



# REGIONE SICILIA

## CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO

### LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI

PROGETTO:

Località Impianto  
 COMUNE DI GIBELLINA (TP) CONTRADA MAGIONE  
 COMUNE DI MONREALE (PA) CONTRADE SPIZZECA, PARRINO E TORRETTA  
 COMUNI DI GIBELLINA (TP)-POGGIOREALE (TP) CONTRADA ABITA DI SOPRA  
 Località Connessione  
 COMUNE DI GIBELLINA (TP) CONTRADA CASUZZE  
 Località Area di produzione Idrogeno  
 COMUNI DI GIBELLINA (TP)-POGGIOREALE (TP) CONTRADA ABITA DI SOPRA

OGGETTO:

**PROGETTO DEFINITIVO**  
 Realizzazione impianto agro-fotovoltaico denominato "S&P 9" con potenza di picco 110.271 kWp e potenza nominale 100.000,00 kW con annessa produzione di Idrogeno

ELABORATO:

Relazione Geologica, Idrogeologica e Geomorfologica

DATA:

22/01/2022

CODICE ELABORATO:

SP9REL006\_00-SeP\_9-IMPIANTO-IT-GEORELAZIONE\_GEOLOGICA\_ED\_IDROGEOLOGICA

Rev.	Data Rev.	Data Rev.

TAVOLA N°:

REL006

PAGINE N°:

59

PROGETTISTI:

Ing. Sapienza Angelo



Ing. Rizzuto Vincenzo



Geol. Salvatore Carrubba



SPAZIO RISERVATO PER LE APPROVAZIONI

SOCIETÀ:

**S&P 9 S.R.L.**  
 SICILIA E PROGRESSO  
 sede legale: Corso dei Mille 312, 90047 Partinico (PA)  
 C.F.: 06974380823 tel.: 0919865917 - fax: 0918902855  
 email: sviluppopep9@gmail.com  
 pec: sviluppopep9@pec.it



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO S&amp;P 9 POTENZA DI PICCO PICCO 107.760,00 KWP E POTENZA NOMINALE 80.000 KW NEI TERRITORI COMUNALI DEI COMUNI DI MONREALE (PA), GIBELLINA (TP) E POGGIOREALE (TP)</b> .....	<b>4</b>
2.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.....	4
2.2	MISURE PREVISTE PER LA MITIGAZIONE DEI FENOMENI DI DISSESTO E DI RUSCELLAMENTO DIFFUSO .....	5
2.3	ANALISI DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI RELATIVI AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) .....	6
2.4	CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE.....	7
2.5	CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE .....	10
2.6	DESCRIZIONE DEGLI ACQUIFERI, PROFONDITÀ DELLA FALDA IDRICA.....	11
2.7	VALUTAZIONI SULLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	12
2.8	ACCORGIMENTI CHE SARANNO ADOTTATI NELLA FASE DI CANTIERE, ESERCIZIO E DISMISSIONE AL FINE DI RIDURRE IL RISCHIO DI CONTAMINAZIONE DI SUOLO, E SOTTOSUOLO E DELLE ACQUE.....	12
2.9	PROGRAMMA DELLE INDAGINI.....	13
2.10	CONCLUSIONI AL CAPITOLO 2 .....	14
<b>3</b>	<b>STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA STAZIONE ELETTRICA DA REALIZZARSI NELLA CONTRADA CASUZZE DEL TERRITORIO COMUNALE DI GIBELLINA (TP)</b> .....	<b>15</b>
3.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.....	15
3.2	ANALISI DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI RELATIVI AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) .....	16
3.3	CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE.....	17
	TETTONICA.....	17
3.4	CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE .....	19
3.5	VALUTAZIONI SULLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	20
3.6	ACCORGIMENTI CHE SARANNO ADOTTATI NELLA FASE DI CANTIERE, ESERCIZIO E DISMISSIONE AL FINE DI RIDURRE IL RISCHIO DI CONTAMINAZIONE DI SUOLO, E SOTTOSUOLO E DELLE ACQUE.....	21
3.7	PROGRAMMA DELLE INDAGINI.....	22
3.8	CONCLUSIONI AL CAPITOLO 3 .....	23
<b>4</b>	<b>STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO INTERRATO DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE ELETTRICA E I SITI DELL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO "S&amp;P 9"</b> .....	<b>24</b>
4.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.....	24
4.2	ANALISI DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI RELATIVI AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) .....	26
4.3	CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE.....	27
4.4	CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE .....	30
4.5	DESCRIZIONE DEGLI ACQUIFERI, PROFONDITÀ DELLA FALDA IDRICA E VALUTAZIONI SULLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	31
4.6	PROGRAMMA DELLE INDAGINI.....	32
4.7	GESTIONE DELLE INTERFERENZE E DELLE CRITICITA' .....	33
	• CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE.....	33
	• CRITICITÀ GEOLOGICHE .....	34
	• CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE .....	34
4.8	ACCORGIMENTI CHE SARANNO ADOTTATI NELLA FASE DI CANTIERE, ESERCIZIO E DISMISSIONE AL FINE DI RIDURRE IL RISCHIO DI CONTAMINAZIONE DI SUOLO, E SOTTOSUOLO E DELLE ACQUE.....	35
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>36</b>

## 1 PREMESSA

---

Su incarico della S&P 9 S.R.L. è stato eseguito il presente studio geologico, idrogeologico e geomorfologico di supporto al progetto per la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico denominato "S&P 9" con potenza di picco 110.2714 kWp e potenza nominale 100.000 kW da realizzarsi nella C.da Magione del territorio comunale di Gibellina (TP) e nelle contrade Spizzeca, Parrino e Torretta del territorio comunale di Monreale (PA). Inoltre nella contrada Abita di Sopra dei comuni di Gibellina e Poggioreale (TP) verrà realizzata un'area dedicata alla produzione di idrogeno verde. I suddetti impianti saranno connessi alla Stazione Elettrica da realizzarsi nella Contrada Casuzze del territorio comunale di Gibellina (TP). 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 del sito dove verrà realizzata la Stazione Elettrica, sia dei siti che verranno attraversati dal cavidotto interrato per la connessione degli impianti alla Stazione Elettrica di Contrada Casuzze. 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. In particolare nel seguente capitolo 2 viene analizzata la compatibilità geologica, idrogeologica e geomorfologica dei siti ove verranno realizzati gli impianti, mentre nel capitolo 3 viene analizzata la compatibilità geologica, idrogeologica e geomorfologica del sito ove verrà realizzata la Stazione Elettrica. Infine nel capitolo 4 viene verificata la compatibilità del cavidotto interrato in progetto con l'assetto geologico, idrogeologico e geomorfologico dei siti da esso attraversata

## 2 STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO S&P 9 POTENZA DI PICCO PICCO 107.760,00 KWP E POTENZA NOMINALE 80.000 KW NEI TERRITORI COMUNALI DEI COMUNI DI MONREALE (PA), GIBELLINA (TP) E POGGIOREALE (TP)

---

### 2.1 Inquadramento geografico e geomorfologico

I siti ove verranno installati gli impianti sono cartografati sulla Carta Tecnica Regionale n. 606150, n. 606160, n. 607130 e n. 607140. Le suddette carte sono riprodotte nell'allegato A in calce al presente studio. Le aree in studio si trovano nelle C.da Magione del territorio comunale di Gibellina (TP) e nelle contrade Spizzeca, Parrino e Torretta del territorio comunale di Monreale (PA). Inoltre nella contrada Abita di Sopra dei comuni di Gibellina e Poggioreale (TP) verrà realizzata un'area di produzione di idrogeno verde. 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 del bacino idrografico del Fiume Belice e le loro acque superficiali vengono drenate dai diversi affluenti in sponda destra del Fiume Belice. Mentre la porzione NordOvest del sito in studio fa parte del bacino del Fiume San Bartolomeo e il Fiume Freddo risulta essere il corso d'acqua principale che drena le acque dirigendole verso Nord.

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 descritti nelle considerazioni geomorfologiche e mappati sulle carte geomorfologiche (allegato B) redatte per ogni sito alla scala 1:5000.

## 2.2 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 ad 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.

### 2.3 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..

Nell'allegato C, riportato in calce al presente studio, 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.). Su tali carte sono stati evidenziati con un tratteggio verde i contorni dei siti che verranno occupati dagli impianti.

Come precedentemente descritto i siti ricadono nel bacino idrografico del Fiume Belice e nell'adiacente bacino idrografico del Fiume San Bartolomeo.

Dall'osservazione delle carte del PAI (riportate nell'allegato C riprodotto in calce al presente studio) e della tavola di dettaglio S&P9 IT-CDV-IMPIANTI (allegata al progetto generale) si evince che in ogni caso non saranno installati impianti 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.

## 2.4 Considerazioni Geologiche

Le ricerche bibliografiche ed il rilevamento di superficie, esteso ad un intorno significativo, hanno permesso cartografare, nelle carte geologiche riportate in calce al presente studio nell'allegato D, 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 e della Formazione Castellana Sicula. Di seguito sono descritte tali Formazioni Geologiche:

● **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 di calcari o marne, sabbie e blocchi di quarzareniti.

● **I depositi fluviali.** (Attuale). Questi depositi 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 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.

● **Marne di San Cipirrello** In affioramento nel sito in esame (vedasi carta geologica) ed in più punti nel territorio di Gibellina sono state rilevate in affioramento 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 breccie calcaree come quelle in affioramento a Case Vescovo.

● **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 rinvengono 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.

### 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.

## 2.5 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 costituiscono 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 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 fluviali 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.

## 2.6 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.

## 2.7 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 dell'area in esame 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.

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

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.

## 2.9 Programma delle indagini

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 MASW 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 MASW 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 Vs 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.

## 2.10 Conclusioni al capitolo 2

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 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 non sono stati censiti dissesti.

In funzione dei carichi indotti sul sedime di fondazione degli interventi da realizzare, considerato quanto esposto nel presente capitolo 2, si dovrà immancabilmente tener conto della locale variabilità laterale e verticale delle caratteristiche reologiche del sito.

In fase esecutiva dovranno essere immancabilmente esperite le indagini geognostiche indirette e dirette e le 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.

Dal punto di vista geomorfologico e idrogeologico si dovrà, con le indagini geognostiche, verificare l'entità della coltre detritica eluvio colluviale e della coltre di alterazione presente sulle formazioni geologiche, individuandone le caratteristiche idrogeologiche e procedere alla sua stabilizzazione ed alla stabilizzazione dei dissesti rilevati. Bisognerà inoltre stabilizzare il profilo di base dei corsi d'acqua che attraversano le aree in studio e migliorare 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.

Termini Imerese, 30/08/2021

Il geologo  
Dott. Salvatore Carrubba



### 3 STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA STAZIONE ELETTRICA DA REALIZZARSI NELLA CONTRADA CASUZZE DEL TERRITORIO COMUNALE DI GIBELLINA (TP)

---

#### 3.1 Inquadramento Geografico e Geomorfológico

L'area in esame si trova nella contrada Rocca Spina Santa del territorio comunale di Gibellina ed è cartografata nella Carta Tecnica Regionale n. 606160. In particolare il sito ove sorgerà la Stazione Elettrica si trova in contrada Casuzze, in una zona di fondovalle ad Est dalla la zona di confluenza di due aste di un affluente in sponda destra del Fiume Freddo e ad Ovest di Case Casuzze.

Il sito è costituito da una zona perlopiù pianeggiante che si sviluppa dalla quota media di 168 m s.l.m. sino alla quota media di 180 m s.l.m. nella zona di confluenza delle due aste dell'affluente in sponda destra del Fiume Freddo. Mentre man mano che ci si sposta verso Est il versante risale rapidamente verso Case Casuzze raggiungendo i 201.9 m. s.l.m.. Al contrario la porzione Sud del sito in esame si sviluppa su un alto strutturale che costituisce lo spartiacque idrografico delle due aste che confluiscono poco più a Nord. Nella zona di confluenza risultano presenti opere idrauliche costruite in epoca non lontana probabilmente per la stabilizzazione del profilo di base dei due corsi d'acqua nei pressi della S.P. n 37. Il dimensionamento idraulico di tali opere idrauliche esistenti in adiacenza del sito ove sorgerà la Stazione Elettrica dovrà essere verificato in sede esecutiva.

A causa della modesta pendenza dell'area in studio i corsi d'acqua non imbrigliati tendono ad approfondire il proprio livello di base (vedasi carta geomorfologica). Sempre a causa della modesta pendenza delle aste di drenaggio e delle zone limitrofe esistono zone con ruscellamento diffuso e zone che tendono a saturarsi in caso di eventi piovosi. Tutti questi aspetti sono facilmente risolvibili nell'ambito di una sistemazione idraulica da eseguire in fase esecutiva per la posa in opera delle strutture previste in progetto mediante la costruzione delle più opportune opere di sistemazione idraulica quali ad esempio fossi di guardia, canali di gronda, drenaggi, ecc....

L'area in studio, osservata a grande scala presenta un andamento morfologico molto articolato in funzione soprattutto della disposizione dei litotipi presenti. In particolare si notano forme morbide e rilievi poco accentuati nelle zone ove affiorano i terreni argillosi, mentre su terreni più competenti (marne, calcari, arenarie e quarzareniti) si riscontrano rilievi piuttosto acclivi a volte con brusche rotture di pendenza. Dal punto di vista geodinamico sono stati rilevati dei modesti dissesti nella porzione più a Est del sito ed in particolare sul versante più pendente che raccorda la zona di fondovalle con le Case Casuzze (vedasi carta geomorfologica).

Tali modesti dissesti verranno stabilizzati con le tecniche più opportune in funzione dei risultati della campagna di indagini geognostiche prevista.

### 3.2 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, nell'area oggetto d'intervento, non sono stati censiti dissesti che potrebbero, nella loro evoluzione, coinvolgere il sito in studio.

Di seguito sono state riportate la "Carta dei Dissesti", la "Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico" e la "Carta della Pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione" allegate al Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Su tali carte è stato evidenziato in arancione il sito d'interesse per verificare che esso non sia stato campito da alcuna simbologia indicante la presenza di dissesti o pericolosità idraulica.

### 3.3 Considerazioni Geologiche

Le ricerche bibliografiche ed il rilevamento di superficie, esteso ad un intorno significativo, hanno permesso di individuare, nella parte del sito che si sviluppa a quota più bassa, i depositi fluviali attuali che giacciono discordanti sui classici depositi afferenti alle Marne di San Cipirrello in affioramento sul versante ad Est e sul crinale a Sud del sito in esame. Di seguito sono descritte tali Formazioni Geologiche:

- **I depositi fluviali attuali** 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.

- **Marne di San Cipirrello** In affioramento nel sito in esame (vedasi carta geologica) ed in più punti nel territorio di Gibellina sono state rilevate in affioramento 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 poco più ad Est del sito in esame.

#### 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 diversi periodi e con varie direzioni di movimento provocando da un canto i sovrascorrimenti tra varie formazioni nelle zone

molto più a Sud del sito d'interesse 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.

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 delle Marne di San Cipirrello che costituiscono il versante Est e la porzione Sud del sito in studio. 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.

### 3.4 Considerazioni Idrogeologiche

Il sito in esame si estende su di un pendio caratterizzato dalla presenza di depositi fluviali attuali e dei litotipi afferenti alle Marne di San Cipirrello costituiti da vari litotipi a disposizione difficilmente prevedibile. Ciò determina una notevole variabilità nel comportamento idrodinamico dei complessi sedimentari costituenti il sito in esame.

In particolare, volendo schematizzare i diversi litotipi che costituiscono il sottosuolo del sito 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 quali i conglomerati e le sabbie che costituiscono dei livelli, talora di notevole spessore, intercalati nelle argille;
- litotipi permeabili per porosità primaria quali le sabbie, i conglomerati e le calcareniti.

Pertanto nel sottosuolo, l'acqua è in grado di sfruttare gli strati più permeabili, quali quelli dovuti 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.

In queste condizioni le acque piovane si infiltrano rapidamente quando in affioramento sono presenti litotipi permeabili sino ad intercettare i livelli meno permeabili e proseguire il proprio moto con direzioni di flusso a componente prevalentemente orizzontale.

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.

### 3.5 Valutazioni sulla vulnerabilità degli acquiferi.

I litotipi in affioramento sono stati in dettaglio descritti nei precedenti paragrafi mentre il precedente paragrafo ne descrive il comportamento idrodinamico.

Volendo sintetizzare quanto più ampiamente descritto in precedenza, 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, 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 tuttalpiù 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 dell'area in esame 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.

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

Nonostante la bassa vulnerabilità all'inquinamento, al fine di ridurre il Rischio di inquinamento del sito in studio, le acque dei piazzali dove verranno installati gli impianti saranno convogliate verso vasche di laminazione dotate di disoleatore mentre per le fasi di realizzazione degli impianti si prevede di realizzare opportune piazzole di carico impermeabilizzate e dotate di disoleatore. In tali piazzole 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.

### 3.7 Programma delle Indagini

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 in progetto.

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 e sismica.

La caratterizzazione sismica sarà eseguita tramite l'esecuzione, su più stese geofoniche, di tomografie sismiche a rifrazione, e di sondaggi MASW 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 degli stendimenti e permetterà 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 MASW 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 Vs equivalente ai sensi dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/1/2018.

Ciò consentirà di individuare la potenza e le caratteristiche elastiche della coltre di alterazione eluvio colluviale presente sulle marne di San Cipirrello e le caratteristiche dei depositi fluviali attuali.

Per quanto riguarda invece la caratterizzazione geotecnica dei siti dove saranno realizzate le opere a maggior impatto si prevede di eseguire perforazioni geognostiche in modo da verificare in dettaglio le stratigrafie e prelevare i necessari campioni geognostici sui quali esperire le prove geotecniche di laboratorio.

Infine, sia per dimensionare gli impianti di messa a terra, sia per individuare la presenza di aree sature, si prevede di eseguire una serie di tomografie elettriche 2D che consentiranno di ottenere sezioni verticali che mostreranno la distribuzione dei valori di resistività elettrica nel sottosuolo.

### 3.8 Conclusioni al capitolo 3

Dai rilievi di superficie del sito e del suo intorno nonché 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 e geomorfologiche del sito.

Da quanto esposto nel presente capitolo 3, si individuano nel sito in esame condizioni geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche compatibili alla realizzazione della Stazione Elettrica in progetto. Infatti negli elaborati cartografici relativi al Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) si osserva che, nell'area oggetto d'intervento, non sono stati censiti dissesti che potrebbero, nella loro evoluzione, coinvolgere il sito in studio.

In funzione dei carichi indotti sul sedime di fondazione degli interventi da realizzare, considerato quanto esposto nel presente capitolo 3, si dovrà immancabilmente tener conto della locale variabilità laterale e verticale delle caratteristiche reologiche del sito.

In fase esecutiva dovranno essere immancabilmente esperite le indagini geognostiche indirette e dirette e prove geotecniche in situ ed in laboratorio per la definizione del modello geotecnico di dettaglio indispensabile per la corretta progettazione delle più idonee strutture fondali delle opere in progetto.

Dal punto di vista geomorfologico si dovrà, con le indagini geognostiche, verificare l'entità della coltre di alterazione eluvio colluviale presente sul versante Est del sito e procedere alla sua stabilizzazione ed alla stabilizzazione delle aree interessate da fenomeni dissesto. Le stesse indagini definiranno anche la potenza dei depositi fluviali attuali e le loro caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche.

Mentre dal punto di vista idraulico dovrà eseguirsi la verifica idraulica delle opere realizzate nella zona di confluenza delle due aste dell'affluente in sponda destra del Fiume Freddo prevedendo, nel contempo, la stabilizzazione delle aste fluviali che interessano il lotto e alla regimazione dei deflussi delle aree interessate da ruscellamento diffuso e da scarsa capacità di drenaggio.

Termini Imerese, 30/08/2021

Il geologo  
Dott. Salvatore Carrubba



## 4 STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO INTERRATO DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE ELETTRICA E I SITI DELL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO "S&P 9"

---

### 4.1 Inquadramento geografico e geomorfologico

Il tracciato del cavidotto in progetto è cartografato sulla Carta Tecnica Regionale n. 606150, n. 606160, n. 607130 e n. 607140. Le suddette carte sono riprodotte nell'allegato A in calce al presente studio. Un primo tratto del cavidotto si dipartirà dalla località Casuzze del territorio comunale di Gibellina (TP), ove verrà realizzata la Stazione Elettrica, per dirigersi per raggiungere l'impianto sito a circa 3 km verso Ovest. Un altro tratto si dirigerà verso Est attraversando la contrada Rocca, la contrada Pietra e la contrada Spizzeca Grande. Infine, seguendo in linea di massima il percorso della Sp20, e la Sp.9 raggiungerà gli impianti in contrada Parrino e contrada Torretta che verranno realizzati più a Est.

Le aree in studio 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.

Il cavidotto attraverserà il bacino idrografico sotteso dal Fiume San Bartolomeo che riversa le proprie acque verso la costa Nord Siciliana e il bacino idrografico del Fiume Belice che riversa le proprie acque verso Sud. Buona parte del tracciato si svilupperà proprio nella parte alta dei due bacini idrografici attraversando diverse linee di impluvio di corsi d'acqua minori che affluiscono poi alle aste principali dei due bacini.

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. 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 cui interventi di stabilizzazione dovranno essere studiati in fase esecutiva dopo aver definito, con opportune indagini geognostiche indirette e dirette, la loro morfologia ed il modello geotecnico ed idrogeologico.

Inoltre la cattiva regimazione delle acque superficiali fa sì che esistano vaste aree con fenomeni di erosione dovuti al ruscellamento diffuso e zone con scarsa capacità di drenaggio. Questi fenomeni

tendono quindi favorire la saturazione dei terreni limitrofi provocando l'appesantimento della coltre superficiale e l'incremento delle pressioni interstiziali generando ulteriori fenomeni di dissesto di varia entità. Quanto appena descritto è stato cartografato sulle carte geomorfologiche redatte per tutto il tracciato del cavidotto alla scala 1:5000 e riportate in calce al presente studio nell'allegato B. La maggior parte delle problematiche appena descritte sarà facilmente risolta nell'ambito della sistemazione idraulica e geomorfologica per la realizzazione degli impianti. 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.

Pertanto la realizzazione delle opere di regimazione idraulica e di stabilizzazione delle aree dove verranno realizzati gli impianti favorirà direttamente e indirettamente la generale stabilità dei siti in studio.

La tavola di progetto allegata al Progetto Definitivo intitolata "Cavidotti ed interferenze" il cui codice elaborato è "SP9EPD006\_00-SeP\_9-IMPIANTO-IT-CIN-Cavidotti\_Interferenze" descrive sia le interferenze che le tipologie costruttive del cavidotto di collegamento e dei cavidotti interni agli impianti. Come si evince da tale elaborato soltanto i tratti di elettrodotta interni agli impianti saranno realizzati con tecniche di scavo tradizionali mentre i tratti di cavidotto di collegamento che verranno realizzati tra gli impianti e la stazione elettrica verranno 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.

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

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

Dall'attenta analisi degli elaborati cartografici relativi al Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) si osserva che la maggior parte del cavidotto non intercetterà aree dove nelle carte del PAI sono stati censiti dissesti mentre nel tratto terminale a Est del cavidotto in progetto vengono intercettati alcuni dissesti censiti dal P.A.I. e che interessano gli assi viari principali.

Le caratteristiche di tali dissesti descritti nelle schede del PAI sono riepilogati nella seguente tabella:

Codice dissesto	Comune	Classificazione	Attività	Pericolosità
057-9PO-010	Poggioreale	Scorrimento	Quiescente	P1 Moderata
057-6MO-078	Monreale	Area a franosità diffusa	Attiva o riattivata	P2 Media
057-6MO-079	Monreale	Scorrimento	Attiva o riattivata	P3 Elevata
057-6MO-081	Monreale	Deformazioni superficiali lente (creep o soliflusso)	Attiva o riattivata	P2 Media
057-6MO-104	Monreale	Scorrimento	Attiva o riattivata	P3 Elevata

L'interferenza sulla planimetria con tali dissesti tuttavia non preclude la realizzazione del cavidotto 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 PAI. La prevista campagna di indagini geognostiche consentirà di definire, con indagini dirette ed indirette, la profondità delle superfici di distacco dei dissesti cartografati dal PAI consentendo di progettare la quota altimetrica della perforazione ove verrà installato il cavidotto.

Nell'allegato C, riportato in calce al presente studio, 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.). Su tali carte il percorso del cavidotto è stato evidenziato con un tratteggio magenta e blu.

Parimenti la tavola "SP9EPD003\_00-SeP\_9-IMPIANTO-IT-CDV-

Carta\_dei\_Vincoli\_Cavidotto", allegata al progetto generale, fornisce un quadro d'insieme dell'intero tracciato del cavidotto e dei dissesti cartografati dal P.A.I..

### 4.3 Considerazioni Geologiche

Le ricerche bibliografiche ed il rilevamento di superficie, esteso ad un intorno significativo del tracciato del cavidotto, hanno permesso cartografare, nelle carte geologiche riportate in calce al presente studio nell'allegato D, 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 e della Formazione Castellana Sicula. Di seguito sono descritte tali Formazioni Geologiche:

● **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 di calcari o marne, sabbie e blocchi di quarzareniti.

● **I depositi fluviali.** (Attuale). Questi depositi 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 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.

● **Marne di San Cipirrello** In affioramento nel sito in esame (vedasi carta geologica) ed in più punti nel territorio di Gibellina sono state rilevate in affioramento 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 breccie calcaree come quelle in affioramento a Case Vescovo.

● **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 rinvengono 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.

### 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.

#### 4.4 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 costituiscono 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 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 fluviali 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.

#### 4.5 Descrizione degli acquiferi, profondità della falda idrica e valutazioni sulla vulnerabilità degli acquiferi.

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 descritto precedentemente, 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, lungo il percorso del cavidotto 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 tutt'al più 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.

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.

Pertanto la vulnerabilità intrinseca dell'area in esame 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.

Il cavidotto sarà scavato con la tecnica del no dig pertanto sarà interamente trivellato nelle argille della formazione di base evitando quindi di intercettare i terreni di copertura e le aree a maggior permeabilità dovute per esempio ai sedimenti fluviali.

#### 4.6 PROGRAMMA DELLE INDAGINI

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 dimensionamento del cavidotto e per il calcolo delle profondità alla quale sarà posto in opera con la tecnica del no dig. Le indagini saranno costituite da indagini dirette ed indirette volte sia all'analisi stratigrafica dei litotipi attraversati dal cavidotto, 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 scivolamento dei movimenti franosi individuati in modo da poter correttamente individuare la profondità alla quale il cavidotto sarà trivellato con la tecnica del no dig o per eventualmente 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 MASW 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". Questo tipo di indagine geofisica sarà particolarmente utilizzato per individuare la profondità della formazione di base all'interno della quale sarà perforato il cavidotto con la tecnica del no dig. L'utilizzo della tecnica MASW 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 Vs 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 specie nelle zone dove il cavidotto attraverserà gli impluvi principali.

Per quanto riguarda invece la caratterizzazione geotecnica ed idrogeologica dei siti dove saranno realizzate le opere a maggior impatto o per la stabilizzazione dei dissesti, 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 continue.

#### 4.7 GESTIONE DELLE INTERFERENZE E DELLE CRITICITA'

Nel presente capitolo vengono descritte le soluzioni tecniche individuate già in questa fase per la gestione delle criticità di cui ai precedenti paragrafi. Infatti secondo quanto di seguito descritto è stata individuata nella tecnica di scavo del "no dig" la soluzione tecnica che consentirà di superare le criticità di tipo geomorfologico, geologico, idrogeologico e di vulnerabilità degli acquiferi descritte in precedenza e di seguito discusse nei seguenti paragrafi.

##### ● *Criticità geomorfologiche*

Le criticità geomorfologiche individuate nel presente studio sono legate alla presenza di dissesti di varia entità legati alla mobilitazione della coltre superficiale. Tale criticità sarà facilmente superata con tecnica di scavo del "no dig", infatti con tale tecnica di scavo sarà possibile, una volta completata la campagna di indagini geognostiche, individuare la profondità della formazione di base e progettare lo scavo del cavidotto in modo da passare al di sotto della superficie di scivolamento dei dissesti.

Inoltre, come visibile nell'elaborato cartografico intitolato "Cavidotti ed interferenze" allegato al Progetto Definitivo (codice elaborato è "SP9EPD005\_00-SeP\_9-IMPIANTO-IT-CIN-Cavidotti \_Interferenze"), il tracciato del cavidotto intercetta numerosi impluvi che spesso sono in evoluzione geomorfologica ovvero presentano fenomeni di erosione al fondo in quanto devono continuamente adattarsi agli apporti dai versanti. Anche in questo caso, la tecnica di scavo del "no dig" consentirà di risolvere facilmente le interferenze con i corsi d'acqua semplicemente passando a sufficiente profondità al di sotto dei terreni alluvionali o interessati dall'erosione al fondo.

A tal proposito le indagini geognostiche ed in particolare la tomografia elettrica 2D consentiranno di individuare sia la potenza dei depositi alluvionali, sia le eventuali effimere falde di subalveo e progettare così la corretta profondità di scavo.

• *Criticità Geologiche*

Come precedentemente descritto più in dettaglio, le formazioni geologiche attraversate dal cavidotto sono molto eterogenee e questo provocherebbe non pochi problemi con le tecniche di scavo tradizionali per la possibilità di intercettare elementi litoidi tenaci che arrecherebbero difficoltà di scavo (roccia da mina) o al contrario per la difficoltà di contenimento dei fronti di scavo in presenza di terreni incoerenti. Con la tecnica di scavo del no dig invece tutte queste problematiche saranno facilmente superate in quanto la testa di perforazione è in grado di attraversare con eguale efficacia sia terreni lapidei che terreni inconsistenti.

• *Criticità idrogeologiche*

Le criticità di tipo idrogeologico potrebbero essere legate alla possibilità di intercettare lenti o litotipi più permeabili inclusi nelle argille. In questo caso, i litotipi più permeabili potrebbero essere sede di effimere falde stagionali. Parimenti la possibilità di intercettare eventuali falde di subalveo potrebbe costituire una criticità sia per la realizzazione del cavidotto sia per la salvaguardia delle acque sotterranee.

Perforando il cavidotto con la tecnica del no dig nelle argille della formazione di base le eventuali falde di subalveo non verranno intaccate dagli scavi mentre eventuali intercalazioni sabbiose sature presenti nelle argille saranno attraversate dalla perforazione del cavidotto senza alcun problema di rifluimento di materiali negli scavi.

Anche in questo caso la tomografia elettrica 2D consentirà di individuare preventivamente la disposizione nel sottosuolo delle intercalazioni più permeabili e la potenza dei depositi fluviali.

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

La tecnica di scavo del no dig costituisce di per sé un accorgimento utile per ridurre il rischio di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque. Infatti con tale tecnica di scavo i mezzi motorizzati restano fissi ad un estremo del tratto di cavidotto in perforazione mentre l'avanzamento avviene tramite aste di perforazione.

Pertanto la dispersione di inquinanti potrebbe avvenire soltanto nelle zone dove sono installate le macchine perforatrici e, trattandosi di un'area di pochi metri quadri, l'area può essere facilmente impermeabilizzata per scongiurare la possibilità di dispersione di inquinanti. Inoltre i fluidi di perforazione che si prevede di utilizzare saranno ecocompatibili e biodegradabili offrendo in questo modo una sufficiente garanzia di sicurezza.

In ogni caso grazie alle indagini geognostiche che saranno esperite in fase esecutiva si farà in modo che le perforazioni avvengano nelle argille della formazione di base che sono dotate quindi di bassissima permeabilità e che costituiscono una sufficiente garanzia contro la dispersione nel sottosuolo di fluidi di circolazione.

## 5 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 valutazione delle condizioni geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche del sito oggetto di intervento.

Dallo studio effettuato, si individuano nel sito in esame le condizioni geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche compatibili con la realizzazione del cavidotto di collegamento in progetto.

Infatti il cavidotto interrato non intercetterà dissesti censiti negli elaborati cartografici relativi al Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto, in tali aree, sarà installato, grazie alla tecnica del nodig, ad una profondità di sicurezza al di sotto della superficie di scivolamento.

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.

In fase esecutiva dovranno essere immancabilmente esperite le indagini geognostiche indirette e dirette e le prove geotecniche in situ e di laboratorio per la definizione del modello geotecnico di dettaglio indispensabile per la corretta programmazione degli utensili e delle procedure di scavo nonché per stabilire a priori le quote dell'avanzamento della perforazione.

Termini Imerese, 30/08/2021

Il geologo

Dott. Salvatore Carrubba



**Allegato A**  
**Stralci Topografici**  
**Scala 1:5000**

# INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO SU CTR

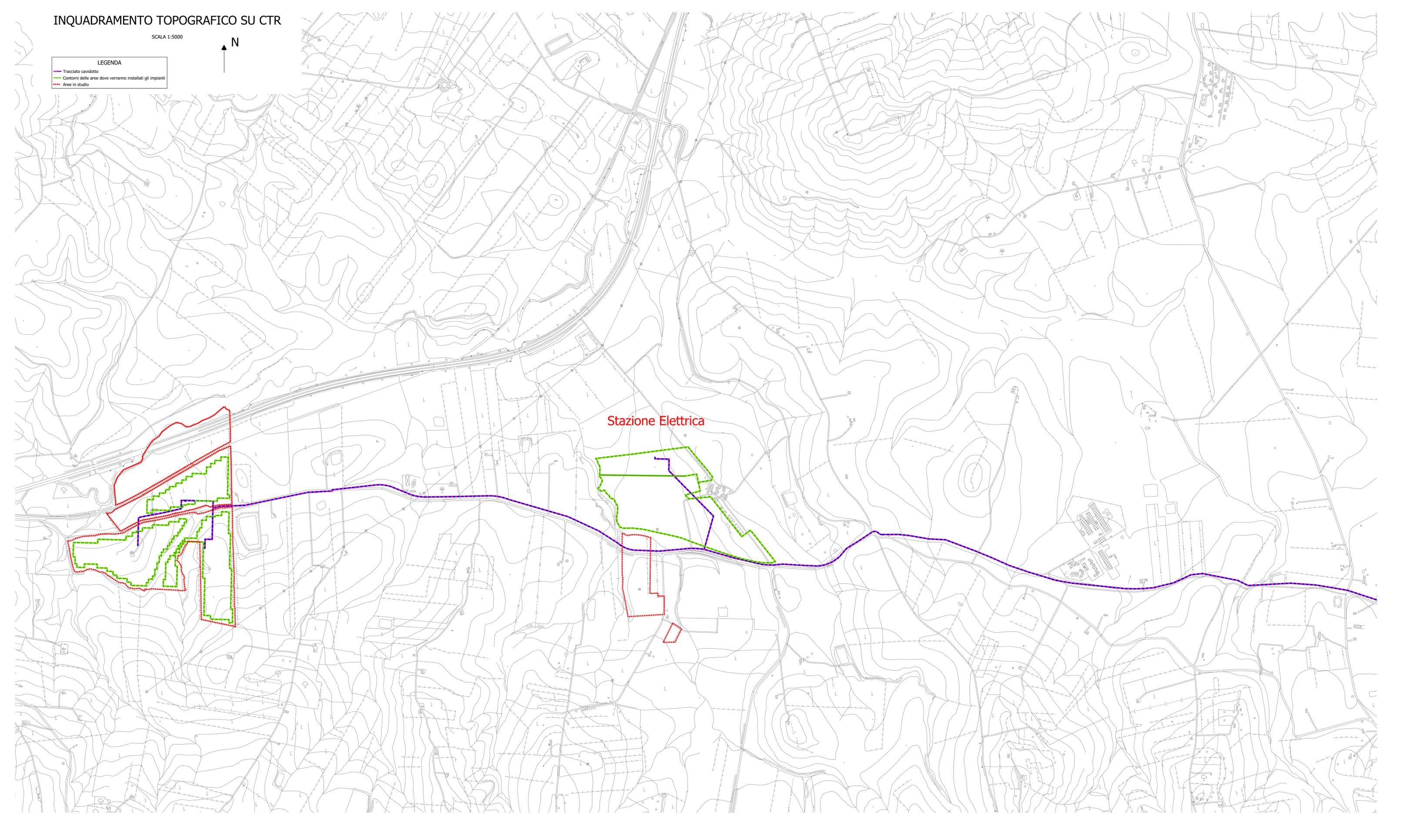
SCALA 1:5000

N

LEGENDA

- Tracciato cavidotto
- Contorni delle aree dove verranno installati gli impianti
- Aree in studio

Stazione Elettrica



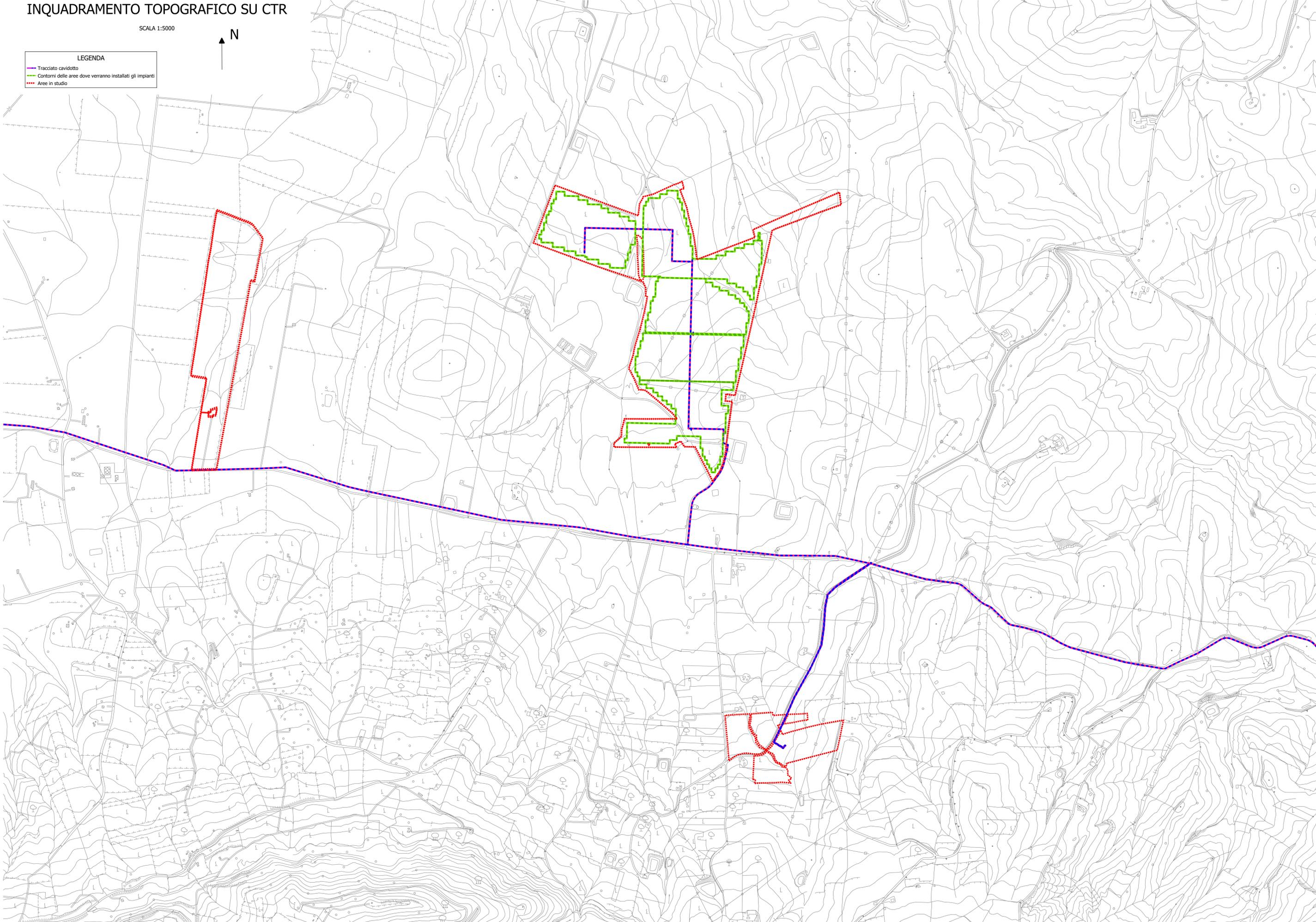
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO SU CTR

SCALA 1:5000



LEGENDA

- Tracciato cavidotto
- Contorni delle aree dove verranno installati gli impianti
- Aree in studio



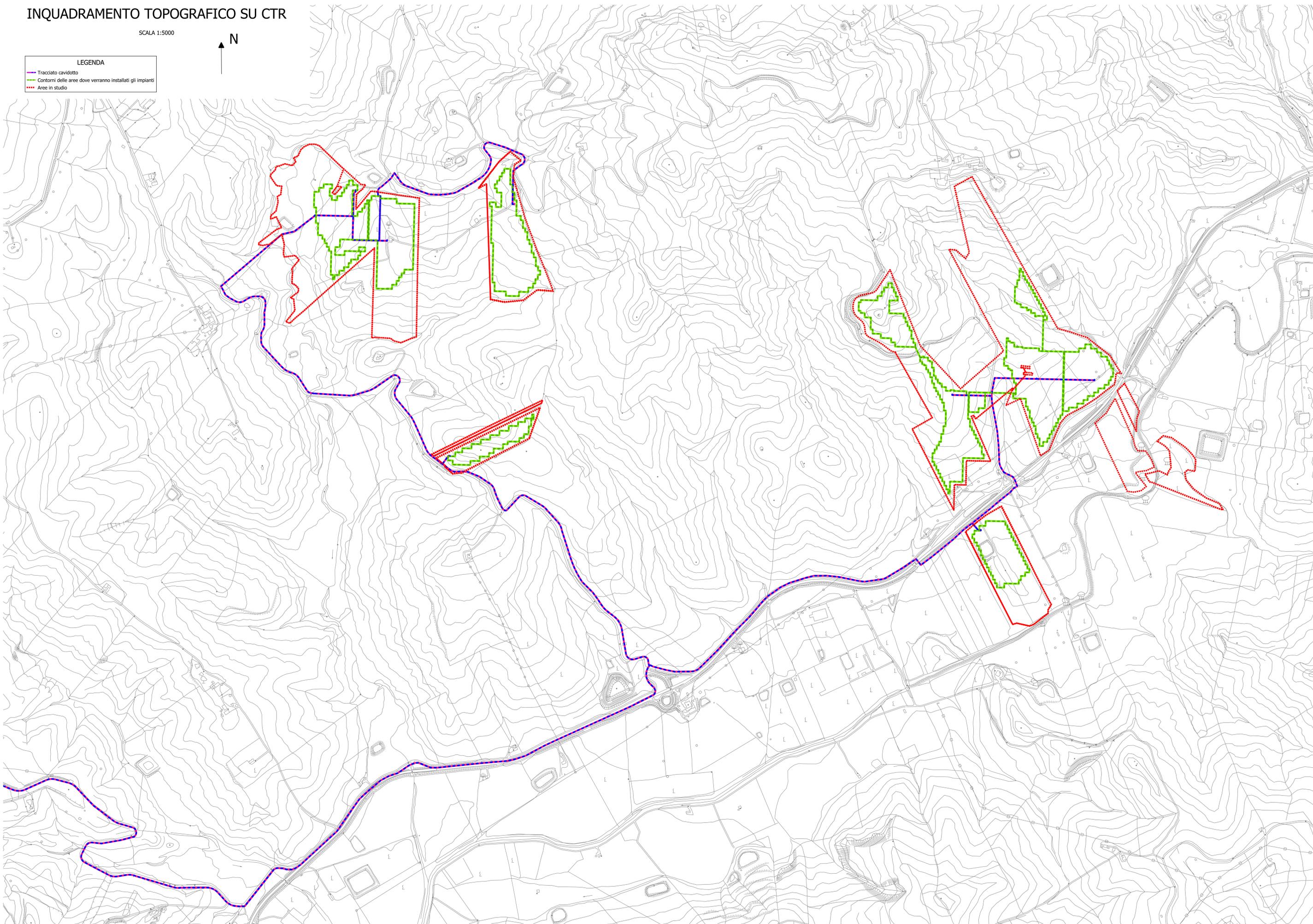
# INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO SU CTR

SCALA 1:5000



LEGENDA

- Tracciato cavidotto
- Contorni delle aree dove verranno installati gli impianti
- Are in studio

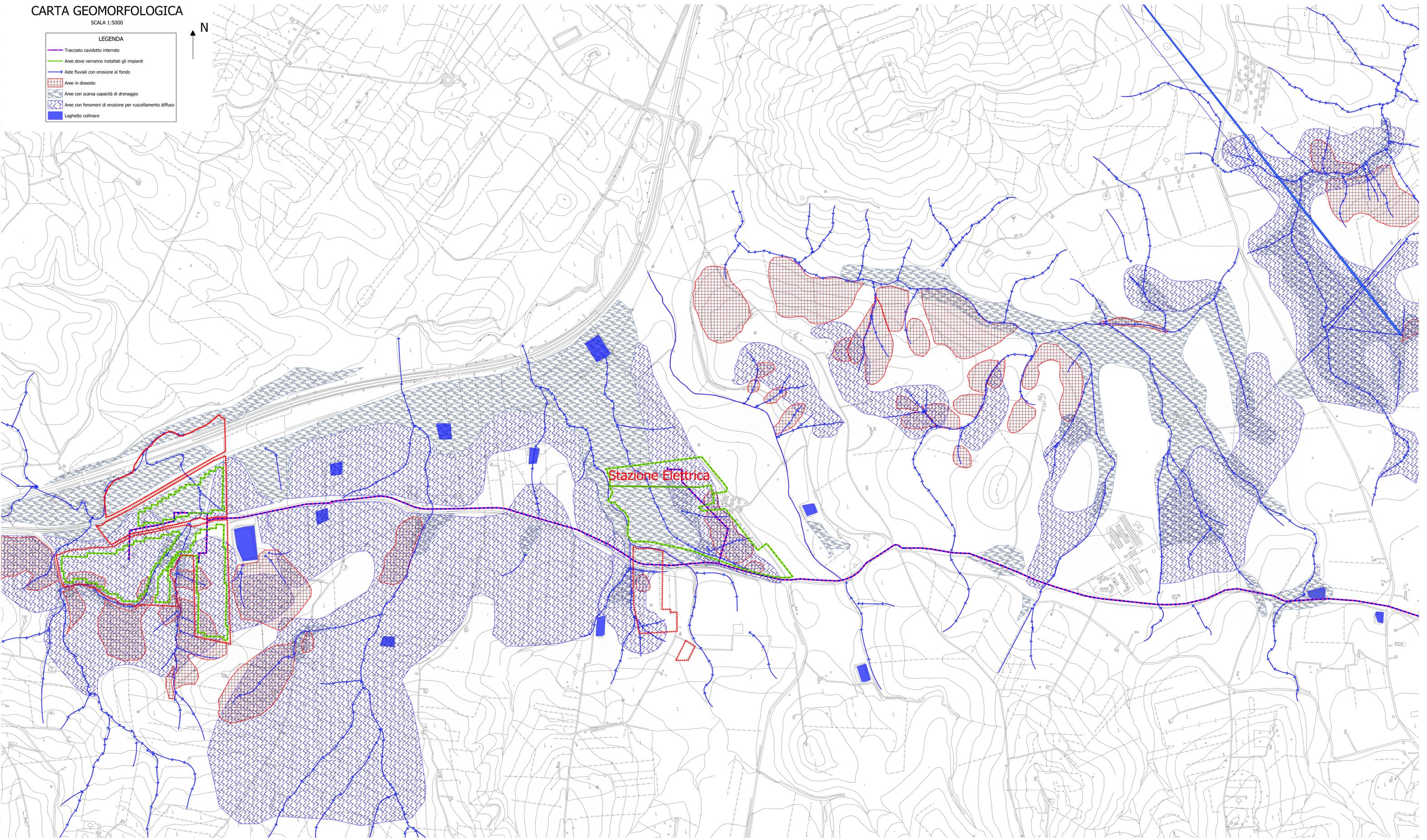


**Allegato B**  
**Carte Geomorfologiche**  
**Scala 1:5000**

CARTA GEOMORFOLOGICA  
SCALA 1:5000



- LEGENDA
- Tracciato cavidotto interrato
  - Aree dove verranno installati gli impianti
  - Aste fluviali con erosione al fondo
  - Aree in dissesto
  - Aree con scarsa capacità di drenaggio
  - Aree con fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso
  - Laghetto collinare

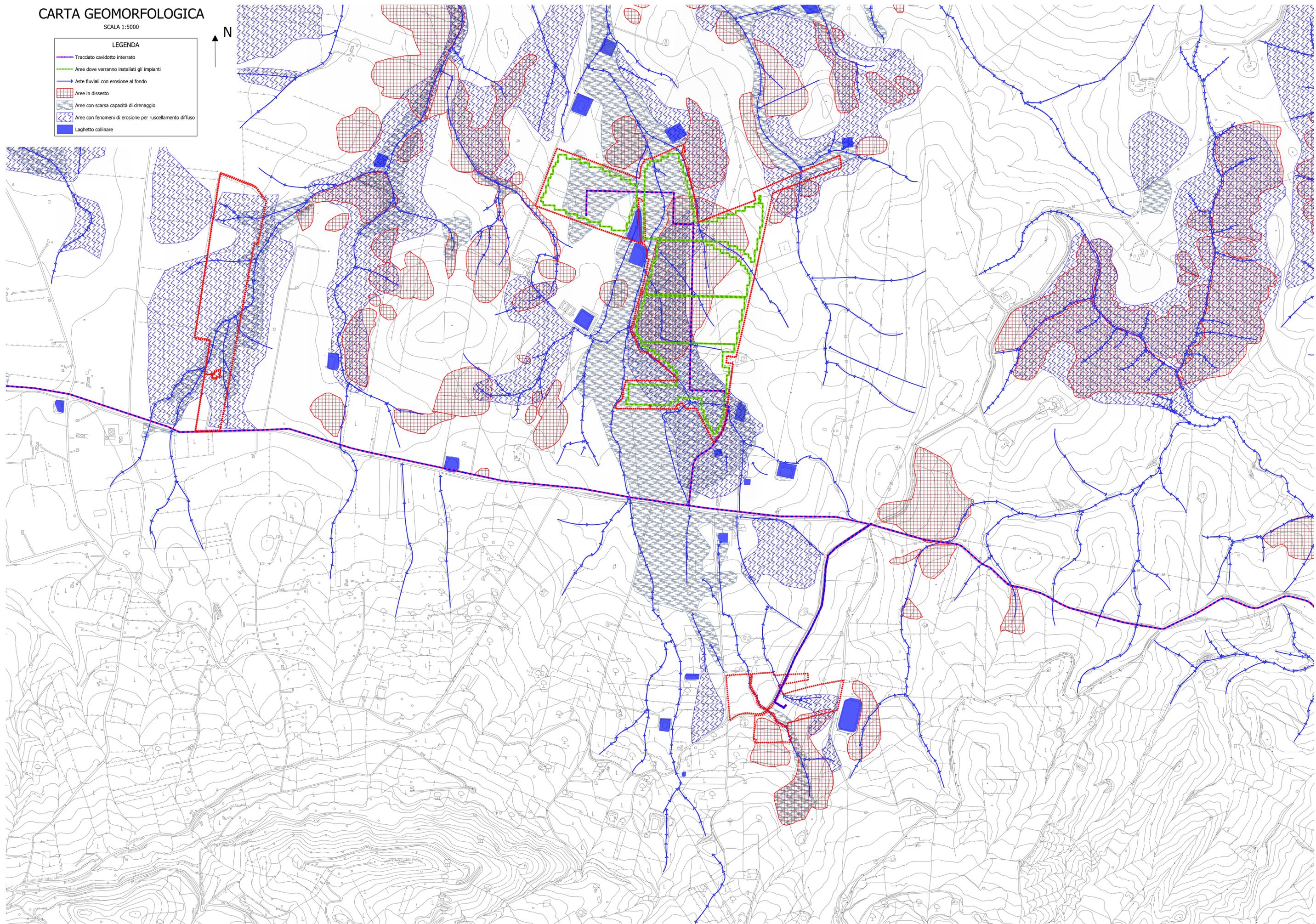


# CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:5000

N

- LEGENDA
- Tracciato cavidotto interrato
  - Aree dove verranno installati gli impianti
  - Aste fluviali con erosione al fondo
  - Aree in dissesto
  - Aree con scarsa capacità di drenaggio
  - Aree con fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso
  - Laghetto collinare

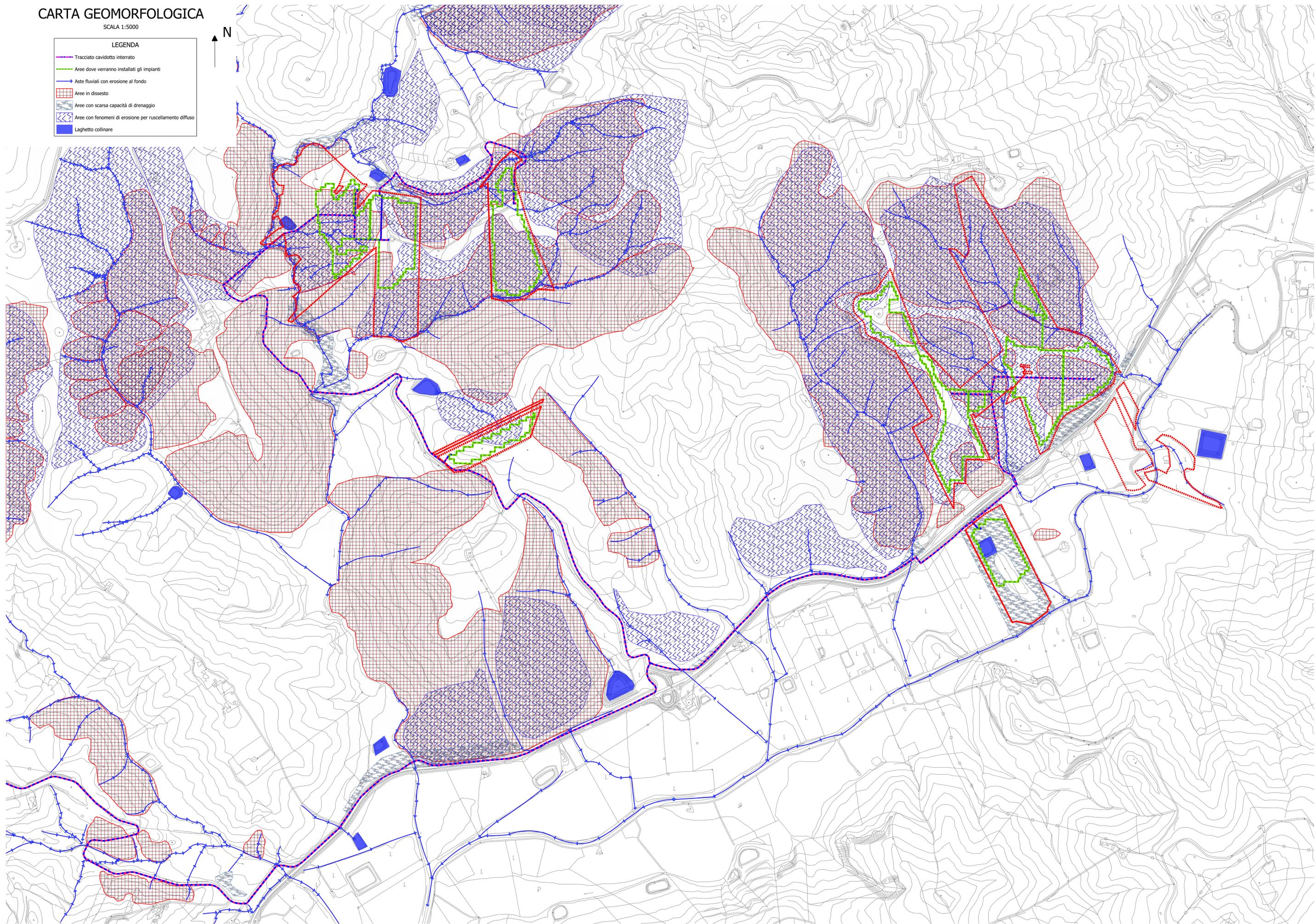


# CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:5000

N

- LEGENDA
- Tracciato cavidotto interrato
  - Aree dove verranno installati gli impianti
  - Aste fluviali con erosione al fondo
  - Aree in dissesto
  - Aree con scarsa capacità di drenaggio
  - Aree con fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso
  - Laghetto collinare



**Allegato C**  
**“Carte dei Dissesti”**  
**“Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico”**  
**“Carta Della Pericolosità Idraulica Per Fenomeni Di**  
**Esondazione”**  
**allegate al Piano di Stralcio per l’Assetto Idrogeologico**  
**(P.A.I.).**

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DEI DISSESTI" ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA



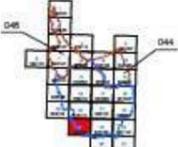
Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
(ART. 1 DEL 14098 CONSIGLIO REGIONALE SICILIANO 2006)

- Bacino Idrografico del F. San Bartolomeo (045)
- Area territoriale tra il bacino del F. Jato e il F. San Bartolomeo (044)
- Area territoriale tra il bacino del F. San Bartolomeo e Punta di Solanto (046)



**CARTA DEI DISSESTI N° 23**  
COMUNE DI Calatufesi-Segesta, Gibellina, Salvo, Santa Ninfa, Vito  
Scala 1:10.000



Anno 2006

**LEGENDA**

**TIPOLOGIA**

- Crolio e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

**STATO DI ATTIVITA'**

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Limite bacino idrografico  
 Limite area territoriale  
 Limite comunale



Aree occupate dagli impianti

Tracciato cavidotto interrato

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DEI DISSESTI" ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA

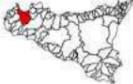


Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

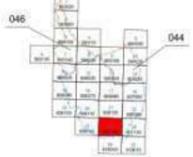
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
(ART.1 D.L. 185/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 257/99 E SS.MM.II.)

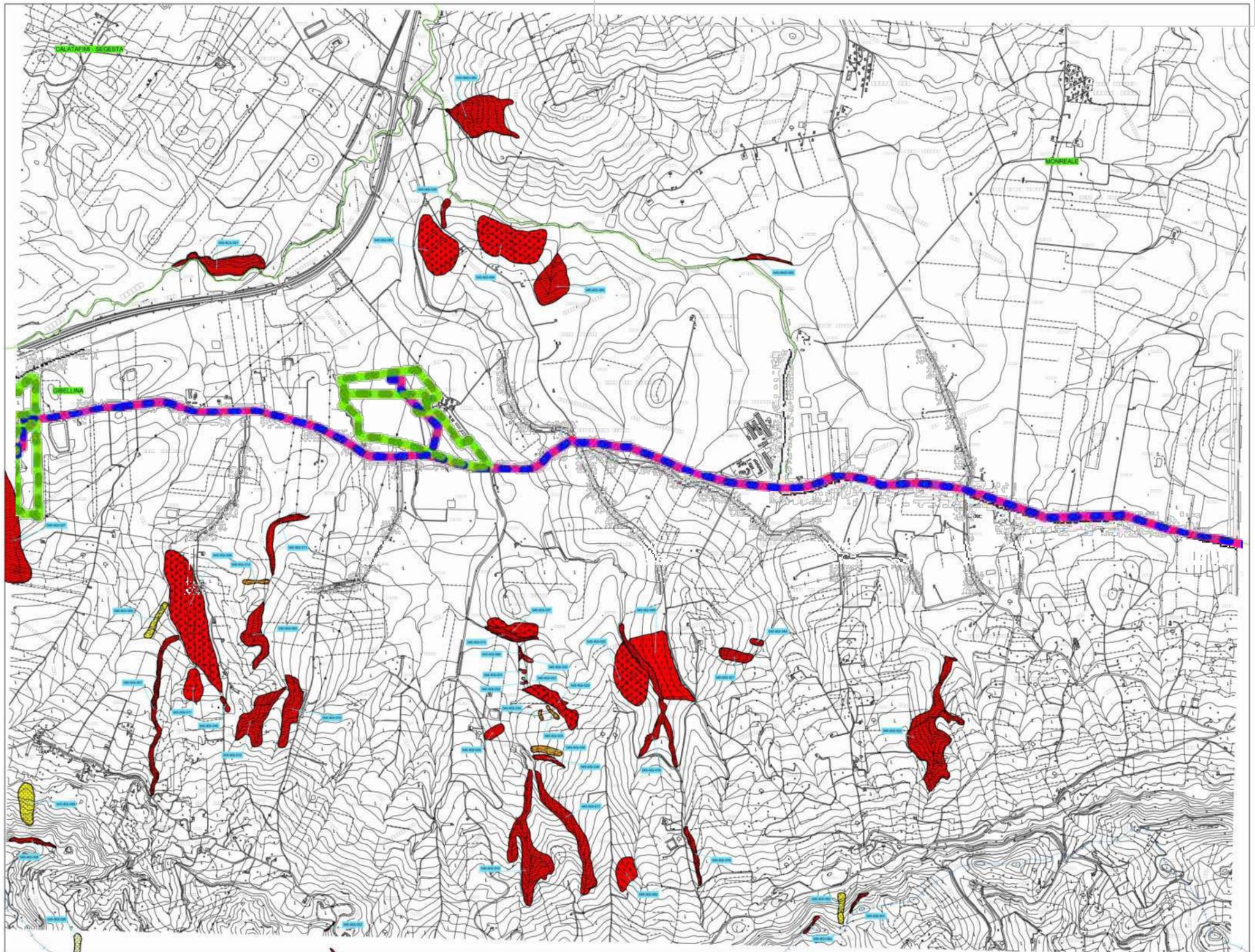
- Bacino Idrografico del F. San Bartolomeo (045)
- Area territoriale tra il bacino del F. Jato e il F. San Bartolomeo (044)
- Area territoriale tra il bacino del F. San Bartolomeo e Punta di Solanto (046)



**CARTA DEI DISSESTI N° 24**  
COMUNI DI  
Catatafimi-Segesta, Gibellina, Monreale  
Scala 1:10.000



Anno 2006



**LEGENDA**

**TIPOLOGIA**

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

**STATO DI ATTIVITA'**

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

 Limite bacino idrografico  
 Limite area territoriale  
 Limite comunale

 Aree occupate dagli impianti  
 Tracciato cavidotto interrato

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DEI DISSESTI"  
ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA

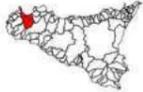


Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
(ART. 1 D.L. 18/04/1994 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 28/06/1994 E SS.MM.II.)

- Bacino Idrografico del F. San Bartolomeo (045)
- Area territoriale tra il bacino del F. Jato e il F. San Bartolomeo (044)
- Area territoriale tra il bacino del F. San Bartolomeo e Punta di Solanto (046)



**CARTA DEI DISSESTI N° 25**  
COMUNI DI  
Gibellina, Monreale, Poggioreale  
Scala 1:10.000



Anno 2006

**LEGENDA**

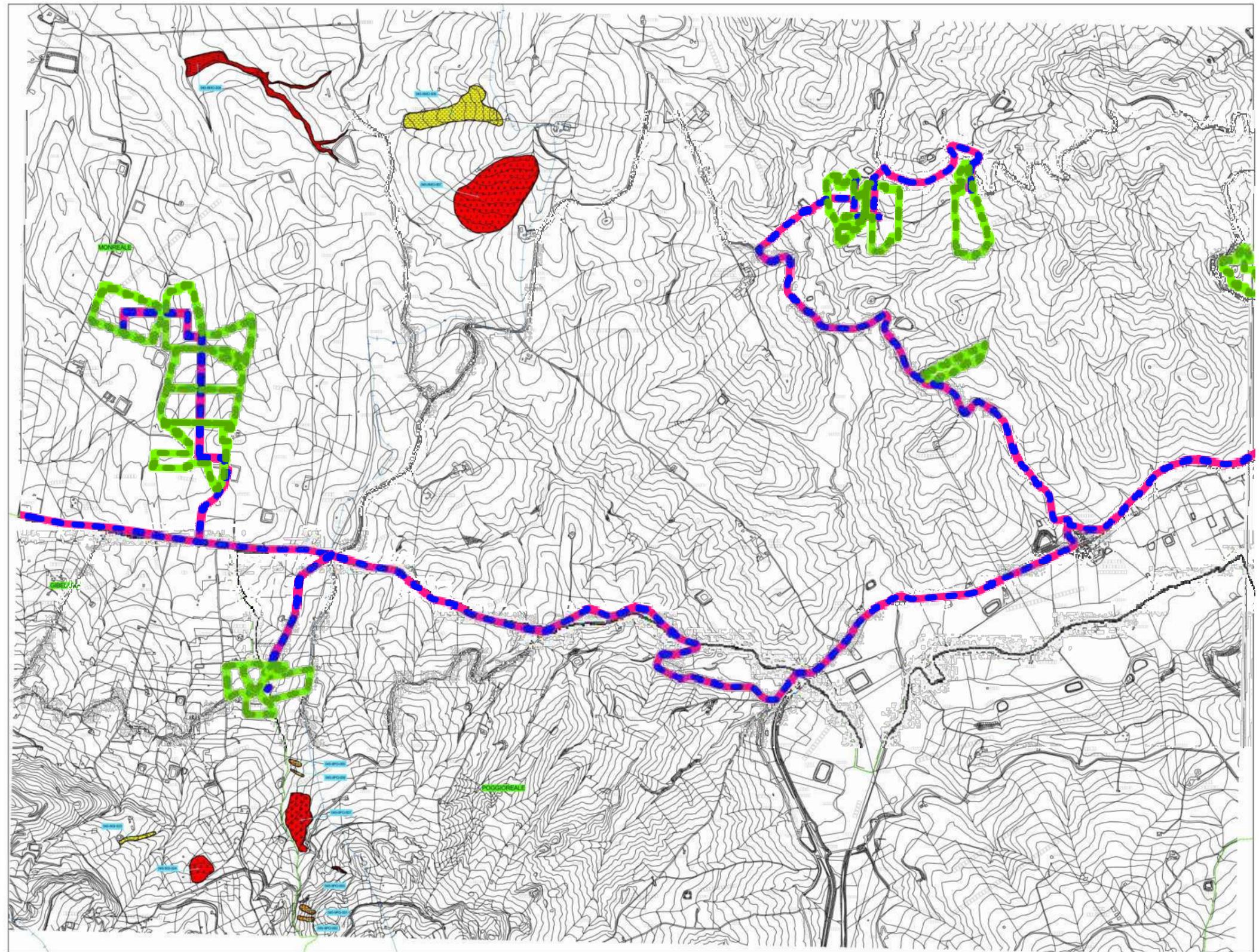
**TIPOLOGIA**

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

**STATO DI ATTIVITA'**

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Limite bacino idrografico  
Limite area territoriale  
Limite comunale



- Aree occupate dagli impianti
- Tracciato cavidotto interrato

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DEI DISSESTI"  
ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
(ART. 1 DEL N. 3588 CONVEGNI SULLA GESTIONE DEL TERRITORIO E SULLA DIFESA DEL SUOLO)

**Bacino Idrografico del Fiume  
Belice (057)**



**CARTA DEI DISSESTI N° 16**  
COMUNE DI  
Mazzeo - Poggioreale  
Scala 1:10.000



Anno 2005

**LEGENDA**

**FENOMENI FRANOSI**

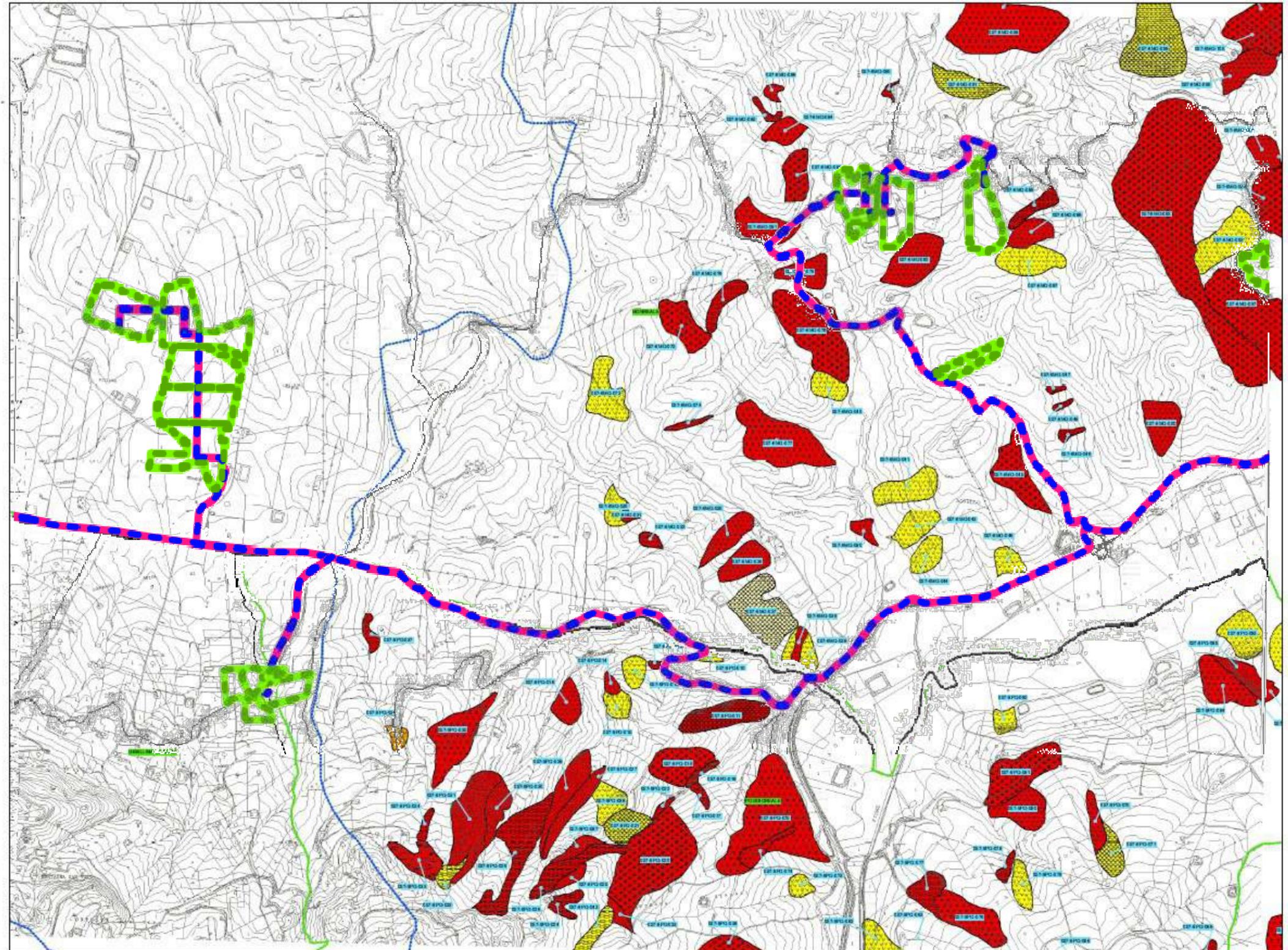
-  Crollo ed ribaltamento
-  Colamento rapido
-  Sprofondamento
-  Scorrimento
-  Frana complessa
-  Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
-  Colamento lento
-  Area a franosità diffusa
-  Deformazione superficiale lenta
-  Calanco
-  Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

**STATO DI ATTIVITA'**

-  Attivo
-  Inattivo
-  Quiescente
-  Stabilizzato artificialmente o naturalmente

 Limite bacino idrografico del F. Belice

 Limiti comunali



 Aree occupate dagli impianti

 Tracciato cavidotto interrato

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DEI DISSESTI"  
ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
ART. 17 DEL 18/06/2001 (CONFERMAZIONE DEL D.M. 12/06/99)

**Bacino Idrografico del Fiume  
Belice (057)**



**CARTA DEI DISSESTI N° 17**  
COMUNE DI  
Brucati - Morrone - Poggiale - Roccamena

Scale 1:10.000



Anno 2005

**LEGENDA**

**FENOMENI FRANOSI**

-  Crollo a ribaltamento
-  Colamento rapido
-  Sprofondamento
-  Scorrimento
-  Frana complessa
-  Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
-  Colamento lento
-  Area a franosità diffusa
-  Deformazione superficiale lenta
-  Calanco
-  Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

**STATO DI ATTIVITA'**

-  Attivo
-  Inattivo
-  Quiescente
-  Stabilizzato artificialmente o naturalmente

 Limite bacino idrografico del F. Belice

 Limiti comunali



 Aree occupate dagli impianti

 Tracciato cavidotto interrato

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO"  
ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
(ART. 1 DEL 1988 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA LEGGE 8/89)

- Bacino Idrografico del F. San Bartolomeo (045)
- Area territoriale tra il bacino del F. Jato e il F. San Bartolomeo (044)
- Area territoriale tra il bacino del F. San Bartolomeo e Punta di Solanto (046)



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 23**  
COMUNE DI  
Gibellina Nuova, Gibellina, Salvo, Santa Maria, Vito  
Scala 1:10.000



Anno 2006



**LEGENDA**

**LIVELLI DI PERICOLOSITA'**

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

**LIVELLI DI RISCHIO**

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

- Limite bacino idrografico
- Limite area territoriale
- Limite comunale

- Aree occupate dagli impianti
- Tracciato cavidotto interrato

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO"  
ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

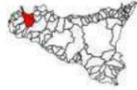
REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

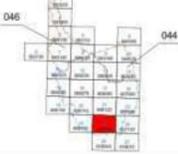
**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
(ART. 1 D.L. 18/09/99 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 30/09/99 E SS.MM.II.)

- Bacino Idrografico del F. San Bartolomeo (045)
- Area territoriale tra il bacino del F. Jato e il F. San Bartolomeo (044)
- Area territoriale tra il bacino del F. San Bartolomeo e Punta di Solanto (046)



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 24**

COMUNI DI  
Calatufimi-Segesta, Gibellina, Monreale  
Scala 1:10.000



Anno 2006

**LEGENDA**

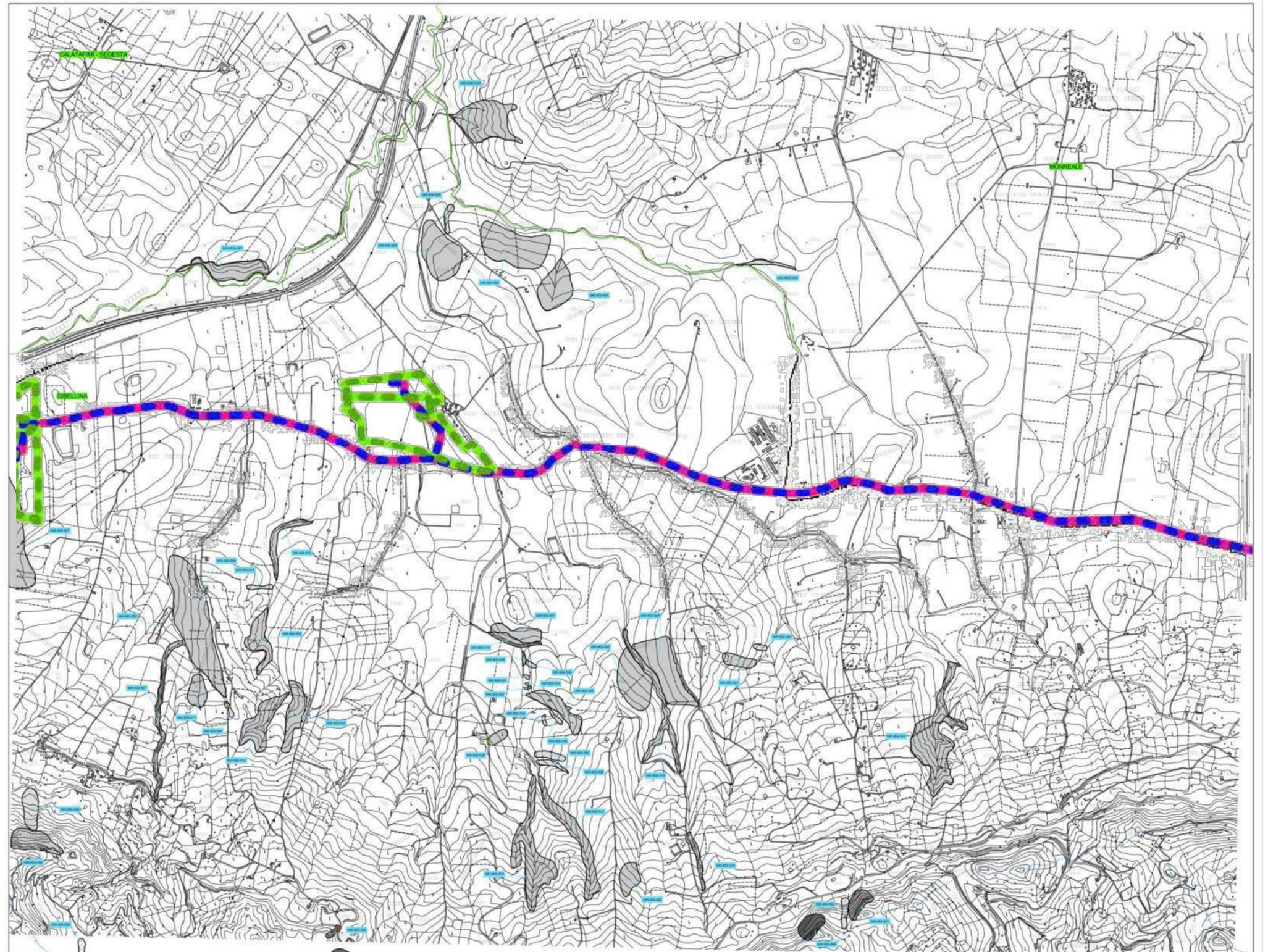
**LIVELLI DI PERICOLOSITA'**

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

**LIVELLI DI RISCHIO**

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

- Limite bacino idrografico
- Limite area intermedia
- Limite comunale



-  Aree occupate dagli impianti
-  Tracciato cavidotto interrato

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO"  
ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

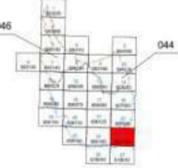
**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
(ART. 1 D.L. 152/99 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 26/100 E SS.MM.II.)

- Bacino Idrografico del F. San Bartolomeo (045)
- Area territoriale tra il bacino del F. Jato e il F. San Bartolomeo (044)
- Area territoriale tra il bacino del F. San Bartolomeo e Punta di Solanto (046)



**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ' E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 25**

COMUNI DI  
Gibellina, Monreale, Poggioreale  
Scala 1:10.000



Anno 2006

**LEGENDA**

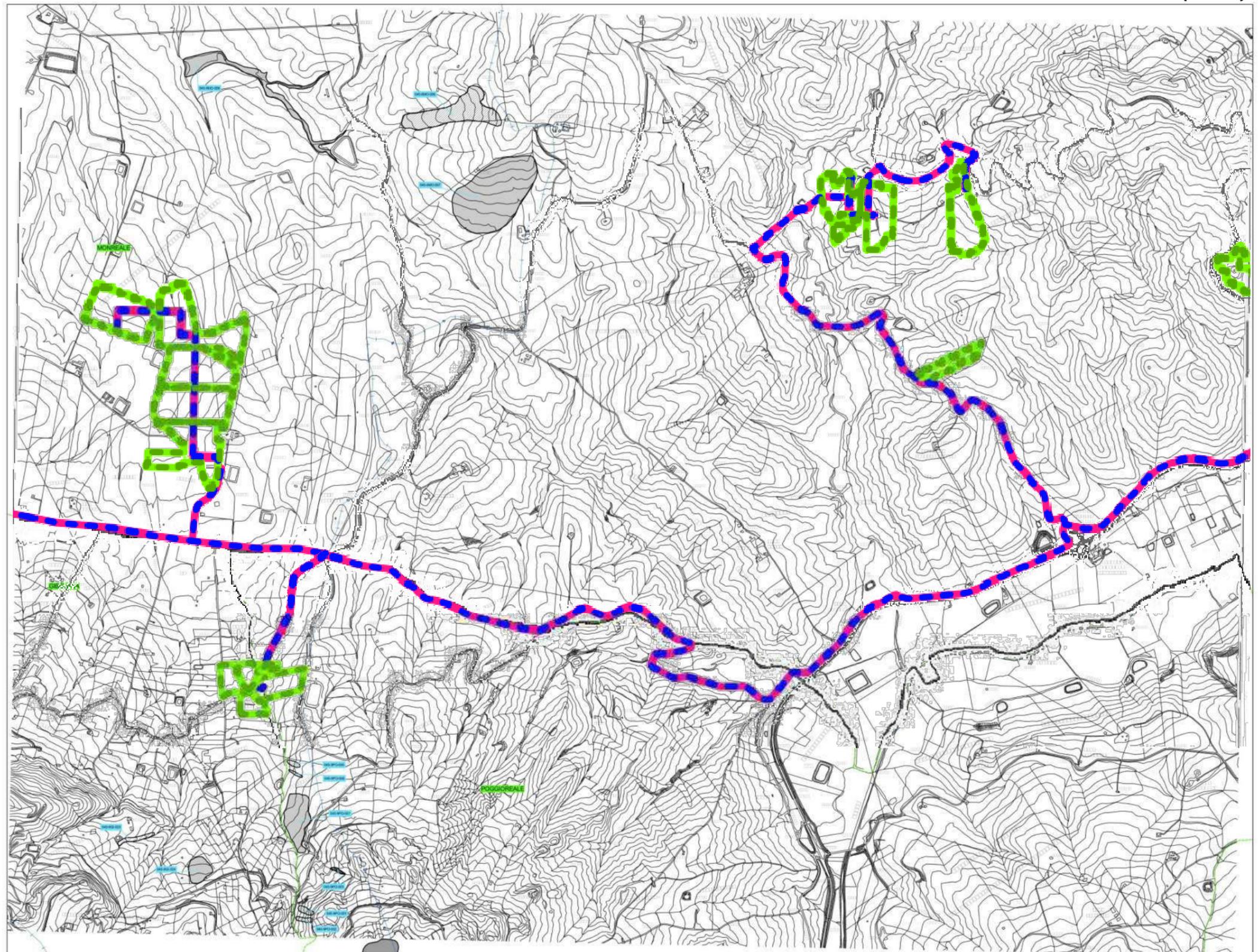
**LIVELLI DI PERICOLOSITA'**

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

**LIVELLI DI RISCHIO**

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

- Limite bacino idrografico
- Limite area intermedia
- Limite comunale



- Aree occupate dagli impianti
- Tracciato cavidotto interrato

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO"  
ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
ART. 1 DEL 18/06/2001 (CONFERMAZIONE DELLA LEGGE 4/2001)

**Bacino Idrografico del Fiume  
Belice (057)**



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 16**  
COMUNE DI  
Marsale - Poggioreale  
Scala 1:10.000



Anno 2005

**LEGENDA**

**LIVELLI DI PERICOLOSITA'**

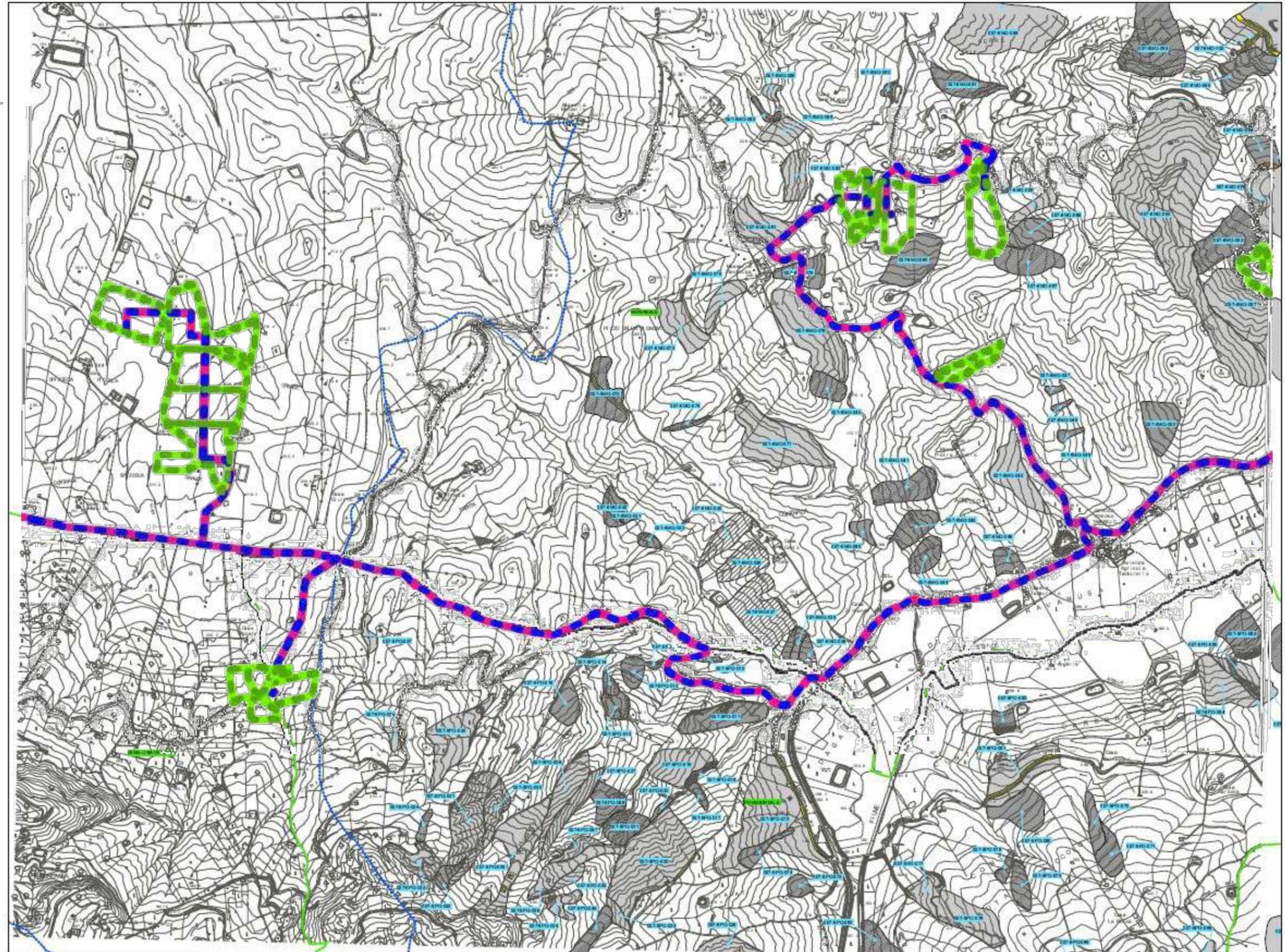
	P0 molto basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato

**LIVELLI DI RISCHIO**

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

 Limite bacino idrografico del F. Belice

 Limiti comunali



	Aree occupate dagli impianti
	Tracciato cavidotto interrato

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO"  
ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
ART. 1 DEL 18.08.2011 (V. 1) CON MODIFICHE CON LA L. 28.06.11 (D. 08.08.11)

**Bacino Idrografico del Fiume  
Belice (057)**



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 17**  
COMUNE DI  
Sila Caprina - Poggioreale - Montesele - Roccamare  
Scala 1:10.000



Anno 2005

**LEGENDA**

**LIVELLI DI PERICOLOSITA'**

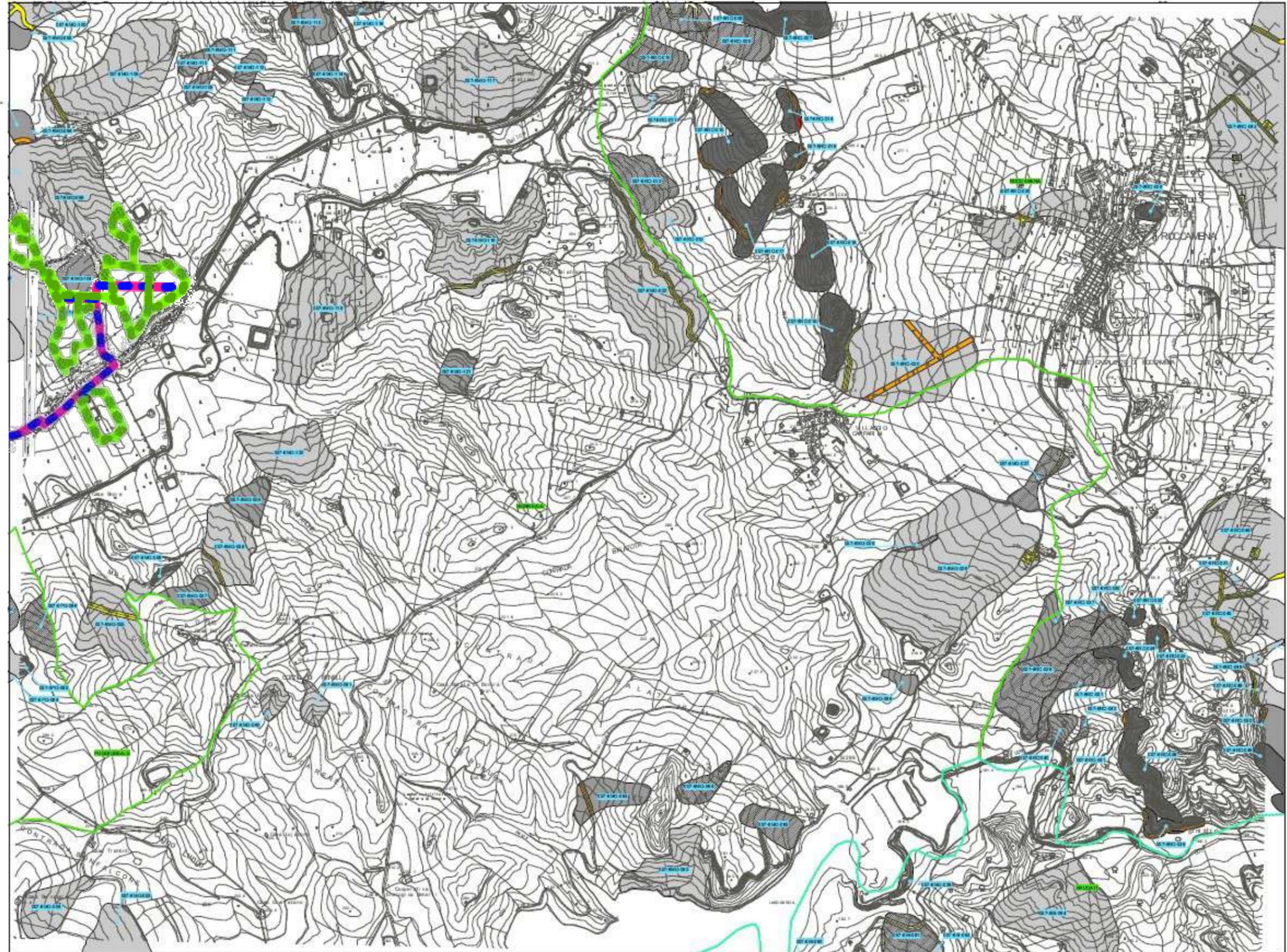
-  P0 molto basso
-  P1 moderato
-  P2 medio
-  P3 elevato
-  P4 molto elevato

**LIVELLI DI RISCHIO**

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

 Limite bacino idrografico del F. Belice

 Limiti comunali



 Aree occupate dagli impianti

 Tracciato cavidotto interrato



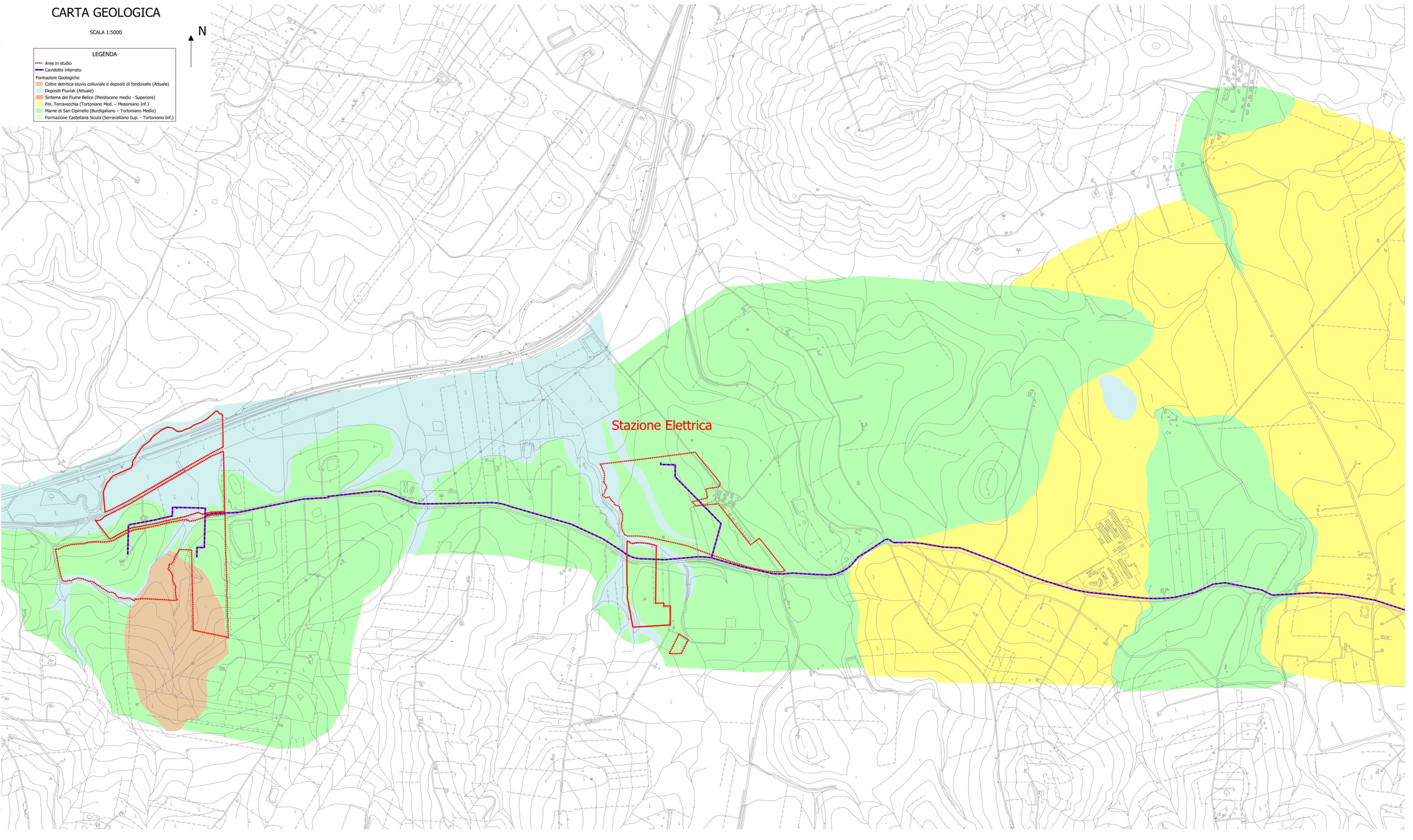
**Allegato D**  
**Carte Geologiche**  
**Scala 1:5000**

# CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:5000

N

- LEGENDA**
- Aree in studio
  - Cavidotto interrato
  - Formazioni Geologiche
  - Coltre detritica eluvio colluviale e depositi di fondovalle (Attuale)
  - Depositi Fluviali (Attuale)
  - Sistema del Fiume Belice (Pleistocene medio - Superiore)
  - Fm. Terravecchia (Tortoniano Med. - Messiniano Inf.)
  - Marne di San Cipirrello (Burdigaliano - Tortoniano Medio)
  - Formazione Castellana Scula (Serravalliano Sup. - Tortoniano Inf.)



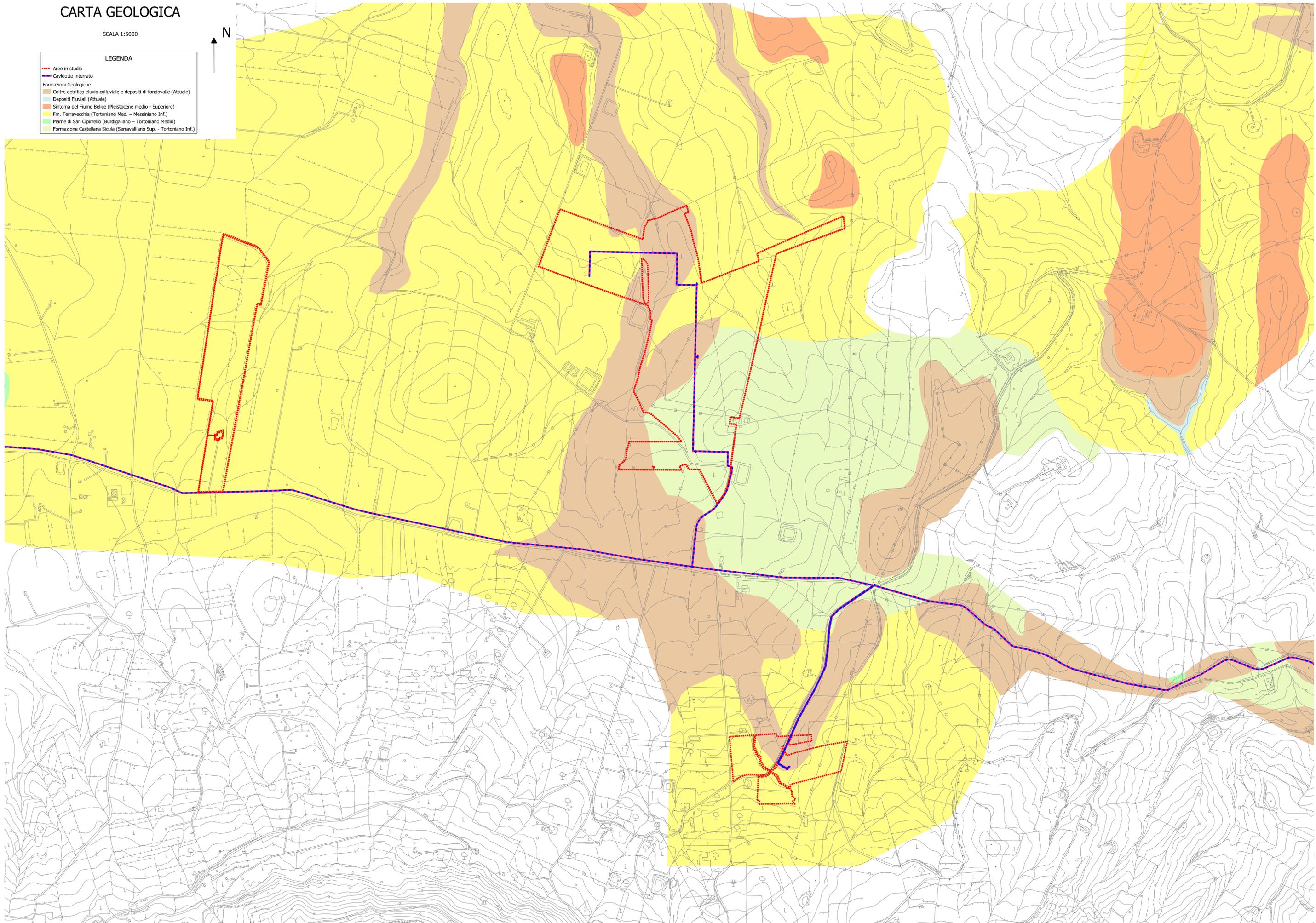
# CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:5000

N

**LEGENDA**

- Aree in studio
- Cavidotto interrato
- Formazioni Geologiche**
- Coltre detritica eluvio colluviale e depositi di fondovalle (Attuale)
- Depositi Fluviali (Attuale)
- Sintema del Fiume Belice (Pleistocene medio - Superiore)
- Fm. Terravecchia (Tortoniano Med. - Messiniano Inf.)
- Marne di San Cipirrello (Burdigaliano - Tortoniano Medio)
- Formazione Castellana Sicala (Serravalliano Sup. - Tortoniano Inf.)



# CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:5000

N

**LEGENDA**

- Aree in studio
- - - Cavidotto interrato

**Formazioni Geologiche**

- Coltre detritica eluvio colluviale e depositi di fondovalle (Attuale)
- Depositi Fluviali (Attuale)
- Sintema del Fiume Belice (Pleistocene medio - Superiore)
- Fm. Terravecchia (Tortoniano Med. - Messiniano Inf.)
- Marne di San Cipirello (Burdigaliano - Tortoniano Medio)
- Formazione Castellana Sicula (Serravalliano Sup. - Tortoniano Inf.)

