



**INDAGINE SULLA
RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE
NELLE AREE LIMITROFE
ALL'IMPIANTO ITREC**

MAGGIO 2019

Informazioni legali

L'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN), l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata (ARPAB) e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

ISIN - Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione

Via Capitan Bavastro, 116 – 00154 Roma

Sede laboratori: Via di Castel Romano 100 – 00128 Roma

www.isinucleare.it

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Maggio 2019

Autori

Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN)

M. Blasi, L. Bologna, M. Buchetti, D. Conti, S. Fontani, V. Innocenzi, G. Jia, L. Magro, L. Matteocci, F.P. Michetti, S. Mariani, G. Menna, P. Putortì, C. Salierno, G. Torri.

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata (ARPAB)

F. Ciarfaglia, A. De Stena, M. Epifani, C. Fortunato, D. Fossanova, M. Serra, D. Uras.

INDICE

1. Sommario	5
2. Premessa	6
3. Descrizione dell'impianto.....	6
4. Obiettivi dell'indagine	8
5. Campionamenti e misure radiometriche	9
5.1 Programma di campionamento	9
5.2 Modalità di campionamento.....	11
5.2.1 Acqua di falda	11
5.2.2 Acqua di mare	12
5.2.3 Sedimenti marini	12
5.2.4 Sabbia di mare.....	12
5.2.5 Sedimento fluviale/limo	13
5.2.6 Latte, ortaggi, frutta e mitili	13
5.3 Rateo di dose ambientale	14
6. Metodi di misura.....	15
6.1 Radionuclidi gamma emettitori.....	15
6.2 Stronzio-90.....	15
6.3 Alfa e beta totale	15
6.4 Rateo di dose ambientale	16
7. Risultati delle misure.....	17
8. Riferimenti a livello regionale e nazionale	21
8.1 Riferimenti regionali	21
8.2 Riferimenti nazionali.....	23
9. Analisi dei risultati.....	26
10. Conclusioni.....	28
11. Bibliografia e sitografia.....	29
12. Allegati.....	30

1. Sommario

Nel periodo maggio-dicembre 2018 l'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN), in collaborazione con l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata (ARPAB), ha svolto un'indagine radiometrica sulla radioattività ambientale nelle aree limitrofe all'Impianto di Trattamento e Rifabbricazione Elementi di Combustibile (ITREC) della SO.G.I.N. S.p.A., ubicato nel Centro ENEA della Trisaia, Comune di Rotondella (MT).

Tale indagine è stata condotta nell'ambito delle funzioni di controllo attribuite all'Ispettorato dalla normativa vigente e si aggiunge alle attività di monitoraggio ambientale condotte periodicamente dall'ARPAB, in maniera indipendente rispetto a quanto svolto dalla SO.G.I.N. S.p.A..

Sono state campionate le principali matrici ambientali (acqua di falda e di mare, sabbia, sedimento marino e sedimento fluviale/limo) e alimentari (latte, frutta, ortaggi, foraggio e mitili) sulle quali sono stati analizzati radionuclidi artificiali ad emivita medio lunga quali ^{137}Cs e ^{90}Sr . Per le acque di falda sono state eseguite anche misure di radioattività alfa totale e beta totale.

In totale sono stati prelevati 33 campioni sui quali sono state effettuate misure radiometriche di laboratorio. Sono state, inoltre, eseguite misure *in situ* di rateo di dose ambientale intorno all'impianto e lungo il litorale sabbioso da Lido di Riva dei Tessali a Lido di Rocca Imperiale.

Dall'analisi comparativa fra i risultati delle misure effettuate nella presente indagine e i dati dei rilevamenti a livello regionale e nazionale non emergono anomalie radiometriche di rilevanza radiologica.

2. Premessa

La presente relazione riporta le modalità di svolgimento ed i risultati di un'indagine radiometrica sulla radioattività ambientale condotta, nel periodo maggio-dicembre 2018, dall'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN), in collaborazione con l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata (ARPAB), nelle aree limitrofe all'Impianto di Trattamento e Rifabbricazione Elementi di Combustibile (ITREC) della SO.G.I.N. S.p.A., ubicato nel Centro ENEA della Trisaia, Comune di Rotondella (MT).

3. Descrizione dell'impianto

L'impianto ITREC si trova all'interno del Centro Ricerche ENEA della Trisaia ubicato nel comune di Rotondella (MT) sulla sponda destra del fiume Sinni, all'estremità meridionale della Piana di Metaponto (figura 1).



Figura 1 - Ortofoto Impianto ITREC (immagini ©2018 Google. Dati cartografici ©2018 Google)

L'impianto ITREC è stato realizzato nell'ambito di una collaborazione stipulata nel 1959 tra l'allora Comitato Nazionale Ricerche Nucleari (CNRN) e la United States Atomic Energy Commission (USAEC) per valutare la convenienza tecnico-economica del ciclo uranio-torio rispetto a quello uranio-plutonio, attraverso la produzione e successiva estrazione di Uranio 233 (^{233}U), fissile, ottenuto per trasmutazione del Torio 232 (^{232}Th), fertile, dal combustibile irraggiato.

L'impianto ITREC prevedeva il riprocessamento del combustibile irraggiato ed, in prima ipotesi impiantistica, la fabbricazione di nuovo combustibile, utilizzando quale nuclide fissile l'Uranio 235 (^{235}U), con ^{233}U recuperato dal sopraccitato riprocessamento.

L'impianto è stato realizzato alla fine degli anni '60 e nel periodo 1970-1975 sono state condotte prove funzionali e non nucleari.

A seguito dell'autorizzazione all'esecuzione delle prove nucleari, l'impianto ITREC ha avviato due campagne di riprocessamento negli anni 1975-1978. Tale prove hanno comportato il riprocessamento di 20 degli 84 elementi di combustibile irraggiato provenienti dal reattore americano Elk River, per complessivi 600 kg di ossidi di uranio e torio.

A conclusione delle prove nucleari l'allora Direzione Sicurezza Nucleare e Protezione Sanitaria del CNEN, oggi ISIN, richiese la realizzazione di modifiche su alcuni sistemi e componenti d'impianto, che furono portate a termine nel 1986. Le mutate strategie nazionali dopo l'evento di Chernobyl (1986) e l'esito referendario (1987) portarono alla decisione di annullare il programma di sperimentazione sull'impianto e di avviare un programma di mantenimento in sicurezza dell'impianto propedeutico alla sua successiva disattivazione.

Dal 2003 l'impianto è gestito dalla SO.G.I.N. S.p.A.. L'esercizio dell'Impianto ITREC è regolato dal Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 luglio 2006 [1] finalizzato sia al mantenimento in sicurezza dell'installazione e sia all'esecuzione di importanti attività propedeutiche alla disattivazione, per le quali la licenza di esercizio prevede l'approvazione dell'ISIN quale autorità di regolamentazione competente:

- la solidificazione di rifiuti radioattivi liquidi contenenti anche uranio e torio, cosiddetto “prodotto finito” e il cui progetto, denominato ICPF (Impianto di Condizionamento del Prodotto Finito) è stato approvato nel dicembre 2010;
- la rimozione del monolite interrato in cemento contenente rifiuti radioattivi (denominato Fossa 7.1) il cui progetto è stato approvato nel marzo 2017;
- lo stoccaggio a secco del combustibile irraggiato attualmente presente nella dedicata piscina di stoccaggio per il quale l'istruttoria di approvazione è in corso.

Nel dicembre 2014 la SO.G.I.N. S.p.A. ha presentato l'aggiornamento dell'Istanza di autorizzazione per le operazioni di disattivazione ai sensi dell'art. 55 del D.Lgs. n 230/95 [2] la quale sarà oggetto di specifica istruttoria a valle dell'ultimazione della citate attività propedeutiche alla disattivazione stessa.

Nel settembre 2017 sono stati sospesi i lavori di realizzazione dell'impianto ICPF a causa della risoluzione del contratto stipulato con la ditta assegnataria della gara. In conseguenza della suddetta sospensione i tempi di ultimazione dell'opera non sono al momento certi, motivo per il quale è stato richiesto, dall'allora Centro nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), ora ISIN, l'avvio di una indagine straordinaria per la verifica dello stato di conservazione dei rifiuti liquidi radioattivi. L'indagine, svolta nel mese di settembre 2018 da parte della SO.G.I.N. S.p.A., ha confermato lo stato di integrità del serbatoio.

Nel corso dell'anno 2018 le attività di impianto sono state principalmente volte al superamento delle problematiche legate alla contaminazione della falda da sostanze chimiche convenzionali riscontrata nel Centro ENEA della Trisaia.

La gestione del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi è condotta in accordo alle procedure previste dalle prescrizioni allegata alla licenza di esercizio dell'impianto ed è soggetta alla vigilanza dell'ISIN.

Con riferimento ai rilasci nell'ambiente di effluenti liquidi ed aeriformi le prescrizioni alla succitata licenza di esercizio, stabiliscono limiti di concentrazione di attività dei radionuclidi, oltre che di attività totale, tali da rispettare, per la dose efficace alla popolazione, il criterio di non rilevanza radiologica fissato nella normativa vigente ad un valore di 10 μ Sv/anno.

4. Obiettivi dell'indagine

In relazione alle attività in corso da parte della SO.G.I.N. S.p.A., propedeutiche alla disattivazione dell'impianto, l'ISIN ha deciso di effettuare, in collaborazione con l'ARPAB, un monitoraggio straordinario della radioattività ambientale nelle aree limitrofe all'impianto, indipendente da quello svolto dall'esercente con la propria rete di sorveglianza [3] ai sensi dell'art. 54 del D.Lgs. n. 230/1995 [2] , in aggiunta a quanto svolto regolarmente dall'ARPAB stessa con la propria rete locale di monitoraggio.

In particolare, l'indagine ha avuto l'obiettivo di verificare lo stato della radioattività ambientale nelle aree limitrofe all'impianto e di acquisire elementi utili per l'attività di vigilanza dell'Ispettorato in merito alla sorveglianza ambientale condotta dall'esercente.

5. Campionamenti e misure radiometriche

L'indagine radiometrica si è articolata in un programma di campionamento e misure condiviso e attuato congiuntamente tra l'ISIN e l'ARPAB.

Le matrici ambientali ed alimentari campionate e le misure radiometriche eseguite sono state scelte tenendo anche conto del Programma di sorveglianza ambientale della SO.G.I.N. S.p.A..

5.1 Programma di campionamento

I campionamenti delle matrici ambientali ed alimentari sono stati effettuati nei mesi di giugno, agosto e settembre 2018 da personale dell'ISIN e dell'ARPAB. Alle operazioni di campionamento è stato presente anche personale della SO.G.I.N. S.p.A., acquisendo un'aliquota dei campioni prelevati per le proprie misurazioni.

In tabella 1 è riportato l'elenco delle matrici campionate con l'indicazione, per ognuna di esse, del numero di campioni prelevati e delle misure radiometriche eseguite.

Sono state effettuate misure di radionuclidi artificiali ad emivita medio lunga potenzialmente connessi alle attività dell'impianto, quali Cesio 137 (^{137}Cs) e Stronzio 90 (^{90}Sr). Per le acque di falda sono state eseguite anche misure di radioattività alfa totale e beta totale.

In tabella 2 sono schematizzati per ogni matrice l'identificativo del campione, la data di prelievo, il punto di prelievo con le relative coordinate geografiche e il soggetto esecutore della misura radiometrica. Nella figura 2 sono riportate le posizioni dei singoli punti di campionamento.

Tabella 1 – Numero di campioni e tipologia di analisi radiometrica per singola matrice

Matrice	N. campioni	Misure
Acqua di falda	7	Spettrometria gamma, alfa totale, beta totale, Sr-90
Acqua di mare	2	Spettrometria gamma
Sedimenti marini	13	Spettrometria gamma
Sabbia di mare	3	Spettrometria gamma
Mitili	1	Spettrometria gamma
Sedimento fluviale/Limo	3	Spettrometria gamma
Latte	1	Spettrometria gamma, Sr-90
Frutta	1	Spettrometria gamma
Ortaggi	1	Spettrometria gamma, Sr-90
Foraggio	1	Spettrometria gamma, Sr-90

Tabella 2 – Punti di prelievo

Matrice	Identificativo campione	Data di prelievo	Punto di prelievo	Coordinate Nord	Coordinate Est	ISIN	ARPAB
Acqua di falda	H2O183	19/06/2018	Piezometro CM1, esterno	40°09'50"	16°38'52"		X
	H2O184	19/06/2018	Pozzo esterno 32/2 scarpata fiume Sinni	40°10'08"	16°38'19"		X
	H2O185	19/06/2018	Pozzo esterno 32/1 scarpata fiume Sinni	40°10'00"	16°38'34"	X	X
	H2O186	19/06/2018	Piezometro esterno S_P57 lato Est	40°09'48"	16°38'33"	X	
	H2O187	25/09/2018	Piezometro esterno C08 a monte idraulico	40°09'53.3"	16°38'05.1"	X	X
	H2O188	25/09/2018	Pozzo esterno 32/1 scarpata fiume Sinni	40°10'00"	16°38'34"	X	X
	H2O189	25/09/2018	Piezometro esterno S_P61 scarpata fiume Sinni	40°09'58.9"	16°38'35.3"	X	X
Acqua di mare	H2OMA182	20/06/2018	Lido di Nova Siri	40°07'10"*	16°39'19"*		X
	H2OMA183	20/06/2018	Lido di Policoro	40°11'32"*	16°43'46"*		X
Sedimenti marini	SEDMA 181	20/06/2018	Boa ITREC	40°09'00"	16°41'30"	X	
	SEDMA 182	20/06/2018	Lido di Nova Siri	40°07'10"*	16°39'19"*	X	X
	SEDMA 183	20/06/2018	Lido di Policoro	40°11'32"*	16°43'46"*	X	X
	SEDMA 184	20/06/2018	- 100m da boa ITREC				X
	SEDMA 185	20/06/2018	+ 100m da boa ITREC				X
	SEDMA 186	20/06/2018	200m dx boa ITREC				X
	SEDMA 187	20/06/2018	200m sx boa ITREC				X
	1 BOA (1)	31/08/2018	Boa ITREC (1)	40°09'00"	16°41'30"		X
	1 BOA (2)	31/08/2018	Boa ITREC (2)	40°09'00"	16°41'30"		X
	2 a 50 m (1)	31/08/2018	2 a 50 m (1)				X
	2 a 50 m (2)	31/08/2018	2 a 50 m (2)				X
	3 a 100 m (1)	31/08/2018	3 a 100 m (1)				X
3 a 100 m (2)	31/08/2018	3 a 100 m (2)				X	
Sabbia di mare	SAMA180	19/06/2018	Lido di Nova Siri	40°07'22"	16°39'04"		X
	SAMA181	19/06/2018	Lido di Policoro	40°11'07"	16°42'55"	X	X
	SAMA182	19/06/2018	Lido di Rotondella	40°08'04"	16°40'01"	X	X
Sedimento fluviale/ Limo	LI181	25/09/2018	P27LI – scarichi Oxygest	40°09'51.5"	16°38'40.6"	X	X
	LI182	25/09/2018	P29LI – fiume Sinni confine fosso Granata	40°10'12.1"	16°38'19.7"	X	
	LI183	25/09/2018	P30LI – scarico rete acque bianche	40°09'56.0"	16°38'42.9"		X
Mitili	305	31/08/2018	Boa ITREC	40°09'00"	16°41'30"		X
Latte	LA181	25/09/2018	Azienda agricola	40°08'21"	16°38'25"	X	X
Frutta	FRU181	25/09/2018	Azienda agricola	40°10'38"	16°39'25"		X
Ortaggi	VEG181	25/09/2018	Azienda agricola	40°12'37"	16°38'32"	X	
Foraggio	FOR181	25/09/2018	Azienda agricola	40°08'21"	16°38'25"	X	X

* Dato stimato



Figura 2 - Ortofoto con indicazione dei punti di campionamento dei sedimenti marini (A), della sabbia di mare (B), dell'acqua di falda (C), del sedimento fluviale/limo (D), dell'acqua di mare (E), del latte e del foraggio (F), della frutta (G), degli ortaggi (H) e dei mitili (I)

5.2 Modalità di campionamento

Di seguito sono riportate le modalità di campionamento per le matrici ambientali e alimentari.

5.2.1 Acqua di falda

Le acque di falda sono state campionate nei mesi di giugno e di settembre 2018 presso piezometri e pozzi inclusi nel Programma di sorveglianza ambientale della SO.G.I.N. seguendo la linea di scorrimento della falda. Il campionamento è avvenuto a mezzo di una pompa a vuoto esterna nei piezometri o tramite secchio nei pozzi.

Nel mese di giugno l'acqua di falda è stata campionata da due piezometri a valle dell'impianto ITREC, ovvero dal piezometro CM1 (esterno all'area ENEA, sito sotto la SS106 Jonica) e dal piezometro S_P57 (interno all'area ENEA, ma esterno all'area ITREC) e da due pozzi ovvero il 32/1 e 32/2 (entrambi sulla scarpata del fiume Sinni ed esterni all'area ENEA).

Nel mese di settembre sono stati effettuati campionamenti dal piezometro C08 (a monte idraulico rispetto all'impianto ITREC), dal piezometro S_P61 (scarpata del fiume Sinni) e dal pozzo 32/1, già campionato nel mese di giugno. Questa scelta nasce dalla considerazione che l'idrogeologia sotterranea può risentire di variabilità stagionale e quindi il campionamento è stato ripetuto al fine di rendere maggiormente confrontabili i dati.

Le aliquote dei campioni sono state acidificate in campo tramite l'aggiunta di acido cloridrico fino a raggiungere un valore di pH minore di 2.

In figura 3 è possibile osservare il campionamento da pozzo (pozzo 32/1) e il campionamento da piezometro (piezometro C08).



Figure 3 - Rispettivamente campionamento da pozzo (32/1) e da piezometro (C08)

5.2.2 Acqua di mare

Per il campionamento di acqua di mare sono stati scelti due punti, uno presso il Lido di Policoro e l'altro presso il Lido di Nova Siri. Per ogni punto di prelievo l'ARPA Basilicata e la SO.G.I.N. hanno prelevato un proprio campione di circa 20 litri di acqua superficiale.

5.2.3 Sedimenti marini

I campioni di sedimenti marini sono stati prelevati da un operatore subacqueo utilizzando un carotatore manuale cilindrico in plexiglass di 10 cm di altezza e 10 cm di diametro, provvisto di sistema di chiusura in acqua prima del trasporto in superficie (figura 4).



Figura 4 – Campionamento di sedimenti marini (foto repertorio ISPRA)

5.2.4 Sabbia di mare

I campioni di sabbia di mare sono stati prelevati utilizzando un apposito carotatore in acciaio inox di diametro 10 cm e altezza 30 cm (figura 5).



Figura 5 – Campionamento sabbia di mare

5.2.5 Sedimento fluviale/limo

I campioni di sedimento fluviale/limo sono stati prelevati in zone sommerse e di bassa profondità nelle quali è particolarmente accentuata la fase di sedimentazione.

In figura 6 è possibile osservare i tre campionamenti avvenuti rispettivamente nel punto P27LI, scarico dell'Oxygest, nel punto P29LI, fiume Sinni al confine con il fosso Granata e P30LI, scarico della rete delle acque bianche.



Figura 6 – Campionamento nei punti P27LI, P29LI e P30LI

5.2.6 Latte, ortaggi, frutta e mitili

I campioni alimentari sono stati prelevati presso tre aziende agricole nelle vicinanze dell'impianto ITREC. Per gli ortaggi sono stati campionati i peperoni e per la frutta i limoni.

I mitili sono stati campionati presso la boa a mare ITREC.

5.3 Rateo di dose ambientale

Sono state effettuate misure *in situ* di rateo di dose ambientale ad 1 metro di altezza. In figura 7 è riportata la configurazione della strumentazione utilizzata per le misure.



Figura 7 - Strumentazione per la misura del rateo di dose ambientale

In figura 8 sono indicati i punti di misura.



Figura 8 - Ortofoto con indicazione dei punti di misura del rateo di dose ambientale

6. Metodi di misura

6.1 Radionuclidi gamma emettitori

La concentrazione di radionuclidi gamma-emettitori in matrici ambientali e alimentari è stata determinata mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione con rivelatori al germanio iperpuro (HPGe).

La strumentazione utilizzata dall'ISIN per le misure di spettrometria gamma è prodotta dalla CANBERRA ed è costituita da rivelatori a semiconduttore di germanio iperpuro ad alta risoluzione (HPGe), sistema di raffreddamento ad azoto liquido, pozzetti di piombo (schermature), elettronica digitale (LYNX) e software di acquisizione ed analisi (Genie 2000 versione 3.3).

I rivelatori sono caratterizzati dalla casa madre per l'uso del software di simulazione LABSOCS, atto alla determinazione della curva di taratura in efficienza. Le tarature in energia sono ottenute con sorgenti di calibrazione certificate e i fondi ambientali sono acquisiti su base mensile.

La strumentazione utilizzata da ARPAB per le misure di spettrometria gamma è prodotta dalla ORTEC/AMETEK ed è costituita da rivelatori a semiconduttore di germanio iperpuro ad alta risoluzione (HPGe Modello GMX40P4-Sistema1, GEM50P4-Sistema2, GEM40P4-76-Sistema3), sistema di raffreddamento elettromeccanico, pozzetti di piombo (schermature), elettronica digitale (DSPEC jr 2.0 per Sistema 1, DIGIDART per Sistema 2, e DSPEC LF per Sistema 3) e software di acquisizione ed analisi (Gamma Vision versione 8.10).

La rispondenza a specifica dei rivelatori è verificata annualmente dalla casa madre. Le tarature in energia ed efficienza sono ottenute con sorgenti di calibrazione certificate e i fondi ambientali sono acquisiti su base mensile.

6.2 Stronzio-90

La tecnica di misura utilizzata consiste nella separazione radiochimica dello ^{90}Sr e successiva determinazione analitica con contatore proporzionale a flusso di gas.

ISIN ha utilizzato un contatore proporzionale a flusso di gas alfa - beta a basso fondo Berthold modello B-770-A. La metodica prevede l'eliminazione degli interferenti radiometrici (^{210}Pb e ^{210}Bi), l'estrazione mediante acido etil-esil ortofosforico (HDEHP) dell'Ittrio 90 (^{90}Y) in condizioni di equilibrio secolare con ^{90}Sr , precipitazione di ^{90}Y come ossalato e conteggio mediante contatore beta a basso fondo [4] [5] .

ARPAB ha utilizzato un contatore proporzionale a flusso di gas [6] alfa - beta a basso fondo Berthold modello LB770 La tecnica di misura consiste nella separazione radiochimica attraverso estrazione cromatografica dello Stronzio con resine chelanti e la successiva determinazione analitica attraverso la lettura diretta dello ^{90}Sr corretta per la crescita di ^{90}Y con il contatore proporzionale.

6.3 Alfa e beta totale

Il metodo utilizzato da ISIN si basa sulla misura delle emissioni alfa e beta rilevate con un contatore proporzionale a flusso di gas alfa - beta a basso fondo (Berthold modello B-770-A) [7] [8] .

Il metodo utilizzato da ARPAB si basa sulla misura contemporanea mediante scintillazione liquida delle emissioni alfa e beta. Le misure sono eseguite mediante conteggio con scintillatore liquido (QUANTULUS n. serie 1220 della Perkin-Elmer) dotato di dispositivo per la discriminazione delle componenti alfa e beta.

6.4 Rateo di dose ambientale

Per la determinazione del rateo di dose ambientale *in situ*, l'ISIN ha utilizzato le seguenti apparecchiature di misura:

- complesso di misura del rateo di dose ambientale AUTOMESS modello 6150 AD-6, matricola 97095 con rivelatore modello Szintomat 6150 AD-B matricola 93882, con certificato di taratura n. 177/H*10 emesso dall'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI) il 25/11/2014;
- complesso di misura del rateo di dose ambientale AUTOMESS modello 6150 AD-6, matricola 95158 con rivelatore modello Szintomat 6150 AD-B matricola 98055, con certificato di taratura n. 175/H*10 emesso dall'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI) il 25/11/2014.

7. Risultati delle misure

I risultati delle misure effettuate in laboratorio, per ciascuna matrice campionata, sono riportati nelle tabelle a seguire (dalla tabella 3 alla 12). I valori delle misure sono riferiti alla data di campionamento delle relative matrici.

Per i sedimenti marini, le sabbie, il sedimento fluviale/limo e il foraggio i valori delle misure sono riferiti a "peso secco" dopo essiccazione fino a peso costante con residuo di umidità inferiore allo 0.1%. Per le matrici alimentari i valori delle misure sono riferiti a "peso fresco".

Dove è presente il solo valore della Minima Concentrazione Rilevabile (MCR) significa che il valore della misura è minore della stessa MCR.

Per completezza, nelle acque di falda, è stato riportato anche il valore di Potassio 40 (^{40}K) per l'eventuale stima del beta residuo dalla misura di beta totale.

Le misure non hanno evidenziato la presenza di altri radionuclidi artificiali differenti da quelli riportati nelle succitate tabelle.

Nella tabella 13 sono riportati i risultati delle misure *in situ* del rateo di dose ambientale eseguite nel mese di giugno 2018 intorno all'impianto su terreno e lungo il litorale sabbioso da Lido di Riva dei Tessali a Lido di Rocca Imperiale.

I rapporti di analisi dell'ISIN, elencati in allegato 1, sono conservati presso l'Ufficio radioattività ambientale e laboratori con riferimento al procedimento n. 303/2018 del Sistema di Gestione della Qualità.

I rapporti di analisi di ARPAB, elencati in allegato 2, sono conservati presso l'Ufficio Centro Regionale Radioattività (C.R.R.) c/o Dipartimento Provinciale di Matera.

Tabella 3 – Risultati delle misure radiometriche nell'acqua di falda

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq l ⁻¹)	Incertezza (Bq l ⁻¹)	MCR (Bq l ⁻¹)	Attività (Bq l ⁻¹)	Incertezza (Bq l ⁻¹)	MCR (Bq l ⁻¹)
H2OFA183	Cs-137						0.0083
	K-40						0.26
	Sr-90						0.11
	Alfa totale						0.23
	Beta totale				0.78	0.34	0.48
H2OFA184	Cs-137						0.0022
	K-40				0.195	0.083	0.084
	Sr-90						0.16
	Alfa totale						0.23
	Beta totale				1.25	0.36	0.48
H2OFA185	Cs-137			0.023			0.0031
	K-40			0.45	0.420	0.087	0.085
	Sr-90	0.0259	0.0018	0.00033			0.17
	Alfa totale	0.0350	0.0066	0.0074			0.23
	Beta totale	0.572	0.046	0.011	1.63	0.37	0.48
H2OFA186	Cs-137			0.022			
	K-40			0.45			
	Sr-90			0.00036			
	Alfa totale	0.0300	0.0066	0.0080			
	Beta totale	0.079	0.010	0.011			
H2O187	Cs-137			0.023			0.0028
	K-40			0.44			0.13
	Sr-90	0.00047	0.00029	0.00046			0.070
	Alfa totale	0.0110	0.0055	0.0082			0.23
	Beta totale	0.191	0.018	0.012	1.14	0.34	0.45
H2O188	Cs-137			0.023			0.0022
	K-40			0.54	0.314	0.079	0.085
	Sr-90	0.0962	0.0065	0.00045			0.075
	Alfa totale	0.0219	0.0072	0.010			0.23
	Beta totale	0.548	0.045	0.015	1.39	0.34	0.45
H2O189	Cs-137			0.022			0.0026
	K-40			0.41	0.200	0.075	0.088
	Sr-90	0.190	0.013	0.00031	0.204	0.048	0.11
	Alfa totale	0.0376	0.0087	0.011			0.23
	Beta totale	0.744	0.060	0.015	1.65	0.35	0.45

Tabella 4 – Risultati delle misure radiometriche nell'acqua di mare

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq l ⁻¹)	Incertezza (Bq l ⁻¹)	MCR (Bq l ⁻¹)	Attività (Bq l ⁻¹)	Incertezza (Bq l ⁻¹)	MCR (Bq l ⁻¹)
H2O182	Cs-137						0.0039
H2O183							0.0039

Tabella 5 – Risultati delle misure radiometriche nei sedimenti marini

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)	Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)
SEDMA181	Cs-137	0.99	0.14	0.14			
SEDMA182				0.16	0.100	0.056	0.069
SEDMA183		0.145	0.049	0.11	0.122	0.052	0.0605
SEDMA184					0.21	0.10	0.11
SEDMA185					0.122	0.068	0.0905
SEDMA186					0.122	0.069	0.094
SEDMA187					0.151	0.076	0.099
1 BOA (1)					0.208	0.081	0.074
1 BOA (2)					0.54	0.16	0.10
2 a 50 m (1)					0.130	0.061	0.080
2 a 50 m (2)					0.153	0.069	0.087
3 a 100 m (1)					0.127	0.077	0.11
3 a 100 m (2)					0.108	0.063	0.071

Tabella 6 – Risultati delle misure radiometriche nella sabbia di mare

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)	Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)
SAMA180	Cs-137				0.090	0.046	0.052
SAMA181		0.226	0.053	0.12	0.127	0.063	0.066
SAMA182		0.194	0.059	0.14	0.135	0.057	0.064

Tabella 7 – Risultati delle misure radiometriche nei mitili

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)	Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)
305	Cs-137						0.14

Tabella 8 – Risultati delle misure radiometriche nel sedimento fluviale/limo

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)	Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)
LI181	Cs-137	16.87	0.91	0.24	6.88	1.78	0.089
LI182		1.79	0.24	0.19			
LI183					3.75	0.98	0.18

Tabella 9 – Risultati delle misure radiometriche nel latte vaccino

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq l ⁻¹)	Incertezza (Bq l ⁻¹)	MCR (Bq l ⁻¹)	Attività (Bq l ⁻¹)	Incertezza (Bq l ⁻¹)	MCR (Bq l ⁻¹)
LA181	Cs-137			0.024			0.060
	Sr-90	0.0100	0.0013	0.0013	0.0114	0.0067	0.0098

Tabella 10 – Risultati delle misure radiometriche nella frutta

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)	Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)
FRU181	Cs-137						0.051

Tabella 11 – Risultati delle misure radiometriche negli ortaggi

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)	Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)
VEG181	Cs-137			0.30			
	Sr-90			0.0031			

Tabella 12 – Risultati delle misure radiometriche nel foraggio

Codice campionamento	Nuclide	ISIN			ARPAB		
		Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)	Attività (Bq kg ⁻¹)	Incertezza (Bq kg ⁻¹)	MCR (Bq kg ⁻¹)
FOR181	Cs-137			0.20			0.266
	Sr-90	1.67	0.12	0.030			

Tabella 13 – Misure di rateo di dose ambientale

ID misura	Data di prelievo	Punto di misura	Coordinate		Rateo di dose ambientale	
			NORD	EST	Media (nSv/h)	Incertezza (nSv/h)
1	21/06/2018	Lido di Policoro	40°11'06''	16°42'57''	45.6	3.7
2	21/06/2018	Sbocco condotta lido	40°08'45''	16°41'01''	43.7	3.5
3	20/06/2018	Lido di Nova Siri	40°07'34''	16°39'21''	45.6	3.7
4	21/06/2018	Lido di Rocca Imperiale	40°05'55''	16°37'19''	48.4	3.7
5	21/06/2018	Lido di Scanzano Jonico	40°15'12''	16°45'16''	49.5	4
6	21/06/2018	Lido di Pisticci	40°19'09''	16°48'06''	51.4	4.1
7	21/06/2018	Lido di Riva dei Tessali	40°26'32''	16°54'38''	50.4	4
8	21/06/2018	Centralina ARPAB Rotondella	40°10'48''	16°35'21''	88.3	7.1
9	21/06/2018	Interno area ENEA pozzo 34	40°09'49''	16°38'33''	70.8	5.7

8. Riferimenti a livello regionale e nazionale

Sono riportati i riferimenti a livello regionale e nazionale per le matrici che sono state campionate e analizzate nella presente indagine in relazione ai radionuclidi d'interesse.

8.1 Riferimenti regionali

Per valutazioni di tipo comparativo dei risultati delle misure effettuate nella presente indagine sono stati presi a riferimento i dati dei rilevamenti della rete regionale della regione Basilicata, realizzata da ARPAB. Nella tabella 14 sono riportati, per ogni matrice e radionuclide d'interesse, il valore minimo e il valore massimo della MCR e delle misure rilevate.

Tabella 14 – Riferimenti rete regionale

Matrice	Nuclide	N° misure	MCR		Intervallo valori rilevati		Comune
			Bq l ⁻¹	Bq kg ^{-1**}	Bq l ⁻¹	Bq kg ^{-1**}	
Acqua di falda	Alfa totale	35	min	0.015	min	0.011	Tito
			max	0.019	max	0.90	Pisticci
	Beta totale	35	min	0.15	min	0.037	Brienza
			max	0.15	max	1.67	Pisticci
	Cs-137	35	min	0.0020	min	*	Brienza
			max	0.35	max		Pisticci
Sedimento fluviale/limo	Cs-137	42	min	0.11	min	0.14	Valsinni
			max	0.33	max	1.9	Ferrandina
Acqua di mare	Cs-137	30	min	0.0039	min	*	Maratea
			max	0.0068	max		Maratea
Sedimenti marini	Cs-137	31	min	0.078	min	0.07	Maratea
			max	0.54	max	0.42	Maratea
Sabbia di mare	Cs-137	21	min	0.12	min	0.12	Bernalda
			max	0.43	max	0.22	Bernalda
Latte	Cs-137	56	min	0.039	min	*	Lagonegro
			max	0.23	max		Muro Lucano
Ortaggi	Cs-137	15	min	0.061	min	0.25	Matera
			max	0.24	max	0.63	Rionero in Vulture
Foraggio	Cs-137	2	min	1	min	*	Tito
			max	1.1	max		Tito

* tutti i valori sono al di sotto della MCR;

** Bq l⁻¹ per le matrici liquide, Bq kg⁻¹ per matrici solide.

In merito al rateo di dose ambientale si riportano, in tabella 15, i dati rilevati dalle centraline fisse automatiche dell'ARPAB (2011-2017), installate a valle (Rotondella 1) e a monte (Rotondella 2) dell'impianto ITREC.

Tabella 15 – Rateo di dose ambientale - centraline automatiche (2011-2017)

Centralina	Coordinate		Rateo di dose ambientale			
	NORD	EST	Media* (nSv/h)	Incertezza (%)	Min** (nSv/h)	Max*** (nSv/h)
Rotondella 1	40°09'22''	16°41'13''	84	5	78	95
Rotondella 2	40°11'11''	16°35'21''	85	5	78	95

* Media mensile (2011-2017)

** Valore minimo delle medie mensili (2011-2017)

*** Valore massimo delle medie mensili (2011-2017)

Si riportano, inoltre, in tabella 16 le medie e i valori minimi e massimi delle misure *in situ* effettuate dall'ARPAB nell'ambito della rete regionale.

Tabella 16 – Misure *in situ* di rateo di dose ambientale

Comune	Provincia	Rateo di dose ambientale			
		N° misure	Media* (nSv/h)	Min (nSv/h)	Max (nSv/h)
Berlanda	MT	17	119	56	346
Chiaromonte	PZ	8	67	62	75
Corleto Perticara	PZ	4	116	90	155
Gorgoglione	MT	5	109	89	128
Melfi	PZ	2	127	127	140
Montemurro	PZ	4	123	100	137
Nova Siri	MT	1	76	-	
Pisticci	MT	7	99	70	140
Policoro	MT	1	65	-	
Potenza	PZ	1	116	-	
Rionero	PZ	3	220	179	251
S. Nicola di Melfi	PZ	1	70	-	
Scanzano Jonico	MT	1	68	-	
Terranova del Pollino	PZ	4	114	107	127

* Media delle misure *in situ*

8.2 Riferimenti nazionali

Per valutazioni di tipo comparativo dei risultati delle misure effettuate nella presente indagine sono stati presi a riferimento i dati dei rilevamenti della REte nazionale di SORveglianza della RADioattività ambientale (RESORAD). Tale rete discende dagli adempimenti derivanti dal Trattato Euratom del 1957 [9] in materia di monitoraggio della radioattività nell'ambiente e negli alimenti, ed è regolamentata dall'art. 104 del D.Lgs. n. 230/95 e sue successive modifiche. Le disposizioni di tale articolo affidano all'ISIN i compiti di coordinamento tecnico delle reti di monitoraggio della radioattività ambientale, la raccolta dei relativi dati e l'invio alla Commissione Europea anche ai sensi dell'art.36 del Trattato Euratom.

La rete RESORAD è attualmente costituita dalle Agenzie regionali e delle province autonome per la protezione dell'ambiente (ARPA/APPA) ed altri istituti idoneamente attrezzati, quali gli Istituti Zooprofilattici Sperimentali (IZZSS). In tale ambito sono state elaborate le Linee guida sul monitoraggio della radioattività ambientale [10] ed è stato realizzato il Manuale della rete RESORAD [11].

Le tabelle 17-26 riportano, per ciascuna matrice, un'elaborazione dei dati nazionali presenti nella banca dati DBRad della rete RESORAD dal 2011 al 2017. Se presenti, sono riportati per ogni matrice: radionuclide di interesse, numero di misure, valore minimo e valore massimo della MCR, valore minimo e valore massimo delle misure e la regione geografica ove sono stati riscontrati tali valori.

In merito al rateo di dose ambientale è possibile riferirsi all'intervallo dei valori nazionali di rateo di dose gamma in aria, rilevati, dal 2011 al 2017, dalla rete RESORAD (50 ÷ 414 nGy/h) e dalla Rete GAMMA dell'ISIN (49 ÷ 234 nGy/h).

Tabella 17 – Misure nell'acqua di falda (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq l ⁻¹		Intervallo valori Bq l ⁻¹		Regione di campionamento dei valori di min e max
		min	max	min	max	
Alfa totale	282	min	0.011	min	0.011	Basilicata
		max	0.05	max	0.90	Basilicata
Beta totale	282	min	0.05	min	0.037	Basilicata
		max	0.1	max	1.95	Campania
Cs-137	37	min	0.002	min	*	Campania
		max	0.35	max		Campania
Sr-90**						

* tutti i valori sono al di sotto della MCR.

** nella rete RESORAD non sono previste misure di Sr-90 su questa matrice

Tabella 18 – Misure nella sabbia di mare (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq kg ⁻¹		Intervallo valori Bq kg ⁻¹		Regione di campionamento dei valori di min e max
		min	max	min	max	
Cs-137	82	min	0.09	min	0.119	Basilicata
		max	0.49	max	0.51	Calabria

Tabella 19– Misure nell'acqua di mare (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq l ⁻¹		Intervallo valori Bq l ⁻¹		Regione di campionamento delle MCR min e max
		min	max	min	max	
Cs-137	106	min	0.0012	min	*	Emilia-Romagna
		max	0.7	max		Puglia

* tutti i valori sono al di sotto della MCR.

Tabella 20 – Misure nei sedimenti marini (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq kg ⁻¹		Intervallo valori Bq kg ⁻¹		Regione di campionamento dei valori di min e max
		min	max	min	max	
Cs-137	170	min	0.078	min	0.147	Basilicata
		max	0.95	max	19	Veneto

Tabella 21 – Misure nei mitili (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq kg ⁻¹		Intervallo valori Bq kg ⁻¹		Regione di campionamento dei valori di min e max
		min	max	min	max	
Cs-137	282	min	0.05	min	0.35	Liguria
		max	5.0	max	1.7	Puglia

Tabella 22 – Misure nei sedimenti fluviali (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq kg ⁻¹		Intervallo valori Bq kg ⁻¹		Regione di campionamento dei valori di min e max
		min	max	min	max	
Cs-137	283	min	0.00017	min	0.136	Basilicata
		max	1.2	max	28.47	Lombardia

Tabella 23 – Misure nel latte (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq l ⁻¹		Intervallo valori Bq l ⁻¹		Regione di campionamento dei valori di min e max
		min	max	min	max	
Cs-137	5366	min	0.00040	min	0.030	Lombardia
		max	3.04	max	21.8	Piemonte
Sr-90	345	min	0.0010	min	0.0060	Lombardia
		max	0.2	max	0.699	Piemonte

Tabella 24 – Misure nella frutta (limoni) (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq kg ⁻¹		Intervallo valori Bq kg ⁻¹		Regione di campionamento delle MCR min e max
		min	max	min	max	
Cs-137	25	min	0.022	min	*	Lombardia
		max	0.16	max		Lazio

* tutti i valori sono al di sotto della MCR

Tabella 25 – Misure negli ortaggi (peperoni) (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq kg ⁻¹		Intervallo valori Bq kg ⁻¹		Regione di campionamento dei valori di min e max
		min	max	min	max	
Cs-137	45	min	0.022		0.57**	Campania
		max	0.7			
Sr-90*						

* nella rete RESORAD non sono previste misure di Sr-90 su questa matrice

** dato relativo all'unica misura superiore alla MCR

Tabella 26 – Misure nel foraggio (RESORAD 2011-2017)

Nuclide	N° misure	MCR – Bq kg ⁻¹		Intervallo valori Bq kg ⁻¹		Regione di campionamento dei valori di min e max
		min	max	min	max	
Cs-137	474	min	0.051	min	0.05	Lombardia
		max	5	max	45.3	Friuli Venezia Giulia
Sr-90	17			min	0.033	Lombardia
				max	10.176	Liguria

9. Analisi dei risultati

Di seguito sono riportate alcune valutazioni che emergono dall'analisi dei risultati della presente indagine. Le valutazioni sono state effettuate per confronto con i riferimenti regionali e nazionali. Sono, altresì, svolte considerazioni in merito alla rilevanza radiologica dei risultati ottenuti.

Acqua di falda

I valori di alfa totale misurati nelle acque di falda sono compresi tra un minimo di 0.0110 ± 0.0055 Bq l⁻¹ e un massimo di 0.0376 ± 0.0087 Bq l⁻¹ ed è riportata una MCR massima di 0.23 Bq l⁻¹. Tali valori rientrano nell'intervallo di variabilità regionale e nazionale ($0.011 \div 0.90$ Bq l⁻¹).

I valori di beta totale misurati vanno da un minimo di 0.079 ± 0.010 Bq l⁻¹ ad un massimo di 1.65 ± 0.35 Bq l⁻¹ e sono, quindi, confrontabili con gli intervalli di valori della rete regionale della Basilicata ($0.037 \div 1.67$ Bq l⁻¹) e della rete nazionale ($0.037 \div 1.95$ Bq l⁻¹).

Riferendosi, in modo estremamente cautelativo, alla normativa vigente sulle acque destinate al consumo umano [12] che fissa livelli di *screening* per l'attività alfa totale e beta totale rispettivamente pari a 0.1 Bq l⁻¹ e 0.5 Bq l⁻¹, si nota che i valori misurati di alfa totale sono inferiori a 0.1 Bq l⁻¹, mentre i valori misurati di beta totale risultano per la maggior parte superiori a 0.5 Bq l⁻¹. Deve, tuttavia, essere osservato che le concentrazioni dei radionuclidi artificiali ¹³⁷Cs e ⁹⁰Sr, che contribuiscono alla misura di beta totale, sono ben al di sotto delle rispettive concentrazioni di attività derivate, indicate dalla succitata normativa, pari rispettivamente a 11 Bq l⁻¹ e 4.9 Bq l⁻¹, corrispondenti ciascuno alla dose di 0.1 mSv; si ritiene quindi che i valori di beta totale riscontrati siano dovuti per la maggior parte alla presenza di radionuclidi naturali.

Acqua di mare, mitili, sabbia e sedimenti marini

Le misure di ¹³⁷Cs effettuate nell'acqua di mare e nei mitili sono al di sotto della MCR; nella sabbia e nei sedimenti marini si registrano tracce di ¹³⁷Cs con valori massimi rispettivamente di 0.226 ± 0.053 Bq kg⁻¹ e di 0.99 ± 0.14 Bq kg⁻¹ che sono di poco superiori all'intervallo dei valori riscontrati a livello regionale (v. tabella 14). Tali valori rientrano ampiamente nell'intervallo di variabilità nazionale della rete RESORAD (vedi tabelle 18 e 20) e non hanno, comunque, alcuna rilevanza radiologica.

Sedimento fluviale/limo

Il valore massimo di concentrazione di attività di ¹³⁷Cs registrato nei campioni analizzati di sedimento fluviale/limo è di 16.87 ± 0.91 Bq kg⁻¹ in corrispondenza dello scarico Oxygest.

In passato, in questo punto di prelievo sono stati rilevati da parte dell'esercente valori fino ad alcune decine di Bq kg⁻¹.

Il valore misurato è superiore ai valori riscontrati nell'ambito della rete di monitoraggio regionale (intervallo $0.14 \div 1.9$ Bq kg⁻¹), tuttavia esso rientra nella variabilità riscontrata su scala nazionale ($0.136 \div 28.47$ Bq kg⁻¹) e non ha alcuna rilevanza radiologica.

Alimenti e mangimi per animali

Analizzando i risultati delle misure effettuate sugli alimenti (latte vaccino, limoni e peperoni) e sui mangimi per animali (foraggio) si rileva che tutte le misure di concentrazione di ¹³⁷Cs sono al di sotto della MCR. Si registrano tracce di ⁹⁰Sr nel latte e nel foraggio con valori rispettivamente di 0.0114 ± 0.0067 Bq l⁻¹ e 1.67 ± 0.12 Bq kg⁻¹ che rientrano nell'intervallo di variabilità della rete nazionale ($0.0060 \div 0.699$ Bq l⁻¹ e $0.033 \div 10.176$ Bq kg⁻¹).

Rateo di dose ambientale

Le misure di rateo di dose ambientale sono state effettuate *in situ* lungo il litorale sabbioso, su un terreno incolto all'interno dell'area ENEA e su un terreno agricolo a monte dell'impianto ITREC: l'intervallo dei valori registrati è di $43.7 \div 88.3$ nSv/h.

Le misure lungo il litorale sabbioso, da Lido di Rocca Imperiale a Lido di Riva dei Tessali, hanno rilevato un valore minimo di 43.7 ± 3.5 nSv/h in corrispondenza dello sbocco condotta ITREC e un valore massimo di 51.4 ± 4.1 nSv/h presso Lido di Pisticci.

La misura del rateo di dose ambientale sul terreno incolto all'interno dell'area ENEA è pari a 70.8 ± 5.7 nSv/h e quella sul terreno agricolo presso la centralina automatica fissa dell'ARPAB di Rotondella (Rotondella 2) è di 88.3 ± 7.1 nSv/h.

Tali valori rientrano nell'intervallo di variabilità dei dati storici del rateo di dose ambientale ($78 \div 95$ nSv/h) delle due centraline automatiche fisse dell'ARPAB, poste a valle (Rotondella 1) e a monte (Rotondella 2) dell'impianto ITREC. I valori rientrano, anche, nell'intervallo di variabilità riscontrato dalle misure effettuate *in situ* da ARPAB nel territorio regionale ($56 \div 346$ nSv/h).

Inoltre, considerando pari a uno il fattore di conversione tra Gray e Sievert, tali valori rientrano ampiamente in quelli registrati a livello nazionale dalla rete RESORAD ($50 \div 414$ nSv/h) e dalla rete GAMMA dell'ISIN ($49 \div 234$ nSv/h) misurati tra il 2011 e il 2017.

10. Conclusioni

L'indagine straordinaria condotta nelle aree limitrofe dell'impianto ITREC non ha evidenziato la presenza di anomalie radiometriche di rilevanza radiologica.

In particolare, le concentrazioni di ^{137}Cs e ^{90}Sr riscontrate nei campioni ambientali ed alimentari analizzati nella presente indagine sono confrontabili con le concentrazioni dei rilevamenti effettuati nell'ambito della rete regionale della Basilicata e della rete nazionale per la sorveglianza della radioattività ambientale (RESORAD).

In alcuni campioni di sedimento fluviale/limo e sedimento marino si sono riscontrati valori di ^{137}Cs superiori all'intervallo di variabilità della rete regionale della Basilicata, ma, comunque, compresi nell'intervallo di variabilità su scala nazionale.

In relazione ai radionuclidi artificiali sopra menzionati va considerato che la loro presenza è riconducibile alle ricadute al suolo conseguenti ai test nucleari in atmosfera degli anni '60 e all'incidente di Chernobyl del 1986. In particolare, per l'incidente di Chernobyl, le condizioni meteo-climatiche, immediatamente susseguenti all'evento e i successivi fenomeni di dilavamento ed accumulo, hanno determinato una distribuzione non omogenea di tale contaminazione sul territorio nazionale.

Anche le misure di rateo di dose ambientale effettuate *in situ* rientrano nella variabilità dei dati rilevati a livello regionale e nazionale.

11. Bibliografia e sitografia

- [1] Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26/07/2006 di autorizzazione all'esercizio finalizzato al mantenimento in sicurezza e all'esecuzione delle attività propedeutiche alla disattivazione.
- [2] Decreto legislativo 17 marzo 1995, n.230 e s.m.i. - Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti, 2009/71/Euratom in materia di sicurezza nucleare degli impianti nucleari e 2011/70/Euratom in materia di gestione sicura del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi derivanti da attività civili..
- [3] Proposta di rete di sorveglianza ambientale Impianto ITREC doc. (RTI) COMB-IRITR(87) 210 – Rev. 1 del 27/04/1987.
- [4] Jia Gougang, Testa C., Desideri D., Guerra F., Roselli C., 1998. Sequential separation and determination of plutonium, americium-241 and strontium-90 in soils and sediments, Journal of radioanalytical and nuclear chemistry, Vol.230, Nos 1-2, pp. 21-27.
- [5] ASTM D5811-08 Standard Test Method for Strontium-90 in Water.
- [6] ISO 13160: 2012 Strontium 90 and strontium 89 – Test methods using liquid scintillation counting or proportional counting.
- [7] ISO 9697:1992 – Water quality – measurement of gross beta activity in non-saline water.
- [8] ISO 9697:2007 – Water quality – measurement of gross beta activity in non-saline water- Thick source
- [9] Trattato che istituisce la Comunità Europea dell'Energia Atomica (Euratom), 1957.
- [10] ISPRA, Linee guida per il monitoraggio della radioattività, Manuali e linee guida 83/2012.
- [11] https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto_redazione_isin/manuale_della_rete_res_orad_rev3_2018_0.pdf
- [12] Decreto legislativo 15 febbraio 2016, n. 28 - Attuazione della direttiva 2013/51/EURATOM del Consiglio, del 22 ottobre 2013, che stabilisce requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano.

12. Allegati

Allegato 1 – Elenco rapporti di analisi ISIN.

Allegato 2 – Elenco rapporti di analisi ARPAB.

Allegato 1 - Elenco rapporti di analisi conservati presso l'Ufficio radioattività ambientale e laboratori di ISIN. Procedimento n. 303/2018 del Sistema di Gestione della Qualità:

4041; 4042; 4073; 4074; 4075; 4076; 4077; 4078;4079; 4148; 4149; 4150; 4151; 4152; 4153; 4155;
4156; 4157; 4160: 4161; 4162; 4163; 4164; 4243; 4244; 4245

Allegato 2 - Elenco rapporti di analisi conservati presso l'Ufficio Centro Regionale Radioattività (C.R.R.) di ARPAB c/o Dipartimento Provinciale di Matera:

A210G, A210AB, A210SR, A209G, A209AB, A209SR, A208G, A208AB, A208SR, A336G, A336AB, A336SR, A335G, A335AB, A335SR, A334G, A334AB, A334SR, A221G, A222G, A219G, A220G, A216G, A215G, A217G, A218G, A299G, A300G, A301G, A302G, A303G, A304G, A212G, A211G, A213G, A338G, A339G, A305G, A340G, A340SR, A342G, A341G,