

Misure di radioattività naturale nel sito preistorico di *Grotta dei Cervi* in Porto Badisco (LE)

Buccolieri G¹, Castellano A¹, Congedo A¹, Buccolieri A², Nassisi V¹, Cataldo R¹, Gorgoglione MA³, Ciccarese N⁴, Delle Side D¹, Velardi L¹

¹ Dipartimento di Matematica e Fisica, Università del Salento, via per Monteroni, 73100, Lecce, giovanni.buccolieri@unisalento.it

² Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali, Università del Salento, via per Monteroni, 73100, Lecce

³ Soprintendenza per i Beni Archeologici della Puglia, via Duomo 33, 74100, Taranto

⁴ Gruppo Speleologico Salentino, Maglie (LE)

Abstract

Nel presente lavoro sono riportati I risultati di una campagna di misure finalizzata alle determinazioni della concentrazione di radon all'interno di Grotta dei Cervi di Porto Badisco (LE). Grotta dei Cervi è una cavità carsica caratterizzata da un complesso pittorico neolitico imponente.

Introduzione

Recentemente, e con maggior frequenza rispetto a qualche anno fa, capita che i mezzi di comunicazione si occupino di radon. Il gas nobile radon è un elemento presente in natura, con cui dobbiamo convivere, ma da cui dobbiamo anche proteggerci, poiché, essendo un gas radioattivo, durante il suo processo di decadimento emette radiazioni ionizzanti.

Le concentrazioni di radon nell'aria sono variabili in funzione, oltre che della presenza di uranio nel sottosuolo, anche di numerosi parametri fisici o meteorologici come la geomorfologia del sito, la pressione atmosferica, la temperatura, l'umidità, la stagione dell'anno. Il radon, liberandosi dal suolo in forma gassosa e attraversando il terreno, raggiunge la superficie e si mescola rapidamente con l'atmosfera ottenendo una concentrazione tipicamente inferiore a 10 Bq/m³.

Ben diversa è invece la situazione per i luoghi chiusi dove si raggiungono normalmente valori molto superiori (anche di 2-3 ordini di grandezza).

In Italia esiste una normativa che offre un quadro di riferimento sulla problematica del radon negli ambienti di lavoro, in particolare si rammenta il D.Lgs. n° 241 del 26 maggio 2000 [1], in attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti. Il livello di azione fissato dal decreto, per gli ambienti di lavoro, è pari a 500 Bq/m³. La normativa fornisce inoltre informazioni relative al calcolo della dose ammissibile per anno.

Nel presente lavoro sono riportati i risultati sperimentali di una campagna di misure atte alla determinazione della concentrazione di radon nella Grotta dei Cervi in località Porto Badisco (Le) al fine di valutare i tempi di permanenza in grotta per gli operatori.

La Grotta dei Cervi di Porto Badisco (LE), già candidata a patrimonio mondiale UNESCO, è uno dei siti archeologici più significativi del territorio salentino per la presenza di uno straordinario repertorio di pittogrammi di epoca neolitica e di altre evidenze archeologiche che attestano una lunga frequentazione della grotta dal paleolitico superiore all'età dei metalli.

Il sito si estende lungo 3 corridoi principali, le cui pareti sono decorate con pittogrammi di epoca neolitica realizzati in ocre rosse e, in numero maggiore, con un impasto a base di guano di pipistrello (Graziosi).

La Grotta dei Cervi

La Grotta dei Cervi in località Porto Badisco (Le) è un notevole complesso sotterraneo, di antica frequentazione a scopo di culto del periodo neolitico. Essa è situata in località "Montagnola"; carta I.G.M. 215 III S=, long. Est Monte Mario 6°02'0", latid. Nord 40°04'54", quota m 26 s.l.m; sviluppo spaziale di m 1550 (rilievo di Franco Orofino, 1970); temperatura interna medi 16-20° C; infine, umidità relativa media 92-99%.

La Grotta è stata scoperta il 1° febbraio del 1970 da cinque membri del Gruppo Speleologico Salentino "P. de Lorentiis" di Maglie - Lecce-(I.Mattioli, S.Albertini, R.Mazzotta, E.Evangelisti e D.Rizzo) ed è il complesso pittorico neolitico più imponente d'Europa. In un primo momento le si diede il nome di "Antro di Enea", per via della leggenda secondo la quale Enea sbarcò in Italia proprio a Porto Badisco. Il nome attuale deriva dalle successive scoperte dei pittogrammi. La grotta non è accessibile al pubblico. Reperti ceramici rinvenuti alla base dei pannelli pittorici hanno conferito una datazione di circa 3.900 anni A.C., che colloca i riti di Badisco in equilibrio nella fase di poderosa trasformazione dei cacciatori-raccoglitori, in allevatori-coltivatori. La grotta è ricca di pitture parietali, brune e nere, schematiche, figurative, essenziali, tracciate sulle umide pareti rocciose della grotta,

usando del guano di pipistrello mescolato con argilla bruna. Sono circa tremila i segni pittorici, compresi anche i pochissimi di colore rosso racchiusi in un ristretto spazio e schizzati usando della ocre rossa. Questi segni sono giunti a noi probabilmente grazie al regolare microclima che ha "governato" la grotta. Luogo di culto preistorico, unico nel suo genere in tutta Europa, la Grotta dei Cervi è difficilmente accessibile ed è chiusa non solo al grande pubblico ma anche agli studiosi per non alterare il delicato microclima che ha permesso sinora la conservazione delle pitture. Il sistema naturale di climatizzazione non deve essere assolutamente modificato, ad esempio per un eventuale sfruttamento turistico a diretto contatto con il complesso, altrimenti è certa e incontrovertibile la distruzione totale delle pitture parietali della Grotta dei Cervi di Porto Badisco, riconosciuta come il più importante complesso pittorico neolitico in Europa.

La Grotta dei Cervi di Porto Badisco non tutela solo le pitture parietali, ma conserva un inestimabile lascito, costituito da resti di armi e utensili in selce, ossidiana ed osso, cocci di ceramica ed un numero considerevole di misteriosi ideali segreti che raccontano il nostro passato e quello di questa nostra terra.

Materiali e Metodi

Il presente lavoro, svolto nell'ambito di una collaborazione tra l'Università del Salento e Soprintendenza per i Beni Archeologici della Puglia, ha avuto come finalità la determinazione della concentrazione del gas radon all'interno della Grotta dei Cervi, in località Porto Badisco, ai fini sia di una valutazione del rischio per la sicurezza e la salute del personale scientifico presente che per studi microclimatici.

Per portare a termine tale studio, è stata indispensabile disporre di una strumentazione adeguata: in grado di eseguire misure in tempi contenuti, non

richiedente alimentazioni esterne, facile da trasportare, resistente ad elevati valori di umidità relativa sono le principali richieste.

A tale scopo, si è utilizzato un rilevatore a stato solido, il RAD07, prodotto dalla DURRIGE Company. Al fine di ottimizzare i parametri strumentali sono state realizzate una serie di misure preliminari prima in laboratorio e poi in situ.

In Fig. 1 si riporta la planimetria della grotta.

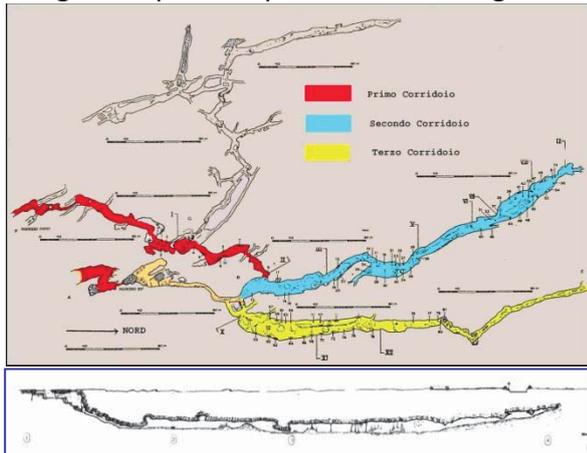


Fig. 1: Planimetria della grotta

L'interno della grotta offre un suggestivo spettacolo di dipinti rupestri, centinaia di pitture realizzate dagli antichi abitanti della grotta ed a cui deve il suo nome per la ricorrente rappresentazione e disegno di cervi (Fig. 2).



Fig. 2: Pittogramma rupestre raffigurante scene di caccia

Come si evince dalla figura 1, la grotta si sviluppa seguendo tre corridoi. Il secondo corridoio, oggetto delle misure del presente

lavoro, è ricco di iscrizioni pittoriche, tra le quali scene di caccia, con uomini che tendono l'arco e circondano le prede, rappresentazioni di vita quotidiana e di oggetti, figure di donne di uomini e di bambini, cervi cani ed altri animali, ed altre di contenuto magico e religioso (fig. 4), non ancora del tutto identificate nel loro significato. Una lettura accurata dei pittogrammi conferma la presenza di animali domestici e coltivazioni in atto a riprova del fatto che l'uomo di Badisco oltre a cacciare allevava e coltivava (Fig. 3).



Fig. 3: Dettaglio di un pittogramma. I punti in rosso rappresentano un campo di grano mentre, oltre alle scene di caccia, si evidenzia la presenza di animali "allevati"



Fig. 4: Dettaglio di un pittogramma.

Probabilmente la vita nella grotta dava ai vari spazi interni diverse funzioni, l'area più vicina all'ingresso era quella in cui si svolgeva la vita quotidiana, mentre le parti più all'interno della caverna erano utilizzate per i culti sacri.

La parte della grotta forse più affascinante, ed anche un po' misteriosa è rappresentata dalla stanza che si trova al fondo della grotta, probabilmente uno dei principali accessi in passato, chiamata "stanza delle manine" (Fig. 5) la cui volta è completamente decorata da numerose impronte di mani, lasciate lì dagli antichi piccoli abitanti della caverna probabilmente nell'esecuzione di riti di iniziazione: nel silenzio totale che domina qui, l'immagine delle impronte sulle pareti è particolarmente evocativa ed anche un po' inquietante.



Fig. 5: Ambiente della Grotta: la "stanza delle manine"

La grotta alterna nel suo complessivo sviluppo zone di difficile accesso con "stanze" di vaste dimensioni Fig. 6.

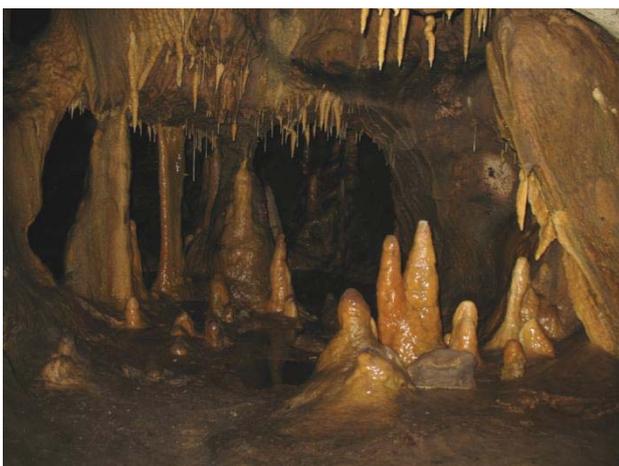


Fig. 6: Particolare della grotta

Per decidere in quali ambienti sotterranei della Grotta effettuare le misure di concentrazione di radon, sono state considerate le regioni di maggiore interesse

dal punto di vista storico e quindi maggiormente frequentate dagli studiosi. Numerosi studi hanno messo in evidenza la variabilità della concentrazione di radon anche fra ambienti contigui: tenendo conto che, nel caso specifico della Grotta, si tratta di un unico ambiente interconnesso, le misure sono state effettuate in ogni ambiente "funzionalmente" separato. Lo strumento utilizzato per la misura del Radon in aria è composto dal rivelatore RAD7: rivelatore a stato solido costituito da materiale semiconduttore (silicio) che converte la radiazione alfa direttamente in segnale elettrico. La procedura per la misura dell'emanazione di gas radon mediante il RAD7 è suddivisa nelle seguenti tre fasi: epurazione del RAD7; esecuzione della misura e lettura del RAD7. Nella fase di epurazione lo strumento è connesso ad un filtro per polveri ed al filtro contenente il gel di silice al fine di bloccare il particolato sospeso e di generare flussi d'aria con una umidità relativa inferiore al 10% (come raccomandato dal costruttore). L'operazione di purificazione è protratta normalmente per diversi minuti antecedentemente ad ogni operazione di misura e ovviamente in ambienti aperti (fuori dalla grotta). Le misure sono state eseguite con cicli da 30 minuti: in ogni acquisizione sono stati eseguiti 5 cicli. Le misure sono state eseguite in condizioni di equilibrio secolare Po-218/ Rn-222: dopo circa 15 minuti dall'inizio della misura, il Po-218 raggiunge la condizione di equilibrio secolare col Rn-222. In queste condizioni l'attività del Po-218 è pari al 97% dell'attività del radon. Per tale motivo i risultati del primo ciclo di misura sono stati scartati.

Risultati, discussione e conclusione

In figura 7 si riporta la planimetria della Grotta con l'indicazione dei punti di campionamento.

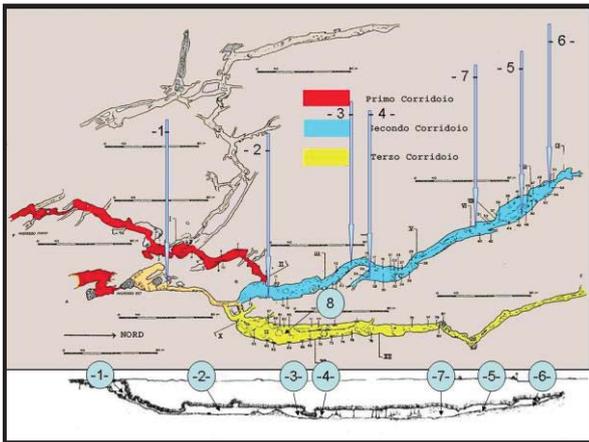


Fig. 7: Punti di misura

Nella tabella che segue (Tab. 1) sono riportati i valori di concentrazione del Radon, in Bq/m³, nelle diverse regioni analizzate: si riporta la media pesata delle 4 acquisizioni utili.

	Data	Media pesata
1	4-apr-11	300±50
2	20-apr-11	780±70
3	30-apr-11	810±80
4	18-mag-11	1210±90
5	21-mag-11	3530±150
6	28-mag-11	3860±160
7	7-giu-11	3540±150
8	16-giu-11	3420±150

Tab. 1: Risultati campionamento

La discrepanza esistente tra le varie concentrazioni di Radon misurate nei vari punti, non può essere giustificata andando ad analizzare la geologia del sottosuolo in quanto, come è noto, la concentrazione di Radon dipende sì, dalla concentrazione di uranio presente nelle rocce che lo costituiscono, ma il sito presenta una conformazione compatta ed univoca.

Come suggerito dalla letteratura relativa sull'argomento in questione, la variazione nell'andamento delle concentrazioni di radon all'interno della Grotta, si potrebbe spiegare con stati di microclima differenti.

In funzione di quanto indicato nel D. Lgs. 241/00, utilizzando il fattore di conversione, si riportano in Tab. 2, i tempi di permanenza tali da non superare il livello di azione per gli

addetti al lavoro, pari a 3 mSv/anno di dose. Il fattore convenzionale di conversione è fissato in 3x10⁻⁹ Sv di dose efficace per unità di esposizione espressa in Bq h/m³. Un ambiente a 500 Bq/m³ frequentato per 2000 h lavorative (ore lavorative annuali) produce una dose efficace pari a:

$$500 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} \cdot 2000 \text{ h} \cdot 3 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Sv}}{\text{Bq} \frac{\text{h}}{\text{m}^3}} = 3 \text{ mSv} \quad (1)$$

Fissato il livello di azione (3 mSv), stabilito dal D.Lgs. 241/00, note le concentrazioni di radon, ed il fattore di conversione, si ricavano i tempi di esposizione invertendo la formula, e risolvendo rispetto a questi.

	Concentrazione Rn [Bq/m ³]	Tempi di permanenza [h]
1	300±50	3.300±600
2	780±70	1280±120
3	810±80	1240±120
4	1210±90	830±60
5	3530±150	283±12
6	3860±160	259±10
7	3540±150	282±12
8	3420±150	292±13

Tab. 2: Risultati campionamento

Attualmente, all'interno della grotta dei Cervi, il Laboratorio di Archeometria del Dipartimento di Matematica e Fisica dell'Università del Salento, sta eseguendo delle misure di microclima e studi sui materiali. Tali lavori richiedono la presenza di operatori con frequenza bisettimanale e con tempi di permanenza in grotta, per singolo accesso, di circa tre ore per un totale di circa 80 ore per anno: dai dati ottenuti nel presente lavoro si evince che tali accessi non richiedono l'utilizzo di alcun ulteriore dispositivo di protezione.

E' interessante confrontare i valori registrati, nel presente lavoro di ricerca, con quelli registrati precedentemente dallo stesso gruppo di ricerca e relativi alla Grotta della

Zinzulusa (Castro-LE). In Fig. 8 si riportano i punti di misura e in Tab. 3 i risultati.

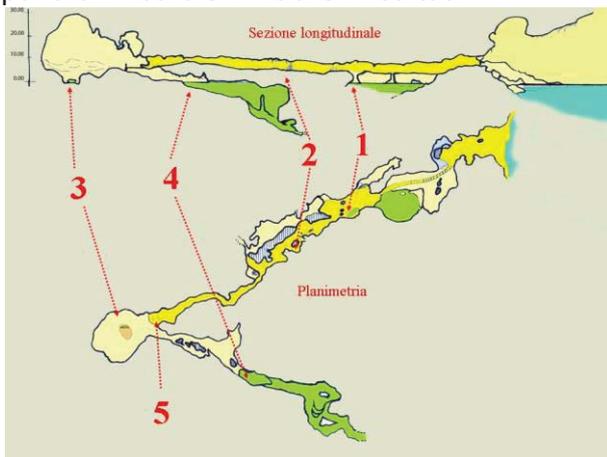


Fig. 8: Punti di misura nella Grotta della Zinzulusa

	Concentrazione Rn [Bq/m ³]
1	280 ± 50
2	540 ± 90
3	1280 ± 110
4	860 ± 90
5	830 ± 190

Tab. 3: Valori di radon misurati nella Grotta della Zinzulusa

Anche in questo caso non sono stati evidenziati rischi apprezzabili nè per i numerosi visitatori nè per gli addetti ai lavori.

References

- [1] Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n°241, Attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti, Gazzetta Ufficiale n°153-Serie Generale, (4 luglio 2001)