

## Principali cause del degrado del cospicuo patrimonio artistico ospitato dagli insediamenti rupestri della Puglia

Damiano Grassi<sup>1</sup>, Salvatore Grimaldi<sup>1</sup>, Luigia Sabbatini<sup>2</sup>, Vincenzo Simeone<sup>3</sup>, Inez Van Der Werf<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria, Università degli Studi della Basilicata – via dell'Ateneo Lucano – Potenza, grassi@unibas.it, sgrimaldi@unibas.it

<sup>2</sup>Università degli studi di Bari – Dipartimento di Chimica – via Orabona, 4 - 70125 Bari, sabba@chimica.uniba.it, ivanderwerf@libero.it

<sup>3</sup>Politecnico di Bari – Facoltà di Ingegneria di Taranto – Viale del Turismo 8, - 74100 Taranto, v.simeone@poliba.it (autore corrispondente)

### *On the main causes of the degradation of cultural heritages hosted in Apulian rupestrian settlements*

**ABSTRACT:** After the downfall of the ancient Roman Empire in a large part of Mediterranean area and specially in Apulia Region (Southern Italy) widespread rupestrian settlements appear. In Apulia this phenomenon, which started at the begin of VI century, has continued until our days. There are a lot of rupestrian sites all over the Apulia Region that host a large important cultural and historical heritage unique all over the world. This heritage is formed by holy architecture and wall paintings hosted in many rupestrian churches or basilica or simple prayer grottoes. There are thousands of frescoes of different pictorial cycles, painted from the VI to the XV century, which can be considered masterpieces of European medieval art. This important Cultural Heritage is subject to a severe deterioration due to chemical, physical, mechanical and biological causes often interrelated. The degradation processes have been different also in the small space of the same site and/or of the same church. They are conditioned by petrographic, physical and mechanical characters of the calcareous sandstone: rock cementation degree and its structure and fabric. An important role is played by the micro-climate conditions existing in the different type of grottoes. They are responsible of the important de-cohesion phenomena involving the superficial part of the rock of the caves; of the disfiguring effect connected to physicochemical rock degradation processes (rock decalcification, chocking, dissolution and hydrating of the rock) by means of water oozing from the rock. To the degradation effects contribute also the small but detrimental activity of rock joints. Special attention has to be given to frescoes affected by processes of decalcification and gypsification. The movement, towards the surface, of water rich in carbonates and other salts (such as sulphates, nitrates) arouses patinas and plaques more or less thick enclosing carbon particles and biofilms formed by pervasive algae, musk, lichen and fungi colonies that damage the paintings.

*Key terms:* rupestrian settlements, rupestrian cultural heritages degradation, frescoes degradation, Apulia region

*Termini chiave:* insediamenti rupestri, degrado di beni culturali rupestri, degrado di affreschi, Puglia

### **Riassunto**

Dopo la caduta dell'Impero Romano in tutta l'area del Mediterraneo ed in Puglia in particolare si sono sviluppati insediamenti di tipo rupestre. In Puglia questo tipo di insediamenti per la cultura e la sensibilità artistica delle genti indigene è da considerarsi un unicum che ha avuto inizio nel VI secolo e, si è protratto fino ai nostri giorni. Gli affreschi ospitati in molte centinaia di chiese rupestri e luoghi di culto ipogei, sono migliaia ed appartengono a più cicli pittorici e sono stati realizzati essenzialmente dal VI al XV secolo e possono essere considerati uno dei capolavori dell'arte medioevale europea. Dette pregevoli testimonianze artistiche versano spesso in condizioni di grave degrado: di tipo chimico, fisico-meccanico e biologico, per molteplici cause e fra loro interconnesse. Le cause predisponenti più ricorrenti sono: il locale grado di diagenesi della roccia; la

struttura e la tessitura della stessa; i giunti tettonici e/o di neoformazione; le caratteristiche fisico-meccaniche intrinseche della roccia e segnatamente la capacità della roccia di assumere e trattenere acqua e consentire lo sviluppo di fenomeni di capillarità; la tecnica di esecuzione degli affreschi, i pigmenti usati per i colori, il materiale utilizzato per gli intonaci, la maldestra sovrapposizione di più strati di malte e di pitture. Lo studio avviato cerca di evidenziare i diversi tipi di degrado che interessano sia gli affreschi che gli elementi decorativi plastici in conseguenza dell'interazione con la roccia di base che costituisce gli ambienti ipogei. Particolare attenzione è stata posta sul degrado di tipo chimico, che colpisce specie gli affreschi, e si estrinseca essenzialmente mediante processi di decalcificazione e gessificazione, oltre che con colonie pervasive di biodeteriogeni quali alghe, muschi, licheni e

funghi che esplicano una azione biodegradante devastante. Nel presente lavoro vengono illustrati i risultati preliminari di uno studio che interessa due chiese rupestri ubicate nel territorio pugliese.

## 1. Premessa

Dopo la caduta dell'Impero Romano, nell'Italia Meridionale e nella maggior parte dei paesi dell'area mediterranea, si è avvertita un'ineludibile esigenza di "vivere in grotta". Il fenomeno ovunque è risultato essere circoscritto nello spazio e nel tempo ed ha subito l'egemonia culturale dell'Oriente Bizantino. In Puglia (Italia meridionale), per contro, ha avuto larga diffusione (essendo assente là dove l'habitat litostratigrafico e geomorfologico non lo ha consentito) e ha dato luogo a molte centinaia di insediamenti rupestri (taluni imponenti). Si è espresso anche mediante la cultura e la sensibilità artistica delle genti indigene e per molteplici aspetti è da considerarsi un unicum. Esso, infatti, solo in Puglia è sfociato in un vero e proprio modo di vivere, tanto da portare alcuni a ritenerla addirittura civiltà distinta, che ha avuto inizio nel VI secolo e, senza soluzione di continuità, si è protratta fino ai nostri giorni. Uno dei dati più salienti discende dalla circostanza che, a differenza di quanto accaduto altrove, gli insediamenti rupestri della Puglia non hanno sofferto della devastante furia iconoclastica. Pertanto essi ospitano un patrimonio pittorico ed architettonico di gran pregio e cospicuo, purtroppo ancor oggi quasi sconosciuto nella stessa Italia. Nel suo genere, esso è verosimilmente unico al mondo; i suoi affreschi costituiscono uno dei capolavori dell'arte medioevale europea. Gli affreschi, ospitati in molte centinaia di chiese rupestri e luoghi di culto ipogei, sono migliaia, appartengono a più cicli pittorici e sono stati realizzati essenzialmente dal VI al XV secolo. Dette pregevoli testimonianze artistiche, sopravvissute alla multiforme azione vandalica in atto (deturpazioni diffuse ed asportazioni di interi affreschi), versano in condizioni di degrado estreme a causa dell'incuria dell'uomo.

## 2. Tipologie e cause del degrado

Le ricerche condotte sono un primo approccio mirato a definire lo stato e il tipo di degrado degli affreschi e degli elementi architettonico-decorativi plastici e le relative cause responsabili. Necessita evidenziare che l'intero fenomeno rupestre della Puglia ha impegnato, quasi esclusivamente, un unico tipo di roccia, la calcarenite pleistocenica: Calcarenite di Gravina. Il degrado naturale, quasi sempre selettivo, è di diversa tipologia ora fisico-meccanico (Figg 1; 2 e 3) ora chimico fisico (Fig. 1; 4; 6 e 7), ora biologico (Figg. 3 e 5). Gli effetti sono devastanti là dove i tre tipi hanno modo di estrinsecarsi di conserva. Le cause sono diverse e fra loro interconnesse. Esse possono essere distinte in predisponenti ed in determinanti. Le prime sono persistenti, in quanto insite nel tipo di roccia e nell'ammasso roccioso e/o nell'affresco, le seconde possono

definirsi temporanee, in quanto possono essere in parte o totalmente rimosse. Talune cause talora svolgono un ruolo sia predisponente che determinante.

Le cause predisponenti più ricorrenti sono: il locale grado di diagenesi della roccia; la struttura e la tessitura della stessa; i giunti tettonici e/o di neoformazione e le discontinuità stratigrafiche (Figg. 1 e 3) generati da cause naturali e/o antropiche; le caratteristiche fisico-meccaniche intrinseche della roccia e segnatamente la capacità della roccia di assumere e trattenere acqua (l'ammasso calcarenitico è di per se impermeabile), nonché di consentire l'insorgere di significativi e devastanti fenomeni di capillarità; la tecnica di esecuzione degli affreschi (a volte si tratta di una sorta di tempere), i pigmenti usati per i colori, il materiale utilizzato per gli intonaci, la maldestra sovrapposizione di più strati di malte e di pitture.

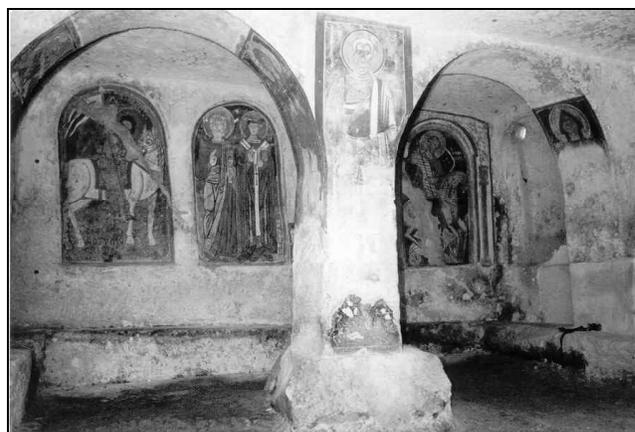


Figura 1. Chiesa di S. Nicola [(Mottola (TA))] Esempio di degrado dovuto ai giunti nella roccia e di degrado chimico dovuto alla capillarità - Mottola (TA)

*S. Nicola church - Examples of degradation due to joints and to chemical degradation of rock due to rising capillarity*

Le cause determinanti, fra loro conseguentemente sono: l'acqua (che in modestissime quantità riesce a penetrare nelle grotte attraverso isolati giunti e/o per discontinua porosità) che spesso impregna la roccia, i particolari e diversi microclimi che nel tempo si sono venuti ad originare nelle grotte, sia la pur modestissima attività di talune fratture presenti nell'ammasso roccioso, il dissodamento del terreno sovrastante i vani ipogei (riducendo il già modesto spessore della volta, causa effetti destabilizzanti ed una certa filtrazione di acqua per porosità). Dalle prime due cause predette discende la valenza di altre cause particolarmente destabilizzanti e/o deturpanti: la perdita di resistenza meccanica della roccia, il degrado chimico-fisico, l'azione bio-degradante.

L'azione nociva prodotta dall'acqua è multiforme. La più determinante, tenuto conto della circostanza che la calcarenite (in ragione del coefficiente di imbibizione) è una roccia particolarmente vulnerabile, essendo sensibile anche

all'acqua allo stato di vapore. Pertanto, nelle grotte spesso molto poco aerate e quindi pregne di umidità stagnante, la roccia il più delle volte è impregnata dall'acqua che trasuda dalle pareti e dalla volta dei vani rupestri; anche la risalita dell'acqua per capillarità è apprezzabile. Ne discende che notevole risulta l'azione solvente ed idratante dell'acqua. La decalcificazione e la perdita di materiali solubili in acqua (sali alcalini, salgemma, gesso ecc.) hanno causato circoscritti, ma pregiudizievoli processi di decoesione. A luoghi, là dove la sottrazione di sostanze allo stato di soluzione e/o per dilavamento è stata notevole e ha coinvolto anche la sostanza cementante, si osserva che, quantomeno la parte corticale della roccia è ritornata allo stato di sabbia incoerente. Conseguentemente si è avuto un notevole decadimento dei parametri di resistenza meccanica e si osservano fessurazioni, esfoliazioni, scagliature, polverizzazioni, ecc., che talora portano allo sgretolamento della roccia. Gli effetti si identificano con crolli parziali o totali della volta delle grotte, rottura per schiacciamento delle colonne o distacchi di blocchi o di scaglie di roccia che causano menomazione e mutilazioni sia degli elementi architettonici decorativi plastici sia delle pareti affrescate.



Figura 3. Chiesa di S. Angelo di Casalrotto in Mottola (TA) – Cripta inferiore, degrado dovuto a fenomeni di tipo chimico e biologico

*Lower church degradation phenomena due to chemical and biological processes affecting sandstone*

### 3. Il degrado chimico degli affreschi ed il suo studio

Il degrado chimico, che colpisce specie gli affreschi, si estrinseca in diversi tipi di processi fra cui decalcificazione e gessificazione (Figg 4 e 5). E' innescato dalla reazione tra i materiali costitutivi, l'acqua ed i composti inquinanti presenti nell'acqua stessa o nell'atmosfera. I prodotti di questa reazione sono soluzioni saline; in particolare soluzioni di carbonati, solfati, cloruri, nitriti e nitrati, che circolano nel materiale lapideo, nelle malte e negli strati pittorici. Il trasferimento in superficie di acqua pregna di soluzioni saline genera patine e placche di vario colore,

fratture ed offuscamento del materiale lapideo e dei dipinti murali oltre un impoverimento di carbonato di calcio degli strati più interni (Fig. 4).



Figura 4. Chiesa di S. Angelo di Casalrotto in Mottola (TA) – Vista generale della cripta superiore con fenomeni di degrado di tipo fisico, chimico e biologico

*General view of the upper church with degradation phenomena due to physical chemical and biological*



Fig. 5 – Chiesa di S. Angelo di Casalrotto [Mottola (TA)] - Cripta superiore con fenomeni di degrado di tipo fisico, chimico e biologico

*Upper church with degradation phenomena due to physical chemical and biological processes*

I carbonati, addensandosi sotto l'intonaco generano rigonfiamenti e distacchi, mentre quando si depositano sulla pittura questa si opacizza, perdendo gli effetti cromatici e talora scompare del tutto. La cristallizzazione e la idratazione dei sali, spesso periodiche, sono fortemente influenzate dal microclima ed avvengono in sequenze spaziali sotto forma di efflorescenze, subflorescenze ed incrostazioni. Le pareti e la volta delle grotte assumono

spesso colore nerastro e verdastro, essendo tappezzate in prevalenza da patine più o meno spesse di gesso e/o calcite, inglobando particelle carboniose, e da biofilm composte da colonie pervasive di alghe, muschi, licheni e funghi che esplicano una azione biodegradante devastante (in quanto concorre a disgregare sia chimicamente che meccanicamente la roccia e i soprastanti affreschi). E' il caso, infine, di evidenziare che la maggior parte degli affreschi, quasi ovunque, risulta interamente deturpata o addirittura cancellata per processi chimici e biologici dovuti all'acqua di risalita capillare nella parte bassa; procedendo verso l'alto il fenomeno tende gradualmente ad attenuarsi, fino a scomparire (Fig. 1 e 3).

Per poter procedere ad uno studio delle condizioni di degrado è necessario preliminarmente acquisire una documentazione grafica e fotografica delle varie fenomenologie di alterazione per poter procedere ad una mappatura della distribuzione dello stesso. Quest'ultima è strumentale alla comprensione dei meccanismi di deterioramento in atto e consente di effettuare un prelievo mirato di campioni da sottoporre ad analisi. Al fine di individuare la tipologia e le cause del degrado chimico è necessario analizzare da un lato la composizione dei materiali e le tecniche esecutive impiegate per la realizzazione dei manufatti e dall'altro lato i materiali di alterazione. I dati ottenuti, insieme a quelli provenienti dal monitoraggio microclimatico e dalle indagini geologiche relative ai litotipi del substrato, consentono una valutazione più completa dei processi e dei fattori di deterioramento.

#### 4. Gli studi in atto

Nell'ambito di un progetto di ricerca riguardante i *Fattori geologici morfo-strutturali e geomeccanici responsabili della nascita e della diffusione degli insediamenti rupestri medioevali in Puglia e Basilicata e delle attuali condizioni di stabilità degli stessi e di degrado delle opere architettoniche e pittoriche in essi presenti* finanziato nell'ambito dei P.R.I.N. 2004 è stato avviato uno studio del degrado che interessa due chiese rupestri scelte, non solo per le loro problematiche di degrado, ma perché ritenute significative dei diversi tipi di problematiche oggetto di interesse del progetto di ricerca. Si tratta delle chiese di S. Angelo a Casalrotto in agro di Mottola (TA) (Fig. 6) e dei SS. Andrea e Procopio in agro di Monopoli (BA) (Fig. 7). La campagna di diagnostica chimica, che verrà condotta sulle due cripte rupestri descritte, si articola in varie tipologie di indagine: analisi chimica dei materiali lapidei e delle malte degli intonaci; analisi della successione stratigrafica con microanalisi elementare e molecolare; analisi chimica delle efflorescenze saline e delle incrostazioni; analisi chimica delle sostanze organiche.

##### 4.1 Chiesa di S. Angelo di Casalrotto in Agro di Mottola (TA)

La chiesa funeraria di S. Angelo, databile alla seconda metà del XII secolo, è ubicata nella piana a valle d'abitato di

Mottola (TA) su un affioramento di calcareniti scrivibili alle Calcareniti di Gravina (auct.), nella zona alta di una incisione morfologica non particolarmente profonda.



Fig. 6 – Chiesa di S. Procopio in Monopoli (BA) – Fenomeni di degrado che interessano gli affreschi  
*Degradation phenomena affecting frescoes*



Fig. 7 – Chiesa di S. Angelo di Casalrotto [Mottola (TA)]  
*S. Angelo di Casalrotto (TA) church*

I litotipi in cui la chiesa è scavata presentano discrete caratteristiche di resistenza meccanica, anche se sono presenti alcune discontinuità stratigrafiche che condizionano la continuità della calcarenite e le sue caratteristiche meccaniche ed igroscopiche. E' composta da due cripte sovrapposte (Fig. 2) con una decorazione pittorica di elevato livello culturale, in particolare nella cripta superiore. Entrambi gli ambienti sono fortemente condizionati da umidità di risalita capillare (Figg. 3 e 4) che ha provocato un degrado accentuato nella parte inferiore delle pareti con perdita vistosa del materiale lapideo e con un biodeterioramento diffuso, maggiormente presente nelle zone più porose (lacune negli intonaci, materiale lapideo non dipinto). Sui dipinti si rivela la presenza di sali, più evidente in prossimità del substrato lapideo a vista, che hanno causato il distacco di numerosi frammenti di intonaco lasciando lacune di forma arrotondata (Figg. 2, 4, 6).



Figura 2. Chiesa di S. Angelo di Casalrotto in Mottola (TA) – Degrado condizionato da un giunto di stratificazione  
*Degradation phenomenon conditioned by a stratification joint*

Le efflorescenze saline insieme ad incrostazioni estese hanno creato una patina bianca di vario spessore che interferisce con la corretta lettura dell'apparato decorativo. In alcuni dipinti la patina è di colore più scuro dovuto alla presenza di biodeteriogeni o a strati di alterazione sovrapposti. L'ambiente inferiore con destinazione cimiteriale è fortemente condizionato da fenomeni di biodeterioramento (Fig. 3), in particolare nella zona di accesso dove si riscontra una umidità molto elevata in combinazione con livelli di illuminazione più alti. Sulla superficie del materiale lapideo di questa parte della cripta inferiore si è formato un biofilm di colore verde e nero particolarmente spesso ed igroscopico. Lo studio del degrado chimico prevede la identificazione chimica dei materiali costitutivi quali gli intonaci, il substrato lapideo ed i leganti pittorici. Verranno quindi effettuate analisi qualitative e quantitative dei sali presenti all'interno del materiale lapideo e nelle malte nonché nelle efflorescenze

saline e nelle incrostazioni. In alcuni punti significativi verranno prelevati dei campioni destinati all'allestimento di sezioni stratigrafiche lucide.

#### 4.2 Chiesa dei SS. Andrea e Procopio (Monopoli)

La chiesa dei SS. Andrea e Procopio è ubicata nella parte superiore di una delle lame che occupano la piana costiera a sud dell'abitato di Monopoli. Si tratta di una lama poco profonda, circa 3 m, incisa in litotipi calcarenitici e soggetta ad un certo interrimento favorito anche dalle pratiche agricole che vi si conducono. La chiesa è scavata sul fianco destro della lama e si presenta parzialmente riempita da terreno colluviale, il cui movimento è favorito dalle pratiche agricole che interessano il fondo della lama.

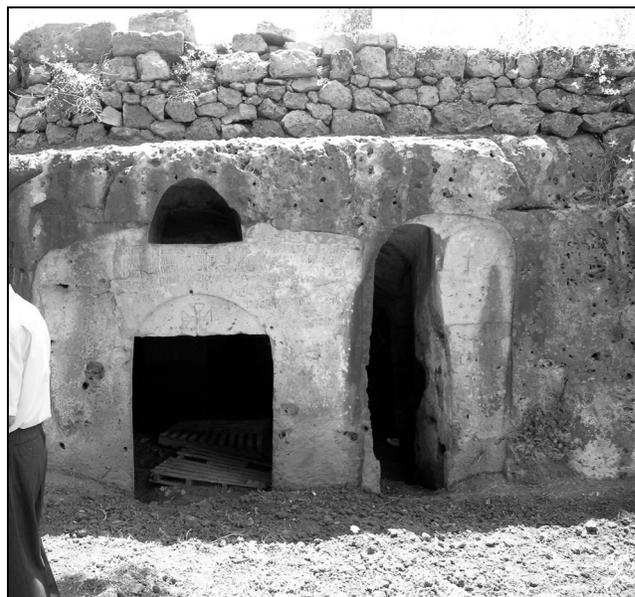


Fig. 8 – Chiesa di S. Procopio in Monopoli (BA)  
*S. Procopio church in Monopoli (BA)*

Risale alla seconda metà del XI secolo e rappresenta un esempio unico di architettura rupestre sacra con una doppia recinzione del santuario e la presenza di una cappella funeraria annessa sul lato destro. Al suo interno sono conservati numerosi dipinti, spesso a palinsesto. La presenza di terreno vegetale colluviale determina un apporto di sostanze organiche, di sali minerali e di materiale igroscopico al substrato lapideo ed ai dipinti. Il degrado è causato anche da infiltrazioni di acque meteoriche provenienti dalle aperture frontali - tre porte ed una finestra - nonché da fessure localizzate nelle pareti e nella volta; si riscontra anche umidità di risalita capillare. In prossimità delle fessure e delle lacune degli intonaci si rivelano numerose efflorescenze saline di vario aspetto, sovente "soffici". In particolare, i dipinti situati nelle due absidi sono in condizione di conservazione molto compromessa. Il dipinto nell'abside destro ha subito il distacco di zone estese dell'intonaco superiore rivelando le stesure pittoriche sottostanti. Nell'abside sinistro, invece, gran parte del

dipinto è stato offuscato da una patina bianca formata da efflorescenze saline ed incrostazioni. In altri dipinti è avvenuto un distacco netto di zone piuttosto estese dello strato pittorico lasciando intravedere il disegno preparatorio. Questo fenomeno è particolarmente evidente nei dipinti situati sulla parete destra del santuario. La cripta è anche affetta da un biodeterioramento che si manifesta con l'insorgenza di patine di colore verde brillante sulle pareti dell'aula e di colore nero sulla volta della cripta. Verrà

effettuato l'esame chimico sia del substrato lapideo che delle malte degli intonaci, l'analisi qualitativa e quantitativa dei sali solubili e non, contenuti nei materiali originali, nel terreno e nelle efflorescenze saline e nelle incrostazioni. Al fine di caratterizzare le stesure pittoriche, che in alcune zone presentano un difetto di adesione all'intonaco, verranno infine analizzati i leganti pittorici impiegati e preparate delle sezioni stratigrafiche lucide.

## Bibliografia

- AA.VV., La valutazione del degrado del complesso di San Nicola dei Greci, in San Nicola dei Greci. Un esempio di catalogazione informatica dei beni culturali, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, IEM Editrice, Matera (1990) 165-190.
- Ajò D., Casellato U., Fiorin E., Vigato P.A. (2004) *Ciro Ferri's frescoes: a study of painting materials and technique by SEM-EDS microscopy, X-ray diffraction, micro FT-IR and photoluminescence spectroscopy* *J. of Cultural Heritage* 5; 333-348.
- Arnold A., Zehnder K. (1990) *Salt weathering on monuments*, in *La conservazione dei monumenti nel bacino del Mediterraneo*, Atti del 1° Simposio Internazionale, Bari 7-10 giugno 1989, Zezza F. (ed.), Grafo ed., Brescia 31-58.
- Casadio F., Gianguialano I., Piqué F. (2004) *Organic materials in wall paintings: the historical and analytical literature*, *Reviews in Conservation* 6; 63-80.
- Cavallo G., Van der Werf I.D. (2001) *Indagine diagnostica minero-petrografica e chimica del corredo pittorico*, in *Dalla 'difesa' di San Giorgio alla 'lama' della Madonna delle Grazie - Il Santuario rupestre di San Marzano (TA)*, C.N.R. - Ist. Int. Stu. Federiciani, Acta et Monumenta, a cura di C. D. Fonseca, Mario Congedo Editore, 105-114.
- Cotecchia V., Grassi D. (1997) *Incidenze geologico ambientali sull'ubicazione e sullo stato di degrado degli insediamenti rupestri medioevali della Puglia e della Basilicata* *Geologia Applicata ed Idrogeologia*, vol. XXXII 1-10.
- Grassi D. (1997) *Ricerche geologico-tecniche finalizzate alla salvaguardia delle opere monumentali e cause responsabili dello stato di conservazione di alcuni castelli normanno-svevi della Puglia e della Lucania*. Atti Conv. Internaz. "CASTRA IPSA POSSUNT ET DEBENT REPARARI", Castello di Lagopesole, ottobre 1997
- Grassi D., Grimaldi S., Simeone V. (2004) *Main causes of degradation of the relevant artistic heritage hosted in the Apulian rupestrian settlements (Southern Italy) - 32° International Geological Congress Firenze - paper A32IGCTHP - Session T16.02 - Geoscience for Cultural Heritage - Deterioration and Conservation*
- Sánchez-Moral S., Garcia-Guinea J., Sanz-Rubio E., Cañaveras J.C., Onrubia-Pintado J. (2002) *Mortars pigments and saline efflorescence from Canarina pre-Hispanic constructions (Galdar, Grand Canard Island)* *Construction and Building Materials* 16; 241-250.
- L. Rampazzi, F. Cariati, G. Tanda, M.P. Colombini, *Characterisation of wall paintings in the Sos Furrighesos necropolis (Anela, Italy)*, *J. of Cultural Heritage* 3 (2002) 237-240.