



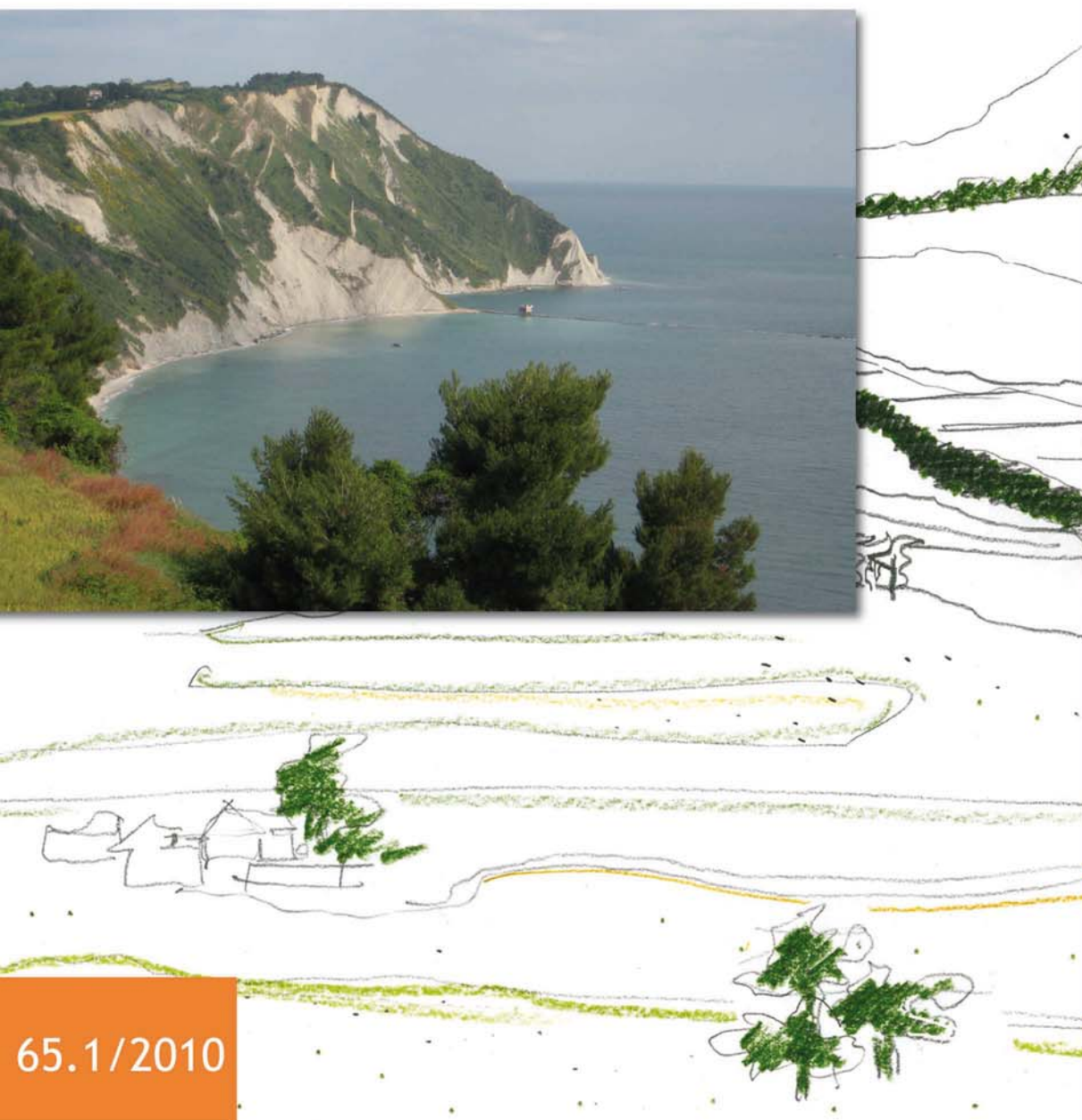
**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



**CATAP**  
Coordinamento delle Associazioni  
Tecnico-scientifiche  
per l'Ambiente e il Paesaggio

# Interazione fra infrastrutture lineari e patrimonio geologico



MANUALI E LINEE GUIDA

65.1/2010

# Interazione fra infrastrutture lineari e patrimonio geologico

**Manuali e linee guida**

**65.1 /2010**

---

## **INFORMAZIONI LEGALI**

L'ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (ISPRA) E LE PERSONE CHE AGISCONO PER CONTO DELL' ISTITUTO NON SONO RESPONSABILI PER L'USO CHE PUÒ ESSERE FATTO DELLE INFORMAZIONI CONTENUTE IN QUESTO MANUALE.

**ISPRA** – ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE  
Dipartimento Difesa della Natura - Servizio Aree Protette e Pianificazione Territoriale  
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma  
[www.isprambiente.it](http://www.isprambiente.it)

ISBN 978-88-448-0471-8

RIPRODUZIONE AUTORIZZATA CITANDO LA FONTE

## **ELABORAZIONE GRAFICA**

ISPRA – Servizio Comunicazione  
*GRAFICA:* Alessia Marinelli, Elena Porrazzo  
*FOTO DI COPERTINA:* M. Cristina Giovagnoli

## **COORDINAMENTO TIPOGRAFICO**

Daria Mazzella  
ISPRA – Settore Editoria

## **AMMINISTRAZIONE:**

Olimpia Di Girolamo  
ISPRA – Settore Editoria

## **DISTRIBUZIONE:**

Michelina Porcarelli  
ISPRA – Settore Editoria

FINITO DI STAMPARE NOVEMBRE 2010

---

## **AUTORI**

Mario Bentivenga SIGEA (Società Italiana di Geologia Ambientale)

Maria Cristina Giovagnoli ISPRA, NAT, Servizio Aree Protette e Pianificazione Territoriale

Giuseppe Palladino SIGEA (Società Italiana di Geologia Ambientale)

Valerio Ruscito ISPRA, NAT, Servizio Aree Protette e Pianificazione Territoriale

Aristide Paolo Sciacca ISPRA, AMB, Servizio Valutazioni Ambientali

---

## INDICE

### Capitolo I

Premessa.....	5
1.1 Descrivere il patrimonio geologico.....	5
1.2 Il patrimonio geologico come risorsa.....	7
1.3 Normativa.....	7

### Capitolo II

2.1 Le interazioni fra patrimonio geologico e infrastrutture ed opportunità di valorizzazione.....	9
2.2 Le fasi della progettazione delle opere e la scelta delle alternative.....	10
2.3 Le metodologie per la selezione delle alternative.....	11
2.4 Possibili mitigazioni.....	14
2.4.1 Esempio 1: Interazione tra autostrada e geosito di tipo idrogeologico-geomorfologico.....	14
2.4.2 Esempio 2: Interazione tra strada provinciale e geosito di tipo geomorfologico.....	19
2.4.3 Esempio 3: Interazione tra strada statale e geosito di tipo carsico ipogeo.....	24
2.4.4 Esempio 4: Interazione tra strada comunale e geosito di tipo paleontologico.....	27

<b>Bibliografia.....</b>	<b>31</b>
--------------------------	-----------

<b>Glossario.....</b>	<b>33</b>
-----------------------	-----------

### Appendice

Scheda per l'inventario dei geositi italiani.....	37
---	----

---

# CAPITOLO I

## Premessa

Il patrimonio geologico è l'ossatura del paesaggio; costituisce la struttura del territorio e la storia della sua evoluzione, rappresentando la base su cui si sono impostate ed evolute tutte le altre componenti.

L'elemento fondamentale del patrimonio geologico è costituito da quei siti nei quali è possibile osservare particolari elementi di interesse geologico (sequenze stratigrafiche, esposizione di fossili, minerali, elementi morfologici del paesaggio, ecc.) e cioè quei luoghi ai quali è possibile applicare la definizione di geosito.

Il termine geosito può essere utilizzato in molti contesti: sia per elementi di superficie circoscritti, sia per gruppi di siti o territori di maggiore estensione.

L'insieme dei geositi di un determinato territorio costituisce, dunque, il suo patrimonio geologico e ne esprime la geodiversità.

## 1.1 Descrivere il patrimonio geologico

Dal 1994, quando W.A.P. Wimbledon utilizzò la parola geosito per la prima volta (fino ad allora si era preferito il termine geotopo, di origine germanica, oggi quasi caduto in disuso), sono state date molte definizioni di geosito: la più utilizzata è quella che definisce geosito ogni località, area o territorio ove sia possibile individuare un interesse geologico per la conservazione (Wimbledon, 1996). Si tratta dunque di 'singolarità' geologiche che per rarità, valore scientifico e bellezza paesaggistica, possono essere considerate dei veri e propri monumenti geologici da salvaguardare, tutelare e valorizzare.

In Italia i soggetti che realizzano progetti inerenti il patrimonio geologico sono: l'ISPRA e le Amministrazioni pubbliche, affiancate da alcune associazioni come la SIGEA e ProGEO e da alcune Università ed Enti di ricerca.

Il soggetto che gestisce a livello nazionale la raccolta sistematica dei dati relativi ai geositi è l'ISPRA. Il progetto, iniziato nel 2000 dal Servizio Geologico Nazionale, prevedeva la raccolta delle segnalazioni relative ai geositi giunte da Enti Locali e di ricerca, Università, dottorandi, liberi professionisti e studenti. Attualmente questo tipo di segnalazioni è stato affiancato dall'attività, svolta in collaborazione con Regioni, Province autonome e Province, di revisione e di aggiornamento dei contenuti del censimento. I dati censiti dall'ISPRA sono stati raccolti e catalogati nella banca dati Geositi, con l'obiettivo di realizzare:

- un centro nazionale di raccolta dati e metadati sui siti di interesse geologico;
- un polo informativo e di coordinamento per la conoscenza, valorizzazione e conservazione del patrimonio geologico;
- uno strumento a disposizione della Pubblica Amministrazione per la pianificazione territoriale.

La banca dati Geositi è consultabile *online* sul sito dell'ISPRA (<http://sgi2.isprambiente.it/geositi>). Qui è possibile effettuare ricerche (principalmente a carattere geografico) ed accedere ad una selezione delle informazioni presenti nella banca stessa. Per avere informazioni più dettagliate è possibile inviare una richiesta scritta via e-mail all'indirizzo: [geositi@isprambiente.it](mailto:geositi@isprambiente.it).

Nella fase progettuale dell'infrastruttura, è necessario acquisire tutte le informazioni disponibili sulla presenza nell'area di elementi appartenenti al patrimonio geologico, sia con studi sul campo, sia attingendo alle banche dati esistenti, senza dimenticare un'approfondita ricerca bibliografica. La banca dati Geositi dell'ISPRA, di facile consultazione, come già citato, sarà il principale strumento a disposizione di questa indagine. Sarà opportuno consultare le banche dati regionali, quando esistenti, consultabili, con poche eccezioni, soltanto presso le Amministrazioni, tenendo anche presente i Piani Territoriali provinciali e i piani urbanistici comunali nei quali alcune amministrazioni hanno inserito i geositi.

---

L'acquisizione di informazioni sulla presenza di geositi avviene, come già detto, anche direttamente sul terreno tramite il rilevamento geologico: questo è uno strumento di conoscenza di base nella progettazione di infrastrutture nel territorio.

Lo studio del patrimonio geologico sarà restituito in una carta (scala 1:5.000 o maggiore) con relativa nota geologica dettagliata.

I geositi dovranno essere descritti in accordo con la scheda ISPRA (in allegato), disponibile sul sito web dell'ISPRA. La scheda prevede che il geosito venga classificato in modo qualitativo, in base, cioè, all'interesse scientifico primario, ad esempio: geomorfologico, nel caso di forme del territorio particolarmente importanti (conoidi, valli sospese, ecc.); carsico epigeo o ipogeo (doline, grotte); paleontologico (giacimenti fossiliferi di particolare importanza scientifica) e così via. Potranno essere indicati interessi scientifici secondari ed interessi contestuali (ad esempio: faunistico o escursionistico), e dovranno essere indicate le caratteristiche litologiche e geocronologiche dell'affioramento. Forma, posizione, uso del suolo e tipo di fondale, accessibilità, stato di conservazione e rischio di degrado e le informazioni relative agli eventuali vincoli legislativi completeranno la descrizione.

La classificazione di un geosito qui descritta (geomorfologico, idrogeologico, mineralogico, sedimentologico, ecc.) è di tipo *qualitativo* ed è quella adottata dall'ISPRA. Sono però noti in letteratura sistemi di valutazione *quantitativa* dei geositi i quali attribuiscono, mediante l'esame di parametri che variano in relazione al tipo di metodo utilizzato, un valore numerico al geosito: nel metodo elaborato dalla Regione Lazio (in una versione modificata viene utilizzato dall'ISPRA per il Repertorio dei geositi di interesse nazionale), tali parametri sono 5: rappresentatività (RP), rarità (RR), valore economico (E), valore scenico-estetico (SE), valore storico-archeo-culturale (SAC). Nel corso degli ultimi due decenni sono stati sviluppati diversi metodi di questo tipo che arrivano a considerare fino a 50 attributi diversi, con l'obiettivo di ridurre la soggettività nella selezione dei geositi. Qualora si intenda utilizzare uno di questi metodi, tutti molto accurati ma complessi, sarà necessario indicare il riferimento bibliografico e aggiungere almeno la lista degli attributi considerati.

---

## 1.2 Il patrimonio geologico come risorsa

Conoscere e conservare il patrimonio geologico di un Paese è di fondamentale importanza; ogni geosito, infatti, è in grado di fornire un contributo utile alla comprensione della storia geologica di una regione e riveste, quindi, grande interesse anche in relazione al paesaggio, alla geodiversità e, non da ultimo, può avere rilevanza turistica e quindi economica. Negli ultimi anni si sono andati sviluppando numerosi progetti di valorizzazione di geositi in questa direzione. L'esempio più evidente è quello dei Geopark (sette nel 2010) della rete EGN (UNESCO) in cui l'idea dell'utilizzo del patrimonio geologico come risorsa economica è alla base della definizione di geopark ed è quella su cui si fonda anche la Rete Europea dei Geoparchi (EGN).

## 1.3 La Normativa

Il bene geologico, pur rappresentando una testimonianza della storia della Terra non riproducibile una volta distrutta, è spesso soggetto a degrado ed a devastazione a causa della trasformazione del paesaggio. Solo occasionalmente il patrimonio geologico è stato oggetto dell'attenzione del legislatore, anche se, già nella prima metà del secolo scorso, la legge del 29 giugno 1939 n°1497 "Protezione delle bellezze naturali" indicava le "singolarità" geologiche come soggette a tutela.

Anche se la presenza di beni geologici può essere il motivo per l'istituzione di un'area protetta, secondo la legge 6/12/1991 N. 394 "Legge Quadro sulle aree protette" (art. 1 comma 2), è con il Codice Urbani (D.L. 42/2004) che il patrimonio geologico entra nella pianificazione paesaggistica (art. 136). A seguito di questa legge, molte Amministrazioni locali hanno avviato attività di censimento dei geositi presenti nel loro territorio: in modo particolare la Regione Emilia Romagna, il Lazio, la Campania e il Friuli Venezia Giulia. Le informazioni sui geositi censiti dalla Emilia Romagna e quelli della Provincia Autonoma di Trento sono consultabili sui rispettivi siti istituzionali.

A livello regionale, la prima a dotarsi di una legge è stata l'Emilia Romagna, con deliberazione legislativa n° 19/2006, "Norme per la conservazione e valorizzazione della geodiversità dell'Emilia-Romagna e delle attività ad essa collegate".

Tre anni dopo, il 6 ottobre del 2009, la Regione Liguria ha promulgato la Legge Regionale n°39: "Norme per la valorizzazione della geodiversità, dei geositi e delle aree carsiche in Liguria".

Per ultima la Regione Puglia ha promulgato la Legge Regionale n° 33 del 4 dicembre 2009 "Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico".

Alcune delle Regioni hanno inserito nel Piano Territoriale Paesistico regionale una selezione dei geositi individuati e scelti tra quelli di maggiore interesse scientifico e paesaggistico (è il caso della Regione Lazio); altre, come la Campania, hanno preferito inserire tutti i geositi censiti (400 in questo caso) nel PTPR.

È necessario ricordare che, in mancanza di un'apposita legge regionale per la tutela del patrimonio geologico, l'inserimento dei geositi nei PTPR fornisce un importante strumento per la loro protezione.

Al fine di tutelare il patrimonio geologico, la regione Campania ha istituito il Catasto regionale dei geositi, presso il Settore Difesa del Suolo, contenente l'individuazione cartografica georeferenziata, la descrizione, la classificazione e la valutazione dei singoli geositi riconosciuti sul territorio regionale e approvati dal Settore. In accordo con il Piano Territoriale Regionale, PTR, (L.R. N. 13 del 13 ottobre 2008) i geositi inseriti nel Catasto regionale sono da considerare componenti strutturali degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica (cap. 6.3.2. PTR). I geositi classificati come Cf (geositi destinati alla fruizione pubblica) sono soggetti oltre alle misure di tutela anche ad azioni ed interventi di valorizzazione.

Il Piano Territoriale Paesistico (PTPR) della regione Lazio, adottato dalla Giunta Regionale con atti n. 556 del 25 luglio 2007 e n. 1025 del 21 dicembre 2007, all'art. 47 (beni puntuali e lineari diffusi testimonianza dei caratteri di identitari vegetazionali, geomorfologici e carsico-ipogei e la relativa fascia di territorio contermini), "Nella categoria dei beni paesaggistici tipizzati appartengono le cavità carsico-ipogee di cui alla legge L.R. n. 20 del 1999, forme e monumenti geomorfologici, sorgenti importanti per chimismo, depositi fossiliferi,



---

riconducibili ai geositi”. Con Deliberazione della Giunta Regionale del 13 novembre 2009 N.859 (BURL N. 7 del 20 febbraio 2010) ha pubblicato l'elenco dei siti di interesse regionale, da inserire nel PTPR.

La regione Lombardia ha formalmente riconosciuto i geositi come elementi identificativi del paesaggio lombardo nell'ambito del Piano Paesaggistico Regionale (PPR). Un gruppo di 264 geositi, ritenuti di rilevanza regionale, sono stati inseriti nel PPR, affidando alla pianificazione provinciale il compito di definire le modalità di tutela e di fruizione di questi siti e di individuare altri siti di rilevanza locale, sulla base dei criteri regionali. Particolare attenzione è rivolta all'Oltrepò pavese, per il quale il PTC della Provincia di Pavia è tenuto ad individuare i numerosi geositi di rilevanza regionale e locale esistenti e quindi delinearne specifici indirizzi e norme per la salvaguardia ed azioni per la valorizzazione. Per quanto riguarda la regione Lombardia quindi, qualora un geosito censito si trovi sul tracciato dell'infrastruttura, sarà necessario contattare le autorità locali (Provincia e Comune) per conoscere a quali tutele sia sottoposto il geosito.

---

## CAPITOLO II

### 2.1 Le interazioni fra patrimonio geologico e infrastrutture ed opportunità di valorizzazione

Parlando di interazioni delle infrastrutture sul patrimonio geologico è importante definire le tipologie dei beni ed i valori in questione.

Nella scheda per il censimento del patrimonio geologico adottata da ISPRA, come in quella utilizzata da molte regioni italiane, generalmente viene definito il tipo di interesse che caratterizza il singolo sito. Tra questi, oltre al fondamentale interesse scientifico che può essere di tipo:

- stratigrafico e litologico,
- sedimentologico,
- paleontologico,
- mineralogico,
- strutturale,
- idrogeologico,
- geomorfologico,
- pedologico,
- petrografico,
- geominerario,
- vulcanologico,
- carsico (epigeo ed ipogeo),
- geostorico,

si hanno interessi correlati di altro tipo quale ad esempio: culturale, didattico, escursionistico, storico, paesaggistico ecc. Questa 'classificazione' del patrimonio geologico prende in considerazione anche termini che ricorrono nelle numerose definizioni del termine 'geodiversità', senza fare ricorso al concetto, di difficile definizione e applicazione, e intorno al quale il dibattito è ancora molto animato. Il metodo utilizzato dall'ISPRA si basa su un'analisi delle componenti naturalistiche del paesaggio e sulle relazioni con il sistema antropico, tralasciando di considerare un aspetto indubbiamente importante, quello economico, sia quando legato alla possibilità di sfruttamento della risorsa (minerali, metalli, idrocarburi), sia quando connesso con la possibilità dell'utilizzo turistico della risorsa geologica (geoturismo).

In termini generali l'interazione tra il patrimonio geologico e le infrastrutture determina invece spesso una perdita od una riduzione, oltre che del bene stesso, anche di uno o più dei valori ad esso associati.

La realizzazione di un tracciato stradale o ferroviario, ad esempio, può determinare la perdita completa o parziale di un sito o la sua frammentazione. La fruibilità o la visibilità di un determinato bene potrebbe inoltre risultare impedita o limitata. In alcuni casi infine si potrà avere l'inquinamento, da parte del tracciato stradale, del sito o la compromissione di un delicato ciclo sedimentologico o carsico. In questi ultimi casi l'interferenza non è quindi data necessariamente dalla sovrapposizione diretta dell'infrastruttura sul bene, ma questo potrà essere penalizzato o danneggiato dall'infrastruttura anche se questa sarà collocata, ad esempio, a monte.

E' quindi importante, nella progettazione di una infrastruttura, prendere in considerazione tutte queste possibili interferenze e prevederne la mitigazione, nei casi in cui non sia possibile 'spostare' l'opera.

Al contrario, in alcuni casi la realizzazione di una infrastruttura può rappresentare un'occasione per scoprire nuovi elementi di interesse geoambientale. Moltissimi ritrovamenti ed in particolare affioramenti, elementi strutturali, cavità carsiche o resti paleontologici, non sarebbero mai venuti alla luce in mancanza dei lavori connessi alla realizzazione di una infrastruttura. In questi casi spetterà poi alle amministrazioni locali (comuni, province, regioni), di concerto con i responsabili della realizzazione dell'opera, stabilire le modalità migliori per la conservazione e/o la valorizzazione del bene.

Sia nel caso di interferenze inevitabili con beni di interesse geologico, già noti prima dell'inizio dei lavori, sia nel caso di interferenze con beni individuati durante la fase di realizzazione delle opere, dovrebbe essere prevista la valorizzazione del bene. Sono sempre più frequenti gli esempi, soprattutto nel nord Europa e negli Stati Uniti di aree che, nel

---

valorizzare elementi della geodiversità, hanno creato occasioni di sviluppo locale, oltre che di diffusione culturale.

In alcuni casi si potrà prevedere un sistema di promozione del bene in situ ma, qualora ciò non fosse compatibile con l'infrastruttura, si potrà anche prevedere una integrazione tra la dimensione in situ e quella ex situ, presso aree limitrofe, preferibilmente nei pressi dei luoghi di ritrovamento o affioramento. Quando possibile si potrà valorizzare estensivamente il territorio su cui insiste il patrimonio geologico, creando una sorta di "museologia diffusa". Tale sistema, oltre a consentire una valorizzazione culturale del bene, offre la possibilità di dare vita ad una serie di attività culturali parallele e di creare un indotto economico. Questo tipo di approccio tende quindi ad una valorizzazione del bene senza necessariamente creare un irrigidimento legato, ad esempio, ad una vincolistica.

## 2.2 Le fasi della progettazione delle opere e la scelta delle alternative

Nelle fasi iniziali della progettazione delle infrastrutture a sviluppo lineare, è compito dei progettisti analizzare la vincolistica e la pianificazione insistente sull'area interessata dall'opera. In questa fase quindi viene verificata la compatibilità del progetto con gli strumenti di tutela del territorio.

Successivi approfondimenti verificheranno la compatibilità ambientale dell'intervento in progetto e, in relazione alla tipologia, collocazione e dimensioni dell'opera, potranno essere necessarie ulteriori analisi o procedure per l'autorizzazione che potrebbero implicare anche l'attivazione di una procedura di VIA a livello regionale o nazionale.

Qualora un geosito fosse già stato inserito in una cartografia ufficiale riportante limitazioni sull'uso del territorio (vincoli, tutele, ecc), il progetto dovrà adeguarsi e prevedere soluzioni volte al rispetto di quanto stabilito dalle norme. In altre parole, nei casi in cui la normativa e/o la pianificazione o la vincolistica regionale o locale abbiano già tenuto conto dei geositi, questi risulteranno noti già nelle prime fasi dell'ideazione dell'opera ed il progettista sarà obbligato a tenerne conto. Al contrario, nei casi in cui ciò non fosse avvenuto è opportuno che entri a far parte della consuetudine dell'attività del progettista la verifica presso i censimenti nazionali o regionali dell'eventuale presenza di geositi, catalogati ma non protetti, nell'area interessata dal progetto.

Qualora il geosito fosse già stato censito e classificato, si dovrà tenerne conto nelle successive fasi della progettazione e sarà necessario individuare delle alternative alla realizzazione dell'opera che consentano la salvaguardia del patrimonio geologico.

È infatti nella fase della progettazione preliminare, così come definita dal D.Lgs 163 del 2006 che si dovranno studiare le diverse alternative e individuare tra queste: *“la soluzione prescelta sotto il profilo localizzativo, funzionale ed economico, nonché delle problematiche connesse all'inserimento ambientale, alle eventuali preesistenze archeologiche e alla situazione complessiva della zona, con riferimento alle altre possibili soluzioni.”*

La scelta delle alternative dovrà essere corredata da una *“descrizione generale delle soluzioni progettuali analizzate, caratterizzate sotto il profilo funzionale, tecnico (aspetti geologici, idrologici, idrogeologici, strutturali, impiantistici, ecc.) e sotto il profilo dell'inserimento ambientale (aspetti urbanistici, archeologici, vincolistici, ecc.)”*. È quindi in questa fase, attraverso valutazioni comparative che comprenderanno molteplici aspetti, che andranno confrontate e verificate le alternative e individuata la migliore.

Una terza possibilità è data dalla individuazione, da parte del gruppo di progettazione, di elementi di interesse geologico non ancora descritti e quindi non riportati in nessun catalogo e tantomeno tutelati. In questo caso è importante la fase in cui tale scoperta avviene; è facile intuire infatti che sarà più difficile conservare, rispettare o valorizzare un sito individuato durante la realizzazione dei lavori di costruzione di una infrastruttura, che un bene scoperto durante gli studi propedeutici necessari alla progettazione dell'opera. E' evidente che in questo secondo caso si avrà maggiore possibilità di prevedere delle soluzioni per mitigare l'interferenza e/o ipotizzare una valorizzazione del sito; al contrario, nel caso di aree individuate durante le lavorazioni, si avranno minori possibilità di modifiche del progetto (a costi accettabili) ed in ogni caso si correrà il rischio di un ritardo dei lavori, come spesso avviene in occasione dei ritrovamenti di beni archeologici.

---

È quindi compito del geologo, interessato alla progettazione dell'opera, riuscire a individuare le aree che, almeno potenzialmente, potrebbero presentare beni geologici "nascosti" e riuscire ad averne un quadro il più possibile completo prima dell'inizio dei lavori. È importante che questo aspetto entri a far parte del bagaglio culturale del geologo e che, durante la fase progettuale di infrastrutture, i tecnici siano a conoscenza del patrimonio geologico presente nell'area di intervento e siano preparati ad affrontare il caso in cui i lavori mettano alla luce geositi. Ciò consentirà di evitare che, come spesso accade, il patrimonio geologico venga parzialmente distrutto o nel migliore dei casi intaccato durante la realizzazione di infrastrutture.

Oltre quindi agli elaborati previsti per il progetto preliminare, che comprendono tra l'altro una carta geologica, geomorfologica e idrogeologica in scala non inferiore a 1:10.000, si potrà predisporre anche una carta sulla quale siano riportati eventuali siti già noti e una carta delle aree potenzialmente interessate dalla presenza di beni da conservare, con allegati eventuali sezioni e fotografie per rendere edotto il progettista circa il "rischio" di ritrovamento di geositi.

Sulla base di tale documento si potranno adeguatamente valutare eventuali alternative, mitigazioni e possibilità di valorizzazione.

### **2.3 Le metodologie per le selezione delle alternative**

Nella consapevolezza che la completa risoluzione tecnica dei problemi, in questo caso geologici, legati alla realizzazione di una infrastruttura, non è sempre possibile, risulta fondamentale individuare il sito o corridoio, nel caso di una infrastruttura lineare, lungo il quale appaiano minori le possibilità di interferire con geositi, al fine di limitarne l'impatto ambientale.

Una accurata scelta delle alternative, per quanto detto, risulta spesso una delle misure di mitigazione più efficace dell'impatto nei confronti degli aspetti geologici. Tale confronto, in una fase di progettazione preliminare, potrà basarsi anche su dati spesso facilmente reperibili presso gli Enti preposti (ISPRA, ARPA, Regioni, Province) e su eventuali studi integrativi.

Già la sola ricerca presso i cataloghi dei geositi e l'analisi di cartografie geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche, pedologiche e delle vulnerabilità consentirà in molti casi sia di identificare il corridoio meno problematico, sia di confrontare i diversi progetti alternativi individuando, anche attraverso l'utilizzo di specifici indicatori ambientali, quello caratterizzato da un minore impatto ambientale potenziale nei confronti dell'ambiente geologico in senso generale e, più nello specifico, nei confronti del patrimonio geologico.

In questa direzione è andata anche la cosiddetta Legge Obiettivo, che ha introdotto la procedura di VIA Speciale su progetti preliminari di grandi infrastrutture. È stato così inserito il tema "ambientale" in una fase di progettazione meno matura, fornendo la possibilità, almeno formale, sia da parte dei progettisti, sia della Commissione VIA, di operare una scelta/valutazione di più alternative di tracciato.

Da quanto detto fin qui si ha la conferma dell'importanza delle fasi preliminari della progettazione anche e soprattutto per consentire una efficace riduzione e mitigazione degli impatti associati a grandi infrastrutture lineari. Il confronto su progetti alternativi sviluppati a livello preliminare o anche solo sui corridoi utilizzabili, consente di mettere in conto tutti gli aspetti, ambientali e non, e consente una maggiore flessibilità nelle scelte.

La metodologia più comunemente impiegata per il confronto delle alternative di progetto si basa sul metodo della analisi multicriteri applicata ad un adeguato atlante di indicatori ambientali, allestiti allo scopo di rappresentare significativamente le interazioni progetto - ambiente.

In generale i Metodi Multicriteri offrono un valido supporto quando:

- di fronte a un problema si ha la necessità di dover scegliere fra più soluzioni alternative o comunque creare un ordinamento tra le stesse;
- l'ordinamento deve essere costruito in base a dei criteri che le alternative devono soddisfare;
- questi possono avere caratteristiche sia quantitative sia qualitative;
- deve essere possibile dare più o meno importanza, in maniera trasparente e ripercorribile, ai diversi criteri.

Per la definizione degli indicatori geologici da utilizzare, nel caso specifico, si potrà fare riferimento al "Manuale AAA degli Indicatori per la Valutazione di Impatto Ambientale", a

---

cura di A. G. Colombo e S. Malcevski ed in particolare al "Volume 4, Indicatori del suolo e del sottosuolo", coordinatore G. Gisotti (1997).

Nel volume gli indicatori per il sottosuolo sono raggruppati secondo il seguente schema concettuale che comprende tre sottosezioni:

**Sottosezione 1:** Indicatori litologici e fisico-meccanici (attinenti alle caratteristiche litologiche, fisiche e geomeccaniche dei corpi geologici). Questo gruppo di indicatori include essenzialmente i parametri fisici e geomeccanici delle terre e delle rocce; viene inoltre considerata la litologia come un indicatore proponendo una suddivisione fra "Unità Litologiche" (su basi prettamente geologico - formazionali) e "Unità Litotecniche" (con riferimento al comportamento geomeccanico). La finalità di questo gruppo di indicatori è prevalentemente quella di descrivere l'ambiente geologico e le caratteristiche fisico - meccaniche dei corpi rocciosi (descrittori). La maggior parte dei 42 indicatori sono di carattere quantitativo.

**Sottosezione 2 :** Indicatori geomorfologici (attinenti alle caratteristiche morfologiche, morfodinamiche, di qualità geoambientale e di alterazione geoambientale). Gli indicatori geomorfologici includono elementi relativi essenzialmente alle dinamiche geomorfiche ed erosive, raggruppate sulla base di diversi ambiti e tipologie dinamiche (dinamiche di versante, fluviale, del reticolo idrografico, di erosione costiera, eolica, ecc.). I vari indicatori sono di carattere morfologico (esempio: forma del versante), qualitativo, e/o quantitativo (esempio: indici della dinamica della rete fluviale, coefficienti di sicurezza per la stabilità dei pendii, ecc.). Sono inoltre inclusi alcuni indicatori antropici (antropismi), i quali sono in grado di descrivere le modifiche geomorfologiche, gli impatti già agenti ed in un certo senso i livelli di degrado ambientale ed indicatori relativi alla qualità ambientale (geotopi). Sono elencati 31 indicatori.

**Sottosezione 3 :** Indicatori di pericolosità geologica (attinenti alla valutazione dei rischi geologici). Gli indicatori selezionati, in relazione ai diversi rischi, sono caratterizzati da formalismi molto variabili: sono presenti parametri quantitativi, qualitativi, morfologici, tettonico - strutturali, trend, velocità, ecc. Sono riportati 57 indicatori.

Ad integrazione o in alternativa di tale set di indicatori si potrà decidere di utilizzare ulteriori indicatori di tipo indiretto o grandezze fisiche, esprimibili in forma parametrica, in grado di rappresentare significativamente alcuni aspetti relativi agli impatti esercitati sul territorio dalle varie alternative. Tali parametri non costituiranno di fatto dei veri e propri "indicatori ambientali" nel senso stretto del termine, in quanto non saranno finalizzati esclusivamente alla rappresentazione dello stato delle componenti ambientali in esame; saranno soprattutto orientati alla descrizione di alcuni aspetti dei potenziali impatti determinabili, in seguito alla realizzazione delle alternative esaminate, a carico delle componenti ambientali nel territorio interferito dall'intervento e permetteranno un rapido confronto tra le alternative in esame.

Dato il carattere comparativo questa semplificazione appare del tutto legittima, in quanto il dato rilevante che si vuole ottenere è la differenza di prestazione ambientale delle ipotesi progettuali in esame. Questi parametri potranno pertanto comprendere, ad esempio, anche elementi descrittivi delle caratteristiche del progetto, calcoli di superfici, distanze, percentuali ove queste risultino significative ai fini della rappresentazione comparativa degli impatti determinati dalle varie alternative. E' evidente inoltre che gli indicatori da selezionare, nel caso dello studio di alternative progettuali, non saranno solo di tipo geologico, ma si dovranno considerare anche aspetti attinenti alle altre componenti, oltre a indicatori che permetteranno di quantificare le interferenze con piani, programmi, vincoli ecc. Tale metodo è in grado di rendere più precise, grazie all'introduzione di parametri numerici facilmente verificabili, le operazioni di confronto quantitativo tra gli impatti.

In questa fase il compito che dovrà assolvere il geologo incaricato della progettazione o dello studio di inserimento (o di impatto) ambientale, sarà quello di individuare e inserire nelle valutazioni e tra gli indicatori, quei parametri che permettano di verificare le interferenze con geositi conosciuti o con aree a rischio di rinvenimento.

Un volta definito il set di indicatori ed effettuati i calcoli per quantificarli, le metodologie generalmente utilizzate nella analisi multicriteri (alle cui metodologie si rimanda per informazioni più dettagliate) prevedono i seguenti passaggi:

- **Normalizzazione:** i dati ricavati dal calcolo degli indicatori non sono confrontabili tra loro, essendo frutto di misurazioni di grandezze differenti, effettuate con scale senza alcuna relazione le une con le altre. In mancanza di questo passaggio i risultati dei calcoli non avrebbero senso quantitativo né sarebbero confrontabili. Per la normalizzazione esistono diverse metodiche (zero-massimo, media, minimo-massimo, ecc.).

- 
- **Aggregazione:** ha lo scopo di ottenere un numero minore di parametri, rappresentativi delle componenti ambientali in esame e di attribuire, in definitiva, un solo valore per ogni componente ambientale studiata. Tale operazione rende comparabili gli impatti sulle diverse componenti, superando il limite derivante dall'aver utilizzato per ciascuna componente un numero di volta in volta diverso di indicatori, a causa della necessità di rappresentare esaustivamente i diversi aspetti d'impatto su ciascuna componente.
  - **Confronto a coppie:** è un percorso operativo in grado di accogliere i diversi "punti di vista" esprimibili dai protagonisti del processo decisionale e che consente di fornire ordinamenti di preferenza avvalorati da altre informazioni a supporto della decisione.

L'individuazione di parametri dotati di efficace rappresentatività nei confronti degli aspetti legati al patrimonio geologico permetterà di inserirli nel complesso delle valutazioni, che dovranno contemplare anche altri, differenti fattori e componenti ambientali.

L'eventuale interferenza con geositi e con aree ad alta probabilità di rinvenimento di elementi del patrimonio geologico permetterà, in mancanza di ulteriori fattori fortemente condizionanti, di privilegiare soluzioni alternative o di studiare idonee mitigazioni.

Nei casi in cui fattori economici, funzionali o legati ad altri aspetti ambientali, non consentano di evitare l'interferenza con il patrimonio geologico, allora si dovrà provvedere a individuare specifiche mitigazioni e studi adeguati dovranno documentare e censire il bene prima dell'eventuale distruzione, parziale o totale.

---

## 2.4 Possibili mitigazioni

La stesura della linea guida non può non essere accompagnata da casi reali in cui constatare quali siano le influenze che hanno le infrastrutture sul patrimonio geologico. In particolare, osservare come le infrastrutture mettono a repentaglio l'esistenza di un geosito che può anche essere di interesse internazionale.

Nella prima parte di ogni esempio, seguendo l'impostazione della scheda per l'inventario dei geositi italiani dell'ISPRA, sono state riportate, in forma schematica, le informazioni generali relative al geosito preso in considerazione.

Nella seconda parte viene descritto in dettaglio il geosito con cui l'infrastruttura lineare interferisce, riportando una carta geologica e a volte anche geomorfologica, dell'area circostante, fotografie da cui si evince il tipo di interferenza esistente tra geosito e l'infrastruttura e schemi esemplificativi. In ogni esempio viene inoltre descritta l'infrastruttura lineare, esistente o da realizzare, per poi mettere in luce gli effetti negativi che l'opera determina sul geosito. Per ogni esempio vengono prese in considerazione le possibili soluzioni adatte a mitigare, quanto più possibile, gli effetti dell'interazione tra infrastruttura viaria e geosito indicando, caso per caso, le opere di sistemazione più idonee.

### *2.4.1 Esempio 1: Interazione tra autostrada e geosito di tipo idrogeologico-geomorfologico.*

#### **Dati identificativi del geosito**

Nome del Geosito: **Lago Sirino**

Tipo acquisizione dati: da rilevamento e da bibliografia

#### **Ubicazione**

Regione: Basilicata

Provincia: Potenza

Comune: Nemoli

Toponimo/Località: Lago Sirino

Coordinate geografiche WGS84

40°05'33.62"N

15°48'36.00"E

#### **Elementi caratterizzanti il geosito**

Interesse Scientifico: idrogeologico e geomorfologico

Interesse contestuale: didattico, faunistico, botanico, escursionistico

Valutazione interesse scientifico: rappresentativo

Grado di interesse scientifico: regionale

Litologia caratterizzante: argille, calcari, selci

Geocronologia: Meso-Cenozoico

Uso del suolo: incolto

#### **Tipologia**

Forma: areale

Esposizione per cause naturali

#### **Fruizione dell'oggetto e/o dell'area**

Posizione: sovrastante il piano di calpestio

Accesso: buono

Modalità di accesso: a piedi, in auto, in bicicletta, ecc.

#### **Protezione, vincoli, conservazione**

Il sito fa parte del Parco Nazionale dell'Appennino Lucano

Stato di conservazione: buono

Rischio di degrado: sia naturale, sia antropico

## Descrizione del geosito

L'area ricade nella parte occidentale della catena appenninica meridionale che è un edificio tettonico a pieghe e sovrascorrimenti con vergenza verso est, strutturatosi a partire dall'Oligocene superiore in seguito al processo di convergenza tra il paleo margine africano ed europeo (Doglioni, 1996; Gueguen *et alii*, 1998; Patacca & Scandone, 2007) (fig. 1).

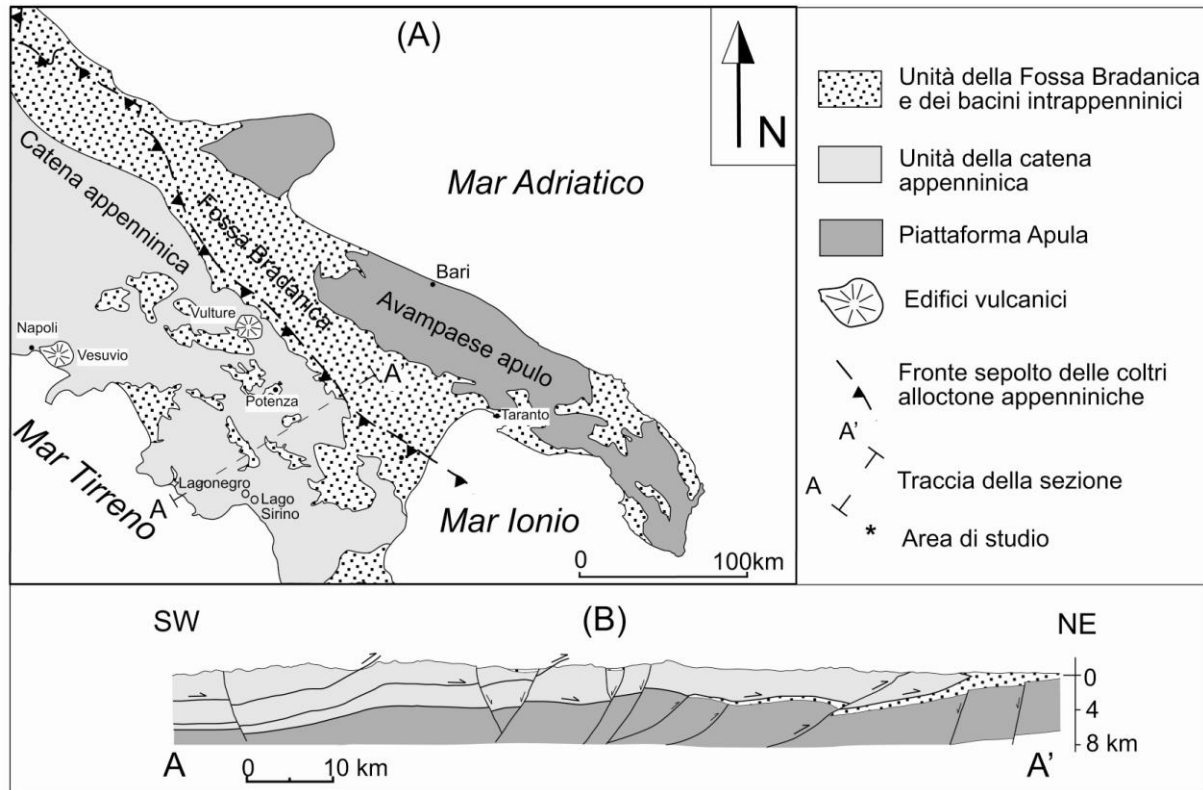


Fig. 1 – Schema geologico dell'Appennino meridionale (da Bentivenga *et alii*, 2004.)

Nell'area affiorano terreni meso-cenozoici, relativi a diversi domini paleogeografici, impilatisi durante le fasi tettoniche mioceniche (Patacca & Scandone, 2007 *cum biblio*). Le unità strutturalmente più levate sono le Unità Liguridi rappresentate dalla formazione delle Crete Nere (Bonardi *et alii*, 1988) ed affiorano nella porzione sud-occidentale. Nel settore centro-occidentale affiorano i calcari di Monte Foraporta attribuibili alla Piattaforma Appenninica. Verso Nord-Est si rinvencono i terreni appartenenti alle Unità Lagonegresi rappresentati dalle Formazioni di Monte Facito, dei Calcari con Selce, degli Scisti Silicei, dei Galestri e dal Flysch Rosso Auctorum (Scandone, 1967; 1972). Tutta l'area è stata intensamente tettonizzata come testimonia il raddoppio delle Unità Lagonegresi (Scandone, 1972). La fase compressiva ha determinato una deformazione generale dando luogo ad un sistema di pieghe orientate circa NW-SE (Mazzoli *et alii*, 2001). Durante il Quaternario si è registrata una fase tettonica fragile testimoniata da faglie normali e trascorrenti. Le faglie normali sono orientate circa N-S, N130° e N 40°, mentre quelle trascorrenti con cinematica sinistra sono orientate circa N130° (Schiattarella, 1998) (fig. 2).

Il Lago Sirino è situato lungo le pendici meridionali del Monte Sirino alla quota di 783 m s.l.m. dove affiorano le Unità Lagonegresi rappresentate, dal basso, dalle formazioni dei Calcari con Selce, dagli Scisti Silicei e dai Galestri.



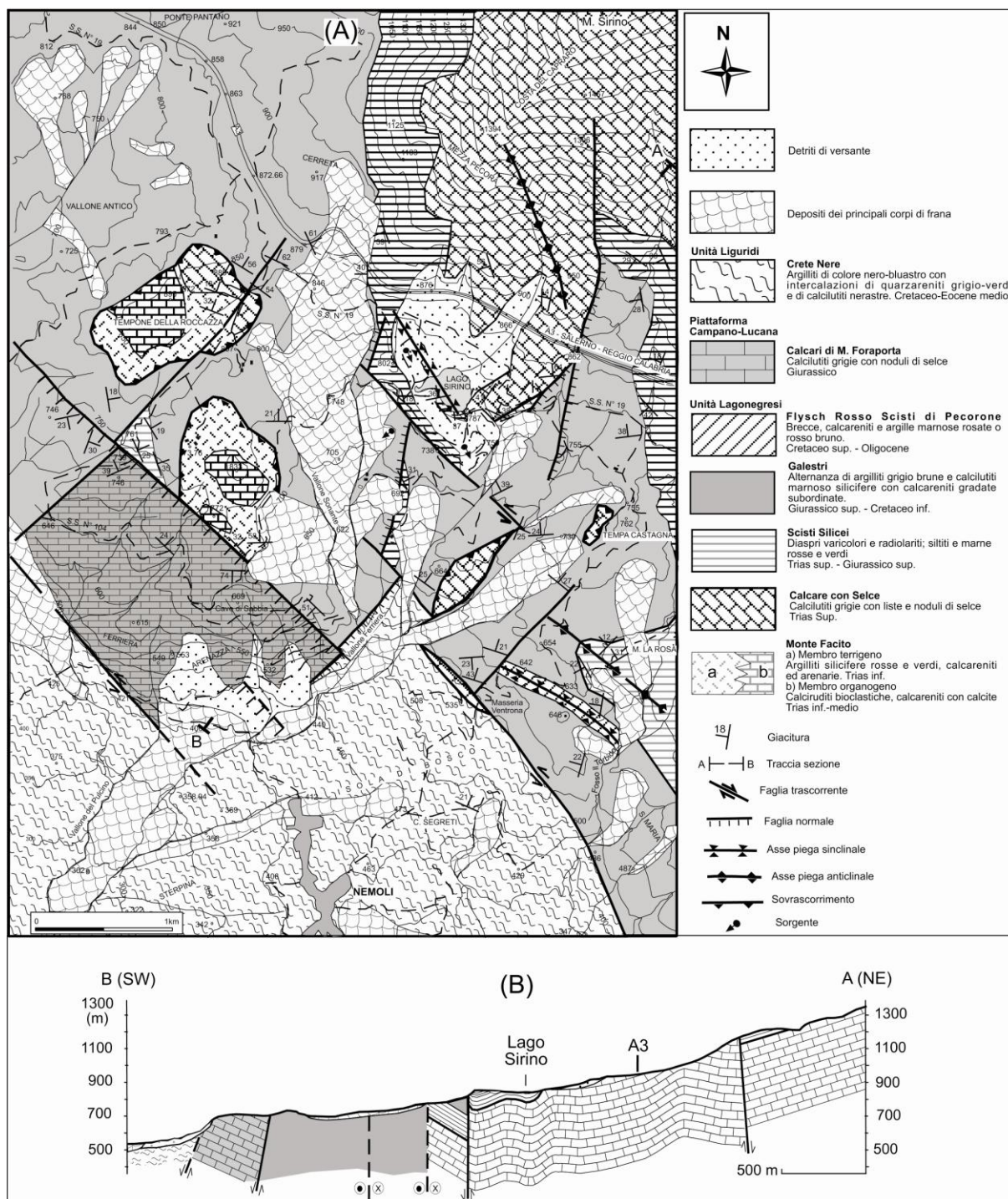


Fig. 2 – Carta e sezione geologica dell'area del lago Sirino

L'analisi geomorfologica suggerisce che la genesi dello specchio d'acqua sia dovuta alla presenza della sorgente del Sirino che si riversa in una depressione tettonica (sinclinale) colmata da detriti argillosi rossastri legati alla dissoluzione dei Calcarei con Selce (figg. 3 e 4).

### Descrizione dell'infrastruttura

Al di sopra del lago Sirino, ad una distanza di circa 400m, corre l'autostrada A3 – Salerno Reggio Calabria. Nel tratto di interesse l'autostrada A3 si sviluppa su diversi viadotti e la restante parte in trincee e passaggi a mezza costa.

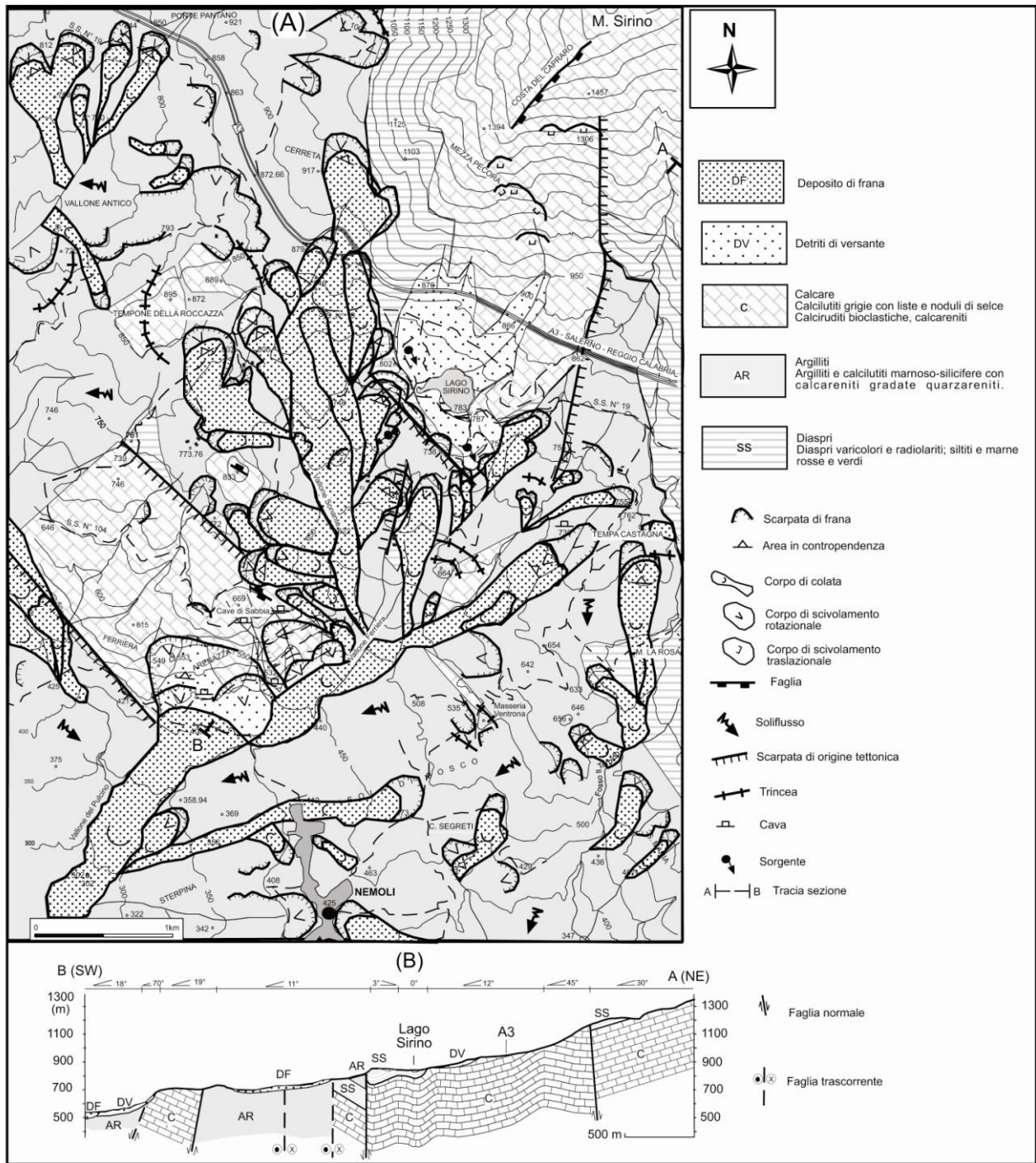


Fig. 3 – Carta e sezione geomorfologica dell'area del lago Sirino

### Effetti dell'interazione con il geosito

L'autostrada attraversa una vasta area franosa che da sempre crea seri problemi alla viabilità. Le continue riattivazioni del movimento franoso hanno reso inagibile un viadotto e producono continui abbassamenti della sede stradale. Questo ha determinato l'interruzione definitiva del traffico lungo le corsie sud e la circolazione, in senso alternato, solo lungo la corsia nord, per un tratto di circa un chilometro, corrispondente al km 131 della Salerno – Reggio Calabria.



*Fig. 4a – Lago Sirino alle pendici del Monte Sirino*

La frana, di tipo complessa (Carrara *et alii*, 1985), che interessa terreni di natura prevalentemente argillosi, ha origine a circa 600m a monte dell'autostrada e sfiora ad occidente, ad una distanza di circa 300m, la sorgente del Sirino e la depressione che ospita il lago.

La realizzazione della A3 -

Salerno–Reggio Calabria ha accentuato l'instabilità del versante segnato dal movimento franoso dovuto agli scavi di trincea e alle spianate realizzate a mezza costa per il passaggio della sede stradale. Inoltre, la realizzazione della struttura ha aumentato i carichi nella parte alta della frana favorendo l'instabilità.

Ad ogni riattivazione della frana principale si attivano anche quelle laterali e tra queste vi è una la cui nicchia di distacco si trova appena ad ovest del lago. L'andamento regressivo di quest'ultima frana porterà ad una riduzione dello spazio esistente tra la nicchia ed il lago fino a coinvolgerlo.



*Fig. 4b – Lago Sirino alle pendici del Monte Sirino*

### **Soluzione del problema**

Per tutelare il Lago Sirino, che si trova lungo il versante sinistro di una grande frana, bisogna realizzare opere di sistemazione atte a contenere, ma soprattutto a regimare sia le acque superficiali che quelle profonde.

Vanno realizzati sistemi di drenaggio principali lungo i fossi laterali del corpo di frana e briglie capaci di ridurre l'erosione degli stessi. I drenaggi dovranno interessare anche la zona di alimentazione e tutto il corpo della frana.

---

## 2.4.2. Esempio 2: interazione tra strada provinciale e geosito di tipo geomorfologico

### Dati identificativi del geosito

Nome del Geosito: **I calanchi di Aliano**

Tipo acquisizione dati: da rilevamento e da bibliografia

### Ubicazione

Regione: Basilicata

Provincia: Matera

Comune: Aliano

Toponimo/Località: Fosso degli Embrici; Fosso dell'Acqua Salsa

### Coordinate geografiche

40°17'33.40"N

16°16'50.58"E

### Elementi caratterizzanti il geosito

Interesse Scientifico: geomorfologico

Interesse contestuale: didattico, faunistico, botanico

Grado di interesse scientifico: regionale

Litologia caratterizzante: argilla siltosa

Geocronologia: Pleistocene inferiore-medio

Uso del suolo: incolto, seminativo

### Tipologia

Forma: areale

Esposizione per cause naturali

### Fruizione dell'oggetto e/o dell'area

Posizione: sovrastante il piano di calpestio

Accesso: buona

Modalità di accesso: a piedi, in auto, in bicicletta, ecc.

### Protezione, vincoli e conservazione

Il sito non fa parte di un'area protetta e non è sottoposto a vincoli

Stato di conservazione: buono

Rischio di degrado: sia naturale, sia antropico

### Descrizione del geosito

L'area si colloca all'estremità meridionale dell'Appennino Lucano e ricade nella parte settentrionale del bacino plio-pleistocenico di Sant'Arcangelo che si sviluppa su un'area allungata in direzione NW-SE (fig. 1).

Dal punto di vista strutturale è stato definito come un *piggyback basin* individuatosi nel Pliocene superiore al di sopra delle coltri alloctone appenniniche (Caldara *et alii*, 1988). A grande scala si presenta come un'ampia sinforme colmata da una potente successione plio-pleistocenica con spessore superiore a 3000m (Hyppolite *et alii*, 1994, Zavala, 2000). Queste sono state interpretate in modo differente da vari autori (Vezzani, 1967, Caldara *et alii*, 1988), ma nella carta geologica è stata in buona parte seguita la suddivisione in cicli proposta da Pieri *et alii*, 1994 (fig. 5).

Il primo ciclo, di età Pliocene inferiore-medio (Ciclo di Caliandro) poggia in discordanza sui terreni pre-pliocenici, ed è costituito alla base da conglomerati, che passano verso l'alto ad argille. I due cicli successivi, quello dell'Agri, non presente nell'area, ed il Ciclo del Sauro, sono invece costituiti da conglomerati e sabbie, che passano lateralmente verso est ad argille grigio-azzurre.

L'ultimo ciclo deposizionale, detto di San Lorenzo, è composto, alla base, da conglomerati, che passano verso l'alto ad argille siltose e di nuovo conglomerati di ambiente fluvio-lacustre.

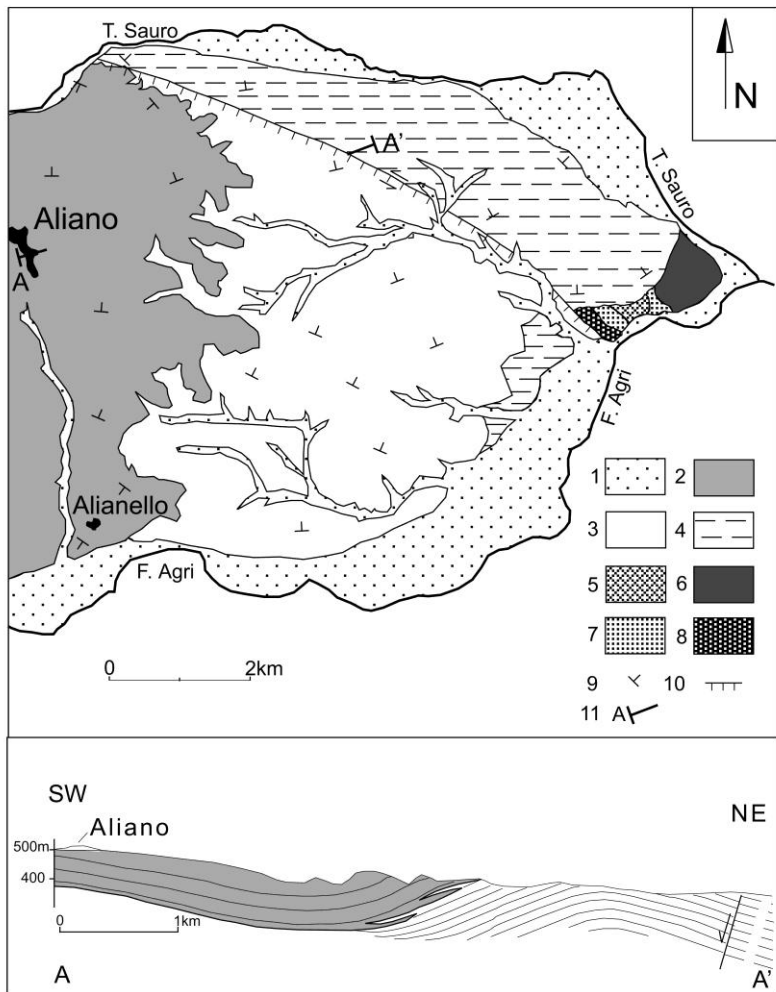


Fig. 5 – Carta e sezione geologica dell'area orientale di Aliano.  
 1 - Depositi alluvionali attuali e recenti. 2 - Sabbie di Aliano - Ciclo del Sauro (Pliocene sup.-Pleistocene inf.). 3 - Argille grigio-azzurre - Ciclo del Sauro (Pliocene sup.-Pleistocene inf.). 4 - Argille grigio-azzurre - Ciclo di Caliandro (Pliocene medio-sup.). 5 - Marne arenacee di Serra Cortina (Langhiano inf.-Serravalliano). 6 - Arenarie di Corleto (Oligocene sup.-Miocene inf.). 7 - Argille varicolori superiori (Oligocene). 8 - Formazione di Monte Sant'Arcangelo (Cretaceo sup.-Eocene). 9 - Giacitura degli strati. 10 - Faglia. 11 - Traccia sezione.

Questi ultimi sono in discordanza sui depositi dei cicli precedenti.  
 A caratterizzare la parte orientale del territorio di Aliano sono le morfologie a

calanco che si manifestano in tutte le forme lungo gli affioramenti di argille siltose del Ciclo del Sauro dando luogo ad un paesaggio molto suggestivo (fig. 6).

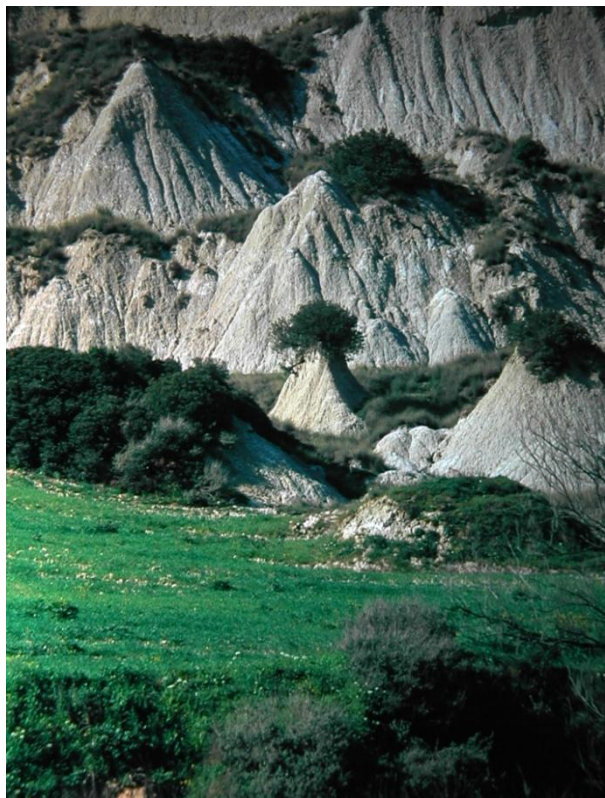


Fig. 6 – Area calanchiva di Aliano

---

I calanchi, definiti come forme digitate di erosione lineare veloce (Del Prete *et alii*, 1994), si impostano su terreni prevalentemente argillosi e su versanti a reggipoggio esposti a mezzogiorno.

Le aree calanchive sono in continuo e veloce cambiamento a causa della rapida azione erosiva idrometeorica (Del Prete *et alii*, 1997; Piccarreta *et alii*, 2005).

Le forme erosive a calanco, riscontrate nell'area di Aliano, sono tante e tra le più rappresentative si possono citare i fronti calanchivi, le aree mammellonari e le biancane (Bentivenga, 1998).

I fronti calanchivi, che coincidono con i versanti argillosi a reggipoggio, hanno una inclinazione compresa tra 36° e 43° e si presentano con una forma concava segnata da rivoli convergenti a ventaglio verso l'impluvio (fig. 7).



Fig. 7 – Fronte calanchivo.

Alla base dei fronti calanchivi spesso si incontrano aree *mammellonari* caratterizzate da una serie di piccoli rilievi tondeggianti, uno addossato all'altro, digradanti verso valle e risultano essere di transizione a forme residuali quali le *biancane*.

Le biancane, piccoli rilievi tondeggianti isolati, si generano per dissezione trasversale degli interfluvii verso valle e si presentano con una superficie percorsa da una fitta rete di rivoli a sviluppo radiale che seguono le crepacciature per disseccamento dell'argilla alterata (Del Prete *et alii*, 1994).

Una caratteristica delle biancane presenti ad Aliano è quella di avere la sommità occupata da cespugli di lentisco (*Pistacia lentiscus*) (Bentivenga & Fascetti, 2002) (fig. 8).

Gruppi di biancane sono numerosi in tutta l'area ed occupano sempre la parte bassa dei versanti risultando del tutto assenti al di sopra della quota di 275 metri s.l.m.

### **Descrizione dell'infrastruttura da realizzare**

La strada che si vuole realizzare è di interesse regionale ed è costituita da due corsie in senso alternato.

---

L'arteria viaria dovrebbe svilupparsi in parte in trincea, in parte a mezza costa ed alcuni tratti in area pianeggiante.



Fig. 8 – Gruppo di biancane con pianta di lentisco alla sommità.

### **Effetti dell'interazione tra infrastruttura viaria e geosito**

La realizzazione della strada creerebbe non pochi problemi all'ambiente calanchivo circostante. L'attraversamento in trincea o a mezza costa di alcuni tratti della sede stradale potrebbe provocare la distruzione di numerose forme calanchive e nel contempo dare luogo a fronti calanchivi artificiali soggetti a forte erosione se lasciati molto acclivi. Nei tratti in cui la strada attraversa aree sub-pianeggianti potrebbe trovare lungo il percorso gruppi di biancane.

### **Mitigazione delle interazioni tra infrastruttura viaria e geosito**

Per ridurre al minimo le interazioni tra opera viaria ed ambiente calanchivo bisognerebbe scegliere un percorso che non attraversi le aree caratterizzate da una grande varietà di forme.

I versanti artificiali, dovuti all'attraversamento in trincea o a mezza costa di alcuni tratti della sede stradale, dovranno essere modellati dandogli un profilo con bassa pendenza e dotati di opere di regimazione delle acque.

Lungo i versanti argillosi artificiali è utile realizzare drenaggi superficiali e solo in casi particolari quelli profondi, così da regimare le acque e di conseguenza ridurre di molto l'erosione.

Il drenaggio superficiale delle acque può avvenire utilizzando canalette prefabbricate in calcestruzzo costituite da elementi a forma di trapezio che si incastrano sovrapponendosi in parte. Le canalette possono essere costruite anche con legname e pietrame, queste hanno una sezione trapezoidale, le sponde sono realizzate con legname idoneo, mentre il fondo è formato da pietrame. Lungo alcuni versanti, o alla base degli stessi, potrebbe essere necessario realizzare opere di drenaggio delle acque profonde. Tra le più in uso sono le trincee drenanti che si costruiscono realizzando uno scavo rivestito da un non-tessuto che ha la funzione di filtro. Alla base dello scavo si posa un tubo forato che viene coperto dal corpo drenante formato da ghiaia e sabbia pulita ricoperto da un piccolo strato di terreno vegetale, oppure da ghiaia pulita avvolta da un telo di tessuto non tessuto ricoperto da uno strato di sabbia a sua volta coperto da terreno vegetale.

Alla base di alcuni tratti di versante, adiacenti la sede stradale, potrebbe essere necessario realizzare opere di contenimento, così da ridurre l'erosione ed evitare l'arrivo di materiale argilloso sulla sede stradale.

I muri di sostegno a gravità potranno essere realizzati in diversi modi (calcestruzzo, pietrame, mattoni, ecc.), ma la scelta dovrà cadere sulla tipologia che determina minore impatto sul paesaggio circostante.

Retrostante al muro di sostegno (terrapieno) deve essere realizzato un drenaggio con alla base un tubo forato, collegato con i fossi laterali, coperto poi da materiale anidro.

Alcuni versanti potranno essere interessati da opere atte al controllo dell'erosione superficiale e contestualmente ad agevolare la formazione di una copertura vegetale capace di ridurre l'erosione.

---

Queste opere antierosive consistono nel rivestire i versanti sia con materiale biodegradabile (biostuoie e biotessuti) che sintetico (geostuoie, geocompositi, geocelle, ecc) e successivamente essere soggette ad inerbimento (idrosemina, semina a spaglio, ecc.).

Alle opere per il controllo dell'erosione superficiale spesso si associano quelle per la stabilizzazione dello strato alterato del versante. Queste possono consistere in una semplice piantumazione lungo il versante con essenze vegetali idonee, oppure in fascinate, vimate e palizzate. Le fascinate si realizzano con materiali vivi che devono essere messi a dimora perpendicolarmente alla direzione di massima pendenza del versante così da favorire un rapido rinverdimento e contestualmente un drenaggio superficiale. Anche le vimate e le palizzate vive hanno una funzione di consolidamento superficiale e di regimazione delle acque meteoriche.



---

### 2.4.3. Esempio 3: interazione tra strada statale e geosito di tipo carsico ipogeo

#### **Dati identificativi**

Nome del Geosito: **Grotta di Torre di Lesco**  
Tipo acquisizione dati: da rilevamento e da bibliografia

#### **Ubicazione**

Regione: Puglia  
Provincia: Bari  
Comune: Altamura  
Toponimo/Località: Torre di Lesco

#### **Coordinate geografiche**

44°55'23.46"N  
16°37'56.18"E

#### **Elementi caratterizzanti il geosito**

Interesse scientifico: carsismo ipogeo  
Interesse contestuale: culturale e didattico  
Valutazione interesse scientifico: rappresentativo  
Grado di interesse scientifico: regionale  
Litologia caratterizzante: calcare  
Geocronologia: Cretaceo  
Uso del suolo: incolto

#### **Tipologia**

Forma: puntuale  
Esposizione per cause naturali

#### **Fruizione dell'oggetto e/o dell'area**

Posizione: sottostante il piano di calpestio  
Accesso: attualmente difficoltoso  
Modalità di accesso: a piedi

#### **Protezione, vincoli e conservazione**

Il sito non fa parte di un'area protetta e non è sottoposto a vincoli  
Stato di conservazione: buono  
Rischio di degrado: sia naturale, sia antropico

#### **Descrizione del geosito**

La grotta di Torre di Lesco si è sviluppata nei terreni carbonatici relativi alla Formazione del Calcare di Altamura. Si tratta di una successione appartenente al dominio della Piattaforma apula, costituita da un'alternanza di micriti ad alghe, calcareniti a foraminiferi e rudiste e breccie carbonatiche. Tali carbonati sono attribuibili al dominio di piattaforma interna (Ricchetti *et alii*, 1988).

A seguito di una campagna di esplorazione eseguita dal C.A.R.S. in località Torre dei Lesco, fu ritrovato l'imbocco di una piccola grotta di rara bellezza situato al margine della sede stradale dell'attuale S.S. n° 96 ad una quota di 425 metri s.l.m. (figg. 11a,b).

Lo studio dei locali ipogei suscitò molto interesse per la straordinaria bellezza delle concrezioni presenti in uno spazio relativamente piccolo, rappresentando una vera preziosità per ciò che attiene il patrimonio speleologico e naturalistico della Murgia altamurana.

La grotta, che ha un dislivello di circa 20 metri ed uno sviluppo planimetrico di circa m 40, si estende in parte al di sotto della attuale sede stradale ed in parte sotto il banco calcareo che si trova all'esterno della carreggiata (fig. 9).

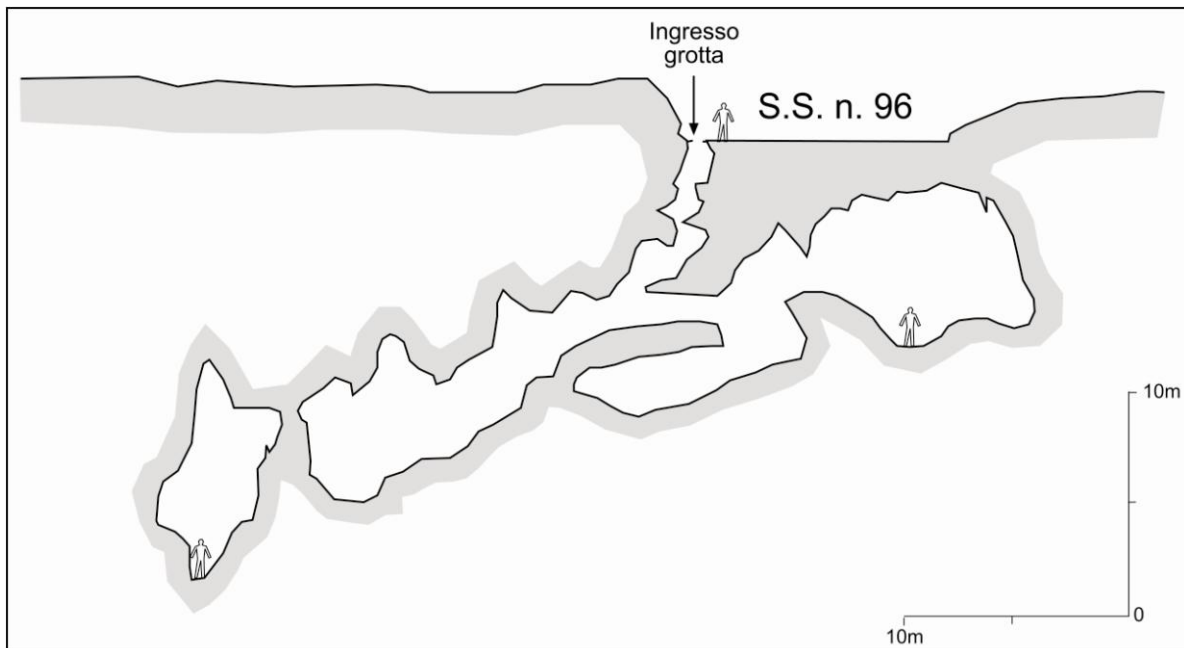


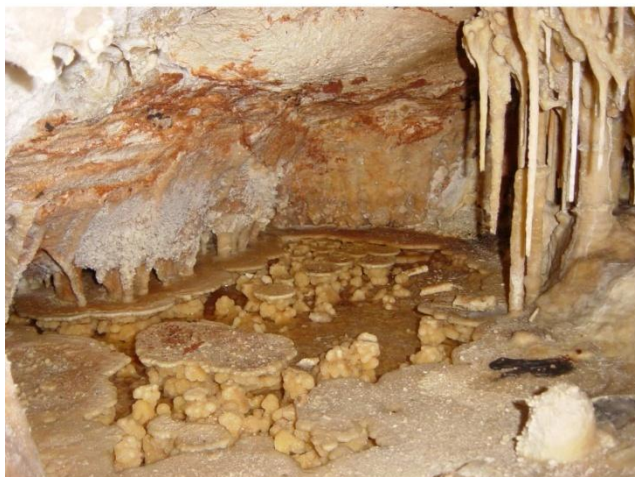
Fig. 9 – Sviluppo della grotta sotto la sede stradale della S.S. n°96.

All'interno la grotta si presenta ricca di formazioni calcaree variamente concrezionate e di diverse dimensioni, quali colonne stalattitiche e stalagmitiche di grosse dimensioni, rare e minute concrezioni eccentriche costituite da cristallizzazioni purissime ad infiorescenza, piccole raccolte temporanee di acqua. Inoltre, si possono osservare cortine e colate calcitiche, lamine e vele variamente colorate per la presenza di calcite purissima o ossidi ferrosi e manganese (figg. 10a,b). Altre formazioni minerali, di particolare interesse, sono i depositi di aragonite.



La grotta di Torre di Lesco è un ambiente ipogeo estremamente interessante dal punto di vista geologico e speleogenetico, che merita di essere tutelato.

Fig. 10a,b- Concrezioni presenti nella grotta di Torre di Lesco (CARS di Altamura)



### Descrizione dell'infrastruttura

La Strada Statale n° 96 è una arteria viaria a due corsie in senso alternato che da Gravina di Puglia porta a Bari passando per Altamura, nel tratto di interesse si sviluppa in un'area pianeggiante (figg. 11a,b).



Fig. 11a, b – Imbocco della grotta ai bordi della S.S. n° 96 (CARS di Altamura).

### Effetti dell'interazione tra infrastruttura viaria e geosito

L'A.N.A.S. ha redatto un progetto di ampliamento della sede stradale dell'arteria S.S. n° 96 nell'area dove si trova la grotta carsica di Torre di Lesco. Appresa questa eventualità il C.A.R.S. ha portato ufficialmente a conoscenza l'A.N.A.S., compartimento della viabilità per la Puglia, della presenza della grotta carsica in modo da mettere in atto tutte le strategie necessarie per la tutela del patrimonio geologico dato il suo interesse geologico, speleologico e naturalistico.

L'allargamento della sede stradale potrebbero determinare un serio danneggiamento o addirittura la distruzione dell'ambiente ipogeo venendo meno la volta della grotta a causa delle nuove sollecitazioni a cui potrebbe venire sottoposto, dovute ai lavori di realizzazione della nuova sede stradale e all'aumento del traffico stradale. Inoltre, si faceva notare che l'accesso al pozzo d'ingresso alla grotta si trova attualmente lungo il bordo della carreggiata, e che in caso di allargamento si verrebbe a collocare al centro della sede stradale.

### Mitigazione delle interazioni tra infrastruttura viaria e geosito

L'A.N.A.S., compartimento della viabilità per la Puglia, che ha redatto il progetto definitivo di ampliamento della strada, ha tenuto conto di quanto comunicato del C.A.R.S. ed ha provveduto allo studio di impatto ambientale dove vengono riportate le prescrizioni atte a tutelare la grotta di Torre di Lercio (Martimucci *et alii*, 2010). La soluzione che risulta essere più adeguata è la deviazione del percorso stradale.

#### 2.4.4. Esempio 4: interazione tra strada comunale e geosito di tipo paleontologico

##### Dati identificativi

Nome del Geosito: **Incosito di Esperia**

Tipo acquisizione dati: da rilevamento

##### Ubicazione

Regione: Lazio

Provincia: Frosinone

Comune: Esperia

Toponimo/Località: San Martino

##### Coordinate geografiche

41°22'39.40"N

13°38'23.22"E

##### Elementi caratterizzanti il geosito

Interesse Scientifico: paleontologico

Interesse contestuale: didattico, culturale, naturalistico

Valutazione interesse scientifico: rappresentativo

Grado di interesse scientifico: regionale (nazionale)

Geocronologia: Cretacico inferiore

Uso del suolo: incolto

##### Tipologia

Forma: areale

Esposizione per cause antropiche

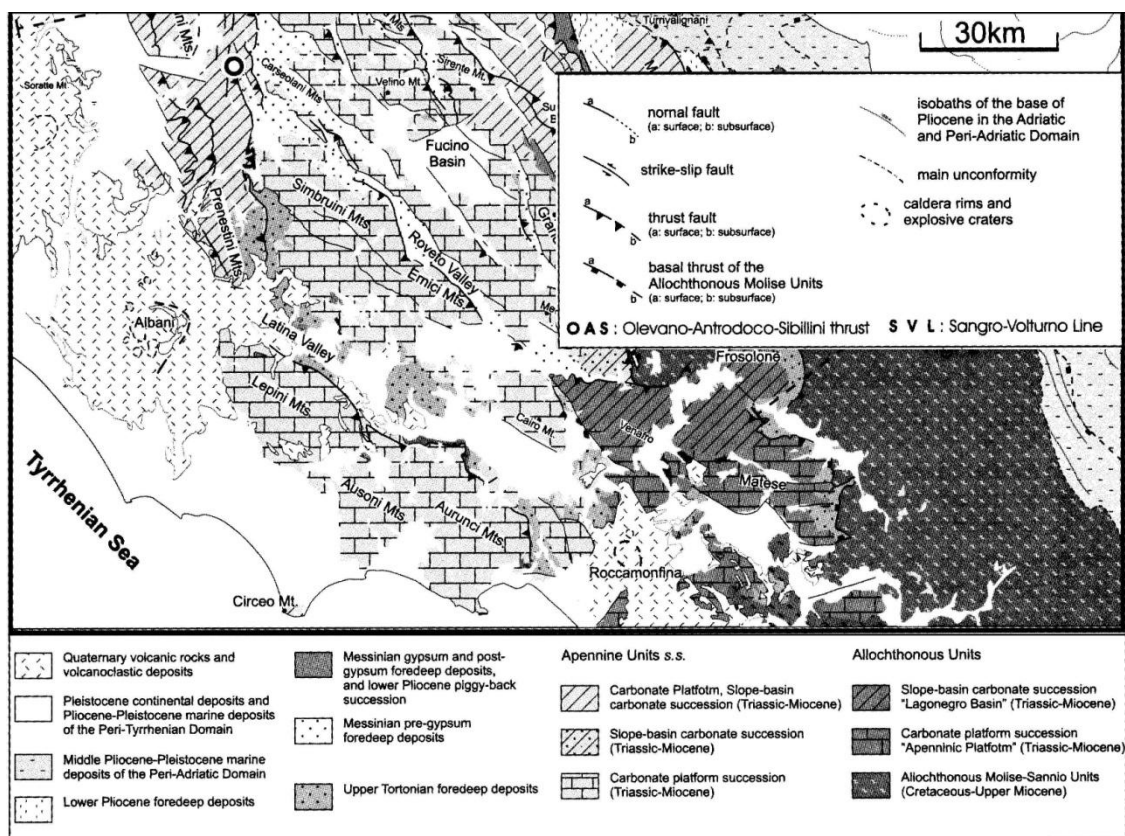


Fig. 12 – Carta geologico-strutturale, da Calamita F. et alii (2006), modificata.

---

### **Fruizione dell'oggetto e/o dell'area**

Posizione: sovrastante il piano di calpestio

Accesso: buono

Modalità di accesso: a piedi, in auto, in bicicletta, ecc.

### **Protezione, vincoli e conservazione**

Il sito non fa parte di un'area protetta e non è sottoposto a vincoli

Stato di conservazione: discreto

Rischio di degrado: sia naturale, sia antropico.

### **Descrizione del geosito**

Il geosito si trova in Località S. Martino, tra il centro abitato di Esperia (FR) e la frazione di Monticelli. Quest'ultimo è visibile come un affioramento calcareo, con stratificazione a franapoggio meno inclinati del pendio, messo in evidenza dal taglio stradale.

Si tratta di calcari di piattaforma carbonatica dell'Aptiano inferiore (fig. 12).

Il geosito è caratterizzato da una superficie di strato di circa 40 m<sup>2</sup>, inclinata verso il piano stradale e costituita da calcari, che presenta più di 80 tracce di deambulazione di dinosauri. In particolare, si tratta di icnofossili che testimoniano il passaggio di sauropodi di medie dimensioni (dinosauri dal collo lungo, quadrupedi ed erbivori) e teropodi di piccole dimensioni (dinosauri terrestri, principalmente bipedi e predatori).

I dinosauri hanno lasciato le loro tracce passando su una superficie che all'epoca doveva essere costituita fango calcareo (fig. 13).

Il ritrovamento di questi icnofossili, nel Lazio meridionale, su depositi di piattaforma carbonatica, fornisce indizi molto precisi ai fini della ricostruzione paleogeografica e geodinamica della regione centro-mediterranea.

Contemporaneamente rimette in discussione e rende problematica l'interpretazione dell'attuale modello paleogeografico di ricostruzione delle posizioni relative ed assolute del dominio laziale-abruzzese-campano e di quello Apulo-Dinarico durante il Cretacico inferiore.



*Fig. 13 – Strati calcarei a franapoggio, appena a monte della strada, su cui sono visibili le orme di dinosauri.*

Infatti, le evidenti affinità tra gli icnositi scoperti sia sulla Piattaforma carbonatica Apula sia su quella appenninica sembrano dimostrare che le due aree non fossero mai state completamente disgiunte durante l'Aptiano, ma che siano persistiti contatti e passaggi sufficientemente stabili nel tempo da permettere il passaggio di dinosauri terrestri (Petti *et alii*, 2008; Dalla Vecchia, 2008).

### **Descrizione dell'infrastruttura da realizzare**

La strada è di interesse comunale ed è costituita da due corsie con doppio senso di percorrenza. L'infrastruttura viaria si sviluppa a mezza costa, nel tratto che interessa il geosito, denominato "Icnosito di Esperia", ed in particolare intercetta l'affioramento di calcari lungo un versante dove gli strati sono disposti a franapoggio, meno inclinati del pendio (fig. 14).



del pendio  
(fig. 14).

*Fig. 14 – Orme di dinosauri (sauropodi e teropodi).*

### **Effetti dell'interazione tra infrastruttura viaria e geosito**

La realizzazione, a mezza costa, dell'infrastruttura viaria ha accentuato l'instabilità intrinseca di un versante con strati calcarei disposti a franapoggio meno inclinati del pendio.

Gli strati centimetrici di calcare, che riportano impresse le orme dei dinosauri, risultano essere fratturati e nel tempo liberi di muoversi verso valle seguendo piccoli movimenti traslativi che possono distruggere totalmente il geosito.

### **Mitigazione delle interazioni tra infrastruttura viaria e geosito**

L'affioramento calcareo, caratterizzato dalle orme di dinosauri, è privo di qualsiasi protezione ed esposto quindi all'azione degli agenti atmosferici ed a possibili azioni vandaliche.

Per proteggere il geosito andrebbe realizzata un'opera di contenimento, come ad esempio un muro di sostegno a gravità, alla base del versante, dove attestare la parte terminale degli strati calcarei, così da impedire qualsiasi tipo di movimento traslativo.

L'opera di contenimento, da realizzare tra la strada e la parte terminale del versante, eviterebbe anche l'arrivo di materiale coinvolto da frane sulla sede stradale.

Il muro di sostegno può essere realizzato con pietrame utilizzando, se possibile, pietra locale riducendo così l'impatto della struttura sul paesaggio circostante.

Retrostante al muro di sostegno (terrapieno) deve essere realizzato un drenaggio con alla base un tubo forato, collegato con i fossi laterali, coperto poi da materiale anidro.

Il geosito, vista la limitata estensione areale, potrebbe essere coperto da una tettoia e protetto perimetralmente da una recinzione. Queste strutture ridurrebbero di molto gli effetti negativi legati all'azione degli agenti atmosferici e scoraggerebbero azioni vandaliche ed il passaggio di animali che favorirebbero la distruzione dello strato su cui sono state impresse le orme dei dinosauri.

Lungo il versante che ospita il geosito è utile realizzare un drenaggio superficiale e profondo che interessi la parte a monte e laterale del geosito così da regimare le acque e non farle arrivare a contatto con gli strati calcarei con gli icnofossili.

---

Il drenaggio superficiale delle acque può avvenire utilizzando canalette prefabbricate in calcestruzzo costituite da elementi a forma di trapezio che si incastrano sovrapponendosi in parte. Le canalette possono essere costruite anche con legname e pietrame, queste hanno una sezione trapezoidale le cui sponde sono realizzate con il legname, mentre il fondo è formato da pietrame.

Il drenaggio delle acqua profonde può avvenire mediante le trincee drenanti che si costruiscono realizzando uno scavo rivestito da un non-tessuto che ha la funzione di filtro. Alla base dello scavo si posa un tubo forato che viene coperto dal corpo drenante formato in genere da ghiaia e sabbia pulita ricoperto da un piccolo strato di terreno vegetale, oppure da ghiaia pulita avvolta da un telo di tessuto non tessuto ricoperto da uno strato di sabbia a sua volta coperto da terreno vegetale.

---

## BIBLIOGRAFIA

BENTIVENGA M., 1998. Alcune forme erosive nell'area calanchiva di Aliano, MT. Basilicata Regione, Notizie, 6: 39-44.

BENTIVENGA M. & FASCETTI S., 2002. Le aree calanchive di Aliano (MT): aspetti geomorfologici e vegetazionali, In: Boenzi F. & Schiattarella M. [a cura di] "Guida all'Escursione Geomorfologica: dalla Val d'Agri a Matera". Assemblea-Escursione AIGeo, Potenza, Giugno 2002. TecnoStampa, Villa d'Agri (Potenza).

BENTIVENGA M., COLTORTI M., PROSSER G. & TAVARNELLI E., 2004. A new Interpretation of Terraces in the Taranto Gulf: the role of extensional faulting. *Geomorphology*, 60: 383-402.

BONARDI G., AMORE F. O., CIAMPO G., DE CAPOA P., MICONNET P. & PERRONE V., 1988. Il Complesso Liguride Auct.: stato delle conoscenze e problemi aperti sulla sua evoluzione preappenninica ed i suoi rapporti con l'Arco Calabro. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41: 17-35.

CALAMITA G., PALTRINIERI W., ESESTIME P. & VIANDANTE M. G., 2006. Assetto strutturale crostale dell'Appennino centro-meridionale. *Rend. Soc. Geol. It.*, 2, Nuova Serie, 103-107

CALDARA M., LOIACONO F., MORLOTTI E., PIERI P. & SABATO L. (1988). I depositi Plio-Pleistocenici della parte Nord del Bacino di S. Arcangelo (Appennino Lucano): caratteri geologici e paleoambientali. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41: 391-410.

COLOMBO A.G. & MALCEVSCHI S., 1996. Manuale AAA degli indicatori per la valutazione di impatto ambientale - IV volume "Indicatori del suolo e del sottosuolo" a cura di G. Gisotti, Centro V.I.A., Italia.

CARRARA A., D'ELIA B., SEMENZA E., 1985. Classificazione e nomenclatura dei fenomeni franosi. *Geol. Appl. Idrog.*, Bari, XX, II: 223 – 240.

DALLA VECCHIA F. M., 2008. The impact of dinosaur palaeoichnology in palaeoenvironmental and palaeogeographic reconstructions: the case of the Periadriatic carbonate platforms. *Oryctos*, 8: 89-106.

DEL PRETE M., BENTIVENGA M., COPPOLA L. & RENDELL H. (1994). Aspetti evolutivi dei reticoli calanchivi a sud di Pisticci. *Geologica Romana*, 30: 295-306.

DEL PRETE, BENTIVENGA M., AMATO M., BASSO F. & TACCONI P., 1997. Badland erosion processes and their interactions with vegetation: A case study from Pisticci, Basilicata, Southern Italy. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.* 20: 147-155.

DOGLIONI C., HARABAGLIA P., MARTINELLI G., MONGELLI F. & ZITO G., 1996. A geodynamic model of the Southern Apennines accretionary prism. *Terra Nova*, 8: 540 – 547.

GRASSI D., 1974. Il carsismo della Murgia (Puglia) e la sua influenza sull'idrogeologia della regione. *Geol. Appl. e Idro.*, IX: 119-190.

GUEGUEN E., DOGLIONI C., FERNANDEZ M., 1998. On the post-25 Ma geodynamic evolution of the western mediterranean. *Tectonophysics*, 298: 259-269.

HIPPOLYTE J. C., ANGELIER J. & ROURE F., 1994. A major geodynamic change revealed by Quaternary stress patterns in the Southern Apennines (Italy). *Tectonophysics*, 230: 199-210.

MARTIMUCCI V., SCORCIA P., FORMICOLA W., 2010. La salvaguardia della Grotta di Torre di Lesco (Altamura) nel progetto di ampliamento della S.S. 96. Atti del XII Convegno regionale di Speleologia Pugliese "Spelaion 07": 75-89.



---

MAZZOLI S., BARKAM S., CELLO G., GAMBINI R., MATTIONI L., SHINER P. & TONDI E., 2001. Reconstruction of continental margin architecture deformed by the contraction of the Lagonegro basin, Southern Apennines, Italy. *Journal of the Geological Society, London*, 158: 309-319.

PATACCA E. & SCANDONE P., 2007. Geology of the Southern Apennines. *Boll. Soc. Geol. It., Spec. Issue. 7*: 75-119.

PETTI F.M., D'ORAZI PORCHETTI S., CONTI M.A., NICOSIA U., PERUGINI G. & SACCHI E., 2008. Theropod and sauropod footprints in the Early Cretaceous (Aptian) Apenninic carbonate platform (Esperia, Lazio, central Italy): a further constraint on the palaeogeography of the central-Mediterranean area. In: Avanzini, M. & Petti, F.M. (Eds.), *Italian Ichnology. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica*, 83: 332-334.

PICCARRETA M., CAPOLONGO D., BENTIVENGA M. & PENNETTA L., 2005. Influenza delle precipitazioni e dei cicli umido-secchi sulla morfogenesi calanchiva in un'area semi-arida della Basilicata (Italia meridionale). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, VII: 281-289.

PICCARRETA M., CAPOLONGO, BOENZI F. & BENTIVENGA M., 2006. Implications of decadal changes in precipitation and land use policy to soil erosion in Basilicata, Italy. *Catena*, 65: 138-151.

PIERI P., SABATO L., LOIACONO F. & MARINO M., 1994. Il bacino *piggyback* di S. Arcangelo: evoluzione tettonico-sedimentaria. *Boll. Soc. Geol. It.*, 113: 465-481.

RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P., 1988. Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avampaese Apulo. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41: 57-82.

SCANDONE P., 1967. Studi di geologia lucana: la serie calcareo-silico-marnosa e i suoi rapporti con l'Appennino calcareo. *Boll. Soc. Naturalisti in Napoli* 76: 1-175.

SCANDONE P., 1972. Studi di geologia lucana: Carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e note illustrative. *Boll. Soc. Natur. in Napoli*, 81: 225-300.

SCHIATTARELLA M., 1998. Quaternary tectonics of the Pollino Ridge, Calabria-Lucania boundary, southern Italy. In: Holdsworth, R.E., Strachan, R.A., Dewey, J.F. (Eds.), *Continental Transpressional and Transtensional Tectonics. Geol. Soc. London, Spec. Publ.* 135: 341-354.

VEZZANI L., 1967. Il bacino plio-pleistocenico di S. Arcangelo (Lucania). *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. S. VI*, 18 (Suppl. Sci. Geol.): 207-227.

ZAVALA C., 2000. Stratigraphy and sedimentary history of the Plio-Pleistocene Sant'Arcangelo Basin, Southern Apennines, Italy. *Riv. Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 106, 3: 399-416.

---

## GLOSSARIO

**Acquifero:** strato di roccia permeabile contenente una falda sotterranea.

**Affioramento:** parte di una formazione rocciosa visibile in superficie.

**Ambiente ipogeo:** a. sotterraneo.

**Analisi Multicriteri (AMC):** una serie di elaborazioni concettuali e di calcoli che permettono di analizzare e confrontare nel loro insieme le 'performance' di alternative decisionali rispetto a criteri di valutazione di natura diversa (sia qualitativi che quantitativi) fra loro non direttamente comparabili.

**Aragonite:** minerale di carbonato di calcio, metastabile a temperatura ordinaria, si trasforma facilmente in calcite.

**Argilla:** roccia sedimentaria clastica incoerente costituita da grani di diametro inferiore a 0,004 mm (4 $\mu$ m), di composizione essenzialmente silicoclastica. Il termine a. è utilizzato anche senza connotazione granulometrica per indicare un materiale naturale con proprietà plastiche e una serie di minerali (detti argillosi), prevalentemente silicati di alluminio idrati e occasionalmente silicati di magnesio idrati.

**Avampaese:** regione, poco o per nulla deformata, in direzione della quale è diretta la spinta orogenetica.

**Avanfossa:** bacino perisuturale associato a un margine collisionale con subduzione continentale.

**Bacino di piggyback:** b. di sedimentazione che si forma su unità tettoniche (falde) in fase di traslazione.

**Biancana:** rilievo a forma di cupola, dal caratteristico colore chiaro. Può essere isolata o a gruppi; si rinviene nei terreni argillosi.

**Calanco:** forma digitata di erosione lineare veloce che interessa un terreno prevalentemente argilloso.

**Calcare:** roccia sedimentaria costituita principalmente da carbonati.

**Calcarenite:** roccia sedimentaria formata per la maggior parte da clasti di dimensioni comprese tra 62,5 $\mu$ m e 2mm in cemento calcareo.

**Calcite:** minerale di carbonato di calcio, incolore e trasparente se pura, bianca, vetrosa o variamente colorata se contiene impurità. Si trova nei calcari e nelle rocce metamorfiche da questi derivanti, in rocce magmatiche (carbonatiti) e nei filoni idrotermali.

**Carsismo:** complesso delle forme esterne e sotterranee assunte dall'ambiente per l'azione chimica e meccanica delle acque circolanti in superficie e in profondità su rocce idrosolubili (gessi, dolomie, calcari fessurati).

**Ciclo sedimentario:** insieme di terreni depositi durante l'intervallo di tempo compreso tra due regressioni.

**Concrezione carsica:** aggregamento di carbonato di calcio originatisi da soluzioni acquose mineralizzate ricche in bicarbonato solubile. Esempi di c. sono le stalattiti e le stalagmiti.

**Conglomerato:** roccia sedimentaria clastica formata almeno per il 50% da frammenti di rocce di dimensioni maggiori di 2 mm (ruditi) legati da un cemento e/o una matrice.

**Conoide:** accumulo sedimentario clastico a forma conoidale, aperto a ventaglio, alla base dei versanti pedemontani. C. sottomarino: accumulo sottomarino di piattaforma continentale in corrispondenza di

---

un delta fluviale; lungo una scarpata continentale fino alla pianura abissale a causa delle correnti di torbida.

**Cristallizzazione:** fenomeno per cui le molecole o gli atomi di una sostanza si dispongono in modo regolare su una struttura fissa tridimensionale.

**Deposito di piattaforma:** termine generico riferito a materiale detritico non consolidato, generalmente fine, deposto in ambiente marino di piattaforma.

**Discordanza:** interruzione di una successione stratigrafica per assenza di sedimentazione e per erosione di strati o unità stratigrafiche già deposte. Superficie di discontinuità. D. tettonica: differente giacitura di due unità tettoniche a contatto.

**Dolina:** cavità grossolanamente circolare od ovale, più o meno ampia, di profondità variabile, comune nelle regioni carsiche e formatasi direttamente per dissoluzione della roccia calcarea a opera di acque superficiali filtranti attraverso fratture, o per il crollo di masse rocciose in seguito alla dissoluzione e asportazione sotterranea di materiale calcareo a opera di acque circolanti.

**Dominio:** regione che possiede caratteristiche geologiche particolari. Nelle ricostruzioni paleogeografiche, settore con specifica serie stratigrafica e determinata evoluzione tettonica.

**Drenaggio:** in idrografia, convogliamento e trasporto delle acque superficiali o sotterranee di un dato territorio compiuto da corsi d'acqua superficiali o da falde acquifere. Nella tecnica idraulica, sottrazione d'acqua a uno strato di terreno.

**Erosione idrometeorica:** e. delle rocce in affioramento esercitata dall'acqua meteorica che si muove in superficie.

**Faglia normale:** (= f. distensiva = f. diretta) f. il cui rigetto orizzontale trasversale corrisponde ad una distensione o un allungamento crostale.

**Faglia trascorrente:** f. con rigetto esclusivamente orizzontale e piano di f. generalmente verticale o sub-verticale.

**Fase compressiva:** deformazione tettonica per prevalenza di spinte convergenti. Può giungere ad impilare masse rocciose fino a sollevare una catena montuosa (orogenesi).

**Flysch:** formazione sedimentaria costituita da ripetuti strati di calcari (generalmente marnosi), argilloscisti, arenarie, ecc., depositati in un bacino di avanfossa dalle acque provenienti da un rilievo in via di smantellamento; è caratteristica delle Alpi svizzere ed è diffusa anche in molte zone dell'Appennino.

**Formazione:** insieme di rocce con caratteristiche litologiche comuni costituenti un raggruppamento omogeneo.

**Frana:** distacco e caduta lungo un pendio, con accumulo alla base, sia di masse rocciose sia di materiali sciolti, per azione prevalente della gravità, in ambiente subaereo o sottomarino.

**Franapoggio:** caratteristica giacitura di uno strato quando la sua immersione ha lo stesso verso di quella del pendio, cioè immerge nello stesso senso.

**Geocronologia:** Insieme dei metodi usati per stabilire l'età di una formazione geologica e la successione degli eventi geologici. La g. può essere "assoluta" (basata sul metodo che sfrutta il decadimento radioattivo di determinati isotopi) denominata anche geocronometria. La g. "relativa" ricostruisce, invece, le età relative degli eventi geologici o delle formazioni in relazione ad altri; essa suddivide inoltre i tempi geologici in eoni, ere, periodi, epoche ed età, utilizzando due criteri fondamentali: il criterio paleontologico e quello stratigrafico.

---

**Geodinamica:** scienza, comprendente varie branche delle scienze della Terra (sismologia, vulcanologia, geotermia, gravimetria, geomagnetismo, geologia strutturale ecc.) che si occupa dei fenomeni dinamici occorrenti nella Terra solida.

**Giacitura:** assetto geometrico nello spazio di un corpo geologico o di una struttura tettonica.

**Grotta carsica:** forma carsica ipogea naturale dovuta a fenomeni di dissoluzione ed erosione della roccia. Le g. possono avere andamento suborizzontale (gallerie e condotte), inclinato o subverticale (pozzi e abissi).

**Iconofossile:** traccia fossile dell'attività biologica di un organismo animale quale, ad esempio, una pista di deambulazione.

**Impluvio, linea di:** in un versante o in un bacino idrografico, la direzione verso la quale si convogliano le acque meteoriche scorrenti. Tale linea è costituita dai punti più depressi e, nel caso di un bacino fluviale, coincide con il letto del corso d'acqua principale, verso il quale confluiscono tutti quelli secondari.

**Indicatore geologico:** parametro geologico o geoambientale che può evidenziare una variazione.

**Litologica, caratteristica:** natura e composizione delle rocce di una formazione geologica.

**Marna:** roccia sedimentaria formata da calcare con una quantità di argilla compresa tra il 35% ed il 65%. Meno fragile del calcare e meno plastica dell'argilla.

**Micrite:** roccia calcarea a matrice microcristallina, con particelle di dimensioni 1-4 micron, di origine chimica e biochimica, generalmente costituito da accumulo di resti scheletrici di organismi planctonici.

**Nicchia di distacco:** zona del versante da cui ha avuto origine il distacco della frana; è definita da una superficie generalmente molto ripida, con profilo arcuato che delimita a monte la zona di corona.

**Paleogeografia:** scienza che studia la ricostruzione geografica del passato geologico, con la distribuzione delle terre emerse e dei mari nei diversi momenti e periodi della storia della Terra.

**Pedologia:** studio delle caratteristiche del suolo, soprattutto dal punto di vista fisico-chimico.

**Petrografia s.s.:** branca della petrologia volta alla descrizione delle rocce. Più in generale, sinonimo di petrologia: scienza che descrive e classifica le rocce e ne interpreta la genesi.

**Piattaforma continentale:** parte sommersa degli attuali continenti che si estende, con una pendenza media di 0,1°, dalla costa fino alla profondità massima di 200 m, in corrispondenza della rottura di pendenza rappresentata dalla scarpata continentale.

**Piegia:** deformazione tettonica plastica per flessione o torsione di masse rocciose.

**Reggipoggio:** caratteristica giaciturale di uno strato quando la sua immersione ha verso opposto a quella del pendio, cioè immerge nel senso contrario.

**Regimare:** regolare la portata di un corso d'acqua mediante opere artificiali.

**Reticolo idrografico:** insieme delle linee di impluvio e dei corsi d'acqua presenti all'interno di un bacino idrografico.

**Rudista:** mollusco Bivalve estinto, dalla conchiglia spessa e asimmetrica. Quasi sempre bentonico fisso. Appare nel Giurassico superiore e si estingue alla fine del Cretacico. E' una forme peculiare dell'ambiente di piattaforma carbonatica, nell'ambito della quale costituisce veri e propri corpi di scogliera organogena.

**S.I.A.:** Studio di Impatto Ambientale

---

**Sinclinale:** di una piega, curvatura di strati rocciosi con la convessità verso il basso.

**Scisto:** roccia metamorfica suscettibile a separarsi in lastre sottili o foglietti per la presenza di minerali appiattiti (miche, talco, clorite). Si genera per le pressioni metamorfiche su rocce originariamente sedimentarie o ignee.

**Selce:** roccia sedimentaria composta quasi esclusivamente di silice. Di origine biochimica, precipita all'inizio della diagenesi nel sedimento calcareo ancora incoerente.

**Silt:** sedimento clastico incoerente con granulometria compresa tra  $3,9\mu\text{m}$  e  $62,5\mu\text{m}$ .

**Sinforme:** piega geologica con curvatura concava verso l'alto.

**Stratigrafia:** disciplina che studia l'ordine, la successione, l'età, la litologia delle formazioni rocciose e i loro rapporti laterali e verticali.

**Successione stratigrafica:** termine informale che indica una successione ricorrente di corpi rocciosi, che è stato riconosciuto susseguirsi nello stesso ordine di sovrapposizione in aree diverse.

**Superficie di strato:** s. che separa, di solito in modo visibile, corpi rocciosi diversi.

**Unità:** qualunque insieme di terreni geologici raggruppabili per specifiche caratteristiche tettoniche e/o stratigrafiche e/o paleogeografiche e/o paleoclimatiche.

**Valle sospesa:** v. che sbocca su una forte pendenza la quale non corrisponde al suo profilo di equilibrio. Caratteristica del modellamento glaciale o carsico.

**V.I.A.:** Valutazione di Impatto Ambientale.

## APPENDICE

### Scheda per l'Inventario dei Geositi Italiani

 <b>ISPRA</b> <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>
<b>DIPARTIMENTO DIFESA DELLA NATURA</b> <b>SERVIZIO AREE PROTETTE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE</b>
<b>SCHEDA PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI</b>
N.B.: La scheda compilata, completa del file DESCRIZIONE, dello <i>shapefile</i> e della documentazione fotografica (.jpg) dovrà essere inviata via e-mail all'indirizzo: <b>geositi@isprambiente.it</b>

#### A - DATI IDENTIFICATIVI

<b>NOME DEL GEOSITO</b>	<input type="text"/>		
<b>DIVULGABILE</b>	<input type="checkbox"/>	<b>DATA</b>	<input type="text"/>
<b>TIPO ACQUISIZIONE DATI</b>	<input type="checkbox"/> RILEVAMENTO	<input type="checkbox"/> BIBLIOGRAFIA	<input type="checkbox"/>
<b>COMPILATORE</b>	<input type="text"/>	<b>ENTE</b>	<input type="text"/>
<b>E-MAIL</b>	<input type="text"/>	<b>URL</b>	<input type="text"/>
<b>COMPILATORE</b>	<input type="text"/>	<b>ENTE</b>	<input type="text"/>
<b>E-MAIL</b>	<input type="text"/>	<b>URL</b>	<input type="text"/>
<b>RILEVATORE</b>	<input type="text"/>	<b>ENTE</b>	<input type="text"/>
<b>E-MAIL</b>	<input type="text"/>	<b>URL</b>	<input type="text"/>
<b>RILEVATORE</b>	<input type="text"/>	<b>ENTE</b>	<input type="text"/>
<b>E-MAIL</b>	<input type="text"/>	<b>URL</b>	<input type="text"/>
<b>RILEVATORE</b>	<input type="text"/>	<b>ENTE</b>	<input type="text"/>
<b>E-MAIL</b>	<input type="text"/>	<b>URL</b>	<input type="text"/>

#### B - UBICAZIONE

<b>REGIONE</b>	<input type="text"/>
<b>PROVINCIA</b>	<input type="text"/>
<b>COMUNE</b>	<input type="text"/>
<b>TOPONIMO/LOCALITÀ</b>	<input type="text"/>

#### SHAPE FILE ALLEGATO

#### COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84

LATTUDINE GRADI  PRIMI  SEC

LONGITUDINE GRADI  PRIMI  SEC

### C - INTERESSE SCIENTIFICO

GEOGRAFIA	<input type="checkbox"/>	IDROGEOLOGIA	<input type="checkbox"/>	VULCANOLOGIA	<input type="checkbox"/>
STRATIGRAFIA	<input type="checkbox"/>	MINERALOGIA	<input type="checkbox"/>	SEDIMENTOLOGIA	<input type="checkbox"/>
GEOLOGIA	<input type="checkbox"/>	PALEONTOLOGIA	<input type="checkbox"/>	CARSISMO EPIGEO	<input type="checkbox"/>
MINERARIO	<input type="checkbox"/>	PEDOLOGIA	<input type="checkbox"/>	CARSISMO IPOGEO	<input type="checkbox"/>
GEOMORFOLOGIA	<input type="checkbox"/>	GEOL. STRUTTURALE	<input type="checkbox"/>	GEOSTORIA	<input type="checkbox"/>
GEOL. APPLICATA	<input type="checkbox"/>	PETROGRAFIA	<input type="checkbox"/>		

### C1 - INTERESSE CONTESTUALE

CULTURALE	<input type="checkbox"/>	FAUNISTICO	<input type="checkbox"/>	BOTANICO	<input type="checkbox"/>
DIDATTICO	<input type="checkbox"/>	PAESISTICO	<input type="checkbox"/>	ESCURSIONISTICO	<input type="checkbox"/>
STORICO	<input type="checkbox"/>	ARCHEOLOGICO	<input type="checkbox"/>	ARCHITETTONICO	<input type="checkbox"/>

### C2 - VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO

RARO	<input type="checkbox"/>	ESEMPLIFICATIVO	<input type="checkbox"/>	RAPPRESENTATIVO	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	-----------------	--------------------------	-----------------	--------------------------

### C3 - GRADO INTERESSE SCIENTIFICO

### C4 - IL GIUDIZIO ESPRESSO IN C2 E IN C3 È

GIUDIZIO

SE OGGETTIVO  
SPIEGARE

### D - DESCRIZIONE DEL GEOSITO

Nome del file Word allegato alla scheda:

Il nome del file: DESCRIZIONE\_NOMEGEOSITO.DOC

Il documento dovrebbe seguire il seguente modello: a) Descrizione Geologica, naturalistica e paesaggistica del Geosito; b) Descrizione del rischio di degrado; c) Descrizione del grado di interesse; d) Riferimenti documentali bibliografici; e) Eventuali commenti e annotazioni aggiuntive; f) URL eventuale sito web dedicato al Geosito.

### E - DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA ALLEGATA ALLA SCHEDA

SPECIFICARE FONTE O AUTORE

FOTOGRAFIA	<input type="checkbox"/>	SEZIONE GEOLOGICA	<input type="checkbox"/>	FILMATO	<input type="checkbox"/>
COLONNA STRATIGRAFICA	<input type="checkbox"/>	PROFILO GEOFISICO	<input type="checkbox"/>	GRAFICO	<input type="checkbox"/>
CARTOGRAFIA	<input type="checkbox"/>	DIAGRAMMA	<input type="checkbox"/>	DISEGNO	<input type="checkbox"/>

**F - ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO**

**LITOLOGIA CARATTERIZZANTE**

**UNITA' GEOCRONOLOGICA**

**DA**

**A**

**ETA' PROCESSO GENETICO**

**DA**

**A**

**NOTE**

**G - TIPOLOGIA**

**FORMA**

**ESPOSIZIONE**

**H - FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA**

**POSIZIONE**

**ACCESSIBILITA'**

**MODALITA' DI ACCESSO**

A PIEDI  FUORISTRADA  BICICLETTA

CAVALLO/MULO  IN BARCA  MOUNTAIN BIKE

IN AUTO  BATISCAFO  ELICOTTERO

**ALTRI CARATTERI SALIENTI**

STAGIONE CONSIGLIATA  SITO VISIBILE DA LONTANO



**I - SUOLO E FONDALE**

**USO DEL SUOLO**

**TIPO DI FONDALE**

**L - PROTEZIONE E VINCOLI**

**IL SITO RIENTRA IN UN'AREA PROTETTA?**

**DEFINIZIONE**

**NOME AREA PROTETTA**

PARCO NAZIONALE

PARCO REGIONALE

RISERVA NATURALE STATALE

RISERVA NATURALE REGIONALE

ZONA UMIDA RAMSAR

ZPS - DIRETTIVA 79/409/CEE

SIC - DIRETTIVA 92/43/CEE

OASI

MONUMENTO NATURALE

BIOTOPO

AREA MARINA PROTETTE

PARCO URBANO

PARCO ARCHEOLOGICO STORICO

PARCO MINERARIO

AREA DI REPERIMENTO

**ALTRI TIPI DI VINCOLO**

---

**M - STATO DI CONSERVAZIONE**

**RISCHIO DI DEGRADO NATURALE**

**RISCHIO DI DEGRADO ANTROPICO**

**N - PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O ISTITUZIONE DI AREA A  
TUTELA SPECIFICA**

**Invia tramite posta elettronica**