



REGIONE SICILIA
COMUNI DI MAZARA DEL VALLO (TP) E MARSALA (TP)

PROGETTO

**Impianto Agrivoltaico integrato innovativo denominato "Grillo"
avente potenza d'impianto di 53,97 MW (45 MW in immissione)
con annesso SdA della potenza di 10 MW e 80 MWh di capacità
di accumulo e relative opere connesse
Comuni di Mazara del Vallo (TP) e Marsala (TP)**

TITOLO

Rel. 16 - Relazione Geologica

PROPONENTE



ENGIE GRILLO S.r.l.

Sede legale e Amministrativa:

Via Chiese 72
20126 Milano (MI)
PEC: engiegrillo@legalmail.it

PROGETTISTA



SCM ingegneria S.r.l.
Via Carlo del Croix, 55
Tel.: +39 0831-728955
72022 Latiano (BR)
Mail: info@scmingegneria.com

Dott. Ing. Daniele Cavallo



Scala	Formato Stampa A4	Cod.Elaborato REL16	Rev. 00	Nome File REL16-Relazione Geologica	Foglio 1 di 29
-------	-----------------------------	-------------------------------	-------------------	----------------------------------------	--------------------------

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	09/02/2023	Progetto definitivo impianto agrivoltaico e opere connesse	M. Ognibene	M. Ognibene	M. Ognibene

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	DATI GENERALI	5
2.1	DATI DEL PROPONENTE	5
2.2	LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	5
2.3	DESTINAZIONE D'USO	5
2.4	CONNESSIONE.....	5
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	7
4	GEOLOGIA	8
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	8
4.2	GEOLOGIA DEL SITO DI INTERVENTO	9
5	GEOMORFOLOGIA E COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA	12
6	VALUTAZIONI IDROGEOLOGICHE E PERMEABILITÀ'	14
7	CLASSIFICAZIONE SISMICA	16
7.1	CENNI SULLA STORIA SISMICA DEL TERRITORIO	16
7.2	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	19
7.3	PERICOLOSITÀ LOCALE	21
7.4	SISMOSTRATIGRAFIA DI DETTAGLIO E RISULTATI DELLE INDAGINI MASW	22
8	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	25
9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	27

1 INTRODUZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agro fotovoltaico integrato innovativo, mediante tecnologia fotovoltaica con tracker monoassiale, che la Società Engie Grillo S.r.l. (di seguito "la Società") intende realizzare nei comuni di Mazara del Vallo (TP) e Marsala (TP).

L'impianto avrà una potenza installata di 53970 kWp per una potenza di 45000 kW in immissione, e l'energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione.

L'impianto sarà inoltre dotato di un sistema di accumulo della potenza nominale di 10000 kW e con capacità di accumulo di 80000 kWh.

Lo studio è stato condotto dallo scrivente Dott. Geol. Michele Ognibene regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 3003 Sez. A, al fine di determinare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni su cui insiste l'area in oggetto, attenzionando, in particolare, la presenza di eventuali pericolosità geomorfologiche e la compatibilità tra l'assetto geologico l.s. del sottosuolo e le opere da realizzare.

Il seguente studio geologico è stato redatto ai sensi della circolare ARTA 3/DRA del 20/06/2014 e del D.M. 17/01/2018 con i seguenti scopi:

- Fornire un quadro conoscitivo sufficiente per illustrare le caratteristiche geologiche del territorio in esame e identificare le eventuali situazioni locali che presentino livelli di pericolosità geologica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte progettuali;
- Specificare le condizioni geologiche e idrogeologiche, con particolare riguardo all'accertamento delle condizioni di stabilità della zona e all'individuazione di eventuali processi morfodinamici in atto e la loro tendenza evolutiva;
- Delineare gli aspetti geologici e tettonici del territorio e definirne natura e composizione dei litotipi affioranti, nonché la loro geometria e il loro assetto strutturale;
- Ricostruire la locale successione stratigrafica;
- Indicare le eventuali prescrizioni e gli eventuali accorgimenti tecnici affinché le condizioni di pericolosità non si aggravino o si manifestino nella zona in progetto.
- Identificare le situazioni locali che presentino livelli di pericolosità sismica.

Saranno, pertanto, illustrati gli aspetti morfologici, geologici, idrografici e sismici dell'area, inquadrati nella più vasta geologia regionale, con riferimento anche alle condizioni di stabilità.

Per assolvere all'incarico conferitogli, lo scrivente ha eseguito:

- Il sopralluogo preliminare, al fine di accertare la reale situazione dei luoghi e lo stato delle strutture ivi insediate.
- La ricerca bibliografica, allo scopo di ricostruire, sulla base degli studi svolti da numerosi autori italiani e stranieri, il quadro generale della storia geologica e strutturale della zona.
- Il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio, in una zona estesa al contorno, in modo da avere un quadro d'insieme indicativo e, quindi, inquadrare il sito nell'ambito di un contesto geolitologico e geomorfologico più ampio.

tenute in considerazione i risultati di una campagna di prove penetrometriche dinamiche medie effettuate in aree prossime al sito in progetto.

Il lavoro ha inoltre portato alla redazione di allegati cartografici che ne costituiscono parte integrante.

2 DATI GENERALI

2.1 DATI DEL PROPONENTE

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

SOCIETA' PROPONENTE	
Denominazione	ENGIE GRILLO S.R.L.
Indirizzo sede legale	Via Chiese 72 – 20126 Milano (MI)
Codice Fiscale/Partita IVA	12112930966
Capitale Sociale	10.000,00
PEC	engiegrillo@legalmail.it

Tabella 2-1 – Informazioni principali della Società Proponente

2.2 LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente documento sarà realizzato nel comune di Mazara del Vallo (TP).

Il cavidotto MT, il sistema di accumulo e le opere di connessione saranno invece realizzati nel comune di Marsala (TP).

2.3 DESTINAZIONE D'USO

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo, come da Certificati di Destinazione Urbanistica allegati alla documentazione di progetto.

2.4 CONNESSIONE

La Società Engie Sole S.r.l. ha presentato a Terna S.p.A. ("il Gestore") la richiesta di connessione alla RTN per una potenza in immissione di 55 MW. Alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202101714.

In data 24 Novembre 2021, il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), accettata in data 10 Gennaio 2022. La STMG è poi stata volturata alla Società proponente, con accettazione formale di Terna in data 26 Gennaio 2022.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 220 kV con la nuova stazione elettrica di smistamento (SE) a 220 kV della RTN, da inserire in entra

- esce sulla linea RTN a 220 kV “Fulgatore - Partanna”, denominata “Partanna 2”, previa:

- realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV “Fulgatore – Partinico”, di cui al Piano di Sviluppo Terna;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione a 220kV con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa.

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, il Gestore ha proposto inoltre di condividere lo stallo RTN 220 kV nella stazione SE Partanna 2 con le iniziative FW Turna S.r.l. C.P. 201700201, Orchidea Blu Sol S.r.l. C.P. 201800035, Wood Eolico S.r.l. C.P. 201800085, di cui all'accordo di condivisione tra le medesime Società.

La stazione utente di impianto e il nuovo elettrodotto in antenna a 220 kV per il collegamento della stessa alla SE Partanna 2 costituiscono impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 220 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il progetto di tale parco agrivoltaico ricade nel territorio Comunale di Mazara del Vallo (Tp) in contrada Carcitella su due lotti di terreno adiacenti per un'area complessiva recintata di circa 79 ettari. Dal punto di vista Cartografico il sito ricade all'interno della Tavoleta Foglio n°257, Quadrante III, Orientazione N.E. "Baglio Chitarra" della Carta Ufficiale d'Italia edita dall'I.G.M.I. in scala 1:25.000 (Cfr. Tav.1) e in corrispondenza dell'intersezione tra le sezioni 605160 e 617040 (l'impianto agrovoltaico e parte del cavidotto) e nella sezione 606130 le opere di utenza e gran parte del cavidotto (Cfr. Tav. 2).

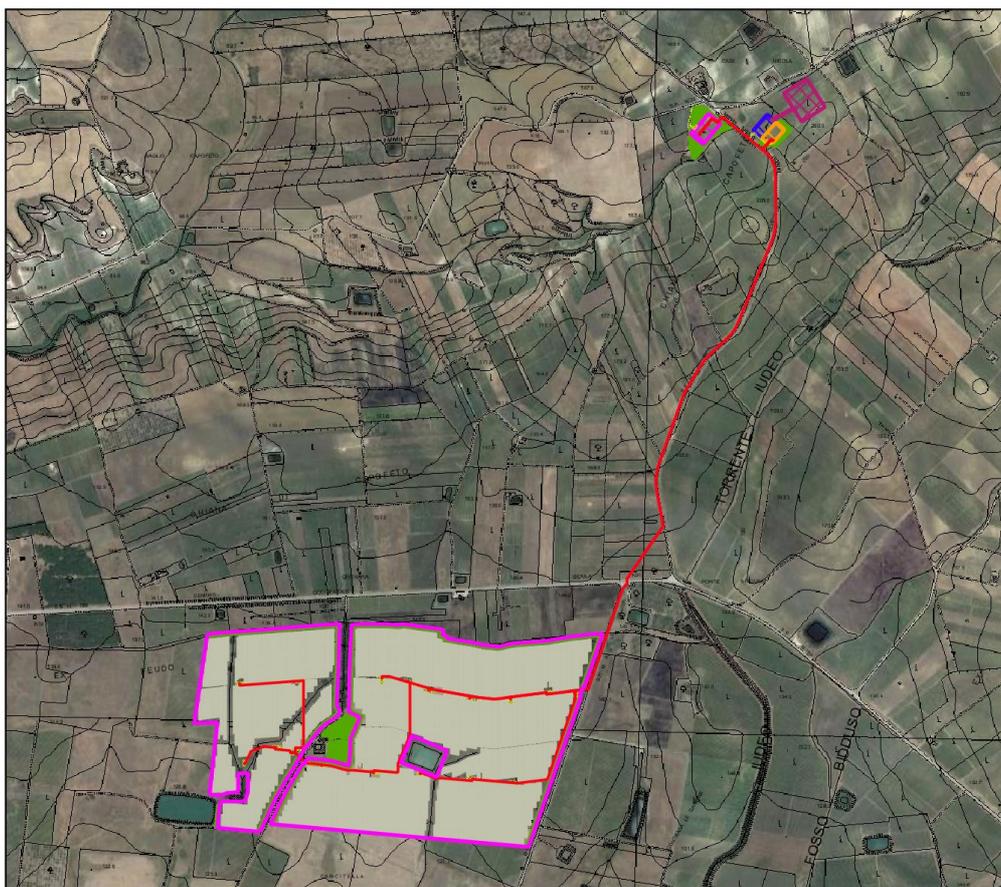


Fig.3.1: Ortofoto del Parco agrivoltaico.

L'impianto presenta le seguenti coordinate GPS:

- Lat. 37.798862°; Long. 12.656184°; Altimetria media risulta essere circa 140 m s.l.m..

Per quanto riguarda invece le opere di connessione, site nel comune di Marsala (Tp), le coordinate risultano essere le seguenti:

- Lat. 37.817335°; Long. 12.670648°; Altimetria media risulta essere circa 194 m s.l.m..

4 GEOLOGIA

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'assetto geologico - strutturale dell'area è caratterizzato dalla presenza di più unità tettoniche derivanti dalla deformazione di rocce riferibili alla Piattaforma Trapanese e al Bacino Imerese. Dai dati derivanti dalla letteratura geologica più recente è stato possibile operare una suddivisione dei terreni affioranti in unità e successioni più superficiali, di età quaternaria ed olocenica, trasgressive sul basamento originario, costituito da terreni ascrivibili al periodo compreso tra il Miocene ed il Pliocene.

In ordine stratigrafico, dal basso verso l'alto, nell'area in esame si possono individuare i seguenti depositi:

- Sabbie argillose, arenarie e conglomerati – Fm. di Cozzo Terravecchia (Tortoniano - Messiniano);
- Depositi terrigeni – Fm. Calcereo-Arenacea di Baucina (Messiniano inf.);
- Gessi selenitici – Gessi di Pasquasia (Messiniano inf.);
- Marne e calcari marnosi a Globigerine
- Trubi (Pliocene inf.);
- Argille marnose ed argille sabbiose con intercalazioni arenacee
- Fm. Marnoso Arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio – sup.).

In trasgressione sui depositi sopraccitati si rinvengono:

- Calcareniti giallo-biancastre ben cementate – Calcareniti di Marsala (Pleistocene inf.);
- Depositi marini terrazzati costituiti da calcareniti fortemente cementate – Grande Terrazzo Superiore G.T.S. (Pleistocene medio);
- Terrazzi marini costieri di natura calcarenitica e conglomeratici (Tirreniano).

Infine a copertura dei depositi quaternari, si rinvengono terreni costituiti da depositi eluviali e colluviali, depositi palustri.

4.2 GEOLOGIA DEL SITO DI INTERVENTO

Il rilevamento geologico di superficie, opportunamente esteso ad un'ampia fascia perimetrale esterna rispetto al sito in oggetto e correlato con le interpretazioni delle indagini sismiche e penetrometriche, effettuate in aree prossimali, ha permesso di ricostruire in modo soddisfacente la successione dei terreni presenti nell'area studiata.

Lo studio geologico, di insieme e di dettaglio, è stato realizzato conducendo inizialmente la necessaria ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente, la raccolta ed il riesame critico dei dati disponibili, ed infine, una campagna di rilievi effettuati direttamente all'interno dell'area oggetto di studio, ha permesso di redigere la carta geologica (**Cfr. Tav. 4**).

Le formazioni geologiche che affiorano nell'area in studio, procedendo da quelle di deposizione più recente verso quelle più antiche, sono le seguenti:

Depositi Alluvionali (b):

Si riscontrano all'interno degli alvei fluviali e all'interno dei solchi torrentizi (Torrente Iudeo) di maggiore entità e si riscontrano fino ad una profondità massima di 5 – 6 metri. Tali depositi sono prevalentemente incoerenti, costituiti da limi, limi sabbiosi, sabbie, sabbie limose e ghiaie con giacitura sub orizzontale ed assetto lenticolare embriciato. I limi sono costituiti, in prevalenza, da minerali argillosi e sono privi di tessitura; le sabbie, che presentano granulometria variabile da fine a grossolana, sono costituite per la maggior parte da elementi quarzosi e calcarei. Le ghiaie sono caratterizzate da clasti arrotondati immersi in una matrice sabbioso-limosa. Il grado di arrotondamento dei clasti è variabile a seconda del materiale di provenienza, la composizione litologica è anch'essa diversa in funzione delle formazioni litologiche affioranti nel bacino, il deposito è privo di cementazione. Tale litotipo ricopre diffusamente l'impianto agrovoltaico, fatta eccezione di una piccola porzione centrale dell'impianto, dove si riconoscono depositi eluvio-colluviali. Il cavidotto si estenderà in direzione nord per circa 3,7 km percorrendo la strada provinciale 8 parallelamente all'alveo del torrente Iudeo e risulta interessato prevalentemente dai medesimi depositi alluvionali così come la stazione lato utente localizzata in contrada Chiana di Capofeto.

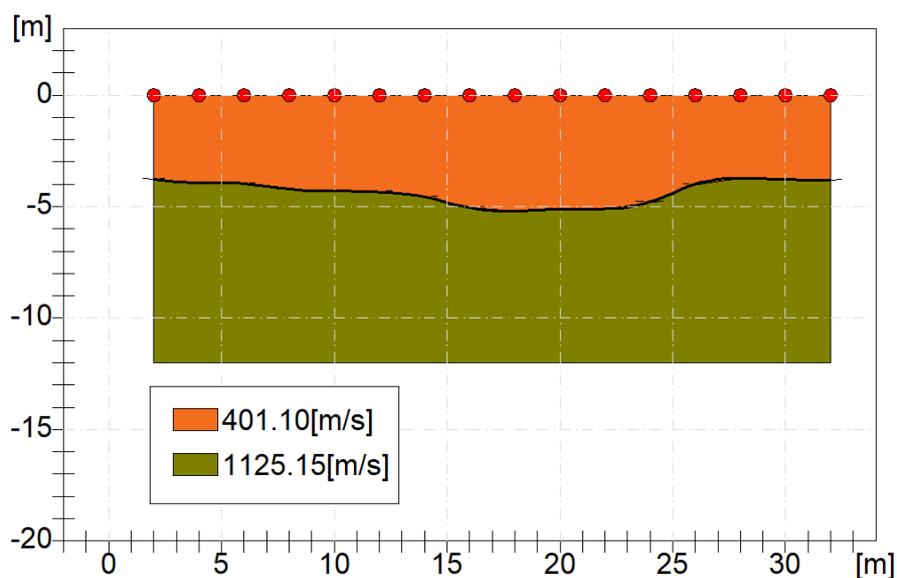


Fig. 4.2.1: Sismo-sezione Rz1.

Depositi Eluvio Colluviali (b2)

depositi eluviali e colluviali costituiti da ghiaie, sabbie e limi variamente frammisti, spesso pedogenizzati. Tale litotipo affiora, come ben visibile nell'allegata carta geologica, nella parte centrale dell'impianto. Dalle indagini sismiche effettuate si riscontra al di sotto di un'esigua copertura vegetale (0.8 m dal p.c.) fino ad una profondità variabile di circa 2,8 metri dal p.c. Fig. 4.2.

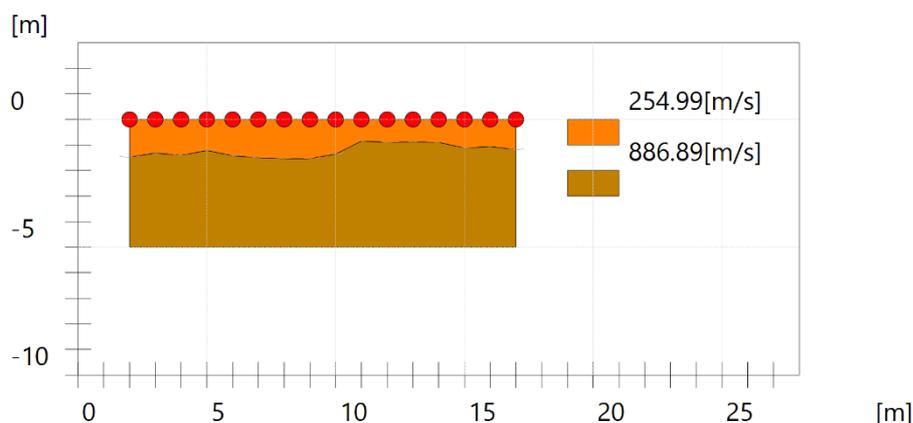


Fig. 4.2.2: Sismo-sezione Rz2.

Calcari marnosi e marne "Trubi"

Trattasi di marne pelagiche bianche di colore biancastro o beige-verdastro, che in funzione del contenuto di carbonato di calcio possono essere marne calcaree e marne argillose, con strati a maggiore percentuale di calcare o a maggiore percentuale di argilla, litotipo che ricopre in maniera limitata le estreme propaggini settentrionali dell'area di accumulo.

Tale litotipo risulta ricoperto da uno strato di terreno agrario con spessori compresi tra 1.0-1.2 m dal p.c.

5 GEOMORFOLOGIA E COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

Il territorio dell'area in studio presenta una morfologia alquanto regolare di tipo tabulare ed in parte, nelle aree più interne, di tipo collinare, con paesaggi monotoni interrotti localmente da gradini riconducibili agli orli dei terrazzi e dalle incisioni fluviali. Le zone topograficamente più basse, prossime al mare, assumono una conformazione uniforme dovuta al livellamento operato dall'azione erosiva del mare che ha formato, in epoche passate, morfologie sub-pianeggianti e terrazzate; tali aspetti morfologici determinano di conseguenza una scarsa, o pressoché nulla, degradabilità dei versanti ad opera della gravità ed una intensa utilizzazione del suolo. La notevole uniformità del paesaggio è dunque conseguenza sia delle litologie affioranti, costituite in massima parte da depositi calcarenitici, sia dalla morfologia pianeggiante. Si osserva una certa variazione nel paesaggio soltanto nelle aree più interne, dovuta all'affioramento di tipi litologici di natura argilloso-marnosa. L'influenza della litologia sulle caratteristiche morfologiche del paesaggio è determinante a causa della differenza di comportamento rispetto all'erosione dei vari litotipi affioranti. L'area in studio è caratterizzata in affioramento da depositi alluvionali che conferiscono all'area in oggetto un paesaggio con ampie zone pianeggianti e con locali blandi rilievi collinari a forme molto addolcite che prendono in nome di Timponi. Da quanto esposto emerge chiaramente come i caratteri morfologici sono strettamente connessi con le caratteristiche dei terreni affioranti e con le strutture tettoniche e per tale motivo non si riscontrano, nell'area in esame, particolari strutture morfologiche, né tantomeno fenomeni geomorfologici quali dissesti, erosioni etc.. In tale contesto gli elementi geomorfologici che maggiormente caratterizzano il territorio sono dati dalla presenza di una gradinata di terrazzi marini dislocati a varie quote comprese tra 0 e 150 m s.l.m., e dalle modeste alture, tipiche dell'area trapanese e marsalese, denominate "Timponi"; in generale si tratta di modesti rilievi di natura calcarenitica e sabbioso-conglomeratica, che si ergono di alcuni metri rispetto alle superfici terrazzate circostanti e riconducibili a strutture morfologiche formatesi in ambiente deposizionale di spiaggia e di dune costiere. Tra i più rilevanti si segnalano il Timpone Calamita, Timpone del Gesso e Timpone Imperi, tutti localizzati a sud rispetto al sito in progetto.

Dal punto di vista topografico il sito in progetto, si colloca a circa 12 Km a ovest rispetto il centro abitato di Salemi ed in porzione baricentrica rispetto ai Comuni di Castelvetro e Mazara del Vallo dai quali dista circa 16 km.

Morfologicamente il sito in progetto ricade in un'area sub-pianeggiante caratterizzata da pendenze che rientrano prevalentemente nella classe < di 2° (Cfr. **Carta delle Pendenze**

1:10.000) e tra le isoipse di quota 130 metri s.l.m. e 140 metri s.l.m. (**Cfr. Tinte Altimetriche 1:10.000**), con quote degradanti verso sud.

L'area risulta contraddistinta da litofacies prevalente poco coerente ed a matrice limo-argillosa. I risultati dei processi erosivi delle acque di ruscellamento superficiale, sui terreni di tale natura sono manifestate dalla presenza di un reticolo idrografico piuttosto sviluppato. Gli impluvi presenti, grazie anche alla lieve pendenza riscontrata, presentano un andamento ondulato e fianchi non troppo incisi. Le azioni erosive delle acque di scorrimento superficiale ovviamente sono legate ai cicli stagionali con intensa attività durante i periodi di forti apporti meteorici. Nell'area ove è prevista la realizzazione del sito in progetto, non sono stati rilevati fenomeni morfogenetici attivi e/o situazioni di dissesto in atto o potenziali, tali da essere in contrasto con il progetto proposto. A conferma dell'assunto, dalla visione delle cartografie pubblicate dal P.A.I., le aree in progetto, non rientrano tra le aree a rischio di frana o soggette ad alluvionamenti (**Cfr. Tavole PAI**).

In Conclusione dai rilievi geomorfologici eseguiti, nell'area in esame e in un suo intorno significativo lo scrivente può asserire che:

Nell'area oggetto di studio, si non riscontrano particolari morfologie dove possono verificarsi localizzazioni dell'energia sismica incidente, con conseguente esaltazione dell'ampiezza delle onde;

Non si riscontrano problemi connessi con fenomeni di stabilità di vario tipo.

Dal punto di vista geomorfologico, pertanto, l'area è inserita in un ambiente, che non lascia prevedere evoluzioni negative per l'insediamento dell'opera in progetto, e pertanto, presenta i necessari requisiti, per definirla idonea.

Pertanto alla luce di quanto sopra riportato è possibile affermare che le aree in cui è prevista la realizzazione del parco agrofotovoltaico, del cavidotto e delle opere di utenza, risultano zone stabili scevre da potenziali scenari di pericolosità geologiche e/o geomorfologiche non essendo stati rilevati, all'atto delle indagini, fenomeni morfogenetici attivi e/o situazioni di dissesto in atto o potenziali, tali da essere in contrasto con il progetto proposto, risultando compatibile con il territorio in esame.

6 VALUTZIONI IDROGEOLOGICHE E PERMEABILITA'

Dal punto di vista idrologico l'area in esame ricade all'interno del bacino del Fiume Mazzaro e nell'area territoriale tra il bacino del Fiume Mazzaro e il bacino del Fiume Arena, nella sua porzione più occidentale, quasi al confine con il Bacino del Fiume Birgi. L'asta principale del sottobacino di interesse è rappresentata dal torrente Iudeo che scorre per circa 6,0 km, in direzione nord-sud, a ovest rispetto il sito in progetto. Lo sviluppo asimmetrico della rete idrografica all'interno del sottobacino e senza dubbio influenzato principalmente dalla litologia dell'area e solo secondariamente dalla topografia.

Per quanto riguarda gli aspetti delle interferenze con il reticolo idrografico, si rappresenta che il layout progettuale è stato concepito secondo le indicazioni e le disposizioni del DSG 189/2020 e del R.D. 523/1904, e tutti gli aspetti relativamente alla parte di idrologia superficiale saranno opportunamente trattati nella specifica relazione di Compatibilità Idrologica ed Idraulica e che descriverà nel dettaglio il rapporto tra l'intero progetto e l'effetto che esso apporterà ai luoghi da un punto di vista idraulico. A riguardo, si riporta in allegato la carta delle interferenze con il reticolo idrografico ufficiale censito nella cartografia ATA 2012-2013, dove risulta evidente quanto sopra rappresentato (**Cfr. Tav. 12**).

Dal punto di vista delle condizioni di permeabilità dell'area è stata eseguita una suddivisione in complessi idrogeologici, in relazione alla varietà dei termini costituenti le varie successioni stratigrafiche ed alla frequente variabilità degli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all'interno delle singole unità che compongono tali successioni.

In tal senso sono stati riconosciuti:

Terreni mediamente permeabili.

Sono litologie essenzialmente caratterizzate da permeabilità primaria medio-alta e da una modesta permeabilità per fessurazione; quest'ultima tipologia di permeabilità si presenta quando il terreno ha consistenza litoide ed è stato sottoposto a stress tettonici. Nei terreni mediamente permeabili, la circolazione idrica è affidata essenzialmente alla porosità degli strati e, in misura minore, all'eventuale rete di fessurazione. I terreni sopraccitati costituiscono acquiferi di potenzialità notevoli, quali quello calcarenitico-sabbioso ed i depositi alluvionali.

Terreni poco permeabili.

Trattasi di terreni caratterizzati da permeabilità per fessurazione e/o per porosità molto bassa; essi sono rappresentati dalle formazioni eterogenee costituite da alternanze più o meno irregolari

di livelli più permeabili e livelli poco permeabili o impermeabili (Fm. Marnoso-Arenacea della Valle del Belice). In questa categoria, la circolazione idrica si esplica essenzialmente in corrispondenza dei livelli permeabili sebbene attraverso la rete di fessurazione possa instaurarsi una comunicazione fra i vari livelli acquiferi sovrapposti; tali falde acquifere sono caratterizzate da potenzialità e soggiacenze molto variabili, essenzialmente legate alle condizioni litologico-stratigrafiche e granulometriche della sequenza stratigrafica. Nei terreni poco permeabili si possono includere anche i calcari marnosi e le marne plioceniche (Trubi).

Terreni impermeabili.

Essi sono rappresentati dalle litologie nelle quali si verifica una circolazione idrica in pratica trascurabile e che, per tali caratteristiche, fungono da substrato alle falde acquifere. In questa categoria si identificano tutte le facies costituite da una frazione argillosa prevalente; in particolare, nell'area in esame, esse sono rappresentate dalle argille della Fm. di Cozzo Terravecchia.

Al fine di mantenere inalterato la naturale capacità di assorbimento delle acque meteoriche da parte dei terreni, occorrerà limitare la realizzazione di superfici impermeabili quali a titolo esemplificativo il manto di copertura della viabilità interna, delle piazzole, utilizzando materiale con misto granulometrico opportunamente classato che garantirà un grado di permeabilità idonea. Con tali accorgimenti le acque piovane verranno assorbite nel terreno in modo naturale in tutta l'area, non alterandone il coefficiente di permeabilità e le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche. La creazione di fasce vegetali di rinaturazione e la messa a dimora di colture tra le strighe avranno effetti benefici sulla mitigazione di fenomeni quali splash erosion e rill erosion che concorrono in maniera determinate al "Consumo del Suolo" e "al rischio desertificazione". Tali aspetti mitigativi, unitamente alle soluzioni tecniche prescritte nella relazione agronomica, avranno effetti positivi anche sull'applicazione del principio di invarianza idraulica, grazie ad una diminuzione dei valori di coefficienti di deflusso meteorico ed un miglioramento dei valori di infiltrazione efficace e di ritenzione idrica non incrementando, dunque, le portate di deflusso verso i corpi idrici ricettori rispetto ai valori preesistenti. Dal punto di vista idraulico, l'area oggetto di intervento non ricade in aree vincolate come si evince dalla cartografia allegata al PAI Sicilia, attualmente presente nel portale dedicato.

7 CLASSIFICAZIONE SISMICA

7.1 CENNI SULLA STORIA SISMICA DEL TERRITORIO

Il reticolo di punti che permette di valutare la pericolosità sismica di base è frutto sia dello studio delle sorgenti e delle strutture sismogenetiche sul territorio italiano, sia dell'analisi storica dei terremoti. La figura 7.1 mostra la mappa delle sorgenti e strutture sismiche per l'intero territorio siciliano presenti nel database DISS 3.2.1, sviluppato all'interno del progetto nazionale S2 è frutto della collaborazione tra il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile (DNPC) e l'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV); il database è liberamente consultabile in formato web-Gis all'indirizzo web: <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>.

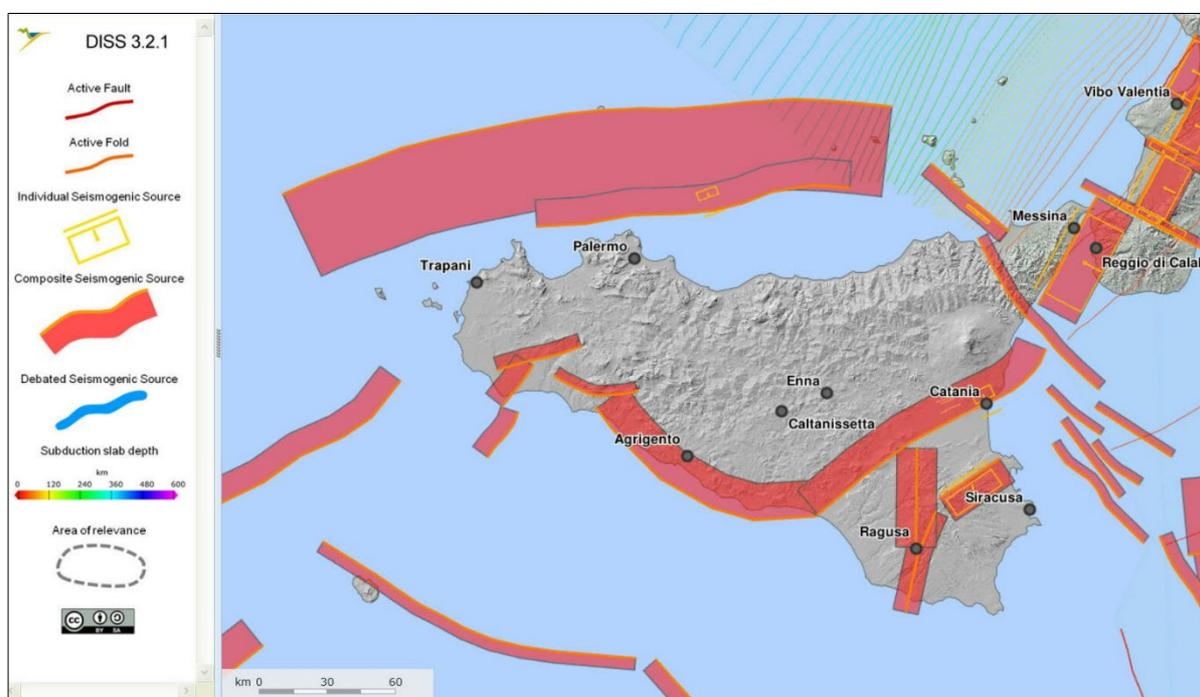


Fig. 7.1: Sorgenti sismogenetiche Sicilia. Fonte INGV.

Dal sito stesso dell'INGV è possibile sfogliare il database sui terremoti storici presenti sul territorio italiano (aggiornato alla versione DBMI15) consultabile all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>.

Dall'interrogazione del database è possibile valutare la serie dei principali terremoti che hanno interessato in passato il territorio Comunale con *Intensità* maggiore di 2.

i risultati sono riportati nelle figure 7.2 e 7.3.

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 53,97 MW (45 MW in immissione) con annesso SdA della potenza di 10 MW e 80 MWh di capacità e opere connesse, denominato "Grillo" da realizzarsi nei comuni di Mazara del Vallo (TP) e Marsala (TP)



Mazara del Vallo



PlaceID IT_66236
 Coordinate (lat, lon) 37.656, 12.596
 Comune (ISTAT 2015) Mazara del Vallo
 Provincia Trapani
 Regione Sicilia
 Numero di eventi riportati 14

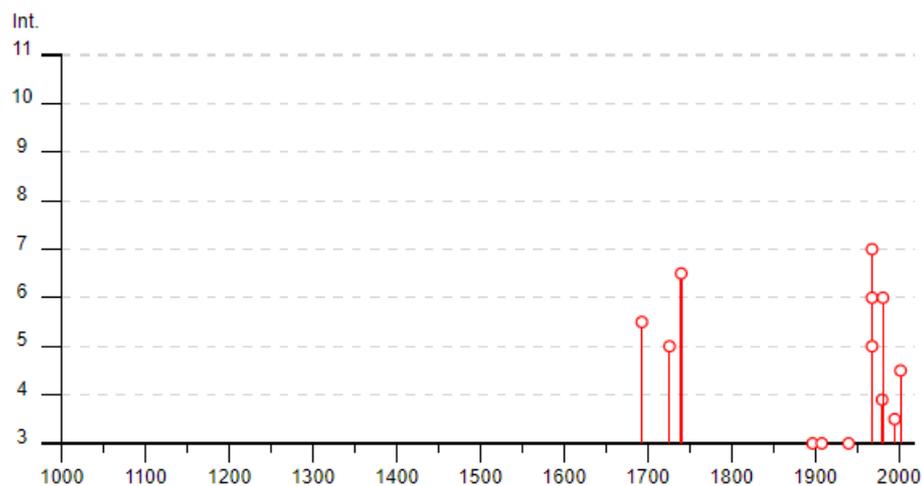


Fig. 7.2: Principali eventi sismici sul territorio comunale intensità/anno. Fonte INGV

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11 7.32
5	1726	09	01	21	55		Tirreno meridionale	8	7-8 5.48
6-7	1740	06	13				Stretto di Sicilia	3	6-7 4.86
3	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5 4.52
3	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11 7.10
NF	1910	01	25	08	27		Tirreno meridionale	34	5 4.48
3	1940	01	15	13	19	2	Tirreno meridionale	60	7-8 5.29
7	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10 6.41
6	1968	01	25	09	56	4	Valle del Belice	32	8 5.37
5	1968	02	12	16	26	0	Valle del Belice	14	6 4.66
F	1980	05	28	19	51	2	Tirreno meridionale	44	5-6 5.66
6	1981	06	07	13	00	5	Mazara del Vallo	50	6 4.93
3-4	1995	05	29	06	52	2	Isole Egadi	45	5 4.78
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6 5.92

Fig. 7.3: Principali eventi sismici sul territorio comunale in epoca storica. Fonte INGV

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 53,97 MW (45 MW in immissione) con annesso SdA della potenza di 10 MW e 80 MWh di capacità e opere connesse, denominato "Grillo" da realizzarsi nei comuni di Mazara del Vallo (TP) e Marsala (TP)



L'evento più significativo a tutt'oggi risulta quello del 11 Gennaio 1693, con epicentro nella Sicilia Sud Orientale, e con un'intensità sul territorio comunale (I_0 - scala MCS) valutata in 11.

Per l'accelerazione orizzontale di picco a_g attesa (in riferimento ad un suolo di categoria A con periodo di ritorno di 475) all'indirizzo web: <http://esse1-gis.mi.ingv.it> è disponibile una funzione che, consentendo la disaggregazione dei dati, permette di ottenere i valori della *Magnitudo* (M) e della *Distanza* (R) del Terremoto di riferimento atteso (in senso probabilistico). Dall'interrogazione web-gis emergono valori di 5.21 per la magnitudo e di 35.6 km per la distanza.

Nelle figure 7.4 e 7.5 sono riportati i risultati completi dell'interrogazione; si evidenziano nell'area valori di a_g compresi tra 0,050g e 0,075g, quindi in linea con l'intervallo previsto dall'O.P.C.M. 3274/03.

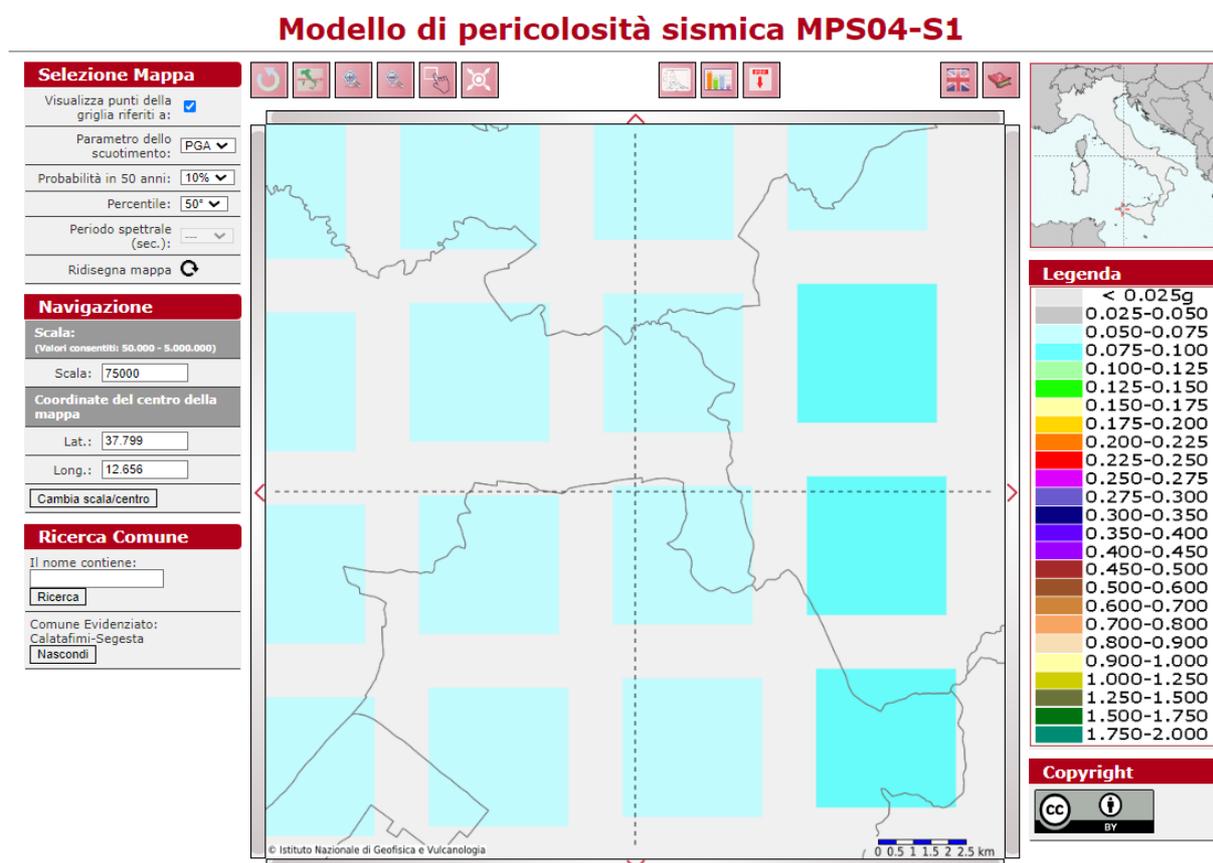


Fig. 7.4: Griglia per la valutazione dei valori di a_g sul territorio. Fonte INGV.

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 37.782 lon. 12.671 - id 46718)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	4.7400	12.6000	11.4000	8.3700	1.2700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	3.0700	9.7800	11.0000	9.7000	1.6300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	1.0900	4.2300	5.6800	5.8300	1.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.2090	1.1300	1.5800	1.6000	0.2920	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0112	0.3820	0.6580	0.6350	0.1090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0883	0.3050	0.3430	0.0622	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0121	0.1450	0.2060	0.0403	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0001	0.0594	0.1240	0.0262	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0211	0.0774	0.0180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054	0.0465	0.0121	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0267	0.0083	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0135	0.0055	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0025	0.0022	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0017	0.0119	0.0277	0.0076	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0238	0.0611	0.0171	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0263	0.0768	0.0222	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.21	35.6	1.16

Fig. 7.5: Tabella dei valori di disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

7.2 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base rappresenta, sostanzialmente, la probabilità che un evento sismico si verifichi in una determinata area per un determinato periodo di tempo con una data intensità, ovvero la previsione probabilistica dello scuotimento del suolo in un sito con riferimento ad un terremoto standard di riferimento; in pratica fornisce i valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo (*PGA* - peak ground acceleration) riferite ad una situazione ideale con suolo rigido ed omogeneo ($V_s > 800$ m/s; categoria A nelle NTC 18). Già con l'ordinanza O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 l'intero territorio italiano era stato riclassificato con l'individuazione di 4 categorie sismiche in funzione dei valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo riferite a suolo rigido ed omogeneo ($V_s > 800$ m/s) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e con periodo di ritorno di 495 anni. In riferimento a tale macrozonazione sismica l'area in esame ricade in zona 2, ovvero "Zona dove possono verificarsi forti terremoti" con un'accelerazione orizzontale massima pari a $a_g=0,25g$ e con una probabilità

di superamento del 10% in 50 anni che risulta $0,15 \leq a_g \leq 0,25g$.

Nella nuova normativa, invece, poiché l'azione sismica viene definita facendo riferimento ad un reticolo i cui punti sono riportati in termini di latitudine e longitudine, di fatto può presentare una discreta variabilità anche all'interno di uno stesso territorio molto ristretto; più nello specifico l'azione sismica viene definita in funzione dei parametri (a_g , F_o , T_c^*) che, secondo differenti tempi di ritorno (T_R), definiscono le forme spettrali e quindi la "pericolosità sismica di base" che assieme al fattore suolo (S), legato agli effetti di amplificazione locale (stratigrafica e topografica), andrà in definitiva a caratterizzare la "risposta sismica locale".

In riferimento al vigente D.M. 17/01/2018, pertanto, al fine di ricavare i parametri di riferimento per l'azione sismica di base, si devono, innanzitutto, individuare le *coordinate di sito* tramite rilevatore satellitare WGS 84 - ETRF89.

Con riferimento al vigente D.M. 17/01/2018 al fine di ricavare i parametri di riferimento per l'azione sismica di base sono state innanzitutto individuate le coordinate di sito tramite rilevatore satellitare (WGS 84) che risultano:

Lat: 37.798862°

Long: 12.656184°

Tali coordinate sono state poi convertite al *datum ED50* mediante la procedura on-line fornita dal sito della geostru (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018>), ottenendo i seguenti valori:

Lat: 37.799933°

Long: 12.657053°

A partire da queste ultime coordinate sono stati ricavati i parametri a_g , F_o , T_c^* per i vari periodi di ritorno T_R associati a ciascun *Stato Limite*, ipotizzando come tipologia un'opera ordinaria con $V_N = 50$ anni e classe d'uso I (*Presenza occasionale di persone, edifici agricoli*); risulta:

STATO LIMITE	T _R (anni)	A _g (g)	F _o (-)	T _c [*] (s)
SLO	30	0.019	2.481	0.145
SLD	35	0.021	2.470	0.158
SLV	332	0.057	2.533	0.298
SLC	682	0.074	2.584	0.324

7.3 PERICOLOSITA' LOCALE

La Pericolosità sismica locale, rappresenta una valutazione, a scala di dettaglio, delle variazioni della pericolosità sismica di base per effetto delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito specifico (condizioni locali). È ormai cosa acclarata e confermata da innumerevoli studi, che la struttura geologica sovrastante il bedrock assume un ruolo determinante nella modifica del treno di onde sismiche con *fenomeni di amplificazione* o di smorzamento; sicché, ad esempio, quando si passa dal bedrock rigido ad un terreno più superficiale con minore rigidità (variazione di *impedenza*) le onde sismiche subiscono un rallentamento e, per la legge della conservazione dell'energia, la loro ampiezza aumenta. Ne consegue un'amplificazione del moto sismico con danni all'edificato superiori rispetto ad aree circostanti poggianti su un terreno di copertura più rigido.

Citando la casistica espressa nelle varie circolari A.R.T.A. relative ai piani di revisione dei PRG, situazioni che portano ad una amplificazione dell'azione sismica sono legate per esempio a *zone di ciglio* (con H>10 mt), *zone di cresta rocciosa* o di dorsale, *aree di fondovalle con presenza di alluvioni incoerenti*, zone pedemontane di *falda di detrito*, zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse o zone con *terreni di fondazione particolarmente scadenti*; oltre a questa casistica vengono ugualmente prese in considerazione quelle situazioni che possono portare all'accentuazione di fenomeni di instabilità già in atto in occasione di eventi sismici quali zone caratterizzate da movimenti *franosì quiescenti* o *zone con elevata acclività associate a copertura detritica* o ancora ammassi rocciosi con acclività > 50% ed una giacitura sfavorevole degli strati.

In fase di progettazione esecutiva la risposta sismica locale viene valutata o mediante analisi specifiche, come indicate al paragrafo 7.11.3 delle NTC 2018 o facendo riferimento alla procedura semplificata (qui utilizzata per la progettazione definitiva) descritta al paragrafo 7.3.

7.4 SISMOSTRATIGRAFIA DI DETTAGLIO E RISULTATI DELLE INDAGINI MASW

Il piano di indagini in fase di progettazione definitiva ha previsto la realizzazione, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del D.M. 17/01/2018, la realizzazione di n°1 stendimenti per indagine di sismica per indagini di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) effettuata in area prossimale al sito in progetto al fine di valutare sia la stratigrafia del sito e ricavare il parametro V_{Seq} .

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 6 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati con i relativi valori di velocità delle onde S.

Strato n°1: $V_s = 153.4$ m/s; spessore medio 5.02 metri.

Strato n°2: $V_s = 246.6$ m/s; spessore medio 20.82 metri.

Strato n°3: $V_s = 796.4$ m/s; spessore medio oo metri.

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, $V_{S,eq} = 245.18$ m/s, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile **come sottosuolo di tipo C** e **Categoria Topografica T1** per il sito in progetto. Le indagini geofisiche eseguite, hanno consentito, dunque, di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde di taglio al fine di valutare il valore del parametro V_{Seq} e quindi stabilire la categoria di appartenenza del sottosuolo come da D.M. 17/01/2018. Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato; successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, richiamata dal DM 17/01/2018, è stato possibile classificare tali terreni.

Lo studio sugli effetti di sito è un aspetto fondamentale nella valutazione e mitigazione del rischio sismico. Tale studio si effettua in termini di risposta sismica locale, partendo dal concetto di amplificazione del moto sismico che si origina dal basamento roccioso (definito bedrock sismico) e che si propaga all'interno di un deposito sino a raggiungere la superficie. Valutare questi effetti non è sempre del tutto facile anche perché, in molti casi, l'amplificazione è dovuta ai cosiddetti

fenomeni di risonanza nei terreni stratificati posti al di sopra del bedrock, di riflessione e rifrazione delle onde sismiche nelle interfacce di discontinuità e tra mezzi a diversa densità, dove le onde vengono per così dire “intrappolate” e successivamente trasmesse allo strato più superficiale generando così onde di tipo Love e di Rayleigh. A questi, poi, si aggiunge l’effetto di focalizzazione del raggio sismico nelle zone morfologicamente più acclive.

Sul territorio italiano la valutazione degli effetti della risposta sismica locale viene fatta sulla base delle vigenti norme tecniche per le costruzioni pubblicate in GU n.42 del 20/02/2018 - Suppl. Ordinario n. 8. In particolare per situazioni riconducibili alle categorie definite in Tab. 3.2.II di cui al § 3.2.2 si può fare riferimento ad un approccio semplificato basato sui valori di velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s , che costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo di cui al § 6.2.2. In tal caso si calcola la velocità equivalente con la seguente espressione:

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

con: h_i = Spessore in metri dello strato i -esimo (in m), V_s = Velocità dell'onda di taglio i -esimo strato, N = Numero di strati, H = profondità del substrato sismico (in m), definito come quella formazione, costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

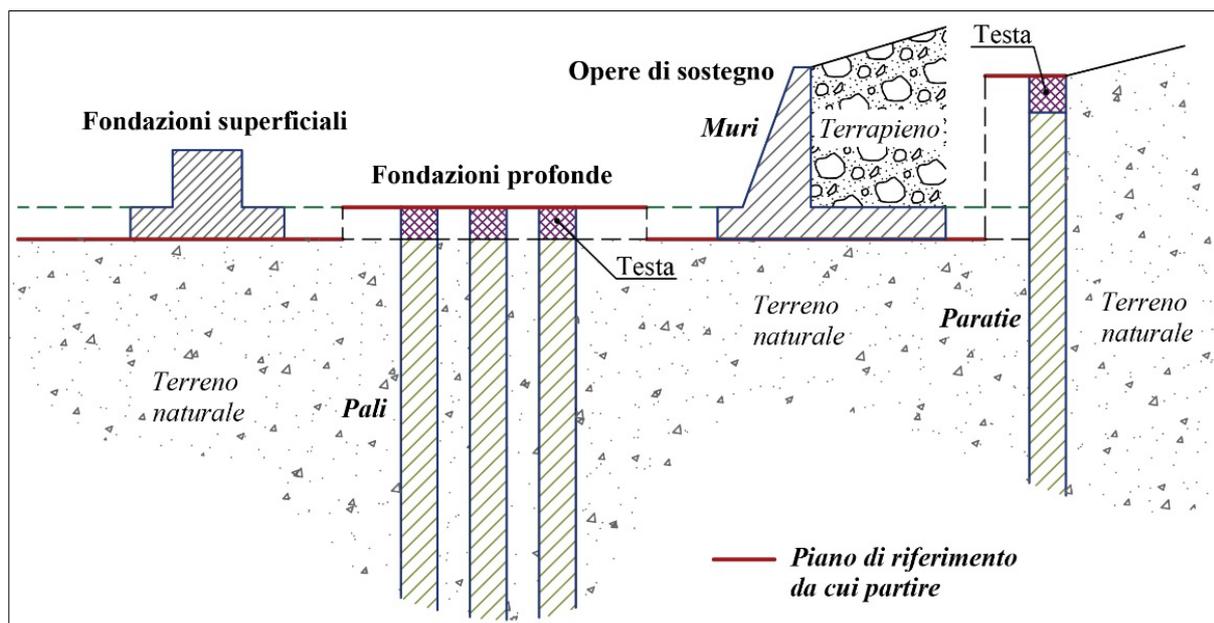


Figura 7.4.1: Schemi di riferimento richiamati al § 3.2.2 delle NTC 2018.

Mentre per tutti quei casi non rientranti è richiesta una specifica analisi della risposta sismica locale, così come previsto al § 7.11.3.

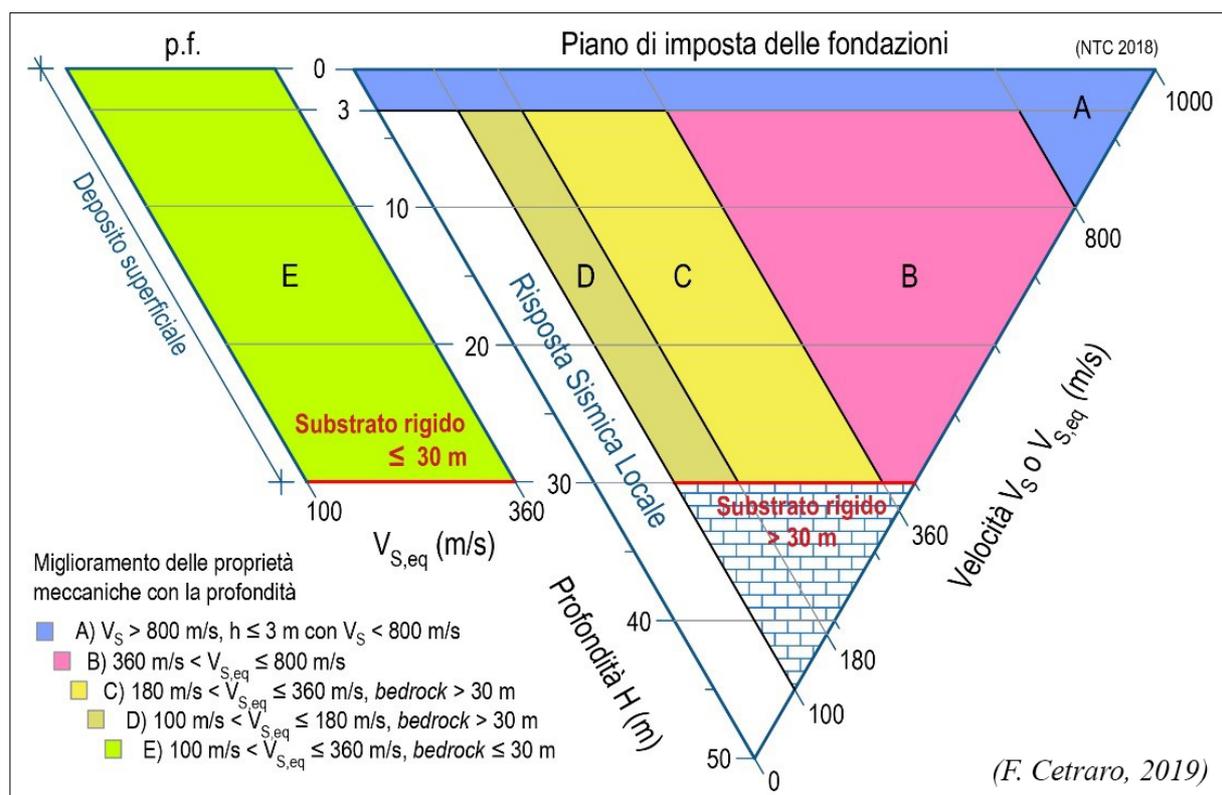


Figura 7.4.2: Diagramma categorie di sottosuolo secondo i riferimenti del § 3.2.2 delle NTC 2018.

8 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

In questo capitolo vengono analizzate le caratteristiche fisico-meccaniche della litofacies che caratterizzeranno il sedime di fondazione dell'area oggetto di studio.

Per le valutazioni geotecniche, riguardanti l'area oggetto di studio, si è fatto riferimento ai risultati di una campagna di prove penetrometriche dinamiche medie, effettuate dallo scrivente all'interno del sito in progetto.

Questa fase del lavoro ha consentito di indagare sia le unità di copertura che il substrato. Tutti i dati ottenuti hanno permesso di effettuare una ricostruzione della litostratigrafia dell'area e di creare dei modelli rappresentativi, corredati dai parametri geotecnici medi indicativi.

Occorre tuttavia considerare che la natura geologica dei terreni indagati, mostra una spiccata variabilità litologica.

Si riportano, alcuni parametri derivanti da prove geotecniche in situ che comprendono, anche, dei valori di angolo d'attrito in ragione di una componente incoerente che, a luoghi, potrebbe essere rilevante, incidendo sul comportamento geomeccanico (**Cfr. Carta Litotecnica**).

In particolare l'impinato agrovoltaico, la sottostazione ed il cavidotto ricadono all'interno di quattro unità litotecniche che sono state definite secondo quanto definito dall'allegato D della Circolare 3/ DRA del 20.06.2014. In particolare vengono catalogati in due insiemi, in cui il primo comprende i litotipi che costituiscono il substrato e l'altro quelli che caratterizzano i terreni di copertura.

COPERTURA

UNITA' A – COMPLESSO ALLUVIONALE (F1)

Trattasi di Depositi sciolti a grana medio-grossa di materiali eterogenei ed eterometrici, in matrice da argillosa a sabbiosa, localmente a grossi blocchi, a luoghi stabilizzati o senza indizi di evoluzione in atto. L'unità litotecnica appartiene alla categoria **F1** ovvero sedimenti sciolti a grana grossa con elementi litici a spigoli vivi. Per tale litotipo è possibile attribuire le seguenti caratteristiche geotecniche medie indicative:

$$C' \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 0$$

$$\Phi = 22^\circ\text{-}23^\circ$$

$$\gamma \text{ (t/m}^3\text{)} = 1,7$$

UNITA' B – Depositi Eluviali (G1C)

Depositi eluviali e colluviali costituiti da ghiaie, sabbie e limi variamente frammisti, spesso pedogenizzati. Sedimenti a grana medio fine, sabbie sciolte inglobanti frammenti spigolosi o arrotondati.

$$C' \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 0 \qquad \Phi = 23^\circ\text{-}24^\circ \qquad \gamma \text{ (t/m}^3\text{)} = 1,7$$

SUBSTRATO

UNITA' C – Depositi Marnosi (B4)

Marne e argille marnose di colore binaco crema, superiormente più compatta, scarsamente fossilifera. Questa unità litotecnica può essere classificata nella categoria di copertura B4 Successioni con alternanza di litotipi diversi (Argille e Rocce calcaree) con prevalenza della porzione argillosa. Per tale litotipo è possibile attribuire le seguenti caratteristiche geotecniche

$$C' \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 0 \qquad \Phi = 26^\circ\text{-}30^\circ \qquad \gamma \text{ (t/m}^3\text{)} = 1,7\text{-}1,8$$

UNITA' D – Formazione Cozzo Terravecchia (C2.2)

Successione conglomeratico-sabbiosa a medio grado di cementazione a prevalente componente conglomeratica (TRV-1).

$$C' \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 0,7\text{-}1,3 \qquad \Phi = 26^\circ \qquad \gamma \text{ (t/m}^3\text{)} = 1,9\text{-}2,1$$

Pertanto per una preliminare valutazione, sulla tipologia e dimensionamento delle fondazioni possono essere usati i parametri nominali indicati anche se gli aspetti geotecnici dovranno essere implementati in sede di progettazione esecutiva, attraverso mirate campagne di indagini geognostiche in situ e prove di laboratorio.

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio è stato redatto conformemente ai contenuti tecnici della circolare ARTA 3/DRA del 20/06/2014 ed in ottemperanza al D.M. 17/01/2018.

La finalità dello stesso è stata quella di accertare la compatibilità geomorfologica delle opere in progetto con il territorio in esame, attraverso rilievi geologici di dettaglio estesi ad una fascia perimetrale esterna rispetto a quella di stretto interesse. In fase esecutiva si dovranno prevedere, comunque, un supplemento di indagini, attraverso mirate campagne di indagini geognostiche e prove di laboratorio, al fine di potere approfondire le conoscenze circa le stratigrafie presenti e la caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Alla luce di quanto precedentemente esposto sulle condizioni morfologiche, geologiche, idrogeologiche, meccaniche e sismiche dei terreni di progetto, si ritiene di poter esporre le seguenti considerazioni conclusive:

Analisi Geologica

Sotto il profilo geolitologico, si può affermare che la stratigrafia riscontrata durante i rilievi e dall'interpretazione dei dati derivanti dalle prove sismiche effettuate, in aree limitrofe, evidenziano una stratigrafia costituita da:

Depositi Alluvionali (b):

Si riscontrano all'interno degli alvei fluviali e all'interno dei solchi torrentizi (Torrente Iudeo) di maggiore entità fino ad una profondità massima di 5 – 6 metri. Tali depositi sono prevalentemente incoerenti, costituiti da limi, limi sabbiosi, sabbie, sabbie limose e ghiaie con giacitura sub orizzontale ed assetto lenticolare embriciato. I limi sono costituiti, in prevalenza, da minerali argillosi e sono privi di tessitura; le sabbie, che presentano granulometria variabile da fine a grossa, sono costituite per la maggior parte da elementi quarzosi e calcarei. Le ghiaie sono caratterizzate da clasti arrotondati immersi in una matrice sabbioso-limosa. Il grado di arrotondamento dei clasti è variabile a seconda del materiale di provenienza, la composizione litologica è anch'essa diversa in funzione delle formazioni litologiche affioranti nel bacino, il deposito è privo di cementazione. Tale litotipo ricopre diffusamente l'impianto agrivoltaico, il cavidotto e la stazione lato utente.

Depositi Eluvio Colluviali (b2)

Depositi eluviali e colluviali costituiti da ghiaie, sabbie e limi variamente frammisti, spesso pedogenizzati. Tale litotipo affiora, come ben visibile nell'allegata carta geologica, nella parte centrale dell'impianto. Dai risultati delle indagini sismiche si riscontra al di sotto di un'esigua copertura vegetale (0.8 dal p.c.) fino ad una profondità variabile di circa 2,8 metri dal p.c..

Calcari marnosi e marne "Trubi" (TRB)

Trattasi di marne pelagiche bianche di colore biancastro o beige-verdastro, che in funzione del contenuto di carbonato di calcio possono essere marne calcaree e marne argillose, con strati a maggiore percentuale di calcare o a maggiore percentuale di argilla, litotipo che ricopre in maniera limitata le estreme propaggini

settentrionali dell'area di accumulo. Tale formazione risulta ricoperta da uno strato di terreno agrario con spessori compresi tra 1.0-1.2 m dal p.c..

Analisi Morfologica

Il sito in progetto, si colloca a 12 Km a ovest rispetto il centro abitato di Salemi, in una area sub-pianeggiante intervallata da forme dolci e arrotondate denominati "Timponi".

Dall'analisi della distribuzione delle altimetrie, in un opportuno intorno dell'area in esame, il parco agrivoltaico ricade tra le isoipse di quota 130 metri s.l.m. e 140 metri s.l.m. ed è caratterizzata da una morfologia a debole pendenza che ricade prevalentemente nella classe $< 2^\circ$ con quote degradanti verso sud. L'area risulta caratterizzata da litofacies prevalentemente poco coerenti ed a matrice limo-argillosa. I risultati dei processi erosivi delle acque di ruscellamento superficiale sui terreni di tale natura sono manifestate dalla presenza di un reticolo idrografico piuttosto sviluppato. Gli impluvi presenti, grazie anche alla lieve pendenza riscontrata, presentano un andamento ondulato e fianchi non troppo incisi. Le azioni erosive delle acque di scorrimento superficiale ovviamente sono legate ai cicli stagionali, con intensa attività durante i periodi di forti apporti meteorici. Nell'area ove è prevista la realizzazione del sito in progetto non sono stati rilevati fenomeni morfogenetici attivi e/o situazioni di dissesto in atto o potenziali tale da essere in contrasto con il progetto proposto. A conferma dell'assunto, dalla visione delle cartografie pubblicate dal P.A.I., le aree in progetto, non rientrano tra le aree a rischio di frana o soggette ad alluvionamenti

Analisi Idrogeologica- idraulica

Dal punto di vista idrologico l'area in esame ricade all'interno del bacino del Fiume Mazzaro e nell'area territoriale tra il bacino del Fiume Mazzaro e il bacino del Fiume Arena, nella sua porzione più occidentale quasi al confine con il Bacino del Fiume Birgi. L'asta principale del sottobacino di interesse è rappresentata dal torrente Iudeo che scorre per circa 6,0 km, in direzione nord-sud, a ovest rispetto il sito in progetto. Lo sviluppo asimmetrico della rete idrografica all'interno del sottobacino e senza dubbio influenzato principalmente dalla litologia dell'area e solo secondariamente dalla topografia. Per quanto riguarda gli aspetti delle interferenze con il reticolo idrografico si rappresenta che il layout progettuale è stato concepito secondo le indicazioni e le disposizioni del DSG 189/2020 e del R.D. 523/1904.

Dal punto di vista delle condizioni di permeabilità dell'area è stata eseguita una suddivisione in complessi idrogeologici (cfr. capitolo 6) in relazione alla varietà dei termini costituenti le varie successioni stratigrafiche ed alla frequente variabilità degli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all'interno delle singole unità che compongono tali successioni.

Al fine di mantenere inalterato la naturale capacità di assorbimento delle acque meteoriche da parte dei terreni, occorrerà limitare la realizzazione di superfici impermeabili quali a titolo esemplificativo il manto di copertura della viabilità interna, delle piazzole, utilizzando materiale con misto granulometrico opportunamente classato che garantirà un grado di permeabilità idonea. Con tali accorgimenti le acque piovane verranno assorbite nel terreno in modo naturale in tutta l'area non alterandone il coefficiente di

permeabilità e le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche. La creazione di fasce vegetali di rinaturazione e la messa a dimora di colture tra le strighe avranno effetti benefici sulla mitigazione di fenomeni quali splash erosion e rill erosion che concorrono in maniera determinate al “Consumo del Suolo” e “al rischio desertificazione”. Tali aspetti mitigativi, unitamente alle soluzioni tecniche prescritte nella relazione agronomica, avranno effetti positivi anche sull'applicazione del principio di invarianza idraulica, grazie ad una diminuzione dei valori di coefficienti di deflusso meteorico ed un miglioramento dei valori di infiltrazione efficace e di ritenzione idrica non incrementando, dunque, le portate di deflusso verso i corpi idrici ricettori rispetto ai valori preesistenti. Dal punto di vista idraulico, l'area oggetto di intervento **non ricade** in aree vincolate come si evince dalla cartografia allegata al PAI Sicilia, attualmente presente nel portale dedicato.

Valutazioni litotecniche e Sismicità dell'area

Dal punto di vista litotecnico l'area in progetto è contraddistinta da quattro unità litotecniche (F1, G1C, C2.2 e B4) che sono state definite secondo quanto indicato nell'allegato D della Circolare 3/ DRA del 20.06.2014.

In base ai risultati medi delle indagini sismiche masw eseguite in aree limitrofe, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (ai sensi del D.M. 17/01/2018), il terreno di fondazione rientra nella **categoria di sottosuolo di tipo C e categoria Topografica T1.**

Per una preliminare valutazione, infine, sulla tipologia e dimensionamento delle fondazioni possono essere usati i parametri nominali indicati nel paragrafo dedicato alla caratterizzazione geotecnica. Si rimanda, infine, al progettista incaricato, la valutazione delle tipologie e delle profondità di infissione delle strutture fondali dei trackers dell'impianto fotovoltaico.

Pertanto allo stato attuale delle conoscenze è possibile affermare che l'area in cui è prevista la realizzazione del parco agrivoltaico, del cavidotto e della stazione utente risultano zone stabili scevre da potenziali scenari di pericolosità geologiche, geomorfologiche e sismiche, non essendo stati rilevati, all'atto delle indagini, fenomeni morfogenetici attivi e/o situazioni di dissesto in atto o potenziali, tali da essere in contrasto con il progetto proposto, risultando compatibile con il territorio in esame.

Palermo, Gennaio 2023

IL PROFESSIONISTA
Dott. Geol. Michele Ognibene



REGIONE SICILIA
COMUNI DI MAZARA DEL VALLO (TP) E MARSALA (TP)

PROGETTO

**Impianto Agrivoltaico integrato innovativo denominato "Grillo"
avente potenza d'impianto di 53,97 MW (45 MW in immissione)
con annesso SdA della potenza di 10 MW e 80 MWh di capacità
di accumulo e relative opere connesse
Comuni di Mazara del Vallo (TP) e Marsala (TP)**

TITOLO

Cartografia Relazione Geologica

PROPONENTE



ENGIE GRILLO S.r.l.

Sede legale e Amministrativa:

Via Chiese 72
20126 Milano (MI)
PEC: engiegrillo@legalmail.it

PROGETTISTA



SCM ingegneria S.r.l.
Via Carlo del Croix, 55
Tel.: +39 0831-728955
72022 Latiano (BR)
Mail: info@scmingegneria.com

Dott. Ing. Daniele Cavallo



Scala	Formato Stampa A4	Cod.Elaborato REL16	Rev. 00	Nome File REL16-Relazione Geologica	Foglio 1 di 29
-------	-----------------------------	-------------------------------	-------------------	----------------------------------------	--------------------------

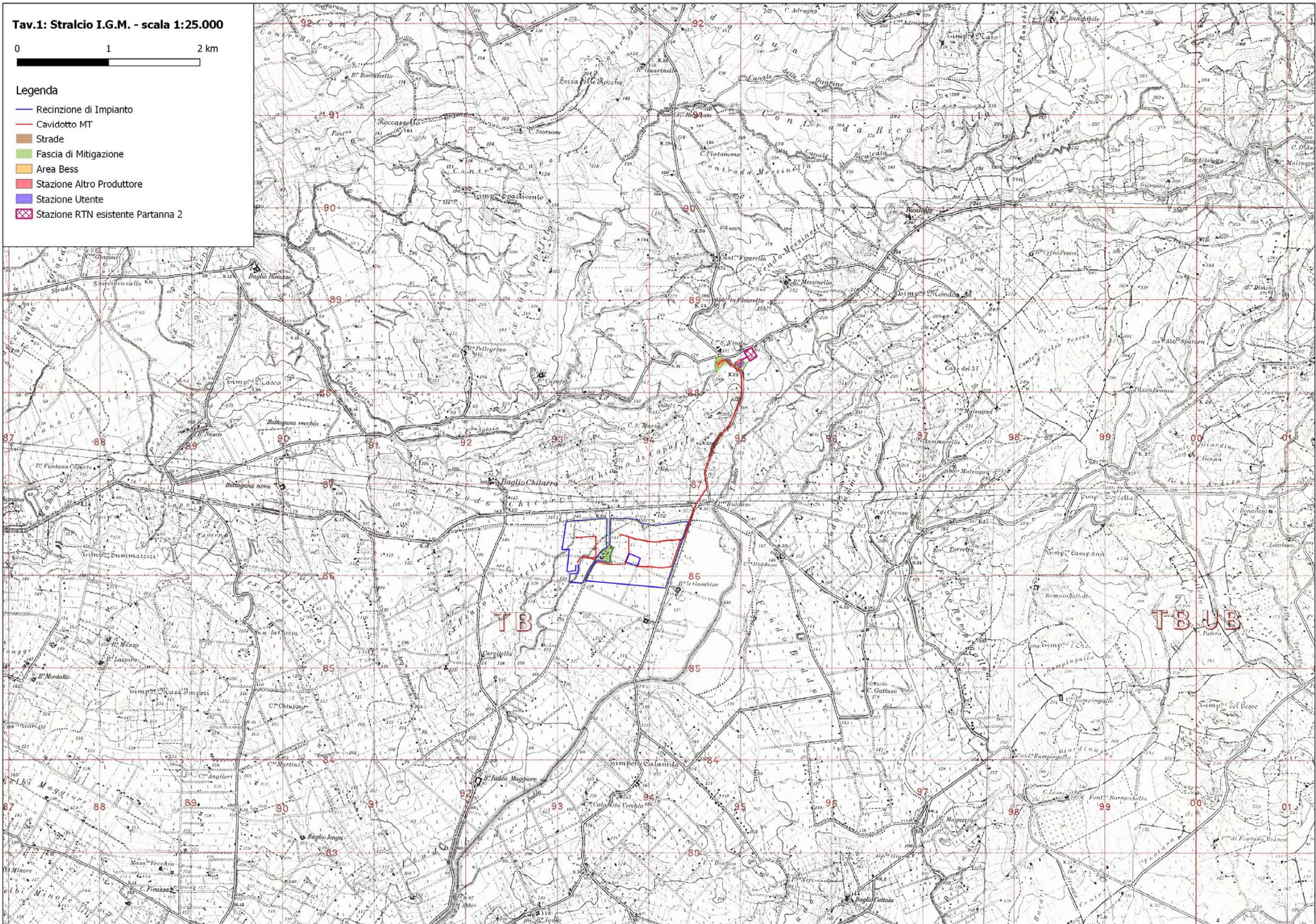
Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	09/02/2023	Progetto definitivo impianto agrivoltaico e opere connesse	M. Ognibene	M. Ognibene	M. Ognibene

Tav.1: Stralcio I.G.M. - scala 1:25.000



Legenda

- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT
- Strade
- Fascia di Mitigazione
- Area Bess
- Stazione Altro Produttore
- Stazione Utente
- ⊠ Stazione RTN esistente Partanna 2

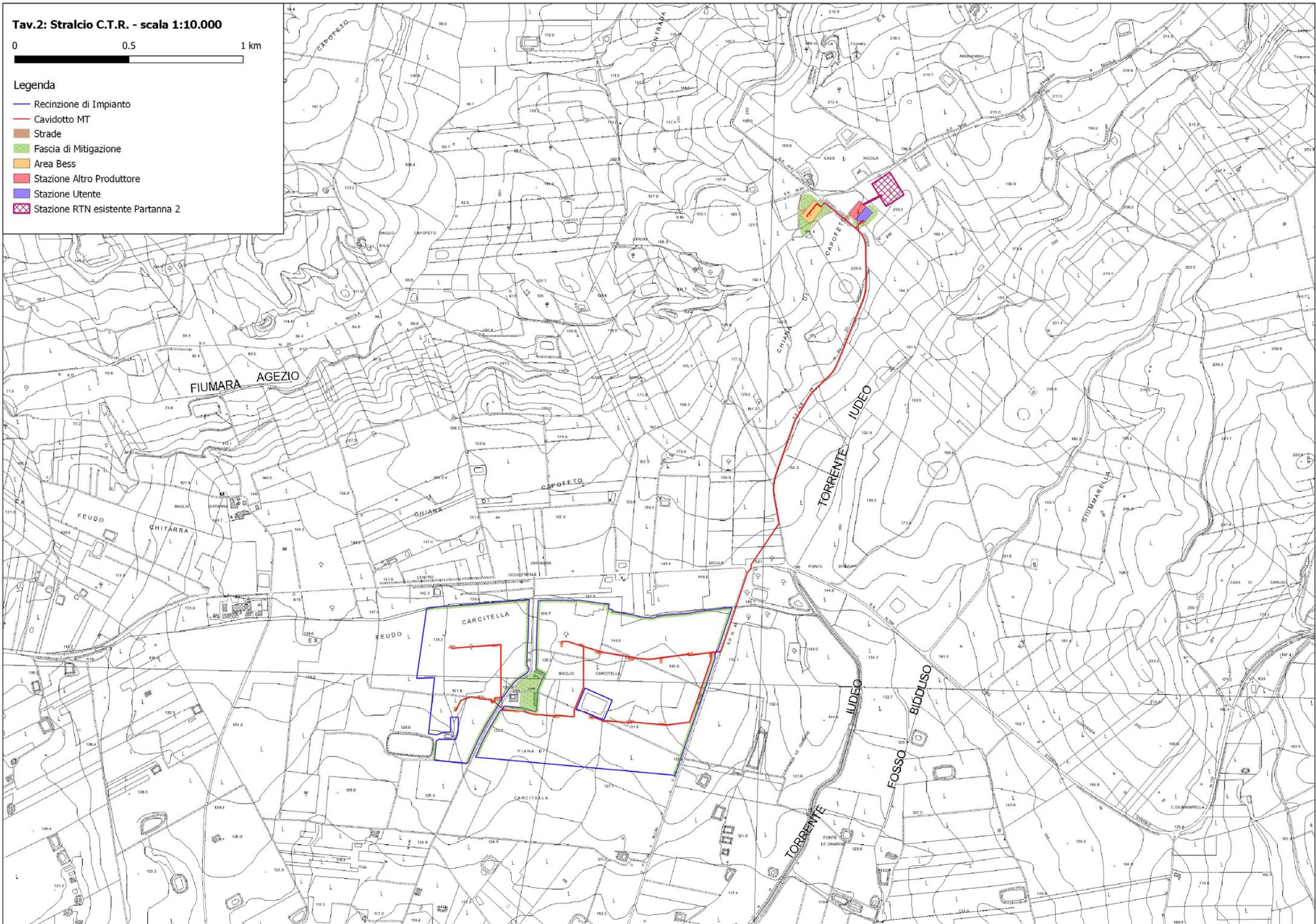


Tav.2: Stralcio C.T.R. - scala 1:10.000



Legenda

- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT
- Strade
- Fascia di Mitigazione
- Area Bess
- Stazione Altro Produttore
- Stazione Utente
- Stazione RTN esistente Partanna 2



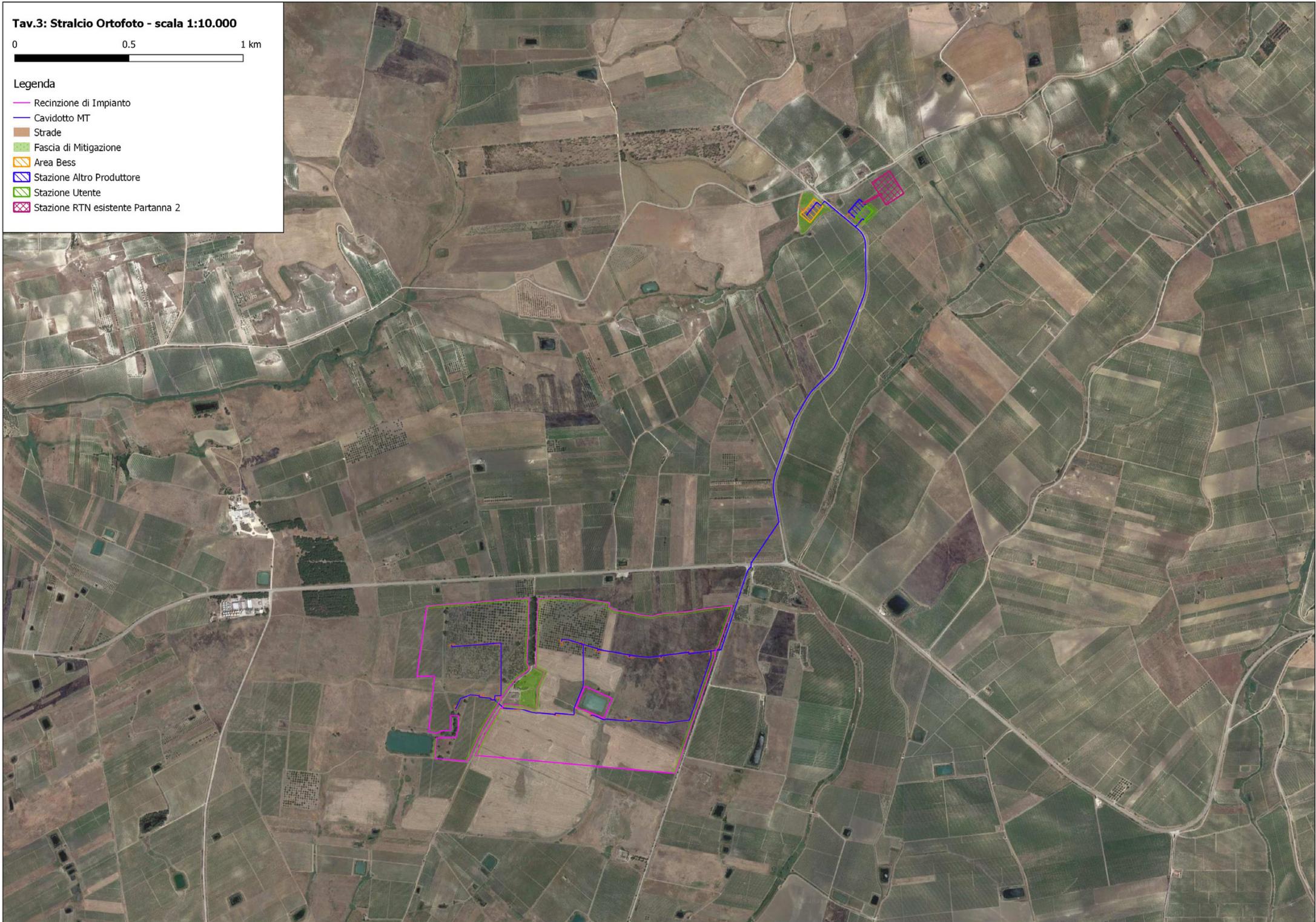
Tav.3: Stralcio Ortofoto - scala 1:10.000

0 0,5 1 km

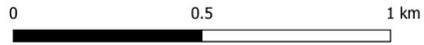


Legenda

- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT
- Strade
- Fascia di Mitigazione
- Area Bess
- Stazione Altro Produttore
- Stazione Utente
- Stazione RTN esistente Partanna 2



Tav.4: Carta Geologica - scala 1:10.000

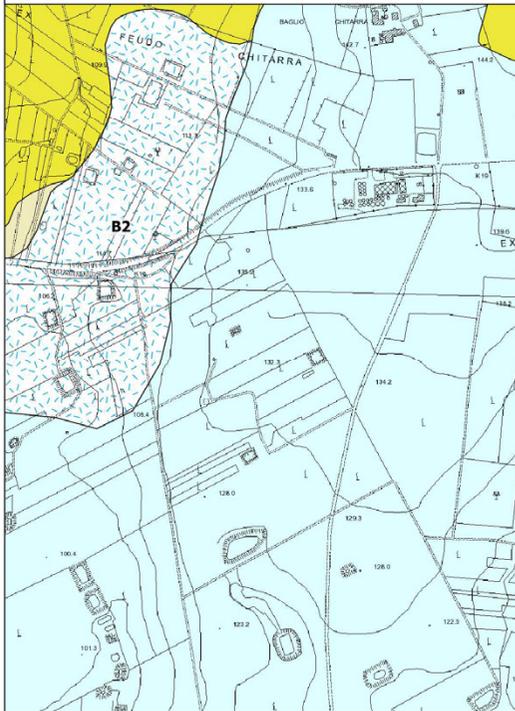
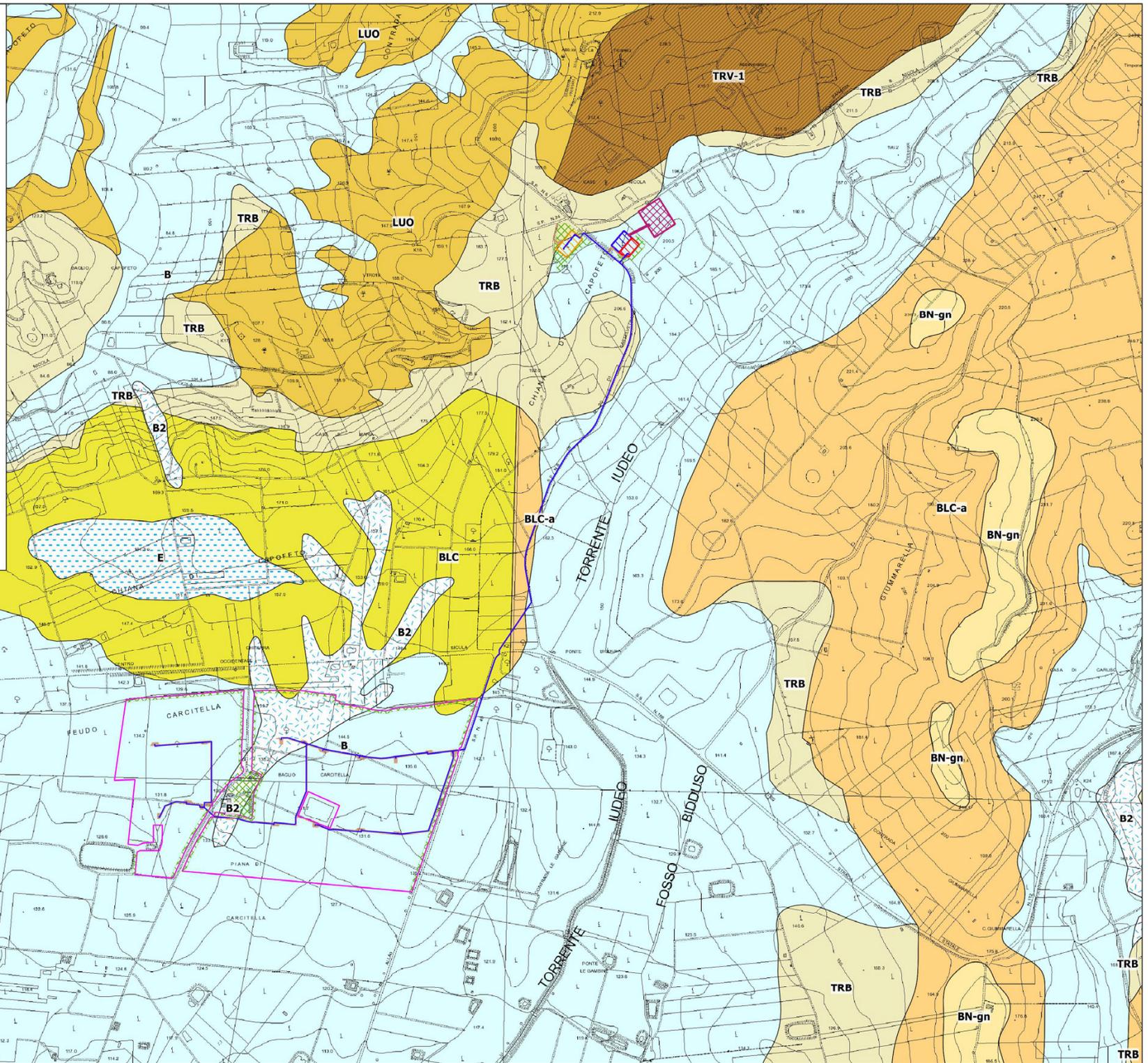


Legenda

- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT
- Strade
- Fascia di Mitigazione poligono
- Area Bess
- Stazione Altro Produttore
- Stazione Utente
- Stazione RTN esistente Partanna 2

Litologie

- B: Sabbie e ghiaie a clasti poligenici ed eterometrici, a grana da media a grossolana.
- B2: Depositi eluviali e colluviali costituiti da ghiaie, sabbie e limi variamente frammiti, spesso pedogenizzati.
- BLC: Argille, argille silteose, marne e marne sabbiose a foraminiferi planctonici.
- BLC-a: Depositi terrigeni gradati, legati a meccanismi deposizionali di correnti di torbida.
- BN-gn: Ghiaie eterometriche e poligeniche brune o giallastre, a clasti prevalentemente arrotondati di 2-20 cm.
- E: Limi e silt a struttura varvata con sporadiche intercalazioni sabbioso-conglomeratiche.
- GPQ: Prevalenti gessi a struttura laminata di colore variabile dal grigio al verde e al rosso.
- LUO: Biocalcareni torbiditiche e calcareniti con glauconite.
- TRB: Marne e calcari marnosi di colore bianco crema.
- TRV-1: Orto e paraconglomerati polimittici grigiastri e giallastri in banchi più o meno cementati.



Tav.5: Tinte Altimetriche - scala 1:10.000

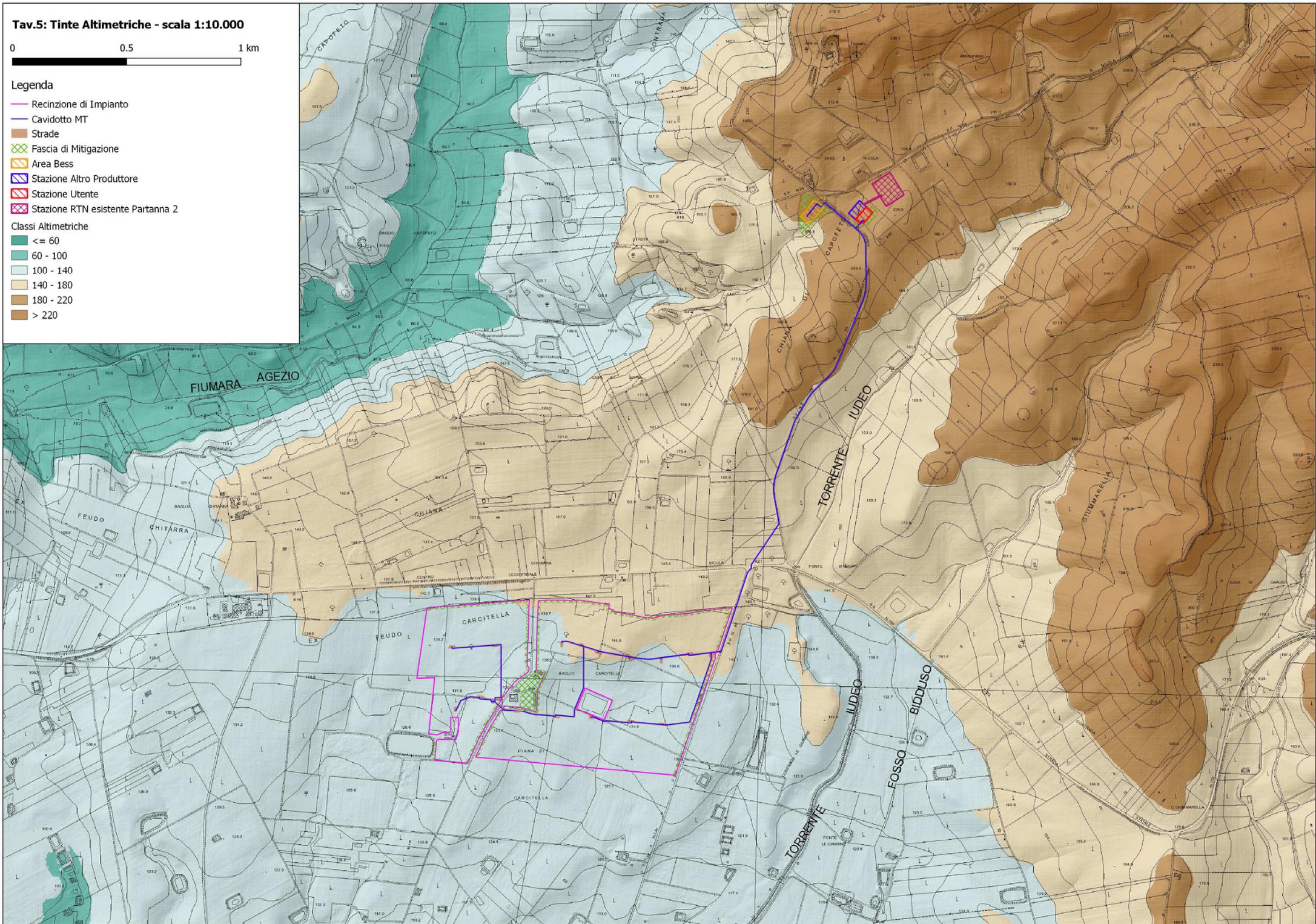
0 0.5 1 km

Legenda

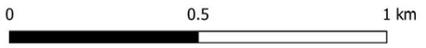
- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT
- Strade
- ▨ Fascia di Mitigazione
- ▨ Area Bess
- ▨ Stazione Altro Produttore
- ▨ Stazione Utente
- ▨ Stazione RTN esistente Partanna 2

Classi Altimetriche

- <= 60
- 60 - 100
- 100 - 140
- 140 - 180
- 180 - 220
- > 220



Tav.6: Carta delle Pendenze - scala 1:10.000

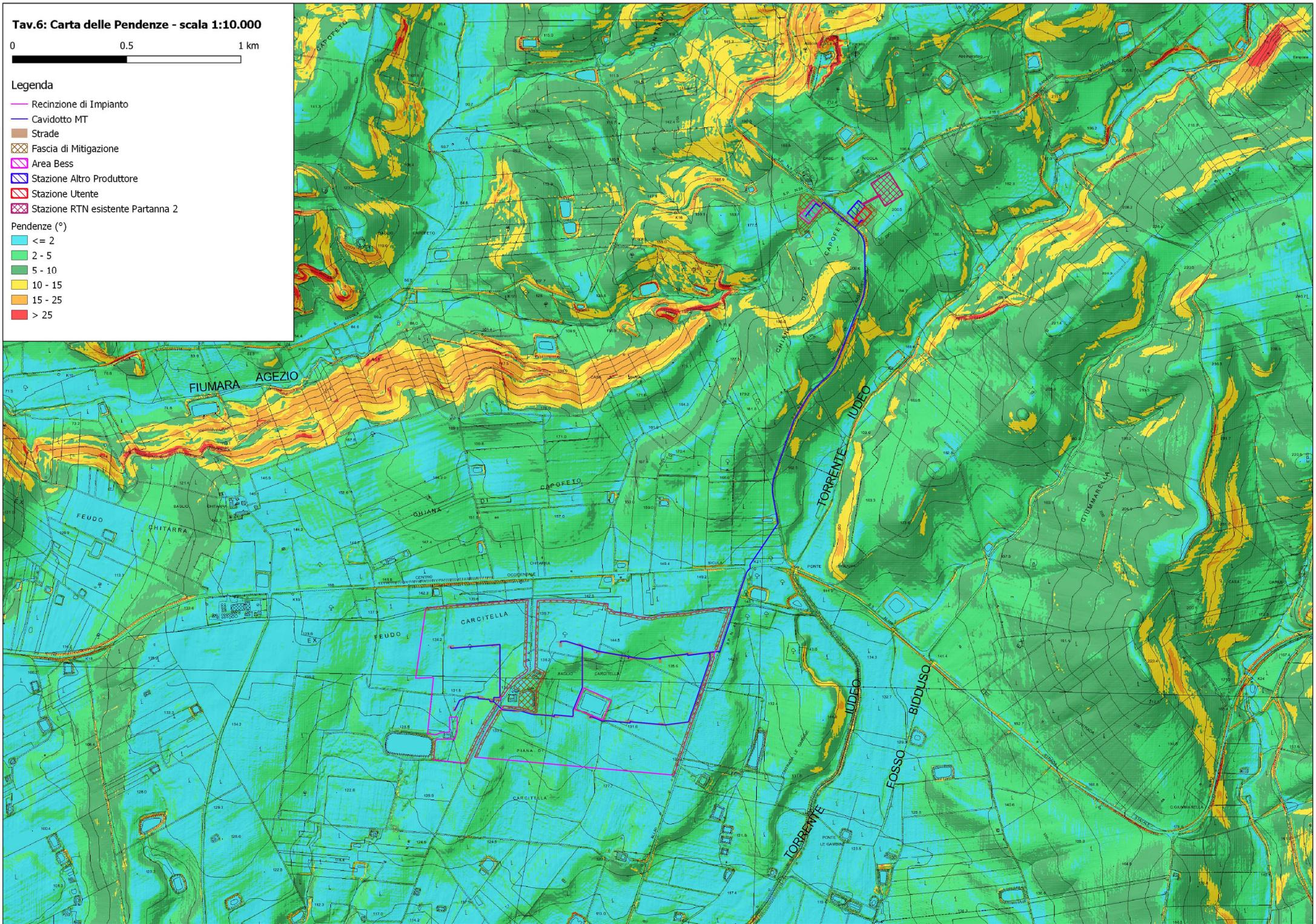


Legenda

-  Recinzione di Impianto
-  Cavidotto MT
-  Strade
-  Fascia di Mitigazione
-  Area Bess
-  Stazione Altro Produttore
-  Stazione Utente
-  Stazione RTN esistente Partanna 2

Pendenze (°)

-  <= 2
-  2 - 5
-  5 - 10
-  10 - 15
-  15 - 25
-  > 25



Tav.7: Stralcio Dissesti PAI - scala 1:10.000

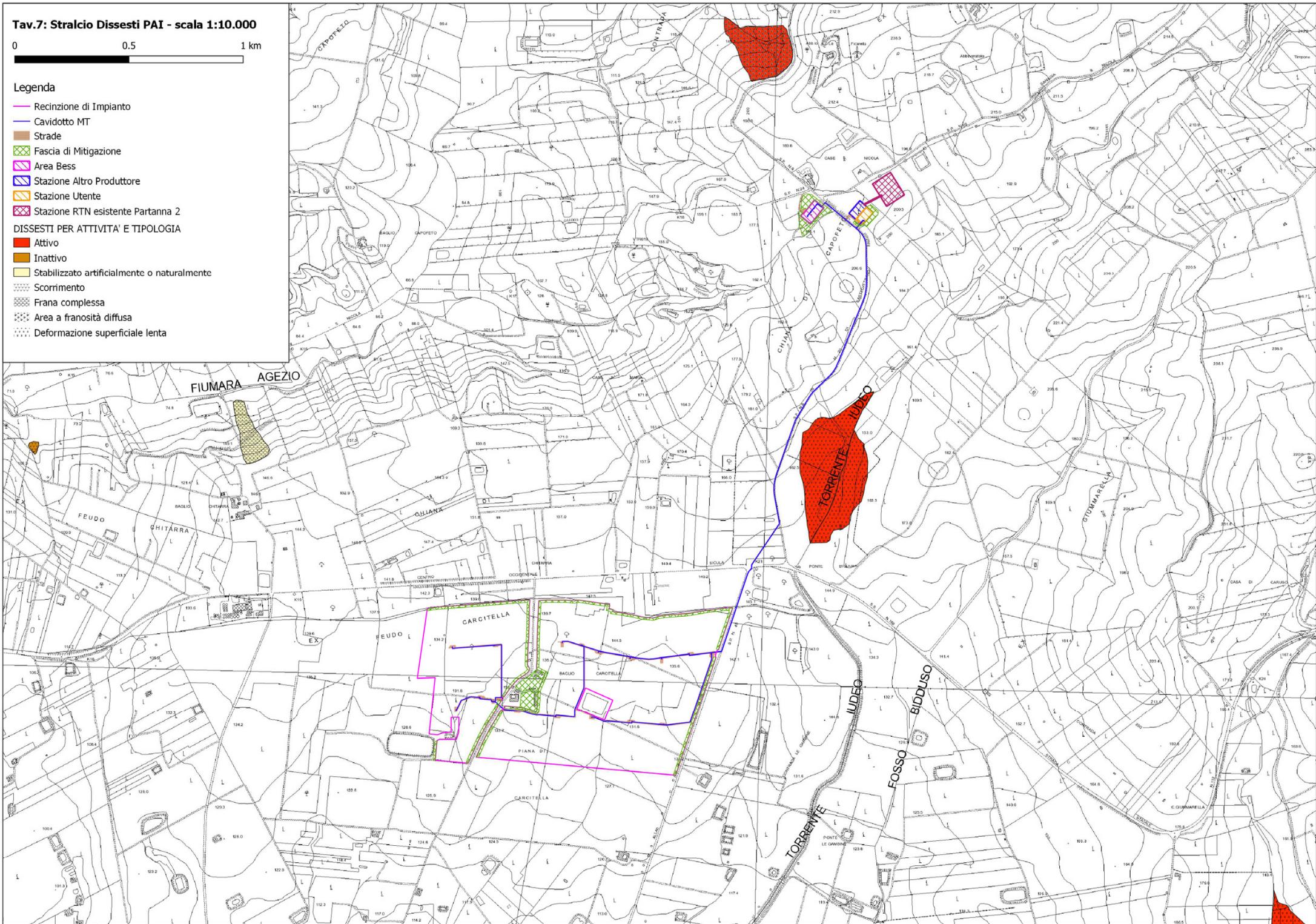


Legenda

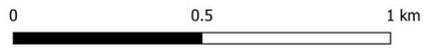
- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT
- Strade
- Fascia di Mitigazione
- Area Bess
- Stazione Altro Produttore
- Stazione Utente
- Stazione RTN esistente Partanna 2

DISSESTI PER ATTIVITA' E TIPOLOGIA

- Attivo
- Inattivo
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente
- Scorrimento
- Frana complessa
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta



Tav.8: Stralcio Pericolosità Geomorfologica PAI - scala 1:10.000

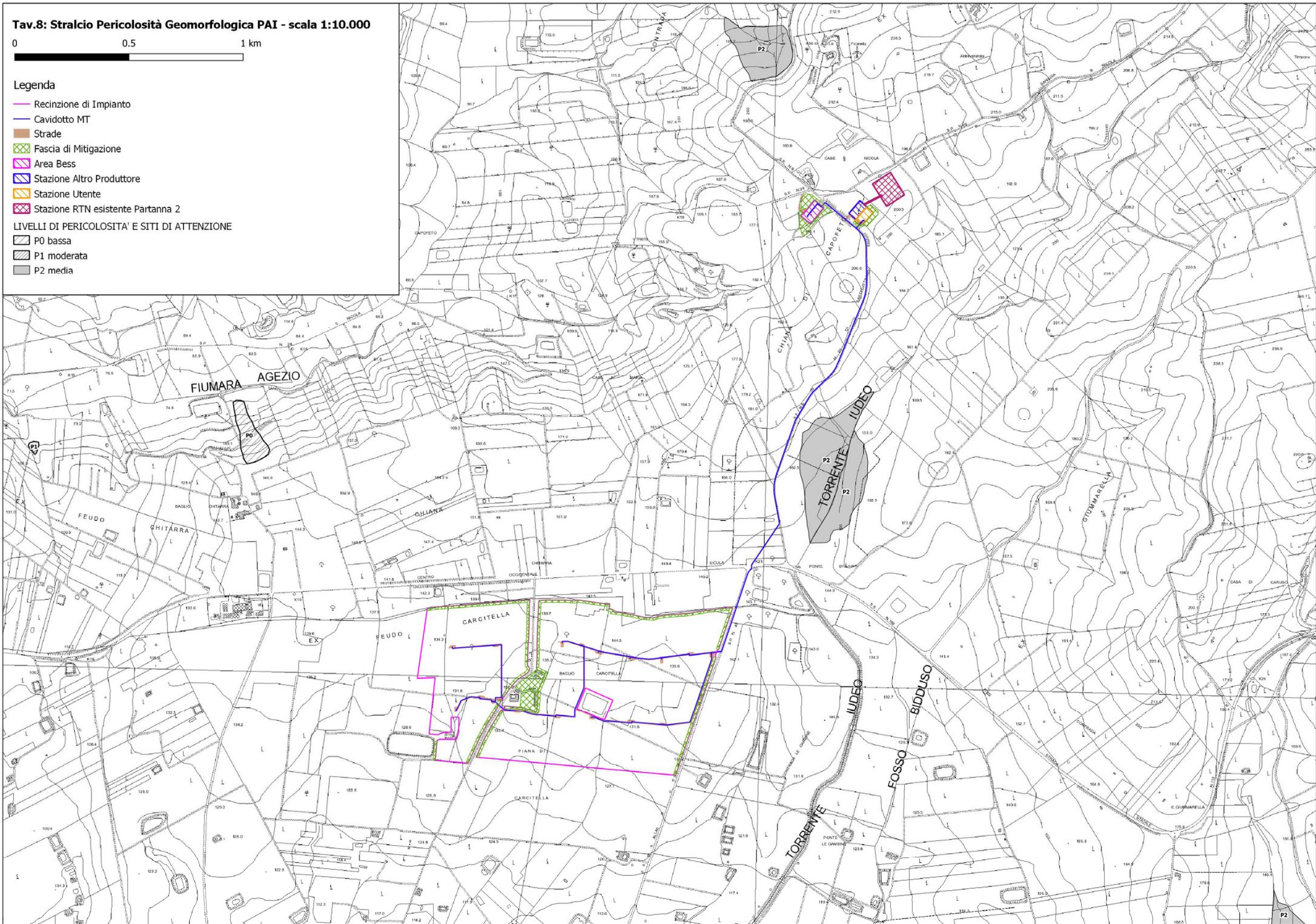


Legenda

-  Recinzione di Impianto
-  Cavidotto MT
-  Strade
-  Fascia di Mitigazione
-  Area Bess
-  Stazione Altro Produttore
-  Stazione Utente
-  Stazione RTN esistente Partanna 2

LIVELLI DI PERICOLOSITA' E SITI DI ATTENZIONE

-  P0 bassa
-  P1 moderata
-  P2 media



Tav.9: Stralcio Rischio Geomorfologico PAI - scala 1:10.000

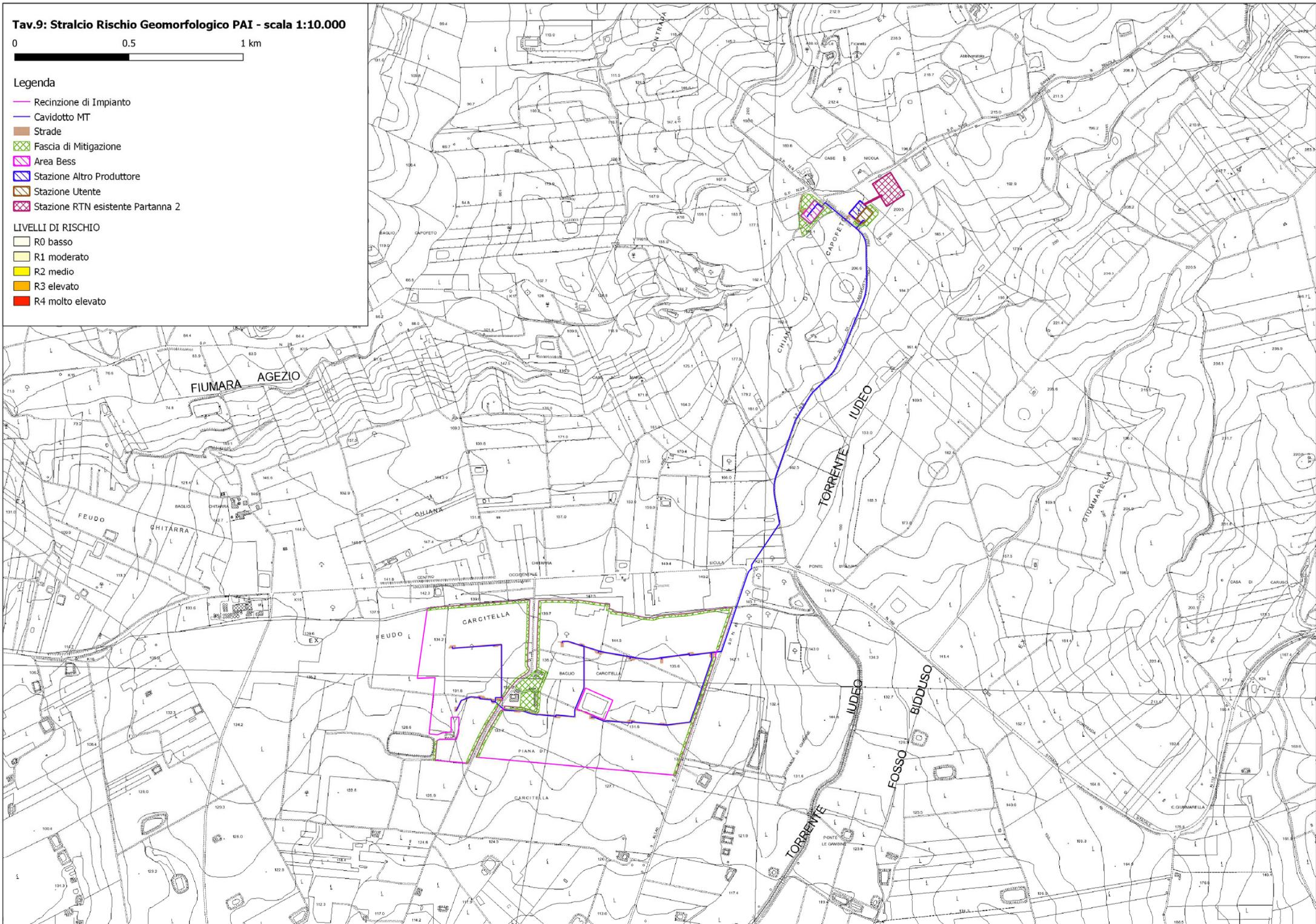


Legenda

-  Recinzione di Impianto
-  Cavidotto MT
-  Strade
-  Fascia di Mitigazione
-  Area Bess
-  Stazione Altro Produttore
-  Stazione Utente
-  Stazione RTN esistente Partanna 2

LIVELLI DI RISCHIO

-  R0 basso
-  R1 moderato
-  R2 medio
-  R3 elevato
-  R4 molto elevato



Tav.10: Stralcio Pericolosità Idraulica PAI - scala 1:10.000

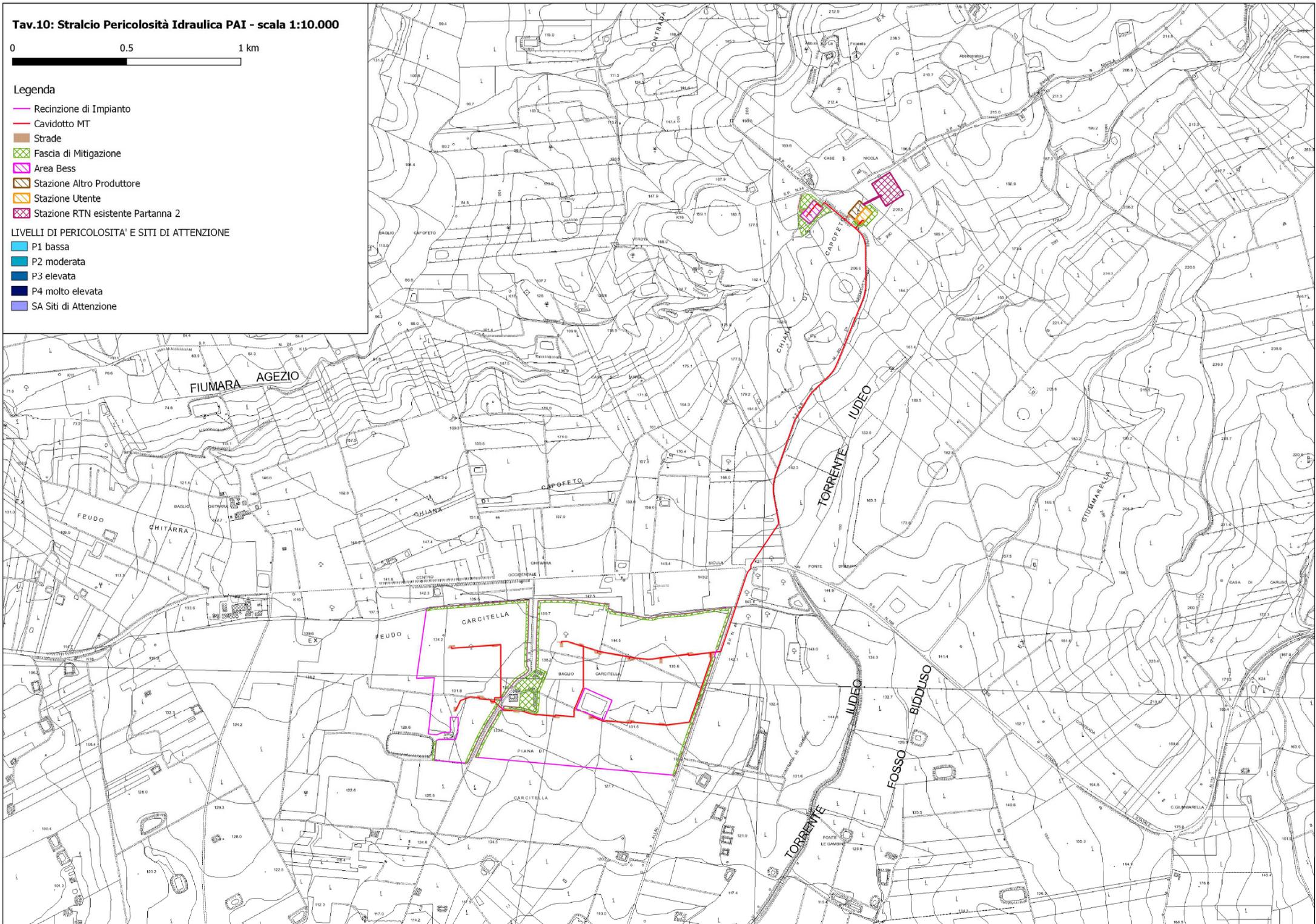


Legenda

- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT
- Strade
- Fascia di Mitigazione
- Area Bess
- Stazione Altro Produttore
- Stazione Utente
- Stazione RTN esistente Partanna 2

LIVELLI DI PERICOLOSITA' E SITI DI ATTENZIONE

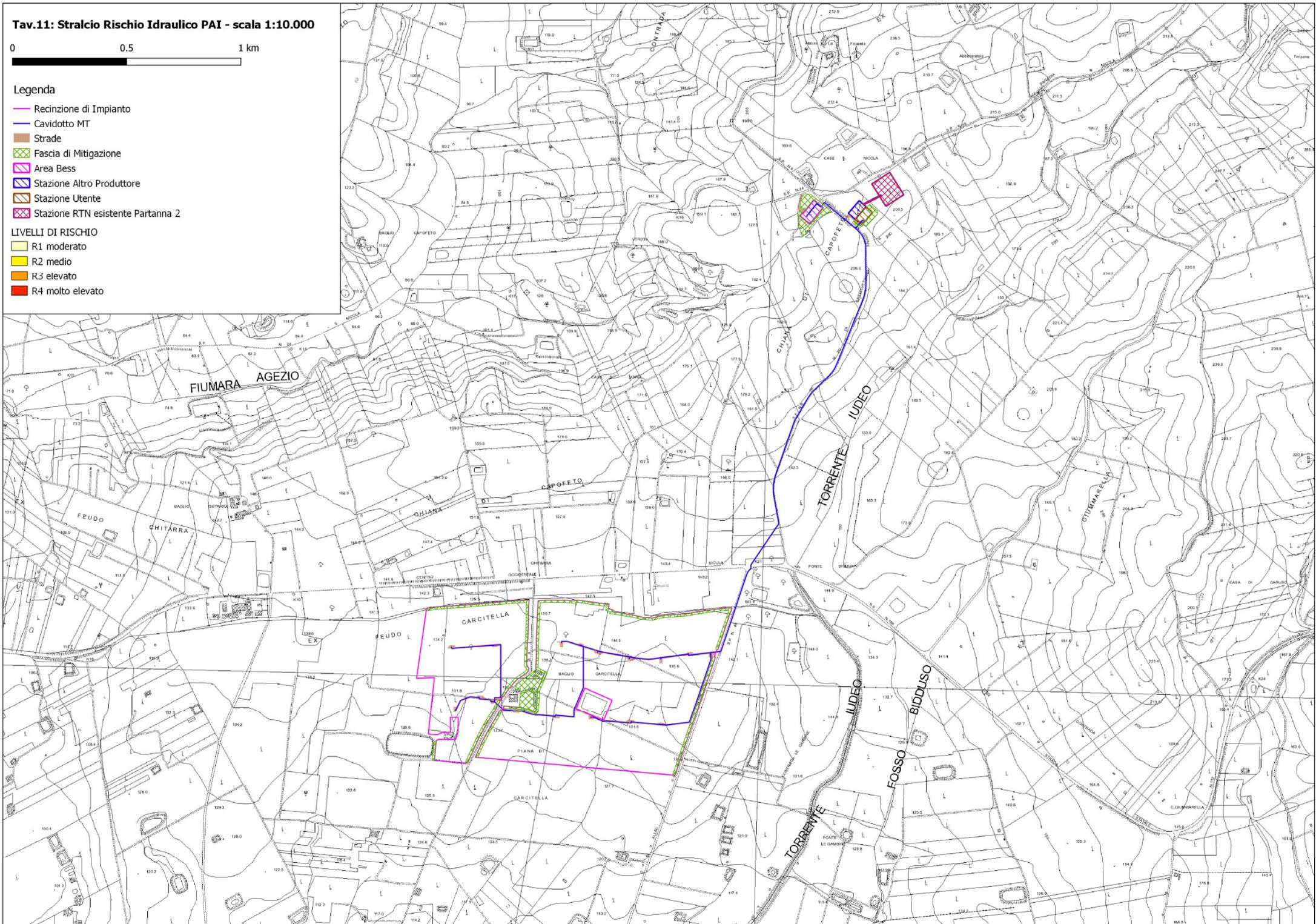
- P1 bassa
- P2 moderata
- P3 elevata
- P4 molto elevata
- SA Siti di Attenzione



Tav.11: Stralcio Rischio Idraulico PAI - scala 1:10.000



- Legenda
- Recinzione di Impianto
 - Cavidotto MT
 - Strade
 - Fascia di Mitigazione
 - Area Bess
 - Stazione Altro Produttore
 - Stazione Utente
 - Stazione RTN esistente Partanna 2
- LIVELLI DI RISCHIO
- R1 moderato
 - R2 medio
 - R3 elevato
 - R4 molto elevato

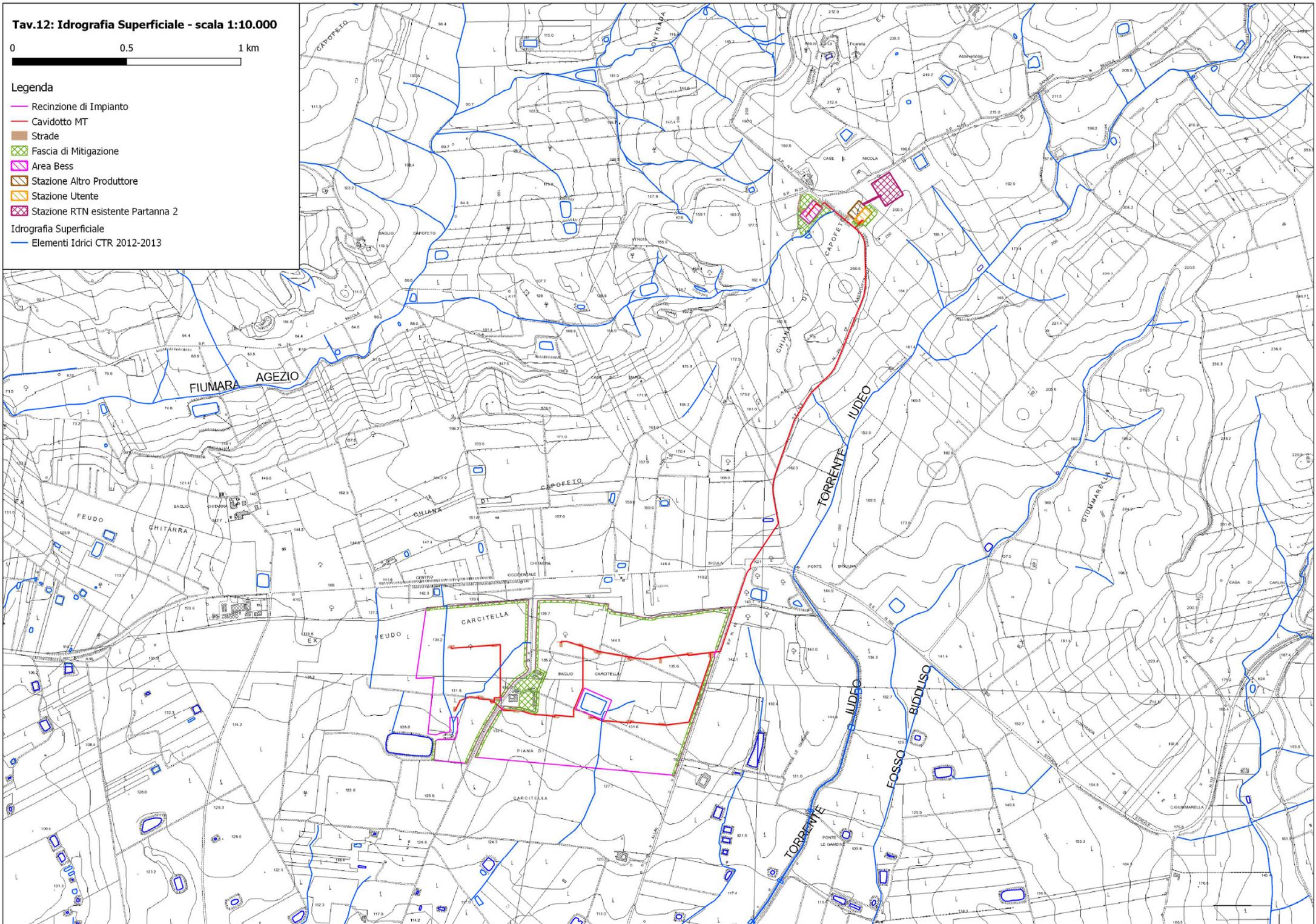


Tav.12: Idrografia Superficiale - scala 1:10.000

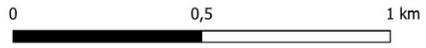


Legenda

- Recinzione di Impianto
 - Cavidotto MT
 - Strade
 - ▨ Fascia di Mitigazione
 - ▨ Area Bess
 - ▨ Stazione Altro Produttore
 - ▨ Stazione Utente
 - ▨ Stazione RTN esistente Partanna 2
- Idrografia Superficiale
- Elementi Idrici CTR 2012-2013



Tav.13: Carta Litotecnica - scala 1:10.000



Legenda

- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT
- Strade
- Fascia di Mitigazione
- Area Bess
- Stazione Altro Produttore
- Stazione Utente
- Stazione RTN esistente Partanna 2

Unità Litotecniche

- C2.2 - Successione conglomeratico-sabbiosa a medio grado di cementazione a prevalente componente conglomeratica (TRV-1)
- F1-G1 - Depositi sciolti a grana medio-grossa (sabbie e ghiaie) (B)
- F2-G2 - Sedimenti a grana grossa più o meno coesivi (ghiaie in matrice argilloso-sabbiosa) e sedimenti a grana medio-fine più o meno coesivi (sabbie limose) (BN-gn)
- G2-c - Sedimenti a grana medio-fine coesivi (sabbie limose o limi sabbiosi) che inglobano elementi litici (B2)
- A2 - Successioni carbonatiche a poliedri giustapposti con volume medio >0,1 m3 (GPQ)
- H1 - Sedimenti a grana fine (Limi) (E)
- B4 - Successioni con alternanza di litotipi in prevalenza marnosi e secondariamente lapidei (TRB)
- C2.2 - Successione conglomeratico-sabbiosa a medio grado di cementazione a prevalente componente conglomeratica (LUO)
- G2c - Sabbie limose e limi sabbiosi inglobanti frammenti spigolosi o arrotondati (BLC-a)
- H1 - Limi argillosi od argille (BLC)

