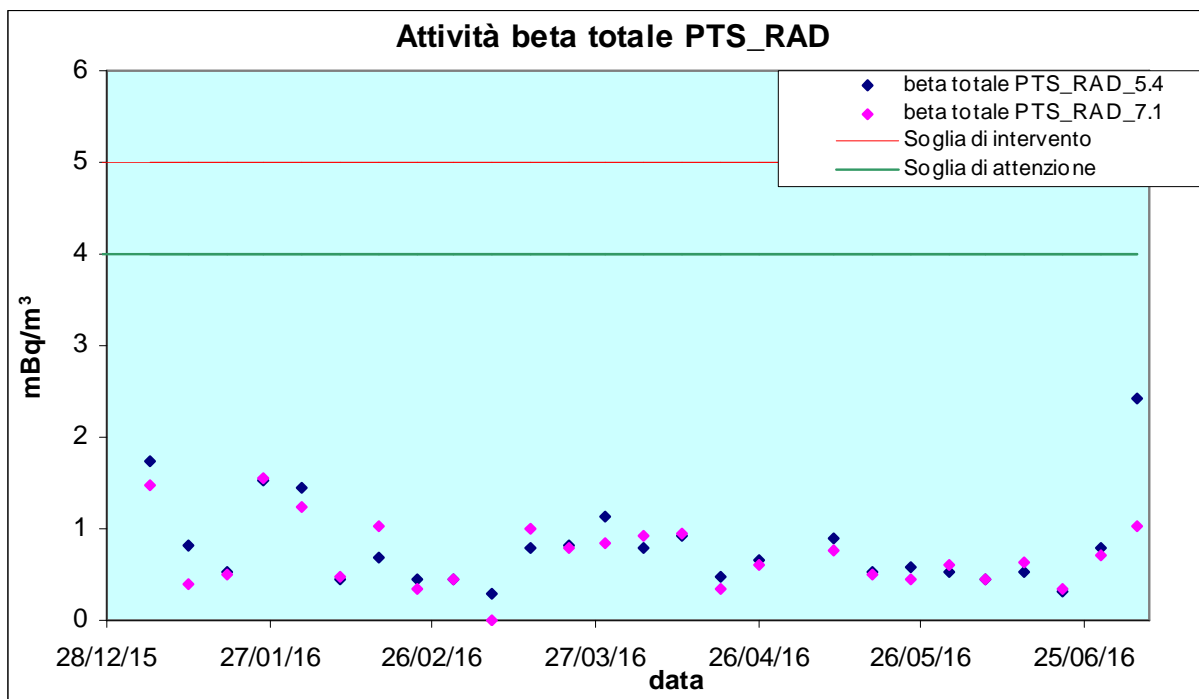


Figura 8: Valori di attività BETA totale su PTS – stazioni A5.4 e A7.1

Nella tabella 9 sono indicati i risultati delle analisi di spettrometria gamma (^{212}Pb , ^{214}Pb e ^{137}Cs) eseguite mensilmente sui pacchetti 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-16	<0,13	<0,06	<0,22
febb_16	<0,17	<0,07	<0,36
mar_16	<0,24	<0,09	<0,35
mag_16	<0,24	<0,08	<0,11
giugn_16	<0,25	<0,08	<0,12
lug_16	0,18 ± 0,16	<0,05	<0,12
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-16	<0,13	<0,06	<0,13
febb_16	<0,16	<0,06	<0,35
mar_16	<0,35	<0,14	<0,17
mag_16	<0,27	<0,26	<0,23
giugn_16	<0,27	<0,1	<0,23
lug_16	<0,11	<0,05	<0,08

Tabella 9: analisi mensile di spettrometria gamma su pacchetto di filtri - 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

Le analisi di alfa e beta totale e di spettrometria gamma 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 e lettera Arpa Prot. n.99940 del 28/11/2014). Nella tabella 10 sono indicati, per i due punti di prelievo, i risultati delle analisi alfa e beta totale nel primo semestre dell'anno 2016:

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

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)
15/02/2016	<0,112	0,112	<0,116	0,100
11/04/2016	<0,079	0,067	0,141	0,072
13/06/2016	0,124	0,077	<0,066	0,079

Tabella 10 attività alfa e beta totale – analisi acqua superficiale ASP_031 e ASP_032

Le figure 9 e 10 mettono invece a confronto i risultati delle analisi alfa e beta da gennaio 2014 a giugno 2016 con i valori di riferimento attuali indicati nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), linea rossa nei grafici:

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

e i nuovi valori di riferimento per l'acqua potabile ai sensi del D.lvo 28/2016 (linea verde nelle figure):

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

A tali valori, così come stabilito durante il tavolo tecnico con il proponente (verbale del 19/07/2016), saranno associati i "livelli di attenzione" nella prossima revisione del PMA, mentre per i "livelli di intervento" si dovrà fare riferimento al criterio di Dose indicativa di 0,1 mSv/anno da valutarsi in base ai valori ottenuti dalla caratterizzazione isotopica delle acque. Tale caratterizzazione, da effettuarsi al superamento di uno dei due "livelli di attenzione" consisterà, inizialmente, nella verifica della concentrazione di attività dell' ^{238}U e successivamente di quella del ^{226}Ra e ^{228}Ra .

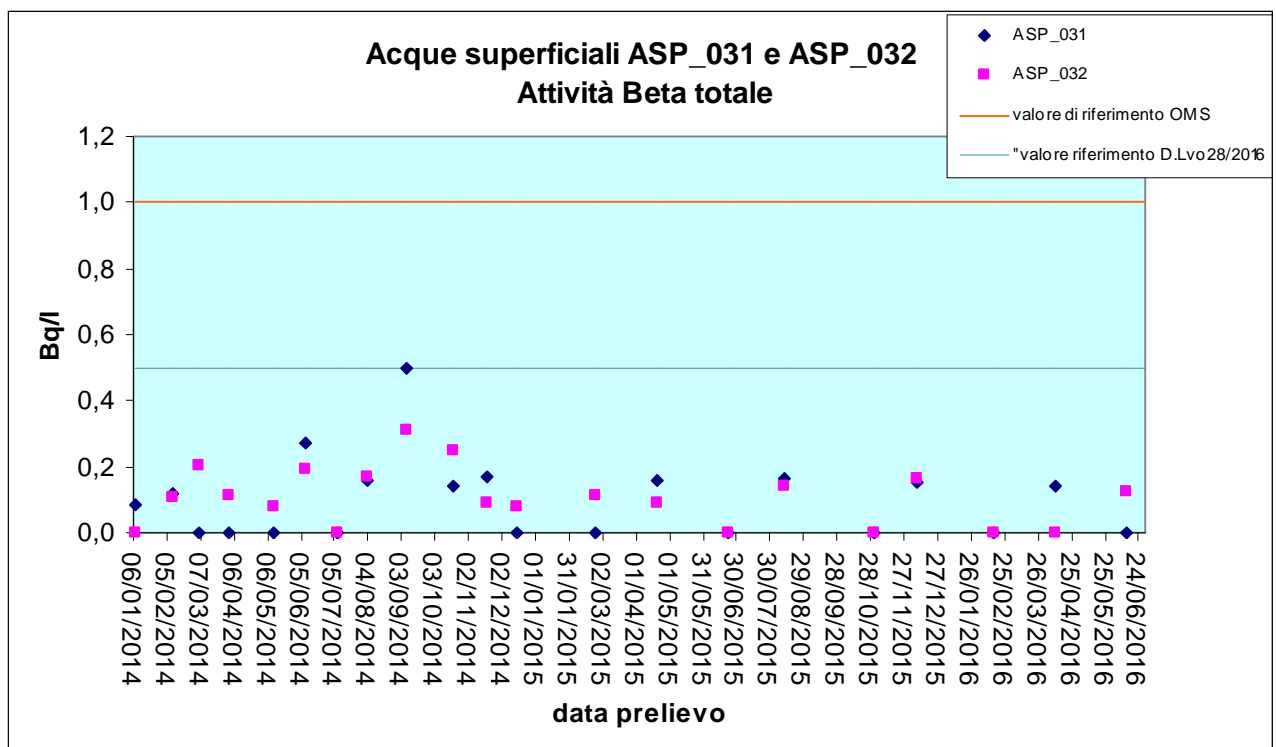


Figura 9: Attività beta totale per le acque ASP_031 e ASP_032

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

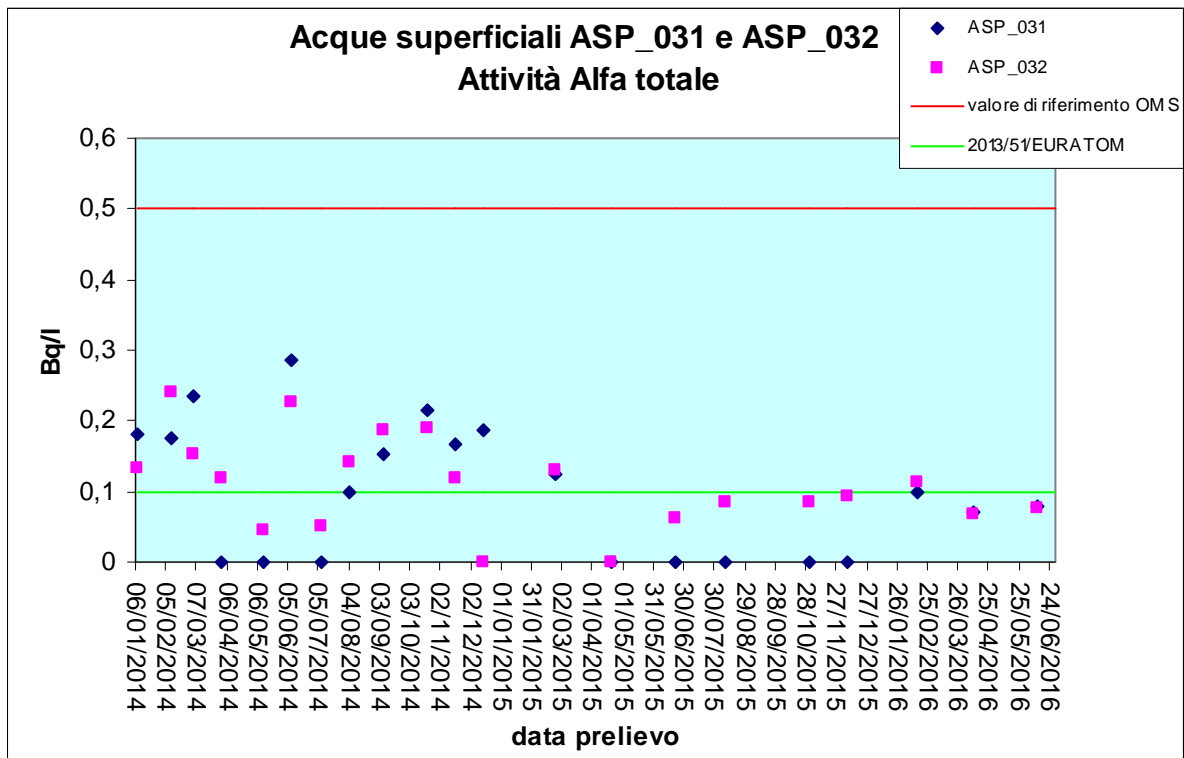


Figura 10: Attività alfa totale per le acque ASP_031 e ASP_032

Come si può osservare dalla tabella 10 e dalle figure 9 e 10, i valori misurati risultano ampiamente al di sotto dei valori di riferimento riportati sull'attuale PMA (0,5 Bq/l per l'attività alfa totale e 1 Bq/l per l'attività beta).

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

Le risorse idriche sotterranee, monitorate nel semestre gennaio-giugno 2016 sono state le seguenti:

Comune di Giaglione

- AST-010 Pratovecchio
- AST-011 Boscodedrino
- AST-012 Vasca Supita
- AST-218 Greisone
- AST-441 Vasca rottura 2 Greisone
- AST-446 S. Chiara

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

- AST-496 Pietra Porchera

Comune di Exilles

- AST-486 Vasca Cels

Comune di Chiomonte

- AST-222 Verger
- AST-381 Chejera

In tabella 11 sono presenti i valori di attività beta e alfa totali per le acque sotterranee campionate durante il mese di marzo 2016.

Prelievo acque AST - MARZO 2016		
Identificativo risorsa idrica	Attività β Totale	Attività α Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
AST_010	0,094	0,048
AST_011	0,084	0,066
AST_012	0,125	0,054
AST_218	0,103	0,068
AST_222	0,129	0,038
AST_381	0,079	0,027
AST_441	0,096	0,058
AST_446	0,088	0,049
AST_486	0,172	0,087
AST_496	0,104	0,066

Tabella 11: Attività Beta e Alfa totale – analisi acque sotterranee

Si osserva che le concentrazioni di attività citate risultano nettamente inferiori ai livelli di attenzione riportati nel PMA e corrispondenti attualmente ai valori di *screening* (0,5 Bq/l e 1 Bq/l rispettivamente per l'attività beta e alfa totale) indicati nella WHO-Guidelines for Drinking Water Quality del 2011.

A seguito dell'entrata in vigore del D.lvo 28/2016, così come da accordi con il proponente (vedi verbale del 19/07/2016), "i livelli di attenzione" diventeranno i seguenti:

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

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 primo semestre dell’anno 2016 è stato effettuato rispettato i tempi e le frequenze stabiliti e concordati con Arpa come riportato dal PGA, dal PMA, 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 e dalla ditta Venaus scarl per conto di Telt sono risultati sempre ampiamente inferiori al livello d’Azione di 500 Bq/m³ (D.Lvo 230/95) e 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 principali radionuclidi naturali. Il confronto tra le analisi spettrometriche eseguite dal Dipartimento Tematico Radiazioni e dal laboratorio incaricato da TELT ha fornito valori

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

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.

La concentrazione di attività alfa nelle PTS ha superato il livello di attenzione nella settimana dal 19/01/2016 al 26/01/2016 con il valore di 0,73 mBq/m³. L'evento anomalo è stato attribuito ad un aumento della polverosità presente nell'area cantiere.

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 tipici di un ambiente imperturbato.

Misure di radioattività inerenti l'impianto di depurazione

Le analisi di alfa e beta totale sull'acqua di ingresso all'impianto di depurazione hanno sempre fornito valori nettamente inferiori alle soglie di intervento riportate sul PGA (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 Venaus scarl, risultano sostanzialmente compatibili e confermano i bassi valori di radioattività nelle acque.

Anche l'analisi di spettrometria gamma sui fanghi di risulta dell'impianto di depurazione del cantiere ha confermato i bassi valori di concentrazione di attività dei radionuclidi naturali.

Monitoraggio esterno al cantiere

Monitoraggio delle particelle aerodisperse

Per la misura della radioattività delle particelle aerodisperse (PTS-Rad), come stabilito nel 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 ²¹²Pb, ²¹⁴Pb e ¹³⁷Cs).

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

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 delle risorse idriche

I valori di attività alfa e beta totale rilevati nel monitoraggio bimestrale delle acque superficiali e in quello semestrale delle acque sotterranee sono sempre risultati inferiori ai “livelli di attenzione” (0,5 Bq/l per l’alfa totale e 1 Bq/l per il beta totale) riportati nel PMA rev.c; livelli che fanno riferimento ai valori di *screening* riportati nelle linee guida per la qualità delle acque potabili – 4a edizione, WHO, 2011.

A tale proposito si sottolinea che a seguito dell’incontro avvenuto con TELT presso la sede Arpa di Ivrea in data 19/07/2016, per il monitoraggio delle risorse idriche ed in particolare delle acque potabili, occorrerà fare riferimento al D.lvo 28 del 15/02/2016 che stabilisce i requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano

In conclusione, si può affermare che, i monitoraggi condotti per conto di TELT e dal Dipartimento Tematico Radiazioni di ARPA, nel primo semestre dell’anno 2016, 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