COMUNE DI BANZI

(Provincia di Potenza)

STUDIO TECNICO D'ALESSIO

Dott. Geol. Geom. Emilio D'Alessio

RELAZIONE GEOLOGICA E
RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

OGGETTO	Relazione geolocica e indagini geotecniche relative alla sistemazione igrogeologica del versante Grotte di Notargiacomo, sito nel comune di Banzi.
COMMITTENTE	**COMUNE DI BANZI**

IL GEOLOGO

(Geol. D'Alessio Emilio)

progettazione e direzione lavori
relazioni geologiche
collaudi statici
piani di sicurezza
accatastamenti
frazionamenti
piani quotati
successioni ereditarie e volture
consulenze tecniche

Via Massimo D'Azeglio, 32 – 82100 Benevento – Tel.082461037- cell 3474819087
e-mail: studiotecnicodalessioemilio@gmail.com - PEC: emilio.d'alessio@geopec.it

STUDIO TECNICO D'ALESSIO
Dott. Geol. Geom. Emilio D'Alessio
Via M. D'Azeglio, 32 82100 BENEVENTO - Tel. 082461037 - Cell. 3474819087
e.mail: studiotecnicodalessioemilio@gmail.com pec: emilio.dalessio@geopec.it

RELAZIONE GEOLOGICA E RELAZIONE DI MODELLAZIONE SISMICA

(cfr. par. C.10.1., Circ. Min. Infr. 617/09)

0.1 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

1. Decreto Ministeriale 17/01/2018 (Testo Unitario –Norme tecniche per le costruzioni);
2. **Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP.**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale – Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007);
3. Linee Guida finalizzate alla Mitigazione del Rischio Sismico - B.U.R.C. n°53 del 27/11/2006 (Indagini ed analisi geologiche, geofisiche e geotecniche);
4. Eurocodice 8 (1998) Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture-Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici. Stesura finale 2003;
5. Eurocodice 7.1 (1997) (Progettazione geotecnica- Parte I: Regole Generali. UNI);
6. Eurocodice 7.2 (2002) Progettazione geotecnica- Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI;
7. Eurocodice 7.3 (2002) Progettazione geotecnica- Parte II: Progettazione con prove in sito (2002). UNI;
8. L.R.C. n°9/83 e s.m.i.;
9. D.M. n°47/88 e s.m.i.;
10. L.R.C. n°16 del 17/12/2004
11. L.R.C n. 80 del 29 dicembre 2009,
12. Leggi Regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico;

Ordinanze Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale ed ex Autorità di Bacino (Liri – Garigliano - Volturno)

STUDIO TECNICO D'ALESSIO
Dott. Geol. Geom. Emilio D'Alessio
Via M. D'Azeglio, 32 82100 BENEVENTO - Tel. 082461037 - Cell. 3474819087
e.mail: studiotecnicodalessioemilio@gmail.com pec: emilio.dalessio@geopec.it

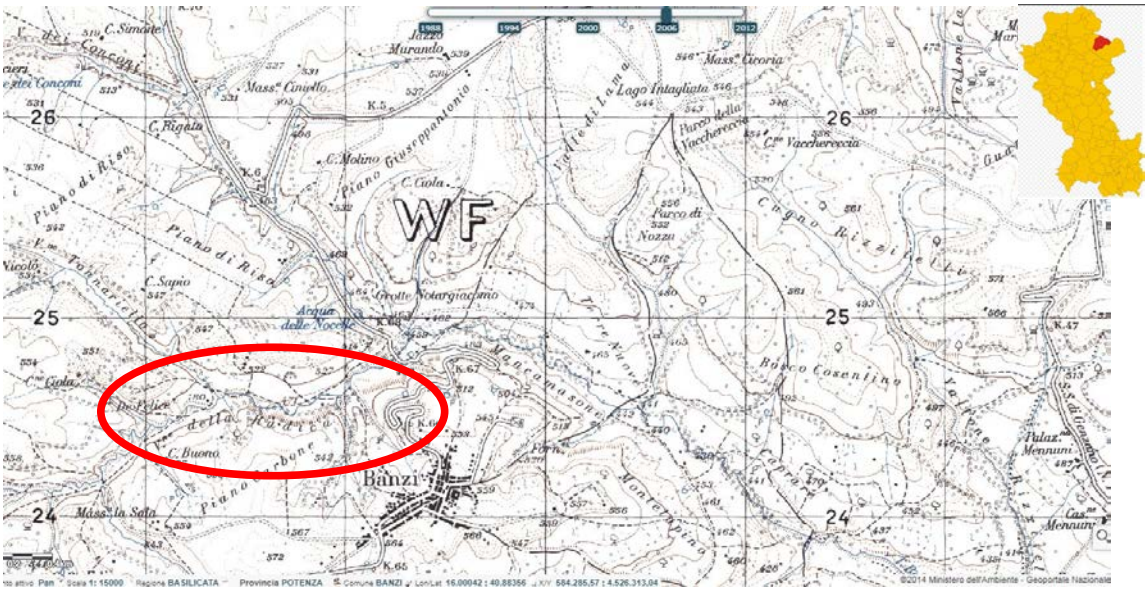
PREMESSA

Con determina di incarico emessa dal Comune di Banzi (Pz), avente ad oggetto la sistemazione igrogeologica del versante Grotte di Notargiacomo, lo Studio D'Alessio, nella persona del geologo Emilio D'Alessio, provvedeva alla campagna di indagini e rilevamenti al fine di indagare il sito in esame denominato Grotte di Notargiacomo – Fons Bandusiae nel territorio comunale di Banzi (Pz). Si acquisivano, pertanto, tutte le informazioni e documentazioni esistenti ed utili a ricostruire l'andamento geolitologico e geotecnico del sito in esame. La cartografia tecnica e le ortofotogrammetrie della zona sono state consultate dai seguenti siti:

- PCN Portale Cartografico Nazionale
- WebGis Regione Basilicata Cartografia Tecnica
- ISPRA Manuali e Direttive Tecniche
- Piano Stralcio e Norme di Attuazione AdB Alto Bradano.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E STORICO DEL DISSESTO

Stralcio Corografico IGM scala 1: 25.000 - Ubicazione area – Ubicazione del Comune di Banzi (Pz)



Come si può osservare dallo stralcio IGM Corografico e dalla localizzazione comunale, la località Notargiacomo – Fons Bandusiae è situata a NW del centro abitato ed immediatamente al disotto della linea che separa il territorio di Banzi dal comune di Palazzo San Gervasio.

Sotto vengono riportati l'ortofoto, alcune immagini significative e lo stralcio della base alla scala 1: 5000 – CTR Basilicata della zona in esame.

Ortofoto dell'area in esame ed ubicazione geografica

Il versante in oggetto ha sempre manifestato segni di instabilità testimoniati da crolli e distacchi di materiale conglomeratico di dimensioni decimetrici. Considerate l'importanza naturalistica della zona e l'esistenza di un sentiero usufruibile per passeggiate ed escursioni, l'Amministrazione Comunale ha deciso di intervenire sulla parete per una messa in sicurezza nei confronti dell'incolumità pubblica e, secondo le disponibilità del finanziamento, con interventi mirati dalla statale alla Fons Bandusiae (di rilevanza storica) sempre a fini naturalistici, paesaggistici e turistici.

Foto 1 – Vista delle grotte e del sentiero

Imbocco del sentiero dalla Provinciale 6 Appula
Stralcio ortofotogrammetrico AdB Alto Bradano – Classificazione Area R4 (retinato rosso in carta)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO – IDROGEOLOGICO – MORFOLOGICO

Il territorio comunale di Banzi ricade nel Foglio n.188 "Gravina di Puglia" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000, di cui di seguito se ne riporta uno stralcio.

I terreni affioranti nelle aree sopra menzionate sono attribuibili al ciclo di deposizione pliocenico e pleistocenico noto in letteratura come Ciclo di sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica, serie trasgressiva e regressiva depositatasi sui Calcari Cretacei di Altamura sul lato murgiano e sui Flysch della Catena Appenninica sul lato appenninico. L'Avanfossa Bradanica è un elemento strutturale situato tra le Murge e gli Appennini; più precisamente per Avanfossa Bradanica s'intende il tratto di Avanfossa plioquaternaria a sud del Fiume Ofanto mentre quello a nord è denominato Avanfossa Periadriatica. La sedimentazione nei lati dell'Avanfossa, murgiano ed appenninico, differiscono solo per i termini di apertura del ciclo sedimentario: sul primo troviamo le Calcareniti di Gravina in discordanza angolare sui calcari cretacei di Altamura, con una notevole corrispondenza tra litologia e morfologia; sul secondo vi sono il Sabbione di Garaguso e i Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano, due formazioni del tutto analoghe, anche se in letteratura sono riportate con nomi differenti. Poiché il territorio di Banzi ricade nella zona sud-occidentale del foglio n.188, zona più prossima all'appennino, allora il termine di apertura della serie sedimentaria della fossa Bradanica è costituito dai Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano. La formazione dei Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano è costituita essenzialmente da conglomerati poligenici che presentano caratteri di deposito litoraleneritico (di spiaggia), sono presenti difatti strutture come clinostratificazioni e stratificazione incrociata, nonché macrofauna tipica di tale ambiente. Data la presenza di Pectinidi, Ostreidi e Lamellibranchi la datazione è fatta risalire alla parte più alta del Pliocene. Questi depositi poggiano in trasgressione sui terreni in facies di flysch della catena appenninica e passano in alto in continuità alle Argille Subappennine. Le Argille Subappennine costituiscono la gran parte del riempimento dell'Avanfossa Bradanica, esse sono di colore grigio-azzurre, costituite da quasi tutti i minerali argillosi, ricche in microforaminiferi, con rapporto bentos/plancton elevato indicativo di un ambiente di sedimentazione di piattaforma continentale, dove giungevano abbondanti apporti clastici molto fini. L'età è riferibile al Pleistocene Inferiore. In continuità di sedimentazioni con le Argille Subappennine troviamo le Sabbie di Monte Marano formazione clastica sabbiosa silicatico-calcarea calcareo-silicatica con strutture sedimentarie come lamine incrociate bioturbazioni, lenti di ghiaia indicative di ambiente marino-litorale. Le scarse faune permettono di datarla Pleistocene inferiore.

Il passaggio da argille a sabbie indica l'evoluzione da ambiente di piattaforma a nefriticolitorale. Le Sabbie di Monte Marano passo poi gradualmente al Conglomerato d'Irsina che presenta anch'esso le caratteristiche di deposito litorale nefritico per gran parte del suo spessore e continentale nella parte più alta. La parte marina è stata evidenziata grazie alla presenza nelle lenti sabbiose di faune marine, oltre che dalla stratificazione incrociata, mentre quella continentale dalla colorazione della matrice che da gialla passa a rossastra (ossidi di ferro). L'origine appenninica del conglomerato è messa in evidenza dal fatto che esso è poligenico. Alcuni dei ciottoli sono addirittura policiclici, di fatti il grado di arrotondamento e alterazione varia. Vi sono elementi pliocenici derivanti da conglomerati del Miocene i quali in alcuni casi derivano a loro volta da conglomerati cretacei. Anche il Conglomerato d'Irsina, per la sua posizione stratigrafica, è databile al Pleistocene inferiore, in esso infatti mancano i minerali vulcanici presenti invece nei depositi marini terrazzati del Pleistocene medio. Datazioni assolute del Monte Vulture hanno dato risultati di 7- 800000 anni fa, proprio al passaggio tra Pleistocene inferiore e medio. Nella valle del Torrente Basentello affiorano estesamente depositi appartenenti ad una deposizione successiva a quella dell'Avanfossa Bradanica, composta da terreni Conglomeratici, sabbiosi ed argillosi di origine lacustre e fluvio-lacustre. Tali terreni giacciono in discordanza angolare sulle Argille subappennine, sulle quali doveva essere inciso un solco vallivo. I ciottoli dei conglomerati sono della stessa natura di quelli del Conglomerato d'Irsina dal quale sono almeno in parte ereditati per erosione delle colline circostanti, ma sono presenti anche Tefriti e scorie del Monte Vulture. Anche nella matrice sabbiosa argillosa sono presenti molti elementi vulcanici che abbondano proprio nella zona di Banzi e Palazzo S.G. e conferiscono una colorazione grigiastra che si differenzia dalla matrice del conglomerato d'Irsina che è giallastra. Sempre a differenza del Conglomerato d'Irsina che presenta una stratificazione lenticolare poco distinta, nella formazione conglomeratica, sabbiosa argillosa fluviolacustre, si riscontra una stratificazione imbriciata e i ciottoli sono generalmente appiattiti con frequenti lenti sabbiose di spessore massimo 10.0 m. A luoghi i depositi fluvio-lacustri sono prevalentemente sabbiosi-argillosi con lenti conglomeratiche di vario spessore. Tale variabilità è imputata alla diversa posizione dei sedimenti rispetto al bacino di sedimentazione e alla variazione degli apporti dei diversi emissari. L'età di tali depositi è indicata da vari autori al Pleistocene medio e lo spessore varia da pochi metri al bordo della valle del T. Basentello fino a oltre 50 m al centro della valle.

GEOLOGIA DELL'AREA STUDIATA

Nell' area oggetto di studio e nelle zone limitrofe, come riportato nella Carta Geologica e schematizzato nell'elaborato , affiorano, dal basso verso l'alto in ordine stratigrafico i seguenti litotipi:

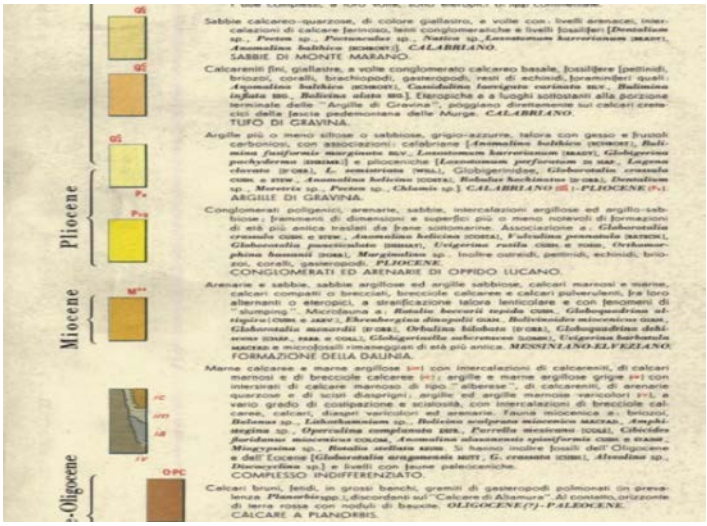
- Argille di gravina: Argille più o meno siltose o sabbiose di colore grigio-azzurro con fossili marini. Fanno seguito in concordanza di sedimentazione e a luoghi in eteropia di facies alle Calcareniti di Gravina sul lato murgiano e con i Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano sul lato appenninico.
- Sabbie di Monte Marano: Sabbia limosa debolmente argillosa di colore giallastro a luoghi rossastra a granulometria medio fine, intercalati ad essa ci sono: livelli sparsi di arenaria con spessori da centimetraci a decimetrici di colore dal grigiastro al giallastro; lenti ciottolose e conglomeratiche con spessori da decimetrici a metrici, i cui ciottoli si presentano di medie e grandi dimensioni, eterogenici, da sub-arrotondati ad appiattiti; livelli limoso-sabbiosi e infine, frequenti straterelli di calcare polverulento e concrezioni calcaree che si presentano nel complesso nodulari.
- Conglomerato marino moderatamente litificato con ciottoli eterogenici, di medie dimensioni da appiattiti a sub-arrotondati immersi in matrice sabbioso-limosa di colore giallo marroncino. I ciottoli appiattiti si presentano iso-orientati evidenziando una stratificazione inclinata con immersione SE SSE. All'interno sono presenti lenti di arenaria sub-orizzontali, con spessori decimetrici e lenti di sabbia debolmente limose con spessori da decimetrici a metrici e che localmente superano i 2 metri. Tali sedimenti possiamo riferirli alla Formazione Geologica nota in letteratura come Conglomerato d'Irsina.
- Depositi conglomeratici, sabbiosi-argillosi fluvio-lacustri Sono composti da conglomerati immersi in matrice sabbiosa limosa do colore grigiastro per la presenza di prodotti piroclastici del Monte Vulture. I ciottoli sono della stessa natura di quelli del Conglomerato d'Irsina dal quale sono almeno in parte ereditati per erosione delle colline circostanti, ma sono presenti anche Tefriti e scorie del Monte Vulture.
- La stratificazione risulta imbriciata e i ciottoli sono generalmente appiattiti con frequenti lenti sabbiose di spessore massimo 10.0 m. A luoghi i depositi fluvio-lacustri sono prevalentemente sabbiosi-argillosi con lenti conglomeratiche di vario spessore. Tale variabilità è imputata alla diversa posizione dei sedimenti rispetto al bacino di sedimentazione e alla variazione degli apporti dei diversi emissari.

- Deposti alluvionali recenti ed attuali di natura limosa sabbiosa che interessa la deposizione negli alvei dei principali torrenti.

Stralcio Carta geologica scala : 100000 – Area di interesse

Rapporti stratigrafici con i litotipi non affioranti nella zona indagata

Legenda dei litotipi principali



La formazione del Conglomerato d'Irsina è in continuità di sedimentazione con quella delle Sabbie di Monte Marano pertanto risulta molto difficile stabilire con esattezza il limite stratigrafico delle due formazioni a causa del gran numero di lenti Conglomeratiche nelle Sabbie e lenti Sabbiose nei Conglomerati presenti al passaggio fra queste due Formazioni. Mentre i depositi conglomeratici

sabbiosi fluvio-lacustri poggiano in discontinuità di sedimentazione sui terreni appartenenti alla sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica e dunque con contatto stratigrafico netto.

TETTONICA

I sollevamenti tettonici che hanno interessato l'Avanfossa Bradanica sono iniziati alla fine del Pleistocene inferiore e proseguiti fino ai giorni nostri; gli elementi che permettono di determinarlo sono due: il primo è che il Conglomerato d'Irsina si è deposto nel Pleistocene inferiore (assenza in esso dei prodotti vulcanici del Vulture, 700000 anni fa), quindi la sedimentazione nella gran parte dell'Avanfossa Bradanica si è conclusa proprio allora; il secondo elemento è la presenza di una seria di faglie inverse associate anche a pieghe che pongono a contatto terreni della catena Appenninica con quelli della Fossa Bradanica. Si tratta di faglie compressive che hanno generato un piccolo raccorciamento associato ad un sollevamento; queste faglie sono un indizio dell'ultima fase compressiva avutasi al margine esterno della catena appenninica. Sono comunque faglie che non interessano mai i depositi marini terrazzati del litorale ionico, permettendo la datazione delle stesse al Pleistocene inferiore. Tra i vari sollevamenti che hanno interessato l'Avanfossa Bradanica quello della zona di Palazzo S.G. assume un'importanza particolare, in quanto ha determinato l'interruzione del corso dell'attuale Torrente Basentello provocando la formazione di un lago (Lago di "Venosa-Matinelle"), poi prosciugatosi per cattura da parte del Torrente Olivento, e il netto cambio di direzione dei torrenti nella zona di Venosa. A sud di Palazzo S.G., invece, il sollevamento ha provocato la formazione di grosse valli incise dai torrenti Basentello, Banzullo e Fiumarella di Genzano e di grossi fossi formati dai loro affluenti. Nel territorio di Banzi e in generale nella parte centrale dell'Avanfossa Bradanica, non sono presenti indici di grossi movimenti tettonici, quali faglie, pieghe o sovrascorrimenti, ma solo piccole fratture determinate dal sollevamento generale descritto.

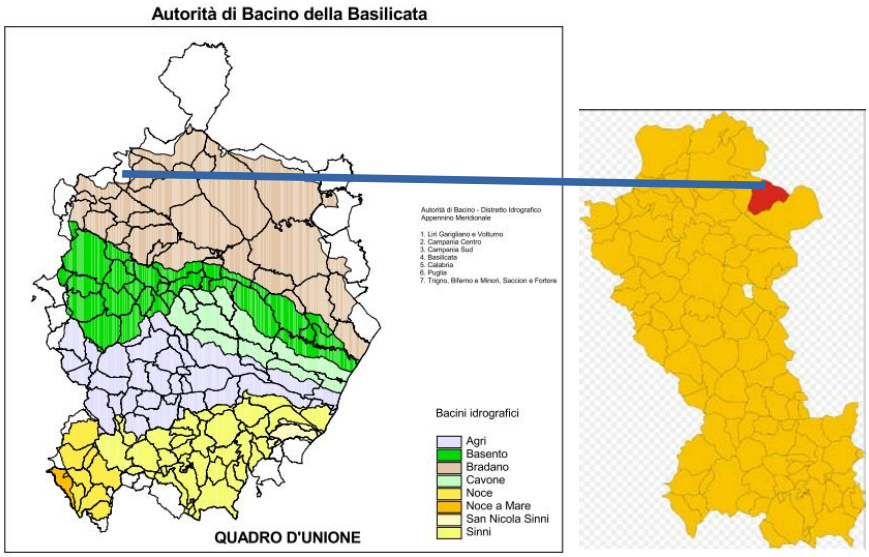
GEOMORFOLOGIA – IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

La caratteristica geomorfologica principale della parte mediana dell'Avanfossa Bradanica è la presenza di colline a sommità piatta derivante dalla sedimentazione in ingressione marina di terreni sabbiosi e conglomeratici appartenenti al periodo di chiusura del ciclo sedimentario. Tali collinette sono allungate in direzione nord-est sud-ovest e sono racchiuse tra le valli dei principali torrenti affluenti del Fiume Bradano. L'area oggetto di studio è racchiusa tra la valle del Torrente Basentello

e gli affluenti della Fiumarella di Genzano ed è interessata da molti fossi che con andamento dentritico solcano i versanti sabbiosi ed argillosi. La parte alta di tali fossi assume la caratteristica forma a ventaglio formata da canali naturali che dislocano in lembi la parte superiore piatta della collinetta. L'area indagata si posiziona ad una quota media di 500 m sul livello medio marino, ed in parte lungo il versante sabbioso conglomeratico che degrada verso la zona valliva del Vallone della Radica, corso d'acqua che attraversa tutta la parte interessata dal presente studio. Durante la fase di rilevamento, dal punto di vista geomorfologico, è stata individuata una fascia instabile lungo il sentiero delle grotte che portano a Fons Bandusiae: si tratta di pareti in conglomerato sede di crolli decimetrici dovuti alla scarsa cementazione dei ciottoli. e piccoli fenomeni di instabilità superficiale come creep e soliflusso. Dal punto di vista idrogeologico, le acque di precipitazione che raggiungono il suolo sono ripartite in aliquota di scorrimento superficiale e d'infiltrazione nel sottosuolo, secondo il grado di permeabilità dei terreni affioranti. Nel caso specifico, le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione di acqua nel sottosuolo, consentendo in tal modo l'accumulo di acqua di falda. Dai rilievi di superficie e dai dati di bibliografia è emerso che le acque di scorrimenti superficiale vengono convogliate dai fossi direttamente negli affluenti principali tramite un reticolo dentritico, mentre quelle d'infiltrazione vanno ad alimentare la falda degli stessi torrenti. Naturalmente la direzione principale della falda è verso il collettore primario e la profondità varia in relazione alla vicinanza del Torrente (elaborato "Carta Idrogeologica"). Gli interventi ipotizzati saranno oggetto di elencazione in conclusione della presente relazione.

INQUADRAMENTO AUTORITA' DI BACINO E VALUTAZIONI DI RISCHIO

La regione Basilicata è organizzata territorialmente in AdB correlate direttamente con la geografia fisica del territorio dettata, prevalentemente, dai principali corsi d'acqua regionali. In carta viene riportato il quadro generale di insieme. Il comune di Banzi, insieme ad altri pochi, ha costituito la AdB Alto Bradano viste le condizioni geografiche e la posizione che ricopre nel quadro generale e secondo quanto riportato in art. 17, comma 6-ter della legge 183/89 che recita: "*i Piani di Bacino Idrografico possono essere redatti ed approvati anche per sottobacini o per* ***stralci relativi a settori funzionali****, che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali e interrelate rispetto ai contenuti di cui al comma 3".* Tutte le raccomandazioni e le prescrizioni adottate sono state valutate secondo la relazione PAI con aggiornamento 2018.

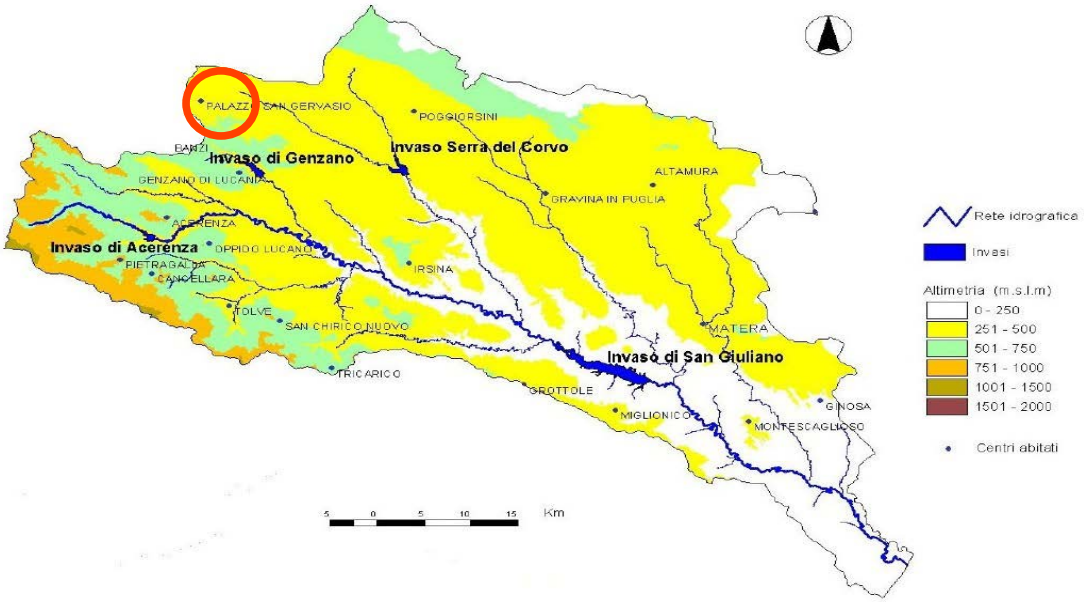


Comune di Banzi (Pz)

Il PAI è suddiviso in: **Piano Stralcio delle Aree di Versante**, riguardante il rischio da frana, e **Piano Stralcio per le Fasce Fluviali**, riguardante il rischio idraulico. Il Piano ha, inoltre, l'obiettivo di "promuovere gli interventi di manutenzione del suolo e delle opere di difesa, quali elementi essenziali per assicurare il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e della qualità ambientale del territorio, nonché di promuovere le azioni e gli interventi necessari a favorire: - le migliori condizioni idrauliche e ambientali del reticolo idrografico, eliminando gli ostacoli al deflusso delle piene in alveo e nelle aree golenali; - le buone condizioni idrogeologiche e ambientali dei versanti; - la piena funzionalità delle opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica e idrogeologica".

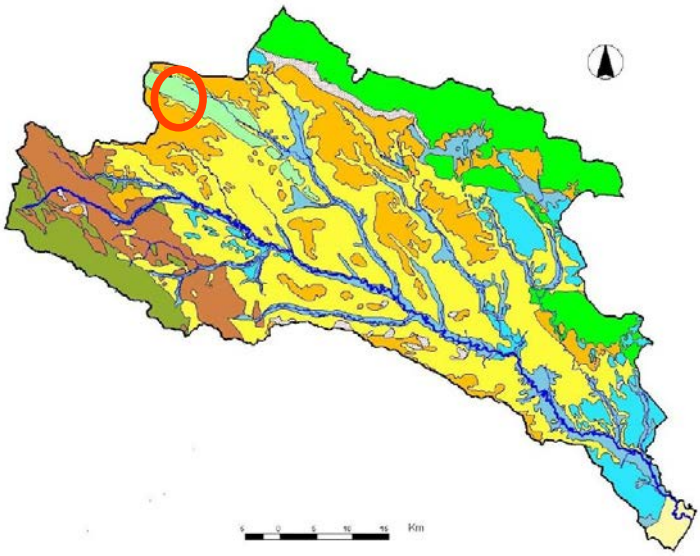
In base a quanto riportato precedentemente, la zona di studio presenta una fascia R4 cioè a rischio molto elevato dal punto di vista della stabilità. E' su questa problematica che si sono rivolte le indagini condotte in situ.

La cartografia del PAI, che riguarda l'altimetria, i complessi idrogeologici e le litologie principali, vengono riportate qui di seguito.



Bacino del fiume Bradano - Carta altimetrica

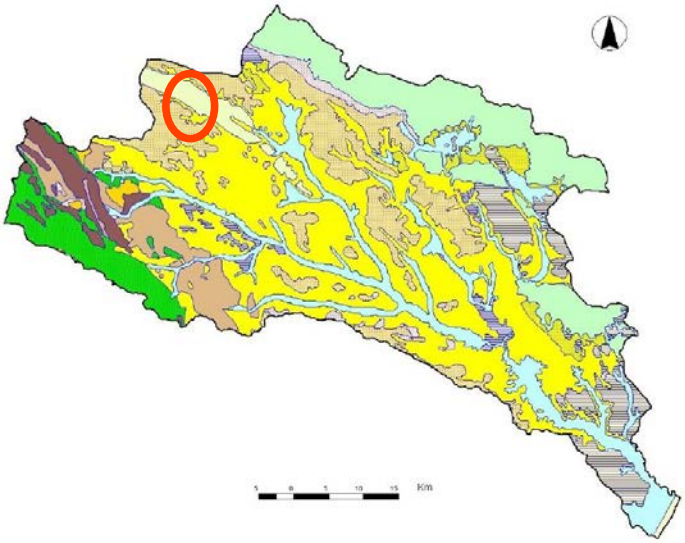
Area d'interesse



Bacino del fiume Bradano – Carta dei complessi idrogeologici

Legenda della Carta dei Complessi Idrogeologici

- Complesso detritico
- Complesso dei travertini
- Complesso sabbioso costiero
- Complesso delle ghiaie, sabbie ed argille alluvionali
- Complesso dei depositi ghiaiosi e sabbiosi alluvionali e marini terrazzati
- Complesso fluvio-lacustre
- Complesso delle lave
- Complesso delle piroclastiti da flusso
- Complesso delle piroclastiti da caduta
- Complesso sabbioso-conglomeratico
- Complesso argilloso - sabbioso
- Complesso calcareo
- Complesso dolomitico
- Complesso calcareo-siliceo
- Complesso delle radiolariti
- Complesso calcareo-marnoso-argilloso
- Complesso argilloso-marnoso
- Complesso arenaceo-conglomeratico
- Complesso delle metamorfiti
- Complesso dei meta-calcari
- Complesso degli argilloscisti



Bacino del fiume Bradano – Carta litologica

Legenda della Carta Litologica

Depositi Quaternari

- Detriti di falda; depositi eluviali e colluviali
- Depositi fluvio-torrentizi di conoide detritico-alluvionale (ghiaie, sabbie e limi)
- Depositi fluvio-lacustri (argille e sabbie)
- Travertini
- Depositi alluvionali attuali e recenti (ghiaie, sabbie e limi)
- Depositi alluvionali terrazzati (conglomerati e sabbie)
- Depositi alluvionali e marini terrazzati (conglomerati, ghiaie, sabbie e limi)
- Depositi costieri (sabbie della spiaggia e delle dune costiere)
- Tufi

Successioni dell'Avanfossa Bradanica e dei Bacini Intrappennici Plio-Pleistocenici

- Successioni calcarenitiche dell'Avanfossa bradanica
- Successioni sabbioso-conglomeratiche dell'Avanfossa bradanica
- Successioni argillose e sabbiose dell'Avanfossa bradanica e del Bacino di Sant'Arcangelo
- Successioni conglomeratiche del Bacino di Sant'Arcangelo e dei bacini intrappennici pliocenici
- Successioni sabbioso-conglomeratiche ed argillose dei bacini intrappennici pliocenici
- Successioni sabbioso-argillose dei bacini intrappennici pliocenici

Successioni delle Unità Tettoniche dell'Appennino Meridionale

- Successioni arenaceo-argilloso-calcaree (Formazione di Albidona Auct.)
- Successioni argillose, marnoso-argillose-calcaree, argilloso-arenacee metamorfosate (Unità del Frido, Unità Nord Calabrese)
- Ofioliti (Unità del Frido)
- Basalti, Gabbri, Serpentiniti, Gneiss, Anfiboliti (Unità del Frido, Unità Nord Calabrese)
- Successioni arenaceo-conglomeratiche ed arenaceo-argillose (Flysch di Gorgoglione Auct.)
- Successioni argilloso-marnose, marnoso-argillose-calcaree e argilloso-arenacee (Unità Sicilide)
- Successioni calcareo-argillose (Unità Alburno-Cervati)
- Successioni dolomitiche (Unità di M. Foraporta, Unità dei M.ti della Maddalena)
- Successioni calcaree (Unità Alburno-Cervati, Unità di M. Foraporta, Unità dei M.ti della Maddalena)
- Successioni arenaceo-argillose e marnoso-argilloso-calcareoclastiche (Formazione di Serra Palazzo Auct. - Unità di Lagonegro)
- Successioni quarzoarenitiche (Flysch Numidico Auct. - Unità di Lagonegro)
- Successioni argilloso-marnose e calcareo-marnose (Flysch Rosso Auct. - Unità di Lagonegro)
- Successioni marnoso-argilloso-calcaree silicifere (Galestri Auct. - Unità di Lagonegro)
- Successioni marnoso-argillose silicifere (Galestri Auct. - Unità di Lagonegro)
- Successioni radiolaritiche ed argillose (Scisti Silicei Auct. - Unità di Lagonegro)
- Successioni calcareo-marnose silicizzate (Calcari con Selce Auct. - Unità di Lagonegro)

PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO FRANA

Il sito indagato presenta, come visto, una fascia in R4 e che coincide per intero con la parte conglomeratica su cui bisogna intervenire per la messa in sicurezza. Il tutto ai fini di una fruibilità del sentiero sottostante per fini turistici. Altre zone di intervento, sempre nell'area indagata, non rientrano in un rischio tale da essere catalogati nel PAI ma sono state oggetto di indagine ai fini della conoscenza geotecnica delle litologie in posto. Dal Piano stralcio ricaviamo le seguenti tabelle:

Tabella 1 - Tipologia dei movimenti gravitativi di versante

TIPOLOGIA DEI MOVIMENTI GRAVITATIVI DI VERSANTE
crollo
ribaltamento
scivolamento rotazionale
scivolamento traslativo
espansione laterale
colamento lento
colamento rapido
sprofondamento
DGPV
aree soggette a sprofondamenti diffusi
aree soggette a frane superficiali diffuse (creep o soliflussi)
calanchi

Tabella 3 – Elenco aggiornato della tipologia dei movimenti gravitativi di versante ed aree di influenza degli stessi, presi a riferimento per la valutazione della pericolosità idrogeologica a partire dall'anno 2011

TIPOLOGIA DEI MOVIMENTI GRAVITATIVI DI VERSANTE
Crollo e area di rispetto crollo
ribaltamento
scivolamento rotazionale
scivolamento traslativo
espansione laterale
colamento lento
colamento rapido
sprofondamento
DGPV
aree soggette a sprofondamenti diffusi
aree soggette a frane superficiali diffuse (creep o soliflussi)
calanchi
Versanti soggetti ad arretramento diffuso
….Frane complesse
….Fenomeni retrogressivi
Paleofrana

Nel nostro caso rientriamo nella prima tipologia che è quella di **crollo (Tab1) e relativa fascia di rispetto (Tab 3).**

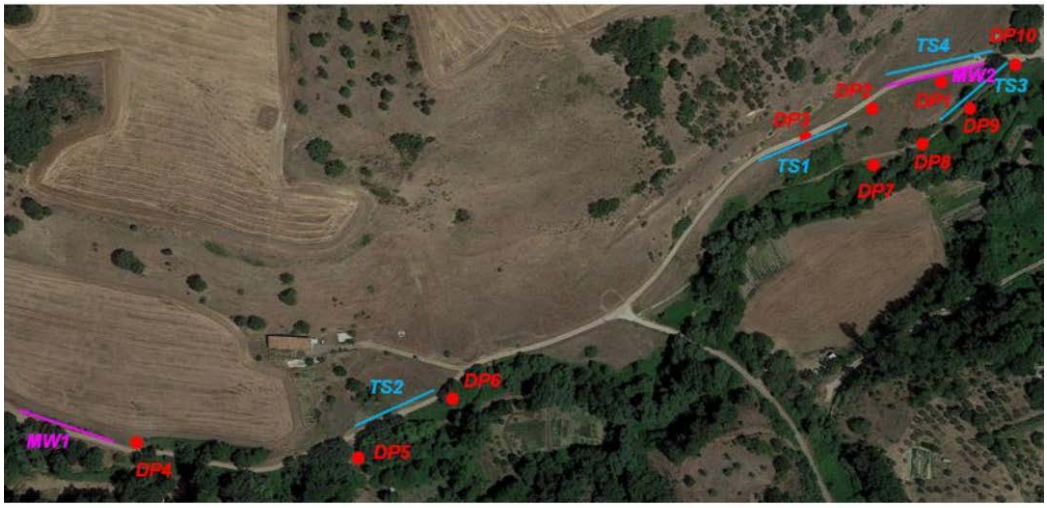
INDAGINI ESEGUITE IN SITO E LORO INDIRIZZO

Tutte le indagini eseguite in sito sono riportate in Allegato – Nota Tecnica Banzi (Pz) redatta dalla SIA srl. Esse consistono in:

- n. 10 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH);
- n. 4 stendimenti di sismica a rifrazione in chiave tomografica;
- n. 2 stendimenti sismici di tipo MASW

Le prove DPSH sono state effettuate ai fini della caratterizzazione dei parametri meccanici dei litotipi sabbiosi e ghiaiosi.

Le indagini tomografiche e MASW hanno permesso di definire i rapporti stratigrafici, le caratteristiche di fratturazione nonché la verifica del comportamento delle litologie in chiave sismica. Per una migliore comprensione di quanto si esporrà qui di seguito si riportano alcune immagini e dati dell'Allegato richiamato sopra.



Ubicazione dell'area e delle indagini eseguite su stralcio foto satellitare da *Google Earth* (scala adattata).

Ubicazione delle indagini geofisiche eseguite su stralcio foto satellitare da *Google Earth* (scala adattata).

DATI TECNICI DELLE LITOLOGIE IN ESAME

I dati ricavati dalle indagini DPSH permettono di definire dei range di valori circa i parametri geotecnici.

Densità relativa %

Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
2,00	21,69	47,9	56,2	19,52
4,20	44,03	81,22	81,44	48,46
5,40	68,64	100	100	87,48

Angolo di resistenza al taglio

Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
2,00	4,51	28,29	21,29	29,26	31,33	31,46	0	<30	23,22	28,35	31,52	24,5
4,20	18,2	32,2	25,2	33,1	31,13	36,52	39,37	30-32	31,52	32,46	42,37	34,08
5,40	57,65	43,47	36,47	44,14	32,06	42,69	42	>38	44,41	44,3	51,36	48,96

Modulo di Young – Kg/cmq

Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
2,00	4,51	---	36,08	---	---	---
4,20	18,2	304,51	145,60	215,46	316,50	166,00
5,40	57,65	541,96	461,20	680,97	612,38	363,25

Modulo edometrico – Kg/cmq

Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
2,00	4,51	---	36,73	32,02	58,11
4,20	18,2	109,20	64,85	129,22	119,17
5,40	57,65	345,90	145,88	409,32	295,12

Classificazione AGI

Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
2,00	4,51	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
4,20	18,2	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
5,40	57,65	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Modulo di Poisson

Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
2,00	4,51	(A.G.I.)	0,34
4,20	18,2	(A.G.I.)	0,32
5,40	57,65	(A.G.I.)	0,24

Ai fini del Modello Geologico si adotteranno i seguenti valori medi:

- Conglomerati in matrice sabbiosa debolmente cementati

Peso di volume γ = 1,65 t/mc – saturo 1,78 t/mc
Densità relativa % = 35
Angolo di attrito ϕ = 30°
Coesione apparente c = 0,17 kg/cmq

- Sabbie sciolte o debolmente cementate

Peso di volume γ = 1,67 t/mc – saturo 1,80 t/mc
Densità relativa % = 38
Angolo di attrito ϕ = 31°
Coesione apparente c = 0,15 kg/cmq

CONCLUSIONI

Alla luce delle indagini svolte e dall'analisi dei rilievi effettuati si deducono le seguenti conclusioni:

- gli interventi di messa in sicurezza riguarderanno la fascia R4 della parete conglomeratica soprastante il sentiero di collegamento tra la SP Appula e Fons Bandusiae.

Intervento previsto:

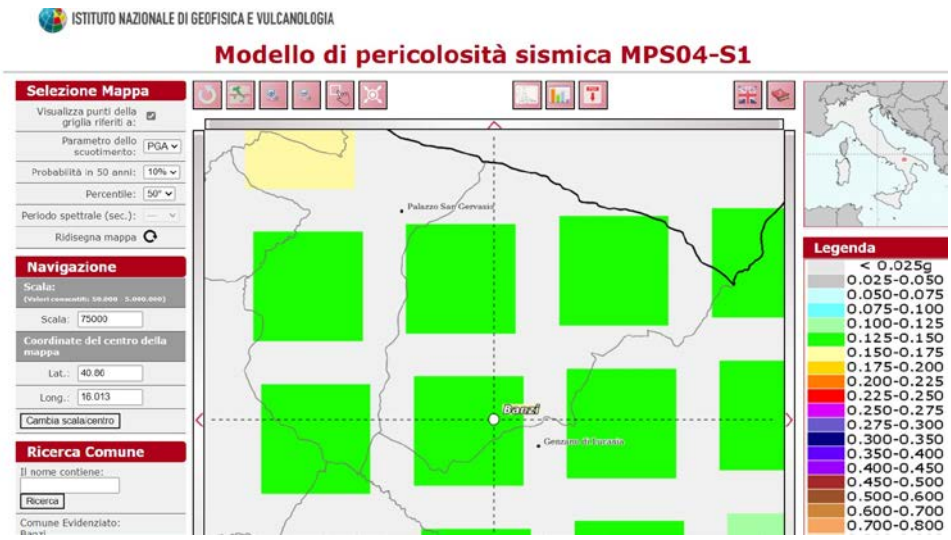
1. Rete a maglia regolare con chiodatura di ancoraggio con lunghezza oltre 1,5 m. (spessore di alterazione e fratturazione rilevato). Questo intervento sarà a salvaguardia di distacchi nel tempo dei ciottoli al max di dimensioni centimetriche.
2. Geostuoia di salvaguardia e canaletta di raccolta acque nella parte superiore delle pareti conglomeratiche (poggiate sulla parte subpianeggiante di attacco delle verticali) al fine di salvaguardare le pareti conglomeratiche dall'infiltrazione di acque meteoriche brevi-intense. Sono questi i fenomeni che portano alla disgregazione della matrice sabbiosa di cementazione per i conglomerati visibili in parete.
3. Palizzate e staccionata in legname a salvaguardia del ciglio sentieristico di valle e fascia di rispetto dalla parete conglomeratica.

- Zona sul Vallone della Radica – ansa in erosione interessante la stradina sterrata di Fons Bandusiae.

Intervento previsto:

1. Gabbionata di contenimento di altezza variabile e tale da interagire con la natura sabbiosa delle litologie in posto. Le caratteristiche sabbiose conferiscono alle scarpate un rilievo molto acclive a causa di una debole cementazione dovuta alla deposizione di materiale carbonatico di deposito delle acque di circolazione interstiziale.
2. Palizzate e staccionata in legname a salvaguardia del ciglio stradale sospeso sul Vallone della Radica.

Ai fini della Classificazione sismica si riporta lo schema di Modello Pericolosità dal sito INGV per la zona indagata.



Come si può notare l'accelerazione del sito specifico si attesta su 0,125 – 0,150 g con i seguenti parametri calcolati in base alle indagini MASW:

amax = *ag* * (*SS* * *ST*) ,dove: *ag* = accelerazione massima su sito di riferimento rigido (definita dal Legislatore); *SS* = coefficiente di amplificazione stratigrafica; *ST* = coefficiente di amplificazione topografica. La stima della pericolosità sismica è stata eseguita, con software messo a disposizione dalla " *Geostru* ", ed ha consentito di determinare oltre ai vari parametri relativi allo spettro di risposta, anche i coefficienti sismici Kh e Kv. Parametri sismici
Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T2
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente cu: 1
Salvaguardia della vita (SLV): Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,244 g
Fo: 2,396
Tc*: 0,371 [s]
Coefficienti Sismici SLV:
Ss: 1,170 Cc: 1,340 St: 1,200 Kh: 0,096 Kv: 0,048

Per altre informazioni tecniche in merito alle indagini svolte si faccia riferimento all'Allegato Nota Tecnica delle Indagini Banzi (Pz).

Benevento 16 settembre 2022 Dott. Geol. Emilio D'Alessio