



REGIONE SICILIA

CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO

PROGETTO:

Località Impianto

COMUNI DI MONREALE, ROCCAMENA, CORLEONE(PA)
CONTRADE ARCIVOCALE, GIANGROSSO, CASTELLANA, PONTE, STICCA, GAMBERI,
CAPPARINI, GALARDO, PETRULLA, GIAMMARIA

Località Conessione

COMUNE DI MONREALE (PA)
CONTRADA AQUILA

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione impianto agrivoltaico denominato "S&P 12" con
potenza di picco 367.572,00 kWp e potenza nominale 300.000 kW

CODICE ELABORATO:

PROPONENTE	TIPOLOGIA DOCUMENTO	PROGRESSIVO	REV
SP12	REL	006	00

EPD = ELABORATO DEL PROGETTO DIGITALE; REL = RELAZIONE;
ADD = ALTRA DOCUMENTAZIONE; IST = ISTANZA

DATA:

29/11/2022

ELABORATO:

SP12REL006_00-SeP12-Relazione_Geologica

TAV:

REL006

N. PAG.

50

Rev.	Data Rev.	Data Rev.

PROGETTISTI:

Ing. Sapienza Angelo

Ing. Rizzuto Vincenzo

Geol. Salvatore Carrubba

SPAZIO RISERVATO PER LE APPROVAZIONI

SOCIETA':

S&P 12 S.R.L.

SICILIA E PROGRESSO

sede legale: Corso dei Mille 312, 90047 Partinico (PA)

C.F.: 06974410828 tel.: 0919865917 - fax: 0918902855

email: svilupposep12@gmail.com

pec: svilupposep12@pec.it

SP12
SICILIA E PROGRESSO

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO	4
2.1	MISURE PREVISTE PER LA MITIGAZIONE DEI FENOMENI DI DISSESTO E DI RUSCELLAMENTO DIFFUSO	5
2.2	ANALISI DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI RELATIVI AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)	6
3	CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE.....	9
4	CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE.....	13
4.1	DESCRIZIONE DEGLI ACQUIFERI, PROFONDITÀ DELLA FALDA IDRICA.....	14
4.2	VALUTAZIONI SULLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	15
4.3	ACCORGIMENTI CHE SARANNO ADOTTATI NELLA FASE DI CANTIERE, ESERCIZIO E DISMISSIONE AL FINE DI RIDURRE IL RISCHIO DI CONTAMINAZIONE DEL SUOLO, DEL SOTTOSUOLO E DELLE ACQUE.....	15
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI.....	16
5.1	TOMOGRFIA SISMICA A RIFRAZIONE	18
5.1.1	<i>Descrizione del metodo d'indagine</i>	18
5.1.2	<i>Configurazione tipo dello stendimento utilizzato</i>	19
5.1.3	<i>Elaborazione dei dati</i>	19
5.1.4	<i>Presentazione dei risultati</i>	20
5.2	INDAGINE M.A.S.W. (DESCRIZIONE DEL METODO D'INDAGINE)	29
5.3	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO.....	34
5.4	PROGRAMMA DELLE INDAGINI.....	35
6	MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE	36
7	CONCLUSIONI.....	38

ALLEGATI CARTOGRAFICI

- ⇒ **Allegato A** Stralcio topografico con ubicazione delle indagini
- ⇒ **Allegato B** Carte geomorfologiche
- ⇒ **Allegato C** Carte Geologiche

1 PREMESSA

Su incarico della S&P 12 S.R.L. è stato eseguito il presente studio geologico, geomorfologico, idrogeologico e geognostico di supporto al progetto per la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico denominato "S&P 12" con potenza di picco 367.572,00 kWp e potenza nominale 300.000,00 kW da realizzarsi nei territori comunali di Corleone (PA), Monreale (PA) e Roccamena (PA). Il sito è diviso in tre lotti denominati "lotto A", "lotto B" e "lotto C".

Il lotto A sarà realizzato nelle C.da Arcivocale, Giangrosso e Castellana.

Il lotto B sarà realizzato nella C.da Ponte, Sticca, Gamberi, Capparini

Il lotto C sarà realizzato nella C.da Galardo, Petrulla, Giammaria

I suddetti impianti saranno connessi tra loro e alla Stazione Elettrica, da realizzarsi nella Contrada Aquila del territorio comunale di Monreale (TP), tramite elettrodotti interrati di media e alta tensione.

Il presente studio si è avvalso del rilevamento geologico, idrogeologico e geomorfologico di dettaglio esteso ad un intorno significativo sia dei siti ove verranno realizzati gli impianti, sia dei siti che verranno attraversati dagli elettrodotti interrati di connessione. Inoltre il presente studio è stato supportato da indagini geognostiche indirette volte alla definizione del modello geologico preliminare del sottosuolo e alla sua classificazione sismica dei terreni ai sensi delle NTC 2018.

Nei seguenti capitoli viene verificata la compatibilità delle opere in progetto con l'assetto geologico, idrogeologico e geomorfologico dei siti. Grazie al presente studio sono anche state individuate le aree dove dettagliare il modello geotecnico nella successiva fase esecutiva ed è stata pianificata la gestione delle interferenze e delle criticità.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

I siti ove verranno installati gli impianti sono cartografati sulla Carta Tecnica Regionale n. 619020, n.619030, n. 607060, n. 607070, n. 607100, n. 607110, n. 607140, e n. 607150. Le suddette carte sono riprodotte nell'allegato A in calce al presente studio e su di esse sono individuabili le aree in studio che si trovano nelle Contrade Arcivocale, Giangrosso, Castellana, Ponte, Sticca, Gamberi, Capparini, Galardo, Petrulla, Giammaria dei territori comunali di Corleone (PA), Monreale (PA) e Roccamena (PA).

Le suddette aree presentano un andamento morfologico molto articolato in funzione soprattutto della disposizione reciproca dei litotipi presenti. In particolare si notano forme morbide e rilievi poco accentuati nelle zone ove affiorano i terreni più facilmente erodibili, mentre i terreni più competenti formano gli alti topografici.

I siti si trovano nella parte alta dei bacini idrografici del Fiume Belice e del Fiume Jato e le loro acque superficiali vengono drenate dai diversi affluenti che si diramano nelle aree in studio.

A causa delle differenze reologiche dei terreni in affioramento e a causa dei fenomeni di erosione differenziale, che si manifestano soprattutto per la cattiva regimazione delle acque, si riscontrano bruschi salti di quota e scarpate instabili specie in prossimità delle aste fluviali.

Infatti il reticolo idrografico è piuttosto giovane ed è continuamente costretto a riadattarsi ai continui apporti dovuti alla instabilità dei versanti che ne deviano il percorso.

Dal canto loro, le aste fluviali presentano tutte fenomeni di erosione al fondo che, a loro volta, generano instabilità delle sponde. Tale instabilità si trasferisce, per evoluzione retrograda, ai versanti che sono pertanto interessati da fenomeni di dissesto di varia entità. **I fenomeni di dissesto rilevati interessano generalmente la coltre di alterazione superficiale delle stesse argille, che detiene generalmente buoni valori di permeabilità e può favorire una discreta circolazione idrica superficiale in concomitanza con gli eventi piovosi. Tuttavia tale strato di alterazione superficiale, proprio per la sua composizione granulometrica e chimica si satura rapidamente e le acque piovane dopo un brevissimo intervallo iniziano a ruscellare lungo il versante. L'incremento di peso e le caratteristiche chimico fisiche della coltre di alterazione superficiale satura può destabilizzare la stessa provocando i dissesti qui descritti e mappati sulle carte geomorfologiche (allegato B) redatte per ogni lotto alla scala 1:10000. Altra tipologia di dissesti individuata è quella dovuta ai crolli o ribaltamenti nelle zone dove affiorano Formazioni lapidee. Si tratta tuttavia di modesti dissesti i cui effetti si esauriscono in uno stretto intorno a causa della morfologia non particolarmente irta.**

2.1 Misure previste per la mitigazione dei fenomeni di dissesto e di ruscellamento diffuso

La maggior parte delle problematiche geomorfologiche precedentemente descritte è facilmente risolvibile nell'ambito della sistemazione idraulica e geomorfologica che verrà eseguita per la posa in opera delle strutture previste in progetto. Infatti in tale fase verranno eseguiti fossi di guardia e canali di drenaggio in grado di smaltire rapidamente le acque superficiali in eccesso convogliandole verso valle, regimando i deflussi e stabilizzando con opportune opere idrauliche, il profilo di base dei corsi d'acqua. Mentre opportune trincee drenanti disposte lungo i versanti, allontaneranno le acque dal sottosuolo convogliandole verso gli impluvi abbattendo così le pressioni interstiziali e nel contempo alleggerendo la porzione limoso argillosa instabile in affioramento.

In questo contesto idrografico, il presente progetto potrà influire soltanto positivamente in quanto nelle aree di intervento saranno ripristinate le naturali vie di drenaggio superficiale e saranno inoltre realizzati drenaggi in grado di smaltire rapidamente le acque piovane che attualmente tendono saturare ed appesantire la coltre superficiale.

Così facendo la maggior parte delle problematiche appena descritte sarà facilmente risolta nell'ambito della sistemazione idraulica e geomorfologica che verrà eseguita per la posa in opera delle strutture previste in progetto.

Pertanto la realizzazione delle opere previste in progetto favorirà direttamente e indirettamente la generale stabilità non solo delle aree di intervento, ma anche delle aree limitrofe.

Inoltre per precauzione nelle aree dove esiste il pericolo di crolli o ribaltamenti non saranno installate strutture.

Infine, gli elettrodotti saranno realizzati con tecnologia "no dig" tale tecnologia consentirà di risolvere facilmente le interferenze di tipo geomorfologico semplicemente passando al di sotto della superficie di scivolamento dei dissesti o passando a sufficiente profondità al di sotto dei corsi d'acqua. La profondità alla quale verrà posato in opera il cavidotto realizzato con tecnica "no dig" sarà stabilita sulla base della prevista campagna di indagini dirette ed indirette che sarà eseguita in fase esecutiva.

2.2 Analisi degli elaborati cartografici relativi al Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Dall'attenta analisi degli elaborati cartografici relativi al Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) si osserva che alcuni dei dissesti rilevati nelle carte geomorfologiche di cui al precedente paragrafo sono anche stati censiti dal P.A.I..

Come precedentemente descritto i siti ricadono nel bacino idrografico del Fiume Belice e del Fiume Jato.

Negli elaborati allegati al progetto generale ed identificati con i codici: EPD008.1 CDV PAI – Cavidotto, EPD009.1 CDV PAI - Lotto A, EPD010.1 CDV PAI - Lotto B, EPD011.1 CDV PAI - Lotto C, sono state riportate le "Carte dei Dissesti", le "Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico" allegate al Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) con sovrapposte le aree interessate dal progetto e gli impianti da realizzate.

Dall'osservazione di tali tavole e delle carte del PAI si evince che la maggior parte degli impianti non sarà installata nelle aree dove il PAI ha cartografato dissesti ma anzi gli stessi verranno studiati in fase esecutiva con opportune indagini geognostiche dirette ed indirette per individuare la soluzione progettuale più efficace per la loro stabilizzazione o comunque per evitare che, nella loro evoluzione, possano interessare le aree occupate dagli impianti.

In ogni caso gli interventi in progetto, quali la stabilizzazione del profilo di base dei corsi d'acqua e la regimazione di deflussi, influiranno positivamente sulla generale stabilizzazione della coltre e dei versanti.

La seguente tabella sintetizza le caratteristiche dei dissesti descritti nelle schede del P.A.I. e che ricadono nelle aree di stretto interesse:

Struttura da realizzare	Codice dissesto	Comune	Classificazione	Attività	Pericolosità
Cavidotto	057-6MO-171	Monreale	Frana Complessa	Quiescente	P1 Moderata
Cavidotto	057-6MO-168	Monreale	Area a franosità diffusa	Attiva o Riattivata	P2 Media
Cavidotto	057-6MO-169	Monreale	Scorrimento	Attiva o Riattivata	P3 elevata
Cavidotto	057-6MO-170	Monreale	Frana Complessa	Quiescente	P1 Moderata
Cavidotto	057-6MO-125	Monreale	Frana Complessa	Quiescente	P1 Moderata
Cavidotto e impianto	057-6MO-128	Monreale	Frana Complessa	Quiescente	P1 Moderata
Nessuna	057-6MO-138	Monreale	Dissesti per erosione accelerata	Attiva o Riattivata	P2 Media
Nessuna	057-6MO-137	Monreale	Colamento Lento	Attiva o	P2 Media

Struttura da realizzare	Codice dissesto	Comune	Classificazione	Attività	Pericolosità
				Riattivata	
impianto	057-6MO-139	Monreale	Scorrimento	Quiescente	P1 Moderata
cavidotto	057-6RC-043	Roccamena	Deformazioni superficiali lente (creep o soliflusso)	Attiva o Riattivata	P3 elevata
impianto	057-6RC-004	Roccamena	corrimento	Quiescente	P1 Moderata
Nessuna	057-6CO-125	Corleone	Deformazioni superficiali lente (creep o soliflusso)	Attiva o Riattivata	P2 Media
Nessuna	057-6CO-100	Corleone	Scorrimento	Attiva o Riattivata	P3 elevata
Nessuna	057-6RC-001	Roccamena	Scorrimento	Attiva o Riattivata	P3 elevata
Impianto	057-6RC-008	Roccamena	Scorrimento	Quiescente	P1 Moderata
Nessuna	057-6RC-009	Roccamena	Colamento Lento	Quiescente	P1 Moderata
Impianto	057-6RC-010	Roccamena	Scorrimento	Quiescente	P1 Moderata
Nessuna	057-6RC-018	Roccamena	Crollo e/o ribaltamento	Attiva o Riattivata	nc
Nessuna	057-6RC-019	Roccamena	Crollo e/o ribaltamento	Attiva o Riattivata	nc
Nessuna	057-6RC-020	Roccamena	Deformazioni superficiali lente (creep o soliflusso)	Attiva o Riattivata	P2 Media
Nessuna	057-6MO-022	Roccamena	Deformazioni superficiali lente (creep o soliflusso)	Attiva o Riattivata	P2 Media
Nessuna	057-6MO-120	Monreale	Deformazioni superficiali lente (creep o soliflusso)	Attiva o Riattivata	P2 Media
Nessuna	057-6MO-059	Monreale	Scorrimento	Attiva o Riattivata	P3 elevata
Nessuna	057-6MO-058	Monreale	Area a franosità diffusa	Attiva o Riattivata	P2 Media

L'esistenza, nelle aree di intervento, di dissesti censiti dal P.A.I. non preclude la fattibilità del progetto. Infatti, come visibile sull'elaborato : EPD008.1 CDV PAI – Cavidotto, EPD009.1 CDV PAI - Lotto A, EPD010.1 CDV PAI - Lotto B, EPD011.1 CDV PAI - Lotto C, la maggior parte dei

dissesti che ricadono nell’area in studio non verranno interessati dall’installazione di impianti o infrastrutture e gli stessi saranno monitorati per esser certi che, nella loro evoluzione, non interferiscano con gli impianti. Inoltre si prevede di stabilizzare i pochi dissesti che interferiscono con le aree dove si prevede di installare gli impianti mentre l’interferenza con il tracciato in pianta dei cavidotti sarà risolta installando lo stesso con la tecnica del “no dig”, in quanto tale tecnica consentirà di realizzare il cavidotto ad una profondità maggiore rispetto a quella dove si trova la superficie di scivolamento dei dissesti cartografati dal P.A.I.. La prevista campagna di indagini geognostiche consentirà di definire, con indagini dirette ed indirette, la profondità delle superfici di distacco dei dissesti cartografati dal P.A.I. consentendo di progettare la quota altimetrica della perforazione ove verrà installato il cavidotto.

Pertanto il progetto in esame, prevedendo la stabilizzazione del profilo di base dei corsi d’acqua e la regimazione di deflussi, nonché la stabilizzazione delle aree in dissesto, apporterà un contributo importante alla stabilità dei versanti a vantaggio non solo delle aree di intervento ma anche delle aree limitrofe.

3 CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE

Le ricerche bibliografiche ed il rilevamento di superficie, esteso ad un intorno significativo, hanno permesso di cartografare, nelle carte geologiche riportate in calce al presente studio nell'allegato C, i classici depositi della Formazione Terravecchia costituiti da argille sabbiose, sabbie e conglomerati. In parte ricoperti da spessori, a volte potenti, di coltre detritica eluvio colluviale che ricolma le zone di fondovalle o le zone in dissesto. Nelle aree studiate si individuano anche i depositi alluvionali attuali e depositi alluvionali terrazzati del sistema del Fiume Belice, nonché i depositi caratteristici delle marne di San Cipirrello, del Bacino Numidico, della Serie Gessoso Solifera e del Dominio Trapanese. Di seguito sono descritte le Formazioni Geologiche individuate:

● **Coltre detritica eluvio colluviale e depositi di fondovalle.** (Attuale). Si tratta di affioramenti estremamente eterogenei generati dal disfacimento delle formazioni geologiche in affioramento nel sito o nei siti circostanti. Infatti gli agenti esogeni, quali il vento e le acque ruscellanti, sono in grado di trasportare ed accumulare a quote inferiori i prodotti del disfacimento di formazioni geologiche limitrofe in affioramento a quote altimetriche più elevate. La coltre detritica eluvio colluviale ricolma pertanto le zone più depresse del sito in esame ed è presente con varia potenza in funzione degli apporti dai versanti. Generalmente si tratta di argille nerastre incoerenti e limi che includono elementi lapidei spigolosi anche di dimensioni decimetriche o metriche di calcari o marne, sabbie e blocchi di quarzareniti. A questi terreni sono stati anche accorpati i detriti di falda poiché nelle zone studiate in essi è sempre presente una frazione fine residuale che ingloba i blocchi lapidei.

Parimenti sono stati anche accorpati i depositi di fondovalle poiché nei siti in studio essi sono costituiti da diversi tipi di sedimenti con granulometria variabile dai blocchi, alle sabbie, ai limi, e rappresentano i materiali presi in carico, trasportati e depositati dagli attuali corsi d'acqua lungo il loro percorso. Il loro grado di cementazione è generalmente basso o nullo ed è legato alle caratteristiche chimiche delle soluzioni circolanti, sia in fase di deposizione, sia, secondariamente, in fase diagenetica e postdiagenetica.

Lo spessore generalmente è variabile da pochi metri ad alcune decine di metri a seconda dell'andamento morfologico del top delle sottostanti formazioni più antiche, mentre le proprie caratteristiche meccaniche ed idrogeologiche risultano spesso molto variabili anche nell'ambito dello stesso affioramento in funzione della granulometria, della forma dei clasti, del grado di cementazione e dell'indice dei vuoti.

● **Sistema del Fiume Belice** (Pleistocene medio - Superiore). Si tratta di depositi fluviali terrazzati in affioramento lungo le sponde del fiume Belice. Tali alluvioni terrazzate si sono generate per effetto della variazione del livello di base dei corsi d'acqua causato dalle variazioni eustatiche del livello del

mare. Sono generalmente costituiti da sabbie, ghiaie e conglomerati ricoperti da una coltre limoso – argillosa pedogenizzata. Questi depositi continentali poggiano discordanti sui depositi pre-quadernari che erano già stati incisi dai paleofiumi. Non essendo presente contenuto fossilifero e non essendo noto il periodo di inondazione, la datazione è stata stabilita sulla base dei terreni su cui giacciono discordanti e sulla base del periodo in cui le variazioni del livello del mare erano più importanti.

● **Formazione Marnoso Arenacea del Belice** (*Piacenziano-Gelasiano*). Argille marnose e sabbiose grigio azzurre con plancton calcareo passanti verso l'alto e lateralmente a calcareniti e arenarie quarzose in matrice calcarea con abbondanti bivalvi, echinodermi e frammenti di alghe rosse. L'ambiente di deposizione è di scarpata - piattaforma esterna.

● **Trubi** (*Pliocene inf.*). I Trubi sono costituiti da calcari marnosi bianchi a foraminiferi e nannoplancton spesso disposti in strati centimetrici o decimetrici, stratificati o sottilmente laminati. Al suo interno possono rinvenirsi calcareniti risedimentate con lamellibranchi.

● **Fm. Cattolica** (*Messiniano*) costituita da gessi selenitici stratificati in grossi banchi. I cristalli sono generalmente di grossa taglia intercalati a laminita algali e peliti gessose. Lo spessore della formazione varia da 50 m a 100 m.

● **Formazione Terravecchia** (*Tortoniano Med. – Messiniano Inf.*). In affioramento nei siti in studio sono stati rilevati i classici affioramenti della Formazione Terravecchia. Si tratta di depositi deltizi di mare poco profondo. Lo spessore della formazione varia da 100 m a 400 m ed è caratterizzata da numerosi ed imprevedibili passaggi laterali e verticali tra le seguenti associazioni litologiche:

- alternanze di argille e argille sabbiose grigiastre ed azzurre sottilmente laminate con lamellibranchi gasteropodi e foraminiferi bentonici;
- sabbie giallastre e grigiastre a grana media e grossa, talora micacee, gradate e laminate disposte in strati da centimetrici a decimetrici con abbondanti frammenti di molluschi e gasteropodi spesso con intercalazioni conglomeratiche;
- conglomerati poligenici con elementi arrotondati di dimensioni variabili da qualche centimetro a qualche decina di centimetri. I clasti sono generalmente sciolti e possono avere natura quarzarenitica, carbonatica o anche metamorfica.

● **Formazione Castellana Sicula.** (*Serravalliano Sup. – Tortoniano Inf.*) In affioramento su più zone dell'area rilevata sono presenti le argille giallo – rossastre e le peliti sabbiose con rari foraminiferi planctonici e bentonici della Formazione Castellana Sicula. Il contenuto fossilifero e le litologie riscontrate sono riconducibili ad un ambiente di deposizione di piattaforma esterna e scarpata. In tale formazione si rinvencono spesso intercalazioni di arenarie e microconglomerati fangosostenuti generalmente sterili. Gli spessori variano da 20 a 250 m e stratigraficamente si trovano discordanti al di sotto dei depositi della Formazione Terravecchia.

● **Fm. Tavernola.** (*Aquitano Sup. Langhiano*). Marne e peliti grigio verdastre con intercalati banchi di diversi metri di arenarie quarzose giallastre e verdastre con abbondante frazione glauconitica. Sono presenti foraminiferi planctonici e nanofossili calcarei. L'ambiente di deposizione è di scarpata e di conoidi torbiditica.

● **Flysch Numidico** (*Oliocene Sup. – Miocene Inf.*). In affioramento sono state rilevate le alternanze di peliti ed argilliti brune manganesifere con rari banchi di arenarie quarzose. In tale formazione possono rinvenirsi megabrecce carbonatiche e megaconglomerati arenacei mentre specie nella parte bassa della formazione è possibile rinvenire anche calcareniti e calciruditi con macroforaminiferi rimaneggiati. L'ambiente di deposizione è quello di scarpata e lo spessore massimo della formazione è di 300 m.

● **Argille e calcari di Case Sepia** (*Eocene Sup - Oliocene Inf.*) Argille verdastre e biancastre a foraminiferi planctonici e nanofossili calcarei intercalate a biocalcareni a macroforaminiferi e frammenti di coralli. Sono testimoni di ambiente di deposizione di scarpata e piattaforma aperta.

● **Marne di San Cipirrello** (*Burdigaliano – Tortoniano Medio*). In affioramento sono state rilevate alternanze di calcari marnosi, arenarie e marne stratificate o sottilmente laminate della Formazione delle Marne di San Cipirrello del Burdigaliano – Tortoniano Medio. La Formazione è costituita da un'alternanza di marne passanti ad argille grigio verdi o marrone alternate a banchi o lenti di arenarie o brecce calcaree come quelle in affioramento a Case Vescovo.

● **Calcareniti di Corleone** (*Aquitano - Langhiano*). Sono costituite da alternanze irregolari di arenarie calcaree e marne siltose verdastre, biocalciruditi, biocalcareni ed arenarie glauconitiche a laminazione incrociata con bioclasti e macroforaminiferi rimaneggiati o in posto con denti di squaloidi. Lo spessore della formazione varia da 30 m a 80 m.

● **Fm. Amerillo** (*Cretacico Sup. – Eocene*). Calcari bianchi sottilmente stratificati con selce di ambiente di piattaforma pelagica. Nella parte alta della formazione tendenza a calcari massivi passanti a calcari a grana finissima e calcilutiti bianco rosate. Al suo interno possono essere presenti megabrecce carbonatiche mesozoiche. Lo spessore totale della formazione può raggiungere i 200 m.

● **Fm. Buccheri** (*Toarciano - Titonico*). Calcari rossi nodulari con ammoniti e belemniti, calcari pelagici, radiolariti e selci stratiformi, calcari pseudonodulari bianco rosati. Si tratta di depositi su piattaforma carbonatico-pelagica i cui spessori raramente superano qualche decina di metri.

Fm. Inici (*Hettangiano-Sinemuriano*). Calcari e calcari dolomitici bianchi ad alghe e molluschi alternati a calcari stromatolitici e loferitici in banchi. Nella parte alta della formazione possono rinvenirsi calcareniti oolitico-bioclastiche con alghe foraminiferi gasteropodi e crinoidi. Lo spessore della formazione varia da 400 m a 500 m.

Tettonica

Per esaminare l'area dal punto di vista strutturale bisogna fare riferimento ad una ben più vasta zona ed inquadrare l'area in un contesto strutturale di tipo regionale. La zona in esame inserita quindi in un contesto regionale è stata interessata da campi tensionali che, nelle Ere Geologiche, hanno modellato il paesaggio e generato, con meccanismi e tempi differenti, i diversi tipi di deformazioni che oggi rendono complessa la tettonica Siciliana.

I campi tensionali che hanno generato tali piegamenti, hanno agito in più periodi e con varie direzioni di movimento provocando da un canto i sovrascorrimenti tra varie formazioni e provocando dall'altro, con movimenti a componente prevalentemente verticale anche l'emersione, negli ultimi tempi della storia geologica, di porzioni di territorio precedentemente sommerse ed il dislocamento dei terrazzi marini e fluviali.

A seconda delle caratteristiche delle rocce, in risposta agli sforzi tensionali subiti, ci si può trovare sia in presenza di strutture derivanti da deformazioni di tipo duttile, che di tipo fragile. Le strutture duttili sono rappresentate da sistemi di pieghe, che possono essere osservati negli affioramenti marnosi. Le strutture fragili sono rappresentate da diverse famiglie di faglie esistenti con vari rigetti su tutto il territorio siciliano ma che comunque non interessano direttamente il sito in esame.

4 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE

Secondo quanto descritto nei precedenti paragrafi, i siti in esame sono caratterizzati dalla presenza di formazioni geologiche estremamente eterogenee costituite da vari litotipi a disposizione difficilmente prevedibile. Ciò determina una notevole variabilità nel comportamento idrodinamico dei complessi sedimentari costituenti i siti in esame.

In particolare, volendo schematizzare i diversi litotipi che costituiscono il sottosuolo dei siti in studio, è possibile distinguere:

- litotipi impermeabili, quali le argille;
- litotipi mediamente permeabili, in funzione della presenza al loro interno di porzioni sabbiose o limose;
- litotipi permeabili per fratturazione, quali i calcari e calcari marnosi e le quarzareniti che possono essere in affioramento o costituire dei livelli, talora di notevole spessore, intercalati nelle argille;
- litotipi permeabili per porosità primaria quali le sabbie, le ghiaie e i conglomerati.

Pertanto nel sottosuolo, l'acqua è in grado di sfruttare gli strati più permeabili, quali quelli dovuti alle formazioni lapidee in affioramento o alle intercalazioni carbonatiche, conglomeratiche e sabbiose, per circolare in esse seguendo percorsi idrodinamici difficilmente prevedibili a causa della eterogeneità e dell'intensa tettonizzazione del complesso sedimentario stesso.

Inoltre, la coltre di alterazione superficiale delle stesse argille, che nei siti in esame è presente con spessori variabili, detiene generalmente buoni valori di permeabilità e può favorire una discreta circolazione idrica superficiale specie in concomitanza con gli eventi piovosi.

Parimenti i depositi di fondovalle possono avere permeabilità variabile in funzione della granulometria che può spaziare dalle sabbie, ai limi ai conglomerati. Pertanto nelle aree a maggior permeabilità possono instaurarsi condizioni per la formazione di piccole falde di subalveo che comunque sono molto limitate sia in termini di estensione che di spessore.

4.1 Descrizione degli acquiferi, profondità della falda idrica.

I litotipi in affioramento su tutta l'area in studio sono stati in dettaglio descritti nel precedente capitolo Considerazioni Geologiche mentre il capitolo Considerazioni Idrogeologiche ne descrive il comportamento idrodinamico.

Volendo sintetizzare quanto più ampiamente prima descritto, risulta che le formazioni geologiche in affioramento sono estremamente eterogenee ovvero costituite da vari litotipi a disposizione difficilmente prevedibile. Ciò determina una notevole variabilità nel comportamento idrodinamico dei complessi sedimentari costituenti il sito in esame.

Più nello specifico, nelle aree in studio prevalgono litotipi a bassa permeabilità quali le argille e i limi frammisti ai quali è possibile rinvenire inclusioni carbonatiche stratificate o tipo olistoliti o porzioni sabbiose o conglomeratiche ovvero litotipi dotati di maggior permeabilità. Tuttavia l'estensione areale di tali litotipi più permeabili non è tale da consentire l'instaurarsi di falde idriche ma tuttalpiù di effimeri e molto limitati accumuli idrici in concomitanza con gli eventi piovosi. Tali accumuli comunque si esauriscono rapidamente al cessare dell'evento piovoso stesso o al sopraggiungere della stagione secca.

A conferma di quanto sopra descritto e della bassa permeabilità dei litotipi in affioramento si osservano su tutta l'area numerosi laghetti artificiali privi di alcun tipo di impermeabilizzazione e aree che si impantanano facilmente al minimo evento piovoso.

Nelle aree invece dove affiorano le formazioni carbonatico/dolomitiche o comunque lapidee possono crearsi le condizioni per la formazione di limitate falde idriche specie quando le porzioni lapidee giacciono su litotipi argillosi, questo aspetto è più ampiamente affrontato nel seguente capitolo.

4.2 Valutazioni sulla vulnerabilità degli acquiferi.

Come più ampiamente descritto nei precedenti paragrafi, nel sito in esame prevalgono litotipi a bassa permeabilità quali le argille e i limi frammisti ai quali è possibile rinvenire inclusioni carbonatiche o porzioni sabbiose o conglomeratiche o calcarenitiche ovvero litotipi dotati di maggior permeabilità.

Tuttavia l'estensione areale e la potenza di tali litotipi più permeabili non è tale da consentire l'instaurarsi di falde idriche ma, tutt'al più, di effimeri e molto limitati accumuli idrici in corrispondenza di eventi piovosi. Tali accumuli comunque si esauriscono rapidamente al cessare dell'evento piovoso stesso.

Pertanto la vulnerabilità intrinseca di tali aree risulta essere bassa in quanto i litotipi in affioramento sono dotati di bassa permeabilità e non sono state rilevate falde idriche. Inoltre i litotipi più permeabili sono inclusi nei litotipi poco permeabili e hanno limitata estensione.

Di contro la vulnerabilità intrinseca dei siti dove affiorano le formazioni lapidee è elevata e pertanto in questi siti non è prevista l'installazione di alcuna infrastruttura o impianto sia per la tutela della risorsa idrica dall'inquinamento, sia per esser certi di non interferire con l'acquifero stesso anche se di modeste dimensioni.

4.3 Accorgimenti che saranno adottati nella fase di cantiere, esercizio e dismissione al fine di ridurre il rischio di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque.

Come precedentemente detto non verranno installati impianti o infrastrutture nelle aree a più elevata vulnerabilità intrinseca e sarà evitata qualsiasi attività, anche di transito, che possa accidentalmente produrre inquinamento.

Gli elettrodotti saranno installati con la tecnica del no-dig pertanto sarà possibile porli in opera interamente nelle argille della formazione di base evitando quindi di intercettare gli acquiferi, i terreni di copertura e le aree a maggior permeabilità dovute per esempio ai sedimenti fluviali.

Nelle aree dove affiorano terreni limoso argillosi, nonostante la bassa vulnerabilità all'inquinamento, al fine di ridurre il rischio di inquinamento dei siti durante le fasi di realizzazione degli impianti, si prevede di realizzare opportune piazzole di carico impermeabilizzate e dotate di disoleatore dove verranno eseguite le operazioni più rischiose quali i rifornimenti di carburante e gli interventi di manutenzione.

Tali piazzole saranno realizzate in prossimità delle principali strade e a tal proposito si fa rilevare che su tutta l'area esistono già numerose fonti di inquinamento diffuso e concentrato legate sia alla coltivazione intensiva, sia alle innumerevoli attività agricole presenti nell'intorno.

Si osserva inoltre che l'area è già attraversata da numerose strade le cui cunette disperdono le acque di scolo della sede stradale direttamente nei terreni limitrofi senza alcun trattamento.

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI

Nell'ambito del presente studio si è ritenuto opportuno eseguire, già in questa fase, una campagna di indagini geofisiche che ha consentito di elaborare un modello preliminare del sottosuolo. Grazie a tale modello è stato possibile stimare l'entità di alcuni dissesti e, di conseguenza, la fattibilità del progetto. Nella stessa campagna di indagini è stata determinata la categoria sismica del sottosuolo sulla base del calcolo del V_s equivalente ai sensi dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/1/2018.

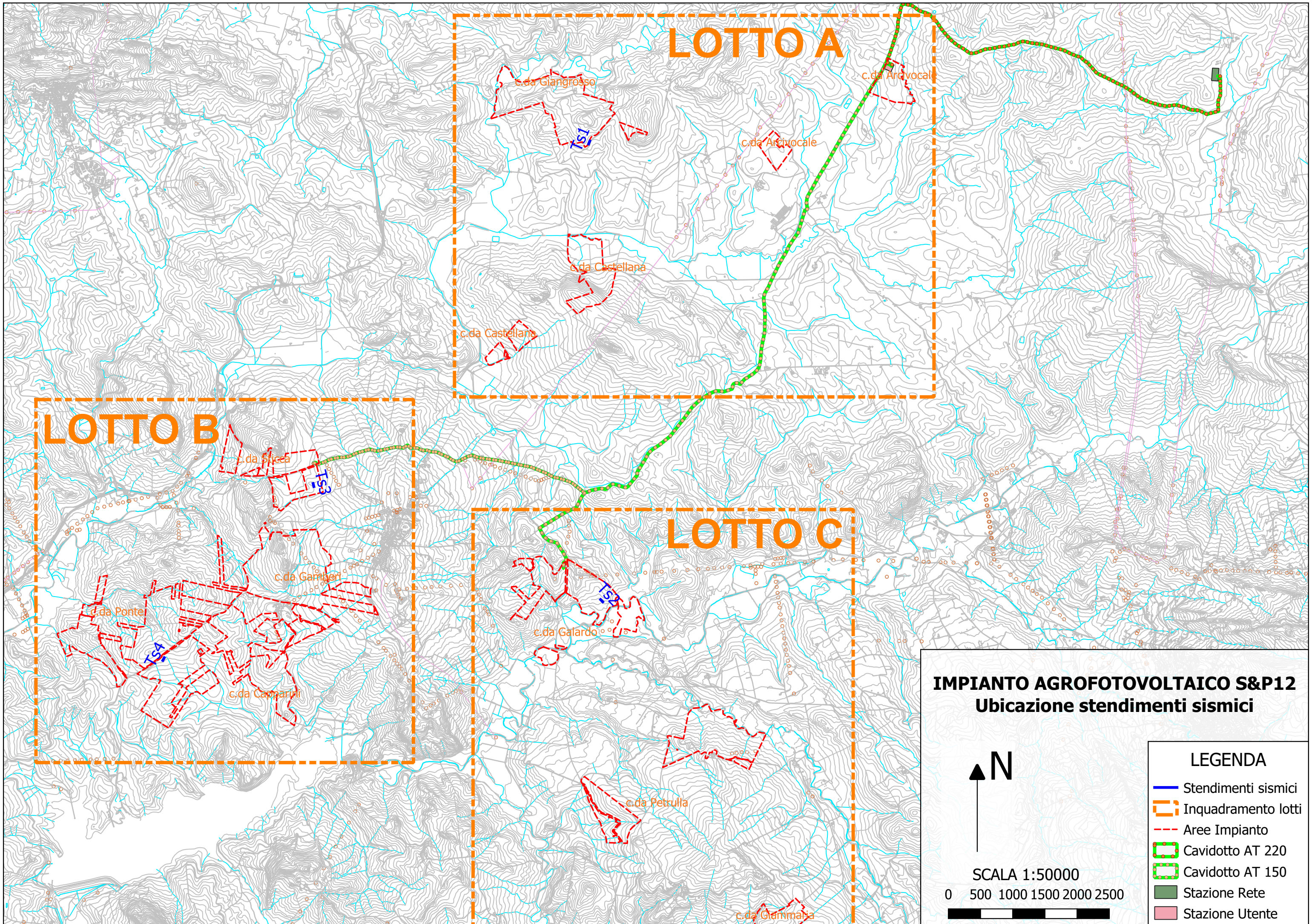
Più nello specifico sono state esperite quattro tomografie sismiche 2D e quattro indagini M.A.S.W. Le indagini sono state eseguite in siti ritenuti rappresentativi delle condizioni medie del sottosuolo interessato dalla posa in opera delle strutture in progetto.

L'ubicazione delle indagini è riportata nello stralcio topografico riportato nell'allegato A e nella seguente planimetria generale.

La caratterizzazione sismica è stata eseguita tramite l'esecuzione, su più stese geofoniche, di tomografie sismiche a rifrazione e di sondaggi M.A.S.W. che hanno consentito lo studio delle caratteristiche elastiche del sottosuolo sulla base della velocità con cui lo stesso viene percorso dalle onde sismiche "P" ed "S".

In particolare l'esecuzione delle 4 Tomografie sismiche a rifrazione ha consentito di ottenere sismosezioni verticali al di sotto della traccia dello stendimento che hanno permesso di individuare le variazioni laterali e verticali delle caratteristiche elastiche del sottosuolo sfruttando la rifrazione delle onde sismiche di pressione "P".

I 4 sondaggi sismici M.A.S.W. hanno invece consentito di modellizzare la velocità con cui le onde sismiche "S" percorrono il sottosuolo con la profondità e determinare la categoria sismica del sottosuolo sulla base del calcolo del V_s equivalente ai sensi dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/1/2018.

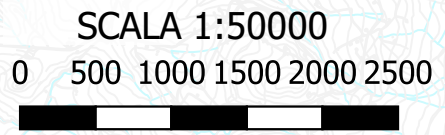


LOTTO A

LOTTO B

LOTTO C

IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12
Ubicazione stendimenti sismici



- LEGENDA**
- Stendimenti sismici
 - Inquadramento lotti
 - Aree Impianto
 - Cavidotto AT 220
 - Cavidotto AT 150
 - Stazione Rete
 - Stazione Utente

5.1 Tomografia sismica a rifrazione

La tomografia sismica a rifrazione analizza il sottosuolo mediante lo studio degli effetti che le onde elastiche, generate dalla percussione della mazza su un piattello di battuta, producono attraversando rocce con caratteristiche elastiche differenti. Le onde, attraversando queste discontinuità, sono sottoposte al fenomeno della rifrazione e, secondo opportune geometrie, possono risalire in superficie, essere intercettate dai geofoni e registrate dal sismografo.

5.1.1 Descrizione del metodo d'indagine

I sondaggi sismici a rifrazione sono stati eseguiti con un sismografo Dolang JEA Telemetry 24 bit, gestito da un computer portatile, con 24 canali di acquisizione simultanea, a elevata risoluzione e controllo automatico del guadagno indipendente per ogni canale. Peculiarità dell'attrezzatura utilizzata è che essa è dotata di 24 convertitori analogico/digitali indipendenti a 24 bit racchiusi in moduli JEA che vengono disposti lungo lo stendimento in prossimità dei geofoni e collegati tra loro con un cavo telemetrico.

Pertanto il segnale elettrico generato da ogni geofono viaggia singolarmente con un cavo schermato dedicato, lungo pochi metri, sino a raggiungere il modulo JEA più vicino. Ogni modulo JEA contiene al suo interno due convertitori analogico digitali e pertanto il segnale elettrico generato dal geofono, appena giunto nei vari moduli, viene campionato e convertito in segnale digitale e, da quel punto in poi, viaggia in digitale su cavi telemetrici sino a raggiungere il computer portatile. Il grande vantaggio di tale sistema sta nella versatilità che consente di ubicare gli stendimenti in qualsiasi configurazione anche tridimensionale. Inoltre la qualità del segnale generato dai geofoni viene preservata poichè il segnale generato da ogni geofono viene immediatamente convertito in segnale digitale nei pressi del geofono stesso.

Di seguito si riportano le caratteristiche del sistema utilizzato:

- *frequenza di campionamento (sample rate) da 0,000031 s a 0,032000 s;*
- *filtri Notch, Low cut e High cut normalmente esclusi e attivabili solo in manuale;*
- *"Automatic Gain Control" indipendente per ogni canale di acquisizione;*
- *24 convertitori A/D a 24 bit disposti lungo lo stendimento;*
- *24 geofoni del tipo verticale con frequenza naturale pari a 4.5 Hz con ampio range di risposta lineare in frequenza;*
- *energizzazione tramite mazza strumentata da 10 kg dotata di starter e piattello di battuta collegata al sismografo per la comunicazione e trasmissione del "tempo zero".*

5.1.2 Configurazione tipo dello stendimento utilizzato

La configurazione tipo degli stendimenti utilizzati è stata costituita da una stesa geofonica costituita da 24 geofoni verticali. Su ogni stesa geofonica sono stati eseguiti 7 punti di energizzazione o di scoppio di cui due (detti "Offset Shot") opportunamente distanti dai geofoni ed allineati lungo la linea, che sono serviti per ottenere maggiori informazioni più in profondità, due agli estremi dello stendimento chiamati "end shot" e 3 lungo la linea tra i geofoni. Inoltre su ogni punto di scoppio sono state eseguite numerose energizzazioni ed i segnali registrati in ogni punto di scoppio sono stati analizzati sia singolarmente che eseguendo le operazioni di "stacking". L'energizzazione è stata eseguita in senso verticale battendo la mazza verticalmente sul piattello di battuta posizionato sul piano campagna.

5.1.3 Elaborazione dei dati

La prima e più importante fase dell'elaborazione è consistita nel riconoscere, sulla traccia di registrazione di ogni singolo geofono, i tempi di percorrenza impiegati dai fronti d'onda per giungere dal punto di energizzazione sino ai vari geofoni. Tale tempo è stato riportato sull'asse delle ordinate di un grafico (tempo – distanze) con scale lineari, mentre, sull'asse delle ascisse dello stesso grafico è stata riportata l'ubicazione dei singoli geofoni sulla progressiva dello stendimento con indicazione del suo codice identificativo. Il diagramma così ottenuto, è chiamato dromocrona. L'analisi delle spezzate costituenti la dromocrona ha permesso di modellizzare l'andamento degli orizzonti rifrattori e le velocità che le onde sismiche assumono percorrendoli.

In particolare, le tomografie sismiche sono state eseguite con sette punti di energizzazione per le onde "P", di conseguenza, sono state ottenute dromocrone costituite da sette curve che hanno permesso di poter modellizzare il sottosuolo studiando le variazioni laterali e verticali di velocità delle onde di pressione.

Le dromocrone sono state elaborate con l'interpretazione tomografica utilizzando l'algoritmo di inversione tomografica SIRT (Simultaneous Iterative Reconstruction Technique) che è in grado di gestire qualsiasi geometria di stendimento, situazioni topografiche complesse e forti anisotropie nel sottosuolo.

Tale algoritmo è un algoritmo iterativo, ovvero il sottosuolo al di sotto dello stendimento viene suddiviso in celle elementari chiamate pixel, ad ognuna delle quali viene assegnato un valore iniziale di velocità generando così il modello di partenza. Il modello di inversione calcola quindi la dromocrona associata a tale modello e la confronta con quella sperimentale. A questo punto l'algoritmo di elaborazione modifica i valori di velocità associati inizialmente ad ogni pixel per ottenere, per iterazioni successive, una dromocrona che si adatti al meglio alla dromocrona sperimentale basata sui dati acquisiti. Peculiarità di tale algoritmo è la totale indipendenza del

modello generato dal modello iniziale.

Inoltre, tale algoritmo tiene in considerazione il reale percorso dell'onda sismica nell'attraversare il sottosuolo e pertanto fornisce una sezione tomografica a mappe di colore che evidenzia soltanto la zona realmente attraversata dalle onde sismiche generate dalla superficie.

5.1.4 Presentazione dei risultati

I risultati di tale processo di elaborazione sono riportati nelle seguenti schede. La prima scheda riporta i dati geometrici dello stendimento, alcune fotografie dello stendimento, la curva tempi – distanze (dromocrona) e la relativa orientazione rispetto ai punti cardinali.

La seconda scheda riporta invece la sezione sismostratigrafica ottenuta con l'elaborazione tomografica eseguita utilizzando l'algoritmo di inversione tomografica SIRT. Su tale seconda scheda è presente una scala colore con i range di velocità delle onde “P” modellizzati.

La posizione dei geofoni e dei punti di scoppio è stata rilevata in situ con tecniche topografiche e tali dati sono stati inseriti in tutti i processi di elaborazione.

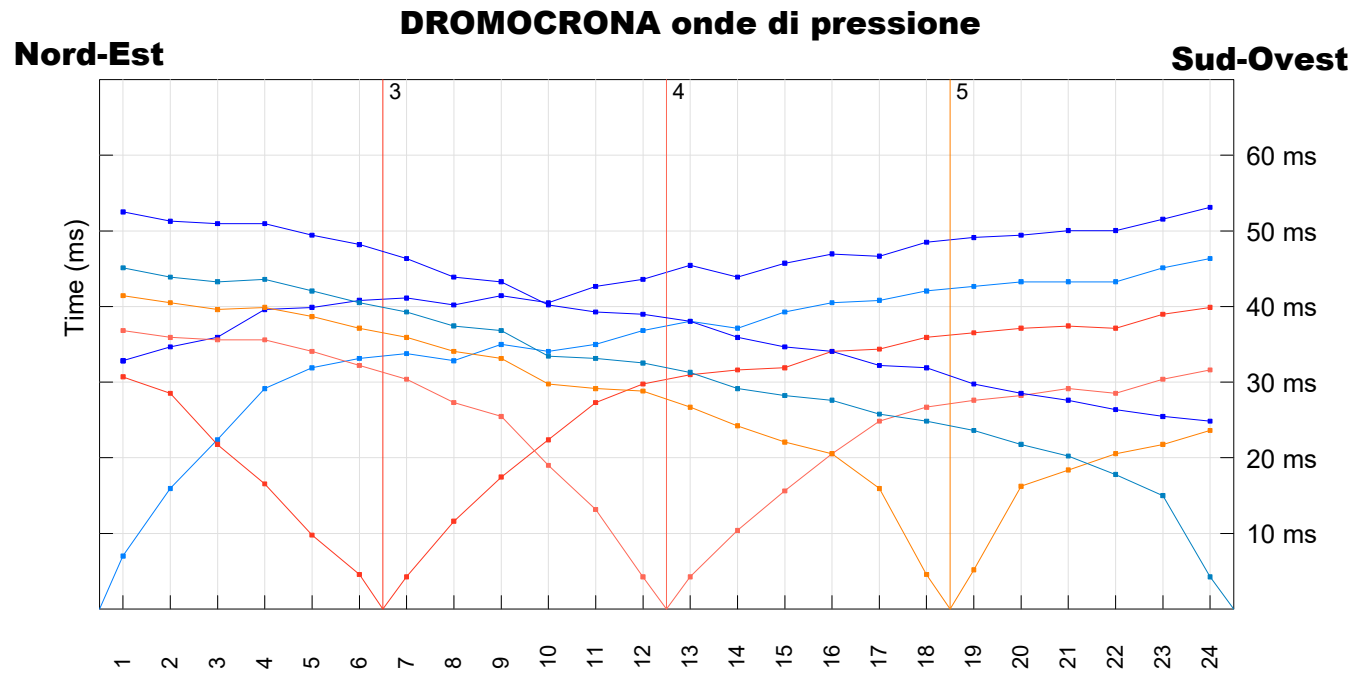
Gli assi delle ordinate di tutti i grafici di seguito rappresentati riportano le profondità da piano campagna, mentre gli assi delle ascisse riportano le progressive in pianta lungo la linea dello stendimento. Lo zero di tale asse delle ascisse è ubicato al di sotto dell'endshot più vicino al geofono 1, mentre la sezione illustra il modello di distribuzione dei valori con cui le onde di pressione percorrono il sottosuolo al di sotto dello stendimento e compreso tra i due endshot.

Le seguenti tavole mostrano le dromocrone acquisite e i risultati delle elaborazioni. Sulle tavole con i modelli interpretativi sono anche riportati i valori numerici che descrivono la qualità delle elaborazioni eseguite.

TOMOGRAFIA SISMICA

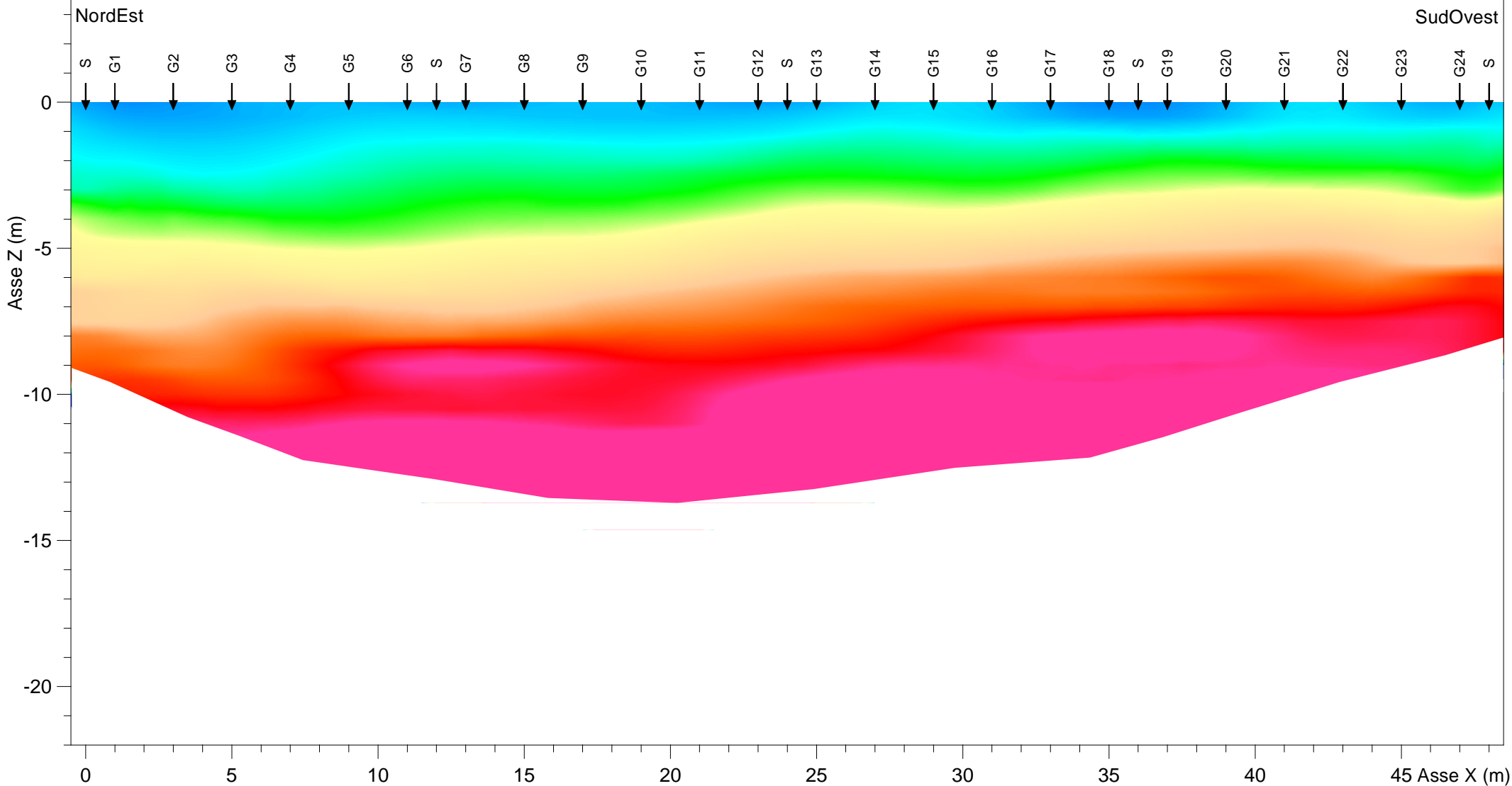
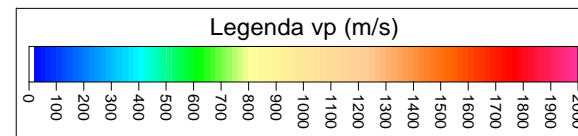
Stendimento TS1

Distanza intergeofonica media: 2 m
Lunghezza stendimento su p.c.:
End shot - End shot: 46 m
Offset shot - Offset shot: 72 m



Interpretazione tomografica dromocrona stendimento sismico Ts1

Algoritmo interpretativo utilizzato: SIRT
Total absolute timedifference 1.16 ms
Total timedifference: 0.10 ms
RMS deviation: 1.53
nr. of identical positions: 168 of max. 168



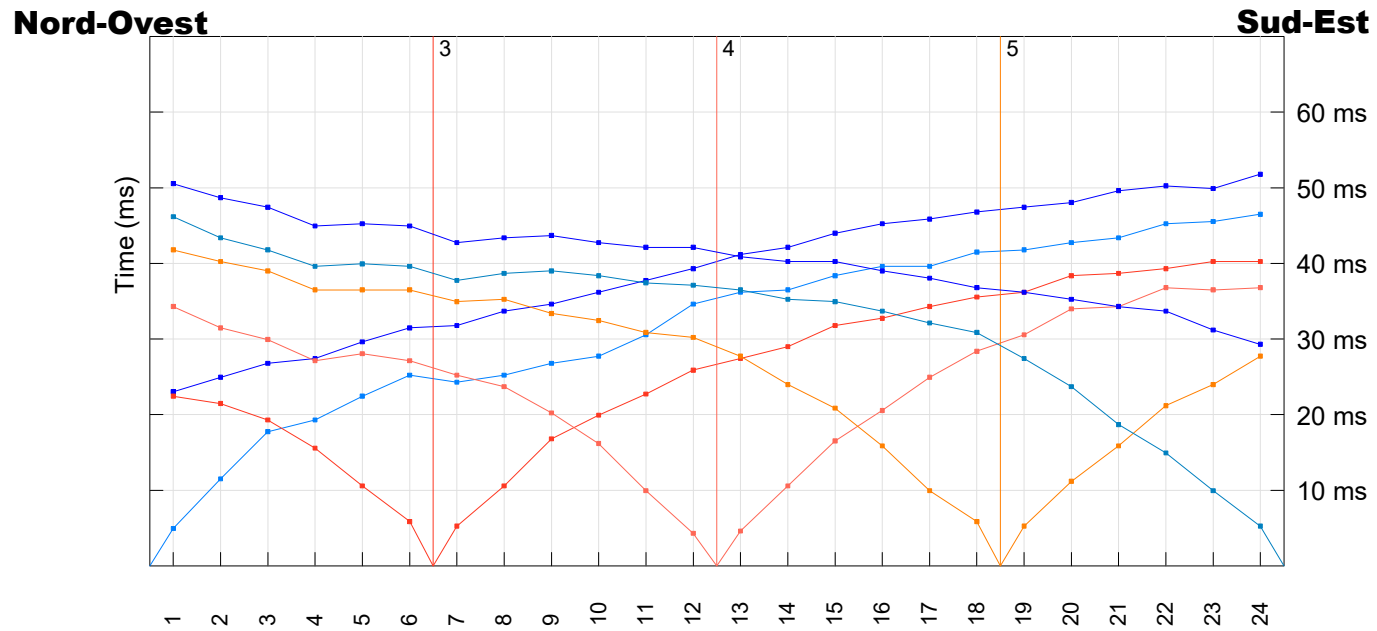
TOMOGRAFIA SISMICA

Stendimento TS2

Distanza intergeofonica media: 2 m
Lunghezza stendimento su p.c.:
End shot - End shot: 46 m
Offset shot - Offset shot: 72 m

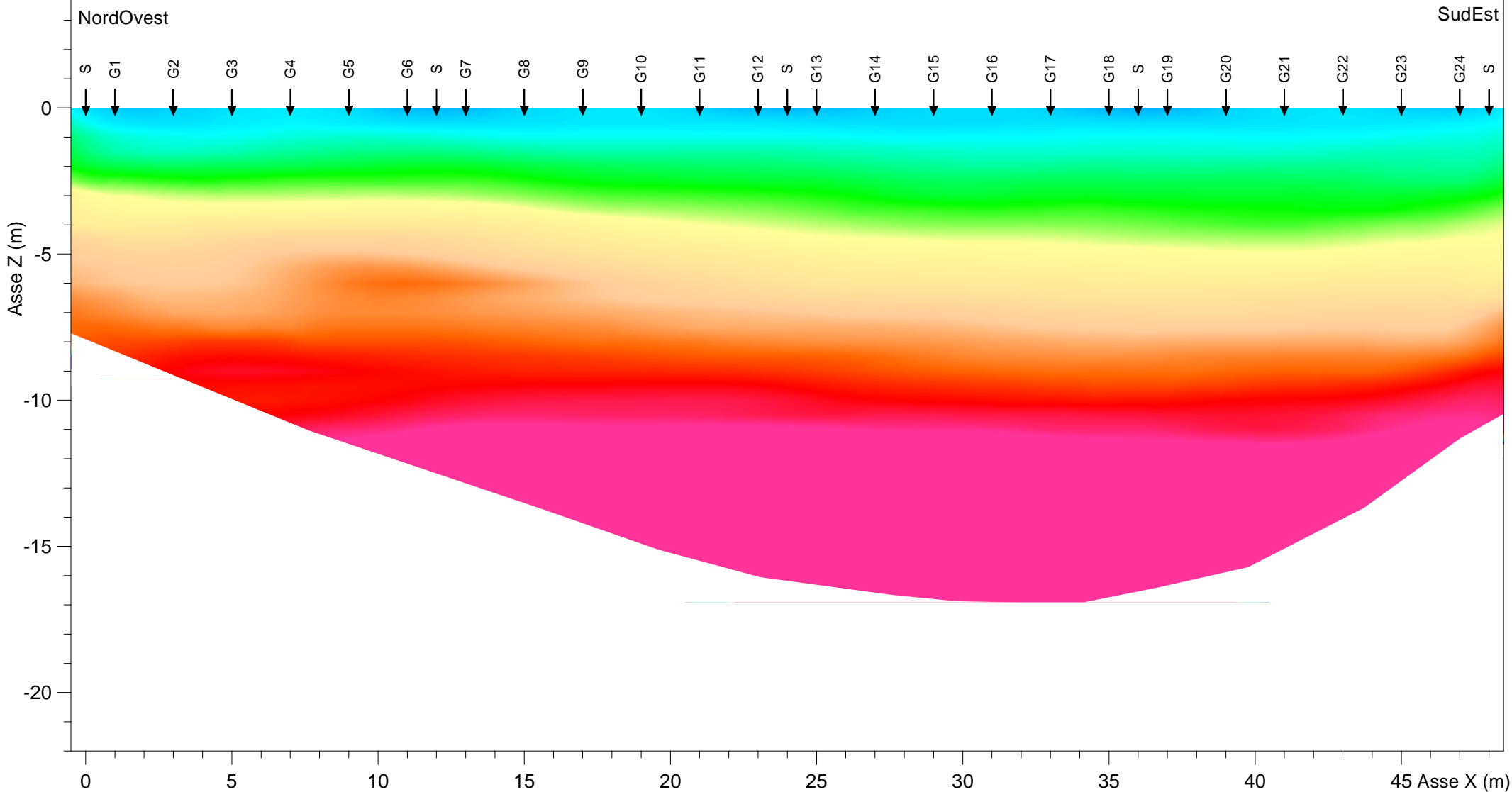
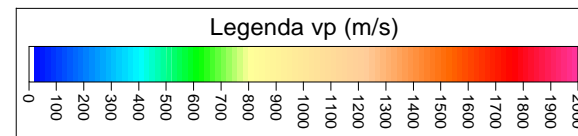


DROMOCRONA onde di pressione



Interpretazione tomografica dromocrona stendimento sismico Ts2

Algoritmo interpretativo utilizzato: SIRT
Total absolute timedifference 1.00 ms
Total timedifference: 0.16 ms
RMS deviation: 1.31
nr. of identical positions: 168 of max. 168



TOMOGRAFIA SISMICA

Stendimento TS3

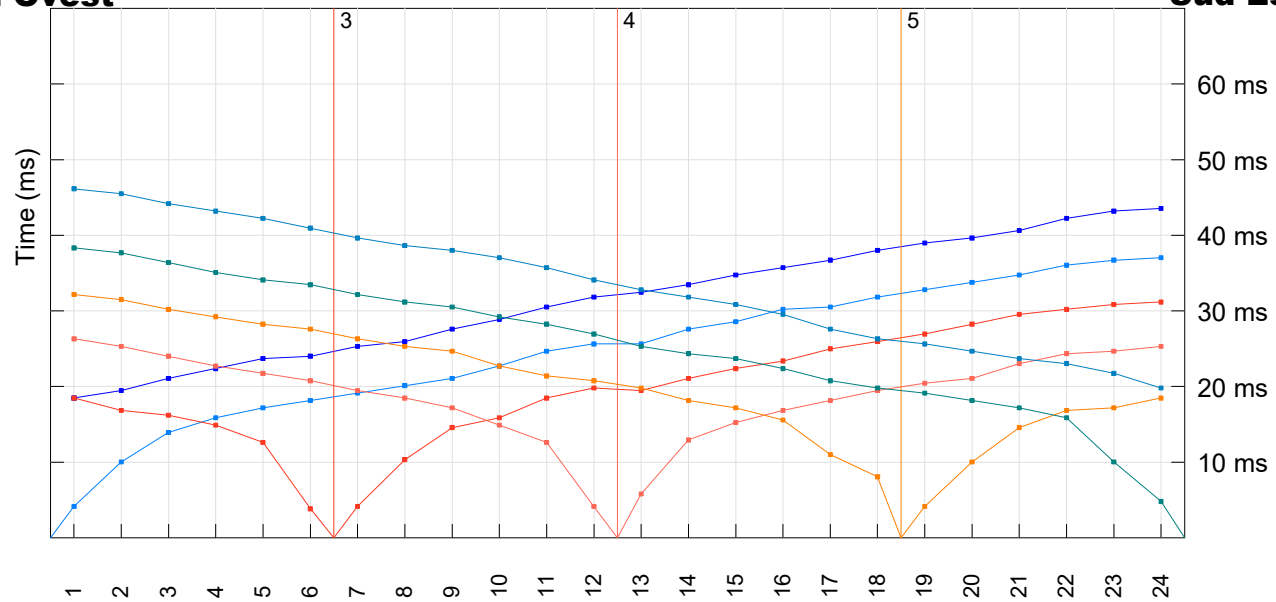
Distanza intergeofonica media: 2 m
Lunghezza stendimento su p.c.:
End shot - End shot: 46 m
Offset shot - Offset shot: 72 m



DROMOCRONA onde di pressione

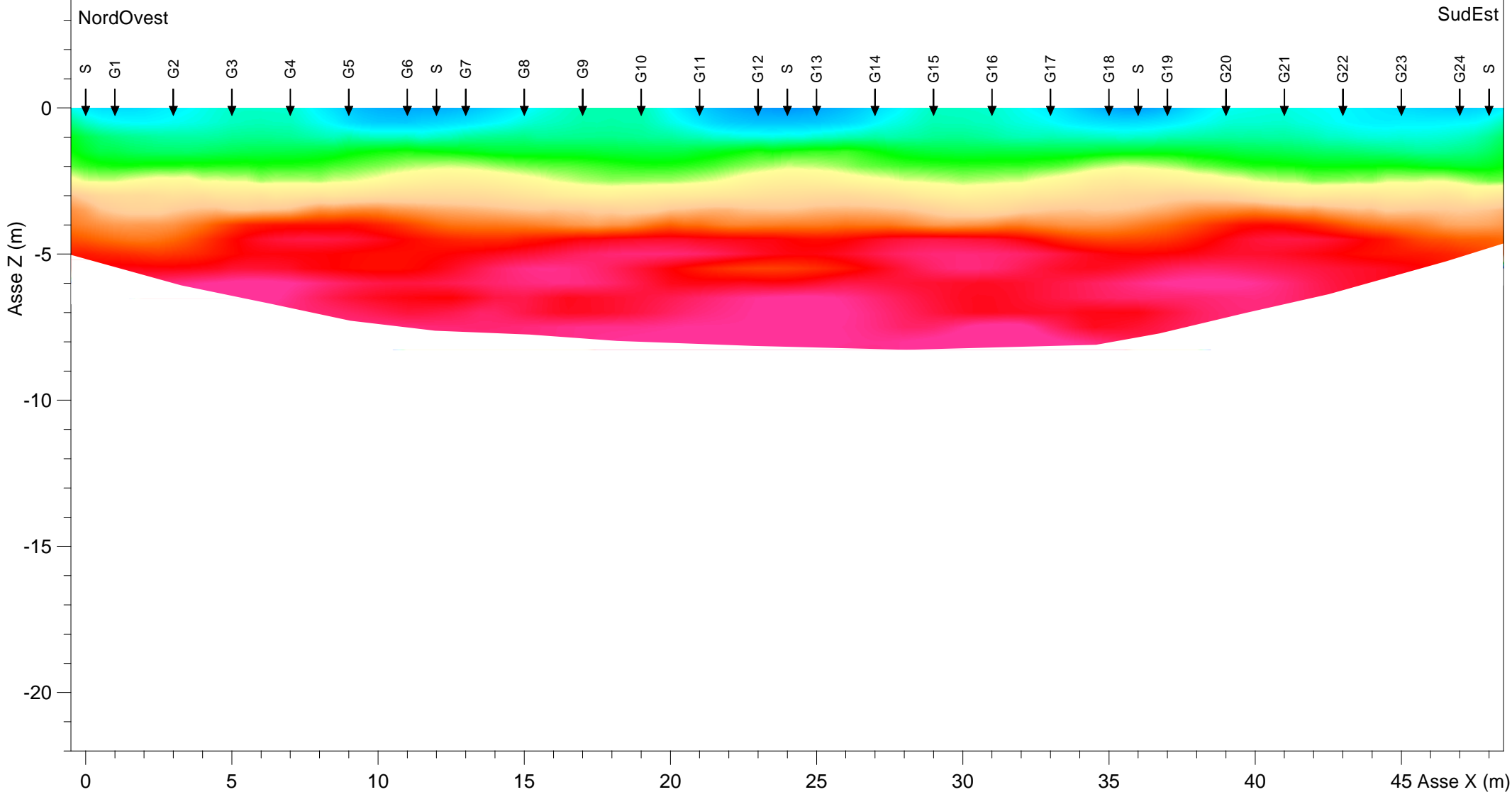
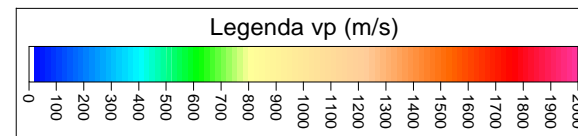
Nord-Ovest

Sud-Est



Interpretazione tomografica dromocrona stendimento sismico Ts3

Algoritmo interpretativo utilizzato: SIRT
Total absolute timedifference 0.73 ms
Total timedifference: 0.29 ms
RMS deviation: 0.97
nr. of identical positions: 168 of max. 168



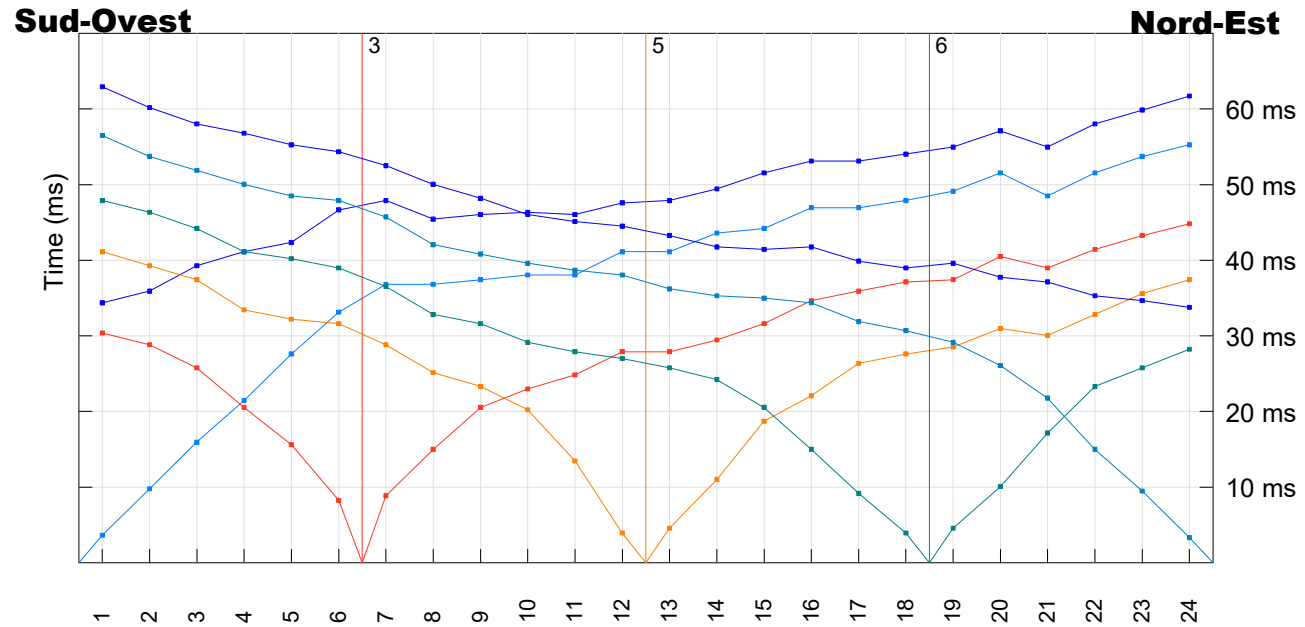
TOMOGRAFIA SISMICA

Stendimento TS4

Distanza intergeofonica media: 2 m
Lunghezza stendimento su p.c.:
End shot - End shot: 46 m
Offset shot - Offset shot: 72 m

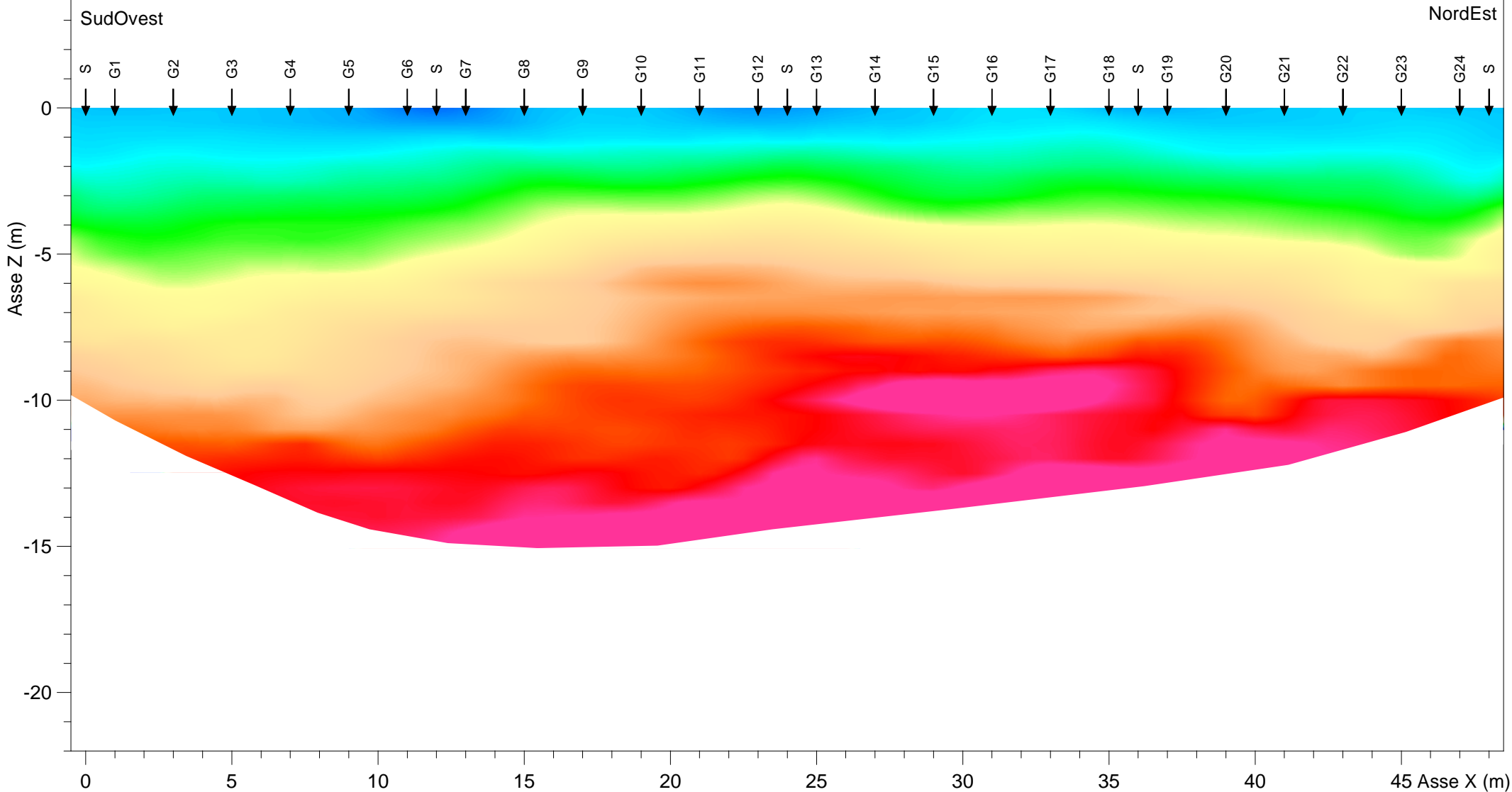
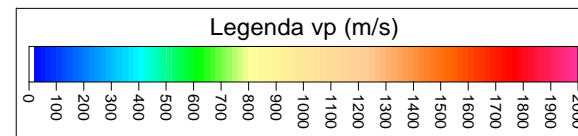


DROMOCRONA onde di pressione



Interpretazione tomografica dromocrona stendimento sismico Ts4

Algoritmo interpretativo utilizzato: SIRT
Total absolute timedifference 1.14 ms
Total timedifference: 0.18 ms
RMS deviation: 1.54
nr. of identical positions: 168 of max. 168



5.2 Indagine M.A.S.W. (Descrizione del metodo d'indagine)

La metodologia M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) permette di modellizzare la velocità delle onde S con la profondità sfruttando la correlazione che le stesse hanno con le onde superficiali che, a differenza delle S, posseggono molta più energia e risultano essere quindi molto più facili da campionare.

La tecnica M.A.S.W. rientra tra le tecniche di sismica attiva, ovvero il sottosuolo viene energizzato dalla superficie generando onde sismiche che si propagano nell'interfaccia suolo aria con diverse frequenze. Maggiore è la lunghezza dell'onda generata e campionata maggiore sarà la profondità d'indagine raggiunta. Il range di frequenze analizzato è abbastanza ampio e quindi la frequenza di campionamento deve essere sufficientemente elevata e la registrazione sufficientemente lunga ecco perché i sismografi di ultima generazione con convertitori analogico digitali a 24 bit indipendenti per ogni canale risultano essere l'ideale per l'acquisizione dei sismogrammi.

L'acquisizione è stata eseguita con un sismografo Dolang Jea Telemetry 24 bit, gestito da un computer portatile, con 24 canali di acquisizione simultanea, a elevata risoluzione e con convertitori analogico digitale sincronizzati ed indipendenti per ogni canale. I geofoni utilizzati sono stati del tipo verticale a 4,5 Hz e l'energizzazione è stata ottenuta tramite una mazza da 10 kg dotata di starter e piattello di battuta. I dati acquisiti sono stati, in una prima fase, pretrattati per diminuire i disturbi e migliorare il rapporto segnale rumore, successivamente sono stati analizzati contemporaneamente nel dominio spettrale FK (Dominio Frequenza – Numero d'onda). Il fatto di non avere utilizzato una sorgente monocromatica ha permesso di poter determinare un modello di velocità di propagazione delle onde superficiali. Dal quale è stato poi ricavato, per iterazioni successive, il modello di velocità delle onde di superficie che meglio fitta i dati sperimentali cui è legato un modello di velocità delle onde S nel sottosuolo.

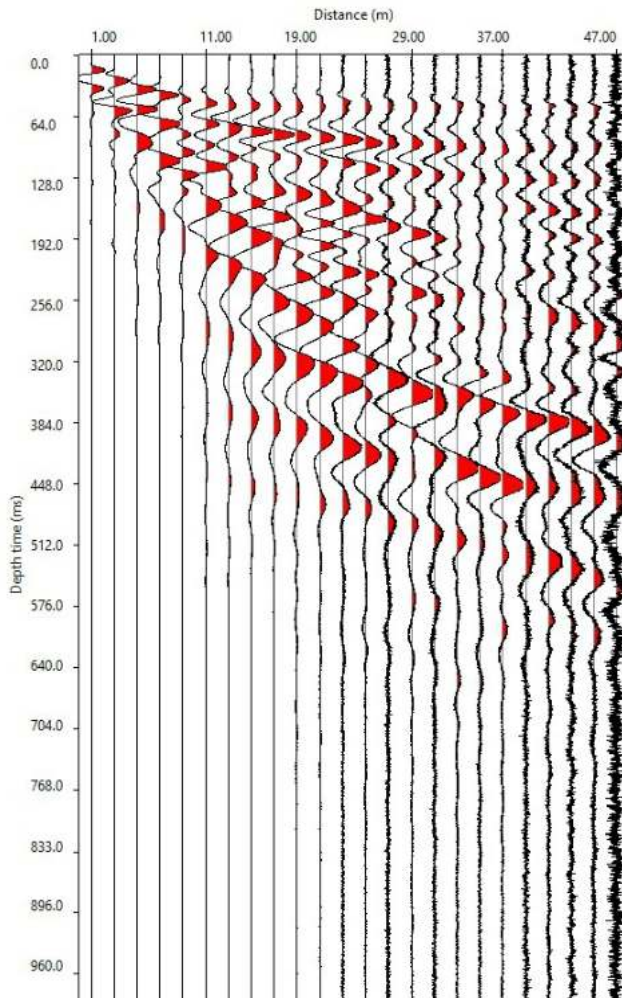
I modelli di calcolo oggi disponibili permettono di poter estrapolare il modo fondamentale dai modi superiori permettendo in questo modo, di superare anche i problemi di risonanza che, sino a poco tempo fa, nascondendo il modo fondamentale, portavano a gravi errori nell'interpretazione dei dati. Inoltre, in fase di elaborazione, è stato anche possibile inserire, nel modello di elaborazione, i dati ricavati dalla sismica a rifrazione eseguita sullo stesso stendimento migliorando di molto il dettaglio dell'indagine.

Nelle seguenti schede, è visibile il sismogramma analizzato, lo spettro FK su cui è stato riconosciuto il modo fondamentale (in giallo) ed i modi superiori (in azzurro), la curva di dispersione frequenza – velocità dei dati sperimentali (in magenta) con sovrapposta la curva del modello (in blu) ed i modi superiori (in azzurro). Infine, più a destra è stata riportata la rappresentazione grafica del modello del sottosuolo mentre in basso lo stesso modello è stato rappresentato in maniera tabellare descrivendo profondità, spessore e velocità delle onde S di ogni singolo sismostrato.

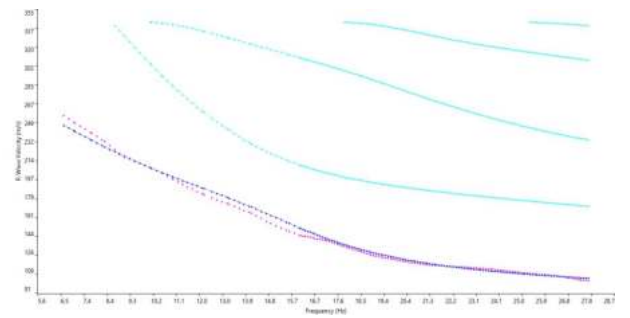
M.A.S.W. 1 - Stendimento Ts1
Distanza punto d'energizzazione: 1 m
Lunghezza stendimento: 46 m
Distanza intergeofonica: 2 m



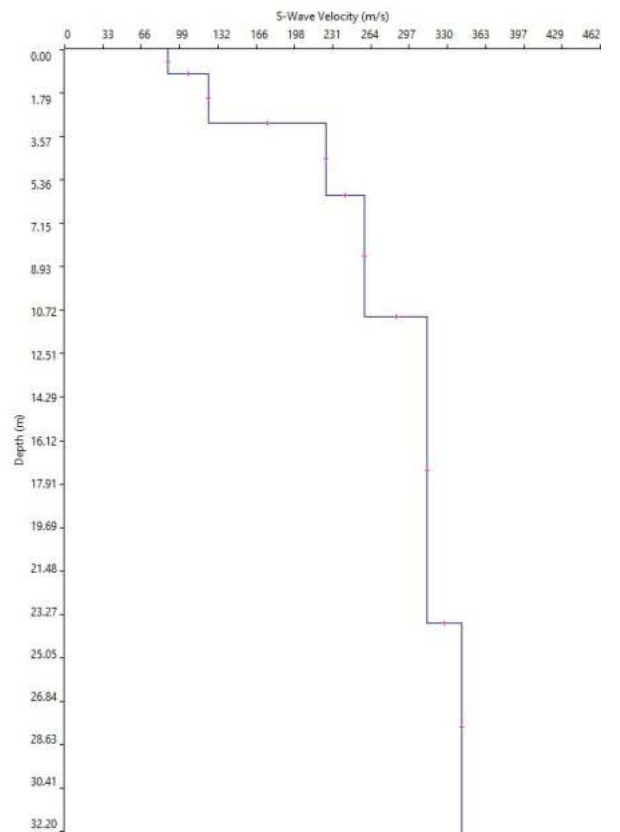
Sismogramma



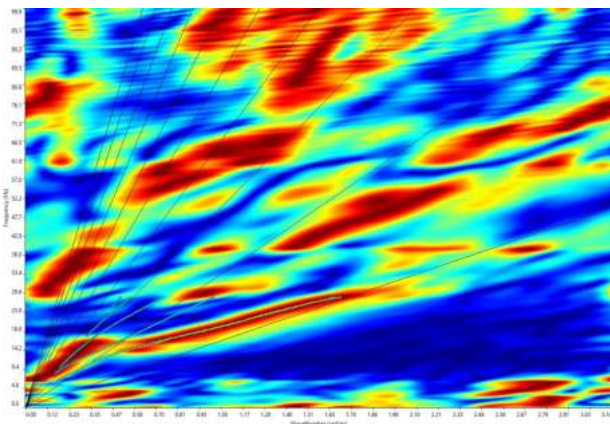
Curva di dispersione F - v



Modello d'inversione



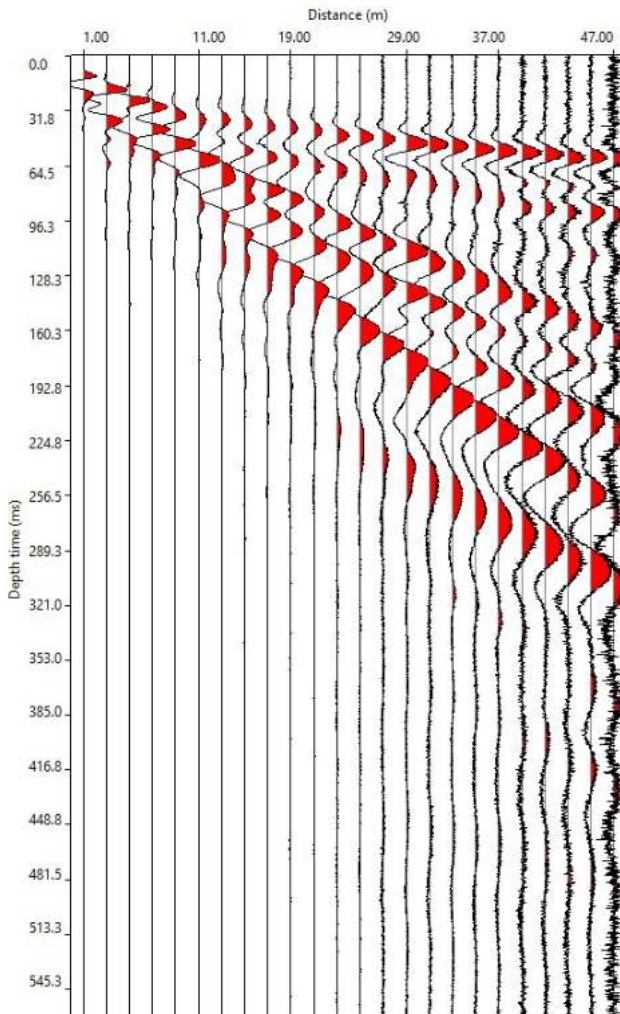
Spettro F-K



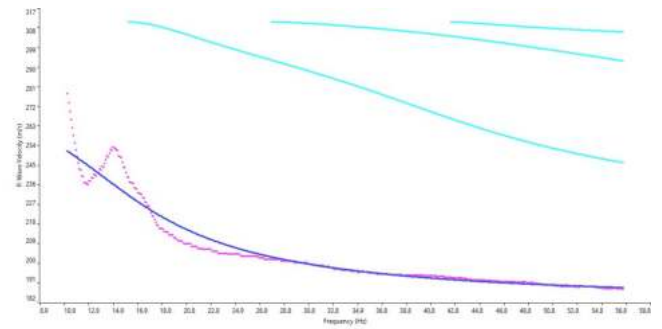
M.A.S.W. 2 - Stendimento Ts2
Distanza punto d'energizzazione: 1 m
Lunghezza stendimento: 46 m
Distanza intergeofonica: 2 m



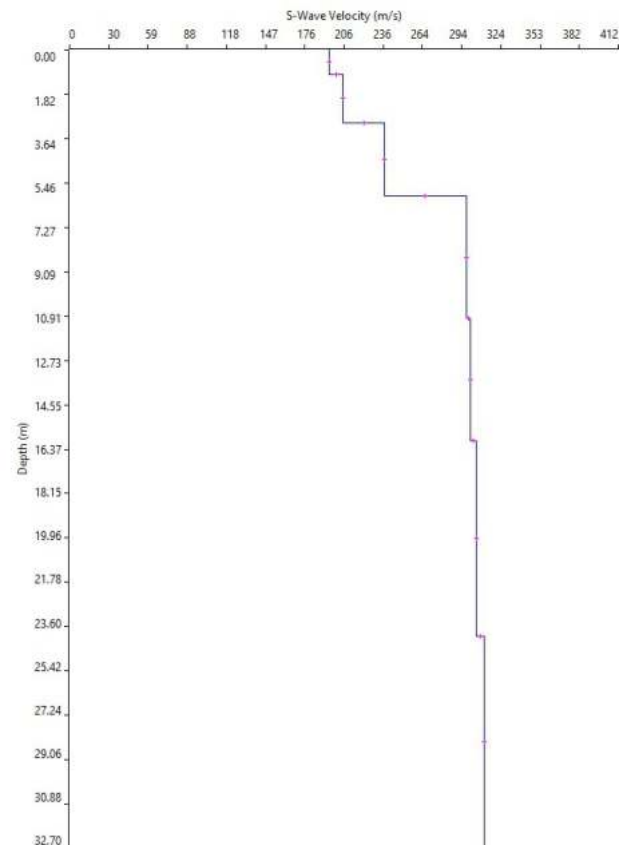
Sismogramma



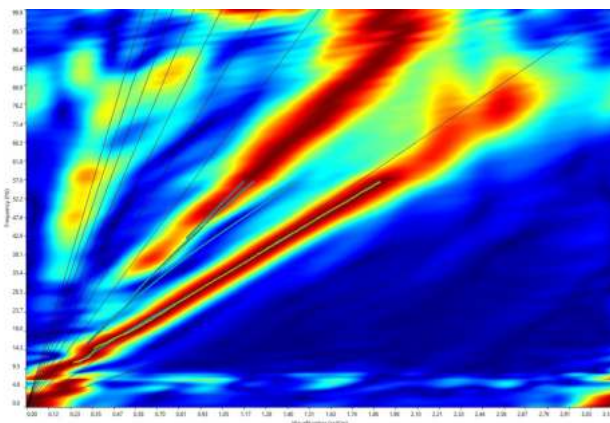
Curva di dispersione F - v



Modello d'inversione



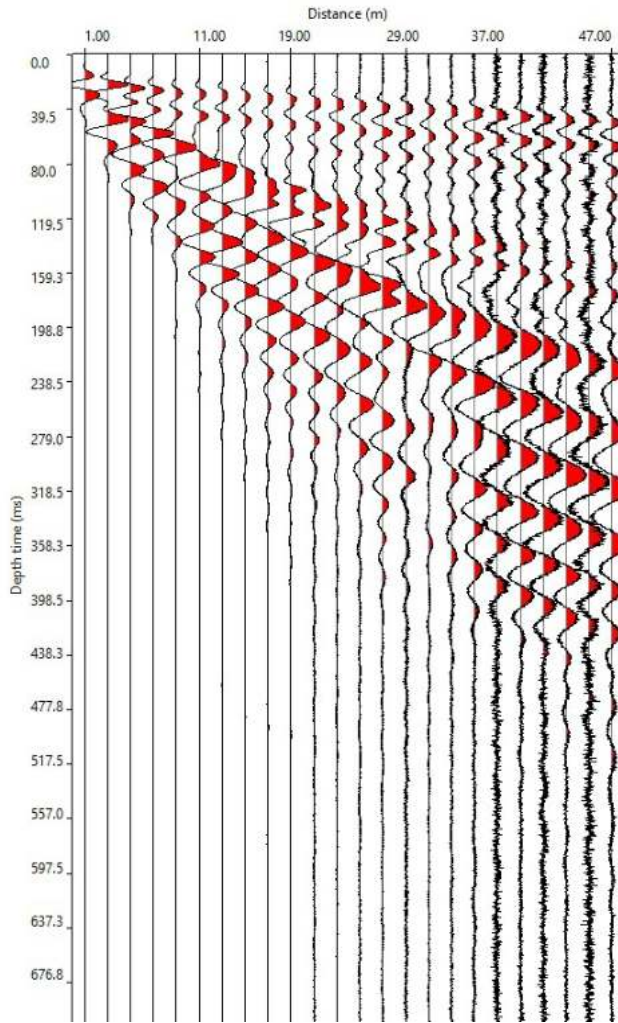
Spettro F-K



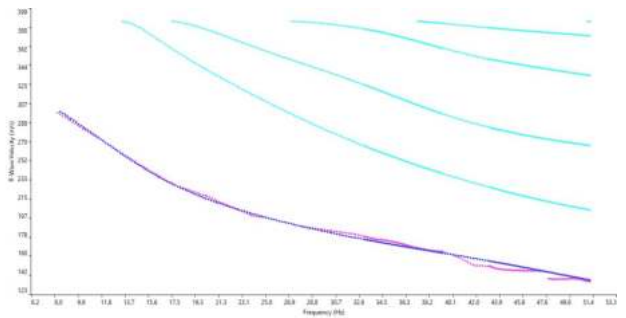
M.A.S.W. 3 - Stendimento Ts3
Distanza punto d'energizzazione: 1 m
Lunghezza stendimento: 46 m
Distanza intergeofonica: 2 m



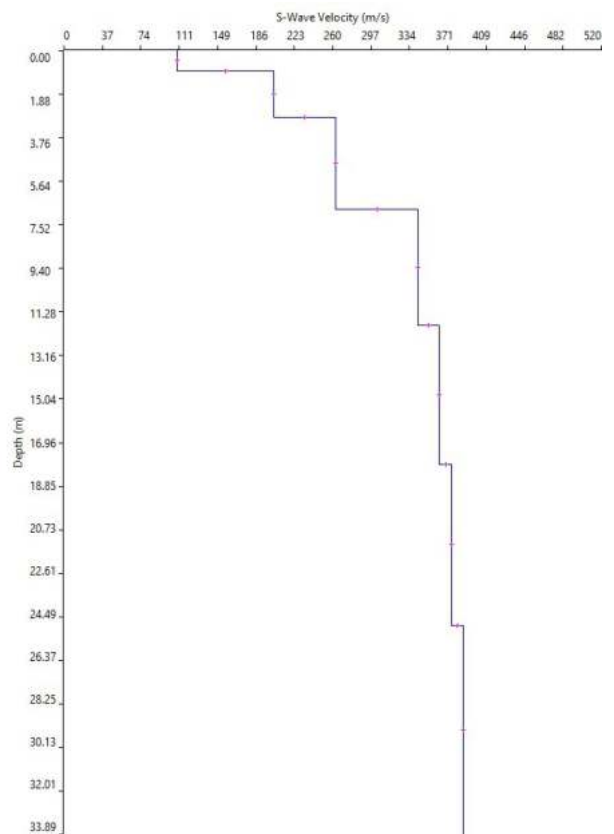
Sismogramma



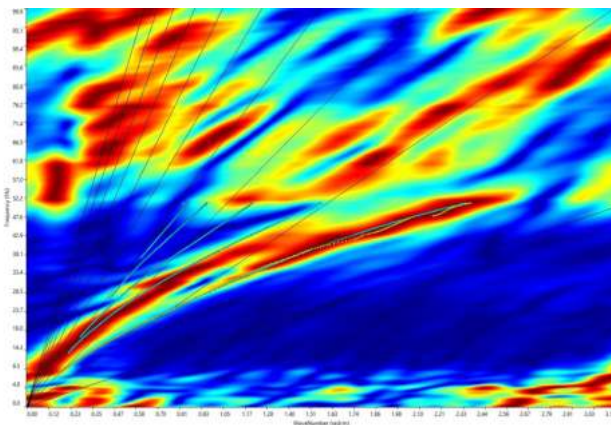
Curva di dispersione F - v



Modello d'inversione



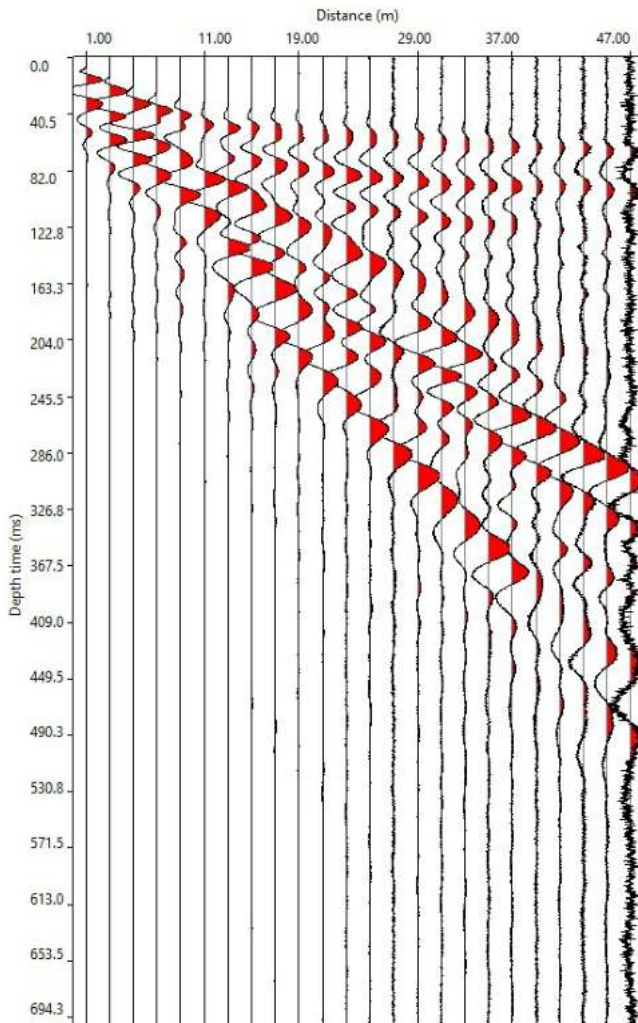
Spettro F-K



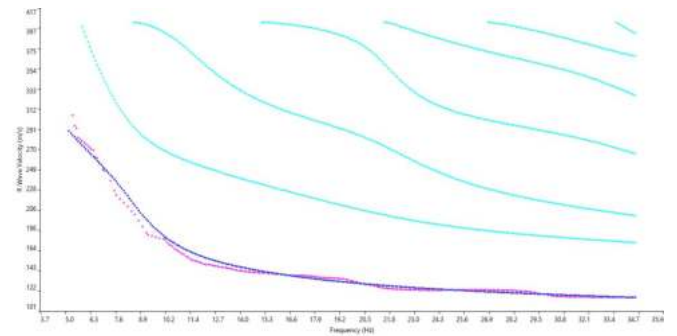
M.A.S.W. 4 - Stendimento Ts4
Distanza punto d'energizzazione: 1 m
Lunghezza stendimento: 46 m
Distanza intergeofonica: 2 m



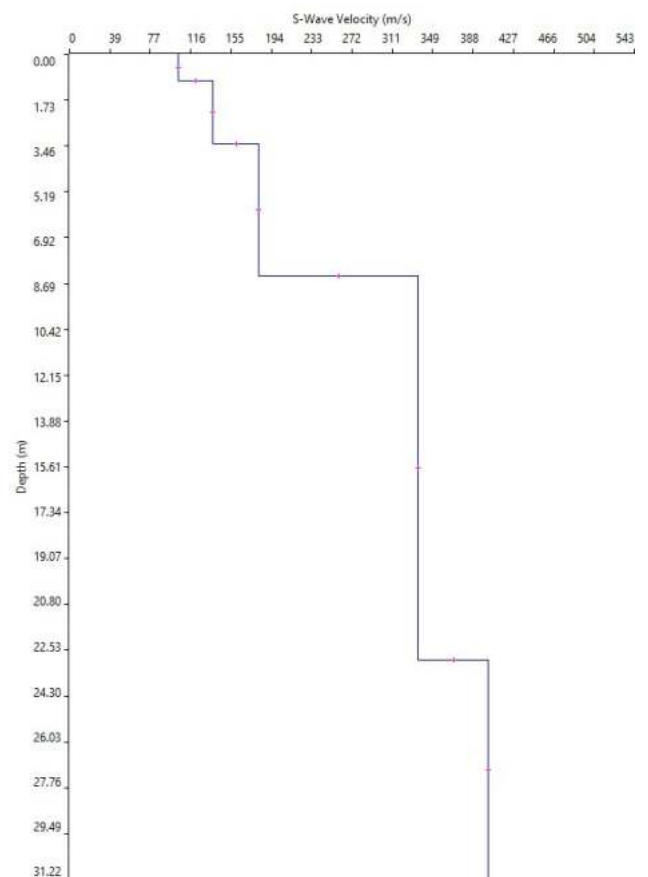
Sismogramma



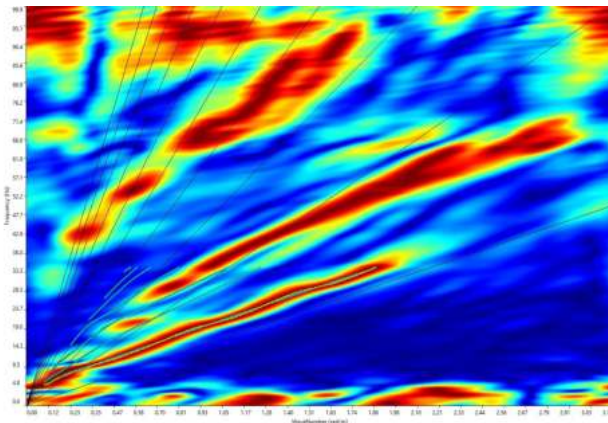
Curva di dispersione F - v



Modello d'inversione



Spettro F-K



5.3 Caratterizzazione sismica del sottosuolo

Secondo la nuova normativa antisismica, DECRETO 17 gennaio 2018, NTC 2018, il primo passo per la determinazione dell'azione sismica locale consiste nell'ascrivere il terreno di fondazione ad una delle "categorie del suolo di fondazione" definite nella tabella 3.2.II al capitolo 3 della stessa Norma. Tali categorie sono state definite in funzione della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_s entro i primi 30 m di profondità. Tale parametro è calcolato secondo la seguente espressione:

$$V_{s_{eq}} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}} \quad (1)$$

Dove H rappresenta la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Mentre h_i e V_{s_i} sono rispettivamente lo spessore ed il valore di velocità delle onde di taglio dello strato -iesimo.

Si fa rilevare che il parametro $V_{s_{eq}}$ rappresenta una grandezza equivalente, il cui valore risulta, pertanto, diverso da quello che si otterrebbe dalla media ponderata delle velocità dei singoli strati riferita ai rispettivi spessori. L'espressione (1) consente, invece, più appropriatamente, di privilegiare il contributo dei litotipi maggiormente deformabili.

Per la determinazione del $V_{s_{eq}}$ sono stati utilizzati i modelli interpretativi delle quattro prove sismiche M.A.S.W. eseguite nell'area in studio. I risultati così calcolati sono di seguito riepilogati:

Prova sismica M.A.S.W.1 Stendimento Ts 1 $V_{s_{eq}} = 252$ m/s
Prova sismica M.A.S.W.2 Stendimento Ts 2 $V_{s_{eq}} = 282$ m/s
Prova sismica M.A.S.W.3 Stendimento Ts 3 $V_{s_{eq}} = 312$ m/s
Prova sismica M.A.S.W.4 Stendimento Ts 4 $V_{s_{eq}} = 260$ m/s

Pertanto ai sensi delle NTC 2018, secondo i risultati del presente studio, il terreno di fondazione può essere ascritto alla categoria C della tabella 3.2.II e descritto come:

"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."

5.4 Programma delle indagini

Ad integrazione delle indagini già esperite nell'ambito del presente studio e sulla base del progetto definitivo è stato stabilito, di concerto con l'equipe di progettazione, il programma delle indagini, volto a fornire ai progettisti incaricati gli elementi per il calcolo strutturale degli interventi previsti.

Esse saranno costituite da indagini dirette ed indirette volte sia all'analisi stratigrafica dei litotipi interessati dalle tensioni degli interventi in progetto, sia alla loro caratterizzazione geotecnica, sismica e geoelettrica. Ciò consentirà di individuare la potenza e le caratteristiche elastiche della coltre di alterazione eluvio colluviale e di definire le superfici di distacco dei movimenti franosi individuati in modo da poter correttamente progettare gli interventi di stabilizzazione.

La caratterizzazione sismica sarà eseguita tramite l'esecuzione, su più stese geofoniche, di tomografie sismiche a rifrazione, e di sondaggi M.A.S.W. che consentiranno lo studio delle caratteristiche elastiche del sottosuolo sulla base della velocità con cui lo stesso viene percorso dalle onde sismiche "P" ed "S".

In particolare, la sismica a rifrazione consentirà di ottenere delle sismosezioni verticali al di sotto dello stendimento che permetteranno di individuare le variazioni laterali e verticali delle caratteristiche elastiche del sottosuolo sfruttando la rifrazione delle onde sismiche di pressione "P". L'utilizzo della tecnica M.A.S.W. consentirà di modellizzare la velocità con cui le onde sismiche "S" percorrono il sottosuolo con la profondità e determinarne la categoria sismica sulla base del calcolo del V_s equivalente ai sensi dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/1/2018.

Si prevede inoltre di eseguire tomografie elettriche 2D che consentiranno di ottenere sezioni verticali 2D che descriveranno la distribuzione dei valori di resistività elettrica nel sottosuolo. Tale tipologia di indagine sarà utile per determinare sia le caratteristiche elettriche del sottosuolo, in modo da poter dimensionare gli impianti di messa a terra, sia per individuare l'eventuale presenza di circolazione idrica sotterranea o per individuare quali litotipi sono presenti al di sotto della coltre detritico eluvio colluviale oltre che per la progettazione degli interventi di stabilizzazione dei dissesti individuati.

Per quanto riguarda invece la caratterizzazione geotecnica ed idrogeologica dei siti dove saranno realizzate le opere a maggior impatto, si prevede di eseguire perforazioni geognostiche in modo da studiare in dettaglio le stratigrafie e prelevare i necessari campioni geognostici sui quali esperire le prove geotecniche di laboratorio. Inoltre, in funzione dei litotipi in affioramento si potranno integrare le perforazioni con prove penetrometriche dinamiche.

6 MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE

L'intersezione dei risultati delle indagini geognostiche esperite nell'area ove sarà realizzato il campo agrofotovoltaico S&P12 con le osservazioni di campagna ha consentito di ottenere un modello geologico preliminare che descrive il sottosuolo che sarà interessato dalle tensioni indotte dalle strutture da realizzare.

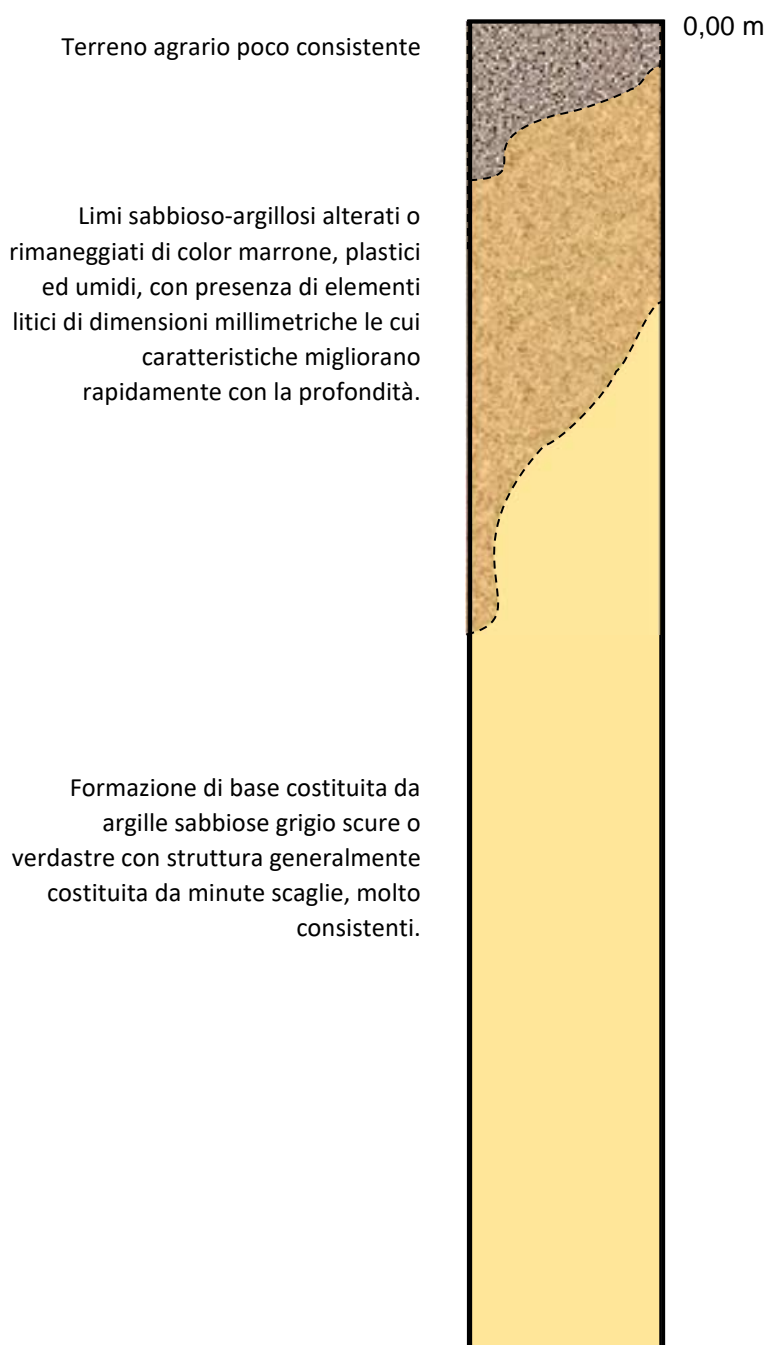
In particolare dalle indagini geognostiche esperite è emerso che nel sito in studio è presente uno spessore variabile da 1 m a 2 m di terreno agrario percorso dalle onde sismiche di pressione con valori inferiori a 400 m/s.

Al di sotto di tali terreni è stato riscontrato uno spessore variabile da 2 a 6 m di terreni alterati o rimaneggiati, eterogenei e compressibili. Generalmente si tratta di terreni eluvio colluviali, limoso – sabbiosi, con inclusi litici centimetrici spigolosi o arrotondati. Dal punto di vista sismico sono stati attraversati dalle onde sismiche di pressione con valori compresi tra 500 m/s e 1000 m/s.

Ancora più in profondità è stata riscontrata, la formazione di base, attraversata dalle onde sismiche di pressione con valori superiori a 1200 m/s e testimoniata dall'improvviso incremento delle onde sismiche di pressione e di taglio. Pertanto, la formazione di base detiene generalmente migliori caratteristiche reologiche che vanno incrementandosi con la profondità.

Successione litostratigrafica schematica rappresentativa del sito in esame

Scala 1:100



7 CONCLUSIONI

Dai rilievi di superficie del sito e del suo intorno, dall'esame critico di quanto riportato dalla letteratura tecnica specializzata per i terreni riscontrati, è stato possibile pervenire ad una esaustiva valutazione delle condizioni geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche dei siti oggetto di intervento.

Dallo studio effettuato, si individuano nei siti in esame le condizioni geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche compatibili con la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico e dei cavidotti di collegamento e connessione in progetto.

Infatti negli elaborati cartografici relativi al Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) si osserva che nelle aree occupate dagli impianti da realizzare sono stati censiti dissesti la cui stabilizzazione sarà affrontata nella successiva fase esecutiva.

In funzione dei carichi indotti sul sedime di fondazione degli interventi da realizzare, considerato quanto esposto nel presente studio, si dovrà immancabilmente tener conto della locale variabilità laterale e verticale delle caratteristiche geologiche del sito.

In fase esecutiva, le indagini già esperite dovranno essere integrate con altre indagini geognostiche indirette e dirette e prove geotecniche in situ e di laboratorio per la definizione del modello geotecnico di dettaglio indispensabile per la corretta progettazione delle più idonee strutture fondali delle opere in progetto. Inoltre, le indagini geognostiche, consentiranno di verificare l'entità della coltre detritica eluvio colluviale e della coltre di alterazione presente sulle formazioni geologiche, individuandone le caratteristiche idrogeologiche e di procedere alla sua stabilizzazione ed alla stabilizzazione dei dissesti rilevati.

Il profilo di base dei corsi d'acqua che attraversano le aree in studio verrà stabilizzato e verrà nel contempo migliorata la loro capacità di drenaggio, specie nelle zone con lievi pendenze, migliorando nel contempo il drenaggio delle acque nelle aree dove è presente ruscellamento diffuso.

Infine, il cavidotto sarà interamente scavato con la tecnica del no-dig che costituisce una tecnica di scavo efficace per risolvere ogni interferenza di tipo geomorfologico, geologico o idrogeologico. Tale tecnica di scavo offre anche notevoli garanzie per la prevenzione dell'inquinamento o della contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque.

Infatti, il cavidotto interrato, sarà installato, grazie alla tecnica del no-dig, all'interno di una perforazione teleguidata, trivellata ad una profondità di sicurezza all'interno delle argille della formazione di base e non potrà quindi interferire con alcun dissesto o con eventuali acquiferi superficiali.

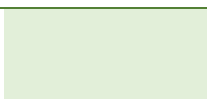
Termini Imerese, 29/11/2021

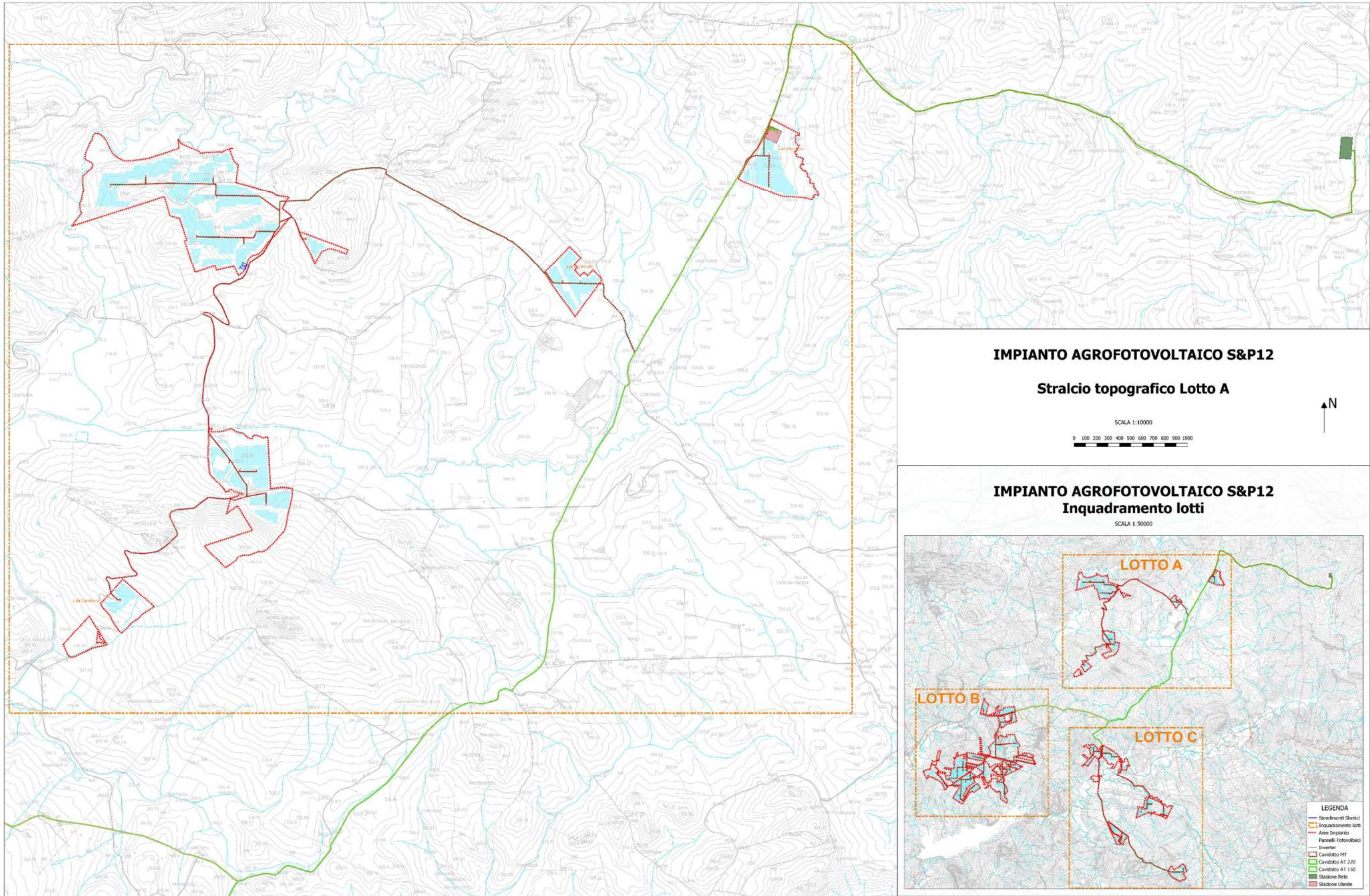
Il geologo

Dott. Salvatore Carrubba



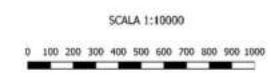
Allegato A
Stralcio topografico con ubicazione delle indagini





IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

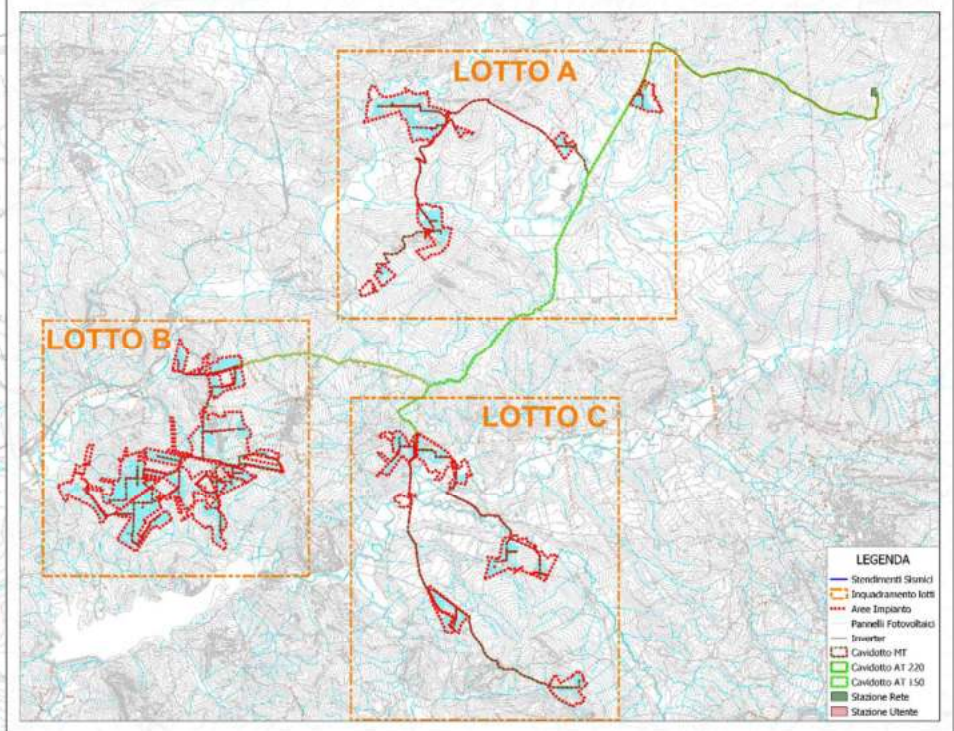
Stralcio topografico Lotto A



IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Inquadramento lotti

SCALA 1:50000

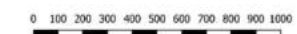


- LEGENDA**
- Svindevimenti Stradali
 - Inquadramento lotti
 - Area Impianto
 - Pannelli Fotovoltaici
 - Inverter
 - Cavidotto HT
 - Cavidotto AT 220
 - Cavidotto AT 150
 - Stazione Rete
 - Stazione Utente

IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Stralcio topografico Lotto B

SCALA 1:10000

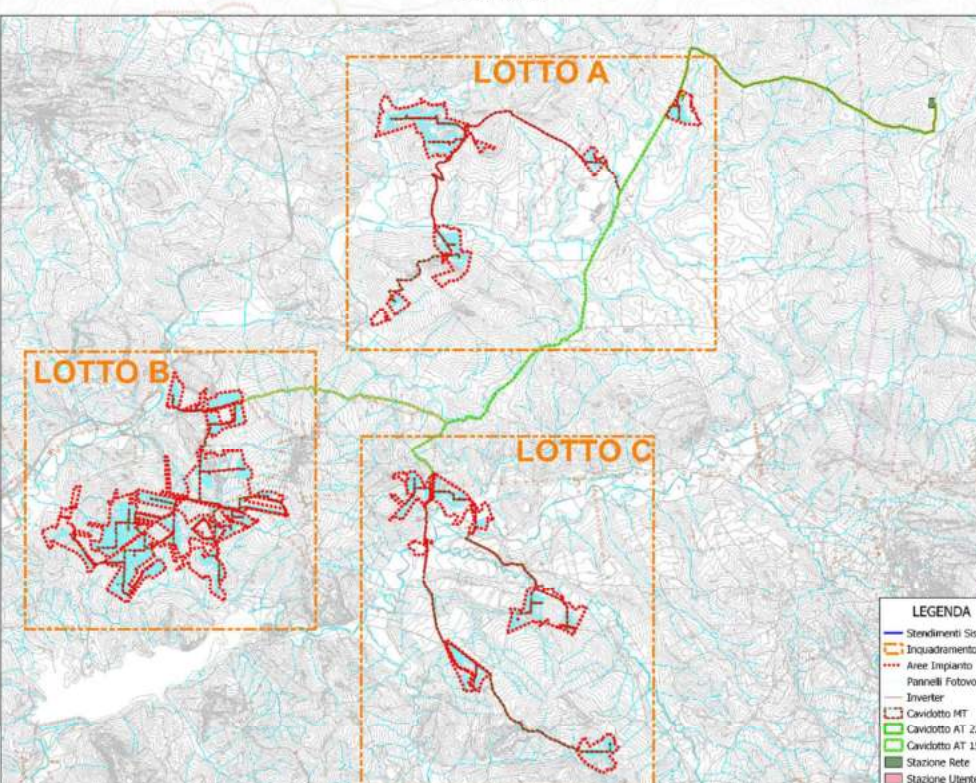


N

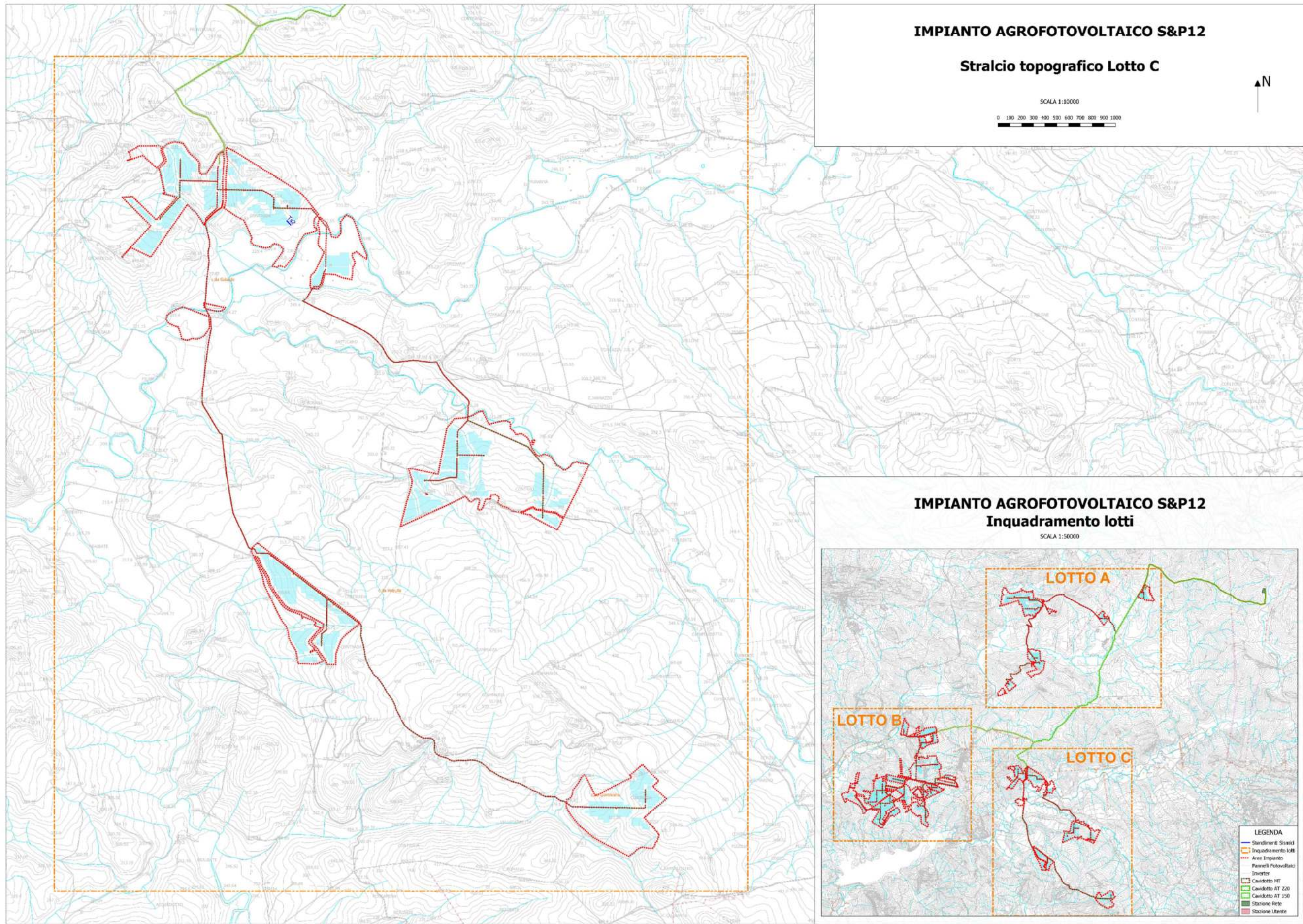
IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Inquadramento lotti

SCALA 1:50000



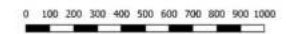
- LEGENDA**
- Stazioni Sono
 - Inquadramento lotti
 - Aree Impianto
 - Pannelli Fotovoltaici
 - Inverter
 - Cavodotto HT
 - Cavodotto AT 220
 - Cavodotto AT 150
 - Stazione Rete
 - Stazione Utente



IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Stralcio topografico Lotto C

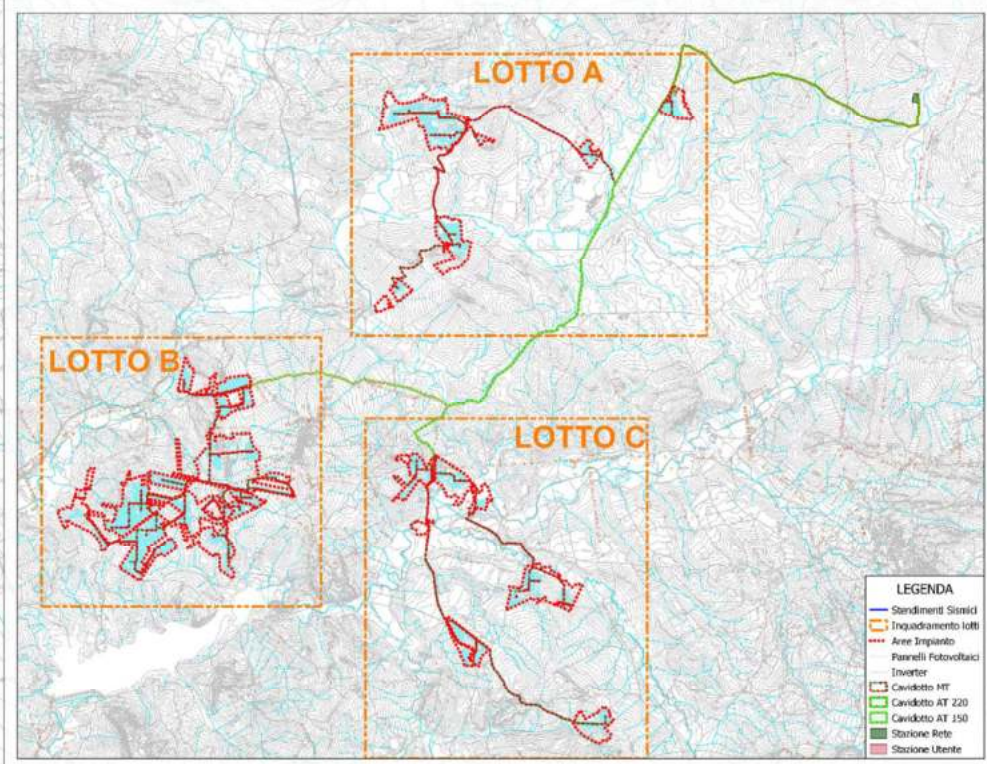
SCALA 1:10000



IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

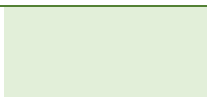
Inquadramento lotti

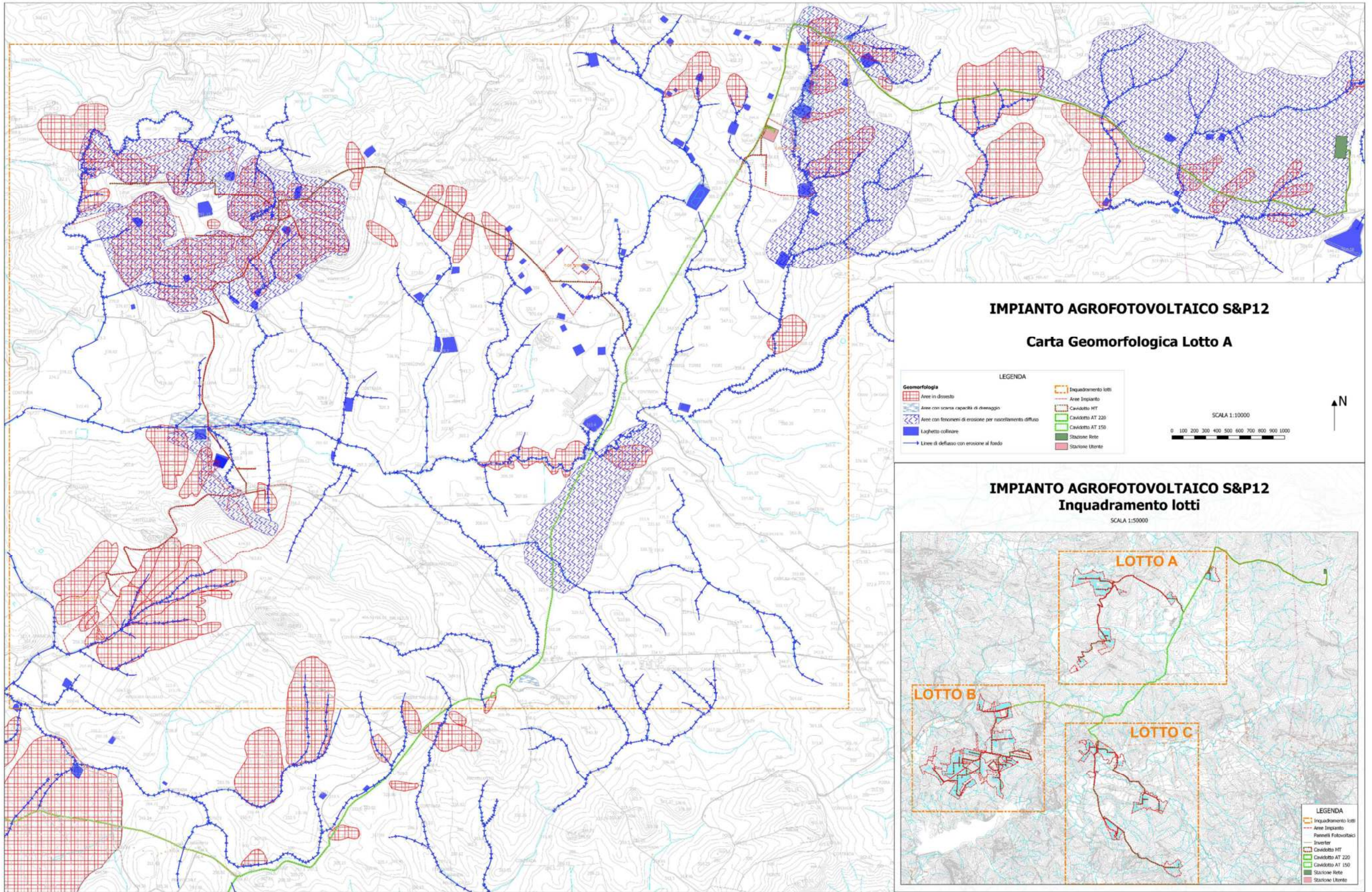
SCALA 1:50000



- LEGENDA**
- Stadiamenti Stradali
 - Inquadramento lotti
 - Anni Impianto
 - Pannelli Fotovoltaici
 - Inverter
 - Cavalletto MT
 - Cavalletto AT 220
 - Cavalletto AT 150
 - Stazione Rete
 - Stazione Utente

Allegato B
Carte geomorfologiche





IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Carta Geomorfologica Lotto A

LEGENDA

Aree in dissesto	Aree con scarsa capacità di drenaggio	Aree con fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso	Laghetto coltivare	Linee di deflusso con erosione al fondo	Inquadramento lotti	Aree Impianto	Cavidotto MT	Cavidotto AT 220	Cavidotto AT 150	Stazione Rete	Stazione Utente
------------------	---------------------------------------	---	--------------------	---	---------------------	---------------	--------------	------------------	------------------	---------------	-----------------

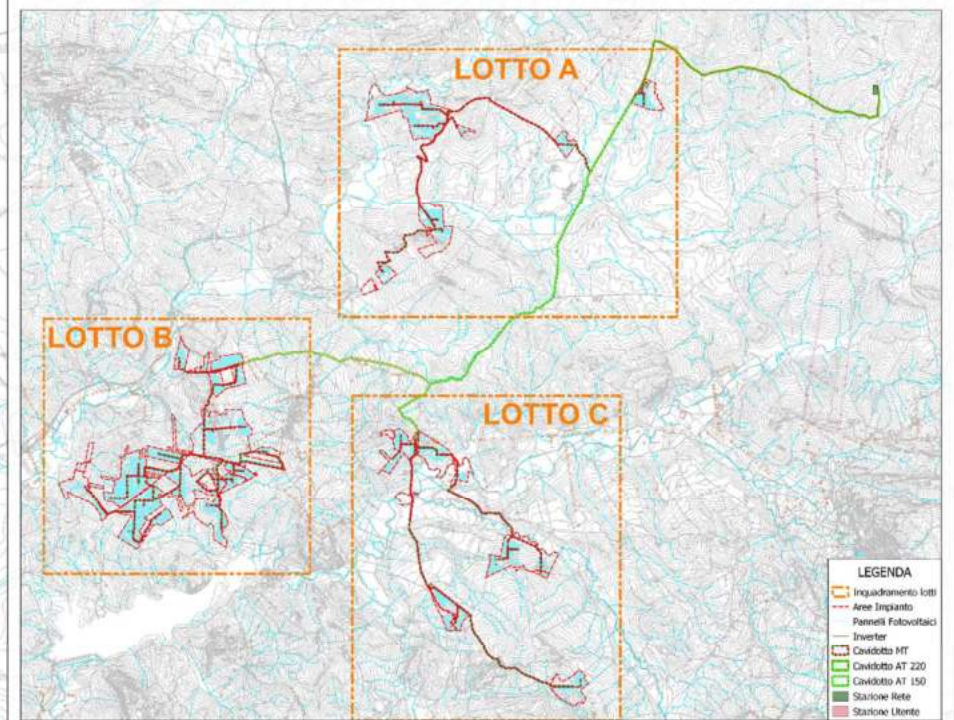
SCALA 1:10000
 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000



IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Inquadramento lotti

SCALA 1:50000



LEGENDA

Inquadramento lotti	Aree Impianto	Cavidotto MT	Cavidotto AT 220	Cavidotto AT 150	Stazione Rete	Stazione Utente
---------------------	---------------	--------------	------------------	------------------	---------------	-----------------

IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Carta Geomorfologica Lotto B

LEGENDA	
Geomorfologia	Inquadramento lotti
▨ Aree in dissesto	— Aree Impianto
▨ Aree con scarsa capacità di drenaggio	▭ Cavidotto MT
▨ Aree con fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso	▭ Cavidotto AT 220
■ Laghetto collinare	▭ Cavidotto AT 150
→ Linee di deflusso con erosione al fondo	■ Stazione Rete
	■ Stazione Utente

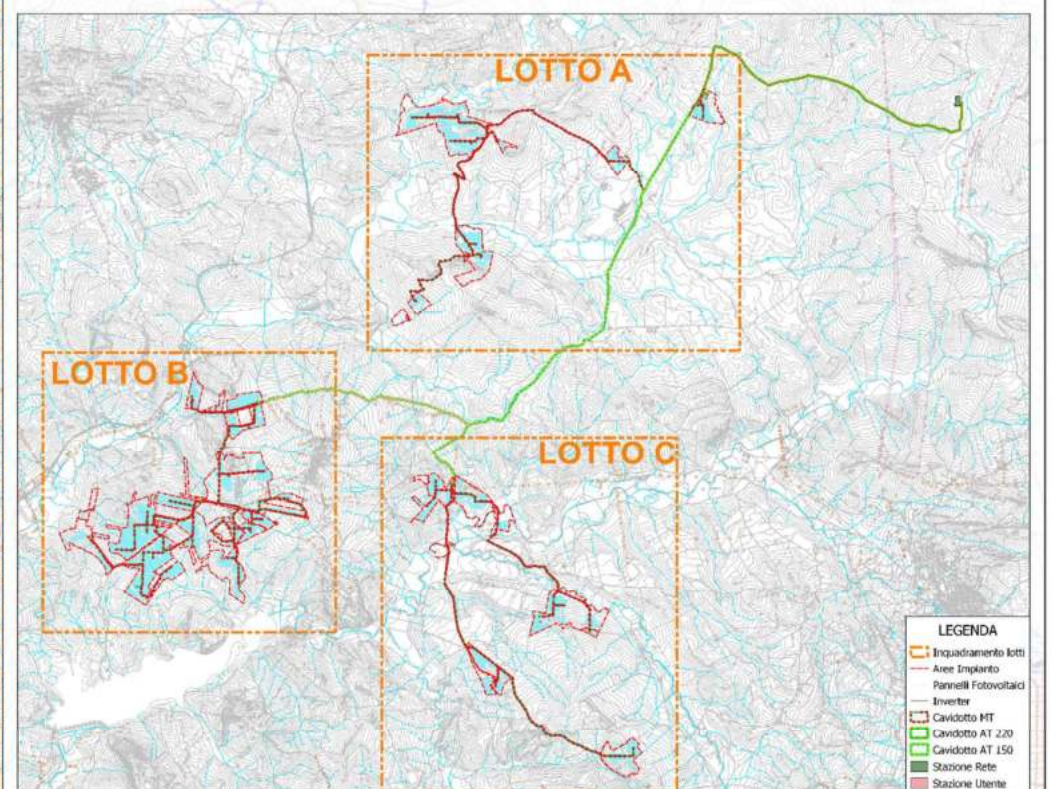
SCALA 1:10000
0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

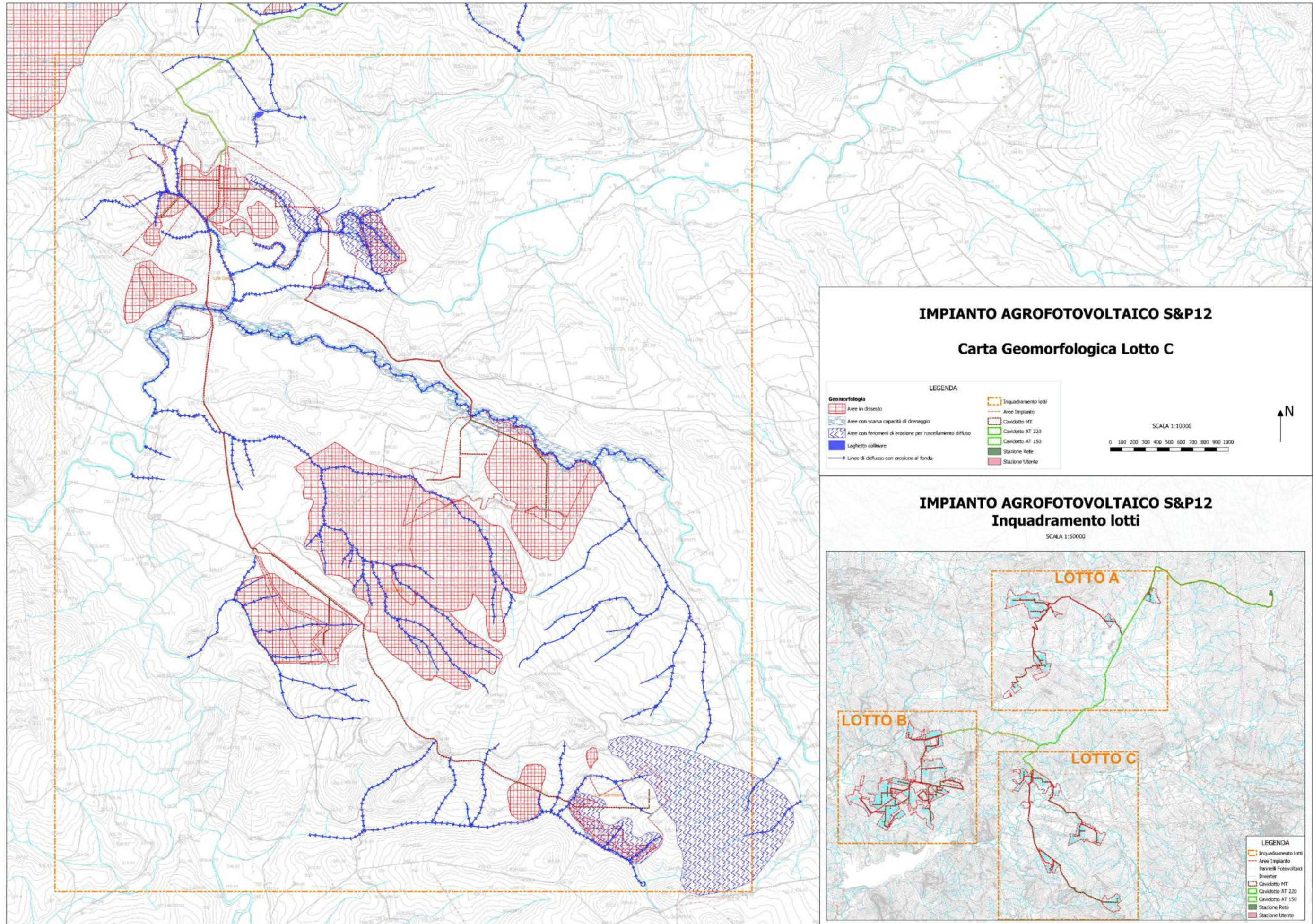


IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Inquadramento lotti

SCALA 1:50000



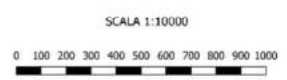


IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Carta Geomorfologica Lotto C

LEGENDA

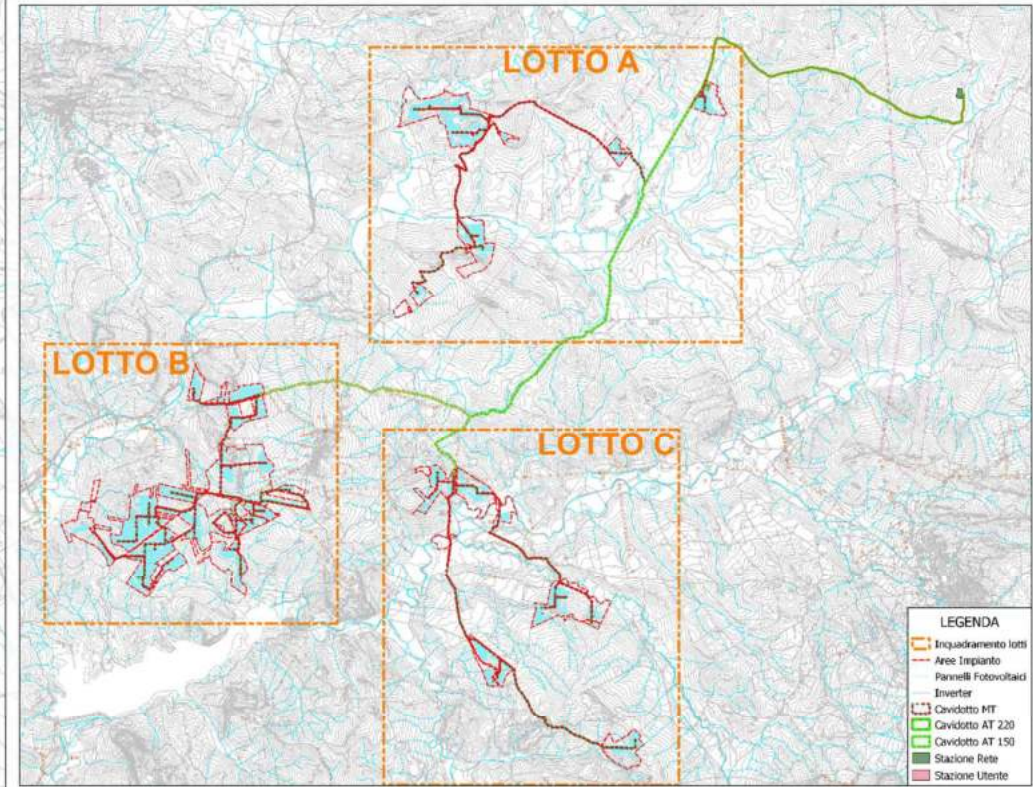
Geomorfologia	
[Red grid pattern]	Aree in dissesto
[Blue wavy pattern]	Aree con scarsa capacità di drenaggio
[Blue diagonal lines]	Aree con fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso
[Blue solid line]	Laghetto collinare
[Blue dashed line]	Linee di deflusso con erosione al fondo
[Orange dashed box]	Inquadramento lotti
[Red dashed line]	Aree Impianto
[Green dashed line]	Cavidotto MT
[Green solid line]	Cavidotto AT 220
[Green solid line]	Cavidotto AT 150
[Green solid line]	Stazione Rete
[Pink solid line]	Stazione Utente



IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Inquadramento lotti

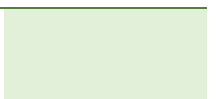
SCALA 1:50000

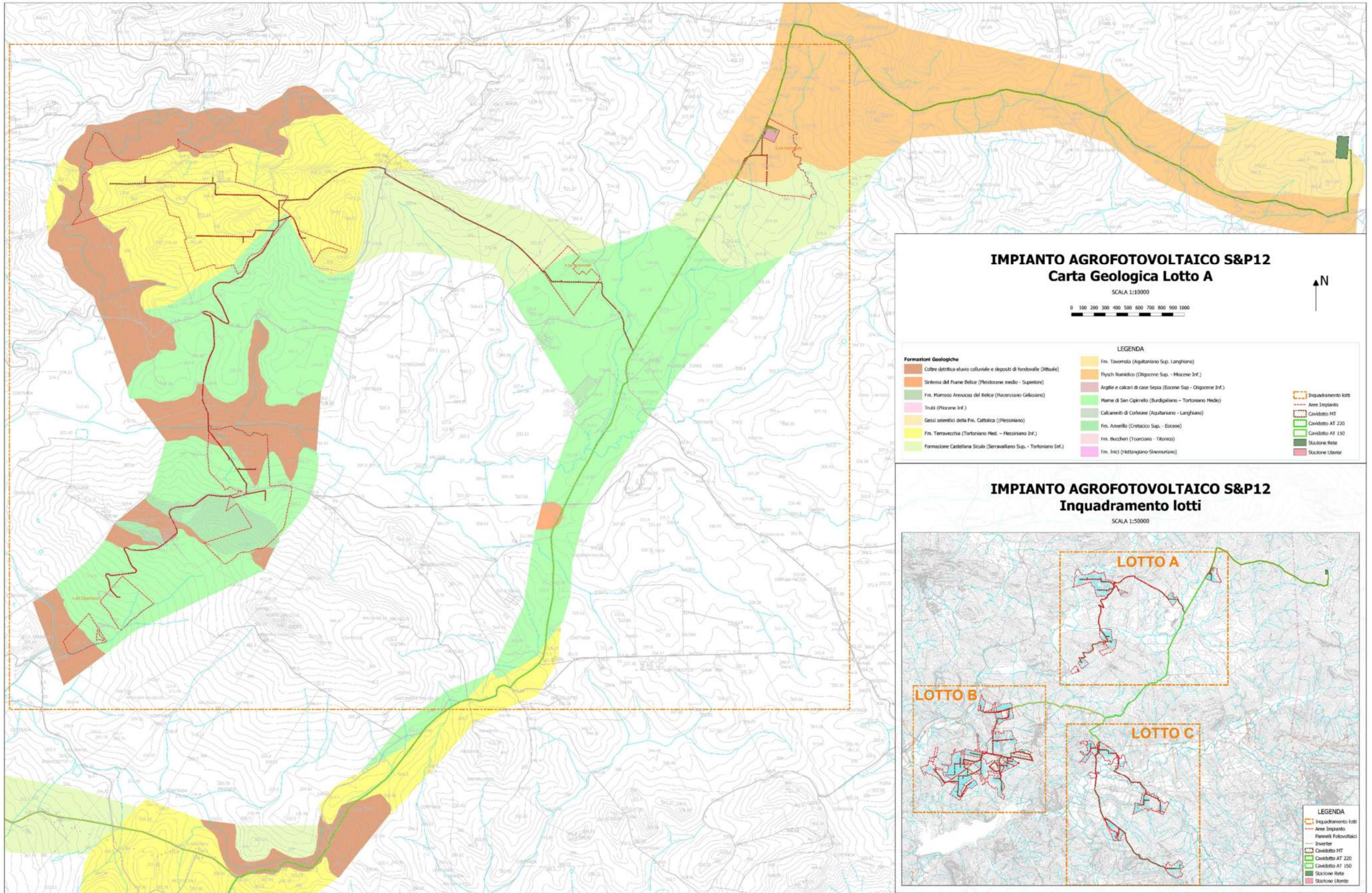


LEGENDA

[Orange dashed box]	Inquadramento lotti
[Red dashed line]	Aree Impianto
[Green dashed line]	Panelli Fotovoltaici
[Green dashed line]	Inverter
[Green dashed line]	Cavidotto MT
[Green solid line]	Cavidotto AT 220
[Green solid line]	Cavidotto AT 150
[Green solid line]	Stazione Rete
[Pink solid line]	Stazione Utente

Allegato C
Carte Geologiche





IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12 Carta Geologica Lotto A

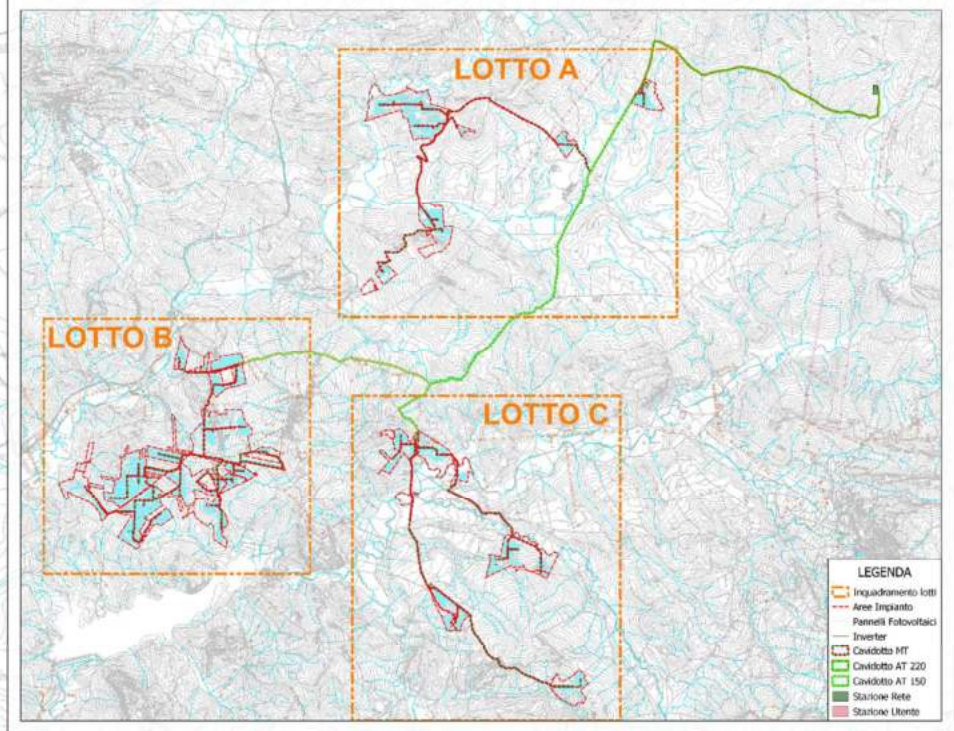
SCALA 1:10000



- | | | | |
|------------------------------|--|----------------|--|
| Formazioni Geologiche | | LEGENDA | |
| | Coltre detritica eluvio colluviale e depositi di fondovalle (Albule) | | Fm. Tavemola (Aquitano Sup. - Langhiano) |
| | Sistemi del Fiume Belice (Pleistocene medio - Superiore) | | Flysch Ilerdico (Oligocene Sup. - Miocene Inf.) |
| | Fm. Marnoso Arenacea del Belice (Pliocene-Giurassico) | | Argille e calcari di case Sessa (Eocene Sup. - Oligocene Inf.) |
| | Tras (Pliocene Inf.) | | Marna di San Cipirello (Burdigaliano - Tortonese Medio) |
| | Gessi selvitici della Fm. Cattolica (Messiniano) | | Calcareniti di Corleone (Aquitano - Langhiano) |
| | Fm. Terravecchia (Tortoniano Medio - Messiniano Inf.) | | Fm. Anzillo (Cretaceo Sup. - Eocene) |
| | Formazione Castellina Sicula (Serravalliano Sup. - Tortoniano Inf.) | | Fm. Rocchi (Tortoniano - Tortoniano) |
| | | | Fm. Iraci (Messiniano-Serravalliano) |
-
- | | |
|--|---------------------|
| | Inquadramento lotti |
| | Area Impianto |
| | Cavidotto HT |
| | Cavidotto AT 220 |
| | Cavidotto AT 150 |
| | Stazione Rete |
| | Stazione Utente |

IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12 Inquadramento lotti

SCALA 1:50000



- | | |
|----------------|------------------------|
| LEGENDA | |
| | Inquadramento lotti |
| | Area Impianto |
| | Paralleli Fotovoltaici |
| | Inverter |
| | Cavidotto HT |
| | Cavidotto AT 220 |
| | Cavidotto AT 150 |
| | Stazione Rete |
| | Stazione Utente |

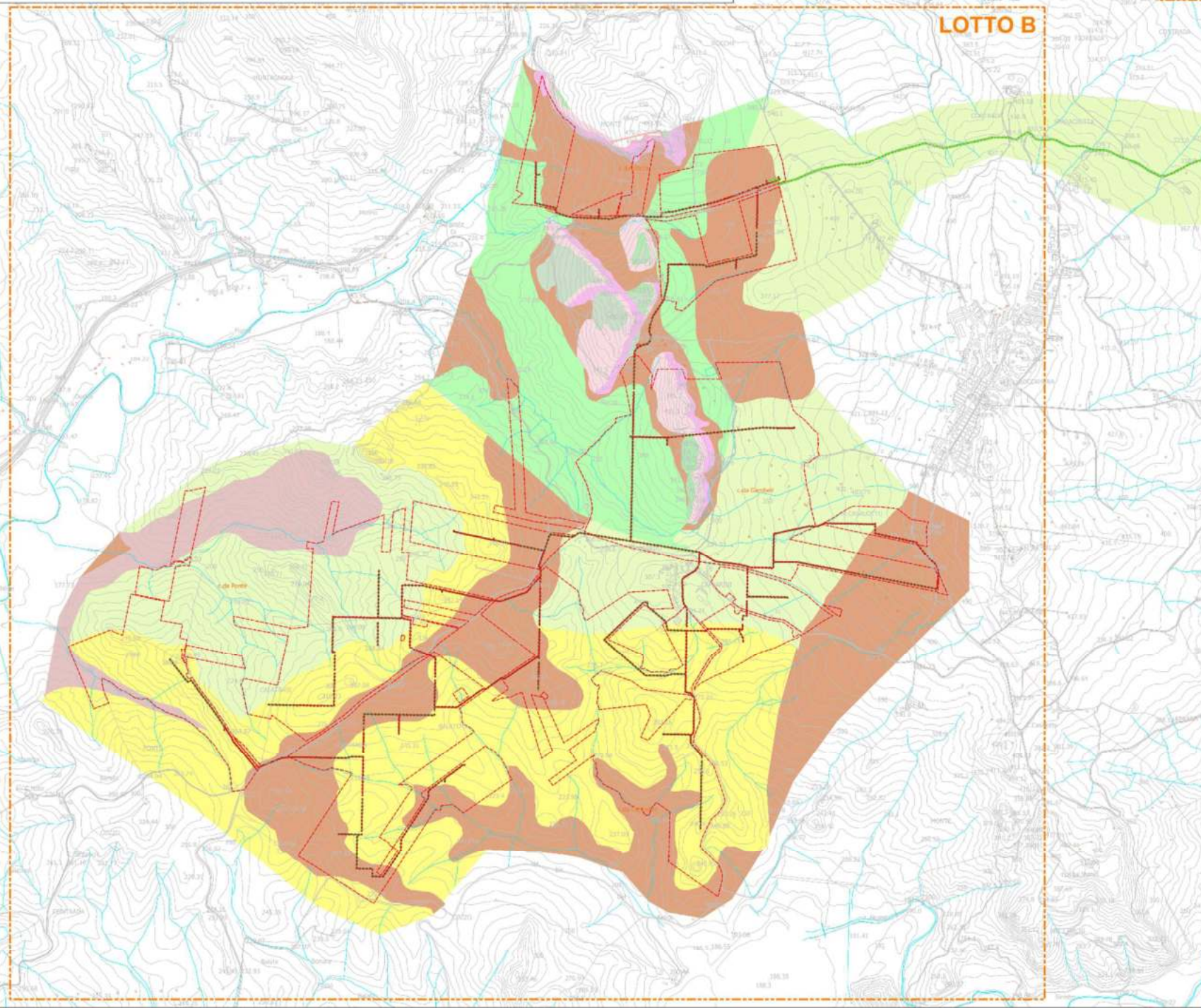
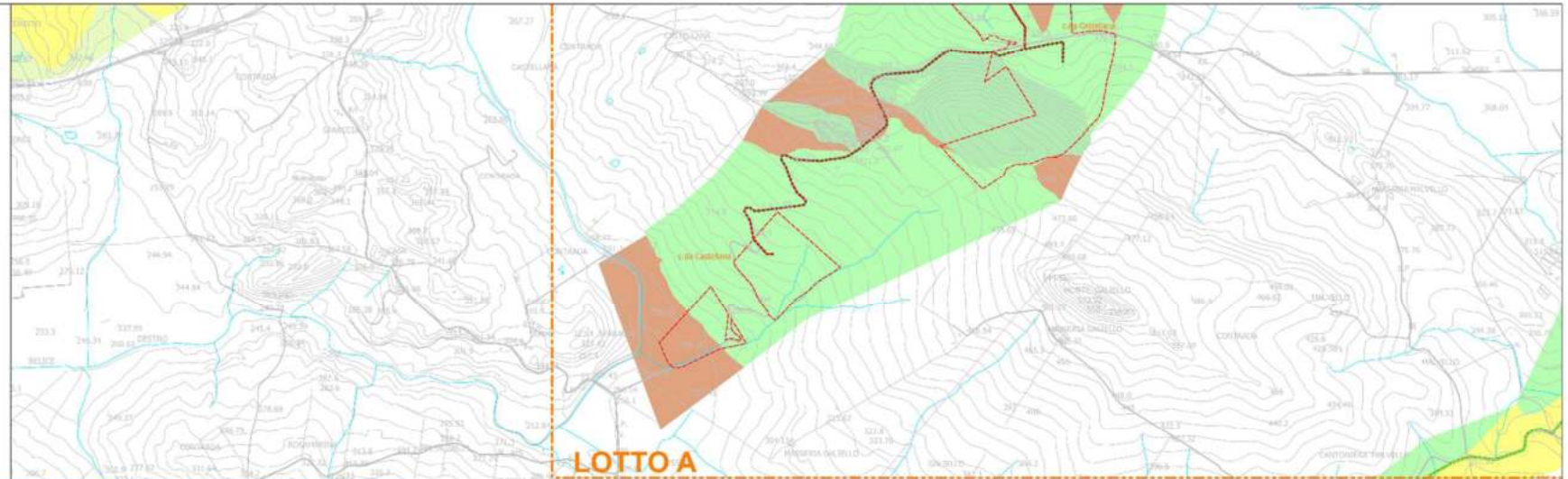
IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12

Carta Geologica Lotto B

SCALA 1:10000

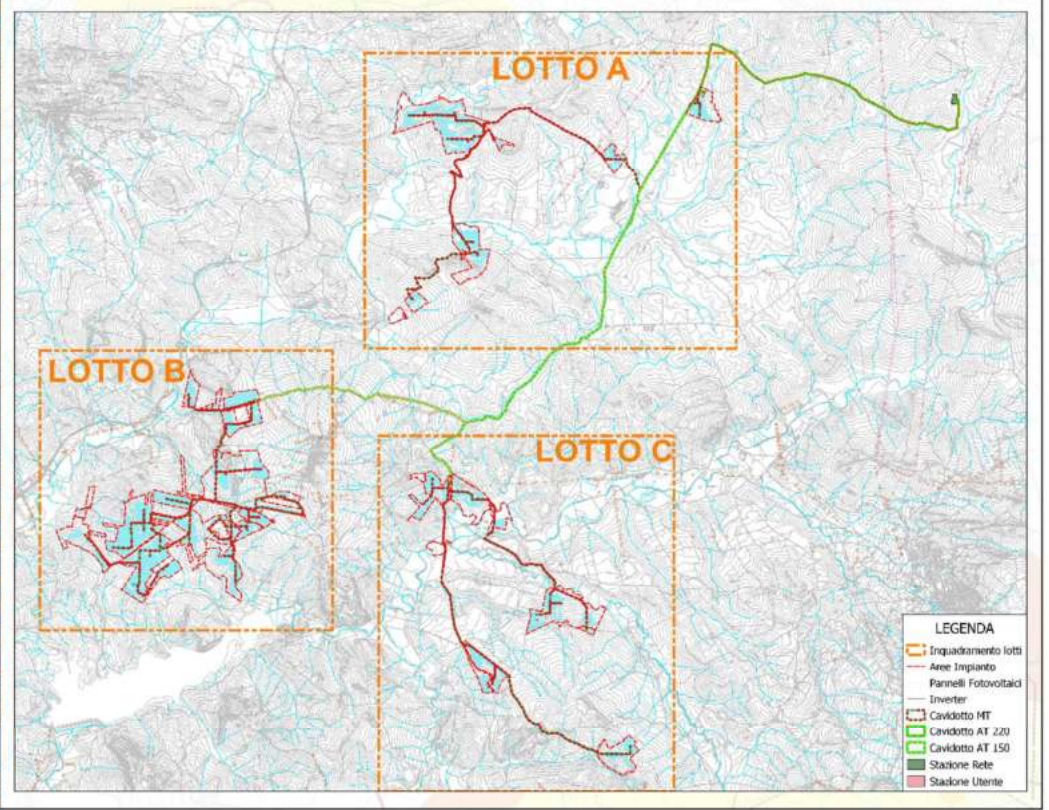


Formazioni Geologiche		LEGENDA	
	Coltre detritica eluvio colluviale e depositi di fondovalle (Attuale)		Fm. Tavernola (Aquitano Sup. - Langhiano)
	Sintema del Fiume Belice (Pliocene medio - Superiore)		Flysch Numidico (Oligocene Sup. - Miocene Inf.)
	Fm. Mamoso Arenacea del Belice (Piacenziano-Gelasiano)		Argille e calcari di case Sepia (Eocene Sup. - Oligocene Inf.)
	Trubi (Pliocene Inf.)		Marne di San Cipirello (Burdigaliano - Tortoriano Medio)
	Geste selenitiche della Fm. Cattolica (Messiniano)		Calcareniti di Corleone (Aquitano - Langhiano)
	Fm. Terravecchia (Tortoniano Med. - Messiniano Inf.)		Fm. Amerillo (Cretacco Sup. - Eocene)
	Formazione Castellana Sicula (Serravalliano Sup. - Tortoniano Inf.)		Fm. Buccheri (Toarciano - Tirozico)
			Fm. Iridi (Hettangiano-Sinemuriano)
			Inquadramento lotti
			Aree Impianto
			Cavidotto MT
			Cavidotto AT 220
			Cavidotto AT 150
			Stazione Rete
			Stazione Utente



IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO S&P12 Inquadramento lotti

SCALA 1:50000



LEGENDA	
	Inquadramento lotti
	Aree Impianto
	Pannelli Fotovoltaici
	Inverter
	Cavidotto MT
	Cavidotto AT 220
	Cavidotto AT 150
	Stazione Rete
	Stazione Utente

