



**REGIONE SICILIA
PROVINCIA MESSINA
COMUNE DI MISTRETTA**



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO AD INSEGUIMENTO POTENZA IMPIANTO 43,148 MW_p DENOMINATO "MISTRETTA" NEL TERRITORIO COMUNALE DI MISTRETTA(ME) SU TERRENO D.4.4 A DESTINAZIONE SPERIMENTAZIONE AGROPASTORALE, COMPRENDE LE OPERE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA IN AT NEL COMUNE DI MISTRETTA (ME)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA

Titolo elaborato

Committente

AS Management srl
Via Paolo Andreani n.6
20122 Milano
P.IVA 06937190822

Progettazione



Ing. Antonio Nastri

Firme



P03/22	ENHUBREL.01	P03/Mistretta/EPD/Rel. Geologica	---	varie	---
Commessa	Cod. elaborato	Nome file	Scala	Formato	Foglio
0	14.07.2023	Emissione	MO-RF	MO	AN
Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: ‘ ENHUB_Rel.01 ’ - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 1/29
---	-----------------------------------	------------------	-----------------------

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO AD INSEGUIMENTO
POTENZA IMPIANTO 43,1480 MWP
DENOMINATO – MISTRETTA –
NEL TERRITORIO COMUNALE DI MISTRETTA
IN PROVINCIA DI MESSINA, COMPRENDENTE ANCHE LE OPERE
PER LA CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA IN AT NEL
COMUNE DI MISTRETTA (ME)**

COMMITTENTE: AS MANAGEMENT SRL

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUB_Rel.01' - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 2/29
---	----------------------------	-----------	----------------

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	4
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
4	GEOLOGIA DELL'AREA	7
4.1	Caratteristiche litologiche dell'area di progetto	8
5	LINEAMENTI MORFOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	9
5.1	Caratteristiche geomorfologiche dell'area di progetto.....	9
6	ANALISI IDROGRAFICA ED IDROLOGICA.....	16
6.1	Inquadramento idrografico generale.....	16
6.2	Valutazione idrologiche e di permeabilità dell'area di progetto.....	16
7	PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	19
8	CENNI SULLE CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEL TERRENO DI SEDIME	24
9	CONCLUSIONI.....	26

APPENDICE I: ELABORATI GRAFICI

1 PREMESSA

La presente relazione riferisce sulle risultanze di uno studio Geologico e Geomorfológico di supporto al progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico, denominato “*Mistretta Agrovoltaiico*”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica con tecnologia ad inseguimento monoassiale di potenza pari a 43.148,0 kWp, che la società *AS Management s.r.l.*, con sede in Via Paolo Andreani n.6 - 20122 Milano, intende realizzare in località *Contrada Spadaro* in agro del Comune di Mistretta (ME).

A tal fine la Società proponente ha presentato al gestore di rete Terna S.p.A. la richiesta di connessione alla RTN per una potenza elettrica in immissione di 33,00 MW; alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202101338.

Il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG); lo schema di collegamento alla RTN, prevede che l’impianto venga collegato tramite dorsale in antenna a 150 kV con la stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV dell’esistente RTN "Mistretta" previa:

- rimozione della derivazione rigida "SE Castel di Lucio - SE Mistretta, deriv. CP Serramarroco" di cui al Piano di Sviluppo Terna;
- potenziamento delle linee RTN a 150 kV "Troina - Castel di Lucio SE" e "Castel di Lucio SE - Castelbuono CP".

L’indagine geologica ha come obiettivo l’acquisizione e l’elaborazione di tutti quegli elementi geognostici atti a verificare la compatibilità delle nuove opere di progetto con le caratteristiche litologiche, idrologiche e fisico-meccaniche dei terreni di fondazione nonché con quelle geomorfologiche, ovvero l’analisi preliminare delle condizioni di stabilità della zona e l’individuazione di eventuali processi morfodinamici in atto o potenziali.

Lo studio, pertanto, è stato essenzialmente finalizzato alla conoscenza dell’assetto litostratigrafico e geostrutturale della zona interessata dalle opere in progetto, con particolare riferimento alla definizione dei caratteri geomorfologici e alle modalità di deflusso delle acque superficiali, nonché ad una prima valutazione delle proprietà fisico-meccaniche delle unità litostratigrafiche destinate ad assorbire i nuovi carichi di progetto.

Di seguito si riepilogano sinteticamente le varie fasi dello studio:

🚧 Iniziale ricerca bibliografica di precedenti lavori o studi, effettuati nell’area in esame con lo scopo di ricostruire un quadro generale della geologia della zona.

🚧 Rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico di dettaglio dell’area strettamente interessata e di un suo significativo intorno, finalizzato alla verifica delle condizioni generali di giacitura e stabilità e per il riconoscimento litostratigrafico delle formazioni affioranti.

🚧 Valutazioni di massima sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di sedime.

🚧 Acquisizione informazioni circa la presenza o meno di falde freatiche.

🚧 Valutazioni sulla stabilità dei luoghi.

🚧 Inquadramento sismico dell’area di progetto secondo le Norme tecniche per le Costruzioni - D.M. 17 Gennaio 2018.

🚧 Esecuzione di indagini geognostiche preliminari.

Nello specifico sono state effettuate:

- ✓ n.2 indagini in sismica attiva di tipo MASW, ai sensi delle NTC D.M. 17 Gennaio 2018;

I risultati completi delle indagini, con le metodologie e le strumentazioni utilizzate, sono riportati nella specifica Relazione Geofisica – Rel.02.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUB_Rel.01' - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 4/29
---	----------------------------	-----------	----------------

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Lo studio geologico è stato condotto con riferimento alla normativa sotto elencata:

- ✓ D.M. 11/03/1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione e successive istruzioni.
- ✓ O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 (Supplemento ordinario alla G.U. 8.5.2003 n.105). Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- ✓ Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Piano Stralcio o Piano o P.A.I.), redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art.1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000 e successive modifiche e integrazioni.
- ✓ D.M. 14.01.2008: Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni.
- ✓ Circolare applicativa 2 febbraio 2009. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici; Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- ✓ Decreto 17 Gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» e successiva Circolare n.7 C.S.LL.PP. del 21.01.2019.
- ✓ Deliberazione della Regione Sicilia n.81 del 24 Febbraio 2022 "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia. Applicazione dei criteri dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519
- ✓ Circolare n° 3 D.R.A. del 20/06/2014 emanata dall'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, pubblicata sulla G.U.R.S. dell'11 Luglio 2014, per i piani urbanistici.

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L’impianto agrovoltaiico in progetto verrà realizzato su diversi lotti di terreno che si sviluppano su un’area totale disponibile di circa 148,99 ettari ricadente, così come le opere di connessione (cavidotti e Sottostazione utente), al margine meridionale del territorio comunale di *Mistretta (ME)*, in località *Contrada Spadaro* (Tav. 01a).

L’impianto si presenta suddiviso essenzialmente in due aree, qui denominate “Sezione Nord” e “Sezione Sud”, entrambe localizzate circa 300 m ad ovest della strada statale n. 117 (Figg. 01), e distanti in linea d’aria circa 7,5 Km a sud dal centro abitato di Mistretta, e circa 6,5 Km a sud-est dal nucleo urbano di Castel di Lucio (ME).

L’impianto verrà collegato tramite cavo interrato a 150 kV con la sezione a 150 kV fino all’esistente SST “Mistretta”.

Con riferimento ai cavidotti, si possono individuare:

- varie sezioni, interne all’impianto, che si snoderanno, lungo un percorso complessivo di poco meno di 5 Km, attraverso una strada esistente sterrata e sulla viabilità di nuova realizzazione interne all’areale di impianto.
- n.1 sezione esterna, di collegamento tra le due aree di impianto, che si estenderà per un tragitto di circa 2,7 Km, lungo la viabilità esistente rappresentata sostanzialmente da strade bianche.
- n.1 sezione esterna, di lunghezza pari a circa 1,3 km, che partendo dalla realizzanda Sottostazione Utente si snoderà lungo una viabilità esistente non asfaltata fino a connettersi con l’esistente Stazione RTN “Mistretta”.

Dal punto di vista cartografico, vedi Tav. 01b, l’impianto agrovoltaiico, i cavidotti e la Sottostazione Utente, ricadono nella porzione centro-meridionale della tavoletta I.G.M.I, in scala 1:25.000, denominata “*Colle del Contrasto*” (Fog. 260, Quadr. I, Orient. S.E.); con riferimento alla cartografia C.T.R., in scala 1:10.000, sia l’impianto agrovoltaiico che le opere per la connessione interessano la zona meridionale della tavola 611090 “*Monte Castellì*”.

Catastalmente, i terreni interessati dall’intervento, sono individuati al catasto del comune di Mistretta (ME) come di seguito:

-Foglio di mappa n. 90, particelle 7 AA, 7 AB, 38, 60 AA, 60 AB, 61 AA, 61 AB, 63 AA, 63 AB, 65 AA, 65 AB, 70, 72 AA, 72 AB, 73, 75, 77, 123, 130 AA, 130 AB, 132 AA, 132 AB, 134, 185, 186 AA, 186. AB

-Foglio di mappa n. 92, particelle 7 AA, 7 AB, 7AC, 8AA, 8 AB

L’area della nuova Sottostazione Utente è censita al Foglio di mappa n. 92, particella 7.

Con riferimento all’areale d’impianto le coordinate geografiche (WGS84) di riferimento, risultano essere:

- Latitudine = 37°51’39 N
- Longitudine = 14°23’10 E
- Altitudine = 1040 m s.l.m.

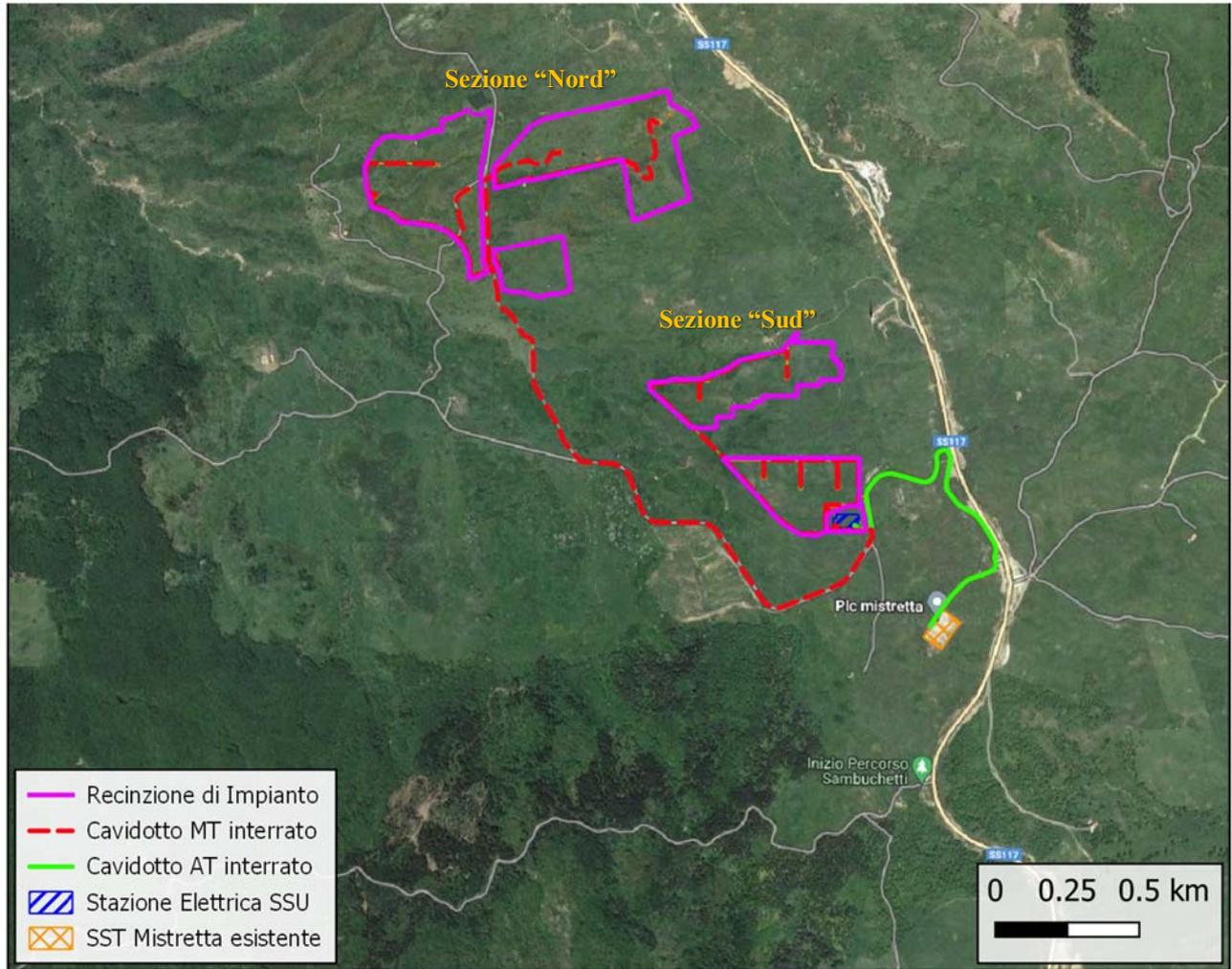


Fig. 01: Inquadramento Area di Impianto su ortofoto (da google hybrid)

4 GEOLOGIA DELL'AREA

Dal punto di vista geologico generale l'area di progetto ricade al margine orientale dei *Monti Nebrodi*, i quali costituiscono la porzione mediana della dorsale montuosa settentrionale della Sicilia, talora individuato come “Appennino Siculo”, compresa fra *Peloritani* ad est e le *Madonie* ad ovest.

L'attuale assetto geologico-strutturale dell'area è la risultante di una lunga e complessa storia deformativa con diverse fasi tettoniche, per lo più compressive orogenetiche, fino ad una più recente fase distensiva in gran parte responsabile dell'attuale conformazione strutturale. Lo spartiacque Nebrodi-Peloritani rappresenta, infatti, una zona di ampio sollevamento regionale con trend assiale circa N.E.-S.W. ed immersione verso N.E., delimitato nel margine tirrenico da sistemi di faglie normali orientate parallelamente alle attuali linee di costa, che portano ad un ribassamento, a gradinata, verso il mare delle più recenti formazioni sedimentarie mioceniche-quadernarie, a maggior grado di erodibilità, rispetto ai termini del substrato roccioso.

Tali unità sedimentarie, che nell'area rappresentano la pressoché totalità dei terreni affioranti, sono quasi interamente di natura torbidityca con apporti prevalentemente di natura quarzoso-feldspatico o, più raramente nell'area, di natura argilloso-carbonatica.

Dal punto di vista geolitologico, infatti, tutti i terreni affioranti sono costituiti da una fitta stratificazione di rocce argilloso-arenacee di varia struttura e composizione; si tratta di successioni sedimentarie, appartenenti a diversi periodi, talvolta associate a ricoprimenti o a falde di trasporto orogenetico. Le varie facies si presentano fra loro sovrapposte, spesso traslate o compenstrate tra loro per effetto delle lunghe vicende tettoniche che ne hanno determinato un complesso caotico.

Sulla base dei dati disponibili nella letteratura geologica, la successione delle Unità stratigrafico-strutturali e dei litotipi affioranti nell'area, dal basso verso l'alto, risulta così costituita:

- Flysch Numidico
- Tufiti di Tusa (o Flysch di Tusa)
- Flysch di Monte Soro
- Flysch di Reitano (*Fm. Reitano*)
- Depositi fluvio-marini terrazzati

- Flysch Numidico

Si tratta della formazione più antica affiorante nell'area che va a costituire l'ossatura stessa dei *Monti Nebrodi*; in linea generale tale formazione è costituita da un'alternanza di argille color bruno tabacco e di quarzareniti, talora grossolane, organizzate in strati e banchi che possono in alcune zone prevalere sulle peliti. Generalmente la porzione basale (Oligocene sup.) risulta a prevalenza argillosa mentre i livelli quarzarenitici si infittiscono verso l'alto, nell'intervallo Aquitaniano-Burdigaliano; lo spessore ricostruito della formazione raggiunge un massimo di 1500 metri. Il tetto della formazione è determinato da un contatto tettonico con sovrapposizione dei terreni del *complesso Sicilide*, rappresentati nell'area dall'Unità di Monte Soro.

- Tufiti di Tusa (Flysch di Tusa)

Tale formazione risulta costituita da strati siltitici grigio-verdastri, con laminazione talora evidente, che passano gradualmente a calcari marnosi grigi a frattura concoide e marne calcaree scure finemente scagliettate. Sono presenti, inoltre, intercalazioni di arenarie verdastre, grigio-azzurre in frattura fresca, a grana fina, contenenti frammenti di lave andesitiche, abbondanti miche (muscovite) e frammenti di rocce metamorfiche. Lo spessore

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: ‘ ENHUB_Rel.01 ’ - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 8/29
---	----------------------------	-----------	----------------

medio dei livelli tuftitici è intorno a 1-2 metri ed il passaggio alle siltiti sovrastanti è graduale.

- *Flysch di Reitano (Fm. Reitano)*

Si presenta come un’alternanza argilloso-arenaceo-conglomeratica potente fino a 500-800 metri. Generalmente inizia con un conglomerato poligenico ed evolve ad un’alternanza di arenarie micacee grigio-giallastre, talora gradate e piuttosto grossolane, poco cementate, in strati da 20 cm a 2 m e di argille marnose grigio-verdastre in strati generalmente decimetrici.

- *Depositi fluvio-marini terrazzati*

Si tratta di depositi distinti in terrazzi fluviali e terrazzi marini; i primi, gli unici affioranti nell’area, sono rappresentati da piccole distese pianeggianti che spezzano la morfologia dei ripidi versanti entro cui si presentano. Sono formati da ciottoli di varie dimensioni, ghiaie e sabbie a diversa granulometria e di diversa natura.

4.1 Caratteristiche litologiche dell’area di progetto

Con specifico riferimento all’area di progetto il substrato litologico è rappresentato dal complesso flyschoide numidico, sopra descritto, costituito da alternanze di argilliti nerastre, argille brune prevalenti con a luoghi quarzareniti giallastre e rari livelli marnoso-calcarei di colore grigio-biancastro; tale substrato risulta sovente obliterato da depositi recenti spesso riconducibili ad accumuli gravitativi caotici di materiali eterogenei ed eterometrici, in matrice da argillosa a sabbiosa, localmente a grossi blocchi, talora stabilizzati ma anche con indizi di evoluzione in atto. (Tav. 02)

5 LINEAMENTI MORFOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Dal punto di vista morfologico generale l'area vasta di progetto si inquadra in un contesto alto collinare e/o di bassa montagna, nella fascia altimetrica compresa tra gli 800 m ed i 1000 m s.l.m. (Tav. 03), ubicata in prossimità della linea di spartiacque principale (con quote anche oltre i 1500 metri) che separa il Bacino Idrografico del *Fiume Simeto*, a sud, dai numerosi piccoli bacini idrografici dei torrenti compresi, a nord, tra la dorsale montuosa dei Nebrodi e la costa Tirrenica.

In ragione della natura del substrato dei rilievi, i versanti raramente presentano pendenze superiori ai 30° (Tav. 04), indice di *un limite geomorfologico di stabilità dei versanti* stessi piuttosto basso in termini di pendenza.

Come descritto nel paragrafo precedente, infatti, l'area in esame è costituita in prevalenza da rocce clastiche pseudocoerenti o incoerenti (argille e argilliti), soggette da parte degli agenti esogeni, ad una rapida azione disgregatrice; le intense sollecitazioni subite dai terreni, nel corso delle varie fasi tettoniche, in effetti hanno favorito lo sviluppo di un diffuso stato di alterazione e di degradazione delle rocce, determinando così una scarsa resilienza agli agenti esogeni che si traduce in un rapido approfondimento del reticolo idrografico con conseguente disequilibrio dei versanti, il che comporta la presenza di diffuse forme di dissesto idrogeologico.

Sebbene tali dissesti siano principalmente da riferire al deflusso delle acque di ruscellamento, la cui azione particolarmente violenta è favorita dalla prevalenza dei terreni argillosi, dal regime irregolare delle precipitazioni e dalle caratteristiche climatiche nel loro complesso, una certa importanza appare assumere anche il fattore antropico con una marcata azione di disboscamento che unitamente ai frequenti incendi hanno notevolmente ridotto la copertura boschiva.

Allo stato attuale, pertanto, il principale agente morfologico attivo nel modellamento dei versanti risulta essere “*l'acqua*”, sia relativamente all'azione di ruscellamento delle acque superficiali sia in relazione ai processi erosivi legati alle acque incanalate.

Alla luce della configurazione morfologica sopra descritta i fenomeni di dissesto appaiono piuttosto diffusi e quasi sempre riconducibili allo stesso meccanismo di disequilibrio, ovvero a fenomeni di *richiamo vallivo* delle incisioni idrografiche in approfondimento, le quali determinano pendenze tali da creare una instabilità delle sponde e conseguentemente diffusi fenomeni superficiali di richiamo nell'immediato intorno, a monte delle incisioni, anche in corrispondenza di pendenze assai modeste.

5.1 Caratteristiche geomorfologiche dell'area di progetto

Con specifico riferimento ai manufatti in progetto, sia gli areali dell'impianto fotovoltaico che lo stesso cavidotto di connessione con la Stazione RTN nonché la Stazione di Utenza risultano interferire, o comunque sono ubicati, in prossimità di molteplici aree individuate nelle cartografie del P.A.I. in “dissesto attivo” (Tavv. 05a-05b).

Le aree interessate dai dissesti ricoprono nel complesso una percentuale non trascurabile dell'intero areale di impianto, con *fenomeni di franosità diffusa* (Figg. 07 e 08), sostanzialmente riferibili ai meccanismi sopra descritti, ovvero erosione degli alvei incisi e richiamo superficiale dei versanti a monte, che va a determinare ampie aree, individuate nelle cartografie P.A.I. prevalentemente a Pericolosità Geomorfologica P2 (media), (Figg. 09 e 10).

Stante tale situazione geomorfologica esistente l'utilizzo dell'area, tenuto conto anche delle modeste pendenze generali degli areali di interesse (Tav.04) appare possibile ma necessariamente subordinato ad una accurata e puntuale sistemazione idrogeologica dei numerosi impluvi che interferiscono con gli areali interessati.

Solo a valle di significativi interventi sulle incisioni torrentizie, per il loro intero sviluppo all'interno delle aree

interessate e preferibilmente mediante interventi di ingegneria naturalistica, che portino ad un annullamento delle azioni di erosione ed approfondimento delle sponde è possibile garantire la stabilità dell'area di impianto e la salvaguardia dei futuri manufatti.

Tali opere dovrebbero essenzialmente mirare ad un rimodellamento degli alvei incisi con una ulteriore riduzione delle pendenze e con la protezione sia del fondo alveo che delle stesse pareti. Tale risultato potrebbe essere ottenuto mediante *manufatti di contenimento trasversale*, realizzati tramite briglie in legname e/o pietrame, geostuoie di protezione, e rinverdimenti delle sponde utilizzando possibilmente specie vegetali autoctone adatte allo scopo.

Nelle figure a seguire, a puro titolo indicativo e comunque da rivalutare in sede di progetto esecutivo, vengono proposte alcune possibili ipotesi di sistemazione degli impluvi con tecniche di ingegneria naturalistica.



Fig. 02: Sistemazione Impluvio con briglie in legno e pietrame

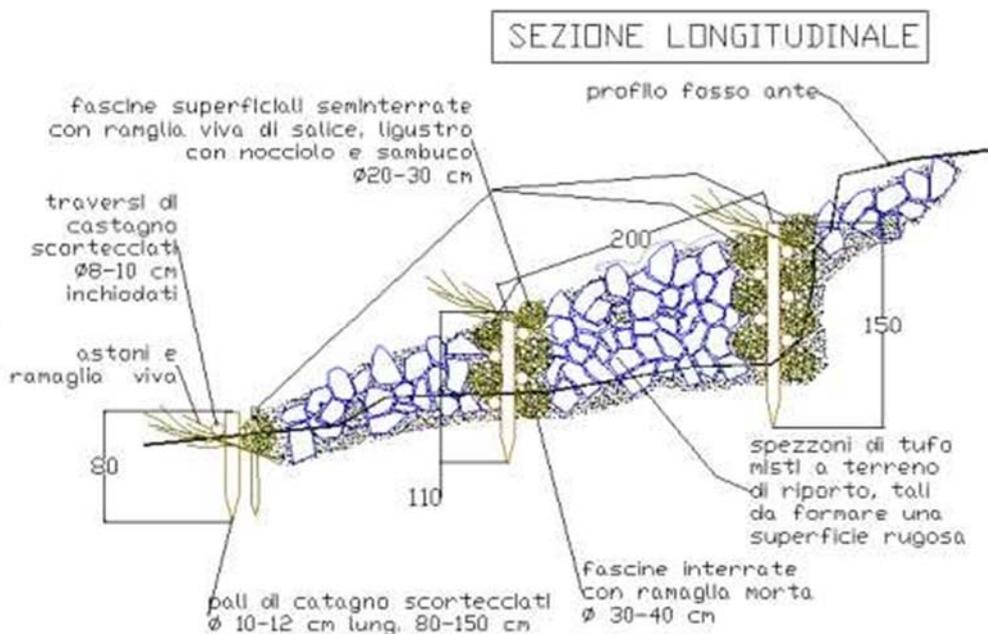


Fig. 03: Sistemazione Impluvio con briglie in legno e pietra – Sezione Longitudinale

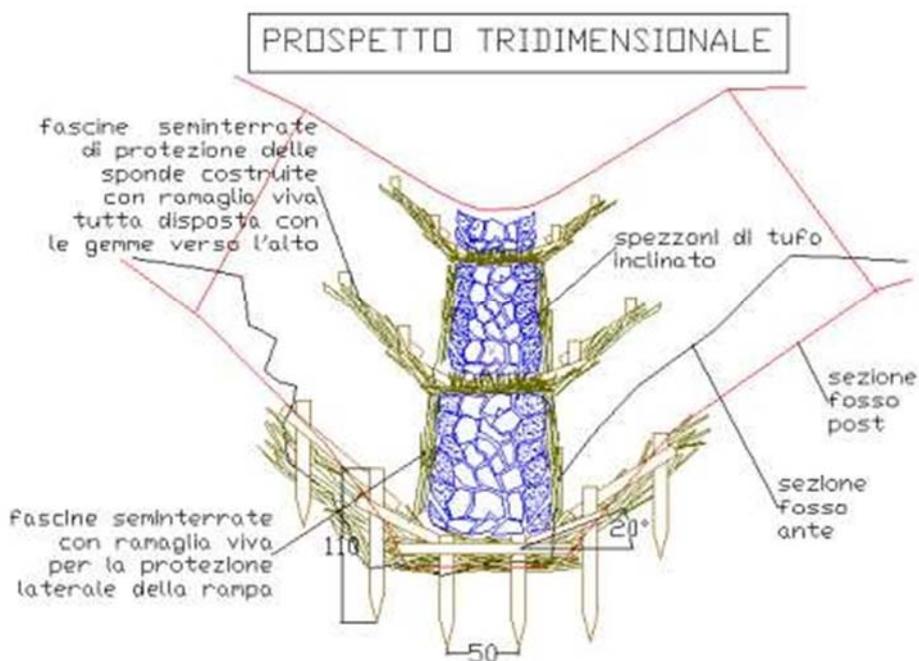


Fig. 04: Sistemazione Impluvio con briglie in legno e pietra – Prospetto

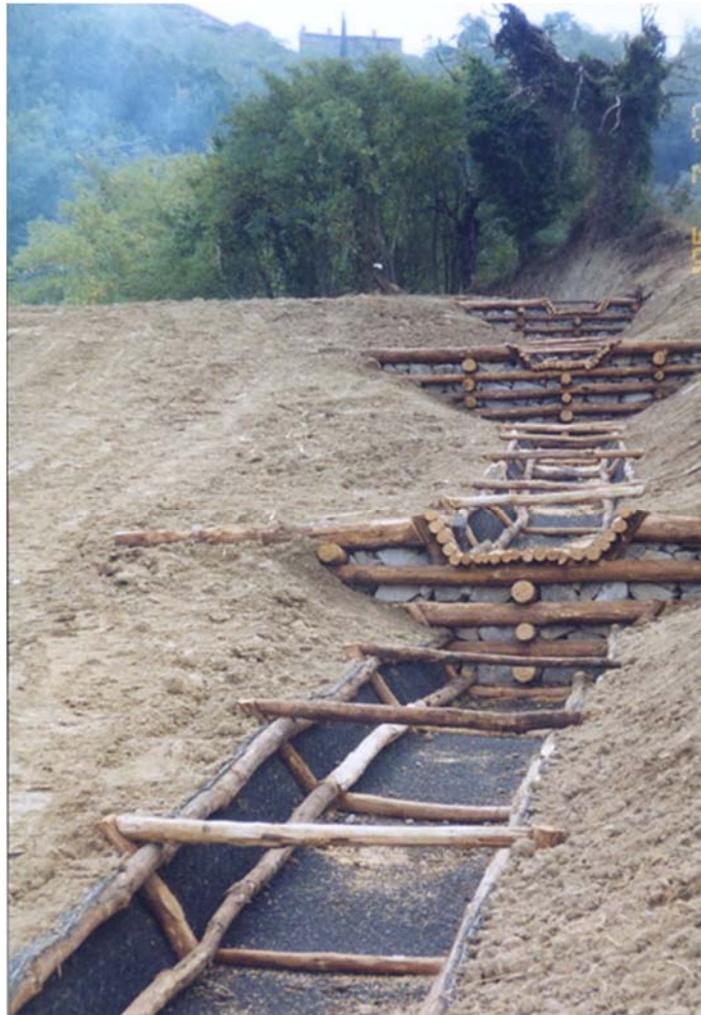


Fig. 05: Sistemazione Impluvio con briglie in legno e geostuoie di protezione

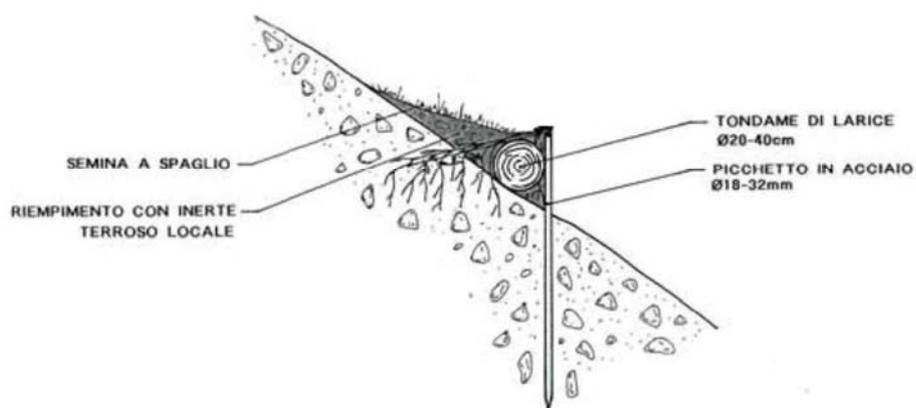


Fig. 06: Particolare Briglia - Riduzione pendenza alveo

Appare inoltre opportuna la messa in opera di una sistemazione idraulica generale dell'areale di progetto (fossi di guardia a monte) in modo da garantire una accurata regimazione delle acque dilavanti che in ogni caso potrebbero innescare lenti movimenti, seppur superficiali, delle aree attualmente già in dissesto.

Di seguito vengono riepilogate in forma tabellare tutte le aree in dissesto individuate nel P.A.I. interferenti con l'area di progetto o rilevate nell'immediato intorno:

	SIGLA	TIPO	STATO	NOTA	Pericolosità P.A.I.
1	024-5MI-135	Erosione Accelerata	Attivo	Interferisce molto marginalmente con il limite settentrionale dell'area di impianto	P2
2	024-5MI-134	Franosità diffusa	Attivo	Ricade interamente all'interno dell'area di impianto per circa 5.826 ha	P2
3	024-5MI-212	Frana complessa	Stabilizzata	Interferisce con l'area di impianto per circa 3.93 ha	P0
4	024-5MI-211	Frana complessa	Inattivo	Interferisce con l'area di impianto per circa 1.78 ha	P2
5	024-5MI-210	Franosità diffusa	Attivo	Interferisce con l'area di impianto per circa 1.60 ha	P2
6	024-5MI-133	Franosità diffusa	Attivo	Interferisce molto marginalmente al limite orientale dell'impianto	P2
7	024-5MI-103	Erosione Accelerata	Attivo	Interferisce in maniera diffusa con l'areale di impianto in corrispondenza di tutti gli impluvi che attraversano la porzione centrale dell'impianto in direzione est-ovest	P2
8	024-5MI-213	Franosità diffusa	Attivo	Ricade interamente all'interno dell'area di impianto per circa 4.807 ha	P2
9	024-5MI-102	Erosione Accelerata	Attivo	Interferisce molto marginalmente con il limite centro-occidentale dell'area di impianto	P2
10	024-5MI-097	Erosione Accelerata	Attivo	Interferisce in maniera diffusa con l'areale di impianto in corrispondenza di tutti gli impluvi che attraversano la porzione meridionale dell'impianto in direzione S.E.-N.W.	P2
11	024-5MI-099	Franosità diffusa	Attivo	Interferisce con l'area di impianto per circa 0.65 ha	P2
12	024-5MI-101	Franosità diffusa	Attivo	Ricade interamente all'interno dell'area di impianto per circa 5.593 ha. L'area individua per la SU ricade interamente all'interno di tale dissesto	P2
13	024-5MI-104	Franosità diffusa	Attivo	Ricade interamente all'interno dell'area di impianto per circa 2.864 ha	P2
14	024-5MI-215	Franosità diffusa	Attivo	Interferisce con l'area di impianto per circa 0.43 ha	P2
15	024-5MI-137	Franosità diffusa	Attivo	Ricade quasi interamente all'interno dell'area di impianto per circa 3.53 ha.	P2
16	024-5MI-100	Franosità diffusa	Attivo	Interferisce con la linea del cavidotto di connessione per circa 400 metri	P2

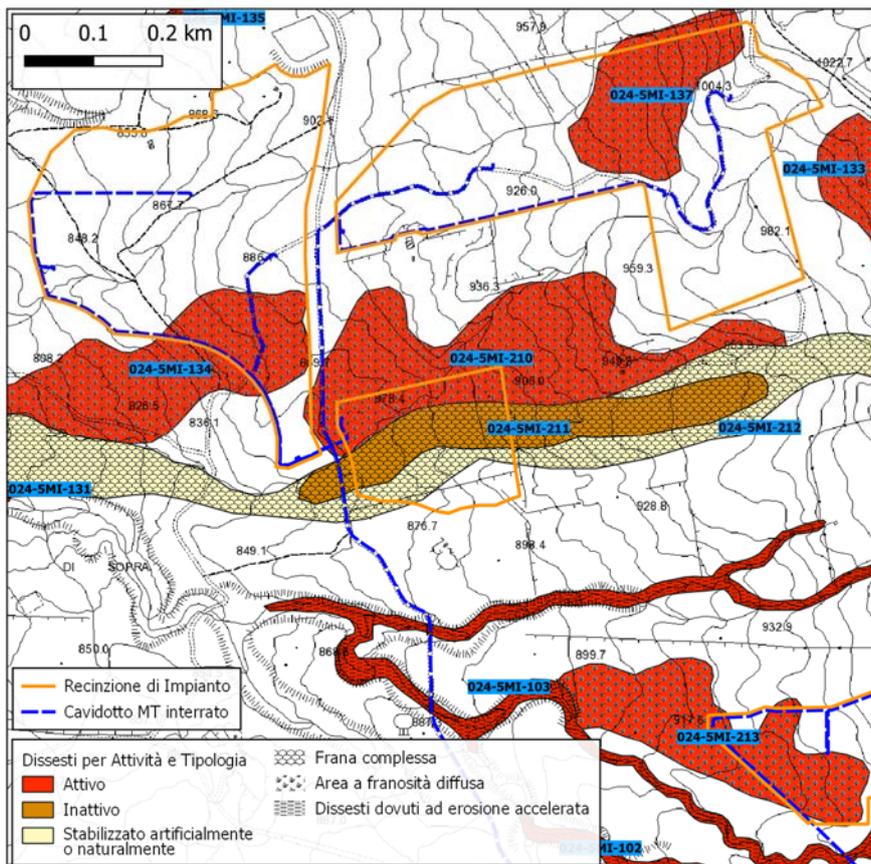


Fig. 07: Stralcio “Carta dei Dissesti” Area Nord Impianto – CTR 611090; PAI

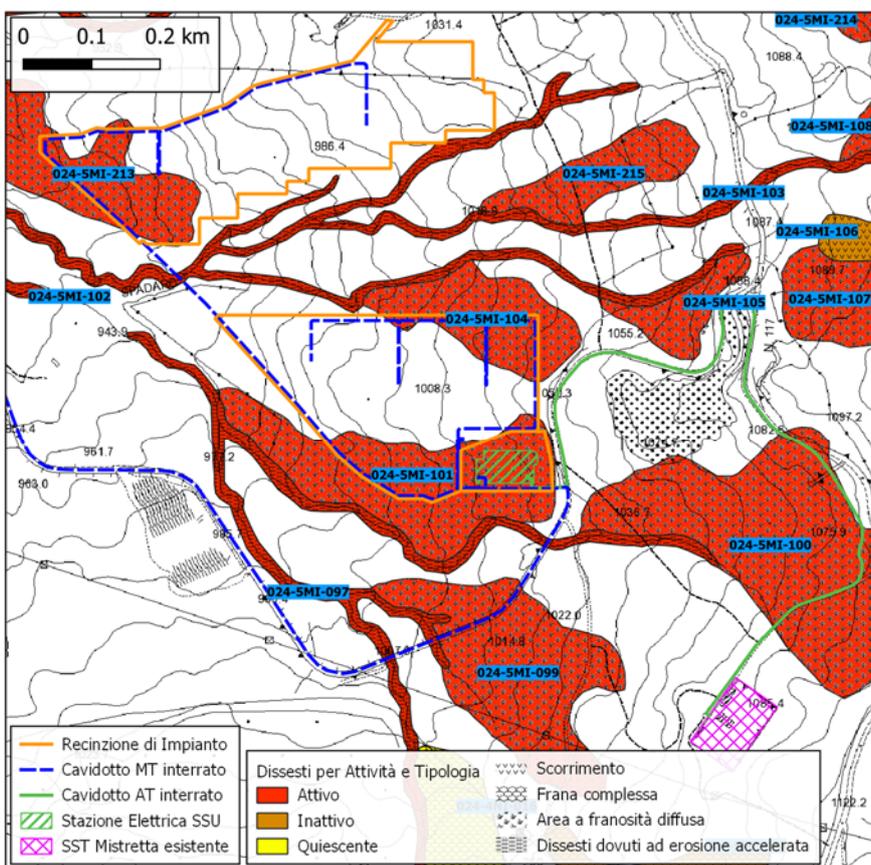


Fig. 08: Stralcio “Carta dei Dissesti” Area Sud Impianto – CTR 611090; PAI

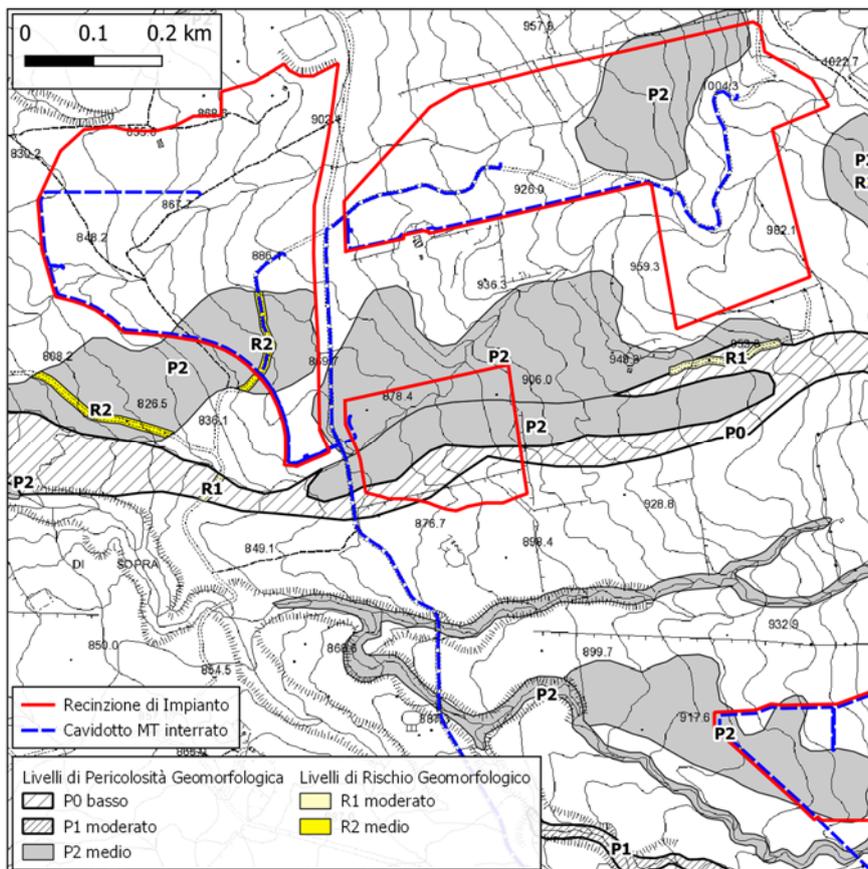


Fig. 09: Stralcio “Carta della Pericolosità e Rischio Geomorfologico” Area Nord Impianto – CTR 611090; PAI

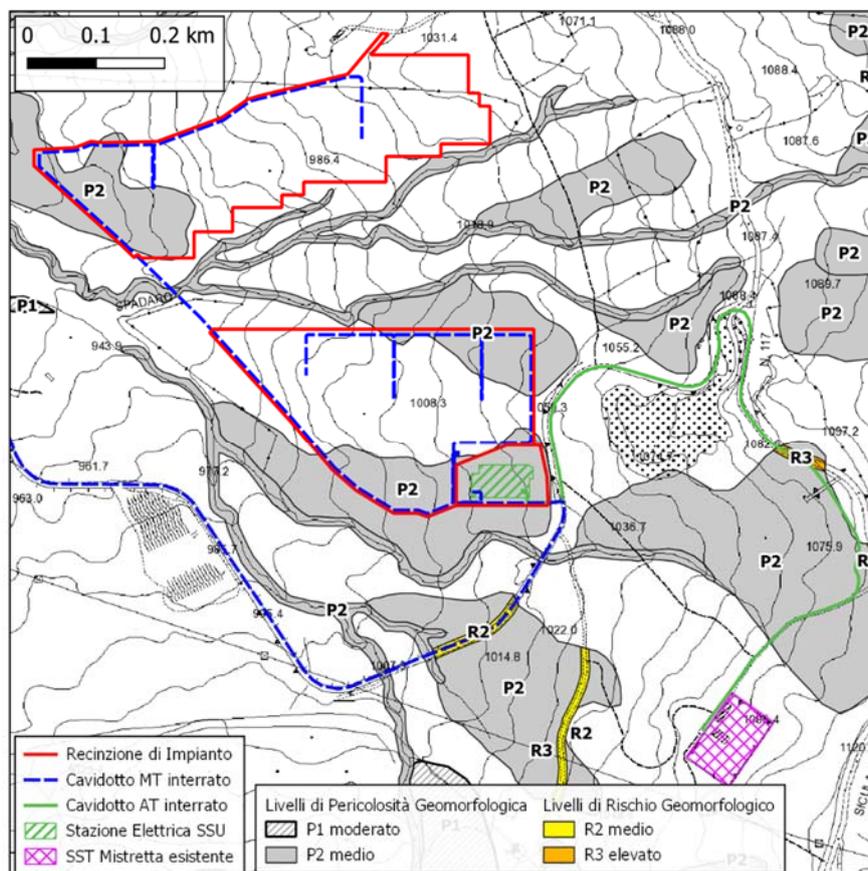


Fig. 10: Stralcio “Carta della Pericolosità e Rischio Geomorfologico” Area Sud Impianto – CTR 611090; PAI

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: ‘ ENHUB_Rel.01 ’ - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 16/29
---	----------------------------	-----------	-----------------

6 ANALISI IDROGRAFICA ED IDROLOGICA

6.1 Inquadramento idrografico generale

Dal punto di vista idrografico generale, i manufatti in progetto, ovvero l’areale di impianto e la linea di connessione alla Stazione Utente, insistono all’interno del bacino idrografico del *Torrente Tusa* (Tav. 06), il quale con una estensione di circa 162 Km² ricade nel versante settentrionale della Sicilia interessando per la maggior parte il territorio comunale di Messina ed in minima parte quello di Enna e Palermo.

Più nel dettaglio, l’areale di impianto agrovoltaiico risulta attraversato e/o costeggiato da varie incisioni idrografiche, rappresentate su CTR e/o su IGM, di basso ordine gerarchico, essenzialmente rami di testa in destra idraulica del *Vallone Burgisato*, affluente principale di sinistra del *Torrente Tusa*; il corso d’acqua nasce in corrispondenza delle pendici settentrionali di Pizzo Malopasseto e Cozzo Quattro Finaite, nei territori comunali di Castel di Lucio e Mistretta, e nel suo tratto iniziale prende il nome di *Vallone Trigna*; lo stesso procede in direzione SSE – NNO con andamento debolmente sinuoso, e dopo aver ricevuto in sinistra idrografica le acque del *Vallone Olmo* assume la sua denominazione ufficiale; da tale punto e fino all’asta principale, il corso d’acqua, più a valle denominato *Vallone Ponte Pistrasso*, marca il confine territoriale tra i comuni di Castel di Lucio (a nord) e Mistretta (a sud).

Con riferimento alla linea di connessione, essa interseca svariati corsi d’acqua, identificati su CTR e/o su IGM, che sottendono sottobacini idrografici minori interni al sottobacino idrografico del *Vallone Burgisato*.

Quasi tutti i corsi d’acqua interferenti presentano un regime idrologico tipicamente torrentizio, con lunghi periodi di secca alternati a brevissimi periodi di deflusso superficiale in occasione di eventi piovosi significativamente lunghi o particolarmente intensi.

6.2 Valutazione idrologiche e di permeabilità dell’area di progetto

La caratterizzazione idrogeologica dei terreni indagati scaturisce da una serie di osservazioni qualitative riguardanti gli aspetti macroscopici che questi presentano ad un primo esame, quali: porosità, fratturazione, grado di cementazione, discontinuità strutturali, ecc.

Nell’area in esame, la rete idrografica, in virtù dell’esteso affioramento di terreni a prevalente componente argillosa, risulta ben ramificata con numerosi impluvi, seppur di piccole dimensioni e moderatamente incisi, con pattern di tipo dentritico.

Al fine di definire meglio le caratteristiche di permeabilità dei litotipi affioranti nelle aree di progetto, esse sono state a grandi linee raggruppate in tre classi in funzione del *grado di permeabilità* per come di seguito definite: (Tav. 08).

Classe I – Terreni a permeabilità alta o medio-alta

Alla prima sottoclasse appartengono i litotipi di natura arenacea affioranti, in prossimità dell’area di impianto, senza interessarla, nonché in corrispondenza della linea di passaggio del cavidotto; tali terreni sono riferibili alla litofacies arenacea del *Flysch Numidico* che risulta caratterizzata da una permeabilità secondaria medio-alta per fratturazione.

Classe II – Terreni a permeabilità medio e medio-bassa

Appartengono a questa seconda classe affioramenti, lungo il percorso del cavidotto ed in corrispondenza di alcune porzioni di impianto, riconducibili a terreni di copertura olocenici caratterizzati da una componente

Progetto: Impianto agrovoltaico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: ‘ ENHUB_Rel.01 ’ - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 17/29
--	----------------------------	-----------	-----------------

argilloso-limosa non trascurabile, in particolare accumuli gravitativi di versante; la permeabilità di questi depositi, di fatto, può risultare molto variabile, in funzione del contenuto e della frequenza delle intercalazioni pelitiche; in generale, questo tipo di terreni possono essere associati appunto ad una classe di terreni a permeabilità medio – bassa.

Classe III – Terreni a permeabilità bassa o molto bassa

Appartengono a quest’ultima classe i terreni caratterizzati in prevalenza da una componente di natura argillosa impermeabile, riferibile alle argilliti del Flysch Numidico affioranti in maniera estesa in corrispondenza delle aree di impianto e lungo il percorso dei cavidotti.

Dal punto di vista vincolistico-idraulico, sia l’areale di impianto che il cavidotto **non ricadono** all’interno di aree interessate da pericolosità o rischio idraulico o comunque in siti di attenzione per problematica di tale natura (Tav. 05c). Con riferimento al Vincolo Idrogeologico R.D. n.3267 del 30/12/1923 (Tav. 09), l’area di impianto non risulta interessata da tale vincolo mentre, al contrario, una porzione significativa di cavidotto esterno, di connessione tra le due sezioni di impianto, circa 1,0 Km, risulta attraversare aree vincolate; ancora altri tratti di cavidotto, infine, si sviluppano a lambire le suddette aree. (Fig. 11)

Come già detto, il cavidotto di connessione si svilupperà quasi esclusivamente su una viabilità esistente, con passaggio in trincea a sezione obbligatoria; tali interventi comunque non comporteranno movimentazioni in terra significative.

Dai rilievi di superficie condotti e dallo studio dei terreni affioranti, che comprendono sia l’area in esame che quella dell’immediato intorno, non sono state rilevate strutture idrogeologiche significative né la presenza di falda idrica S.S. epi-superficiali.

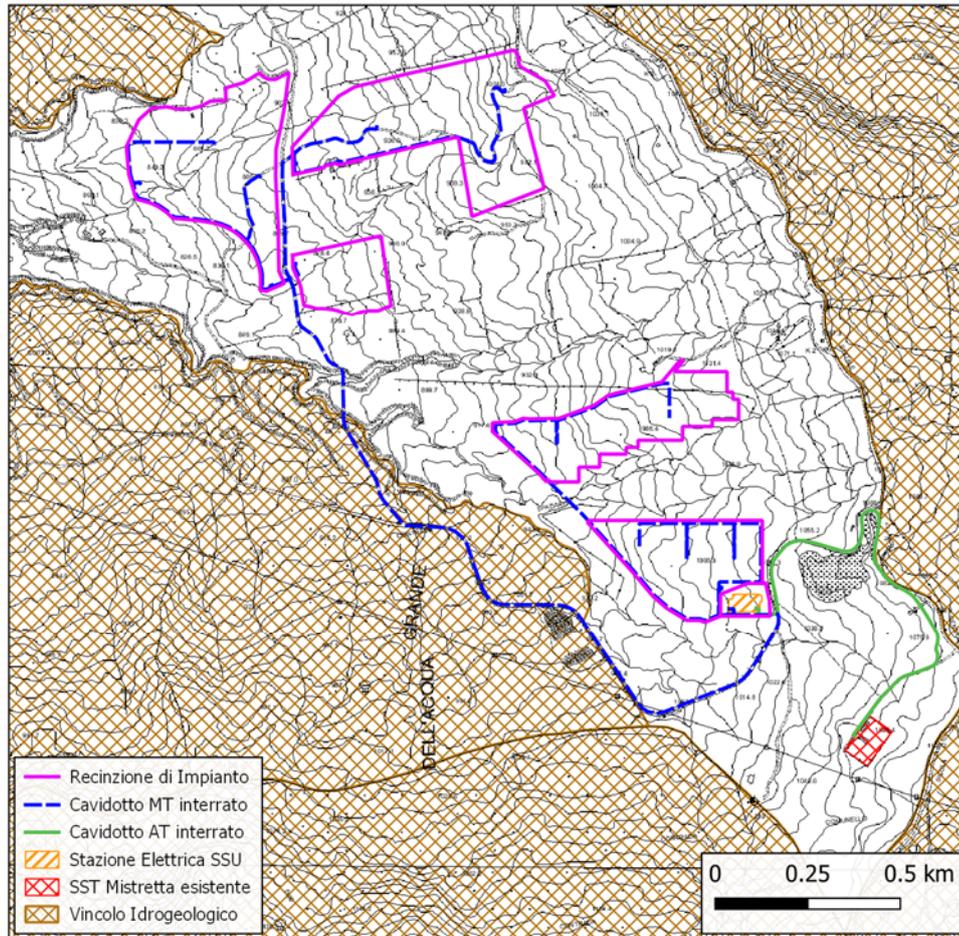


Fig. 11: Stralcio “Carta del Vincolo Idrogeologico” Area Impianto e Cavidotto; SIF

7 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Il concetto di *pericolosità sismica* di un territorio nella normativa italiana è stato oggetto negli anni di numerose variazioni con l’approvazione, nel tempo, di diversi decreti ed ordinanze che, in pochi anni, hanno cambiato notevolmente i criteri di classificazione e quindi la definizione stessa di pericolosità sismica.

La classificazione sismica del territorio italiano fino al 2003 si basava su una serie di decreti del Ministero dei Lavori Pubblici, approvati tra il 1980 ed il 1984; secondo tali norme molte aree del territorio nazionale non erano classificate in quanto ritenute aree non-sismiche. A partire dall’O.P.C.M. n. 3274/03 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica*” la zonizzazione sismica è stata estesa a tutto il territorio nazionale.

L’ordinanza 3274/03, operando su base comunale, classificava l’intero territorio di un comune secondo 4 differenti gradi di pericolosità sismica in funzione dell’accelerazione massima attesa al suolo a_g (accelerazione orizzontale su un suolo di categoria A) con il 10% di probabilità di superamento in 50 anni, come da figura 12:

Zona	Valore di a_g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

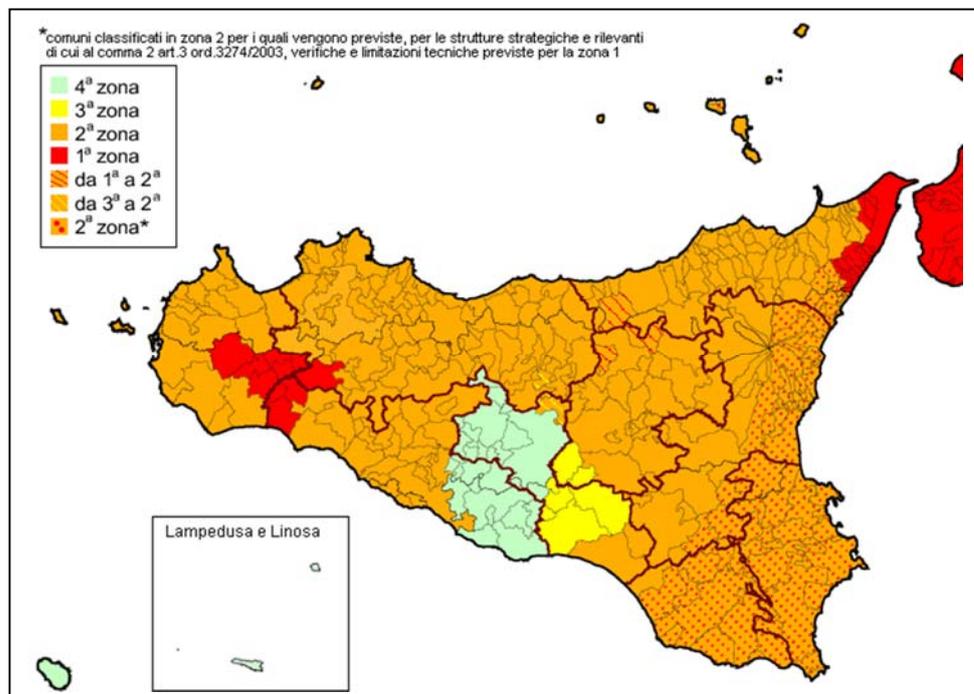


Fig. 12: Classificazione sismica comuni della Sicilia O.P.C.M. 3274/03

Tale impostazione, comunque innovativa, seppur con alcune modifiche e ridefinizioni dei criteri in alcune ordinanze successive (D.M. 159/2005 e O.P.C.M. 3519/06) rimane sostanzialmente immutata fino al D.M. 14/01/2008 “*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*”.

Il D.M. 14/01/2008, solitamente indicato anche come NTC-2008, presentava alcune caratteristiche decisamente innovative per quanto riguarda il concetto di pericolosità sismica di un territorio, in particolare la definizione di 3 parametri sismici al posto del solo a_g , e la loro valutazione numerica in funzione delle coordinate geografiche del sito e della classe d’uso dei manufatti in progetto; non più quindi a scala comunale.

La nuova impostazione portava di fatto ad una chiara distinzione tra due diversi concetti: la *pericolosità sismica di base* e la *pericolosità sismica locale*.

Le vigenti norme in materia di costruzione, le NTC 2018, entrate in vigore il 17/01/2018 sostanzialmente lasciano immutata questa impostazione.

- Pericolosità 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 in relazione 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).

Come accennato 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; tale classificazione è stata successivamente oggetto di un aggiornamento su base regionale per come riportato in fig. 13 (Applicazioni dei criteri dell’Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri 28 Aprile 2006, n. 3519, Deliberazione della giunta Regionale 24/Febraio/2022, n. 81).

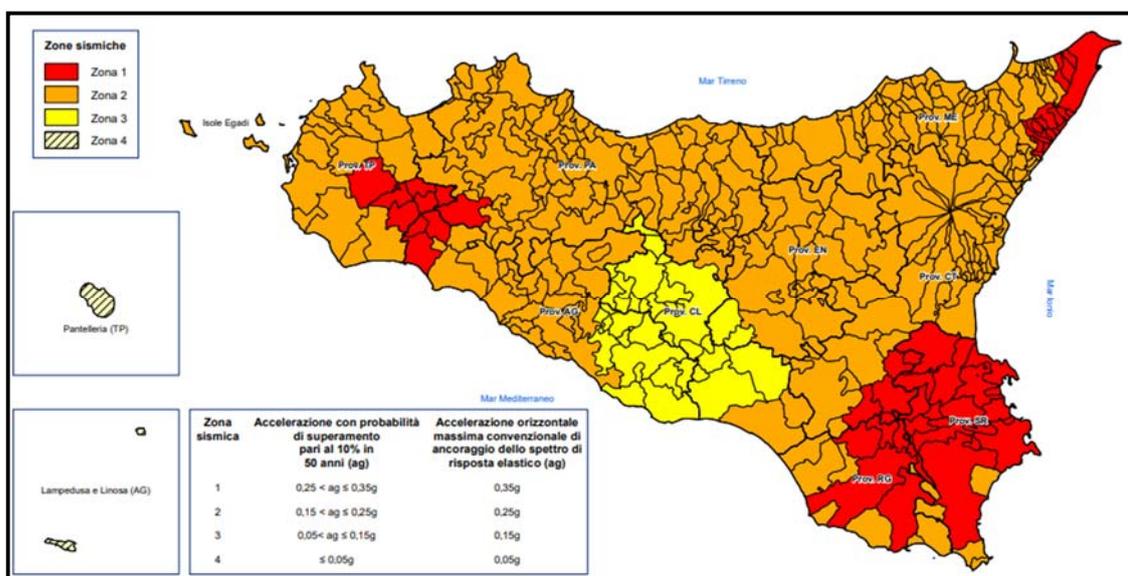


Fig. 13: Classificazione sismica comuni della Sicilia delib. della giunta Regionale 24/02/22, n. 81

In riferimento a tale macrozonazione sismica l’area in esame ricade **in zona 2**, ossia “Zona con pericolosità sismica media 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 $0,15 \leq ag \leq 0,25g$, così come il cavidotto e la stazione lato utente.

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”.

“ [...] La pericolosità sismica (di base) è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello

spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $Se(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PvR nel periodo di riferimento VR . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della presente normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PvR , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- Tc^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

In allegato alla presente norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_o , Tc^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.”

Con riferimento al vigente D.M. 17/01/2018 al fine di ricavare i parametri di riferimento per l'azione sismica di base occorre innanzitutto individuare le coordinate di sito, nella fattispecie tale operazione è stata effettuata tramite rilevatore satellitare (WGS 84) relativamente al punto baricentrale dell'impianto agrovoltaioco risultano:

Lat: 37.860897°

Long: 14.386092°

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: 37.861954°

Long: 14.386925°

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

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	Tc^* (s)
SLO	30	0,050	2,373	0,260
SLD	35	0,054	2,373	0,265
SLV	332	0,149	2,388	0,310
SLC	682	0,195	2,444	0,318

(Punti della maglia: 46301 46302; 46524; 46523)

- Pericolosità sismica locale

Rappresenta una stima a scala di dettaglio delle variazioni della pericolosità sismica di base per effetto delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito in cui si prevede l'evento sismico (condizioni locali).

In effetti è ormai chiaro 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. Altresì, citando la casistica espressa nelle varie circolari A.R.T.A. (per i P.R.G. comunali), 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 scendenti; 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 *franos* *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 esecutiva la pericolosità sismica locale viene valutata o mediante analisi specifiche, come indicate al paragrafo 7.11.3 delle NTC 2018 o più comunemente, facendo riferimento alla procedura semplificata descritta al paragrafo 3.2.2. Quest’ultima si basa sulla misura in situ delle velocità delle onde sismiche di taglio (onde S) e sulla successiva individuazione della *categoria sismica del sottosuolo* in funzione del parametro $V_{s,eq}$ (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri o comunque al di sopra del bedrock). Il valore del parametro $V_{s,eq}$ viene valutato mediante la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s_i}}} \quad \text{dove } h_i \text{ e } V_{s_i} \text{ indicano rispettivamente lo spessore e la velocità delle onde di taglio dell' } i\text{-esimo strato, } N \text{ il numero di strati ed } H \text{ la profondità del substrato rigido, definito come quella formazione costituita da roccia o da terreno molto rigido caratterizzata da } V_s \text{ non inferiore a } 800 \text{ m/s.}$$

esimo strato, N il numero di strati ed H la profondità del substrato rigido, definito come quella formazione costituita da roccia o da terreno molto rigido caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Le NTC 2018 individuano le seguenti possibili categorie di sottosuolo:

Categoria	
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s , eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scendenti con spessore massimo pari a 3 m.
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 .
C	Deposit
D	Deposit
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri

Progetto: Impianto agrovoltaico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: ‘ ENHUB_Rel.01 ’ - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 23/29
--	----------------------------	-----------	-----------------

Ai sensi dei sopra citati decreti D.M. 14/01/08 e D.M. 20/02/2018, pertanto, ai fini della definizione dell'azione sismica di sito, nell'area di progetto sono state condotte n. 2 indagini sismiche con metodologia MASW (cfr. elaborato REL.02 – Relazione Geofisica).

Le indagini hanno indicato una buona omogeneità dei terreni di substrato, dal punto di vista sismico, con valori del V_{Seq} compresi tra 445 e 526 m/s che, unitamente a valutazioni circa il sostanziale graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, indicano un sottosuolo ricadente *in categoria B*.

8 CENNI SULLE CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEL TERRENO DI SEDIME

A scopo puramente indicativo, nel presente paragrafo si riportano alcuni potenziali valori dei principali parametri geotecnici dei terreni di sedime, derivanti essenzialmente dai dati bibliografici disponibili da prove geotecniche in situ e di laboratorio eseguite su litologie similari relative alla stessa formazione geologica, nonché basandosi sulle correlazioni esistenti in letteratura tra i principali parametri geotecnici dei terreni e la velocità delle onde sismiche (di taglio e di compressione) rilevate in situ.

Come evidenziato nell'inquadramento geologico generale, con riferimento all'areale dell'impianto agrovoltaiico, è sostanzialmente possibile individuare un unico modello geologico costituito da uno strato di copertura, riferibile essenzialmente agli accumuli gravitativi caotici costituiti da materiali eterogenei ed eterometrici, in matrice da argillosa a sabbiosa e/o alle litologie di substrato alterate e dal substrato argilloso in posto.

Le suddette indicazioni sono da intendersi **come valori indicativi di larga massima**, volte unicamente ad una prima valutazione circa la possibilità di tali terreni a sostenere i carichi di progetto. Con riferimento a quanto disposto dall'allegato D della Circolare 3/DRA del 20.06.2014, pertanto, è stata effettuata la seguente discretizzazione (Tav. 10):

COPERTURA

SEDIMENTI A GRANA GROSSA - TIPO F2 CON LEGANTE ARGILLOSO

Livello di copertura riferibile alla porzione superficiale alterata del substrato e/o agli accumuli gravitativi caotici che ricoprono a luoghi il substrato; si tratta di un orizzonte a comportamento essenzialmente coesivo costituito da frammenti e clasti lapidei, con dimensioni estremamente variabili, immerse in una matrice pelitico-sabbiosa, con spessori mediamente tra i 1,5 – 2,5 metri, fino a 7,0 – 8,0 metri.

A tale litotipo è possibile attribuire le seguenti caratteristiche geotecniche medie indicative:

- γ (g/cm^3) = 1,7; peso di volume
- C_U (KPa) = 40; coesione non drenata
- φ = 22°-24°; angolo di attrito interno

SUBSTRATO

SUCCESSIONI CON ALTERNANZA DI LITOTIPI DIFFERENTI - TIPO B4

Alternanza di litotipi a principale componente argillosa ed in subordine litotipi lapidei (areniti), talora tettonizzate e scompagnate riferibili al Flysch Numidico.

A tale litotipo è possibile attribuire le seguenti caratteristiche geotecniche medie indicative:

Livelli argillosi

- γ (g/cm^3) = 1,8; peso di volume
- C_U (KPa) = 80; coesione non drenata
- φ = 22°; angolo di attrito interno

Livelli arenitici

- γ (g/cm^3) = 2,0; peso di volume
- C_U (KPa) = 300; coesione non drenata
- φ = 30°; angolo di attrito interno

Progetto: Impianto agrovoltaico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUB_Rel.01' - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 25/29
--	-----------------------------------	------------------	------------------------

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

9 CONCLUSIONI

Nell’ambito del progetto definitivo per la realizzazione di impianto agrovoltaiico di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica, della potenza di 43.148,0 kWp e relative opere per la connessione alla rete, che la società *AS Management SRL* intende realizzare in località *Contrada Spadaro* nel territorio comunale di *Mistretta (ME)*, è stato eseguito uno studio di natura Geologica-Geomorfologica di supporto al progetto, finalizzato all’acquisizione di tutti quegli elementi geognostici atti a verificare la compatibilità delle nuove opere di progetto, con le caratteristiche stratigrafiche, litologiche, idrologiche e fisico-meccaniche dei terreni di fondazione nonché all’accertamento delle condizioni di stabilità della zona con l’individuazione di eventuali processi morfodinamici in atto o potenziali.

Lo studio è stato redatto conformemente alle normative richiamate in premessa con particolare riferimento ai contenuti tecnici della circolare ARTA 3/DRA del 20/06/2014 ed al D.M. 17/01/2018.

I risultati dello studio sono di seguito sinteticamente riepilogati:

- Analisi Geologica

Dal punto di vista geologico generale l’area di progetto ricade al margine orientale dei *Monti Nebrodi*, i quali costituiscono la porzione mediana della dorsale montuosa settentrionale della Sicilia, talora individuato come “Appennino Siculo”, compresa fra *Peloritani* ad est e le *Madonie* ad ovest.

L’attuale assetto geologico-strutturale dell’area è la risultante di una lunga e complessa storia deformativa con diverse fasi tettoniche, per lo più compressive orogenetiche, fino ad una più recente fase distensiva in gran parte responsabile dell’attuale conformazione strutturale. Lo spartiacque Nebrodi-Peloritani rappresenta, infatti, una zona di ampio sollevamento regionale con trend assiale circa N.E.-S.W. ed immersione verso N.E., delimitato nel margine tirrenico da sistemi di faglie normali orientate parallelamente alle attuali linee di costa, che portano ad un ribassamento, a gradinata, verso il mare delle più recenti formazioni sedimentarie mioceniche-quadernarie, a maggior grado di erodibilità, rispetto ai termini del substrato roccioso.

Tali unità sedimentarie, che nell’area rappresentano la pressoché totalità dei terreni affioranti, sono quasi interamente di natura torbiditica con apporti prevalentemente di natura quarzoso-feldspatico o, più raramente nell’area, di natura argilloso-carbonatica.

Dal punto di vista geologico, infatti, tutti i terreni affioranti sono costituiti da una fitta stratificazione di rocce argilloso-arenacee di varia struttura e composizione; si tratta di successioni sedimentarie, appartenenti a diversi periodi, talvolta associate a ricoprimenti o a falde di trasporto orogenetico. Le varie facies si presentano fra loro sovrapposte, spesso traslate o compenstrate tra loro per effetto delle lunghe vicende tettoniche che ne hanno determinato un complesso caotico.

Sulla base dei dati disponibili nella letteratura geologica, la successione delle Unità stratigrafico-strutturali e dei litotipi affioranti nell’area, dal basso verso l’alto, risulta così costituita:

- Flysch Numidico
- Tufiti di Tusa (o Flysch di Tusa)
- Flysch di Monte Soro
- Flysch di Reitano (*Fm. Reitano*)
- Depositi fluvio-marini terrazzati

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: ‘ ENHUB_Rel.01 ’ - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 27/29
---	----------------------------	-----------	-----------------

Con specifico riferimento all’area di progetto il substrato litologico è rappresentato dal complesso flyschoidico numidico; tale substrato risulta sovente obliterato da depositi recenti spesso riconducibili ad accumuli gravitativi caotici.

- Lineamenti morfologici e geomorfologici

Dal punto di vista morfologico generale l’area vasta di progetto si inquadra in un contesto alto collinare e/o di bassa montagna, nella fascia altimetrica compresa tra gli 800 m ed i 1000 m s.l.m., ubicata in prossimità della linea di spartiacque principale (con quote anche oltre i 1500 metri) che separa il Bacino Idrografico del *Fiume Simeto*, a sud, dai numerosi piccoli bacini idrografici dei torrenti compresi, a nord, tra la dorsale montuosa dei Nebrodi e la costa Tirrenica.

In ragione della natura del substrato dei rilievi, i versanti raramente presentano pendenze superiori ai 30°, indice di un limite geomorfologico di stabilità dei versanti stessi piuttosto basso in termini di pendenza.

L’area in esame è costituita in prevalenza da rocce clastiche pseudocoerenti o incoerenti (argille e argilliti), soggette da parte degli agenti esogeni, ad una rapida azione disgregatrice; le intense sollecitazioni subite dai terreni, nel corso delle varie fasi tettoniche, in effetti hanno favorito lo sviluppo di un diffuso stato di alterazione e di degradazione delle rocce, determinando così una scarsa resilienza agli agenti esogeni che si traduce in un rapido approfondimento del reticolo idrografico con conseguente disequilibrio dei versanti, il che comporta la presenza di diffuse forme di dissesto idrogeologico.

Sebbene tali dissesti siano principalmente da riferire al deflusso delle acque di ruscellamento, la cui azione particolarmente violenta è favorita dalla prevalenza dei terreni argillosi, dal regime irregolare delle precipitazioni e dalle caratteristiche climatiche nel loro complesso, una certa importanza appare assumere anche il fattore antropico con una marcata azione di disboscamento che unitamente ai frequenti incendi hanno notevolmente ridotto la copertura boschiva.

Alla luce della configurazione morfologica sopra descritta i fenomeni di dissesto appaiono piuttosto diffusi e quasi sempre riconducibili allo stesso meccanismo di disequilibrio, ovvero a fenomeni di *richiamo vallivo* delle incisioni idrografiche in approfondimento, le quali determinano pendenze tali da creare una instabilità delle sponde e conseguentemente diffusi fenomeni superficiali di richiamo nell’immediato intorno, a monte delle incisioni, anche in corrispondenza di pendenze assai modeste.

Con specifico riferimento ai manufatti in progetto, sia gli areali dell’impianto fotovoltaico che lo stesso cavidotto di connessione con la Stazione RTN nonché la Stazione di Utenza risultano interferire con molteplici aree individuate nelle cartografie del P.A.I. in “dissesto attivo”.

Le aree interessate dai dissesti ricoprono nel complesso una percentuale non trascurabile dell’intero areale di impianto, con *fenomeni franosità diffusa* prevalentemente a Pericolosità Geomorfológica P2 (media).

A giudizio degli scriventi, stante la situazione geomorfologica attuale l’utilizzo dell’area, tenuto conto anche delle modeste pendenze generali degli areali di interesse appare possibile ma necessariamente subordinato ad una accurata e puntuale sistemazione idrogeologica dei numerosi impluvi che interferiscono con gli areali interessati. Solo a valle di significativi interventi sulle incisioni torrentizie, che portino ad un annullamento delle azioni di erosione ed approfondimento delle sponde, è infatti possibile garantire la stabilità dell’area di impianto e la salvaguardia stessa dei futuri manufatti.

A puro titolo indicativo sono stati proposti in relazione dei possibili interventi di Ingegneria Naturalistica, essenzialmente consistenti nella realizzazione di *manufatti di contenimento trasversale e di protezione del fondo*

alveo, briglie in legname e/o pietrame, geostuoie di protezione e rinverdimenti delle sponde, che mirano essenzialmente ad un rimodellamento degli alvei incisi con una ulteriore riduzione delle pendenze e con la protezione sia del fondo alveo che delle stesse pareti.

Tali interventi, unitamente alla messa in opera di una accurata regimazione delle acque dilavanti che in ogni caso potrebbero innescare lenti movimenti, seppur superficiali, delle aree attualmente già in dissesto, andrebbe di fatto a favorire una stabilizzazione del versante, attualmente in uno stato di degrado generalizzato.

L’inerbimento perenne degli areali di impianto con i benefici del caso legati alla elevata ritenzione idrica delle piante erbacee messe a dimora, sarà un ulteriore elemento di mitigazione dagli agenti erosivi dilavanti e quindi a favore della stabilità generale del versante

- Idrografia

Dal punto di vista idrografico generale, i manufatti in progetto, ovvero l’areale di impianto e la linea di connessione alla Stazione Utente, insistono all’interno del bacino idrografico del *Torrente Tusa*

Più nel dettaglio, l’areale di impianto agrovoltaiico risulta attraversato e/o costeggiato da varie incisioni idrografiche (Tav. 07), rappresentate su CTR e/o su IGM, di basso ordine gerarchico, essenzialmente rami di testa in destra idraulica del *Vallone Burgisato*. affluente principale di sinistra del T. Tusa; con riferimento alla linea di connessione, essa interseca svariati corsi d’acqua, identificati su CTR e/o su IGM, (Tav. 07) che sottendono sottobacini idrografici minori interni al sottobacino idrografico del *Vallone Burgisato*.

Quasi tutti i corsi d’acqua interferenti presentano un regime idrologico tipicamente torrentizio, con lunghi periodi di secca alternati a brevissimi periodi di deflusso superficiale in occasione di eventi piovosi significativamente lunghi o particolarmente intensi.

- Valutazione idrologiche e permeabilità

Nell’area in esame, la rete idrografica, in virtù dell’affioramento in maniera estesa di terreni a prevalente componente argillosa, risulta ben ramificata con numerosi impluvi, seppur di piccole dimensioni e moderatamente incisi, con pattern di tipo dentritico.

Dai rilievi di superficie condotti e dallo studio dei terreni affioranti, che comprendono sia l’area in esame che quella dell’immediato intorno, non sono state rilevate strutture idrogeologiche significative né la presenza di falda idrica S.S. epi-superficiali.

- Caratterizzazione litotecnica preliminare

A scopo puramente indicativo sono stati riportati i potenziali valori dei principali parametri geotecnici dei terreni di sedime, derivanti essenzialmente dai dati bibliografici disponibili su prove geotecniche in situ e di laboratorio eseguite su litologie similari relative alla stessa formazione geologica, nonché basandosi sulle correlazioni esistenti in letteratura tra i principali parametri geotecnici dei terreni e la velocità delle onde sismiche (di taglio e di compressione) rilevate in situ. La struttura laminare e stratificata dei litotipi in questione rende le suddette indicazioni come, appunto, valori indicativi di larga massima, volte unicamente ad una prima valutazione circa la possibilità di tali terreni a sostenere i carichi di progetto.

Gli aspetti geotecnici e sismici dovranno essere adeguatamente implementati in sede di progettazione esecutiva o di ottemperanza, attraverso mirate campagne di indagini geognostiche in situ supportate da opportune prove di laboratorio geotecnico.

Progetto: Impianto agrovoltaico nel comune di Mistretta da 43,1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: ‘ ENHUB_Rel.01 ’ - Relazione Geologica-Geomorfologica	Data: 14/07/2023	Rev. 0	Pagina 29/29
--	-----------------------------------	------------------	------------------------

Palermo, Luglio 2023

Dott. Geol. Michele Ognibene
Ordine Regionale geologi di Sicilia
n. 3003

Dott. Geol. Rosario Fria
Ordine Regionale geologi di Sicilia
n. 1663

APPENDICE I
ELABORATI GRAFICI

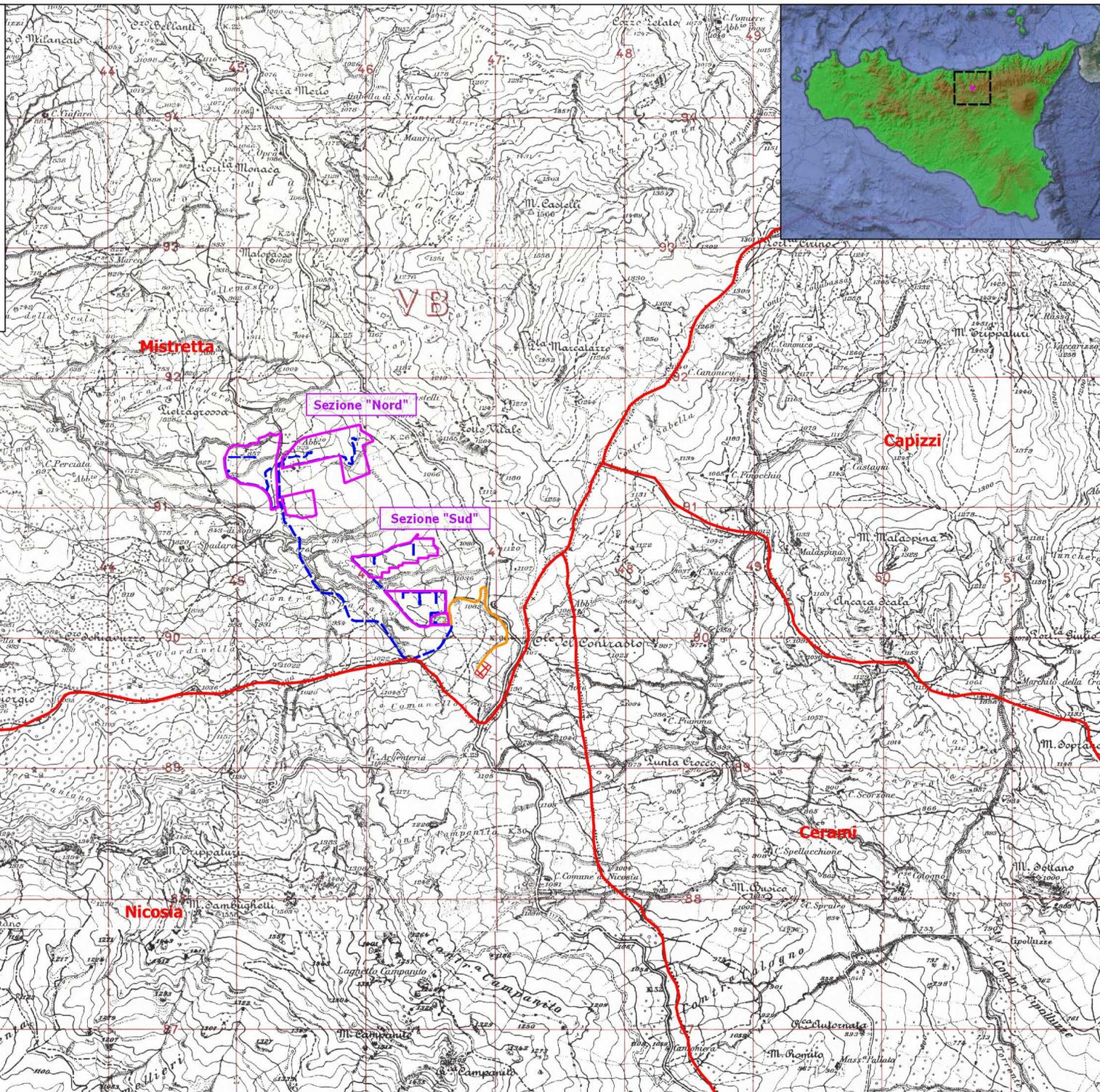
TAV.01a - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Scala 1:30.000

0 1 2 km

LEGENDA

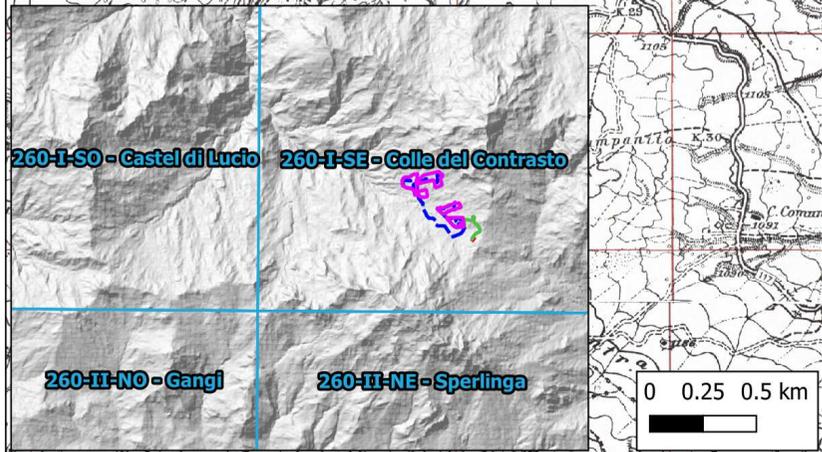
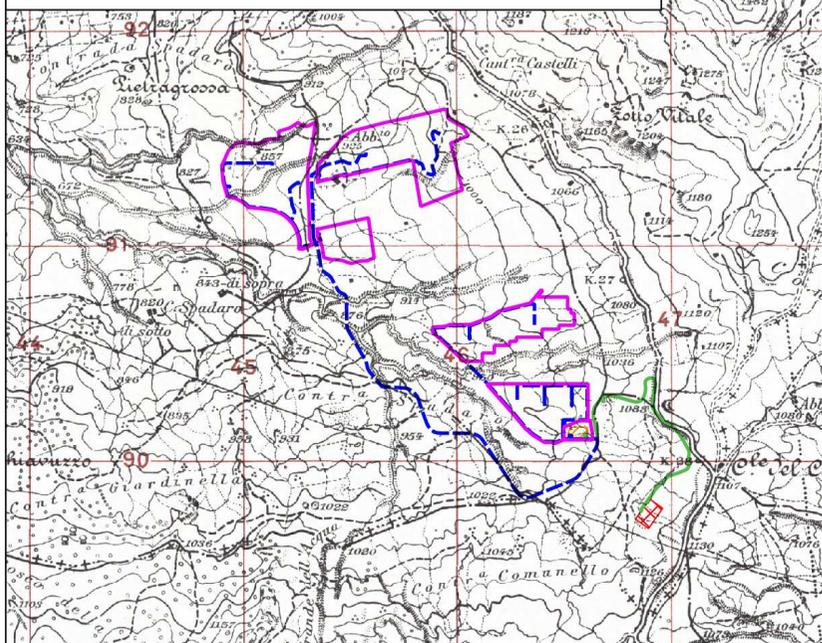
- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT interrato
- ▨ Stazione Elettrica SSU
- Cavidotto AT interrato
- ⊠ SST Mistretta esistente
- ▭ Confini Comunali



TAV.01b - INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO SU IGMI (I) e CTR (II)

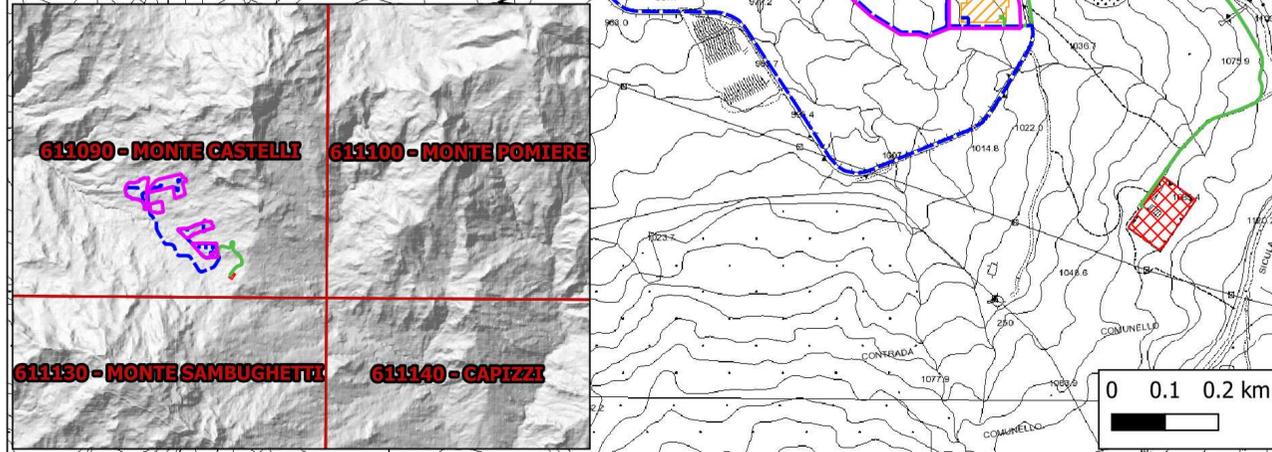
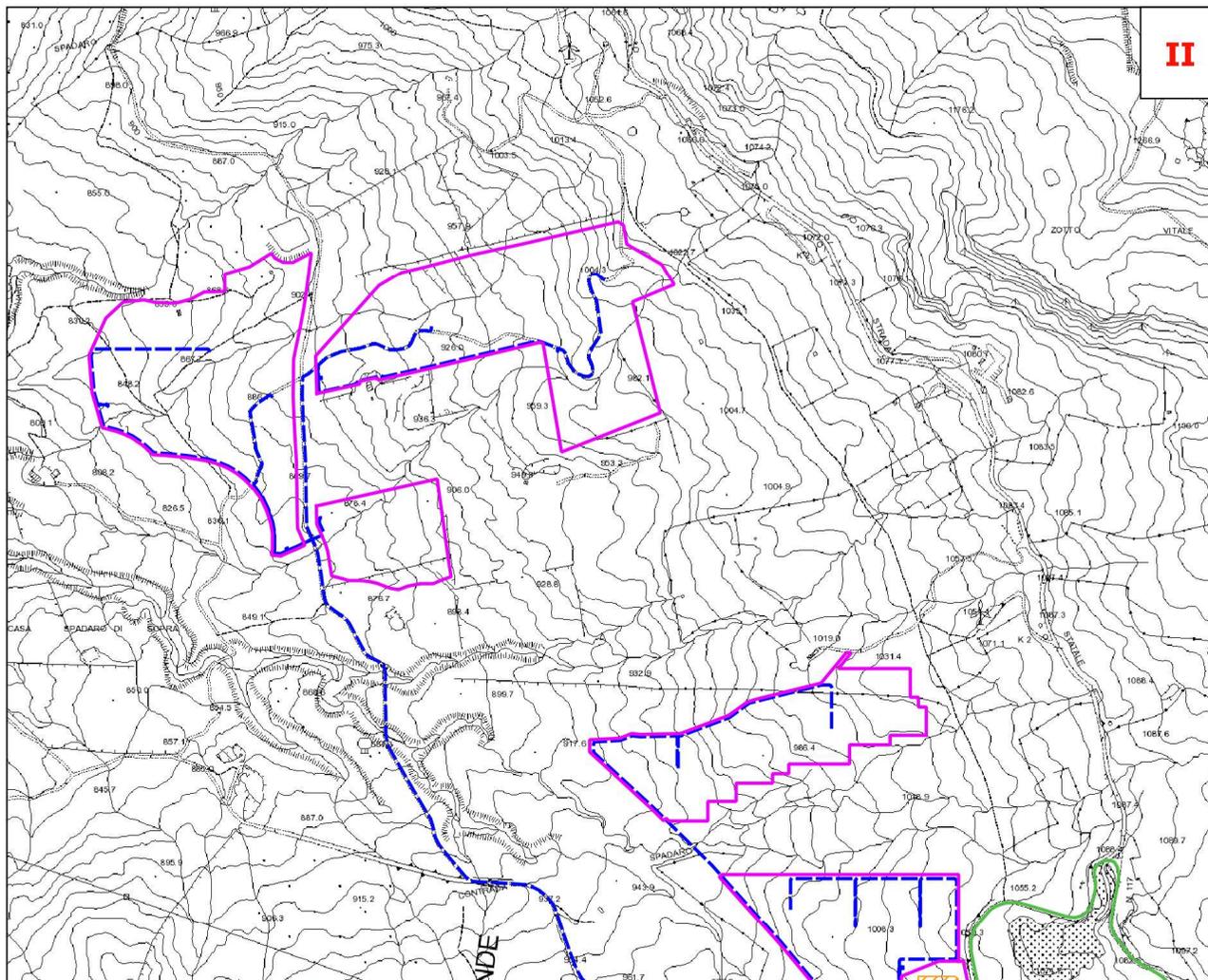
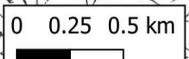
LEGENDA

- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT interrato
- Stazione Elettrica SSU
- Cavidotto AT interrato
- SST Mistretta esistente



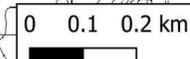
260-I-SO - Castel di Lucio 260-I-SE - Colle del Contrasto

260-II-NO - Gangi 260-II-NE - Sperlinga



611090 - MONTE CASTELLI 611100 - MONTE POMIERE

611130 - MONTE SAMBUGHETTI 611140 - CAPIZZI



TAV.03 - CARTA DELLE QUOTE

Scala 1:12.500

0 0.25 0.5 km

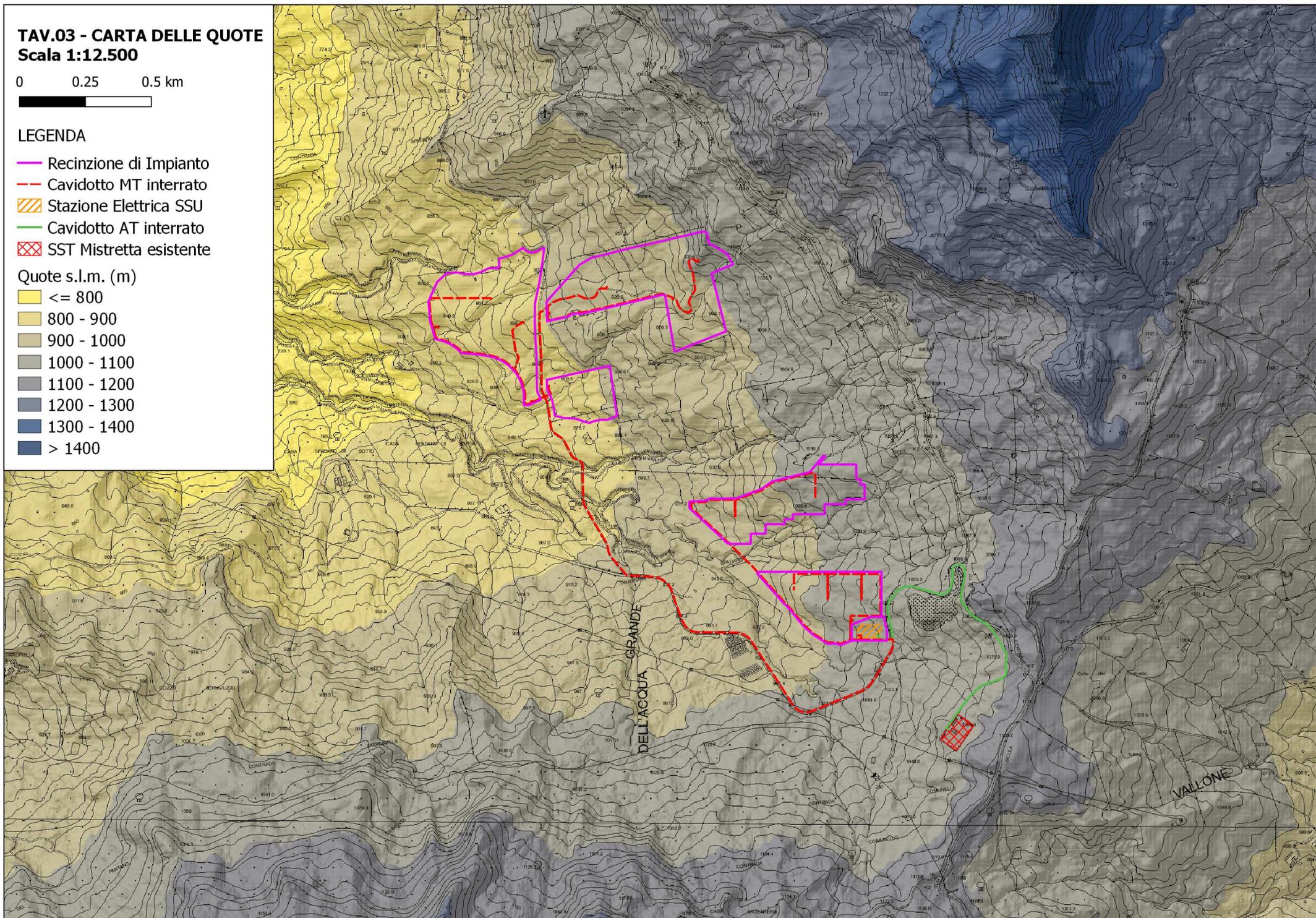


LEGENDA

- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT interrato
- ▨ Stazione Elettrica SSU
- Cavidotto AT interrato
- ▣ SST Mistretta esistente

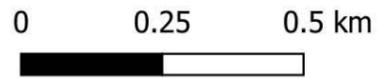
Quote s.l.m. (m)

- ≤ 800
- 800 - 900
- 900 - 1000
- 1000 - 1100
- 1100 - 1200
- 1200 - 1300
- 1300 - 1400
- > 1400



TAV.04 - CARTA DELLE PENDENZE

Scala 1:12.500

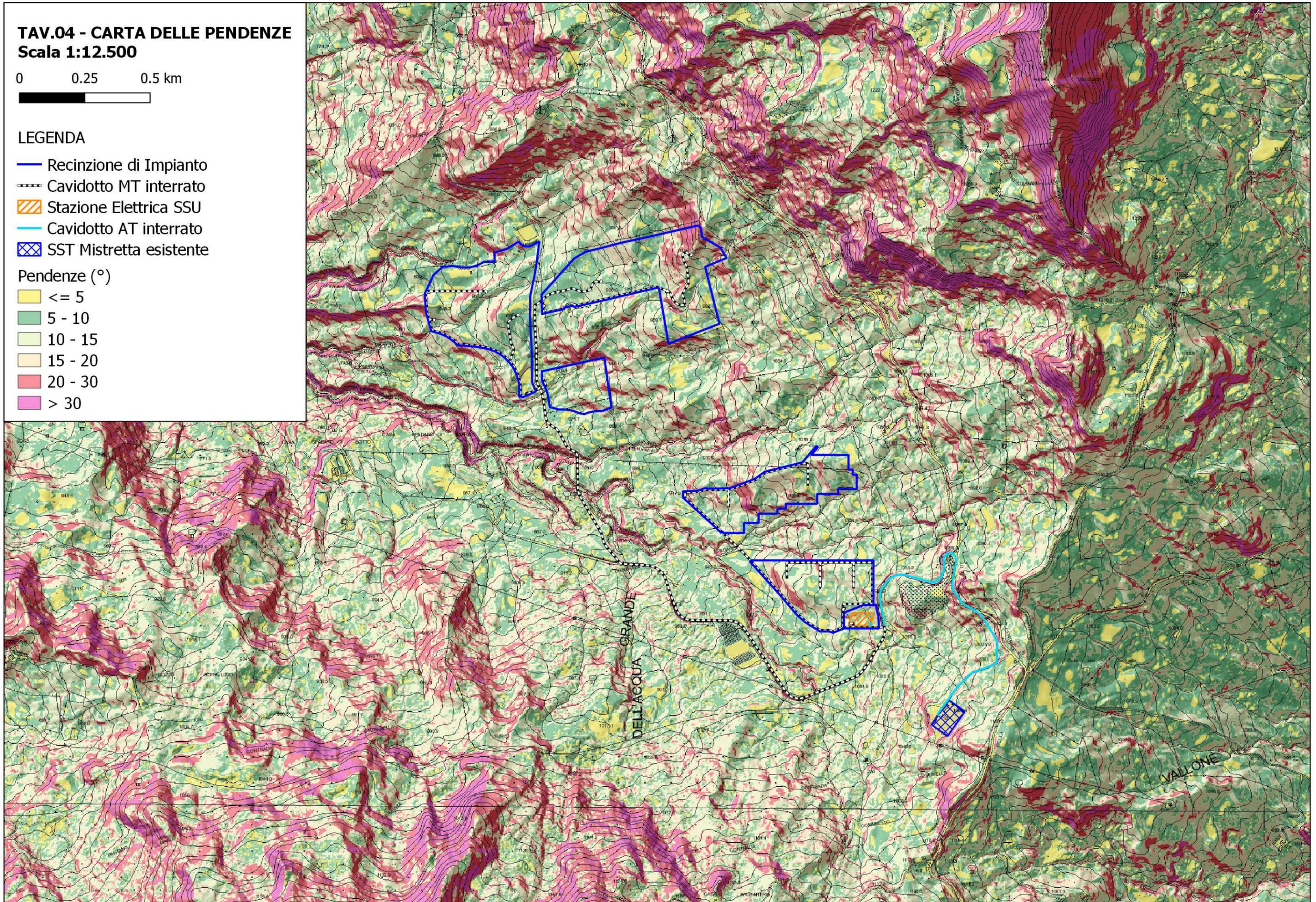


LEGENDA

- Recinzione di Impianto
- - - Cavidotto MT interrato
- ▨ Stazione Elettrica SSU
- Cavidotto AT interrato
- ▣ SST Mistretta esistente

Pendenze (°)

- ≤ 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 30
- > 30



TAV.05b - CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO (PIANO ASSETTO IDROLOGICO)
Scala 1:10.000

0 0.25 0.5 km



LEGENDA

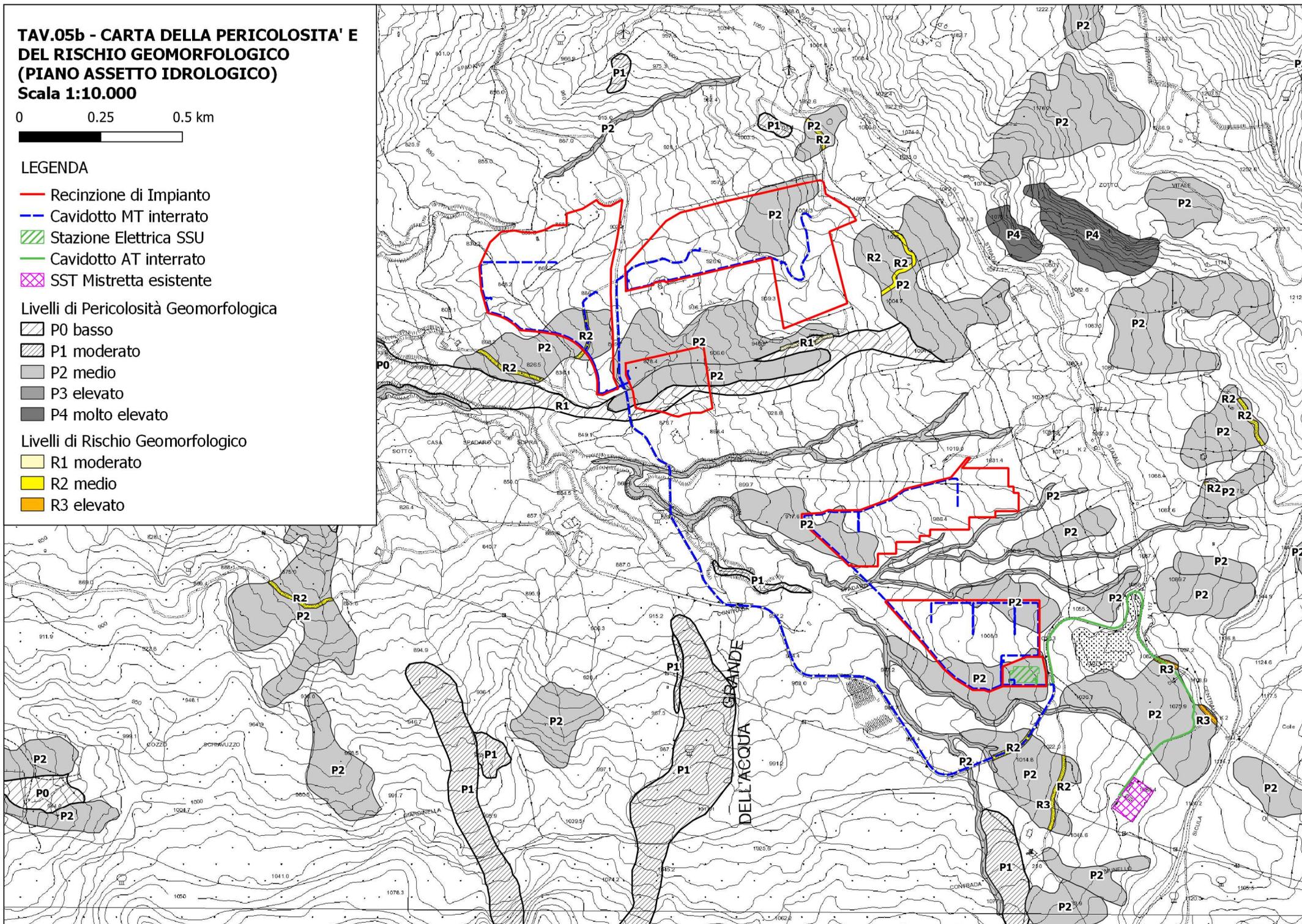
- Recinzione di Impianto
- - - Cavidotto MT interrato
- Stazione Elettrica SSU
- Cavidotto AT interrato
- SST Mistretta esistente

Livelli di Pericolosità Geomorfológica

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato

Livelli di Rischio Geomorfológico

- R1 moderato
- R2 medio
- R3 elevato



TAV.06 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Scala 1:30.000

0 1 2 km



LEGENDA

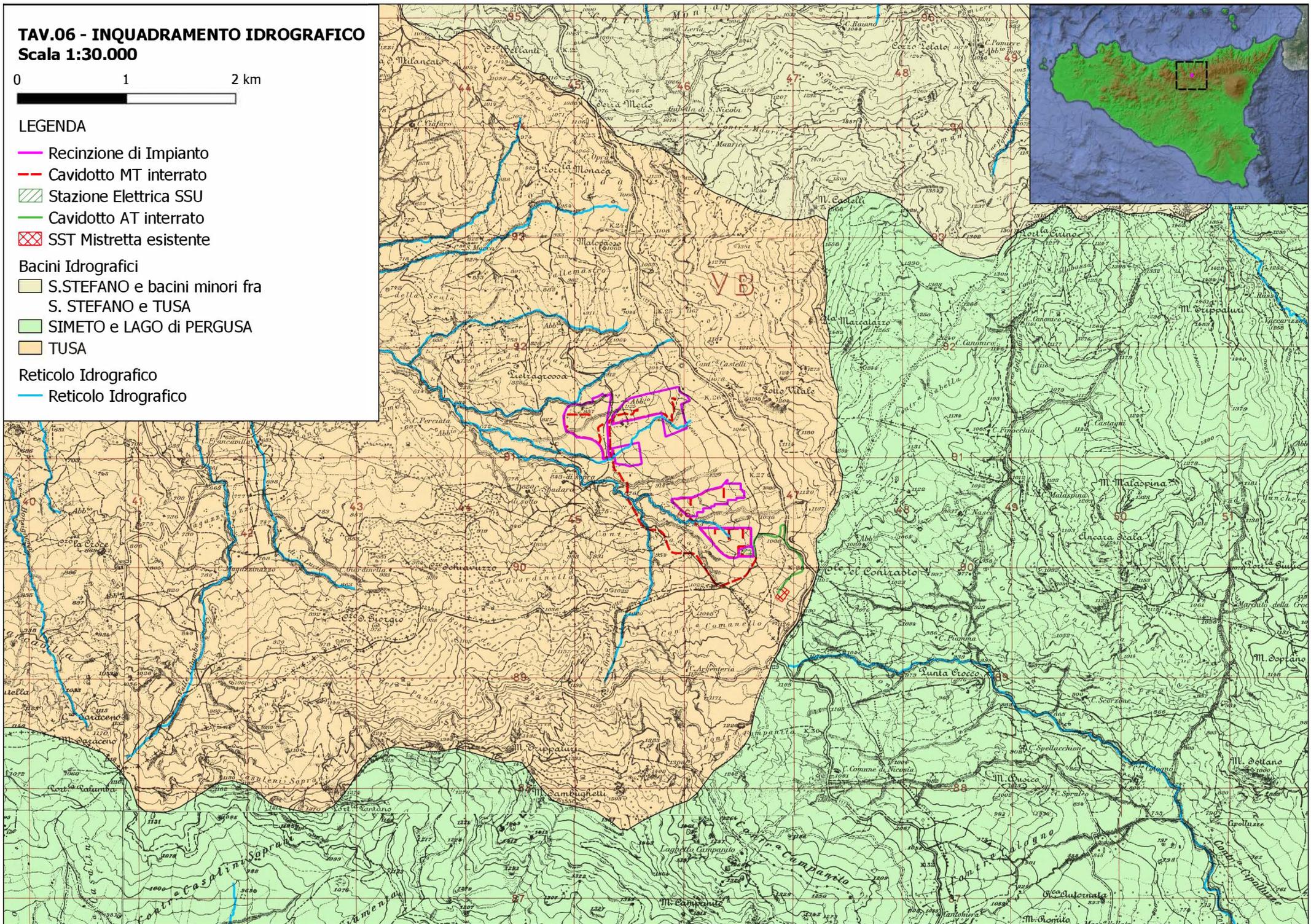
-  Recinzione di Impianto
-  Cavidotto MT interrato
-  Stazione Elettrica SSU
-  Cavidotto AT interrato
-  SST Mistretta esistente

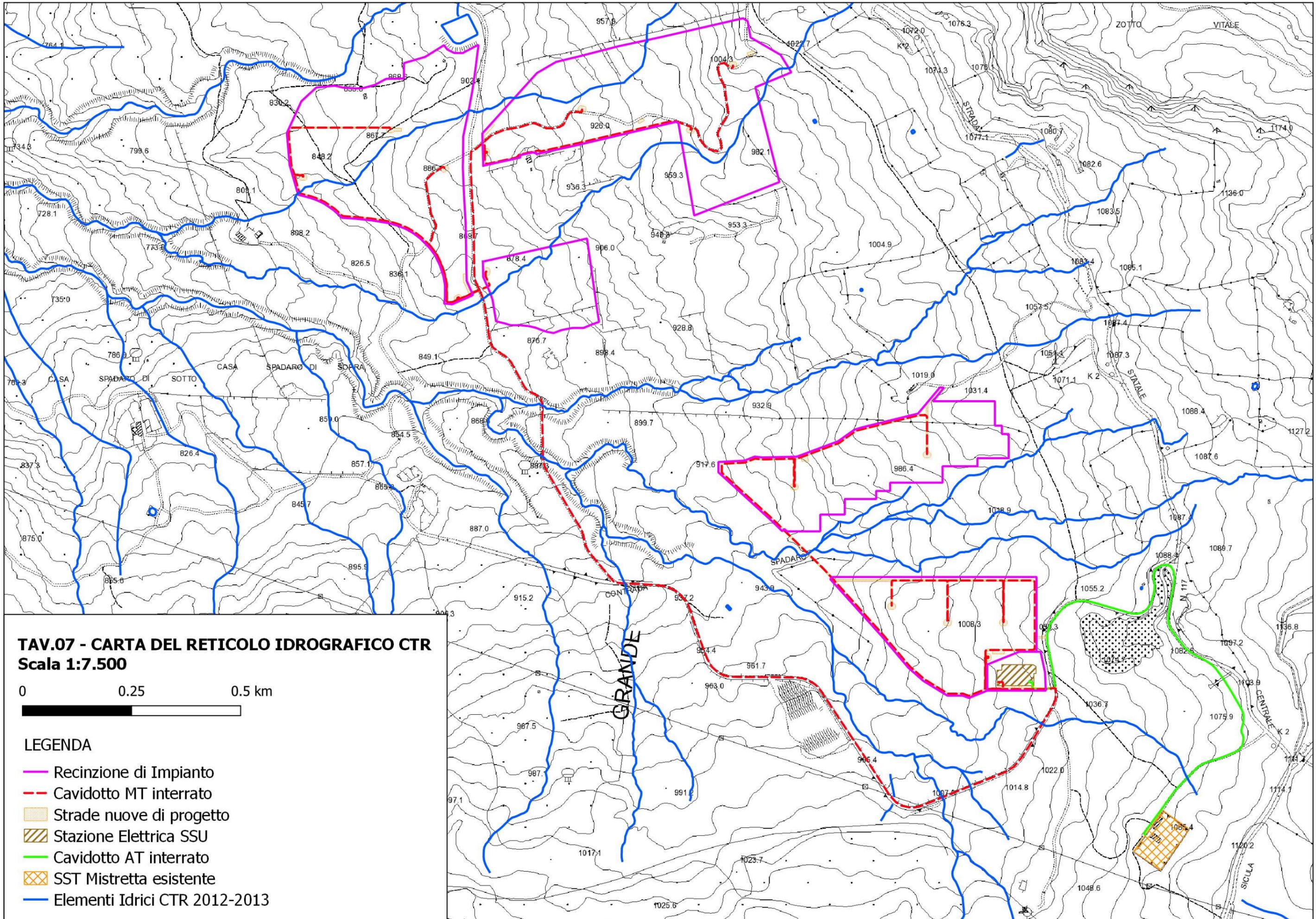
Bacini Idrografici

-  S.STEFANO e bacini minori fra S. STEFANO e TUSA
-  SIMETO e LAGO di PERGUSA
-  TUSA

Reticolo Idrografico

-  Reticolo Idrografico





TAV.07 - CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO CTR
Scala 1:7.500



LEGENDA

- Recinzione di Impianto
- Cavidotto MT interrato
- Strade nuove di progetto
- Stazione Elettrica SSU
- Cavidotto AT interrato
- SST Mistretta esistente
- Elementi Idrici CTR 2012-2013

TAV.08 - CARTA DELLA PERMEABILITA'
Scala 1:12.500

0 0.25 0.5 km

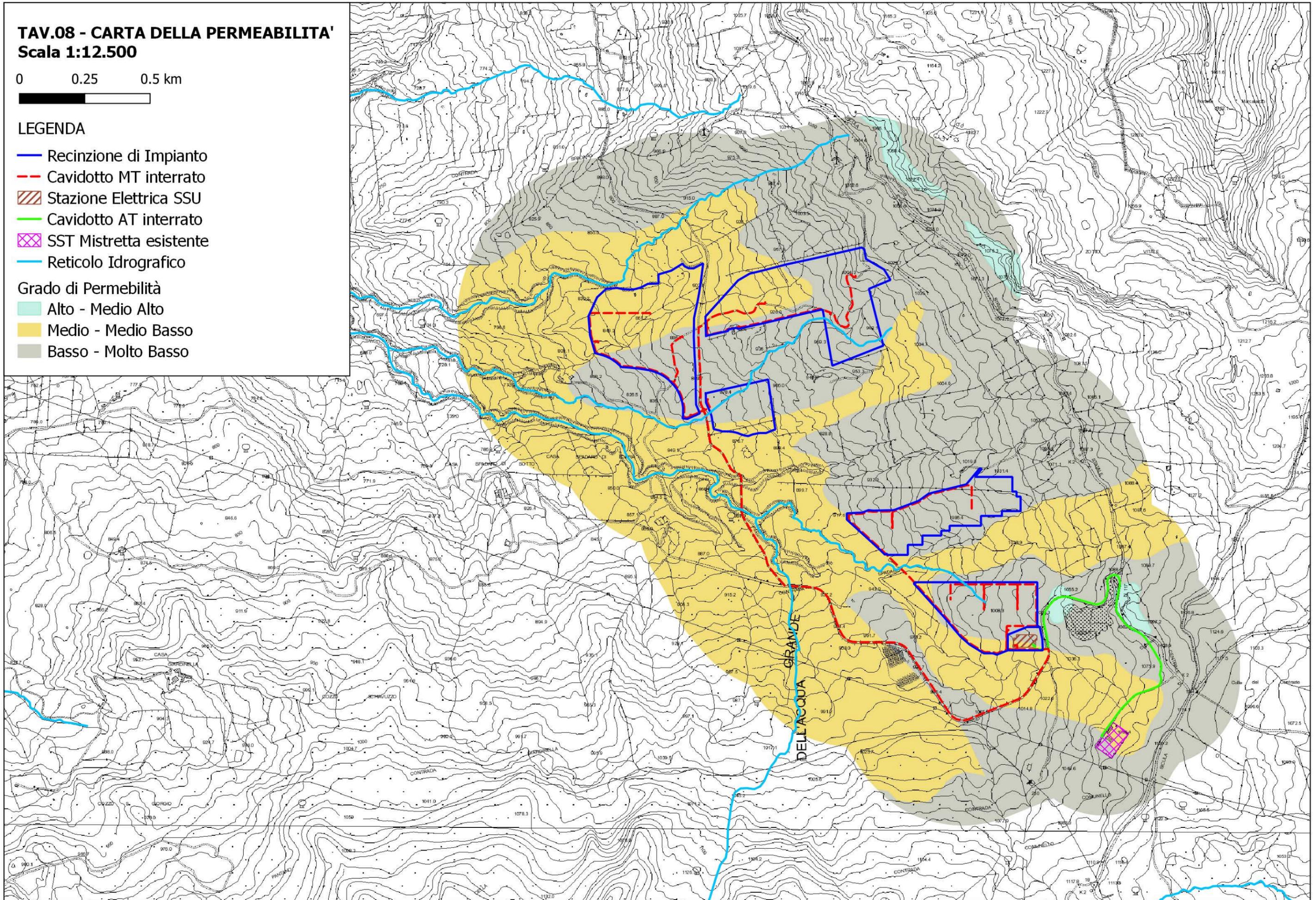


LEGENDA

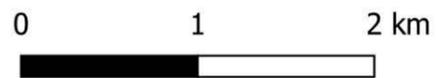
-  Recinzione di Impianto
-  Cavidotto MT interrato
-  Stazione Elettrica SSU
-  Cavidotto AT interrato
-  SST Mistretta esistente
-  Reticolo Idrografico

Grado di Permeabilità

-  Alto - Medio Alto
-  Medio - Medio Basso
-  Basso - Molto Basso

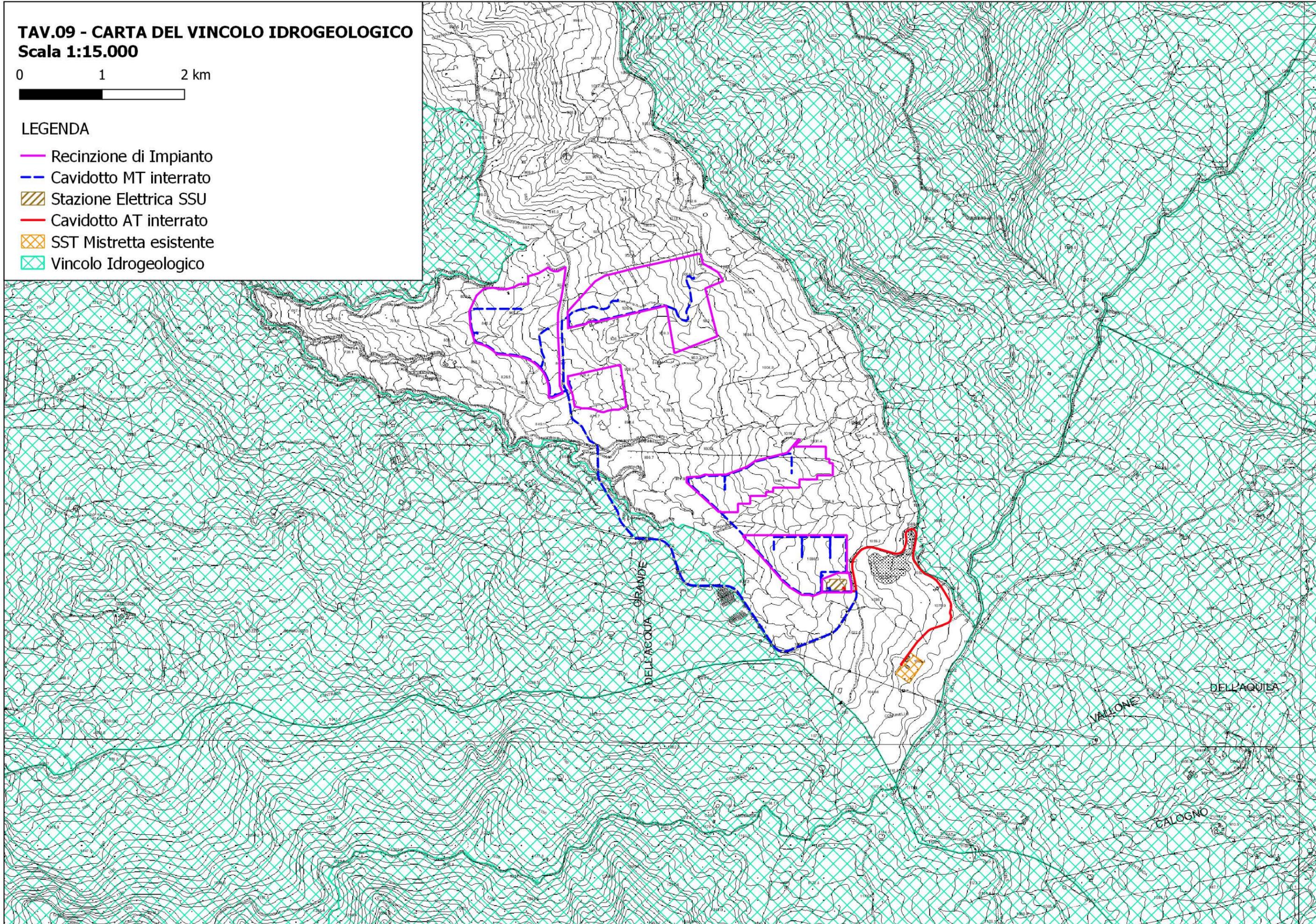


TAV.09 - CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO
Scala 1:15.000



LEGENDA

-  Recinzione di Impianto
-  Cavidotto MT interrato
-  Stazione Elettrica SSU
-  Cavidotto AT interrato
-  SST Mistretta esistente
-  Vincolo Idrogeologico



TAV.10 - CARTA LITOTECNICA
Scala 1:12.500

0 0.25 0.5 km



LEGENDA

-  Recinzione di Impianto
-  Cavidotto MT interrato
-  Stazione Elettrica SSU
-  Cavidotto AT interrato
-  SST Mistretta esistente

Unità Litotecniche

-  B1 - Successioni a struttura caotica con alternanza di litotipi diversi (argille, rocce calcaree, arenarie)
-  B4 - Successioni con alternanza di litotipi in prevalenza argillosi e litotipi lapidei (areniti e rocce calcaree)
-  F2 - Depositi più o meno coesivi a grana grossa con elementi litici spigolosi in matrice argilloso-sabbiosa
-  G3 - Sabbie cementate

