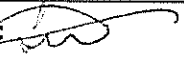
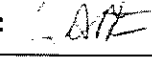
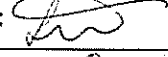



**DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI**
  
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Relazione tecnica n. 2/SS21.02/2011

Redazione	<b>Funzione:</b> Responsabile SS Siti Nucleari	<b>Data:</b> 20-04-2011	<b>Firma:</b> 
	<b>Nome:</b> Laura Porzio		
	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari	<b>Data:</b> 20/04/2011	<b>Firma:</b> 
	<b>Nome:</b> Luca Albertone		
Verifica	<b>Funzione:</b> Responsabile SS Siti Nucleari	<b>Data:</b> 20-04-2011	<b>Firma:</b> 
	<b>Nome:</b> Laura Porzio		
Approvazione	<b>Funzione:</b> Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni	<b>Data:</b> 22/4/11	<b>Firma:</b> 
	<b>Nome:</b> Giovanni d'Amore		



## 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](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)

## 1. PREMESSA

Il giorno 6 febbraio 2010 è stato effettuato il primo 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).

Nella fattispecie sono previsti 8 trasporti dal Deposito Avogadro di Saluggia e 2 trasporti dalla Centrale di Trino.

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

## 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 casks 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 casks (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.

### **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	
Contaminazione superficiale	Interno impianto EUREX	spettrometria gamma in campo
	Punto di trasferimento multimodale di Vercelli	
	Stazione FS Vercelli	

### 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" Rev. 3 – metodo interno;
- U.RP.M808: "Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01" Rev. 1 – 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" Rev. 1 – metodo esterno normalizzato.

Arpa Piemonte è accreditata ISO 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203 rev.2) - 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	$\alpha$ -tot smear Bq/cm <sup>2</sup>	$\beta$ -tot smear Bq/cm <sup>2</sup>	$\alpha$ -tot aria Bq/m <sup>3</sup>	$\beta$ -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 "Gamma Vision - versione 6" della EG&G Ortec;
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- rateometro Berthold LB 123 + LB 1236;
- monitore di dose neutronica Berthold LB 123 + LB 6411.

#### 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 primo trasporto.

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

Trasporto	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
06/02/2011	0,0257	0,6120	0,0152

**Tabella 5.1.3** Valori massimi di contaminazione trasferibile e di rateo di dose misurati sul vagone ferroviario.

Trasporto	Contaminazione $\alpha$ Bq/cm <sup>2</sup>	Contaminazione $\beta$ Bq/cm <sup>2</sup>	Rateo di dose $\gamma$ H*(10) a contatto mSv/h
06/02/2011	0,0056	0,0051	0,00019

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

## 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 (si vedano le relazioni relative al monitoraggio radiologico ordinario del sito nucleare di Saluggia disponibili sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)). 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 (tabella 5.2.1). 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)).

**Tabella 5.2.1** Risultati delle misure sui campioni di suolo indisturbato – strato superficiale.

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	primo trasporto	07/02/2011	< 2,37	< 0,56	< 0,36	5,09 ± 0,69
SS12	10/057503	bianco	24/11/2010	< 2,62	< 0,51	< 0,36	35,9 ± 4,0
	11/004704	primo trasporto	07/02/2011	< 2,11	< 0,83	< 0,34	28,6 ± 3,3
<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 (tabella 5.2.2) non evidenziano fenomeni di contaminazione. Nel punto SS12 non è stato possibile prelevare, contestualmente al campione di suolo, il campione di erba perché non disponibile per cause stagionali.

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

**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	primo trasporto	07/02/2011	< 6,26	< 3,31	< 3,76

### **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)

### Particolato atmosferico

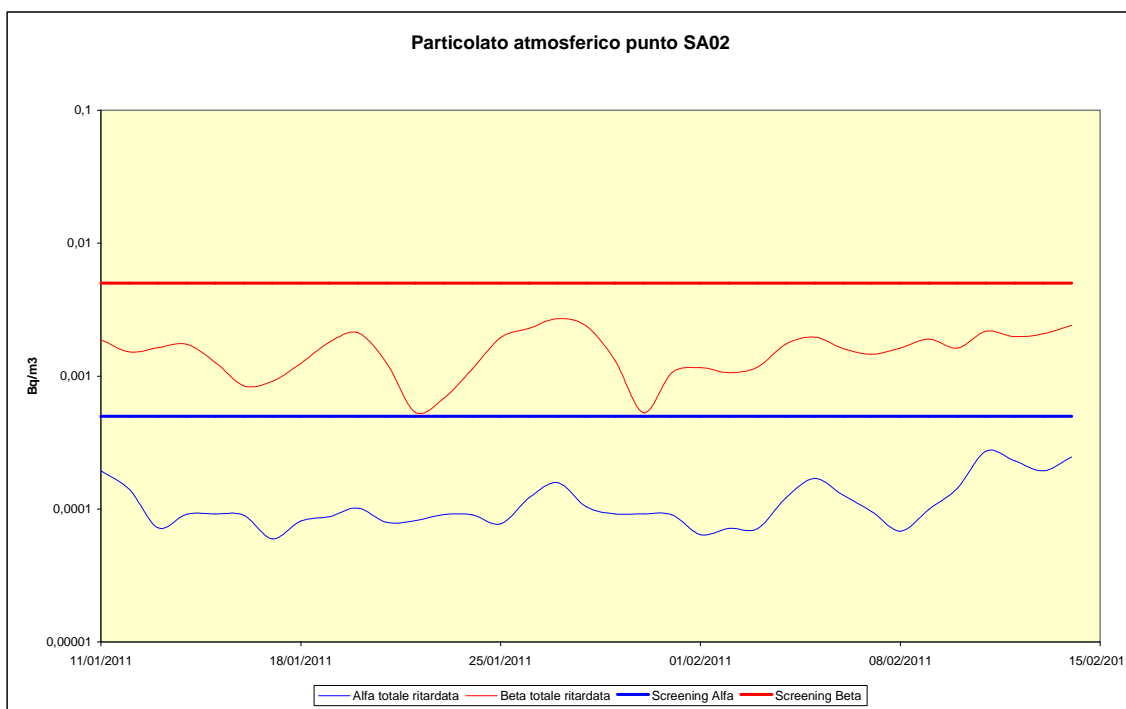
Il sistema di aspirazione del particolato atmosferico è stato posizionato, prima dell'inizio delle operazioni di caricamento del combustibile, all'interno del sito EUREX.

Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale ritardate rilevate nei campioni giornalieri (tabella 5.2.3) sono imputabili alla presenza di nuclidi di origine naturale a vita non breve. Non è mai stato riscontrato il superamento dei valori di screening per l'attività alfa e beta totale.

Le misure di spettrometria gamma effettuate sul campione composito settimanale (tabella 5.2.3) non hanno inoltre mai evidenziato il superamento dei valori soglia per la non rilevanza radiologica (non definibile per Be-7 essendo un radionuclide naturale).

Nel grafico di figura 5.2.1 è riportato l'andamento delle attività alfa totale e beta totale ritardate.

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



**Tabella 5.2.3** Risultati delle misure sui campioni compositi settimanali di particolato atmosferico prelevati presso l'impianto EUREX-SO.G.I.N. (SA02).

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m <sup>3</sup>	I-131 Bq/m <sup>3</sup>	Be-7 Bq/m <sup>3</sup>
SA02	11/001922	10/01/2011	17/01/2011	< 0,000069	< 0,00089	< 0,00150
	11/002777	17/01/2011	24/01/2011	< 0,000070	< 0,00103	0,00247 ± 0,00083
	11/003454	24/01/2011	31/01/2011	< 0,000236	< 0,00253	0,00308 ± 0,00092
	11/004698	31/01/2011	07/02/2011	< 0,000220	< 0,00207	< 0,00297
	11/006532	07/02/2011	14/02/2011	< 0,000129	< 0,00440	0,00694 ± 0,00205
<b>R<sub>non rilevanza</sub></b>				<b>0,3</b>	<b>0,073</b>	-

**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

### Dose ambientale gamma

Per la misura del rateo di dose ambientale  $\gamma$  H\*(10) sono stati posizionati in punti ritenuti significativi dosimetri di tipo TLD. 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 sul cask.

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

**Tabella 5.2.4** Rateo di dose ambientale  $\gamma$  H\*(10).

Punto di misura	Rateo di dose ambientale $\gamma$ H*(10) $\mu$ Sv/h	
	Bianco	Durante 1° trasporto
Stazione FS Vercelli - 1	0,1117 $\pm$ 0,0344	0,0712 $\pm$ 0,0192
Stazione FS Vercelli - 2	0,1071 $\pm$ 0,0360	0,0773 $\pm$ 0,0196
Stazione FS Vercelli - 3	0,1128 $\pm$ 0,0355	0,0828 $\pm$ 0,0205
Deposito Avogadro - 1	0,0742 $\pm$ 0,0331	0,0793 $\pm$ 0,0196
Deposito Avogadro - 2	0,0705 $\pm$ 0,0323	0,0774 $\pm$ 0,0193
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 1	0,0972 $\pm$ 0,0419	0,0745 $\pm$ 0,0201
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 2	0,1257 $\pm$ 0,0478	0,0619 $\pm$ 0,0248
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 3	0,1352 $\pm$ 0,0421	0,0972 $\pm$ 0,0221
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 4	0,0893 $\pm$ 0,0369	0,0733 $\pm$ 0,0197
Punto di trasferimento multimodale di Vercelli - 5	0,1330 $\pm$ 0,0410	0,0922 $\pm$ 0,0204
Interno impianto EUREX	0,1610 $\pm$ 0,0411	0,1354 $\pm$ 0,0244

### Spettrometria gamma in campo

Le misure di spettrometria gamma in campo sono state effettuate con rivelatore al Ge portatile. I risultati delle misure, riportati nelle tabelle 5.2.5 e 5.2.6, non hanno evidenziato fenomeni di contaminazione correlabili alle operazioni di trasporto. Le concentrazioni di Cs-137 misurate nelle aree di movimentazione dei contenitori di trasporto sono correlabili all'incidente di Chernobyl.

**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 $\pm$ 33	< 97
1° Trasporto	< 37	113 $\pm$ 33	< 101

**Tabella 5.2.6** Misure di spettrometria gamma presso la Stazione FS di Vercelli.

	Co-60 (Bq/m <sup>2</sup> )	Cs-137 (Bq/m <sup>2</sup> )	Am-241 (Bq/m <sup>2</sup> )
Bianco	< 33	113 $\pm$ 39	< 85
1° Trasporto	< 23	90 $\pm$ 37	< 56

**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



## 6. VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE

I controlli effettuati come Ente Terzo sul 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 nel 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.

Quanto sopra evidenzia pertanto che il primo 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