

RELAZIONE TECNICA

Misura di radioattività su arenile presso Via Torre Costiera nel Comune di Città Sant'Angelo (PE)

agosto – settembre 2014

1. PREMESSA

In data 10/05/2014, nostro Prot. n. 2556, perveniva, presso questo Distretto, da parte del Comune di Città Sant'Angelo (PE), una richiesta di accertamenti di presunta contaminazione di suoli da rifiuti radioattivi su porzione di arenile presso Via Torre Costiera nel Comune citato.

A seguito della menzionata richiesta, lo scrivente Distretto inviava una Nota, trasmessa con Prot. n. 2813 del 21/05/2014, con la quale si richiedeva al Comune di Città Sant'Angelo di comunicare le singole particelle catastali potenzialmente interessate dalla contaminazione suddetta e di dare evidenza di eventuali documenti, segnalazioni o esposti riferibili ad interramenti di rifiuti nelle aree di presunta contaminazione.

Sull'argomento vi sono state interlocuzioni dirette tra il Comune di Città Sant'Angelo e la Direzione Tecnica dell'Agenzia, a seguito delle quali in data 28.08.2014, è stato effettuato un primo sopralluogo, da parte del Dott. Gabriele Sulli, CTP – Fisico, e del Dott. Tiziano Marcelli, CTP – Geologo, Tecnici dello scrivente Distretto, al fine di operare uno screening conoscitivo dei livelli di radioattività ambientale presenti nell'area in esame. In particolare, si è voluto verificare la presenza di anomalie nel campo di radiazione ionizzante proveniente dall'arenile, causata da eventuali rifiuti radioattivi interrati, rispetto al fondo radioattivo delle aree circostanti.

Successivamente, in data 09.09.2014, è stato effettuato un secondo sopralluogo, da parte del Dott. Gabriele Sulli, per determinare l'entità dell'esposizione a radiazioni ionizzanti della popolazione potenzialmente frequentante la spiaggia oggetto di controllo.

La legge fondamentale in materia di radiazioni ionizzanti è rappresentata dal Decreto Legislativo n. 230 del 17/03/2005 e s. m. e i., nel quale, al Capo IX – Protezione sanitaria della popolazione, stabilisce le attività, i divieti e le norme di protezione della popolazioni da pratiche che utilizzano sorgenti radiogene di qualsiasi tipo, fissando al valore di 1 mSv il limite di dose efficace.

Non esiste, tuttavia, a livello nazionale, nessuna indicazione riguardante l'esposizione della popolazione alla radioattività ambientale, in particolare per quanto riguarda l'irradiazione esterna, dipendente dalla radiazione cosmica e dalla radioattività del terreno, e, pertanto non esistono limiti di esposizione o soglie di allarme ai quali fare riferimento.

Nel nostro caso, dunque, le misure e i rilievi effettuati saranno messi in relazione ai dati disponibili sul fondo di radioattività ambientale sul territorio della Regione Abruzzo.

2. GENERALITA' SULLE PROCEDURE DI RILEVAMENTO E SULLA STRUMENTAZIONE DI MISURA

Come si evince dalla richiesta da parte del Comune di Città Sant'Angelo (PE), nostro Prot. n. 2556 del 10/05/2014, sussistono, da parte della popolazione del medesimo Comune, sospetti che nell'arenile nei pressi di Via Torre Costiera (vedi l'Allegato n. 1 alla presente Relazione Tecnica) sia stato interrato, nel passato, materiale radioattivo, con conseguente preoccupazione sia per l'ambiente, sia per i fruitori della spiaggia in questione.

Le misurazioni effettuate da ARTA Abruzzo, pertanto, sono volte a verificare, in termini di screening preliminare, che la porzione superficiale della spiaggia in questione non sia caratterizzata da livelli di radioattività anomali rispetto ai livelli del fondo naturale di porzioni di terreno circostanti e che non si abbiano indizi della presenza di radionuclidi artificiali in superficie.

Inoltre, è stata valutato l'Equivalente di Dose Ambientale, quale indicatore della rilevanza sanitaria dell'esposizione di individui presenti anche per lungo tempo sull'arenile.

Il punto di controllo del fondo naturale è stato scelto in modo da essere abbastanza lontano dal sito oggetto di accertamento, così da non essere stato contaminato da eventuali interramenti avvenuti nel sito sospetto e, nello stesso tempo, sufficientemente vicino al sito stesso, così da mantenerne le stesse caratteristiche morfologiche e geologiche. Nell'**Allegato n. 1** al presente Documento, è possibile osservare, su planimetria estratta dall'applicativo Google Earth (data acquisizione immagini del 25.09.2013), il luogo di valutazione del fondo naturale, denominato Punto 0, distante poco più di 50 metri dalla porzione di spiaggia.

Sulla medesima planimetria sono indicati i punti di rilevamento, individuati dai numeri progressivi da 1 a 7, dove sono state effettuate le misurazioni. Essi sono stati scelti in modo da coprire l'intera spiaggia.

Si fa presente che le coordinate geografiche riportate nell'**Allegato n. 1**, estratte dall'applicativo digitale citato, sono leggermente diverse da quelle rilevate in sede di misura e riportate nei Verbali di Sopralluogo, in quanto quest'ultime, determinate con GPS non professionale, non corrispondono in maniera sufficientemente esatta ai reali punti di misura.

E' da notare, inoltre, che nell'immagine utilizzata per la planimetria, risalente all'anno 2013, sono visibili un recinto, che delimita un'area immediatamente retrostante alla battigia, e un telo che copre parte dell'area recintata. Nel corso del sopralluogo, si è verificato che, attualmente, in seguito a lavori di sistemazione e ripascimento dell'arenile, il recinto è stato smantellato e in corrispondenza del telo visibile nella Planimetria dell'**Allegato 1**, sussiste un cumulo di sabbia dell'altezza di varie decine di centimetri (vedi Punto 7).

Nel punto di controllo del fondo naturale di radioattività e nei punti di misura sull'arenile in esame, sono stati effettuate tre tipologie distinte di misurazioni: la valutazione dell'attività superficiale del terreno, la valutazione dell'Equivalente di Dose Ambientale, la determinazione qualitativa dell'eventuale presenza di radionuclidi artificiali sullo strato superficiale mediante acquisizione di spettri di radiazione gamma provenienti dal terreno.

Di seguito si elencano i punti di misura e il punto di controllo del fondo naturale, insieme alle relative coordinate. Viene indicata inoltre la data in cui è stato rilevato il singolo parametro.

PUNTO DI MISURA	Data misura Attività superficiale	Data misura Equivalente Dose Ambientale	Data acquisizione Spettri radiazione gamma
Punto 0 - 42° 31' 39.3" N 14° 08' 58.2" E (misura del fondo naturale)	28.08.2014	09.09.2014	28.08.2014
Punto 1 - 42° 31' 40.7" N 14° 08' 56.8" E	28.08.2014	09.09.2014	28.08.2014
Punto 2 - 42° 31' 40.8" N 14° 08' 56.3" E	28.08.2014	09.09.2014	28.08.2014
Punto 3 - 42° 31' 41.0" N 14° 08' 57.4" E	28.08.2014	09.09.2014	28.08.2014
Punto 4 - 42° 31' 40.8" N 14° 08' 55.8" E	28.08.2014	09.09.2014	28.08.2014
Punto 5 - 42° 31' 40.7" N 14° 08' 55.8" E	28.08.2014	09.09.2014	28.08.2014
Punto 6 - 42° 31' 40.6" N 14° 08' 55.8" E	28.08.2014	09.09.2014	28.08.2014
Punto 7 42° 31' 40.3" N 14° 08' 55.9" E	09.09.2014	09.09.2014	09.09.2014

Di seguito si descrivono, brevemente, i processi fisici e le modalità di misura relative alle tre tipologie di misurazioni effettuate.

A. Attività superficiale del terreno

Al fine di escludere la presenza, sulla superficie sabbiosa e nella sabbia immediatamente sottostante, di materiale (liquido o solido) contenente concentrazioni rilevanti da un punto di vista radiologico di radionuclidi (naturali o artificiali), si è effettuata una misurazione di attività mediante contaminometro, costituito da un misuratore di dose automess GmbH 6150 AD 6, S/N 87214, montato su sonda a geometria superficiale (170



cm³) automess Contamination Probe 6150 AD – k, S/N 85746 (0.1 s⁻¹ - ~80k s⁻¹). La sonda, opportunamente appoggiata al suolo, permette di misurare radiazioni di tipo alfa, beta e gamma.

La strumentazione misura il rateo di conteggio degli eventi, in s⁻¹, cioè il numero per secondo di scariche innescate dal passaggio di radiazione alfa, beta e gamma all'interno del volume sensibile del rivelatore superficiale utilizzato. Constatata la non eccessiva variabilità temporale del dato istantaneo indicato dallo strumento, le misure sono state determinate con media temporale su periodo di 120" e a tale media è associata un'incertezza estesa del 20%, con un fattore di copertura k = 2 e probabilità p = 95%.

Tali misurazioni, una volta stabilito opportunamente il fondo naturale dell'area circostante il sito da analizzare, permettono di identificare porzioni di terreno con attività significativamente maggiore di quella del fondo naturale stesso, in modo evidenziare l'eventuale presenza di sorgenti anomale di radioattività.

B. Valutazione della Dose Equivalente Ambientale H*(10)

Al fine di determinare la rilevanza sanitaria dell'esposizione alle radiazioni ionizzanti da parte di individui permanenti sulla porzione di spiaggia in esame, è necessario stimare la dose assorbita dal singolo individuo.

La grandezza protezionistica da valutare è la **dose efficace**, misurata in Sv.

La procedura di calcolo della dose efficace parte dal calcolo della **dose assorbita**, misurata in Gy, cioè la quantità di energia per unità di massa rilasciata nei tessuti dalle radiazioni ionizzanti.

Al fine di attribuire alla dose assorbita un valore di indice sanitario, essa viene trasformata in **dose equivalente**, misurata in Sv, mediante il prodotto per opportuni coefficienti che dipendono dalla natura della radiazione in questione.

Infine, si opera il calcolo della dose efficace, definita come somma delle dosi equivalenti ponderate nei tessuti e organi del corpo, causate da irradiazioni interne ed esterne, utilizzando altri coefficienti moltiplicativi che tengono conto delle caratteristiche specifiche dei tessuti organici interessati.

Per i dettagli è possibile consultare l'Allegato IV del citato D.Lgs. 230/95.

Nel nostro caso è necessario stimare la dose efficace per persone che sostino sulla spiaggia in esame. Si valuterà, quindi, l'effetto della sola irradiazione esterna, dovuta all'azione dei raggi cosmici che penetrano l'atmosfera terrestre e ai radionuclidi nel terreno.

Posto, dunque, un idoneo monitor nel campo di radiazione, cioè in aria ad altezza idonea, si tratta di determinare la dose efficace che assorbirebbe una persona nelle medesime condizioni e nella medesima posizione del rivelatore utilizzato.

Il monitor utilizzato nella campagna di misura è il misuratore di dose automess GmbH 6150 AD 6, S/N 87214, costituito da una camera a scintillazione di piccole dimensioni, in grado di rilevare essenzialmente le cariche generate da radiazione gamma, cioè fotoni, che l'attraversano, in quanto le eventuali radiazioni alfa e beta vengono perse a causa del setto di separazione della camera stessa. Dunque, la misurazione operata nel nostro caso riguarda essenzialmente un campo di radiazione fotonica penetrante (E > 15 keV) in aria. In altri termini, il rivelatore è di per sé in grado operare una misura di radiazione neutra (fotoni) in aria libera.

Per il monitoraggio ambientale, come nel nostro caso, la grandezza operativa per la stima della Dose Efficace è l'**Equivalente di Dose Ambientale H*(10)**, espressa in Sv o sottomultipli di Sv.

L'Equivalente di Dose Ambientale H*(10) in un certo punto di un campo di radiazione è l'Equivalente di Dose che sarebbe prodotto dal medesimo campo nella cosiddetta "sfera ICRU", cioè un fantoccio che simula il comportamento dei tessuti organici, approssimando adeguatamente il corpo umano per quel che riguarda scattering e attenuazione del campo di radiazione in esame.

Nella maggioranza dei casi di esposizione esterna, H*(10) fornisce una stima cautelativa della dose efficace. Solo ad energie molto elevate (diversi MeV) o molto basse (al di sotto dei 20 keV) si potrebbero avere valori sottostimati.

Dunque, a livello operativo, si tratta di trovare una relazione tra la misura in aria libera che viene effettuata dal misuratore utilizzato e la dose H*(10) che assorbirebbe un fantoccio virtuale (sfera ICRU), a sua volta stima della dose efficace.

Tale relazione è funzione della radiazione diffusa, della attenuazione e del build-up del fascio alla profondità di 10 mm nel materiale irradiato, del coefficiente di conversione tra dose in aria e dose nel mezzo. Tutti questi fattori dipendono dall'energia dei fotoni del campo di radiazione, ma il loro spettro è difficilmente valutabile.



Lo strumento automess GmbH utilizzato è tarato in $H^*(10)$ e, dunque, a partire dalla misura nella camera a scintillazione interna delle cariche generate da fotoni del campo di radiazione e mediante opportuni algoritmi integrati nello strumento stesso, fornisce l'equivalente di dose ambientale $H^*(10)$, espressa in $\mu\text{Sv/h}$, stima operativa delle dose efficace oraria.

In tal modo, la definizione della grandezza operativa $H^*(10)$ semplifica e formalizza il passaggio dalle grandezze fisiche "vere" (misura delle cariche generate della radiazione) alle grandezze protezionistiche, dose equivalente ed efficace. L'impiego di uno strumento tarato in $H^*(10)$ consente, allora, di ottenere direttamente una lettura proporzionale alla dose efficace.

Come per le misure illustrate precedentemente, data la variabilità temporale non eccessiva del dato istantaneo indicato dallo strumento, le misure sono state determinate con media temporale su periodo di 120" e a tale media è associata un'incertezza estesa del 20%, con un fattore di copertura $k = 2$ e probabilità $p = 95\%$.

C. Acquisizione spettri di radiazione gamma.

Al fine di rilevare la presenza di radionuclidi sulla superficie dell'arenile in questione, si sono effettuate acquisizioni di spettri di radiazione gamma da parte del terreno dell'area esaminata.

Ricordiamo che nell'ambiente che ci circonda le sorgenti di radioattività possono essere di origine artificiale o naturale.

Gli isotopi radioattivi di origine antropica (Cs-137, Pu-239, Sr-90, Co-60, etc.) non sono presenti naturalmente nell'ambiente e, quando vengono registrati, sono riconducibili ad attività umane come fughe di materiale radioattivo, abbandono di scorie nucleari, e fallout dovuto ad incidenti nucleari o test di armamenti atomici.

I radionuclidi naturali possono avere origine cosmogenica, ovvero sono prodotti in continuazione a seguito dell'interazione tra raggi cosmici e nuclei stabili presenti in atmosfera, o origine primordiale, ovvero radionuclidi presenti sin dalla formazione della terra ed aventi vite medie sufficientemente lunghe da essere ancora oggi presenti sul nostro pianeta. I principali isotopi radioattivi presenti nella crosta terrestre sono K-40, U-238 e Th-232. Mentre il decadimento beta gamma di K-40 produce un singolo fotopicco fotonico di energia 1460 keV, U-238 e Th-232 producono una catena di decadimento. I raggi gamma più importanti per l'U-238 sono pari a 610 keV, 1120 keV e 1740 keV originati dalle transizioni del Bi-214.

Per il Th-232 le emissioni gamma più importanti sono quelle prodotte dalle transizioni del Tl-208 alle energie 580 keV e 2614 keV.

Volendo descrivere in estrema sintesi la tecnica di analisi in questione, si può dire che, tramite il conteggio dei fotoni ad alta energia (5 keV – 5 MeV) che attraversano lo scintillatore, si ottiene uno spettro costruito determinando, tramite l'elettronica digitale di acquisizione, i conteggi per ogni energia dei fotoni. In tal modo, alla presenza di eventuali radionuclidi, possono evidenziarsi picchi di conteggi in corrispondenza dell'energia della radiazione fotonica gamma caratteristica di ogni radionuclide.

Si fa presente che, in linea di massima, i rilevatori di spettroscopia a raggi gamma e gli spettrometri sono di due tipi, ad alta risoluzione, basati esclusivamente su Germanio Iperpuro raffreddato criogenicamente (HPGe) e rilevatori a medio bassa risoluzione energetica, basati su scintillatori o semiconduttori a temperatura ambiente.

Lo ioduro di sodio drogato con tallio - NaI (Tl) è il materiale più comunemente utilizzato per i rilevatori di spettroscopia a raggi gamma a scintillazione a bassa risoluzione. I rilevatori basati su questo materiale hanno una risoluzione di energia 45-50 volte peggiore rispetto ai rilevatori HPGe, ma offrono il vantaggio di una riduzione dei costi, dimensioni più grandi e funzionamento a temperatura ambiente.

Si fa presente, inoltre, che, considerando il fatto che questo tipo di rivelatore può dare informazioni quantitative solo in condizioni di geometria di misura fissa, l'utilizzo in campo con geometrie di misura ovviamente sempre variabili, permette solo il riconoscimento esclusivamente qualitativo di radionuclidi eventualmente presenti.

Le acquisizioni effettuate da ARTA Abruzzo presso l'arenile in esame sono state realizzate con una catena di spettrometria gamma portatile a bassa risoluzione costituita dai seguenti componenti.

- Scintillatore NaI (Tl) (ioduro di sodio drogato al tallio) a bassa risoluzione della Alpha Spectra Inc. Mod. 12/12/3 S/N 090109R.
- Fotomoltiplicatore ORTEC Mod. DIM-296 S/N 10159684



➤ Elettronica di acquisizione ORTEC Mod. MFG-DIGIDART S/N 10160734

La catena di spettrometria gamma utilizzata permette l'analisi qualitativa della radiazione gamma proveniente dal terreno. Tramite questa tecnica, dunque, è possibile evidenziare la consistente presenza di radionuclidi naturali o artificiali, ma non di determinarne la quantità o la concentrazione.

La strumentazione è stata opportunamente tarata, in data 27.08.2014, acquisendo lo spettro della Sorgente di Riferimento n. TU 254, tipo QCRB1244, geometria Marinelli da 1 litro, Certificato di taratura del 01.08.2011 in dotazione alla Sezione di Fisica Ambientale del Distretto ARTA Abruzzo di Pescara. Tale spettro è riportato nell'**Allegato n. 5** alla presente Relazione Tecnica.

Le procedure di taratura seguite sono quelle riportate nel Manuale ORTEC digiDART (part. N. 783610) e gli spettri acquisiti sono stati visualizzati con Software di elaborazione: ORTEC GammaVision – 32.

3. RISULTATO DELLE MISURAZIONI EFFETTUATE

Come già sopra riportato, da parte di ARTA Abruzzo sono stati eseguiti due sopralluoghi presso l'arenile in corrispondenza di Via Torre Costiera nel comune di Città Santangelo, il primo in data 28.09.2014, eseguito dal dott. Gabriele Sulli e il Dott. Tiziano Marcelli, alla presenza del Funzionario del Comune di Città Sant'Angelo Geom. Lino di Fabio, il secondo, in data 09.09.2014, eseguito dal Dott. Gabriele Sulli alla presenza dei Dipendenti del medesimo Comune Geom. Lino Di Fabio e Ing. Alessio Di Muzio.

I Punti di misura sono stati riportati nell'**Allegato 1** alla presente relazione.

Di seguito sono riportati gli esiti dei rilievi eseguiti secondo le tre tipologie di misura esposte nel **Paragrafo 2**.

A. Attività superficiale del terreno

Nell'**Allegato 2** sono riportate le misure di attività al terreno effettuate con contaminometro automess GmbH, espresse in s^{-1} per il punto di controllo e i punti di misura sulla spiaggia.

Le misure di attività superficiale sono riportate nel **Grafico 1**. Appare evidente come l'attività superficiale misurata nei Punti di misura 1 – 7 sia compatibile, nell'ambito dell'incertezza di misura, sia con il corrispondente valore misurato nel Punto 0 (fondo naturale) sia con la media dei Punti 1 – 7.

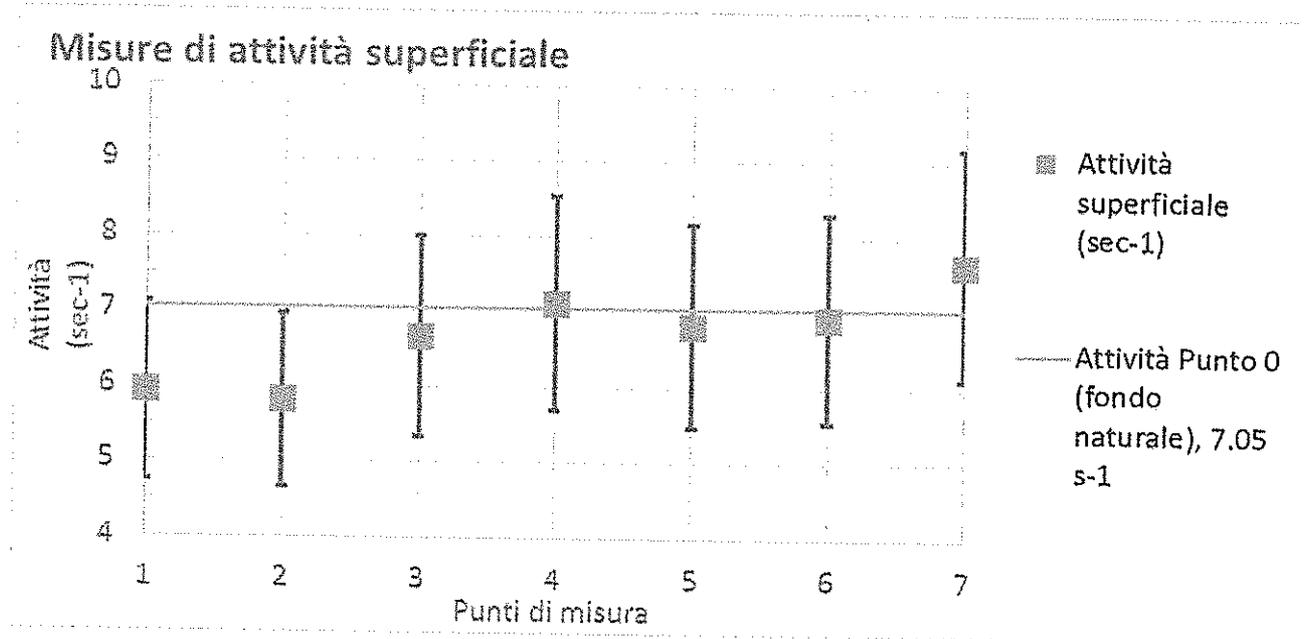
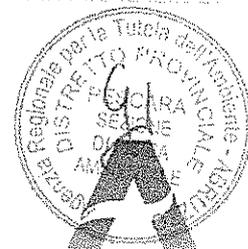


Grafico 1

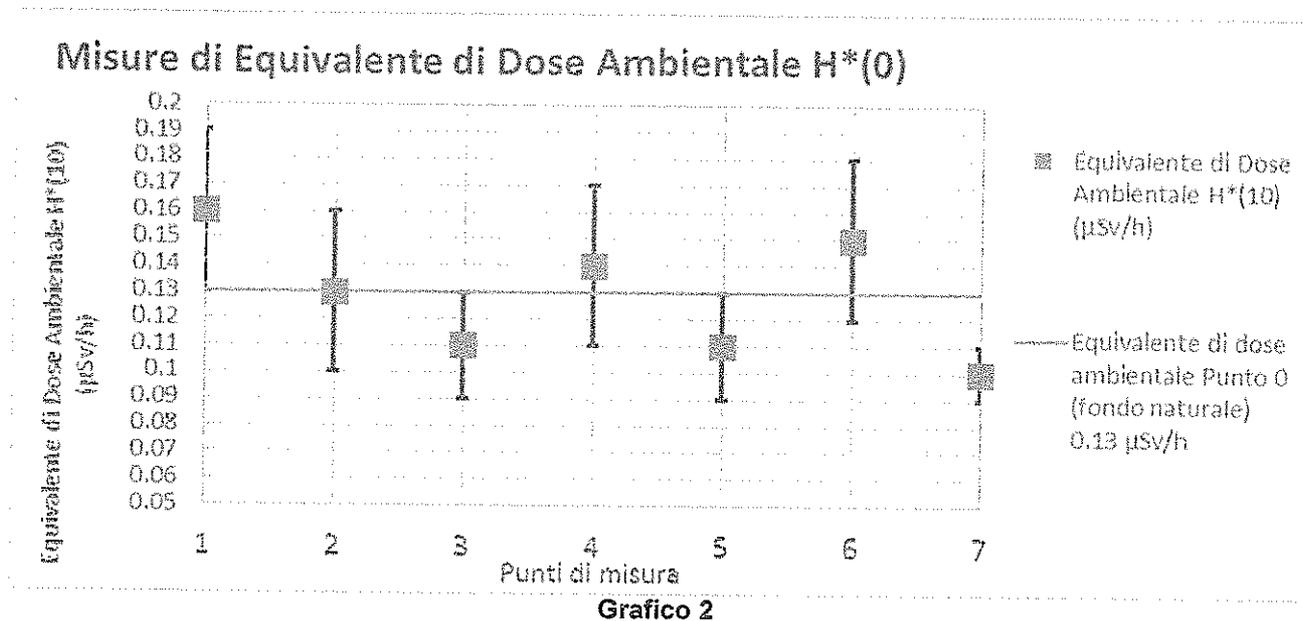


Dai dati ottenuti non si evidenzia alcuna anomalia dell'attività sull'arenile in esame, rispetto all'attività rilevata nel punto prescelto per la misura del fondo naturale.

B. Valutazione dell'Equivalente di Dose Ambientale $H^*(10)$

Nell'Allegato 2 sono riportate le misure di attività al terreno effettuate con il misuratore di dose automess GmbH, espresse in $\mu\text{Sv/h}$ per il punto di controllo e i punti di misura sulla spiaggia.

Le misure di Equivalente di Dose Ambientale sono riportate nel Grafico 2. Appare evidente come i dati ottenuti misurata nei Punti di misura 1 – 7 siano compatibile, nell'ambito dell'incertezza di misura, sia con il corrispondente valore misurato nel Punto 0 (fondo naturale), sia con la media dei Punti 1 – 7.



Dall'analisi del Grafico 2, si può concludere che, come nel caso di misure di attività del terreno (s^{-1}), anche le misure di Equivalente di Dose Ambientale $H^*(10)$ nei punti 1 – 7 non si discostano in maniera sistematica dalla medesima grandezza registrata nel Punto 0 di controllo del fondo naturale. Inoltre si può osservare come i valori riscontrati nei Punti 1, 4, 6, superiori a quello riscontrato nel Punto 0, sono comunque con esso compatibili nell'ambito dell'incertezza associata.

Per completezza e per avere una validazione, almeno nell'ordine di grandezza, dei dati ottenuti dall'Agenzia, si è voluto effettuare un confronto fra i valori di Equivalente di Dose Ambientale misurati nei sopralluoghi presso l'arenile oggetto di studio, da parte di ARTA Abruzzo, con dati misurati dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) in prossimità della lungomare della Città di Pescara, dunque in condizioni analoghe a quelle delle misurazioni effettuate dal Distretto ARTA Abruzzo di Pescara.

Si fa presente, infatti, che, in seguito a quanto previsto dall'art. 123 del D.L. 230/95, che prevede l'istituzione del Centro di Elaborazione e Valutazione Dati – Cevad per la radioattività, l'ex Anpa, poi confluita in Apat e quindi in Ispra, si è dotata di una rete di monitoraggio radiometrica in grado di fornire in tempo reale al Cevad la situazione della radioattività ambientale sul territorio nazionale.

La rete di monitoraggio gamma è costituita da 58 centraline che misurano in maniera automatica e continua la dose gamma in aria (kerma), distribuite sull'intero territorio nazionale in base a criteri di uniformità, significatività dei punti di misura e vicinanza ai centri abitati; le centraline sono costituite da due tubi Geiger-Muller per le basse dosi ed un tubo Geiger-Muller per le alte dosi che consentono un monitoraggio ambientale nel range compreso tra i 10 nGy/h ed i 10 Gy/h.

All'indirizzo internet <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rete-gamma-rete-automatica-di-monitoraggio-radiologico-dellambiente-ai-fini-di-pronto-allarme-e-di-controllo-della-ricaduta-radioattiva-edizione-2012>, è possibile reperire il Report ufficiale dove vengono riportati i risultati delle analisi delle misure eseguite dalle stazioni della Rete Gamma nel corso del 2012 (pubblicazione del 2014). Per ogni centralina all'interno del report è presente una scheda nella quale, oltre alle informazioni anagrafiche,



vengono riportate le immagini della centralina e del sito di installazione (la georeferenziazione è basata sulle mappe satellitari di Google Earth).

Per ciascuna stazione di monitoraggio sono riportati, nel primo grafico, i valori di intensità di dose oraria per il periodo che va dall'1 gennaio 2012 al 31 dicembre 2012.

Per quanto riguarda l'Abruzzo, le centraline ISPRA della citata rete sono posizionate nei Comuni di Castel del Monte (AQ), Magliano dei Marsi (AQ) e Pescara, quest'ultima in Viale Riviera, 299, Coordinate geografiche: E014.1977, N42.4828, ospitata presso il Corpo Forestale dello Stato.

Dato che, come già illustrato, il misuratore di dose automess GmbH, utilizzato nei sopralluoghi ARTA Abruzzo presso Città Sant'Angelo, rileva essenzialmente un campo di radiazione di fotoni con energia superiore ai 15 keV e che il fattore moltiplicativo per passare dalla dose gamma in aria e la dose equivalente ambientale è pari all'unità, le misure dose gamma in aria ISPRA ottenute in prossimità del litorale del Comune di Pescara, espresse in nGy/h, e le misure di Equivalente di Dose Ambientale H*(10) effettuate presso Città Sant'Angelo (PE) dell'ARTA Abruzzo, espresse in $\mu\text{Sv/h}$, possono essere direttamente confrontate, ponendo l'equivalenza fra $\mu\text{Sv/h}$ e $\mu\text{Gy/h}$.

La Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 è fittata da ISPRA con una funzione data dalla somma di due gaussiane onde tener conto degli effetti di schermo dovuti alla copertura del manto nevoso (una gaussiana fitta la distribuzione dei valori di dose orari in presenza del manto nevoso durante la nevicata del febbraio 2012, la seconda gaussiana fitta la distribuzione dei valori di dose orari in assenza di manto nevoso).

Considerando i parametri relativi alla gaussiana, determinata in assenza di precipitazioni, definendo un'incertezza estesa a 2σ ed esprimendo i suddetti parametri in $\mu\text{Gy/h}$, con opportuni arrotondamenti si ottiene un valore medio della dose in gamma oraria ISPRA pari a:

$$0.11 \pm 0.1 \mu\text{Gy/h} (\mu\text{Sv/h})$$

Questo valore va confrontato con quelli riportati nell'Allegato n. 2 alla presente relazione, che rappresentano i valori misurati da ARTA.

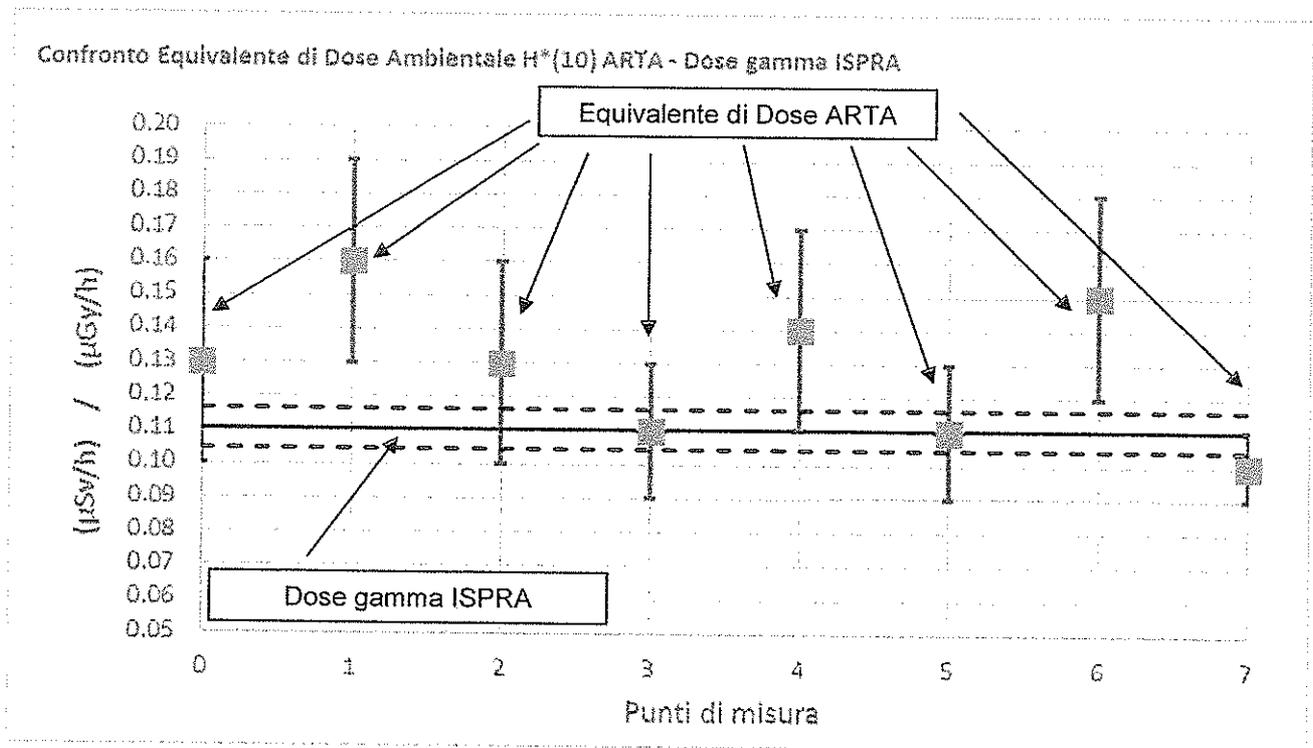


Grafico 3

Nel **Grafico 3** sono riportati i suddetti valori misurati da ARTA Abruzzo presso Città Sant'Angelo e la media della dose gamma oraria con relativa fascia di incertezza di ISPRA.

Come è possibile notare, due valori misurati da ARTA (Punti 1, 6) risultano lievemente superiori al dato elaborato da ISPRA (al più $0.02 \mu\text{Sv}$ dall'estremo inferiore dell'intervallo d'incertezza), mentre i Punti 0 (fondo naturale), 2, 3, 5, 7 risultano compatibili con la media ISPRA, sempre nell'ambito delle rispettive incertezze. La citata differenza nei dati, riscontrata per due punti, può essere ragionevolmente attribuita sia



alla modalità temporale di misurazione, su periodo annuale nel caso ISPRA, istantanea con media di 2 minuti nel caso ARTA, sia al fatto che l'Equivalente di Dose Ambientale $H^*(10)$, parametro misurato da ARTA Abruzzo (μSv), è, per energie superiori ai 15 keV, una sovrastima della dose gamma in aria, parametro misurato da ISPRA (μGy), come si può osservare dalla **Figura 1** (fonte Associazione Italiana di Fisica Medica, <http://www.fisicamedica.it>), nella quale viene mostrato, in funzione dell'energia (keV), l'andamento sperimentale del rapporto fra l'Equivalente di Dose $H^*(10)$ (ARTA) e la dose in aria (ISPRA).

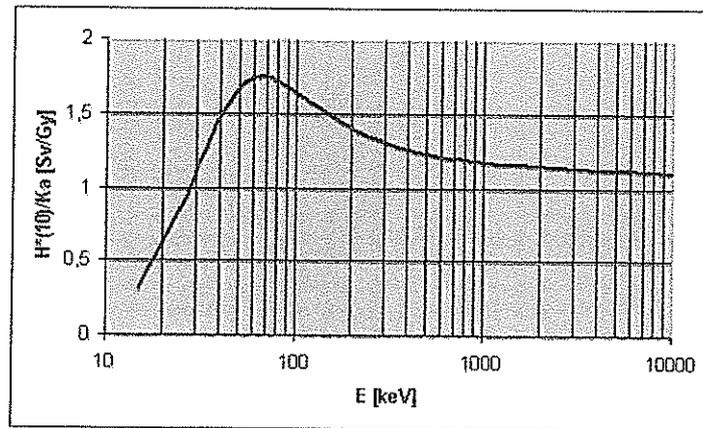


Figura 1

E' possibile affermare, dunque, che esista un sufficiente grado di compatibilità fra le misurazioni dell'Agenzia e quelle annuali effettuate da ISPRA.

C. Acquisizione spettri di radiazione gamma.

Nell'**Allegato 3** sono riportati gli Spettri di radiazione gamma acquisiti durante i sopralluoghi effettuati da ARTA Abruzzo presso la spiaggia in esame nel Comune di Città Sant'Angelo (PE).

L'analisi qualitativa degli spettri acquisiti non mostra la presenza di picchi rilevanti riconducibili a isotopi radioattivi artificiali.

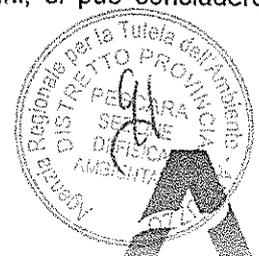
Per quanto riguarda gli isotopi radioattivi naturali, come mostrato nei grafici dell'**Allegato 3**, è possibile osservare il picco fotonico del K-40 a 1460 keV e altri picchi appartenenti a radioisotopi naturali della serie U-238, e alla serie Th-232, (particolarmente evidente il picco dovuto ai radioisotopi Bi-214 a 610 keV TI-232 a 580 keV).

Si fa osservare inoltre che non sussistono differenze qualitative fra gli spettri acquisiti sulla spiaggia (Punti n. 1 – 7) e lo spettro acquisito nel punto di controllo del fondo naturale (Punto 0).

Si ribadisce, infine, che, tramite la tecnica spettrometrica utilizzata, non è possibile avere informazioni quantitative sulla concentrazione di radionuclidi.

4. CONCLUSIONI

In seguito alla richiesta di accertamenti per presunta contaminazione di suoli da rifiuti radioattivi su porzione di arenile presso Via Torre Costiera nel Comune di Città Sant'Angelo (PE) (vedi **Allegato 1**), trasmessa dal Sig. Sindaco del medesimo Comune e pervenuta presso il Distretto ARTA Abruzzo di Pescara in data 10/05/2014, nostro Prot. n. 2556, e su successiva segnalazione della Direzione Tecnica dell'Agenzia Regionale per la Tutela Ambientale (ARTA Abruzzo), in data 28.08.2014, sul sito oggetto di esame, è stato effettuato un primo sopralluogo, da parte del Dott. Gabriele Sulli, CTP – Fisico, e del Dott. Tiziano Marcelli, CTP – Geologo, Tecnici dello scrivente Distretto, al fine di operare uno screening preliminare dei livelli di radioattività ambientale presenti nell'area in esame. Successivamente, in data 09.09.2014, è stato effettuato un secondo sopralluogo, da parte del Dott. Gabriele Sulli, per effettuare una prima valutazione dell'entità dell'esposizione a radiazioni ionizzanti della popolazione potenzialmente frequentante la spiaggia oggetto di controllo. In base alle misurazioni eseguite dai ARTA Abruzzo nei citati sopralluoghi, si può concludere quanto segue.



A. Attività superficiale del terreno

Le misure di attività superficiale sono state condotte con opportuno contaminometro in un punto distante circa 50 metri dalla spiaggia in questione e adiacente ad essa e in sette punti sulla medesima spiaggia (vedi **Allegato 1**).

Dai dati riportati nell'**Allegato 2** e dalle considerazioni esposte nel **Paragrafo 3** del presente Documento, si evince che non sussiste alcuna differenza significativa fra l'attività superficiale del punto scelto per la valutazione del fondo naturale di radioattività e l'attività superficiale misurata sull'arenile in esame.

B. Valutazione dell'Equivalente di Dose Ambientale H*(10)

Le misure di Equivalente di Dose Ambientale H*(10) sono state condotte con opportuno misuratore di dose in un punto lontano e adiacente alla spiaggia in questione e in sette punti sulla medesima spiaggia (vedi **Allegato 1**).

Dai dati riportati nell'**Allegato 2** e dalle considerazioni esposte nel **Paragrafo 3** del presente Documento, si evince che non sussiste alcuna differenza significativa fra l'Equivalente di Dose Ambientale del punto scelto per la valutazione del fondo naturale di radioattività e quella misurata sull'arenile in esame.

Tuttavia, mentre i valori di Equivalente di Dose Ambientale del punto di controllo del fondo e cinque dei sette punti di misura sulla spiaggia risultano compatibili con il valore di dose gamma in aria misurato da ISPRA presso l'arenile di Pescara nel corso dell'anno 2012, i rimanenti due punti di misura sulla spiaggia di Città Sant'Angelo mostrano valori di Dose ambientale lievemente superiori in confronto al medesimo parametro ISPRA.

Si ritiene che la leggera discrepanza sopra evidenziata sia da imputarsi alle differenze strumentali e procedurali fra le misure ARTA e quelle ISPRA, piuttosto che alla presenza significativa di radionuclidi artificiali sulla superficie dell'arenile in questione. Anzi, il complessivo accordo generale con il dato ISPRA può essere considerato una validazione delle misure effettuate da ARTA Abruzzo.

C. Acquisizione spettri di radiazione gamma.

Dagli spettri di radiazione gamma registrati nei sopralluoghi ARTA Abruzzo (vedi **Allegato 3**), acquisiti con spettrometrica gamma a bassa risoluzione, e dalle considerazioni riportate nel **Paragrafo 3** del presente Documento, è possibile dedurre la non presenza di radionuclidi artificiali sulla porzione superficiale dell'arenile in esame ed escludere, nei limiti di tale tecnica di screening preliminare, la presenza rilevante di rifiuti radioattivi nel primo strato superficiale della spiaggia oggetto d'esame.

Alla luce di quanto sopra esposto, la situazione dell'arenile nel Comune di Città Sant'Angelo (PE) in questione non presenta, al momento, particolari criticità da un punto di vista dell'entità e della qualità del campo di radiazione ionizzante presente.

Si fa presente, in ogni caso, che ARTA Abruzzo resta a disposizione per ulteriori campagne di misura di radioattività ambientale in altre aree limitrofe al sito esaminato e per la verifica della presenza di isotopi radioattivi artificiali negli strati più profondi della spiaggia oggetto di studio, campionando, a varie profondità e in vari punti rappresentativi dell'area in esame, il materiale costituente l'arenile e sottoponendo i campioni così raccolti a spettrometria gamma ad alta risoluzione.

Documenti acclusi alla presente Relazione Tecnica (n. 4): Planimetria, Esito delle misurazioni, Spettri di radiazione gamma, Certificato di taratura sorgente di riferimento

Pescara, 15.09.2014



Il CTP – Fisico
Dott. Gabriele Sulli



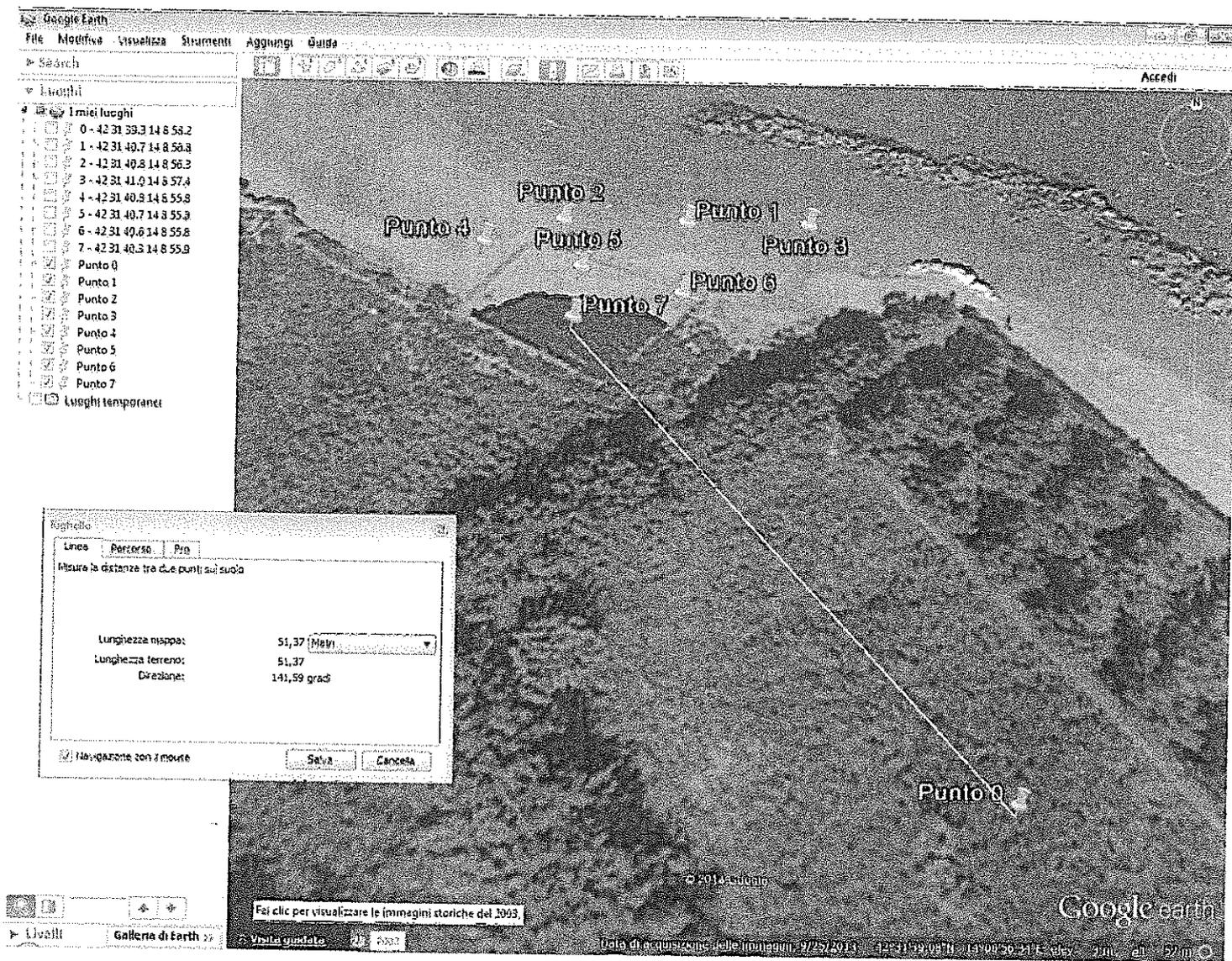


arta abruzzo
agenzia regionale per la tutela dell'ambiente
Distretto Provinciale di Pescara



ALLEGATO 1

PLANIMETRIA E PUNTI DI MISURA



Planimetria dell'arenile presso Via Torre Costiera nel Comune di Città Sant'Angelo (PE) e punti di misura prescelti per il controllo



ALLEGATO 2

**ESITO DELLE MISURAZIONI
ATTIVITA' SUPERFICIALE
EQUIVALENTE DI DOSE AMBIENTALE H*(10)**

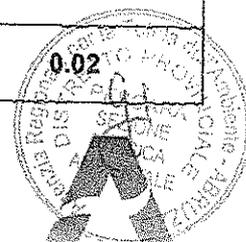


RISULTATI ANALISI RADIOATTIVITA' AMBIENTALE

Rilevamento di: Radioattività ambientale
Verbale di sopralluogo N.: 1 del 28.08.2014
 1 del 09.09.2014
Operatori: Dott. Gabriele Sulli della Sezione di Fisica Ambientale del Distretto Provinciale Arta Abruzzo di Pescara
Data del rilevamento: 28.08.2014, 09.09.2014
Luogo del rilevamento: Arenile adiacente Ristoro "Tina Fantino" presso Via Torre Costiera
Comune del rilevamento: Città Sant'Angelo (PE)
Richiedente: Sindaco del Comune di Città Sant'Angelo (PE)
Indirizzo richiedente: Piazza IV novembre, 1 - 65013 Città Sant'Angelo (PE)
Tipo di richiesta: Controllo
Numero di protocollo: 2556 del 10/05/2014

Data e ora inizio e fine rilevamento: Primo sopralluogo. 28.08.2014 10:00 - 12.45
 Secondo sopralluogo 09.09.2014 10:40 - 11:35

PUNTO DI MISURA	PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	RISULTATO	INCERTEZZA DI MISURA***
Punto 0 42° 31' 39.3" N 14° 08' 58.2" E (misura del fondo naturale)	Attività superficiale*	s ⁻¹	7.05	1.41
Punto 1 42° 31' 40.7" N 14° 08' 56.8" E	Attività superficiale*	s ⁻¹	5.93	1.19
Punto 2 42° 31' 40.8" N 14° 08' 56.3" E	Attività superficiale*	s ⁻¹	5.81	1.16
Punto 3 42° 31' 41.0" N 14° 08' 57.4" E	Attività superficiale*	s ⁻¹	6.67	1.33
Punto 4 42° 31' 40.8" N 14° 08' 55.8" E	Attività superficiale*	s ⁻¹	7.11	1.42
Punto 5 42° 31' 40.7" N 14° 08' 55.8" E	Attività superficiale*	s ⁻¹	6.82	1.35
Punto 6 42° 31' 40.6" N 14° 08' 55.8" E	Attività superficiale*	s ⁻¹	6.93	1.39
Punto 7 42° 31' 40.3" N 14° 08' 55.9" E	Attività superficiale*	s ⁻¹	7.65	1.53
Punto 0 42° 31' 39.3" N 14° 08' 58.2" E (misura del fondo naturale)	Equivalenti di Dose Ambientale H*(10)**	µSv/h	0.13	0.03
Punto 1 42° 31' 40.7" N 14° 08' 56.8" E	Equivalenti di Dose Ambientale H*(10)**	µSv/h	0.16	0.03
Punto 2 42° 31' 40.8" N 14° 08' 56.3" E	Equivalenti di Dose Ambientale H*(10)**	µSv/h	0.13	0.03
Punto 3 42° 31' 41.0" N 14° 08' 57.4" E	Equivalenti di Dose Ambientale H*(10)**	µSv/h	0.11	0.02
Punto 4 42° 31' 40.8" N 14° 08' 55.8" E	Equivalenti di Dose Ambientale H*(10)**	µSv/h	0.14	0.03
Punto 5 42° 31' 40.7" N 14° 08' 55.8" E	Equivalenti di Dose Ambientale H*(10)**	µSv/h	0.11	0.02



PUNTO DI MISURA	PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	RISULTATO	INCERTEZZA DI MISURA***
Punto 6 42° 31' 40.6" N 14° 08' 55.8" E	Equivalente di Dose Ambientale H*(10)**	µSv/h	0.15	0.03
Punto 7 42° 31' 40.3" N 14° 08' 55.9" E	Equivalente di Dose Ambientale H*(10)**	µSv/h	0.10	0.01

NOTE:

* Strumentazione utilizzata: automess GmbH 6150 AD 6, S/N 87214 montato su sonda a geometria superficiale (170 cm³) automess Contamination Probe 6150 AD – k, S/N 85746 (0.1 s⁻¹ - ~80k s⁻¹), certificato di taratura SZ-815 del 23.12.2009; dati determinati con media temporale su periodo di 120".

** Strumentazione utilizzata: automess GmbH 6150 AD 6, S/N 87214 (0,1 µSv/h – 10 mSv/h, 60 keV – 1.3 MeV); dati determinati con media temporale su periodo di 120".

*** L'incertezza di misura è espressa con fattore di copertura k=2.





arta abruzzo
agenzia regionale per la tutela dell'ambiente
Distretto Provinciale di Pescara

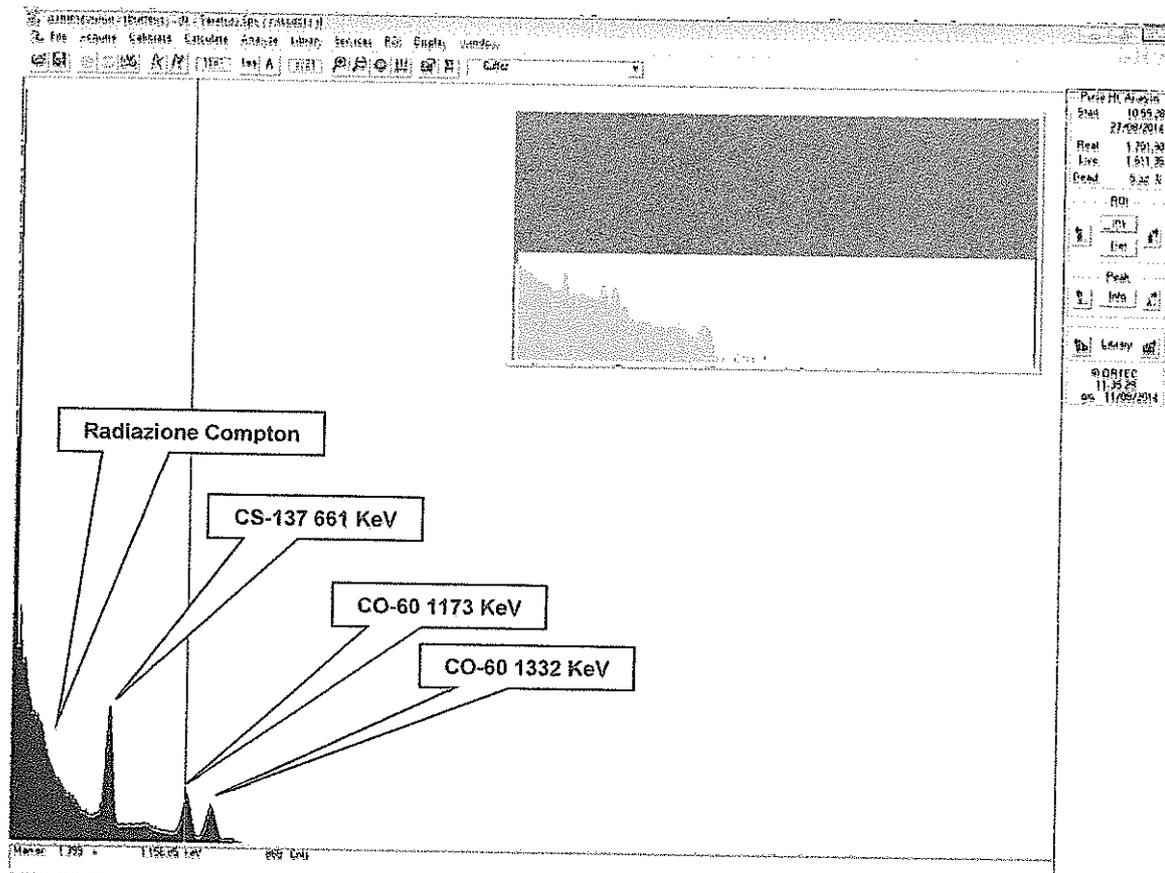


ALLEGATO 3

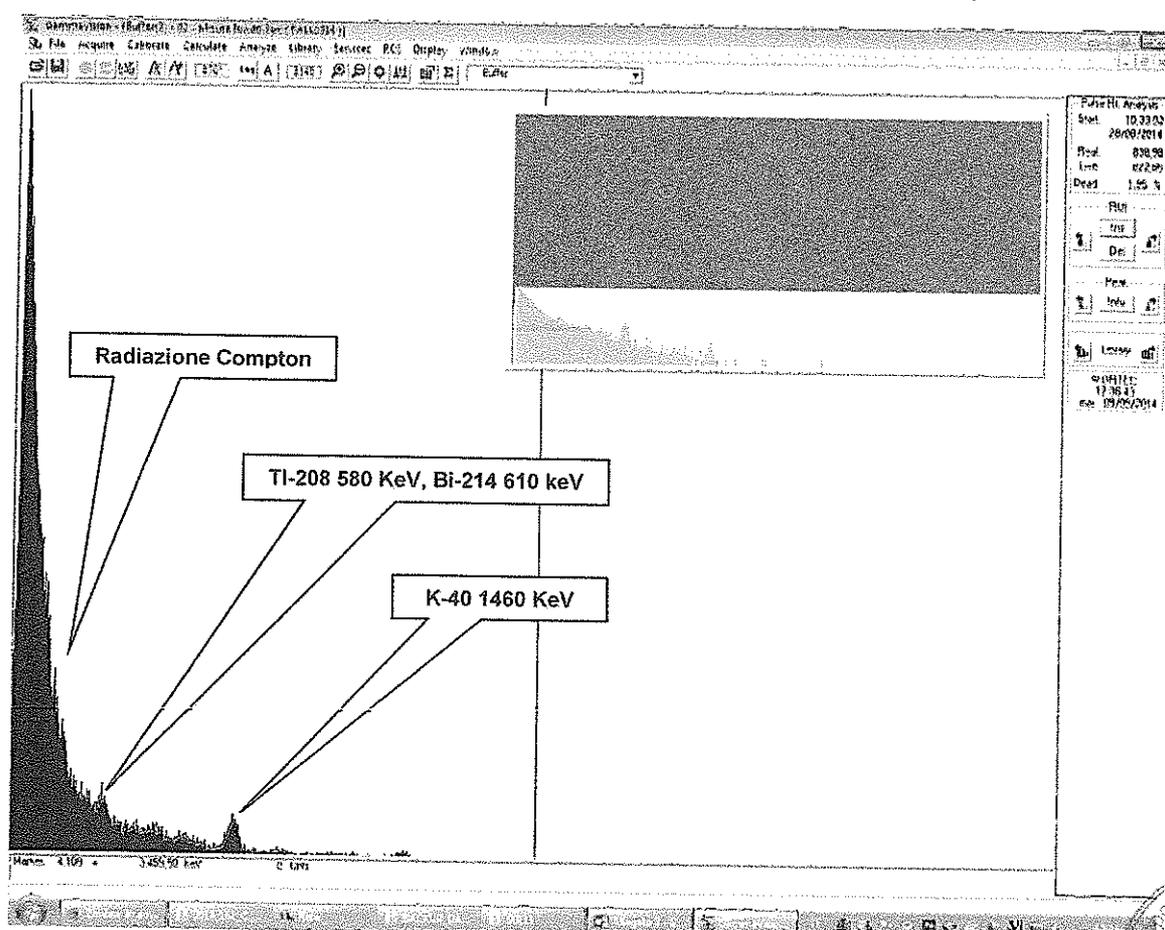
SPETTRI DI RADIAZIONE GAMMA

Strumentazione utilizzata:

Scintillatore NaI Scintillation Detectors Alpha Spectra Inc. Mod. 12/12/3 S/N 090109R
Fotomoltiplicatore ORTEC Mod. DIM-296 S/N 10159684
Elettronica di acquisizione ORTEC Mod. MFG-DIGIDART S/N 10160734
Software di elaborazione: ORTEC GammaVision - 32

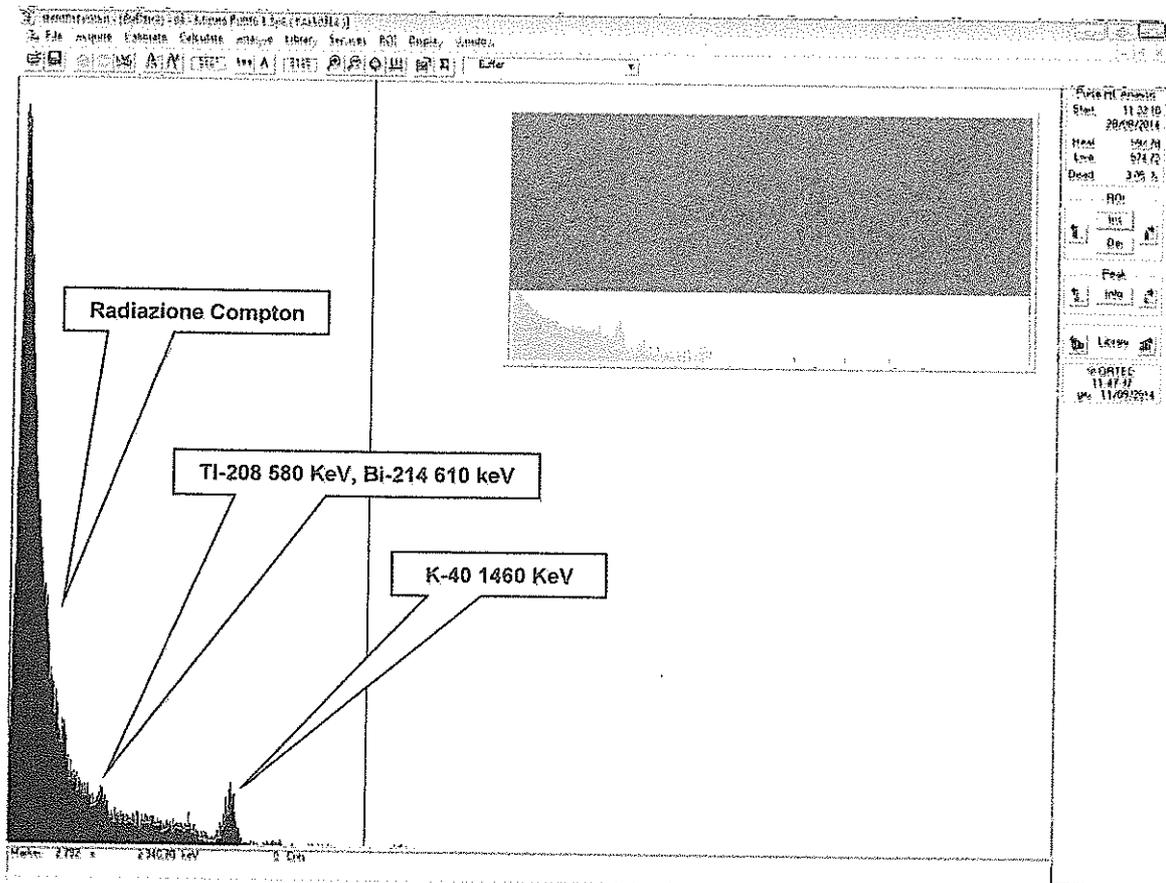


Spettro di Radiazione gamma utilizzato per la taratura (Sorgente di Riferimento n. TU 254, tipo QCRB1244, geometria Marinelli da 1 litro, Certificato di taratura del 01.08.2011)

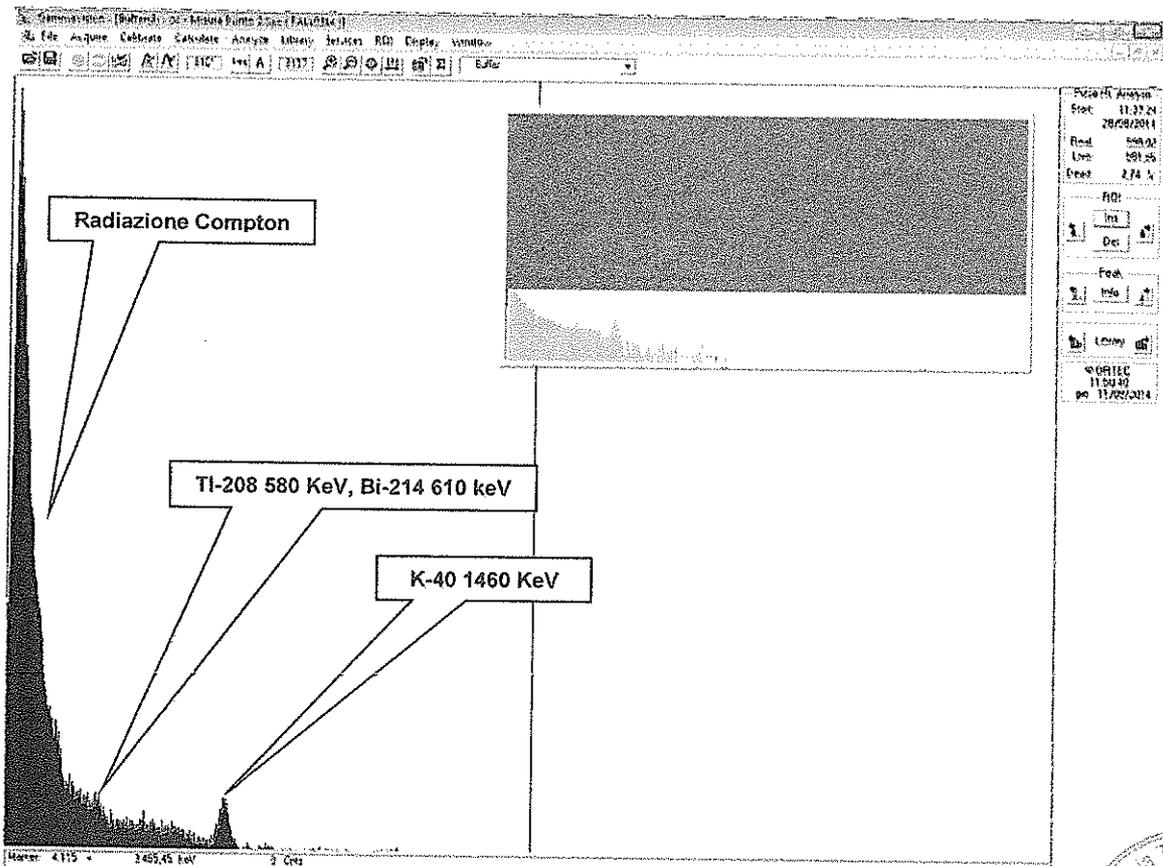


Punto 0 (misura del fondo naturale)
 42° 31' 39.3" N 14° 08' 58.2" E



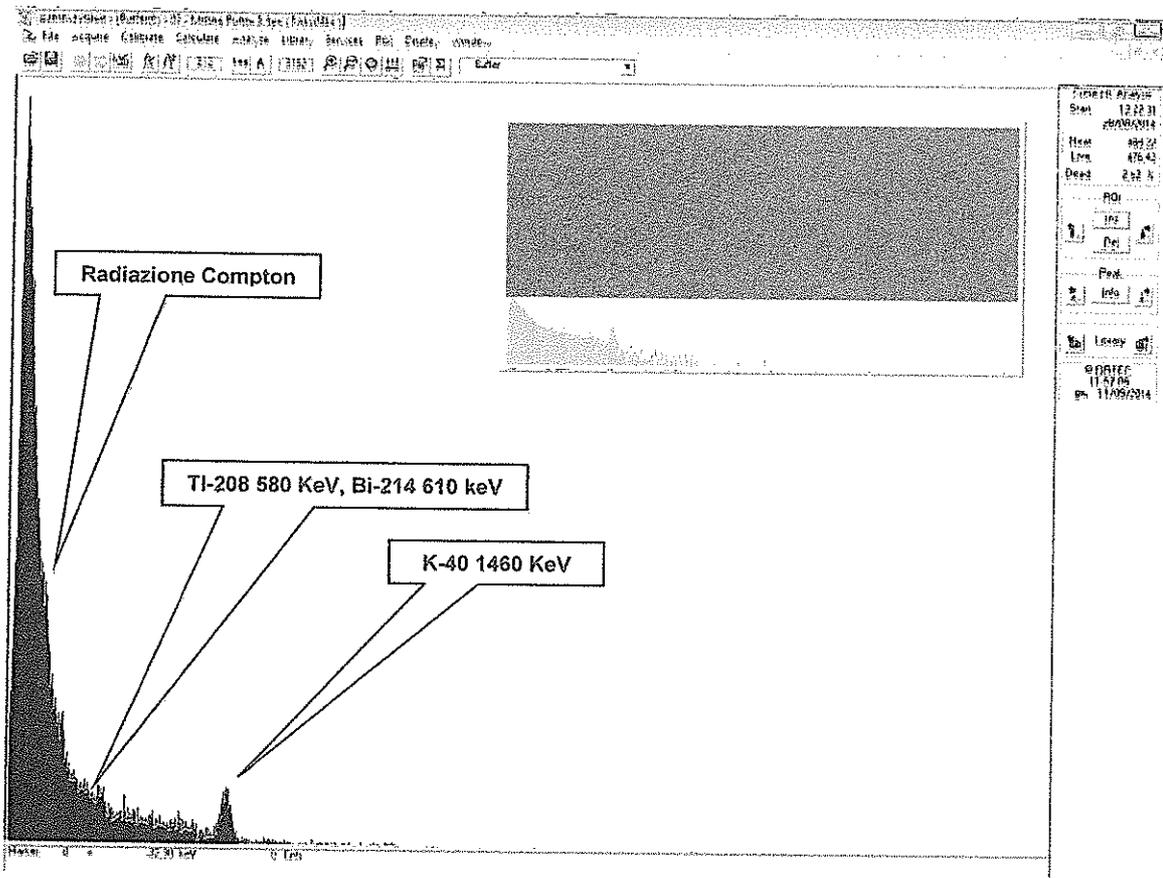


Punto 1
 42° 31' 40.7" N 14° 08' 56.8" E

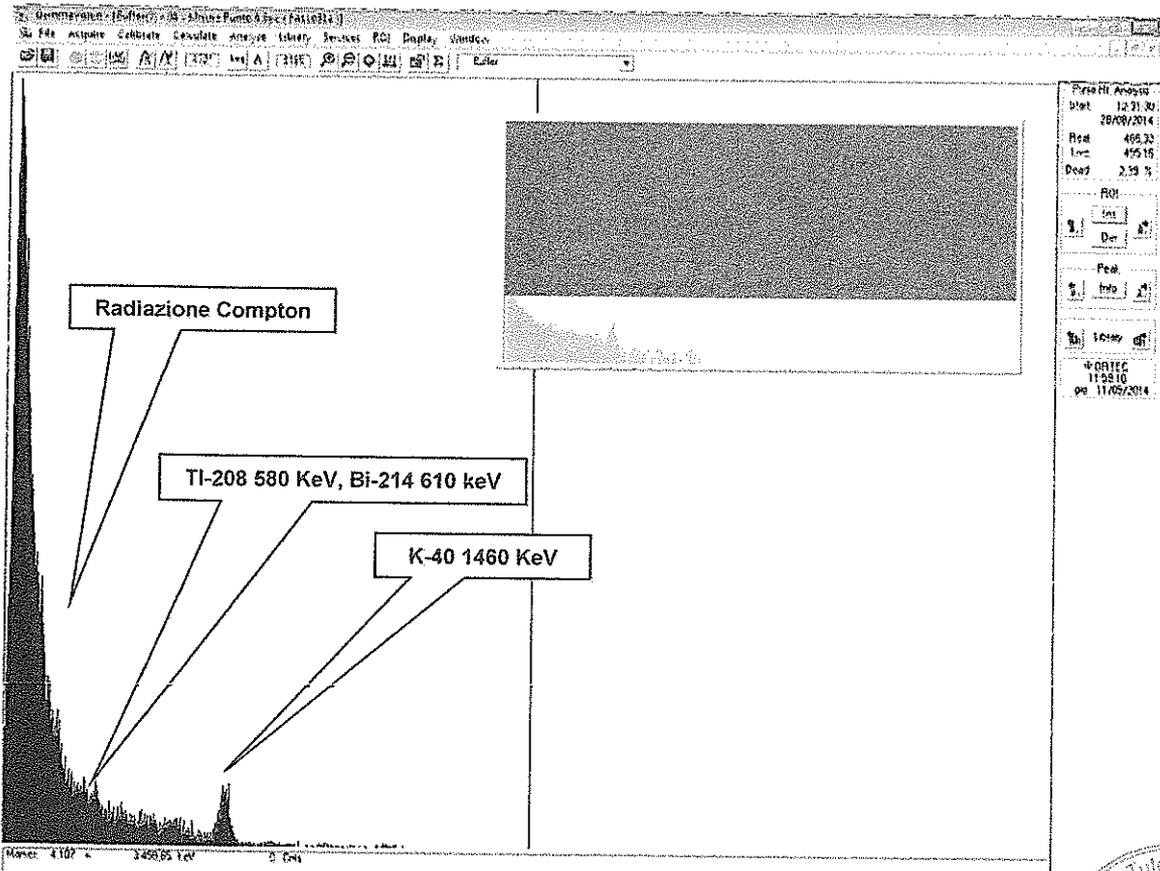


Punto 2
 42° 31' 40.8" N 14° 08' 56.3" E

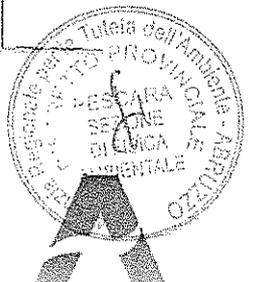




Punto 5
42° 31' 40.7" N 14° 08' 55.8" E



Punto 6
42° 31' 40.6" N 14° 08' 55.8" E



ALLEGATO 4

Certificato Sorgente radioattiva di riferimento per taratura spettrometro ORTEC



DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**

Kalibrierlaboratorium / Calibration Laboratory

Akreditiert für die Calibration in der

Akreditierungsstelle des Deutschen Maßvereins

Robert & Ziegler Gruppe
 Hauptweg 1, 38111 Braunschweig, Germany
 Tel. +49 (0) 531 240 740 Fax +49 (0) 531 240 741
 e-mail: dkd@dkd.de
 License No. 111334



Kalibriername /

Calibration name

Kalibriername /

Calibration name

Geometrie /

Geometry

Geometrie Referenz Normen

Die Kalibrierung erfolgt nach den Normen der Geometrie Referenz Normen (GRN) des Deutschen Maßvereins (DMM) und der Internationalen Organisation für Legal Metrology (OIML). Die Kalibrierung erfolgt nach den Normen der Geometrie Referenz Normen (GRN) des Deutschen Maßvereins (DMM) und der Internationalen Organisation für Legal Metrology (OIML). Die Kalibrierung erfolgt nach den Normen der Geometrie Referenz Normen (GRN) des Deutschen Maßvereins (DMM) und der Internationalen Organisation für Legal Metrology (OIML).

Hersteller /

Manufacturer

Robert & Ziegler Gruppe

IDN /

IDN

00760134

Verfahren /

Method

111334

Auftraggeber /

Customer

Carpanzella Srl
 IT, 20138 Milano, Italy

Auftragsnummer /

Order No.

145753

Anzahl der Kalibrierungen des Kalibrierobjektes /

Number of calibrations of the object

2

Datum der Kalibrierung /

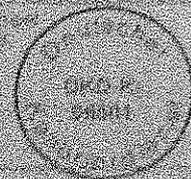
Date of calibration

1 August 2017

Das Kalibrierprotokoll ist nur vollständig und unverändert verwendbar, wenn es unverändert und vollständig dem Kalibrierlaboratorium des DKD als auch dem akkreditierten Kalibrierlaboratorium vorgelegt wird. Änderungen und Stempel können die Gültigkeit des Kalibrierprotokolls beeinträchtigen.

This certificate and data are not in respect of any part of the object with the exception of what is specified here. Any changes and stamps will affect the validity of the certificate.

Signature: [Blank] Date: [Blank] Signature: [Blank] Date: [Blank]



Robert & Ziegler
 Hauptweg 1, 38111 Braunschweig, Germany
 Tel. +49 (0) 531 240 740 Fax +49 (0) 531 240 741
 e-mail: dkd@dkd.de

