

<i>Elaborato</i>	<i>Tipo / S tipo</i>	<i>Sistema / Edificio / Argomento</i>	<i>Rev. 01</i>	
GR RS 00520 ETQ-00018861	RG - Rapporti (generale)	RS* - Radioprotezione e sicurezza	Data 04/07/2012	
Centrale \ Impianto:	GR - Sito di Garigliano			
Titolo Elaborato:	Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011			
Revisione 01 per aggiornamento format Sogin				
Autorizzato				
DCS/GAR Laudante L.	DCS/GAR Pisciotta F. DCS/GAR Licusati C.	DCS/GAR Rivieccio A.	DCS/GAR Esposito A.	DCS/GAR Iorio M.
Incaricato	Collaborazioni	Verifica	Approvazione / Benestare	Autorizzazione all'uso
PROPRIETA'	DATA SCADENZA		LIVELLO DI CLASSIFCAZIONE	
Iorio M.			Aziendale	

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



INDICE

1. PREMESSA E SCOPO.....	4
2. DOCUMENTO DI RIFERIMENTO	4
3. CONDIZIONI ATTUALI DELL'IMPIANTO.....	5
4. LIMITI DI RILASCIO	5
5. RILASCI EFFETTUATI NELL'ANNO 2011	6
6. STIME DI DOSE ALLA POPOLAZIONE	6
6.1 Premessa.....	6
6.2 Dose da effluenti liquidi	7
6.3 Dose da effluenti aeriformi.....	7
7. RETE DI SORVEGLIANZA AMBIENTALE.....	7
7.1 ARIA.....	8
7.2 DEPOSIZIONI UMIDE E SECHE (FALL-OUT).....	8
7.3 ACQUA DI SUPERFICIE E POZZO CENTRALE	9
7.4 ACQUE DI FALDA	9
7.5 SEDIMENTI FLUVIALI E SABBIA DI MARE	10
7.6 PESCI DI FIUME	10
8. conclusioni	10

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



TABELLE

TABELLA 1 - RILASCI LIQUIDI.....	11
TABELLA 2 - RILASCI AERIFORMI	12
TABELLA 3 - RETE CONTROLLI AMBIENTALI	13
TABELLA 4 - MATRICE "ARIA"	14
TABELLA 5 - MATRICE "ACQUA" (FALL-OUT)	15
TABELLA 6 - MATRICE "ACQUA" (OPERA DI PRESA E RESTITUZIONE -POZZO)	16
TABELLA 7 - MATRICE "ACQUA" (POZZETTI TRINCEE).....	17
TABELLA 8 - MATRICE "ACQUA" (FALDE)	18
TABELLA 9 - MATRICE"SEDIMENTI E SABBIA" (FIUME-MARE)	19
TABELLA 10 - MATRICE "PESCE" (FIUME).....	20
TABELLA 11 - SCHEDA STORICA RETE DI SORVEGLIANZA	21
TABELLA 12 - LIMITI DI SENSIBILITÀ.....	22

FIGURE

FIGURA 1 – PUNTI DI PRELIEVO “SABBIA;SEDIMENTI”	23
FIGURA 2 – PUNTI DI PRELIEVO “POZZI PIEZOMETRICI;POZZETTI TRINCEE;ACQUA DI SUPERFICIE;FALL-OUT “	24

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



1. PREMESSA E SCOPO

La Centrale Nucleare del Garigliano del tipo BWR da 160 MWe è stata fermata nell'agosto 1978 per un'avaria ad un generatore di vapore secondario e l'ENEL nell'aprile 1982 ha deciso per la definitiva disattivazione dell'Impianto.

Per le informazioni relative alla distribuzione della popolazione, utilizzazione del territorio, attività prevalenti, ricettività ambientale del sito sul quale insiste si rimanda a quanto riportato nei documenti di riferimento [1] e [2].

Lo scopo del presente Rapporto è fornire ad ISPRA i dati relativi alla rete di monitoraggio ambientale della Centrale del Garigliano ed ai rilasci liquidi ed aeriformi effettuati nell'ambiente nell'anno 2011.

2. DOCUMENTO DI RIFERIMENTO

[1] Rapporto annuale 1985 sulla radioattività ambientale in Italia "Vol. II Reti Locali DISP/ARA 1/89, Documento di riferimento"

[2] Attività svolte dal dipartimento di scienze ambientali nell'ambito della convenzione DSA-Sogin stipulata il 12/06/2001.

[3] GR GA 0001 "Modelli di calcolo Ambientale"

[4] GA IR 0023 "Descrizione dei modelli di valutazione del software GENII 2.0"

[5] GA IR 0028 "Introduzione all'uso di FRAMES (Framework for Risk Analysis in Multimedia Environmental System); UN CASO STUDIO"

[6] Documento ENEL-GAR-DEC-06-FS-83 rev. 3 "Proposta di modifica della rete di sorveglianza ambientale della Centrale del Garigliano" del dicembre 1995

[7] Lettera APAT protocollo n. 12999 del 31/10/1996 (approvazione ed integrazione rete ambientale)

[8] Lettera APAT protocollo 6812 del 22-03-2001 (prot. Sogin 27-03-01 n. 85) (integrazione rete ambientale);

[9] Comunicazione interna 10747 del 23/03/2011 (Monitoraggio ambientale del Trizio);

[10] Comunicazione interna 4653 del 30/01/2011 (Rete Sorveglianza ambientale della centrale del Garigliano);

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



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" che prevede la disattivazione immediata.

Sogin, in accordo al documento succitato, ha elaborato un nuovo programma d'attività secondo la nuova strategia di decommissioning, passando dalla disattivazione differita (custodia protettiva passiva da mantenere per 50 anni e successivo smantellamento delle strutture con rilascio finale del sito senza vincoli di natura radiologica) alla disattivazione in un'unica fase, in cui eliminando il periodo di custodia protettiva passiva, si perviene al rilascio incondizionato del sito entro l'anno 2020.

4. LIMITI DI RILASCIO

I rilasci della Centrale del Garigliano sono effettuati nel rispetto delle formule di scarico contenute nelle Prescrizioni Tecniche notificate all'ENEL in data 30 settembre 1985 e di seguito descritte:

Effluenti liquidi

$$\frac{{}^3H}{{}^{90}Sr} + \frac{{}^{137}Cs + {}^{134}Cs + {}^{60}Co}{10} + (\beta, \gamma) \text{ emettitori} + \alpha \text{ emettitori}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \leq 1 \text{ per un periodo di un anno consecutivo} \\ \leq 0.5 \text{ per un periodo di 13 settimane consecutive} \\ \leq 0.1 \text{ per un periodo di 24 ore consecutive} \end{array} \right.$$

dove:

3H , ${}^{137}Cs$, ${}^{134}Cs$, ${}^{60}Co$, ${}^{90}Sr$ e α emettitori rappresentano le attività in Ci di ciascun radionuclide di fatto rilasciato; i β - γ emettitori sono espressi in termini di ${}^{59}Fe$ equivalente.

Effluenti aeriformi

$$\frac{{}^3H}{{}^{90}Sr} + \frac{\alpha \text{ emettitori}}{10^{-3}} + (\beta, \gamma) \text{ emettitori}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \leq 0.1 \text{ in un periodo di un anno} \\ \leq 0.05 \text{ in un periodo di 13 settimane consecutive} \end{array} \right.$$

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



dove:

^3H , ^{90}Sr , α -emettitori e (β,γ) emettitori rappresentano le attività in Ci di ciascun radionuclide di fatto rilasciato.

L'analisi degli effluenti liquidi e aeriformi ha mostrato che i principali radionuclidi rilasciati sono ^{60}Co , ^{137}Cs , ^3H e ^{90}Sr .

5. RILASCI EFFETTUATI NELL'ANNO 2011

Le quantità di radioattività rilasciate sotto forma d'effluenti liquidi e gassosi sono riportate nelle tabb. 1 e 2.

Le quantità rilasciate impegnano circa lo 0,0588% del limite di rilascio annuale autorizzato per gli effluenti liquidi mentre per gli effluenti aeriformi l'impegno annuale è risultato pari a ~ 0,115 %.

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 [2].

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 marino¹,
- il gruppo di riferimento “contadini (con orto (n°744) ” via critica “prodotti vegetali e carne”,
- il gruppo di riferimento “popolazione locale (n° 3507)” via critica “prodotti vegetali e carne”.

¹ La concentrazione di radioattività dell'acqua alla foce viene posta cautelativamente pari alla concentrazione nel fiume dopo la diluizione del canale di scarico, e quindi senza tener conto della diluizione del corpo ricevente. La rete ambientale in vigore prende in considerazione misure su pesci di fiume, misure più conservative rispetto a quelle che si otterrebbero su pesce alla foce.

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



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 2011 (vedi tab. 1).

Le dosi annue ai gruppi critici della popolazione sono riportate nella tabella sottostante.

Codice Frames			
Gruppo	Numero persone	Corpo intero μSv	Via critica
Pescatori alla foce	15	0,15	Pesce marino
Contadini con orto	744	0,11	Prodotti vegetali/Carne
Popolazione locale	3507	0,009	Prodotti vegetali/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 2011 (vedi tab.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 inferiori ad 1 μSv .

7. RETE DI SORVEGLIANZA AMBIENTALE

La rete di sorveglianza ambientale, in vigore dal 1 Gennaio 1997, autorizzata con lettera APAT del 31/10/96 prot.n°12999 [7] [8], è riportata in tab. 3.

Le matrici esaminate sono le seguenti:

- ❖ Aria
- ❖ Deposizioni umide e secche (Fall-out)
- ❖ Acque di superficie

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



- ❖ Acqua di falda
- ❖ Sedimenti fluviali e sabbia di mare
- ❖ Pesci di fiume
- ❖ I risultati delle misure radiometriche, sulle matrici esaminate, sono riportati nelle relative tabelle.

Sono indicati solo i risultati delle misure in cui i radionuclidi artificiali sono presenti in quantità superiori ai livelli minimi rilevabili.

7.1 ARIA

Il particolato in aria è prelevato mediante aspirazione in continuo su filtri di carta ($\varnothing 5,5\text{cm}$), con frequenza bisettimanale.

La radioattività particellare β è misurata mediante conteggio, a 5 giorni dal prelievo del filtro di carta, con contatore β a flusso di gas a basso fondo.

L'attività particellare gamma a vita lunga, viene determinata mediante spettrometria gamma con rivelatore al Ge.

A fine mese viene effettuata sull'insieme dei filtri di carta raccolti una spettrometria gamma totale.

Nella tabella 4 sono riportati i risultati relativi al controllo dell'aria eseguito nel punto di raccolta, situato a circa un chilometro dalla Centrale.

Come si rileva le concentrazioni dei radionuclidi artificiali sono tutte inferiori al limite di sensibilità strumentale (vedi Tabella 12).

7.2 DEPOSIZIONI UMIDE E SECCHE (FALL-OUT)

Le deposizioni vengono raccolte da un sistema pluviometrico installato nell'area della Centrale.

Il raccolto mensile viene trattato mediante passaggio su resine cationiche forti sulle quali viene effettuata la successiva spettrometria gamma.

Un'aliquota del campione mensile non trattato viene essiccato e successivamente determinata l'attività beta totale.

Inoltre, ad integrazione della Rete di Sorveglianza ambientale, viene determinata l'attività del Trizio, su un'aliquota del campione mensile.

Nella tabella 5 sono riportati i risultati radiometrici dai quali non si evidenzia alcun contributo derivante dagli effluenti della Centrale.

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



7.3 ACQUA DI SUPERFICIE E POZZO CENTRALE

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.

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, dopodiché il serbatoio viene drenato e lavato dal fango depositatosi.

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 di 90 litri d'acqua e dopo passaggio su resine cationiche viene effettuata una misura di spettrometria gamma.

Annualmente, viene determinata sull'acqua di pozzo, mediante scintillazione liquida, l'attività beta dovuta al tritio.

Nella tabella 6 sono riportati i risultati dei controlli dei campioni di acqua, si nota solo la presenza di ¹³⁷Cs in quantità del tutto trascurabile nelle acque del canale di restituzione.

7.4 ACQUE DI FALDA

I campioni vengono prelevati in nove pozzi piezometrici situati attorno all'impianto e nei due pozzetti di drenaggio situati in prossimità delle trincee (vedi Figura 6).

Semestralmente viene effettuata un'analisi di spettrometria gamma diretta al Hp-Ge su campioni di 2 litri, prelevati in ciascuno dei nove piezometri situati attorno all'impianto e mediante scintillazione liquida l'attività dovuta al tritio.

Nei due pozzetti di drenaggio, in prossimità delle trincee, viene prelevato, trimestralmente, un campione mediante boccia zavorrata.

Ai due campioni viene determinata, con rivelatori al Hp-Ge, l'attività gamma mediante spettrometria e attività beta mediante scintillazione liquida (determinazione del trizio).

I risultati dei controlli eseguiti sui suddetti campioni sono riportati nelle tabb. 7 e 8.

La contaminazione nell'acqua del pozzo piezometrico n° 9 (vedi ubicazione Figura 6) è misurabile, poiché leggermente superiore alla minima attività rilevabile dalla strumentazione, ma di entità del tutto trascurabile.

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



7.5 SEDIMENTI FLUVIALI E SABBIA DI MARE

I sedimenti sono prelevati (vedi Figura 5) con frequenza semestrale mediante una draga a mano.

I campioni vengono essiccati in forno a 110° C, omogeneizzati e sottoposti a spettrometria gamma.

Nella tabella 9 sono riportati i risultati dei controlli dei sedimenti prelevati nel fiume (a valle e a monte dell'impianto) e nel mare (in prossimità della foce del Garigliano).

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

7.6 PESCI 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 con rivelatori al Hp-Ge.

I risultati delle misure sono riportati in tabella 10, come si rileva le concentrazioni dei radionuclidi artificiali sono risultate nulle.

8. CONCLUSIONI

La Centrale del Garigliano nel 2011 ha rilasciato:

1. attraverso gli effluenti liquidi 0,19 GBq, equivalente a circa lo 0,0588 % del limite di rilascio permesso dalle formule di scarico.
2. Attraverso gli effluenti aeriformi (tritio e particolati) 0,24 GBq , pari a circa lo 0,115 % del limite permesso dalle formule di scarico.

Le dosi, ai gruppi critici della popolazione, conseguenti agli esigui rilasci effettuati, risultano pertanto del tutto trascurabili o nulle in quanto comprese nell'oscillazione statistica del fondo naturale ed 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.

RAPPORTO

Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011

**ELABORATO
GR RS 00520**

**REVISIONE
01**



RILASCI LIQUIDI EFFETTUATI NEL 2011 - ATTIVITA' SCARICATA IN KBq								Totali KBq	Impegno formula di scarico %	Portata media fiume Garigliano m ³ /sec
Mese	Volumi m ³	³ H	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	⁹⁰ Sr	Alfa			
Gennaio	11,78	9,44E+02	4,45E+03	3,09E+04	4,74E+01	4,55E+02	8,25E+01	3,69E+04	0,0112	45.25
Febbraio	==	==	==	==	==	==	==	==	==	50.66
Marzo	==	==	==	==	==	==	==	==	==	65.64
Aprile	24,8	1,63E+03	3,01E+03	3,89E+04	1,60E+02	9,21E+02	4,07E+00	4,46 E+04	0,0144	73.43
Maggio	==	==	==	==	==	==	==	==	==	63.12
Giugno	==	==	==	==	==	==	==	==	==	69.67
Luglio	==	==	==	==	==	==	==	==	==	64.03
Agosto	==	==	==	==	==	==	==	==	==	51.73
Settembre	==	==	==	==	==	==	==	==	==	50.46
Ottobre	20	5,14E+02	5,73E+02	4,52E+04	3,44E+01	5,78E+02	2,22E+00	4,69 E+04	0,0144	58.34
Novembre	30,3	1,81E+03	2,61E+03	5,68E+04	8,07E+01	7,15E+02	1,11E+00	6,20 E+04	0,0189	48.86
Dicembre	==	==	==	==	==	==	==	==	==	46.45
TOTALI	86.88	4,89E+03	1,06E+04	1,72E+05	3,22E+02	2,67E+03	8,99E+01	1,90 E+05	0,0588	
Composizione %		27,44%	3,05%	68,08%	0,17%	0,93%	0,34%			

Tabella 1 - Rilasci liquidi

RAPPORTO

Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011

**ELABORATO
GR RS 00520**

**REVISIONE
01**



RILASCI AERIFORMI EFFETTUATI NEL 2011 - ATTIVITA' SCARICATA IN KBq								Impegno formula di scarico %
Mese	³ H	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	⁹⁰ Sr	α totali	Totalei KBq	
Gennaio	3,44E+04	1,83 E-01	4,22E-01	1,88E-01	1,65E-03	2,21E-01	3,44E+04	0,015
Febbraio	3,21E+04	2,02E-01	6,35E-01	1,32E-01	9,83E-04	6,95E-02	3,21E+04	0,011
Marzo	4,01E+04	8,59E-01	8,99E-01	2,63E-01	1,11E-03	1,25E-01	4,01E+04	0,014
Aprile	1,93E+03	1,70E-01	1,91E+00	2,13E-01	1,00E-03	8,77E-02	1,93E+03	0,003
Maggio	1,93E+03	4,14E-01	5,46E+00	1,97E-01	1,04E-03	1,21E-01	1,94E+03	0,004
Giugno	2,41E+03	5,15E-01	7,19E+00	1,58E-01	1,36E-03	2,47E-01	2,42E+03	0,007
Luglio	3,43E+03	2,30E-01	4,82E+00	1,08E-01	1,40E-03	8,62E-02	3,44E+03	0,003
Agosto	3,43E+03	3,73E-01	3,73E+00	1,20E-01	1,47E-03	1,29E-01	3,43E+03	0,005
Settembre	4,29E+03	1,65E-01	2,24E+00	1,55E-01	1,16E-03	2,61E-01	4,29E+03	0,008
Ottobre	3,48E+04	1,85E-01	8,46E-01	1,64E-01	9,03E-04	9,21E-02	3,48E+04	0,012
Novembre	3,48E+04	1,36E-01	1,14E-01	1,42E-01	1,14E-03	7,21E-02	3,48E+04	0,011
Dicembre	4,35E+04	1,48E-01	1,45E-01	2,21E-01	7,28E-04	3,40E-01	4,35E+04	0,021
TOTALI	2,37E+05	3,58E+00	2,84E+01	2,06E+00	1,40E-02	1,84E+00	2,37E+05	0,115
Composizione %	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			

Tabella 2 - Rilasci aeriformi

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



RETE SORVEGLIANZA AMBIENTALE

MATRICE	ARIA	ACQUA DI SUPERFICIE	PESCE DI FIUME	SABBIA	SEDIMENTI	ACQUA DI FALDA	FALL- OUT
N° prelievi	1	3	1	2	10	9	1
Frequenza prelievo	Continua	Continua Settimanale Semestrale	Semestra le	Annuale	Semestrale	Semestrale Trimestrale	Mensile
Frequenza misura	Settimanale Mensile	Mensile Semestrale Semestrale	Semestra le	Annuale	Semestrale	Semestrale Trimestrale	Mensile
Tipo di misura	Beta totale + Spettr. γ	Spettr. γ + ^3H (a)	Spettr. γ	Spettr. γ	Spettr. γ	Spettr. γ + ^3H	Beta totale + Spettr. γ

NOTE: (a) Determinazione annuale del ^3H sul campione pozzo Centrale

Tabella 3 - Rete controlli ambientali

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



SORVEGLIANZA AMBIENTALE – MATRICE: **ARIA**

Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Risultati – Bq/m ³				
		β totale medio	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁷ Be
Capannina bivio centrale	Gennaio	4,30 E-04	< MDC	< MDC	2,65 E-04	1,72 E-03
	Febbraio	3,96 E-04	< MDC	< MDC	< MDC	1,82 E-03
	Marzo	3,81 E-04	< MDC	< MDC	< MDC	1,65 E-03
	Aprile	5,41 E-04	< MDC	< MDC	< MDC	2,56 E-03
	Maggio	4,83 E-04	< MDC	< MDC	< MDC	3,46 E-03
	Giugno	5,52 E-04	< MDC	< MDC	< MDC	3,16 E-03
	Luglio	2,21 E-04	< MDC	< MDC	< MDC	2,98 E-03
	Agosto	8,65 E-04	< MDC	< MDC	< MDC	3,68 E-03
	Settembre	7,37 E-04	< MDC	< MDC	< MDC	2,93 E-03
	Ottobre	5,20 E-04	< MDC	< MDC	< MDC	2,23 E-03
	Novembre	6,01E-04	< MDC	6,59 E-03	9,65 E-03	< MDC
	Dicembre	3,25 E-04	< MDC	1,55 E-05	< MDC	1,37 E-03

Tabella 4 - Matrice "Aria"

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



SORVEGLIANZA AMBIENTALE – MATRICE: FALL – OUT NELL’ACQUA PIOVANA
(in termini di deposizione al suolo)

Punto Prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Precipitazioni (mm)	Risultati					
			Beta Totale Bq/m ²	- Bq/m ² -				
				⁷ Be	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	³ H (*)
Area Centrale	Gennaio	60,70	4,61E+00	7,71E+02	< MDC	< MDC	< MDC	
	Febbraio	104,00	4,15E+00	1,60E+00	< MDC	< MDC	4,14E+01	
	Marzo	140,50	5,33E+00	1,35E+01	< MDC	< MDC	7,81E+00	
	Aprile	28,00	2,81E+02	< MDC	< MDC	< MDC	1,03E+01	1,59E+02
	Maggio	10,90	1,24E+01	4,40E-01	< MDC	< MDC	< MDC	8,39E+01
	Giugno	Mancanza di precipitazioni						
	Luglio	Mancanza di precipitazioni						
	Agosto	Mancanza di precipitazioni						
	Settembre	Mancanza di precipitazioni						
	Ottobre	30,50	1,49E+00	3,20E-01	< MDC	< MDC	< MDC	--
	Novembre	37,50	4,00E-01	4,49E-02	< MDC	< MDC	< MDC	3,46E+00
	Dicembre	166,25	1,14E+01	2,17E-01	< MDC	< MDC	< MDC	4,45E+00

(*)C.I. dell'EQ al D.L. prot. 0010747 del 25/03/2011

Tabella 5 - Matrice "Acqua" (Fall-out)

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



SORVEGLIANZA AMBIENTALE – MATRICE: ACQUA DI SUPERFICIE E POZZO CENTRALE

Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Risultati Bq/l					Note
		⁶⁰ Co	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	³ H*	
Opera di Presa della Centrale	1°Semestre (Giugno)	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	--	
	2°Semestre (Dicembre)	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	--	
Canale di Scarico della Centrale	Gennaio	< MDC	4,40E-02	6,46E-02	< MDC	--	
	Febbraio	1,49E-03	< MDC	5,67E-02	< MDC	--	
	Marzo	3,70E-03	2,95E-01	9,11E-02	< MDC	--	
	Aprile	< MDC	< MDC	3,42E-02	< MDC	--	
	Maggio	1,86E-03	< MDC	2,78E-02	< MDC	--	
	Giugno	< MDC	< MDC	2,30E-02	< MDC	--	
	Luglio	< MDC	1,00E-01	3,72E-02	< MDC	--	
	Agosto	9,47E-04	8,46E-02	9,09E-02	< MDC	--	
	Settembre	< MDC	3,80E-02	1,83E-02	< MDC	--	
	Ottobre	9,09E-04	< MDC	1,64E-02	< MDC	--	
	Novembre	2,38E-03	3,62E-02	1,85E-01	< MDC	--	
	Dicembre	< MDC	< MDC	5,25E-02	< MDC	--	
Pozzo Centrale	1°Semestre (Giugno)	< MDC	6,11E-01	< MDC	< MDC	< MDC	La frequenza per la determinazione del trizio nel pozzo centrale è annuale
	2°Semestre (Dicembre)	< MDC	5,54E-01	< MDC	< MDC	--	

Tabella 6 - Matrice "Acqua" (opera di presa e restituzione -pozzo)

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



SORVEGLIANZA AMBIENTALE – MATRICE: ACQUA **POZZETTI TRINCEE**

Punto prelievo (ubicazione)	N° del pozzetto	Periodo di prelievo	Risultati Bq/l					Note
			⁶⁰ Co	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	³ H	
Pozzetti piezometrici vedi Tab.8 in attesa dei nuovi pozzetti di controllo come prescritto da ISPRA	1	Primo trimestre	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	3,69E+00	
	2		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	4,18E+00	
	8		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	2,84E+00	
	9		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	1,39E+01	
	1	Secondo trimestre	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	2		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	8		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	9		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	

Tabella 7 - Matrice "Acqua" (pozzetti trincee)
C.I. dell'EQ prot. 004653 del 08/02/2011

(*) sono indicati solo il primo ed il secondo trimestre in quanto terzo e quarto corrispondono al primo e secondo semestre riportati in Tab.8

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



SORVEGLIANZA AMBIENTALE – MATRICE:ACQUA DI FALDA

Punto prelievo (ubicazione)	N° del pozzetto	Periodo di prelievo	Risultati Bq/l					Note
			⁶⁰ Co	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	³ H	
Pozzetti piezometrici: 8 sul perimetro della Centrale.	1	Giugno	< MDC	3,89 E+01	< MDC	< MDC	< MDC	
	2		< MDC	3,92E+00	< MDC	< MDC	< MDC	
	3		< MDC	3,86E+01	< MDC	< MDC	< MDC	
	4		< MDC	3,42E+01	< MDC	< MDC	< MDC	
	5		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	6		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	7		< MDC	3,28E+01	< MDC	< MDC	< MDC	
	8		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	9		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	12,46	
1 al centro dell'area su cui è ubicata la Centrale	1	Dicembre	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	2		< MDC	4,47E+00	< MDC	< MDC	4,004	
	3		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	4		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	5		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	6		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	7		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	8		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	
	9		< MDC	< MDC	< MDC	< MDC	11,17	

Tabella 8 - Matrice "Acqua" (falde)

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



SORVEGLIANZA AMBIENTALE – MATRICE: **SEDIMENTI FLUVIALI E SABBIA DI MARE**

Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Identificazione campione	Risultati Bq/kg			
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Fiume Garigliano monte Centrale sbarramento Suio	1° Semestre (Giugno)	Riva Lazio	< MDC	< MDC	< MDC	9,79E+01
		Riva Campania	< MDC	< MDC	4,04E+00	5,40E+02
	2° Semestre (Dicembre)	Riva Lazio	< MDC	< MDC	1,93E+00	5,45E+02
		Riva Campania	< MDC	1,14 E+00	5,08E+00	5,99E+02
Fiume Garigliano a valle della Centrale	1° Semestre (Giugno)	A	< MDC	< MDC	< MDC	1,22E+02
		B	< MDC	< MDC	2,04E+00	6,16E+02
		C	< MDC	< MDC	< MDC	1,36E+02
		D	< MDC	< MDC	< MDC	1,75 E+02
		E	< MDC	1,77E+00	1,13E+01	7,77E+02
		F	< MDC	< MDC	< MDC	8,16E+01
		G	< MDC	< MDC	4,68E+00	7,36E+02
		H	< MDC	< MDC	< MDC	1,90E+02
	2° Semestre (Dicembre)	A	< MDC	3,66E-01	3,34E+00	6,62E+02
		B	< MDC	6,12E-01	1,92E+00	5,69E+02
		C	< MDC	3,47 E-01	1,23E+00	6,08E+02
		D	< MDC	< MDC	< MDC	1,90E+00
		E	< MDC	< MDC	1,36E+00	5,53 E+02
		F	< MDC	< MDC	4,02E+00	5,69E+02
		G	< MDC	< MDC	2,85E+00	6,62E+02
		H	< MDC	1,29E+00	7,97E-01	8,57E+02
Mare Tirreno prossimit� foce del fiume Garigliano	Giugno	L	< MDC	1,71E+00	1,20E+00	1,50E+00
		M	< MDC	1,19E+00	< MDC	< MDC

Tabella 9 - Matrice "Sedimenti e sabbia" (fiume-mare)

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



SORVEGLIANZA AMBIENTALE – MATRICE: **PESCI DI FIUME**

Punto prelievo (ubicazione)	Periodo di prelievo	Identificazione campione	Risultati Bq/kg			
			⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Fiume Garigliano a valle della Centrale	1° Semestre (Gennaio- Giugno)	Pesci di fiume	Non prelevato causa condizioni atmosferiche avverse			
	2° Semestre (Luglio - Dicembre)	Cefalo	< MDC	< MDC	3.71E-02	3.45E+01
		Carpa	1.71E-02	< MDC	2.67E-02	2.45E+01

Tabella 10 - Matrice "Pesce" (fiume)

RAPPORTO

**ELABORATO
GR RS 00520**



Rete monitoraggio ambientale: Rapporto
annuale sullo stato della radioattività dei
territori circostanti la Centrale del
Garigliano anno 2011

**REVISIONE
01**

SCHEDA STORICA - Rete di sorveglianza ambientale del Sito di Garigliano

	Dose gamma	Aria	Acqua di superficie	Latte	Erba	Vegetali irrigati e frutta	Pesce di fiume	Pesce di mare e molluschi	Mitili	Sabbia	Sedimenti	Acqua di falda	Terreno	Fall out	Acqua pozzetti trincee*	
n° punti prelievo	A	13	3	3	2	4	2	1	/	/	16	20	9	/	/	/
	B	3	3	3	2	3	3	1	1	1	4	10	9	1	1	/
	C	/	1	3	/	/	/	1	/	/	2	10	9	/	1	2
Frequenza di prelievo	A	mensile	continua	continua giornaliera trimestrale	mensile	trimestrale	annuale	mensile	/	/	annuale	annuale	semestrale	/	/	/
	B	mensile	continua	continua settimanale semestrale	semestrale	semestrale	semestrale	semestrale	semestrale	annuale	semestrale	semestrale	semestrale	semestrale	mensile	/
	C	/	continua	continua settimanale semestrale	/	/	/	semestrale	/	/	annuale	semestrale	semestrale**	/	mensile	trimestrale
Frequenza di misura	A	mensile	bisettimanale	mensile trimestrale	mensile	trimestrale	annuale	mensile	/	/	annuale	annuale	semestrale	/	/	/
	B	mensile	bisettimanale mensile	mensile semestrale	semestrale	semestrale	semestrale	semestrale	semestrale	annuale	semestrale	semestrale	semestrale	semestrale	mensile	/
	C	/	settimanale mensile	mensile semestrale	/	/	/	semestrale	/	/	annuale	semestrale	semestrale**	/	mensile	trimestrale
Tipo di misura	A	mensile	β totale spett. gamma	spetr. gamma	sep.rad. ¹³¹ I	spetr. gamma	spetr. gamma	spetr. gamma	/	/	spetr. gamma	spetr. gamma	spetr. gamma	/	/	/
	B	mensile	β totale spett. gamma	spetr. gamma + ³ H (a)	sep.rad. ⁹⁰ Sr - ¹³⁷ Cs	spetr. gamma	spetr. gamma	spetr. gamma	spetr. gamma	spetr. gamma	spetr. gamma	spetr. gamma	spetr. gamma + ³ H	spetr. gamma	β tot. + spett. gamma	/
	C	/	β totale spett. gamma	spetr. gamma + ³ H (a)	/	/	/	spetr. gamma	/	/	spetr. gamma	spetr. gamma	spetr. gamma + ³ H	/	β tot. + spett. gamma	spetr. gamma + ³ H

NOTE:

A = Rete di sorveglianza ambientale in vigore dal 1971

B = Rete di sorveglianza ambientale in vigore dal 1986

C = Rete di sorveglianza ambientale in vigore dal 1997

(a) Determinazione annuale del H-3 sul campione pozzo Centrale

* Matrice inserita nella rete di sorveglianza ambientale con lettera ANPA del 22/03/2001 prot. 6812

** Variazione inserita nella rete di sorveglianza ambientale con lettera ANPA del 22/03/2001 prot. 6812

Tabella 11 - Scheda storica rete di sorveglianza

RAPPORTO	ELABORATO GR RS 00520
Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011	REVISIONE 01



Rete di sorveglianza ambientale

Tipo di campione	N° punti di prelievo	Denominazione e/o ubicazione	Frequenza del prelievo	Quantità prelevata	Frequenza di misura	Tipo di misura	Limite di sensibilità della misura	Unità di misura
Aria	1	Bivio sito	Continuo	~ 50 m³ al giorno	Settimanale Mensile	β totale ⁷ Be ⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs	8,54E-05 1,92E-04 2,52E-05 2,62E-05	Bq/m³
Acqua	3	Canale scarico Opera di presa Pozzo sito	Continuo Settimanale Semestrale	90 litri	Mensile Semestrale Semestrale	³ H ⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs	2,55E+00 1,24E-03 1,43E-03 1,46E-03	Bq/l
Acqua di falda	9	Pozzi piezom. P1-P9	Semestrale Trimestrale	2 litri	Semestrale Trimestrale	³ H ⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs	2,60E+00 9,94E-02 1,15E-01 1,20E-01	Bq/l
Fall out	1	Nell'area del sito	Mensile	Variabile	Mensile	β totale ⁷ Be ¹³⁷ Cs	2,22E-01 1,59E+00 1,54E-01	KBq/K m²
Sedimenti	2	F. Garigliano a monte sito	Semestrale	2Kg	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs	1,43E-01 1,74E-01 2,16E-01	Bq/Kg
	8	F. Garigliano a valle sito	Semestrale		Semestrale			
Sabbia	2	Spiaggia ai lati foce Garigliano	Annuale	2Kg	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs	1,41E-01 1,72E-01 1,57E-01	Bq/Kg
Pesce di fiume	1	Tratto di fiume a valle sito	Semestrale	2Kg	Semestrale	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs	4,82E-02 6,02E-02 8,50E-02	Bq/Kg

Tabella 12 - Limiti di sensibilità

RAPPORTO

Rete monitoraggio ambientale: Rapporto
annuale sullo stato della radioattività dei
territori circostanti la Centrale del
Garigliano anno 2011

**ELABORATO
GR RS 00520**

**REVISIONE
01**

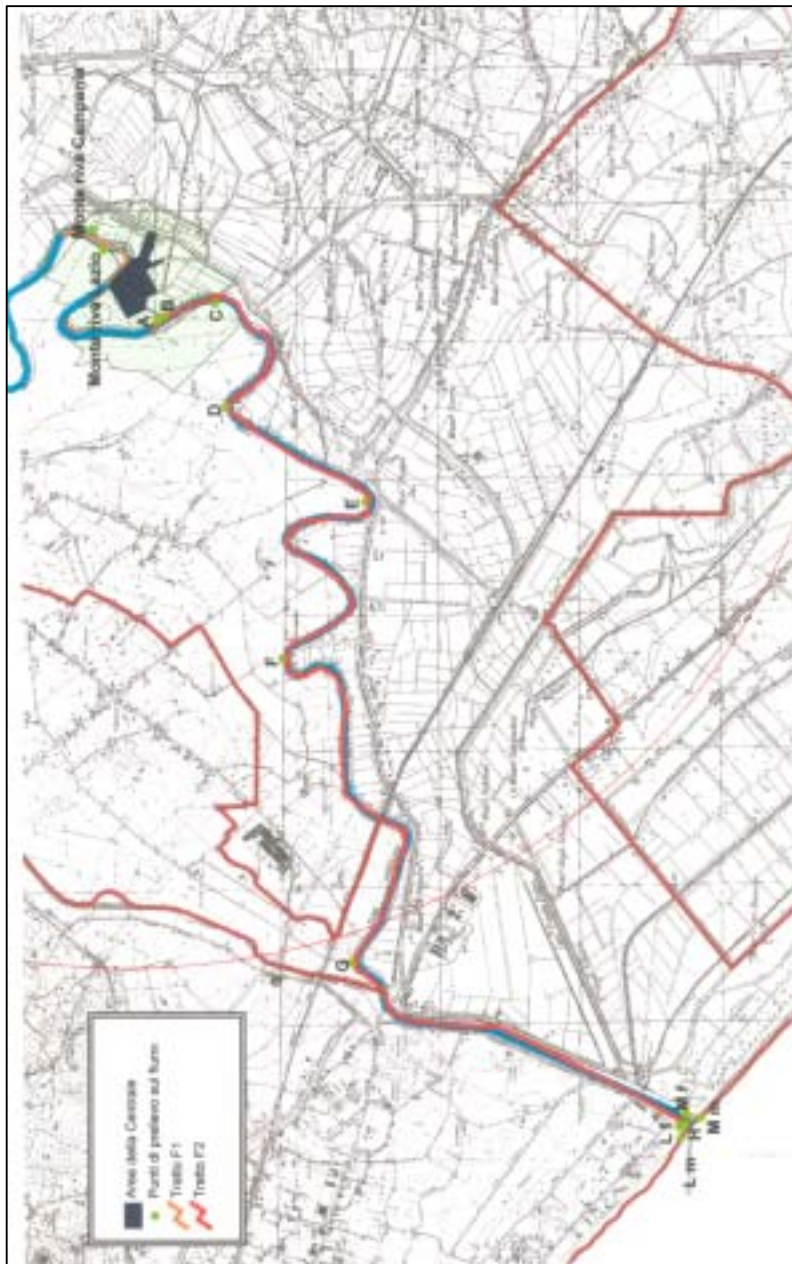


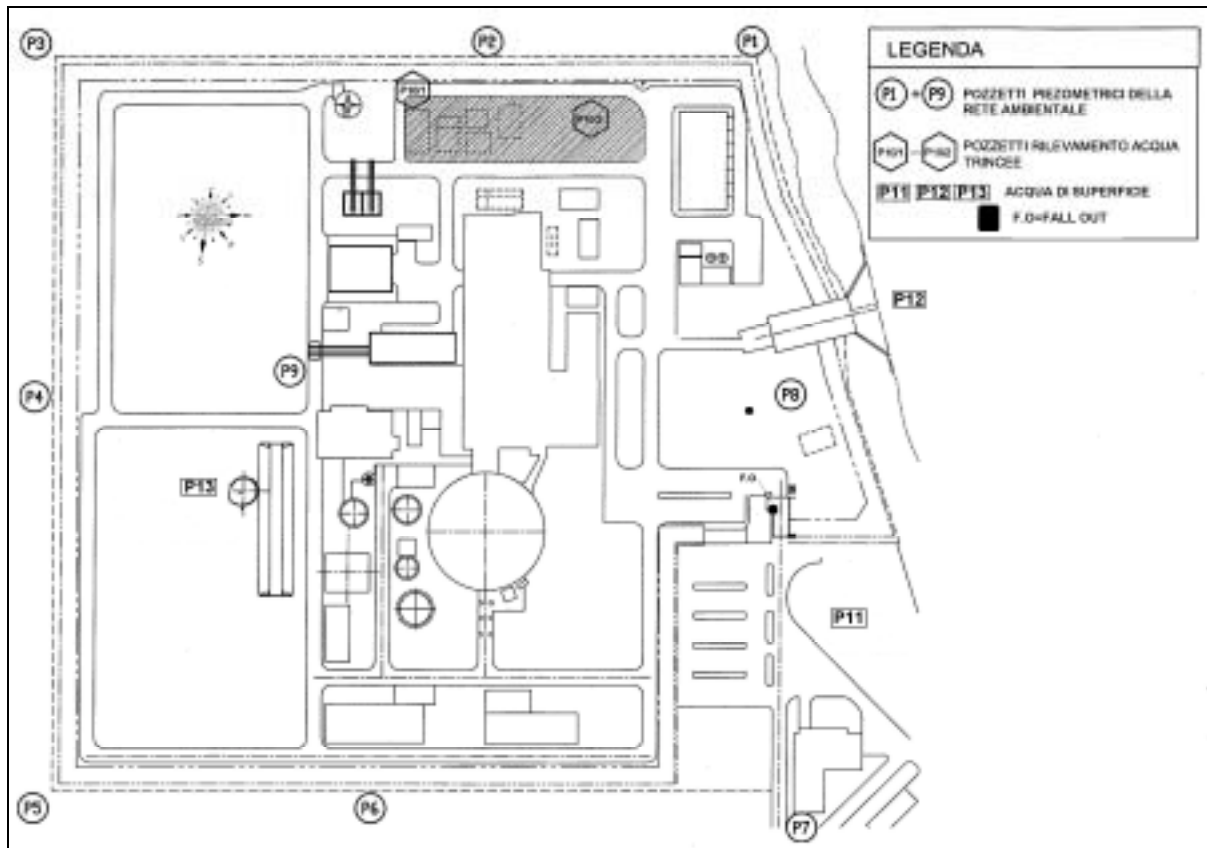
Figura 1 – Punti di prelievo “sabbia;sedimenti”

RAPPORTO

Rete monitoraggio ambientale: Rapporto annuale sullo stato della radioattività dei territori circostanti la Centrale del Garigliano anno 2011

ELABORATO
GR RS 00520

REVISIONE
01



*I pozzetti P10/1 e P10/2 non più esistenti, sono rappresentati solo per memoria storica

Figura 2 – Punti di prelievo “pozzi piezometrici;pozzetti trincee;acqua di superficie;fall-out “