

<i>Elaborato</i>	<i>Livello</i>	<i>Tipo / S tipo</i>	<i>Sistema / Edificio / Argomento</i>	<i>Rev. 00</i>
GR RS 00963 ETQ-00042974	A	RG - Rapporti (generale)	RS* - Radioprotezione e sicurezza	Data 10/04/2015
Centrale / Impianto:	GR - Sito di Garigliano			
Titolo Elaborato:	Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale- Rapporto Informativo anno 2014			
rev. 00				
Autorizzato				
DWMD/GAR Esposito M.	DWMD/GAR Ledda M. DWMD/GAR Casapulla M.	DWMD/GAR Pisciotta F.	DWMD/GAR Esposito A. DWMD/IVT Maio V.	DWMD/GAR Scolamacchia F.
Incaricato	Collaborazioni	Verifica	Approvazione / Benestare	Autorizzazione all'uso

PROPRIETA'

STATO

LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE

Scolamacchia F.

Aziendale

Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



INDICE GENERALE

1	PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO	3
2	RIFERIMENTI	4
3	CONDIZIONI ATTUALI DELL'IMPIANTO	5
4	LIMITI DI RILASCIO	6
5	RILASCI EFFETTUATI NELL'ANNO 2014	8
6	STIME DI DOSE ALLA POPOLAZIONE	13
6.1	Premessa	13
6.2	Dose da effluenti liquidi	14
6.3	Dose da effluenti aeriformi	14
7	PROGRAMMA DI SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITA' AMBIENTALE	15
7.1	CONCENTRAZIONE DI MINIMA ATTIVITA' RILEVABILE	17
7.2	CONTROLLI RADIOMETRICI	19
8	RISULTATI DEI MONITORAGGI AMBIENTALI	22
8.1	MATRICE: ARIA	22
8.2	MATRICE: FALL – OUT NELL'ACQUA PIOVANA	26
8.3	SISTEMA FLUVIALE	27
8.4	MATRICE: SUOLO E SOTTOSUOLO	33
8.5	SISTEMA ANTROPICO COMPARTO AGRO-ZOOTECNICO	38
8.6	SISTEMA DI TRANSIZIONE: FIUME GARIGLIANO/MARE	40
9	CONCLUSIONI	43

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



1 PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

La Prescrizione Gestionale n. 2.10 del corpo Prescrittivo allegato al Decreto di autorizzazione alla Disattivazione della Centrale [1] [2] [3] dispone che con frequenza annuale debba essere trasmesso all'ISPRA un rapporto informativo relativo a:

- risultati dei monitoraggi ambientali;
- controlli radiometrici sul sito dell'impianto e nei territori adiacenti;
- dati relativi agli scarichi liquidi e aeriformi;
- valutazione di dose efficace ai gruppi critici della popolazione dagli stessi derivanti.

Scopo di tale documento è presentare i risultati delle misure e delle valutazioni chieste relativamente all'anno 2014.

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



2 RIFERIMENTI

1. Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 28.09.2012 “Società Sogin SpA Centrale del Garigliano – Autorizzazione alla Disattivazione ai sensi dell’art. 55 del D.L.vo n. 230/95 e s.m.i. e dell’art. 24 c. 4, del D. L. n. 1/12, convertito con modificazioni nella L. n. 27/12);
2. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale “ Doc. ISPRA-RIS-GARIGLIANO-AP-PGT-01/2012” Centrale Nucleare del Garigliano – Prescrizioni per la Disattivazione” settembre 2012” Allegato n. 1 al Decreto autorizzativo alla Disattivazione;
3. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale “ Doc. ISPRA-RIS-GARIGLIANO-AP-PdD-01/2012 “Centrale Nucleare del Garigliano - Elenco delle attività rilevanti per la sicurezza nucleare e la radioprotezione - settembre 2012, Allegato n. 2 al Decreto autorizzativo alla Disattivazione;
4. Documento Sogin GR RS 00610 “ Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale per la Disattivazione dell’impianto del Garigliano” rev. 02;
5. Documento Sogin GR RS 00608 “Coreografia dei punti di prelievo per il programma di sorveglianza della radioattività ambientale “ rev. 02;
6. Documento Sogin GR DR 00165 “Norme di Sorveglianza per la Disattivazione della Centrale del Garigliano” rev. 01;
7. Documento Sogin GR RS 00067 “Procedura di Sorveglianza n. 3.11.a – “Scarichi radioattivi – Effluenti liquidi” rev. 01;
8. Documento Sogin GR RS 00068 “Procedura di Sorveglianza n. 3.11.b – “Scarichi radioattivi – Effluenti aeriformi” rev. 01;
9. Attività svolte dal dipartimento di scienze ambientali nell’ambito della convenzione DSA–Sogin stipulata il 12/06/2001.
10. Documento Sogin GR RS 0396 “Controlli ordinari per la sorveglianza di radioprotezione” - rev.03

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



3 CONDIZIONI ATTUALI DELL'IMPIANTO

Dall'anno 1986 non è più presente nella Centrale combustibile nucleare. Nel dicembre 1999, il MICA ha emesso il documento "Indirizzi strategici per la gestione degli esiti del nucleare". Con tale documento vengono fissati gli indirizzi programmatici relativi alla disattivazione accelerata degli impianti nucleari. Sogin, in accordo al documento citato, ha elaborato un nuovo programma di attività secondo la nuova strategia di decommissioning, passando dalla disattivazione differita (custodia protettiva passiva da mantenere per cinquanta anni e successivo smantellamento delle strutture con rilascio finale del sito senza vincoli di natura radiologica) alla disattivazione in un'unica fase, eliminando il periodo di custodia protettiva passiva.

Il decreto di autorizzazione alle attività di decommissioning è stato emanato nel settembre 2012.

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



4 LIMITI DI RILASCIO

L'immissione nell'ambiente di effluenti liquidi e aeriformi dalla Centrale del Garigliano, in condizioni normali, è regolamentata dalla Prescrizione Tecnica n. 3.11 [2], attuata mediante l'applicazione delle Norme di Sorveglianza, n. 3.11.a e n. 3.11.b [6] e delle relative Procedure di Sorveglianza [7] [8].

Lo scarico degli effluenti liquidi deve rispettare le seguenti limitazioni:

- $\sum_i A_i \cdot F_i \leq 72 \text{ GBq/anno}$
- $\sum_i A_i \cdot F_i \leq 36 \text{ GBq/ tredici settimane consecutive}$
- $\sum_i A_i \cdot F_i \leq 7,2 \text{ GBq/24 ore consecutive}$

dove: A_i è l'attività del radionuclide;

F_i è il fattore di equivalenza rispetto al radioisotopo ^{137}Cs .

Di seguito, si riportano i fattori di equivalenza rispetto al ^{137}Cs :

RADIOISOTOPO	FATTORE DI EQUIVALENZA
^{137}Cs	1,00
^{60}Co	0,64
^{55}Fe	1,43
^{59}Ni	0,013
^{63}Ni	0,03
^{90}Sr	1,37
^{239}Pu	271
^3H	0,00046

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



Lo scarico degli effluenti aeriformi deve rispettare le seguenti limitazioni:

- $\sum_i A_i \cdot F_i \leq 3,8$ GBq/anno
- $\sum_i A_i \cdot F_i \leq 1,39$ GBq/ tredici settimane consecutive
- $\sum_i A_i \cdot F_i \leq 0,38$ GBq/24 ore consecutive

dove: A_i è l'attività del radionuclide;

F_i è il fattore di equivalenza rispetto al radioisotopo ^{60}Co .

Di seguito, si riportano i fattori di equivalenza rispetto al ^{60}Co :

RADIOISOTOPO	FATTORE DI EQUIVALENZA
^{60}Co	1,00
^{137}Cs	0,87
^{55}Fe	0,065
^{59}Ni	0,0052
^{63}Ni	0,014
^{90}Sr	3,61
^{239}Pu	167,6
^3H	0,00014

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



5 RILASCI EFFETTUATI NELL'ANNO 2014

Le quantità di radioattività rilasciate sotto forma di effluenti liquidi e gassosi sono riportate nelle tabelle 1 e 2 con i rispettivi valori di minima attività rilevabile nelle tabelle 3 e 4.

Gli effluenti liquidi sono stati scaricati al fiume con una portata media pari a circa 40 m³/sec.

Le quantità rilasciate impegnano 3,30E-01% del limite di rilascio annuale autorizzato per gli effluenti liquidi mentre, per gli effluenti aeriformi, l'impegno annuale risulta pari a 9,32E-03%.

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



Mese	Vol (m³)	³ H (KBq)	¹³⁷ Cs (KBq)	⁶⁰ Co (KBq)	⁹⁰ Sr (KBq)	α totali (KBq)	⁶³ Ni (KBq)	⁵⁵ Fe (KBq)	⁵⁹ Ni (KBq)	Totali (KBq)	Impegno formula di scarico (%)
Gennaio	0,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00
Febbraio	0,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00
Marzo	3,15E+01	< MDA	2,78E+04	8,12E+02	2,06E+03	9,14E+00	2,10E+03	< MDA	< MDA	3,28E+04	4,45E-02
Aprile	0,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00
Maggio	0,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00
Giugno	3,04E+01	< MDA	3,62E+04	7,81E+02	1,53E+03	1,52E+01	1,43E+03	< MDA	< MDA	4,00E+04	5,52E-02
Luglio	0,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00
Agosto	2,81E+01	2,45E+02	4,21E+04	1,74E+03	9,50E+02	1,63E+00	8,44E+02	< MDA	< MDA	4,59E+04	6,31E-02
Settembre	0,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00
Ottobre	2,20E+01	4,14E+02	3,30E+04	3,98E+02	5,94E+02	2,90E+00	1,03E+03	< MDA	< MDA	3,54E+04	4,77E-02
Novembre	2,28E+01	< MDA	8,06E+04	4,19E+03	4,40E+02	1,81E+01	2,28E+02	< MDA	< MDA	8,54E+04	1,19E-01
Dicembre	0,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00	0,00E+00
TOTALI	1,35E+02	6,59E+02	2,20E+05	7,92E+03	5,57E+03	4,70E+01	5,63E+03	0,00E+00	0,00E+00	2,40E+05	3,30E-01
Composizione (%)		2,75E-01	9,17E+01	3,30E+00	2,32E+00	1,96E-02	2,35E+00	0,00E+00	0,00E+00		

Tabella 1 – Rilasci liquidi effettuati nel 2014

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



Mese	Vol (m³)	³ H (KBq)	⁶⁰ Co (KBq)	¹³⁷ Cs (KBq)	⁵⁵ Fe+ ⁵⁹ Ni+ ⁶³ Ni (KBq)	⁹⁰ Sr (KBq)	α totali (KBq)	Totali (KBq)	Impegno formula di scarico (%)
Gennaio	1,23E+07	2,82E+04	< MDA	5,52E-01	< MDA	9,15E-01	< MDA	2,81E+04	2,58E-04
Febbraio	1,11E+07	2,54E+04	< MDA	6,10E-01	< MDA	8,26E-01	< MDA	2,54E+04	2,36E-04
Marzo	1,23E+07	2,82E+04	< MDA	5,93E-01	< MDA	9,15E-01	1,64E-01	2,81E+04	1,12E-03
Aprile	1,19E+07	2,97E+04	< MDA	1,12E+00	< MDA	1,21E-01	< MDA	2,97E+04	1,98E-04
Maggio	1,22E+07	3,05E+04	< MDA	2,11E+00	< MDA	1,24E-01	< MDA	3,06E+04	2,29E-04
Giugno	1,19E+07	2,97E+04	4,30E-01	6,71E+00	< MDA	1,21E-01	3,02E-02	2,97E+04	5,16E-04
Luglio	1,23E+07	1,13E+05	4,16E-01	9,65E+00	< MDA	2,28E-01	8,43E-02	1,13E+05	1,33E-03
Agosto	1,23E+07	1,13E+05	2,40E-01	3,75E+00	< MDA	2,28E-01	1,66E-01	1,13E+05	1,59E-03
Settembre	1,19E+07	1,09E+05	3,65E-01	4,69E+00	< MDA	2,20E-01	1,94E-01	1,09E+05	1,75E-03
Ottobre	1,20E+07	3,53E+04	< MDA	1,20E+00	< MDA	1,49E-01	2,20E-01	3,53E+04	1,39E-03
Novembre	1,19E+07	3,50E+04	< MDA	4,56E-01	< MDA	1,48E-01	< MDA	3,50E+04	2,11E-04
Dicembre	1,19E+07	3,50E+04	< MDA	1,94E+00	< MDA	1,48E-01	4,51E-02	3,50E+04	4,88E-04
TOTALI	1,44E+08	6,12E+05	1,45E+00	3,34E+01	0,00E+00	4,14E+00	9,04E-01	6,12E+05	9,32E-03
Composizione (%)		100	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		

(*) I dati riportati sono calcolati sulla base dei consuntivi trimestrali

Tabella 2 - Rilasci aeriformi effettuati nel 2014 (*)

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



-	³ H (KBq)	¹³⁷ Cs (KBq)	⁶⁰ Co (KBq)	⁹⁰ Sr (KBq)	α totali (KBq)	⁶³ Ni (KBq)	⁵⁵ Fe (KBq)	⁵⁹ Ni (KBq)
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	2,24E+02	2,71E+02	1,68E+02	9,89E+00	2,21E+00	1,89E+01	4,69E-01	1,50E+00
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	2,10E+02	2,08E+02	1,58E+02	9,55E+00	7,14E-01	2,34E+01	2,01E+00	5,93E+00
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	1,95E+02	5,40E+02	2,40E+02	8,82E+00	6,60E-01	2,16E+01	1,86E+00	5,48E+00
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	1,12E+02	1,01E+02	3,94E+01	2,64E+00	4,73E-01	3,65E+01	8,40E+00	4,71E+00
Novembre	1,51E+02	1,06E+02	4,06E+01	2,74E+00	4,51E-01	1,77E+01	4,42E+00	5,02E+00
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 3 – Minima Attività Rilevabile (MDA) – Rilasci Liquidi

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

**ELABORATO
GR RS 00963**

**REVISIONE
00**



Mese	³ H (KBq)	⁶⁰ Co (KBq)	¹³⁷ Cs (KBq)	⁵⁵ Fe+ ⁵⁹ Ni+ ⁶³ Ni (KBq)	⁹⁰ Sr (KBq)	α totali (KBq)
Gennaio	8,63E+01	7,21E-02	8,24E-02	8,25E-01	2,92E-02	5,78E-01
Febbraio	7,79E+01	9,36E-02	8,79E-02	4,43E-01	2,63E-02	2,76E-01
Marzo	8,63E+01	7,37E-02	7,56E-02	1,57E+00	2,92E-02	8,84E-01
Aprile	6,64E+01	6,31E-02	6,95E-02	1,63E+00	3,99E-02	9,17E-01
Maggio	6,80E+01	7,65E-02	8,83E-02	1,70E+00	4,09E-02	9,87E-01
Giugno	6,64E+01	1,74E-01	1,84E-01	6,02E-01	3,99E-02	1,00E+00
Luglio	6,76E+01	1,07E-01	9,16E-02	1,97E+00	2,84E-02	8,49E-01
Agosto	6,76E+01	9,48E-02	1,28E-01	2,04E+00	2,84E-02	8,79E-01
Settembre	6,54E+01	9,02E-02	1,16E-01	2,09E+00	2,75E-02	9,62E-01
Ottobre	7,57E+01	1,08E-01	1,53E-01	1,32E+00	1,42E-02	6,53E-01
Novembre	7,51E+01	1,67E-01	1,59E-01	1,99E+00	1,40E-02	1,03E+00
Dicembre	7,51E+01	9,62E-02	6,22E-02	1,70E+00	1,40E-02	7,79E-01

Tabella 4 – Minima Attività Rilevabile (MDA) – Rilasci Aeriformi

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



6 STIME DI DOSE ALLA POPOLAZIONE

6.1 PREMESSA

Nel corso del 2001 è stata stipulata una convenzione tra la Sogin e DSA-Sun (Dipartimento di Scienze Ambientali – Seconda Università di Napoli) per una serie d’attività, tra le quali la ricerca riguardante la verifica dello stato del territorio circostante la Centrale con l’aggiornamento dei dati relativi ai gruppi di riferimento della popolazione, dovute alle mutate condizioni socioeconomiche dell’area e l’aggiornamento dei coefficienti Sv/Bq dettati dal D.Lgs. 241 del 26 maggio 2000.

Per i risultati completi di questa collaborazione si rimanda al documento di riferimento [9].

I risultati del lavoro effettuato dalla DSA-Sun hanno consentito di ridefinire di gruppi di gruppi di riferimento della popolazione ai fini delle valutazioni di dose derivanti dagli scarichi della centrale:

- il gruppo di riferimento “pescatori alla foce (n°15)” via critica è divenuta il pesce marino”,
- il gruppo di riferimento “contadini (con orto (n°744) ” via critica “carne”,
- il gruppo di riferimento “popolazione locale (n° 3507)” via critica “carne”.

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



6.2 DOSE DA EFFLUENTI LIQUIDI

Le valutazioni delle dosi ai gruppi di riferimento della popolazione, come sopra individuati, sono state effettuate con il codice di calcolo GenII 2.0 per Frames sulla base dei rilasci liquidi effettuati nel 2014 (vedi tabella n 1).

Le dosi annue ai gruppi critici della popolazione e le vie critiche sono riportate nella tabella sottostante.

Codice Frames		
Gruppo	Corpo intero μSv	Via critica
Pescatori alla foce	$4,75 \times 10^{-1}$	Pesce marino
Contadini con orto	$1,38 \times 10^{-2}$	Carne
Popolazione locale	$2,43 \times 10^{-2}$	Carne

6.3 DOSE DA EFFLUENTI AERIFORMI

Il calcolo delle dosi dovute agli effluenti aeriformi è stato effettuato mediante il programma di calcolo GenII 2.0 per Frames sulla base dei rilasci gassosi effettuati nel 2014 (vedi tabella n 2).

Le dosi globali ai gruppi critici della popolazione, nel punto di massima ricaduta (dovute a ingestione di prodotti vegetali ed animali, inalazione, irraggiamento del suolo ed inalazione del materiale risospeso) sono risultate alcuni ordini di grandezza inferiori ad $1 \mu\text{Sv}$.

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



7 PROGRAMMA DI SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITA' AMBIENTALE

A seguire si riportano le tabelle contenenti i risultati delle misure previste per le matrici ambientali dal Programma della Sorveglianza della Radioattività Ambientale e dei controlli radiometrici di dose rilevati lungo la recinzione dell'Impianto.

In particolare, la sintesi del Programma di Sorveglianza Ambientale è descritta in Tabella 5 ed i valori di concentrazione di Minima Attività Rilevabile sono elencati in Tabella A.

Per una lettura esaustiva del programma di sorveglianza ambientale si rinvia ai documenti di riferimento [4] [5].

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

**ELABORATO
GR RS 00963**

**REVISIONE
00**



MATRICE	ARIA	ACQUA DI SUPERFICIE	PESCE DI FIUME	SABBIA DI MARE	SEDIMENTI	ACQUA DI MARE	ACQUA DI FALDA	TERRENO	ERBA	VEGETALIE FRUTTA	CARNE LATTE MOZZARELLA	PESCE DI MARE	MITILI	FALL-OUT	DOSE
N° campionamenti	4	12	1	4	10	2	16	6	6	5	4	1	1	1	4
Frequenza campionamento	Continua	Giornaliero Settimanale Semestrale	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Continuo	Continua
Frequenza analisi	Settimanale Mensile	Mensile Semestrale	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Sem.	Mensile	Mensile
Tipologia di analisi	Beta totale + Spettrometria γ	Spett. γ	Spett. γ	Spett. γ	Spett. γ α totale, spett. α,	Spett. γ	Spett. γ, spett. α, α totali, ³ H ⁹⁰ Sr	Spett. γ	Spett. γ	Spett. γ	Spett. γ + Sr-90/β totale su latte	Spett. γ	Spett. γ	³ H + Beta tot + Spett. γ	Letture dosimetri

Tabella 5: Riepilogo del Programma della Sorveglianza della Radioattività Ambientale

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



7.1 CONCENTRAZIONE DI MINIMA ATTIVITA' RILEVABILE

Matrice	N° Punti di prelievo	Denominazione e/o ubicazione	Frequenza del prelievo	Frequenza di misura	Tipo di misura	Limite di sensibilità (MDC)	Unità di misura
Aria	4	Capannine	Continuo	Settimanale Mensile	β totale ⁷ Be ⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs	1,76 E-04 4,41 E-04 2,49 E-05 2,74 E-05 3,00 E-05	Bq/m ³
Fall out	3	Nell'area del sito	Mensile	Mensile	β totale ⁷ Be ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K ⁶⁰ Co ³ H	7,25E-01 3,34E+02 1,78E+00 1,70E+00 7,37E+02 9,49E-01 1,09E+02	Bq/m ²
Acqua di superficie	2	Canale scarico Opera di presa	Giornaliero Settimanale	Mensile Semestrale	⁴⁰ K ⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs	3,37E-02 1,02E-03 1,81E-03 1,32E-03	Bq/l
Terreno	6	Settore Nord-Est Settore Sud-Ovest	Semestrale	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	9,95E-02 2,84E-01 1,54E-01 3,26E+00	Bq/Kg
Erba	6	Settore Nord-Est Settore Sud-Ovest	Semestrale	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	4,03E-01 1,78E-01 3,23E-01 9,11E+00	Bq/Kg
Acqua di falda Pozzo Centrale	16	Pozzi piezometrici Pozzo Centrale	Semestrale	Semestrale	³ H ⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K ⁹⁰ Sr α totale ²³⁸ Pu ²³⁹ Pu ²⁴¹ Am ²⁴⁴ Cm ²⁴¹ Pu	7,83E+00 8,79E-02 6,34E-01 1,46E-01 1,93E+00 2,30E-01 4,55E-02 1,31E-03 2,26E-03 4,65E-03 4,58E-03 1,35E+00	Bq/l
Sedimenti fluviali	2	F. Garigliano a monte sito	Semestrale	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	8,34E-02 1,59E-01 1,67E-01 2,21E+00	Bq/Kg
	8	F. Garigliano a valle sito	Semestrale	Semestrale	α totale ²³⁸ Pu ²³⁹ Pu ²⁴¹ Am ²⁴⁴ Cm ²⁴¹ Pu	5,96E+00 1,34E-01 1,34E-01 3,37E-01 2,55E-01 7,19E+01	
Sabbia di mare	4	Sabbia Mare Tirreno prossimità foce del fiume Garigliano	Semestrale	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	5,47E-02 2,07E-01 2,09E-01 3,20E+00	Bq/Kg
Pesce di fiume Pesce di mare	2	Tratto di fiume a valle sito	Semestrale	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	4,70E-02 6,49E-02 5,80E-02 1,77E+00	Bq/Kg
Mitili Golfo di Gaeta	1	Golfo di Gaeta	Semestrale	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	1,42E-01 2,93E-01 2,81E-01 8,22E+00	Bq/Kg

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



Carne bovina Mozzarella	1	Rivenditore locale	Semestrale	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	3,67E-02 3,59E-02 3,74E-02 1,09E+00	Bq/Kg
Latte bufala Latte mucca	1	Rivenditore locale	Semestrale	Semestrale	β totale ⁹⁰ Sr ⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	9,48E+00 1,55E-01 8,78E-02 8,84E-02 8,85E-02 4,03E+01	Bq/l
Acqua di mare	2	Acqua Mare Tirreno	Semestrale	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	2,50E-01 3,45E-01 3,36E-01 8,08E+00	Bq/l
Acqua di fiume	8	A valle della Centrale	Semestrale	Semestrale			
	2	A monte della Diga di Suio	Semestrale	Semestrale			
Vegetali irrigati e frutta	5	Zone limitrofe la Centrale	Semestrale	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁴⁰ K	4,14E-02 4,92E-02 5,49E-02 1,61E+00	Bq/Kg

Tabella A – Concentrazione di Minima Attività Rilevabile (MDC)

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



7.2 CONTROLLI RADIOMETRICI

In Figura n. 1, del suddetto paragrafo, si riporta la mappa aggiornata dei dosimetri ubicati lungo la recinzione dell'Impianto per il rilievo della misura della dose con il metodo TLD/Film Badge documento GR RS 00396 [10].

I dosimetri sono esposti in maniera continua e sono sostituiti per le misure ogni mese.

I risultati delle misure relativi al primo ed al secondo semestre sono riportati nelle tabelle 6 e 7.



Figura 1 - Ubicazione dei dosimetri lungo la recinzione dell'Impianto

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

**ELABORATO
GR RS 00963**

**REVISIONE
00**



Dosi TLD (μSv)							
Punto Mappa	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Totale 1°Sem 2014
15	20	20	20	20	20	20	120
16	131	139	163	167	154	108	862
17	20	20	20	20	20	20	120
18	20	20	20	20	20	20	120
19	20	20	20	20	20	20	120
20	20	20	20	20	20	20	120
21	20	20	20	20	20	20	120
22	20	20	20	20	20	20	120

Tabella 6 – Dosi semestrali - Recinzione Impianto – Primo semestre

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

**ELABORATO
GR RS 00963**

**REVISIONE
00**



Dosi TLD (μSv)							
Punto Mappa	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre (*)	Dicembre	Totale 2°Sem 2014
15	20	20	20	20	50	20	150
16	159	134	159	144	182	124	902
17	20	20	20	20	50	20	150
18	20	20	20	20	50	20	150
19	20	20	20	20	50	20	150
20	20	20	20	20	50	20	150
21	20	20	20	20	50	20	150
22	20	20	20	20	50	20	150

(*) Nel mese di Novembre sono stati utilizzati i Film Badge invece dei TLD

Tabella 7– Dosi semestrali - Recinzione Impianto – Secondo semestre

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



8 RISULTATI DEI MONITORAGGI AMBIENTALI

8.1 **MATRICE: ARIA**

8.1.1 Dose gamma

La misura della dose ambiente è eseguita in continuo mediante l'uso di dosimetri a film e/o dosimetri a termoluminescenza. I dosimetri sono posti lungo la recinzione ad 1 metro di altezza dal suolo e sono sostituiti con frequenza mensile.

Integrale di dose (μSv)				
Mese	Cap. n° 1	Cap. n° 2	Cap. n° 3	Cap. n° 4
Gennaio	20	20	20	20
Febbraio	20	20	20	20
Marzo	20	20	20	20
Aprile	20	20	20	20
Maggio	20	20	20	20
Giugno	20	20	20	20
Luglio	20	20	20	20
Agosto	20	20	20	20
Settembre	20	20	20	20
Ottobre	20	20	20	20
Novembre (*)	50	50	50	50
Dicembre	20	20	20	20

(*) Nel mese di Novembre sono stati utilizzati i Film Badge invece dei TLD

Tabella 8 – Dose ambiente – Capannine Radiometriche

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



8.1.2 Particolato in aria

Il particolato in aria è prelevato mediante aspirazione in continuo su filtri di carta (Ø5,5cm), in 4 postazioni fisse, ovvero le Capannine Radiometriche.

Con frequenza mensile sull'insieme dei filtri raccolti viene effettuata una spettrometria gamma.

La radioattività particellare β è misurata con frequenza bisettimanale con contatore β a flusso di gas a basso fondo mediante conteggio del filtro di carta.

A fronte della non operatività, da Gennaio a Maggio 2014, delle apparecchiature di monitoraggio previste dal Programma di Sorveglianza, sono state effettuate misure sostitutive per matrice "Aria" secondo quanto previsto dalla Comunicazione Interna dell'Esperto Qualificato Sogin del Garigliano prot. N° 25793 del 27/06/2013. A partire da giugno 2014 si è operato come da Programma di Sorveglianza.

Nella tabella 9 sono riportati i risultati delle misure degli emettitori gamma relativi al primo semestre delle quattro capannine. Per il periodo Gennaio-Maggio 2014 si riportano le misure effettuate in campo in corrispondenza delle capannine n° 1 e 4.

Nella tabella 10 sono riportati i risultati delle misure degli emettitori gamma relativi al secondo semestre delle quattro capannine.

Nella tabella 11 si riportano i risultati delle misure degli emettitori beta totali delle quattro capannine relativi al periodo Giugno-Dicembre 2014.

Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Risultati – Bq/m ³			
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁷ Be
Capannina n°1	Gennaio	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Febbraio	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Marzo	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Aprile	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Maggio	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Giugno	< MDC	< MDC	< MDC	5,59E-03
Capannina n°2	Giugno	< MDC	< MDC	< MDC	5,84E-03
Capannina n°3	Giugno	< MDC	< MDC	< MDC	5,73E-03
Capannina n°4	Gennaio	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Febbraio	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Marzo	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Aprile	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Maggio	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Giugno	< MDC	< MDC	< MDC	5,13E-03

**Tabella 9 – Matrice "Aria"
Spettrometria γ - 1°Semestre 2014**

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Risultati – Bq/m ³			
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁷ Be
Capannina n°1	Luglio	< MDC	< MDC	< MDC	4,27E-03
	Agosto	< MDC	< MDC	< MDC	5,14E-03
	Settembre	< MDC	< MDC	< MDC	4,16E-03
	Ottobre	< MDC	< MDC	< MDC	4,65E-03
	Novembre	< MDC	< MDC	< MDC	2,85E-03
	Dicembre	< MDC	< MDC	< MDC	3,82E-03
Capannina n°2	Luglio	< MDC	< MDC	< MDC	4,90E-03
	Agosto	< MDC	< MDC	< MDC	5,34E-03
	Settembre	< MDC	< MDC	< MDC	4,10E-03
	Ottobre	< MDC	< MDC	< MDC	3,72E-03
	Novembre	< MDC	< MDC	< MDC	2,81E-03
	Dicembre	< MDC	< MDC	< MDC	3,78E-03
Capannina n°3	Luglio	< MDC	< MDC	< MDC	4,78E-03
	Agosto	< MDC	< MDC	< MDC	5,43E-03
	Settembre	< MDC	< MDC	< MDC	4,01E-03
	Ottobre	< MDC	< MDC	< MDC	4,17E-03
	Novembre	< MDC	< MDC	< MDC	2,87E-03
	Dicembre	< MDC	< MDC	< MDC	4,29E-03
Capannina n°4	Luglio	< MDC	< MDC	< MDC	3,17E-03
	Agosto	< MDC	< MDC	< MDC	4,46E-03
	Settembre	< MDC	< MDC	< MDC	4,49E-03
	Ottobre	< MDC	< MDC	< MDC	4,09E-03
	Novembre	< MDC	< MDC	< MDC	2,98E-03
	Dicembre	< MDC	< MDC	< MDC	3,66E-03

**Tabella 10 – Matrice “Aria”
Spettrometria γ 2°Semestre 2014**

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



Risultati beta totale – Bq/m ³				
Periodo di Prelievo	Cap.n°1	Cap.n°2	Cap.n°3	Cap.n°4
Giugno	1,24E-03	1,10E-03	1,21E-03	1,19E-03
Luglio	1,01E-03	8,95E-04	9,72E-04	9,59E-04
Agosto	9,59E-04	1,13E-03	1,10E-03	1,13E-03
Settembre	1,27E-03	1,16E-03	1,06E-03	1,60E-03
Ottobre	1,61E-03	1,18E-03	1,16E-03	1,77E-03
Novembre	1,45E-03	1,37E-03	1,44E-03	1,92E-03
Dicembre	1,26E-03	1,39E-03	9,94E-04	1,07E-03

**Tabella 11 – Matrice “Aria”
Beta Totali**



8.2 MATRICE: FALL – OUT NELL’ACQUA PIOVANA

L’acqua piovana viene prelevata su tre punti nell’area della Centrale.

Sul campione integrale mensile viene effettuata una spettrometria gamma.

Su un’aliquota del integrale mensile viene determinata l’attività beta totale e l’attività del Trizio.

I risultati radiometrici, in termini di deposizione al suolo, sono riportati nella tabella 12.

Punto Prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Precipitazioni (mm)	Risultati (Bq/ m ²)							
			β totale	⁷ Be	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁴⁰ K	³ H	
Area Centrale	Gennaio	176,00	8,34E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Febbraio	149,50	5,52E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Marzo	101,50	1,58E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Aprile	85,28	5,36E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Maggio	68,40	2,28E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Giugno	110,25	4,04E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Luglio	51,90	1,93E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	9,22E+02	< MDC	< MDC
	Agosto	18,00	1,96E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Settembre	91,00	1,46E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Ottobre	15,00	1,10E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Novembre	112,30	3,77E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	Dicembre	184,75	4,75E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC

**Tabella 12 - Matrice "Acqua": (Fall-Out)
Beta totale , Spettrometria y e Trizio**

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



8.3 SISTEMA FLUVIALE

8.3.1 Sedimenti e Acque Superficiali

I campioni vengono prelevati all'opera di presa, all'opera di scarico e al pozzo della Centrale.

All'opera di presa viene prelevato un campione settimanale di 4 litri per costituire un campione composito semestrale di 90 L. I risultati sono riportati nella tabella 13.

Al canale di scarico tramite un sistema costituito da una pompa, un temporizzatore e un serbatoio di accumulo, l'acqua viene campionata con frequenza prefissata (circa 10 minuti).

Dal serbatoio di accumulo si prelevano giornalmente 5 litri di acqua in modo da formare in un mese un campione integrale di circa 100 litri.

I circa 100 litri di acqua vengono trattati mediante passaggio su resine cationiche forti sulle quali viene effettuata la successiva spettrometria gamma.

Dal pozzo della Centrale viene prelevato semestralmente un campione rappresentativo sul quale si effettuano misure per la determinazione di gamma emettitori, determinazione dell'attività del trizio, spettrometria alfa e misura dello Sr-90. I risultati sono riportati nella tabella 13.

Semestralmente, sono prelevati 8 campioni di sedimenti e 8 di acqua di fiume, a valle dell'opera di scarico Garigliano; le zone sono nominate A, B, C, D, E, F, G, H.

Inoltre, sono prelevati 2 campioni di sedimenti e 2 campioni di acqua di fiume a monte della diga di Suio, lato Lazio (N) lato Campania (O).

Tutti i sedimenti, dopo pretrattamento, vengono analizzati mediante spettrometria gamma; inoltre, sui sedimenti N, O, C, D, F, G e H si effettua la determinazione degli alfa-totali, mentre sui sedimenti A, B ed E si effettua anche la spettroscopia alfa.

I risultati di spettrometria gamma sono riportati nelle tabelle 14 e 16 mentre i risultati dei controlli di spettroscopia alfa e di misura degli alfa totali sono riportati nella tabella 15.

La presenza del ¹³⁷Cs nei campioni prelevati a monte dell'impianto è imputabile all'incidente di Chernobyl.

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Risultati Bq/l									
		⁶⁰ Co	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs						
Opera di Presa della Centrale	1°Semestre	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC						
	2°Semestre	< MDC	4,88E-01	< MDC	< MDC						
Canale di Scarico della Centrale	Gennaio	< MDC	< MDC	7,08E-03	< MDC						
	Febbraio	< MDC	< MDC	7,94E-03	< MDC						
	Marzo	< MDC	4,03E-02	8,91E-03	< MDC						
	Aprile	< MDC	1,19E-02	4,12E-03	< MDC						
	Maggio	< MDC	< MDC	1,09E-02	< MDC						
	Giugno	< MDC	< MDC	7,75E-03	< MDC						
	Luglio	2,34E-03	4,15E-01	5,86E-02	< MDC						
	Agosto	< MDC	< MDC	1,12E-02	< MDC						
	Settembre	< MDC	3,09E-02	8,31E-03	< MDC						
	Ottobre	< MDC	< MDC	8,93E-03	< MDC						
	Novembre	< MDC	4,51E-01	2,55E-02	< MDC						
	Dicembre	< MDC	< MDC	1,49E-02	< MDC						
Punto prelievo	Periodo di prelievo	Risultati Bq/l									
		⁶⁰ Co	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	³ H	spettroscopia-α				⁹⁰ Sr
Pozzo Centrale	1°Semestre	< MDC	< MDC	< MDC	<MDC	< MDC	< MDC	< MDC	<MDC	<MDC	
	2°Semestre	< MDC	3,75E+01	< MDC	<MDC	< MDC	< MDC	< MDC	<MDC	<MDC	<MDC

**Tabella 13 - Matrice "Acqua" (Opera di Presa e Restituzione-Pozzo)
Spettrometria γ, Trizio, Spettroscopia α ed Stronzio**

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



Punto prelievo	Periodo di prelievo	Identificazione campione	Risultati Bq/kg			
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Fiume Garigliano monte Centrale sbarramento Suio	1° Semestre	N (Riva Lazio)	< MDC	< MDC	2,38E+00	5,93E+02
		O (Riva Campania)	< MDC	< MDC	3,08E+00	5,01E+02
	2° Semestre	N (Riva Lazio)	< MDC	< MDC	2,17E+00	5,16E+02
		O (Riva Campania)	< MDC	< MDC	3,26E+00	5,36E+02
Fiume Garigliano a valle della Centrale	1° Semestre	A	< MDC	< MDC	1,30E+00	5,95E+02
		B	< MDC	< MDC	1,09E+00	6,09E+02
		C	< MDC	< MDC	1,10E+00	6,11E+02
		D	< MDC	< MDC	1,29E+00	6,21E+02
		E	< MDC	< MDC	1,22E+00	6,34E+02
		F	< MDC	< MDC	1,43E+00	6,24E+00
		G	< MDC	< MDC	2,19E+00	6,90E+02
		H	< MDC	< MDC	7,07E-01	1,01E+03
	2° Semestre	A	< MDC	< MDC	4,71E-01	6,23E+02
		B	< MDC	< MDC	8,71E+00	6,36E+02
		C	< MDC	< MDC	< MDC	7,45E+02
		D	< MDC	< MDC	1,87E+00	6,31E+02
		E	< MDC	< MDC	4,43E+00	7,52E+02
		F	< MDC	< MDC	3,07E+00	6,86E+02
G		< MDC	< MDC	3,37E+00	6,44E+02	
H		< MDC	< MDC	6,32E-01	9,91E+02	

**Tabella 14 – Matrice "Sedimenti fluviali" (fiume-mare)
Spettrometria γ**

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Identificazione Campione	Risultati Bq/kg					α - totali
			spettroscopia - α					
			²³⁸ Pu	²³⁹ Pu	²⁴¹ Pu	²⁴¹ Am	²⁴⁴ Cm	
Fiume Garigliano a valle della Centrale	1° Semestre	A	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	--
		B	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	--
		C	--	--	--	--	--	4,54E+01
		D	--	--	--	--	--	3,69E+01
		E	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	--
		F	--	--	--	--	--	2,82E+01
		G	--	--	--	--	--	3,34E+01
		H	--	--	--	--	--	1,96E+01
Fiume Garigliano a valle della Centrale	2° Semestre	A	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	--
		B	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	--
		C	--	--	--	--	--	2,58E+01
		D	--	--	--	--	--	2,69E+01
		E	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	--
		F	--	--	--	--	--	2,50E+01
		G	--	--	--	--	--	2,08E+01
		H	--	--	--	--	--	1,89E+01
Fiume Garigliano monte Centrale sbarramento Suio	1° Semestre	N (Riva Lazio)	--	--	--	--	--	4,37E+01
		O (Riva Campania)	--	--	--	--	--	4,06E+01
	2° Semestre	N (Riva Lazio)	--	--	--	--	--	3,24E+01
		O (Riva Campania)	--	--	--	--	--	3,69E+01

**Tabella 15 – Matrice "Sedimenti fluviali " (fiume-mare)
Spettroscopia α ed α totali**

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Identificazione campione	Risultati Bq/l			
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Fiume Garigliano a valle della Centrale	1° Semestre	A	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		B	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		C	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		D	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		E	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		F	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		G	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		H	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
Fiume Garigliano a valle della Centrale	2° Semestre	A	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		B	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		C	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		D	< MDC	< MDC	< MDC	2,51E+02
		E	< MDC	< MDC	< MDC	4,33E+02
		F	< MDC	< MDC	< MDC	2,56E+02
		G	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		H	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
Fiume Garigliano monte Centrale sbarramento Suio	1° Semestre	N (Riva Lazio)	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		O (Riva Campania)	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	2° Semestre	N (Riva Lazio)	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		O (Riva Campania)	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC

**Tabella 16 - Matrice " Acqua di fiume"
Spettrometria γ**

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



8.3.2 Pesce di fiume

Il pescato, prelevato nel tratto di fiume a valle dell'Impianto, viene analizzato con frequenza semestrale.

La parte edule dei campioni viene incenerita e successivamente sottoposta a spettrometria gamma.

I risultati dei controlli eseguiti sono riportati nella tabella 17.

Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Risultati Bq/kg			
		⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Fiume Garigliano	1° Semestre	< MDC	< MDC	8,81E-02	1,15E+02
Fiume Garigliano	2° Semestre	< MDC	< MDC	9,15E-02	1,28E+02

**Tabella 17 - Matrice "Pesce" (fiume)
Spettrometria γ**

8.4 MATRICE: SUOLO E SOTTOSUOLO

8.4.1 Terreno ed Erba

Semestralmente sono prelevati 6 campioni di terreno e 6 campioni di erba nella direzione del vento (Nord-Est/Sud-Ovest) a diverse distanze della centrale (500m, 2000m, 5000m); su tutti i campioni viene effettuata la misura di spettrometria gamma.

I risultati dei controlli eseguiti sui suddetti campioni sono riportati, rispettivamente, nelle tabelle 18 e 19.

Periodo di prelievo	Zona di prelievo	Punto di prelievo	Distanza dalla Centrale	Risultati Bq/Kg			
				⁶⁰ Co	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
1° semestre	Settore Nord-Est	N 41° 15' 47,95" E 13° 50' 7,91"	500 m	< MDC	1,06E+03	5,39E+00	< MDC
		N 41° 16' 15,32" E 13° 51' 4,30"	2000 m	< MDC	1,23E+03	1,13E+01	< MDC
		N 41° 17' 19,60" E 13° 52' 45,78"	5000 m	< MDC	1,49E+03	1,37E+01	< MDC
	Settore Sud-Ovest	N 41° 15' 17,82" E 13° 49' 46,45"	500 m	< MDC	1,13E+03	2,10E+00	< MDC
		N 41° 14' 33,89" E 13° 49' 11,10"	2000 m	< MDC	9,81E+02	1,38E+01	< MDC
		N 41° 14' 9,30" E 13° 47' 8,49"	5000 m	< MDC	8,06E+02	7,86E+00	< MDC
2° semestre	Settore Nord-Est	N 41° 15' 47,95" E 13° 50' 7,91"	500 m	< MDC	6,40E+02	4,37E+00	< MDC
		N 41° 16' 15,32" E 13° 51' 4,30"	2000 m	< MDC	1,42E+03	4,06E+00	< MDC
		N 41° 17' 19,60" E 13° 52' 45,78"	5000 m	< MDC	3,45E+02	4,11E+00	< MDC
	Settore Sud-Ovest	N 41° 15' 17,82" E 13° 49' 46,45"	500 m	< MDC	7,50E+02	1,47E+01	< MDC
		N 41° 14' 33,89" E 13° 49' 11,10"	2000 m	< MDC	7,12E+02	9,76E+00	< MDC
		N 41° 14' 9,30" E 13° 47' 8,49"	5000 m	< MDC	1,19E+03	3,14E+00	< MDC

**Tabella 18 - Matrice "Terreno"
Spettrometria γ**

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

**ELABORATO
GR RS 00963**

**REVISIONE
00**



Periodo di prelievo	Zona di prelievo	Punto di prelievo	Distanza dalla Centrale	Risultati Bq/Kg			
				⁶⁰ Co	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
1° semestre	Settore Nord-Est	N 41° 15' 47,95" E 13° 50' 7,91"	500 m	< MDC	2,63E+02	< MDC	< MDC
		N 41° 16' 15,32" E 13° 51' 4,30"	2000 m	< MDC	2,24E+02	< MDC	< MDC
		N 41° 17' 19,60" E 13° 52' 45,78"	5000 m	< MDC	3,54E+02	< MDC	< MDC
	Settore Sud-Ovest	N 41° 15' 17,82" E 13° 49' 46,45"	500 m	< MDC	3,15E+02	< MDC	< MDC
		N 41° 14' 33,89" E 13° 49' 11,10"	2000 m	< MDC	3,37E+02	< MDC	< MDC
		N 41° 14' 9,30" E 13° 47' 8,49"	5000 m	< MDC	2,69E+02	< MDC	< MDC
2° semestre	Settore Nord-Est	N 41° 15' 47,95" E 13° 50' 7,91"	500 m	< MDC	6,82E+02	< MDC	< MDC
		N 41° 16' 15,32" E 13° 51' 4,30"	2000 m	< MDC	4,02E+01	< MDC	< MDC
		N 41° 17' 19,60" E 13° 52' 45,78"	5000 m	< MDC	7,71E+02	< MDC	< MDC
	Settore Sud-Ovest	N 41° 15' 17,82" E 13° 49' 46,45"	500 m	< MDC	7,27E+02	< MDC	< MDC
		N 41° 14' 33,89" E 13° 49' 11,10"	2000 m	< MDC	2,59E+02	< MDC	< MDC
		N 41° 14' 9,30" E 13° 47' 8,49"	5000 m	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC

**Tabella 19 - Matrice "Erba"
Spettrometria γ**

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



8.4.2 **MATRICE: Acqua di Falda**

I campioni vengono prelevati in 15 pozzi piezometrici situati attorno all'impianto mediante campionamento statico.

Semestralmente viene effettuata un'analisi di spettrometria gamma e determinazione dell'attività del trizio in ciascuno dei 15 piezometri.

Sui piezometri P1, P3, P4, P5, P7 viene effettuata la spettroscopia alfa e la determinazione dello Sr-90.

Sui piezometri P2, P6, P8, P9, P12, P13, P14, P16B, P17, P18 viene effettuata la determinazione degli alfa-totali.

I risultati dei controlli eseguiti sui suddetti campioni sono riportati nelle tabelle 20 e 21.

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



N° del pozzetto	Risultati Bq/l									
	⁶⁰ Co		⁴⁰ K		¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs		³ H	
	1°sem	2°sem	1°sem	2°sem	1°sem	2°sem	1°sem	2°sem	1°sem	2°sem
1	< MDC	< MDC	< MDC	3,71E+01	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
2	< MDC	< MDC	2,24E+00	3,53E+01	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
3	< MDC	< MDC	< MDC	6,34E+01	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
4	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
5	< MDC	< MDC	< MDC	6,42E+01	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
6	< MDC	< MDC	< MDC	3,29E+01	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
7	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
8	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
9	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	1,78E+00	6,69E+00	< MDC	< MDC	2,78E+01	1,14E+01
12	< MDC	< MDC	< MDC	5,01E+00	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
13	< MDC	< MDC	< MDC	3,79E+01	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
14	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
16 B	< MDC	< MDC	< MDC	6,60E+01	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
17	< MDC	< MDC	< MDC	3,67E+01	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
18	< MDC	< MDC	< MDC	3,73E+01	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC

**Tabella 20 - Matrice "Acqua" (Pozzetti Piezometrici)
Spettrometria γ e Trizio**

RAPPORTO

Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale
Rapporto Informativo anno 2014

ELABORATO
GR RS 00963

REVISIONE
00



Periodo di Prelievo	N° pozzetto	Risultati (Bq/l)						
		Spettroscopia - α					^{90}Sr	α totali
		^{241}Pu	^{238}Pu	^{239}Pu	^{241}Am	^{244}Cm		
1° Semestre	1	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	2	-	-	-	-	-	-	< MDC
	3	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	4	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	5	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	6	-	-	-	-	-	-	< MDC
	7	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	8	-	-	-	-	-	-	8,63E-02
	9	-	-	-	-	-	-	< MDC
	12	-	-	-	-	-	-	< MDC
	13	-	-	-	-	-	-	< MDC
	14	-	-	-	-	-	-	2,65E-01
	16 B	-	-	-	-	-	-	< MDC
	17	-	-	-	-	-	-	2,12E-01
18	-	-	-	-	-	-	< MDC	
2° Semestre	1	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	2	-	-	-	-	-	-	5,34E-02
	3	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	4	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	5	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	6	-	-	-	-	-	-	< MDC
	7	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	-
	8	-	-	-	-	-	-	8,00E-02
	9	-	-	-	-	-	-	< MDC
	12	-	-	-	-	-	-	7,06E-02
	13	-	-	-	-	-	-	< MDC
	14	-	-	-	-	-	-	9,70E-02
	16 B	-	-	-	-	-	-	< MDC
	17	-	-	-	-	-	-	6,10E-02
18	-	-	-	-	-	-	< MDC	

**Tabella 21 - Matrice "Acqua" Pozzetti Piezometrici
Spettroscopia α , Stronzio e α totali**

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



8.5 SISTEMA ANTROPICO COMPARTO AGRO-ZOOTECNICO

8.5.1 Vegetali irrigati e Frutta

Semestralmente sono prelevati almeno 5 campioni di frutta e/o vegetali nell'area circostante alla Centrale ad una distanza di 2000 m e dopo pretrattamento sono sottoposti a spettrometria gamma.

I risultati dei controlli eseguiti sono riportati nella tabella 22.

Punto di prelievo	Periodo di prelievo	Tipo di campione	Risultati Bq/kg			
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Zone limitrofe la Centrale	1° Semestre (Giugno)	Fave	< MDC	< MDC	< MDC	9,67E+01
		Cipolle	< MDC	< MDC	< MDC	5,37E+01
		Insalata	< MDC	< MDC	< MDC	9,70E+01
		Zucchine	< MDC	< MDC	< MDC	1,63E+02
		Limoni	< MDC	< MDC	< MDC	5,78E+01
	2° Semestre (Dicembre)	Verza	< MDC	< MDC	< MDC	1,21E+02
		Spinaci	< MDC	< MDC	< MDC	3,84E+02
		Finocchi	< MDC	< MDC	< MDC	2,10E+02
		Mele	< MDC	< MDC	< MDC	3,95E+01
		Arance	< MDC	< MDC	< MDC	7,91E+01

**Tabella 22 - Matrice "Frutta e Verdura"
Spettrometria γ**

8.5.2 Carne Bovina e Latte

Semestralmente sono reperiti in masserie ubicate nell' area circostante la Centrale:

- N°1 campione di carne bovina
- N°1 campione di latte di mucca
- N°1 campione di latte di bufala
- N°1 campione di mozzarella

Su tutti i campioni viene effettuata la spettrometria gamma; sui campioni di latte viene effettuata la determinazione di Sr-90 e beta-totale.

I risultati dei controlli eseguiti sui suddetti campioni sono riportati nella tabella 23.

Punto di prelievo	Periodo di prelievo	Tipo di campione	Risultati (Bq/kg)					
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr	β- tot
Località Torre Fienile	1° Semestre	Latte mucca (Bq/l)	< MDC	< MDC	< MDC	5,48E+01	5,86E-01	5,52E+01
		Latte bufala (Bq/l)	< MDC	< MDC	< MDC	4,50E+01	3,21E-01	2,69E+01
	2° Semestre	Latte mucca (Bq/l)	< MDC	< MDC	< MDC	1,41E+02	< MDC	5,37E+01
		Latte bufala (Bq/l)	< MDC	< MDC	< MDC	4,71E+01	< MDC	5,26E+01
Rivenditore Locale	1° Semestre	Mozzarella (Bq/kg)	< MDC	< MDC	< MDC	6,44E+00		
	2° Semestre		< MDC	< MDC	< MDC	1,10E+02		
Presso Macelleria Locale	1° Semestre	Carne bovina (Bq/kg)	< MDC	< MDC	< MDC	1,26E+02		
	2° Semestre		< MDC	< MDC	< MDC	6,68E+01		

Tabella 23 - Matrice " Mozzarella - Latte mucca e bufala - Carne "
Spettrometria γ, Stronzio e β totali

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



8.6 SISTEMA DI TRANSIZIONE: FIUME GARIGLIANO/MARE

8.6.1 Sabbia ed Acqua di Mare

Semestralmente sono prelevati 4 campioni di sabbia di mare in prossimità della foce del Garigliano, (2 lato Lazio e 2 lato Campania). Le zone di prelievo sono denominate L, M, P, Q.

Semestralmente, sono prelevati anche 2 campioni di acqua di mare. Le zone di prelievo sono denominate L e M.

I campioni sono sottoposti alla spettrometria gamma.

I risultati dei controlli eseguiti sui suddetti campioni sono riportati nella tabella 24 e 25.

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Identificazione campione	Risultati (Bq/kg)			
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Sabbia Mare Tirreno prossimità foce del fiume Garigliano	1° Semestre (Giugno)	L Foce Fiume Lato Lazio	< MDC	< MDC	4,72E-01	8,30E+02
		Q 1km dalla Foce Lato Lazio	< MDC	< MDC	7,84E-01	1,21E+03
		M Foce Fiume Lato Campania	< MDC	< MDC	9,01E-01	1,19E+03
		P 1km dalla Foce Lato Campania	< MDC	< MDC	9,89E-01	6,08E+02
	2° Semestre (Dicembre)	L Foce Fiume Lato Lazio	< MDC	< MDC	9,02E-01	1,44E+03
		Q 1km dalla Foce Lato Lazio	< MDC	< MDC	5,83E-01	9,26E+02
		M Foce Fiume Lato Campania	< MDC	< MDC	5,35E-01	3,92E+02
		P 1km dalla Foce Lato Campania	< MDC	< MDC	2,12E-01	1,58E+02

Tabella 24 - Matrice " Sabbia di mare "
Spettrometria γ

Punto di prelievo	Periodo di prelievo	Tipo di campione	Risultati (Bq/l)			
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Acqua Mare Tirreno	1° Semestre (Giugno)	L	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		M	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
	2° Semestre (Dicembre)	L	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC
		M	< MDC	< MDC	< MDC	2,21E+01

Tabella 25 - Matrice " Acqua di mare "
Spettrometria γ

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



8.6.2 Pesce di Mare e Mitili

Il pescato, prelevato nel golfo di Gaeta, viene analizzato con frequenza semestrale.

La parte edule dei campioni viene incenerita e successivamente sottoposta a spettrometria gamma.

I risultati dei controlli eseguiti sui suddetti campioni sono riportati nella tabella 26 e 27.

Punto prelievo	Periodo di prelievo	Identificazione campione	Risultati Bq/kg			
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Golfo di Gaeta	1° Semestre	Pesce	< MDC	< MDC	7,54E-02	1,15E+02
	2° Semestre	Pesce	< MDC	< MDC	< MDC	9,35E+01

**Tabella 26 - Matrice "Pesce" (Mare)
Spettrometria γ**

Punto prelievo1	Periodo di prelievo	Identificazione campione	Risultati Bq/kg			
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Golfo di Gaeta	1° Semestre	Mitili	< MDC	< MDC	< MDC	2,16E+01
	2° Semestre	Mitili	< MDC	< MDC	< MDC	1,25E+02

**Tabella 27 - Matrice "Mitili" (Mare)
Spettrometria γ**

RAPPORTO Programma di Sorveglianza della Radioattività Ambientale Rapporto Informativo anno 2014	ELABORATO GR RS 00963 REVISIONE 00
---	---



9 CONCLUSIONI

La Centrale del Garigliano nell'anno 2014 ha rilasciato:

- 2,40E+05 KBq in liquidi radioattivi, equivalente a circa lo 0,33% del limite di rilascio permesso nell'anno dalle formule di scarico;
- 6,12E+05 KBq in effluenti aeriformi, equivalente a circa lo 0,0932% del limite di rilascio permesso nell'anno dalle formule di scarico.

I valori della Minima Attività Rilevabile relativi all'analisi degli effluenti liquidi e aeriformi sono riportati, rispettivamente, nelle tabelle 3 e 4.

Le dosi, ai gruppi critici della popolazione, conseguenti agli esigui rilasci effettuati risultano, pertanto, del tutto trascurabili o nulle poiché comprese nell'oscillazione statistica del fondo naturale e ambientale dell'area.

I risultati delle analisi effettuate sui vari campioni ambientali hanno confermato che l'impatto della Centrale sull'ambiente esterno è stato del tutto trascurabile o nullo.