



ACCADEMIA PUGLIESE DELLE SCIENZE

ATTI E RELAZIONI

VOL. LV
ANNI 2017- 2020

CLASSE DI SCIENZE FISICHE
MEDICHE E NATURALI

CLASSE DI SCIENZE MORALI

DIRETTORE
Eugenio Scandale

VICEDIRETTORE
Luigi Piacente

COMITATO SCIENTIFICO

Vito ALBINO (Bari); Giovanni CIPRIANI (Foggia); Pasquale CORSI (Bari); Nicola DI CAGNO (Lecce); Pietro DE PALMA (Bari); Grazia DISTASO (Bari); Gianvito GIANNELLI (Bari); Vittorio MARZI (Bari); Ugo PATRONI GRIFFI (Bari); Silvia ROMANELLI (Bari); Fernando SCHIROSI (Bari); Francesco SDAO (Potenza); Alfredo SOLLAZZO (Bari); Mario SPAGNOLETTI (Bari); Francesco TATEO (Bari); Franca TOMMASI (Bari); Ludovico VALLI (Lecce).

SEGRETARIA DI REDAZIONE
Giovanna Panebianco

Periodico registrato presso il Tribunale di Bari il 25 giugno 1953 (n.90)

ISSN 2704-7512 (testo stampato)



ACCADEMIA PUGLIESE DELLE SCIENZE

Via Celso Ulpiani, 27 - 70125 Bari
Tel. 080 5443595-3576
e.mail: accademia.pugliese@uniba.it
Web: www.accademia.uniba.it/

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

PREMESSA

Il volume LV della Collana degli “Atti e Relazioni” dell’Accademia Pugliese delle Scienze raccoglie le Relazioni annuali del Presidente, le Prolusioni delle Adunanze Solenni di inaugurazione degli Anni Accademici nel quadriennio 2017- 2020 nonché il contributo di una studiosa di antichistica nella sezione “Studi e Ricerche”.

Le Relazioni annuali danno conto dettagliatamente dell’attività culturale svolta, mostrano la evoluzione e la avvenuta stabilizzazione dei problemi di natura economica, documentano il consolidato respiro macroregionale dell’attività della Accademia sia attraverso la composizione del Consiglio Direttivo, in cui figurano autorevoli Soci provenienti dalle Università pugliesi e lucana, che danno continuità alla decisione di tenere l’inaugurazione dei propri Anni Accademici consecutivamente presso le Università di Puglia, Basilicata e Molise.

Francesco Sdao
Scuola di Ingegneria
Università degli Studi della Basilicata
francesco.sdao@unibas.it

Franosità e Beni Culturali in Basilicata

Cultural Heritage and Landslides in Basilicata

Abstract

Basilicata territory, a small Italian Region in the heart of the southern Apennine chain, is, for geological, geomorphological, climatic and seismic reasons, particularly subject to slope instability phenomena and with deep and extensive processes of accelerate erosion and badland processes. In many Lucanian areas, especially the mountainous ones, the landslides are so extensive and periodic that they generate profound and serious damages to people and properties, significantly affecting the socio-economic development of this small region. Basilicata itself is a land rich in cultural testimonies: from the significant archaeological sites of the Classic and Medieval ages, to the imposing medieval castle structures, to the valuable rupestrian heritages of Matera. The geomorphological fragility of Basilicata causes widespread and serious damages on numerous valuable Lucanian cultural sites. In this work, after a summary of the proneness to landslides of the entire Basilicata, the conditions of stability and landslide hazard of some particularly valuable cultural sites will be described.

1. FRAGILITÀ GEOMORFOLOGICA E FRANE IN BASILICATA

Il bel paese ch'Appennin parte e 'l mar circonda e l'Alpe è fragile, molto fragile, ed è quello con il maggior numero di frane in Europa; da sempre l'Italia si sbriciola per gli eventi sismici, per le frane, per le piogge diffuse e intense, per l'incuria umana, per l'uso sconsiderato del suolo e per lo sviluppo urbanistico disordinato.

La franosità del territorio italiano è storicamente nota: Dante Alighieri nel XII canto dell'*Inferno* descrive, con dovizia di particolari, una grande frana, la Lavina di Marco, ubicata nella Valle del Fiume Adige; Tito Livio, nel suo *Ab Urbe condita*, racconta di frane generate da un terremoto durante

la battaglia del Trasimeno nella seconda guerra punica (Giugno 217 a. C); in tempi ben più recenti, Carlo Levi, nel suo *Cristo si è fermato ad Eboli*, ha parlato di frane innescate da piogge, di case precipitate. Nei giorni scorsi, a causa di ingenti precipitazioni, si sono verificati centinaia di fenomeni franosi in tutta la penisola; ultimo dei quali, quello che ha polverizzato il viadotto dell'A6 Savona-Torino.

La fragilità geomorfologica, che caratterizza il nostro Paese, emerge chiaramente dalle ricerche condotte negli ultimi anni da Enti di ricerca, dalla Protezione Civile, dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) [1]. Nel 2018 quest'ultimo Istituto ha presentato il rapporto annuale in cui si traccia un quadro complessivo del dissesto idrogeologico in Italia, puntando l'attenzione sulle condizioni di pericolosità di frana [1]. Da un'attenta lettura si scopre che l'Italia è in Europa il Paese con il maggior numero di frane: su circa 750.000 frane riconosciute nel vecchio Continente, ben 620.808 frane sono state censite in Italia. La superficie interessata è dell'ordine dei 23.700 km², pari all'8% del territorio montuoso e collinare italiano. Le aree a pericolosità di frana (comprendente sia di quelle già interessate da movimenti di massa sia di quelle potenzialmente instabili) coprono una superficie di 59.981 Km², pari al 20% del territorio italiano (Figura 1). Numeri significativi che ci pongono in una situazione oggettivamente precaria e bisognosa di interventi tempestivi. Ancora, se si considerano le aree a pericolosità di frana alta o elevata, queste assommano a circa 25.500 Km², pari all'8,5 % della superficie del Paese. I centri urbani colpiti da frane sono ben 5.700, pari al 70 % per cento del totale; di questi, ben 2.900 sono in uno stato critico di pericolosità. Sebbene le frane interessino tutte le regioni italiane, le più colpite sono la Toscana, l'Emilia Romagna, la Liguria, la Calabria, la Basilicata.

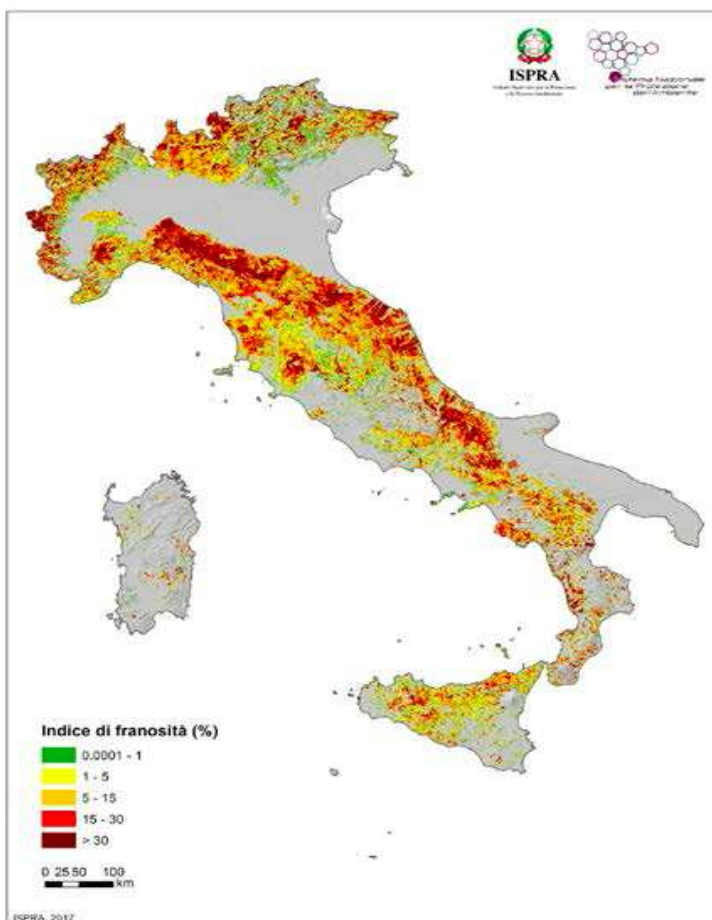


Figura 1: Indice di franosità dell'intera penisola italiana [1].

La franosità della Basilicata è storicamente nota ed investe buona parte del territorio regionale. La prima segnalazione di una frana in Basilicata è riportata nel *Liber Niger Civitatis Pisticii* [2]: trattasi di un significativo movimento di massa prodottosi nella prima metà del XVI secolo nel Rione Casalnuovo di Pisticci (Attuale Rione Dirupo), che sarà teatro della più imponente e disastrosa frana avvenuta a il 9 febbraio 1688, che provocò la morte di 400 persone. Nel *Liber Niger* la frana in questione è così descritta: *Alli 13 di giugno Anno Domini 1555 lo dì della vigilia della festa del sacratissimo corpo de nostro S.or Jesu Xsto ad hora ventuna et mezza che all'ora eravamo usciti dalla vespera della major ecclesia [...] cascaro a Pisticcio Casalnuovo circa ottanta case et molte cisterne che erano in quel circuito: duro questo occaso et ruina circa una hora cascandone gli edifici successivamente...*[2]

La frana più recente è quella che si è prodotta ed evoluta nel centro urbano di Pomarico. Questa grande frana, di cui mi occupo come ricercatore e componente della Commissione di Protezione Civile della Regione Basilicata, si è prodotta ed evoluta dal 25 gennaio al 29 gennaio 2019, con tipologie e meccanismi complessi. Essa è stata particolarmente rovinosa: ha tranciato Corso Vittorio Emanuele, l'arteria più importante di collegamento urbano, ha distrutto 20 abitazioni civili e alcuni esercizi commerciali, ha irrimediabilmente danneggiato 12 fabbricati e ha imposto lo sgombero di altri 25 (Figura 2).



Figura 2. La grande frana di Pomarico del gennaio 2019. Particolare dell'area di distacco e delle macerie prodotte dal movimento franoso.

Recenti studi condotti dallo scrivente e dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA, 2018) hanno evidenziato che il territorio lucano è interessato da 17.700 frane di varie dimensioni e tipologia. L'area interessata da instabilità di versante è dell'ordine di 775 Km², pari al 7,7% della superficie regionale (Figura 3) [1]. L'instabilità coinvolge tutte le formazioni geologiche costituenti la Basilicata; la gran parte delle frane presenti, circa 12.000, interessa le formazioni argillose ampiamente affioranti nei territori montuosi e collinari lucani. Quantunque siano presenti tutte le tipologie di frana, buona parte dei movimenti di massa sono riconducibili a scorrimenti traslazionali o rototraslazionali o a tipologie

complesse rappresentate da scorrimenti rototraslazionali evolvanti a colate di terra.

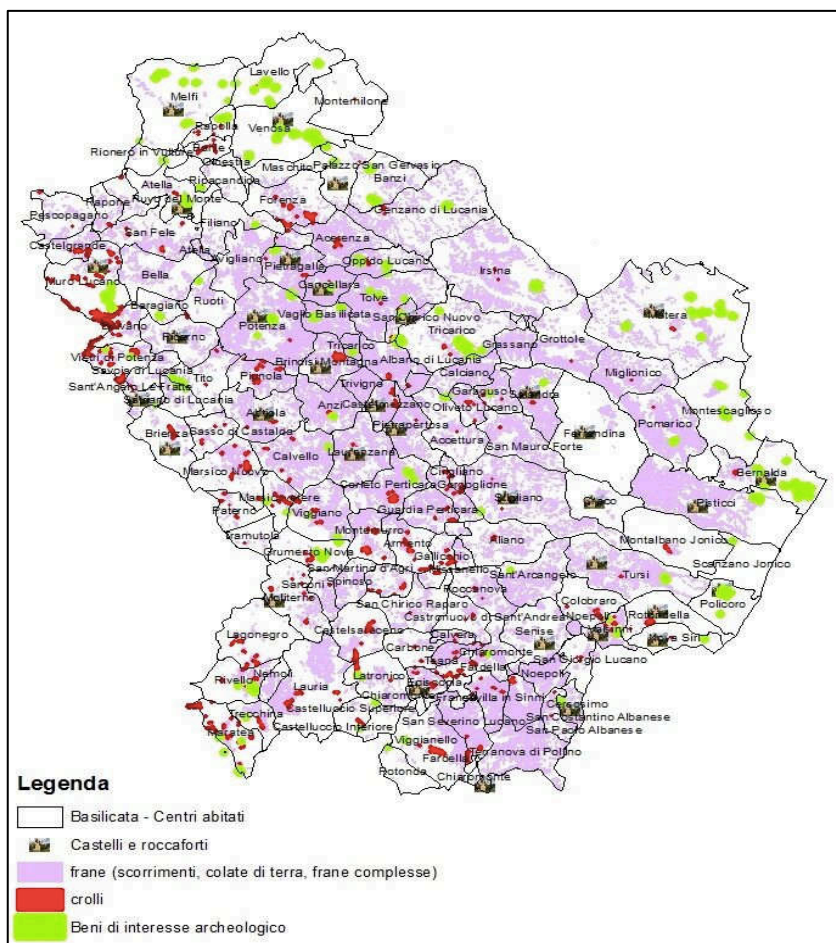


Figura 3. Carta della franosità della Basilicata con ubicazione dei principali beni archeologici, delle strutture castellane e dei centri urbani lucani.

A rendere ancora più fragile il territorio lucano, in particolare nelle aree argillose plio-pleistoceniche della Basilicata, è la presenza di significativi processi erosionali e calanchivi generati da acque dilavanti. In particolare, studi recenti indicano in circa 3000 km² l'area collinare interessata dall'erosione calanchiva caratterizzata da morfologie peculiari: *La campagna che mi pareva d'aver visto arrivando non si vedeva più; e da ogni parte non c'erano che precipizi di argilla bianca, su cui le case stavano come librate in aria; e d'ognintorno altra argilla bianca,*

senz'alberi e senz'erba, scavate dalle acque in buche, con, piagge di aspetto maligno, come un paesaggio lunare. Così Carlo Levi descrive il suo impatto con i Calanchi di Aliano – paese in cui è stato confinato - nel suo *Cristo si è fermato ad Eboli* [3].

Negli ultimi secoli, non di rado, la Basilicata, a causa delle sue peculiari condizioni pluviometriche e sismiche, è stata soggetta a periodi di significativa instabilità territoriale che, in alcuni casi, hanno assunto veri e propri caratteri di crisi geomorfologica dei versanti con la mobilitazione contemporanea di centinaia di frane. Mi riferisco, per esempio, alla crisi geomorfologica generata dal grande terremoto del 16 dicembre 1857 che ha coinvolto l'intera Italia meridionale ed in particolare la Basilicata centrale, efficacemente studiato dal sismologo inglese Mallet [4]. Il terremoto, con epicentro in Val d'Agri (Basilicata), si è sviluppato con 3 scosse principali, la più importante delle quali ha accusato un'intensità dell'XI° (MCS) e una magnitudo pari a 7, generando circa 20.000 morti. Le scosse hanno comportato numerosi ed estesi effetti al suolo, tra cui spaccature dei terreni, subsidenza, esalazioni o emissioni di gas, aumento di portata di sorgenti, ecc. Riguardo ai movimenti di massa, il terremoto ha innescato o rimobilitato migliaia di frane riconducibili a scorrimenti, crolli e a colate di terra concentrate in circa 2500 Km² di territorio (Figura 4).



Figura 4. Terremoto della Val d'Agri del 1857, alcune frane: la Frana di Montemurro (a sinistra), la freccia indica la scarpata di frana e una grande colata di terra lungo il Fiume Agri (a destra) [4].

Così Mallet descrive alcuni effetti al suolo provocati dalle scosse: *Più in alto [...] e sopra il fianco est della gola [...] sono avvenuti poderosi crolli di roccia. Nel letto del torrente, si trovano grandi masse di roccia spezzata e crollata di recente.....Non ci potevano essere dubbi che le fenditure erano molto recenti.... Era senza dubbio ovvio che le fenditure erano state causate dal transito del terremoto* [4].

Grandi colate di terra si sono generate un po' in tutto il cratere del terremoto: un esempio è riportato in Figura 4, nella quale *la parte più avanzata della frana si era spinta in avanti ed aveva quasi bloccato completamente l'alveo dell'Agri* [4]. Furono molti i centri urbani interessati da frane distruttive, la più importante delle quali è quella che ha interessato l'abitato di Montemurro (Figura 4). Secondo Almagià [5], questa frana di dimensioni gigantesche, più volte mobilitatasi, avrebbe distrutto il paese e provocato 5000 morti (Figura 4).

La significativa labilità geomorfologica con le sue numerose frane si riverbera sul già fragile tessuto urbano lucano. Recentissimi studi hanno incontrovertibilmente evidenziato che ben 116 abitati su un totale di 131 (ben il 90% del totale) soffrono di frane e sono soggetti ad un significativo rischio geomorfologico. Tale stato di diffuso dissesto è storicamente noto. Infatti, a seguito dello storico viaggio in Basilicata da parte di Giuseppe Zanardelli, Presidente del Consiglio dei Ministri del Regno d'Italia, avvenuto nel settembre del 1902 fu promulgata la Legge 104/1904 nota come Legge Speciale per la Basilicata. Nel discorso conclusivo del suo viaggio, tenuto al teatro Stabile di Potenza il 29/9/1902, ebbe a dire [6]:

...E di frane, entrando io nella Basilicata pel territorio di Lagonegro, cominciai ad udire spaventosamente a proposito di Lauria, e così via il terribile trovai ripetuto per molti e molti Comuni e fra gli altri per Montalbano e Salandra, e Pomarico e Pisticci e Lavello. Comuni tutti i quali chiedono che loro sia dato affidamento di esistere.

Tornato a Roma, Zanardelli incaricò l'ingegnere capo del Genio Civile di Cagliari, Eugenio di Sanjust, di esperire un'approfondita indagine sulle condizioni socio-economiche della Basilicata e, quindi, di compilare una relazione generale sui problemi lucani e sulla fragilità socio-economica ed infrastrutturale della Lucania. Da questa relazione nacque la Legge Speciale della Basilicata (Legge .140/1904), prima legge del suo genere, che prevedeva una sezione dedicata al consolidamento delle frane, al risanamento degli abitati e alla fornitura di acqua potabile, destinando per la mitigazione del dissesto idrogeologico la cifra di 10 Milioni di Lire. L'indagine di Saintjust evidenziò un profondo stato di dissesto urbano: 91 centri abitati bisognosi di interventi di consolidamento (di cui 65 nella provincia di Potenza e 26 in quella di Matera); 5 centri urbani soggetti a

trasferimento totale in altre aree più sicure. Questi abitati non sono mai stati trasferiti. Negli ultimi decenni la gran parte dei centri urbani lucani hanno subito danni più o meno gravi a seguito di attivazione di frane, molto spesso legate ad eventi critici di pioggia. In particolare, dal 1960 al 2019 si sono prodotte circa 500 frane che hanno interessato la gran parte dei centri urbani.

2. BENI CULTURALI E FRANE

L'Italia è una terra ricca di beni culturali di significativo pregio. Consultando la Banca dati Vincoli in Rete dell'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro (ViR, ISCR) si evince che nel nostro Paese sono presenti 203.665 Beni Culturali. Di questi ben 37.847 sono a rischio frane, pari al 18,6% del totale; se consideriamo le classi di pericolosità di frana elevata e molto elevata, i Beni Culturali esposti sono 11.712, pari al 5,8 % del totale (Figura 5) [1]. Il numero più elevato di Beni Culturali a rischio frana si registra in Emilia Romagna, Marche, Toscana, Campania e Liguria (Figura 5). Numerosissimi sono i centri storici soggetti a frana, tra cui si ricordano Volterra, Civita di Bagnoregio, Firenze, Agrigento, la rupe di San Leo, Orvieto, Todi, molti centri storici pugliesi, calabresi, ecc.

Anche la Basilicata è ricca di Beni Culturali costituiti da numerose aree archeologiche di età classica e medievale, pregevoli testimonianze rupestri patrimonio mondiale dell'Umanità (*I Sassi di Matera, il Parco Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano*), imponenti strutture castellane, importanti centri storici medievali.

In Basilicata sono stati censiti 1983 Beni Culturali, di cui 1173 nella provincia di Potenza e 810 Beni nella provincia di Matera. Dei 1983 Beni Culturali catalogati, ben il 25%, pari a 482 Beni Culturali, sono soggetti a rischio di frana. La maggior parte di questi Beni Culturali a rischio ricadono nella provincia di Potenza (351 Testimonianze Culturali, pari al 30 % del totale). Se ci limitiamo alle classi di pericolosità di frana elevata e molto elevata, in Basilicata si registrano 232 Beni Culturali a rischio (l'11,7 % del totale), di cui 157 e 75 rispettivamente nelle provincie di Potenza e di Matera. Come si evince da quanto fin qui detto, il pregevole patrimonio culturale è minacciato dal dissesto idrogeologico, al quale non di rado si affianca l'azione distruttrice di sismi e di lenti processi erosivi. A rendere ancora più fragile questo patrimonio è l'incuria umana e l'uso sconsiderato del territorio.

Tra le molte testimonianze culturali soggette a rischio di frane, tralasciando quelle che saranno successivamente descritte, sono degni di nota i molti centri storici medievali dei principali borghi lucani costruiti in

condizioni di preminenza morfologica, assediati da frane di diverso tipo e dimensione e da processi calanchivi, ricadenti nelle aree collinari centro-orientali della regione: Pisticci, Montalbano Jonico, Tricarico, Salandra, Grassano, ecc.

Un caso emblematico di Centro Storico a rischio di frana è Aliano –il Gagliano del confine di Carlo Levi – costruito su affilate dorsali sabbioso–argillose circondate da imponenti frane e da esasperati processi di erosione calanchiva (Figure 6 e 7).

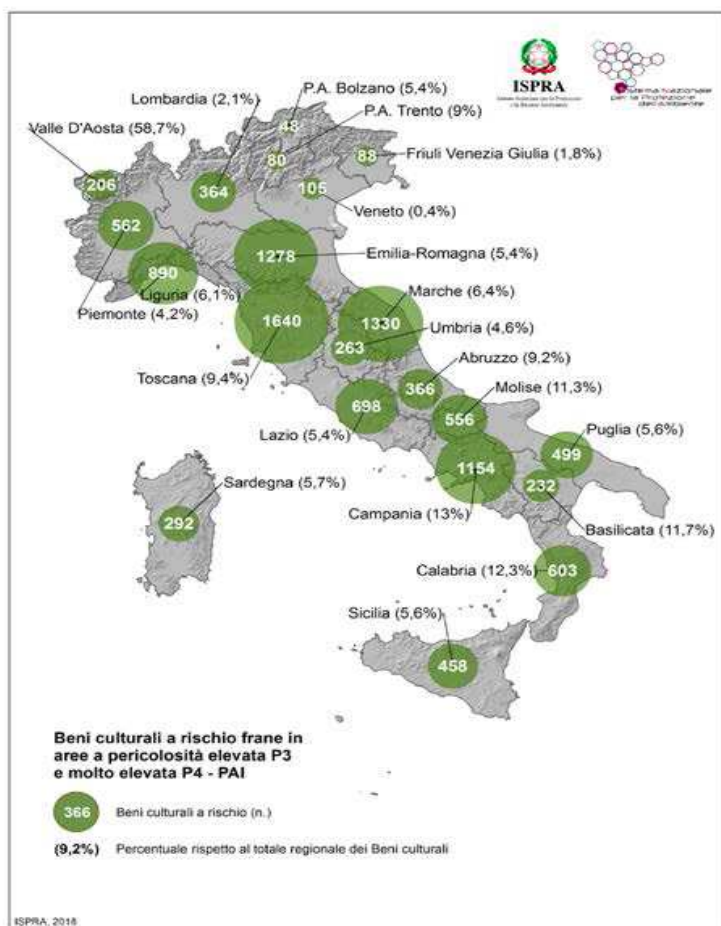


Figura 5. Beni Culturali soggetti a rischio di frana in aree a pericolosità di frana elevata e molto elevata

Tale diffuso stato di degrado geomorfologico non sfuggì a Carlo Levi, facendone oggetto di molti suoi dipinti (tra cui *Lucania 61* e *Aliano sul burrone*) e descrivendolo in alcuni bei passi del suo *Cristo si è fermato ad*

Eboli: La vera chiesa, La Madonna degli Angeli, era in basso..... dove c'è la frana. La chiesa è crollata improvvisamente.... Qui ci sono continuamente le frane. Quando piove, la terra cede e scivola, e le case precipitano. Ne va giù qualcuna tutti gli anni..... Fra qualche anno questo paese non esisterà più (Figura 6). E ancora quando descrive il fenomeno calanchivo: La campagna che mi pareva d'aver visto arrivando non si vedeva più; e da ogni parte non c'erano che precipizi di argilla bianca, su cui le case stavano come librate in aria; e d'ognintorno altra argilla bianca ... scavate dalle acque in buche, coni, piagge di aspetto maligno, come un paesaggio lunare (Figura 7).

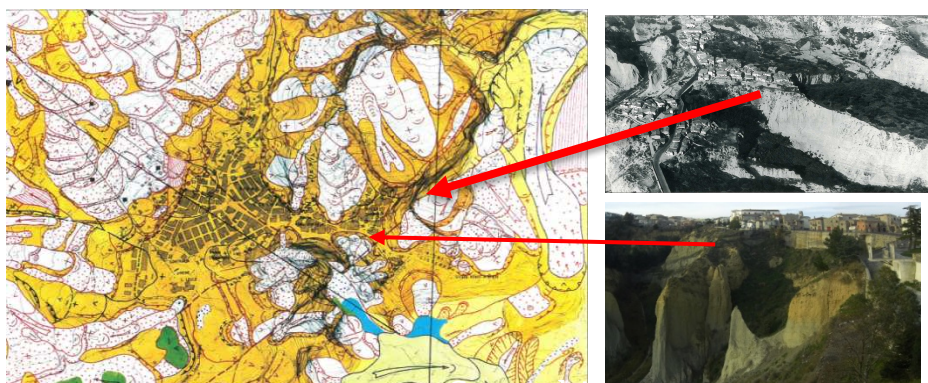


Figura 6. La diffusa franosità di Aliano con alcune foto di aree urbane particolarmente vocate al dissesto idrogeologico [7]



Figura 7. Aspetti geomorfologici dei Calanchi di Aliano

3. INSTABILITÀ DEI VERSANTI E SITI ARCHEOLOGICI LUCANI

Da molti anni mi occupo di rischio geoarcheologico in corrispondenza di siti archeologici lucani sia di Età sia Classica che Medievale e di seguito riporterò alcuni risultati delle mie ricerche [8, 9, 10].

In Basilicata sono stati censiti e studiati 185 siti di interesse archeologico (Figura 3). Recenti studi condotti dallo scrivente hanno evidenziato che ben 61 siti archeologici sono soggetti a rischio di frana o di alluvione. Si pensi, per esempio ai pregevoli siti archeologici di Metaponto, periodicamente soggetti ad allagamento. Siti di notevole interesse giacenti o contermini a fenomeni di frana sono: Pandosia di Santa Maria di Anglona, Grumentum, la Rabatana di Tursi. Alcune frane hanno interessato importanti testimonianze archeologiche ricadenti nel territorio di Difesa San Biagio di Montescaglioso. In particolare, la grande frana di Montescaglioso del Dicembre 2013, tra i tanti gravi danni provocati, ha investito, distruggendola, una Unità rurale abitativa del IV – II sec. a. C. Qui di seguito saranno descritte le condizioni di instabilità dei versanti di due significativi Santuari Lucani di età Classica: I Santuari di Mephitis a Rossano di Vaglio e di Satriano di Lucania.

3.1 Instabilità dei versanti nei Santuari della Dea Mephitis (Rossano di Vaglio) e di Satriano di Lucania

In Basilicata, nel IV secolo a. C., dopo la fine della *piccola età glaciale arcaica* [8], si colgono una serie di trasformazioni nell'organizzazione del territorio da riconnettere all'affermazione dell'*ethnos lucano*: ad una diversa organizzazione socio-economica si ricollega il sorgere di vari centri abitati e la nascita di numerosi centri di culti – i Santuari – a diversa complessità architettonica, tra i quali si ricordano i *Santuari di Mephitis a Rossano di Vaglio, di Torre di Satriano, di Armento, di Ruoti, di Timmari, di Lavello, di Banzi*, ecc.

L'ubicazione, la costruzione e la successiva monumentalizzazione di tali Santuari sono state marcatamente condizionate dall'ambiente geologico-strutturale e geomorfologico lucano. Infatti, molti di essi sono sorti in condizioni di preminenza geomorfologica, lungo le principali vie di comunicazione; sono ubicati in prossimità di importanti fonti sorgentizie, alcune delle quali di origine sulfurea, le cui acque avevano un molteplice uso: religioso, terapeutico, purificatorio; sono realizzati su più livelli monumentali, con scalinate, percorsi processuali, sfruttando abilmente la

configurazione del suolo e terrazzi morfologici coalescenti e definiti da evidenti scarpate. Riguardo quest'ultima circostanza, spesso tali terrazzi morfologici sono causati da grandi ed antiche frane ancora oggi soggette a ripresa di attività gravitativa.

3.1.1 Il Santuario lucano della Dea Mephitis

L'area archeologica di Rossano di Vaglio, che contiene il pregevole Santuario della Dea Mephitis, ricade in un'area particolarmente soggetta a rischio di frana, periodicamente interessata da dissesto idrogeologico (Figura 8) [8, 9].

Il Santuario di Rossano di Vaglio, consacrato al culto della *Dea Mephitis*, nasce nella seconda metà del IV secolo a.C., è monumentalizzato nel II secolo a.C. ed è frequentato fino alla prima metà del I° secolo d.C., quando sarà definitivamente abbandonato, mentre il culto sarà trasferito nel centro urbano più influente della zona, *Potentia*, l'attuale Potenza. Il Santuario è dedicato al culto di Mephitis, la principale divinità sannita e lucana, dea liminare delle acque e degli armenti. Tale area sacra, nella sua fase di monumentalizzazione, avvenuta in età Ellenistica (III – II secolo a.C.), è caratterizzata da un complesso architettonico articolato in più livelli terrazzati collegati da ampie scalinate. Il livello superiore portato interamente alla luce si sviluppa intorno ad un ampio basolato in roccia calcarea, all'interno del quale è posto un grande altare in blocchi arenacei (Figure 8, 9) [8].

Durante la sua esistenza, il complesso sacro è stato più volte soggetto a fasi di ristrutturazione, probabilmente legate alle periodiche rimobilitazioni della frana su cui sorge il Santuario. Anche lo stesso abbandono del Santuario è verosimilmente legato alle rimobilitazioni delle molte frane presenti nella area archeologica ed in particolare ai movimenti della frana del Santuario.

Tracce evidenti di dette rimobilitazioni franose, che hanno coinvolto il Santuario, si sono palesate durante le fasi di scavo condotte dal 1969 ai giorni nostri dalla Soprintendenza Archeologica della Basilicata: muri inclinati, disarticolati e a volte caduti; livelli archeologici fortemente rimaneggiati e disturbati, chiare lesioni alle strutture monumentali; l'intero monumento e specie il suo ampio sagrato mostra un'evidente inclinazione (5% - 10%) verso NW in chiara contropendenza e in direzione del tutto contraria al normale deflusso delle acque, caratteristiche tipiche di un corpo di frana [8] (Figura 9).

Dal punto di vista geologico, l'area sacra e le porzioni contermini sono caratterizzate dall'affioramento di formazioni geologiche

strutturalmente complesse costituite da successioni marnoso – argillose, fortemente fessurate e deformate riferibili al Flysch Rosso (Cretacico superiore – Eocene) dell'Unità Lagonegrese, una formazione geologica particolarmente predisposta al dissesto idrogeologico. Il Flysch Rosso è in particolare costituito da argille marnose e marne argillose finemente scagliose con livelli di argille, di calcilutiti, di radiolariti finemente stratificati e fratturati.

L'intero versante di Rossano di Vaglio è interessato da movimenti di massa antichi e recenti periodicamente soggetti a rimobilitazioni franose e riconducibili a grandi scorrimenti rototraslazionali multipli e retrogressivi, talora evolventi a colata di terra. L'intera area archeologica ricade su una significativa frana (la frana del Santuario, Figura 10) riconducibile ad uno scorrimento rototraslazionale multiplo. Il grande corpo di frana è frazionato in almeno 3 distinti corpi di frana (rispettivamente contrassegnati da 1 a 3 nella Figura 10), ognuno dei quali dotato di un'evidente scarpata principale, superfici laterali e basali di rottura. L'area sacra in particolare è interessata dal corpo di frana centrale, che si sviluppa con una lunghezza e una larghezza rispettivamente di 200 m e 150 m. Lo spessore di frana, individuato con indagini geofisiche, è dell'ordine dei 35 – 40 m. In più punti del corpo di frana, specie nella sua zona di piede, si evidenziano fenomeni di riattivazione franosa. L'intero corpo di frana è basculato con un'inclinazione in contropendenza di 5°, a testimonianza del carattere rototraslazionale della frana (Figura 9). Analisi geomorfologiche integrate da dati archeologici portano a ritenere che la Frana del Santuario si sia verosimilmente attivata per la prima volta in tempi antecedenti al IV secolo a.C. e che l'attuale assetto geomorfologico del sito sia dovuto ad una significativa rimobilitazione franosa prodottasi dopo l'abbandono dello stesso sito avvenuto nella prima metà del I° secolo a.C.



Figura 8. Veduta del Santuario di Rossano di Vaglio dedicato alla Dea Mephitis



Figura 9. Basolato carbonatico contenente l'altare del Santuario in chiara contropendenza da scorrimento rototraslazionale



Figura 10. Carta geomorfologica della grande frana del Santuario di Mephiti

3.2 L'area archeologica di "Torre di Satriano e il Santuario lucano

L'area archeologica di Satriano di Lucania ricade lungo un acclive versante significativamente interessato da frane di diverso tipo e dimensione che ne hanno condizionato lo sviluppo [10, 11].

Quest'area rappresenta dal punto di vista archeologico una delle aree di maggiore interesse del territorio lucano per la presenza di una frequentazione antropica a partire già dall'età del Bronzo e che si è sviluppata fino al Medioevo.

L'insediamento umano ha subito nel corso del tempo una evoluzione complessa caratterizzata da abbandoni e successive riorganizzazioni del territorio distribuite diversamente nello spazio. Il primo abbandono è stato riconosciuto tra il tardo Bronzo e l'età del Ferro, a cui segue una ripopolazione nel corso del VIII secolo a.C. come testimoniato da sepolture rinvenute nell'area. La maggiore fase di crescita dell'insediamento indigeno pre-lucano avviene a partire dal VI secolo a.C. che coincide con l'impianto di un nucleo insediativo con relativa necropoli, lungo il versante meridionale della Torre di Satriano. Nel IV-III secolo a.C. si verificano grandi trasformazioni nell'area che coincidono con l'arrivo di genti lucane. Risale a quest'epoca l'impianto del Santuario che viene ubicato nei pressi di una sorgente e non lontano da un tratturo che favoriva l'interazione tra

genti, distribuite su un territorio abbastanza vasto, e rappresentava un asse viario di collegamento tra il settore tirrenico della penisola e quello ionico. L'attività del Santuario si sviluppa in un arco temporale abbastanza ampio caratterizzato però da momenti di rarefazione della documentazione anche piuttosto prolungati come quello avvenuto tra II sec. e inizio del I sec. a.C., fino ad arrivare al suo completo abbandono nel I sec. d.C. Durante il suo periodo di attività il Santuario è stato oggetto di ripetute ristrutturazioni tra il III ed il I sec. a.C. che hanno portato all'abbandono del ripiano inferiore su cui sorgeva uno dei fabbricati a favore di quello superiore a causa di danneggiamenti nelle strutture fondali. La scomparsa del nucleo abitativo lucano inizia a partire dalla fine del III sec. a.C., probabile conseguenza del fenomeno di romanizzazione del territorio che porterà alla nascita di nuove realtà urbane come Potentia. Nel Medioevo, infine, si verifica un ripopolamento con la nascita di *Satrianum* che diventa un'importante sede vescovile nel XII secolo d.C. [10].

Il rilievo della Torre di Satriano è scolpito interamente in terreni mesozoici noti in letteratura geologica come Unità Lagonegresi. In particolare, il nucleo roccioso centrale che forma la parte collinare e più rilevata della Torre di Satriano è costituito dalla Formazione dei Calcari con Selce, rappresentati da un'alternanza di strati centimetrici di rocce calcaree e calcareo marnose a luoghi dolomitizzate che contengono al loro interno liste e noduli di selce nera. Dove il rilievo diventa meno aspro ed assume pendenze meno accentuate si passa a depositi argillosi finemente scagliettati di colore vinaccia che si alternano a marne silicifere ed arenarie micacee riconducibili alla Formazione di Monte Facito. Nelle parti basse del versante affiorano terreni strutturalmente complessi riconducibili: alla Formazione dei Galestri, rappresentata da una alternanza di strati da centimetrici a decimetrici di argilliti grigie e nere e calcari marnosi grigi massivi talora molto fratturati; al Flysch Rosso rappresentato da una associazione litologica di argilliti rosse, calcareniti e brecciole grigie. Tutte le formazioni descritte sono particolarmente vocate al dissesto idrogeologico.

Nell'area archeologica sono state individuate e definite alcune decine di frane (Figura 11) che ricoprono ben il 78 % dell'area in esame. Queste frane, buona parte delle quali in stato di quiescenza, sono riconducibili a scorrimenti rototraslazionali evolventi a colate di terra. Il versante meridionale della dorsale di Torre di Satriano è interamente ricoperto da un grande movimento di massa antico riconducibile ad uno scorrimento rototraslazionale che evolve ad un grande corpo di colata di terra (Figura 11). Questa grande frana è lunga 2600 m, larga 150 – 700 m e si estende, con un'inclinazione media di 10°, tra le quote 850 – 605 m s.l.m. Il Santuario Lucano ricade nella parte superiore ed orientale del corpo di frana

ed in particolare su un terrazzo di frana caratterizzato da una rotazione in contropendenza dell'ordine dei 13° (Figura 12).

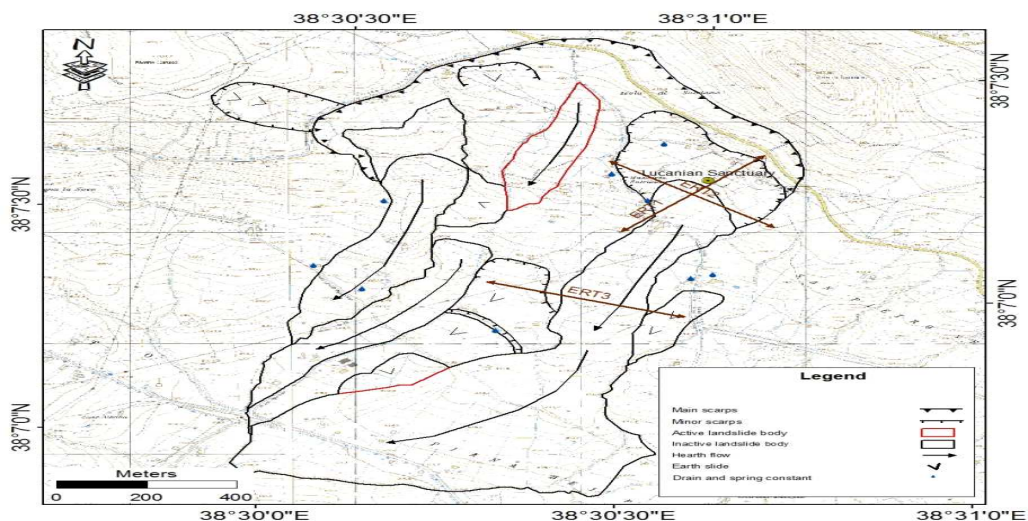


Figura 11. Carta geomorfologica e delle frane del sito archeologico di Satriano di Lucania.



Figura 12. Santuario Lucano. Si noti il basculamento del basolato dovuto alla riattivazione della grande frana del Santuario.

Tale frana ha verosimilmente subito delle fasi di attività durante la vita del Santuario; infatti, le sue strutture fondali mostrano segni di deformazioni progressive evidenziate da deformazione per taglio nello spigolo in basso a sinistra nel ripiano inferiore dell'edificio e da rotazioni contromonte dei muri portanti della struttura nel ripiano superiore. Durante gli scavi è stato messo in luce un piano di taglio con indicatori cinematici a basso angolo lungo il bordo inferiore sinistro dell'area di scavo rappresentativi di una superficie di scivolamento che ha dislocato solo la porzione inferiore del luogo di culto.

STRUTTURE CASTELLANE LUCANE E MOVIMENTI FRANOSI

In Basilicata sono numerose le strutture castellane di pregio riconducibili ad età medievale. Recenti studi hanno investigato le connessioni fra il degrado strutturale di 34 strutture castellane e i fenomeni naturali, con particolare riferimento alle frane. È stato accertato che l'attuale stato di degrado dei manufatti storico-monumentali investigati è dovuto, più che ai normali e lenti processi di degradazione, ad eventi naturali periodici, rapidi e devastanti [12].

Non sono pochi i Castelli in parte o totalmente crollati in seguito ad un sisma (ad esempio i *Castelli di Balvano, Brienza, Melfi, Muro Lucano, Pescopagano, Miglionico, Tricarico*). In particolare, il terremoto del 1857, di cui abbiamo già parlato, ha lesionato i *Castelli di Melfi, San Fele, Muro Lucano, Lavello, Laurenzana, Lagopesole, Miglionico*. Svariati Castelli sono soggetti a rischio di frana; fra questi meritano la menzione i *Castelli di Brindisi di Montagna, di Lauria, di Laurenzana, di Tricarico, di Stigliano e di Pescopagano*.

Il Castello di Lauria, possedimento di Ruggero Ammiraglio di Aragona, rappresenta un emblematico esempio di insediamento castellano che, per l'esser stato edificato su un antico corpo di frana, si è ormai ridotto ad un rudere. In particolare, il Castello sorge sulla sommità di una scaglia carbonatica molto fessurata scivolata in tempi remoti dal retrostante rilievo, su cui è ben evidente la nicchia di distacco (Figura 13). L'ammasso carbonatico, disarticolato con blocchi di varia dimensione potenzialmente instabili, è ancora oggi interessato da movimenti di massa lenti ed intermittenti [13] (Figura 14).

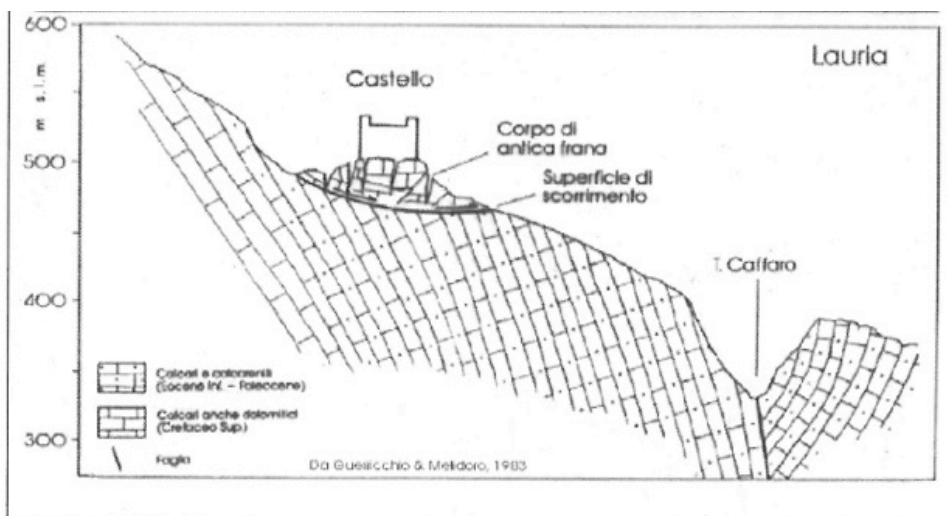


Figura 13. Il corpo di frana antico su cui sorge il Castello di Lauria [13].



Figura 14. Il Castello di Ruggero di Lauria ormai ridotto ad un rudere costruito sul vecchio ammasso carbonatico scivolato.

Alcuni Castelli, tra cui la fortificazione di Craco, sono soggetti ad un lento degrado dovuto all'azione combinata di sismi, frane ed erosione (Figura 15).

Fra tutte le strutture castellane investigate, anche il fortilizio di Brindisi di Montagna (Figura 16), edificato nel 1240, è ormai ridotto ad un rudere e rischia di andare del tutto perduto a causa dell'azione combinata di processi erosivi selettivi, di movimenti di massa di vario tipo e dimensione e di ricorrenti ed intensi sismi. In particolare, a seguito del sisma del Settembre 1694, il castello *fu atterrato... e fu rifatto assai minore* [14] .



Figura 15 La fortificazione di Craco interessata da lenti fenomeni di frana riconducibili a espandimenti laterali e a ribaltamenti.

La stretta dorsale su cui è sorto la struttura castellana e l'intero borgo di Brindisi di Montagna sono modellate in rocce arenaceo-conglomeratiche mioceniche molto fessurate riconducibili al cosiddetto Flysch di Gorgoglione, posto in contatto tettonico con il Flysch Galestrino, un'alternanza di argilliti marnose silicifere e calcareniti particolarmente predisposta al franamento.

In Figura 16 è riportato uno schema geomorfologico dell'area, nel quale, per ragione di scala, sono solo riportate alcune delle numerose frane censite. Queste ultime sono particolarmente presenti lungo il versante orientale dell'ardita dorsale su cui sorge la struttura castellana. Oltre ai fenomeni di crollo e ribaltamento di blocchi arenacei, sono presenti numerosi corpi di frana antichi e recenti, in alcuni casi ancora attivi e che quasi lambiscono le fondazioni del Castello federiciano [12].

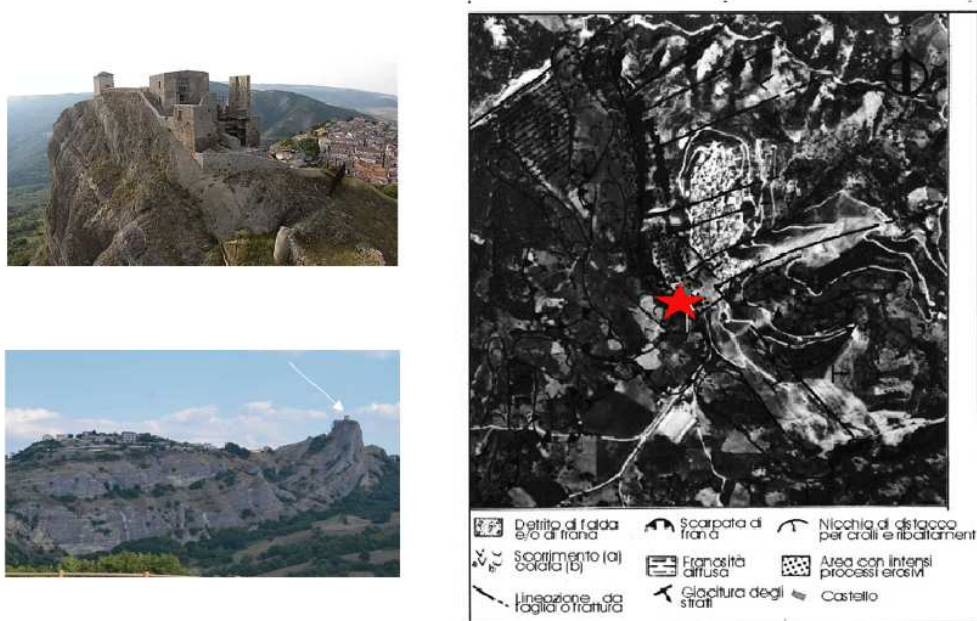


Figura 16. Il Castello di Brindisi di Montagna. In alto alcune vedute della struttura castellana. In basso la Carta geomorfologica della dorsale su cui sorge il Castello. (La freccia bianca e la stella rossa indicano il Castello)

4. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA NEL PARCO ARCHEOLOGICO STORICO NATURALE DELLE CHIESE RUPESTRI DEL MATERANO

Lungo gli acclivi versanti della Gravina di Matera, un profondo ed aspro canyon che attraversa i calcari cretaci della cosiddetta Murgia Materana in Basilicata, si è generata e conseguentemente sviluppata una *Civiltà Rupestre*, di cui i Sassi di Matera – Rioni storici cittadini – e i numerosi (più di 100) luoghi di culto – chiese, cenobi, eremi, laure, complessi monastici – presenti nel Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri, ne sono gli esempi più rappresentativi e celebrati; infatti, l'UNESCO nel 1993 li ha riconosciuti come Patrimonio Mondiale dell'Umanità [14, 15]. La nascita e l'evoluzione architettonica e sociale di questa Civiltà Rupestre, presente sia nel Materano che in un'ampia zona della vicina Puglia, sono state favorite dalle peculiari caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche che soddisfacevano appieno le esigenze e le necessità socio-economiche, religiose e strategiche delle popolazioni medievali lucane [16, 17, 18]: la possibilità di dotarsi di abitazioni poco costose, garantita dalla buona lavorabilità e scavabilità della Calcarene di Gravina (la formazione

rocciosa ampiamente affiorante lungo le parti alte della Gravina di Matera), associata alla presenza di numerose cavità naturali; la non agevole individuazione dei siti insediativi, al fine di sfuggire alle incalzanti orde barbariche o alle persecuzioni iconoclastiche o di godere di isolamento per soddisfare la vocazione eremitica, tutelata dall'articolata e complessa geomorfologia della *Gravina*, caratterizzata da andamenti tortuosi del solco fluviale, da aspri anfratti e recessi modellati negli spalti calcarenitici; l'opportunità di soddisfare il bisogno di Dio con la diffusa edificazione, fra l'VIII e il XIII sec. a. C., di chiese rupestri, cenobi, cripte ed asceteri, affrescati con immagini sacre, viva testimonianza di civiltà monastiche di rito latino o greco-bizantino.

Siffatto ambiente geologico-strutturale e geomorfologico predispone nel contempo i ripidi versanti forratici della Gravina di Matera ad una diffusa e intensa fragilità geomorfologica e un generale stato di dissesto che si palesa con rapidi e significativi crolli, ribaltamenti e scivolamenti di blocchi calcarei e calcarenitici (Figura 17). Tale diffusa e intensa dinamica gravitativa si ripecute, danneggiandole, sulle pregevoli testimonianze rupestri presenti sia nei Sassi di Matera che nel Parco delle Chiese Rupestri.



Figura 17. Belvedere delle Chiese Rupestri. Blocchi calcarenitici in precario stato di stabilità o già crollati in prossimità di testimonianze rupestri

A conferma di quanto fin qui detto, recenti studi, condotti dallo scrivente e che hanno riguardato il rischio geo-archeologico di ampie aree del Parco delle Chiese Rupestri in cui ricadono 38 Chiese Rupestri, hanno evidenziato che di queste Chiese, ben 25 sono soggette a dissesto idrogeologico per frana e/o erosione, mentre 19 di esse sono interessate da dissesti (Figura 18).

Uno dei siti rupestri maggiormente soggetto ad instabilità di versante è il Belvedere delle Chiese Rupestri (Figura 19). Questo sito è caratterizzato da acclivi versanti che si elevano per circa 200 m a sinistra idrografica del

Torrente Gravina di Matera; un ripiano di abrasione marina, posto a quota di 405 – 415 m s.l.m. delimita superiormente l'area investigata.

Tale sito è modellato nella successione carbonatica costituita dal Calcere di Altamura (Cretacico Superiore) e dalla Calcarenite di Matera (Pliocene Superiore – Pleistocene Inferiore), il cui contatto geologico è di tipo trasgressivo, è ben marcato ed è disposto a franapoggio con inclinazioni medie intorno a 8° - 12° . Lo spessore della Calcarenite di Gravina è dell'ordine dei 50 metri (Figura 19).

Nel sito Belvedere delle Chiese Rupestri sono presenti, oltre a numerose grotte cavate nei teneri terreni calcarenitici, molte delle quali modificate dall'architettura rupestre e destinate a luoghi di culto, alcune significative chiese di varie dimensioni e con uno stato di conservazione variabile: si ricordano le Chiese di San Vito, Sant'Agnese, della Madonna delle Tre Porte. In queste cripte, caratterizzate da architetture più o meno complesse, sono presenti affreschi medievali di buona fattura, non di rado degradati.

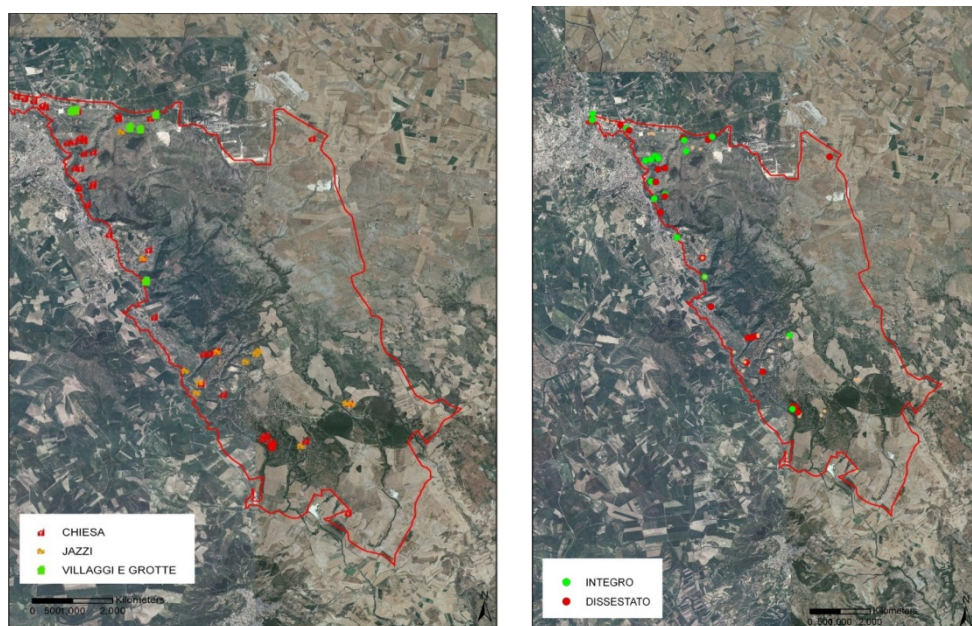


Figura 18. Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano. Ubicazione delle principali testimonianze rupestri (a sinistra); stato di conservazione delle testimonianze rupestri investigate (a destra).

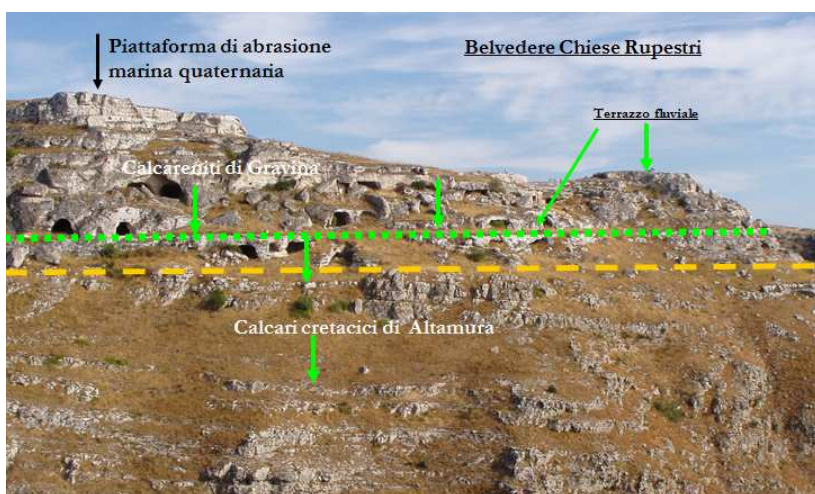


Figura 19. Belvedere delle Chiese Rupestri: una sezione geologica naturale. Si notino le molte grotte, alcune delle quali occupate da luoghi di culto.

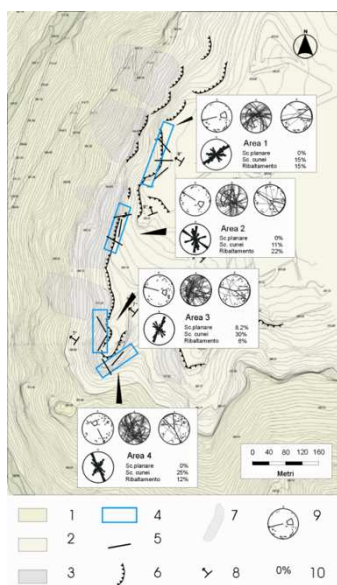


Figura 20. Carta geomorfologica e di stabilità cinematica del sito Belvedere delle Chiese Rupestri. 1) Depositi alluvionali recenti. 2) Formazione della Calcarenite di Gravina. 3) Formazione del Calcarea di Altamura. 4) Aree interessate da rilievi geostutturali. 5) Famiglie di fessurazione. 6) Nicchie e scarpate di frana. 7) Accumuli di frana; 8) Giacitura degli strati; 9) Analisi cinematica di stabilità. 10) Indici di pericolosità cinematica.

Come si evince dalla Figura 20, nella quale è riportata la carta geomorfologica e delle frane, il sito investigato è condizionato da movimenti di massa rapidi riconducibili a crolli, a scivolamenti e ribaltamenti diretti di blocchi che interessano in particolar modo i terreni calcarenitici e che si palesano mediante:

evidenti nicchie di distacco impostate in corrispondenza di fessure all'intersezione di più discontinuità strutturali; blocchi calcarenitici in evidente stato di precaria stabilità o già crollati (Figura 21); macereti di frana presenti al piede del versante, segno di una dinamica morfogenetica attiva.

Tale diffuso stato di dissesto idrogeologico genera condizioni di pericolosità geomorfologica; in particolare, recenti studi sulla valutazione della pericolosità di frana di queste aree, basati sull'applicazioni di tecniche di logica Fuzzy, hanno evidenziato che la gran parte del sito Belvedere Chiese Rupestri è caratterizzato da pericolosità di frana variabile fra media ed elevata [16].



Figura 21. Alcune situazioni di instabilità dei versanti nel sito Belvedere delle Chiese Rupestri

La conoscenza della pericolosità di frana è particolarmente importante in aree sede di frequentazione turistica; infatti, la comprensione dei fenomeni e della loro evoluzione spazio-temporale consente di mettere in atto azioni di tutela attiva dei visitatori (percorsi tutelati, sistemi di Early Warning, monitoraggio in continuo, ecc).

5. RIFERIMENTI

- [1] C. Trigila, M. Iadanza, B. Bussettini, B. Lastoria – “Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio – ISPRA, Rapporti 287/2018, 2018.
- [2] U. J. Andreae Martii “Liber Niger Civitatis Pisticii” 1567.
- [3] C. Levi “Cristo si è fermato ad Eboli”, pp 242, Einaudi ed., 1945.
- [4] R. Mallet “Great Neapolitan Earthquake of 1857. The first principles of observational seismology. Chapman and Hall, London, 1862.
- [5] R. Almagià, Studi geografici sulle frane. Appennino centrale e meridionale. Vol. II, Società Geografica Italiana, 1910
- [6] G. Zanardelli, Discorso Conclusivo, Viaggio in Basilicata, Potenza 29 settembre 1902.
- [7] V. Cotecchia, C. Cherubini, A. Guerricchio, R. Mastromattei. “Aliano, Città fragile della Basilicata per accentuate processi erosive e frane indotte da una evoluzione tettonica recente”. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, vol. XXX, pp 549 – 566, Bari, 1995
- [8] F. Sdao, D. Chianese, V. Lapenna, P. Lorenzo, A. Perrone, S. Piscitelli “Instabilità deiversanti in aree archeologiche della Basilicata: il caso del Santuario di Mephitis – Rossano di Vaglio (Basilicata)”. *SIRIS_ Studi e ricerche della Scuola di Specializzazione in Archeologia di Matera*, vol. 4 (2002 – 2003), pp. 119-131, 13 ff, EDIPUGLIA srl, Bari, 2003
- [9] F. Sdao, V. Simeone. Mass movements affecting Goddess Mefitis sanctuary in Rossano di Vaglio (Basilicata, southern Italy). *Journal of Cultural Heritage*, vol. 8, Issue 1, pp. 77-80, DOI:10.1016/j.culher.2006.10.004, ISSN: 1296-2074, Elsevier Ed, 2007.
- [10] S.I. Giano, F. Sdao, C. Zotta C. Analisi archeoambientale del Santuario di Torre di Satriano. In *Torre di Satriano I. Il Santuario Lucano* (Osanna M., Sica M.M. eds), *Quaderni Archeologici*, Deputazione Storia Patria per la Lucania, vol. 11, pp. 466-472, OSANNA EDIZIONI Venosa, 2005.
- [11] S. Pascale, J. Bellanova , L. Losasso, A. Perrone, A. Giocoli, S. Piscitelli, B. Murgante, F. Sdao. “Geomorphological Fragility and Mass Movements of the Archaeological Area of “Torre di Satriano”

(Basilicata, Southern Italy. Lecture Notes Computer Science, Part IV, LNCS vol. 8582, pp. 495–510, Springer International Publishing, 2014.

- [12] G. D'Ecclesiis, D. Grassi, F. Sdao. “I molteplici rischi geologici che affliggono le strutture castellane della Basilicata (Italia meridionale)”. Proc. Convegno Condizionamenti Geologici e Geotecnici nella Conservazione del Patrimonio Stoico-Culturale (GEOBEN 2000). pp. 445-452, I.A.E.G., Torino, 2000.
- [13] A. Guerricchio, G. Melidoro. “Fenomeni franosi ed assetto urbanistico dell’abitato di Lauria (Potenza)”. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, vol. XVIII, Bari, 1983
- [14] G. Stroffanella. “*Geografia d’Italia*”, Torino, 1899
- [15] F. Sdao, R. Francioso, S. Pascale, P. Rutigliano, F. Vespe. “Pericolosità geomorfologica e monitoraggio dei movimenti di massa presenti in aree del Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano, in Basilicata”. *Atti Dipartimento Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata - UNIBAS*, vol. 2, pp. 1-32, 2004.
- [16] F. Sdao, D. S. Lioi, S. Pascale, D. Caniani, I. M. Mancini. Landslide susceptibility assessment by using a neuro-fuzzy model: a case study in the Rupestrian heritage rich area of Matera. *Natural Hazards and Earth System Sciences Journal*, vol. 13 (2/2013), pp. 395 - 407, Journal of European Geosciences Union, Copernicus Publications, Germany, 2013.
- [17] C.D. Fonseca. “Civiltà rupestri in Terra Jonica”. ed. Bestetti, Roma, 1970
- [18] V. Cotecchia, D. Grassi. “Incidenze geologico-ambientali
- [19] Sull’ubicazione e lo stato di degrado degli insediamenti rupestri medievali della Puglia e della Basilicata. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, vo. XXXIII, pp 1 – 10, Bari, 1997