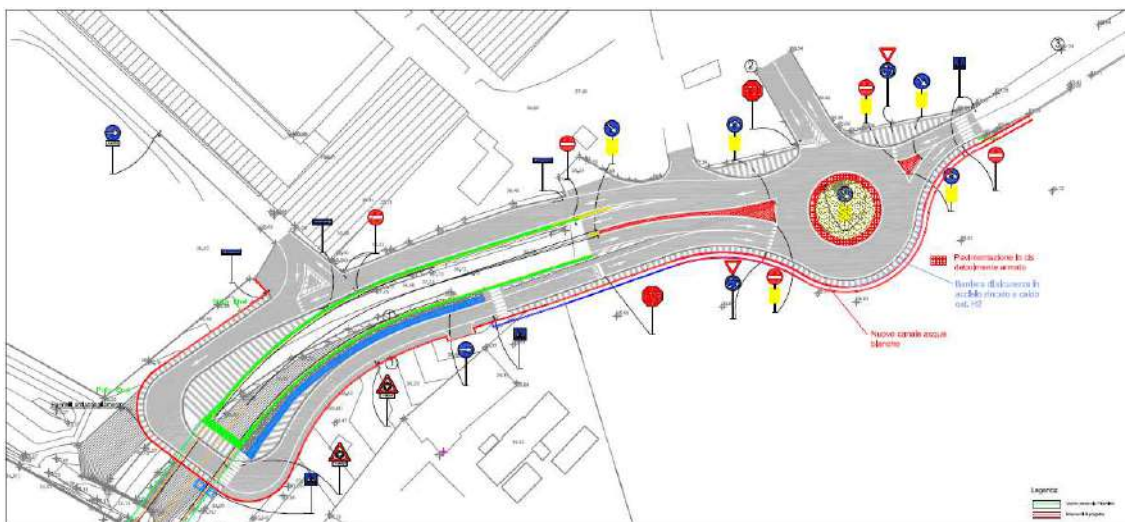




COMUNE DI PONTECAGNANO

PROVINCIA DI SALERNO



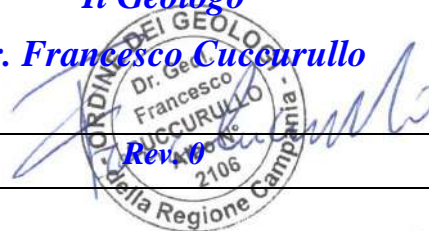
RELAZIONE GEOLOGICA PER IL PROGETTO ESECUTIVO DELL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO A RISCHIO IDRAULICO LUNGO LA STRADA DI VIA IRNO ALL'ALTEZZA DEL CAVALCAVIA AUTOSTRADALE SA-RC.

Il committente
**Amministrazione Comunale di
Pontecagnano Faiano**

Pagani, Novembre 2021

Il Geologo
Dr. Francesco Cuccurullo

Rev. 0



E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

1. INDICE

1.	INDICE	2
2.	PREMESSA	3
3.	MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE	7
4.	INDAGINI IN SITU	26
5.	MODELLO GEOLOGICO DEFINITIVO	33
6.	CONCLUSIONI	46

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



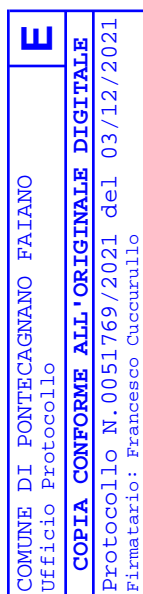
2. PREMESSA

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 con Determinazione n. 1460 del 29/11/2021, di redigere la presente relazione geologica finalizzata al progetto esecutivo dell'intervento di messa in sicurezza del territorio a rischio idraulico lungo la strada di via Irno, all'altezza del cavalcavia autostradale SA-RC, nello stesso territorio comunale (coordinate geografiche WGS84 del sito 40.652123° N - 14.878534° E).

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).

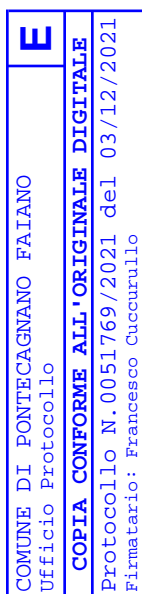
L'intervento riguarda la realizzazione di opere progettuali relative ad interventi di adeguamento, razionalizzazione e messa in sicurezza del territorio a rischio idraulico lungo la strada di via Irno, all'intersezione tra via Picentino, via Irno e la strada di collegamento nell'ambito degli interventi relativi all'ampliamento dell'autostrada A3 (Salerno – Reggio Calabria).



L'Amministrazione Comunale, al fine di adeguare gli interventi precedentemente operati da ANAS per realizzare un sistema, funzionale sia dal punto di vista trasportistico che di sicurezza idraulica, ha proceduto alla riconfigurazione del progetto che in definitiva prevede l'adeguamento, la razionalizzazione e la messa in sicurezza dell'intersezione tra via Picentino e via Irno, e la strada di collegamento con l'area industriale esistente e completamento D2 e di nuova realizzazione D25, mediante la costruzione di una rotatoria a raso, e allargamento stradale, e la realizzazione di una strada ai lati del cavalcavia che sfrutta lo spazio tra la pila del ponte e la barriera dell'autostrada, che ha una lunghezza di circa 20 m.

La realizzazione di tali interventi consente di:

- dotare di impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche;
- migliorare le caratteristiche geometriche e funzionali dell'intersezione;
- garantire l'accesso alle aree private e alla strada di collegamento per Sardone dalle diverse direttrici in totale sicurezza e con capacità adeguate ai flussi di traffico in transito;
- migliorare l'impianto di pubblica illuminazione.



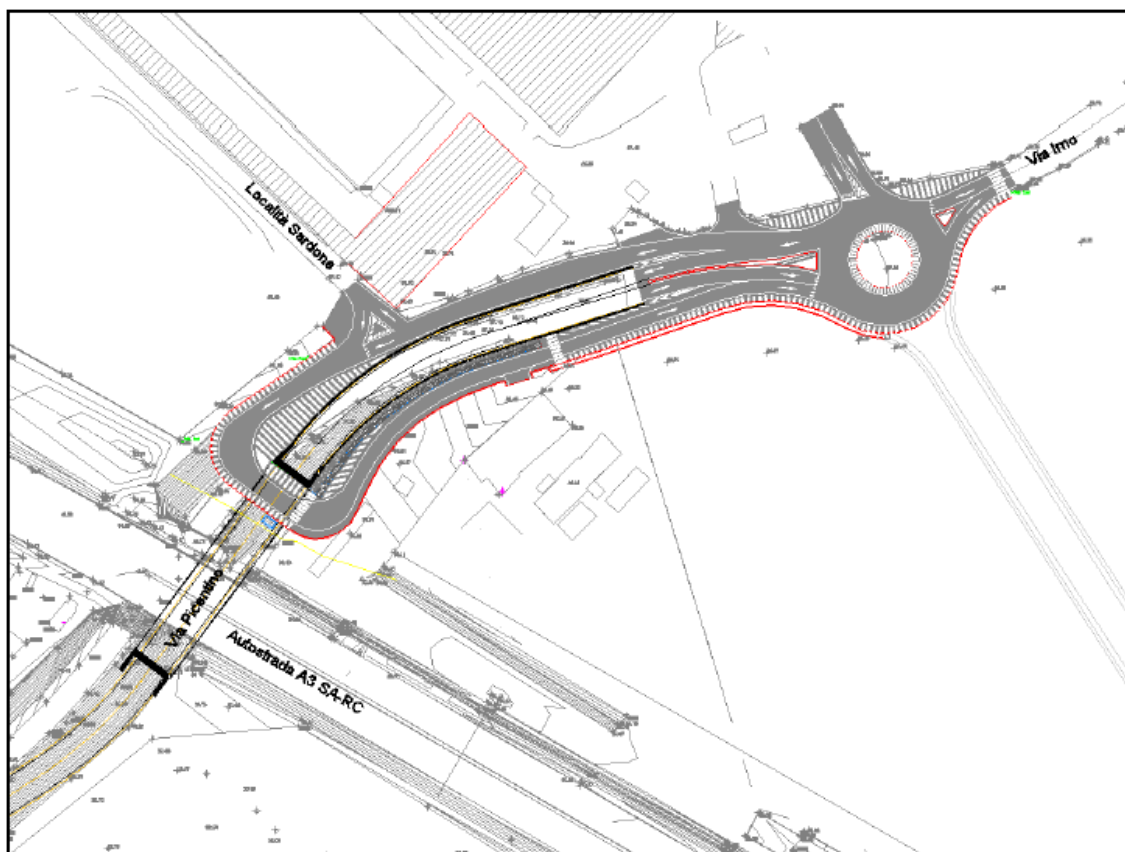


Figura 1: Planimetria con gli interventi di progetto.

La presente relazione geologica è stata redatta eseguendo in sequenza diverse fasi operative: la prima è consistita in una serie di sopralluoghi ed in un accorto rilevamento geologico e geomorfologico, il quale ha permesso di rilevare le litologie affioranti e le caratteristiche morfologiche nei dintorni del sito.

A seguito dei sopralluoghi effettuati, sono stati utilizzati i dati relativi ad una campagna di indagini geognostiche e geofisiche realizzata a maggio 2020 dal sottoscritto in un'area prossima a quella di progetto e consistente in:

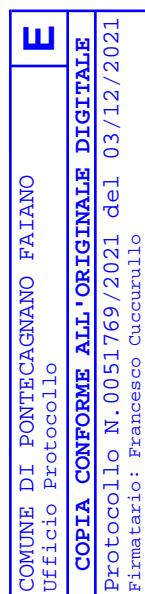
- n.1 prova penetrometrica dinamica DPSH effettuata dalla GEOSEVI S.A.S. con sede legale in via del Centenario n. 142 - Fisciano (SA) con Concessione Ministeriale n. 5030 del 24/05/2011 (art. 59 D.P.R. n.380/2001);
- n.1 prelievo di un campione indisturbato effettuato dalla GEOSEVI S.A.S. con sede legale in via del Centenario n. 142 - Fisciano (SA) con Concessione Ministeriale n. 5030 del 24/05/2011 (art. 59 D.P.R. n.380/2001);

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



- Analisi su campione di laboratorio indisturbato effettuate dalla ISOGEA Srl con sede a via Vesuvio, 134 - Trecase (NA) dotata di Certificazione Ministeriale n. 7474 del 27/07/2012 per l'esecuzione di prove di laboratorio sulle terre (settore A);
- n. 1 prospezione sismica MASW effettuata dal sottoscritto con strumentazione di sua proprietà.

I dati acquisiti durante le operazioni di campagna nel 2020 sono stati poi confrontati anche con dati bibliografici ottenuti per la redazione di relazioni geologiche effettuate nelle vicinanze del sito per conto di soggetti privati e pubblici.



3. MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE

Ubicazione del sito

L'area oggetto di studio è situata nell'area periferica posta sul lato occidentale del territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA), ad una quota di circa 38 m s.l.m. (Figura 2).

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 2: 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

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



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 3), deriva dall'erosione del retrostante massiccio carbonatico dei Monti Picentini in sollevamento dal Pliocene superiore.

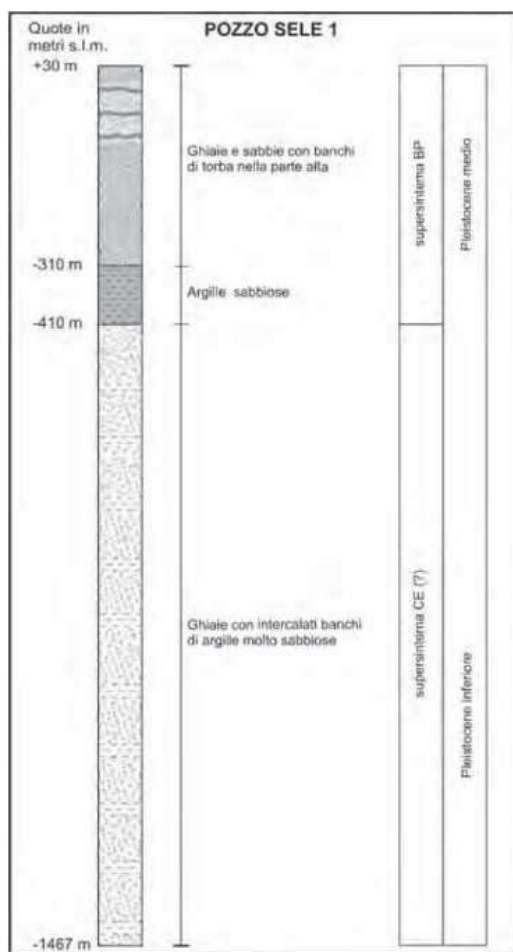


Figura 3: Colonna stratigrafica relativa al Pozzo Sele 1.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



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.

E	COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE	Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021 Firmatario: Francesco Cuccurullo



E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

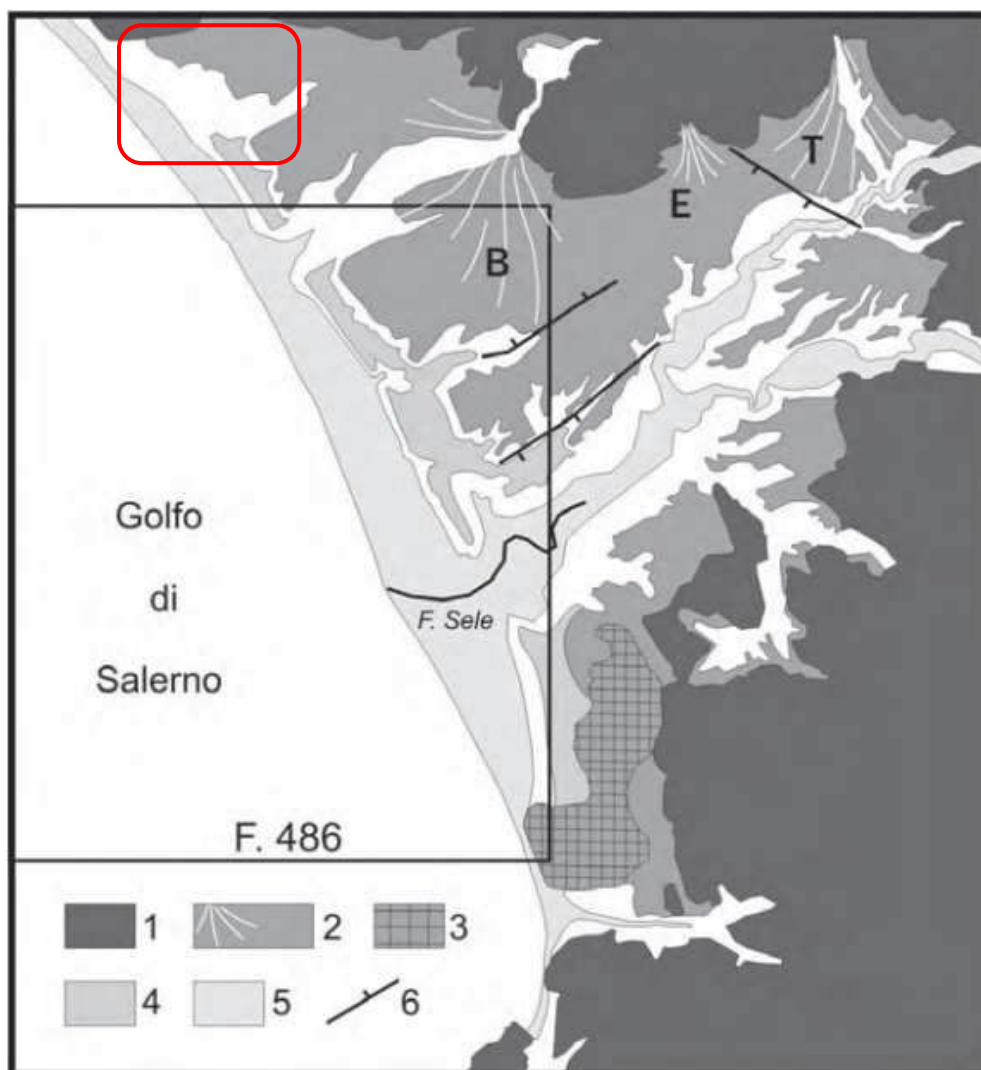


Figura 4: Schema delle principali superfici geomorfologiche della Piana del Sele (dalle Note Illustrative del Foglio 486 - Carg). 1) rilievi collinari e montuosi; 2) lembi del terrazzo deposizionale associato ai sedimenti del Pleistocene Sup. con principali conoidi contribuenti (B: conoide di Battipaglia; 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-quadernari 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.

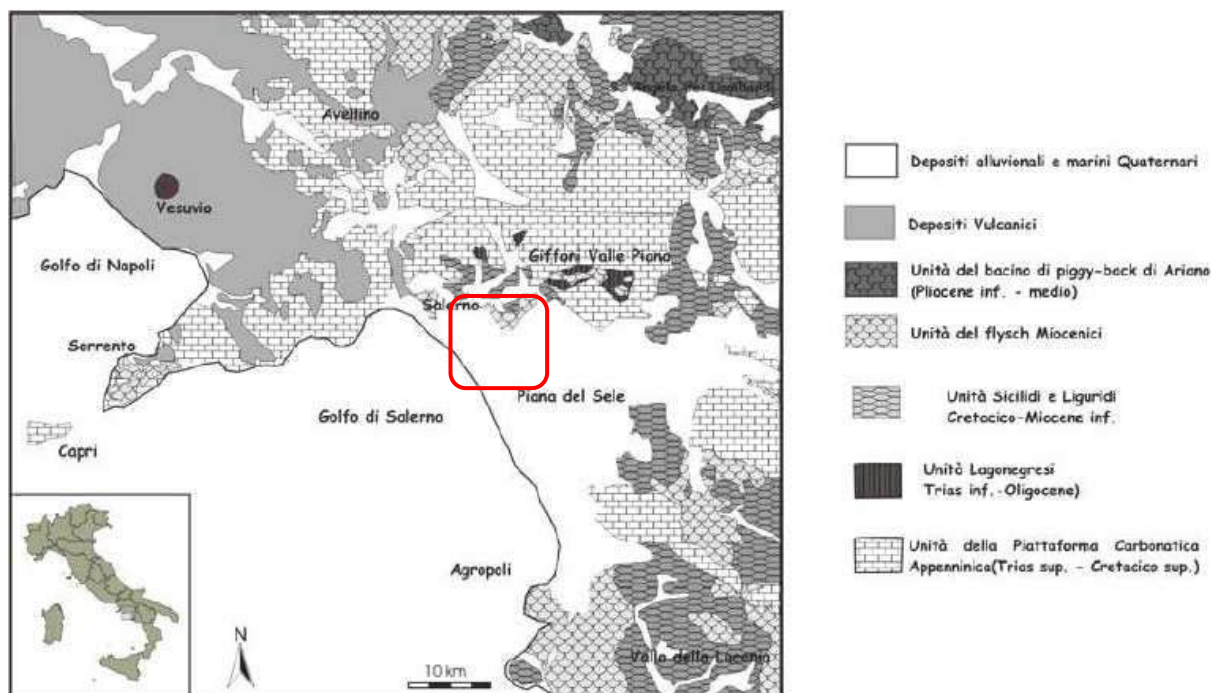


Figura 5: Schema geologico del margine tirrenico dell'Appennino Campano. Nel riquadro rosso è indicata l'area di indagine.



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 quarzose 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.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



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.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



Supersintema di Eboli (CE): Complesso calcareo-conglomeratico

Di età pliopleistocenica, 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.

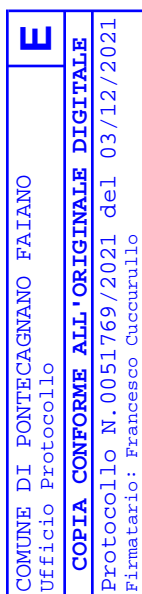
Travertini di Pontecagnano (PTO)

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;



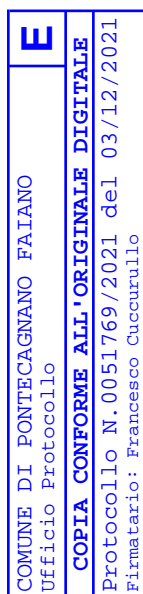
2. sedimenti prevalentemente fini di piana costiera (BPb): complessi sabbioso - ghiaiosi e sabbiosi di spiaggia e dune litorali, alternati a complessi pelitici e pelitico - sabbiosi di laguna e/o stagno, con associati sedimenti sabbioso - pelitici fluvio - palustri con intercalazioni di lenti sabbioso - 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 6).

La circolazione idrica sotterranea è fortemente influenzata dalle condizioni litostратigrafiche. 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..

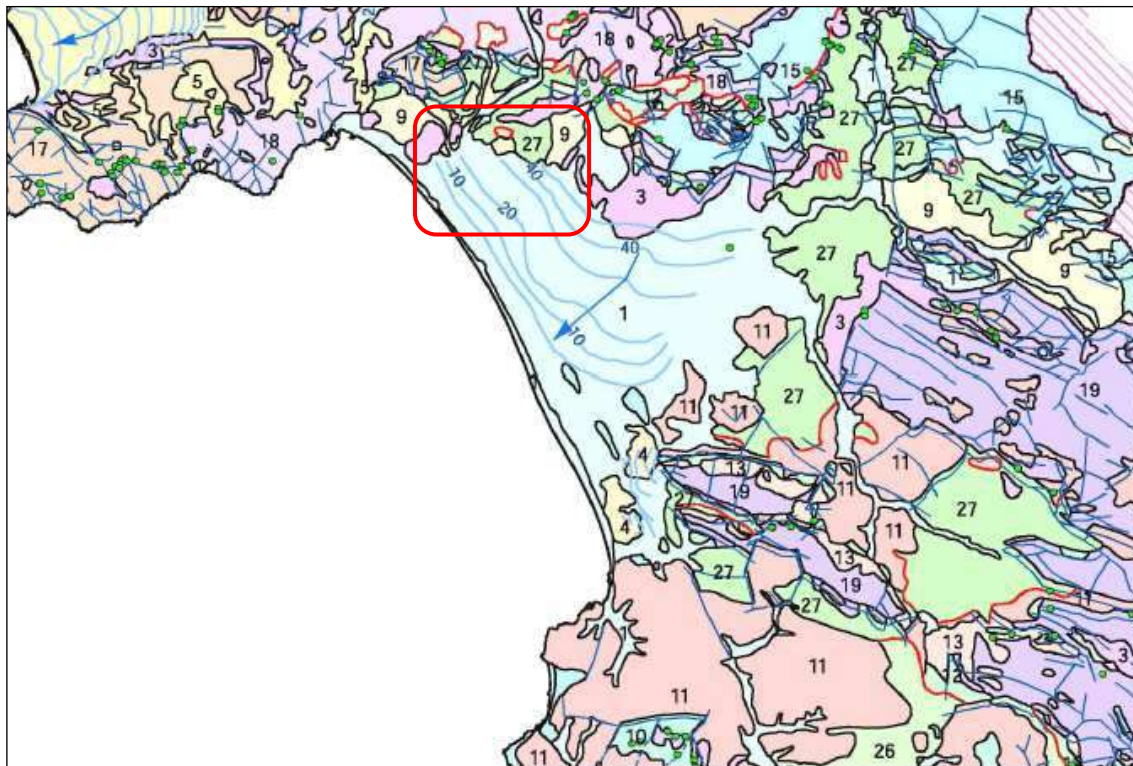


Figura 6: Carta dei Complessi Idrogeologici della Campania. Nel rettangolo rosso è evidenziata l'area di studio.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



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.

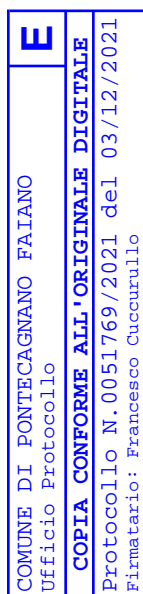


Anche la nuova normativa sismica del territorio italiano (OPCM, n° 3274/2003; OPCM n° 3519 del 28/04/2006, D.M. 14 gennaio 2008, D.M. 17 gennaio 2018), sottolineano l'importanza della conoscenza delle condizioni geologiche del sito per adeguare le tecniche di costruzione.

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 7 e Figura 8).

Tali fasce sismogenetiche sono:

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



E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

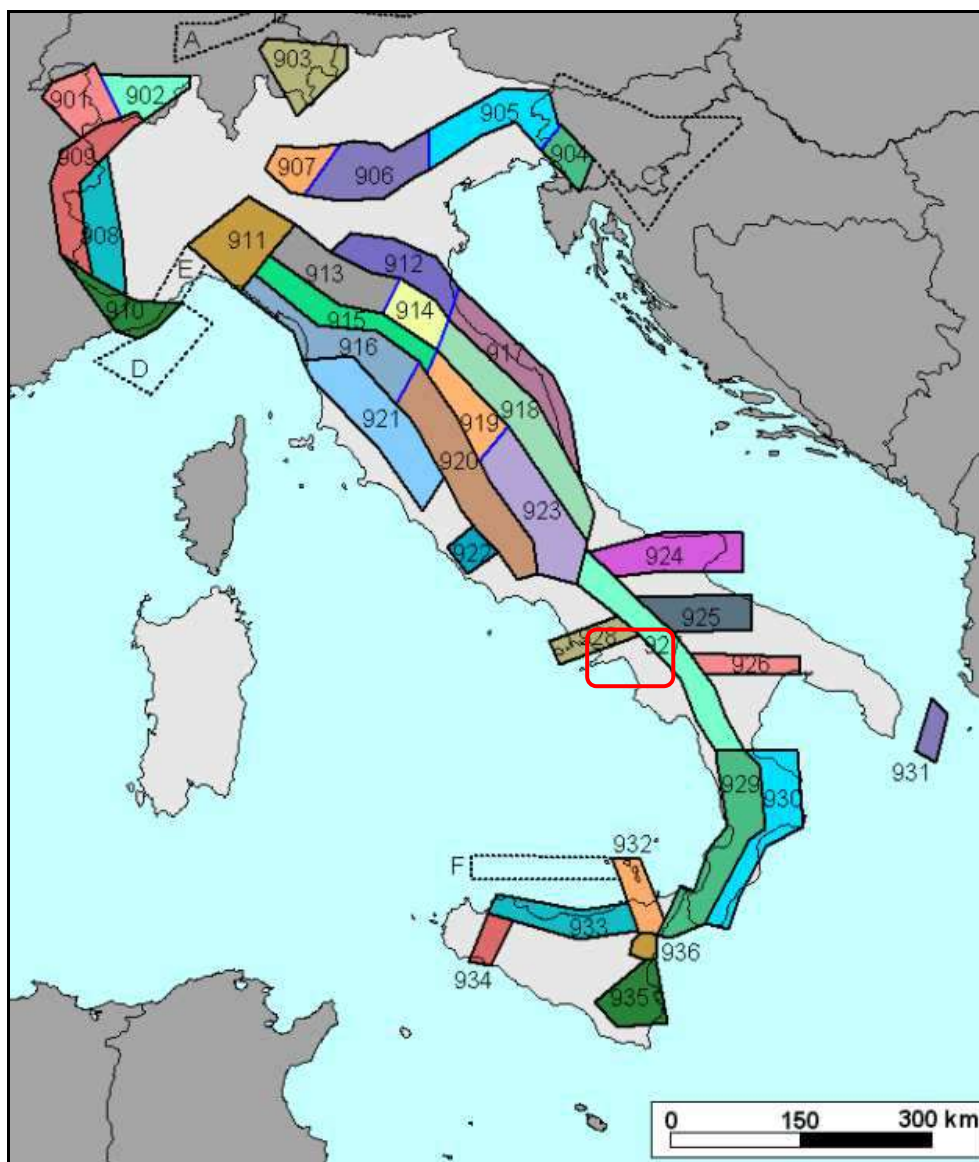


Figura 7: Zonazione Sismogenetica ZS9. Nel riquadro rosso è evidenziata l'area di interesse.



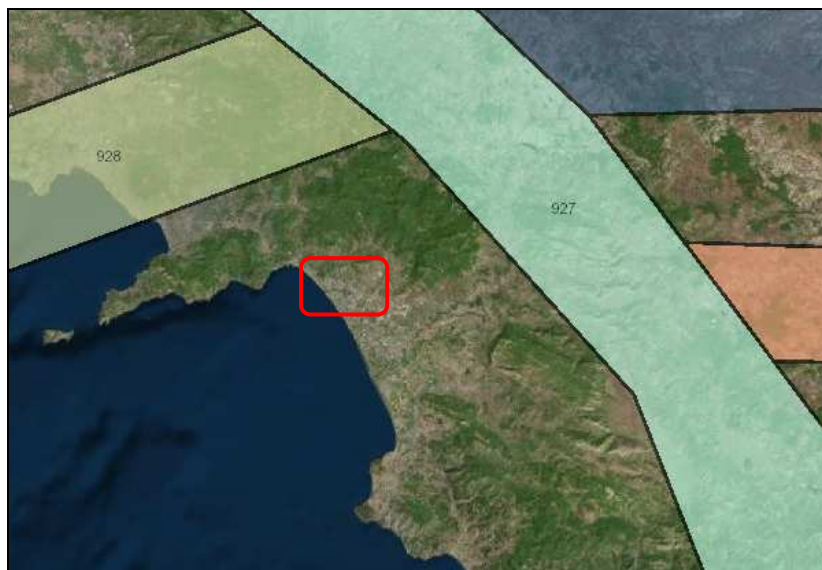


Figura 8: Zonazione Sismogenetica ZS9. Immagine tratta dal Geoportale Nazionale. Nel riquadro rosso è evidenziata l'area di interesse.

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.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



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).

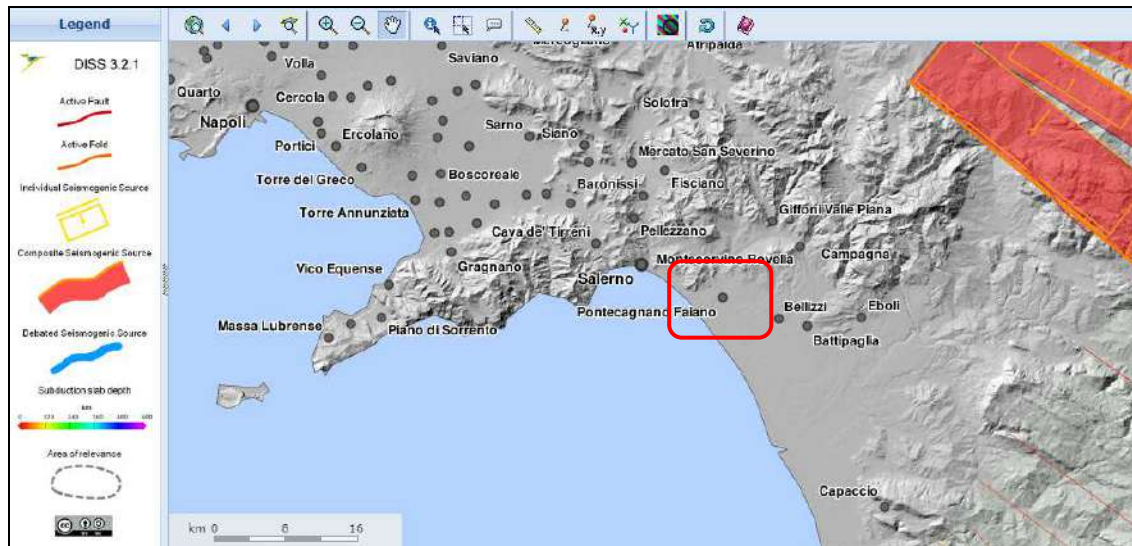


Figura 9: Database of Individual Seismogenic Sources dell'INGV
<http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>.

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 10 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 Macroseismic 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 10: 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 11).

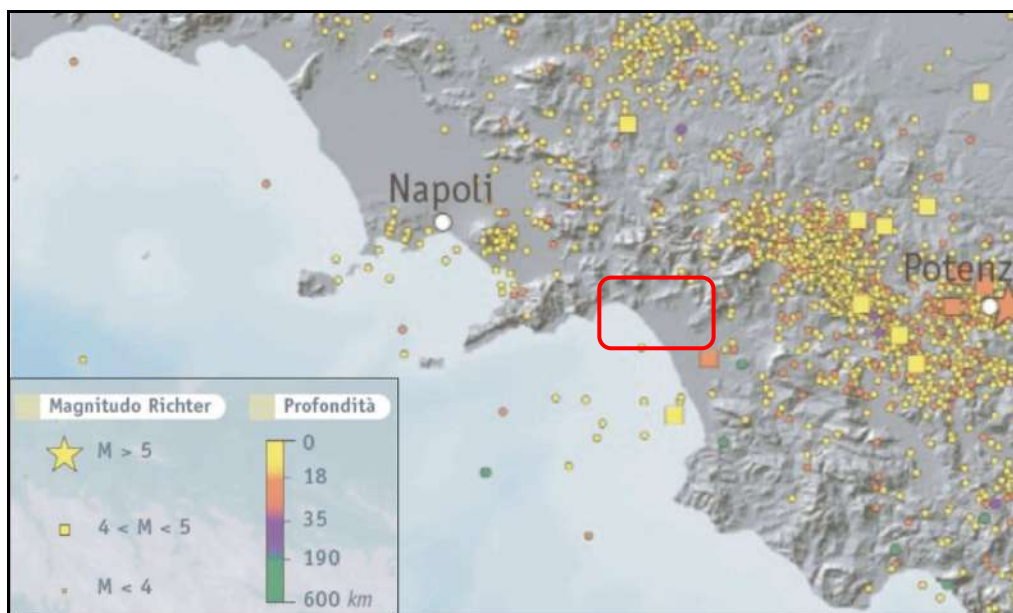


Figura 11: Ubicazione di tutti i terremoti registrati nell'area d'interesse negli ultimi 2000 anni (Dati INGV- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). Nel riquadro rosso è evidenziata l'area di interesse.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



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 12).

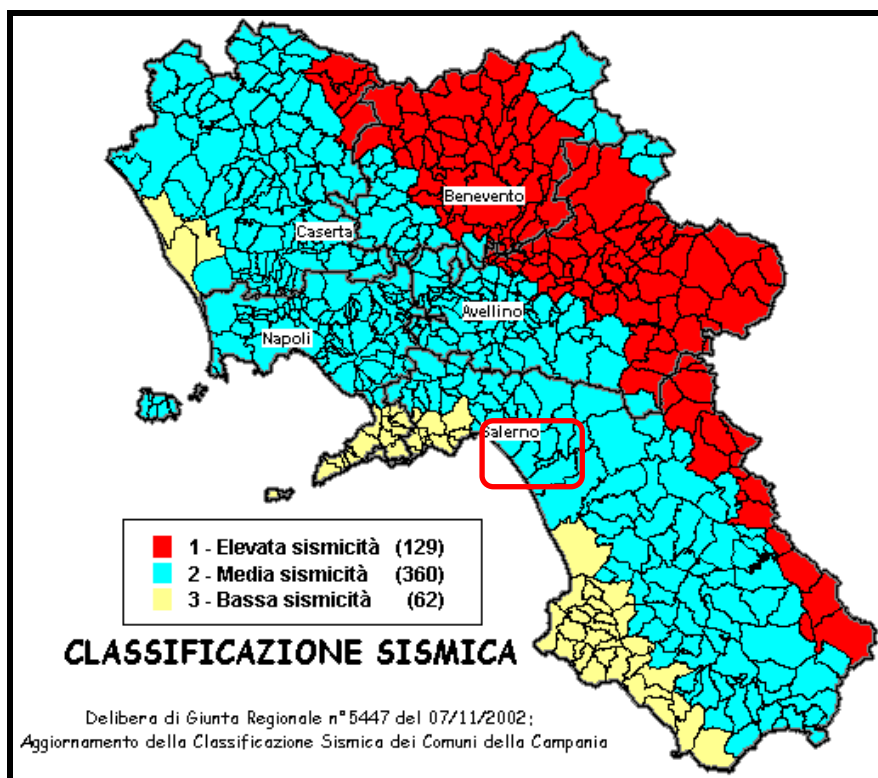


Figura 12: Classificazione sismica dei comuni della Campania. Nel riquadro rosso rientra l'area di interesse.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Figura 13), 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).

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



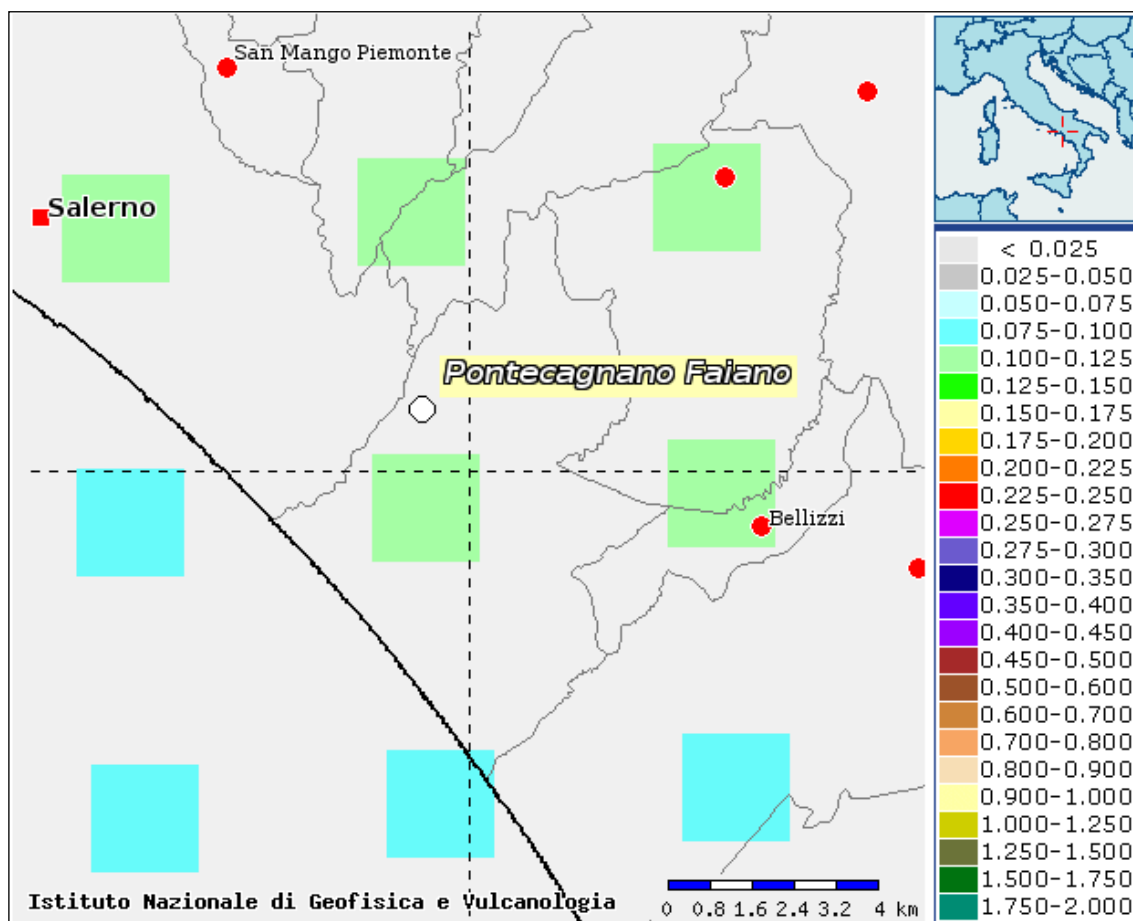


Figura 13: Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

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 14 e Figura 15).



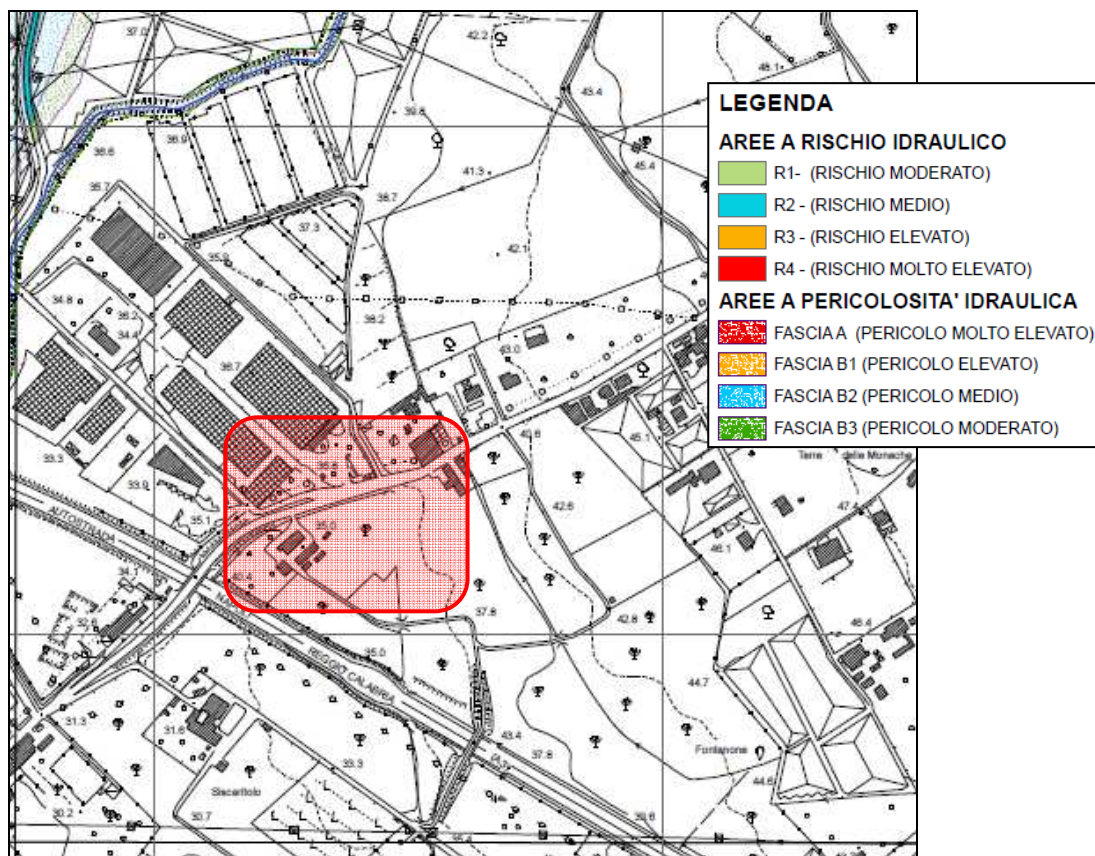


Figura 14: Stralcio della Carta della Pericolosità/Rischio Idraulico tratta dal PSAI ex AdB Regionale Destra Sele. Nel rettangolo rosso è ubicata l'area in studio.

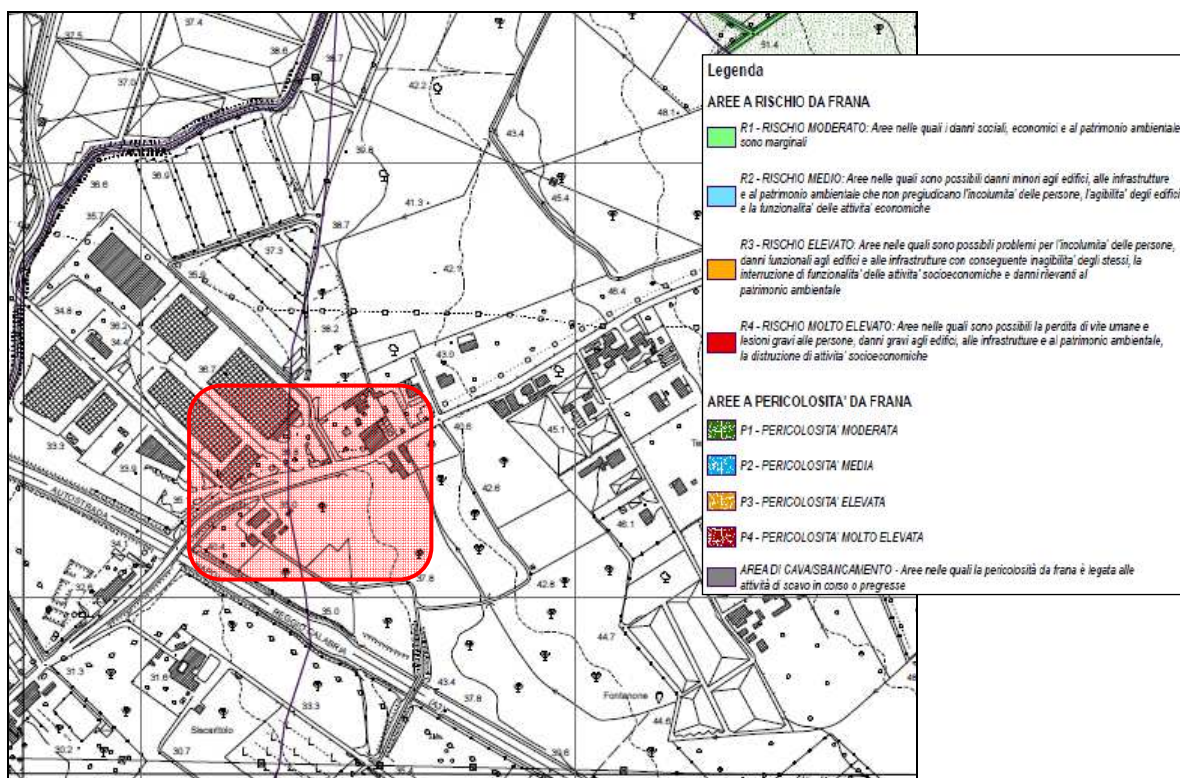


Figura 15: Stralcio della Carta della Pericolosità/Rischio da Frana tratta dal PSAI ex AdB Regionale Destra Sele. Nel rettangolo rosso è ubicata l'area in studio.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



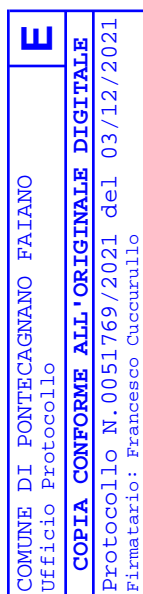
4. INDAGINI IN SITU

A seguito dei sopralluoghi effettuati, sono stati utilizzati i dati relativi ad una campagna di indagini geognostiche e geofisiche realizzata a maggio 2020 dal sottoscritto in un'area prossima a quella di progetto e consistente in:

- n.1 prova penetrometrica dinamica DPSH effettuata dalla GEOSEVI S.A.S. con sede legale in via del Centenario n. 142 - Fisciano (SA) con Concessione Ministeriale n. 5030 del 24/05/2011 (art. 59 D.P.R. n.380/2001);
- n.1 prelievo di un campione indisturbato effettuato dalla GEOSEVI S.A.S. con sede legale in via del Centenario n. 142 - Fisciano (SA) con Concessione Ministeriale n. 5030 del 24/05/2011 (art. 59 D.P.R. n.380/2001);
- Analisi su campione di laboratorio indisturbato effettuate dalla ISOGEA Srl con sede a via Vesuvio, 134 - Trecase (NA) dotata di Certificazione Ministeriale n. 7474 del 27/07/2012 per l'esecuzione di prove di laboratorio sulle terre (settore A);
- n. 1 prospezione sismica MASW effettuata dal sottoscritto con strumentazione di sua proprietà.

I dati acquisiti durante le operazioni di campagna nel 2020 sono stati poi confrontati anche con dati bibliografici ottenuti per la redazione di relazioni geologiche effettuate nelle vicinanze del sito per conto di soggetti privati e pubblici.

Il report delle suddette indagini è riportato in dettaglio in allegato alla presente relazione mentre la loro ubicazione è riportata nella seguente Figura 16:



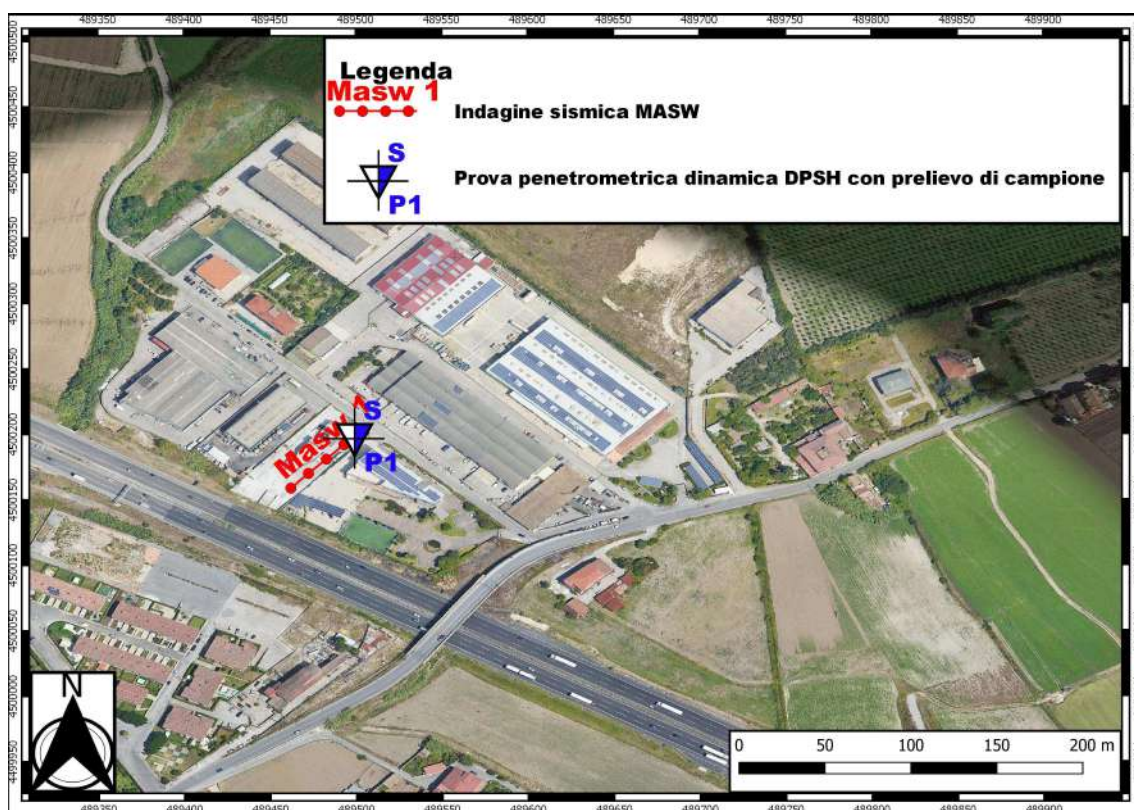


Figura 16: Immagine satellitare con ubicazione delle indagini utilizzate.

Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ di lunghezza pari a 20 cm) misurando il numero di colpi N necessari all'infissione della punta stessa.

La prova viene generalmente eseguita a partire dal piano campagna, ma in alcuni casi può anche essere condotta, tramite alcuni accorgimenti, a partire dal fondo di fori di sondaggio.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati.

Gli elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ .

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



Le informazioni che la prova fornisce sono di tipo continuo, perché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Nel caso in esame è stata effettuata nel 2020 n° 1 prova DPSH, con penetrometro pesante semovente SP150SMM della Geo Deep Drill. Le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata sono le seguenti:

✓ Peso Massa battente	63,5 kg
✓ Altezza di caduta libera	0,75 m
✓ Peso sistema di battuta	30 kg
✓ Diametro punta conica	50,50 mm
✓ Area di base punta	20,00 cm ²
✓ Lunghezza delle aste	1 m
✓ Peso aste a metro	8,00 kg/m
✓ Profondità giunzione prima asta	0,80 m
✓ Avanzamento punta	0,20 m
✓ Numero colpi per avanzamento	N(20)
✓ Coeff. Correlazione	1,521
✓ Rivestimento/fanghi	No
✓ Angolo di apertura punta	60°

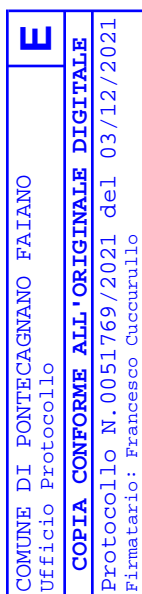
Le prove sono interpretabili in base alle esperienze locali (Associazione Geotecnica Italiana 1977), e forniscono valutazioni qualitative e quantitative del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati, potendo essere correlati il numero di colpi con le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni sul sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova penetrometrica dinamica con il numero di colpi di una prova penetrometrica standard (Nspt). Il passaggio viene dato da:

$$Nspt = \beta t N$$

Dove:



$$\beta_i = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.
L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ / N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

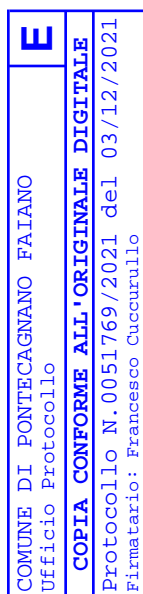
P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini, 1983 – Meyerhof, 1956 – Desai, 1968 - Borowczyk-Frankowsky, 1981.

Il programma permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.



In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale degli intervalli stratigrafici;
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche;
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

La seguente Tabella 2 fornisce un prospetto riepilogativo della prova effettuata nel 2020, mentre il certificato rilasciato dalla ditta esecutrice è riportato in allegato. La prova è stata fatta a partire dal fondo di uno scavo, ad una quota di -0.8 m di profondità rispetto al piano di calpestio.

Tabella 2: Prospetto della prova DPSH utilizzata.

Prova	Profondità (m)	Note
P1	Da 0.8 a 9.6	Falda assente

Prospezioni sismiche MASW

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è un'efficiente ed accreditata metodologia sismica che serve alla determinazione delle velocità delle onde di taglio V_s .

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni posizionati lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali. Tali tecniche sono simili a quelle utilizzate dalla tecnica SASW, le quali si basano su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.



Nello specifico, al fine di caratterizzare sismicamente il suolo nell'intera area oggetto di indagine, è stata utilizzata n.1 prospezione sismica MASW con le seguenti caratteristiche:

Tabella 3: Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative allo stendimento geofonico messo in opera.

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Offset e spacing (m)</i>	<i>Direzione</i>
<i>MASW n.1</i>	<i>37.5</i>	<i>1.5</i>	<i>N 38° E</i>

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

Le modalità di realizzazione della prova ed i risultati della prospezione utilizzata sono riportati in allegato.

Prove di laboratorio

Le prove di laboratorio rappresentano il metodo più diffuso per definire i parametri fisici e meccanici di un terreno.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica dinamica DPSH1 nel 2020 è stato prelevato un campione che è stato sottoposto a prove tecniche di laboratorio finalizzate a:

- Determinazione delle caratteristiche fisiche quali: contenuto d'acqua e del peso di volume, sia saturo (γ_{sat}) che secco (γ_d); peso specifico dei granuli (γ_s); contenuto in acqua (W); peso; indice dei vuoti (e); porosità e grado di saturazione (S_r);
- Determinazione della granulometria del campione, attraverso l'analisi granulometrica.

La profondità di prelievo e le caratteristiche del campione sono riepilogate nella successiva tabella e nel dettaglio sono riassunte nelle tabella 4 e 5 ed in Figura 17 e riportate in allegato alla presente, nei certificati rilasciati dalla Isogea S.r.l..

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



Tabella 4: Riepilogo caratteristiche del campione di laboratorio C1.

Campione Indisturbato	Profondità di prelievo (m)	Principali parametri geotecnici
C1	1.0-1.5	Umidità naturale (%): 25.7
		Peso di volume (kN/m ³): 14.4
		Peso di volume secco (kN/m ³): 11.4
		Peso di volume saturo (%): 16.9
		Peso specifico (kN/m ³): 25.9
		Indice dei vuoti (%): 1.262
		Porosità (%): 55.8
		Grado di saturazione (%): 53.8

Tabella 5: Riepilogo caratteristiche del campione di laboratorio C1.

Campione Indisturbato	Profondità di prelievo (m)	Analisi Granulometrica
C1	1.0-1.5	Ghiaia: 20.3%
		Sabbia: 45.5%
		Limo: 32.8%
		Argilla: 1.4%
		Definizione: <u>Sabbia con limo ghiaiosa</u>

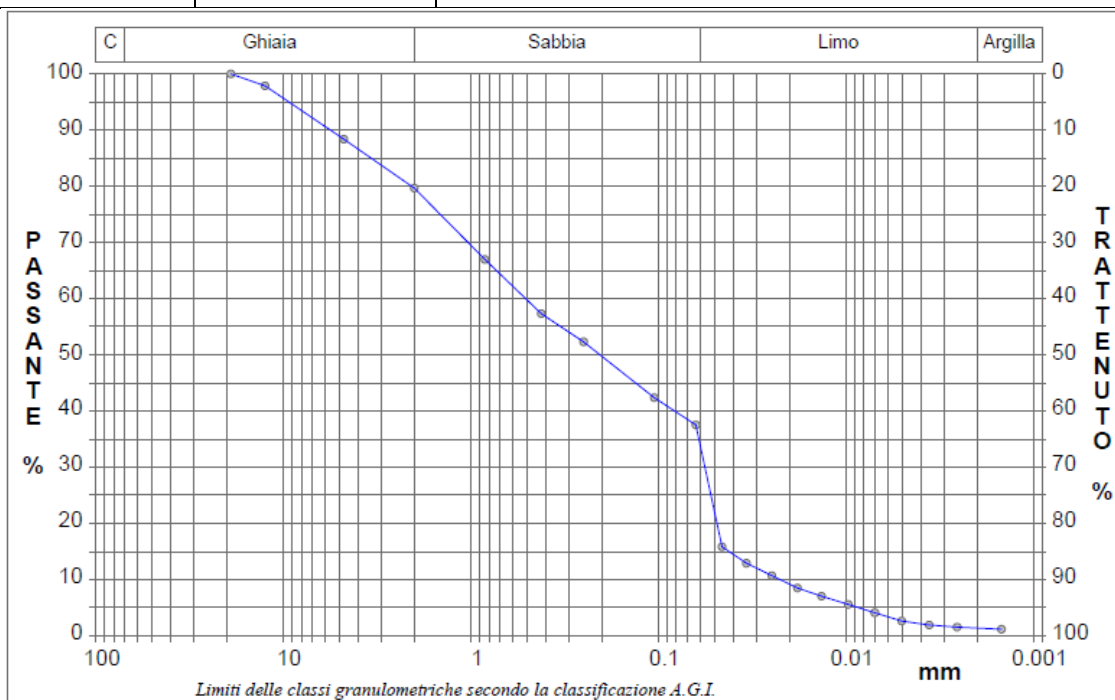


Figura 17: Curva granulometrica relativa al campione C1.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



5. MODELLO GEOLOGICO DEFINITIVO

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 18).

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 $i \leq 15^\circ$).

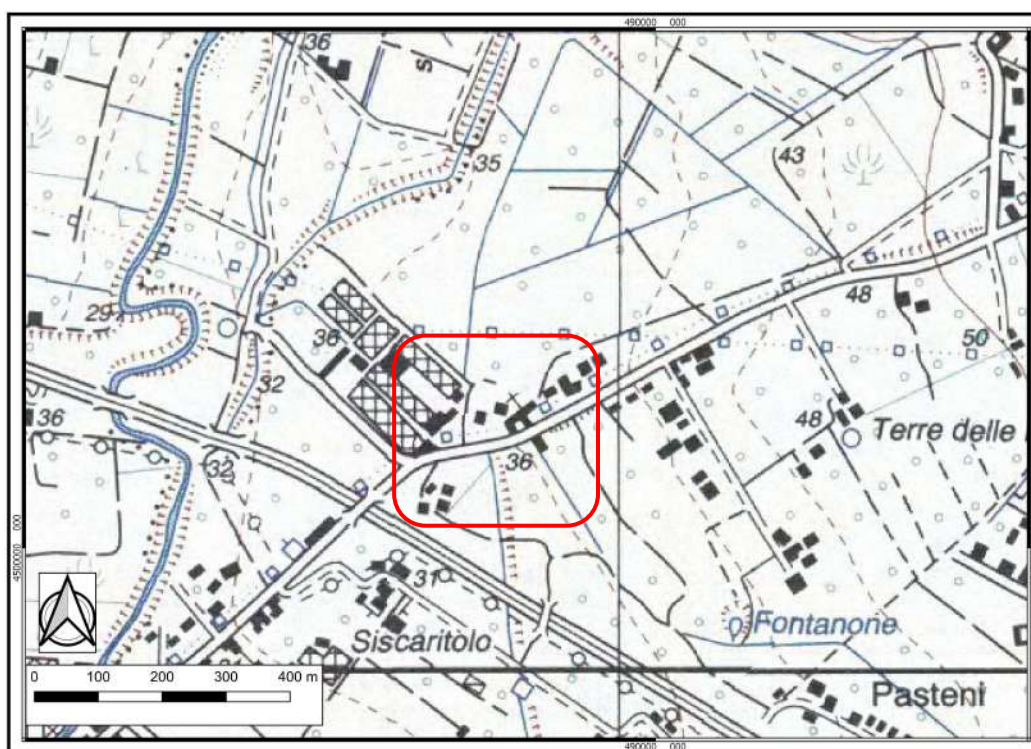


Figura 18: Stralcio della Carta Topografica d'Italia redatta dall'IGM Foglio 167 "Salerno" in scala 1:25.000. Nel riquadro rosso è evidenziata l'area di studio.

Il sito è posto ad una quota topografica assoluta sul livello del mare pari a circa 38 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 a cavallo tra il margine orientale di un paleo conoide alluvionale, allungato in direzione NS e con asse

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



principale il fiume Picentino (distante poco più di 470 m ad ovest del sito di studio), ed una placca di travertino (Figura 19).

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.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



CA, Cornoide alluvionale PLTR, Placca di travertino
SEF, Scarpata di terrazzo o di erosione fluviale

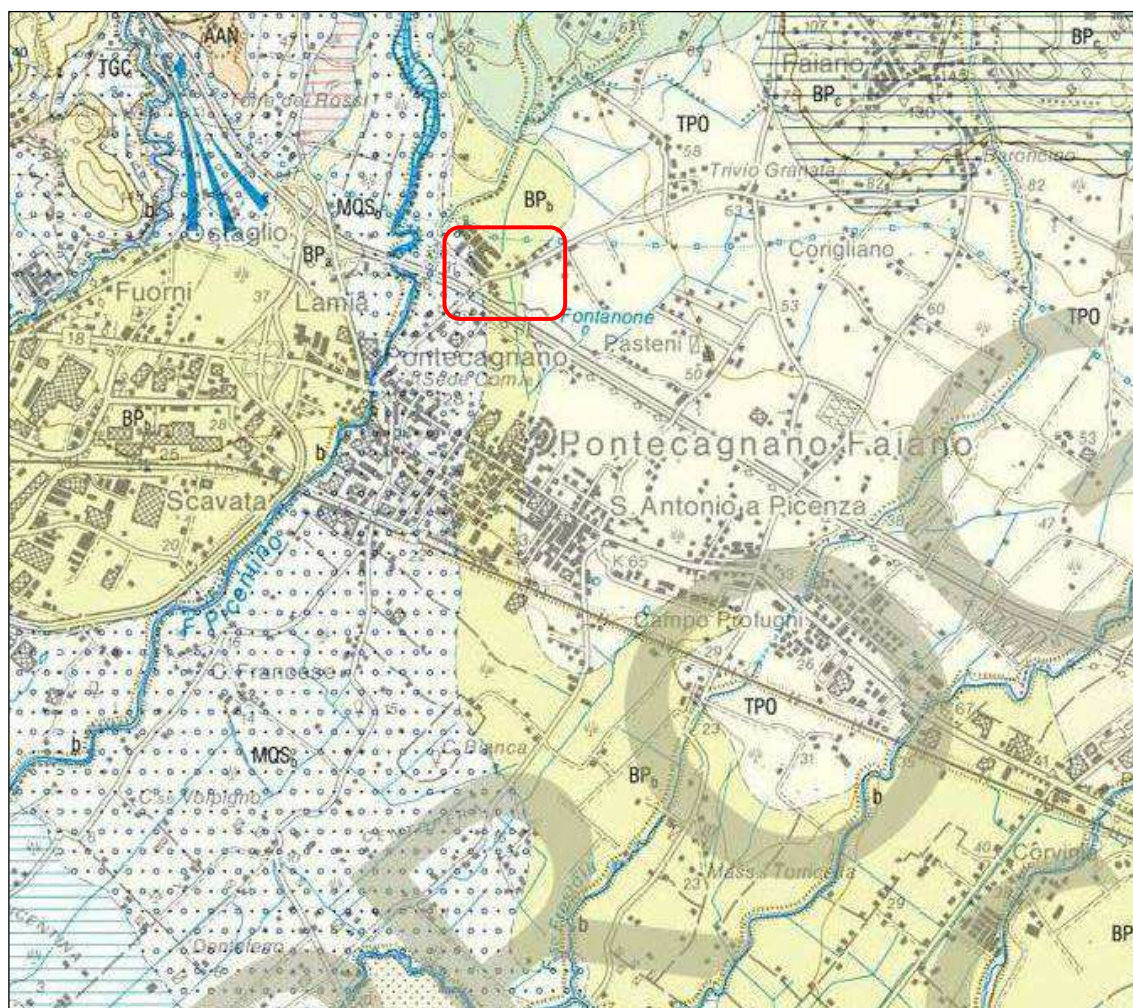
Figura 19: Stralcio della carta geomorfologica ex ADB Destra Sele in scala 1:5.000. Nel riquadro rosso rientra il sito di interesse.

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 – Pleistocene sup. afferibili al Supersistema Battipaglia-Persano (BP_b) caratterizzati da sedimenti prevalentemente sabbiosi di ambiente di piana costiera, quindi di spiaggia e dune litorali alternati a complessi pelitici e pelitico-sabbiosi di laguna



e/o stagno costiero con associati sedimenti sabbioso-pelitici fluvio-palustri con intercalazioni di lenti sabbioso-ghiaiose di genere alluvionale (Figura 20).



SUBSISTEMA BATTIPAGLIA - PERSANO

Comprende sedimenti di ambiente fluvio-alluvionale, lacustre, transizionale e marino costiero riferibili a più cicli deposizionali. Presenta spessori, desunti da sondaggi, ettometrici (>250 m). Nel sottosuolo poggia in discordanza sui conglomerati del supersistema Eboli ed è trasgredito dal sistema Gromola. Al supersistema è ascritta l'Unità litostratigrafica di Ariano Torrente Cornea (ATC). La superficie-limite superiore è caratterizzata da forme terrazzate rimodellate ed incisioni vallive. Il supersistema si compone di tre associazioni di litofacies.

BP_a Alternanze latero-verticali di ghiaie sabbiose, sabbie e peliti sabbiose con frazione grossolana poligenica ed eterometrica, deposte in ambiente di conoide alluvionale. Verso l'alto passano a sedimenti alluvionali sabbioso-limoso-argillosi con componente piroclastica e con frequenti episodi pedogenici intercalati. In sommità è spesso conservato un profondo paleosuolo bruno scuro, ben strutturato, molto decalcificato ed argillificato. Spessore non inferiore a 30 m.

TARDO PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUP. BASALE ?

BP_b Sedimenti prevalentemente fini di ambiente di piana costiera s.l. Si tratta di complessi sabbioso-ghiaiosi e sabbiosi di spiaggia e dune litorali (sono particolarmente evidenti in questa unità le tracce morfologiche di antichi cordoni litoranei disposti a quote intorno ai 25 m) alternati a complessi pelitici e pelitico-sabbiosi di laguna e/o stagno costiero con associati sedimenti sabbioso-pelitici fluvio-palustri con intercalazioni di lenti sabbioso-ghiaiose di genesi alluvionale. Spessore non inferiore a 30 m.

TARDO PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUP. BASALE ?

BP_c Depositi travertinosi (travertini di Faiano) costituiti da travertini fitoclastici e fitoermali con intercalazioni di sabbie travertinose e lenti di ciottolame poligenico, da travertini microermali, stromatolitici e fitoclastici in livelli clinostratificati e da travertini micro-fitoermali in drappaggi sub-verticali. Sono sormontate da coperture prevalentemente argillose eluvio-colluviali di origine vulcanoclastica o da spessi livelli pedogenici rossastri sabbioso-argillosi. Spessore circa 80 m.

TARDO PLEISTOCENE MEDIO

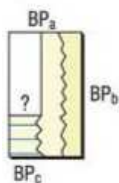


Figura 20: Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000. Nel riquadro rosso rientra il sito di interesse.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



Per una definizione della stratigrafia tipo del sito di interesse si fa riferimento alla stratigrafia desunta dal sondaggio S7, realizzato a corredo dello studio geologico per la Variante al P.R.G. comunale ed effettuato nell'ambito geologico di piana alluvionale simile a quello di interesse (Figura 21), e al pozzo idrico tratto dall'Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984) con codice 191162 (Figura 22). Gli stessi evidenziano la presenza di successioni di terreni sciolti a granulometria variabile da argillosa a ghiaiosa. Inoltre, il pozzo idrico evidenzia la presenza di un livello di travertino dalla profondità di -5.0 m a -5.5 m dal p.c..

E	COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE	Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021 Firmatario: Francesco Cuccurullo



**RELAZIONE GEOLOGICA PER IL PROGETTO ESECUTIVO DELL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL
TERRITORIO A RISCHIO IDRAULICO LUNGO LA STRADA DI VIA IRNO ALL'ALTEZZA DEL CAVALCAVIA
AUTOSTRADALE SA-RC.**

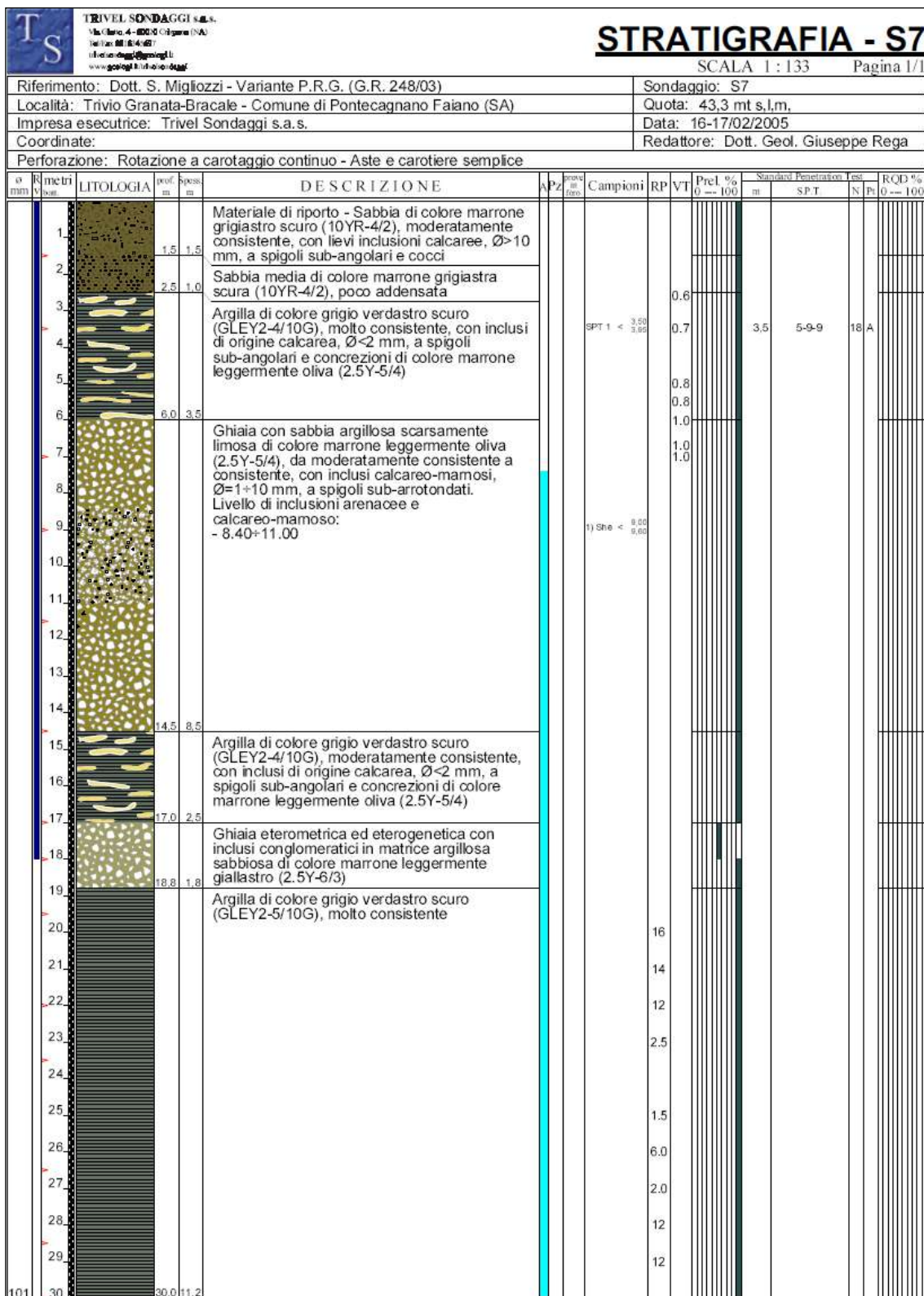


Figura 21: Successione stratigrafica di riferimento relativa al sondaggio S7 inserito nello studio geologico allegato alla Variante al P.R.G..

COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	5,00	5,00	OLOCENE	TERRENO VEGETALE PASSANTE A LIMO SABBIOSO
2	5,00	5,50	0,50	PLEISTOCENE	TRAVERTINO POROSO
3	5,50	19,00	13,50	PLEISTOCENE	LIMO ARGILLOSO PASSANTE AD ARGILLA LIMOSA DI COLORE GRIGIO VERDE, SATURI
4	19,00	20,00	1,00		GHIAIA IN MATRICE SABBIOSA
5	20,00	25,00	5,00	MIOCENE	ARGILLA E ARGILLA LIMOSA GRIGIO AZZURRA
6	25,00	26,00	1,00		GHIAIA POLIGENICA
7	26,00	47,00	21,00		GHIAIA POLIGENICA ED ETEROMETRICA AD ELEMENTI CARBONATICI ED ARROTONDATI, IN MATRICE LIMO SABBIOSA A TRATTI CEMENTATA CON INTERCALAZIONI DI SABIA E SABBIA GROSSOLANA
8	47,00	50,00	3,00		ARGILLA GRIGIO VERDE

Figura 22: Stratigrafia del pozzo idrico tratto dall'archivio Ispra con codice 191162.

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 relativi a pozzi idrici ubicati nello stesso settore con una soggiacenza a circa 14m di profondità dal p.c..

Caratterizzazione geotecnica e sismica del sito

Per caratterizzare geotecnicamente il sito di imposta è stata utilizzata la prova penetrometrica dinamica e le analisi di laboratorio. I dati acquisiti sono stati confrontati con valori bibliografici di riferimento.

La successione così ottenuta è stata riepilogata nella successiva tabella 6.

I dati ottenuti dalla suddetta prova penetrometrica, confrontati con quelli ricavati da lavori fatti in precedenza, mettono in evidenza l'esistenza di un'eterogeneità geomeccanica dei terreni interessati, che rispecchia un'eteropia di facies sia orizzontale che verticale del sottosuolo.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



È importante evidenziare la presenza di un livello con caratteristiche geomeccaniche mediocri (C₂) alle profondità rispettivamente comprese tra 1.8-6.8 m dal p.c..

Tabella 6: Successione geotecnica di sito. N_{spt} = Numero di colpi medio dello strato; Dr = densità relativa (correlazione di Gibbs ed Holtz – 1957); Φ = Angolo di attrito (correlazione di Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof - 1956); E_y = modulo di Young (correlazione di Schmertmann - 1978); E_d = modulo edometrico (correlazione di Farrent - 1963); Y = peso di volume secco del terreno (correlazione di Meyerhof et alii); Y_{SAT} = peso di volume saturo del terreno (correlazione di Terzaghi-Peck); c = coesione; c_u = coesione non drenata (Terzaghi-Peck).

Complesso	-	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Profondità (m)	0.0–0.8	0.8-1.8	1.8-6.8	6.8-8.0	8.0-9.6
Descrizione litologica	Pre scavo	Riporto	Limo argilloso	Sabbia e ghiaia	Ghiaia grossolana
N_{spt}	-	17	7	22	57
Dr (%)	-	99	-	74	100
Φ (°)	-	32	-	33	30
E_y (Kg/cm²)	-	142	73	172	459
E_d (Kg/cm²)	-	126	33	153	407
Class. A.G.I.	-	MOD. ADDENSATO	MOD. CONSISTENTE	MOD. ADDENSATO	MOD. ADDENSATO
Y (t/m³)	-	1.6	1.9	1.7	1.8
Y_{SAT} (t/m³)	-	1.8	1.9	1.9	2.0
c (kg/cm²)	-	0.0	0.0	0.0	0.0
C_u (kg/cm²)	-	0.0	0.46	0.0	0.0

Inoltre, come già accennato in precedenza, il livello di falda è individuato ad una profondità di -14 m dal p.c., come da dati bibliografici, e lo stesso può subire oscillazioni di quota condizionati dalla frequenza e dalla quantità di precipitazioni.

Indicazione di calcolo per il coefficiente di sottofondazione kw o di Winkler:

Per la definizione del modulo di Winkler, si propone la relazione di Vesic (1961) che correla kw con il modulo di elasticità del terreno e della fondazione:



$$kw \text{ (kg/cm}^3\text{)} = (1/B) \times 0,65 \times [(Et \times B^4)/(Ef \times If)]^{(1/12)} \times Et/(1 - p^2);$$

con:

$Et \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ = modulo di deformazione dello strato di fondazione (modulo di Young nella tabella precedente);

$Ef \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ = modulo elastico della fondazione;

$If \text{ (cm}^2\text{)}$ = momento d'inerzia della fondazione;

$B \text{ (cm)}$ = lato corto della fondazione;

p = rapporto di Poisson.

Poichè il prodotto $0,65 \times [(Et \times B^4)/(Ef \times If)]^{(1/12)}$ ha generalmente un valore prossimo all'unità, la relazione può essere semplificata come segue:

$$kw \text{ (kg/cm}^3\text{)} = (1/B) \times Et/(1 - p^2)$$

dalla quale si potrà ricavare il valore di kw in funzione della larghezza B della trave e della profondità d'imposta del sistema fondale, sostituendo i valori nella precedente formulazione.

Indicazione di calcolo per il Modulo di reazione orizzontale K_h

Per la definizione di tale parametro si propone la seguente relazione:

$$K_h \text{ (kg/cm}^3\text{)} = nh \times Z / d;$$

valida per terreni incoerenti normalconsolidati con $nh \text{ (kg/cm}^3\text{)} =$ costante dipendente dalla litologia;

$Z \text{ (cm)}$ = profondità;

$d \text{ (cm)}$ = diametro o larghezza del palo.

In questo caso si ammette una variazione con la profondità di K_h e si adotta una relazione di tipo lineare.

Per nh si propongono i seguenti valori, espressi in kg/cm^3 (Tabella 7):

Tabella 7: Variazione di nh in funzione della densità relativa.

Sabbia sciolta ($Dr\% < 30\%$)	secca-umida $nh=0.224$	satura $nh=0.128$;
Sabbia media ($Dr > 30$ $e \leq 70\%$)	secca- umida $nh=0.672$	satura $nh=0.448$;
Sabbia grossa ($Dr\% > 70$)	secca-umida $nh=1.792$	satura $nh=1.088$;

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



I risultati forniti dall'indagine sismica MASW utilizzata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto in categoria di sottosuolo **B**, definita come:

*Categoria di sottosuolo di fondazione **B** = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

I valori di V_{Seq} calcolati sono elencati nella tabella 8:

Tabella 8: Valori di V_{Seq} calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW utilizzata.

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)	$V_{S\ 1-31}$ (m/s)
MASW n. 1	[394 ÷ 395]	[411 ÷ 412]

Di seguito si riportano i valori di V_S e V_P per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW utilizzata (Tabella 9).

Tabella 9: Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S e V_P per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Sismostrato	Profondità (m)	V_S (m/s) acquisizione n.1	V_S (m/s) acquisizione n.2	V_P (m/s) acquisizione n.1	V_P (m/s) acquisizione n.2
S1	0.0 – 1.4	205	205	549	549
S2	1.4 – 5.2	243	242	679	680
S3	5.2 – 7.8	307	309	860	860
S4	7.8 – 15.3	424	426	1105	1104
S5	15.3 – 35.1	538	540	1360	1360

Le onde di volume P ed S , che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali), hanno ben definite equazioni di moto. Note le velocità V_P e V_S per i sismostrati rielaborati a partire dai dati della prospezione sismica MASW n.1 (Tabella 9) e attribuiti i valori di densità desunti da dati ricavati da bibliografia, da sondaggi geognostici effettuati in prossimità dell'area di interesse e da rilevamento geologico effettuato in situ, sono state ricavate, per i sismostrati individuati, alcune proprietà meccaniche, quali il modulo di Young o modulo elastico E , il modulo di taglio G o modulo di rigidità μ , il coefficiente di



Poisson ν e il modulo di incompressibilità o bulk k (Tabella 10). Le relative equazioni sono le seguenti:

$$\nu = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \left\{ 1 - \left[\frac{V_s^2}{(V_p^2 - V_s^2)} \right] \right\}$$

poiché nei fluidi $V_s=0$, ν risulta uguale a 0.5. Nei solidi, il valore ν varia generalmente da 0.1 a 0.4. Pertanto, valori più elevati di ν possono essere indicativi della presenza di frazioni di liquido nel mezzo attraversato.

$$E = \frac{\rho V_p^2 (1 - 2\nu)(1 + \nu)}{1 - \nu}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

$$k = \frac{E}{3(1 - 2\nu)}$$

Tabella 10: Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s , V_p e dei moduli dinamici per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Sismostrato	Profondità	V_p	V_s	Densità	Coefficiente di Poisson	Modulo di taglio	Modulo di Young	Modulo di incompressibilità
		(m/s)	(m/s)	ρ (kg/m ³)	ν (-)	G (kPa)	E (kPa)	k (kPa)
S1	0.0 – 1.4	549	205	1600	0.42	67240	190826	392588
S2	1.4 – 5.2	680	243	1600	0.43	94478	269604	613869
S3	5.2 – 7.8	860	308	1650	0.43	156526	446546	1011639
S4	7.8 – 15.3	1105	425	1800	0.41	325125	918930	1764345
S5	15.3 – 35.1	1360	539	1900	0.41	551990	1553111	2778253

In funzione della categoria di suolo **B** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici.

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito i seguenti valori dei parametri spettrali (Tabella 11), relativamente ai quattro Stati Limite pari a:

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COP. CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



Tabella 11: Valori dei parametri spettrali relativamente ai quattro Stati Limite – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1,5$.

-	<i>SLO</i>	<i>SLD</i>	<i>SLV</i>	<i>SLC</i>
a_g	0.038	0.047	0.106	0.132
$Se [g]$	0.109	0.136	0.328	0.418
F_0	2.414	2.403	2.599	2.681
$T_C (s)$	0.281	0.326	0.448	0.471
S_S	1.200	1.200	1.200	1.200
C_C	1.420	1.380	1.290	1.280
S_T	1.000	1.000	1.000	1.000
S	1.200	1.200	1.200	1.200
$T_B (s)$	0.133	0.150	0.193	0.201
$T_C (s)$	0.399	0.450	0.579	0.602
$T_D (s)$	1.751	1.789	2.025	2.126

LIQUEFAZIONE

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine l'insieme di quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (NTC 2018 7.11.3.4.1).

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere con interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;



2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 23 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Figura 24 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

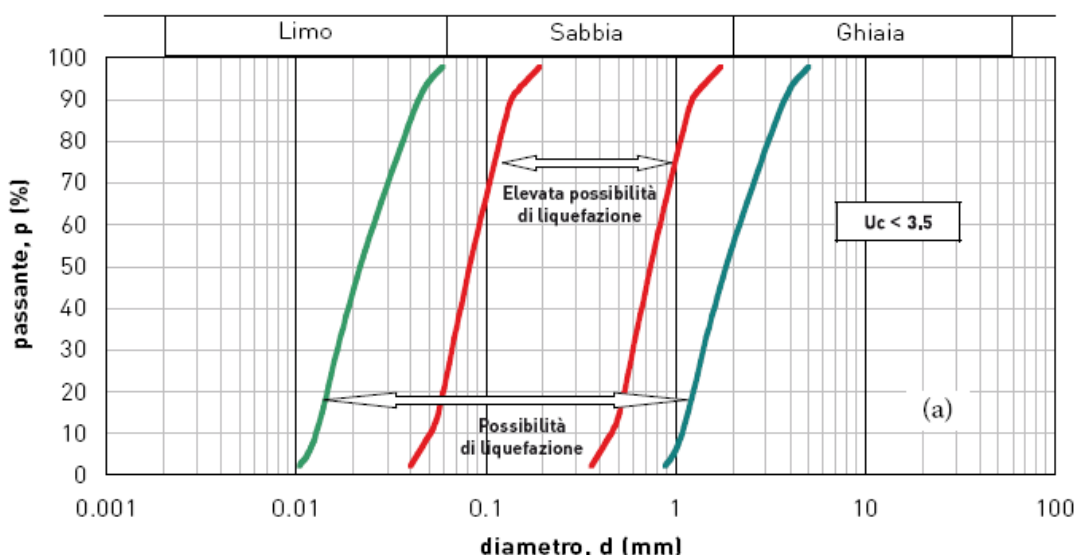


Figura 23: Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U < 3,5$.



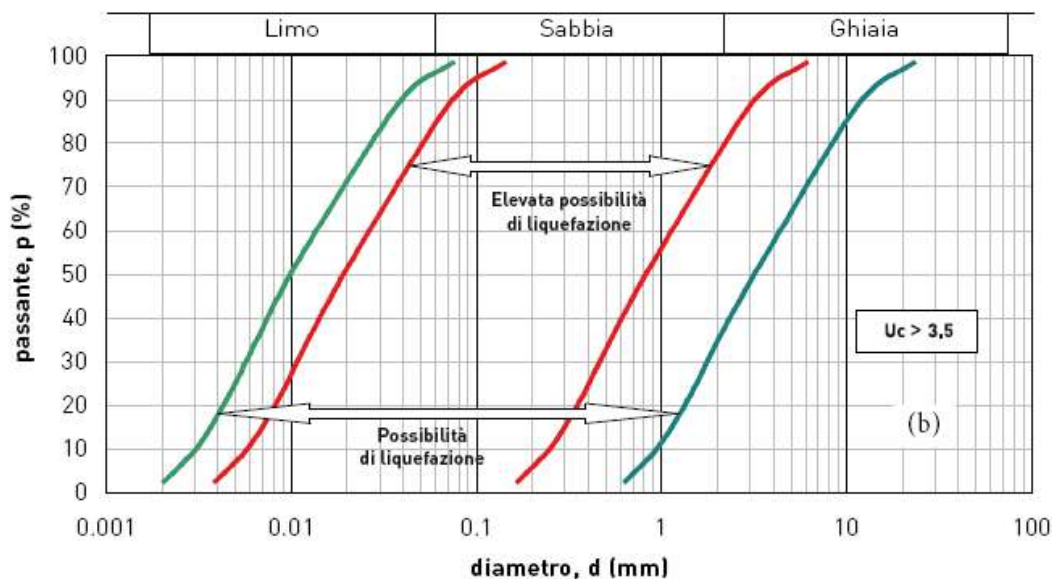


Figura 24: Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U > 3,5$.

Considerata la presenza di un livello acquifero a partire dalla profondità di - 14 m dal p.c. e delle caratteristiche dei terreni presenti in sito è dunque possibile escludere a priori la possibilità che si verifichi il fenomeno della liquefazione.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



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 finalizzata al progetto esecutivo dell'intervento di messa in sicurezza del territorio a rischio idraulico lungo la strada di via Irno, all'altezza del cavalcavia autostradale SA-RC, nello stesso Comune di Pontecagnano Faiano (SA) (coordinate geografiche WGS84 del sito 40.652123° N - 14.878534° E).

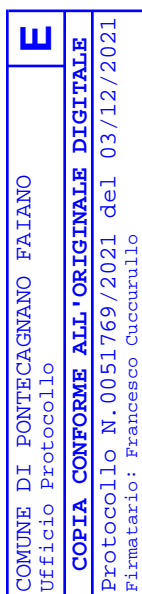
In allegato alla presente sono riportati i seguenti elaborati:

- | | |
|---|-----------------|
| ✓ Tav. 01 - Corografia | scala 1:25.000; |
| ✓ Tav. 02 - Carta Geolitologica | scala 1:5000; |
| ✓ Tav. 03 - Carta Geomorfologica | scala 1:5000; |
| ✓ Tav. 04 - Carta Idrogeologica | scala 1:5000; |
| ✓ Tav. 05 - Planimetria con ubicazione delle indagini | scala 1:1000; |
| ✓ Report delle prove in situ; | |
| ✓ Report delle prove di laboratorio; | |
| ✓ Relazione sulla modellazione sismica di sito. | |

Per la definizione dell'assetto geologico stratigrafico e sismico del sito, oltre a un accurato rilevamento geologico e geomorfologico dell'area ed un'attenta analisi bibliografica comprensiva di revisione dei dati relativi a una serie di indagini condotte in aree limitrofe, sono stati utilizzati i dati relativi alla campagna d'indagini geognostiche e sismiche svolte nel 2020 dal sottoscritto in un'area prossima a quella di studio con la realizzazione di:

- n.1 prova penetrometrica dinamica del tipo DPSH,
- analisi di laboratorio su un campione prelevato in situ;
- n. 1 prospezione sismica MASW.

Morfologicamente, il sito si ubica in una zona con pendenze molto blande e dista circa 470 m a est rispetto al corso d'acqua principale dell'area, ovvero il fiume Picentino mentre, nelle immediate vicinanze del sito, defluiscono le acque di canali minori che alimentano il fiume stesso. L'area, inoltre, risulta stabile nei confronti dei dissesti di versante, dei fenomeni di liquefazione ed



addensamento e di sink-hole né si individuano nelle vicinanze cavità naturali ed antropiche.

Per ciò che concerne la successione stratigrafica, essa è costituita da una serie di prodotti marini e fluvio-palustri, da sciolti a mediamente addensati, a granulometria variabile da argillosa a ghiaiosa.

La falda acquifera si individua a partire da dati bibliografici con soggiacenza pari a circa -14.0 m dal p.c..

Per quanto riguarda l'opera a farsi, si evidenzia come le caratteristiche geotecniche dei terreni in esame risultano variabili da mediocri a discrete (vedi tabella 6).

In considerazione del livello di falda e delle caratteristiche dei terreni presenti in sito è stata omessa la verifica a liquefazione (cfr. paragrafo "Liquefazione").

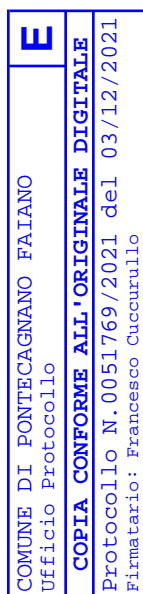
I risultati forniti dall'indagine sismica MASW utilizzata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto in categoria **B** (D.M. 17 gennaio 2018).

In definitiva, si può asserire che l'intervento a farsi risulti fattibile in funzione delle condizioni geologiche, geomorfologiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche di sito.

Per quanto attiene i calcoli geotecnici inerenti il complesso "terreno - struttura fondale" e per ciò che concerne le varie verifiche di stabilità, si rimanda al progettista strutturale, restando comunque a disposizione per chiarimenti su quanto esposto.

Da un punto di vista più applicativo, per la realizzazione degli scavi per la realizzazione del sistema fondale, le caratteristiche geotecniche dei terreni sono tali da richiedere i seguenti accorgimenti:

- per scavi provvisori fino a 1.0m di profondità è possibile mantenere pareti verticali, sempre che non siano prossimi a cigli di scarpate o a manufatti esistenti;
- per scavi di altezza $1.0m < h < 3.0m$ non prossimi a manufatti esistenti e ove non sia prevista la permanenza di operai, risultano sufficienti le ordinarie opere provvisorie con sbatacchiature (tavole marciavanti puntellate in testa);

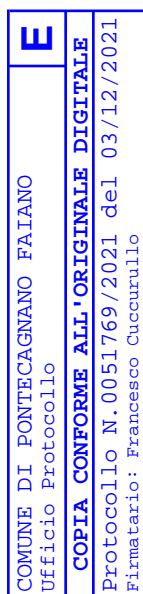


- c. per scavi prossimi a cigli di scarpate che interessano terreni incoerenti, con angolo d'attrito inferiore all'angolo di scarpa, per scavi profondi $3.0m < h < 5.0m$, e comunque non adiacenti a manufatti esistenti, le pareti dovranno essere sostenute da palancole;
- d. per scavi di altezza superiore a 5.0m e per scavi di qualsiasi altezza prossimi a manufatti esistenti o cigli di scarpate, andranno sempre previste paratie di pali, la cui geometria e dimensionamento saranno stabiliti in base alle caratteristiche geotecniche dei terreni fornite, utilizzando come parametri sempre quelli più cautelativi.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

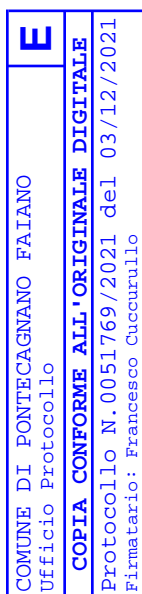
Pagani, novembre 2021

Il tecnico
Dott. Geologo Francesco Cuccurullo



Allegati

- ✓ **Tav. 01 - Corografia** **scala 1:25.000;**
- ✓ **Tav. 02 - Carta Geolitologica** **scala 1:5000;**
- ✓ **Tav. 03 - Carta Geomorfologica** **scala 1:5000;**
- ✓ **Tav. 04 – Carta Idrogeologica** **scala 1:5000;**
- ✓ **Tav. 05 – Planimetria con ubicazione delle indagini** **scala 1:1000;**
- ✓ **Report delle prove in situ;**
- ✓ **Report delle prove di laboratorio;**
- ✓ **Relazione sulla modellazione sismica di sito.**



dott. geol. Francesco Cuccurullo
Traversa San Rocco 52 - 84016 Pagani (Sa) - tel/fax:
0810604581 cell. 3386883667 e-mail: cuccurullo@libero.it
PEC: francescoccuccurullo@epap.sicurezza.postale.it



TAV.01

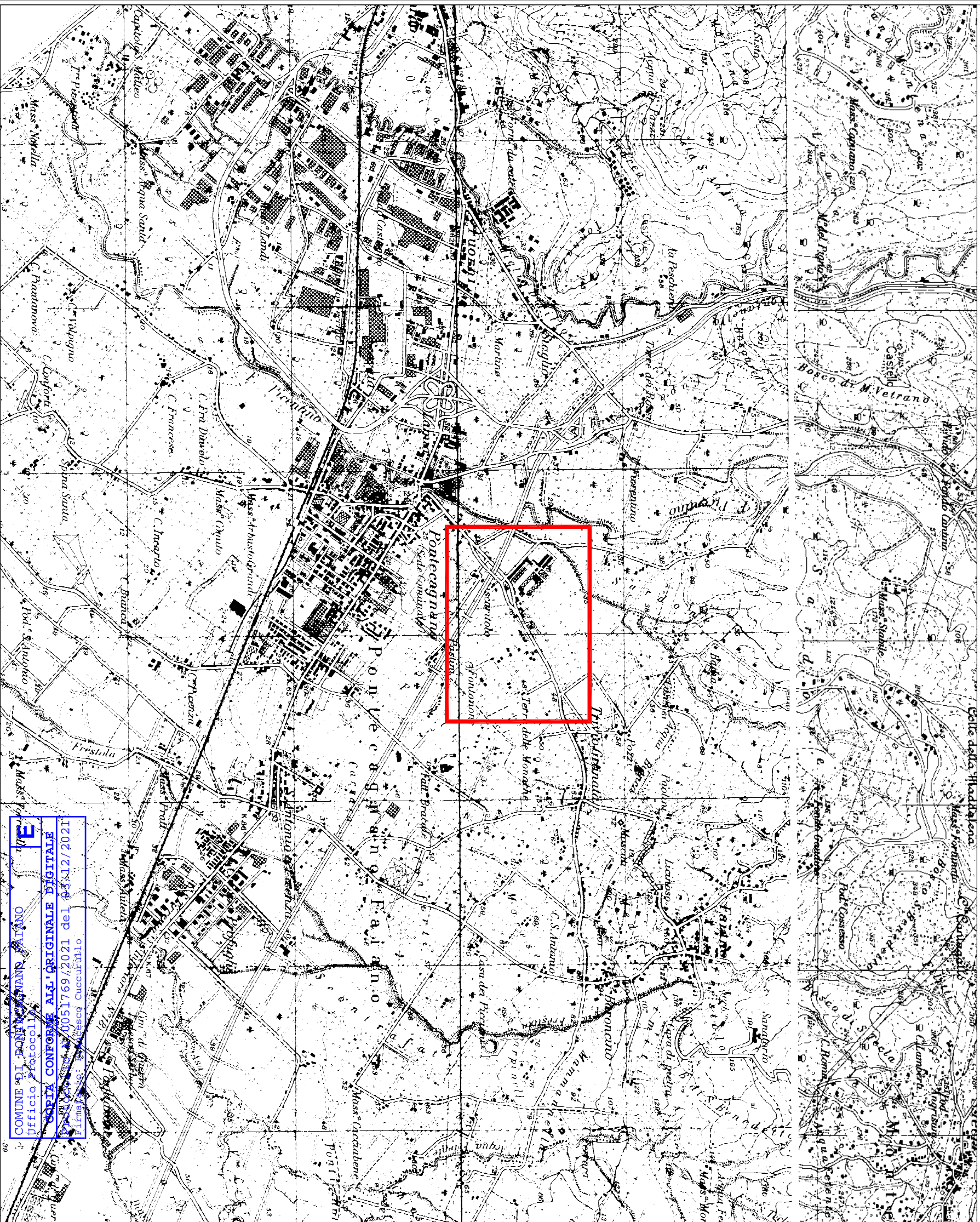
Amministrazione
Comunale di
Pontecagnano Faiano

Dott. Geol. Francesco Cuccurullo

Scala 1:25.000

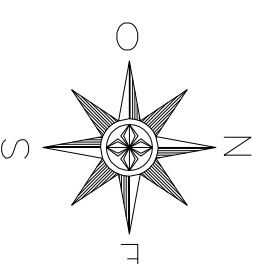
Scala 1:25.000

Relazione geologica per il progetto esecutivo dell'intervento di messa in sicurezza del territorio a rischio idraulico lungo la strada di via Imo all'altezza del cavalcavia autostradale SA-RC.



Ufficio Protocollo
COMUNE DI DOMINICOMANNI MILANO
CARTA CONFERITA ALL'ORIGINALE DIGITALE
PRIMA DEL 0051769/2021 del 03/12/2021
Firma n. 13: Francesco Cuccurullo

Area di studio



Titolo

dott. geol. Francesco Cuccurullo
Traversa San Rocco 52 - 84016 Pagani (Sa) - tel/fax.
081/0604581 cell. 3386883867 e-mail: cuccur@libero.it
PEC: francescocuccurullo@epap.sicurezza.postale.it



Committente

Amministrazione Comunale di

Pontecagnano Faiano

Disegnato:

Controllato:

Approvato:

II Tecnico:

Data: Novembre 2021

Aggiornamento: Rev. 0

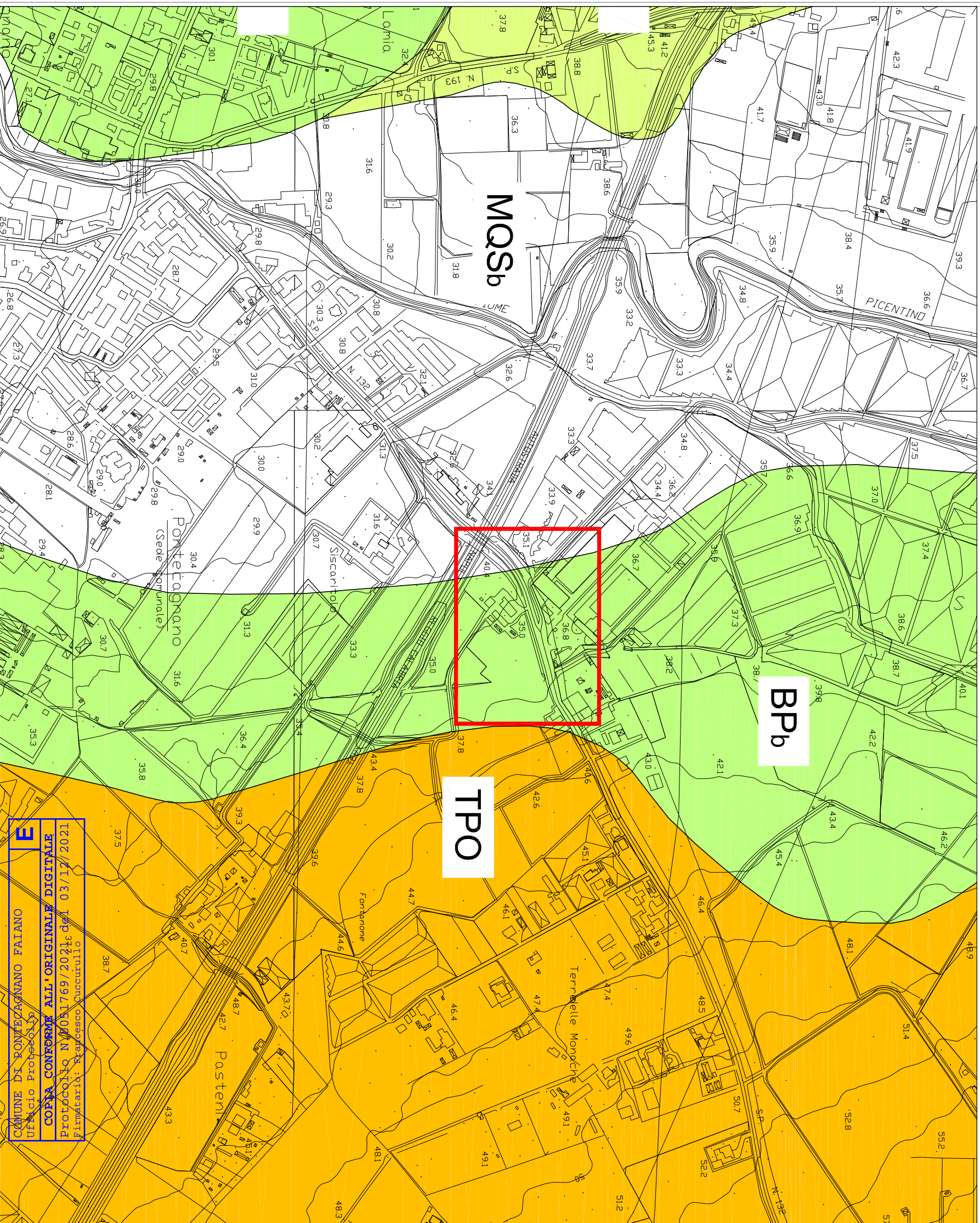
Dott. Geol. Francesco Cuccurullo

Scala 1:5.000

Comune di Pontecagnano Faiano
Provincia di Salerno

Oggetto	
---------	--

Relazione geologica per il progetto esecutivo dell'intervento di messa in sicurezza del territorio a rischio idraulico lungo la strada di via Irmo all'altezza del cavalcavia autostradale SA-RC.



LEGENDA

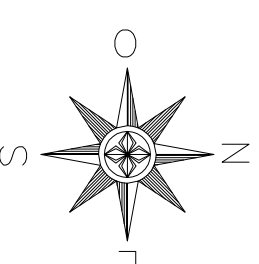
Area di studio

MSQb - Sintema Masseria Acqua Santa
Ghiaie e sabbie poligeniche fluviali, con subordinati episodi pelitici.

TPO - Travertini di Pontecagnano
Depositi fluvio-lacustri travertinosi e,
a luoghi, travertini compatti.

BPa - Subsint. Battipaglia-Persano
 Alternanze di ghiaie sabbiose,
 sabbie e peliti sabbiose di ambiente
 di conoide alluvionale.

Bpb - Subsint. Battipaglia-Persano
Sedimenti preval. fini di ambiente di
piana costiera sabbioso-ghiaiosi e
sabbiosi di spiaggia e dune litorali.



dott. geol. Francesco Cuccurullo
Traversa San Rocco 52 - 84016 Pagani (Sa) - tel/fax:
0810604581 cell. 3388833867 e-mail: cuccur@libero.it
PEC: francescocuccurullo@pap.sicurezza postale.it

Titolo

Comittente

Amministrazione Comunale di Pontecagnano Faiano

Disegnato:

Il Tecnico:

Approvato:

Dott. Geol. Francesco Cuccurullo

Data: Novembre 2021

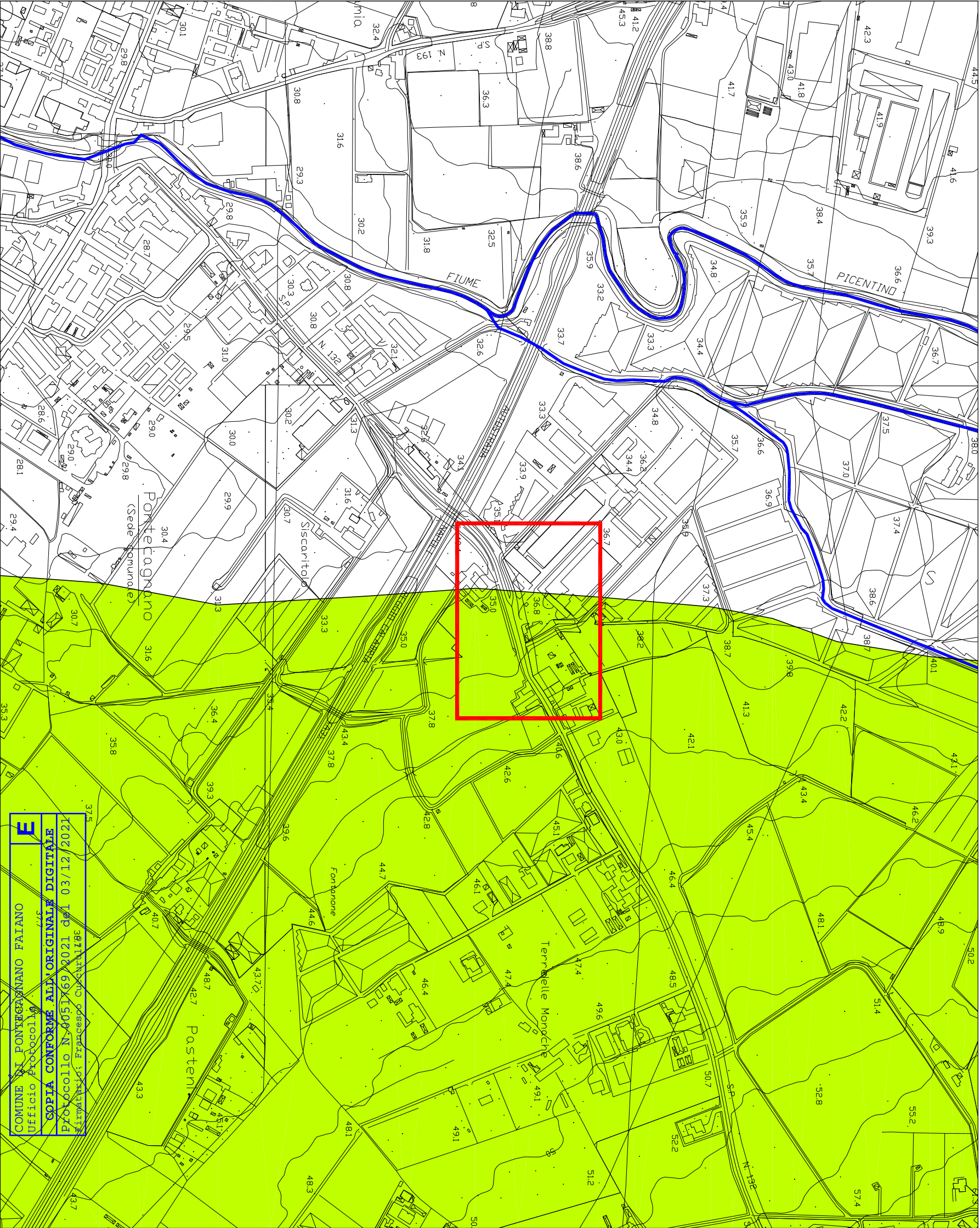
Aggiornamento: Rev. 0

Scala 1:5.000

Comune di Pontecagnano Faiano
Provincia di Salerno

Oggetto

Relazione geologica per il progetto esecutivo dell'intervento di messa in sicurezza del territorio a rischio idraulico lungo la strada di via Irno all'altezza del cavalcavia autostradale SA-RC.



LEGENDA

Area di studio

Conoide alluvionale antica

Area di piana alluvionale caratterizzata dalla presenza di una placca di travertino

Principali linee di impluvio (Picentino e suoi affluenti)

dott. geol. Francesco Cuccurullo

Traversa San Rocco 52 - 84016 Pagani (Sa) - tel/fax.
0810604581 cell. 3386883867 e-mail: cuccur@libero.it
PEC: francescocuccurullo@epap.sicurezza.postale.it



Titolo	Comm
--------	------

Committente
Amministrazione
Comunale di
Pontecagnano Faiano

Disegnato:

Controllato:

Approvato:

Il Tecnico:

Dott. Geol. Francesco Cuccurullo

Data: Novembre 2021

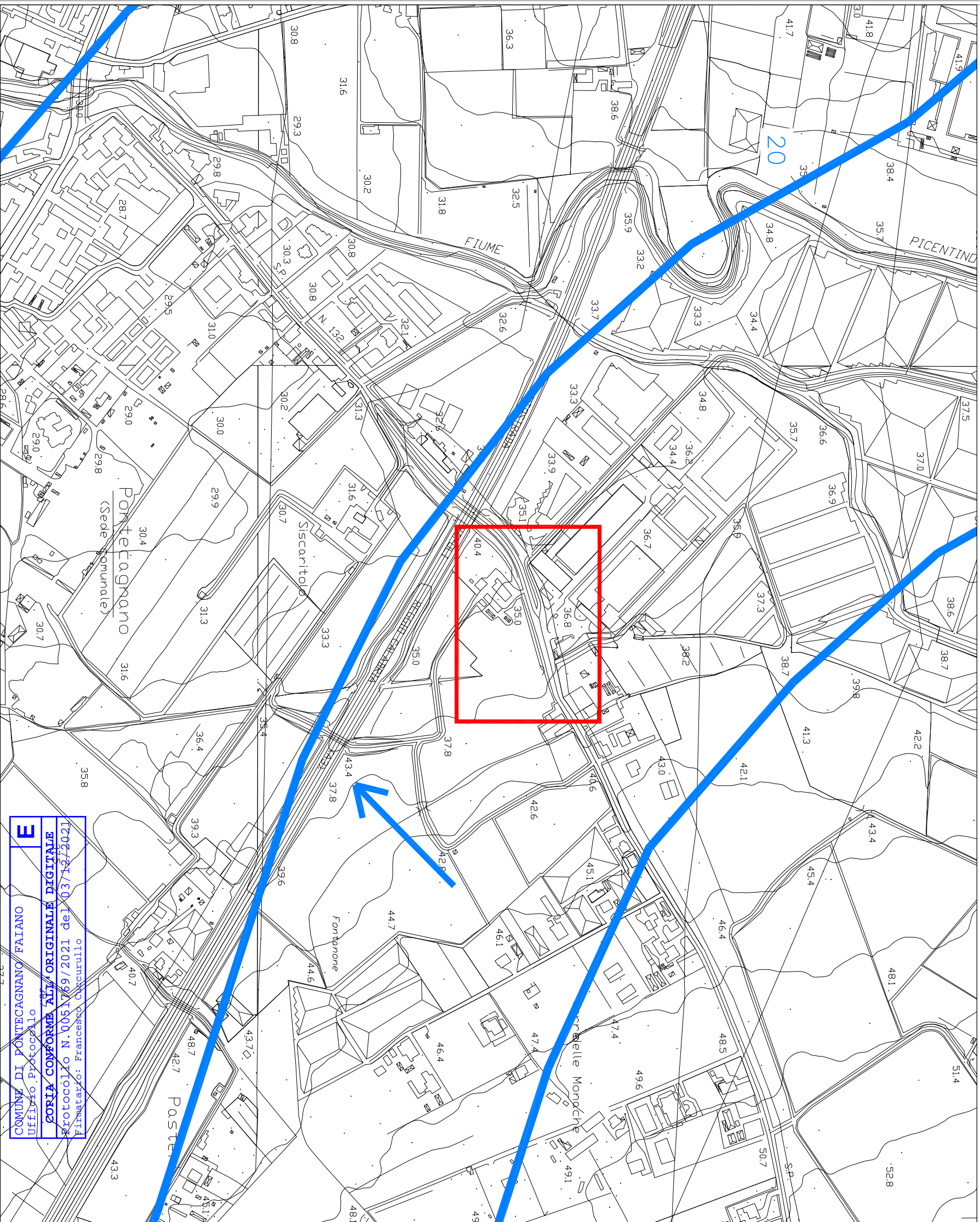
Aggiornamento: Rev. 0

Scala 1:5.000

Comune di Pontecagnano Faiano
Provincia di Salerno

Oggetto

**Relazione geologica per il progetto esecutivo
dell'intervento di messa in sicurezza del territorio a
rischio idraulico lungo la strada di via Imo all'altezza
del cavalcavia autostradale SA-RC.**



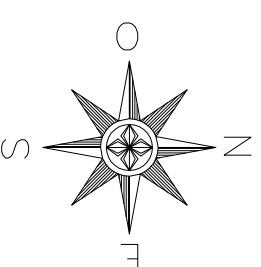
LEGENDA

Area di studio

Complesso idrogeologico
alluvionale a permeabilità
variabile per porosità

Isofreatiche con quota assoluta della falda in metri s.l.m.

Verso di deflusso principale della falda acquifera



dott. geol. Francesco Cuccurullo
Traversa San Rocco 52 - 84016 Pagani (Sa) - tel/fax:
0810604581 cell. 3386833867 e-mail: cuccur@libero.it
PEC: francescoccuccurullo@epap.sicurezza postale.it



Carta con ubicazione delle indagini

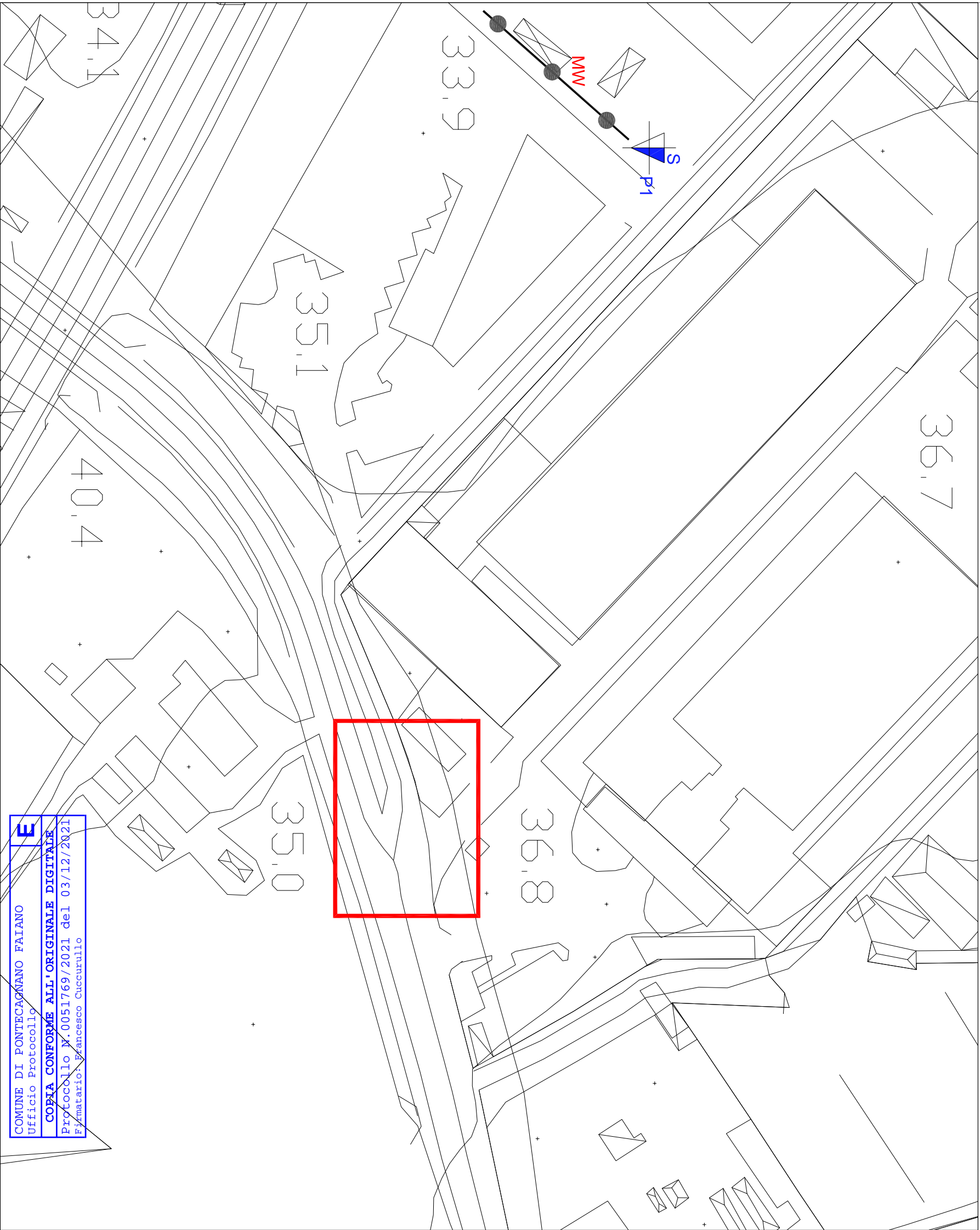
Amministratore
Comunale di
Pontecagnano Faiano

Disegnato:
Controllato:
Approvato:

Il Tecnico:
Dott. Geol. Francesco Cuccurullo

Data: Novembre 2021
Aggiornamento: Rev. 0
Scala 1:1000

Comune di Pontecagnano Faiano
Provincia di Salerno
Oggetto
Relazione geologica per il progetto esecutivo
dell'intervento di messa in sicurezza del territorio a
rischio idraulico lungo la strada di via Irmo all'altezza
del cavalcavia autostradale SA-RC.



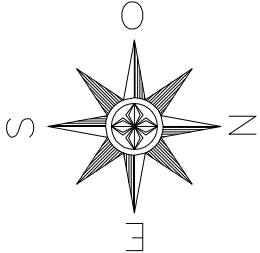
LEGENDA

Area di studio

Prova penetrometrica
dinamica super pesante
(DPSH) e prelievo di
campione - anno 2020.

Prospezione sismica con
metodologia MASW - anno
2020.

Traccia di sezione
geologico-tecnica A-A'.



COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.00051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE

089/1846

CERTIFICATO N.

5415

PAGINA

1/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P1

Committente: Dott. Geol. Francesco CUCCURULLO

Lavoro: Realizzazione piattaforma per stoccaggio cisterne

Località: PONTECAGNANO FAIANO (SA) – Via Irno

Data di esecuzione: 04.05.2020 - Data di emissione: 05.05.2020

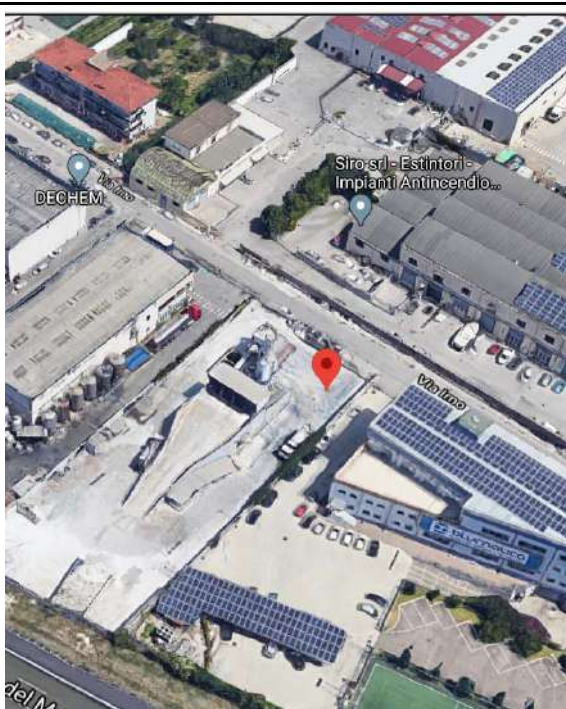
METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 9.60 metri
Pa da:	ASSENTE
PRELIEVO	P1
Campione:	C1
Campionatore:	SHELBY
Profondità prelievo:	1.00-1.50m. dal p.c.
Postazione (Fig. 1):	PONTECAGNANO FAIANO (SA) Via Irno
Coordinate ubicazione (Fig.2):	Coordinate: Lat.40.652555°N – Long.14.875771°E

Fig.1



Fig.2



GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE

089/1846

CERTIFICATO N.

5415

PAGINA

2/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: Dott. Geol. Francesco CUCCURULLO

Lavoro: Realizzazione piattaforma per stoccaggio cisterne

Località: PONTECAGNANO FAIANO (SA) – Via Irno

Data di esecuzione: 04.05.2020 - Data di emissione: 05.05.2020

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA GEO DEEP DRILL

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMETRO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm ²	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60°
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\delta t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente $N_{spt} = \delta t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]

M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo δ/ N

P = peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa

COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protezione
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE
Protocollo N° 0051169/2021 del 03/05/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE

089/1846

CERTIFICATO N.

5415

PAGINA

3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N. P2

Committente: Dott. Geol. Francesco CUCCURULLO

Lavoro: Realizzazione piattaforma per stoccaggio cisterne

Località: PONTECAGNANO FAIANO (SA) – Via Irno

Data di esecuzione: 04.05.2020 - Data di emissione: 05.05.2020

COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/02/2021
Firma: [Firma illeggibile]

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	---	---	1	4,80 - 5,00	3	16,0	6
0,20 - 0,40	---	---	1	5,00 - 5,20	3	16,0	6
0,40 - 0,60	---	---	1	5,20 - 5,40	4	21,4	6
0,60 - 0,80	---	---	1	5,40 - 5,60	5	26,7	6
0,80 - 1,00	16	110,5	2	5,60 - 5,80	7	37,4	6
1,00 - 1,20	10	69,0	2	5,80 - 6,00	8	40,5	7
1,20 - 1,40	13	89,8	2	6,00 - 6,20	8	40,5	7
1,40 - 1,60	10	69,0	2	6,20 - 6,40	7	35,4	7
1,60 - 1,80	10	69,0	2	6,40 - 6,60	6	30,3	7
1,80 - 2,00	1	6,4	3	6,60 - 6,80	14	70,8	7
2,00 - 2,20	7	45,0	3	6,80 - 7,00	16	76,8	8
2,20 - 2,40	5	32,2	3	7,00 - 7,20	14	67,2	8
2,40 - 2,60	5	32,2	3	7,20 - 7,40	15	72,0	8
2,60 - 2,80	4	25,7	3	7,40 - 7,60	9	43,2	8
2,80 - 3,00	5	30,1	4	7,60 - 7,80	13	62,4	8
3,00 - 3,20	5	30,1	4	7,80 - 8,00	19	86,8	9
3,20 - 3,40	3	18,1	4	8,00 - 8,20	25	114,2	9
3,40 - 3,60	3	18,1	4	8,20 - 8,40	29	132,5	9
3,60 - 3,80	5	30,1	4	8,40 - 8,60	31	141,6	9
3,80 - 4,00	2	11,3	5	8,60 - 8,80	33	150,8	9
4,00 - 4,20	2	11,3	5	8,80 - 9,00	37	161,2	10
4,20 - 4,40	2	11,3	5	9,00 - 9,20	43	187,4	10
4,40 - 4,60	3	17,0	5	9,20 - 9,40	47	204,8	10
4,60 - 4,80	4	22,7	5	9,40 - 9,60	60	261,5	10

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.

Il Direttore Responsabile

Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	089/1846
CERTIFICATO N.	5415
PAGINA	4/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: Dott. Geol. Francesco CUCCURULLO

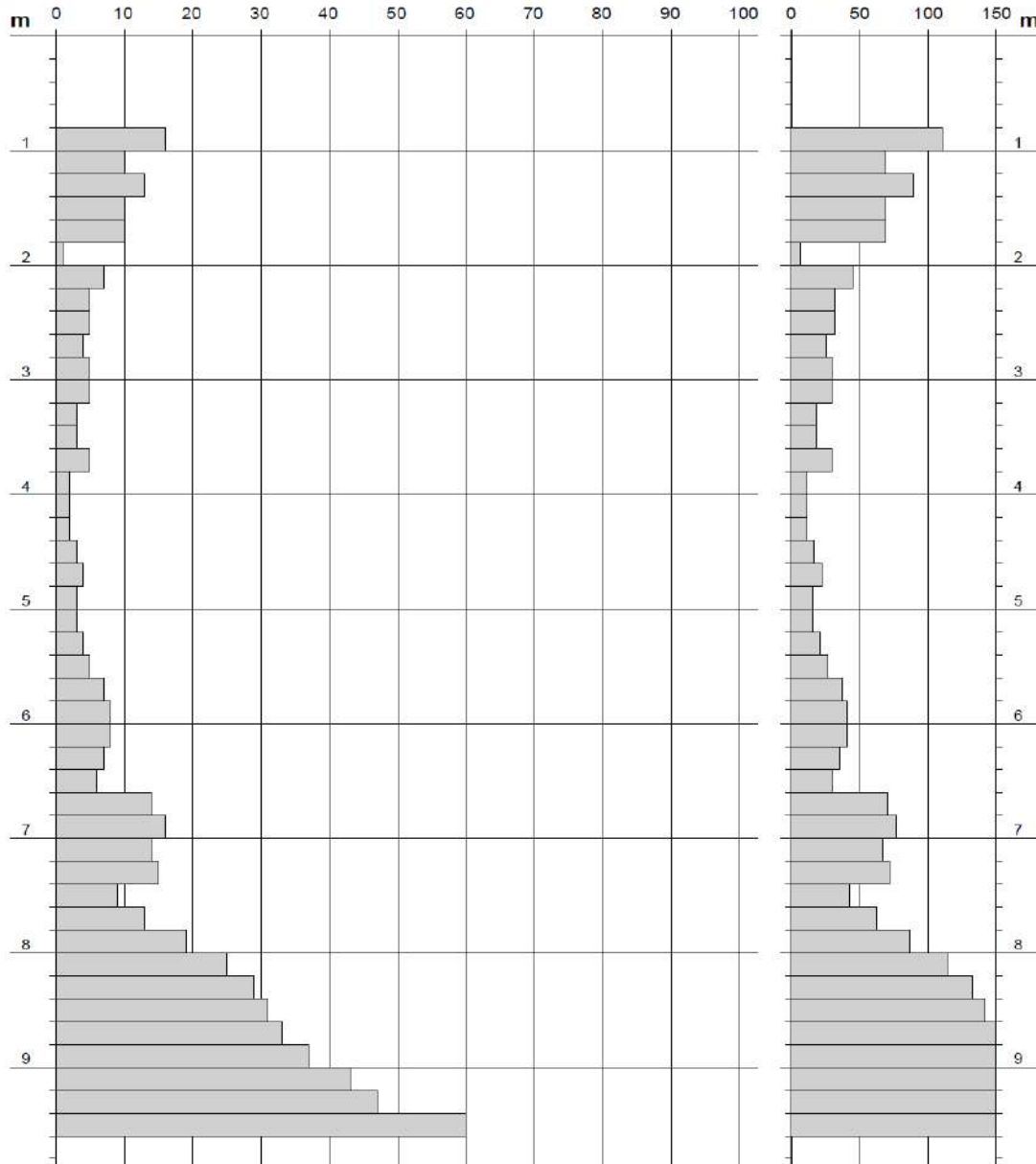
Lavoro: Realizzazione piattaforma per stoccaggio cisterne

Località: PONTECAGNANO FAIANO (SA) – Via Irno

Data di esecuzione: 04.05.2020 - Data di emissione: 05.05.2020

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa

COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/05/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



CERTIFICATO DI PROVA N°: 4593	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 22/05/2020	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/20 del 19/05/20		Apertura campione: 19/05/2020	Fine analisi: 20/05/20

COMMITTENTE: Dott. Geol. Cuccurullo Francesco
RIFERIMENTO: Realizzazione piattaforma per stoccaggio cisterne - Via Irno, Pontecagnano (Sa)
SONDAGGIO: CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1,00 - 1,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 003769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25,7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito rimaneggiato di colore marrone - grigio, addensato ed umido, in cui si rinvenivano frequenti litici eterogenei ed eterometrici (d_{max} = 2,00 cm) subangolari, in matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia con limo ghiaiosa



CERTIFICATO DI PROVA N°: 4593	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 22/05/2020	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/20 del 19/05/20		Apertura campione: 19/05/2020	Fine analisi: 19/05/20
COMMITTENTE: Dott. Geol. Cuccurullo Francesco			
RIFERIMENTO: Realizzazione piattaforma per stoccaggio cisterne - Via Irno, Pontecagnano (Sa)			
SONDAGGIO:	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	1,00 - 1,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 14,4 kN/m³

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

Deposito rimaneggiato di colore marrone - grigio, addensato ed umido, in cui si rinvencono frequenti litici eterogenei ed eterometrici ($d_{max} = 2,00$ cm) subangolari, in matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia con limo ghiaiosa



CERTIFICATO DI PROVA N°: 4593	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 22/05/2020	Inizio analisi: 21/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/20 del 19/05/20		Apertura campione: 19/05/2020	Fine analisi: 22/05/20
COMMITTENTE: Dott. Geol. Cuccurullo Francesco			
RIFERIMENTO: Realizzazione piattaforma per stoccaggio cisterne - Via Irno, Pontecagnano (Sa)			
SONDAGGIO:	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	1,00 - 1,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N° 9051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25,9 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25,9 kN/m³

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Deposito rimaneggiato di colore marrone - grigio, addensato ed umido, in cui si rinvencono frequenti litici eterogenei ed eterometrici ($d_{max} = 2,00$ cm) subangolari, in matrice sabbiosa - limosa.
Definizione granulometrica: Sabbia con limo ghiaiosa



CERTIFICATO DI PROVA N°: 4593 Pagina 4/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 067/20 del 19/05/20

DATA DI EMISSIONE: 22/05/2020

Inizio analisi: 19/05/20

Apertura campione: 19/05/2020

Fine analisi: 22/05/20

COMMITTENTE: Dott. Geol. Cuccurullo Francesco

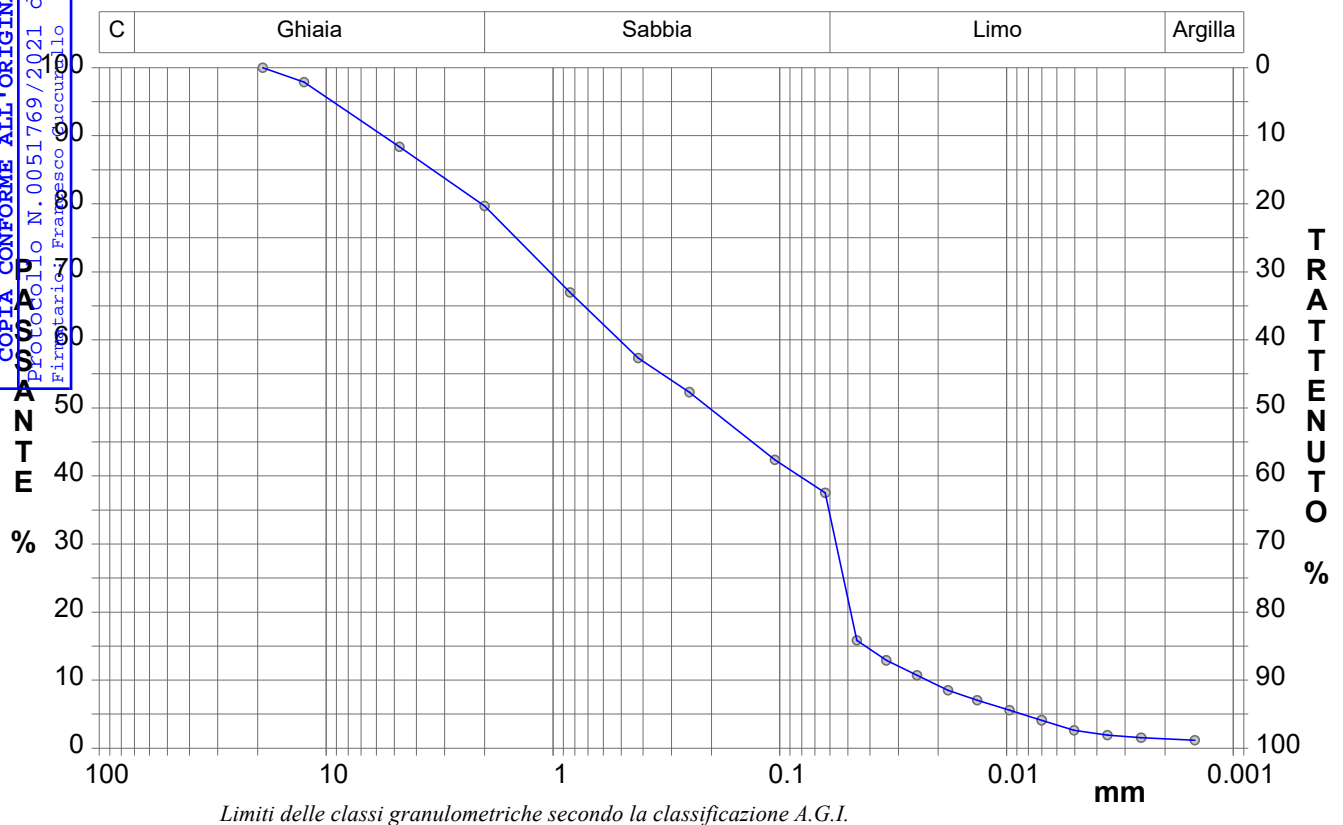
RIFERIMENTO: Realizzazione piattaforma per stoccaggio cisterne - Via Irno, Pontecagnano (Sa)

SONDAGGIO: CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1,00 - 1,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2217 - D422

Ghiaia	20,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	79,7 %	D10	0,02242 mm	
Sabbia	45,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	57,3 %	D30	0,05638 mm	
Limo	32,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	39,2 %	D50	0,20442 mm	
Argilla	1,4 %			D60	0,50900 mm	
Coefficiente di uniformità		22,70	Coefficiente di curvatura	0,28	D90	5,60066 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
19,0000	100,00	0,4200	57,33	0,0339	12,90	0,0070	4,11		
12,5000	97,89	0,2500	52,31	0,0248	10,71	0,0050	2,64		
4,7500	88,38	0,1050	42,35	0,0181	8,51	0,0036	1,91		
2,0000	79,68	0,0630	37,51	0,0135	7,04	0,0026	1,54		
0,8410	66,97	0,0457	15,84	0,0097	5,57	0,0015	1,17		

Deposito rimaneggiato di colore marrone - grigio, addensato ed umido, in cui si rinvenivano frequenti litici eterogenei ed eterometrici ($d_{max} = 2,00$ cm) subangolari, in matrice sabbiosa - limosa.

Definizione granulometrica: Sabbia con limo ghiaiosa

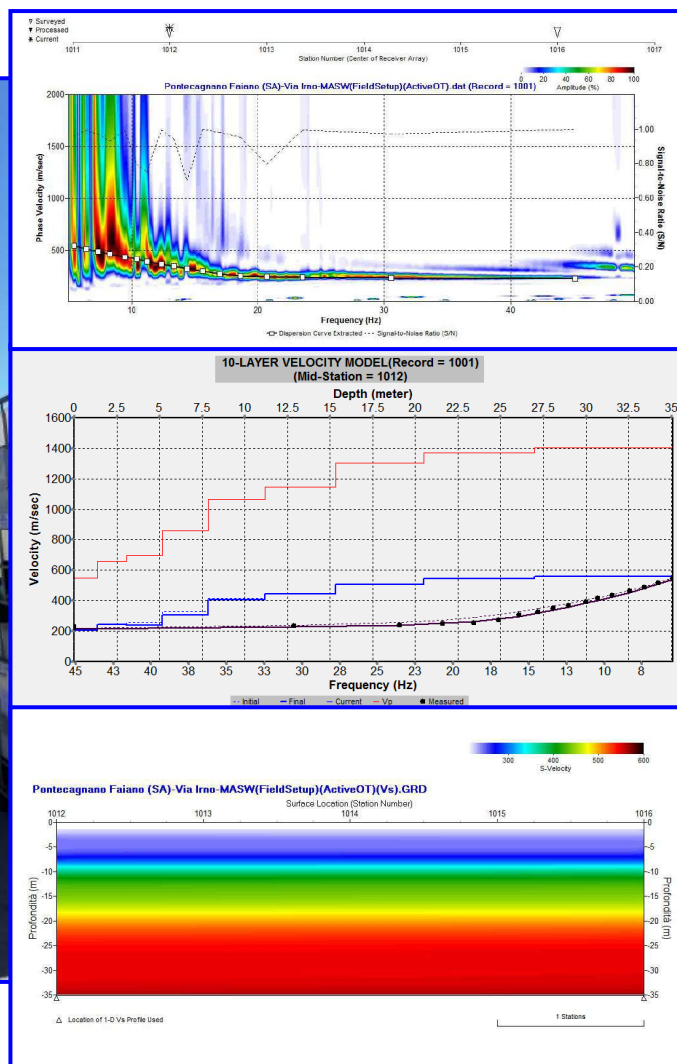
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO

PROVINCIA DI SALERNO

E

COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051/19/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI SITO INERENTE AL PROGETTO ESECUTIVO DELL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO A RISCHIO IDRAULICO LUNGO LA STRADA DI VIA IRNO ALL'ALTEZZA DEL CAVALCAVIA AUTOSTRADALE SA-RC.

<p><i>Il Committente</i></p> <p>Amm. Comunale di Pontecagnano Faiano (SA)</p>	<p><i>Il Tecnico</i></p> <p>Dott. Geol. Francesco Cuccurullo</p>
<p>Pagani, novembre 2021</p>	<p>REV.01</p>

INDICE

1 - PREMESSA.....	3
2 - INDAGINE ESEGUITA.....	5
3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	6
4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI	12
5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	14
6 - CONCLUSIONI.....	16

E	COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE	Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021 Firmatario: Francesco Cuccurullo



Dottor Geologo Francesco Cuccurullo – Traversa S. Rocco 52, 84016 Pagani (Sa)
tel. 0810604581 - cell. 3386883867 - P. IVA 04592771218 – mail to: cuccur@libero.it
PEC: francescocuccurullo@epap.sicurezzapostale.it



1 - PREMESSA

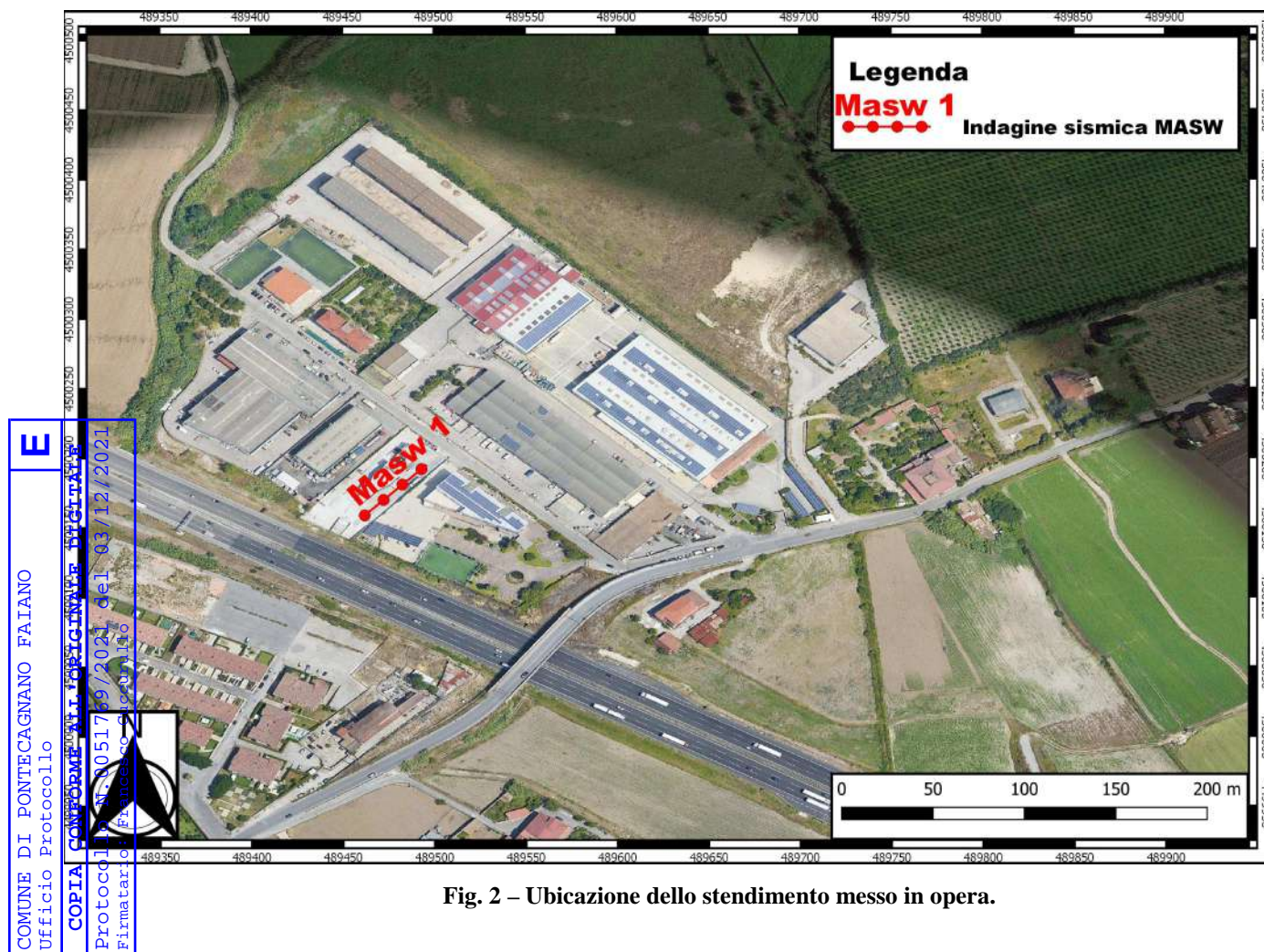
Su incarico dell'Amministrazione comunale di Pontecagnano Faiano (SA), settore lavori pubblici, manutenzione e infrastrutture, è stata effettuata la presente relazione geologica finalizzata al progetto esecutivo dell'intervento di messa in sicurezza del territorio a rischio idraulico lungo la strada di via Irno, all'altezza del cavalcavia autostradale SA-RC è stata utilizzata la prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh). La suddetta indagine è stata effettuata nel 2020 in un'area prossima a quella di progetto per la redazione della relazione geofisica sulla modellazione sismica di sito inerente ai lavori di installazione scala in acciaio su rack esistente, installazione di n. 3 colonne ed installazione di cabina elettrica a servizio di un opificio industriale in via Irno (coordinate geografiche WGS84 del sito 40.652251° N - 14.875364° E), nel territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA) (Figg. 1 – 2), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018).



Fig. 1 – Prospezione sismica MASW utilizzata.





2 - INDAGINE ESEGUITA

Al fine di caratterizzare sismicamente il sottosuolo nell'area oggetto di indagine, è stata eseguita nel 2020 una prospezione sismica MASW (Fig. 1), con le seguenti caratteristiche (Tab. 1):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Spacing (m)</i>	<i>Offset (m)</i>	<i>Direzione</i>
<i>MASW n.1</i>	<i>37.50</i>	<i>1.50</i>	<i>1.50</i>	<i>N 38° E</i>

Tab. 1 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative allo stendimento geofonico messo in opera.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

La sorgente sismica (Fig. 3) è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.

La sorgente è stata posizionata all'inizio e alla fine dello stendimento geofonico, con offset pari a 1.50m, in modo da ottenere profili sismici diretti ed inverse. Le oscillazioni del sottosuolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con spacing predefinito (Fig. 1; Tab. 1). La lunghezza complessiva dello stendimento

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità di 35.1m dal p.c..

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

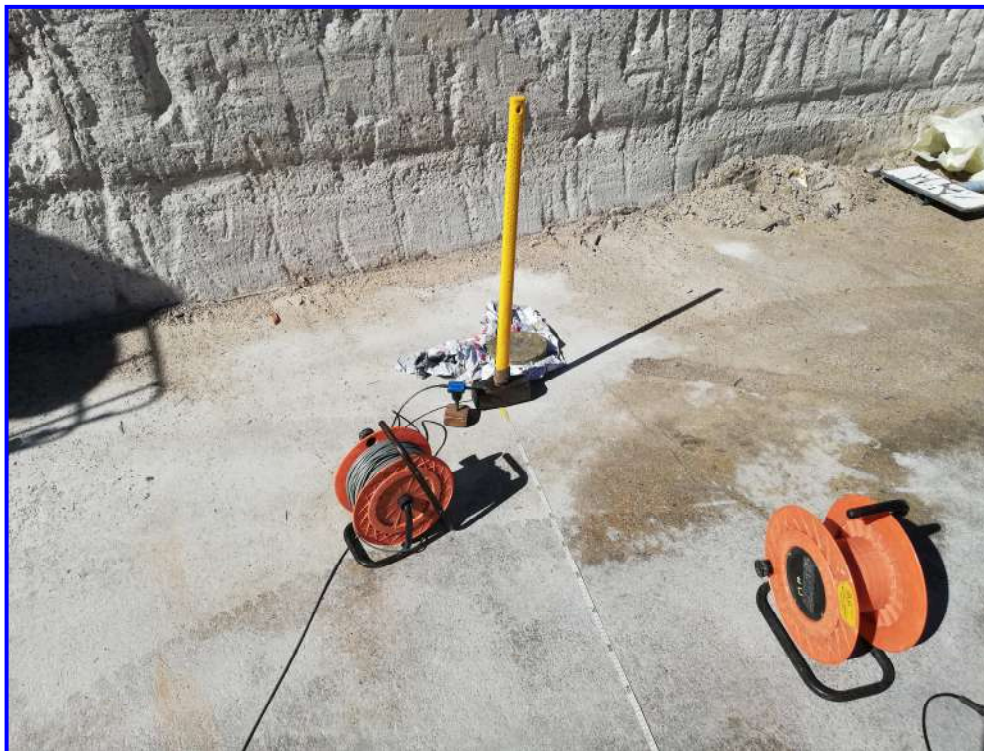


Fig. 3 – Sorgente energizzante, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz.

3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{\text{campionamento}}=1/dt=2000Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=0.488Hz$.

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione di n°1 sezione sismostratigrafica 2D delle V_s (Fig. 12).

Gli elaborati relativi alla prova effettuata sono di seguito riportati (Figg. 4 – 12).

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



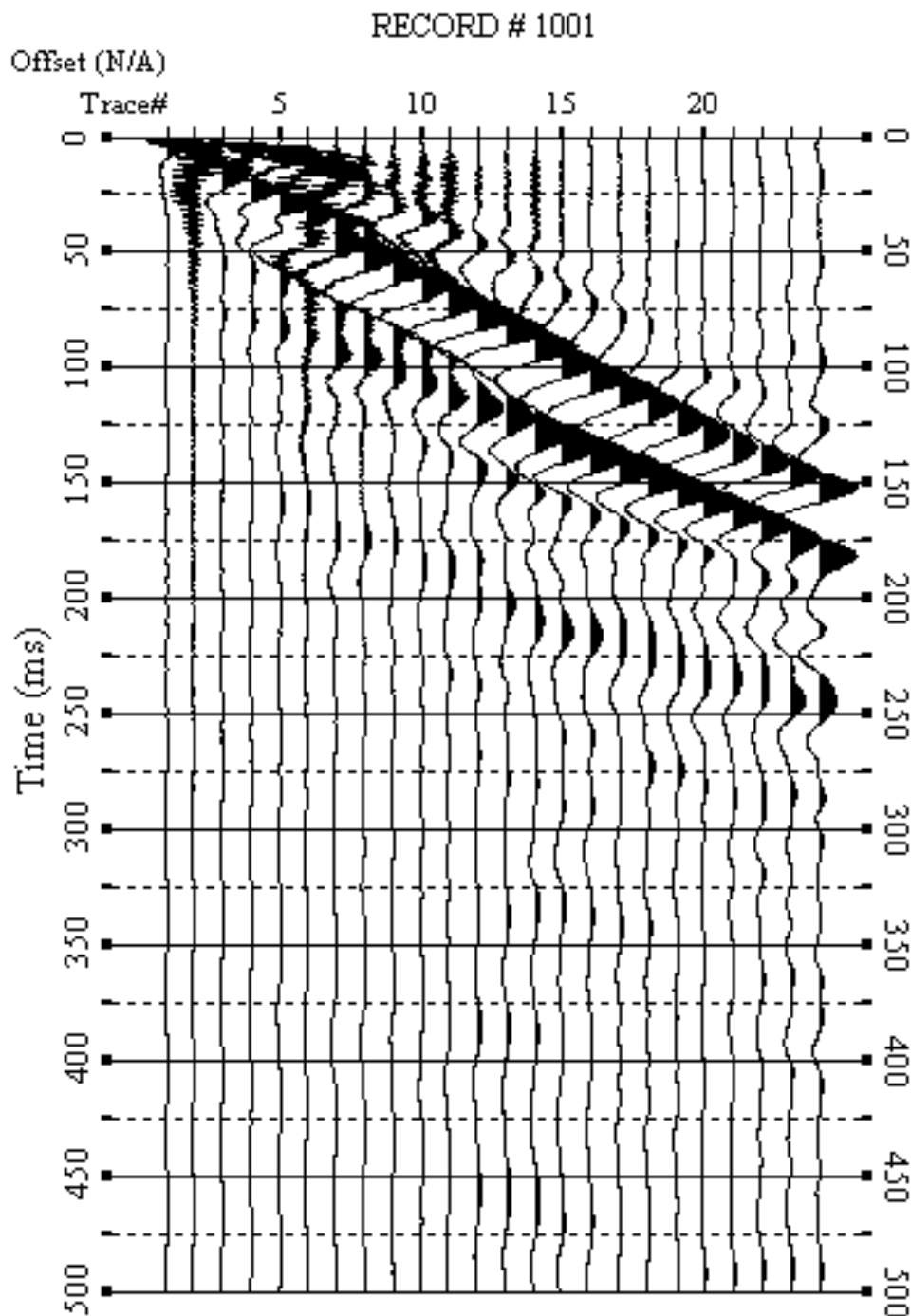


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-500]ms.

E

COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



Dottor Geologo Francesco Cuccurullo – Traversa S. Rocco 52, 84016 Pagani (Sa)
tel. 0810604581 - cell. 3386883867 - P. IVA 04592771218 - mail to: cuccur@libero.it
PEC: francescocuccurullo@epap.sicurezzapostale.it



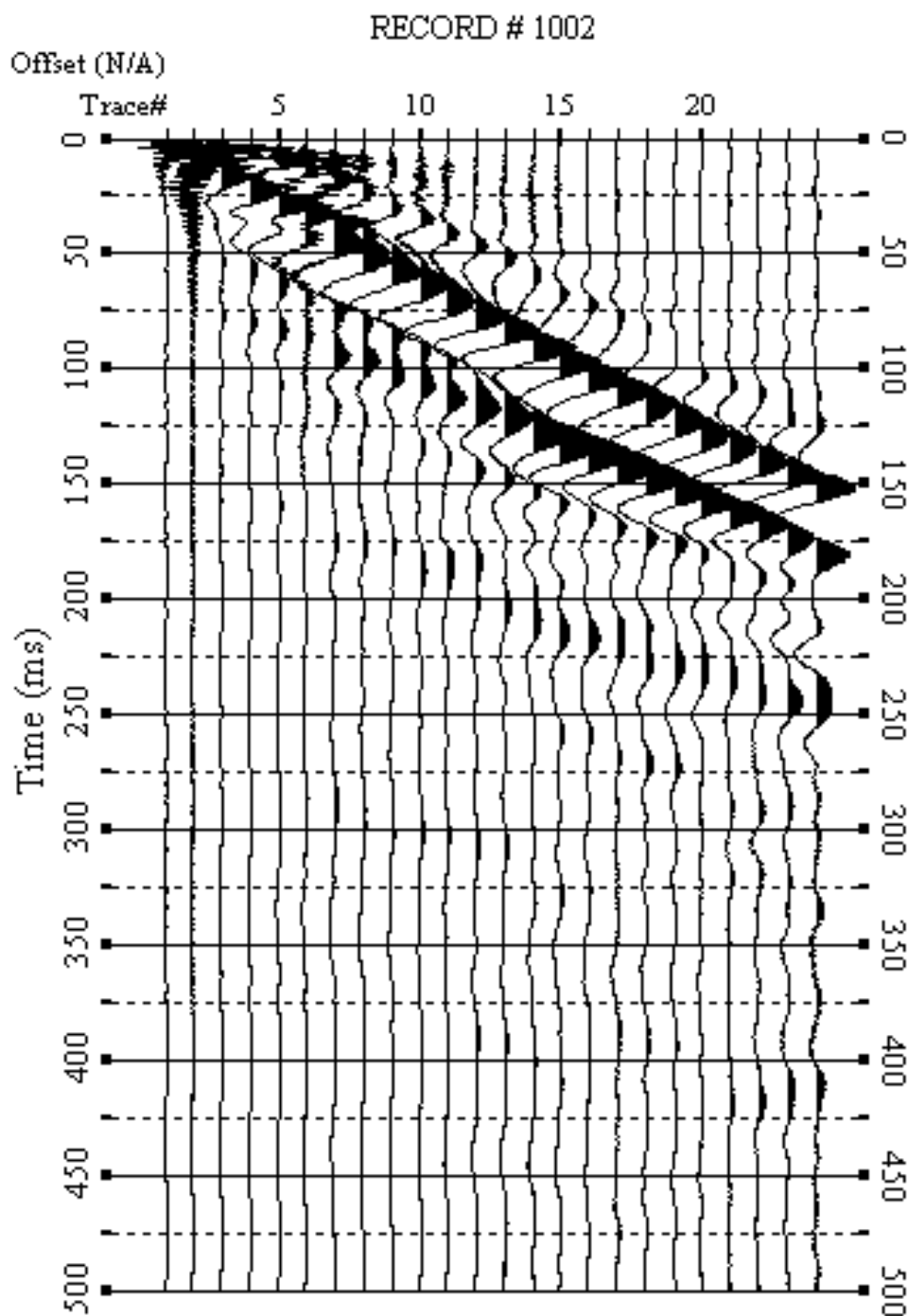


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-500]ms.

E	COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
	Ufficio Protocollo
	COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
	Protocollo N.0051769/2021 del 03/12/2021
	Firmatario: Francesco Cuccurullo



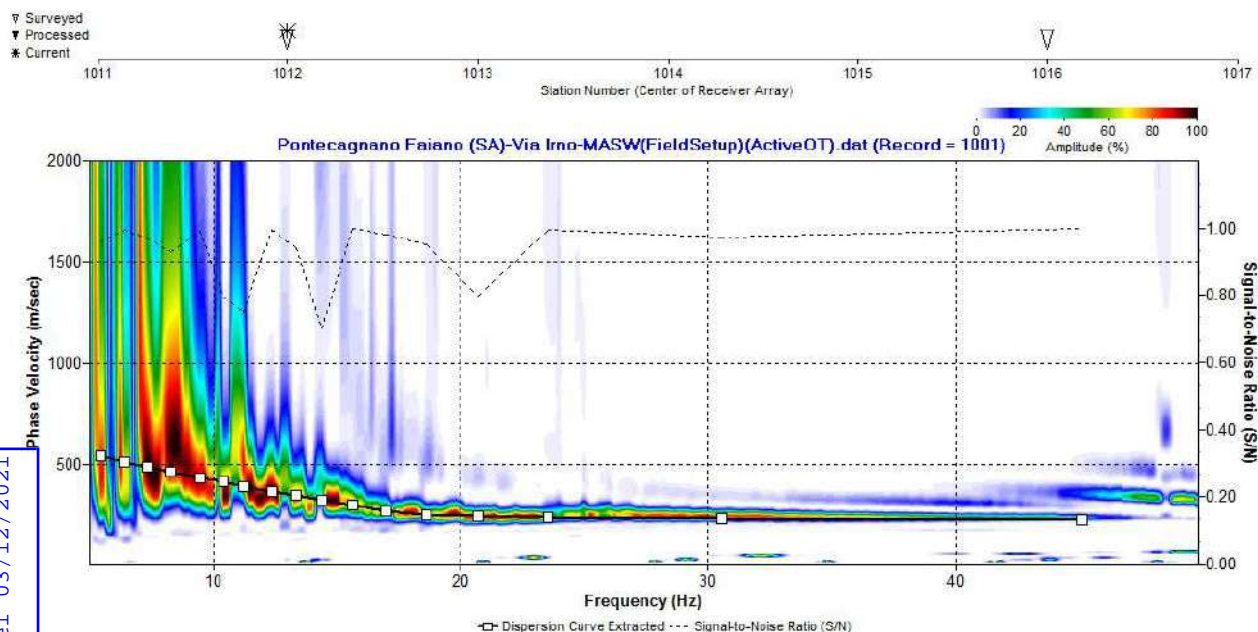


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

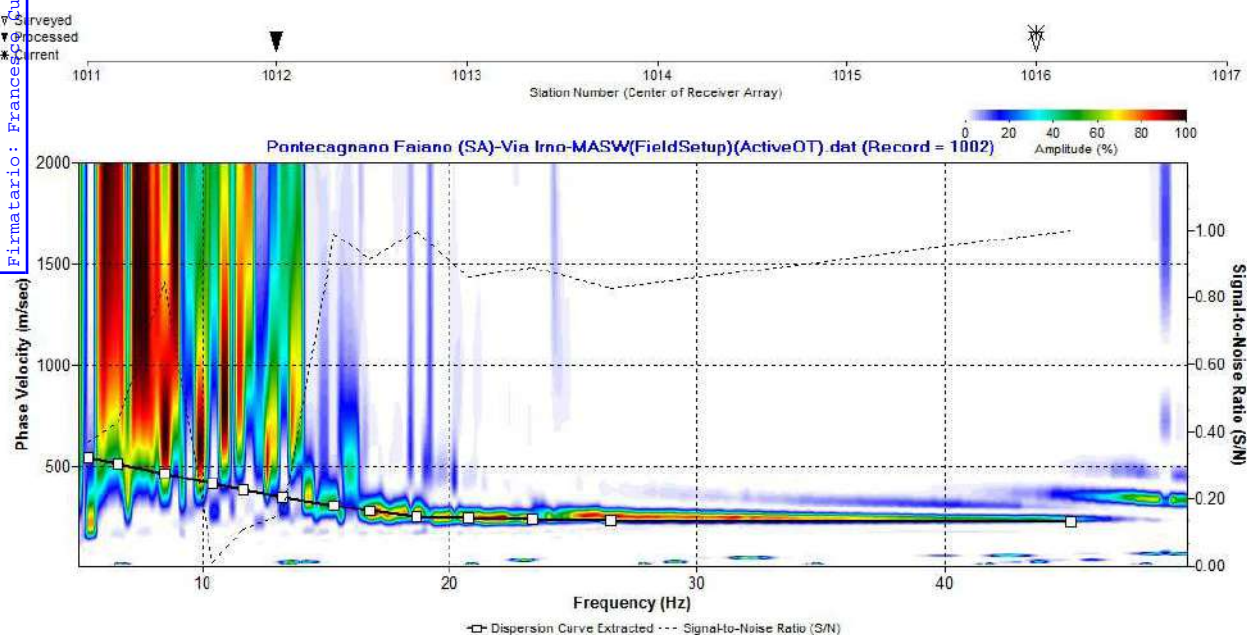


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 005176992020 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



Dottor Geologo Francesco Cuccurullo – Traversa S. Rocco 52, 84016 Pagani (Sa)

tel. 0810604581 - cell. 3386883867 - P. IVA 04592771218 - mail to: cuccur@libero.it

PEC: francescocuccurullo@epap.sicurezzaapostale.it



E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0057766/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

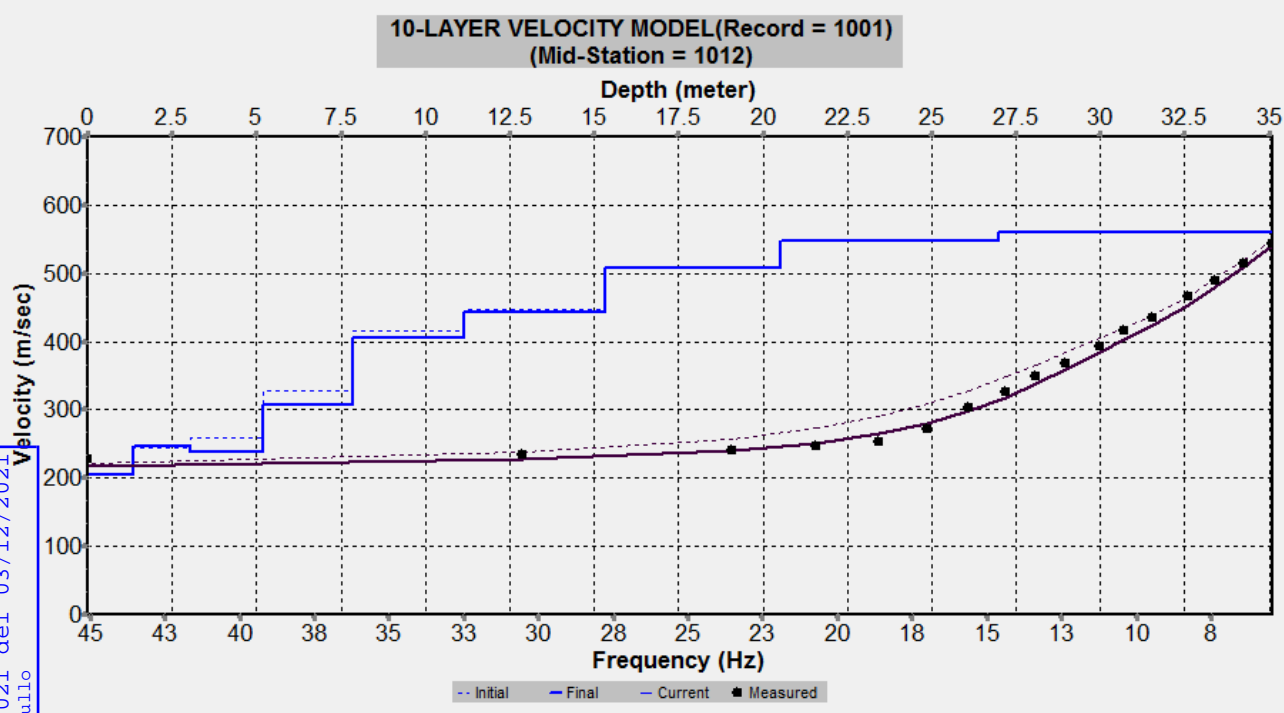


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle V_s ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

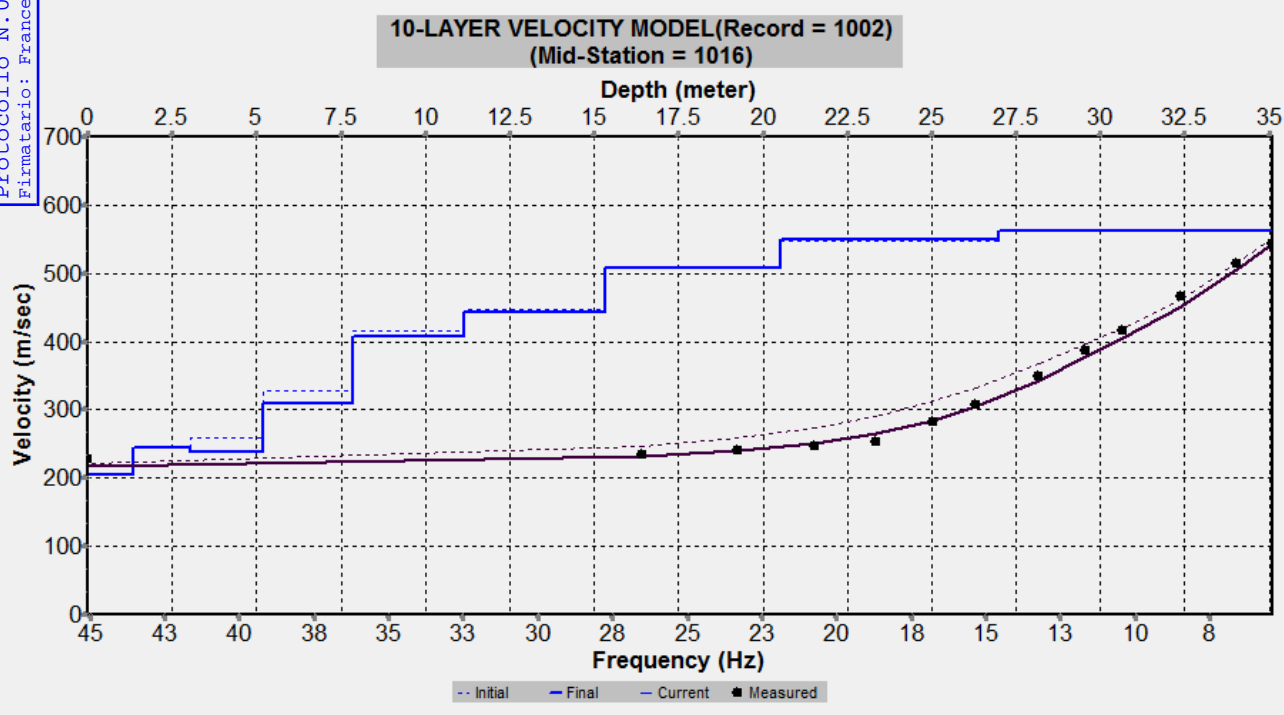


Fig. 9 – Profilo verticale 1D delle V_s ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.



E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 008766/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

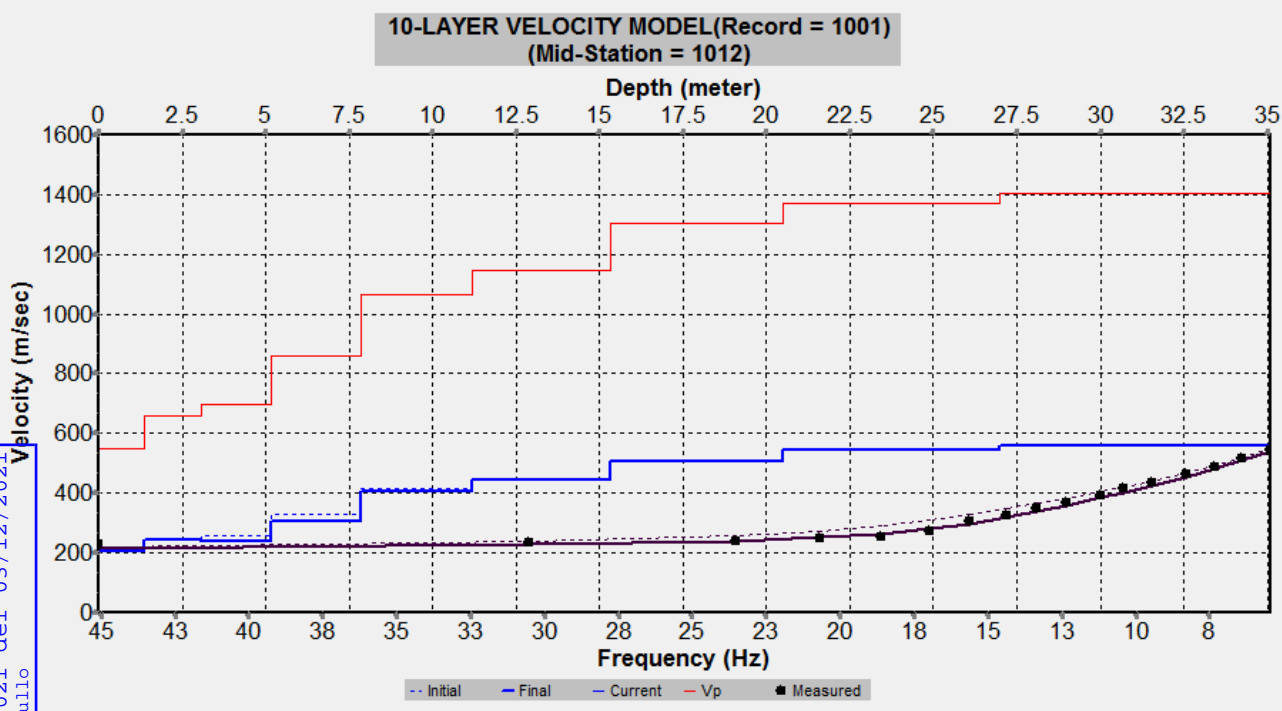


Fig. 10 – Profili verticali 1D delle V_P e delle V_S ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

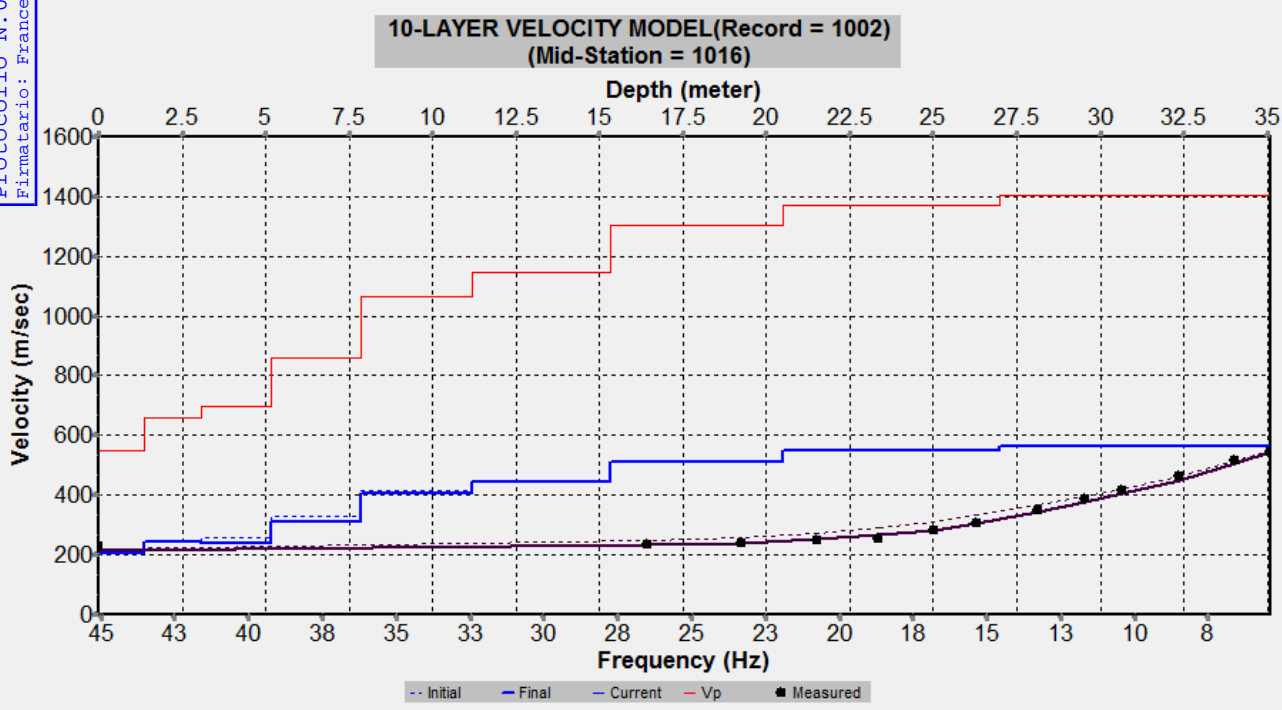


Fig. 11 – Profili verticali 1D delle V_P e delle V_S ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.



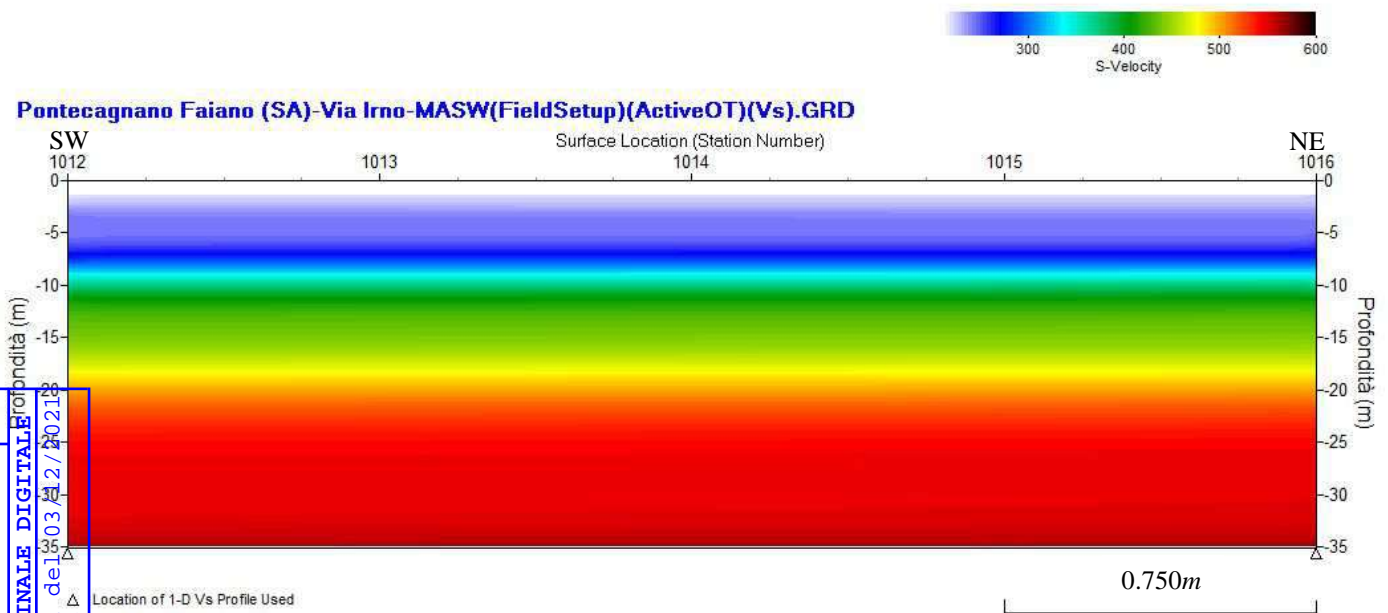


Fig. 12 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_s ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c. e fino alla profondità di 31m (1m-31m) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 31 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **B** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.



CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30m.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)	$V_{S\ 1-31}$ (m/s)	Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW n. 1	[394 ÷ 395]	[411 ÷ 412]	B

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione B = *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T₁	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>
T₂	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>
T₃	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>
T₄	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T₁ = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

E
 COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
 Ufficio Protocollo
 COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
 Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
 Firmatario: Francesco Cuccurullo



Dottor Geologo Francesco Cuccurullo – Traversa S. Rocco 52, 84016 Pagani (Sa)
 tel. 0810604581 - cell. 3386883867 - P. IVA 04592771218 – mail to: cuccur@libero.it
 PEC: francescocuccurullo@epap.sicurezza postale.it



5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200m di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del sottosuolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

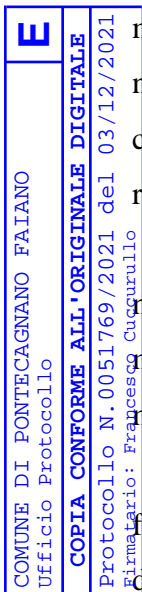
Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.



Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 13).

In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 – 9; Figg. 14 – 15).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **B** – categoria topografica T1) individuata nell'area oggetto di indagine.

Il computo ha fornito i seguenti valori dei parametri spettrali (Tab. 5), relativamente ai quattro Stati Limite pari a:

Tab. 5 - Valori dei parametri spettrali relativamente ai quattro Stati Limite – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1,5$.

-	<i>SLO</i>	<i>SLD</i>	<i>SLV</i>	<i>SLC</i>
a_g	0.038	0.047	0.106	0.132
$Se [g]$	0.109	0.136	0.328	0.418
F_0	2.414	2.403	2.599	2.681
$T_C (s)$	0.281	0.326	0.448	0.471
S_S	1.200	1.200	1.200	1.200
C_C	1.420	1.380	1.290	1.280
S_T	1.000	1.000	1.000	1.000
S	1.200	1.200	1.200	1.200
$T_B (s)$	0.133	0.150	0.193	0.201
$T_C (s)$	0.399	0.450	0.579	0.602
$T_D (s)$	1.751	1.789	2.025	2.126

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



6 - CONCLUSIONI

Il territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in II categoria - $S=9$ - $a_g=0.25g$ (Fig. 16).

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

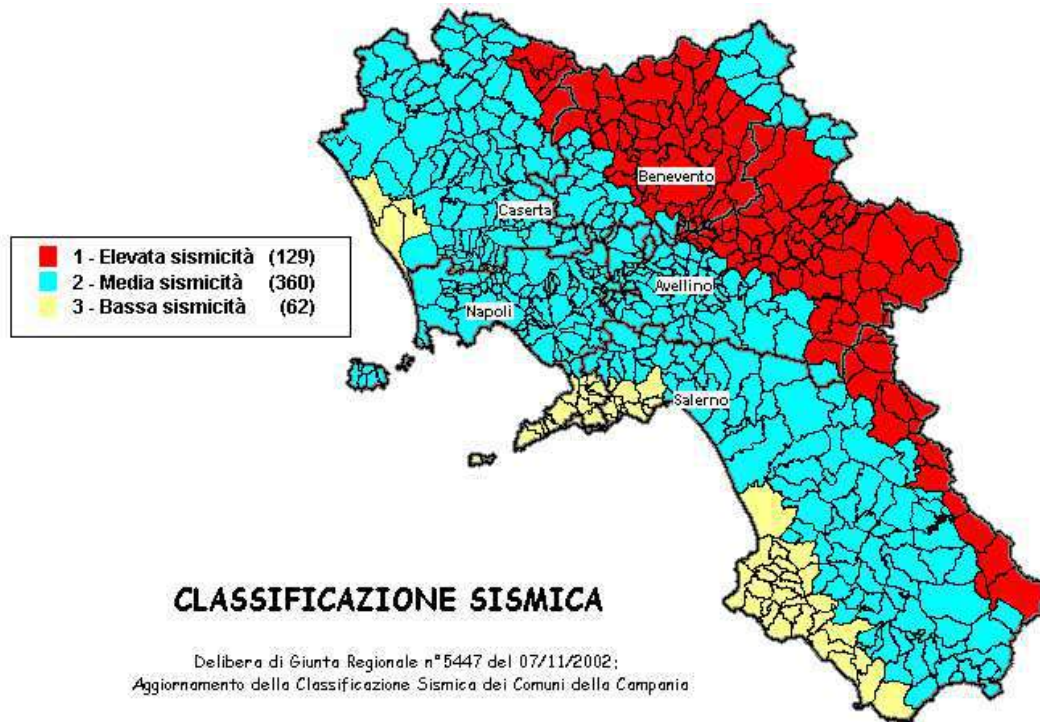
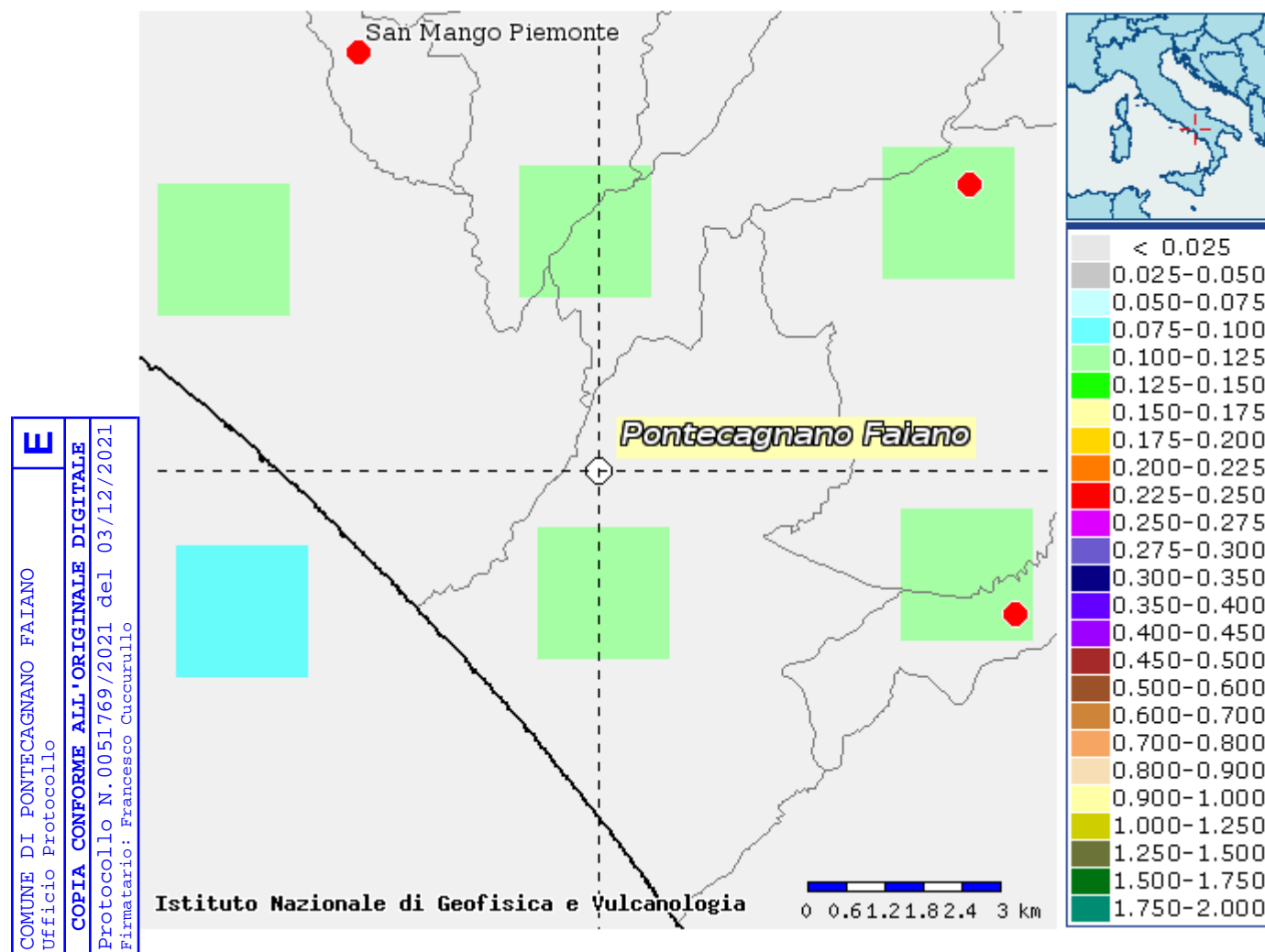


Fig. 16 – Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 17), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.100 e 0.125 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).





I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a (Tab. 10):

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)	$V_{S\ 1-31}$ (m/s)
MASW n. 1	[394 ÷ 395]	[411 ÷ 412]

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW utilizzata.

Di seguito si riportano i valori di V_S e di V_P per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 11).



Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s) acquisizione n.1	V_s (m/s) acquisizione n.2	V_P (m/s) acquisizione n.1	V_P (m/s) acquisizione n.2
S1	0.0 – 1.4	205	205	549	549
S2	1.4 – 5.2	243	242	679	680
S3	5.2 – 7.8	307	309	860	860
S4	7.8 – 15.3	424	426	1105	1104
S5	15.3 – 35.1	538	540	1360	1360

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s e di V_P per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Le onde di volume P ed S , che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali) hanno ben definite equazioni di moto. Note le velocità V_P e V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 11) e attribuiti i valori di densità desunti da dati ricavati da bibliografia, da sondaggi geognostici effettuati in prossimità dell'area di interesse e da rilevamento geologico effettuato in situ, sono state ricavate, per i sismostrati individuati, alcune proprietà meccaniche, quali il modulo di Young o modulo elastico E , il modulo di taglio G o modulo di rigidità μ , il coefficiente di Poisson ν e il modulo di incompressibilità o bulk k (Tab. 12). Le relative equazioni sono le seguenti:

$$\nu = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \left\{ 1 - \left[\frac{V_s^2}{(V_p^2 - V_s^2)} \right] \right\}$$

poiché nei fluidi $V_s=0$, ν risulta uguale a 0.5. Nei solidi, il valore ν varia generalmente da 0.1 a 0.4. Pertanto, valori più elevati di ν possono essere indicativi della presenza di frazioni di liquido nel mezzo attraversato.

$$E = \frac{\rho V_p^2 (1 - 2\nu)(1 + \nu)}{1 - \nu}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

$$k = \frac{E}{3(1 - 2\nu)}$$

E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo



<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_P</i> (m/s)	<i>V_S</i> (m/s)	<i>Densità</i> <i>ρ</i> (kg/m ³)	<i>Coefficiente di Poisson</i> <i>ν</i> (-)	<i>Modulo di taglio</i> <i>G</i> (kPa)	<i>Modulo di Young</i> <i>E</i> (kPa)	<i>Modulo di incompressibilità</i> <i>k</i> (kPa)
S1	0.0 – 1.4	549	205	1600	0.42	67240	190826	392588
S2	1.4 – 5.2	680	243	1600	0.43	94478	269604	613869
S3	5.2 – 7.8	860	308	1650	0.43	156526	446546	1011639
S4	7.8 – 15.3	1105	425	1800	0.41	325125	918930	1764345
S5	15.3 – 35.1	1360	539	1900	0.41	551990	1553111	2778253

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S , V_P e dei moduli dinamici per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto

Pagani, novembre 2021

Il tecnico
Dr. Geol. Francesco Cuccurullo



E
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO
Ufficio Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0051769/2021 del 03/12/2021
Firmatario: Francesco Cuccurullo

