



**COMUNE DI PONTECAGNANO**

**PROVINCIA DI SALERNO**



**RELAZIONE GEOLOGICA PER IL PROGETTO DI FATTIBILITÀ  
TECNICO-ECONOMICA PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVI  
EDIFICI SCOLASTICI PUBBLICI MEDIANTE SOSTITUZIONE  
EDILIZIA - SOSTITUZIONE EDILIZIA COMPLESSO SCOLASTICO  
DANTE ALIGHIERI.**

<i><b>Il committente</b></i> <i><b>Amministrazione Comunale di</b></i> <i><b>Pontecagnano Faiano</b></i>	<i><b>Il Geologo</b></i> <i><b>Dr. Francesco Cuccurullo</b></i> <i><b>Rev. 0</b></i>
<i><b>Pagani, Febbraio 2022</b></i>	

## 1. INDICE

1.	INDICE .....	2
2.	PREMESSA .....	3
3.	MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE .....	5
4.	MODELLO GEOLOGICO LOCALE .....	25
5.	PROGETTO DI PIANO DELLE INDAGINI.....	29
6.	CONCLUSIONI .....	43



## **2. PREMESSA**

Il sottoscritto dr. geol. Francesco Cuccurullo, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con il n° 2106, è stato incaricato dall'Amministrazione comunale di Pontecagnano Faiano (SA), settore lavori pubblici, manutenzione e infrastrutture, di redigere la presente relazione geologica per il progetto di fattibilità tecnico-economica per la realizzazione di nuovi edifici scolastici pubblici mediante sostituzione edilizia - sostituzione edilizia complesso scolastico Dante Alighieri alla via Dante (coordinate geografiche WGS84 del sito 40.644894° N - 14.872531° E) nel comune di Pontecagnano Faiano.

La relazione è stata redatta ai sensi delle seguenti normative:

- ❖ Norme tecniche per le costruzioni (NTC 17 gennaio 2018);
- ❖ Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 2 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018";
- ❖ Delibera di Giunta Regionale n. 5447 del 07.11.2002, che ha riclassificato il territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA), definendolo di II categoria sismica;
- ❖ Normativa sismica regionale (L.R. 9/83);
- ❖ Normativa difesa del suolo (Norme Attuazione PSAI Distretto Idrografico Appennino Meridionale ex Autorità di Bacino Regionale Destra Sele pubblicati su G. U. n.27 del 20/02/2017 del D.M. 25 ottobre 2016 – PGRA approvato dal Comitato Istituzionale Integrato in data 3 marzo 2016).

Il documento di argomento geologico, di carattere preliminare, si inserisce nell'iter progettuale complessivo di richiesta fondi per il PNRR per la realizzazione di nuovi edifici scolastici pubblici. La presente relazione mira ad inquadrare, con approfondimento di carattere solo preliminare, i diversi aspetti



che concorrono al quadro territoriale complessivo, con l'illustrazione dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e tettonico di insieme.

Verranno illustrati i vincoli geologici ed ambientali presenti sul territorio in studio.

L'insieme di tali considerazioni ed elementi sono tratti dai dati bibliografici e di letteratura disponibili, dalla cartografia geologica di riferimento e dagli strumenti di pianificazione vigenti, ordinati e sovraordinati.

Per la caratterizzazione geologica dei terreni dell'area in esame e per le indagini geognostiche disponibili, considerando che l'area d'interesse si ubica in una zona centrale del comune di Pontecagnano, sono state utilizzati i dati relativi a:

- 1) Studio geologico effettuato in piazza Sabato – via G. Mazzini dove è prevista la realizzazione di un fabbricato, con l'esecuzione di numerose indagini geognostiche e geofisiche a firma del dr. Geol. Antonio Adinolfi - anno 2016;
- 2) Relazione geologico-tecnica relativa ad un intervento di riparazione ed adeguamento strutturale di un fabbricato ubicato alla Via Arno a firma del dr. Geol. Fabio Caiazza - anno 2019;
- 3) Relazione Geologica Illustrativa allegata al PUC del comune di Pontecagnano in fase di approvazione a firma del dr. Geol. Fabio Caiazza - anno 2021.

Il tutto con il dettaglio proprio di una relazione preliminare, in cui saranno evidenziate sia le principali caratteristiche dell'assetto geologico, sia eventuali criticità, limiti di salvaguardia ed eventuali vincoli, da svilupparsi nelle successive fasi progettuali.

In uno dei successivi paragrafi della relazione (cifr. § 5) si illustrerà l'impostazione metodologica complessiva delle indagini a farsi per le successive fasi progettuali, con specifico riguardo alle prestazioni geognostiche e sismiche.





### 3. MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE

#### Ubicazione del sito

L'area oggetto di studio è situata nell'area centrale del territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA), ad una quota di circa 32 m s.l.m. (Figura 1).

Il territorio comunale di Pontecagnano Faiano confina con i territori comunali di Giffoni Valle Piana nord e nordovest, Montecorvino Pugliano, Bellizzi e Battipaglia ad est, con il Mar Tirreno sul lato sud, Salerno a ovest.



Figura 1: Area di interesse progettuale.

#### Descrizione delle caratteristiche morfologiche generali dell'area

Il sito di interesse progettuale si ubica all'interno del graben peri-tirrenico della Piana del fiume Sele, un basso strutturale formatosi a partire dal Miocene superiore ed attualmente colmato da depositi quaternari in facies alluvionale. Tale Piana si colloca nella porzione nord-orientale del graben peri-tirrenico della Piana del Sele-Golfo di Salerno. Si tratta di un'ampia morfostruttura depressa di forma grosso modo triangolare che continua a mare nel Golfo di Salerno, allungata in direzione ENE-WSW, delineata da faglie dirette e transtensive orientate per lo più NE-SW e NW-SE. Essa è delimitata dagli alti strutturali dei Monti Lattari e dei Monti Picentini, a nord, e da rilievi compresi tra i Monti

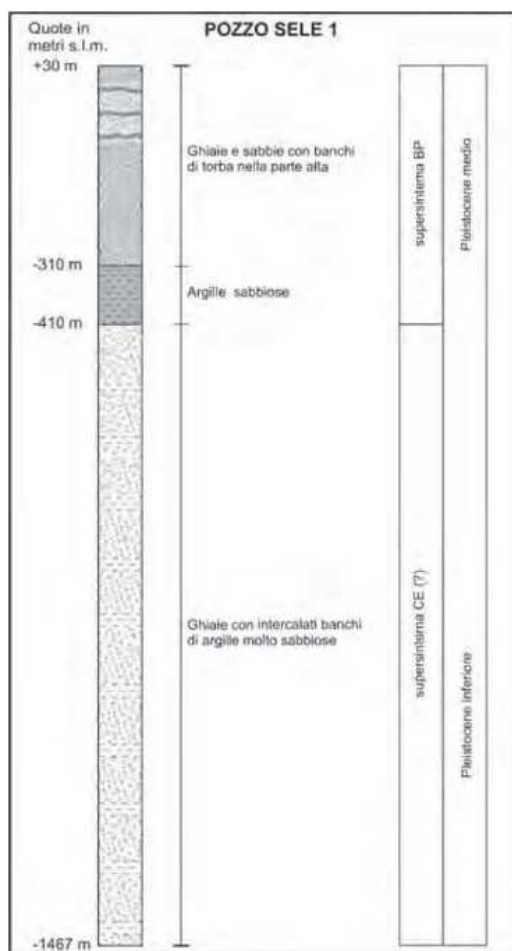


Alburni ed il Cilento, a sud-est. Le faglie dirette che la bordano realizzano complessivamente rigetti fino a 3000m ed hanno in prevalenza un andamento anti-appenninico.

Mentre la sua parte occidentale è rimasta costantemente sommersa, la porzione orientale ha avuto un comportamento più articolato: già individuata come modesta depressione tettonica nel corso del Tortoniano emerge, forse nel Messiniano, e rimane in erosione fino ad almeno il Pliocene medio, vale a dire per l'arco di tempo che vede il modellamento sui rilievi appenninici di un paesaggio di elevata maturità morfologica. Con l'inizio del sollevamento legato alla Neotettonica, che smembra e solleva la paleo-superficie precedentemente formatasi, la porzione orientale del graben subisce una nuova fase di sprofondamento, compensata dall'accumulo dei «Conglomerati di Eboli».

Questa formazione epiclastica continentale, potente almeno 500 m al centro della piana (come rilevabile del Pozzo Sele 1 - Figura 2), deriva dall'erosione del retrostante massiccio carbonatico dei Monti Picentini in sollevamento dal Pliocene superiore.

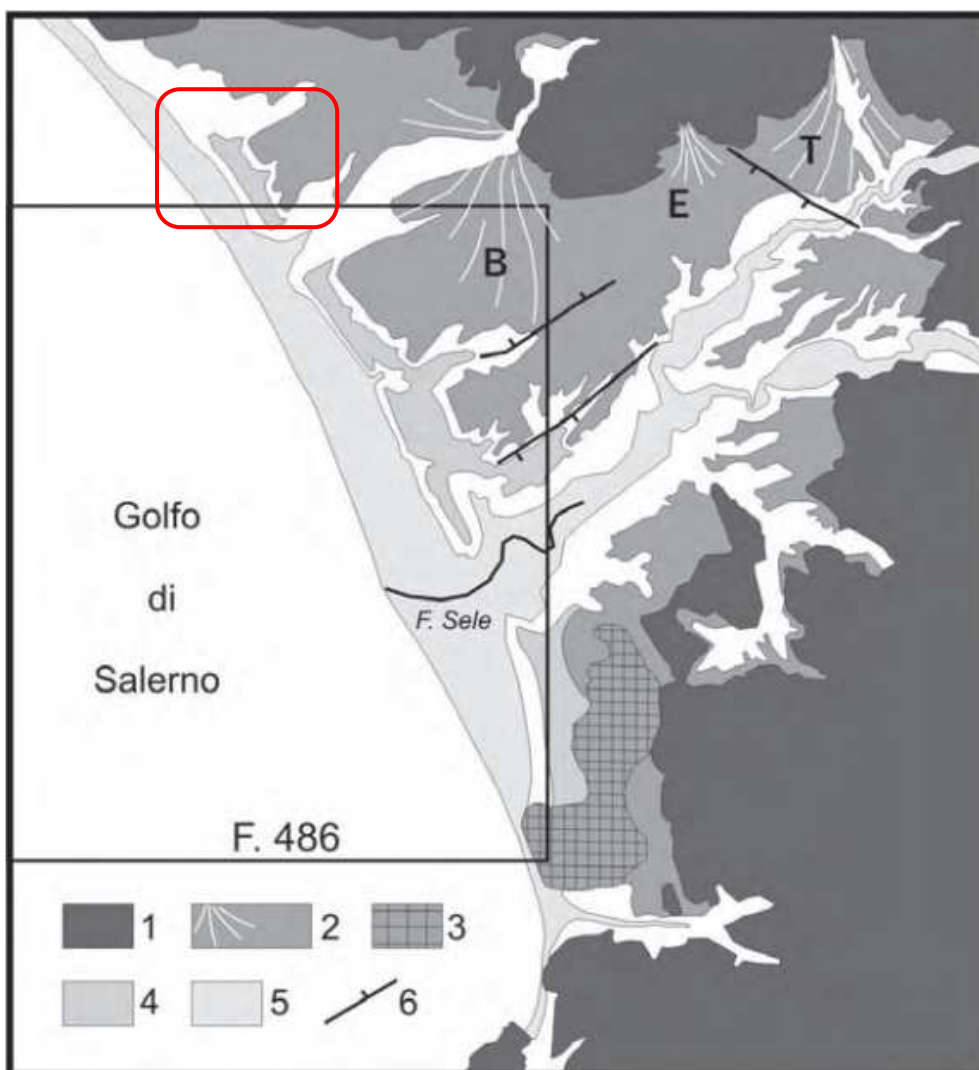




**Figura 2: Colonna stratigrafica relativa al Pozzo Sele 1.**

Ulteriori fasi di sollevamento, probabilmente da collocare nel Pleistocene medio e prima di 0,4 milioni di anni fa, invertono nuovamente il comportamento tettonico di questo settore: i conglomerati più accostati ai rilievi vengono infatti sollevati fino a circa 400 m di quota mentre un ancor più marcato sollevamento interessa i retrostanti rilievi carbonatici. La conseguente ripresa degli eventi erosionali, legati sia ai dislivelli con i retrostanti massicci sia alle vicende climatiche medio pleistoceniche, determina la formazione dell'attuale pianura del Sele a valle dei settori sollevati. Nel contempo, i settori più esterni della antica piana entrano in subsidenza e vengono interessati da trasgressioni marine che procedono da quel settore della depressione (Golfo di Salerno) che era già in dominio subacqueo nel Pleistocene inferiore. La porzione di Piana che diviene subsidente con questi eventi tettonici non è solo quella più costiera, ma include anche una ampia appendice allungata verso NE che penetra fin nella zona oggi occupata dal conoide del torrente Tenza.





**Figura 3:** Schema delle principali superfici geomorfologiche della Piana del Sele (dalle Note Illustrative del Foglio 486 - Carg). 1) rilievi collinari e montuosi; 2) lembi del terrazzo deposizionale associato ai sedimenti del Pleistocene Sup. con principali conoidi contribuenti (B: conoide di Battipaglia; E: conoide di Eboli; T: conoide del T. Tenza); 3) area con morfologie da deposizione travertinosa; 4) lembi del terrazzo deposizionale associato al paleocordone di Gromola; 5) piana costiera olocenica e superfici di fondovalle associate; 6) principali faglie. Nel riquadro rosso è evidenziato il settore di studio.

Idrologicamente, la rete di canali presenti sul territorio comunale appartengono alla rete idrografica che si sviluppa in destra orografica del fiume Sele, il fiume principale della Piana. La rete idrografica si estende sul territorio a partire dai Monti Picentini e defluisce direttamente nel Mar Tirreno. Il corso d'acqua principale che attraversa il territorio è il fiume Picentino, lungo 25 km, che nasce alle falde del monte Accellica, una cima dei suddetti Monti. Altri corsi d'acqua presenti sul territorio hanno, invece, carattere torrentizio e sono incassati rispetto al piano campagna circostante. Le portate sono generalmente modeste e direttamente legate ad eventi meteorici.





## Descrizione delle caratteristiche geologiche generali dell'area

L'area ricade all'interno dell'estesa depressione tettonica della Piana del Sele, dove le successioni clastiche di riempimento sono rappresentate maggiormente dai Conglomerati di Eboli i quali rappresentano i sedimenti dell'antica piana alluvionale del Sele. Tali depositi poggiano in discordanza angolare su depositi pre-aterni eterogenei e deformati.

La serie stratigrafica risulta quasi completamente costituita da litofacies conglomeratiche massive o stratoidi scarsamente o debolmente cementate. La serie è suddividibile in una porzione basale, intermedia e sommitale non facilmente distinguibili in affioramento.

La porzione basale è costituita da una litofacies ghiaiosa ed una fine. Questa è costituita da conglomerati di natura calcarea e calcareo-dolomitica in matrice sabbioso-siltosa o granulare, mentre la litofacies fine è costituita da sabbie fini e silt carbonatici con lenti conglomeratiche grossolane; sono presenti anche livelli sabbioso-argillosi di origine piroclastica.

La porzione intermedia è costituita solo dalla litofacies conglomeratica costituita da elementi di natura calcarea, calcareo-dolomitica e dolomitica.

La porzione sommitale è anch'essa costituita da due litofacies: una ghiaiosa ed una fine che contiene livelli piroclastici.

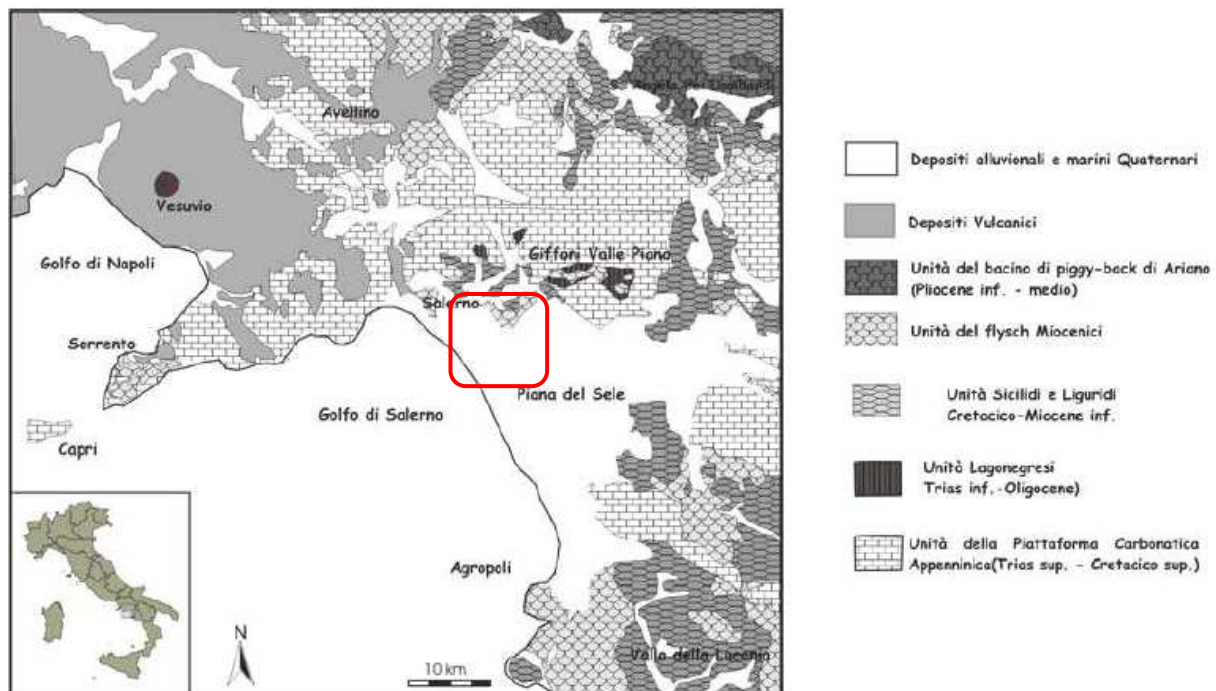


Figura 4: Schema geologico del margine tirrenico dell'Appennino Campano. Nel riquadro rosso è indicata l'area di indagine.



Nel settore centro-settentrionale della Piana del Sele e dei Monti Picentini si distinguono i seguenti complessi litostratigrafici:

#### *Complesso calcareo dolomitico*

Di età mesozoica, consta di calcari e calcari dolomitici e dolomie; costituisce l'ossatura degli alti morfologici che bordano a Nord il graben della piana (blocco dei M. Picentini). I termini più antichi, ascrivibili al Trias, si evidenziano in prevalenza lungo il settore meridionale, mentre quelli più recenti affiorano nella parte settentrionale del blocco.

La frazione basale, della potenza di circa 1000 mt, consta di depositi dolomitici intensamente tettonizzati e sovente degradati a sabbia dolomitica; quella superiore è formata da depositi prevalentemente calcarei ed ha uno spessore di circa 2000 mt. Il complesso è sovrapposto tettonicamente alle sequenze flyschoidi delle Unità Lagonegresi ed è sottoposto ai complessi delle Argille varicolori e delle Unità Irpine. Affiora localmente in un'area ubicata a Nord di Faiano (Colle Cantagallo) e diffusamente nel territorio di Montecorvino Rovella.

#### *Complesso delle argille varicolori*

Viene a giorno solo in alcune aree della fascia collinare, poste a Sud di località Sardone, a NNW dell'abitato di Faiano, a Sud di Santa Tecla (loc. Acqua Fetente e Beneficenza) e di Montecorvino Pugliano (Macchia Morese). Poggia tettonicamente sui calcari del Complesso calcareo-dolomitico e costituisce il substrato dei complessi plio-pleistocenici. Consta di:

- un membro prevalentemente argilloso: argille, argille marnose e marne argillose di colore variabile dal grigio verde al rosso vinaccia al grigio antracite, a struttura fittamente scagliosa;
- un membro prevalentemente litoide formato da calcilutiti biancastre, arenarie quarzoso micacee, calcari marnosi del tipo "pietra paesina", e marne calcaree intensamente fessurate, di colore grigiastro, superficialmente giallo avana con sfumature marrone; spesso a questi litotipi si alternano livelli argillo-scistosi di colore grigio plumbeo con zonature rosso vinaccia o giallastre.



I calcari marnosi e le marne calcaree hanno una pigmentazione grigio-chiara con sfumature avana-ruggine lungo le superfici di fratturazione, sono compatti, ma intensamente fessurati (pietra paesina). Spesso le fratture sono colme di calcite. Lo spessore varia da pochi decimetri al metro. Le marne e le marne argillose, più frequenti nella parte basale della successione, hanno una colorazione grigio-plumbea e sono caratterizzate da una fitta struttura a scaglie. I depositi marnoso-argillosi sono stati sottoposti dapprima ad un'intensa diagenesi, che ha prodotto un'elevata fissilità in direzione parallela ai piani di stratificazione, quindi ad un'intensa tettonizzazione che ne ha determinato la struttura in scaglie e, quindi, la marcata incoerenza in caso di esposizione agli agenti atmosferici; l'orientamento delle scaglie è in genere variabile e caotico.

La formazione spesso è ricoperta da una spessa coltre di alterazione costituita da limi argillosi ed argille di colore marroncino con frequenti variegazioni giallastre. Nella pasta argillosa sono inglobati blocchi, lembi o pacchi di strati di natura prevalentemente calcareo-marnosa, talora arenacea ed, a luoghi, carbonatica.

#### *Argille ed argille siltose di Salerno e Montecorvino Pugliano (AAN)*

Questa è una formazione ascrivibile al Tortoniano - Messiniano inferiore, costituita da argille, argille siltose ed argille sabbiose mal stratificate con intercalazioni di arenarie gradate e resti di macrofossili e livelli discontinui di diatomiti laminate e calcari evaporitici giallastri. Costituisce gran parte dei dossi collinari presenti a ESE dell'abitato di Montecorvino Pugliano.

#### *Unità delle sabbie e delle arenarie giallastre di Montecorvino (ASM)*

Di facies litorale – batiale, i litotipi di questa unità si sono depositi in bacini più o meno ampi che presero origine dopo la fase del Tortoniano inferiore. Si tratta di sabbie medio-fini quarzose giallastre ad elementi litici di colore scuro, sabbie siltose giallastre ben cementate ed organizzate in strati di spessore variabile da qualche decimetro al metro. Questa unità è sovrapposta in successione stratigrafica concordante ad AAN.



### *Supersintema di Eboli (CE): Complesso calcareo-conglomeratico*

Di età plioleistocenica, costituisce i rilievi collinari di Santa Tecla e di Faiano e si evidenzia diffusamente a SW dell'abitato di Pugliano, nelle località di S. Vito e Parapoti. Consta di limi e sabbie calcaree di colore bianco variamente addensati, in genere, facilmente erodibili; pietrisco e brecce, a luoghi molto cementate o paracementate. Sovente il materiale è caratterizzato da una marcata eterometria ed è privo di organizzazione interna. In taluni casi presenta una pseudo stratificazione in banchi e strati di potenza molto variabile; nelle parti sommitali la frazione più fina è caratterizzata da una rozza stratificazione incrociata.

### *Travertini di Pontecagnano (PTO)*

Depositi fluvio - lacustri con livelli travertinosi fitoclastici, fitoermali e sabbiosi, in strati e stratoidi da medi a sottili, intercalati da orizzonti pedogenici e da depositi colluviali e piroclastici.

### *Supersintema di Battipaglia – Persano*

Nel settore sud – occidentale del territorio comunale di Montecorvino Pugliano affiorano i depositi del supersintema di Battipaglia – Persano, ascrivibile al Pleistocene medio, comprendente sedimenti di ambiente fluvio - alluvionale, lacustre, transizionale e marino costiero, riferibili a più cicli deposizionali. Il complesso poggia in discordanza sui conglomerati del supersintema di Eboli (Plio-Pleistocene) ed è trasgredito dal sintema di Gromola, ascrivibile al Pleistocene superiore, costituito da sabbie dunari, argille e sabbie limose palustri. Il Supersintema si compone di due associazioni di litofacies:

1. alternanze latero - verticali di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti sabbiose con frazione grossolana poligenica ed eterometrica deposte in ambiente di conoide alluvionale (BPa). Verso l'alto passano a sedimenti alluvionali sabbioso - limoso - argillosi con componente piroclastica e con frequenti fenomeni pedogenici intercalati. In sommità è spesso conservato un paleosuolo bruno scuro ben strutturato, molto decalcificato ed argillificato;





2. sedimenti prevalentemente fini di piana costiera (BPb): complessi sabbioso - ghiaiosi e sabbiosi di spiaggia e dune litorali, alternati a complessi pelitici e pelitico - sabbiosi di laguna e/o stagno, con associati sedimenti sabbioso - pelitici fluvio - palustri con intercalazioni di lenti sabbioso - ghiaiose di genesi alluvionale;
3. travertini di Faiano (BPc): depositi di travertinosi fitoclastici e stromatolitici in livelli clinostratificati e livelli micro-fitoermali in drappaggi sub verticali, con episodici passaggi a facies detritiche: sabbie travertinose e ghiaie poligeniche.

La loro distribuzione è strettamente connessa alla presenza di un substrato carbonatico (calcarei mesozoici di Faiano: Colle Cantagallo) pervasivamente fratturato, allentato e disarticolato che favorisce l'instaurarsi di intensi processi di dissoluzione della frazione carbonatica e la sua successiva precipitazione in corrispondenza dei punti di affioramento delle acque di percolazione. I travertini fitoermali sono formati da concrezioni carbonatiche porose e vacuolari, incrostanti vegetazione igrofila; i travertini stromatolitici da un aggregato compatto di cristalli di calcite, organizzato in una successione più o meno regolare di lamine di colore alternativamente chiaro e scuro. Le masse travertinose presentano talvolta un'evidente stratificazione, sottolineata da livelli stromatolitici, che ricalca quasi sempre l'andamento della superficie di appoggio basale e corrispondentemente quella locale del versante. Sono in genere ricoperti da depositi argillosi eluvio-colluviali di origine vulcanoclastica o da spessi livelli pedogenici sabbioso - argillosi di colore rossastro.

### **Descrizione delle caratteristiche idrogeologiche generali dell'area**

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA) ricade nell'Unità Idrogeologica della Piana del Sele. Tale Unità è costituita prevalentemente da depositi alluvionali e detritici ed è sede di falde idriche che hanno linee di deflusso in direzione NE-SW, con recapiti sia nei corsi d'acqua che in mare (Figura 5).

La circolazione idrica sotterranea è fortemente influenzata dalle condizioni litostratigrafiche. Infatti, l'eterogeneità sia orizzontale che verticale nonché la



disposizione dei sedimenti in lenti allungate, implica una circolazione idrica per falde sovrapposte e localmente in pressione, con deflusso preferenziale delle acque nei terreni a grado di permeabilità più alta (sabbie e ghiaie). La falda profonda si rinviene a profondità maggiori di 50m dal p.c.. Quindi, oltre alla falda profonda che è alimentata direttamente dai retrostanti rilievi carbonatici dei Monti Picentini, si rinvencono falde idriche a pelo libero e/o in pressione, risalenti per artesianità laddove sono interposte tra livelli molto permeabili e livello meno permeabili.

Le falde così sovrapposte hanno rapporti di interscambio idrico il quale esplica, nel settore medio-alto della piana (prossimo ai rilievi carbonatici), una percolazione della falda verso quella profonda mentre, nella fascia medio-bassa (prossima alla costa), l'interscambio avviene per drenanza dalla falda profonda verso quella superficiale.

Nella fascia costiera, le falde in pressione si rinvencono a profondità superiori ai 40 m e il loro livello piezometrico risale per artesianità fino a pochi metri dal di sotto del p.c..

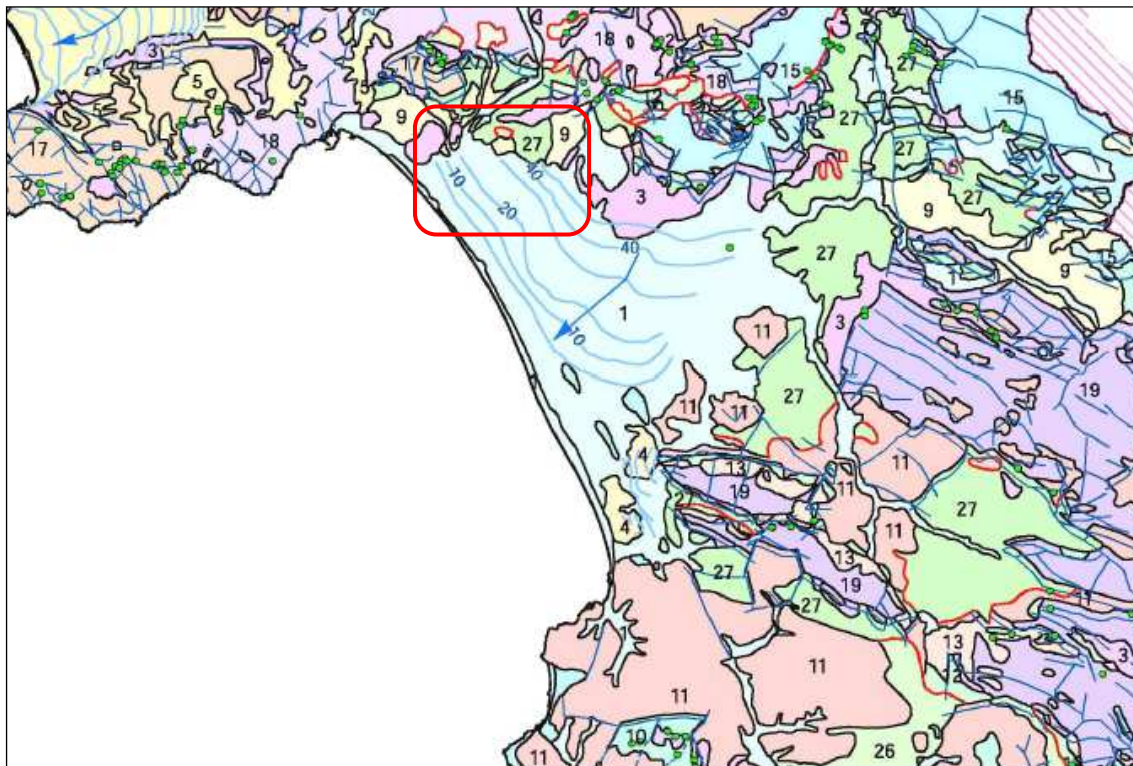


Figura 5: Carta dei Complessi Idrogeologici della Campania. Nel rettangolo rosso è evidenziata l'area di studio.



### **Descrizione dei caratteri sismici e tettonici generali dell'area**

La penisola italiana è una delle zone sismicamente più attive del Mediterraneo ed è stata, inoltre, sede di alcune tra le più antiche civiltà. Ciò ha consentito la registrazione di notizie attendibili anche di eventi sismici molto antichi. Tuttavia, solo a partire dal XIX secolo gli studiosi di sismologia hanno cominciato ad estrarre, da queste cronache, le informazioni riguardanti i terremoti nel tentativo di “scrivere” una storia sismica italiana.

Dalla raccolta e classificazione sistematica di eventi sismici sono nati i primi cataloghi dei terremoti. La prima versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI99, è stata realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali resi disponibili dal 1999 in poi. L'ultima versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI11, aggiornata al 2011, comprende tutti i terremoti a partire dall'anno 1000 al 2006.

Numerosi studi hanno sottolineato che la pericolosità sismica non dipende solo dal tipo di terremoto, dalla distanza tra l'epicentro e dalla località interessata ma, soprattutto, dalle caratteristiche geologiche dell'area di interesse. Infatti, la geometria della struttura del sottosuolo, le variazioni dei tipi di terreni e delle sue proprietà con la profondità, le discontinuità laterali e la superficie topografica, sono all'origine delle larghe amplificazioni delle vibrazioni del terreno e sono stati correlati alla distribuzione del danno durante i terremoti distruttivi (Aki, 1993; Bard, 1994; Faccioli, 1991, 1996; Chavez-Garcia et alii, 1996).

Questi fattori sono particolarmente importanti per la corretta valutazione dell'azione sismica nell'ambito della difesa dai terremoti, per tale motivo, ai fini della riduzione del rischio sismico, è importante riconoscere le aree in cui le oscillazioni del suolo sono più ampie, definendo le frequenze con le quali esse tendono ad oscillare.

L'azione esercitata localmente dagli strati più superficiali, che operano sia da filtro che d'amplificatore, costituisce quello che va sotto il nome d'Effetto di Sito. Riconoscere in dettaglio le aree caratterizzate in media da uguale Risposta di Sito, dovuta alle caratteristiche geologiche o alla topografia, è diventata una richiesta fondamentale negli studi geologici e geofisici relativi alle costruzioni.



Anche la nuova normativa sismica del territorio italiano (OPCM, n° 3274/2003; OPCM n° 3519 del 28/04/2006, D.M. 14 gennaio 2008, D.M. 17 gennaio 2018), sottolineano l'importanza della conoscenza delle condizioni geologiche del sito per adeguare le tecniche di costruzione.

Il territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA), interessato nell'arco della sua storia sismica da più eventi, risente fortemente dell'effetto di sismi generatisi in due delle zone sismogenetiche definite dalla Zonazione Sismogenetica ZS9 a cura di Meletti e Valensise (marzo 2004) (Figura 6 e Figura 7).

Tali fasce sismogenetiche sono:

- 927: Appennino campano – lucano;
- 928: Vulcani vesuviani.





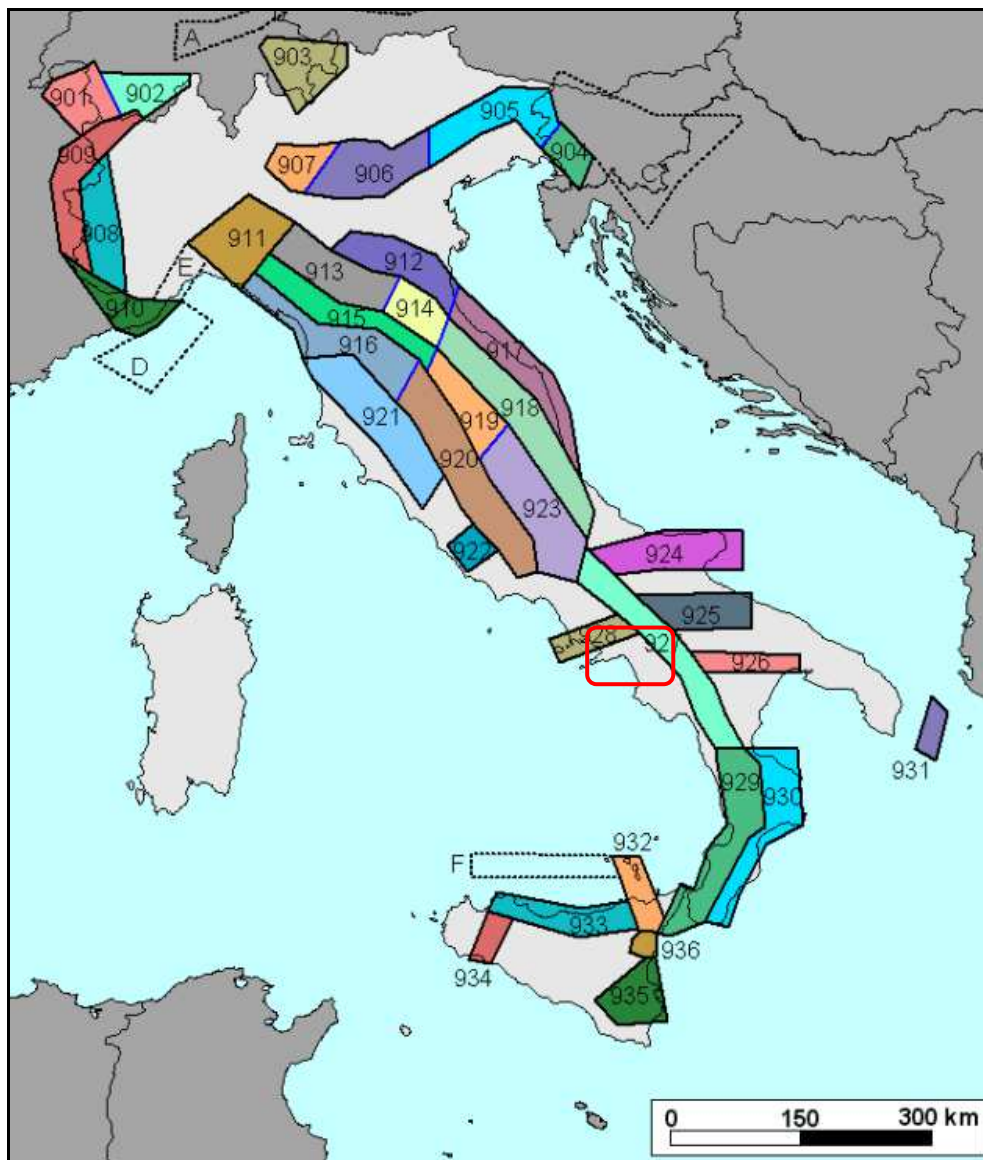
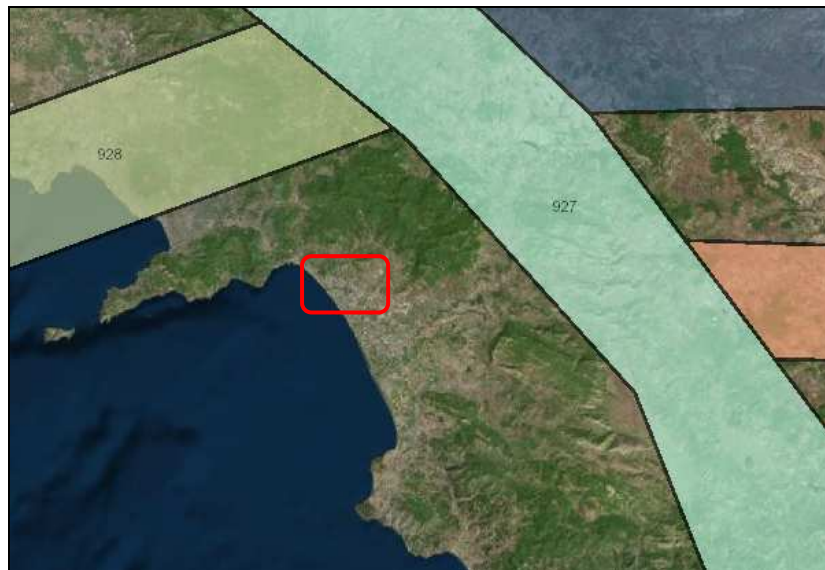


Figura 6: Zonazione Sismogenetica ZS9. Nel riquadro rosso è evidenziata l'area di interesse.





**Figura 7: Zonazione Sismogenetica ZS9. Immagine tratta dal Geoportale Nazionale. Nel riquadro rosso è evidenziata l'area di interesse.**

Dalla banca dati DISS (Database of Individual Seismogenic Sources dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia: INGV) è possibile ricavare le sorgenti sismogenetiche dell'area.

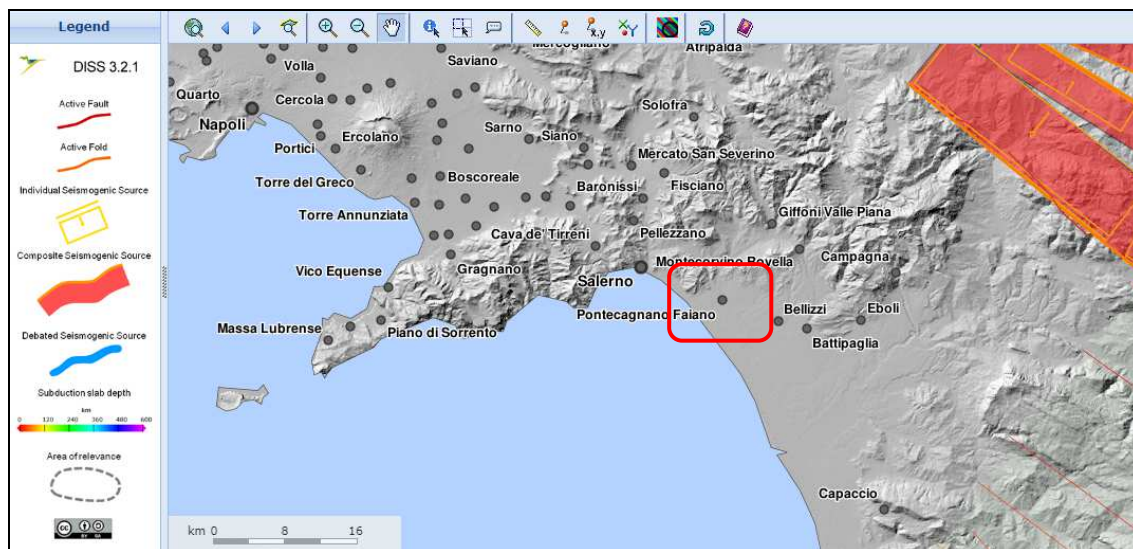
Per sorgente sismogenetica individuale si intende una struttura geologica che sia in grado di generare, ripetitivamente ed esclusivamente, il terremoto massimo ad essa associato. Un'altra proprietà è quella di possedere una consistenza interna in termini di lunghezza, larghezza, entità della dislocazione per evento e magnitudo.

Una sorgente sismica areale rappresenta un insieme di strutture geologiche aventi tra loro caratteristiche geometriche e cinematiche comuni, quali profondità, direzione, immersione, verso e pendenza ed è potenzialmente in grado di generare terremoti di magnitudo maggiore di 5.5.

Infine, le sorgenti macrosismiche sono state ottenute, nella suddetta banca dati, sulla base dei campi macrosismici dei terremoti storici di magnitudo uguale o superiore a 5.5 attraverso il programma Boxer (Gasperini et al., 1999) che consente di determinare la posizione (coincidente con l'epicentro macrosismico del terremoto), le dimensioni e, nel caso in cui i dati siano sufficienti, la direzione della sorgente sismogenetica.



Per quanto concerne l'area oggetto del presente studio, non insistono sul territorio comunale sorgenti sismogenetiche. La sorgente sismogenetica più prossima è quella di Colliano (ITIS077).



**Figura 8: Database of Individual Seismogenic Sources dell'INGV**  
<http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>.

Dai dati del Catalogo degli eventi sismici è possibile ricostruire la storia sismica per il Comune di Pontecagnano Faiano. Nella successiva tabella n.1 e nel grafico di Figura 9 sono elencate le osservazioni disponibili per il suddetto territorio comunale (Dati tratti da CPTI15 - DBMI15 dell'INGV). I suddetti dati evidenziano eventi sismici a partire dall'anno 1905 fino al 1996, tutti relativi a sorgenti appenniniche.

**Tabella 1: Storia sismica di Pontecagnano Faiano (SA). LEGENDA: Int: intensità avvertita nella località; NMDP: Numero di Macro seismic Data Point; Io: Intensità epicentrale; Mw: Magnitudo momento.**

Int. at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral Area	Io Def	Mw Def
3	1905	9	8	1	43		Calabria centrale	10-11	6.95
5	1962	8	21	18	19		Irpinia	9	6.15
7	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	10	6.81
NF	1988	1	8	13	5	46.75	Pollino	7	4.7
4-5	1990	5	5	7	21	29.61	Potentino		5.77
4	1991	5	26	12	25	59.42	Potentino	7	5.08
4-5	1996	4	3	13	4	34.98	Irpinia	6	4.9



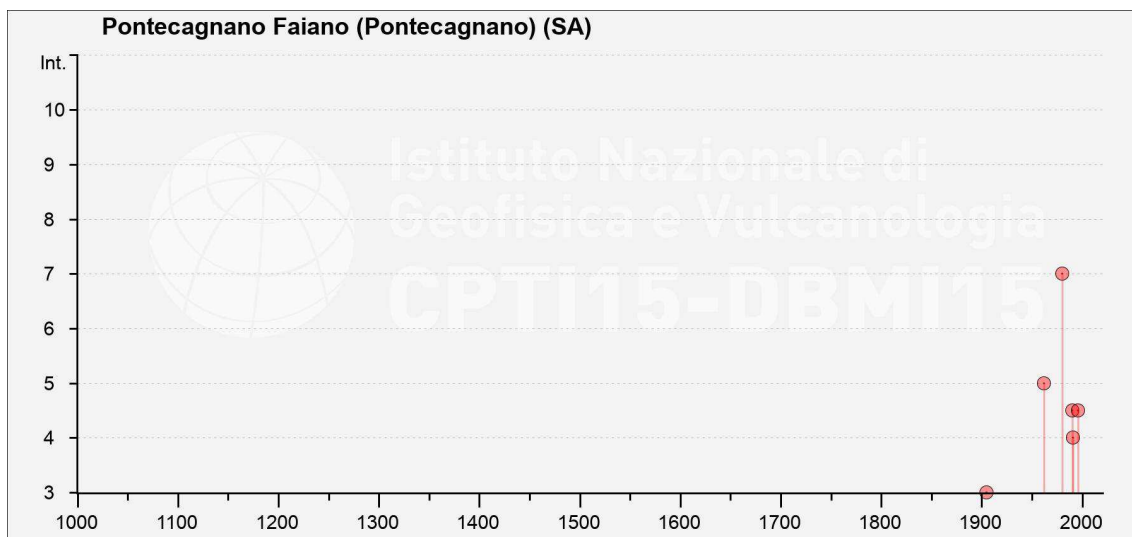


Figura 9: Storia sismica di Pontecagnano Faiano (SA) dal 1905 al 1996.

Eventi con magnitudo 4 – 5 ubicati a profondità fino a 35 km sono molto diffusi soprattutto lungo la catena appenninica dove i trend di fratturazione principali hanno direzione prevalente NO – SE. Non sono rari eventi con magnitudo > 6, quale quello del 23 novembre 1980 che si è avvertito nel territorio in studio con intensità locale non inferiore al VII grado della scala MCS (Figura 10).

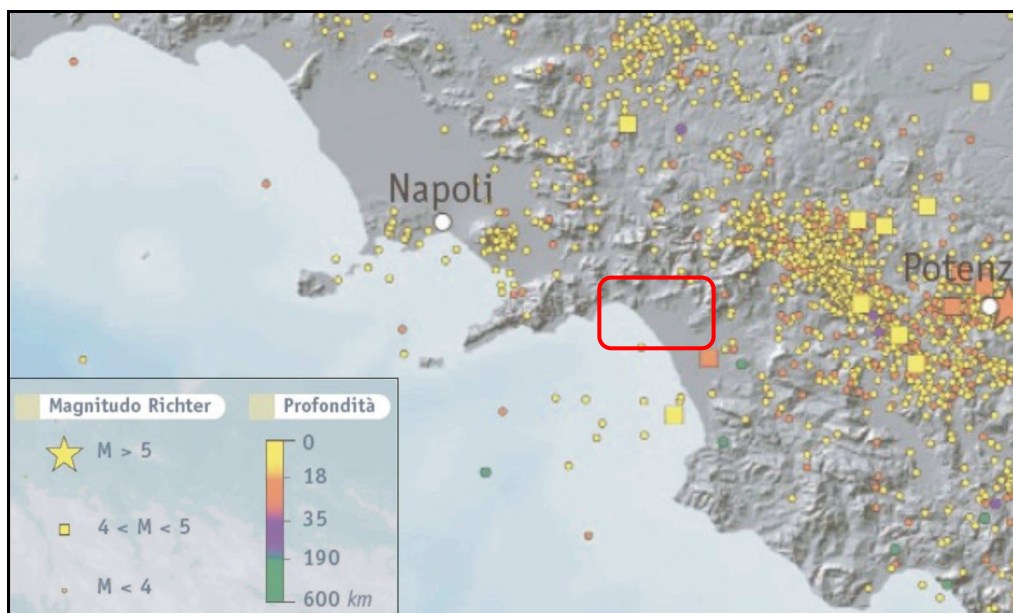


Figura 10: Ubicazione di tutti i terremoti registrati nell'area d'interesse negli ultimi 2000 anni (Dati INGV- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). Nel riquadro rosso è evidenziata l'area di interesse.





## Individuazione della vincolistica geologica gravante sul sito

### Rischio Sismico

In base alla delibera di Giunta Regionale n° 5447 del 07.11.2002, il Comune di Pontecagnano Faiano (SA) è stato classificato in zona sismica 2 (Figura 11).

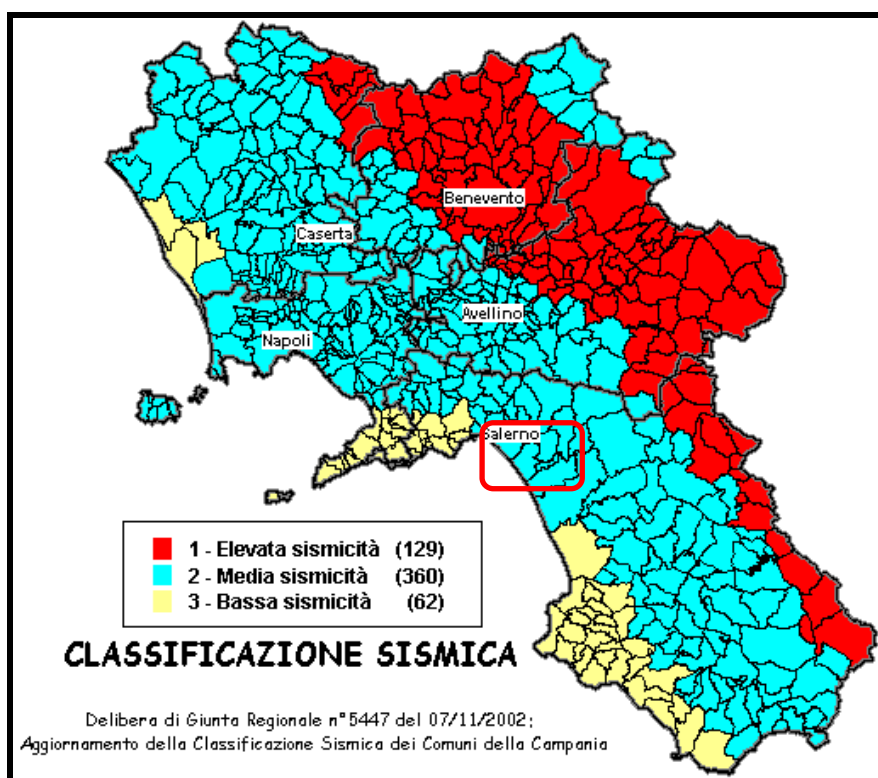


Figura 11: Classificazione sismica dei comuni della Campania. Nel riquadro rosso rientra l'area di interesse.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Figura 12), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Pontecagnano Faiano rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $a_g$  di riferimento compresi tra 0.075 e 0.125 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).



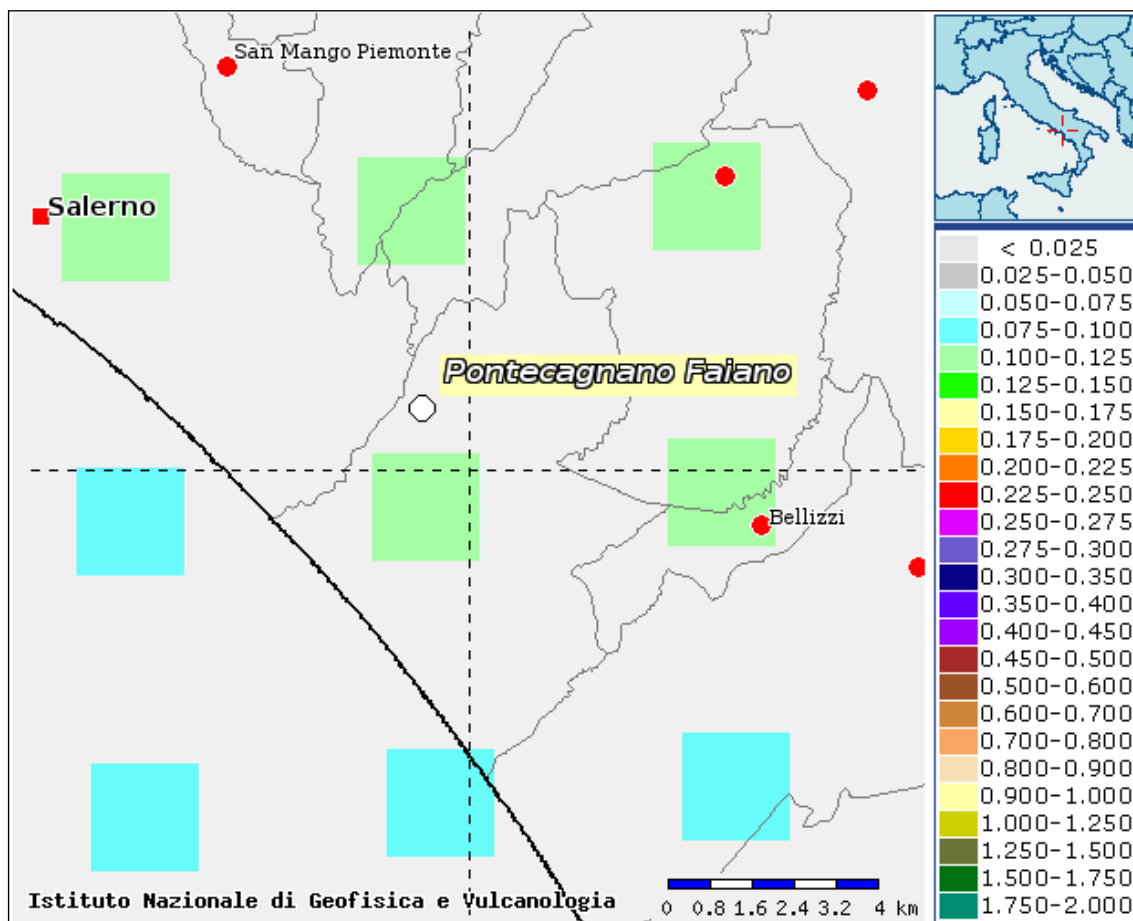


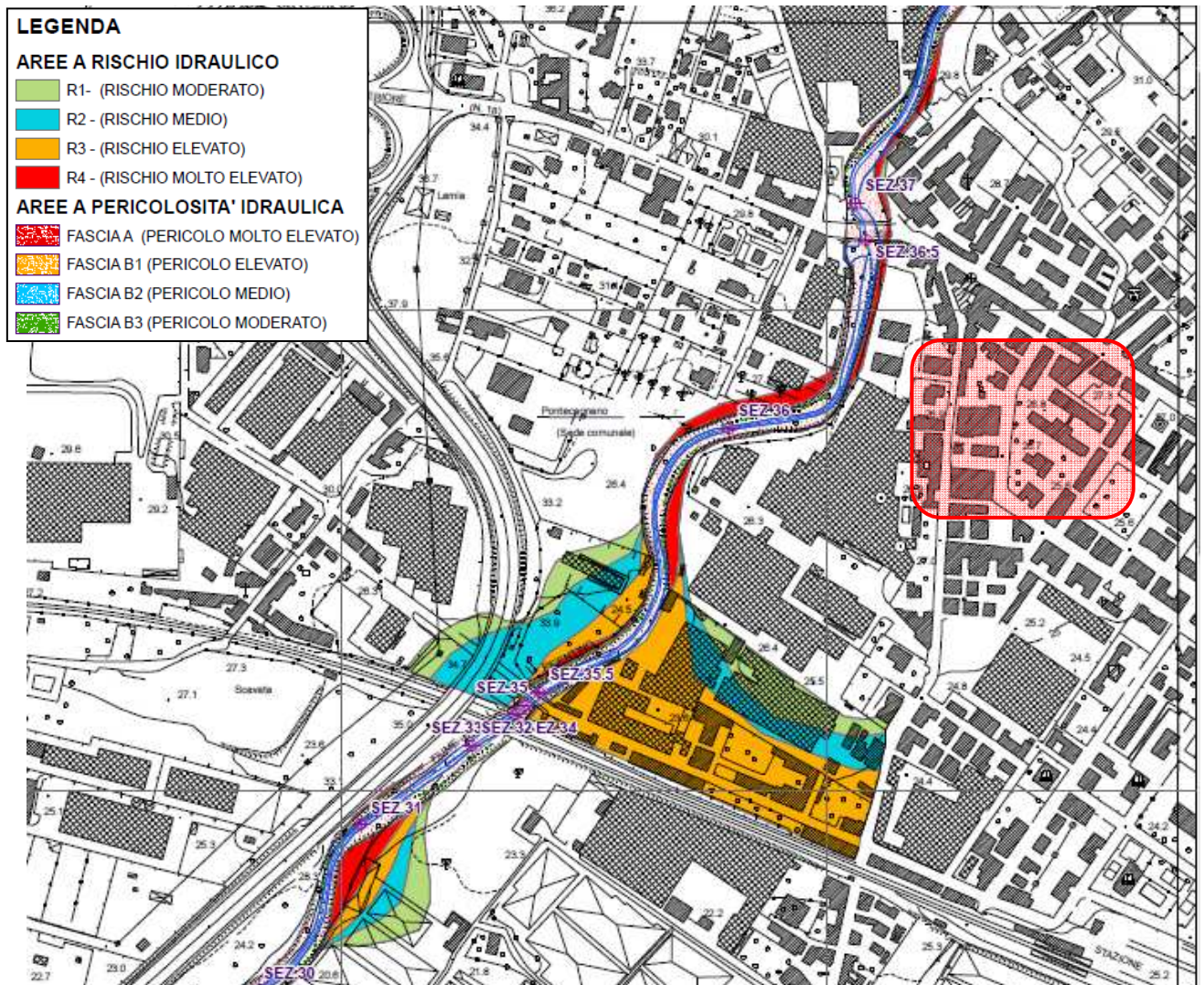
Figura 12: Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

### Rischio idrogeologico

Per la valutazione del rischio idraulico ed idrogeologico del sito oggetto di intervento si fa riferimento al Piano Stralcio del Distretto Idrografico Appennino Meridionale redatto dall'ex Autorità di Bacino Regionale Destra Sele).

L'area di interesse progettuale non rientra in alcuna delle categorie di pericolosità/rischio individuate nel PAI vigente. Di seguito si riportano gli stralci delle Carte relative agli scenari di pericolosità/rischio idraulico e da frana per il settore del territorio comunale oggetto di studio, ricadente nella tavola 467112 (Figura 13 e Figura 14).

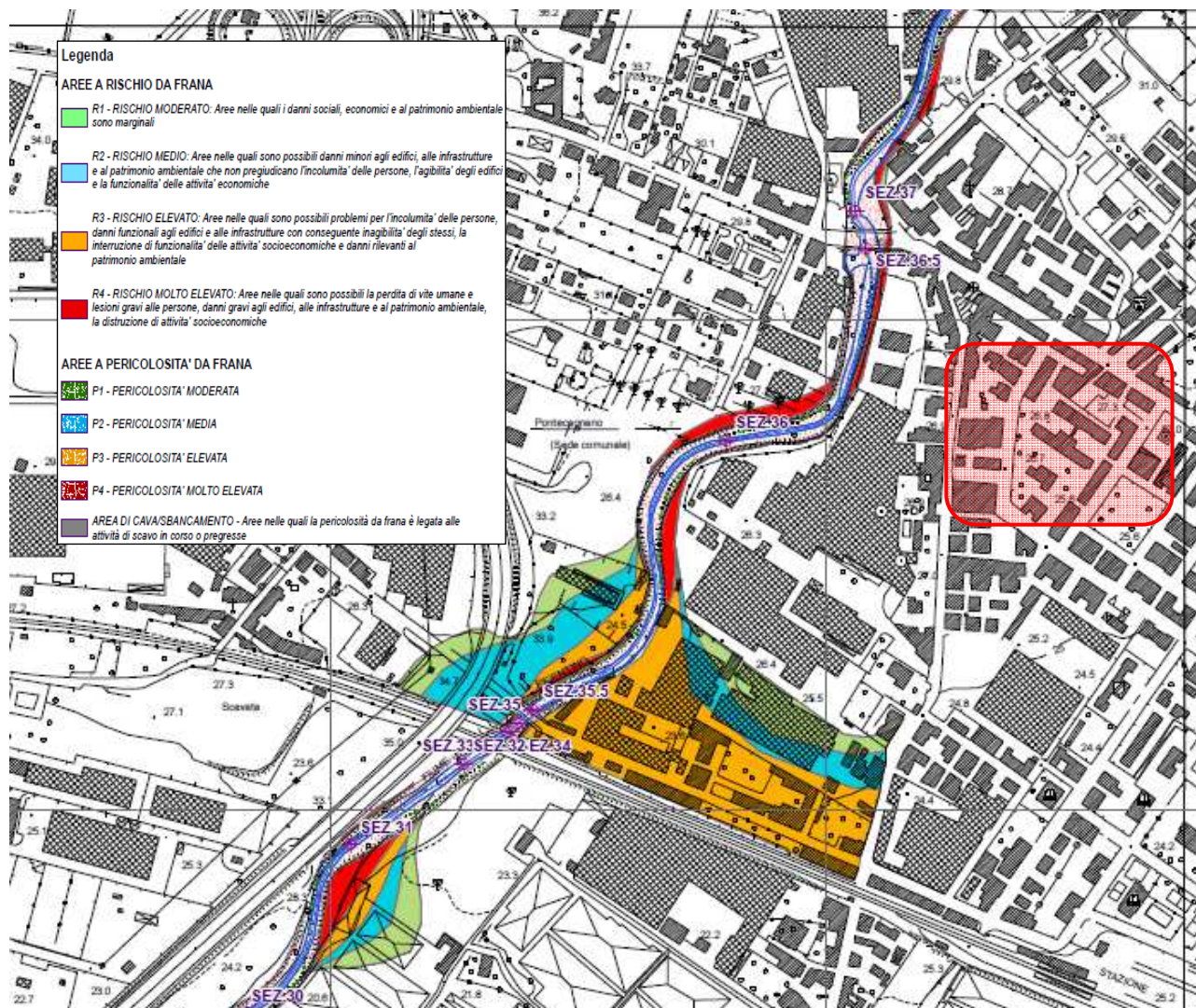




**Figura 13: Stralcio della Carta della Pericolosità/Rischio Idraulico tratta dal PSAI ex AdB Regionale Destra Sele. Nel rettangolo rosso è ubicata l'area in studio.**







**Figura 14: Stralcio della Carta della Pericolosità/Rischio da Frana tratta dal PSAI ex AdB Regionale Destra Sele. Nel rettangolo rosso è ubicata l'area in studio.**





#### 4. MODELLO GEOLOGICO LOCALE

##### Caratterizzazione morfologica locale del sito oggetto di intervento

L'area di interesse rientra nel Foglio 167 - "Salerno" in scala 1:25.000 della Carta Topografica d'Italia redatta dall'IGM (Figura 15).

La stessa è ubicata in una fascia territoriale sub pianeggiante (Piana del Sele), caratterizzata da bassi valori di acclività ( $2^\circ - 3^\circ$ ) in direzione SO e, cioè, verso il Mar Tirreno; pertanto, essa è classificabile in categoria topografica T1 (Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

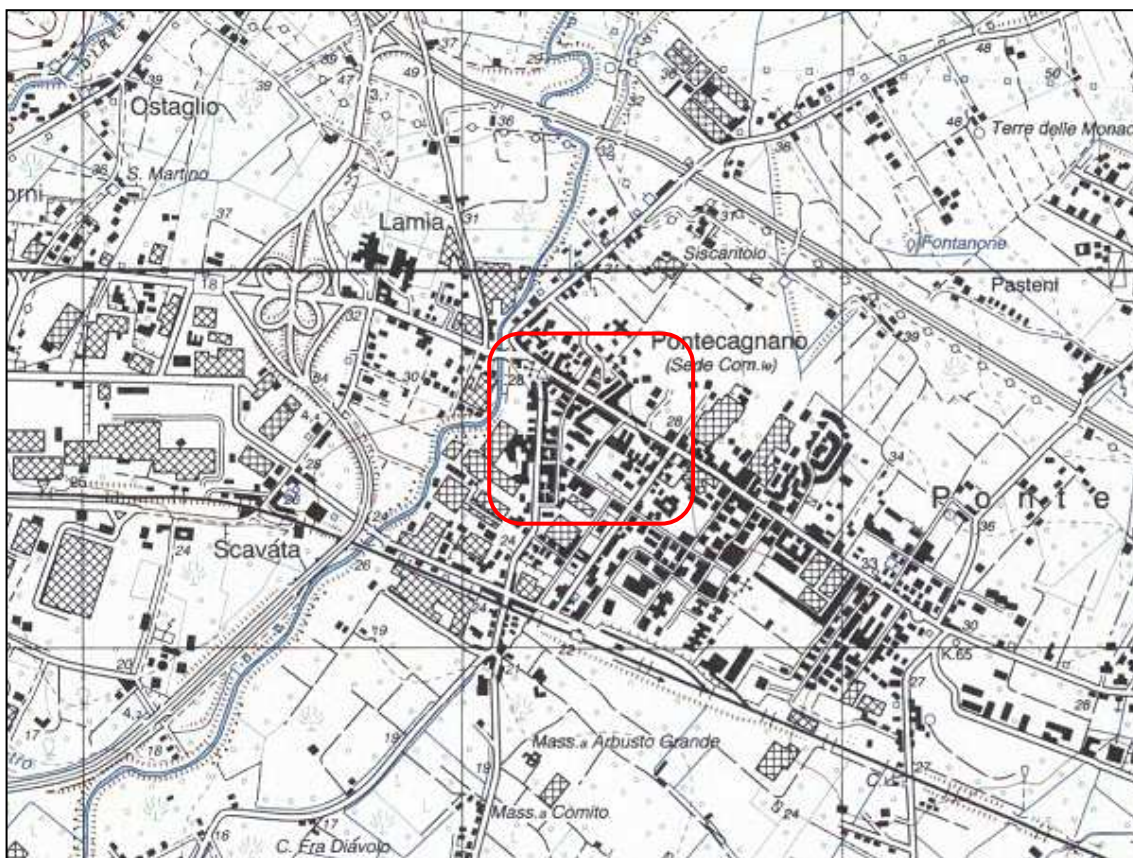


Figura 15: Stralcio della Carta Topografica d'Italia redatta dall'IGM Foglio 167 "Salerno" in scala 1:25.000. Nel riquadro rosso è evidenziata l'area di studio.

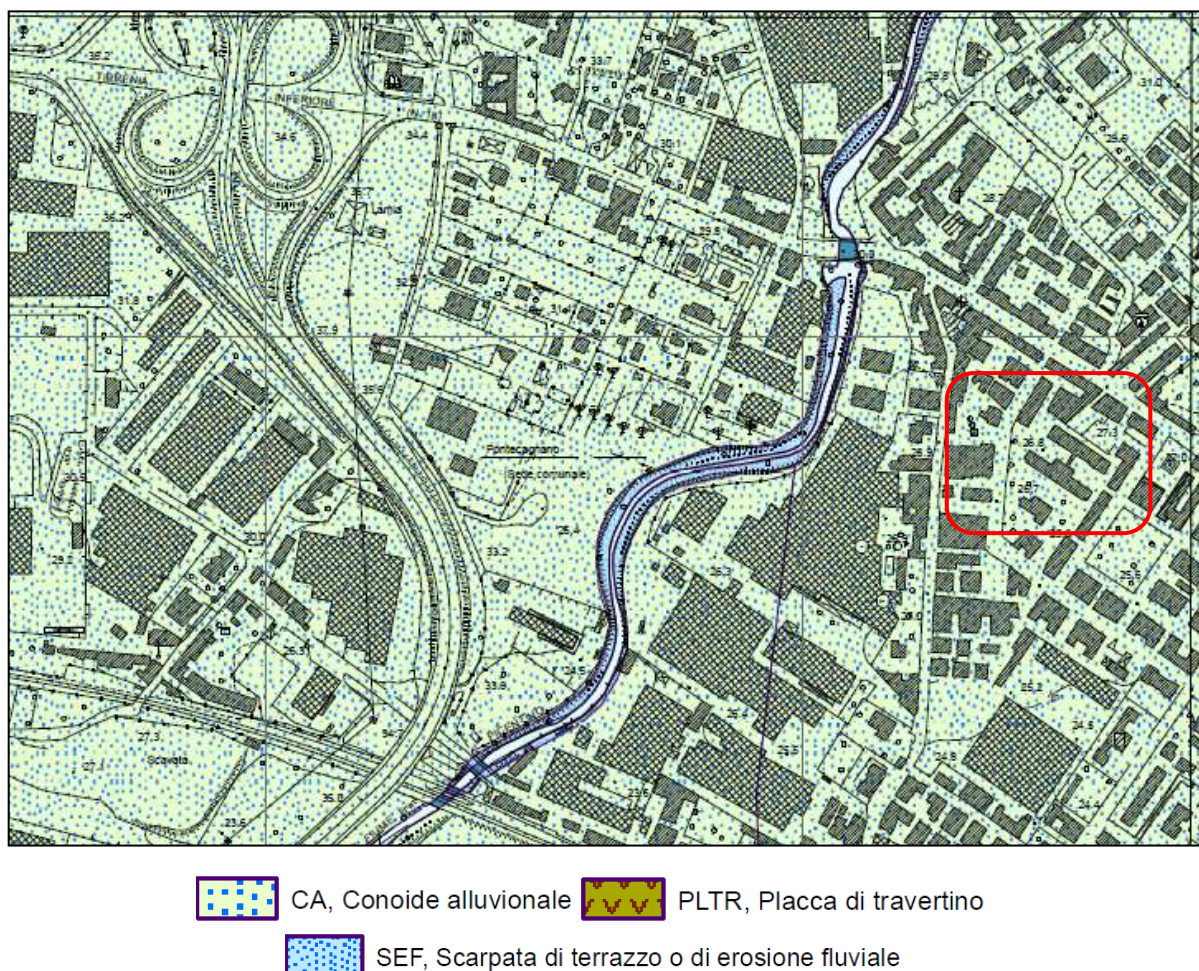
Il sito è posto ad una quota topografica assoluta sul livello del mare pari a circa 31 m. La morfologia del suolo rappresenta il risultato della naturale evoluzione morfologica dei litotipi affioranti. Si tratta di un'area contraddistinta da forme fluviali e, in particolare, la stessa si inserisce lungo un paleo conoide alluvionale, allungato in direzione NS e con asse principale il fiume Picentino





(distante circa 250 m ad ovest del sito di studio), ed una placca di travertino (Figura 16).

In tale settore, tuttavia, non è evidenziata alcuna forma di instabilità in atto o potenziali e, quindi, ne risulta una discreta stabilità dovuta sia alle caratteristiche lito-tecniche dei terreni affioranti sia al favorevole assetto topografico.



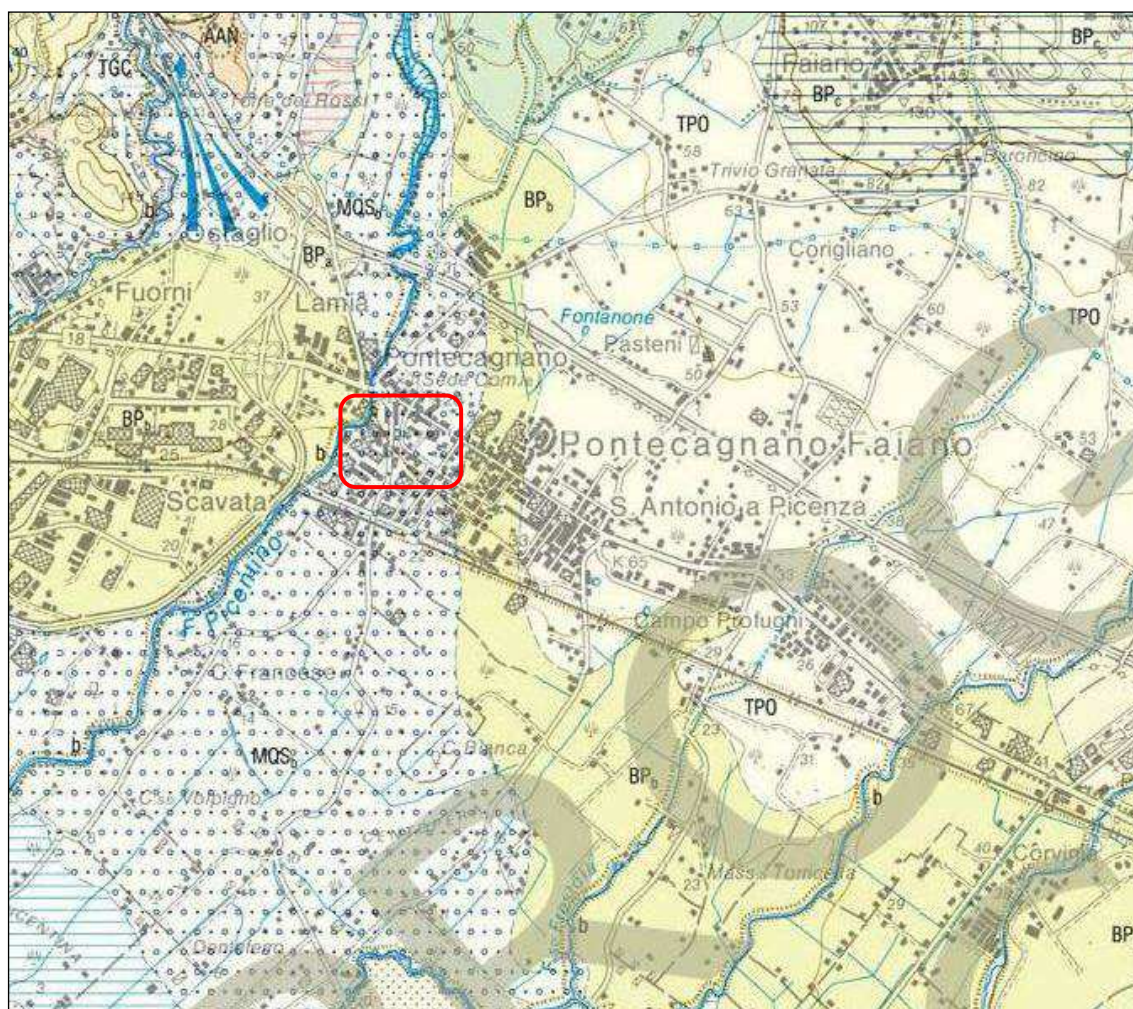
**Figura 16: Stralcio della carta geomorfologica ex ADB Destra Sele in scala 1:5.000. Nel riquadro rosso rientra il sito di interesse.**

### **Caratterizzazione geologica locale del sito oggetto di intervento**

Dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 "Foglio 467 – Salerno", nell'area d'interesse affiorano i litotipi del tardo Plistocene medio – Olocene p.p. afferibili al Sintema Masseria Acqua-Santa (MQS<sub>b</sub>) caratterizzati da ghiaie e sabbie poligeniche fluviali s.l. con subordinati episodi pelitici (Figura 17).







#### SINTEMA MASSERIA ACQUA SANTA



MQS<sub>b</sub>

Ghiaie e sabbie poligeniche fluviali s.l., con subordinati episodi pelitici. Ghiaie calcaree poligeniche fini con matrice piroclastica alternate a colluvioni vulcanoclastiche e sedimenti di suolo deposti in contesti di conoide alluvionale ovvero di breccie stratoidi di falda detritica, incoerenti, a matrice piroclastica e con clasti calcarei centimetrici spigolosi. Nelle successioni si riscontrano livelli di colluvioni piroclastiche generalmente miste a detrito, prevalentemente carbonatico verso i rilievi, cui si associano livelli di piroclastiti da caduta, cineritiche e pomicee, in cui si riconosce, nella parte alta, il livello di pomici pliniane dell'eruzione vesuviana del 79 d.C. A luoghi si riscontrano anche livelli di corpi di frana s.l. del tipo *debris-mud-earth flows*. In profondità, sono frequenti le eteropie tra conglomerati, colluvioni vulcanoclastiche, livelli pelitici fluviali e limno-palustri nonché con i livelli vulcanitici e di travertino. I sedimenti del sintema si collocano, come superficie limite inferiore non sempre evidente, a tetto del Tufo Grigio Campano Auct. (TGC). La superficie-limite superiore, di natura deposizionale, è limitata a tetto dai sedimenti del sintema Campolongo. Lo spessore complessivo è mediamente 20 m.

TARDO PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE p.p.

Figura 17: Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000. Nel riquadro rosso rientra il sito di interesse.

Per una definizione della stratigrafia tipo del sito di interesse si fa riferimento alla stratigrafia desunta dal sondaggio BH1, realizzato a corredo dello studio geologico effettuato in piazza Sabato– via G. Mazzini (Figura 18).

Lo stesso evidenzia la presenza di successioni di terreni sciolti (suolo su riporto) fino a -3.0 metri di profondità dal p.c. con al letto la presenza di materiali alluvionali costituiti da ghiaia con matrice di sabbia limosa.





## FIG. 1 STRATIGRAFIA SONDAGGIO BH1

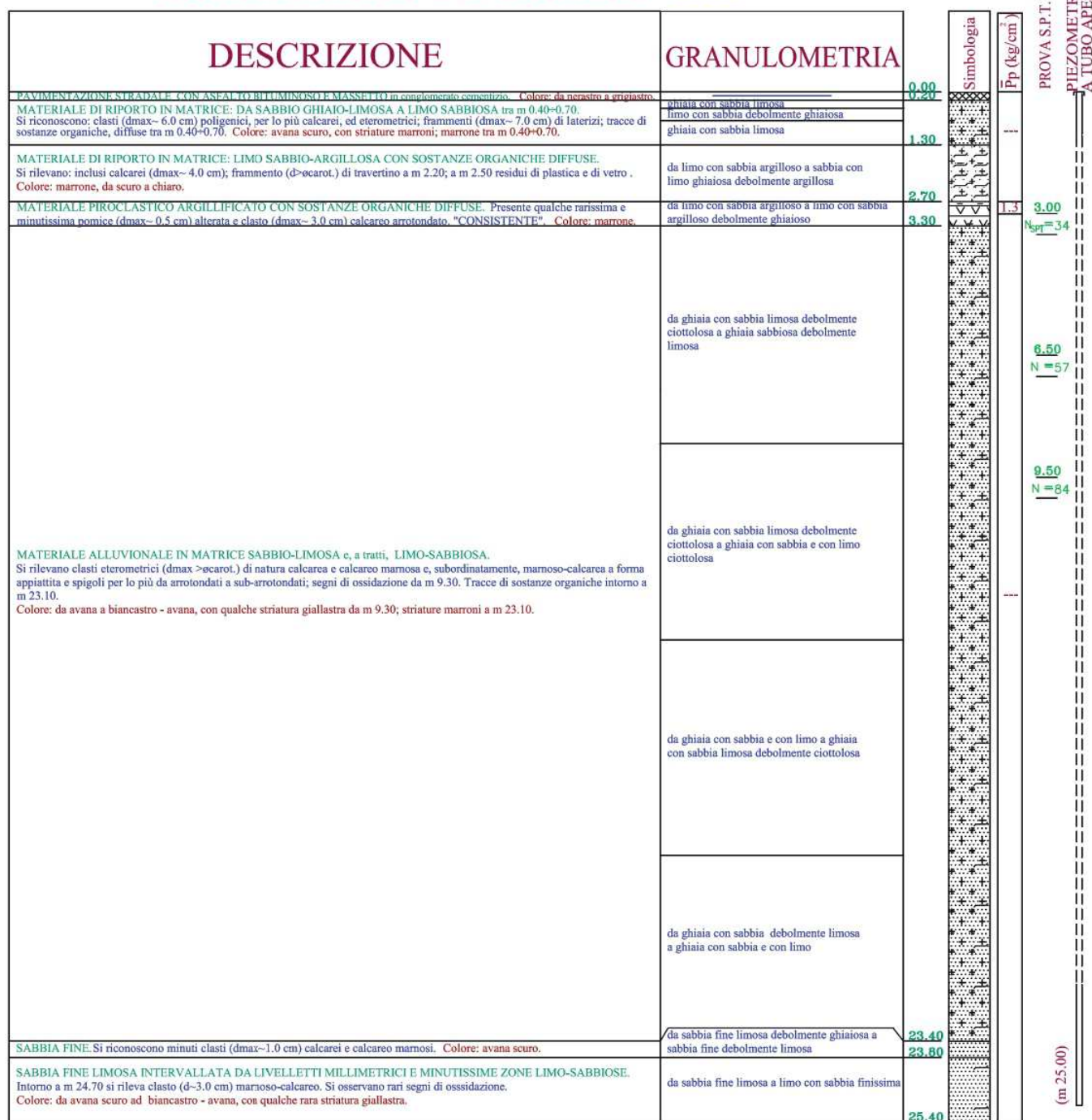


Figura 18: Successione stratigrafica di riferimento relativa al sondaggio BH1.

### Caratterizzazione idrogeologica locale del sito oggetto di intervento

Idrogeologicamente, il sito oggetto di studio si pone nell'acquifero alluvionale all'interno del quale sono raggruppati depositi a granulometria molto varia, con forti eteropie di facies sia laterali che verticali e geometrie lenticolari molto irregolari. Tali terreni sono caratterizzati da una permeabilità per porosità il cui



grado varia in funzione della granulometria e del grado di cementazione dei sedimenti e che, quindi, risulta essere maggiore per i termini grossolani (conglomerati e sabbie grossolane) e minore per i termini più fini (sabbie fini e limi).

Per quanto riguarda la profondità della falda superficiale, essa è stata desunta a partire dai dati bibliografici utilizzati una soggiacenza a circa 9.0m di profondità dal p.c..

## **5. PROGETTO DI PIANO DELLE INDAGINI**

Per la redazione degli studi geologici relativi alle successive fasi progettuali (progetto definitivo ed esecutivo) risulta necessario eseguire una adeguata campagna geognostica e geofisica atta a caratterizzare nel modo più approfondito possibile il sedime oggetto di intervento.

In particolare per il sito in oggetto si prevede di effettuare:

- N. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 35 metri dal piano campagna con esecuzione di prove SPT in foro, prelievo di campioni di terreno da sottoporsi a successive analisi di laboratorio e condizionato in maniera adeguata per successiva esecuzione di prospezione sismica down-hole;
- N. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20 metri dal piano campagna con esecuzione di prove SPT in foro, prelievo di campioni di terreno da sottoporsi a successive analisi di laboratorio e condizionati a piezometro per la misura corretta della soggiacenza della falda acquifera;
- N. 6 prelievi di campioni di terreno indisturbati (n. 2 per ogni sondaggio);
- N. 12 prove SPT in foro (n. 4 per ogni sondaggio);
- N. 3 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH spinte fino alla profondità di 15m dal p.c. e/o al raggiungimento dei valori di rifiuto strumentale;
- n. 1 prospezione sismica Down-hole nel foro di sondaggio predisposto con passo di misura pari ad 1m;





- N. 3 prospezioni di sismica passiva a stazione singola (metodo HVSR);
- Rilievo della falda acquifera in tubi opportunamente predisposti, eseguito a mezzo di scandagli elettrici;
- N. 6 set di analisi di laboratori su campioni indisturbati prelevati in situ.

### **Modalità tecniche esecutive – Prescrizioni tecniche**

Le modalità operative delle indagini sono conformi alle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" A.G.I., 1977.

### **Sondaggi geognostici**

I sondaggi hanno lo scopo di fornire una campionatura completa dei litotipi che attraversano, al fine di ricostruire la successione degli strati, di effettuare il prelievo di due campioni indisturbati a sondaggio da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio, di eseguire prove SPT e di effettuare la posa in opera delle tubazioni per la prospezione sismica DH per i piezometri.

Le perforazioni saranno eseguite a carotaggio continuo.

Il diametro minimo a fondo foro dovrà essere sufficiente per prelevare campioni indisturbati del diametro non inferiore a 85 mm e comunque ad attrezzare il foro con tubo in PVC pesante, di diametro interno compreso tra 90 e 100mm.

La profondità che in linea di massima dovrà essere raggiunta dal sondaggio che dovrà essere condizionato per la prospezione sismica DH in foro è pari a 35 m dal piano campagna, mentre per i sondaggi da condizionare a piezometro si prospetta di raggiungere la profondità di 20m dal p.c..

In fase di esecuzione dei sondaggi, dovrà essere assicurata la perfetta stabilità delle pareti e del fondo foro, in maniera tale da arrecare al terreno il minimo disturbo in fase di perforazione e da garantire la corretta predisposizione del foro per la successiva esecuzione della prova DH e della messa in opera dei piezometri.

A tale scopo le pareti del foro dovranno essere stabilizzate con tubi metallici con funzioni di rivestimento provvisorio.

Per evitare il disturbo del terreno da campionare, la posa in opera del rivestimento provvisorio dovrà sempre seguire la perforazione.



L'affidatario ha l'obbligo di fornire il carotaggio dei fori adottando tutte le cautele, le attrezzature e gli accorgimenti necessari per ottenere la massima percentuale di recupero.

### **Prelievo dei campioni**

La ditta incaricata dovrà provvedere al prelievo di n. 2 campioni di terreno indisturbati per ogni sondaggio.

Il campione del tipo indisturbato dovrà essere prelevato con campionatori a pistone, a pressione od a rotazione con doppia parete e scarpa avanzata, a seconda che si tratti di terreni coesivi poco consistenti (i primi due) o terreni molto consistenti e rocce lapidee (il terzo) e dovrà avere dimensioni utili non inferiori a 85 mm di diametro e 500 mm di lunghezza.

Per il campionamento dei campioni dovranno essere utilizzate fustelle metalliche preferibilmente nuove o in ottimo stato di conservazione (senza ammaccature significative, con particolare riguardo alla scarpa tagliente). Le fustelle contenenti i campioni dovranno essere sigillate alle due estremità con appositi tappi a tenuta, bloccati da nastri adesivi, previo trattamento di protezione delle due estremità del campione mediante colaggio o pennellatura di paraffina fusa.

Tutti i campioni prelevati dai fori di sondaggio, dovranno essere accompagnati da una etichetta da applicare al contenitore, non degradabile per umidità, in cui sono indicati: Comune, località, ditta esecutrice, numero identificativo del campione, profondità di prelievo, orientamento e data di prelievo.

Ai fini degli studi geologici definitivi ed esecutivi per la progettazione in oggetto si prevede di prelevare n. 6 campioni di laboratorio in totale.

### **Cassette**

Le cassette per la conservazione del materiale estratto durante il carotaggio dovranno essere pronte in cantiere prima dei lavori. Esse dovranno essere dotate di 5 scomparti interni della lunghezza di 1 m ciascuno, munite di coperchio e dovranno contenere l'intera campionatura dei sondaggi, in modo tale che ogni scomparto contenga una sola successione di spezzoni di carota.



Ogni cassetta dovrà essere segnata sull'esterno del coperchio con il numero d'ordine del sondaggio e con le quote di prelievo cui il contenuto si riferisce.

Se nella successione di carote si rilevasse una sensibile variazione della natura del terreno, dovrà essere evidenziata, mediante apposito tassello di legno interposto, la quota in cui nel sondaggio è riscontrata tale variazione. Il tratto tra le quote di inizio e fine prelievo del campione indisturbato deve essere lasciato vuoto all'interno del relativo scomparto, con indicazione della sigla del campione prelevato.

Le cassette dovranno essere fotografate le foto dovranno essere allegate alla relazione illustrativa finale.

In funzione del numero di metri di terreno da campionare (75 ml totali) si prevede l'utilizzo di n° 15 cassette catalogatrici.

### **Prove penetrometriche dinamiche SPT (Standard Penetration Test)**

La prova consiste nella infissione a percussione, secondo una procedura standardizzata, di un campionatore a pareti grosse di dimensioni standard (campionatore Raymond) nel fondo di un foro di sondaggio ad una profondità prestabilita con registrazione del numero di colpi necessari alla penetrazione del campionatore di una quantità prefissata (NSPT).

La prova si esegue infiggendo a percussione a fondo foro il campionatore per tre tratti consecutivi, ciascuno di 15 cm, annotando separatamente il numero di colpi necessario per la penetrazione in ciascun tratto. L'indice della prova, NSPT, è dato dalla somma del numero di colpi relativo agli ultimi due tratti (ovvero necessari all'infissione negli ultimi 30 cm). L'infissione nel primo tratto viene arrestata in ogni caso dopo 50 colpi. Si identifica la condizione di rifiuto quando nei due tratti successivi si ha un avanzamento minore o uguale di 30 cm con un numero di colpi pari 100. In tal caso viene annotata la lunghezza di infissione (in cm) corrispondente ai 100 colpi. La frequenza di battitura in tutte le fasi della prova non deve essere superiore a 30 colpi al minuto.

Al termine delle operazioni di infissione si procederà ad estrarre ed aprire il campionatore, misurare e descrivere il campione prelevato, trascurando l'eventuale parte alta costituita da detriti, e quindi sigillarlo in un contenitore cilindrico a tenuta d'aria (sacchetto o barattolo di plastica).



Dovranno essere eseguite in totale n. 12 prove SPT (4 per ogni foro di sondaggio).

### **Posa in opera di tubi per prospezioni sismiche DH**

L'esecuzione della prospezione sismica DH richiede la preparazione di un foro di sondaggio, rivestito da tubazione metallica provvisoria, di diametro sufficiente a permettere l'installazione nel foro di un tubo in PVC munito di cannetta laterale per eseguire la cementazione dello stesso procedendo da fondo foro verso la superficie.

Il rivestimento metallico provvisorio dovrà avere un unico diametro in modo che il foro abbia diametro costante per tutta l'altezza e dovrà essere estratto per sfilamento, senza l'aiuto della rotazione.

Il tubo di rivestimento definitivo dovrà essere a sezione circolare, in PVC atossico (o ABS). Dovrà avere spessore  $\geq 4$  mm e diametro interno compreso tra 90 e 100 mm (3" nominali). Dovrà essere costituito da spezzoni con lunghezza minima di 3 metri, dotati di filettatura maschio/femmina per l'assemblaggio (l'uso di giunti 'a bicchiere' non è consentito). Il tubo di rivestimento dovrà essere munito di tappo di testa e fondo foro.

La posa in opera della tubazione dovrà avvenire in accordo con le seguenti modalità:

- lavaggio accurato con acqua pulita del foro di sondaggio;
- montaggio del tappo di fondo sul primo spezzone di tubo (quello più profondo) e fissaggio dell'estremità inferiore della cannetta per l'iniezione della miscela cementizia; nel caso in cui il tappo di fondo sia provvisto di apposita valvola di fondo unidirezionale per l'iniezione della miscela tale operazione non sarà necessaria;
- inserimento del primo spezzone di tubo nel foro (in terreni sotto falda il tubo dovrà essere riempito di acqua per contrastare la spinta idrostatica e favorirne l'affondamento);
- bloccaggio del tubo mediante apposita morsa e collegamento allo spezzone successivo mediante il giunto filettato; sigillatura del giunto con mastice e nastro adesivo;



- allentamento della morsa per permettere di calare il tubo nel foro (riempiendolo d'acqua se necessario) fissando nel contempo la cannetta di iniezione;
- ripetizione delle operazioni indicate nei due punti precedenti fino al completamento della colonna, annotando la lunghezza dei tratti di tubo;
- cementazione del tubo in PVC, da eseguire a bassa pressione (pressione di iniezione massima 200 kPa) attraverso la cannetta di iniezione o attraverso la valvola di fondo, osservando la risalita fino a piano campagna della miscela cementizia all'esterno del tubo;
- estrazione per fasi successive del rivestimento di perforazione provvisorio, operando solo a trazione e senza rotazione, non appena la miscela appare in superficie.

Al termine di tutte le operazioni sopra descritte, si provvederà all'installazione a testa foro di un chiusino di protezione in acciaio verniciato.

### **Allestimento piezometri e misure**

Il piano di indagini prevede l'allestimento e l'installazione in n. 2 sondaggi di altrettanti piezometri con tubo aperto in modo da poter eseguire misurazioni dell'acqua di falda.

Per l'allestimento dei piezometri si provvederà, a perforazione ultimata, ad inserire nel foro libero, armato dal rivestimento a seguire in fase di perforazione, un tubo piezometrico in PVC da 4 pollici, così schematizzato, dal basso verso l'alto:

- fondello chiuso al fondo e cieco, di circa 50 cm di lunghezza;
- tratto microfessurato, con aperture 0,5/1,5 mm, di lunghezza da determinare in situ a seconda del livello di falda riscontrato;
- tubo cieco nella parte sommitale, e per almeno 50 cm fuori dal p.c.;
- riempimento dell'intercapedine tra il tubo fenestrato ed il rivestimento del foro con ghiaietto siliceo calibrato e lavato di dimensioni comprese tra 2 e 3 mm fino ad una quota di 50 cm al di sopra del tratto fessurato.





Il tratto fessurato dovrà essere selezionato a seguito di un accurato esame della stratigrafia del sito e quindi annotato. Sarà cura dell'impresa esecutrice restituire uno schema grafico del piezometro installato ove saranno riportate le caratteristiche geometriche del manufatto e dei materiali impiegati.

La predisposizione del tratto fessurato sarà effettuata per stadi successivi alternando l'immissione del ghiaietto nel foro con l'estrazione della tubazione di rivestimento al fine di evitare il blocco del tubo piezometrico. Nella parte immediatamente sopra il ghiaietto verrà poi posto uno strato di boiaccia cementizia per uno spessore di 30 cm circa, e la restante parte del foro fino al p.c. verrà sigillata usando una miscela ternaria di acqua-cemento-bentonite, posta in opera almeno 12 ore dopo la creazione dello strato di boiaccia.

La testa del pozzo sarà poi protetta mediante la messa in opera di pozzetto fuori terra, in conglomerato cementizio (prefabbricato) o in metallo, provvisti di coperchio in ferro, lucchetto e palina di segnalazione.

Per la misura del livello piezometrico, tutti gli strumenti di misura dovranno essere calibrati secondo le modalità previste dal costruttore. La calibrazione dovrà essere verificata prima dell'utilizzo degli stessi.

Le misure dei livelli piezometrici dovranno essere eseguite mediante l'utilizzo di sonda elettrica centimetrata, in grado di emettere un segnale acustico e luminoso al contatto con la superficie piezometrica. In occasione di ogni lettura sarà opportuno rilevare la profondità della falda con precisione pari a  $\pm 0.5$  cm e la profondità del pozzo con precisione pari a  $\pm 1.0$  cm.

### **Documentazione**

Al termine dei sondaggi la ditta incaricata è tenuta a fornire il rapporto di perforazione, completo di una breve relazione redatta da un geologo comprendente le verticali rappresentanti in scala le stratigrafie di dettaglio rilevate, accompagnate da una planimetria, pure in scala, con ubicazione dei sondaggi (l'ubicazione, determinata con precisione, va anche georeferenziata).

I log stratigrafici dovranno essere disegnati su appositi moduli divisi in colonne, nelle quali dovranno essere riportati almeno i seguenti dati:

- spessore degli strati incontrati durante il sondaggio;
- profondità delle variazioni di litologia;



- scala grafica;
- descrizione della natura dei terreni;
- rappresentazione simbolica della natura dei terreni;
- diametro del foro;
- modalità di carotaggio;
- percentuali di carotaggio per ogni strato;
- livello dell'acqua nel foro.

Relativamente alle prove SPT, il rapporto che dovrà riportare:

- profondità di inizio della prova;
- penetrazione iniziale per peso proprio delle aste del campionatore;
- numero dei colpi necessari per l'infissione del tratto preliminare e dei tratti di prova;
- lunghezza e descrizione geotecnica del campione estratto;
- osservazioni e note eventuali.

Relativamente ad ogni campione prelevato, indisturbato o rimaneggiato, il rapporto dovrà riportare:

- la denominazione del foro da cui è estratto e il numero identificativo del campione;
- la quota del prelievo
- la lunghezza del campione (nominale nel caso di campioni indisturbati);
- la natura del campione;
- la modalità del prelievo;
- la data del prelievo.



### **Prove penetrometriche dinamiche del tipo DPSH**

Al fine di caratterizzare geotecnicamente in continuo la successione stratigrafica si prevede di effettuare n° 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH spinte fino alla profondità di 15m dal p.c. e/o fino al rifiuto strumentale.

La prova penetrometrica dinamica DPSH (oppure SCPT – Standard Cone Penetration Test) è una prova puntuale che consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio prolungabile ad una batteria di aste, e misurare il numero di colpi NSCPT necessari per la penetrazione di 30 cm della punta, nel corso della prova.

La diffusione di questo tipo di prova e la sua standardizzazione consentono, attraverso l'utilizzo di alcune correlazioni di bibliografia, di definire il grado di addensamento dei terreni indagati e di ottenere una soddisfacente caratterizzazione geotecnica dell'area, in ottemperanza a quanto prescritto dal Testo Unico sulle Costruzioni (D.M. 17/01/18). Infatti, mediante le prove penetrometriche dinamiche standard DPSH, è possibile effettuare una definizione dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione e verificare la presenza di un'eventuale falda acquifera.

Queste prove penetrometriche vengono realizzate mediante Penetrometro Dinamico Superpesante DPSH (Dinamic Penetrometer Super Heavy) Pagani TG 63/200, con avanzamento delle aste e dei rivestimenti ogni 30 cm. Dal valore di NSCPT (numero di colpi per 30 cm di infissione delle aste) può essere ricavato il corrispondente valore di NSPT mediante la relazione:  $NSPT = NSCPT / C$ . Il coefficiente C è un fattore dipendente dalla litologia dei terreni attraversati durante la prova e dall'attrezzatura utilizzata.

### **Prospezione sismica in foro di sondaggio eseguita con tecnica down-hole**

Nel foro di sondaggio opportunamente predisposto dovrà essere eseguita una prospezione sismica Down-Hole. La stessa misura la velocità di propagazione delle onde sismiche di compressione ( $V_p$ ) e di taglio ( $V_s$ ) nei terreni all'intorno di un foro di sondaggio. Le misure si eseguono attraverso il rilievo dei tempi di percorrenza di impulsi sismici da una sorgente emettitrice,



posta in superficie, ad una unità ricevente ubicata all'interno del foro di sondaggio, rivestito con idonea tubazione in PVC.

Il sistema di energizzazione sarà ubicato in superficie a distanza adeguata dalla bocca foro in funzione della migliore risoluzione dell'indagine. La ditta incaricata dovrà dimensionare correttamente la sorgente di energia in funzione della natura e delle caratteristiche dei terreni interessati e che sono da considerarsi noti in quanto le misure sono successive alla perforazione dei sondaggi entro i quali si eseguono. Per il rilievo delle onde trasversali la sorgente di energia dovrà garantire la produzione di impulsi sismici idonei a generare onde a prevalente componente di taglio. La strumentazione di acquisizione dati deve essere di tipo digitale incrementale con le seguenti caratteristiche:

- sismografo registratore ad almeno 12 canali con capacità di campionamento dei segnali tra 0,025 e 2 msec e dotato di filtri High Pass, Band Pass e Band Reject, di "Automatic Gain Control" e di convertitore A/D del segnale campionato, almeno a 16 bit;
- geofono tridirezionale con sensori ortogonali (di cui uno verticale e gli altri due orizzontali a 90° dal primo), con frequenza compresa tra 4 e 10 Hz, collegato ad un cavo metrato di sospensione; il geofono deve essere a contatto con il rivestimento per mezzo di un dispositivo di bloccaggio meccanico o pneumatico;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break);
- dispositivo di energizzazione per la generazione di onde P ed onde S, in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali cioè con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali (ed eventualmente anche verticali);
- massa battente (mazza da 10 kg) agente su un blocco di legno o calcestruzzo adeguatamente ancorato al terreno e posto nelle adiacenze della bocca foro. La forma del blocco deve essere tale da potere essere colpito lateralmente ad entrambe le estremità.

A corredo della prospezione dovranno essere consegnati una relazione conclusiva contenente tra l'altro una nota tecnica descrittiva della prospezione



eseguita con indicazioni del numero del foro, ubicazione, modalità esecutive, caratteristiche della tubazione installata, quote della bocca foro e del fondo foro, etc.; gli algoritmi di calcolo impiegati, tabelle e tavole ad integrazione e chiarimento delle analisi; la diagrafia con l'indicazione di:

- stratigrafia del sondaggio;
- tempi di arrivo delle onde di compressione e di taglio;
- velocità delle onde di compressione e di taglio per ogni stazione;
- velocità intervallari delle onde di compressione e di taglio.
- coefficiente di Poisson dinamico;
- modulo di elasticità dinamico;
- modulo di taglio dinamico;
- modulo di compressibilità dinamico;
- tracce sismografiche onde di compressione;
- tracce sismografiche onde di taglio;
- risultanze finali ed interpretative.

### **Prospezioni sismiche a stazione singola HVS**

Le n° 3 misure di microtremore a stazione singola dovranno essere effettuate per mezzo di sismometri tricomponenti sufficientemente sensibili nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico (0.1-20 Hz, corrispondenti alle frequenze dei modi di vibrare della maggior parte delle strutture). Per definirsi sufficientemente sensibile, lo strumento deve essere in grado di rilevare segnale anche nei punti più silenziosi della superficie terrestre. Bisognerà prestare massima cura, soprattutto per quanto riguarda l'accoppiamento dello strumento di misura con il terreno e la riduzione delle possibili fonti di disturbo nelle immediate vicinanze dei sensori. Lo strumento di misura va dunque posto a diretto contatto col terreno e reso solidale con questo, possibilmente senza interfacce intermedie. Quando questo non fosse possibile è necessario tener conto dei possibili effetti indotti dai terreni artificiali rigidi in questo tipo di misure. Bisogna inoltre evitare possibili movimenti dello strumento nel corso della misura (basculamenti, assestamenti del suolo, ecc.) e curare la messa in bolla dei sensori, controllando al termine della misura che questa sia stata conservata. Infine, le eventuali parti mobili della strumentazione devono essere





poste al riparo da spostamenti d'aria, va evitato il contatto con elementi mobili (fili d'erba, ecc.).

Dato che le misure hanno come obiettivo la determinazione di proprietà medie del campo di vibrazioni ambientali, la scelta di una opportuna durata delle registrazioni è importante: si suggerisce una durata complessiva non inferiore a 20-30 min con una frequenza di campionamento superiore ai 100 cps.

Prima di procedere all'analisi dei risultati della campagna di misure HVSR, è opportuno effettuare una analisi di qualità secondo i criteri riportati nei Contributi per l'aggiornamento degli Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica.

Ciascuna prova H/V dovrà essere corredata da una documentazione adeguata allo scopo di permettere una valutazione indipendente della qualità e dell'attendibilità della misura. In particolare, questa documentazione dovrà contenere le seguenti informazioni:

- 1) indicazioni sui parametri di acquisizione (strumentazione impiegata, frequenza di campionamento, durata della registrazione),
- 2) indicazioni sul terreno di misura (naturale, artificiale rigido ecc.), il tipo di accoppiamento suolo-strumento di misura, orientamento dello strumento (una fotografia del terreno su cui è effettuata la misura può rivelarsi utile),
- 3) indicazioni sulle condizioni meteorologiche durante la misura,
- 4) curva H/V con deviazione standard in tutto l'intervallo di frequenze analizzato,
- 5) spettri delle singole componenti del moto (X, Y, Z) nello stesso intervallo di frequenze del punto 4),
- 6) indicazioni delle frequenze dei picchi H/V significativi e della deviazione della frequenza del picco,
- 7) parametri di qualità del tipo di quelli proposti dal progetto SESAME.

### **Analisi sui campioni di laboratorio prelevati in situ**

Sui campioni di terreno prelevati dai sondaggi si prevede l'esecuzione di determinazioni e prove di laboratorio delle tipologie di seguito descritte.

### **Analisi descrittive**



- Apertura e descrizione geotecnica di campione indisturbato e semidisturbato, con ripresa fotografica del campione e l'esecuzione di prove speditive per la determinazione dello stato di consistenza;

#### Prove di caratterizzazione fisica

- Prove per la determinazione del contenuto d'acqua naturale;
- Prove per la determinazione della massa volumica apparente (peso di volume naturale) mediante fustella tarata o pesata idrostatica;
- Prove per la determinazione della massa volumica reale (peso di volume dei grani);
- Analisi granulometrica mediante vagliatura per via secca e per via umida;
- Analisi granulometrica per sedimentazione con densimetro per la frazione passante al setaccio ASTM n° 200.

#### Prove per la determinazione delle caratteristiche meccaniche

- prove di compressione edometrica ad incrementi di carico controllati (Edo IL), con otto incrementi di carico e tre gradini di scarico, con l'esecuzione di un ciclo supplementare di scarico-ricarico con tre gradini di scarico, con determinazione del modulo edometrico per tutti i gradini di carico, con produzione dei diagrammi indice dei vuoti-carico applicato e modulo edometrico-carico applicato per l'intero ciclo di prova;
- Prove di taglio diretto consolidate drenata con tempo di deformazione finale <8h (procedura standard 3 provini)

Si prevede di prelevare n. 6 campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio (n° 2 per ogni sondaggio), in funzione delle risultanze delle indagini dirette e di specifiche ulteriori progettuali. In particolare si prevede di effettuare le seguenti analisi:

- N° 6 analisi granulometriche con setacci per via umida e secca;
- N° 6 determinazione delle caratteristiche fisiche generali;
- N° 3 prove di compressione edometrica con determinazione del coefficiente di permeabilità (da effettuare prevalentemente sui campioni superficiali);



- N° 6 Prove di taglio diretto consolidate drenate.

Con riferimento alle “Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008)” e relativa circolare applicativa 617/2009, il laboratorio dovrà rispondere ai requisiti di cui al paragrafo 6.2.2 delle NTC: “le indagini e le prove devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all’art.59 del DPR 6 giugno 2001, n. 380. I laboratori su indicati fanno parte dell’elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture”.

La normativa di riferimento seguita per l'esecuzione delle prove dovrà essere indicata nel rapporto di prova.



## 6. CONCLUSIONI

Il sottoscritto dr. geol. Francesco Cuccurullo, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con il n° 2106, su incarico dall'Amministrazione comunale di Pontecagnano Faiano (SA), ha redatto la presente relazione geologica per il progetto di fattibilità tecnico-economica per la realizzazione di nuovi edifici scolastici pubblici mediante sostituzione edilizia - sostituzione edilizia complesso scolastico Dante Alighieri alla via Dante nello stesso Comune di Pontecagnano Faiano (SA).

Per la definizione dell'assetto geologico di sito è stato effettuato un attento ed accurato studio bibliografico oltre che un rilevamento geologico e geomorfologico di massima dell'area di interesse.

Nel paragrafo n. 5 è stato dettagliato il progetto di piano delle indagini geognostiche e sismiche, da effettuarsi in situ ed in laboratorio. Le stesse indagini saranno propedeutiche alla redazione degli studi geologici relativi alle progettazioni definitive ed esecutive i quali dovranno definire in dettaglio:

1. La successione stratigrafica sito-specifica dei litotipi del sottosuolo dell'area di sedime dei corpi di fabbrica a farsi,
2. La profondità della falda acquifera;
3. Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di interesse (identificazione dei principali parametri geotecnici necessari per la caratterizzazione di sito);
4. Le caratteristiche sismiche di situ con l'analisi di risposta sismica locale;
5. La valutazione della verifica a liquefazione per i terreni di interesse progettuale.

Per quanto di competenza si esprime la fattibilità preliminare dell'intervento di progetto.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Pagani, febbraio 2022

Il tecnico  
Dott. Geologo Francesco Cuccurullo

