



REGIONE SICILIANA
 PROVINCIA DI CATANIA
 COMUNE DI RAMACCA



PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA REALIZZARE NEL COMUNE DI RAMACCA (CT) IN CONTRADA GIUMENTA AL FOGLIO N.36 P.LLA 13, AL FOGLIO N.75 P.LLE 7, 87 E 88, AL FOGLIO N.76 P.LLE 3, 5, 7, 8, 9, 76, 105 E 106, AL FOGLIO N.81 P.LLE 17, 18, 19, 31, 32, 39, 43, 44, 89, 90, 91 E 92, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI RAMACCA (CT) IN CONTRADA ALBOSPINO AL FOGLIO N.76, AVENTE UNA POTENZA PARI A **50.652,00 kWp**, DENOMINATO "**RAMACCA**"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA



LIV. PROG.	RIF. COD. PRATICA TERNA	CODICE ELABORATO	TAVOLA	DATA	SCALA
PD	202001120	RS10REL0078A0	Re.9	18.12.2021	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE



HF SOLAR 4 S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

ENTE

FIRMA RESPONSABILE

PROGETTAZIONE



Ing. D. Siracusa
 Ing. A. Costantino
 Ing. C. Chiaruzzi
 Ing. G. Schillaci
 Ing. G. Buffa
 Arch. M. Gullo
 Arch. Y. Kokalah
 Arch. S. Martorana
 Arch. F. G. Mazzola
 Arch. A. Calandrino
 Arch. G. Vella

HORIZONFIRM S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

PROFESSIONISTA INCARICATO

FIRMA DIGITALE PROGETTISTA

FIRMA OLOGRAFA E TIMBRO
PROFESSIONISTA

COMUNE DI RAMACCA

- CITTÀ METROPOLITANA DI CATANIA

RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA

Progetto Definitivo

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico sito in contrada Giumenta al foglio n.36 particella 13, al foglio n.75 particelle 7, 87, 88, al foglio n.76 particelle 3, 5, 7, 8, 9, 76, 105, 106 e al foglio n.81 particelle 17, 18, 19, 31, 32, 39, 43, 44, 89, 90, 91, 92, e delle relative opere di connessione in contrada Albospino al foglio n.76 particelle 6 e 91

Ditta: HORIZONFIRM S.r.l.

Data: Dicembre 2021



Dott. Geol. Ignazio Giuffrè

Via Mazzini, 9 - 90018 Termini Imerese (PA) Tel. 338.4373063
P. IVA: 04698200823 E Mail – ignazio.giuffre@gmail.com



COMUNE DI RAMACCA
- CITTÀ METROPOLITANA DI CATANIA -

RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA

Progetto definitivo

“Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico sito in contrada Giumenta al foglio n.36 particella13, al foglio n.75 particelle 7, 87, 88, al foglio n.76 particelle 3, 5, 7, 8, 9, 76, 105, 106 e al foglio n.81 particelle 17, 18, 19, 31, 32, 39, 43, 44, 89, 90, 91, 92, e delle relative opere di connessione in contrada Albospino al foglio n.76 particelle 6 e 91”

Premessa

Il presente lavoro costituisce parte integrante di un progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico sito in contrada *Giumenta* al foglio n.36 particella13, al foglio n.75 particelle 7, 87, 88, al foglio n.76 particelle 3, 5, 7, 8, 9, 76, 105, 106 e al foglio n.81 particelle 17, 18, 19, 31, 32, 39, 43, 44, 89, 90, 91, 92, e delle relative opere di connessione in contrada *Albospino* al foglio n.76 particelle 6 e 91, eseguito per conto della ditta: *HorizonFirm S.r.l.*

Il tale ottica e per fornire al progettista, gli elementi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, in ottemperanza alle norme riportate nelle *N.T.C. 2018 - Norme tecniche per le costruzioni* (D.M. 17 Gennaio 2018), sono stati eseguiti diversi



sopralluoghi, in modo da acquisire quanti più elementi possibili per una esatta ricostruzione delle condizioni generali caratterizzanti l'area in studio.

Il presente studio viene redatto in conformità all'art. 15 della L. R. 16/16 ex art. 13 L. 64/74, per la richiesta di parere di compatibilità geomorfologica.

Lo studio geologico è stato inoltre redatto in conformità alla Circolare n. 3 DRA del 20.06.2014 - Prot. n. 28807 del 20.06.2014 – “*Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici*” (G.U.R.S. n° 28 del 11.7.2014) e Decreto 14.07.2021 “*Approvazione del documento “Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici”*” (G.U.R.S. n° 35 del 13.08.2021).

I dati rilevati unitamente a quelli noti allo scrivente, per essersi interessato in passato a studi su terreni di analoga facies petrografica, sono stati in ultimo correlati con quanto indicato in merito dalla letteratura specializzata esistente (“*Carta geologica della Sicilia Centro Orientale*” S. Carbone, S. Cementano, M. Grasso, F. Lentini e C. Monaco – Università degli Studi di Catania - Istituto di Scienze della terra, 1990; “*Carta geologica d'Italia – Foglio 268 Caltanissetta*” E. Beneo - Servizio geologico Italiano 1955; “*Carta geologica d'Italia – 296 Paternò*” L. Mazzetti e R. Travaglia - Servizio geologico Italiano 1878).

Molte informazioni di carattere geologico e stratigrafico sono state desunte dall'analisi dei numerosi fronti di scavo presenti nei pressi dell'area di interesse.

In ultimo sono state eseguite indagini geofisiche con sismica a rifrazione applicando il metodo *MASW*, al fine di approfondire le conoscenze sui terreni oggetto di studio, ed in particolare per la definizione della categoria di suolo di fondazione ai sensi dell'Ordinanza n. 3274/2005 del Presidente del Consiglio dei Ministri, ripresa e completata con la O.P.C.M. n. 3519/2006 e dalla Circolare 21/01/2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*” di cui al D.M. 17 gennaio 2018” (G. U. Serie Generale n.35 del 11-02-2019 - Suppl. Ordinario n. 5).

Sarà compito del progettista, sulla scorta dei dati di seguito riportati e da quelli emersi dalle indagini eseguite, effettuare le verifiche e le scelte progettuali così come previsto dalle norme vigenti (*parere del Consiglio di Stato n°154 del 02.06.1994*).



Il lavoro è stato , quindi, articolato sviluppando il seguente schema:

1. inquadramento dell'area;
2. lineamenti geologici;
3. lineamenti geomorfologici;
4. lineamenti idrogeologici;
5. considerazioni geologico - tecniche;
6. considerazioni litotecniche;
7. Sismica a rifrazione - tecnica MASW;
 - 7.1. classificazione del suolo di fondazione con il metodo MASW;
 - 7.2. risultati delle analisi MASW;
 - 7.3. categoria di suolo individuata;
8. pericolosità sismica locale;
9. zonizzazione del territorio;
10. conclusioni.

Risultano allegati alla presente relazione i seguenti elaborati:

- stralcio topografico in scala 1:25.000;
- aerofotogrammetria in scala 1:10.000;
- carta geologica in scala 1:10.000;
- carta geologica in scala 1:5.000;
- carta geomorfologica in scala 10.000;
- carta idrogeologica in scala 1:10.000;
- carta idrogeologica in scala 1:5.000;
- carta litotecnica in scala 1:5.000;
- carta delle pericolosità geologiche in scala 1:10.000;
- carta della pericolosità sismica in scala 1:10.000;
- carta della suscettività all'edificazione in scala 1:10.000;
- indagini sismiche;
- documentazione fotografica.



1. Inquadramento dell'area

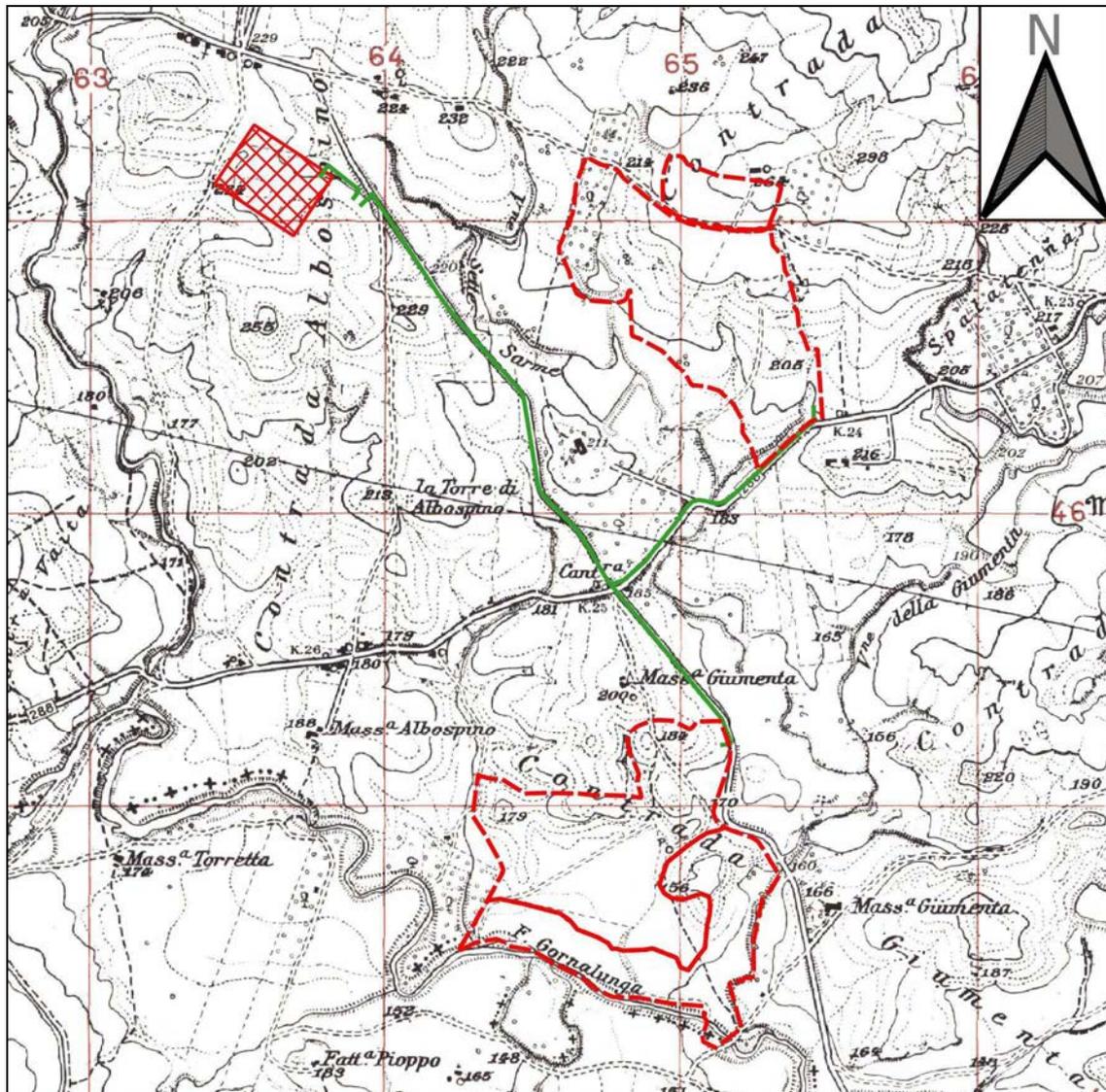
L'area oggetto del presente studio è localizzata nel settore centro meridionale della Sicilia.

In dettaglio ci troviamo su un'area, facente parte del territorio comunale di Ramacca e ricadente nella contrada denominata *Giumenta*.



Topograficamente, il sito rientra nelle Tavole "Castel di Judica", Foglio n° 269, Quadrante III, Orientamento N. E., redatte dall'I.G.M.I. alla scala 1:25.000 e ricade nelle Sezioni 632160 e 632120 della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000.

Inoltre è prevista la realizzazione di una sottostazione elettrica ricadente sempre in contrada *Albospino*, in prossimità all'impianto da realizzare.



Stralcio topografico in scala 1:25.000

Il sito è identificato al catasto del comune di Ramacca, in contrada Giumenta al foglio n.36 particella13, al foglio n.75 particelle 7, 87, 88, al foglio n.76 particelle 3, 5, 7, 8, 9, 76, 105, 106 e al foglio n.81 particelle 17, 18, 19, 31, 32, 39, 43, 44, 89, 90, 91, 92, e le relative opere di connessione in contrada Albospino al foglio n.76 particelle 6 e 91.

L'impianto sarà così suddiviso:

- la parte di impianto, sita in contrada Giumenta, risiederà su 2 appezzamenti di terreno denominati "Lotto Nord" e "Lotto Sud". Il "Lotto Nord" è posto ad



un'altitudine media di circa 225.00 m. s.l.m., di forma poligonale irregolare, ha un'estensione di circa 51 Ha, mentre il "Lotto Sud", sempre di forma poligonale irregolare, ha un'area pari a circa 69 Ha. I lotti sono caratterizzati da lievi e medie pendenze che degradano generalmente in direzione Sud e su questo saranno disposte le strutture degli inseguitori solari orientate secondo l'asse Nord-Sud;

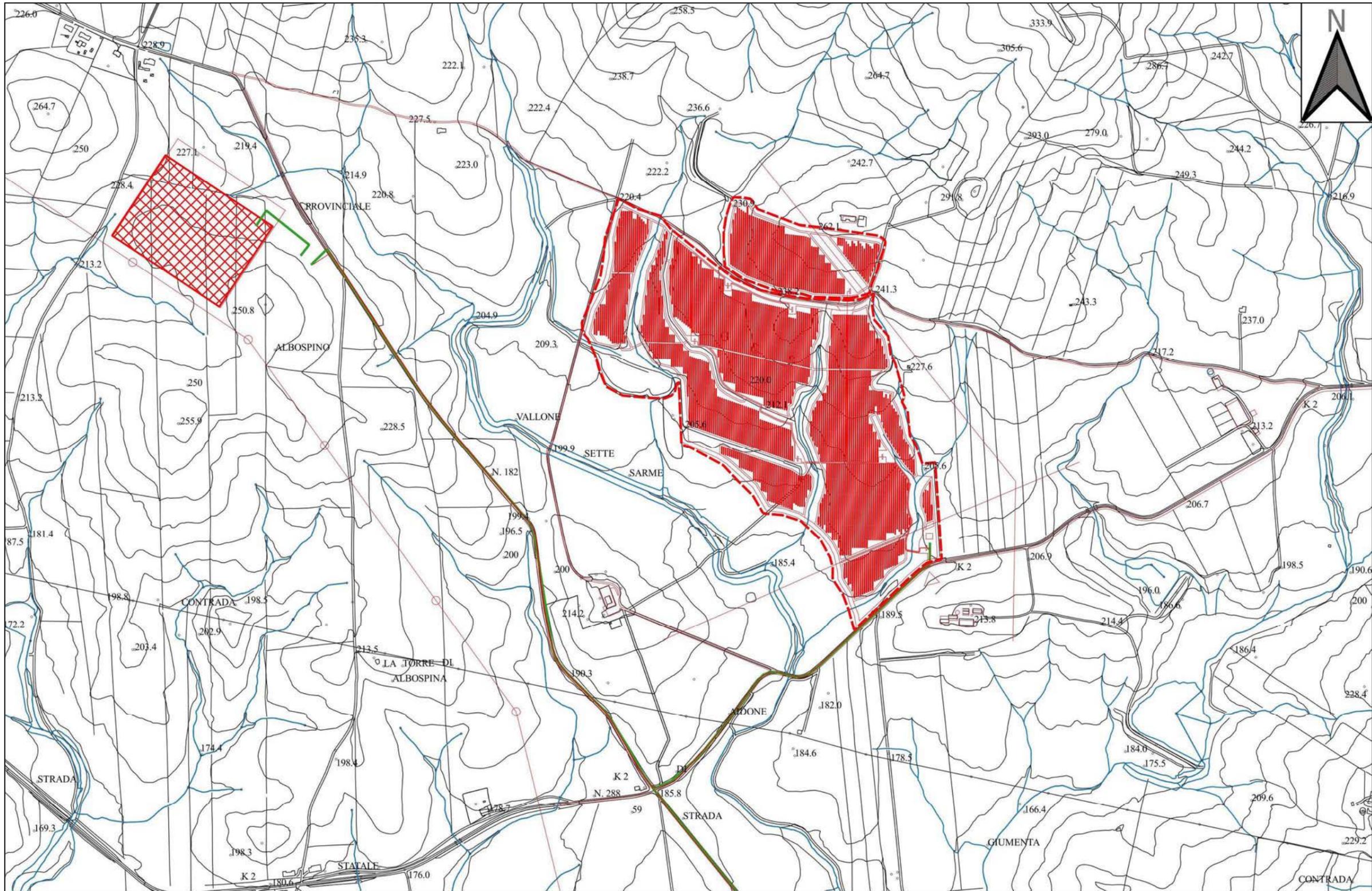
- il terreno sito in contrada Albospino, che accoglierà l'area della Sottostazione Elettrica di Utenza e la Stazione Elettrica condivisa tra tutti i produttori, sarà un appezzamento di terreno posto ad un'altitudine media di 245.00 m.s.l.m., e si stima che avrà una forma poligonale regolare per un'estensione totale di circa 2 Ha.

Le aree sono facilmente raggiungibili attraverso la viabilità pubblica esistente; mentre la viabilità interna al sito sarà garantita da una rete di strade in terra battuta (rotabili/carrabili).

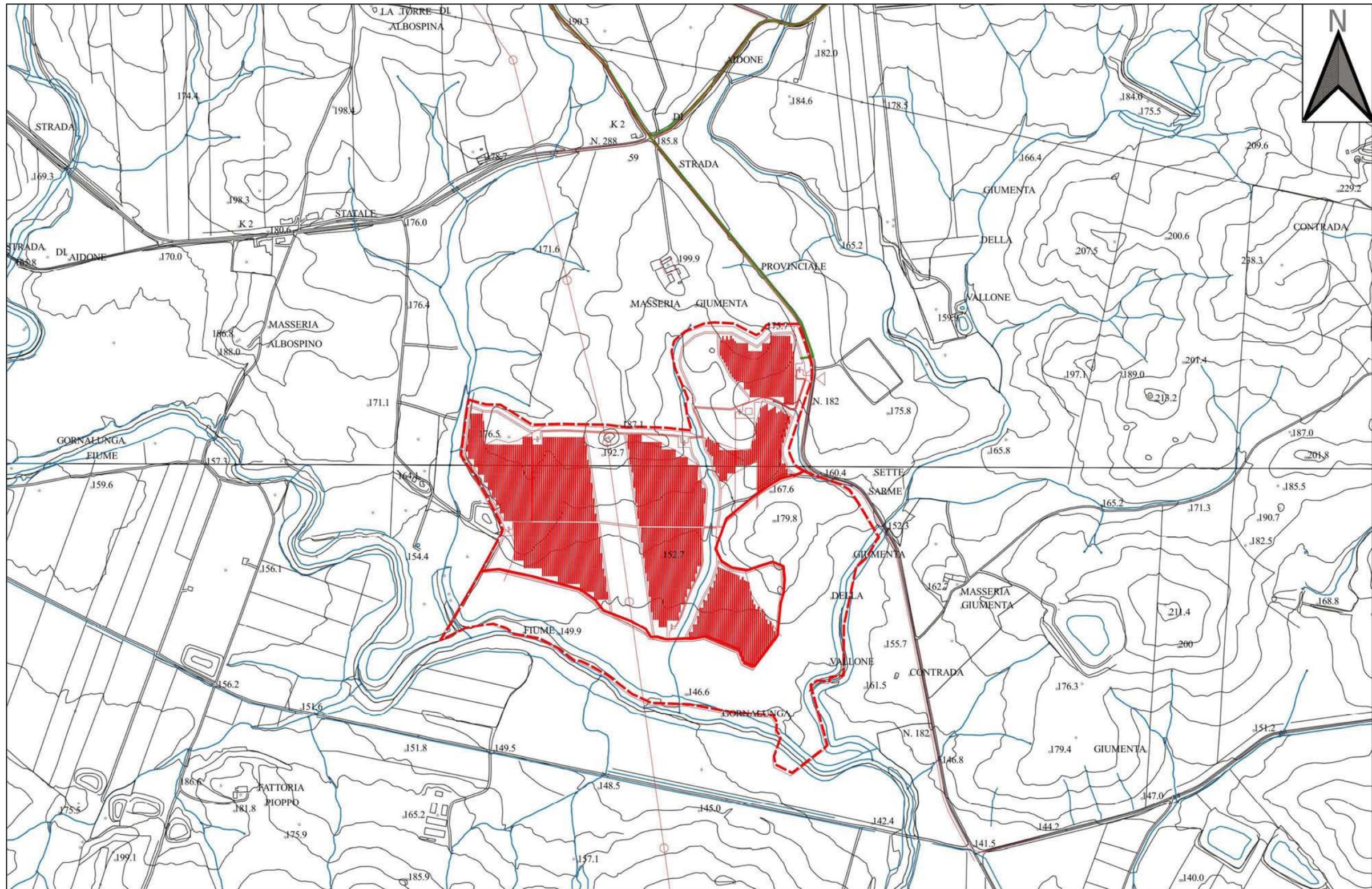
L'area disponibile risulta essere complessivamente circa 110,95 ha mentre quella di impianto è di circa 90,20 ha; di questi solo 23,81 ha circa risultano essere occupati dagli inseguitori (area captante) determinando sulla superficie complessiva assoggettata all'impianto un'incidenza pari a circa il 26,4 %.

Il generatore denominato "RAMACCA", il cui numero di rintracciabilità è 202001120, ha una potenza nominale totale pari a 50.652,00 kWp e sulla base di tale potenza è stato dimensionato tutto il sistema.

L'impianto in oggetto, allo stato attuale, prevede l'impiego di moduli fotovoltaici con un sistema ad inseguimento solare con moduli da 670 Wp bifacciali ed inverter centralizzati. Il dimensionamento ha tenuto conto della superficie utile, della distanza tra le file di moduli (pitch 5 metri), allo scopo di evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco, e degli spazi utili per l'installazione delle Power Station oltre che agli edifici di consegna e ricezione e dei relativi edifici tecnici.



Stralcio aerofotogrammetrico in scala 1:10.000 dell'area Nord dell'impianto

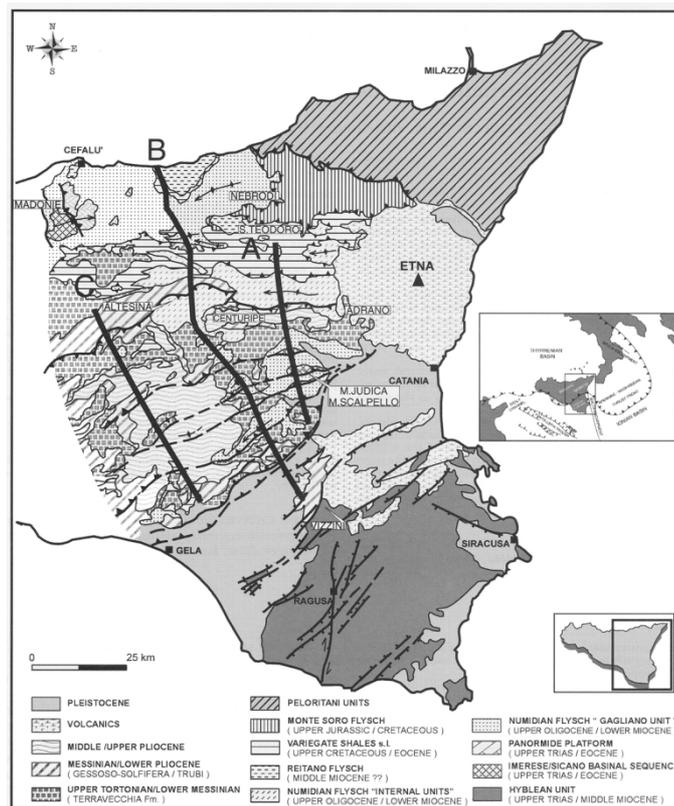


Stralcio aerofotogrammetrico in scala 1:10.000 dell'area Sud dell'impianto



2. Lineamenti geologici

Il settore in studio ed un suo ampio intorno ricadono nel dominio di avana fossa noto come *Bacino di Caltanissetta* (Catalano & D'Argenio, 1982). Attivamente subsidente durante il Neogene ed il Quaternario, tale bacino, impostato su unità alloctone del Complesso Sicilide (Ogniben, 1960), è colmato da terreni post-orogeni mio-pliocenici e pleistocenici (Roda, 1971). In realtà, esso rappresenta un sistema di bacini sedimentari contigui, sintettonici, migranti in concomitanza con gli eventi di traslazione e raccorciamento che hanno interessato la catena Appenninico-maghebbide (Lentini *et al.*, 1991).

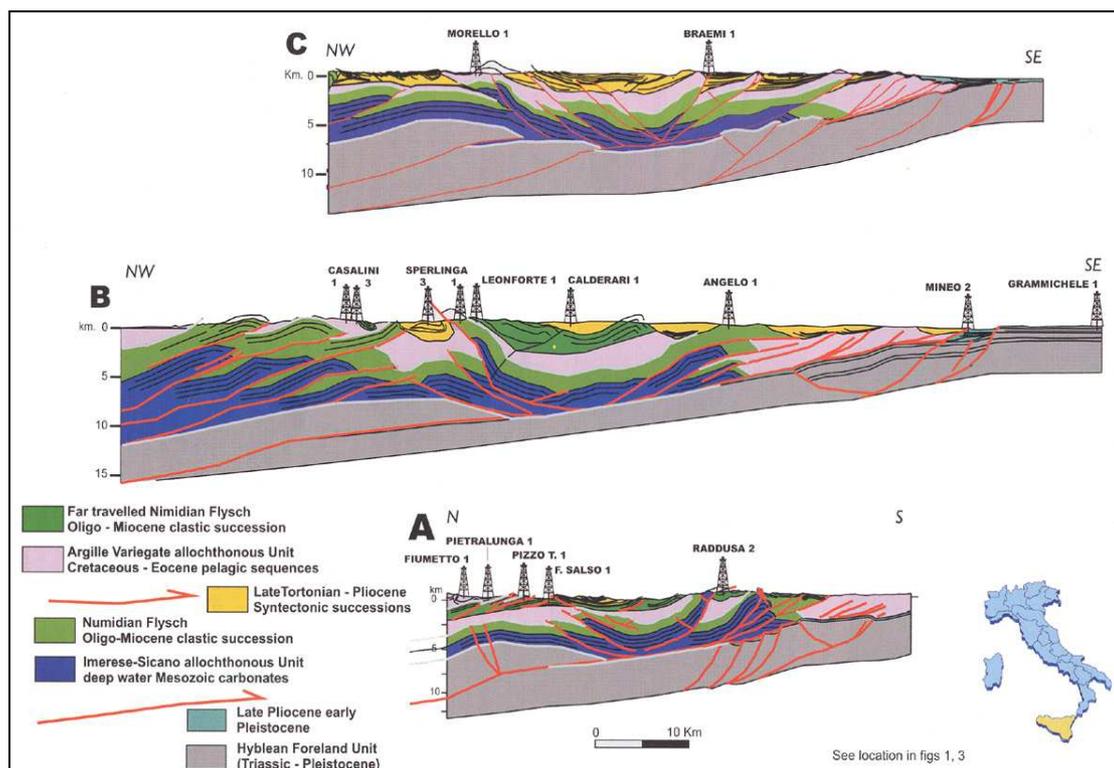


Quadro strutturale schematico della Sicilia centro-orientale (da Bello et al., 2000)

I terreni affioranti nell'area, di età compresa tra il Cretaceo superiore ed il Quaternario, sono rappresentati da complessi alloctoni, quali argille scagliose del



Cretaceo sup.-Eocene inf., lembi di argille marnoso - siltose e di calcari marnosi bianchi dell'Eocene (Formazione Polizzi), argille brune in alternanza con quarzareniti dell'Oligocene sup.-Miocene inf. (Flysch Numidico), argille varicolori con intercalazioni di siltiti e calcareniti dell'Oligocene-Miocene inferiore. Su questi complessi, poggiano in discordanza, termini terrigeni ed evaporitici, quali una successione argilloso-sabbioso-conglomeratica di età tortoniana (Formazione Terravecchia), delle *Argille Brecciate* di età variabile dal Tortoniano al Pliocene, in relazione alla posizione stratigrafica, da diatomiti bianche fogliettate del Messiniano (Tripoli), una sequenza di rocce evaporitiche di età Messiniana (Serie Gessoso Solfifera), costituita da Calcarea di base e da Gessi, dei calcari marnosi biancastrati del Pliocene inferiore (Trubi *Auct.*), marne e argille marnose grigio-azzurre del Pliocene.



Profili geologici crostali attraverso la Sicilia orientale (da BELLO et al., 2000)

Segue un complesso di calcareniti, sabbie e siltiti, di età compresa tra il Pliocene medio ed il Pleistocene inferiore, il quale rappresenta l'unità di maggiore interesse



idrogeologico dell'intera area esaminata. Esso è costituito da calcareniti giallastre, ben stratificate, in livelli di spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro, con frequenti orizzonti fossiliferi, contenenti faune oligotipiche ad ostreidi e pettinidi, e da sabbie e limi argillosi, in livelli di vario spessore.

Sono inoltre presenti depositi lacustri limoso-sabbiosi di colore bruno nerastro del Pleistocene continentale e depositi alluvionali sabbioso-limosi con ciottoli che ricoprono i fondovalle dei corsi d'acqua principali.

Dall'analisi degli affioramenti geologici nei dintorni dell'area in esame (*"Carta geologica della Sicilia Centro Orientale"* S. Carbone, S. Cementano, M. Grasso, F. Lentini e C. Monaco – Università degli Studi di Catania - Istituto di Scienze della terra, 1990; *"Carta geologica d'Italia – Foglio 268 Caltanissetta"* E. Beneo - Servizio geologico Italiano 1955; *"Carta geologica d'Italia – 296 Paternò"* L. Mazzetti e R. Travaglia - Servizio geologico Italiano 1878) e da quanto osservato in superficie, l'area di stretto interesse è caratterizzata dall'alto verso il basso da:

- *Depositi alluvionali recenti (ar).*

Hanno tutti un'estensione limitata, si tratta di piccole terrazze situate fino a 30 m sopra il livello attuale dei corsi d'acqua. Sono costituite da banchi di ciottoli quarzarenitici mal classati, in genere piuttosto arrotondati e con indizi di appiattimento. La potenza si aggira sul paio di metri. Le alluvioni recenti ghiaioso-sabbiose si ritrovano con potenza di diversi metri lungo i corsi d'acqua ed in piccoli spessori in alcuni torrenti.

- *Argille scagliose (AS)*

Costituiscono i terreni più antichi affioranti nel bacino e litologicamente consistono di un impasto argilloso piuttosto tettonizzato, con inclusi dei blocchi di varia litologia (calcari con rudiste, blocchi basaltici, calcari con foraminiferi, ecc.) di dimensioni fino a centinaia di m³, indicati nella letteratura geologica col termine di "esotici". Alla formazione delle argille scagliose contribuiscono sia i sedimenti appartenenti alle unità sicilidi, sia i terreni del Flysch Numidico;

- *Formazione Polizzi (Ec)*



E' costituita prevalentemente da calcari marnosi di colore da biancastro a grigio chiaro a stratificazione evidente, di dimensione da centimetrica a decimetrica. Sono presenti intercalazioni di calcareniti e calciruditi bioclastiche a macroforaminiferi, quali Nummuliti, Alveoline e Discocicline. L'Età di tale Formazione è Eocene.

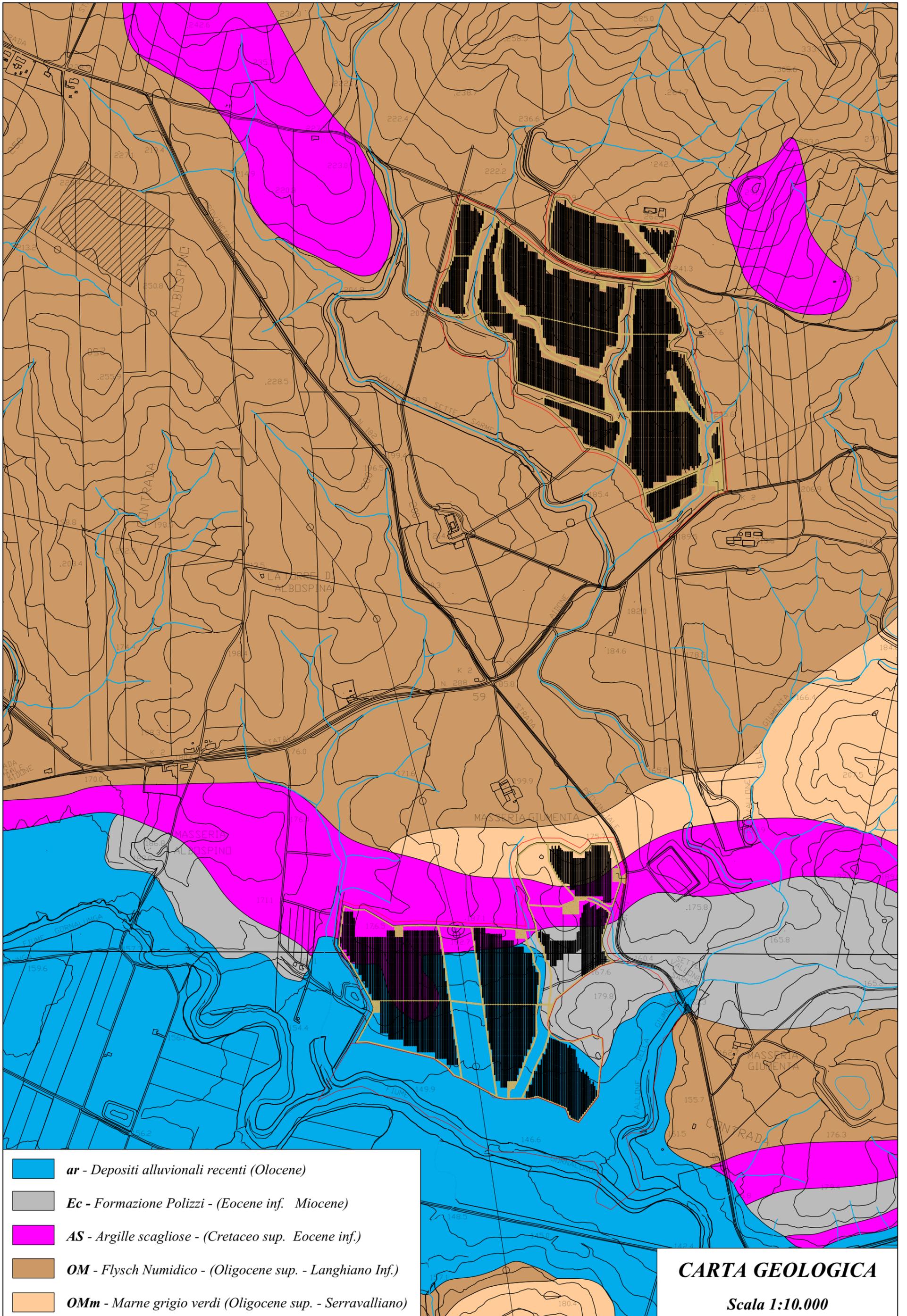
- **Marne grigio verdi (OMm)**

Si tratta di argille e marne argillose grigio verdi. Il tenore argilloso in genere aumenta verso l'alto dove si hanno argille marnose. La presenza di *Globorotalia bononiensis*, *Globorotalia hirsuta* e *Globorotalia crassaformis* permette di datare nel Pliocene inferiore e medio la parte marnosa e nel Pliocene superiore la porzione strettamente argillosa. Presentano uno spessore variabile tra 100 e 200 metri. A tetto la litologia varia molto gradualmente con un aumento della granulometria, finché le argille passano alle successive sabbie.

- **Flysch Numidico (OM)** (Oligocene superiore Langhiano Inferiore)

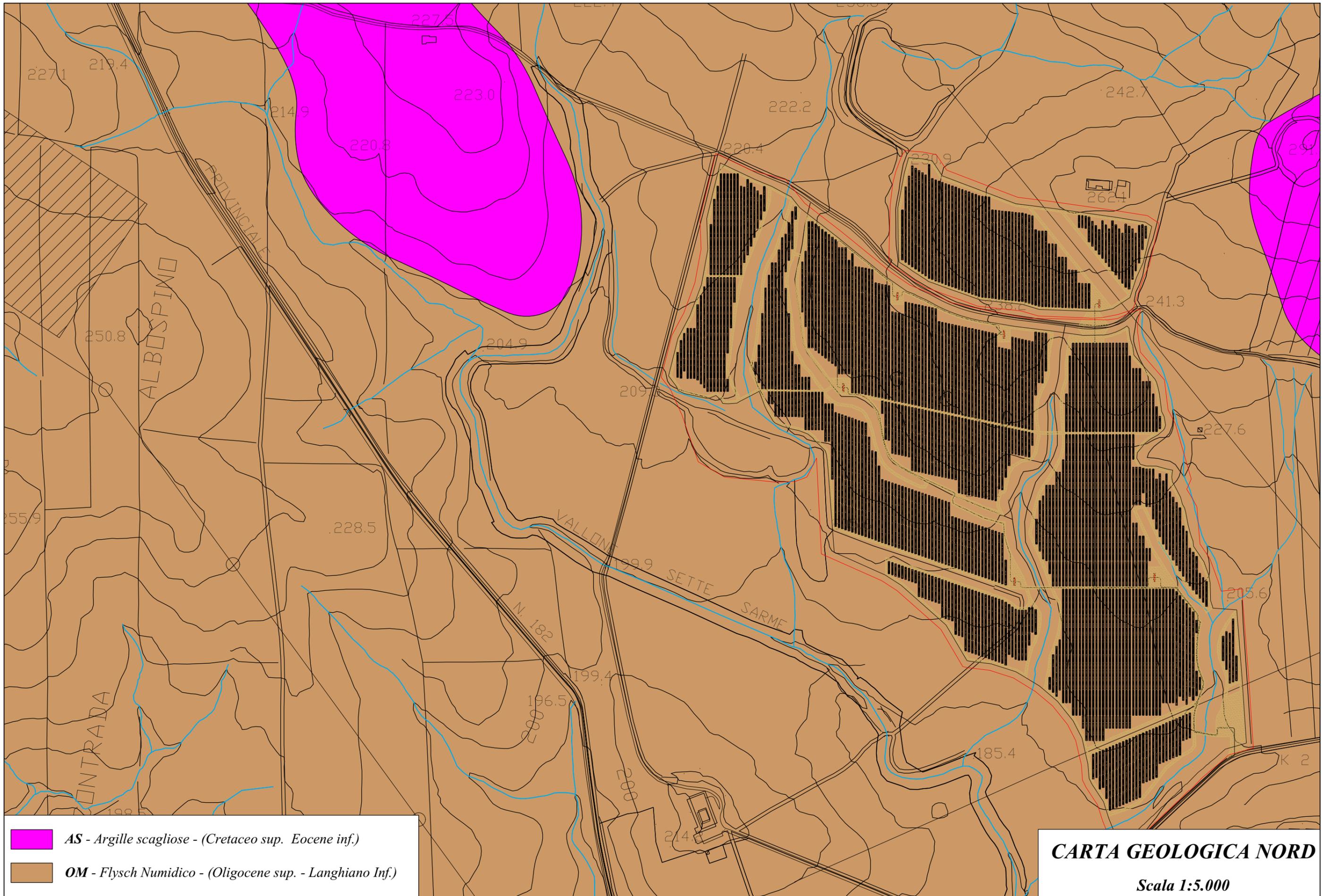
La parte medio - inferiore è costituita da argille e limi argillosi di colore da marrone chiaro al top a grigio verso il basso, caratterizzate da microfaune a *Globigerinoides primordius*, *Catapsidrax dissimilis ciperensis*, *Globorotalia gr. kugleri*, *Globigerina venezuelana* presenti negli ultimi metri. Esse passano verso l'alto ad un'alternanza di argille brune e di quarzoareniti in grossi banchi (a). Le argille apicali contengono microfaune a *Globigerinoides trilobus*, *G. bisphaerica*, *Globoquadrina altispira*, *G.dehiscens*, *Globorotalia siakensis* e *G. continua*.

Quanto fin qui descritto, è stato rappresentato nelle allegate carte geologiche in scala 1:10.000 ed in scala 1:5.000.



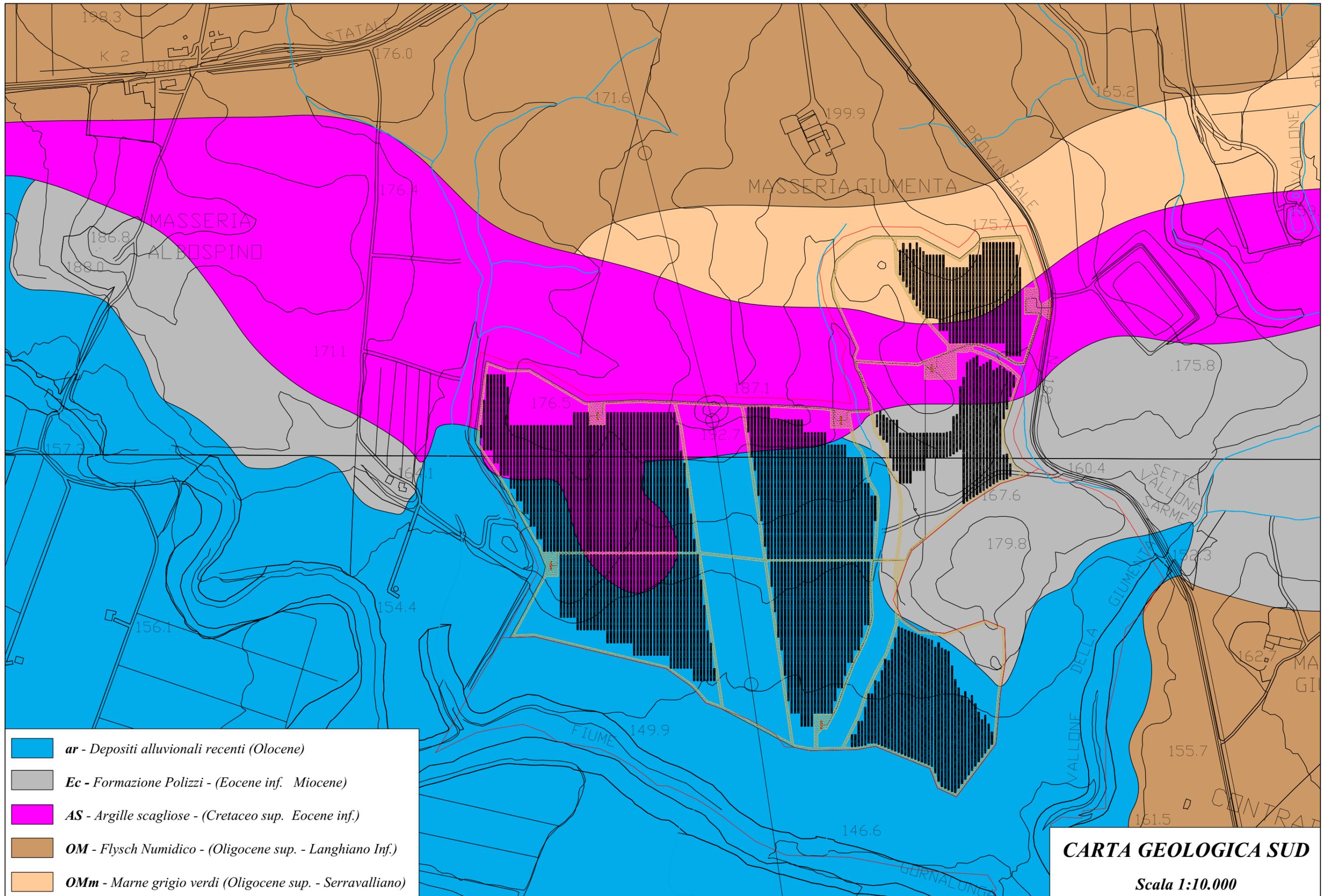
- ar** - Depositi alluvionali recenti (Olocene)
- Ec** - Formazione Polizzi - (Eocene inf. - Miocene)
- AS** - Argille scagliose - (Cretaceo sup. - Eocene inf.)
- OM** - Flysch Numidico - (Oligocene sup. - Langhiano Inf.)
- OMm** - Marne grigio verdi (Oligocene sup. - Serravalliano)

CARTA GEOLOGICA
Scala 1:10.000



-  **AS** - Argille scagliose - (Cretaceo sup. Eocene inf.)
-  **OM** - Flysch Numidico - (Oligocene sup. - Langhiano Inf.)

CARTA GEOLOGICA NORD
Scala 1:5.000





3. Lineamenti geomorfologici

La morfologia di un'area è in stretta relazione con la natura dei terreni affioranti e con le vicissitudini tettoniche che, nel tempo, hanno interessato l'intero settore.

In generale il settore in studio fa parte dei *Monti Erei* che costituiscono un insieme di moderati rilievi e di pianori che dalla catena settentrionale dei Nebrodi e delle Madonie si dirigono verso S-SE fino all'Altipiano Ibleo. Queste alture formano una linea di displuvio che attraversa la Sicilia centrale separando i bacini idrografici dello Jonio da quelli del Mediterraneo.

La morfologia dell'area in oggetto è in stretta relazione con la natura dei terreni affioranti e con le vicissitudini tettoniche che, nel tempo, hanno interessato l'intera area.

In dettaglio i litotipi che caratterizzano l'area hanno comportamento fisico meccanico differente; si passa da un comportamento plastico delle argille e delle marne argillose ad un comportamento rigido delle arenarie, dei gessi, dei calcari marnosi e dei calcari di base.

L'area in esame è caratterizzata da una superficie topografica "mossa" e a luoghi interessata da brusche variazioni di pendenza con la presenza di pizzi e creste; ciò è dovuto, come detto precedentemente alla diversità litologica dei litotipi che caratterizzano l'area. L'aspetto morfologico così diversificato dell'area in studio, è legato inoltre al netto dimorfismo esistente tra i diversi litotipi presenti.

Ove affiorano in preponderanza i litotipi a comportamento rigido, questi dominano nettamente il paesaggio dando origine a vari morfotipi sovente dirupati ed aspri, intervallati da ampi pianori, ammantati da coperture di terreni plastici (argillosi) e detritici che meglio si adattano, dando luogo a morfologie continue e dolci.

Nelle formazioni rigide le discontinuità planari, quali la stratificazione e la maglia di fratturazioni legate agli stress tettonici, che hanno nel tempo interessato tali rilievi, vengono poi progressivamente ampliate da lenti processi di degradazione meccanica (degradazione a blocchi) e da fenomeni di alterazione chimica, con formazione di suoli residuali e grossi spessori di detrito.



Al contrario, le zone caratterizzate dai litotipi plastici, composte prevalentemente da argille, presentano un'evoluzione geomorfologica prettamente subordinata ai processi di dilavamento del suolo, legati alle acque di precipitazione meteorica, le quali non potendosi infiltrare nel sottosuolo impermeabile per la presenza di detti litotipi, scorrono superficialmente modellando la superficie topografica. Per quanto attiene alla risposta degli agenti esogeni su tali litotipi, è da rilevare una resistenza bassa all'erosione e quindi un grado di erodibilità elevato. Si rilevano, infatti, impluvi e solchi sia allo stato maturo sia allo stato embrionale, i quali si articolano in forme geometriche, dal tipico andamento "meandriforme".

I versanti costituiti da terreni di natura argillosa, rientrano in una dinamica evolutiva caratterizzata, laddove le pendenze risultano più accentuate, privi di assenze arboree ed erbacee, (il cui duplice effetto sarebbe regimante e fissante), da localizzati fenomeni di dissesto, erosione di sponda ed erosione per dilavamento diffuso ad opera delle acque meteoriche.

L'evoluzione geomorfologica di tali versanti, è quindi subordinata prevalentemente ai processi di dilavamento del suolo, legati alle acque piovane, il cui scorrimento superficiale può produrre un'azione erosiva della coltre di alterazione.

Si possono distinguere vari fenomeni ad intensità crescente, che vanno dall'impatto meccanico delle gocce d'acqua di precipitazione sul terreno (*splash erosion*), ad un'azione di tipo laminare (*sheet erosion*) legata alla "lama" d'acqua scorrente che dilava uniformemente la superficie topografica. Si può altresì passare ad un'azione legata alle acque di ruscellamento embrionale in solchi effimeri (*rill erosion*) ad un'erosione concentrata in solchi già stabilizzati che tendono progressivamente ad approfondirsi (*gully erosion*).

Nella loro generalità, i litotipi argillosi sono costituiti da uno strato di alterazione di spessore variabile e da uno strato sottostante inalterato caratterizzato da una colorazione diversa dal precedente, generalmente più scuro ed intenso; inoltre, le loro caratteristiche meccaniche tendono a migliorare con la profondità.



In generale, quindi, si può affermare che tali tipi di terreni sono soggetti a fenomeni di riassetto di entità variabile, specie nelle zone più acclivi e nelle parti più superficiali.

Trattandosi di terreni argillosi per lo più interessati da una fitta rete di microdiscontinuità di forme irregolari, la resistenza dei singoli elementi è influenzata in modo rilevante, a parità di altre condizioni, dalle pressioni dei fluidi interstiziali. In particolare, la resistenza lungo i giunti è fortemente condizionata dalla pressione dei fluidi contenuti nelle discontinuità; sono, quindi, sufficienti anche modeste variazioni dell'ambiente tensionale per produrre variazioni nei caratteri fisici di tali materiali. Inoltre, è da notare come il rilascio tensionale provoca una sostanziale modifica della struttura che rende possibile il rigonfiamento, con assorbimento di notevole quantità d'acqua, laddove il terreno venga a trovarsi in contatto con essa.

In tali terreni oltre a vere e proprie frane, si hanno lenti movimenti del terreno, quali il "soliflusso" e il "*soil creep*", dovuti principalmente ad un assestamento del tutto normale e naturale, ed in un certo senso continuo, della copertura vegetale.

Le aree caratterizzate da tali morfotipi, poiché gli stessi interessano le coltri superficiali, sono da considerarsi stabili.

Per quanto attiene le frane esse appaiono ben localizzate e con geometrie ben definite. Si tratta in preponderanza di movimenti di massa classificabili come scorrimenti rotazionali che evolvono al piede in colamenti e sporadici crolli si verificano ove affiorano i terreni rigidi.

L'andamento della rete idrografica è di tipo "*dendritico*" nei terreni argillosi e segue linee ad andamento "sub-rettilineo" nei terreni rigidi; infatti, in questi litotipi, le acque di ruscellamento si incanalano naturalmente nelle fratture presenti, le quali, appunto, presentano un andamento pressoché rettilineo.

Durante le fasi di sopralluogo, l'area ove si prevede di realizzare l'impianto fotovoltaico e la sottostazione, risultano interessate da fenomeni erosivi legati alle acque di scorrimento superficiale, che rientrano in una normale dinamica evolutiva dei versanti.



Viceversa in alcune aree, esterne all'area d'impianto, sono stati individuati e riportati in apposita carta geomorfologica, movimenti franosi e fenomeni di ruscellamento concentrato.

Le considerazioni svolte scaturiscono dai rilievi superficiali effettuati, la cui sintesi è riportata in una **carta geomorfologica** in scala 1:10.000, allegata.

In sintesi sono stati osservati i seguenti morfotipi:

- ***alveo in approfondimento*** – si registra un'evoluzione piuttosto rapida in seguito a precipitazioni di forte intensità e lunga durata, in considerazione della natura argillosa del letto dei piccolissimi valloni presenti, caratterizzati da carattere torrentizio, con portate elevate solo nei periodi piovosi; tali dissesti sono localizzati al di fuori dell'impianto da realizzare.
- ***frane*** – sono stati localizzati dei dissesti superficiali, posti al di fuori del parco da realizzare, classificabili come colamenti lenti e deformazioni superficiali lente.

In ogni caso nelle aree dove verranno realizzati l'impianto e la sottostazione, allo stato attuale non sono stati rinvenuti dissesti in atto che possano enfiare la futura installazione degli stessi.

In merito all'invarianza idraulica è importante sottolineare che, nel progetto in oggetto si prevede di impermeabilizzare solo ed esclusivamente le aree di sedime delle opere di fondazione delle apparecchiature elettromeccaniche e le aree riservate ai locali dalle opere di connessione alla rete; inoltre va sottolineato che la viabilità interna all'impianto non verrà asfaltata o comunque impermeabilizzata.

Inoltre è prevista la piantumazione di *humulus lupulus* XD tra le fila dei tracker, che consentirà di mantenere inalterate le caratteristiche di permeabilità del terreno; quindi la piantumazione delle essenze sopra menzionate e la manutenzione della superficie di impatto dell'acqua nonché la limitazione della superficie captante e dell'accelerazione delle particelle d'acqua, consentirà di arginare sia il fenomeno dello *splash erosion* che quello dello *sheet erosion* connessi alla installazione dei pannelli fotovoltaici.

Dalle considerazioni sin qui esposte, i previsti lavori per la realizzazione di quanto in progetto, non porteranno alcuna modifica al deflusso superficiale delle acque

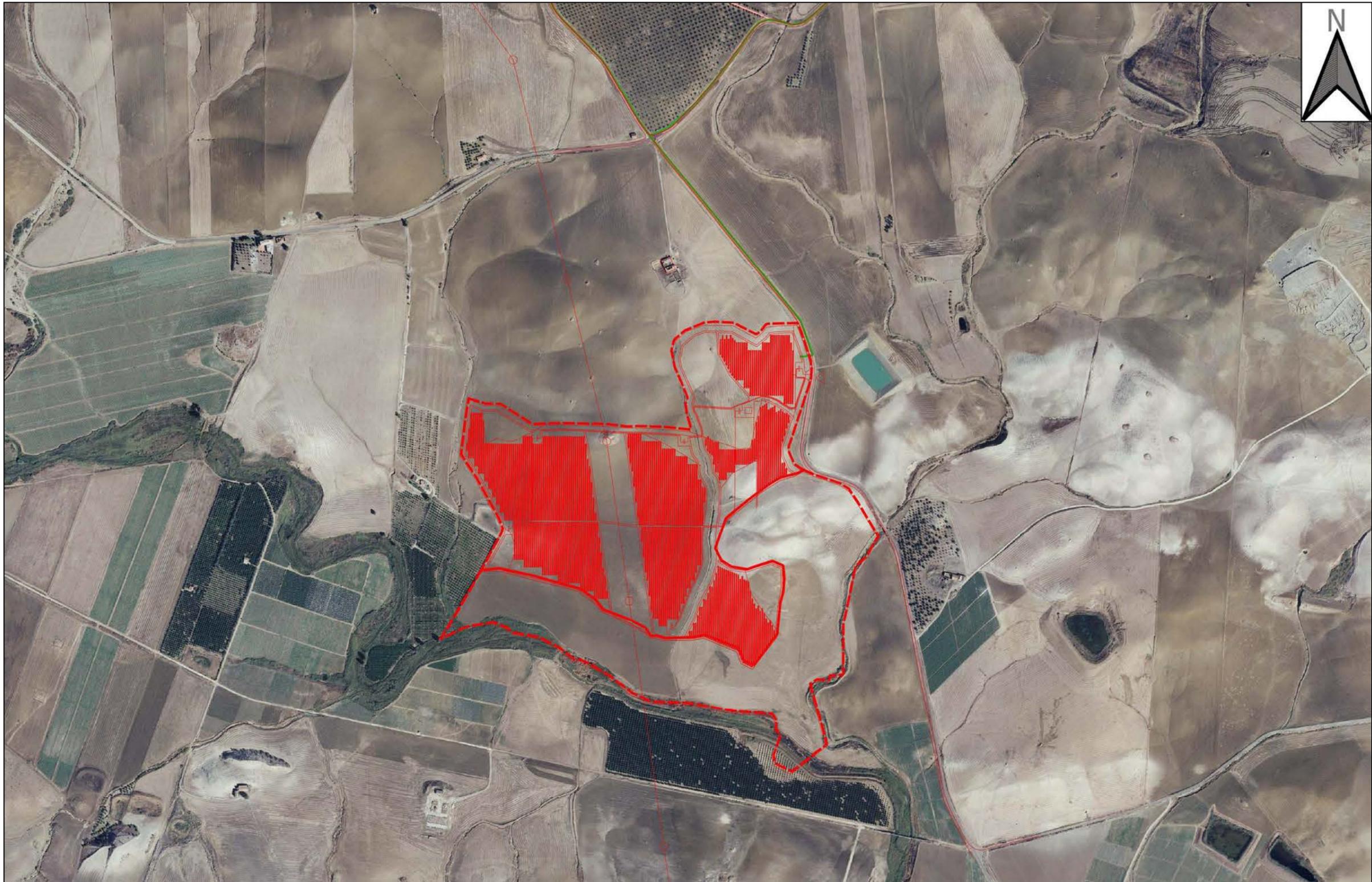


meteoriche né alcuna interferenza con l'assetto idrogeologico delle acque di circolazione profonda.

Si può concludere pertanto che, non si ravvede la possibilità del manifestarsi di condizioni di pericolosità idraulica con effetti diretti sia sui manufatti che sulle aree interessate dalle opere sia sui corpi recettori posti a valle del progetto. Pertanto, vista la sostanziale assenza di modifiche geomorfologiche, la mancanza di modifica delle aree dei bacini scolanti e l'inalterata permeabilità delle aree oggetto di installazione dei pannelli fotovoltaici, si può concludere che il progetto garantisce un risultato di invarianza idraulica sui recettori naturali posti a valle delle opere.



Ortofoto in scala 1:10.000 dell'area NORD di impianto



Ortofoto in scala 1:10.000 dell'area SUD di impianto



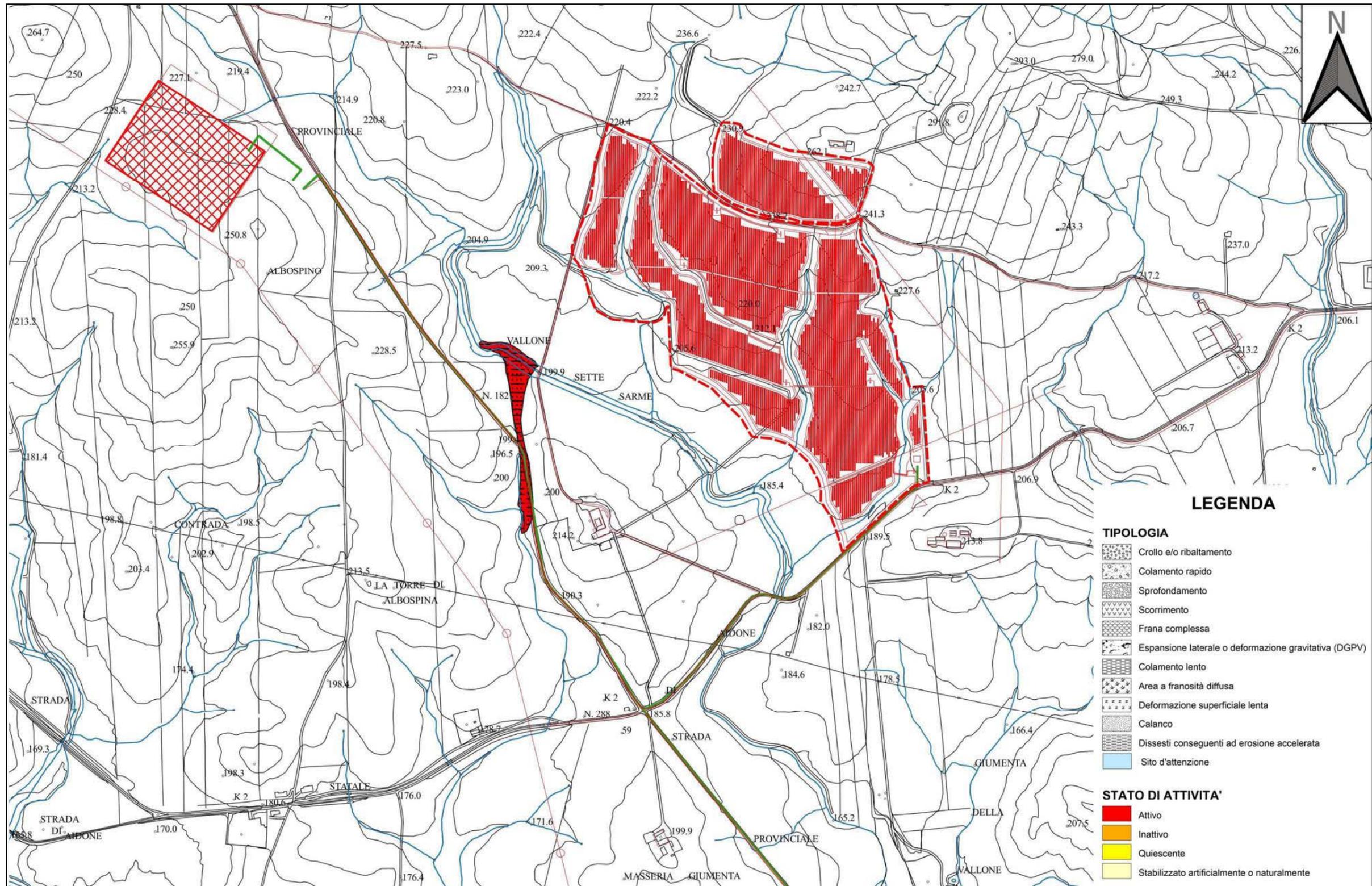
In ultimo, è stato preso in esame il P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) relativo al fiume *Simeto (094)*, e area tra i bacini del fiume *Simeto*, e del fiume *San Leonardo (094A)*, lago di *Pergusa (094B)* e lago di *Maletto (94C)*, redatto dall'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente, approvato con Decreto Presidenziale n. 538 del 20/09/2006 e successive modifiche ed integrazioni, e la zona di stretto interesse, dal punto di vista geomorfologico, non ricade ne in aree in dissesto, ne in aree a rischio, ne in aree a pericolosità, ai sensi del predetto P.A.I..

Pertanto, da quanto osservato, si desume che l'area è stabile e che l'installazione dei pannelli fotovoltaici e delle opere accessorie, non comporterà l'innescarsi di fenomeni di instabilità anche localizzati.

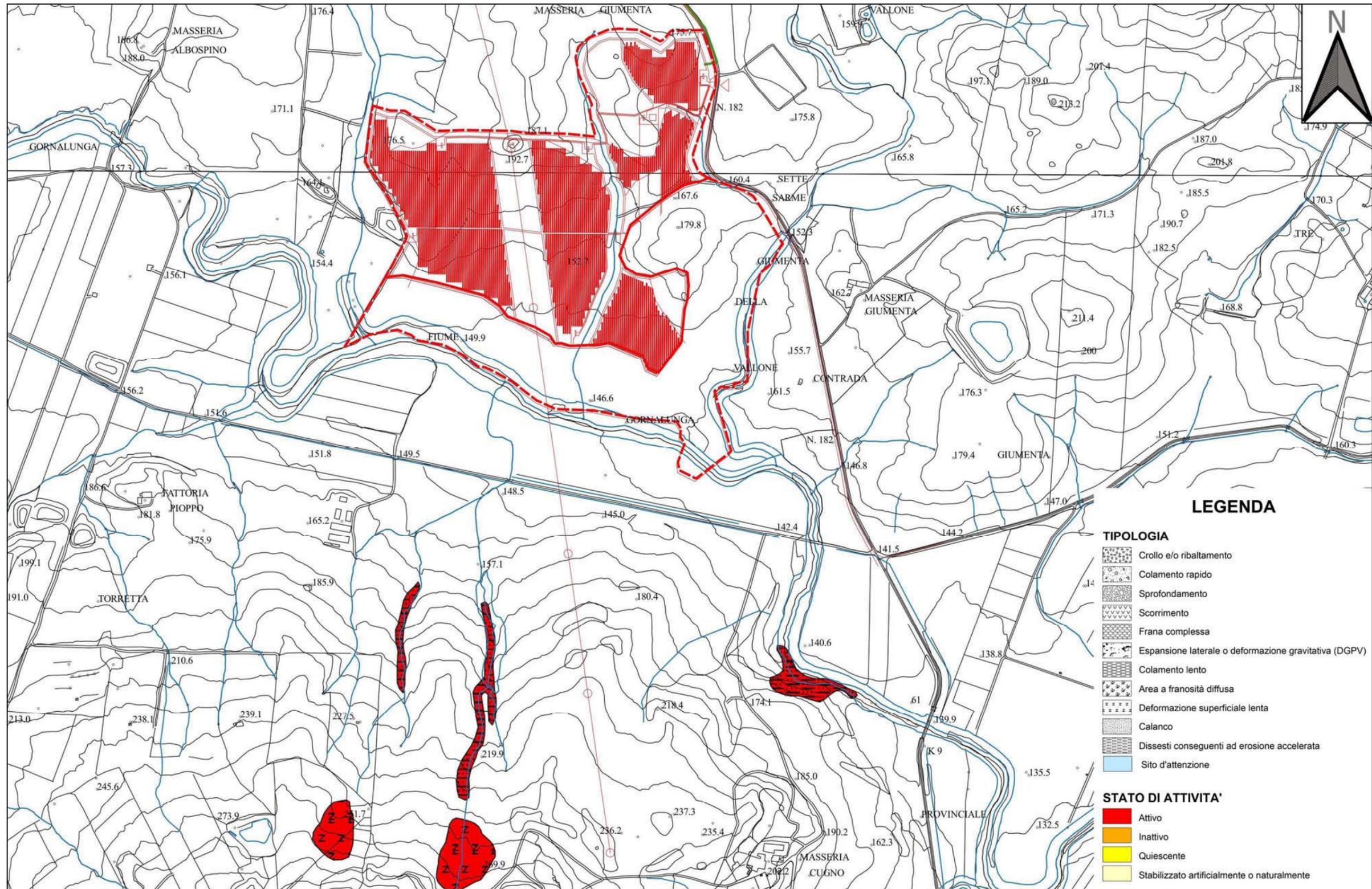
Dal punto di vista idraulico, una piccolissima porzione del posta a sud del campo SUD, ricade in area a pericolosità P1 e P2 e rischio R1. In tale area tutte le strutture verranno ubicate ad una quota maggiore di 100 cm, rispetto all'attuale quota del piano di campagna.

Di seguito si allegano inoltre i seguenti stralci, relativi al bacino idrografico in esame, con l'ubicazione delle aree di intervento:

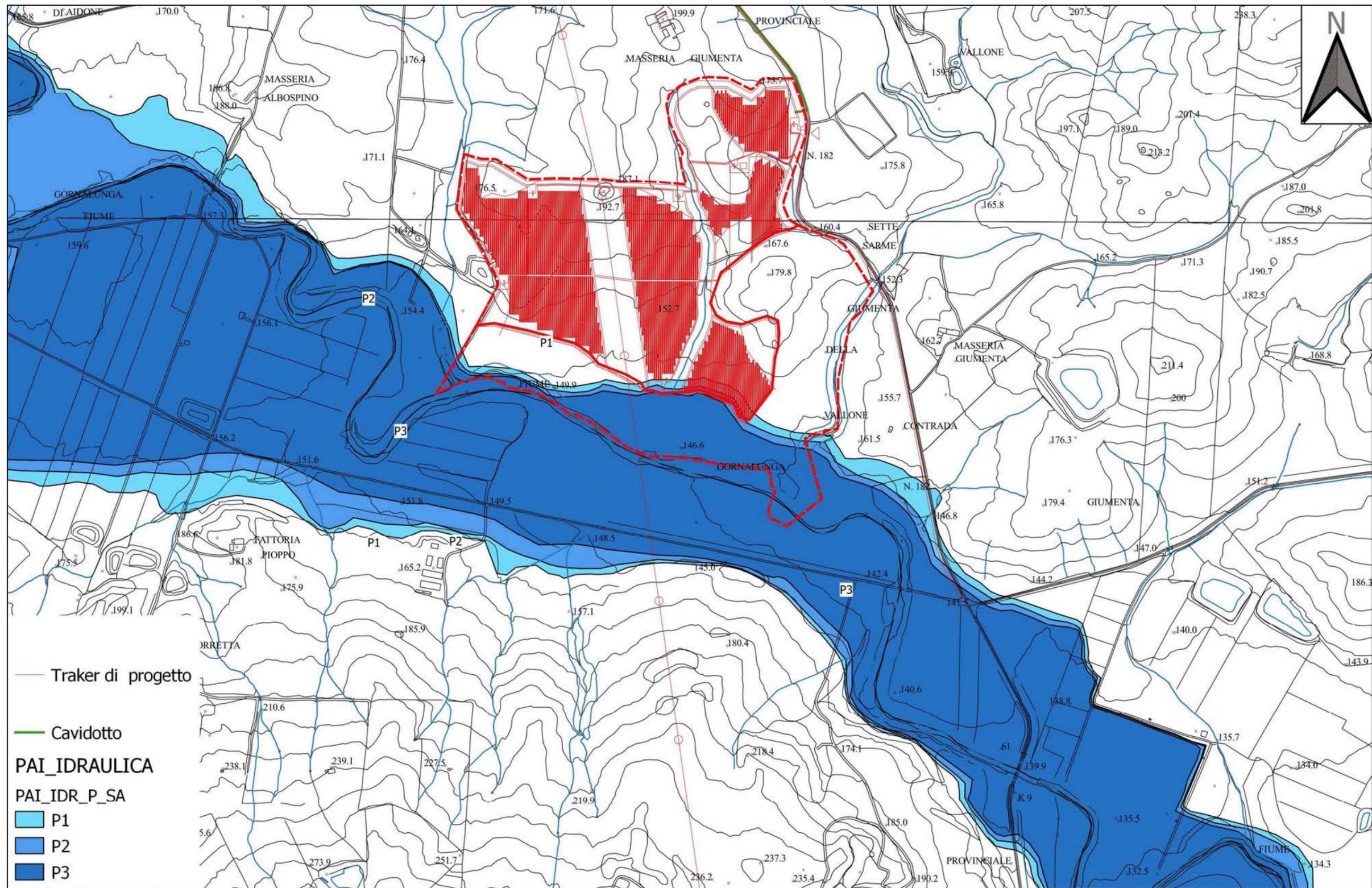
- *Carta dei dissesti;*
- *Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico;*
- *Carta della pericolosità di esondazione;*
- *Carta del rischio esondazione.*



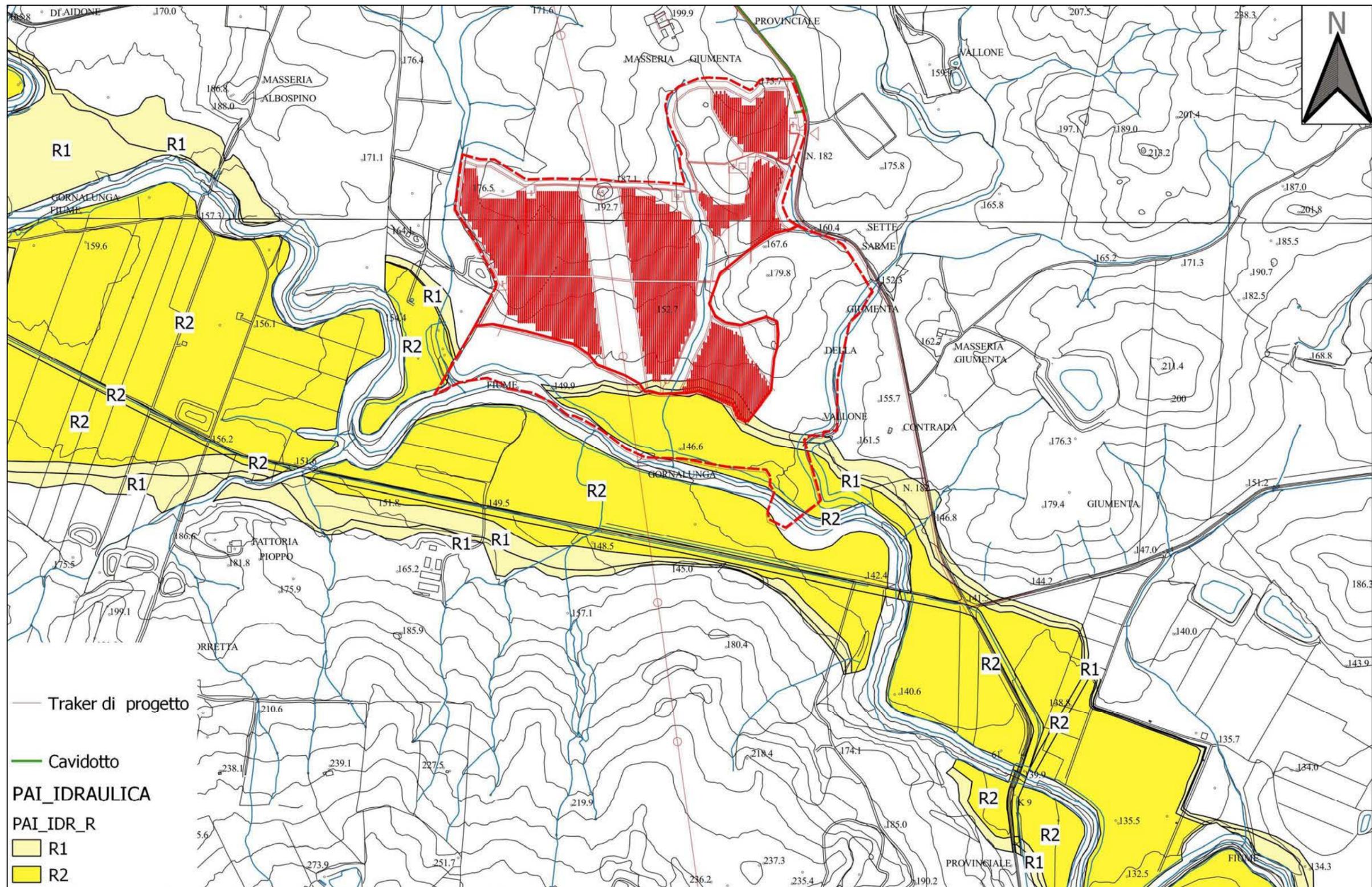
Carta dei dissesti parte **NORD** dell'impianto



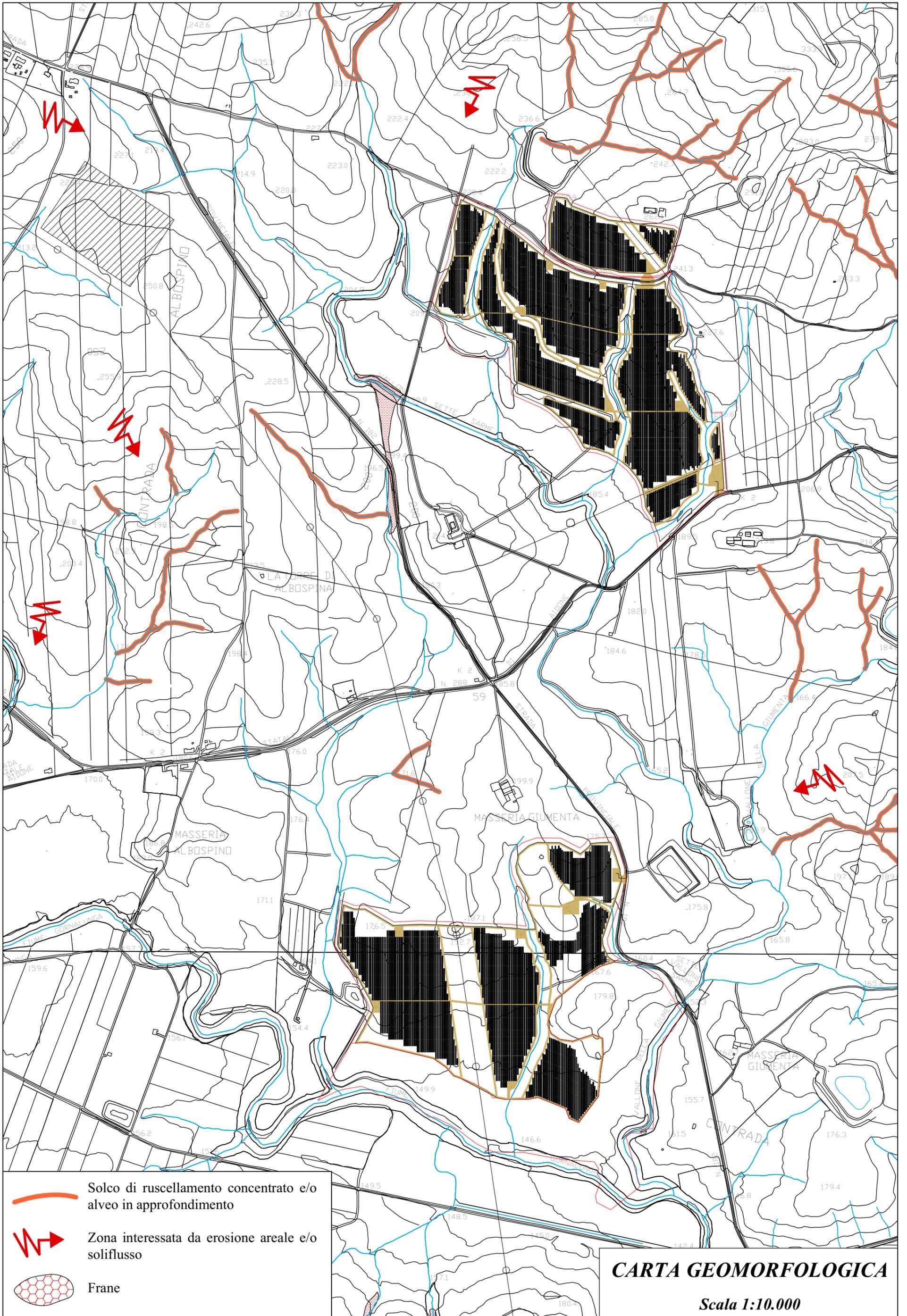
Carta dei dissesti parte SUD dell'impianto

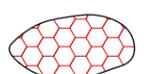


Carta pericolosità idraulica parte SUD dell'impianto



Carta rischio idraulico parte SUD dell'impianto



-  Solco di ruscellamento concentrato e/o alveo in approfondimento
-  Zona interessata da erosione areale e/o soliflusso
-  Frane

CARTA GEOMORFOLOGICA
Scala 1:10.000



4. Lineamenti idrogeologici

Dal punto di vista della “*permeabilità*”, cioè dell’attitudine che hanno le rocce nel lasciarsi attraversare dalle acque di infiltrazione efficace, si possono distinguere vari tipi di rocce:

- *rocce impermeabili*, nelle quali non hanno luogo percettibili movimenti d’acqua per mancanza di meati sufficientemente ampi attraverso i quali possono passare, in condizioni naturali di pressione, le acque di infiltrazione;
- *rocce permeabili*, nelle quali l’acqua di infiltrazione può muoversi o attraverso i meati esistenti fra i granuli che compongono la struttura della roccia (*permeabilità per porosità e/o primaria*), o attraverso le fessure e fratture che interrompono la compagine della roccia (*permeabilità per fessurazione e fratturazione e/o secondaria*).

Inoltre, in alcuni litotipi si manifesta una permeabilità “*mista*”, dovuta al fatto che rocce aventi una permeabilità primaria, sottoposte a particolari genesi, acquistano anche quella secondaria.

Le formazioni litologiche affioranti nell’area rilevata, in base alle loro caratteristiche strutturali ed al loro rapporto con le acque di precipitazione, sono state classificate in una scala di permeabilità basata sulle seguenti quattro classi:

1. *rocce permeabilità per porosità*;
2. *rocce permeabili per fratturazione, fessurazione /o carsismo*
3. *rocce impermeabili*.

Per quanto riguarda le rocce ricadenti nella prima classe (*rocce permeabili per porosità*), sono stati inclusi i *Depositi alluvionali recenti (ar)*.

In generale, tali litotipi costituiscono facili vie d’accesso alle acque di precipitazione, le quali in tempi relativamente brevi si infiltrano (“infiltrazione efficace”) ed accumulano nel sottosuolo (“falde freatiche”).

A causa dei loro spessori, sovente variabili, tali litotipi costituiscono adunamenti idrici di spessore e potenza variabile.



Sono stati inclusi nella seconda classe (*rocce permeabili per fessurazione, fratturazione e carsismo*), i calcari marnosi della *Formazione Polizzi (Ec)*.

In generale, i litotipi appartenenti a questa generica classe, presentano, una permeabilità primaria da media a bassa, mentre hanno una buona, e spesso elevata, permeabilità secondaria dovuta agli stress tettonici che detti litotipi hanno subito, con fessure e fratture di dimensioni ed orientazioni variabili.

La distanza tra i diversi sistemi fessurativi presenti nella compagine della roccia, e l'eventuale loro ampliamento a causa di fenomeni carsici, condizionano in modo determinante la circolazione idrica nel sottosuolo, come pure la permeabilità secondaria, come riportato nel seguente schema:

<i>Descrizione della roccia</i>	<i>Intervallo (m)</i>	<i>Permeabilità</i>	
		<i>Qualitativo</i>	<i>K (cm/s)</i>
Discontinuità da molto ad estremamente ravvicinate	< 0.20	molto permeabile	10^{-3} -1
Discontinuità da ravvicinate a moderatamente spaziate	0.20 - 0.60	moderatamente permeabile	10^{-5} - 10^{-3}
Discontinuità da largamente a molto largamente spaziate	0.60 - 2.00	leggermente permeabile	10^{-9} - 10^{-5}
Nessuna discontinuità	>2.00	impermeabile	$<10^{-9}$

Sono state incluse nella terza classe (*rocce impermeabili*), le *Argille scagliose (AS)*, il *Flysch Numidico (OM)* e le *Marne grigio verdi (OMm)*. Tali terreni presentano una permeabilità primaria da bassa a nulla ed una assenza di falde acquifere; al contrario, in particolari zone d'alterazione, può esistere una lenta circolazione idrica organizzata in filetti discontinui che dipende esclusivamente dal regime pluviometrico variabile nelle stagioni.

Solitamente, come detto prima, tali terreni sono il substrato impermeabile dei litotipi prima citati costituendo il limite inferiore di tali elementi idrogeologici e permettendo, così, l'accumulo sotterraneo delle acque di infiltrazione efficace.

Quanto detto finora, viene accuratamente riassunto nella tabella allegata, riportante, tra l'altro, il range di valori del coefficiente di permeabilità (**K**) dei diversi litotipi presenti.

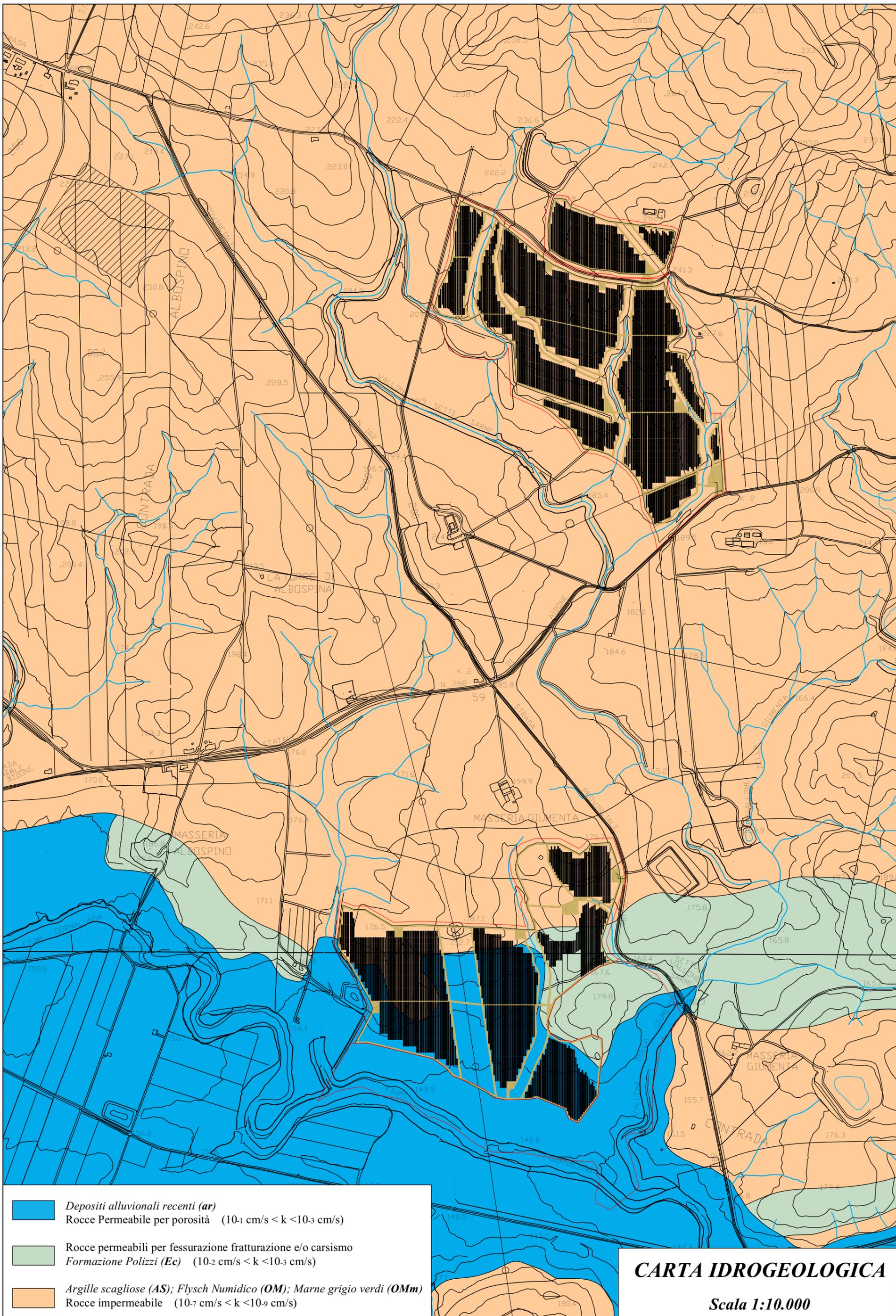


LITOTIPO	TIPO DI PERMEABILITÀ	GRADO DI PERMEABILITÀ	COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ
<i>Depositi alluvionali recenti (ar)</i>	<i>Porosità</i>	<i>alta</i>	$10^{-1}-10^{-3}$
<i>Formazione Polizzi (Ec)</i>	<i>Fessurazione fratturazione e/o carsismo</i>	<i>medio - alta</i>	$10^{-2}-10^{-3}$
<i>Argille scagliose (AS); Flysch Numidico (OM); Marne grigio verdi (OMm)</i>	<i>Impermeabili</i>	<i>da bassa a molto bassa</i>	$10^{-7}-10^{-9}$

Schema riepilogativo

Si sottolinea infine che nessuna sorgente ricade nelle vicinanze del parco fotovoltaico da realizzare e si può inoltre asserire che l'intero impianto da non turberà l'equilibrio idrico sotterraneo e che le opere di fondazione non interferiranno con le eventuali falde presenti.

Quanto fin qui detto è stato riportato nelle allegate carte idrogeologiche in scala 1:10.000 e 1:5.000.



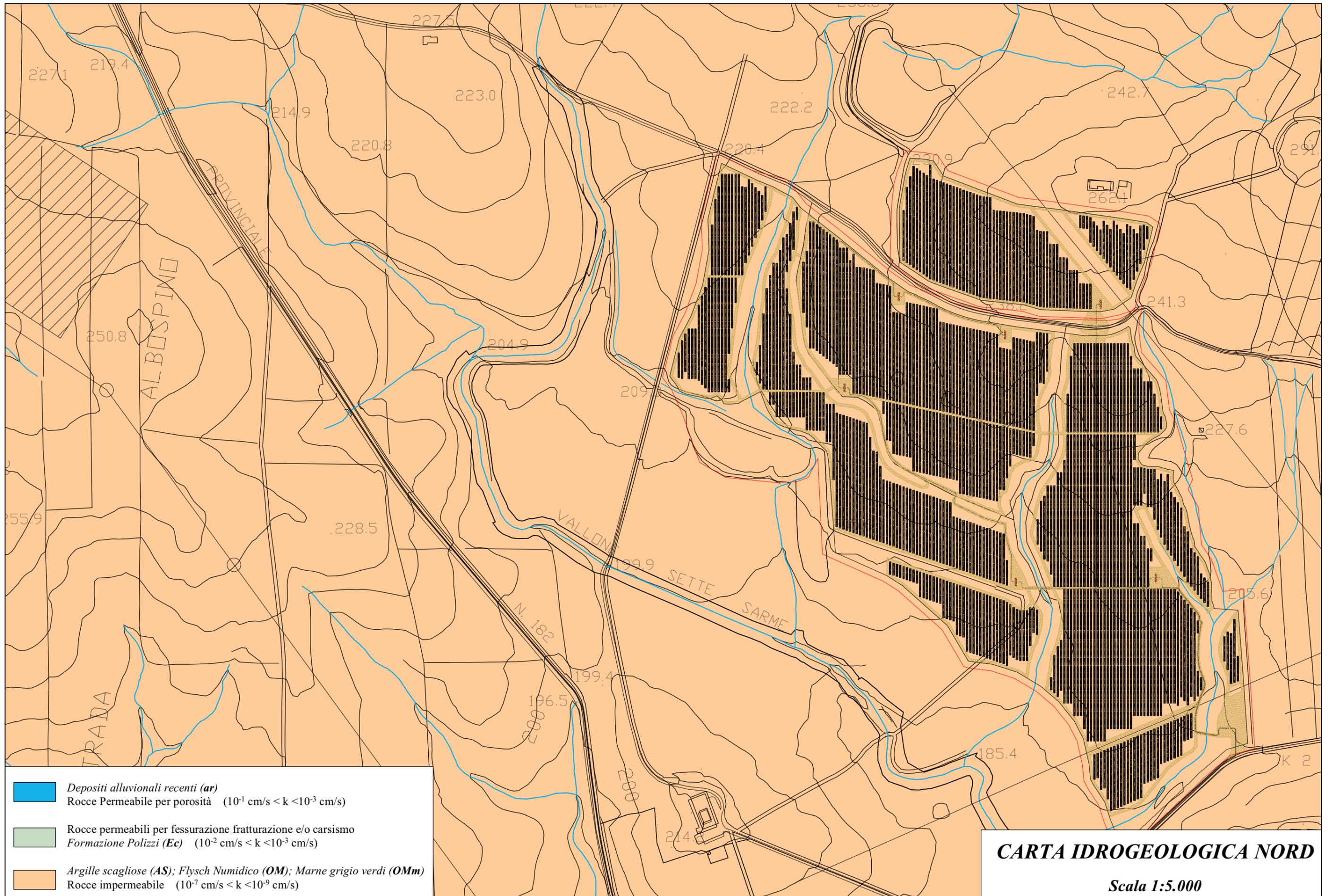
- Depositi alluvionali recenti (ar)**
 Rocce Permeabile per porosità (10⁻¹ cm/s < k < 10⁻³ cm/s)

- Rocce permeabili per fessurazione fratturazione e/o carsismo
Formazione Polizzi (Ec) (10⁻² cm/s < k < 10⁻³ cm/s)

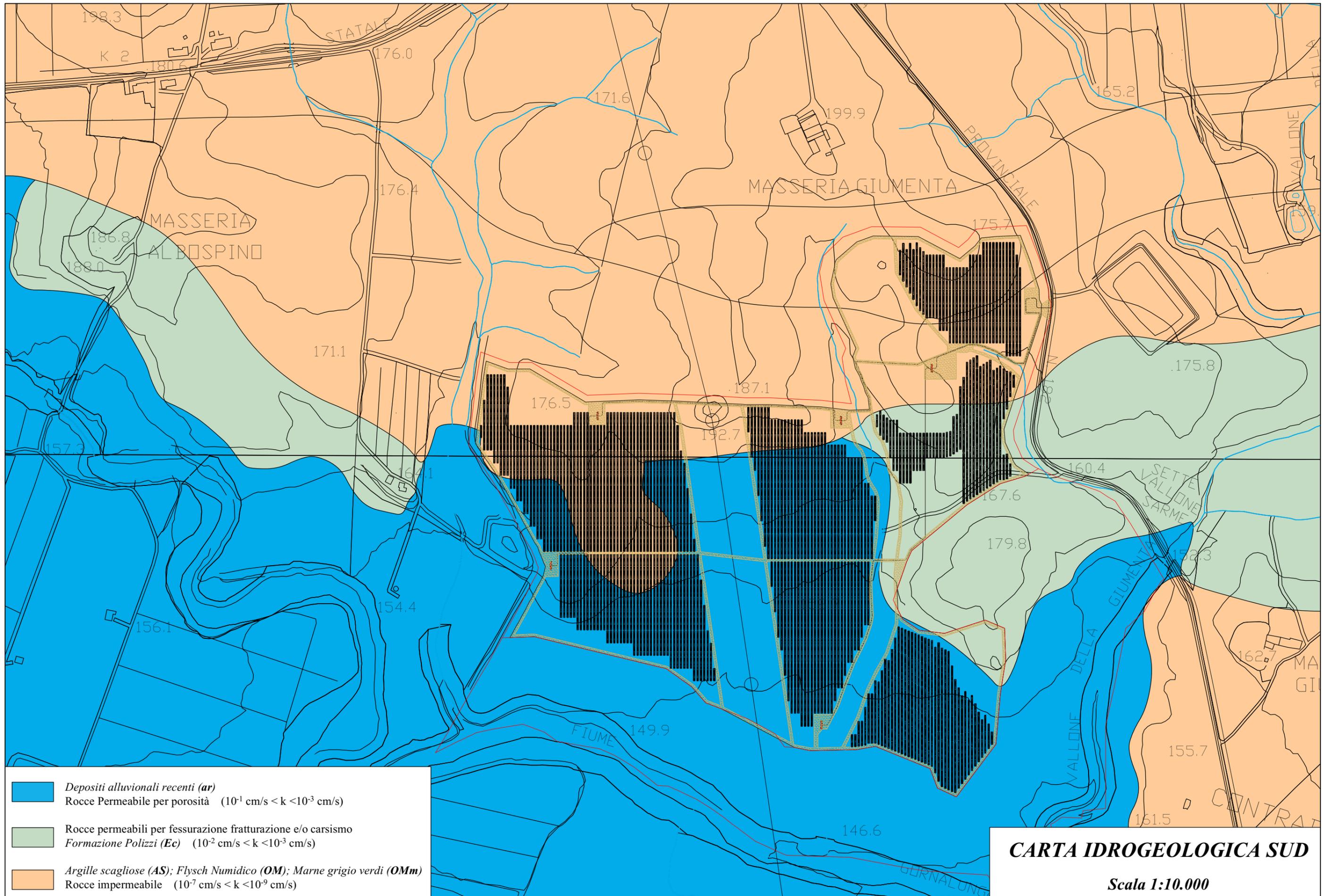
- Argille scagliose (AS); Flysch Numidico (OM); Marne grigio verdi (OMm)**
 Rocce impermeabile (10⁻⁷ cm/s < k < 10⁻⁹ cm/s)

CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1:10.000



CARTA IDROGEOLOGICA NORD
 Scala 1:5.000



Depositi alluvionali recenti (**ar**)
 Rocce Permeabile per porosità ($10^{-1} \text{ cm/s} < k < 10^{-3} \text{ cm/s}$)

Rocce permeabili per fessurazione fratturazione e/o carsismo
 Formazione Polizzi (**Ec**) ($10^{-2} \text{ cm/s} < k < 10^{-3} \text{ cm/s}$)

Argille scagliose (**AS**); Flysch Numidico (**OM**); Marne grigio verdi (**OMm**)
 Rocce impermeabile ($10^{-7} \text{ cm/s} < k < 10^{-9} \text{ cm/s}$)

CARTA IDROGEOLOGICA SUD
 Scala 1:10.000



5. Considerazioni geologico - tecniche

Da quanto osservato dal rilevamento geologico, e da quanto rilevato durante l'esecuzione delle indagini geognostiche, si può affermare che nell'area ove si prevede di realizzare l'impianto, affiorano i seguenti litotipi:

- *Depositi alluvionali recenti (ar)*
- *Formazione Polizzi (Ec)*
- *Argille scagliose (AS),*
- *Flysch Numidico (OM),*
- *Marne grigio verdi (OMm)*

I *depositi alluvionali recenti (ar)*, fanno rilevare, relativamente alla componente fine, fusi granulometrici che rientrano, in termini di percentuale, nel campo dei limi, sabbie fini, sabbie limose e/o argillose, ed argille sabbiose con frazione minima di materiale ghiaioso. Anche tali litotipi, dal punto di vista geotecnico, vengono classificati come "rocce incoerenti", il cui stato varia da sciolto ad addensato. Questi materiali, inoltre, possono presentare una coesione (c') derivante dalla presenza di minerali argillosi nel fino. Quindi, l'argilla, anche in bassa percentuale (5% - 8%), può conferire a tali terreni una certa coesione, variabile a seconda della dimensione dei granuli e del tipo di minerale argilloso presente. Inoltre, laddove prevale la componente sabbiosa, la coesione (c') è da ritenersi nulla.

Nelle linee generali, è possibile caratterizzare, dal punto di vista geotecnico, i materiali descritti, attribuendo loro il seguente range di valori:

- *peso unità di volume (γ) = 1.80 - 1.90 t/m³;*
- *coesione (c') = 0.00 - 0.30 t/m²;*
- *angolo d'attrito interno (ϕ) = 25° - 30°.*

La *Formazioni Polizzi (Ec)* è costituita da un complesso litologico caratterizzato dall'alternanza di calcari marnosi e di marne biancastre in strati centi-decimetrici. La irregolare distribuzione, la particolare giacitura e la struttura intrinseca di tali materiali, non consente di formulare parametri geotecnici di dettaglio estendibili a tutta la formazione. Pertanto, volendo operare ai fini della sicurezza, per la caratterizzazione



geomeccanica di tali litotipi è opportuno riferirsi alla componente marnosa dotata di caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla componente calcarea.

In generale, è possibile stimare per i terreni in oggetto, i seguenti valori:

- peso unità di volume (γ) = 2.16 – 2.60 t/m³;
- coesione (c') = 1.00 - 3.00 t/m²;
- angolo d'attrito interno (ϕ) = 28° - 42°.

Si evidenzia che tutti i valori dei parametri geotecnici precedentemente riportati sono abbastanza rappresentativi per i litotipi analizzati; tuttavia, anche in questo caso, qualsivoglia intervento nell'ambito territoriale dovrà essere preceduto da analisi e prove a verifica di quanto citato.

Infine le *Argille Scagliose (AS)*, le argille del *Flysch Numidico (OM)* e le *Marne grigio verdi (OMm)* rientrano nella categoria delle “*rocce pseudocoerente*”. Di questa categoria fanno parte i materiali che hanno un comportamento geomeccanico variabile in relazione al contenuto d'acqua. Infatti, si comportano come materiali coerenti se asciutti e consistenti, e come materiali incoerenti se imbibiti d'acqua e quindi con un indice di plasticità elevato.

Per la loro genesi tali materiali assumono una struttura abbastanza complessa e la giacitura appare spesso caotica per tettonizzazione. E' quasi sempre presente un orizzonte d'alterazione superficiale il cui spessore risulta variabile ma contenuto mediamente entro i primi 6.00 - 7.00 metri e solo in particolari circostanze può superare i 10.00 metri. Tale strato, presenta una colorazione giallastra e/o marrone chiaro, un elevato grado di umidità e di plasticità e sono generalmente presenti superfici traslucide di discontinuità, che condizionano spesso la stabilità dei versanti costituita da tali materiali. Gradatamente, si passa al sottostante orizzonte inalterato caratterizzato da una buona consistenza e da una colorazione generalmente brunastra. Tralasciando le eventuali intercalazioni calcaree ed arenacee che influenzano in maniera del tutto trascurabile il comportamento globale di tali terreni, è da annoverare come la struttura acquisita dai sopraddetti terreni sia l'effetto combinatorio delle diverse pressioni sviluppatesi nel corso degli eventi tettonici cui sono stati sottoposti nelle ere geologiche. Tali argille appaiono sovraconsolidate ed interessate da una fitta rete di discontinuità che



li suddivide in frammenti o “scaglie” dalla forma irregolare e dalle dimensioni variabili dal millimetro a qualche centimetro.

Caratteristica peculiare di detti terreni è la naturale variabilità che tali materiali mostrano su campioni prelevati anche a breve distanza, sia sull’orientamento delle scaglie, sia nelle dimensioni e nell’entità del sistema di fessurazione presente.

Da quanto detto, risulta evidente, quindi, dalla complessità della struttura dei materiali in esame, come sia poco agevole una caratterizzazione geomeccanica generale per l’intera formazione, poiché i risultati delle prove geotecniche sono fortemente influenzate dalle caratteristiche fisico-meccaniche delle singole scaglie, dal grado di alterazione (ammorbidimento delle scaglie per imbibizione d’acqua e fenomeni di “softening” per scarico tensionale) e dalla modalità di esecuzione delle prove. Inoltre, appare non indifferente il problema del disturbo arrecato a tali terreni nelle fasi di campionamento. Le argille allorquando si presentano “mollì” hanno un tenore d’acqua pari al 100%, generalmente vicino al limite di liquidità, ed un peso specifico secco debole γ_d (spesso inferiore a 10 kN/ m^3).

Esse risultano inoltre contenere materie organiche dal 2 al 10 %, una debole coesione non drenata (C_u), una forte compressibilità dando luogo a dei cedimenti secondari, una debole permeabilità, uno stato normal consolidato.

Per espulsione della propria acqua, l’argilla diventa plastica e poi secca, ciò denota come tale materiale possa presentare valori abbastanza diversi, in relazione al suo stato idrometrico.

Una proprietà importante ai fini dell’utilizzo urbanistico delle aree interessate da sedimenti argillosi è il “*rigonfiamento*”, infatti le argille fanno registrare un aumento di volume allorquando si imbibiscono d’acqua, specie se il minerale predominante di cui sono costituite è rappresentato dalla montmorillonite.

Di contro si ha una diminuzione di volume in seguito ad una diminuzione del contenuto d’acqua, tale caratteristica prende il nome di “*ritiro*”.

Appare evidente che i terreni interessati da litotipi argillosi necessitano di accurate indagini, analisi, prove e studi preliminari, sia essi di carattere geologico che geotecnico. Infatti, i maggiori dissesti vengono registrati laddove la componente



argillosa è predominante e la causa è sempre da ricercare al variare di una o più caratteristica citata.

Sulla base di studi e ricerche effettuati su terreni appartenenti a tale formazione è possibile stimare i seguenti valori:

- *Argille alterate (spessore medio 6.0 - 7.0 m):*

$$\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3;$$

$$c' = 0.80 \text{ t/m}^2;$$

$$\phi' = 23^\circ.$$

- *Argille di substrato:*

$$\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3;$$

$$c' = 1.30 \text{ t/m}^2;$$

$$\phi' = 25^\circ.$$

Da un confronto dei dati sperimentali ottenuti sui campioni indisturbati, dalle prove in situ e da quanto riportato in letteratura specializzata, cautelativamente, sono stati assunti i seguenti valori di coesione (c') ed angolo d'attrito interno (ϕ') per i diversi spessori di terreno rilevati, potendo così ricostruire la seguente colonna geotecnica:

LITOTIPO	CARATTERISTICHE FISICO / MECCANICHE	VALORI
<i>Depositi alluvionali recenti (ar)</i>	<i>peso dell'unità di volume coesione angolo di attrito interno</i>	<i>1.80 t/m³ 0.0 t/m² 25°</i>
<i>Formazione Polizzi (Ec)</i>	<i>peso dell'unità di volume coesione angolo di attrito interno</i>	<i>2.16 t/m³ 1.0 t/m² 35°</i>
<i>Argille scagliose (AS)</i>	<i>peso dell'unità di volume coesione angolo di attrito interno</i>	<i>1.90 t/m³ 0.1 t/m² 21°</i>
<i>Flysch Numidico (OM)</i>	<i>peso dell'unità di volume coesione angolo di attrito interno</i>	<i>1.90 t/m³ 1.0 t/m² 24°</i>
<i>Marne grigio verdi (OMm)</i>	<i>peso dell'unità di volume coesione angolo di attrito interno</i>	<i>1.90 t/m³ 3.0 t/m² 25°</i>

Colonna geotecnica riepilogativa



6. Considerazioni litotecniche

Relativamente alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni ricadenti nell'area in studio, oltre ai dati in possesso dello scrivente, alle indagini dirette eseguite e quelli tratti dalla letteratura tecnica specializzata per analoghe facies petrografiche, si sono potuti suddividere i litotipi costituenti l'intero territorio da oggetto di variante urbanistica ed un suo ampio intorno in, "unità litotecniche", che sono state opportunamente riportate nell'allegata cartografia litotecnica redatta in scala 1:5.000.

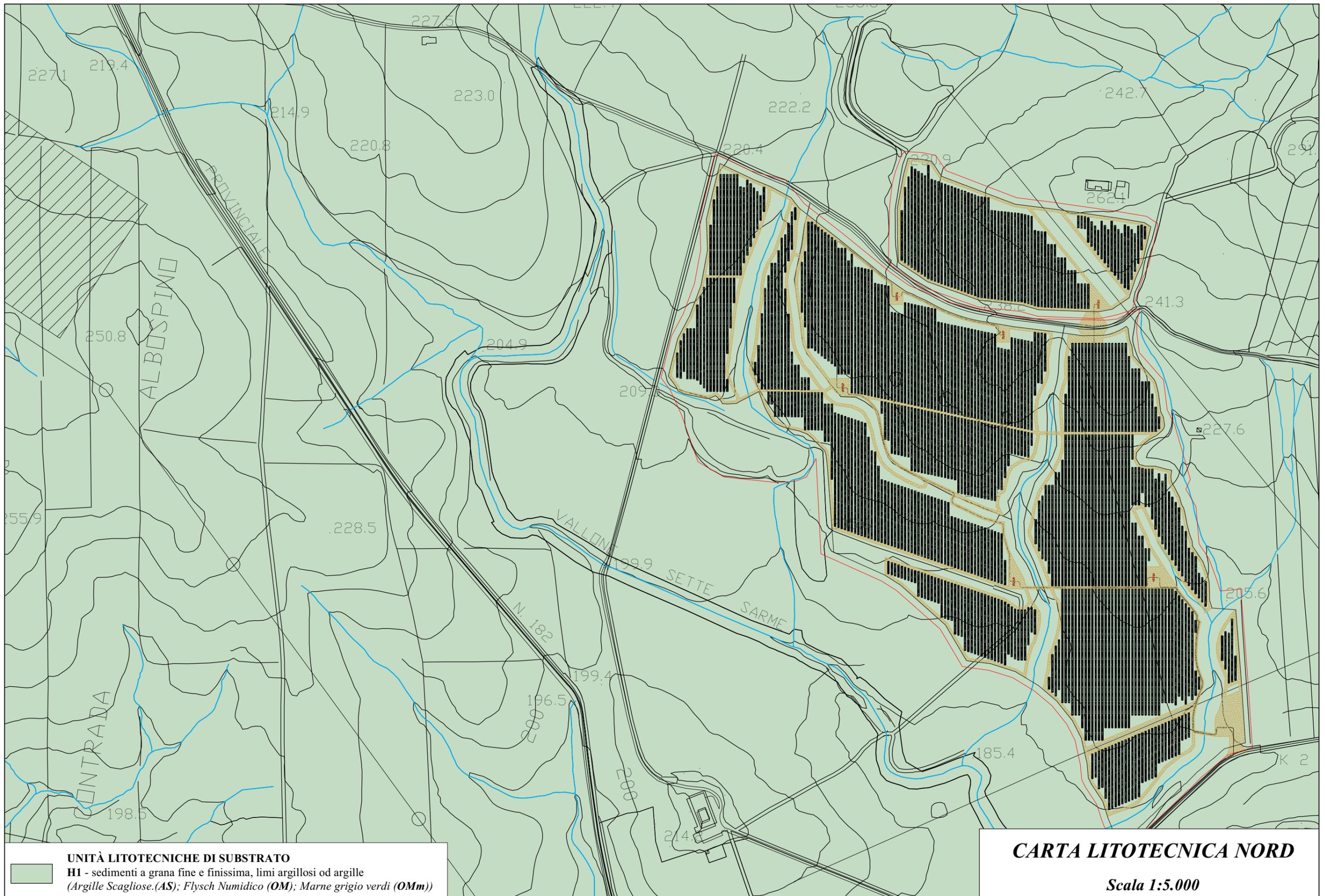
Tali unità, secondo quanto riportato nella Circolare n. 3 DRA del 20.06.2014 - Prot. n. 28807 del 20.06.2014 – "Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici", vengono distinte in due insiemi, di cui uno relativo ai litotipi che costituiscono in "substrato" e l'altro a quelli caratterizzanti i terreni di "copertura".

Passando in rassegna i terreni presenti nel territorio in esame, relativamente alle unità litotecniche di copertura queste sono rappresentate dai *Depositi alluvionali recenti (ar)*: si tratta di sedimenti sciolti, costituiti da sabbie, limi e ghiaie inglobanti frammenti spigolosi o arrotondati. Queste litologie vengono attribuite all'unità litotecnica **G1c**.

I terreni presenti nel territorio in esame, relativamente alle unità litotecniche di substrato, sono rappresentate da *Argille Scagliose (AS)*, *Flysch Numidico (OM)* e *Marne grigio verdi (OMm)*: si tratta di sedimenti a grana fine e finissima, limi argillosi od argille. Queste litologie vengono attribuite all'unità litotecnica **H1**.

Inoltre sono anche rappresentate da *Calcare marnosi della Formazione Polizzi (Ec)*: si tratta di successioni carbonatiche con poliedri giustapposti con volume medio oltre 0,1 mc. Queste litologie vengono attribuite all'unità litotecnica **A2**.

Quanto fin qui esposto è stato rappresentato nelle allegate carte litotecniche in scala 1:5.000.

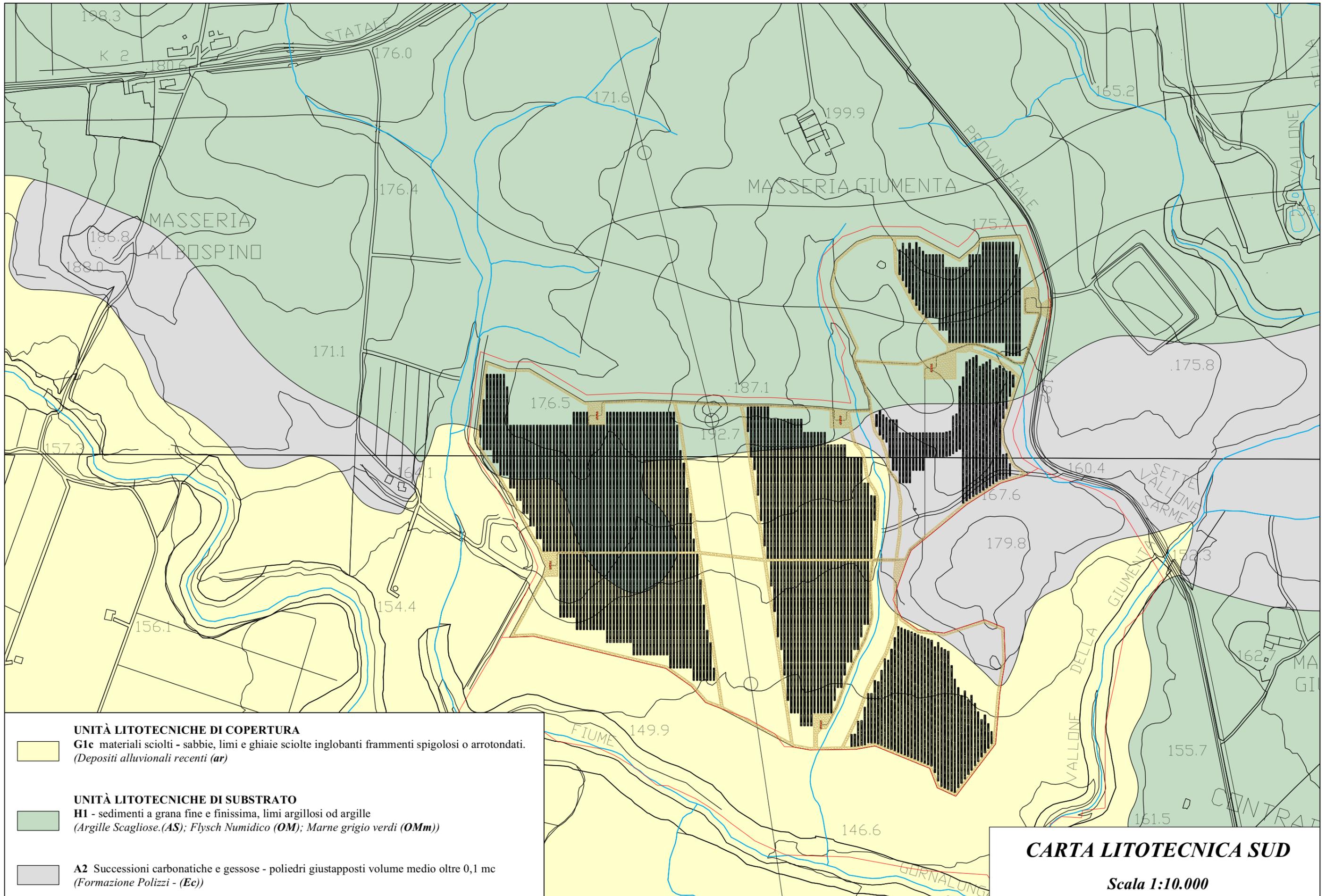


UNITÀ LITOTECNICHE DI SUBSTRATO

 **H1** - sedimenti a grana fine e finissima, limi argillosi od argille
(Argille Scagliose. **AS**); Flysch Numidico (**OM**); Marne grigio verdi (**OMm**))

CARTA LITOTECNICA NORD

Scala 1:5.000





7. Sismica a rifrazione – Tecnica MASW

Sull'area ove si propone la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, sono state eseguite indagini geofisiche con sismica a rifrazione applicando il metodo "MASW", al fine di approfondire le conoscenze sui terreni oggetto di studio, ed in particolare per la definizione della categoria di suolo di fondazione ai sensi dell'Ordinanza n. 3274/2005 del Presidente del Consiglio dei Ministri, ripresa e completata con la O.P.C.M. n. 3519/2006.

La sismica a rifrazione classica considera i tempi di propagazione delle onde elastiche generate al suolo da impatti con una mazza battente su un piatto rigido.

Nel caso in questione, per risalire alle velocità delle onde orizzontali o di taglio V_s nei primi trenta metri dal p.c., si è invece finalizzata l'indagine per l'applicazione del metodo "MASW" (Multichannel Analysis of Surface Waves) che è una tecnica non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s basandosi sulla misura delle onde superficiali in termini di onde di Rayleigh. Queste onde viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh hanno la caratteristica di essere "dispersive", cioè si propagano con diverse velocità di fase e di gruppo in dipendenza alla frequenza di propagazione. In base alla necessità d'indagine abbiamo usato la configurazione del metodo masw "attivo", che sfrutta l'alta frequenza (5 hz – 70 hz) delle onde propagate che, con lunghezza d'onda corta, sono adatte a studi entro i primi 30-50 m dal p.c.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

1. l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll) con sismografo e sensori adatti e nella configurazione corretta;
2. la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) che si ottiene con programmi di sviluppo;
3. l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono



state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi, ma questa è giudicata quanto di meglio utilizzabile per l'attendibilità del risultato, i costi limitati e la tecnica non invasiva.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Il valore del rapporto di Poisson e la stima della densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali. Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Reyleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni). Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

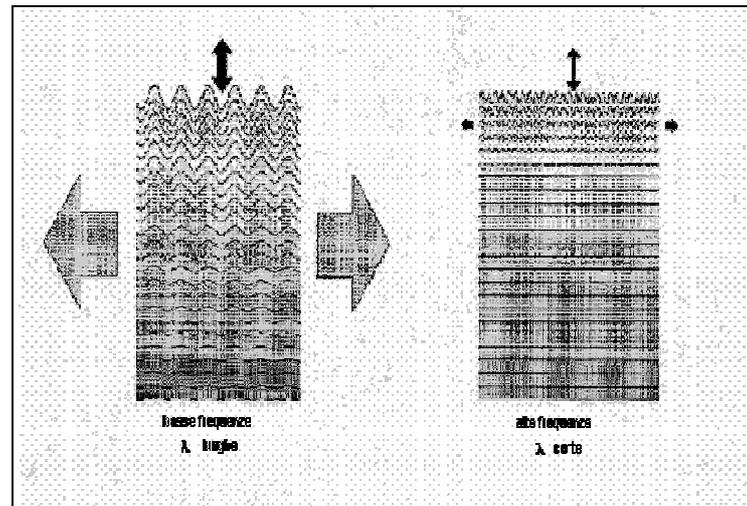
Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno. La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.



La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza. La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione. Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione.

L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.



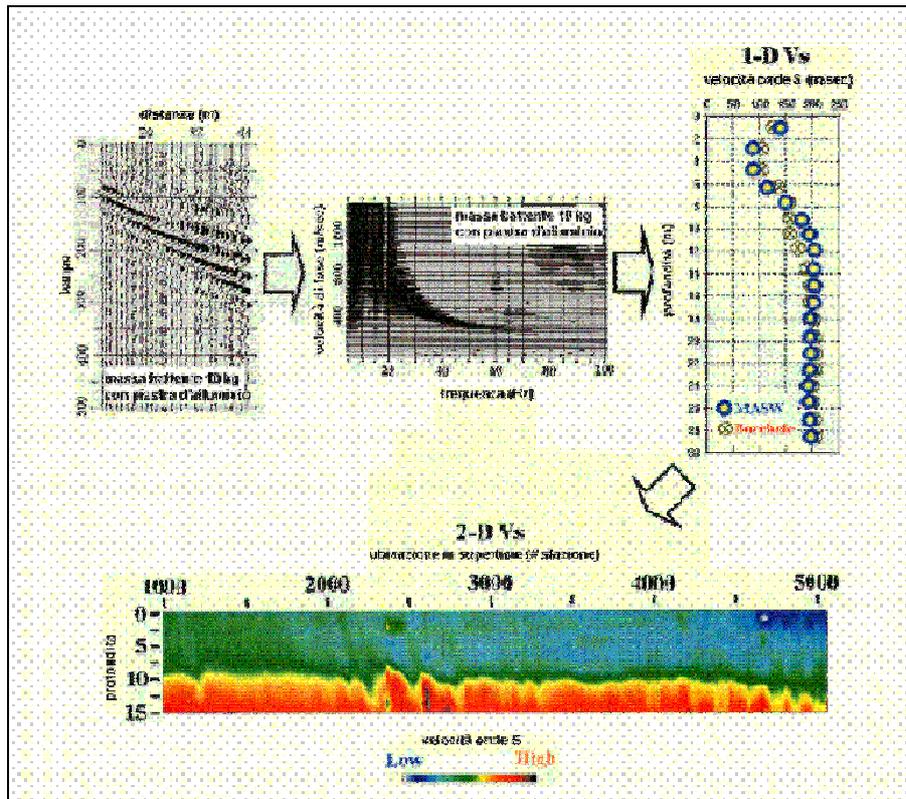
La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati di campo;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

Una mappa bidimensionale (mappa 2-D) può essere costruita accostando e sovrapponendo più profili 1-D consecutivi ed utilizzando un contouring software.

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

Con le apparecchiature usate è stato possibile ottenere i primi impulsi sufficientemente netti anche quando i rumori di fondo erano elevati. Questo si è potuto realizzare in quanto la registrazione veniva immagazzinata da una memoria elettronica e successivamente tracciata su un display con la possibilità di discernere i segnali veri da quelli spuri.



Descrizione generale della procedura MASW

Le misure rilevate hanno consentito di costruire le curve tempi/distanze (Dromocrone) relative allo scoppio di andata, di ritorno e di determinare gli spessori dei vari rifrattori elaborando colonne sismostratigrafiche.

Per l'interpretazione dei sondaggi, si è riportato sulle ordinate di un diagramma cartesiano i tempi di percorrenza impiegati dai fronti d'onda generati dalla massa battente, mentre sulle ascisse si sono disposte le distanze tra il punto in cui è avvenuto lo scoppio e la posizione in cui si trovano i geofoni che hanno rilevato le onde sismiche.

7.1 Classificazione del suolo di fondazione con il metodo MASW

L'Ordinanza n. 3274/2005 del Presidente del Consiglio dei Ministri ripresa e completata con la OPCM n. 3519/2006, integrata con le NTC 2008 e le NTC 2018 ha introdotto la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica, che ci adegua allo standard europeo (Eurocodice 8).



Infatti nel caso in cui si ha contezza delle condizioni stratigrafiche e delle proprietà dei terreni, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S , ottenuti mediante specifiche prove.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, 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 $V_{S,eq}$ 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.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono di seguito rappresentate:



<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
<i>A</i>	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 scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
<i>B</i>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<i>C</i>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
<i>D</i>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
<i>E</i>	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 m.

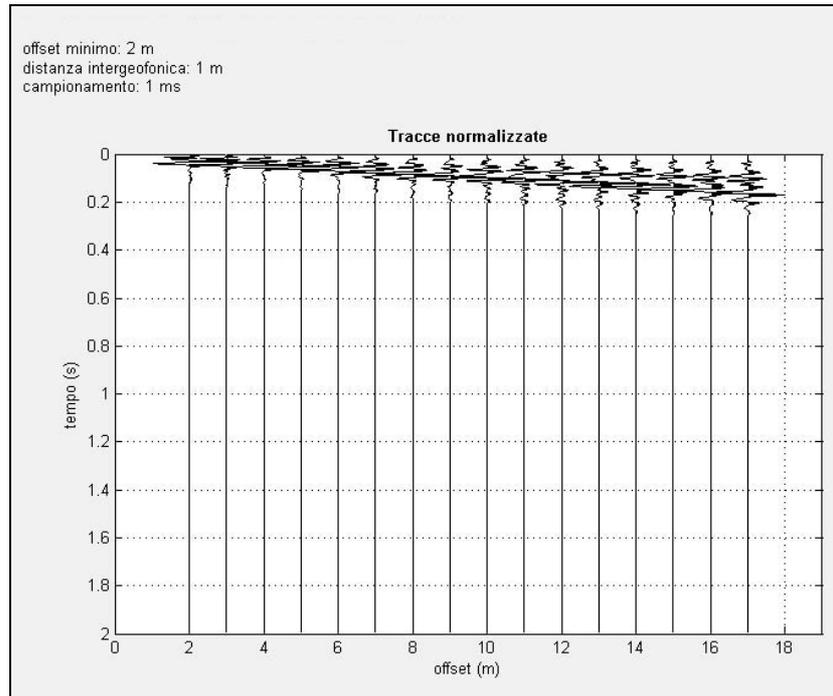
Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

7.2 Risultati delle analisi MASW

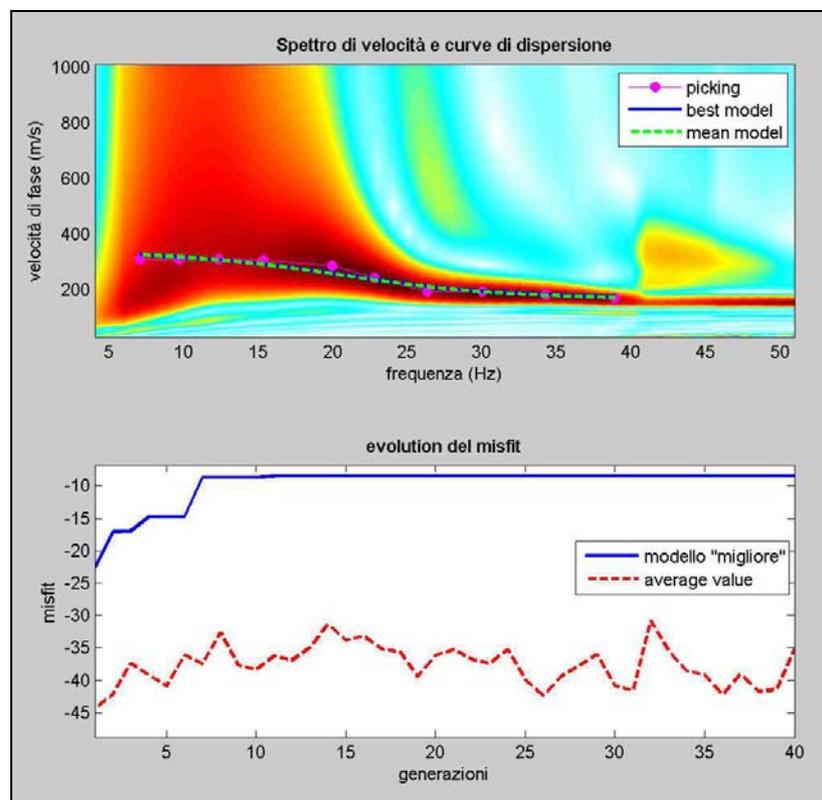
Nel sito in esame in dettaglio sono state eseguite quattro stese sismiche a rifrazione interpretate con tecnica MASW e di seguito vengono riportati i dati ottenuti.

Dati sperimentali MASW ST 1

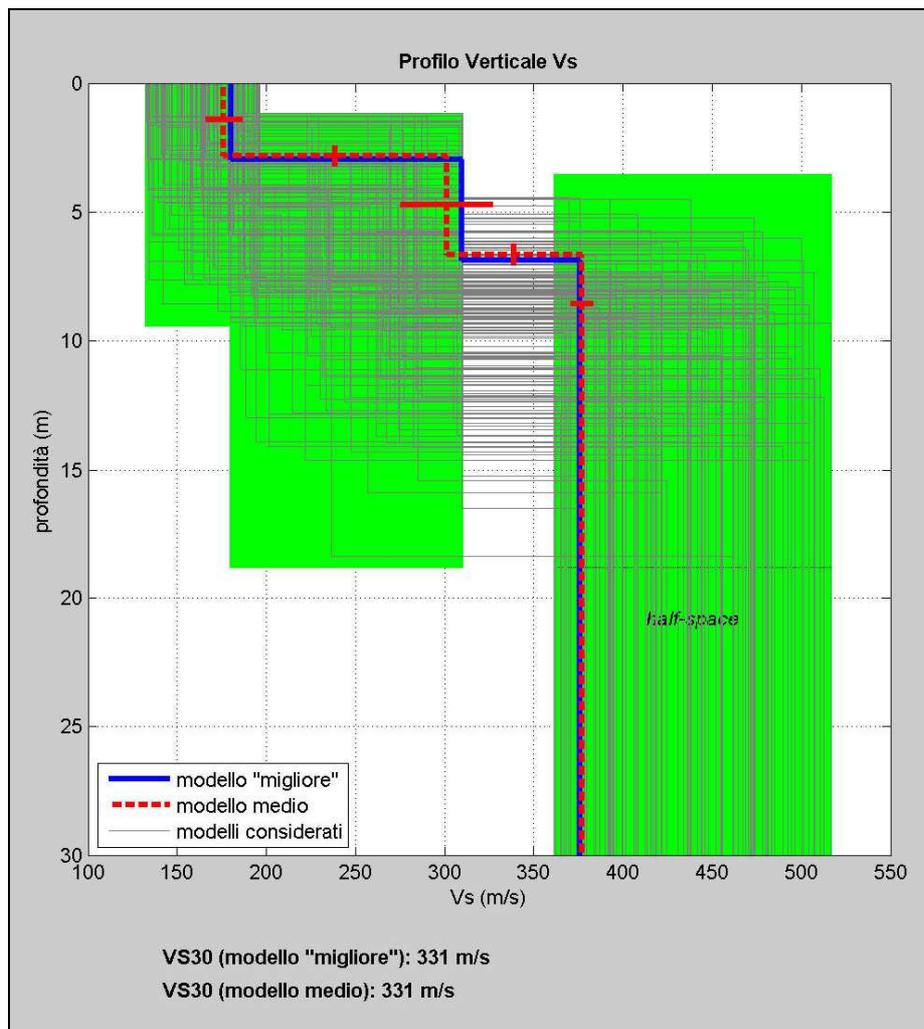
Numero di ricevitori	20
Distanza intergeofonica in metri	2
Tipologia geofoni utilizzati	verticale a 4,5 Hz
Energizzazione	massa da 10 kg
Curva di dispersione analizzata	Ramacca_1.cdp



Tracce sperimentali



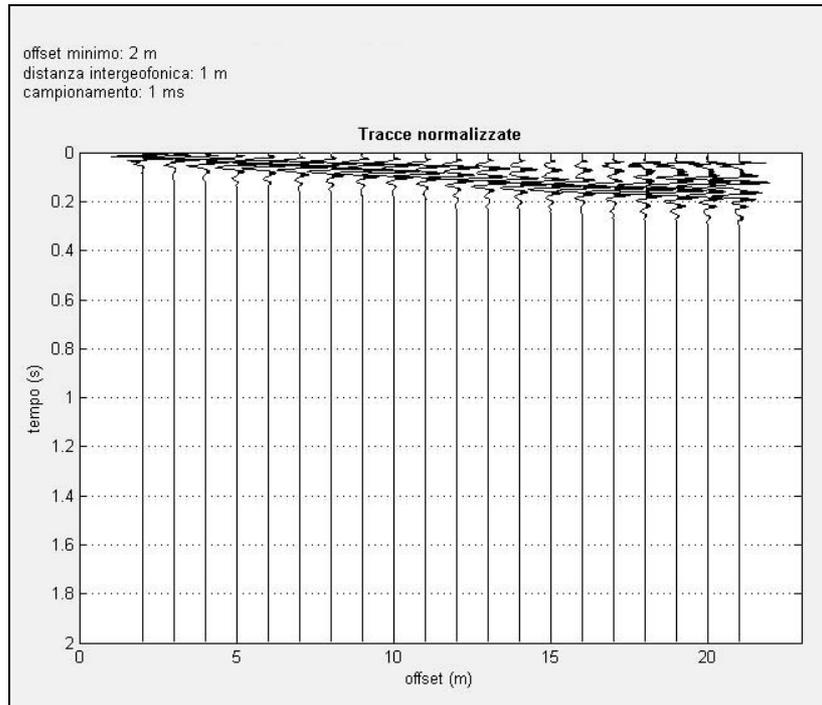
Curva di dispersione



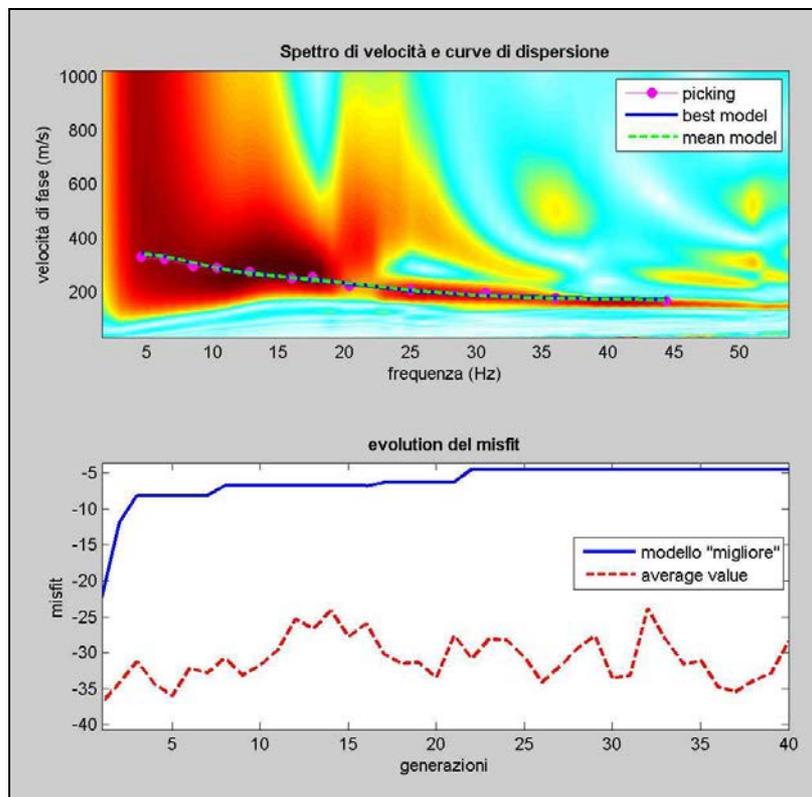
Elaborazione modelli equivalenti

Dati sperimentali MASW ST 2

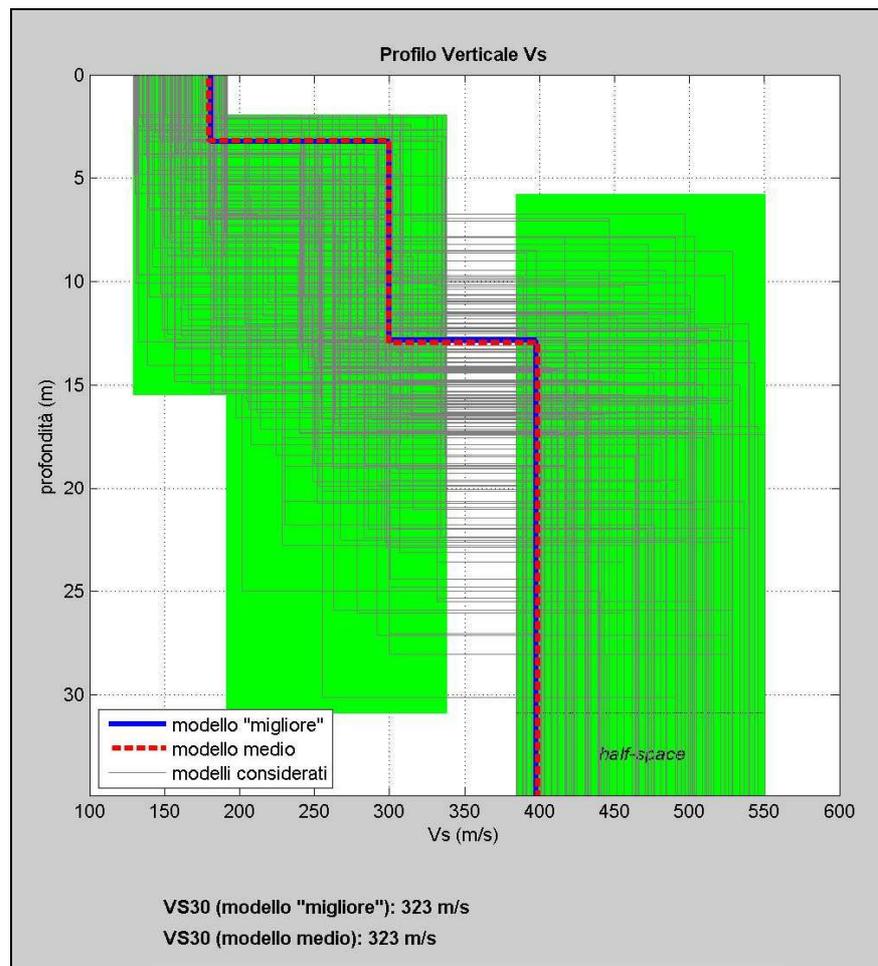
Numero di ricevitori	20
Distanza intergeofonica in metri	2
Tipologia geofoni utilizzati	verticale a 4,5 Hz
Energizzazione	massa da 10 kg
Curva di dispersione analizzata	Ramacca_2.cdp



Tracce sperimentali



Curva di dispersione



Elaborazione modelli equivalenti

7.3. Categorie di suolo individuata

L'elaborazione MASW delle due stese sismiche eseguita ha definito un valore della velocità V_{s30} dei terreni pari a **331** m/s per MASW_1 e **323** m/s per MASW_2.

Pertanto, ai sensi dell'Ordinanza n. 3274/2005 del Presidente del Consiglio dei Ministri ripresa e completata con la O.P.C.M. n. 3519/2006 e successivamente con il D.M. 17.01.2018, i terreni in esame rientrano nel tipo di suolo **C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*).



8. Pericolosità sismica locale

La pericolosità sismica di un territorio va intesa come la stima dello scuotimento del suolo previsto in un certo sito durante un certo periodo di tempo a causa dei terremoti.

La progettazione di strutture in zona sismica, a parità di criteri progettuali e metodi di verifica, assume, per una stessa costruzione, una forte differenziazione a seconda del sito dove viene edificata. Appare evidente infatti che la progettazione sia influenzata in maniera determinante dalla probabilità che ha il sito, in un determinato periodo di tempo, di essere soggetto ad eventi sismici di una certa magnitudo. Per poter eseguire una corretta progettazione strutturale è allora necessario conoscere questo livello di pericolosità sismica della zona dove si andrà ad edificare la struttura. Operativamente le informazioni che quantificano le probabilità che i terremoti di una certa magnitudo, con specifico periodo di ritorno, colpiscano le varie zone di un territorio, costituiscono la classificazione sismica. Per essa si intende appunto una suddivisione del territorio nazionale in zone alle quali vengono attribuiti valori differenziali del grado di sismicità, atti a definire il livello di rischio sismico per le costruzioni che in esse sono edificate. Per questo motivo la classificazione sismica viene anche chiamata mappa della pericolosità sismica.

In Italia la normativa in merito è stata aggiornata con l'Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*.

L'aspetto di maggiore rilievo introdotto dall'Ordinanza 3274 è costituito senza dubbio dai nuovi criteri di classificazione sismica del territorio nazionale, necessari proprio per coprire questa grave lacuna lasciata irrisolta dalla normativa precedente. L'Ordinanza suddivide a tal fine l'intero territorio nazionale in quattro zone di sismicità, individuate in base a valori decrescenti di “accelerazioni massime” al suolo (Figura 1).

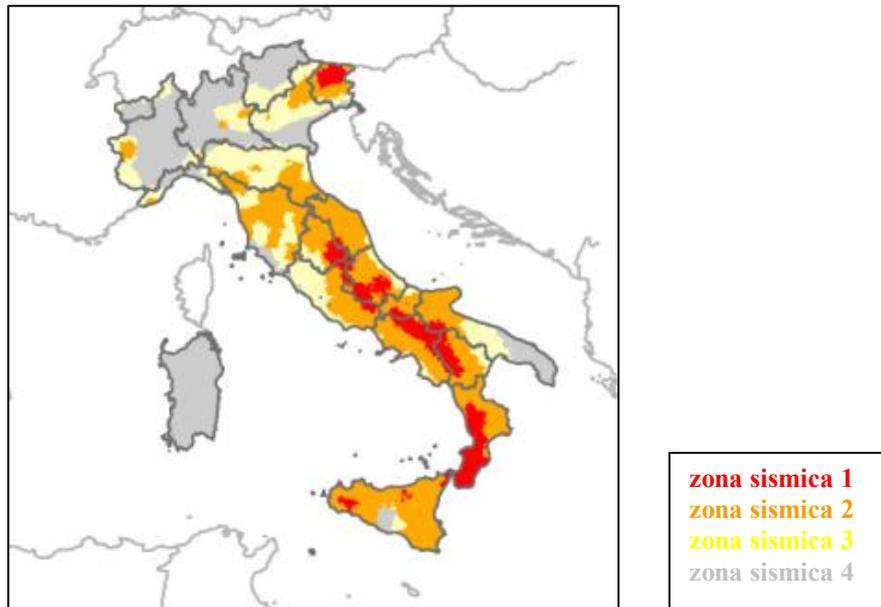
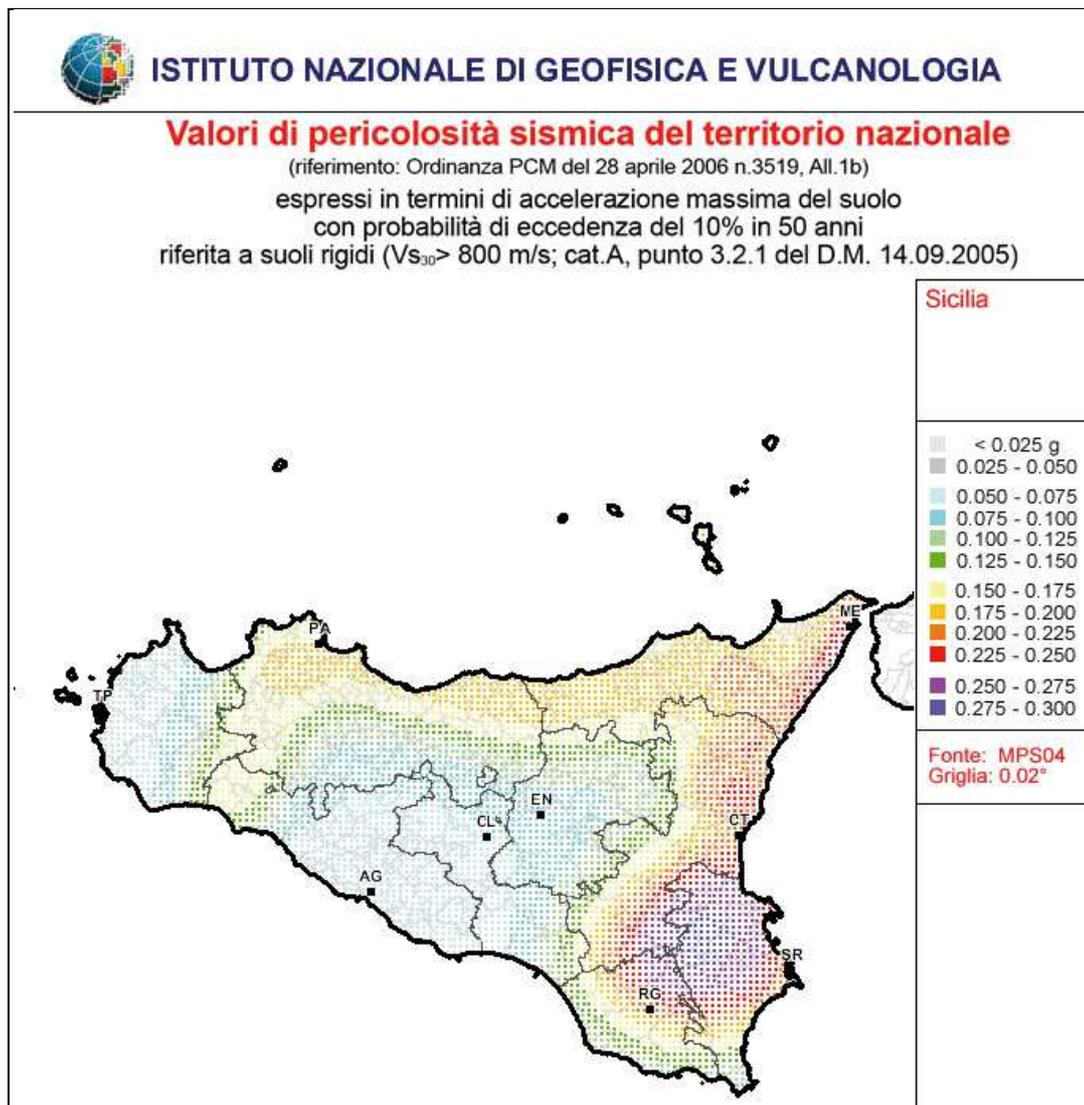


Figura 1

Per queste zone le norme indicano quattro valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. In particolare ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo la tabella seguente:

Zona Sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

L'assegnazione di un territorio ad una delle quattro zone suddette avviene mediante le valutazioni di a_g (con tolleranza 0,025g) rappresentate in termini di curve di livello con passo 0,025g.



L'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003 disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azione sismica, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. L'obiettivo fondamentale della norma è di assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi della Protezione Civile. Rispetto alla normativa nazionale precedente, basata su concetti di carattere convenzionale e puramente prescrittivi, l'Ordinanza 3274 punta a favore di una impostazione esplicitamente prestazionale, nella quale gli obiettivi della progettazione che la norma si prefigge



vengono dichiarati, ed i metodi utilizzati allo scopo (procedure di analisi strutturale e di dimensionamento degli elementi) vengono singolarmente giustificati. A tal fine, novità di assoluto rilievo, è l'adozione di un solo e unico metodo per le procedure di calcolo e verifica strutturale, il "metodo agli stati limite", con il conseguente abbandono definitivo del "metodo delle tensioni ammissibili".

Il territorio di Ramacca, da quanto riportato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica n. 105 del 08.05.2003 - supplemento ordinario n. 72, ai sensi dell'Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003, "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" è stato definito di classe "2".



9. Zonizzazione del territorio

La zonizzazione del territorio è stata effettuata così come previsto dalla Circolare n. 3 DRA del 20.06.2014 - Prot. n. 28807 del 20.06.2014 – “*Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici*” (G.U.R.S. n° 28 del 11.7.2014), attraverso lo sviluppo di una cartografia di analisi ed una cartografia di sintesi così come rappresentato nei diagrammi a blocco di seguito riportati.

In tale ottica sono state redatte le seguenti carte:

1. *carta delle pericolosità geologiche;*
2. *carta della pericolosità sismica;*
3. *carta della suscettività all'edificazione.*

La **carta delle pericolosità geologiche**, è una carta di sintesi che tende ad evidenziare, attraverso la rappresentazione grafica, le aree di un determinato territorio che sono interessate da pericolosità geologiche (frane, erosioni, esondazioni, vulnerabilità dell'acquifero, colate laviche, fenomeni di fratturazione al suolo cosismico e/o per creep asismico, tipici nelle aree vulcaniche etnee, etc.).

Nello specifico sono state individuate tre classi;

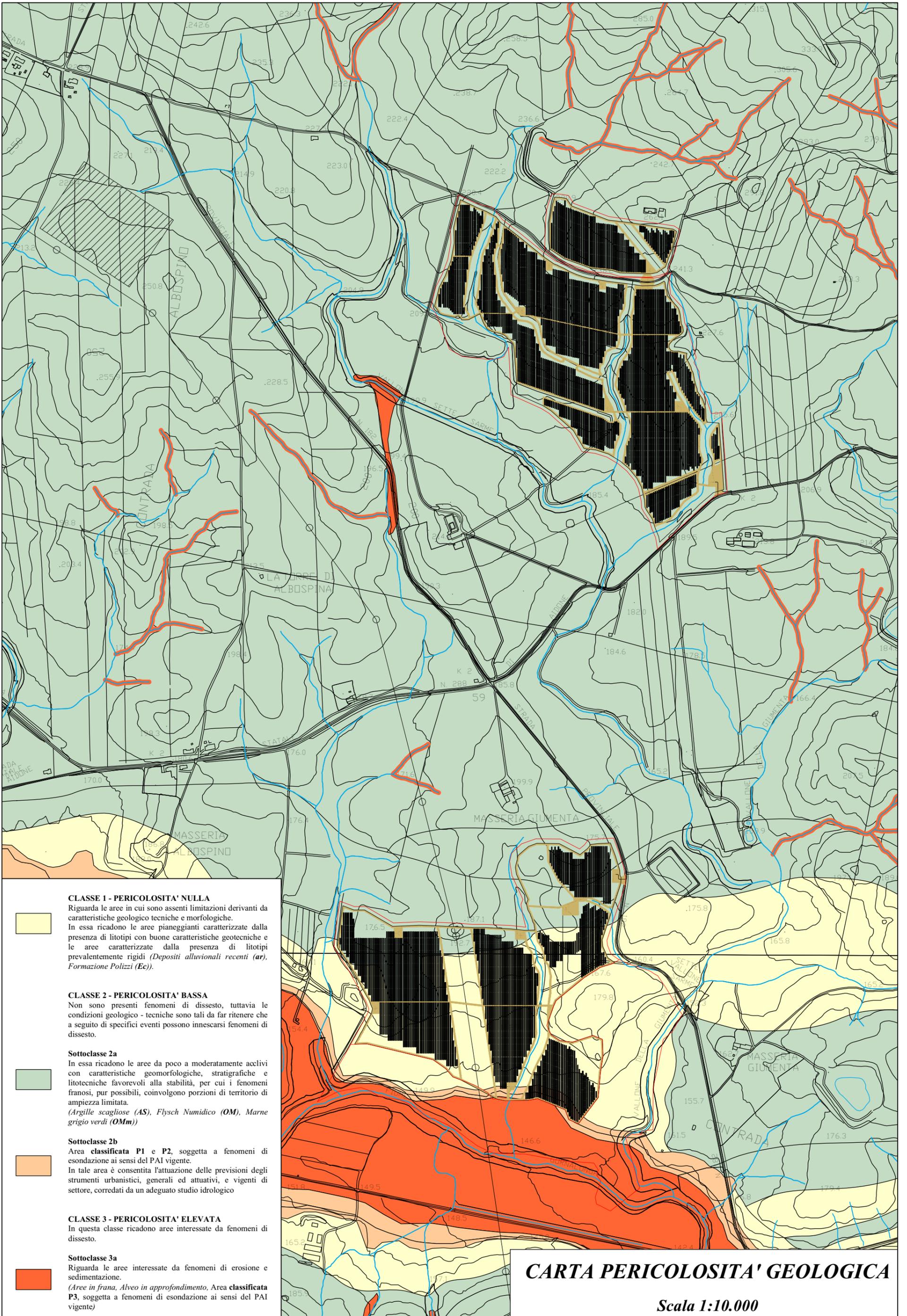
- **Classe 1 - Pericolosità Nulla** – Riguarda le aree in cui sono assenti limitazioni derivanti da caratteristiche geologico tecniche e morfologiche. In essa ricadono le aree pianeggianti caratterizzate dalla presenza di litotipi con buone caratteristiche geotecniche e le aree caratterizzate dalla presenza di litotipi prevalentemente rigidi (*Depositi alluvionali recenti (ar)*, *Formazione Polizzi (Ec)*)
- **Classe 2 - Pericolosità bassa** – Non sono presenti fenomeni di dissesto, tuttavia le condizioni geologico - tecniche sono tali da far ritenere che a seguito di specifici eventi possono innescarsi fenomeni di dissesto:
 - **Sottoclasse 2a.** In essa ricadono le aree da poco a moderatamente acclivi con caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e litotecniche favorevoli alla stabilità, per cui i fenomeni franosi, pur possibili, coinvolgono porzioni di



territorio di ampiezza limitata. (*Argille scagliose (AS)*, *Flysch Numidico (OM)*, *Marne grigio verdi (OMm)*).

- *Sottoclasse 2b.* Area **classificata P1 e P2**, soggetta a fenomeni di esondazione ai sensi del PAI vigente. In tale area è consentita l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali ed attuativi, e vigenti di settore, corredati da un adeguato studio idrologico.
- *Classe 3 - Pericolosità elevata* – In questa classe ricadono aree interessate da fenomeni di dissesto.
 - *Sottoclasse 3a.* Riguarda le aree interessate da fenomeni di erosione e sedimentazione. (*Aree in frana, Alveo in approfondimento*).
 - *Sottoclasse 3b.* Area **classificata P3**, soggetta a fenomeni di esondazione ai sensi del PAI vigente.

La porzione Nord dell'impianto da realizzare, ricade in area a pericolosità bassa 2a, la porzione Sud dell'impianto ricade quasi del tutto in area a pericolosità nulla, tranne in una piccolissima porzione che ricade in area a pericolosità bassa 2b.



CLASSE 1 - PERICOLOSITA' NULLA
 Riguarda le aree in cui sono assenti limitazioni derivanti da caratteristiche geologico - tecniche e morfologiche. In essa ricadono le aree pianeggianti caratterizzate dalla presenza di litotipi con buone caratteristiche geotecniche e le aree caratterizzate dalla presenza di litotipi prevalentemente rigidi (*Depositi alluvionali recenti (ar)*, *Formazione Polizzi (Ec)*).

CLASSE 2 - PERICOLOSITA' BASSA
 Non sono presenti fenomeni di dissesto, tuttavia le condizioni geologico - tecniche sono tali da far ritenere che a seguito di specifici eventi possono innescarsi fenomeni di dissesto.

Sottoclasse 2a
 In essa ricadono le aree da poco a moderatamente acclivi con caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e litotecniche favorevoli alla stabilità, per cui i fenomeni franosi, pur possibili, coinvolgono porzioni di territorio di ampiezza limitata.
 (*Argille scagliose (AS)*, *Flysch Numidico (OM)*, *Marne grigio verdi (OMm)*)

Sottoclasse 2b
 Area **classificata P1 e P2**, soggetta a fenomeni di esondazione ai sensi del PAI vigente. In tale area è consentita l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali ed attuativi, e vigenti di settore, corredati da un adeguato studio idrologico

CLASSE 3 - PERICOLOSITA' ELEVATA
 In questa classe ricadono aree interessate da fenomeni di dissesto.

Sottoclasse 3a
 Riguarda le aree interessate da fenomeni di erosione e sedimentazione.
 (*Aree in frana*, *Alveo in approfondimento*, *Area classificata P3*, soggetta a fenomeni di esondazione ai sensi del PAI vigente)

CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Scala 1:10.000

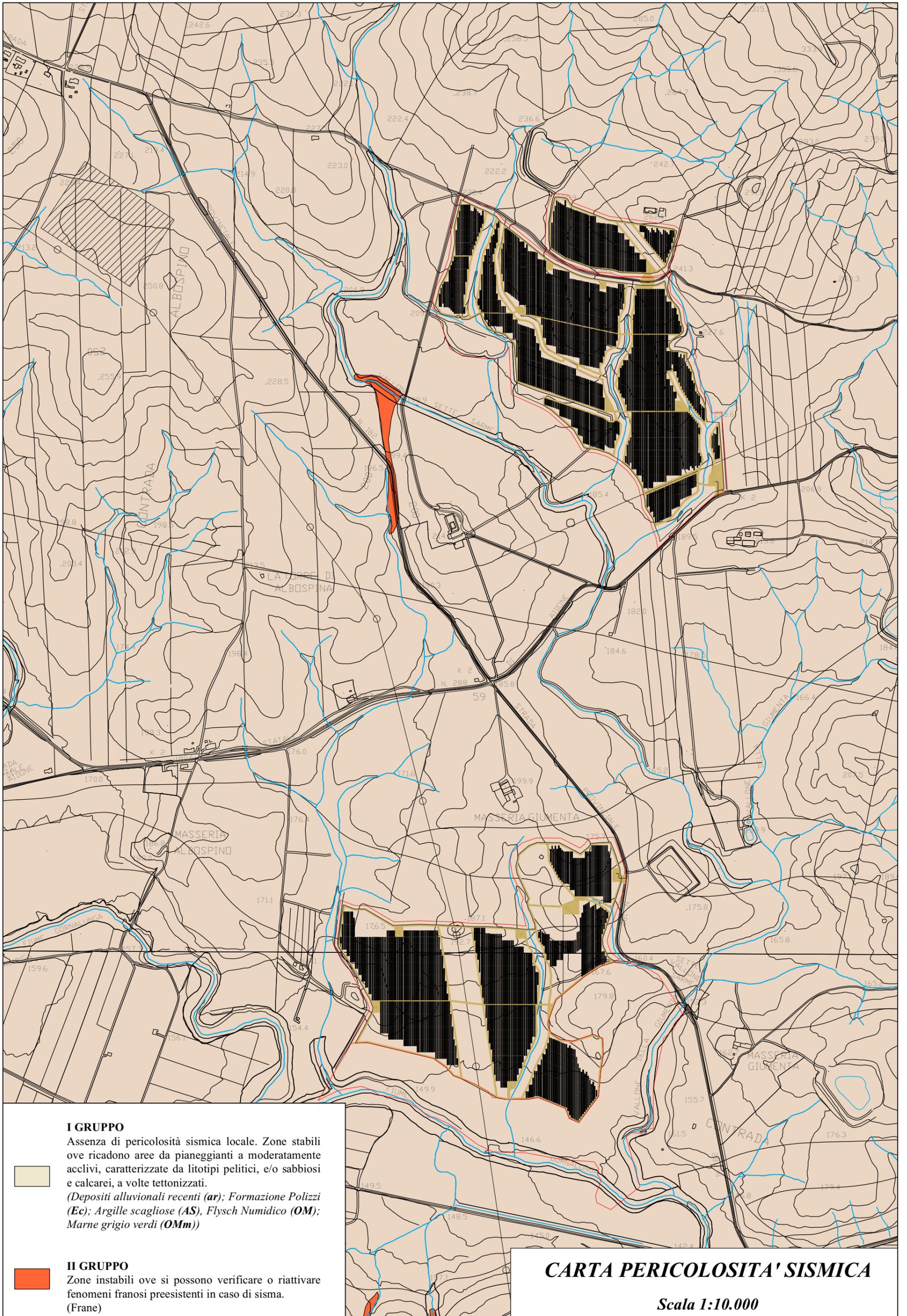


La *Carta della pericolosità sismica* è una carta dove devono essere individuate sia le problematiche geologiche che gli effetti di sito attendibili nell'area in studio in cui devono essere distinte le zone interessate prevalentemente da: fenomeni franosi in atto e quiescenti; aree potenzialmente franose; aree di fondovalle; aree suscettibili a potenziali fenomeni di liquefazione, etc.

Nello specifico è stato individuati due gruppi:

- *I Gruppo*. Assenza di pericolosità sismica locale. Zone stabili ove ricadono aree da pianeggianti a moderatamente acclivi, caratterizzate da litotipi pelitici, e/o sabbiosi e calcarei, a volte tettonizzati. (*Depositi alluvionali recenti (ar)*; *Formazione Polizzi (Ec)*; *Argille scagliose (AS)*, *Flysch Numidico (OM)*; *Marne grigio verdi (OMm)*);
- *II Gruppo*. Zone instabili ove si possono verificare o riattivare fenomeni franosi preesistenti in caso di sisma. (*Frane*)

L'area in oggetto ove si prevede di realizzare il parco fotovoltaico e la sottostazione elettrica, ricadono nel Gruppo I.



I GRUPPO

Assenza di pericolosità sismica locale. Zone stabili ove ricadono aree da pianeggianti a moderatamente acclivi, caratterizzate da litotipi pelitici, e/o sabbiosi e calcarei, a volte tettonizzati.

(Depositi alluvionali recenti (*ar*); Formazione Polizzi (*Ec*); Argille scagliose (*AS*), Flysch Numidico (*OM*); Marne grigio verdi (*OMm*))



II GRUPPO

Zone instabili ove si possono verificare o riattivare fenomeni franosi preesistenti in caso di sisma. (Frane)



CARTA PERICOLOSITA' SISMICA

Scala 1:10.000

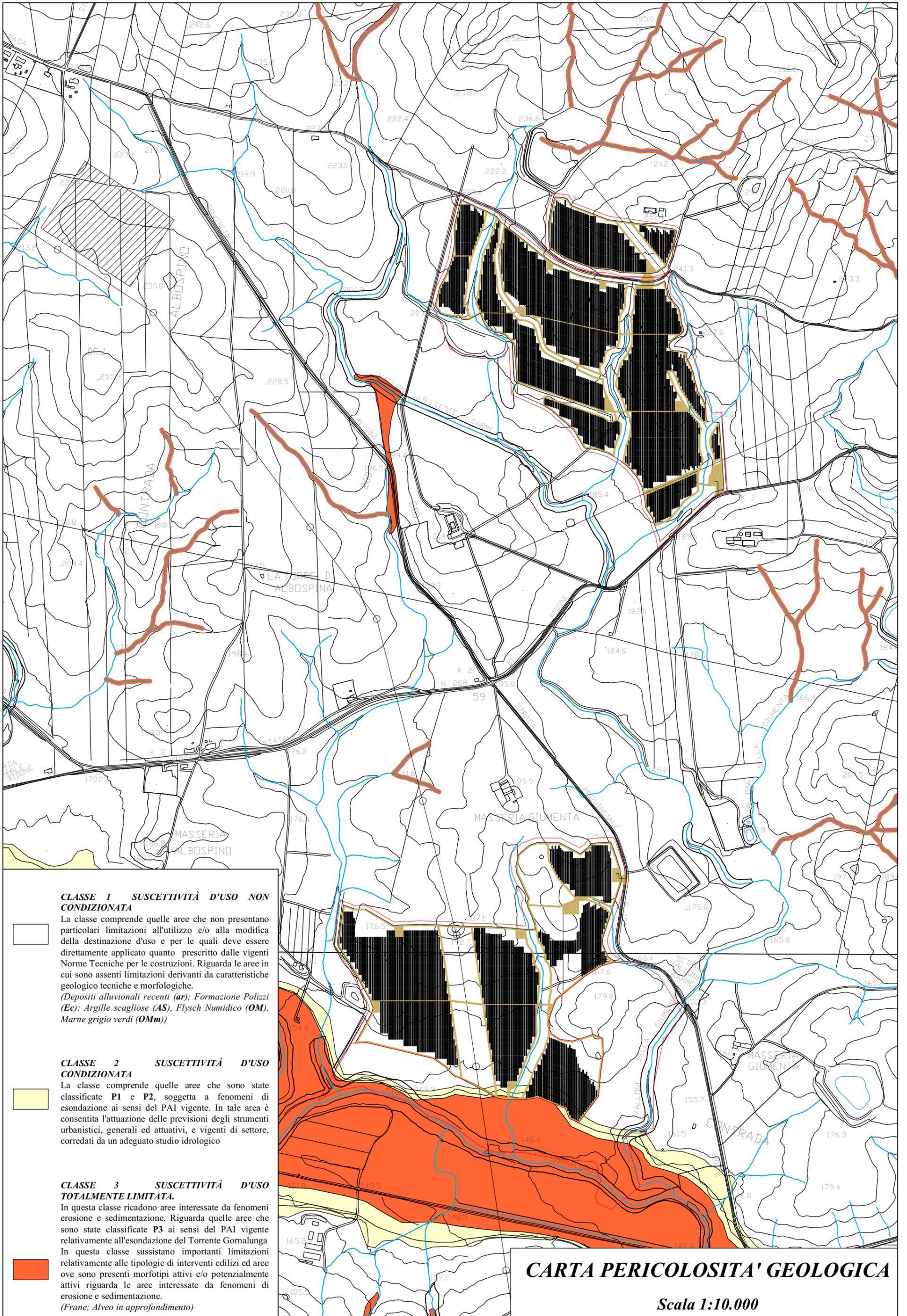


La *carta di suscettività all'edificazione* è una carta di sintesi delle caratteristiche geologiche del territorio, che fornisce tutte le indicazioni in ordine alle limitazioni (vincoli e restrizioni definite da strumenti di pianificazione territoriale o leggi sovraordinate) ed ai condizionamenti (criticità di carattere geologico comprese le limitazioni provenienti dalla carta della pericolosità sismica), che implicino la necessità di prevedere specifiche cautele nella realizzazione degli interventi consentiti nell'uso del territorio.

Nello specifico sono state individuati due classi:

- *Classe 1 – Suscettività d'uso non condizionata* – La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle vigenti Norme Tecniche per le costruzioni. Riguarda le aree in cui sono assenti limitazioni derivanti da caratteristiche geologico tecniche e morfologiche. (*Depositi alluvionali recenti (ar)*; *Formazione Polizzi (Ec)*; *Argille scagliose (AS)*, *Flysch Numidico (OM)*, *Marne grigio verdi (OMm)*).
- *Classe 2 – Suscettività d'uso condizionata* – La classe comprende quelle aree che sono state classificate **P1** e **P2**, soggetta a fenomeni di esondazione ai sensi del PAI vigente. In tale area è consentita l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali ed attuativi, e vigenti di settore, corredati da un adeguato studio idrologico.
- *Classe 3 – Suscettività d'uso totalmente limitata* – In questa classe ricadono aree interessate da fenomeni erosione e sedimentazione. Riguarda quelle aree che sono state classificate P3 ai sensi del PAI vigente relativamente all'esondazione del Torrente Gornalunga. In questa classe sussistono importanti limitazioni relativamente alle tipologie di interventi edilizi ed aree ove sono presenti morfotipi attivi e/o potenzialmente attivi riguarda le aree interessate da fenomeni di erosione e sedimentazione. (*Frane; Alveo in approfondimento*).

L'area in oggetto ove si prevede di realizzare il parco fotovoltaico e la sottostazione elettrica, ricadono nella Classe 1.



CLASSE 1 SUSCETTIVITÀ D'USO NON CONDIZIONATA

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle vigenti Norme Tecniche per le costruzioni. Riguarda le aree in cui sono assenti limitazioni derivanti da caratteristiche geologico tecniche e morfologiche.
(Depositi alluvionali recenti (ar); Formazione Polizzi (Ec); Argille scagliose (AS), Flysch Numidico (OM), Marne grigio verdi (OMm))



CLASSE 2 SUSCETTIVITÀ D'USO CONDIZIONATA

La classe comprende quelle aree che sono state classificate P1 e P2, soggetta a fenomeni di esondazione ai sensi del PAI vigente. In tale area è consentita l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali ed attuativi, e vigenti di settore, corredati da un adeguato studio idrologico



CLASSE 3 SUSCETTIVITÀ D'USO TOTALMENTE LIMITATA.

In questa classe ricadono aree interessate da fenomeni erosione e sedimentazione. Riguarda quelle aree che sono state classificate P3 ai sensi del PAI vigente relativamente all'esondazione del Torrente Gornalunga. In questa classe sussistono importanti limitazioni relativamente alle tipologie di interventi edilizi ed aree ove sono presenti morfotipi attivi e/o potenzialmente attivi riguarda le aree interessate da fenomeni di erosione e sedimentazione.
(Frane; Alveo in approfondimento)



CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Scala 1:10.000



10. Conclusioni

L'area oggetto del presente studio è localizzata nel settore centro meridionale della Sicilia. In dettaglio ci troviamo su un'area, facente parte del territorio comunale di Ramacca e ricadente nella contrada denominata *Giumenta*. Inoltre è prevista la realizzazione di una sottostazione elettrica ricadente sempre in contrada *Albospino*, in prossimità all'impianto da realizzare.

Il generatore denominato "RAMACCA", il cui numero di rintracciabilità è 202001120, ha una potenza nominale totale pari a 50.652,00 kWp e sulla base di tale potenza è stato dimensionato tutto il sistema.

Dal punto di vista geologico l'area dell'impianto è caratterizzata dai seguenti litotipi: *Depositi alluvionali recenti (ar)*; *Argille scagliose (AS)*; *Formazione Polizzi (Ec)*; *Marne grigio verdi (OMm)*; *Flysch Numidico (OM)*.

Morfologicamente, la stabilità d'insieme dell'area appare buona e allo stato attuale non sono stati rilevati fenomeni franosi in atto e non sono stati riscontrati dissesti e/o segni di sconnesione o lesioni negli edifici esistenti nelle vicinanze.

In ultimo, è stato preso in esame il P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) relativo al *fiume Simeto (094)*, e area tra i bacini del *fiume Simeto*, e del *fiume San Leonardo (094A)*, *lago di Pergusa (094B)* e *lago di Maletto (94C)*, redatto dall'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente, approvato con Decreto Presidenziale n. 538 del 20/09/2006 e successive modifiche ed integrazioni, e la zona di stretto interesse, dal punto di vista geomorfologico, non ricade ne in aree in dissesto, ne in aree a rischio, ne in aree a pericolosità, ai sensi del predetto P.A.I..

Pertanto, da quanto osservato, si desume che l'area è stabile e che l'installazione dei pannelli fotovoltaici e delle opere accessorie, non comporterà l'innescarsi di fenomeni di instabilità anche localizzati.

Dal punto di vista idraulico, una piccolissima porzione del posta a sud del campo SUD, ricade in area a pericolosità P1 e P2 e rischio R1. In tale area tutte le strutture



verranno ubicate ad una quota maggiore di 100 cm, rispetto all'attuale quota del piano di campagna.

L'elaborazione MASW delle due stese sismiche eseguita ha definito un valore della velocità V_{S30} dei terreni pari a **331** m/s per MASW_1 e **323** m/s per MASW_2.

Pertanto, ai sensi dell'Ordinanza n. 3274/2005 del Presidente del Consiglio dei Ministri ripresa e completata con la O.P.C.M. n. 3519/2006 e successivamente con il D.M. 17.01.2018, i terreni in esame rientrano nel tipo di suolo *C* (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*).

In merito all'invarianza idraulica è importante sottolineare che, nel progetto in oggetto si prevede di impermeabilizzare solo ed esclusivamente le aree di sedime delle opere di fondazione delle apparecchiature elettromeccaniche e le aree riservate ai locali dalle opere di connessione alla rete; inoltre va sottolineato che la viabilità interna all'impianto non verrà asfaltata o comunque impermeabilizzata.

Inoltre è prevista la piantumazione di humulus lupulus XD tra le fila dei tracker, che consentirà di mantenere inalterate le caratteristiche di permeabilità del terreno; quindi la piantumazione delle essenze sopra menzionate e la manutenzione della superficie di impatto dell'acqua nonché la limitazione della superficie captante e dell'accelerazione delle particelle d'acqua, consentirà di arginare sia il fenomeno dello *splash erosion* che quello dello *sheet erosion* connessi alla installazione dei pannelli fotovoltaici.

Dalle considerazioni sin qui esposte, i previsti lavori per la realizzazione di quanto in progetto, non porteranno alcuna modifica al deflusso superficiale delle acque meteoriche né alcuna interferenza con l'assetto idrogeologico delle acque di circolazione profonda.

Si può concludere pertanto che, non si ravvede la possibilità del manifestarsi di condizioni di pericolosità idraulica con effetti diretti sia sui manufatti che sulle aree interessate dalle opere sia sui corpi recettori posti a valle del progetto. Pertanto, vista la



sostanziale assenza di modifiche geomorfologiche, la mancanza di modifica delle aree dei bacini scolanti e l'inalterata permeabilità delle aree oggetto di installazione dei pannelli fotovoltaici, si può concludere che il progetto garantisce un risultato di invarianza idraulica sui recettori naturali posti a valle delle opere.

Pertanto, da quanto osservato, si desume che l'area è stabile e che l'installazione dei pannelli fotovoltaici e delle opere accessorie, non comporterà l'innescarsi di fenomeni di instabilità anche localizzati.

Termini Imerese, Dicembre 2021

