



DOCUMENTO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RADIOLOGICO AI SENSI
DELL'ARTICOLO 10-TER - COMMA 3 DEL D.LGS. 230/95, RELATIVO ALL'AREA INDUSTRIALE
DENOMINATA "AREA EX LIQUICHIMICA" - "DISCARICA FOSFOGESSI" NEL SITO DEL CONSORZIO PER
LO SVILUPPO INDUSTRIALE DELLA PROVINCIA DI POTENZA - CENTRO DIREZIONALE ZONA INDUSTRIALE
DI TITO - 85050 TITO SCALO (PZ)



Allegati :

- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R21/'12 del 16 gennaio 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 1° Rapporto
- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R11/'13 del 6 giugno 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 2° Rapporto

| Revisione | Preparato | Verificato | Approvato | Data |
|-----------|--|---|--|----------------|
| 000 | Alberto CASSIANO Esperto Qualificato II Grado n. 672 | Cesare LAZZARI Esperto Qualificato II Grado n. 1032 | Alberto CASSIANO Esperto Qualificato II Grado n. 672 | 9 ottobre 2013 |
| | | | | |



PREMESSA

Il Consorzio per lo Sviluppo Industriale della Provincia di Potenza con Delibera Commissariale n. 72 del 2 agosto 2013 ha conferito allo scrivente Esperto Qualificato (Alberto Cassiano n. 672 dell'Elenco Nazionale di II grado) l'incarico di assicurare la sorveglianza fisica della protezione e per l'attuazione, per quanto di competenza, di quanto disposto dall'articolo 10-ter del D.Lgs. 230/95 e s.m.i. - *Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti s.m.i.*, (di seguito indicato come D.Lgs. 230/95).

Tale incarico è relativo all'area industriale denominata "Area ex Liquichimica - Discarica Fosfogessi" presente nel sito del Consorzio Industriale della Provincia di Potenza - Centro Direzionale Zona Industriale di Tito - 85050 Tito Scalo (PZ).

Nell'ambito dell'incarico conferito è stata eseguita la valutazione del rischio radiologico per l'area oggetto dell'incarico in modo da fornire al Datore di Lavoro, con apposita relazione scritta redatta ai sensi dell'articolo 10-ter del D.Lgs. 230/95, le indicazioni e le prescrizioni volte ad assicurare la sorveglianza fisica della protezione per i lavoratori e per gli individui della popolazione nello stato attuale dell'area.

Il Documento di Valutazione del Rischio Radiologico dovrà essere parte integrante della valutazione dei rischi prevista dall'articolo 17 comma 1, lettera a) del D.Lgs. 81/08 e dovrà integrare il Documento di Valutazione dei Rischi previsto dall'art. 28 del D.Lgs. 81/08.

La documentazione relativa alla sorveglianza fisica della protezione dovrà essere conservata e mantenuta disponibile presso la sede di lavoro o, se necessario per una maggiore garanzia di conservazione, presso la sede legale del Datore di Lavoro. La documentazione relativa alla sorveglianza fisica della protezione dovrà, se richiesta, essere resa disponibile per informazione del personale interessato o per eventuali richieste degli Enti preposti alla vigilanza.

Sulla base delle informazioni ricevute, sulle aree del sito "ex Liquichimica" furono presenti attività lavorative elencate nell'allegato I-bis del D.Lgs. 230/95, in particolare quella di cui al paragrafo 1 lettera a):

"industria che utilizza minerali fosfatici e depositi all'ingrosso per il commercio di fertilizzanti".

All'interno del sito è presente una discarica (bacino fosfogessi) al cui interno sono stati depositati rifiuti provenienti dalle lavorazioni della ex Liquichimica e fanghi provenienti dall'impianto di depurazione di Potenza. Il bacino fosfogessi occupa una superficie pari a circa 27.500 m².

Complessivamente i quantitativi di rifiuti presenti sono stimabili in circa 110.000 m³ e riferibili alle seguenti tipologie:

- Fosfogessi (Rifiuti Speciali Non Pericolosi) - CER 060901
- Fanghi di origine industriale (rifiuti speciali) - CER 190804

Sulla base di quanto esposto e dei risultati evidenziati nei documenti

- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R21/'12 del 16 gennaio 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 1° Rapporto
- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R11/'13 del 6 giugno 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 2° Rapporto

sull'area industriale denominata "Area ex Liquichimica - Discarica Fosfogessi" sussistono problematiche radioprotezionistiche derivanti dalla presenza di radionuclidi di origine naturale (N.O.R.M.: Naturally Occurring Radioactive Materials e T.E.N.O.R.M.: Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials).



Le materie prime utilizzate per la produzione di fertilizzanti fosfatici (fosforiti) contengono radionuclidi naturali in concentrazioni significative. Le quantità di fosfogessi conferite in discarica hanno determinato la presenza di residui contenenti concentrazioni significative di radionuclidi naturali (in particolare di quelli appartenenti alle famiglie naturali dell'Uranio e del Torio) che hanno determinato l'insorgere di problematiche di tipo radioprotezionistico.

La presenza di residui contenenti radionuclidi naturali, in particolari condizioni espositive, è suscettibile di aumentare l'esposizione alle radiazioni ionizzanti dei lavoratori e degli individui della popolazione.

Il presente documento valuta il rischio radiologico "residuo" che tali attività, attualmente non più in atto, potrebbero determinare per i lavoratori presenti sul sito, per i gruppi di riferimento (gruppi critici) della popolazione e per gli individui della popolazione presenti all'esterno del sito.

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Le caratteristiche radiologiche dei materiali presenti in discarica e la loro provenienza, sulla base di quanto contenuto nell'attuale normativa, riconducono la problematica all'interno del Capo III-bis del D.Lgs. 230/95 - Esposizioni da attività lavorative con particolari sorgenti naturali di radiazioni.

Le attività lavorative implicanti l'uso o lo stoccaggio di materiali fosfatici, abitualmente non considerati radioattivi ma che contengono radionuclidi naturali, possono provocare un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori ed, eventualmente, di persone del pubblico. Per tale motivo la produzione di fertilizzanti fosfatici rientra nell'elenco delle attività lavorative di cui all'articolo 10-bis comma 1 lettere c) e d) del D.Lgs. 230/95 ed è espressamente indicata al punto 1.a dell'allegato I-bis.

Per gli aspetti concernenti la radioprotezione, come già anticipato, il quadro normativo di riferimento è costituito dal D.Lgs. 230/95 e specificatamente dal Capo III-bis.

La fosforite utilizzata come materia prima conteneva radionuclidi naturali appartenenti alle famiglie dell'Uranio_{naturale} e del Torio_{naturale} in varia concentrazione e per tale motivo riconducibile alla definizione di "materie radioattive naturali", contenuta al punto 4 dell'allegato I al D.Lgs. 230/95.

4. Materie radioattive naturali

4.1 Ai fini dell'applicazione del presente decreto sono considerate materie radioattive naturali l'Uranio naturale (U nat) ed il Torio naturale (Th nat), con i loro prodotti di decadimento, e il ⁴⁰K.

4.2 L'Uranio naturale è formato da una miscela di ^U²³⁵, con concentrazione ponderale come si trova in natura (0,72% circa), di ^U²³⁸ e dei prodotti di decadimento di tali radioisotopi. Il Torio naturale è formato da Th²³² e dai relativi prodotti di decadimento. Le miscele di Uranio contenenti ^U²³⁵ in percentuale ponderale minore di quella sopra definita sono denominate Uranio impoverito.

4.3 Ai fini dell'applicazione del presente decreto, per capostipiti dell'U-nat e del Th-nat devono intendersi rispettivamente l'^U²³⁸ ed il Th²³².

4.4. Le condizioni di applicazione per le attività lavorative aventi per oggetto materie radioattive naturali in cui i radionuclidi naturali non siano, o non siano stati, trattati per le loro proprietà radioattive, fissili o fertili sono fissate nel Capo III bis del presente decreto e nei relativi provvedimenti di applicazione.

Tutti i materiali presenti presso la discarica fosfogessi, sulla base delle informazioni acquisite, sono derivanti dalle attività di produzione dell'acido fosforico e per tale motivo non rientrano nella definizione di "rifiuti radioattivi", così come definiti nell'articolo 4 del D.Lgs. 230/95. Per essere considerati rifiuti radioattivi



dovrebbero derivare da "qualsiasi materia radioattiva" e per "materia radioattiva" si intende una "sostanza o insieme di sostanze radioattive" (articolo 4 del D.Lgs. 230/95).

Nell'allegato I punto 1.1 è riportato che le "materie radioattive" che rientrano nel campo di applicazione del D.Lgs. 230/95, sono quelle che "siano o siano state trattate per la loro proprietà radioattive" e, nel caso in esame, ciò non è avvenuto.

L'articolo 10-bis lettera d), stabilisce che le disposizioni del Capo III-bis del D.Lgs. 230/95 si applicano alle "attività lavorative che comportano la produzione di residui abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali e provocano un aumento significativo dell'esposizione di persone del pubblico e, eventualmente, dei lavoratori;" ed inoltre alle "attività lavorative implicanti l'uso o lo stoccaggio di materiali abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali e provocano un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori e, eventualmente, di persone del pubblico".

L'allegato I-bis al D.Lgs. 230/95 elenca le attività lavorative alle quali si applicano i disposti del Capo III-bis. In tale elenco è inserita "l'industria che utilizza minerali fosfatici e depositi per il commercio all'ingrosso di fertilizzanti".

MODELLO CONCETTUALE UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO RADIOLOGICO NELLO STATO DI FATTO DELL'AREA

Il modello concettuale utilizzato per la valutazione del rischio radiologico associato alla presenza di N.O.R.M. e T.E.N.O.R.M. allo stato solido, nell'area industriale denominata "Area ex Liquichimica - Discarica Fosfogessi", è stato quello di considerare, per le diverse vie di esposizione (dose da irraggiamento diretto e dose impegnata da contaminazione interna) il contributo, in termini di dose, che i radionuclidi naturali conferiti in discarica potrebbero fornire ai lavoratori presenti nel sito ed agli individui della popolazione.

Sulla base delle informazioni ricevute, sulle aree del sito "ex Liquichimica - Discarica Fosfogessi" non sono attualmente in essere attività lavorative e per tale motivo le valutazioni eseguite sono riferibili ad "ipotesi di attività lavorative".

All'interno dello scenario espositivo utilizzato per la valutazione dosimetrica si è comunque valutata una "ipotesi di attività lavorativa" estremamente cautelativa con una previsione di permanenza di un lavoratore all'interno del perimetro della discarica fosfogessi, per un periodo temporale di 100 ore/anno. Come già anticipato la valutazione è svolta a titolo puramente teorico in considerazione del fatto che le informazioni ricevute indicano che sulle aree del sito "ex Liquichimica - Discarica Fosfogessi" non sono attualmente in essere attività lavorative.

Per la valutazione delle dosi assorbite dai lavoratori e dagli individui della popolazione sono stati utilizzati i risultati dei rilievi radiometrici già disponibili, provenienti da indagini condotte negli scorsi mesi da A.R.P.A. di Basilicata:

- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R21/'12 del 16 gennaio 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 1° Rapporto
- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R11/'13 del 6 giugno 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 2° Rapporto



Nei citati documenti sono riportati i risultati delle verifiche radiometriche di esposizione esterna svolte in ambiente e quelli delle analisi radiometriche effettuate sulle matrici ambientali prelevate.

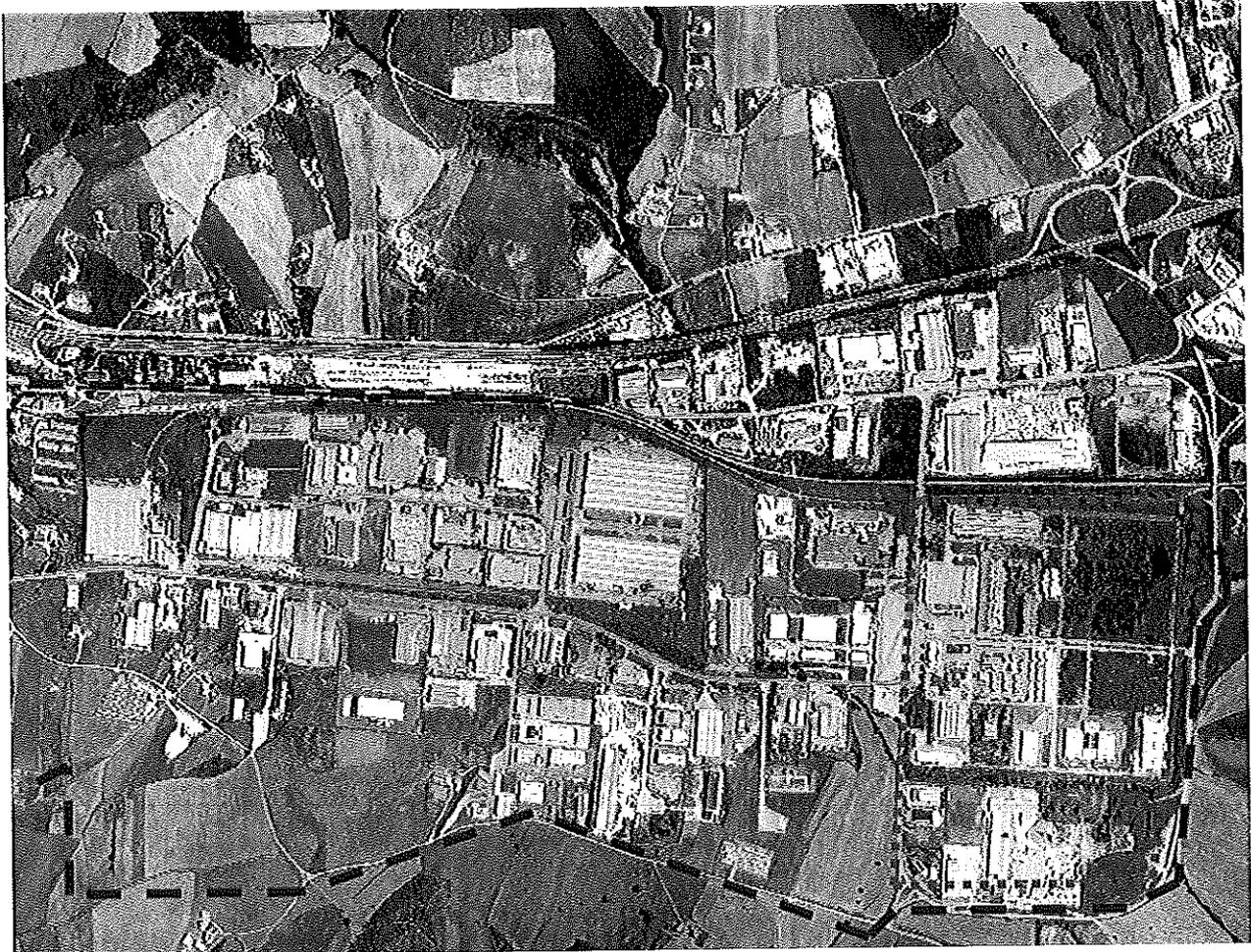
I risultati di tali misure ed analisi sono quindi stati valutati in termini dosimetrici e confrontati con i livelli di azione fissati dall'allegato I-bis al D.Lgs. 230/95, per stabilire le azioni da adottare per la riduzione del rischio radiologico.

I livelli di azione contenuti nell'allegato I-bis al D.Lgs. 230/95, sono stabiliti per le attività lavorative in corso, quindi per situazioni che comportano un maggior rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti per i lavoratori e per individui della popolazione, rispetto a quanto non avvenga nei casi in cui le attività lavorative non siano più in atto.

Le misure radiometriche eseguite, utilizzate per la redazione del Documento di Valutazione dei Rischi Radiologici potranno essere oggetto di successiva verifica e conferma mediante la loro ripetizione periodica.

STATO DI FATTO DELL'AREA OGGETTO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RADIOLOGICO

L'area industriale di Tito (Pz) rientra all'interno del perimetro del Sito di Interesse Nazionale istituito con D.M. 18 settembre 2001 n. 468. Il Consorzio per lo Sviluppo Industriale della Provincia di Potenza con Delibera della Giunta Regionale di Basilicata n. 436 del 1.3.2005 è stato individuato quale Ente attuatore degli interventi di messa in sicurezza e bonifica dell'area pubblica "ex Liquichimica".



Il sito si trova nel comparto occidentale della Basilicata a circa 9 km ad Ovest di Potenza, ad una quota pari a circa 765 m s.l.m.. Esso è localizzato a circa 4 km a Nord-Ovest dell'abitato di Tito (Pz).

L'area è caratterizzata da rilievi che superano i 1400 m di altezza, propaggini delle Dolomiti Lucane. La viabilità interna dell'area industriale di Tito Scalo si innesta sulla S.S. 407 Basentana, asse della rete stradale regionale collegata all'Autostrada A3 e sulla linea ferroviaria Potenza-Sicignano che scorre lungo il confine Nord del sito.

Il sito denominato "area ex Liquichimica" è sito nella provincia di Potenza - Comune di Tito - Località Contrada S. Aloja, nell'agglomerato del nucleo industriale di Potenza. Esso si estende per una superficie di 32 ettari circa. Il sito è costituito da un'area industriale dismessa, nella quale sono presenti fabbricati e impianti in parte demoliti o in evidente stato di abbandono. Una parte dell'area è stata interessata da nuove realizzazioni industriali.

L'impianto originario è stato realizzato dalla Chimica Meridionale S.p.A. nell'anno 1969, la Liquichimica Meridionale S.p.A. è subentrata dal settembre 1976. La cessazione dell'attività industriale è avvenuta nel 1989. Dal 31 marzo 1989 il sito è di proprietà del Consorzio ASI di Potenza.

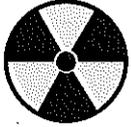


FOTO AEREA VASCA FOSFOGESSI

***** LIMITE VASCA FOSFOGESSI

Superficie complessiva: 27.500 mq.

Quantità di rifiuti stimata: 110.000 mc.

Tipologia dei rifiuti presenti ⁽¹⁾ :

- Fosfogessi (Rifiuti Speciali Non Pericolosi - CER 060901⁽²⁾)
- Fanghi di origine industriale (Rifiuti Speciali - CER 190804⁽³⁾)

(1): rilevati dal Piano di caratterizzazione area ex Liquichimica della Regione Basilicata (marzo 2004)

(2): modificati a seguito della trasposizione dei CER nel 2002

(3): modificati a seguito della trasposizione dei CER nel 2002



L'area della discarica è recintata, caratterizzata dalla presenza di una folta vegetazione ed è accessibile solo in alcuni punti.



Foto 11, 12

Foto 6, 7, 8, 9, 10

Foto 1, 2, 3, 4, 5

Foto 13, 14, 15,
16

Image © 2009 DigitalGlobe

Google

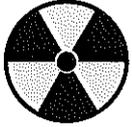


Foto 1



Foto 2



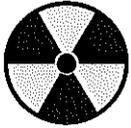


Foto 3

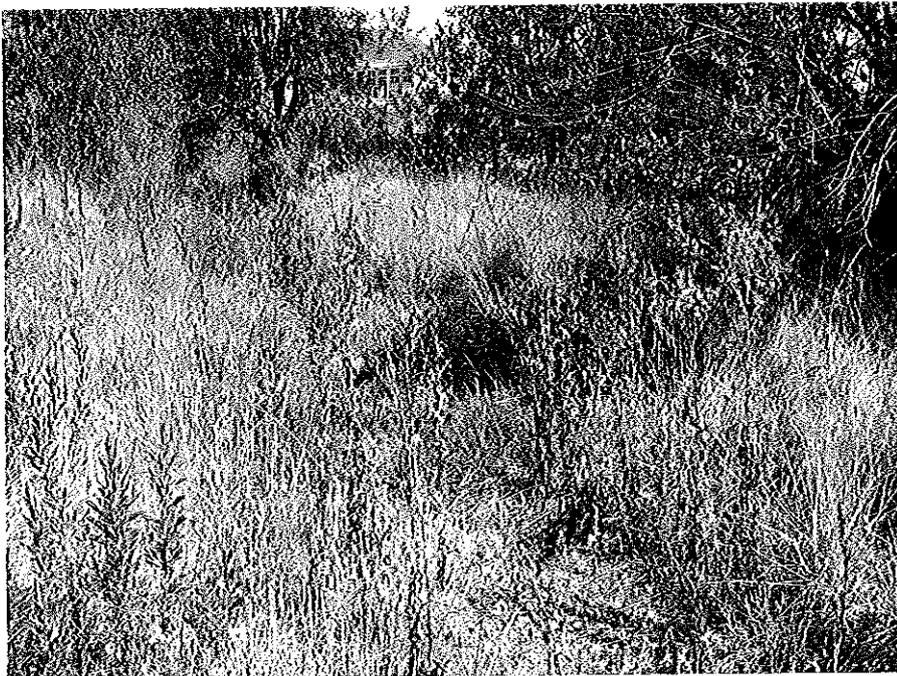


Foto 4

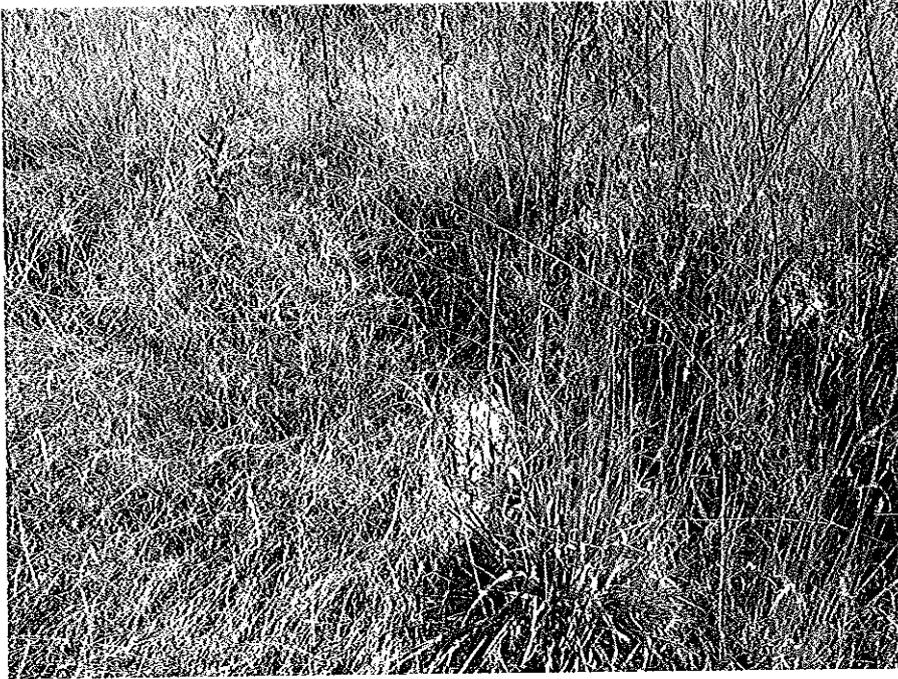


Foto 5



Foto 6

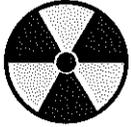


Foto 7

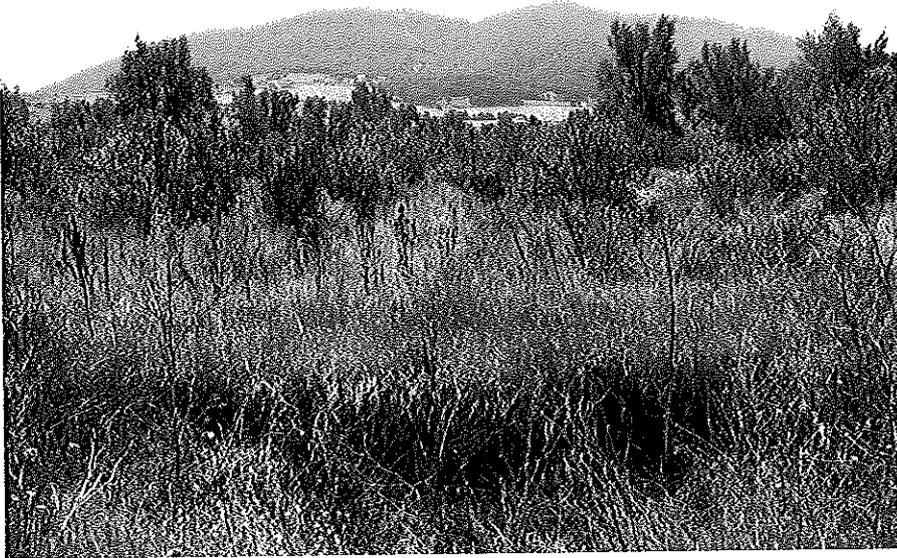


Foto 8





Foto 9



Foto 10

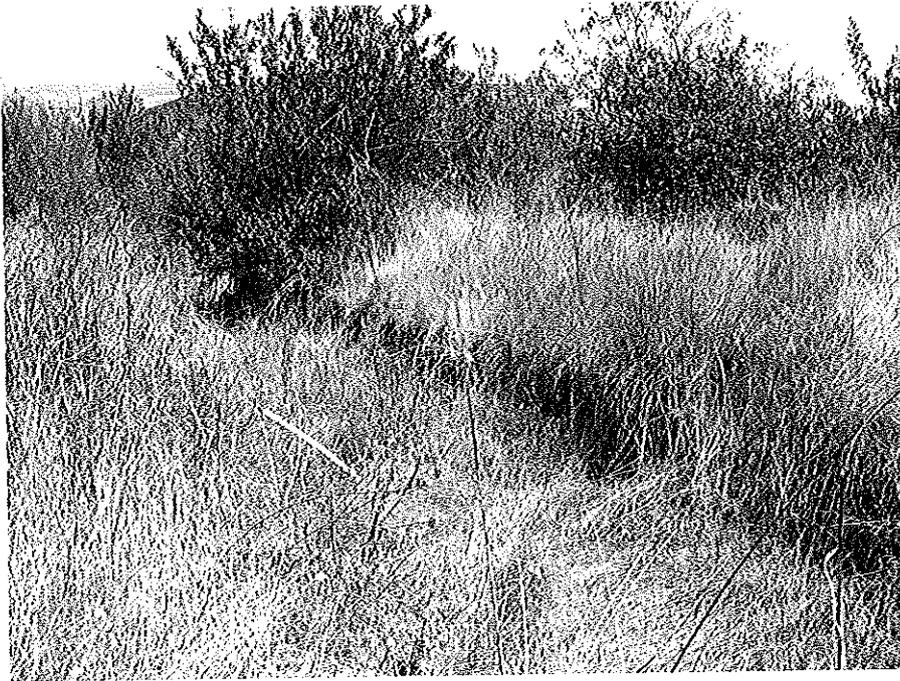
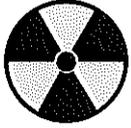


Foto 11



Foto 12



Foto 13



Foto 14

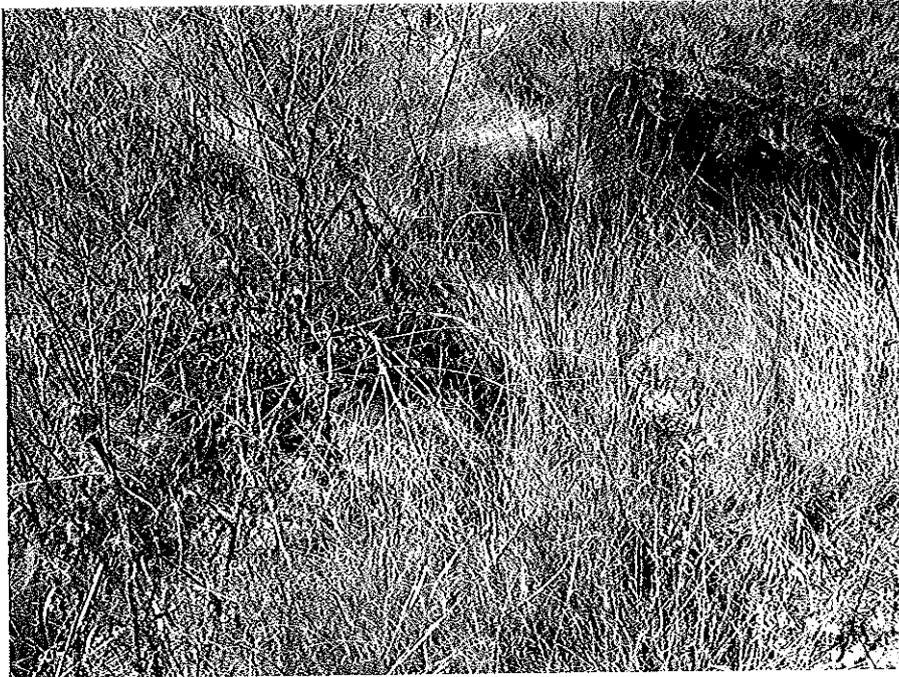


Foto 15



Foto 16



A.R.P.A. di Basilicata ha svolto due campagne di misure i cui risultati sono riportati nei documenti

- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R21/'12 del 16 gennaio 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 1° Rapporto
- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R11/'13 del 6 giugno 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 2° Rapporto

I livelli medi di dose gamma ambientale, rilevati nel corso delle due fasi di misure, risultano tra loro disomogenei e, riferendosi ad un'altezza del suolo di 100 cm, variano da 65 nSv/h a 340 nSv/h.

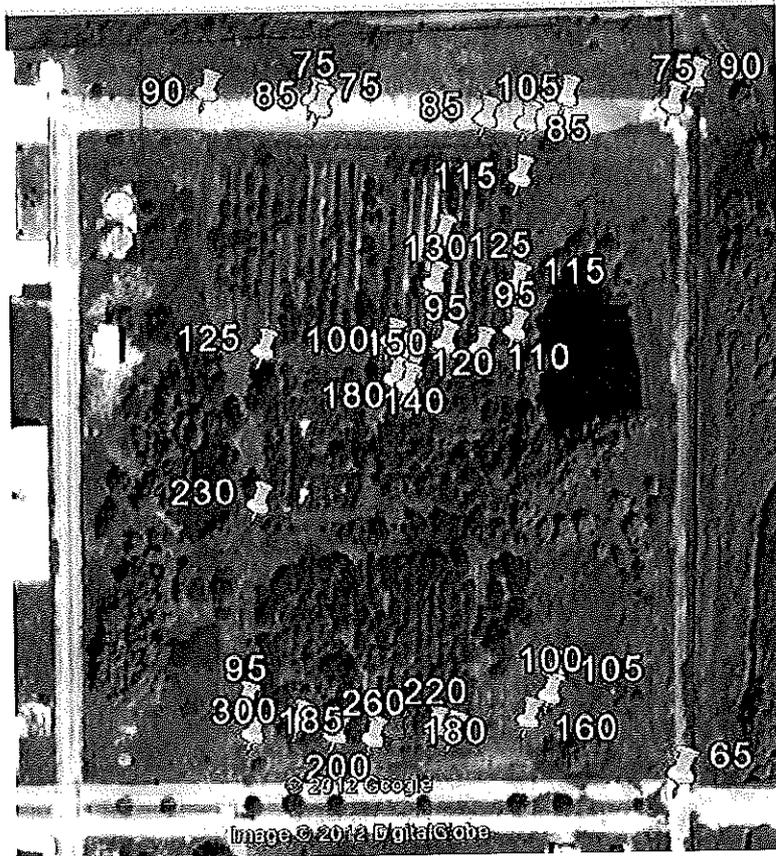
Tabella dei rilievi in campo

| ID punto di misura | Coord. Geografiche | | Misure con strumento AUTOMESS | Note |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | Lat(deg) (xx'yy'z.zz") | Lon(deg) (xx'yy'z.zz") | Rateo γ Medio [nSv/h] | |
| 1 | 40°36'16.6" | 15°43'38.8" | 85 | |
| 2 | 40°36'15.9" | 15°43'34.9" | 90 | |
| 3 | 40°36'10.5" | 15°43'35.2" | 230 | |
| 4 | 40°36'07.9" | 15°43'34.7" | 95 | |
| 5 | 40°36'07.5" | 15°43'34.8" | 185 | |
| 6 | 40°36'07.4" | 15°43'35.4" | 275 | |
| 7 | 40°36'07.4" | 15°43'38.2" | 200 | |
| 8 | 40°36'07.4" | 15°43'37.2" | 200 | |
| 9 | 40°36'07.4" | 15°43'37.9" | 220 | |
| 10 | 40°36'07.6" | 15°43'35.6" | 300 | anche misure con spettrometro gamma |
| 11 | 40°36'07.3" | 15°43'38.2" | 180 | |
| 12 | 40°36'07.4" | 15°43'39.5" | 160 | |
| 13 | 40°36'07.7" | 15°43'39.9" | 100 | |
| 14 | 40°36'08.0" | 15°43'40.0" | 105 | |
| 15 | 40°36'12.5" | 15°43'35.3" | 260 | anche misure con spettrometro gamma |
| 16 | 40°36'12.5" | 15°43'35.5" | 125 | |
| 17 | 40°36'12.5" | 15°43'37.7" | 100 | |
| 18 | 40°36'12.4" | 15°43'37.8" | 75 | |
| 19 | 40°36'12.3" | 15°43'37.9" | 120 | |
| 20 | 40°36'12.1" | 15°43'38.0" | 140 | |
| 20 | 40°36'12.0" | 15°43'37.7" | 150 | |
| 21 | 40°36'11.9" | 15°43'37.9" | 180 | |
| 22 | 40°36'12.4" | 15°43'38.6" | 95 | |
| 23 | 40°36'12.7" | 15°43'38.5" | 150 | |
| 24 | 40°36'13.2" | 15°43'38.5" | 130 | |



| | | | | |
|----|-------------|-------------|-----|-------------------------------------|
| 25 | 40°36'13.8" | 15°43'39.7" | 125 | |
| 26 | 40°36'12.3" | 15°43'39.2" | 110 | |
| 27 | 40°36'12.5" | 15°43'39.8" | 95 | |
| 28 | 40°36'13.1" | 15°43'39.9" | 115 | |
| 29 | 40°36'14.5" | 15°43'40.1" | 115 | |
| 30 | 40°36'15.2" | 15°43'40.3" | 105 | |
| 31 | 40°36'15.3" | 15°43'39.6" | 85 | |
| 32 | 40°36'15.5" | 15°43'41.0" | 85 | |
| 33 | 40°36'16.3" | 15°43'42.8" | 75 | |
| 34 | 40°36'16.6" | 15°43'43.2" | 90 | |
| 35 | 40°36'15.7" | 15°43'36.7" | 75 | anche misure con spettrometro gamma |
| 36 | 40°36'09.5" | 15°43'42.0" | 65 | anche misure con spettrometro gamma |

Mappa dei valori di dose misurati a cura di A.R.P.A. di Basilicata



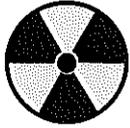


Tabella n. 1. RILIEVI RADIOMETRICI E CAMPIONAMENTI – II FASE

| ID Punto | DATA | Coordinate Geografiche | | Misure Rateometro gamma | | | Campionamenti | | | Annotazioni (tolleranza GPS: ± 3-4 metri) |
|----------|------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|-----------------|--|
| | | Lat(deg) (xx°yy'z.zz") | Lon(deg) (xx°yy'z.zz") | Rateo γ Medio (nSv/h) | Rateo γ Max (nSv/h) | Altezza dal terreno (cm) | matrice | denominaz. Campione | profondità [cm] | |
| P1 | 08/05/2013 | 40°36'15,8" | 15°43'34,9" | 78 | 110 | 100 | | | | all'ingresso dell'area (fondo gamma) |
| P1 | 08/05/2013 | 40°36'15,8" | 15°43'34,9" | 82 | 110 | 10 | | | | con rateometro verso il basso |
| P2 | 08/05/2013 | 40°36'09,9" | 15°43'35,1" | 170 | 180 | 100 | | | | |
| P2 | 08/05/2013 | 40°36'09,9" | 15°43'35,1" | 170 | 180 | 10 | fosfogessi | P2 | superfic. | con rateometro verso il basso |
| P3 | 08/05/2013 | 40°36'07,7" | 15°43'34,6" | 330 | 340 | 100 | | | | |
| P3 | 08/05/2013 | 40°36'07,7" | 15°43'34,6" | 460 | 480 | < 10 | Terreno & fosfogessi | P35 | superfic. | prelievo con pala |
| P3 | 08/05/2013 | 40°36'07,7" | 15°43'34,6" | 460 | 480 | < 10 | fosfogessi | P3C | da 5 a 50 | prelievo con carotatore |
| P4 | 08/05/2013 | 40°36'07,4" | 15°43'36,6" | 217 | 240 | 100 | fosfogessi | P4 | superfic. | prelievo con pala |
| P5 | 08/05/2013 | 40°36'08,2" | 15°43'40" | 113 | 140 | 100 | acqua di falda | M9-1°canna | | piezometro M9 (prima falda) |
| P5 | 08/05/2013 | 40°36'08,2" | 15°43'40" | 113 | 140 | 100 | acqua di falda | M9-2°canna | | piezometro M9 (seconda falda) |
| P6 | 08/05/2013 | 40°36'06,2" | 15°43'36,7" | 70 | 80 | 100 | acqua di falda | L11-1°canna | | piezometro L11 |
| P7 | 21/05/2013 | 40°36'16,4" | 15°43'36,2" | 125 | 140 | 100 | terreno | P7 | superfic. | prelievo con pala |
| P7 | 21/05/2013 | 40°36'16,4" | 15°43'36,2" | 125 | 140 | 100 | acqua di falda | PI4-2°canna | | piezometro M (seconda falda) |
| P8 | 21/05/2013 | 40°36'16,1" | 15°43'44,5" | 107 | 120 | 100 | terreno | P8 | superfic. | prelievo con pala |
| P8 | 21/05/2013 | 40°36'16,1" | 15°43'44,5" | 107 | 120 | 100 | acqua di falda | PO4-1°canna | | piezometro O4 (prima falda) |
| P9 | 21/05/2013 | 40°36'02,5" | 15°43'17,4" | 95 | 110 | 100 | terreno | P9 | superfic. | prelievo con pala |
| P9 | 21/05/2013 | 40°36'02,5" | 15°43'17,4" | 95 | 110 | 100 | acqua di falda | PA13-2°canna | | piezometro A13 (seconda falda) |

Al fine di dare significatività alle misure è stato individuato l'intervallo entro il quale collocare il fondo naturale ambientale caratteristico della zona circostante il sito. I valori di fondo risultano compresi in un intervallo 65 nSv/h ÷ 95 nSv/h.

Nel corso delle campagne di misura sono state prelevate matrici ambientali sottoposte ad analisi spettrometrica gamma con sistemi al Germanio (HPGe) a basso fondo ed elevata efficienza.

Le modalità di analisi dei campioni prelevati ed i risultati di tali analisi, sono riportati nel documento

- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata – Ufficio Centro Regionale Radioattività – Relazione n. R11/'13 del 6 giugno 2013 – Controlli radiometrici presso ex Liquichimica – Zona industriale Tito Scalo (PZ) – Area fosfogessi- 2° Rapporto ed esposti nella successiva tabella.



ARPA B



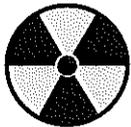
Tabella 2. Sintesi risultati analitici

| Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata | | | Concentrazione attività (¹) [Bq/Kg] | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|-------------|---------------|------------|--------------|------------|------------|----------------|
| Id punto | Id campione | matrice | Cs-137 | K-40 | Pb-210 (¹) | Pb-212 | Pb-214 | Bi-212 | Bi-214 | U-235 | Ac-228 | Ra-226 (¹) |
| P2 | P2 | fosfogessi | 0,50±0,17 | 8,64±2,93 | 367,17±88,03 | 12,97±1,47 | 300,02±32,71 | 10,67±2,83 | 257,55±25,22 | 3,00±1,45 | 9,63±1,14 | 459,53±59,55 |
| P3 | P3B | terreno & fosfogessi | 3,25±0,4 | 255,38±28,21 | out range | 59,66±19,63 | 1.112,0±293,5 | 43,12±5,83 | 861,40±77,94 | 27,13±5,30 | 44,44±1,33 | 2098,92±694,79 |
| P3 | P3C | fosfogessi | 0,92±0,34 | 160,20±14,03 | 1384,2±320,4 | 33,81±3,64 | 1829,1±194,8 | 27,41±5,60 | 1613,4±154,4 | 24,52±4,09 | 28,73±2,79 | 2461,07±303,93 |
| P4 | P4 | fosfogessi | 1,71±0,27 | 77,87±8,20 | 604,96±147,4 | 17,73±2,03 | 507,73±56,41 | 17,18±3,53 | 428,1±42,6 | 10,9±2,26 | 14,30±1,64 | 764,02±109,77 |
| P7 | P7 | terreno | 0,99±0,99 | 560,80±50,96 | 91,93±22,64 | 61,30±8,82 | 28,30±3,18 | 56,20±8,01 | 28,56±2,69 | 2,07±0,93 | 60,77±4,5 | 62,30±18,67 |
| P8 | P8 | terreno | 11,37±1,11 | 469,05±42,14 | 97,72±23,65 | 51,97±5,67 | 23,13±2,67 | 47,08±5,08 | 21,91±2,20 | < 1,33 | 42,51±3,73 | 56,89±23,16 |
| P9 | P9 | terreno | 10,87±0,98 | 819,16±62,87 | ----- | 75,48±24,94 | 39,63±10,56 | 65,82±5,40 | 33,73±3,25 | 2,99±1,28 | 51,27±4,99 | 37,89±31,73 |
| | | | Concentrazione attività [Bq/litro] | | | | | | | | | |
| P5 | M9-1* | acqua falda | < 0,081 | < 2,43 | ----- | < 0,28 | 6,63±1,72 | < 1,27 | 5,17±0,45 | < 0,89 | < 0,42 | < 3,5 |
| P5 | M9-2* | acqua falda | < 0,11 | < 2,22 | 2,56±1,49 | < 0,36 | 5,42±0,43 | < 1,42 | 4,37±0,39 | < 0,7 | < 1,15 | 10,57±5,54 |
| P6 | L11 | acqua falda | < 0,10 | < 2,73 | 4,91±1,72 | < 0,22 | 13,06±0,83 | < 1,38 | 11,19±0,8 | < 0,79 | < 0,45 | 7,96±5,21 |
| P7 | PI4-2* | acqua falda | < 0,10 | < 2,17 | < 2,68 | < 0,20 | 2,29±0,23 | < 1,38 | 1,05±0,24 | < 0,66 | < 0,46 | 9,32±5,25 |
| P8 | PO4-1* | acqua falda | < 0,09 | 3,84±1,48 | ----- | < 0,27 | 7,43±1,93 | < 1,34 | 6,20±0,52 | < 0,88 | < 0,39 | < 3,2 |
| P9 | PA13-2* | acqua falda | < 0,07 | < 2,39 | ----- | < 0,26 | < 0,20 | < 1,37 | < 0,28 | < 0,93 | < 0,41 | < 3,0 |

Nel corso delle medesime campagne di misura sono stati prelevati campioni delle acque di falda da pozzi piezometrici esistenti. I campioni sono stati sottoposti ad analisi spettrometrica gamma con sistemi al Germanio (HPGe) a basso fondo ed elevata efficienza. I campioni di acqua di falda sono stati analizzati senza alcun trattamento (tal quali).

Le modalità di analisi dei campioni prelevati ed i risultati di tali analisi, sono riportati nel documento

- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R11/'13 del 6 giugno 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 2° Rapporto ed esposti nella successiva tabella.



ARPA B

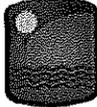


Tabella 2. Sintesi risultati analitici

| Id punto | Id campione | matrice | Concentrazione attività ⁽¹⁾ [Bq/Kg] | | | | | | | | | |
|----------|-------------|----------------------|--|--------------|-----------------------|-------------|---------------|------------|--------------|------------|------------|-----------------------|
| | | | Cs-137 | K-40 | Pb-210 ⁽¹⁾ | Pb-212 | Pb-214 | Bi-212 | Po-214 | U-235 | Ac-228 | Ra-226 ⁽¹⁾ |
| P2 | P2 | fosfogessi | 0,50±0,17 | 8,84±2,93 | 367,17±88,03 | 12,97±1,47 | 300,02±32,71 | 10,67±2,83 | 257,65±25,22 | 3,00±1,45 | 9,53±1,14 | 459,53±59,55 |
| P3 | P3B | terreno & fosfogessi | 3,26±0,4 | 255,36±26,21 | out range | 59,68±19,63 | 1.112,0±293,5 | 43,12±5,83 | 851,40±77,94 | 27,13±5,30 | 44,44±4,33 | 2098,92±1694,79 |
| P3 | P3C | fosfogessi | 0,92±0,34 | 150,20±14,03 | 1384,2±320,4 | 33,61±3,64 | 1829,1±194,8 | 27,41±5,60 | 1613,4±154,4 | 24,62±4,09 | 26,73±2,79 | 2461,07±303,93 |
| P4 | P4 | fosfogessi | 1,71±0,27 | 77,87±8,20 | 604,96±147,4 | 17,73±2,03 | 507,73±56,41 | 17,18±3,53 | 426,1±42,6 | 10,9±2,25 | 14,30±1,54 | 764,02±109,77 |
| P7 | P7 | terreno | 9,99±0,99 | 660,60±50,96 | 91,93±22,64 | 61,30±6,82 | 28,30±3,18 | 56,20±6,01 | 28,66±2,69 | 2,07±0,93 | 50,77±4,5 | 62,30±16,67 |
| P8 | P8 | terreno | 11,37±1,11 | 469,05±42,14 | 97,72±23,65 | 51,97±5,67 | 23,13±2,57 | 47,08±5,08 | 21,91±2,20 | < 1,33 | 42,61±3,73 | 56,69±23,18 |
| P9 | P9 | terreno | 10,87±0,98 | 619,16±62,87 | ----- | 75,48±24,04 | 39,63±10,56 | 65,62±5,40 | 33,73±3,25 | 2,99±1,26 | 51,27±4,99 | 37,99±31,73 |
| | | | Concentrazione attività [Bq/litro] | | | | | | | | | |
| P5 | M9-1* | acqua falda | < 0,081 | < 2,43 | ----- | < 0,28 | 6,63±1,72 | < 1,27 | 5,17±0,45 | < 0,99 | < 0,42 | < 3,6 |
| P5 | M9-2* | acqua falda | < 0,11 | < 2,22 | 2,56±1,49 | < 0,36 | 5,42±0,43 | < 1,42 | 4,37±0,39 | < 0,7 | < 1,16 | 10,57±5,64 |
| P6 | L11 | acqua falda | < 0,10 | < 2,73 | 4,91±1,72 | < 0,22 | 13,06±0,93 | < 1,36 | 11,19±0,8 | < 0,79 | < 0,45 | 7,96±5,21 |
| P7 | PI4-2* | acqua falda | < 0,10 | < 2,17 | < 2,58 | < 0,20 | 2,29±0,23 | < 1,38 | 1,95±0,24 | < 0,66 | < 0,46 | 9,32±5,25 |
| P8 | P04-1* | acqua falda | < 0,09 | 3,84±1,46 | ----- | < 0,27 | 7,43±1,93 | < 1,34 | 8,20±0,62 | < 0,98 | < 0,39 | < 3,2 |
| P9 | PA13-2* | acqua falda | < 0,07 | < 2,39 | ----- | < 0,26 | < 0,29 | < 1,37 | < 0,28 | < 0,93 | < 0,41 | < 3,0 |

STIMA DELLE DOSI ASSORBITE DAI LAVORATORI

La valutazione delle dosi assorbite dai lavoratori e da individui della popolazione, dovuta alla presenza di radionuclidi naturali, è stata effettuata sulla base dello stato di fatto dell'area.

Le informazioni ricevute dal gestore dell'area confermano che attualmente non sono in corso attività lavorative, non sono previste per il prossimo futuro ed in ogni caso non è prevista la presenza continuativa di lavoratori presso la discarica.

Per la valutazione teorica delle dosi potenzialmente assorbibili è stato assunto, a titolo cautelativo, che un lavoratore frequenti l'area per un tempo di 100 ore/anno.

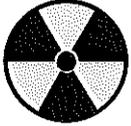
Di seguito sono sinteticamente esposte le valutazioni dosimetriche effettuate.

Dose da irraggiamento esterno

Per la valutazione della dose da irraggiamento esterno sono stati utilizzati i seguenti valori di esposizione

- massimo del fondo ambientale misurato ad 1 m di altezza dal suolo (95 nSv/h)
- massimo misurato ad 1 m di altezza dal suolo (340 nSv/h)

Nell'ipotesi di permanenza nell'area per un periodo di 100 ore/anno, si ottiene:



$$Dose_{min} = 100 \text{ ore/a} \cdot 95 \text{ nSv/h} = 9.500 \text{ nSv/anno (9,5 microSv/anno)}$$

$$Dose_{max} = 100 \text{ ore/a} \cdot (340 \text{ nSv/h} - 95 \text{ nSv/h}) = 24.500 \text{ nSv/anno (24,5 microSv/anno)}$$

I risultati ottenuti evidenziano che il contributo di dose potenzialmente derivante da esposizione esterna è frazionale rispetto al Livello di Azione per i lavoratori (1.000 microSv/anno).

Dose efficace impegnata da contaminazione interna

Come indicato in altra parte del documento, l'area della discarica è recintata, caratterizzata dalla presenza di una folta vegetazione e, per tale motivo, è improbabile che il materiale contaminato da radionuclidi naturali possa essere sollevato e quindi trasferito nel particolato atmosferico.

La valutazione della dose efficace impegnata da contaminazione interna, associata a fenomeni di inalazione del particolato atmosferico contenente radionuclidi naturali N.O.R.M. e T.E.N.O.R.M., per permanenza all'interno della discarica, è riferito al seguente scenario di base:

- soggetto: individuo adulto
- rateo del volume d'aria inalata: 1,2 m³/ora
- tempo di esposizione riferito all'anno solare: 100 ore

La dose efficace impegnata si ricava dalla formula seguente:

$$D = C \cdot h(g) \cdot P \cdot V \cdot T$$

in cui

• C è la concentrazione di ciascun radionuclide misurata nel campione P3-P3C-fosfogessi ed indicata nella tabella contenente i risultati analitici. L'ipotesi cautelativa è quella per cui le medesime concentrazioni siano presenti all'interno del particolato atmosferico. Per la valutazione è stata inserita la concentrazione del Po-210 supposto cautelativamente in equilibrio con il Pb-210. C assume i seguenti valori:

Cs-137: C = 0,92 Bq/kg

K-40: C = 150,20 Bq/kg

Pb-210: C = 1364,2 Bq/kg

Po-210: C = 1364,2 Bq/kg

Pb-212: C = 33,61 Bq/kg

Pb-214: C = 1829,1 Bq/kg

Bi-212: C = 27,41 Bq/kg

Bi-214: C = 1613,4 Bq/kg

U-235: C = 24,52 Bq/kg

Ac-228: C = 28,73 Bq/kg

Ra-226: C = 2461,07 Bq/kg

• h(g), espresso in Sv/Bq, è il coefficiente di dose efficace impegnata per unità di introduzione per inalazione per i lavoratori, riferito ad un diametro delle particelle di 5 µm (D.Lgs. 230/95 allegato IV.1)

*Cs-137: 6,7 * 10⁻⁹ Sv/Bq*

*K-40: 3 * 10⁻⁹ Sv/Bq*

*Pb-210: 1,1 * 10⁻⁶ Sv/Bq*

*Po-210: 2,2 * 10⁻⁶ Sv/Bq*

*Pb-212: 3,3 * 10⁻⁸ Sv/Bq*

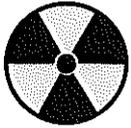
*Pb-214: 4,8 * 10⁻⁹ Sv/Bq*

*Bi-212: 1,5 * 10⁻⁸ Sv/Bq*

*Bi-214: 1,2 * 10⁻⁸ Sv/Bq*

*U-235: 6,1 * 10⁻⁶ Sv/Bq*

*Ac-228: 2,9 * 10⁻⁸ Sv/Bq*



Ra-226: $2,2 \cdot 10^{-6}$ Sv/Bq

- *P* la concentrazione di particolato nell'aria, ipotizzata cautelativamente pari a $1 \text{ mg}/\text{m}^3$
- *V* è il rateo di volume respiratorio, pari a $1,2 \text{ m}^3/\text{ora}$ per attività fisica leggera
- *T* è il tempo di esposizione in ore, pari a 100 ore lavorative annue

Applicando la formula si ottiene una stima di Dose Efficace Impegnata pari a

| Radionuclide | Dose impegnata per unità di introduzione per inalazione ($\text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$) | g inalati | Concentrazione (Bq/g) | Dose impegnata (Sv) |
|--------------|--|-----------|---|---------------------|
| Cs-137 | 6,70E-09 | 1,20E-01 | 9,20E-04 | 7,40E-13 |
| K-40 | 3,00E-09 | 1,20E-01 | 1,50E-01 | 5,40E-11 |
| Pb-210 | 1,10E-06 | 1,20E-01 | 1,36E+00 | 1,80E-07 |
| Po-210 | 2,20E-06 | 1,20E-01 | 1,36E+00 | 3,60E-07 |
| Pb-212 | 3,30E-08 | 1,20E-01 | 3,30E-02 | 1,31E-10 |
| Pb-214 | 4,80E-09 | 1,20E-01 | 1,83E+00 | 1,05E-09 |
| Bi-212 | 1,50E-06 | 1,20E-01 | 2,70E-02 | 4,86E-09 |
| Bi-214 | 1,20E-08 | 1,20E-01 | 1,61E+00 | 2,32E-09 |
| U-235 | 6,10E-06 | 1,20E-01 | 2,40E-02 | 1,76E-08 |
| Ac-228 | 2,90E-08 | 1,20E-01 | 2,80E-02 | 9,74E-11 |
| Ra-226 | 2,20E-06 | 1,20E-01 | 2,46E+00 | 6,50E-07 |
| Totale | | | | 1,22E-06 |

I valori ottenuti risultano inferiori ai Livelli di Azione fissati ai sensi dell'articolo 10-quinquies del D.Lgs.230/95 per la popolazione (300 microSv/anno) e per i lavoratori (1.000 microSv/anno).

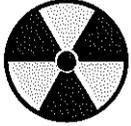
Le alterazioni delle concentrazioni di radionuclidi naturali nei suoli dell'area, non evidenziano criticità dal punto di vista radioprotezionistico.

Corre l'obbligo di informare che i Livelli di Azione precedentemente riportati, sono definiti per attività lavorative in corso. Per i siti con presenza di anomalie radiometriche riconducibili ad attività pregresse inserite nell'allegato I-bis del D.Lgs. 230/95, i livelli a cui fare riferimento sono definiti di volta in volta dagli organi competenti nell'ambito dell'analisi degli scenari di intervento (D.Lgs. 230/95 - Capo X). Tali livelli potrebbero essere superiori a quelli fissati per le attività lavorative in corso.

COMMENTI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO RADIOLOGICO

Dall'analisi delle valutazioni dosimetriche effettuate e riportate nel paragrafo precedente, si evince che le dosi efficaci e le dosi efficaci impegnate, assorbibili dai lavoratori ipoteticamente presenti sulla discarica e da individui della popolazione presenti all'esterno (gruppi critici della popolazione) risultano inferiori ai Livelli di Azione, stabiliti ai sensi dell'articolo 10-quinquies del D.Lgs.230/95 e contenuti nell'allegato I-bis (Popolazione 300 microSv/anno - Lavoratori 1.000 microSv/anno).

La stima delle dosi efficaci risulta inoltre inferiore all'80% del Livello di Azione stabilito per la popolazione (240 microSv/anno). Sulla scorta di quanto esposto si informa che il D.Lgs. 230/95, non impone l'adozione



immediata di azioni di mitigazione. In tali contesti è comunque consigliabile la ripetizione delle misure e delle valutazioni per monitorare l'evolversi del quadro radiologico.

Per il mantenimento del rischio radiologico agli attuali livelli e garantire così il non superamento dei Livelli di Azione stabiliti per i lavoratori ipoteticamente presenti sul sito e per gli individui della popolazione che vivono all'esterno (gruppi critici della popolazione), sarà necessario mantenere efficiente la delimitazione dell'area, provvedere alla regolamentazione degli accessi al fine di limitarne la frequentazione allo stretto indispensabile.

In previsione di attività lavorative da svolgersi nell'area della discarica fosfogessi, dovrà essere richiesta una valutazione preliminare del rischio radiologico (DVVR) all'Esperto Qualificato per la definizione di idonee procedure di radioprotezione ritenute necessarie per l'espletamento delle attività.

Una problematica separata da quanto fino ad ora esposto, è quella relativa alle acque di falda. Come riportato nel documento

- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata – Ufficio Centro Regionale Radioattività – Relazione n. R11/'13 del 6 giugno 2013 – Controlli radiometrici presso ex Liquichimica – Zona industriale Tito Scalo (PZ) – Area fosfogessi- 2° Rapporto

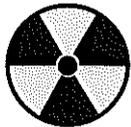
Il Sindaco del Comune di Tito (PZ) ha emesso due Ordinanze per vietare il prelievo e l'uso di acqua dai pozzi presenti presso l'Area Industriale di Tito Scalo (PZ).

Con Ordinanza n. 1014 Prot. 8301 del 6 luglio 2005 il Sindaco stabiliva il divieto assoluto di utilizzo per uso umano, per irrigazione e per altre attività connesse delle acque prelevate dai pozzi esistenti all'interno del perimetro dell'Area Industriale di Tito Scalo.

Con successiva Ordinanza n. 1021 Prot. 9640 del 3 agosto 2005, il Sindaco estendeva il divieto di cui all'Ordinanza n. 1014 ai pozzi presenti all'esterno del perimetro dell'Area Industriale, compresi in una fascia di 100 m dal limite dell'area ASI. Tale divieto sarebbe rimasto in vigore fino alla verifica della compatibilità di tali acque con i valori di cui al D.M. 471/99.

Premesso quanto sopra, allo stato attuale per le acque di falda non esistono livelli di riferimento specifici relativi ai contenuti di radionuclidi naturali. Nel documento redatto dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, "Linee guida per il monitoraggio della radioattività" (Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali del 25 ottobre 2012 – Documento 16/12 – CF) sono riportati livelli di riferimento denominati "livelli notificabili". I livelli notificabili per le acque superficiali e per le acque potabili sono rispettivamente: 1 Bq/l e 0,1 Bq/l in termini di α totale.

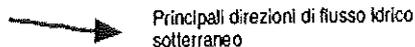
I campioni delle acque di falda prelevati da parte di A.R.P.A. di Basilicata, sottoposti ad analisi spettrometrica gamma con sistemi al Germanio (HPGe) a basso fondo ed elevata efficienza, hanno fornito i risultati di seguito riportati.



| Id punto | Id campione | matrice | Cs-137 | K-40 | Pb-210 (T) | Pb-212 | Pb-214 | Bi-212 | Bi-214 | U-235 | Ac-228 | Ra-226 (T) |
|------------------------------------|-------------|-------------|---------|-----------|------------|--------|------------|--------|-----------|--------|--------|------------|
| Concentrazione attività [Bq/litro] | | | | | | | | | | | | |
| P6 | M9-1* | acqua falda | < 0,081 | < 2,43 | — | < 0,28 | 6,63±1,72 | < 1,27 | 5,17±0,45 | < 0,99 | < 0,42 | < 3,6 |
| P6 | M9-2* | acqua falda | < 0,11 | < 2,22 | 2,56±1,49 | < 0,38 | 5,42±0,43 | < 1,42 | 4,37±0,39 | < 0,7 | < 1,15 | 10,57±5,54 |
| P6 | L11 | acqua falda | < 0,10 | < 2,73 | 4,91±1,72 | < 0,22 | 13,06±0,83 | < 1,38 | 11,19±0,8 | < 0,79 | < 0,45 | 7,98±5,21 |
| P7 | PI4-2* | acqua falda | < 0,10 | < 2,17 | < 2,58 | < 0,20 | 2,29±0,23 | < 1,38 | 1,95±0,24 | < 0,66 | < 0,46 | 9,32±5,25 |
| P8 | P04-1* | acqua falda | < 0,09 | 3,84±1,48 | ----- | < 0,27 | 7,43±1,93 | < 1,34 | 8,20±0,52 | < 0,98 | < 0,39 | < 3,2 |
| P9 | PA13-2* | acqua falda | < 0,07 | < 2,39 | ----- | < 0,28 | < 0,20 | < 1,37 | < 0,28 | < 0,93 | < 0,41 | < 3,0 |

Nella carta idrogeologica allegata al documento redatto da Metapontum Agrobios e Regione Basilicata – Dipartimento Ambiente Territorio e Politiche della Sostenibilità – Ufficio Prevenzione e Controllo Ambientale e titolato

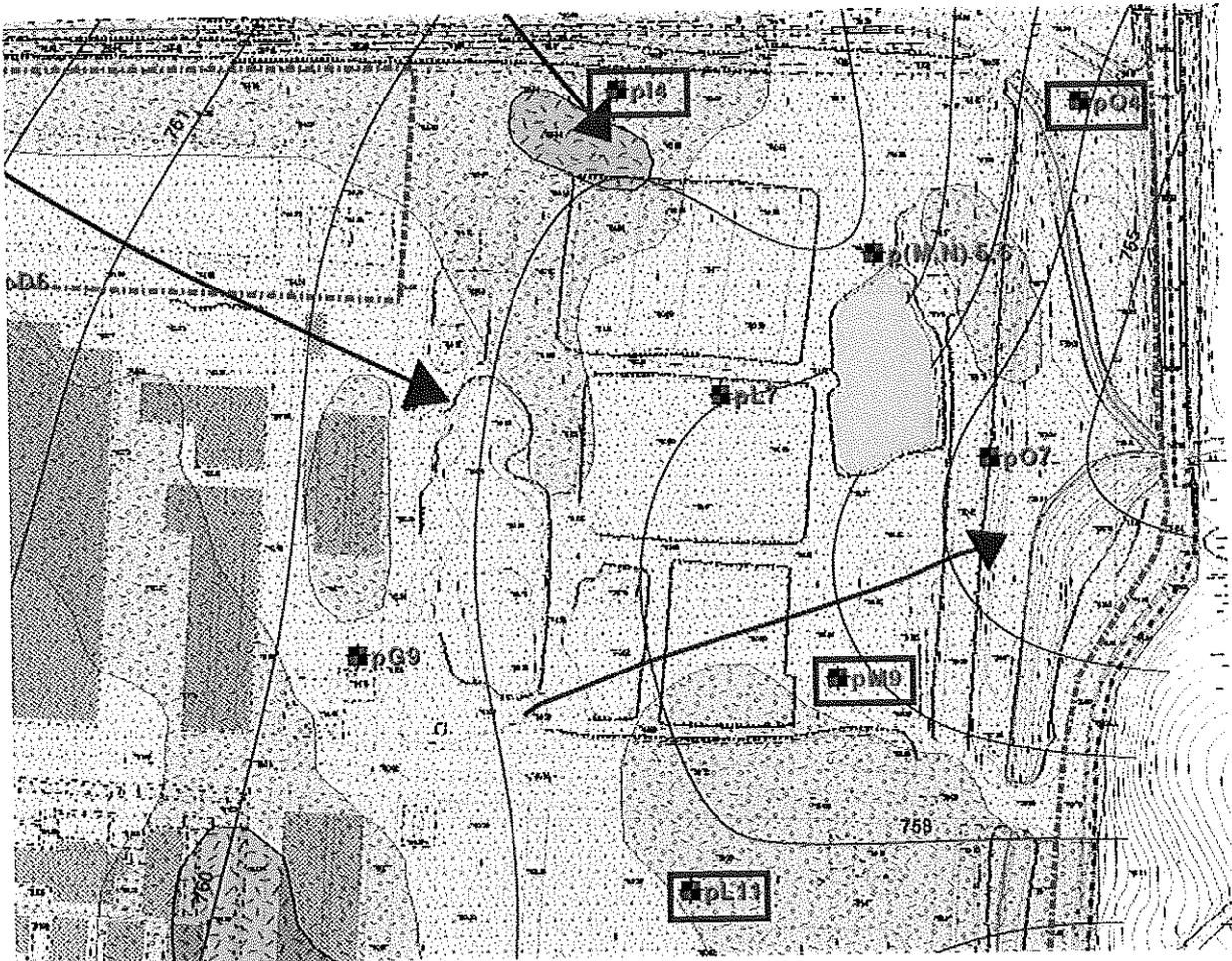
“Rapporto relativo alla caratterizzazione di suolo sottosuolo e acque di falda finalizzata agli interventi di bonifica della ex Liquichimica di Tito Scalo – Rapporto Finale – gennaio 2009” sono indicati la localizzazione dei piezometri nei quali è stato effettuato il prelievo, unitamente alle principali direzioni di flusso idrico sotterraneo.



Principali direzioni di flusso idrico sotterraneo

Il pozzo A13 considerato “bianco” di riferimento è collocato all'esterno della porzione di carta riportata nella successiva immagine.

Le acque campionate dai pozzi M9 – L11 – I4 denotano la presenza, in concentrazioni maggiori rispetto al pozzo A13 (“bianco” di riferimento), di alcuni radionuclidi naturali appartenenti alla catena dell'Uranio naturale. Le acque campionate dal pozzo P4 denotano la presenza, in concentrazioni maggiori rispetto al pozzo A13 (“bianco” di riferimento), di alcuni radionuclidi naturali appartenenti alla catena dell'Uranio naturale ed il K-40, con una presenza di Ra-226 inferiore alla M.A.R. (Minima Attività Rilevabile).



Dose efficace impegnata da contaminazione interna (ingestione acque di falda)

L'ipotesi di seguito indicata è svolta a titolo puramente teorico in quanto non è ipotizzabile in alcun modo, stante il divieto contenuto nelle Ordinanze precedentemente citate, che un individuo della popolazione ingerisca l'acqua proveniente dai pozzi presenti presso l'Area Industriale.

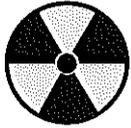
Viene di seguito proposta un'ipotesi puramente teorica per la quale un individuo della Popolazione ingerisca un quantitativo di acqua proveniente dal piezometro P4, utilizzato come riferimento per valutazione della dose efficace impegnata da contaminazione interna associata all'ingestione occasionale dell'acqua di falda contenente radionuclidi naturali N.O.R.M. e T.E.N.O.R.M..

Il pozzo P4 è stato scelto in quanto rappresentativo di una luogo adiacente alla discarica, nel quale dovrebbero confluire i radionuclidi naturali rilasciati dai materiali presenti nel corpo della discarica, sulla base delle direzioni dei flussi idrici sotterranei. La valutazione è riferita al seguente scenario di base:

- soggetto: individuo adulto
- quantità di acqua ingerita: 10 litri

La dose efficace impegnata si ricava dalla formula seguente:

$$D = C \cdot h(g) \cdot P \cdot V$$



in cui

• *C* è la concentrazione di ciascun radionuclide misurata nel campione P04-1°, indicata nella tabella contenente i risultati analitici. *C* assume i seguenti valori (nel caso in cui i valori siano inferiori alla M.A.R. è stato utilizzato il valore della stessa M.A.R.):

Cs-137: $C = 0,09$ Bq/l

K-40: $C = 3,84$ Bq/l

Pb-212: $C = 0,2$ Bq/l

Pb-214: $C = 2,29$ Bq/l

Bi-212: $C = 1,34$ Bq/l

Bi-214: $C = 6,2$ Bq/l

U-235: $C = 0,98$ Bq/l

Ac-228: $C = 0,39$ Bq/l

Ra-226: $C = 3,2$ Bq/l

• *h(g)*, espresso in Sv/Bq, è il coefficiente di dose efficace impegnata per unità di introduzione per ingestione per individui della popolazione adulta (D.Lgs. 230/95 allegato IV.4)

Cs-137: $1,3 \times 10^{-8}$ Sv/Bq

K-40: $6,2 \times 10^{-9}$ Sv/Bq

Pb-212: 6×10^{-9} Sv/Bq

Pb-214: $1,4 \times 10^{-10}$ Sv/Bq

Bi-212: $2,6 \times 10^{-10}$ Sv/Bq

Bi-214: $1,1 \times 10^{-10}$ Sv/Bq

U-235: $4,7 \times 10^{-8}$ Sv/Bq

Ac-228: $4,3 \times 10^{-10}$ Sv/Bq

Ra-226: $2,8 \times 10^{-7}$ Sv/Bq

• *P* la concentrazione di radionuclidi naturali nell'acqua di falda analizzata (pozzo P04-1°)

• *V* è la quantità di acqua ingerita da un individuo adulto della popolazione

Applicando la formula si ottiene una stima di Dose Efficace Impegnata pari a

| Radionuclide | Dose impegnata per unità di introduzione per ingestione ($Sv \cdot Bq^{-1}$) | I ingeriti | Concentrazione (Bq/l) | Dose impegnata (Sv) |
|--------------|--|------------|-----------------------|---------------------|
| Cs-137 | 1,30E-08 | 1,00E+01 | 9,00E-02 | 1,17E-08 |
| K-40 | 6,20E-09 | 1,00E+01 | 3,84E+00 | 2,38E-07 |
| Pb-210 | 6,90E-07 | 1,00E+01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Po-210 | 1,20E-06 | 1,00E+01 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Pb-212 | 6,00E-09 | 1,00E+01 | 2,70E-01 | 1,62E-08 |
| Pb-214 | 1,40E-10 | 1,00E+01 | 7,43E+00 | 1,04E-08 |
| Bi-212 | 2,60E-10 | 1,00E+01 | 1,34E+00 | 3,48E-09 |
| Bi-214 | 1,10E-10 | 1,00E+01 | 6,20E+00 | 6,82E-09 |
| U-235 | 4,70E-08 | 1,00E+01 | 9,80E-01 | 4,61E-07 |
| Ac-228 | 4,30E-10 | 1,00E+01 | 3,90E-01 | 1,68E-09 |
| Ra-226 | 2,80E-07 | 1,00E+01 | 3,20E+00 | 8,96E-06 |
| Totale | | | | 9,71E-06 |



Il valore ottenuto, anche se riferito ad un'ipotesi non realistica, risulta inferiore al Livello di Azione fissato ai sensi dell'articolo 10-quinquies del D.Lgs.230/95 per la popolazione (300 microSv/anno) e risulta inoltre inferiore al Livello di Azione fissato ai sensi dell'articolo 10-quinquies del D.Lgs.230/95 per i lavoratori (1.000 microSv/anno).

I risultati delle spettrometrie gamma eseguite sui campioni di acque di falda prelevati in sito da A.R.P.A. di Basilicata, evidenziano comunque la necessità di porre attenzione alle problematiche radiologiche determinate dalla presenza di radionuclidi naturali nelle acque di falda.

Tali risultati sembrerebbero evidenziare la migrazione di alcuni radionuclidi naturali presenti nei fosfogessi, all'esterno del corpo discarica.

Quanto precedentemente esposto si ritiene che debba essere confermato mediante l'implementazione mirata dei pozzi da monitorare dal punto di vista radiologico.

CLASSIFICAZIONE DEL PERSONALE A RISCHIO RADIOLOGICO

Riferimenti normativi

La normativa italiana in materia di radioprotezione per i lavoratori e la popolazione dalle radiazioni ionizzanti, è costituita dal D. Lgs. 230/95 "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641 Euratom, 92/3/Euratom e 96/29 Euratom in materia di radiazioni ionizzanti", modificato e integrato con il D.Lgs. 187/2000, D.Lgs. 241/2000 e D.Lgs. 257/2001.

È rimasta in vigore inoltre, la Legge quadro n. 1860 del 31 dicembre 1962, "Impiego pacifico dell'energia nucleare".

Sistema di protezione radiologica

Per la protezione dalle radiazioni ionizzanti la normativa prevede l'applicazione di tre principi fondamentali:

- a - principio di giustificazione: ogni pratica che comporti l'esposizione di individui ai rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti deve essere preventivamente giustificata;
- b - principio di ottimizzazione: ogni pratica deve essere effettuata in modo da ridurre al minimo livello accettabile (tenuto conto anche di fattori economici e sociali) la dose assorbita dai lavoratori e/o dalla popolazione;
- c - limitazione delle dosi individuali: sono definiti i limiti di esposizione per i lavoratori specificamente addetti ad attività comportanti esposizione alle radiazioni ionizzanti e per la popolazione (tabella 1). Il rispetto di tali limiti consente di mantenere le esposizioni individuali e collettive ampiamente al di sotto dei limiti di sicurezza.

Classificazione dei lavoratori

L'allegato III al D.Lgs. 230/95, emanato in attuazione dei provvedimenti di cui all'articolo 82 del medesimo Decreto, definisce le modalità di classificazione dei lavoratori nelle seguenti categorie:

- a - *lavoratore esposto*, distinguendo tra le categorie A e B sulla base della possibilità di impegnare i pertinenti limiti di dose;
- b - *lavoratore non esposto*, in particolare indicando i livelli di dose efficace e di dose equivalente per tale classificazione.

Il medesimo allegato introduce un'ulteriore suddivisione fra apprendisti e/o studenti in quattro categorie sulla base dell'età e dell'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti per ragioni di apprendistato e/o studio.

Limiti di dose

L'allegato IV al D.Lgs. 230/95, emanato in attuazione dei provvedimenti di cui all'articolo 96 del medesimo Decreto, stabilisce i limiti di dose efficace e di dose equivalente per lavoratori, per categorie particolari (apprendisti e studenti lavoratori autonomi ecc.) e per gli individui della popolazione.



Tabella 1 - Limiti annui di dose

| Categoria | Dose efficace - E (mSv) | Dose equivalente al cristallino - H (mSv) | Dose equivalente alle estremità e alla pelle - H (mSv) |
|---|-------------------------|---|--|
| Lavoratore Esposto di categoria A | 20 | 150 | 500 |
| Lavoratore Esposto di categoria B | 6 | 45 | 150 |
| Lavoratore non Esposto | 1 | 15 | 50 |
| Individui della Popolazione | 1 | 15 | 50 |
| Apprendisti e Studenti - Allegato III paragrafo 2.1.a | 20 | 150 | 500 |
| Apprendisti e Studenti - Allegato III paragrafo 2.1 .b | 6 | 50 | 150 |
| Apprendisti e Studenti - Allegato III paragrafo 2.1.c e 2.1.d | 0,5 (*) | 7,5 (*) | 25 (*) |

(*) ulteriore vincolo di frazionamento per singola esposizione in ragione di 1/20 dei limiti annuali di dose per individui della popolazione

Al fine di definire la classificazione dei lavoratori, l'Esperto Qualificato effettua la valutazione del rischio utilizzando le seguenti informazioni:

- le mansioni lavorative specifiche del singolo lavoratore fornite all'Esperto Qualificato dal Datore di Lavoro
- le fonti di rischio connesse allo svolgimento delle attività lavorative
- il carico di lavoro ed i tempi di permanenza nelle aree soggette a rischio radiologico
- la possibilità di eventi anomali, malfunzionamenti e le esposizioni potenziali, così come definite dalla normativa vigente
- un'analisi ponderata che tenga conto anche dei preesistenti dati sul rischio specifico
- ogni altra informazione utile ai fini della valutazione del rischio radiologico associato alla mansione svolta.



Tabella 2 - Modalità di classificazione dei lavoratori

| Categoria | Dose efficace - E (mSv) | Dose equivalente al cristallino - H (mSv) | Dose equivalente alle estremità e alla pelle - H (mSv) |
|---|--|---|--|
| Lavoratore Esposto | $E > 1$ | $H > 15$ | $H > 50$ |
| Lavoratore Esposto di categoria A | $E > 6$ | $H > 45$ | $H > 150$ |
| Lavoratore Esposto di categoria B | $1 < E < 6$ | $15 < H < 45$ | $50 < H < 150$ |
| Lavoratore non Esposto | $E < 1$ | $H < 15$ | $H < 50$ |
| Individui della Popolazione | $E < 1$ | $H < 15$ | $H < 50$ |
| Apprendisti e Studenti - Allegato III paragrafo 2.1.a | $E > 1$ | $H > 15$ | $H > 50$ |
| Apprendisti e Studenti - Allegato III paragrafo 2.1 .b | I minori di 18 anni non possono esercitare attività proprie dei lavoratori esposti | | |
| Apprendisti e Studenti - Allegato III paragrafo 2.1.c e 2.1.d | I minori di 18 anni non possono esercitare attività proprie dei lavoratori esposti | | |

Per tenere conto della "possibilità" di superare i limiti di dose fissati dalla normativa, è opportuno che l'Esperto Qualificato adotti un margine di cautela nella classificazione dei lavoratori a rischio radiologico. Tale margine è scelto autonomamente dall'Esperto Qualificato e nel caso in esame è stato individuato in maniera univoca il parametro "2/3" dei valori indicati in tabella 2. In questa ipotesi le dosi di riferimento ai fini della classificazione sono quelle indicate in tabella 3.

Tabella 3 - Livelli di riferimento per la classificazione dei lavoratori

| Categoria | Dose efficace - E (mSv) | Dose equivalente al cristallino - H (mSv) | Dose equivalente alle estremità e alla pelle - H (mSv) |
|---|--|---|--|
| Lavoratore Esposto | $E > 0,67$ | $H > 10$ | $H > 33,3$ |
| Lavoratore Esposto di categoria A | $E > 4$ | $H > 30$ | $H > 100$ |
| Lavoratore Esposto di categoria B | $0,67 < E < 4$ | $10 < H < 30$ | $33,3 < H < 100$ |
| Lavoratore non Esposto | $E < 0,67$ | $H < 10$ | $H < 33,3$ |
| Individui della Popolazione | $E < 0,67$ | $H < 10$ | $H < 33,3$ |
| Apprendisti e Studenti - Allegato III paragrafo 2.1.a | $E > 0,67$ | $H > 10$ | $H > 33,3$ |
| Apprendisti e Studenti - Allegato III paragrafo 2.1 .b | I minori di 18 anni non possono esercitare attività proprie dei lavoratori esposti | | |
| Apprendisti e Studenti - Allegato III paragrafo 2.1.c e 2.1.d | I minori di 18 anni non possono esercitare attività proprie dei lavoratori esposti | | |



Sulla base di quanto precedentemente indicato, non sussistono i presupposti per procedere alla classificazione dei lavoratori dal punto di vista radiologico.

Per i lavoratori e per il personale eventualmente presente a vario titolo nell'area di discarica, con tempi di permanenza complessiva annua < 100 ore e non addetto ad attività lavorative che possano determinare il contatto potenziale con i fosfogessi presenti in discarica, si indica la classificazione di "Lavoratore non Esposto".

Per tale gruppo di lavoratori non è previsto l'obbligo di sorveglianza dosimetrica individuale ed il limite di dose efficace è stabilito in 1 mSv/anno solare (D.Lgs. 230/95).

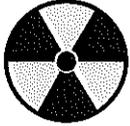
I limiti di dose equivalente per particolari organi o tessuti sono:

- 15 mSv/anno solare per il cristallino
- 50 mSv/anno solare per la pelle
- 50 mSv/anno solare per le mani, avambracci, piedi, caviglie.

PRESCRIZIONI DI RADIOPROTEZIONE E PROVVEDIMENTI DA ATTUARE

Al fine di assicurare la sorveglianza fisica della protezione per i lavoratori presenti sul sito che potrebbero accedere nelle aree di discarica interessate dalla presenza di fosfogessi e con l'obiettivo di contenere le dosi assorbibili al livello più basso ragionevolmente ottenibile, in accordo con il principio di limitazione delle dosi stabilito dall'articolo 2 del D.Lgs. 230/95, si ritiene necessario che vengano adottati i seguenti provvedimenti di radioprotezione:

- l'area della discarica fosfogessi dovrà essere mantenuta delimitata mediante strutture inamovibili atte ad impedire l'accesso involontario da parte di lavoratori o individui della popolazione non autorizzati;
- sulla delimitazione di tale area dovrà essere presente la segnaletica indicante il rischio dovuto alla presenza di radiazioni ionizzanti dovute alla presenza di radionuclidi naturali;
- sulla delimitazione di tale area dovrà essere presente la segnaletica indicante il divieto di accesso alle persone non autorizzate;
- la frequentazione delle aree della discarica è consentito senza che si svolgano attività lavorative che possano comportare il potenziale contatto con i fosfogessi;
- eventuali attività lavorative da svolgersi all'interno della discarica saranno subordinate all'emissione di un documento di valutazione del rischio radiologico (DVRR), redatto a cura dell'Esperto Qualificato, in cui saranno dettate specifiche procedure operative ai fini della radioprotezione;
- il personale che potrà accedere entro l'area della discarica dovrà essere informato sui rischi specifici presenti, sulle norme di comportamento da tenere, sui divieti e le prescrizioni in vigore all'interno dell'area;
- all'esterno della discarica dovrà essere attuato un piano di monitoraggio ambientale che preveda il campionamento periodico di matrici ambientali (particolato atmosferico totale in sospensione) per la verifica dei parametri radiologici. Le modalità e la frequenza con la quale saranno effettuate le suddette analisi sono indicate nello specifico paragrafo relativo al programma di monitoraggio ambientale;
- eventuali rifiuti prodotti nel corso di attività lavorative all'interno della discarica, dovranno essere opportunamente raccolti, caratterizzati radiologicamente e non potranno essere allontanati in modo incontrollato;
- le donne gestanti non potranno svolgere attività lavorative in aree con rischi radiologici tali da esporre il nascituro ad una dose che ecceda un millisievert, durante il periodo di gravidanza;
- è vietato adibire le donne che allattano ad attività comportanti un rischio di contaminazione derivante da radionuclidi naturali presenti nella discarica.



I lavoratori dovranno:

- usare con cura ed in modo corretto, i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica eventualmente predisposti o forniti dal Datore di Lavoro;
- segnalare immediatamente al Datore di Lavoro, al Dirigente o al Preposto le deficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza e di protezione, nonché le altre eventuali condizioni di pericolo di cui vengano a conoscenza;
- non rimuovere né modificare, senza averne avuta l'autorizzazione i dispositivi e gli altri mezzi di sicurezza, segnalazione, protezione e misura;
- non compiere di propria iniziativa operazioni o manovre che non siano di loro competenza o che possano compromettere la protezione e la sicurezza;
- il personale di sesso femminile incaricato di attività comportanti rischi da radiazioni ionizzanti, dovrà comunicare al Datore di Lavoro il proprio stato di gravidanza non appena accertato.

PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DELLA RADIOATTIVITA' AMBIENTALE

Al fine di valutare nel tempo l'evoluzione dello stato del rischio radiologico costituito dalla presenza di N.O.R.M. e T.E.N.O.R.M. presso le aree della discarica fosfogessi, sarà necessario procedere con un programma di monitoraggio periodici.

La misura dei parametri radiologici di seguito specificati, consentirà di evidenziare le situazioni nelle quali si potrebbe determinare un aumento dell'esposizione a radiazioni ionizzanti dei lavoratori e della popolazione e, conseguentemente, di intervenire con azioni mirate per la mitigazione e la riduzione del rischio radiologico.

Il programma di monitoraggio della radioattività ambientale dovrà essere svolto secondo le modalità di seguito indicate.

Misura della concentrazione di radionuclidi presenti nel particolato atmosferico totale in sospensione (PTS)

Il monitoraggio sarà finalizzato a misurare la concentrazione di radionuclidi naturali presenti nel particolato atmosferico totale in sospensione che potrebbe essere inalato da un individuo che si trovi a sostare all'esterno delle aree di discarica.

La concentrazione di radionuclidi naturali in materiali N.O.R.M. e T.E.N.O.R.M. presenti nel PTS sarà utilizzata per la valutazione della dose efficace impegnata per inalazione e/o ingestione.

La valutazione della dose efficace impegnata per inalazione e/o ingestione, sarà effettuata sulla base dello scenario espositivo precedentemente utilizzato o per altro scenario che potrà essere successivamente definito sulla base di nuove condizioni dello scenario espositivo.

Il campionamento del PTS dovrà essere effettuato al perimetro dell'area di discarica, in direzione dei quattro punti cardinali, per mezzo di adeguati campionatori che consentano la raccolta volumi adeguati, definiti sulla base delle caratteristiche della strumentazione utilizzata e dalla sensibilità del sistema di misura. La frequenza di tali campionamenti dovrà essere annuale.

Il PTS campionato dovrà essere sottoposto a spettrometria gamma per determinare la concentrazione di radionuclidi naturali delle famiglie dell'Uranio naturale e del Torio naturale. Dovrà essere inoltre verificata l'eventuale presenza di radionuclidi artificiali.

Le modalità di campionamento, le quantità di particolato campionate e il sistema di misura dovranno garantire il raggiungimento di M.A.R. come di seguito indicato

- $\text{Th-232} \leq 5 \cdot 10^{-5} \text{ Bq/m}^3$
- altri radionuclidi $\leq 10^{-4} \text{ Bq/m}^3$.

Misura della concentrazione di radionuclidi presenti nelle acque di falda

I risultati delle spettrometrie gamma eseguite sui campioni di acque di falda prelevati in sito da A.R.P.A. di Basilicata, evidenziano la necessità di porre attenzione alle problematiche radiologiche determinate dalla presenza di radionuclidi naturali nelle acque di falda.



Sulla base di tali risultati potrebbe ritenere possibile la migrazione di alcuni radionuclidi naturali presenti nei fosfogessi, all'esterno del corpo discarica.

Quanto precedentemente esposto si ritiene che debba essere ulteriormente confermato mediante l'implementazione mirata dei pozzi da monitorare dal punto di vista radiologico.

Il campionamento delle acque di falda presenti nei pozzi dovrà essere effettuato da piezometri significativi per la loro collocazione, con riferimento all'andamento dei flussi delle acque sotterranee. Si ritiene opportuno un confronto con A.R.P.A. di Basilicata per condividere la scelta dei pozzi in cui campionare le acque, le modalità di campionamento, i metodi analitici da utilizzare per le analisi e la relativa sensibilità.

Tali misure si ritiene che possano essere eseguite mediante spettrometria gamma ad alta efficienza per l'individuazione dei seguenti radionuclidi :

- Isotopi gamma emettitori dell'Uranio-238
- Isotopi gamma emettitori del Torio-232
- Cs-137
- K-40
- eventuale presenza di radionuclidi artificiali

Sulla base di specifiche richieste degli Enti preposti alla vigilanza potranno essere valutate ulteriori analisi. La frequenza dei campionamenti e delle analisi dovrà essere almeno biennale.

Misura della esposizione ambientale ai limiti della recinzione della discarica

Al fine di definire i livelli di esposizione ambientale dovuta alla presenza di radionuclidi naturali, dovrà essere attivata una dosimetria ambientale da realizzarsi lungo la recinzione della discarica. La dosimetria ambientale potrà essere svolta mediante l'uso di dosimetri ambientali a film, esposti per un periodo di tre mesi e per tutto l'arco dell'anno.

Misura della concentrazione di Radon gas

Sulla base di quanto contenuto nel documento

- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Basilicata - Ufficio Centro Regionale Radioattività - Relazione n. R11/'13 del 6 giugno 2013 - Controlli radiometrici presso ex Liquichimica - Zona industriale Tito Scalo (PZ) - Area fosfogessi- 2° Rapporto

si dovrà attivare un sistema per la misura della concentrazione di Radon gas sul corpo discarica ed in punti ritenuti significativi per la loro ubicazione. Si ritiene opportuno un confronto con A.R.P.A. di Basilicata per condividere la scelta dei punti di misura e delle modalità di esecuzione delle misure.

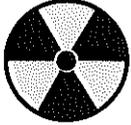
Si ritiene di proporre l'uso di dosimetri passivi che possano fornire la concentrazione media Radon gas per dodici mesi.

Alla fine della campagna di monitoraggi si valuteranno i risultati sulla base dei quali intraprendere eventuali ulteriori azioni.

INDICAZIONE DEL PROGRAMMA DI FORMAZIONE DEL PERSONALE

Il Datore di Lavoro, ai sensi dell'articolo 61 del D.Lgs. 230/95 prima di dare inizio ad attività lavorative di qualsiasi tipo o durata sulle aree della discarica fosfogessi soggette a rischi da radiazioni ionizzanti derivanti da radionuclidi naturali, dovrà rendere edotti i lavoratori dei rischi radiologici specifici presenti.

In particolare dovrà essere svolto un programma di formazione finalizzato alla radioprotezione, che illustri le modalità di protezione dalle radiazioni ionizzanti e le modalità di svolgimento del lavoro in presenza di materiali contenenti radionuclidi naturali.



CONCLUSIONI

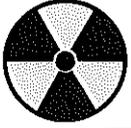
Lo stato di fatto nel quale si trovano le aree della discarica fosfogessi oggetto della presente valutazione del rischio radiologico, non consente la libera frequentazione delle stesse da parte di lavoratori ed individui della popolazione. La presenza di adionuclidi naturali in materiali N.O.R.M. e T.E.N.O.R.M. ed i livelli di esposizione misurati, in funzione dei tempi di permanenza in tali aree, potrebbero comportare aumenti dell'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Al fine di assicurare la sorveglianza fisica della protezione per i lavoratori e per gli individui della popolazione, sarà necessario ottemperare alle prescrizioni ed ai provvedimenti contenuti nel presente DVRR.

L'attuazione del piano di monitoraggio indicato consentirà di valutare l'evolversi nel tempo del rischio radiologico.

La situazione odierna, pur in presenza di una regolare frequentazione della discarica fosfogessi (limitata temporalmente a 100 ore/anno), non è suscettibile di determinare le condizioni per il superamento dei livelli di azione stabiliti dal Capo III-bis del D.Lgs. 230/95 sia per i lavoratori (Livello di Azione 1.000 microSv/anno) sia per gli individui della popolazione (Livello di Azione 300 microSv/anno).

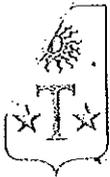
Eventuali attività lavorative da svolgersi in aree della discarica fosfogessi saranno soggette al preventivo benessere dell'Esperto Qualificato sulla base della valutazione del rischio radiologico (DVVR) per la definizione e l'adozione dei provvedimenti che si rendessero necessari per assicurare la sorveglianza fisica della protezione.



STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI RADIOPROTEZIONE

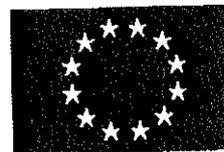
di A. CASSIANO - C. LAZZARI - F. PESCI - A. SBARUFATI

ALLEGATO 1



COMUNE DI TITO

Provincia di Potenza



ORDINANZA

Reg. N. 1014 Prot. 8308
Del 06\07\2005

OGGETTO: Divieto di prelievo ed uso di acqua per uso umano dai pozzi presenti nell'Area Industriale di Tito Scalo.

IL SINDACO

Premesso:

- che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con nota acquisita agli di questo Comune in data 09\02\2005 al n. 1389, comunicava che, la società DARAMIC Srl a partire dall'Agosto 2004 aveva effettuato una indagine ambientale, sui suoli e sulla falda, in corrispondenza dell'area dello stabilimento ubicato nell'Area Industriale di Tito Scalo ;
- che la predetta società aveva informato il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, con nota del 17\01\2005, acquisita in data 24\01\2005, prot. n.01465/QdV/DI che nella falda acquifera oggetto di indagine si era riscontrata la presenza di tricloroetilene con valori di concentrazioni di gran lunga superiori a quanto previsto nell'allegato 1, tab.2 del DM 471\99(1.470.000 µg/l > 1,5µg/l);

Considerato che dalle analisi delle acque di falda in corrispondenza dell'area dello stabilimento DARAMIC, che periodicamente sono trasmesse a questa Amministrazione risulta che i valori della trielina sono ancora superiori a quanto previsto nell'allegato 1, tab.2 del DM 471\99(1.470.000 µg/l > 1,5µg/l);

Considerato che esiste la possibilità reale che le acque di falda possano essere prelevate dai pozzi presenti nell'Area Industriale di Tito Scalo, per essere impiegate per uso umano, per irrigazione ed altre attività non compatibili con i valori di cui all'allegato 1, tab.2 del DM 471\99 (< 1,5µg/l);

Ritenuto pertanto di dover proibire l'utilizzazione per uso umano, per irrigazione e per altre attività ad esso connesse dell'acqua prelevata dai pozzi presenti all'interno del perimetro dell'area industriale di Tito Scalo ;

ATTESA la contigibilità e l'urgenza di provvedere all'emanazione di apposito provvedimento atto a tutelare la salute pubblica ;

VISTO l'art. 50 del D.Lvo n.267\2000 ;

VISTO il D.Lvo n. 31\2001 e in via precauzionale

ORDINA

Il Divieto assoluto dell'utilizzo per uso umano, per irrigazione e per altre attività ad esso connesse dell'acqua prelevata dai pozzi presenti all'interno del perimetro dell'area industriale di Tito Scalo fino alla verifica della compatibilità di detta acqua con i valori di cui al DM 471\99;
Incaricato dell'esecuzione della presente è il Comando Vigili Urbani di questo Comune.

Ai sensi e per gli effetti della legge N. 241\1990 avverso la presente ordinanza è ammesso ricorso al TAR territorialmente competente (60 gg), o ricorso al capo dello Stato (120 gg).

Tito li' 06\07\2005



IL SINDACO
Pasquale SCAVONE
Pasquale Scavone



STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI RADIOPROTEZIONE

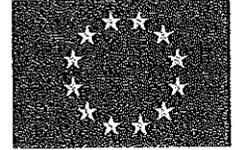
di A. CASSIANO - C. LAZZARI - F. PESCI - A. SBARUFATI

ALLEGATO 2



COMUNE DI TITO

Provincia di Potenza



ORDINANZA

Reg. N. 1021 Prot. 9660
del 03\08\2005

OGGETTO: Divieto di prelievo ed uso di acqua per uso umano dai pozzi presenti nell'Area Industriale di Tito Scalo. Ordinanza n. 1014 del 06\07\2005 prot. 8301.

IL SINDACO

Premesso:

- che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con nota acquisita agli di questo Comune in data 09\02\2005 al n. 1389, comunicava che, la società DARAMIC Srl a partire dall'Agosto 2004 aveva effettuato una indagine ambientale, sui suoli e sulla falda, in corrispondenza dell'area dello stabilimento ubicato nell'Area Industriale di Tito Scalo ;
- che la predetta società aveva informato il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, con nota del 17\01\2005, acquisita in data 24\01\2005, prot. n. 01465/QdV/DI che nella falda acquifera oggetto di indagine si era riscontrata la presenza di tricloroetilene con valori di concentrazioni di gran lunga superiori a quanto previsto nell'allegato 1, tab.2 del DM 471\99 (1.470.000 µg/l > 1,5µg/l);

Considerato che dalle analisi delle acque di falda in corrispondenza dell'area dello stabilimento DARAMIC, che periodicamente sono trasmesse a questa Amministrazione risulta che i valori della trielina sono ancora superiori a quanto previsto nell'allegato 1, tab.2 del DM 471\99 (1.470.000 µg/l > 1,5µg/l);

Considerato che esistendo la possibilità reale che le acque di falda possano essere prelevate dai pozzi presenti nell'Area Industriale di Tito Scalo, per essere impiegate per uso umano , per irrigazione ed altre attività non compatibili con i valori di cui all'allegato 1, tab.2 del DM 471\99 (< 1,5µg/l) è stata emanata propria ordinanza n. 1014 del 06\07\2005 prot. 8301;

Ritenuto che vi sono seri motivi per ritenere che debba essere proibita anche all'esterno del perimetro dell' Area Industriale l'utilizzo dell'acqua prelevata dai pozzi compresi in una fascia di mt.100 dal limite dell'area ASI ;

ATTESA la contigibilità e l'urgenza di provvedere all'emanazione di apposito provvedimento atto a tutelare la salute pubblica ;

VISTO l'art. 50 del D.Lvo n.267\2000 ;

VISTO il D.Lvo n. 31\2001 e in via precauzionale

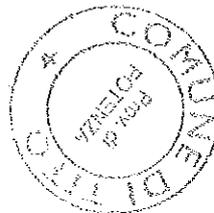
ORDINA

ad integrazione della propria precedente ordinanza n.1014 del 06\07\2005 prot. 8301 il divieto assoluto dell'utilizzo per uso umano, per irrigazione e per altre attività ad esso connesse dell'acqua prelevata dai pozzi all'esterno del perimetro dell'Area Industriale e compresi in una fascia di mt.100 dal limite dell'area ASI fino alla verifica della compatibilità di detta acqua con i valori di cui al DM 471\99;

Incaricato dell'esecuzione della presente è il Comando Vigili Urbani di questo Comune.

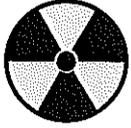
Ai sensi e per gli effetti della legge N. 241\1990 avverso la presente ordinanza è ammesso ricorso al TAR territorialmente competente (60 gg), o ricorso al capo dello Stato (120 gg).

Tito li' 03\08\2005



IL SINDACO
Pasquale SCAVONE

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Pasquale Scavone".



STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI RADIOPROTEZIONE

di A. CASSIANO - C. LAZZARI - F. PESCI - A. SBARUFATI

ALLEGATO 3



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

RELAZIONE N. R21/'12 del 16/01/2013

CONTROLLI RADIOMETRICI PRESSO EX LIQUICHIMICA – ZONA INDUSTRIALE TITO SCALO (PZ) - AREA FOSFOGESSI – 1° RAPPORTO

Premessa

In riferimento alla richiesta del Sindaco del Comune di Tito (PZ), n. 0013884/2012 del 3/12/2012, prot. ARPAB n. 0011216 del 4/12/2012, nonché all'incontro tenutosi presso il Comune di Tito in data 6/12/2012 - convocato dallo stesso Sindaco a seguito di articoli e servizi pubblicati da alcuni giornali locali, questo Ufficio ha programmato il piano di controlli radiometrici riportato di seguito.

L'area di interesse è situata all'interno della zona industriale di Tito Scalo, presso la ex Liquichimica, area interessata dalla discarica fosfogessi, indicata in figura n. 1 allegata. I fosfogessi sono residui delle attività di produzione di fertilizzanti e detergenti (in particolare dell'acido fosforico). Nella produzione di perfosfati dalle fosforiti si formano dei fanghi contenenti radionuclidi della Serie U-238 (tra cui Ra-226 e Rn-222) e della Serie Th-232, in concentrazioni variabili in base al luogo di provenienza della materia prima.

Finalità dell'indagine

I rilievi radiometrici della presente indagine si pongono i seguenti obiettivi:

- valutare i livelli di rateo di dose gamma ambientale nell'area di interesse;
- verificare eventuali anomalie radiometriche rispetto ai livelli del fondo ambientale di radioattività ed identificare i radionuclidi naturali, ed eventualmente artificiali, presenti;
- in caso di eventuali anomalie radiometriche, caratterizzare i fanghi/fosfogessi - mediante analisi di spettrometria gamma - al fine di valutare le concentrazioni dei radionuclidi più significativi.

Pianificazione dei controlli

Pag. 1 di 6



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

1^a fase: Rilievi radiometrici con misure del rateo di dose gamma ambientale [nSv/h] rappresentative della zona di interesse e analisi qualitative di spettrometria gamma in campo con identificazione dei principali radionuclidi riscontrati.

2^a fase: campionamenti (con eventuali carotaggi) dei fanghi/fosfogessi e analisi quantitative (tramite spettrometria gamma) in laboratorio sui campioni prelevati.

Resoconto 1^a fase:

Nell'ambito della suddetta pianificazione in data 14/12/2012 sono stati eseguiti da Funzionari di questo Ufficio, con la disponibilità del Consorzio Area Sviluppo Industriale di Potenza, in vari punti dell'area di interesse (rappresentata in figura n. 1) i rilievi radiometrici previsti per la **1^a fase** dei controlli, al fine di valutare l'andamento spaziale dei livelli di rateo di dose gamma ambientale; per tali misure è stato impiegato lo strumento AUTOMESS con rivelatore Geiger-Muller e con sonda a scintillatore plastico, mod. 6150 AD-b/H [minima dose rilevabile 10 nSv/h e risoluzione 1 nSv/h]. In alcuni di tali punti sono stati acquisiti altresì gli spettri di emissione gamma mediante lo spettrometro da campo al Germanio iperpuro (HPGe), DETECTIVE EX – ORTEC. Nella tabella allegata è riportata la sintesi dei dati di misura, relativi alla dose gamma ambientale ed alle coordinate geografiche dei punti di osservazione. Come rappresentato nella mappa allegata (figura n. 2), **i livelli medi di dose gamma ambientale risultano alquanto disomogenei** e variano da 65 a 300 nSv/h. Le misure spettrometriche (qualitative) ivi eseguite hanno identificato la presenza di radionuclidi naturali, quali K-40 (potassio-40) e Ra-226 (radio-226) e gli spettri memorizzati evidenziano i picchi corrispondenti a nuclidi della serie naturale del Th-232 (soprattutto Ac-228) ed a nuclidi della serie dell' U-238 (soprattutto Ra-226, Pb-214 e Bi-214). Tali radionuclidi naturali sono normalmente presenti anche nei terreni e nei materiali da costruzione; soltanto le analisi qualitative di spettrometria gamma (in laboratorio) potranno consentire la misura delle concentrazioni di radioattività di ciascuno dei suddetti radionuclidi.

Pertanto la valutazione della suddetta disomogeneità dei livelli dose gamma ambientali sarà effettuata a seguito delle analisi di laboratorio sui campioni rappresentativi di fanghi/fosfogessi previste per la 2^a fase dei controlli, da programmare non appena sarà conclusa la manutenzione straordinaria delle apparecchiature attualmente non funzionanti a causa dei danni provocati da problemi tecnici sulla linea elettrica presso la sede del Dipartimento Provinciale di Matera.

I Collaboratori

Dr. Marco Serra _____
P.I. Duilio Fossanova _____
Dr. Rocco Marchese _____
Dr. Gianpietro Summa _____

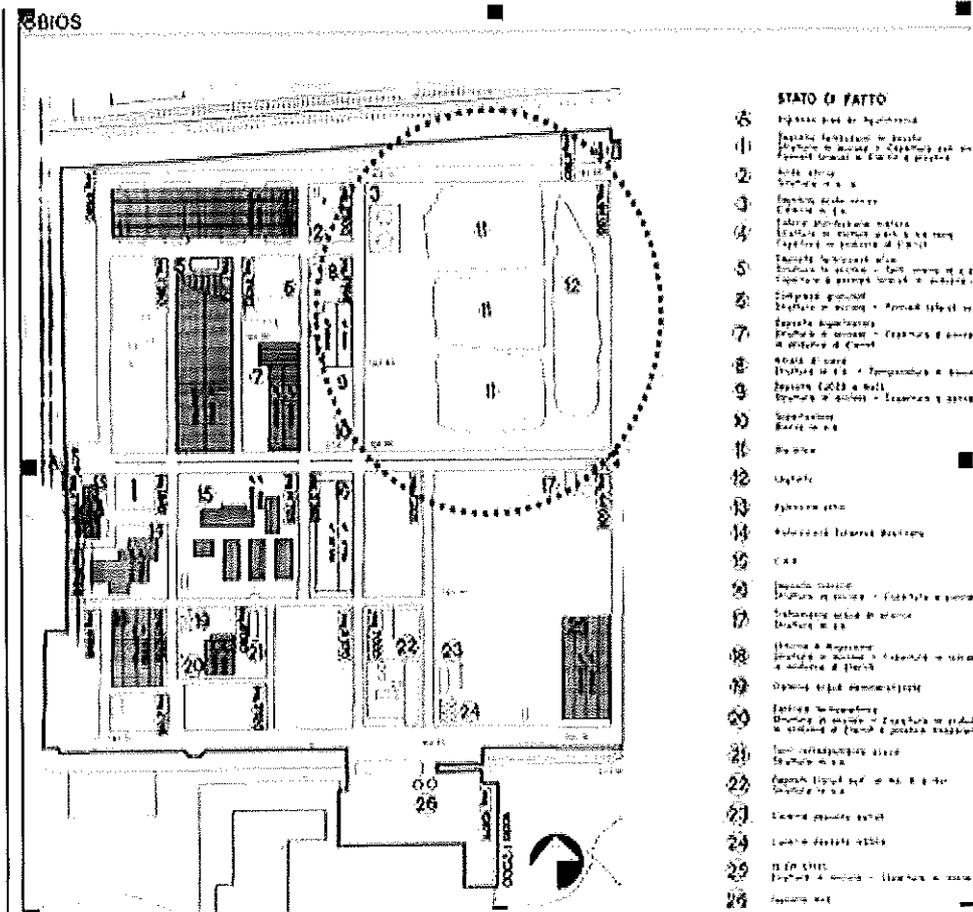
Il Dirigente Responsabile
(*dr.ssa Carmela P. Fortunato*)

Pag. 2 di 6



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Figura n.1. Area di interesse





Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Tabella dei rilievi in campo

| ID punto di misura | Coord. Geografiche | | Misure con strumento AUTOMESS | Note |
|-----------------------|--------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Lat(deg) | Lon(deg) | Rateo γ Medio [nSv/h] | |
| | (xx°yy'z.zz") | (xx°yy'z.zz") | | |
| 1 | 40°36'15.6" | 15°43'36.8" | 85 | |
| 2 | 40°36'15.9" | 15°43'34.9" | 90 | |
| 3 | 40°36'10.5" | 15°43'35.2" | 230 | |
| 4 | 40°36'07.9" | 15°43'34.7" | 95 | |
| 5 | 40°36'07.5" | 15°43'34.8" | 185 | |
| 6 | 40°36'07.4" | 15°43'35.4" | 275 | |
| 7 | 40°36'07.4" | 15°43'36.2" | 200 | |
| 8 | 40°36'07.4" | 15°43'37.2" | 200 | |
| 9 | 40°36'07.4" | 15°43'37.9" | 220 | |
| 10 | 40°36'07.6" | 15°43'35.6" | 300 | anche misure con spettrometro gamma |
| 11 | 40°36'07.3" | 15°43'38.2" | 180 | |
| 12 | 40°36'07.4" | 15°43'39.5" | 160 | |
| 13 | 40°36'07.7" | 15°43'39.9" | 100 | |
| 14 | 40°36'08.0" | 15°43'40.0" | 105 | |
| 15 | 40°36'12.5" | 15°43'35.3" | 260 | anche misure con spettrometro gamma |
| 16 | 40°36'12.5" | 15°43'35.5" | 125 | |
| 17 | 40°36'12.5" | 15°43'37.7" | 100 | |
| 18 | 40°36'12.4" | 15°43'37.8" | 75 | |
| 19 | 40°36'12.3" | 15°43'37.9" | 120 | |
| 20 | 40°36'12.1" | 15°43'38.0" | 140 | |
| 20 | 40°36'12.0" | 15°43'37.7" | 150 | |
| 21 | 40°36'11.9" | 15°43'37.9" | 180 | |
| 22 | 40°36'12.4" | 15°43'38.6" | 95 | |
| 23 | 40°36'12.7" | 15°43'38.5" | 150 | |
| 24 | 40°36'13.2" | 15°43'38.5" | 130 | |



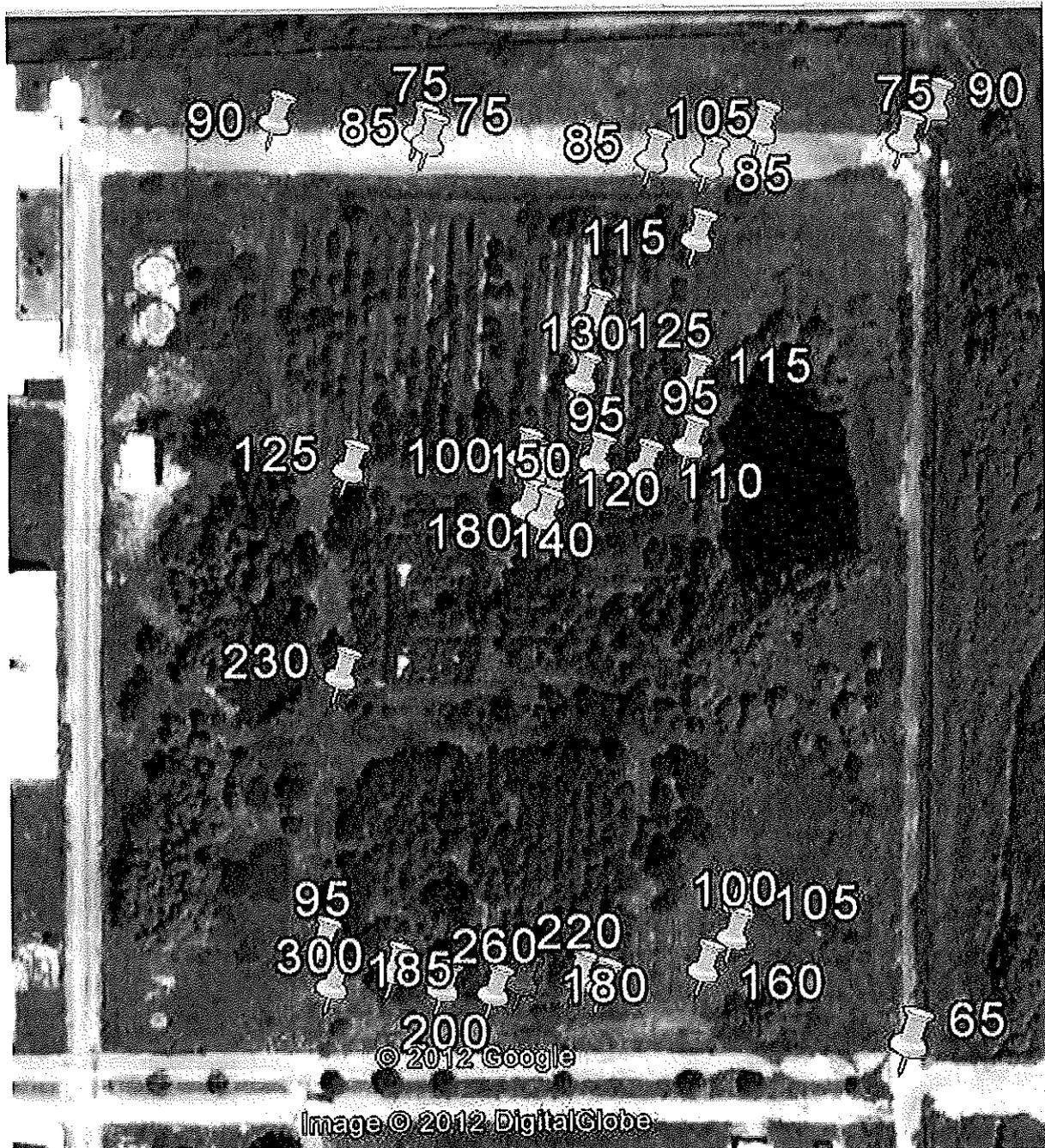
Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

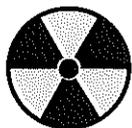
| | | | | |
|----|-------------|-------------|-----|-------------------------------------|
| 25 | 40°36'13.8" | 15°43'38.7" | 125 | |
| 26 | 40°36'12.3" | 15°43'39.2" | 110 | |
| 27 | 40°36'12,5" | 15°43'39.8" | 95 | |
| 28 | 40°36'13.1" | 15°43'39.9" | 115 | |
| 29 | 40°36'14.5" | 15°43'40.1" | 115 | |
| 30 | 40°36'15.2" | 15°43'40.3" | 105 | |
| 31 | 40°36'15.3" | 15°43'39.6" | 85 | |
| 32 | 40°36'15.5" | 15°43'41.0" | 85 | |
| 33 | 40°36'15.3" | 15°43'42.8" | 75 | |
| 34 | 40°36'15.6" | 15°43'43.2" | 90 | |
| 35 | 40°36'15.7" | 15°43'36.7" | 75 | anche misure con spettrometro gamma |
| 36 | 40°36'06.5" | 15°43'42.0" | 65 | anche misure con spettrometro gamma |



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Figura n. 2. Mappa dei valori di dose misurati





STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO DI RADIOPROTEZIONE

di A. CASSIANO - C. LAZZARI - F. PESCI - A. SBARUFATI

ALLEGATO 4



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

RELAZIONE N. R11/'13 del 6/06/2013

CONTROLLI RADIOMETRICI PRESSO EX LIQUICHIMICA – ZONA INDUSTRIALE TITO SCALO (PZ) - AREA FOSFOGESSI – 2° RAPPORTO

In riferimento alla richiesta del Sindaco del Comune di Tito (PZ), n. 0013884/2012 del 3/12/2012, prot. ARPAB n. 0011216 del 4/12/2012, nonché all'incontro tenutosi presso il Comune di Tito in data 6/12/2012 - convocato dallo stesso Sindaco a seguito di articoli e servizi pubblicati da alcuni giornali locali, questo Ufficio ha programmato un piano di controlli radiometrici suddiviso in due fasi operative. In merito alla prima fase operativa è stato già redatto e divulgato il relativo Rapporto (Relazione ARPAB N. R21/'12 del 16/01/2013). Successivamente, non appena ripristinato il funzionamento delle apparecchiature dei laboratori del CRR (in seguito a problemi tecnici presso la sede del Dipartimento Provinciale di Matera - ARPAB), è stata effettuata la seconda fase dei controlli, di cui alla presente relazione.

L'area di interesse è situata all'interno della zona industriale di Tito Scalo, presso la ex Liquichimica, ed in particolare la discarica fosfogessi, indicata in figura n. 1 allegata. Si richiamano le finalità dell'indagine e la pianificazione dei controlli, già rappresentate nel 1° Rapporto.

Finalità dell'indagine

I rilievi radiometrici della presente indagine si pongono i seguenti obiettivi:

- misurare i livelli di rateo di dose gamma ambientale nell'area di interesse;
- verificare eventuali anomalie radiometriche rispetto ai livelli del fondo ambientale di radioattività ed identificare i radionuclidi naturali, ed eventualmente artificiali, presenti;
- in caso di eventuali anomalie radiometriche, caratterizzare i fanghi/fosfogessi - mediante analisi di spettrometria gamma - al fine di valutare le concentrazioni dei radionuclidi più significativi.

Pianificazione dei controlli

1^a fase: Rilievi radiometrici con misure del rateo di dose gamma ambientale [nSv/h] rappresentative della zona di interesse e analisi qualitative di spettrometria gamma in campo con identificazione dei principali radionuclidi riscontrati.

Pag. 1 di 12

A.R.P.A.B. - Ufficio Centro Regionale Radioattività

Dirigente dr.ssa Carmela P. Fortunato tel. 0835225415 e-mail: carmela.fortunato@arpab.it
Dipartimento Provinciale di Matera – via dell'Industria snc, 75100 MATERA – Fax 0835 225409 C.F./P.IVA 01318260765



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

2^a fase: campionamenti (con eventuali carotaggi) dei fanghi/fosfogessi e analisi quantitative (tramite spettrometria gamma) in laboratorio sui campioni prelevati.

Premessa

Da quanto risulta a questo Ufficio presso il sito industriale in questione il processo produttivo che è stato svolto (negli anni 1969-1989) consisteva nella produzione di fertilizzanti fosfatici, utilizzando come materia prima la fosforite. I rifiuti industriali derivanti da tali processi produttivi sono generalmente caratterizzati da un arricchimento della concentrazione di alcuni radionuclidi naturali (*Naturally Occurring Radioactive Materials*, NORM). I fosfogessi sono residui delle attività di produzione di fertilizzanti e detergenti (in particolare dell'acido fosforico). Nella produzione di perfosfati dalle fosforiti si formano dei fanghi contenenti **radionuclidi** della Serie U-238 (tra cui Ra-226 e Rn-222) e della Serie Th-232, in concentrazioni variabili in base al luogo di provenienza della materia prima.

Generalmente nei minerali fosfatici si possono rilevare concentrazioni dei suddetti radionuclidi significativamente superiori a quelle mediamente presenti nella crosta terrestre, e nelle fosforiti si possono rilevare concentrazioni di U-238 (e discendenti) dell'ordine di grandezza di migliaia di Bq/Kg. L'Uranio naturale è una miscela composta (in peso) da U-238 (al 99.3%), da U-235 (allo 0.72%) e da una percentuale trascurabile di U-234; **la radioattività dell'U-235 [Bq/g] è circa il 4.61% di quella dell'U-238 (Rif.: tabella 6 RP 122; Rapporti ISTISAN 11/16).**

L'isotopo **U-238** dell'uranio naturale è il capostipite di una "famiglia" radioattiva, in quanto genera una catena di radionuclidi (nuclei atomici radioattivi), ovvero ogni radionuclide della catena è prodotto per decadimento radioattivo (quindi "figlio") del precedente radionuclide della catena e produce (quindi "padre"), a sua volta per decadimento radioattivo, il radionuclide successivo, e così via; i radionuclidi di tale catena sono i seguenti: Th-234, Pa-234_m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210, Pb-206; quest'ultimo chiude la catena in quanto nucleo stabile.

Nei minerali naturali tutti i radionuclidi della catena di decadimento dell'U-238 sono presenti per tempi sufficientemente lunghi tali da raggiungere l'**equilibrio secolare** (in tali condizioni le concentrazioni di attività dei nuclei "padre" e quelle dei "figli" rimangono stazionariamente uguali). Generalmente però i trattamenti chimico-fisici del processo industriale in esame rompono l'equilibrio della catena presente nel minerale originario confinando "padri" e "figli" in sottoprodotti diversi; nella produzione dell'acido fosforico in soluzione, ad esempio, all'atto della filtrazione del prodotto in soluzione, **l'uranio resta disciolto nella fase liquida, mentre il radio**

Pag. 2 di 12

A.R.P.A.B. - Ufficio Centro Regionale Radioattività

Dirigente dr.ssa Carmela P. Fortunato tel. 0835225415 e-mail: carmela.fortunato@arpab.it

Dipartimento Provinciale di Matera - via dell'Industria snc, 75100 MATERA - Fax 0835 225409 C.F./P.IVA 01318260765



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

precipita nella fase solida di scarto. Inoltre, in alcuni processi tecnologici a cui sono sottoposti materiali NORM si determina una notevole concentrazione di alcuni particolari radionuclidi della catena e ne derivano materiali TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material); un esempio di tale arricchimento si verifica nei processi ad elevata temperatura ($T > 1000^{\circ}\text{C}$). Per quanto riguarda uranio e torio essi formano composti solubili con gli ioni $(\text{PO}_4)^{3-}$ mentre **il radio**, il cui solfato è molto poco solubile, si associa al solfato di calcio (fosfogesso) che si separa per precipitazione sottraendosi all'equilibrio (anche altri solfati poco solubili seguono la stessa sorte e sono coprecipitati con il solfato di calcio).

In considerazione di quanto detto, uno dei radionuclidi di maggiore interesse dal punto di vista radiologico, è il **Ra-226** che nel suo decadimento origina il **radon** (Rn-222), e - a seguire - il Pb-214, il Bi-214, il Pb-210 e il Po-210. Infatti un deposito di fosfogessi può comportare **le seguenti problematiche:**

1. inquinamento delle falde, dovuta alla diffusione dei radionuclidi;
2. esalazione di gas radon;
3. inalazione di polveri radioattive per risospensione del materiale secco;
4. esposizione diretta di radiazioni gamma.

Rilievi radiometrici, campionamenti e analisi

Nell'ambito della seconda fase del presente piano di controllo, finalizzato alla valutazione dello stato radiologico dell'area in questione, ed in particolare quella relativa alla discarica fosfogessi, in data 08/05/2013 e in data 21/05/2013 sono stati effettuati ulteriori rilievi radiometrici in campo e sono stati prelevati alcuni campioni di fosfogessi e di acqua di falda (da pozzi piezometrici). I campioni prelevati sono stati sottoposti ad **analisi di spettrometria gamma** presso i laboratori del C.R.R. - ARPAB di Matera, tramite sistemi al Germanio (HPGe) a basso fondo ed elevata efficienza; quelli di terreno/fosfogessi sono stati analizzati previa asciugatura in stufa (a 105°C per 24 ore); i campioni di acqua di falda sono stati analizzati senza alcun trattamento (*tal quali*). In **tabella n. 1** sono riportati i punti di misura e di campionamento, con relativi dati radiometrici rilevati in campo (misura del Rateo di dose gamma ambientale tramite strumento AUTOMESS con rivelatore Geiger-Muller e con sonda a scintillatore plastico, mod. 6150 AD-b/H - minima dose rilevabile 10 nSv/h e risoluzione 1 nSv/h; incertezza relativa $\pm 5\%$). **I punti di misura e di campionamento sono indicati nella mappa allegata.**



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Valutazione e analisi delle concentrazioni dei radionuclidi

Le analisi di **spettrometria gamma** sui campioni prelevati sono state rivolte alla determinazione delle concentrazioni dei radionuclidi di maggiore interesse nella fattispecie. In particolare sono stati analizzati alcuni radionuclidi artificiali (tra cui il Cs-137) e i seguenti radionuclidi naturali: Pa-234m, Ra-226, Pb-214, Pb-210, Bi-214 (emettitori gamma rappresentativi della **famiglia dell'U-238**); Ac-228, Pb-212, Bi-212 (emettitori gamma rappresentativi della **famiglia del Th-232**); inoltre sono stati misurati l'U-235 (essendo presente in natura in percentuale nota rispetto all'U-238 naturale) e il potassio K-40, che normalmente è presente nelle matrici ambientali ed anche all'interno del corpo umano (responsabile di circa il 30% della dose alla popolazione da radioattività naturale).

I valori di concentrazione del **Ra-226** misurati all'energia di 186 keV sono stati **corretti** per eliminare l'interferenza dell'U-235 (a 186 keV entrambi i radionuclidi hanno una riga di emissione gamma).

In **tabella n. 2** è riportata la sintesi dei dati analitici ottenuti.

Analisi dei risultati

Come già evidenziato nella prima relazione, **i livelli medi di dose gamma ambientale risultano alquanto disomogenei**; l'insieme dei dati misurati ad altezza di circa 1 metro dal suolo può essere sintetizzato come segue:

- il range minimo – individuato quale “fondo ambientale” della zona varia **da 65 a 95 nSv/h**;
- il range dei livelli medi riscontrati nei punti esaminati e nelle condizioni all'atto dei sopralluoghi effettuati nella prima e nella seconda fase - varia **da 95 a 340 nSv/h**;
- sulla base di quanto riportato nei punti precedenti si evince che in alcuni punti il rateo di dose gamma raggiunge livelli pari a **oltre quattro volte** i livelli di “fondo ambientale” della zona.

Anche i dati radiometrici (sintetizzati in tabella n. 2) ottenuti dalle analisi di spettrometria gamma sui campioni di terreno/fosfogessi prelevati (**nei punti descritti in tabella 1 e riportati nella mappa allegata**) evidenziano livelli di concentrazione variabili. In particolare, oltre alle concentrazioni di Cs-137 i cui valori risultano confrontabili con quelli mediamente riscontrati anche in altre zone regionali (presenza ubiquitaria in seguito all'incidente di Chernobyl), i valori di concentrazione dei radionuclidi naturali (principalmente quelli della famiglia dell'U-238 e specificamente il Ra-226) – **nei fosfogessi prelevati nei punti P2, P3 e P4** – risultano certamente superiori a quelli dei terreni ad oggi prelevati sul territorio regionale, che costituiscono i dati storici dei monitoraggi ARPAB (mediamente inferiori a 100 Bq/Kg). I valori di concentrazione di Ra-226 misurati nei suddetti punti P2, P3 e P4 (e valutati come sopra descritto) sono **compresi tra 459 e**

Pag. 4 di 12

A.R.P.A.B. - Ufficio Centro Regionale Radioattività

Dirigente dr.ssa Carmela P. Fortunato tel. 0835225415 e-mail: carmela.fortunato@arpab.it

Dipartimento Provinciale di Matera – via dell'Industria snc, 75100 MATERA – Fax 0835 225409 C.F./P.IVA 01318260765



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

2461 Bq/Kg . Nel punto P3 sono stati prelevati sia un campione superficiale (denominato P3S, relativo ai primi 5 cm di profondità), sia un campione più profondo (denominato P3C, prelevato tramite carotatore dai 5 ai 50 cm di profondità) omogeneizzato ed analizzato in un unico campione; i relativi dati mostrano valori di concentrazione di attività leggermente superiori negli strati sotterranei. Nei punti P7, P8 e P9 (ubicati ai margini e verso l'esterno della discarica) i valori misurati sui campioni di terreno **superficiale** risultano pressoché confrontabili con quelli riscontrati in altri terreni prelevati sul territorio regionale nell'ambito del monitoraggio annuale della radioattività svolto da questo CRR a partire dal 2005, comprendenti varie tipologie della matrice "suolo". In ogni caso la **variabilità** dei livelli di concentrazione del radionuclide Ra-226 e degli altri discendenti della stessa "famiglia" radioattiva dipende anche dal diverso grado di mescolamento dei fosfogessi con terreno o materiale di diversa natura/origine (compreso il materiale inerte).

Inoltre i dati analitici confermano lo stato di disequilibrio radioattivo della catena dell'U-238, come descritto in premessa alla presente relazione; in particolare il rapporto **Ra-226/Pb-210** (che sarebbe pari a 1 in condizioni di "equilibrio") risulta generalmente superiore a 1 anche per effetto della volatilità del radon Rn-222, che riduce la concentrazione dei suoi radionuclidi discendenti (tra cui il Pb-210) nella matrice considerata.

Per quanto attiene all'**acqua di falda** prelevata in alcuni pozzi piezometrici dislocati sull'area in questione, pur disponendo di sensibilità analitiche **strumentali** (per il Ra-226) di circa **3 Bq/litro** (**Minime Attività Rilevabili**) in quanto le analisi (di spettrometria gamma) sono state eseguite sui campioni "tal quali" (data la mancata possibilità di effettuare particolari trattamenti radiochimici di concentrazione selettiva - le cui metodiche, finalizzate alle analisi sui NORM, sono in via di ottimizzazione e standardizzazione a livello nazionale anche da parte di Gruppi di Lavoro ISPRA-ARPA regionali, di cui fa parte anche questa Agenzia), tali dati consentono di effettuare le seguenti valutazioni: l'acqua di falda prelevata nel **pozzo A13** rappresenta il "**bianco**" di riferimento avendo riscontrato valori di **concentrazione** (dei singoli radionuclidi) tutti inferiori alle suddette M.A.R. (**Minime Attività Rilevabili**) strumentali. Nel campione di acqua di falda prelevata dal pozzo O4 sono stati misurati piccoli valori di K40, di Pb-214 e di Bi-214 (essendo più basse le relative M.A.R.). Nei campioni dei pozzi **M9, L11 e I4** sono state **rilevate** concentrazioni di Ra-226 e dei suoi discendenti; in particolare i valori di Ra-226 misurati in questo caso sono compresi approssimativamente **tra 8 e 11 Bq/litro** (con le relative incertezze di misura riportate in tabella 2 allegata).

Pag. 5 di 12

A.R.P.A.B. - Ufficio Centro Regionale Radioattività

Dirigente dr.ssa Carmela P. Fortunato tel. 0835225415 e-mail: carmela.fortunato@arpab.it

Dipartimento Provinciale di Matera - via dell'Industria suc, 75100 MATERA - Fax 0835 225409 C.F./P.IVA 01318260765



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Conclusioni

La normativa nazionale di radioprotezione (D.Lgs. 230/95 e relativi decreti attuativi, e s.m.i.) non indica un livello di riferimento specifico per la concentrazione di attività dei vari radionuclidi NORM nelle matrici in questione, al di sotto del quale sia consentito, senza alcuna restrizione ai fini della radioprotezione, l'allontanamento dei materiali dal sito di produzione. A tal fine un utile riferimento è rappresentato dal documento **RP122** (*European Commission "Radiation protection 122" – part II*). Esso riporta i "livelli di clearance" (CL), da intendersi quali livelli di Riferimento – rispetto alla rilevanza radiologica – per il riuso, il riciclo, lo smaltimento dei materiali solidi, residui o rifiuti (**esclusi gli effluenti liquidi o gassosi**) contenenti NORM. Tali CL sono calcolati considerando vari scenari di esposizione (trasporto, immagazzinamento, smaltimento in discarica, uso di materiali edili contenenti residui con NORM, etc.), vari gruppi di individui esposti (lavoratori, pubblico) e varie tipologie di materiale (ceneri, sabbia, scarti lapidei, ...); i CL (**riportati nella tabella seguente**) rappresentano le concentrazioni di attività dei singoli radionuclidi che comportano, nello scenario più conservativo, un contributo alla dose efficace per gli individui pari a **0.3 mSv/anno** (ovvero ad un terzo del limite di esposizione annuale sancito dalla legge, pari a 1 mSv/anno). In caso di più radionuclidi va calcolato il SI (Sum Index), ovvero la somma delle concentrazioni di attività normalizzate ai rispettivi CL, che deve essere < 1 per la conformità (stesso principio sancito anche dalla normativa nazionale).

Tabella Livelli generali di Riferimento ("livelli di clearance") per i NORM (RP 122-part II)

| Materiale | (1) Usec [Bq/kg] | (2) Unat [Bq/kg] | Th-230 [Bq/kg] | (3) Ra226+ [Bq/kg] | (3) Pb-210+ Bq/kg] | Po-210 [Bq/kg] | ²³² Thsec [Bq/kg] | K-40 [Bq/kg] |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------|
| Tutti i materiali | 500 | 5000 | 10000 | 500 | 5000 | 5000 | 500 | 5000 |
| Fondami industria gas/petrolio | 5000 | 100000 | 100000 | 5000 | 100000 | 100000 | 5000 | 100000 |

(1) intera serie di decadimento in equilibrio secolare

(2) isotopi dell'uranio (in rapporto isotopico standard) insieme ai figli di breve tempo di dimezzamento

(3) livelli riferiti al Ra-226 e ai suoi "discendenti" a breve tempo di dimezzamento - in equilibrio secolare

Nel caso in esame i valori di **Ra-226** riscontrati nei fosfogessi, soprattutto nei punti P3 e P4 (e cautelativamente P2) - **compresi tra 459 e 2461 Bq/Kg - risultano superiori al corrispondente "livello di Riferimento"**, pari a 500 Bq/Kg. Il mancato rispetto dei suddetti CL richiede specifici e adeguati adempimenti di sorveglianza fisica della radioprotezione - tramite un E.Q. (Esperto Qualificato) – ai sensi del D.Lgs. 230/95 e s.m.i..



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Rispetto alla matrice **acqua di falda**, non si dispone di analoghi livelli di riferimento; le Linee Guida del sistema Agenziale nazionale ISPRA-ARPA (Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali n. 16 del 25/10/2012) riportano, invece, livelli di riferimento (denominati “**livelli notificabili**”) per le acque superficiali e per l'acqua potabile, rispettivamente pari a **1 Bq/litro** e a **0.1 Bq/litro**. In ogni caso i dati di misura dei campioni prelevati nei pozzi **M9, L11 e I4**, confrontati con quelli del suddetto “bianco” di riferimento (acqua del pozzo A13), **denotano l'immissione in falda di una parte dei radionuclidi presenti nei fosfogessi dislocati nella discarica in questione.**

Alla luce dei risultati ottenuti, relativi alla dose gamma ambientale riscontrata nell'area di interesse, alle concentrazioni di Ra-226 (e discendenti) misurate nei campioni di fosfogessi e nell'acqua di falda, tenendo conto delle considerazioni sopra riportate e che nei dati di misura riportati nella presente relazione non sono inclusi quelli del **radon outdoor** (nell'ambiente esterno) in quanto non si dispone al momento delle apparecchiature necessarie, si ritiene necessaria l'adozione degli adempimenti previsti dalla normativa vigente per la radioprotezione dell'ambiente, della popolazione e dei lavoratori. In particolare, poiché la dose efficace agli individui di **0.3 mSv/anno**, valutata dalla *European Commission* in caso di concentrazioni di radioattività pari ai suddetti “Livelli di Clearance”, coincide con il **livello di azione** di cui all'**art. 10-quinquies del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.** (per le persone del pubblico e per le attività riportate nell'allegato I-bis - par. 4.c del **D.Lgs. 241/2000**, comprese le attività impieganti minerali fosfatici e depositi di fertilizzanti), è necessaria l'adozione di azioni di rimedio finalizzate al contenimento della contaminazione ed alla limitazione dell'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

A tale proposito risulta che un gruppo di lavoro presso l'UNICEN stia elaborando una norma specifica per la gestione di residui ed effluenti da attività lavorative con presenza di NORM, nonché l'istituzione presso il Ministero dell'Ambiente di una Commissione (che vede la partecipazione di esperti di ISS, ISPRA ed ISPEL) a supporto delle decisioni da prendere in ordine alla bonifica di siti nazionali contaminati da fosfogessi.

Il Dirigente Responsabile
(*dr.ssa Carmela P. Fortunato*)

Pag. 7 di 12

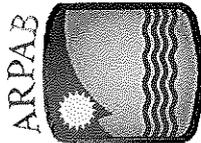


Tabella n. 1. RILIEVI RADIOMETRICI E CAMPIONAMENTI – II FASE

| ID Punto | DATA | Coordinate Geografiche | | Misure Rateometro gamma | | Campionamenti | | | Annotazioni | |
|----------|------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|-------------|--------------------------------------|
| | | Lat(deg) (xx°yy'z.zz") | Lon(deg) (xx°yy'z.zz") | Rateo γ Medio (nSv/h) | Rateo γ Max (nSv/h) | Altezza dal terreno (cm) | matrice | denominaz. Campione | | profondità [cm] |
| P1 | 08/05/2013 | 40°36'15,8" | 15°43'34,9" | 78 | 110 | 100 | | | | (tolleranza GPS: ± 3-4 metri) |
| P1 | 08/05/2013 | 40°36'15,8" | 15°43'34,9" | 82 | 110 | 10 | | | | all'ingresso dell'area (fondo gamma) |
| P2 | 08/05/2013 | 40°36'09,9" | 15°43'35,1" | 170 | 180 | 100 | | | | con rateometro verso il basso |
| P2 | 08/05/2013 | 40°36'09,9" | 15°43'35,1" | 170 | 180 | 10 | fosfogessi | P2 | superfic. | con rateometro verso il basso |
| P3 | 08/05/2013 | 40°36'07,7" | 15°43'34,6" | 330 | 340 | 100 | | | | |
| P3 | 08/05/2013 | 40°36'07,7" | 15°43'34,6" | 460 | 480 | < 10 | Terreno & fosfogessi | P3S | superfic. | prelievo con pala |
| P3 | 08/05/2013 | 40°36'07,7" | 15°43'34,6" | 460 | 480 | < 10 | fosfogessi | P3C | da 5 a 50 | prelievo con carotatore |
| P4 | 08/05/2013 | 40°36'07,4" | 15°43'36,6" | 217 | 240 | 100 | fosfogessi | P4 | superfic. | prelievo con pala |
| P5 | 08/05/2013 | 40°36'08,2" | 15°43'40" | 113 | 140 | 100 | acqua di falda | M9-1°canna | | piezometro M9 (prima falda) |
| P5 | 08/05/2013 | 40°36'08,2" | 15°43'40" | 113 | 140 | 100 | acqua di falda | M9-2°canna | | piezometro M9 (seconda falda) |
| P6 | 08/05/2013 | 40°36'06,2" | 15°43'36,7" | 70 | 80 | 100 | acqua di falda | L11-1°canna | | piezometro L11 |
| P7 | 21/05/2013 | 40°36'16,4" | 15°43'36,2" | 125 | 140 | 100 | terreno | P7 | superfic. | prelievo con pala |
| P7 | 21/05/2013 | 40°36'16,4" | 15°43'36,2" | 125 | 140 | 100 | acqua di falda | P14-2°canna | | piezometro I4 (seconda falda) |
| P8 | 21/05/2013 | 40°36'16,1" | 15°43'44,5" | 107 | 120 | 100 | terreno | P8 | superfic. | prelievo con pala |
| P8 | 21/05/2013 | 40°36'16,1" | 15°43'44,5" | 107 | 120 | 100 | acqua di falda | P04-1°canna | | piezometro O4 (prima falda) |
| P9 | 21/05/2013 | 40°36'02,5" | 15°43'17,4" | 95 | 110 | 100 | terreno | P9 | superfic. | prelievo con pala |
| P9 | 21/05/2013 | 40°36'02,5" | 15°43'17,4" | 95 | 110 | 100 | acqua di falda | PA13-2°canna | | piezometro A13 (seconda falda) |

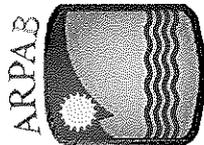


Tabella 2. Sintesi risultati analitici

| Id punto | Id campione | matrice | Concentrazione attività (*) [Bq/Kg] | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|-------------|---------------|------------|--------------|------------|------------|----------------|--|--|--|
| | | | Cs-137 | K-40 | Pb-210 (**) | Pb-212 | Pb-214 | Bi-212 | Bi-214 | U-235 | Ac-228 | Ra-226 (***) | | | |
| P2 | P2 | fosfogessi | 0,50±0,17 | 8,64±2,93 | 367,17±88,03 | 12,97±1,47 | 300,02±32,71 | 10,67±2,83 | 257,55±25,22 | 3,00±1,45 | 9,53±1,14 | 459,53±59,55 | | | |
| P3 | P3S | terreno & fosfogessi | 3,25±0,4 | 255,36±26,21 | out range | 59,66±19,63 | 1.112,0±293,5 | 43,12±5,83 | 861,40±77,94 | 27,13±5,30 | 44,44±4,33 | 2098,92±694,79 | | | |
| P3 | P3C | fosfogessi | 0,92±0,34 | 150,20±14,03 | 1364,2±320,4 | 33,61±3,64 | 1829,1±194,8 | 27,41±5,60 | 1613,4±154,4 | 24,52±4,09 | 28,73±2,79 | 2461,07±303,93 | | | |
| P4 | P4 | fosfogessi | 1,71±0,27 | 77,87±8,20 | 604,96±147,4 | 17,73±2,03 | 507,73±56,41 | 17,18±3,53 | 426,1±42,5 | 10,9±2,25 | 14,30±1,54 | 764,02±109,77 | | | |
| P7 | P7 | terreno | 9,99±0,99 | 560,80±50,96 | 91,93±22,64 | 61,30±6,82 | 28,30±3,18 | 56,20±6,01 | 26,56±2,69 | 2,07±0,93 | 50,77±4,5 | 62,30±18,67 | | | |
| P8 | P8 | terreno | 11,37±1,11 | 469,05±42,14 | 97,72±23,65 | 51,97±5,67 | 23,13±2,57 | 47,08±5,08 | 21,91±2,20 | < 1,33 | 42,51±3,73 | 56,89±23,18 | | | |
| P9 | P9 | terreno | 10,87±0,98 | 619,16±62,87 | ----- | 75,48±24,94 | 39,63±10,56 | 55,62±5,40 | 33,73±3,25 | 2,99±1,28 | 51,27±4,99 | 37,99±31,73 | | | |
| Concentrazione attività [Bq/litro] | | | | | | | | | | | | | | | |
| P5 | M9-1° | acqua falda | < 0,081 | < 2,43 | ----- | < 0,28 | 6,63±1,72 | < 1,27 | 5,17±0,45 | < 0,99 | < 0,42 | < 3,5 | | | |
| P5 | M9-2° | acqua falda | < 0,11 | < 2,22 | 2,56±1,49 | < 0,36 | 5,42±0,43 | < 1,42 | 4,37±0,39 | < 0,7 | < 1,15 | 10,57±5,54 | | | |
| P6 | L11 | acqua falda | < 0,10 | < 2,73 | 4,91±1,72 | < 0,22 | 13,06±0,93 | < 1,36 | 11,19±0,8 | < 0,79 | < 0,45 | 7,96±5,21 | | | |
| P7 | P14-2° | acqua falda | < 0,10 | < 2,17 | < 2,58 | < 0,20 | 2,29±0,23 | < 1,38 | 1,95±0,24 | < 0,66 | < 0,46 | 9,32±5,25 | | | |
| P8 | P04-1° | acqua falda | < 0,09 | 3,84±1,48 | ----- | < 0,27 | 7,43±1,93 | < 1,34 | 6,20±0,52 | < 0,98 | < 0,39 | < 3,2 | | | |
| P9 | PA13-2° | acqua falda | < 0,07 | < 2,39 | ----- | < 0,26 | < 0,29 | < 1,37 | < 0,28 | < 0,93 | < 0,41 | < 3,0 | | | |



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Legenda tabella 2:

(*) L'incertezza di misura riportata è quella corrispondente a 2σ ; I valori di analisi riportati sono riferiti alla data di misura.

Tra i radionuclidi analizzati sono riportati:

- **Radionuclide non naturale: Cs-137;**
- **Radionuclidi rappresentativi della famiglia U-238: Ra-226, Pb-214, Pb-210, Bi-214;**
- **Radionuclidi della famiglia Th-232: Ac-228, Pb-212, Bi-212.**
- **U-235 (la cui concentrazione in natura è circa il 4,6% dell'U-238 naturale);**
- **Il potassio K-40 (normalmente presente nelle matrici ambientali).**

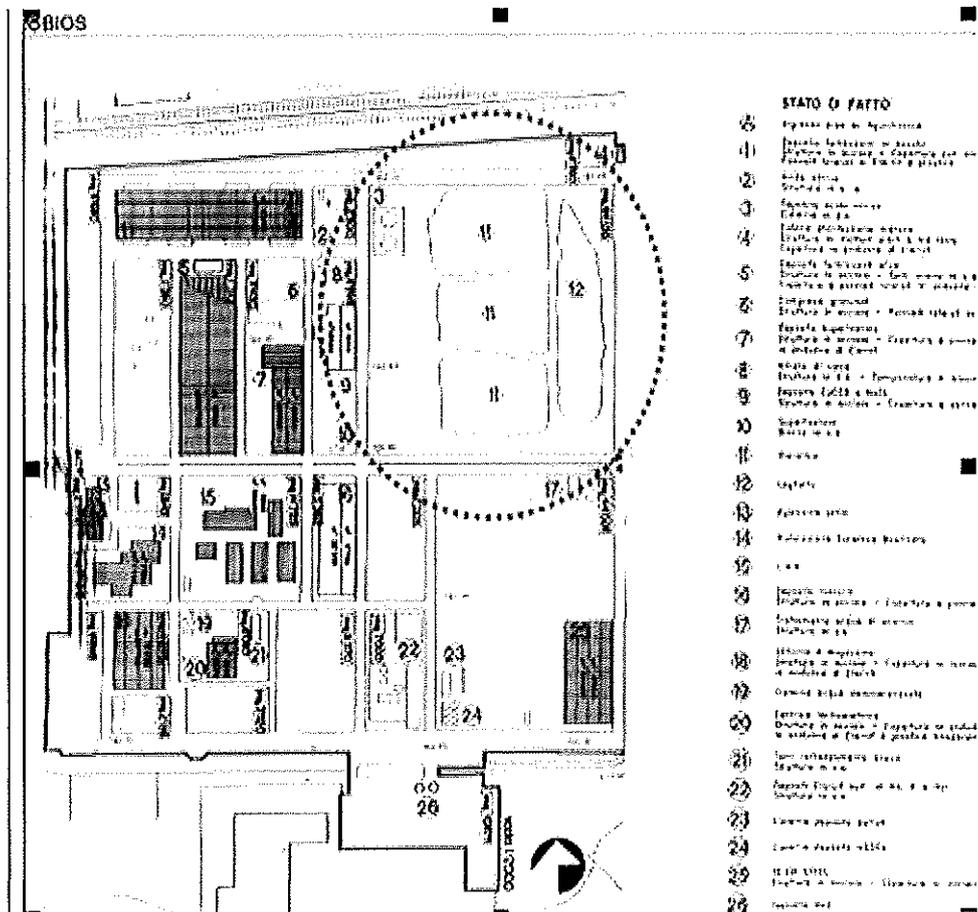
() I valori di Pb-210 sono riportati soltanto per i campioni analizzati con il sistema di spettrometria gamma GMX – ORTEC (calibrato anche per misure gamma a basse energie);**

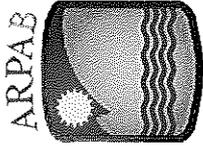
(*) Il valore di concentrazione del Ra-226 è stato corretto per eliminare l'interferenza dell'U-235 (a 186 keV entrambi i radionuclidi hanno una riga di emissione gamma).**



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Figura n.1. Area di interesse





Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Mapa punti di misura e campionamento



A.R.P.A.B. - Ufficio Centro Regionale Radioattività

Dirigente dr.ssa Carmela P. Fortunato tel. 0835225415 e-mail: carmela.fortunato@arpab.it

Dipartimento Provinciale di Matera - via dell'Industria snc, 75100 MATERA - Fax 0835 225409 C.F./P.IVA 01318260765