

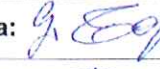


**DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI**  
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

**VALUTAZIONE DELL'IMPATTO RADIOLOGICO RELATIVO AL QUINTO TRASPORTO  
DI COMBUSTIBILE NUCLEARE IRRAGGIATO DAL DEPOSITO AVOGADRO  
DI SALUGGIA (VC) ALL'IMPIANTO AREVA DI LA HAGUE (F)**

**Relazione tecnica n. 6/SS21.02/2013**

Redazione	<b>Funzione:</b> Responsabile SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Laura Porzio	<b>Data:</b> 06/05/2013	<b>Firma:</b> 
	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Luca Albertone	<b>Data:</b> 06/05/2013	<b>Firma:</b> 
	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Giuseppe Tozzi	<b>Data:</b> 06/05/2013	<b>Firma:</b> 
Verifica	<b>Funzione:</b> Responsabile SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Laura Porzio	<b>Data:</b> 06/05/2013	<b>Firma:</b> 
Approvazione	<b>Funzione:</b> Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni <b>Nome:</b> Giovanni d'Amore	<b>Data:</b> 06/05/2013	<b>Firma:</b> 



SAI GLOBAL company

SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO  
UNI EN ISO 9001:2008

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)  
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	IL RUOLO DI ARPA	3
3.	METODOLOGIA DI MISURA	4
4.	STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA	5
5.	RISULTATI ANALITICI	5
5.1	Controlli radiometrici in qualità di Ente Terzo	5
5.2	Monitoraggio radiologico ambientale	6
6.	VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE	9

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## 1. PREMESSA

Nel periodo 11-15 marzo 2013 è stato effettuato il quinto dei 10 trasporti che, nell'ambito dell'Accordo Intergovernativo tra il Governo Italiano e quello Francese, prevedono l'invio di tutto il combustibile nucleare irraggiato dal Deposito Avogadro di Saluggia (VC) e dalla Centrale nucleare di Trino (VC) all'impianto di riprocessamento AREVA di La Hague (F).

Si ricorda che, a causa delle impervie condizioni atmosferiche in Francia, il trasporto ha subito un'interruzione ed i vagoni carichi sono rimasti in sosta prolungata presso il punto di scambio intermodale di Vercelli.

Questa relazione tecnica è stata redatta a conclusione delle operazioni relative al quinto trasporto di combustibile nucleare irraggiato, avvenuto dal Deposito Avogadro di Saluggia all'impianto di La Hague.

## 2. IL RUOLO DI ARPA

In analogia a quanto avvenuto per le precedenti campagne di trasporto di combustibile nucleare irraggiato, Arpa Piemonte è impegnata su due fronti.

### *Controlli radiometrici in qualità di Ente Terzo*

Per autorizzare il transito del combustibile sul proprio territorio la Francia richiede l'individuazione di un Ente Terzo, organismo *super partes*, che ha il compito di certificare il rispetto dei limiti fissati dalla IAEA per il trasporto di materie radioattive.

Arpa Piemonte è stata individuata come Ente Terzo e, in completa autonomia decisionale sulla tipologia e sui modi, in occasione di ogni trasporto esegue i seguenti controlli:

- sui cask pieni in assetto di trasporto in uscita dagli impianti (contaminazione trasferibile alfa e beta-gamma, rateo di dose gamma e neutronica);
- sui vagoni ferroviari vuoti di ritorno dalla Francia dopo il trasbordo dei cask (contaminazione trasferibile alfa e beta-gamma, rateo di dose gamma).

### *Monitoraggio radiologico ambientale*

Al fine di valutare correttamente l'impatto radiologico potenzialmente prodotto dalle operazioni di trasferimento del combustibile nucleare irraggiato sull'ambiente e sulla popolazione è stato perfezionato, di concerto con la Regione Piemonte e con ISPRA, un piano di monitoraggio straordinario nel quale sono stati individuati i punti ritenuti significativi in cui effettuare:

- il prelievo e l'analisi di matrici ambientali: suolo ed erba – matrici ritenute significative per la rilevazione di eventuali deposizioni al suolo – e particolato atmosferico (aria) – per rilevare eventuali rilasci di effluenti aeriformi;
- l'esecuzione di misure di dose ambientale per la valutazione della dose da irraggiamento diretto.

In tabella 2.1 è riassunto il programma di monitoraggio relativo ai trasporti dal Deposito Avogadro di Saluggia all'impianto di La Hague.

In relazione alle mutate modalità di composizione dei convogli il treno che trasporta i casks non effettua più soste prolungate presso la stazione di Vercelli. Per questo motivo le misure di spettrometria gamma in campo sono state previste solo presso il punto di scambio intermodale di Vercelli.

### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

#### **Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

**Tabella 2.1** Programma di monitoraggio straordinario per i trasporti Deposito Avogadro-La Hague.

Matrice	Punto di prelievo o misura	Indagine eseguita
Suolo	SS11 – dietro guardiola vecchia Deposito Avogadro	Spettrometria gamma
	SS12 – campo davanti ingresso Enea	
Erba	SS11 – dietro guardiola vecchia Deposito Avogadro	Spettrometria gamma
	SS12 – campo davanti ingresso Enea	
Particolato atmosferico	SA02 – interno impianto EUREX	Spettrometria gamma Attività alfa totale e beta totale
	Stazione FS Vercelli - 1	Rateo di equivalente di dose ambientale H*(10)
	Stazione FS Vercelli - 2	
	Stazione FS Vercelli - 3	
	Deposito Avogadro - 1	
	Deposito Avogadro - 2	
	Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 1	
	Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 2	
	Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 3	
	Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 4	
	Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 5	
	Interno impianto EUREX	
Contaminazione superficiale	Punto di trasferimento multimodale di Vercelli	Spettrometria gamma in campo

### 3. METODOLOGIA DI MISURA

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

- U.RP.M827: "Spettrometria gamma ad alta risoluzione" – metodo interno;
- U.RP.M808: "Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01" – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M796: "Valutazione della contaminazione superficiale alfa e beta" - ISO 7503-1: 1988 "Evaluation of surface contamination-Part 1: beta emitters (maximum beta energy greater than 0,15 Mev) and alpha emitters" – metodo esterno normalizzato.

Arpa Piemonte è accreditata ISO 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203 rev. 4) - Metodi accreditati: U.RP.M827 "Spettrometria gamma ad alta risoluzione".

In tabella 3.1 sono riportate le sensibilità di misura.

**Tabella 3.1** Sensibilità di misura, espresse in termini dei Limiti di Rivelabilità (ordini di grandezza).

Cs-137 suolo Bq/kg	Co-60 suolo Bq/kg	Am-241 suolo Bq/kg	α-tot smear Bq/cm <sup>2</sup>	β-tot smear Bq/cm <sup>2</sup>	α-tot aria Bq/m <sup>3</sup>	β-tot aria Bq/m <sup>3</sup>
0,5	0,5	2	0,08	0,05	0,00008	0,0002

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

#### 4. STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle misure radiometriche è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- catena spettrometrica gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo  $p$  o di tipo  $n$  e software di elaborazione ORTEC "Gamma Vision - versione 6";
- catena spettrometrica gamma portatile ORTEC Trans-Spec con rivelatore al germanio iperpuro di tipo  $p$  e software di elaborazione ORTEC "Isotopic - versione 4";
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- rateometro LaBr<sub>3</sub>(Ce) Canberra IPROL1;
- monitore di dose neutronica Berthold LB 123 + LB 6411;
- contatore proporzionale Nutronic NT200.

#### 5. RISULTATI ANALITICI

##### 5.1 Controlli radiometrici in qualità di Ente Terzo

La normativa internazionale fissa i limiti per la contaminazione trasferibile e per il rateo di dose sull'imballaggio pieno (cask), così come riassunto in tabella 5.1.1.

**Tabella 5.1.1** Requisiti per il trasporto

Grandezza	Limite sulla superficie del cask
Contaminazione trasferibile alfa	0,4 Bq/cm <sup>2</sup> *
Contaminazione trasferibile beta	4 Bq/cm <sup>2</sup> *
Rateo di dose a contatto	2 mSv/h ( $\gamma + n$ )

\*mediato su una superficie di 300 cm<sup>2</sup> per ogni punto della superficie accessibile; efficienza di rimozione 10%.

Nelle tabelle 5.1.2 e 5.1.3 sono riportati i valori massimi delle misure – già comprensivi dell'incertezza - riscontrati nel corso del quinto trasporto.

**Tabella 5.1.2** Valori massimi di contaminazione trasferibile e di rateo di dose misurati sui cask in uscita dal Deposito Avogadro.

Trasporto	Cask	Contaminazione $\alpha$ Bq/cm <sup>2</sup>	Contaminazione $\beta$ Bq/cm <sup>2</sup>	Rateo di dose $\gamma+n$ H*(10) a contatto mSv/h
11/03/2013	TN117-01	0,017	0,324	0,0196
	TN117-02	0,017	0,335	0,0369

**Tabella 5.1.3** Valori massimi di contaminazione trasferibile e di rateo di dose misurati sui vagoni ferroviari.

Trasporto	Vagone	Contaminazione $\alpha$ Bq/cm <sup>2</sup>	Contaminazione $\beta$ Bq/cm <sup>2</sup>	Rateo di dose $\gamma$ H*(10) a contatto mSv/h
11/03/2013	01	0,0171	0,0437	0,000213
	02	0,0171	0,0437	0,000228

Come si può osservare le misure eseguite hanno confermato l'ampio rispetto dei limiti riportati in tabella 5.1.1.

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## 5.2 Monitoraggio radiologico ambientale

Prima dell'inizio delle operazioni di trasferimento del combustibile irraggiato sono state effettuate misure di bianco sulle matrici individuate. Successivamente, a conclusione delle operazioni, le misure sono state ripetute negli stessi punti. Nelle tabelle seguenti sono riassunti i risultati delle misure.

### *Suolo imperturbato – strato superficiale*

I campioni di suolo sono stati prelevati in punti ritenuti significativi presso gli impianti, per i quali si dispone di una serie storica di dati (sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it) nella sezione dedicata ai Siti nucleari sono consultabili le relazioni relative al monitoraggio radiologico ordinario del sito nucleare di Saluggia mentre è possibile la consultazione interattiva dei risultati nella sezione [Radiazioni](#) del Geoportale di Arpa Piemonte ).

Nello strato superficiale (0÷5 cm) è presente contaminazione da Cs-137 del tutto imputabile all'incidente di Chernobyl e confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione. I valori misurati nei campioni prelevati dopo il trasporto sono sovrapponibili a quelli misurati nel campione di bianco, ad indicare che le operazioni di trasferimento non hanno provocato contaminazione dell'ambiente interessato. Tali valori risultano inoltre al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* adottati da Arpa Piemonte (cfr. il documento "Strategie di controllo" sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it) nella sezione dedicata ai Siti nucleari).

In tabella 5.2.1 sono riportati, per completezza, anche i valori relativi ai trasporti precedenti.

**Tabella 5.2.1** Risultati delle misure sui campioni di suolo indisturbato – strato superficiale (0÷5 cm).

Punto	Numero campione	Periodo	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
SS11	10/057515	Bianco	24/11/2010	< 2,45	< 0,55	< 0,35	6,18 ± 0,85
	11/004701	1° Trasporto	07/02/2011	< 2,37	< 0,56	< 0,36	5,09 ± 0,69
	11/021569	2° Trasporto	09/05/2011	< 3,67	< 0,67	< 0,51	7,07 ± 1,03
	12/038569	3° Trasporto	23/07/2012	< 3,20	< 0,52	< 0,61	6,67 ± 0,88
	13/001641	4° Trasporto	14/01/2013	< 2,00	< 0,874	< 0,590	7,06 ± 0,92
	13/012902	5° Trasporto	11/03/2013	< 1,12	< 0,521	< 0,250	5,26 ± 0,53
SS12	10/057503	Bianco	24/11/2010	< 2,62	< 0,51	< 0,36	35,9 ± 4,0
	11/004704	1° Trasporto	07/02/2011	< 2,11	< 0,83	< 0,34	28,6 ± 3,3
	11/021566	2° Trasporto	09/05/2011	< 3,36	< 0,43	< 0,59	35,2 ± 4,1
	12/038575	3° Trasporto	23/07/2012	< 1,88	< 0,38	< 0,56	82,7 ± 7,1
	13/001649	4° Trasporto	14/01/2013	< 4,16	< 0,544	< 0,772	66,9 ± 5,7
	13/012904	5° Trasporto	11/03/2013	< 1,35	< 0,259	< 0,191	41,1 ± 3,4
<b>R non rilevanza</b>				<b>850000</b>	<b>2300</b>	<b>3900</b>	<b>10000</b>

### *Erba*

I campioni di erba sono stati prelevati negli stessi punti di prelievo del suolo. I risultati delle misure, sia sui campioni di bianco che sui campioni prelevati dopo il trasporto non evidenziano fenomeni di contaminazione.

Non sono riportati i valori soglia poiché non definibili nel caso di questa matrice, considerata un indicatore qualitativo.

In tabella 5.2.2 sono riportati, per completezza, anche i valori relativi ai trasporti precedenti.

#### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

**Tabella 5.2.2** Risultati delle misure sui campioni di erba.

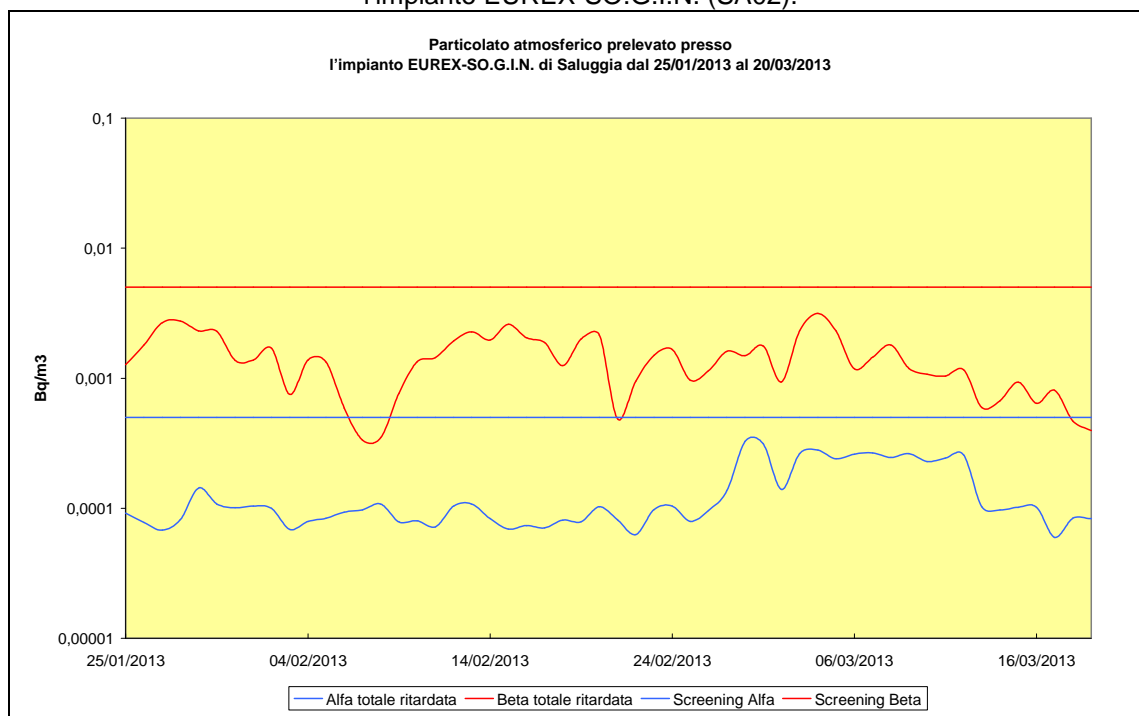
Punto	Numero campione	Periodo	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
SS11	10/057518	Bianco	24/11/2010	< 4,70	< 4,15	< 3,13
	11/004703	1° Trasporto	07/02/2011	< 6,26	< 3,31	< 3,76
	11/021573	2° Trasporto	09/05/2011	< 5,33	< 2,28	< 2,12
	12/038573	3° Trasporto	23/07/2012	< 3,00	< 3,63	< 2,83
	13/001643	4° Trasporto	14/01/2013	< 3,71	< 2,14	< 2,58
	13/012903	5° Trasporto	11/03/2013	< 2,96	< 1,94	< 3,60
SS12	-	Bianco	campione non disponibile			
	-	1° Trasporto	campione non disponibile			
	11/021564	2° Trasporto	09/05/2011	< 0,98	< 2,05	< 2,20
	12/038577	3° Trasporto	23/07/2012	< 3,30	< 4,16	< 4,12
	13/001654	4° Trasporto	14/01/2013	< 3,74	< 3,29	< 4,26
	13/012905	5° Trasporto	11/03/2013	< 2,58	< 2,87	< 3,45

### Particolato atmosferico

Il sistema di aspirazione del particolato atmosferico è posizionato all'interno del sito EUREX in prossimità dell'area di sosta dei cask.

Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale ritardate rilevate nei campioni giornalieri dal 25/01/2013 al 20/03/2013 (figura 5.2.1) sono imputabili alla presenza di radionuclidi di origine naturale a vita non breve. Non è mai stato riscontrato il superamento dei valori di screening per le attività alfa totale e beta totale.

**Figura 5.2.1** Andamento delle misure di screening sui campioni di particolato atmosferico prelevati presso l'impianto EUREX-SO.G.I.N. (SA02).



### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Le misure di spettrometria gamma effettuate sui campioni compositi mensili (tabella 5.2.3) non hanno mai evidenziato il superamento dei valori soglia per la non rilevanza radiologica (non definibile per Be-7 essendo un radionuclide naturale).

**Tabella 5.2.3** Risultati delle misure sui campioni compositi di particolato atmosferico dei mesi di febbraio e marzo 2013 prelevati presso l'impianto EUREX-SO.G.I.N. (SA02).

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m <sup>3</sup>	Be-7 Bq/m <sup>3</sup>
SA02	13/013696	01/02/2013	01/03/2013	< 0,0000324	0,00243 ± 0,00032
	13/019174	01/03/2013	01/04/2013	< 0,0000966	0,00432 ± 0,00095
<i>R non rilevanza</i>				<b>0,3</b>	

### *Dose ambientale gamma*

Per la misura del rateo di dose ambientale  $\gamma$  H\*(10) sono stati posizionati dosimetri di tipo TLD in punti ritenuti significativi. La disponibilità dei dati forniti dai dosimetri può risultare particolarmente utile in caso si verificassero eventi anomali o incidentali, ma non è sovrapponibile alle misure dirette effettuate sui cask.

I valori misurati prima dei trasporti (bianco) e dopo i trasporti sono confrontabili e, tenendo conto dell'errore di misura associato, non si discostano dal fondo naturale medio della zona, che nell'area di interesse varia nell'intervallo 0,1-0,3  $\mu$ Sv/h.

In tabella 5.2.4 sono riportati, per completezza, i valori relativi ai primi tre trasporti, mentre in tabella 5.2.5 sono riportati i valori relativi al quarto ed al quinto trasporto.

**Tabella 5.2.4** Ratei di dose ambientale  $\gamma$  H\*(10) durante i primi tre trasporti.

Punto di misura	Rateo di dose ambientale $\gamma$ H*(10) $\mu$ Sv/h			
	Bianco	Durante 1° trasporto	Durante 2° trasporto	Durante 3° trasporto
Stazione FS Vercelli - 1	0,1117 ± 0,0344	0,0712 ± 0,0192	0,1532 ± 0,0498	0,0962 ± 0,0446
Stazione FS Vercelli - 2	0,1071 ± 0,0360	0,0773 ± 0,0196	0,0826 ± 0,0416	0,0899 ± 0,0359
Stazione FS Vercelli - 3	0,1128 ± 0,0355	0,0828 ± 0,0205	0,0792 ± 0,0414	0,0885 ± 0,0374
Deposito Avogadro - 1	0,0742 ± 0,0331	0,0793 ± 0,0196	0,0675 ± 0,0400	0,0983 ± 0,0406
Deposito Avogadro - 2	0,0705 ± 0,0323	0,0774 ± 0,0193	0,0900 ± 0,0500	0,0872 ± 0,0422
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 1	0,0972 ± 0,0419	0,0745 ± 0,0201	0,1050 ± 0,0441	0,0990 ± 0,0544
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 2	0,1257 ± 0,0478	0,0619 ± 0,0248	0,0986 ± 0,0455	0,0641 ± 0,0343
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 3	0,1352 ± 0,0421	0,0972 ± 0,0221	0,0655 ± 0,0398	0,0983 ± 0,0357
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 4	0,0893 ± 0,0369	0,0733 ± 0,0197	0,0913 ± 0,0430	0,1053 ± 0,0370
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 5	0,1330 ± 0,0410	0,0922 ± 0,0204	0,0845 ± 0,0419	0,1053 ± 0,0378
Interno impianto EUREX	0,1610 ± 0,0411	0,1354 ± 0,0244	0,1240 ± 0,0464	0,1074 ± 0,0389

### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

#### **Struttura Semplice Siti Nucleari**

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



**Tabella 5.2.5** Ratei di dose ambientale  $\gamma H^*(10)$  durante il 4° ed il 5° trasporto.

Punto di misura	Rateo di dose ambientale $\gamma H^*(10)$ $\mu\text{Sv/h}$					
	Durante 4° trasporto			Durante 5° trasporto		
Stazione FS Vercelli - 1	0,1016	±	0,0263	0,1111	±	0,0408
Stazione FS Vercelli - 2	0,0926	±	0,0262	0,0927	±	0,0317
Stazione FS Vercelli - 3	0,0752	±	0,0233	0,0816	±	0,0262
Deposito Avogadro - 1	0,0784	±	0,0237	0,0904	±	0,0224
Deposito Avogadro - 2	0,0875	±	0,0300	0,0842	±	0,0234
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 1	0,0785	±	0,0245	0,0877	±	0,0335
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 2	0,0777	±	0,0229	0,0729	±	0,0212
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 3	0,0627	±	0,0266	0,0822	±	0,0230
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 4	0,0846	±	0,0216	0,0910	±	0,0232
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 5	0,0846	±	0,0240	0,1094	±	0,0239
Interno impianto EUREX	0,1308	±	0,0260	0,1118	±	0,0334

### Spettrometria gamma in campo

I risultati delle misure non hanno evidenziato fenomeni di contaminazione correlabili alle operazioni di trasporto.

In tabella 5.2.5 sono riportati, per completezza, i valori relativi ai trasporti finora effettuati presso il punto di trasferimento intermodale.

**Tabella 5.2.5** Misure di spettrometria gamma presso il punto di trasferimento multimodale di Vercelli.

	Co-60 (Bq/m <sup>2</sup> )	Cs-137 (Bq/m <sup>2</sup> )	Am-241 (Bq/m <sup>2</sup> )
Bianco	< 31	115 ± 33	< 97
1° Trasporto	< 37	113 ± 33	< 101
2° Trasporto	< 32	131 ± 35	< 44
3° Trasporto	< 40	58 ± 38	< 54
4° Trasporto	< 35	83 ± 36	< 80
5° Trasporto	< 17	< 38	< 64

Come si può osservare le misure effettuate dopo il quinto trasporto evidenziano l'assenza di contaminazione da Cs-137 (le concentrazioni di Cs-137 in precedenza misurate erano correlabili all'incidente di Chernobyl). Tale assenza è imputabile ai lavori di asfaltatura, di recente effettuati, della sede in cui si trovano i binari.

## 6. VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE

I controlli effettuati come Ente Terzo sui cask in uscita dal Deposito Avogadro ed i risultati delle misure ambientali effettuate hanno evidenziato che:

- sono stati rispettati i limiti fissati dalla IAEA per il trasporto di materie radioattive;
- le operazioni di trasferimento nel loro complesso – intese come caricamento del combustibile nei cask e trasporto dello stesso dal Deposito Avogadro al confine italo-francese – non hanno dato origine a fenomeni di contaminazione ambientale;
- non si sono registrate significative variazioni del rateo di dose ambientale  $\gamma H^*(10)$  rispetto al fondo naturale medio della zona, anche in relazione alla sosta prolungata presso il punto di scambio intermodale di Vercelli (vedi relazione tecnica n. 4/SS21.02/2013).

Quanto sopra evidenzia pertanto che il quinto trasporto di combustibile nucleare irraggiato non ha prodotto un impatto radiologico significativo sull'ambiente e sulla popolazione.

### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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