



# REGIONE SICILIA

## CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO

### LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI

PROGETTO: Località Impianto  
 COMUNE DI MONREALE (PA) CONTRADE PARRINO, PITARRE,  
 MONTAGNOLA, MACELLAROTTO  
 COMUNE DI CAMPOREALE (PA) CONTRADA BORAGGINE  
 Località Connessione  
 COMUNE DI GIBELLINA (TP) CONTRADA CASUZZE  
 Località stazione di Elevazione  
 COMUNE DI MONREALE (PA) CONTRADA TORRETTA

Oggetto: **PROGETTO DEFINITIVO**  
 Realizzazione impianto eolico denominato "S&P 11" con potenza  
 di picco 155.000 kWp e potenza nominale 135.000 kW

CODICE ELABORATO:			
PROPONENTE	TIPOLOGIA DOCUMENTO	PROGRESSIVO	REV
SP11	REL	006	00

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

DATA:  
 15/03/2022

ELABORATO:  
 SP11REL006\_00-S&P\_11-  
 RELAZIONE\_GEOLOGICA

Rev.	Data Rev.	Data Rev.

TAV:  
**REL006**

PAGINE:  
**75**

PROGETTISTI:

Ing. Sapienza Angelo



Ing. Rizzuto Vincenzo



Geol. Carrubba Salvatore  
 Firmato digitalmente da  
 Salvatore Carrubba



CN = Carrubba Salvatore  
 O = Ordine Regionale Geologi  
 Sicilia  
 C = IT

SPAZIO RISERVATO PER LE APPROVAZIONI

SOCIETA':  
**S&P 11S.R.L.**  
 SICILIA E PROGRESSO  
 sede legale: Corso dei Mille 312, 90047 Partinico (PA)  
 C.F.: 06974400829 tel.: 0919865917 - fax: 0918902855  
 email: svilupposep11@gmail.com pec:  
 svilupposep11@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 EOLICO DENOMINATO "S&amp;P 11" CON POTENZA DI PICCO 155.000 KWP E POTENZA NOMINALE 13 5.000 KW DA REALIZZARSI NELLE CONTRADE PARRINO, MONTAGNOLA, MACELLAROTTO, E PITARRE DEL TERRITORIO COMUNALE DI MONREALE (PA) E NELLA CONTRADA BORRAGINE DEL TERRITORIO COMUNALE DI CAMPOREALE (PA).</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 GEOGNOSTICHE .....	14
2.10	INDAGINI GEOGNOSTICHE ESPERITE .....	15
2.11	CARATTERIZZAZIONE SISMICA PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO .....	23
2.12	CONCLUSIONI AL CAPITOLO 2 .....	24
<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>25</b>
3.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.....	25
3.2	ANALISI DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI RELATIVI AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) .....	26
3.3	CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE.....	27
3.4	CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE .....	29
3.5	VALUTAZIONI SULLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	30
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.....	31
3.7	PROGRAMMA DELLE INDAGINI.....	32
3.8	CONCLUSIONI AL CAPITOLO 3 .....	33
<b>4</b>	<b>STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA STAZIONE DI ELEVAZIONE E DEL CAVIDOTTO INTERRATO DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE ELETTRICA E I SITI DELL'IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "S&amp;P 11"</b> .....	<b>34</b>
4.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.....	34
4.2	ANALISI DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI RELATIVI AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) .....	36
4.3	CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE.....	37
4.4	CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE .....	40
4.5	DESCRIZIONE DEGLI ACQUIFERI, PROFONDITÀ DELLA FALDA IDRICA E VALUTAZIONI SULLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	41
4.6	PROGRAMMA DELLE INDAGINI.....	42
4.7	GESTIONE DELLE INTERFERENZE E DELLE CRITICITÀ' .....	43
	• <i>CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE</i> .....	43
	• <i>CRITICITÀ GEOLOGICHE</i> .....	43
	• <i>CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE</i> .....	44
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.....	44
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>45</b>

## 1 PREMESSA

---

Su incarico della S&P 11 S.R.L. è stato eseguito il presente studio geologico, idrogeologico e geomorfologico di supporto al progetto per la realizzazione di un impianto eolico denominato "S&P 11" con potenza di picco 155.000 kWp e potenza nominale 135.000 kW da realizzarsi nelle contrade Parrino, Montagnola, Macellarotto, e Pitarre del territorio comunale di Monreale (PA) e nella contrada Borrachine del territorio comunale di Camporeale (PA).

I suddetti impianti saranno connessi alla Stazione Elettrica da realizzarsi nella Contrada Casuzze del territorio comunale di Gibellina (TP) tramite un elettrodotto interrato ed una stazione di elevazione.

L'elettrodotto interrato attraverserà prima la Sp 37, e poi le contrade "Rocca", "La Pietra" e "Spizzeca Grande". Infine, seguendo in linea di massima il percorso della Sp.9 raggiungerà la contrada Parrino e la contrada Torretta dove verrà realizzata la stazione di elevazione e la connessione agli impianti.

Il presente studio si è avvalso del rilevamento geologico, idrogeologico e geomorfologico di dettaglio esteso ad un intorno significativo dei siti ove verranno realizzati gli aerogeneratori, dei siti dove verranno realizzati la Stazione di elevazione e che verranno attraversati dal cavidotto interrato e del sito ove verrà realizzata la Stazione Elettrica di Contrada Casuzze.

Nell'ambito del presente studio sono stati eseguiti 6 sondaggi sismici MASW che hanno consentito sia di avere indicazioni sulla stratigrafia del sottosuolo interessato dalle strutture fondali degli aerogeneratori, sia la caratterizzazione sismica dei terreni ai sensi delle NTC 2018.

Nei seguenti capitoli viene verificata la compatibilità delle opere in progetto con l'assetto geologico, idrogeologico e geomorfologico dei siti secondo le indicazioni delle vigenti normative. 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 della stazione di elevazione e del cavidotto interrato in progetto con l'assetto geologico, idrogeologico e geomorfologico dei siti da esso attraversati.

## 2 STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "S&P 11" CON POTENZA DI PICCO 155.000 KWP E POTENZA NOMINALE 135.000 KW DA REALIZZARSI NELLE CONTRADE PARRINO, MONTAGNOLA, MACELLAROTTO, E PITARRE DEL TERRITORIO COMUNALE DI MONREALE (PA) E NELLA CONTRADA BORRAGINE DEL TERRITORIO COMUNALE DI CAMPOREALE (PA).

### 2.1 Inquadramento geografico e geomorfologico

I siti ove verranno installati gli aerogeneratori sono cartografati sulla Carta Tecnica Regionale n. 607090, n. 607100, 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 contrade Parrino, Montagnola, Macellarotto, e Pitarre del territorio comunale di Monreale (PA) e nella contrada Borrachine del territorio comunale di Camporeale (PA).

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

Nelle zone di contatto tra terreni più competenti e meno tenaci si sono generate delle scarpate alte alcuni metri.

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 NordEst del sito in studio si trova nella zona di spartiacque con il bacino idrografico del fiume Jato in quanto le acque piovane vengono drenate dal Vallone di Pernice e giungono nel lago artificiale "Poma".

A causa delle differenze geologiche 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 discreti 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 di tempo 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 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 realizzazione 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 realizzazione 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 dei simboli rossi i siti dove verranno realizzati gli aerogeneratori.

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

Dall'osservazione delle carte del PAI (riportate nell'allegato C riprodotto in calce al presente studio) si evince che 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, 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, della Formazione Castellana Sicula del Flysch Numidico. 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.



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

#### 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.

Le strutture fondali degli aerogeneratori saranno realizzate con plinti su pali. Tale tipologia di struttura in fondazione è quella che più di tutte fornisce le maggiori garanzie sia in termini di stabilità, sia in termini di impatto sull'ambiente e sulle acque sotterranee. Infatti questa tipologia di struttura fondale utilizza i pali di fondazione gettati in opera per trasferire le tensioni in profondità nel sottosuolo e pertanto consente di ridurre le dimensioni del plinto di fondazione e quindi di ridurre sia i volumi di scavo necessari alla sua realizzazione, sia i volumi di materiali da costruzione quali calcestruzzo e ferro da trasportare in situ ed utilizzare. Inoltre l'utilizzo dei pali di fondazione garantisce la stabilità delle opere nel tempo e, trasferendo le sollecitazioni degli aerogeneratori in profondità nel sottosuolo, impedisce che le stesse possano innescare dissesti.

Perdipiù avendo ridotto il volume del plinto di fondazione si rende praticamente ininfluenza

l'interferenza delle strutture in fondazione con la circolazione idrica superficiale e sotterranea. A maggior garanzia dell'ambiente e del sottosuolo le perforazioni dei pali di fondazione saranno realizzate con rivestimenti metallici provvisori di sostegno delle pareti del foro. Tale rivestimento verrà estratto immediatamente dopo il getto di calcestruzzo e garantirà sia la regolarità dello scavo (e quindi del palo) evitando scavarnamenti o interruzioni del getto, sia l'impossibilità di disperdere calcestruzzo nel sottosuolo impedendo allo stesso di intasare volumi di roccia più permeabili. Nel contempo l'utilizzo dei rivestimenti metallici di rivestimento consentirà di non utilizzare altri sistemi più impattanti di sostegno del foro quali i fluidi bentonitici o similari.

Infine avendo realizzato un plinto di fondazione di dimensioni più ridotte sarà più semplice la dismissione degli impianti al termine della loro vita utile.

## 2.9 Programma delle indagini geognostiche

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  $V_s$  equivalente ai sensi dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/1/2018.

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

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

## 2.10 Indagini geognostiche esperite

Con lo scopo di conoscere, già in questa fase di studio, le caratteristiche elastiche e sismiche dei terreni di fondazione si è provveduto ad eseguire parte delle indagini MASW previste nel programma delle indagini di cui al capitolo precedente.

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

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

L'acquisizione è stata eseguita con un sismografo Dolang Jea Telemetry 24 bit, gestito da un computer portatile, con 24 canali di acquisizione simultanea, a elevata risoluzione e con convertitori analogico digitale sincronizzati ed indipendenti per ogni canale. I geofoni utilizzati sono stati del tipo verticale a 4,5 Hz e l'energizzazione è stata ottenuta tramite una mazza da 10 kg dotata di starter e piattello di battuta.

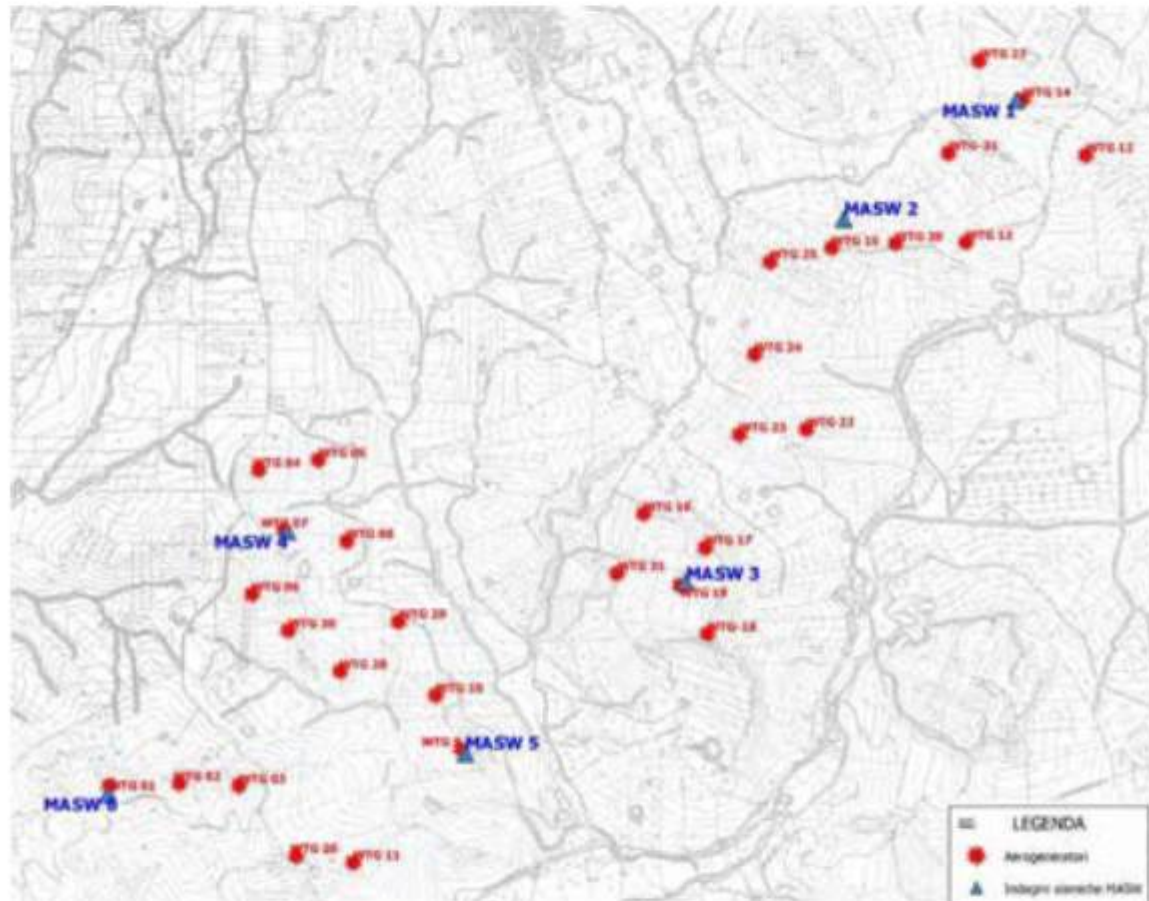
I dati acquisiti sono stati, in una prima fase, pretrattati per diminuire i disturbi e migliorare il rapporto segnale rumore, successivamente sono stati analizzati contemporaneamente nel dominio spettrale FK (Dominio Frequenza – Numero d'onda). Il fatto di non avere utilizzato una sorgente monocromatica ha permesso di poter determinare un modello di velocità di propagazione delle onde superficiali. Dal quale è stato poi ricavato, per iterazioni successive, il modello di velocità delle onde di superficie che meglio fitta i dati sperimentali cui è legato un modello di velocità delle onde S nel sottosuolo.

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

La planimetria allegata (la cui miniatura è di seguito riportata fuori scala) mostra l'ubicazione delle

indagini MASW esperite mentre nelle seguenti schede, una per ogni sondaggio MASW eseguito, è visibile il sismogramma analizzato, lo spettro FK su cui è stato riconosciuto il modo fondamentale (in giallo) ed i modi superiori (in azzurro), la curva di dispersione frequenza – velocità dei dati sperimentali (in magenta) con sovrapposta la curva del modello (in blu) ed i modi superiori (in azzurro). Infine, più a destra è stata riportata la rappresentazione grafica del modello del sottosuolo.

### STRALCIO PLANIMETRICO CON UBICAZIONE DEGLI AEROGENERATORI E DELLE INDAGINI MASW

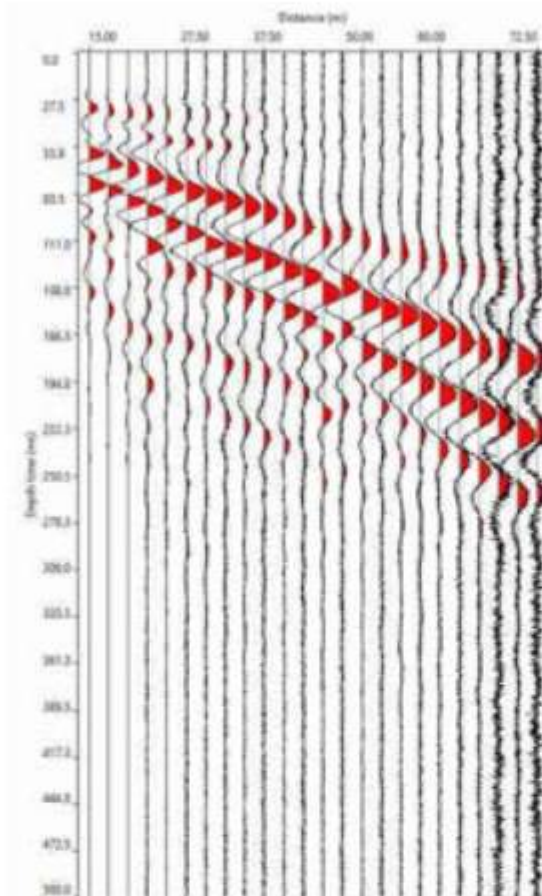




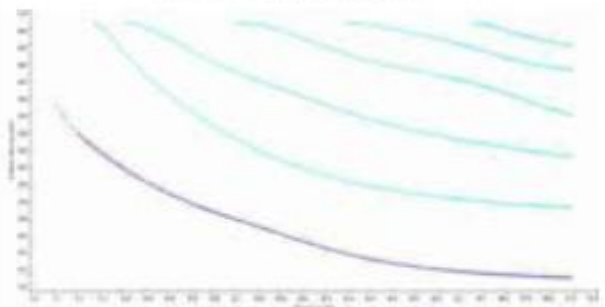
**MASW 1**  
**Sito Aerogeneratore WTG14**  
 Distanza punto d'energizzazione: 15 m  
 Lunghezza stendimento: 57.5 m  
 Distanza intergeofonica: 2.5 m



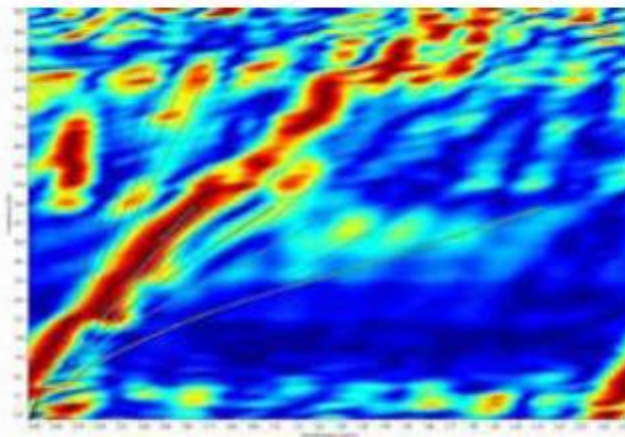
Sismogramma



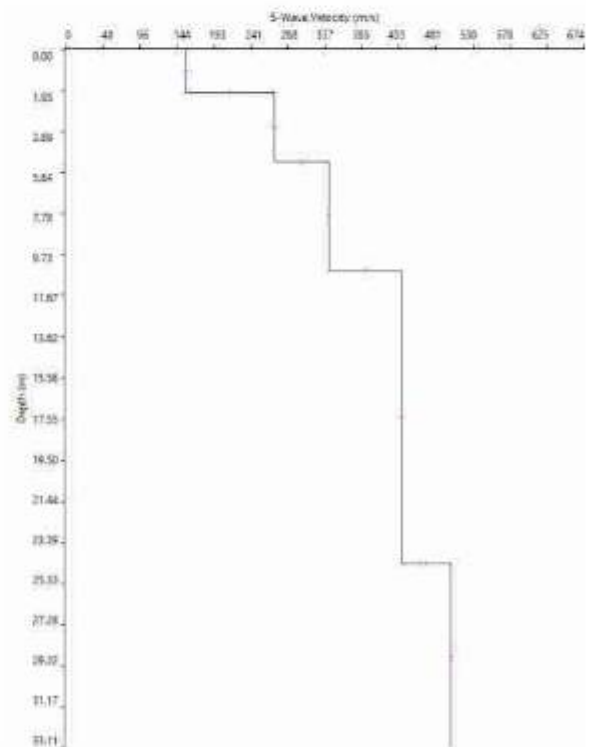
Curva di dispersione F - v



Spettro F-K



Modello d'inversione



## MASW 2

### Sito Aerogeneratore WTG15

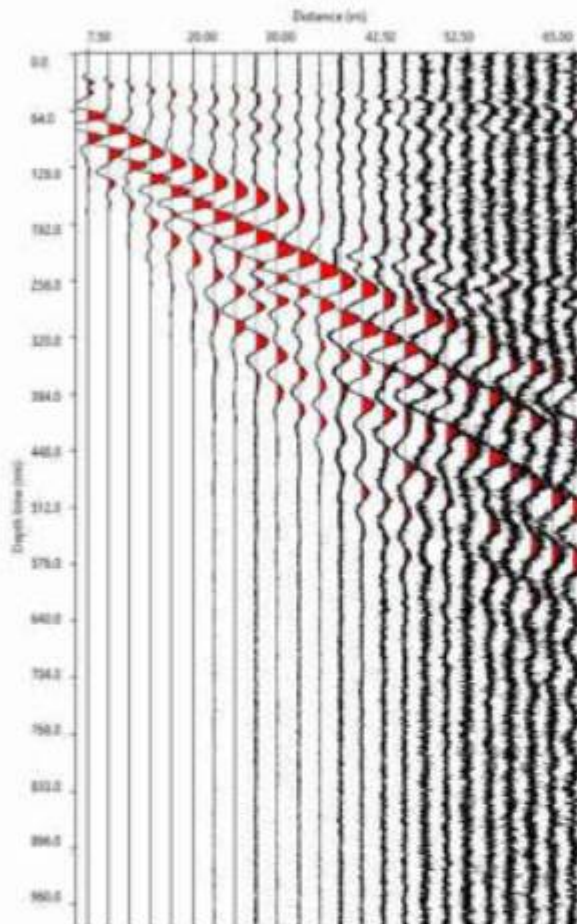
Distanza punto d'energizzazione: 7.5 m

Lunghezza stendimento: 57.5 m

Distanza intergeofonica: 2.5 m



Sismogramma



## MASW 3

### Sito Aerogeneratore WTG19

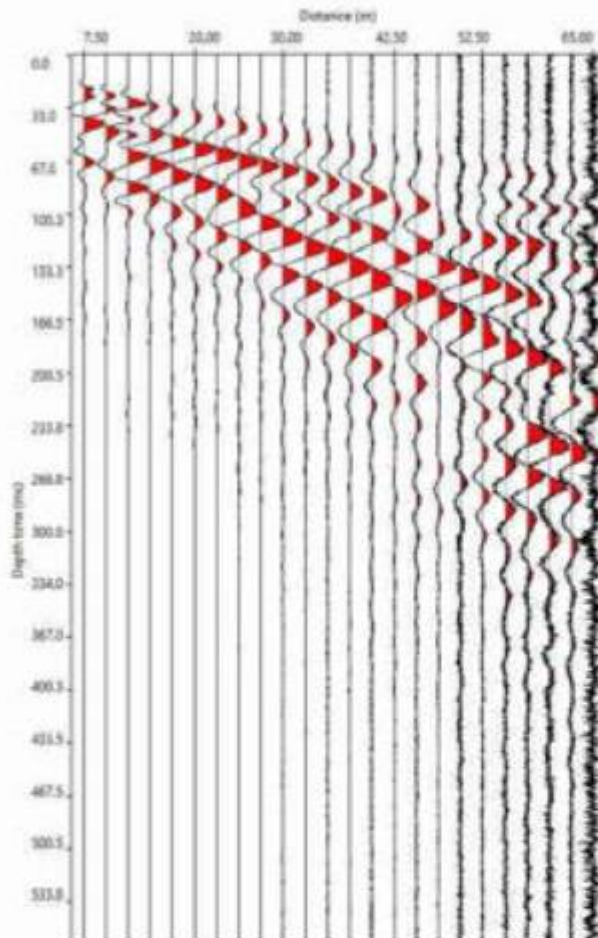
Distanza punto d'energizzazione: 7.5 m

Lunghezza stendimento: 57.5 m

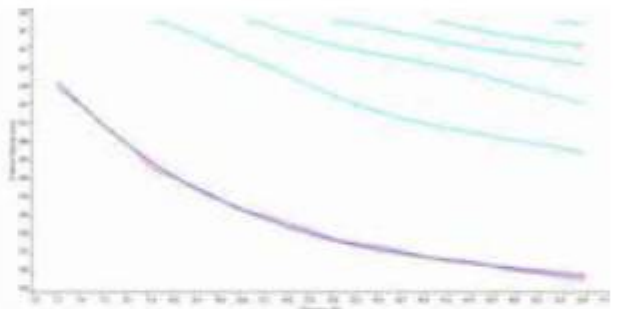
Distanza intergeofonica: 2.5 m



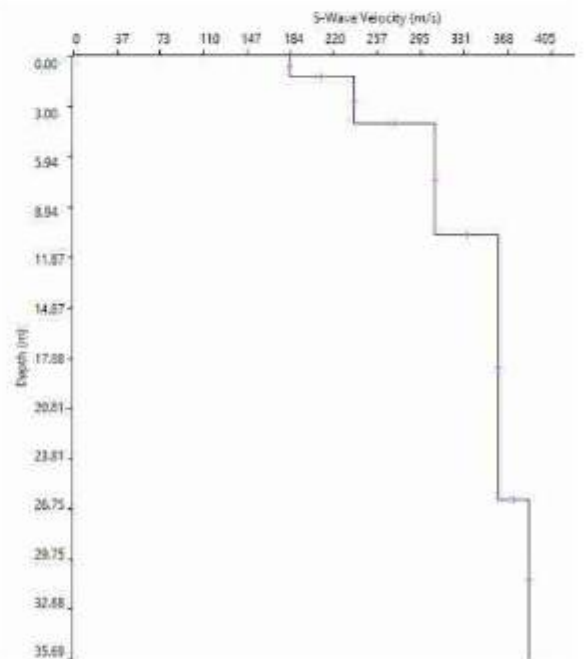
Sismogramma



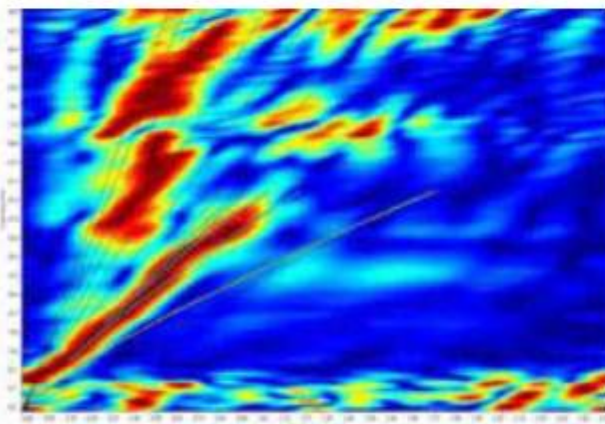
Curva di dispersione F - v



Modello d'inversione



Spettro F-K



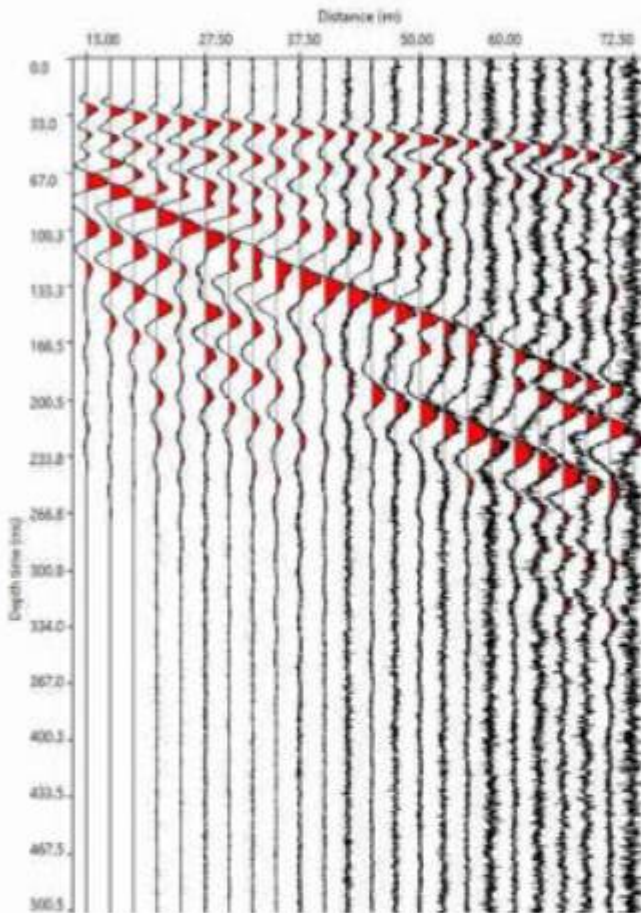
# MASW 4

## Sito Aerogeneratore WTG07

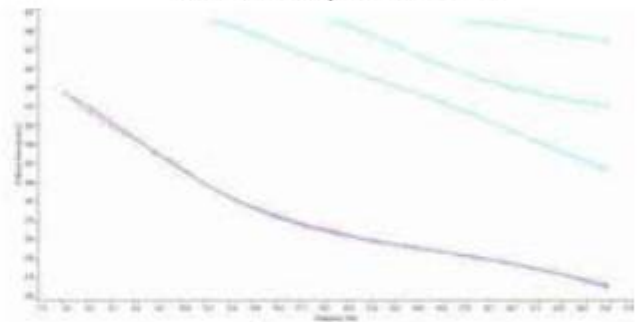
Distanza punto d'energizzazione: 15 m  
Lunghezza stendimento: 57.5 m  
Distanza intergeofonica: 2.5 m



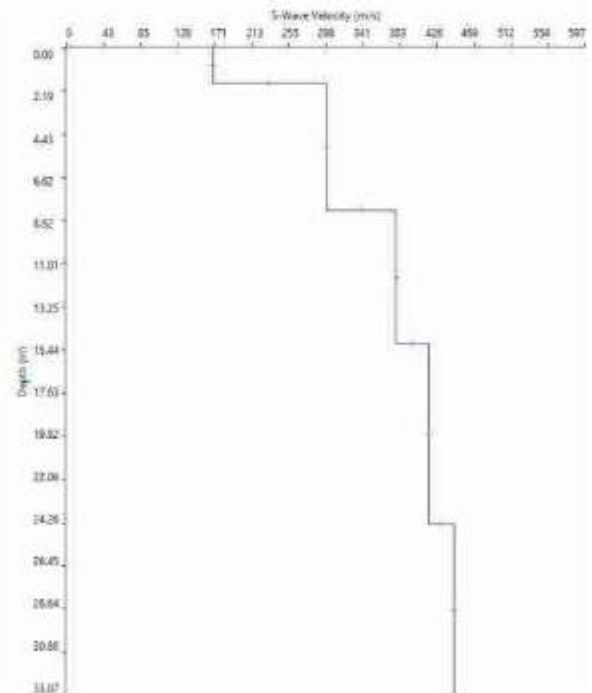
Sismogramma



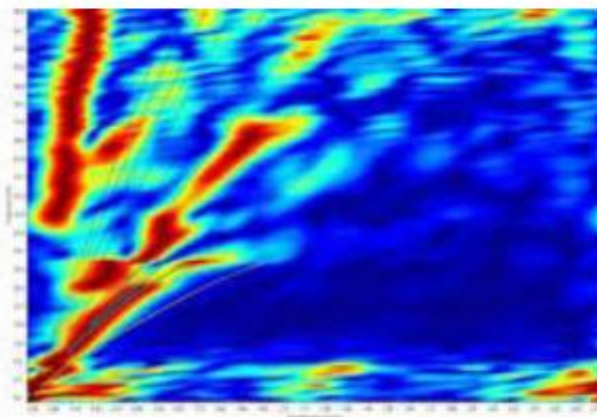
Curva di dispersione F - v



Modello d'inversione



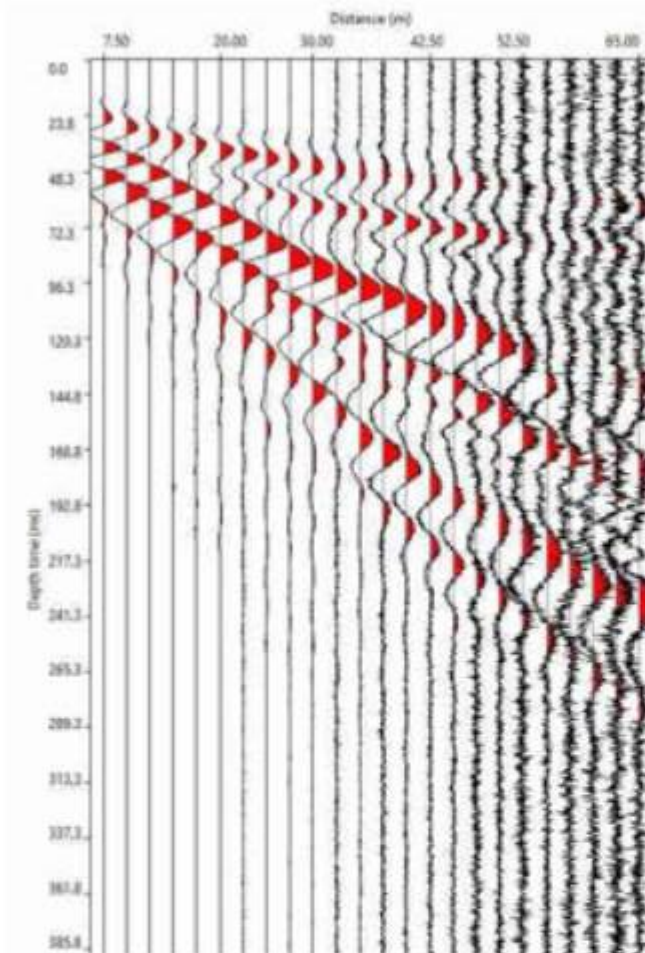
Spettro F-K



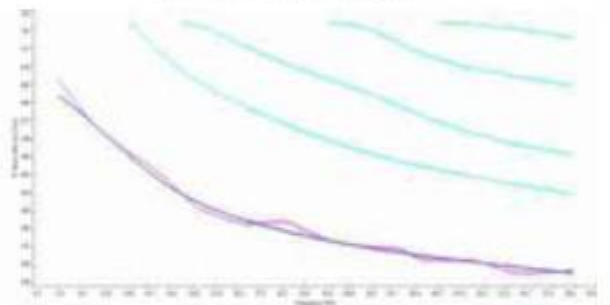
**MASW 5**  
**Sito Aerogeneratore WTG09**  
 Distanza punto d'energizzazione: 7.5 m  
 Lunghezza stendimento: 57.5 m  
 Distanza intergeofonica: 2.5 m



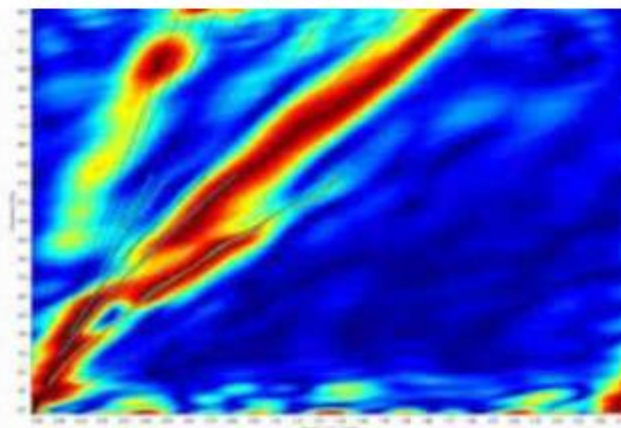
Sismogramma



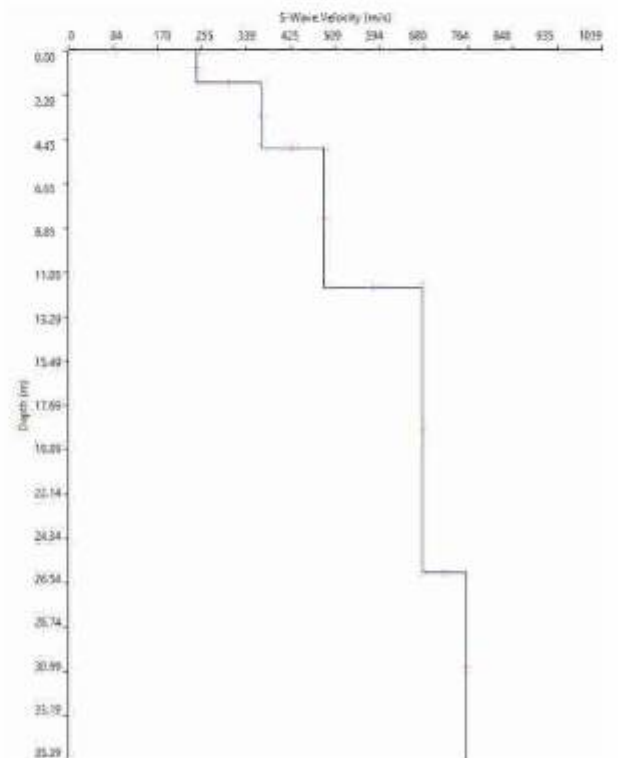
Curva di dispersione F - v



Spettro F-K



Modello d'inversione



## MASW 6

### Sito Aerogeneratore WTG01

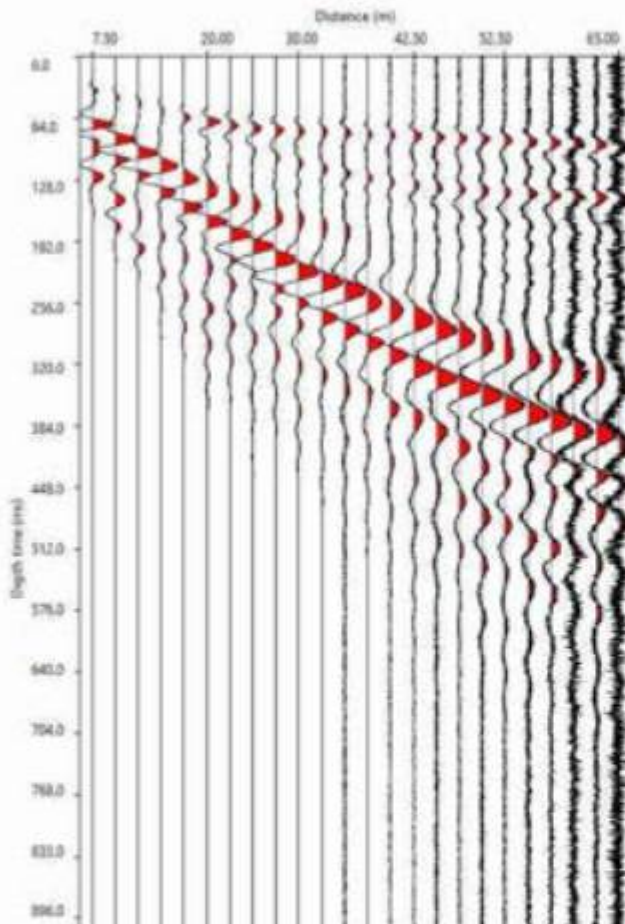
Distanza punto d'energizzazione: 7.5 m

Lunghezza stendimento: 57.5 m

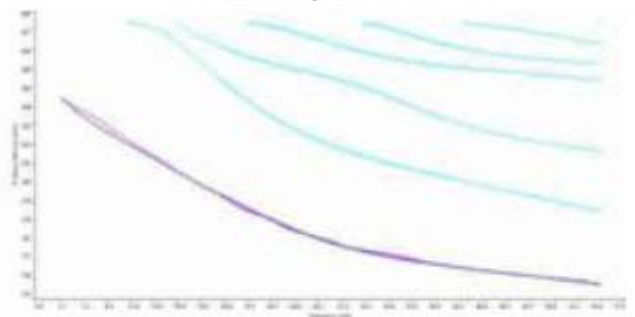
Distanza intergeofonica: 2.5 m



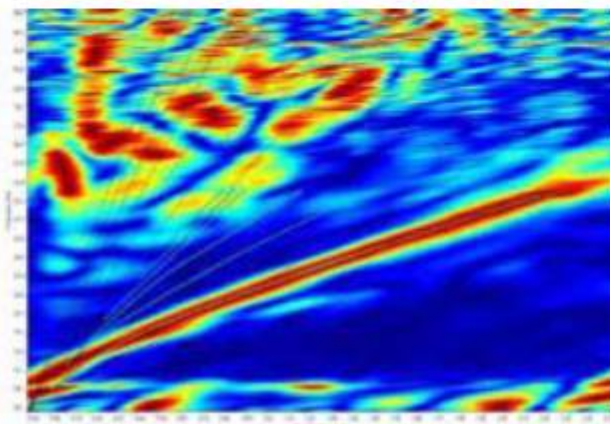
Sismogramma



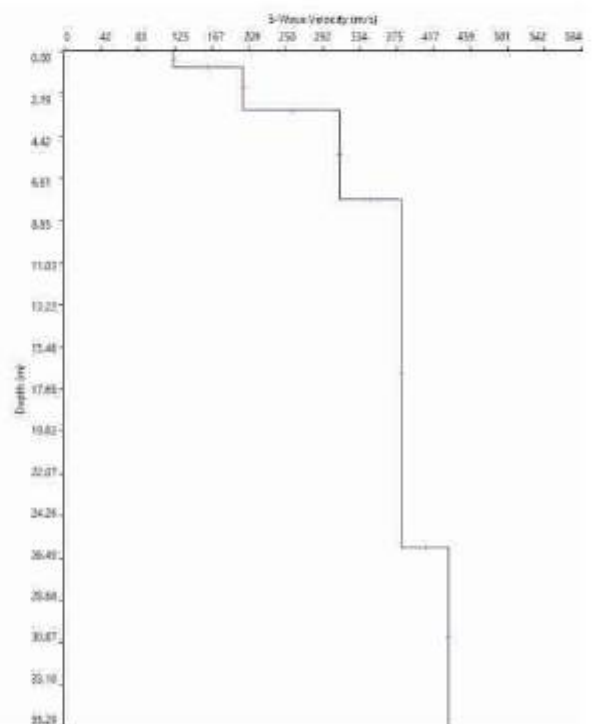
Curva di dispersione F - v



Spettro F-K



Modello d'inversione



### 2.11 Caratterizzazione sismica preliminare del sottosuolo

Secondo l'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/1/2018, NTC2018, il primo passo per la determinazione dell'azione sismica locale consiste nell'ascrivere, secondo l'approccio semplificato, il terreno di fondazione ad una delle "categorie del suolo di fondazione" definite nella tabella 3.2.II al capitolo 3.2.2 della stessa Norma.

Tali categorie sono state definite in funzione della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  tale parametro è calcolato secondo la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad (1)$$

Dove H è la profondità del substrato mentre  $h_i$  e  $V_{s,i}$  sono rispettivamente lo spessore ed il valore di velocità delle onde di taglio dello strato -iesimo. Si fa rilevare che il parametro  $V_{s,eq}$  rappresenta una grandezza equivalente, il cui valore risulta, pertanto, diverso da quello che si otterrebbe dalla media ponderata delle velocità dei singoli strati riferita ai rispettivi spessori. L'espressione (1) consente, invece, più appropriatamente, di privilegiare il contributo dei litotipi maggiormente deformabili.

La metodologia MASW ha fornito la modellizzazione elastica del sottosuolo in profondità in quanto ha fornito un modello di distribuzione della velocità media delle onde di taglio S in senso verticale descritto nelle precedenti schede. Grazie a tali dati è stato possibile calcolare il  $V_{s,eq}$  per ogni stendimento MASW eseguito, tali valori sono di seguito elencati:

**MASW1  $V_{s,eq}$  = 359 m/s**

**MASW2  $V_{s,eq}$  = 274 m/s**

**MASW3  $V_{s,eq}$  = 323 m/s**

**MASW4  $V_{s,eq}$  = 351 m/s**

**MASW5  $V_{s,eq}$  = 536 m/s**

**MASW6  $V_{s,eq}$  = 334 m/s**

Pertanto ai sensi delle NTC 2018, secondo i risultati del presente studio, i terreni di fondazione possono essere ascritti alle categorie B e C della tabella 3.2.II. Ovvero si tratta di terreni di fondazione da mediamente a molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.

Considerato inoltre che i siti in esame si trovano nella parte alta di pendii con inclinazione media superiore ai 15° bisogna tener conto, nell'ambito del calcolo dell'azione sismica, dei valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica descritti nella tabella 3.2.III e pertanto ascriverli alla categoria T2.

## 2.12 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 eolico 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 aerogeneratori 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 di quei dissesti rilevati che potrebbero nella loro evoluzione interferire con gli impianti da realizzare. Bisognerà inoltre stabilizzare il profilo di base dei corsi d'acqua la cui evoluzione potrebbe interferire con la stabilità dei versanti ove saranno realizzati gli aerogeneratori. Da quanto sopra descritto gli interventi proposti gioveranno alla generale stabilità delle aree in studio grazie alla regimazione dei deflussi. Nel contempo favoriranno l'accessibilità delle aree grazie al ripristino delle originarie vie di accesso per la costruzione e manutenzione degli aerogeneratori. Tali vie, oggi spesso impraticabili, potranno sia essere sfruttate dagli agricoltori e costituiranno anche vie sicure per i mezzi di soccorso ed emergenza.

Termini Imerese, 15/03/2022

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 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.

### 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 marni 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.

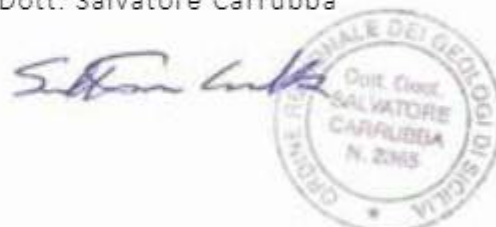
In fase esecutiva dovranno essere immancabilmente esperite le indagini geognostiche indirette e dirette e prove geotecniche in situ ed in laboratorio per la definizione del modello geotecnico di dettaglio indispensabile per la corretta progettazione delle più idonee strutture fondali delle opere in progetto.

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, 15/03/2022

Il geologo  
Dott. Salvatore Carrubba



#### **4 STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA STAZIONE DI ELEVAZIONE E DEL CAVIDOTTO INTERRATO DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE ELETTRICA E I SITI DELL'IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "S&P 11"**

---

##### 4.1 Inquadramento geografico e geomorfologico

Il tracciato del cavidotto in progetto è cartografato sulla Carta Tecnica Regionale n. 606150, n. 606160, n. 607090, n. 607100, n. 607130 e n. 607140. Le suddette carte sono riprodotte nell'allegato A in calce al presente studio. Il cavidotto si dipartirà dalla località Casuzze del territorio comunale di Gibellina (TP), ove verrà realizzata la Stazione Elettrica, per dirigersi verso Est attraversando prima la Sp 37, e poi le contrade "Rocca", "La Pietra" e "Spizzeca Grande". Infine, seguendo in linea di massima il percorso della Sp.9 raggiungerà la contrada Parrino e la contrada Torretta dove verrà realizzata la stazione di elevazione. Da questo punto si dipartirà quindi in più rami che raggiungeranno gli aerogeneratori siti nelle Contrade Parrino, Montagnola, Macellarotto, Pitarre del territorio comunale di Monreale (PA) e in contrada Borrachine del comune di Camporeale (PA).

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 tutti 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.

In linea generale si prevede, per la realizzazione del cavidotto, di privilegiare la tecnica del "no dig" al fine 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. Le tecniche di scavo tradizionali saranno utilizzate soltanto nei tratti in cui, a seguito delle indagini di dettaglio che verranno esperite, si riterrà che il loro utilizzo possa essere più vantaggioso e meno impattante rispetto al "no dig" e fornire eguali garanzie di sicurezza.

#### 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, del Fiume San Bartolomeo e del Fiume Jato.

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 già interessano gli assi viari principali.

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

##### DA COMPLETARE

Codice dissesto	Comune	Classificazione	Attività	Pericolosità
057-9PO-010	Poggioreale	Scorrimento	Quiescente	P1 Moderata
057-6MO-020	Monreale	Area a franosità diffusa	Quiescente	P1 Moderata
057-6MO-021	Monreale	Scorrimento	Quiescente	P1 Moderata
057-6MO-094	Monreale	Scorrimento	Attiva o riattivata	P3 Elevata
057-6MO-096	Monreale	Area a franosità diffusa	Attiva o riattivata	P2 Media
057-6MO-104	Monreale	Scorrimento	Attiva o riattivata	P3 Elevata
057-6MO-106	Monreale	Area a franosità diffusa	Quiescente	P1 Moderata
057-6MO-115	Monreale	Scorrimento	Attiva o riattivata	P3 Elevata
057-6MO-117	Monreale	Deformazioni superficiali lente (creep o soliflusso)	Attiva o riattivata	P2 Media

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 è stato tracciato il percorso del cavidotto e degli impianti serviti.

### 4.3 Considerazioni Geologiche

Le ricerche bibliografiche ed il rilevamento di superficie, esteso ad un intorno significativo del tracciato del cavodotto, hanno permesso cartografare, nelle carte geologiche riportate in calce al presente studio nell'allegato D, i classici depositi della formazione Terravecchia costituiti da argille, 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.

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

#### 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 prevalentemente scavato con la tecnica del no dig pertanto sarà 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 scegliere le più opportune tecniche di scavo 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 tratti in trincea.

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, 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 prevalentemente 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. Le stesse indagini saranno utili per valutare i tratti di cavidotto dove potrebbe essere più conveniente, a parità di garanzie per l'ambiente, la possibilità di scavo con tecniche tradizionali.

Termini Imerese, 15/03/2022

Il geologo  
Dott. Salvatore Carrubba



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

Stazione Elettrica

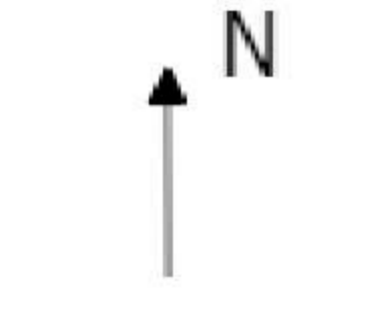


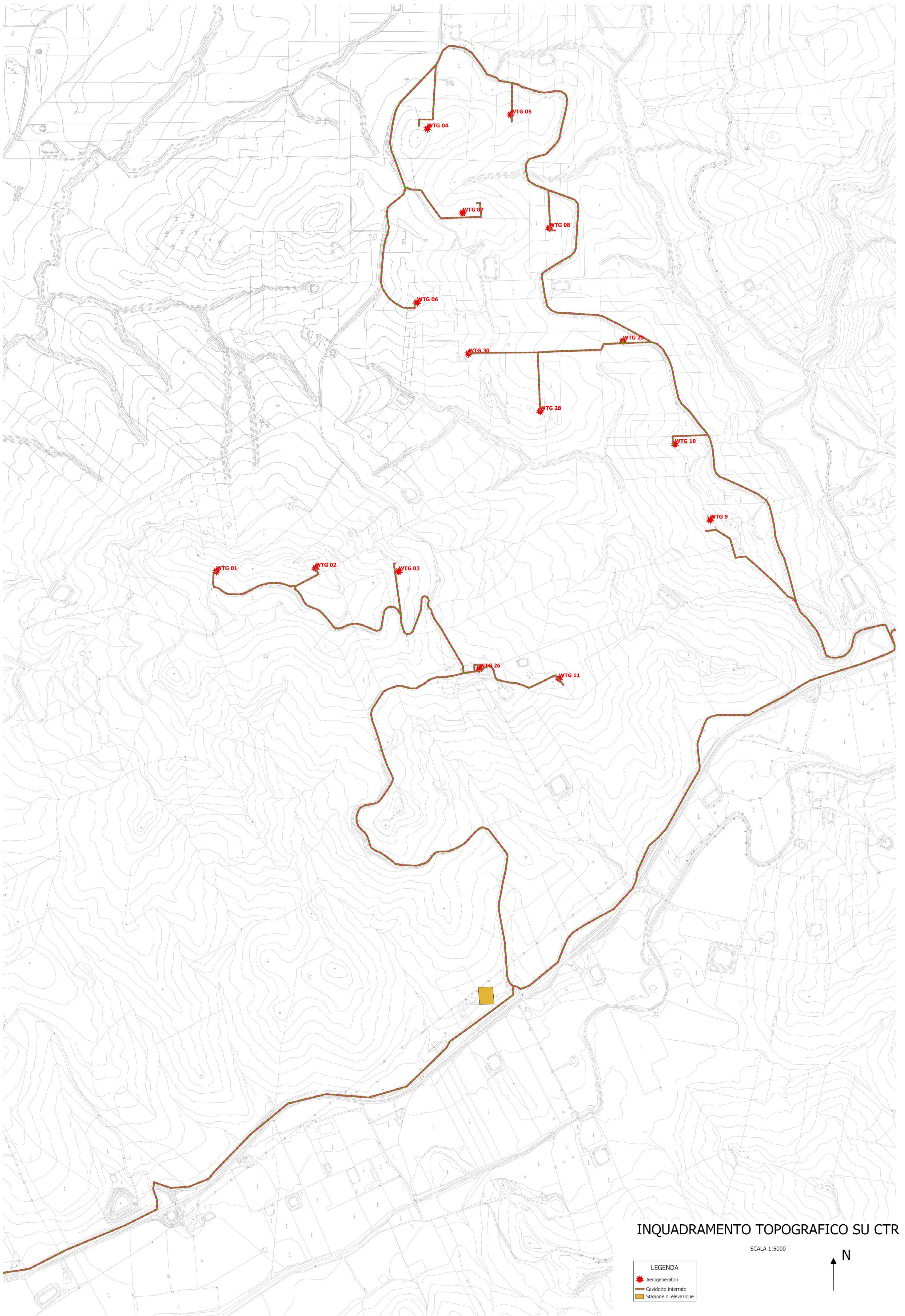
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO SU CTR

SCALA 1:5000

LEGENDA

- Caviotto
- Area Stazione Elettrica Gallitello





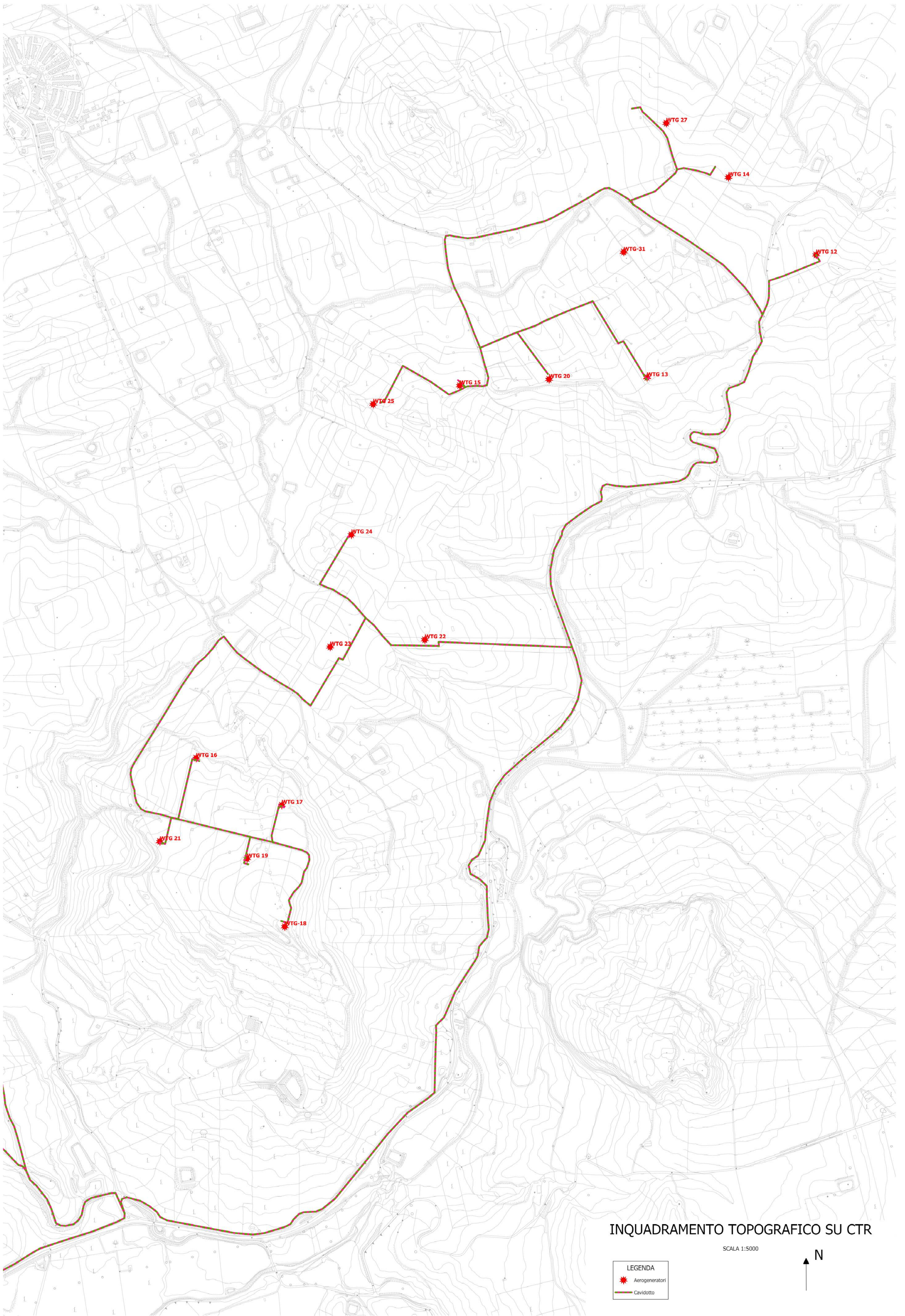
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO SU CTR

SCALA 1:5000

- LEGENDA
- Aerogeneratori
  - Cavidotto interrato
  - Stazione di elevazione





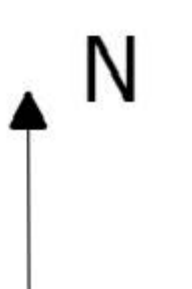


INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO SU CTR

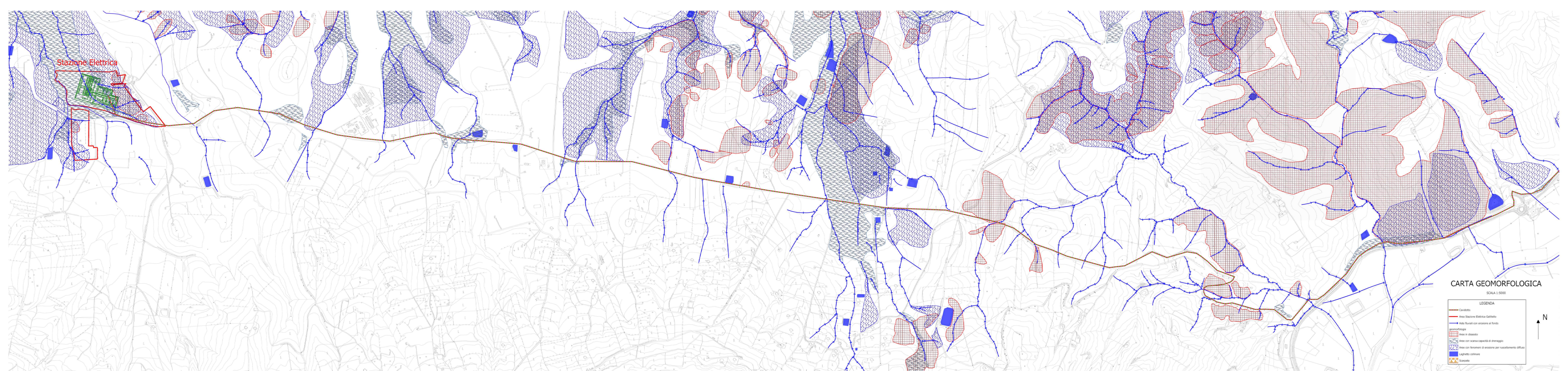
SCALA 1:5000

LEGENDA

- Aerogeneratori
- Cavidotto



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



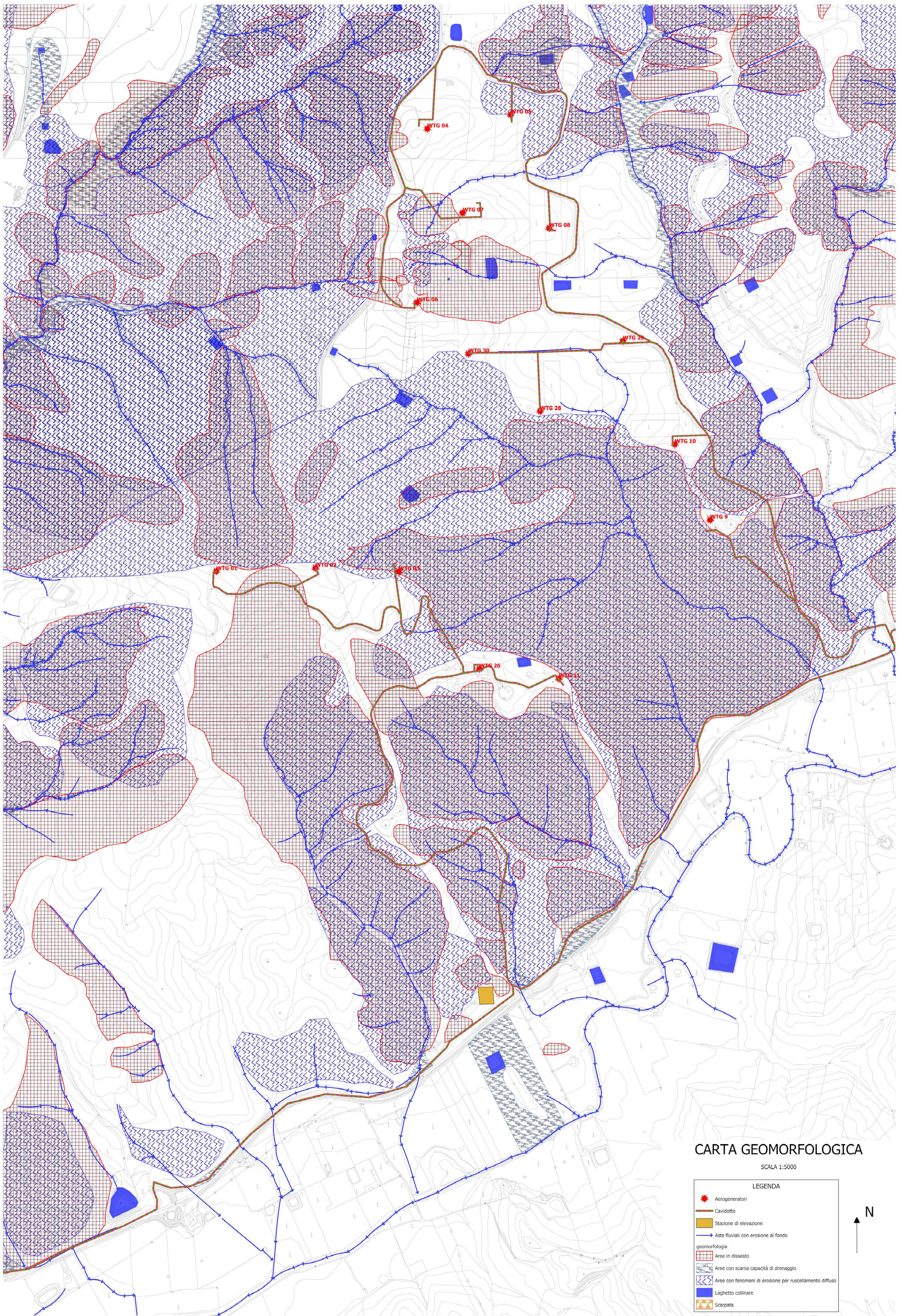
Stazione Elettrica

CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:5000

- LEGENDA
- Cavidotto
  - Area Stazione Elettrica Gallitello
  - Asse fluviali con erosione al fondo
  - geomorfologia
  - Area in dissesto
  - Area con scarsa capacità di drenaggio
  - Area con fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso
  - Laghetto collinare
  - Scarpata

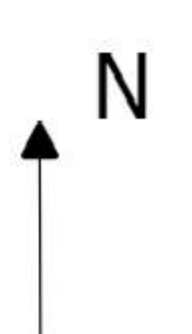


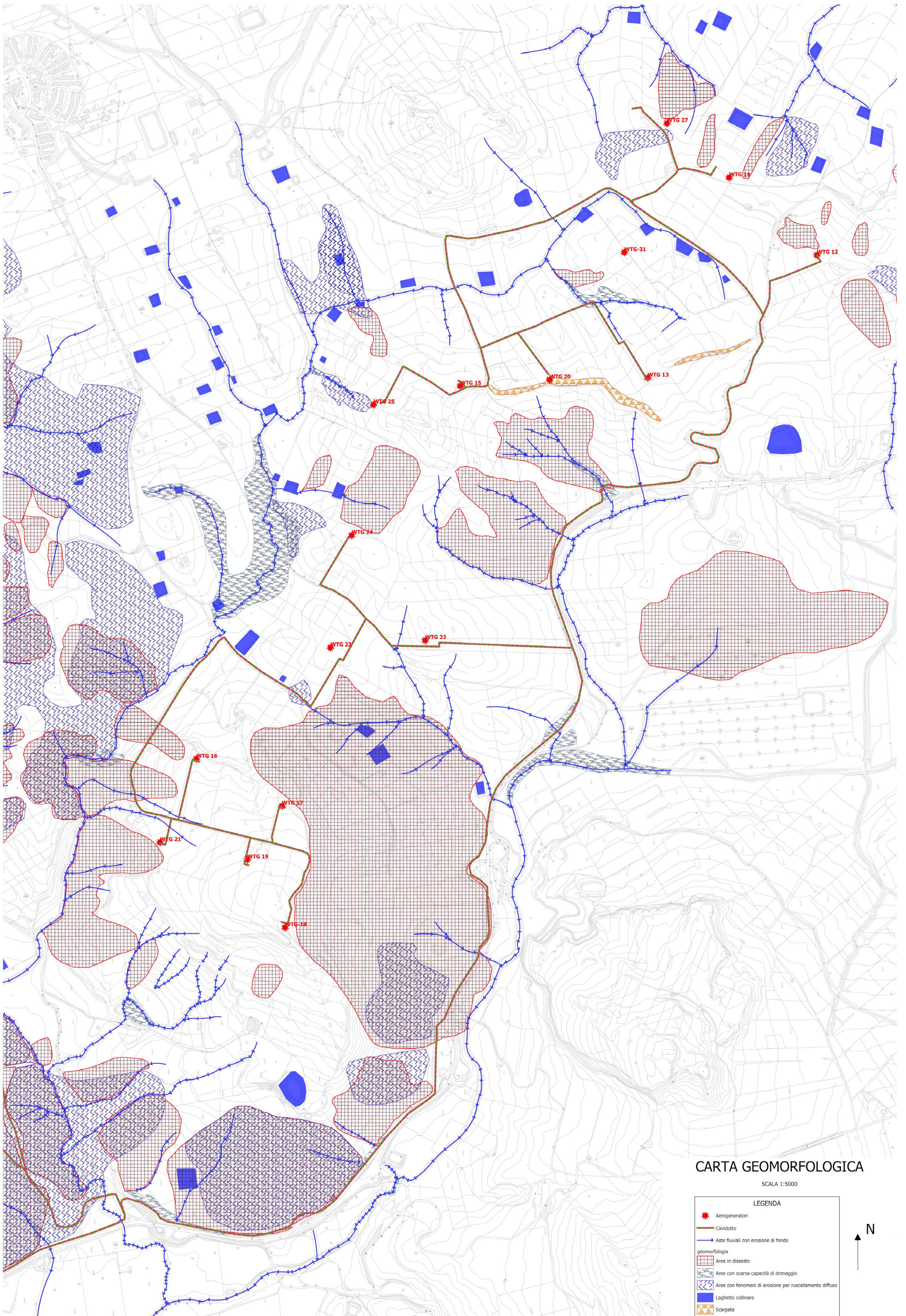


### CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:5000

LEGENDA	
	Aerogeneratori
	Cavidotto
	Stazione di elevazione
	Aste fluviali con erosione al fondo
geomorfologia	
	Aree in dissesto
	Aree con scarsa capacità di drenaggio
	Aree con fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso
	Laghetto collinare
	Scarpata



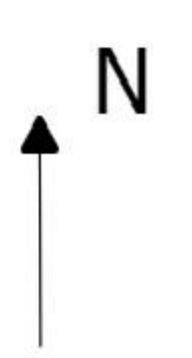


### CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:5000

**LEGENDA**

- Aerogeneratori
- Cavidotto
- Aste fluviali con erosione al fondo
- geomorfologia
  - Aree in dissesto
  - Aree con scarsa capacità di drenaggio
  - Aree con fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso
  - Laghetto collinare
  - Scarpata



**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 "ASSESTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
(art. 15, comma 1, lett. a) della Legge n. 37 del 28.2.1989)

- 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**  
COMUNE DI  
Punta di Solanto, Solanto, Minoreale  
Scala 1:10.000



Anno 2006

**LEGENDA**

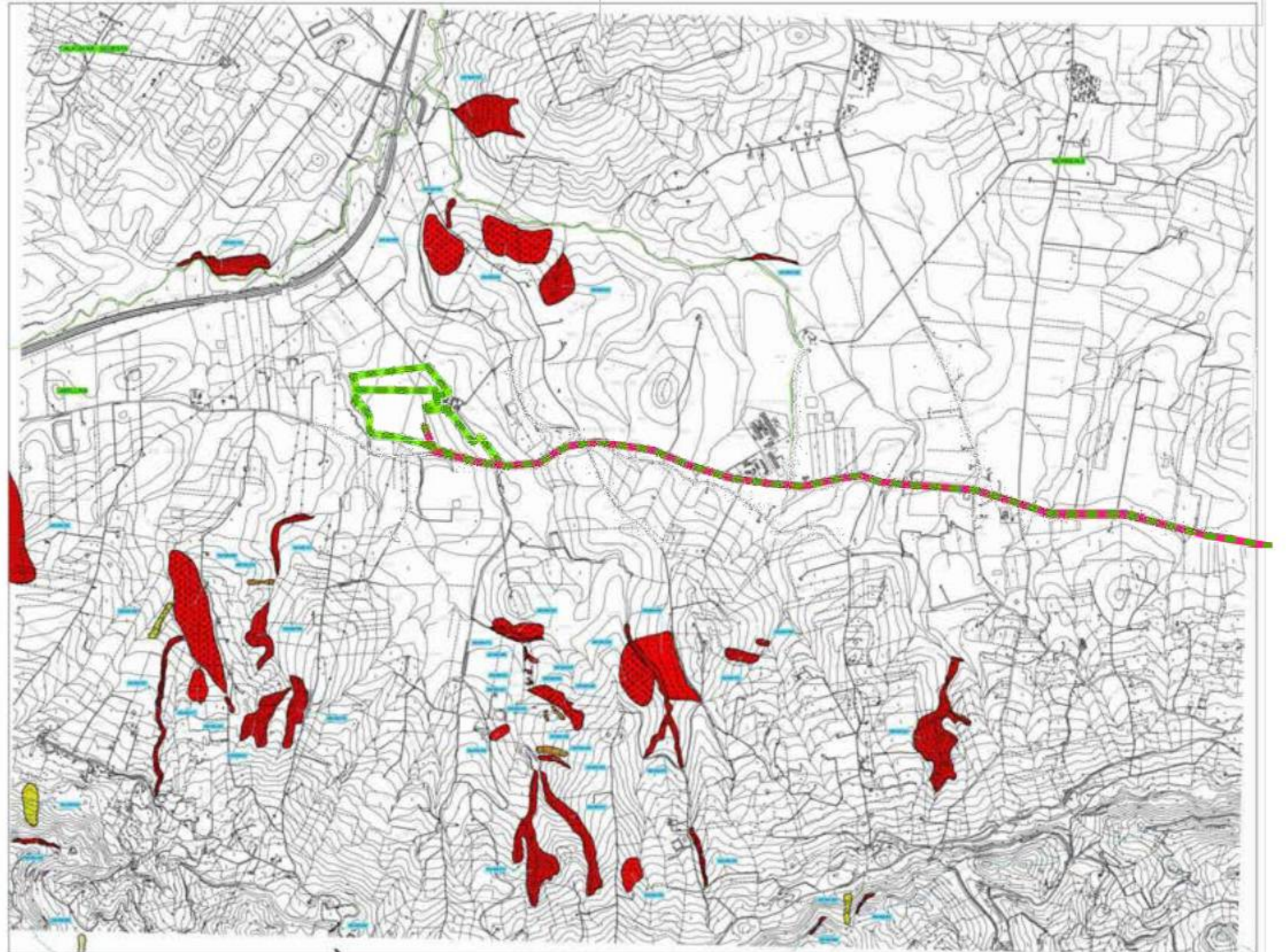
**TIPOLOGIA**

- Crollo ero ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Friata complessi
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a frangenti 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



Legenda

- Stazione Elettrica
- Cavidotto

**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 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

- 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**

COMUNE  
Caltanissetta, Caltanissetta, Murole  
Scale 1:10.000



Anno 2006

**LEGENDA**

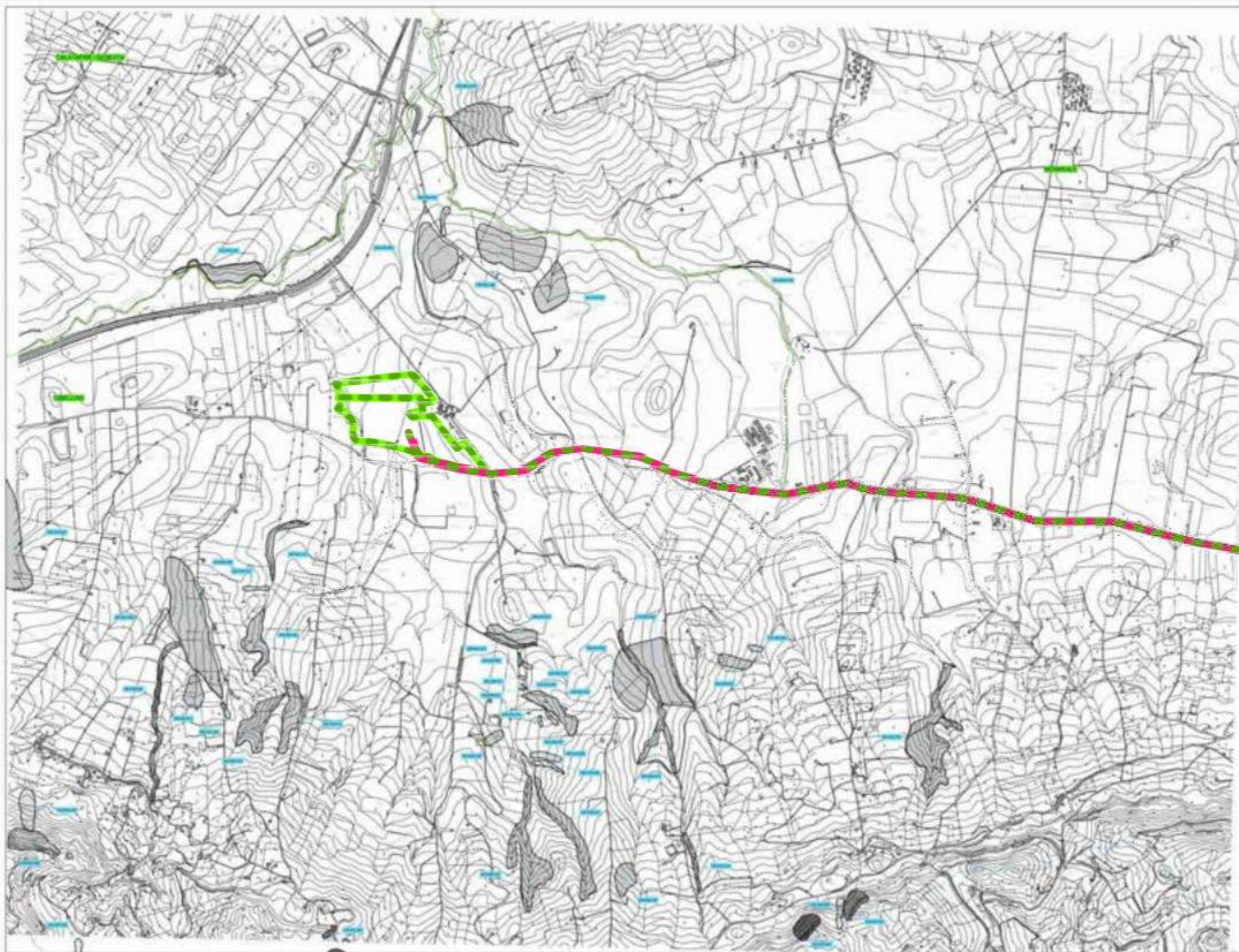
**LIVELLI DI PERICOLOSITA'**

- 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



**Legenda**

- Stazione Elettrica
- Cavidotto



REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
 Assessorato Territorio e Ambiente  
 DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
 Servizio di "SOSTEGNO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
 per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
DEI P.A.I. "RIPARTIZIONE E ORDINAMENTO DELLA ZONA SUOLA"

- 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**  
 COMUNA DI  
 Modica, Marone, Poggioreale  
 Scala 1:10.000



Anno 2006

**LEGENDA**

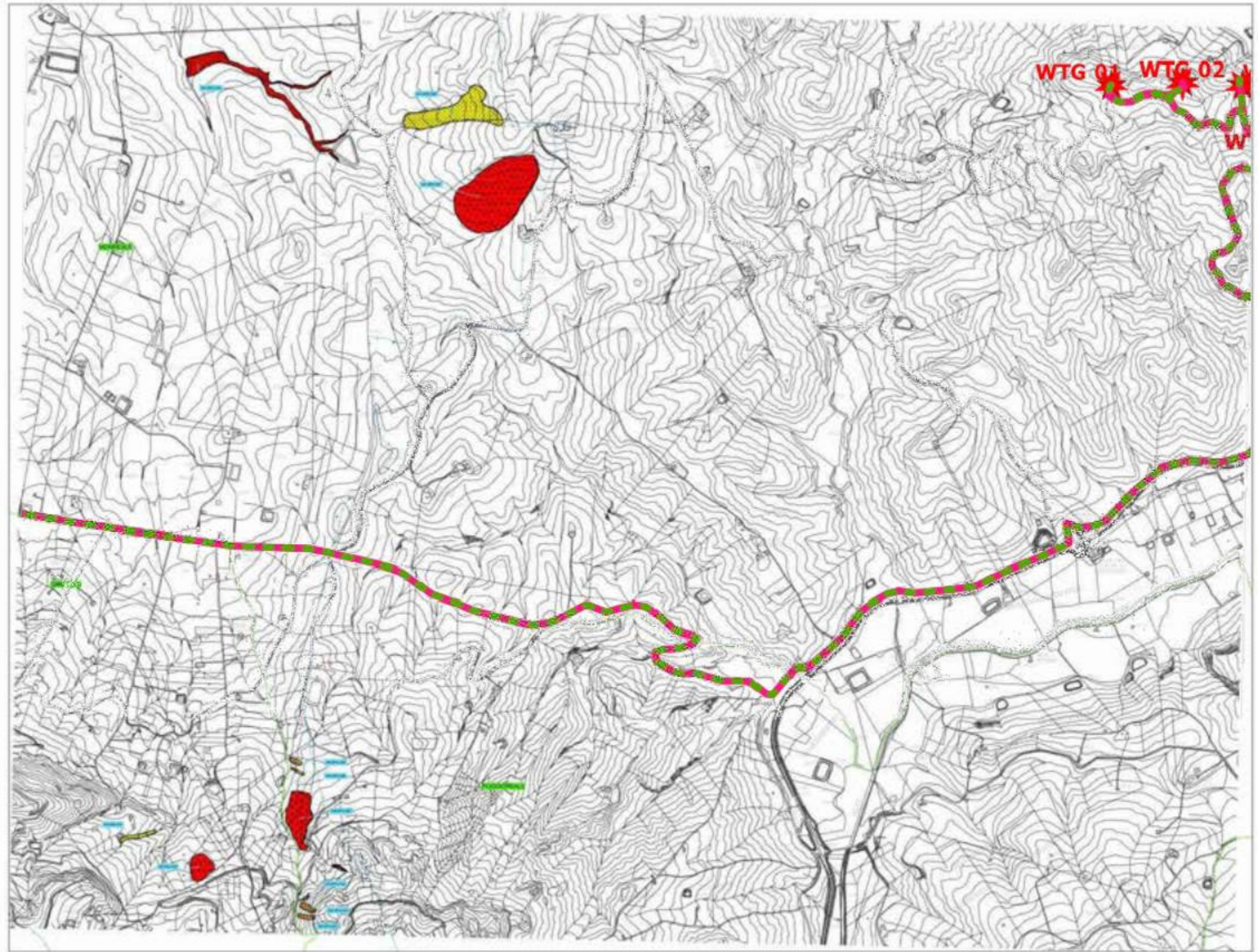
**TIPOLOGIA**

- Crollo sito ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPv)
- Colamento lento
- Area a frane diffusi
- 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



Legenda

- Cavidotto
- Aerogeneratori

**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 INFRASTRUTTURE"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

- 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**

COMUNE DI  
Mazzeo, Murolo, Pizzolungo  
Scala 1:10.000



Anno 2006

**LEGENDA**

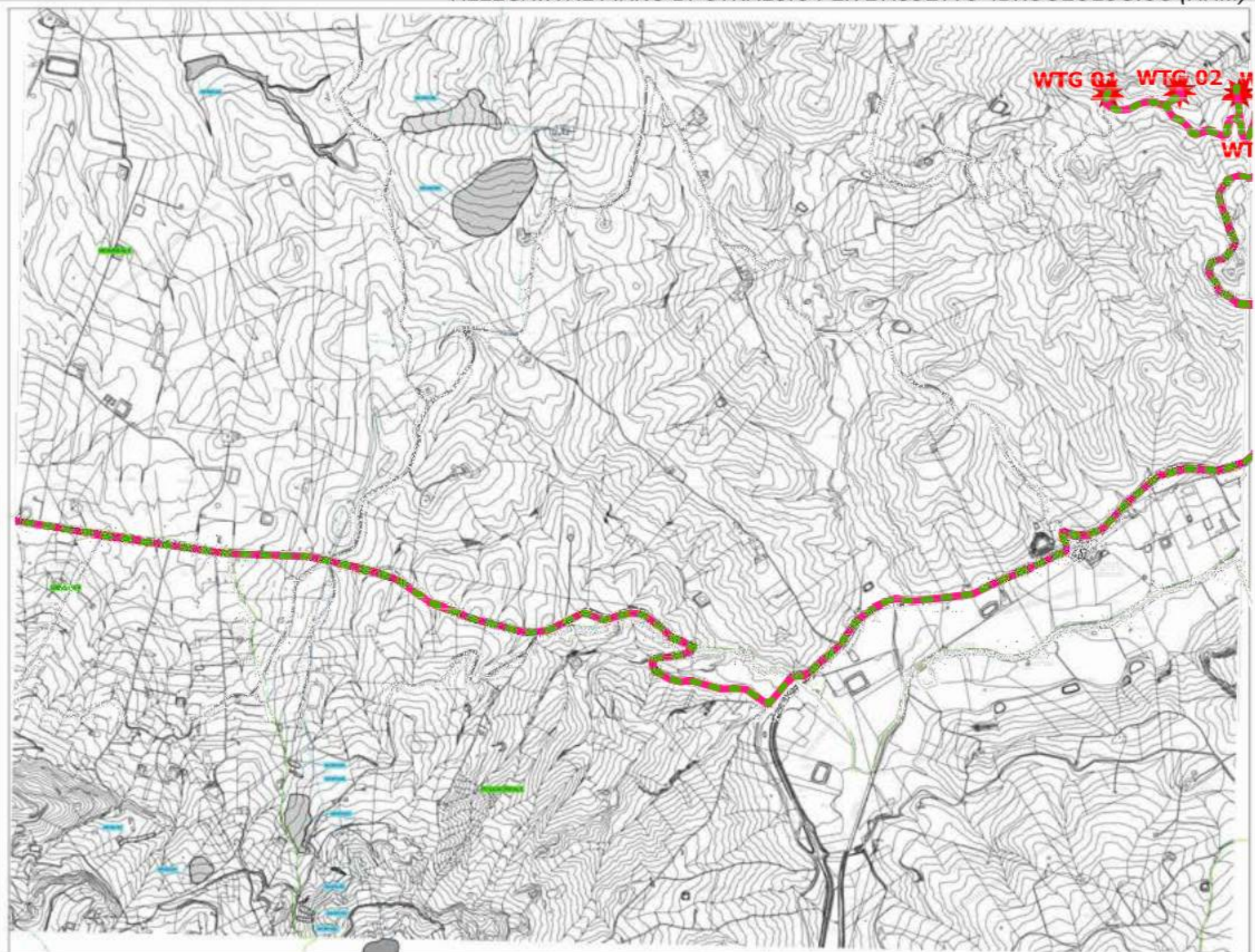
**LIVELLI DI PERICOLOSITÀ\***

- 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



Legenda

- Cavidotto
- Aerogeneratori

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  
 SPANIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
 SERVIZI E ATTIVITÀ DI STRUTTURAZIONE DEL TERRITORIO

**Piano Stralcio di Bacino  
 per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

Bacino Idrografico del Fiume  
 Belice (057)



**CARTA DEI DISSESTI N° 16**  
 COMUNE DI  
 Marsala - Pizzolungo  
 Scala 1:15.000



Anno 2005

**LEGENDA**

**FENOMENI FRANOSI**

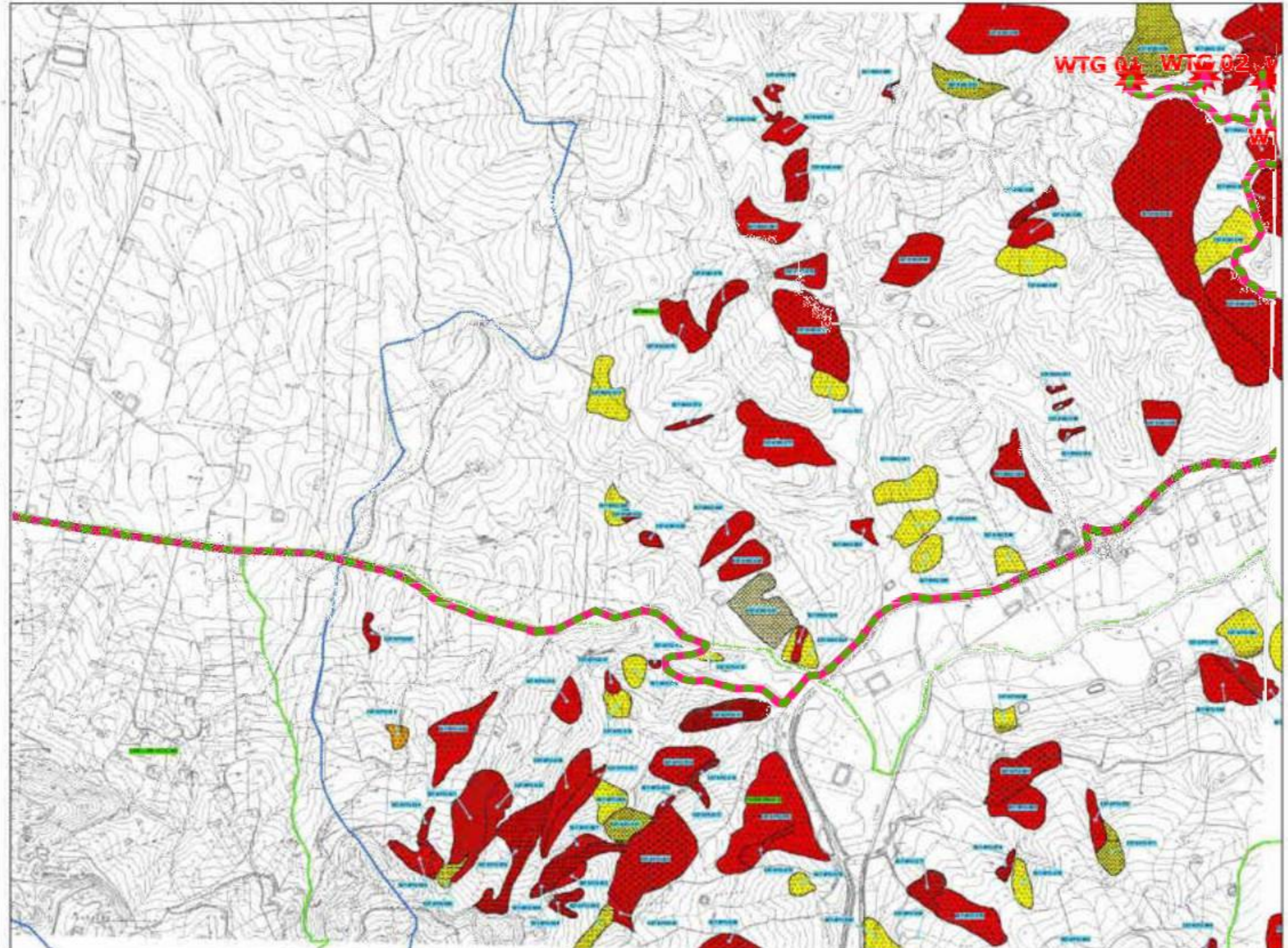
- Cracks and settlements
- Landslides
- Subsidence
- Sliding
- Soil erosion
- Sandstone
- Coastal erosion or dune formation (DGPV)
- Landslide scars
- Areas of diffuse erosion
- Surface deformation
- Cavities
- Subsidence consequent to urban activities

**STATO DI ATTIVITA'**

- Attivo
- Inattivo
- Quasi-attivo
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Limite bacino idrografico del F. Belice

Limite comunale



Legenda

- Cavidotto
- Aerogeneratori

**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 a Contratto Pubblico Provinciale di Tutela del Territorio

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

Bacino Idrografico del Fiume  
Belice (057)



**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 16**

Comune di  
Mazara del Vallo  
Scala 1:10.000



Anno 2008

**LEGENDA**

**LIVELLI DI PERICOLOSITÀ**

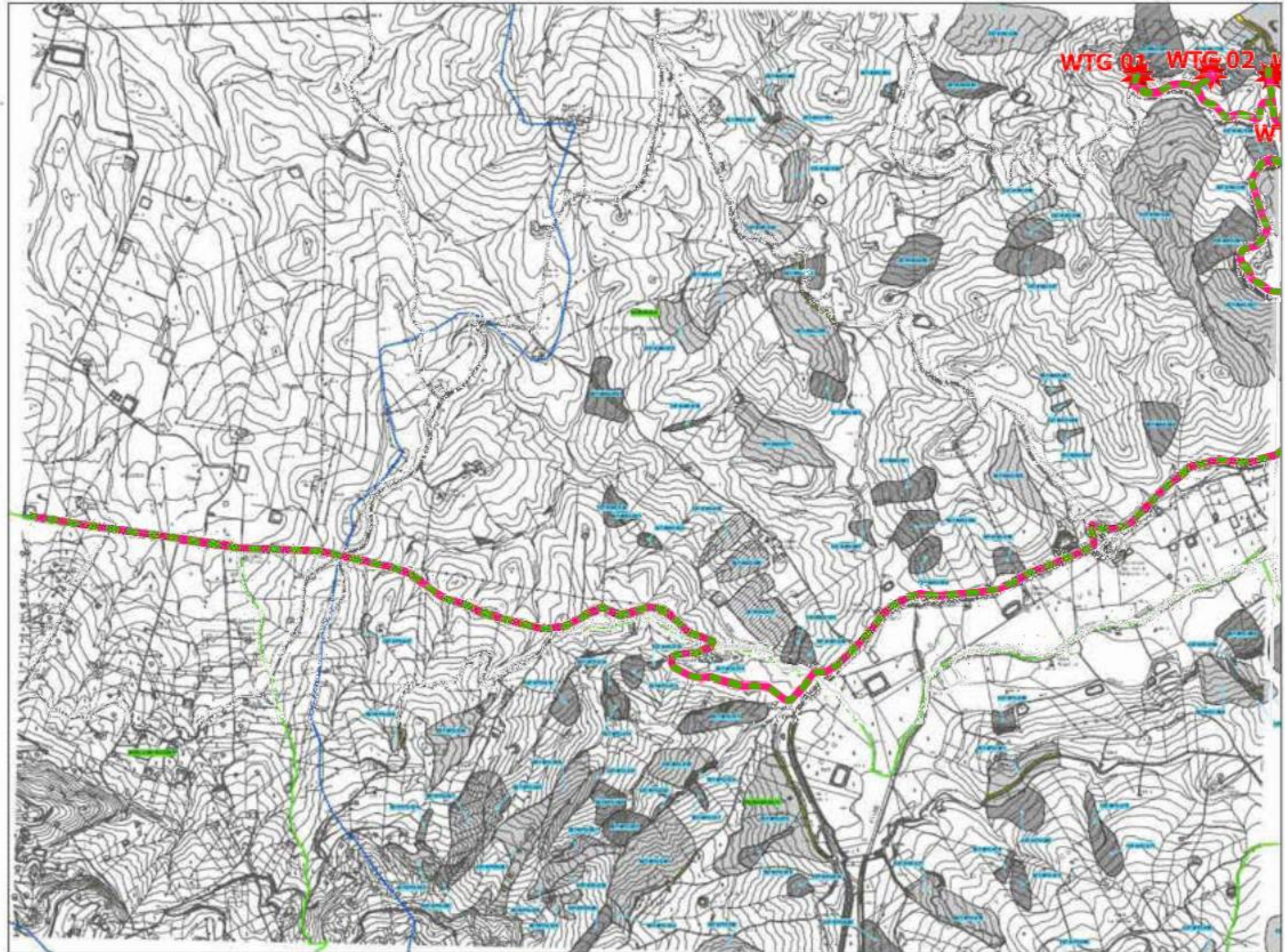
-  P0 molto basso
-  P1 moderato
-  P2 medio
-  P3 elevato
-  P4 molto elevato

**LIVELLI DI RISCHIO**

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

 Linea bacino idrografico del F. Belice

 Linea comunale



Legenda

-  Cavidotto
-  Aerogeneratori

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  
 SPARTAMENTO TERRITORIO AMBIENTE  
 SERVIZI A CARATTERE PUBBLICO, VIGILANZA E CONTROLLO

**Piano Stralcio di Bacino  
 per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
DECRETO REGIONALE N. 100 DEL 12/05/2008

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



**CARTA DEI DISSESTI N° 17**  
COMUNE DI BELICE - Frazioni: Foggiano, S. Maria  
 Scala 1:10.000



Anno 2008

**LEGENDA**

**FENOMENI FRANOSI**

- Colla in movimento
- Coerenza rapida
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Faglia compressa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Coerenza lenta
- Area a frangimento d'asse
- Deformazione superficiale lenta
- Calavoi
- Dissesti conseguenti ad azione sismica

**STATO DI ATTIVITA'**

- Attivo
- Passivo
- Quasiattivo
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Linea bacino idrografico del F. Belice

Linee contorni



Legenda

- Cavidotto
- Aerogeneratori
- Stazione di elevazione

**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  
Servizi e "ASSISTENZA" TERRITORIO E AMBIENTE

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
ART. 1 DEL REGOLAMENTO DI CELEBRAZIONE DELLA L. 42/1999

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



**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 17**  
COMUNE DI  
Mazzeo - Poggioreale - Mirre - Roccamare  
Scala 1:10.000



Anno 2005

**LEGENDA**

**LIVELLI DI PERICOLOSITÀ\***

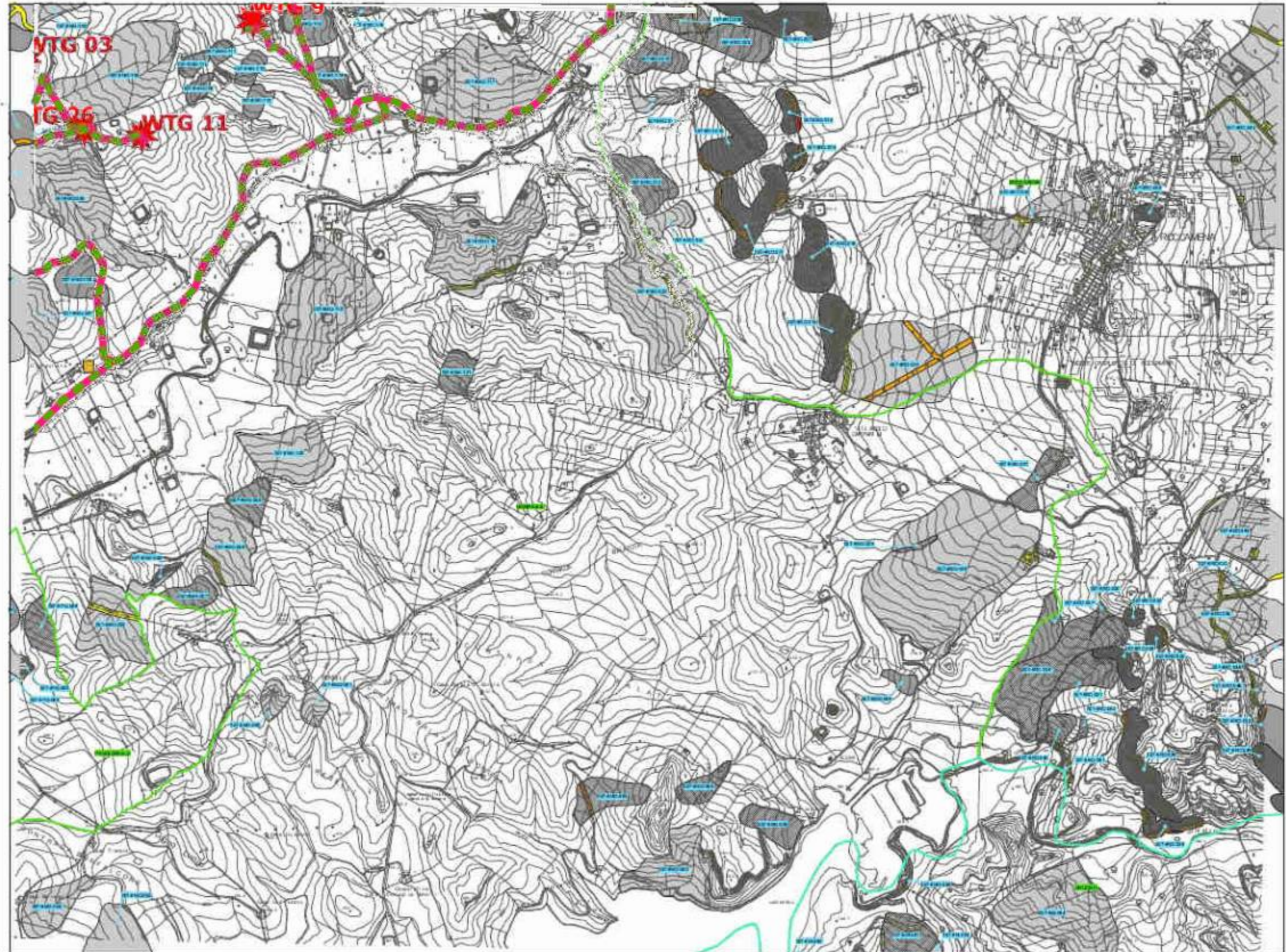
	P0	molto basso
	P1	moderato
	P2	medio
	P3	elevato
	P4	molto elevato

**LIVELLI DI RISCHIO**

	R1	moderato
	R2	medio
	R3	elevato
	R4	molto elevato

Limite bacino idrografico del F. Belice

Limite comunale



Legenda

	Cavidotto
	Aerogeneratori
	Stazione di elevazione

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

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territoriale e Ambiente  
SPAZIO MISTO TERRITORIO AMBIENTE  
Servizi "ASSETTO DEL TERRITORIO E SPAZIO DEL SOGGIO"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
ART. 10.1. DELL'ORDINANZA MINISTERIALE DEL 17/05/2011

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



**CARTA DEI DISSESTI N° 11**  
CANTONE - MONTICELLI - MONTICELLI MARONE  
Scala 1:50.000



**LEGENDA**

**FENOMENI FRANOSI**

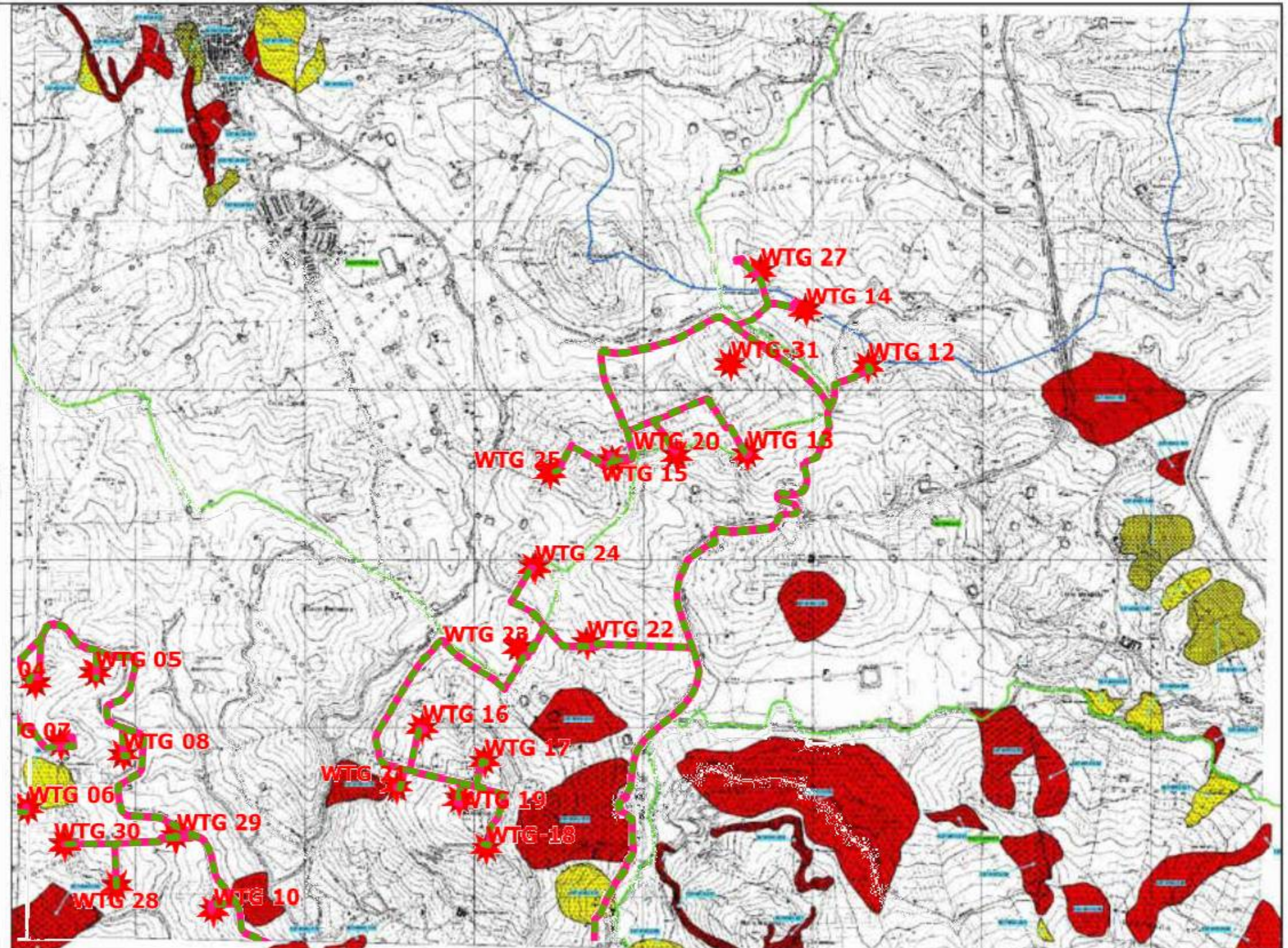
- Crisi alla ribaltata
- Coarctamento rapido
- Sprofondamenti
- Scostamenti
- Fessure complesse
- Espansione laterale e deformazione gravitativa (DGPV)
- Coarctamento lento
- Area a frangenti diffusi
- Deformazione superficiale lenta
- Calano
- Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

**STATO DI ATTIVITA'**

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o restauramento

Limite bacino idrografico del F. Belice

Limiti comunali



**Legenda**

- Cavidotto
- Aerogeneratori

**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  
SPAZIO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio Territorio, Urbanistica e Sviluppo Rurale

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
ART. 174, SECONDA PARTE DEL REGOLAMENTO DEL 17.03.2005

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



**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 11**  
COMUNE DI  
Cava d'Agosta - Marsala - Rosolini

Scala 1:10.000



Anno 2005

**LEGENDA**

**LIVELLI DI PERICOLOSITÀ\***

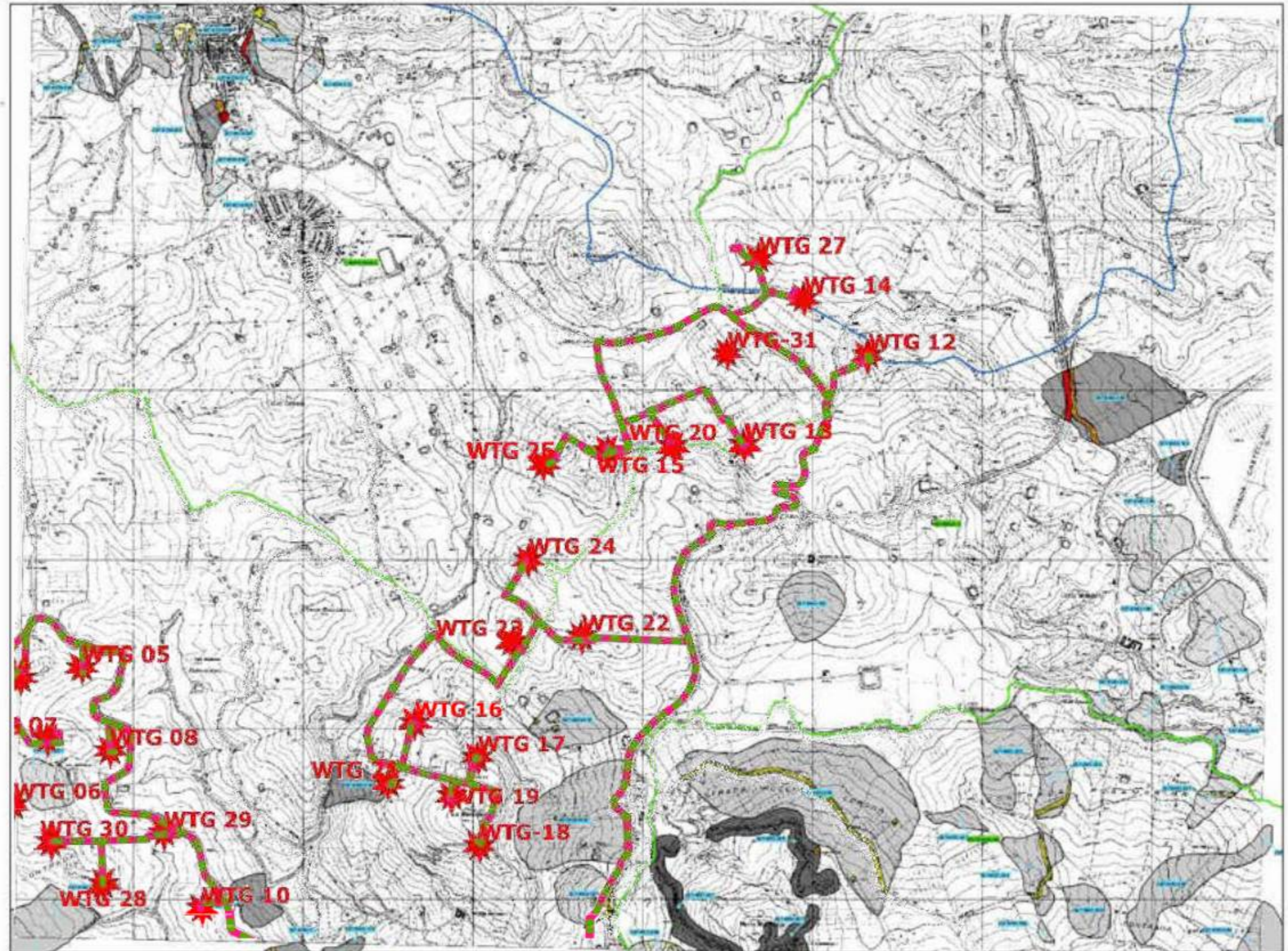
	P0 molto basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato

**LIVELLI DI RISCHIO**

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

Limite bacino idrografico del F. Belice

Limiti comunali



Legenda

- Cavidotto
- Aerogeneratori



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  
 DIRETTORATO TERRITORIO E AMBIENTE  
 Servizio "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
 per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

Bacino Idrografico del Fiume  
 Jato (043)



CARTA DEI DISSESTI N° 13  
 COMUNE DI CAMPORALE-VERGATE  
 Scala 1:10.000



Anno 2006

**LEGENDA**

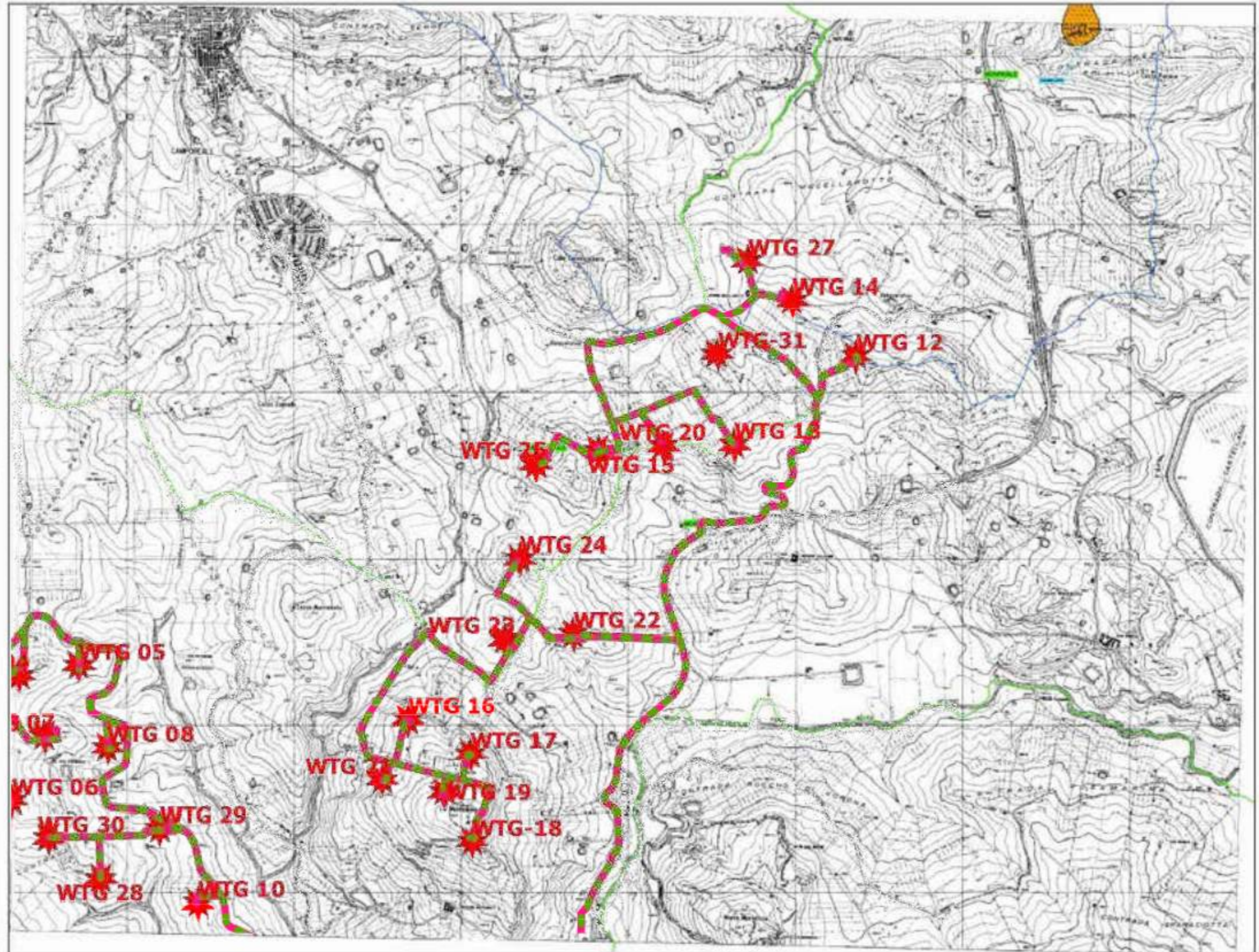
**TIPOLOGIA**

- Creto e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scombrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a frangito diffuso
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

**STATO DI ATTIVITA'**

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Limite bacino idrografico  
 Limite comunale



Legenda

- Cavidotto
- Aerogeneratori

**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 di "ASSETTO DEL TERRITORIO E SPESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
ART. 17, LEGGE N. 437 DEL 28/02/1984

Bacino Idrografico del Fiume  
Jato (043)



**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 13**  
CONSIGLIO REGIONALE SICILIANO  
 Scala 1:12.500



Anno 2006

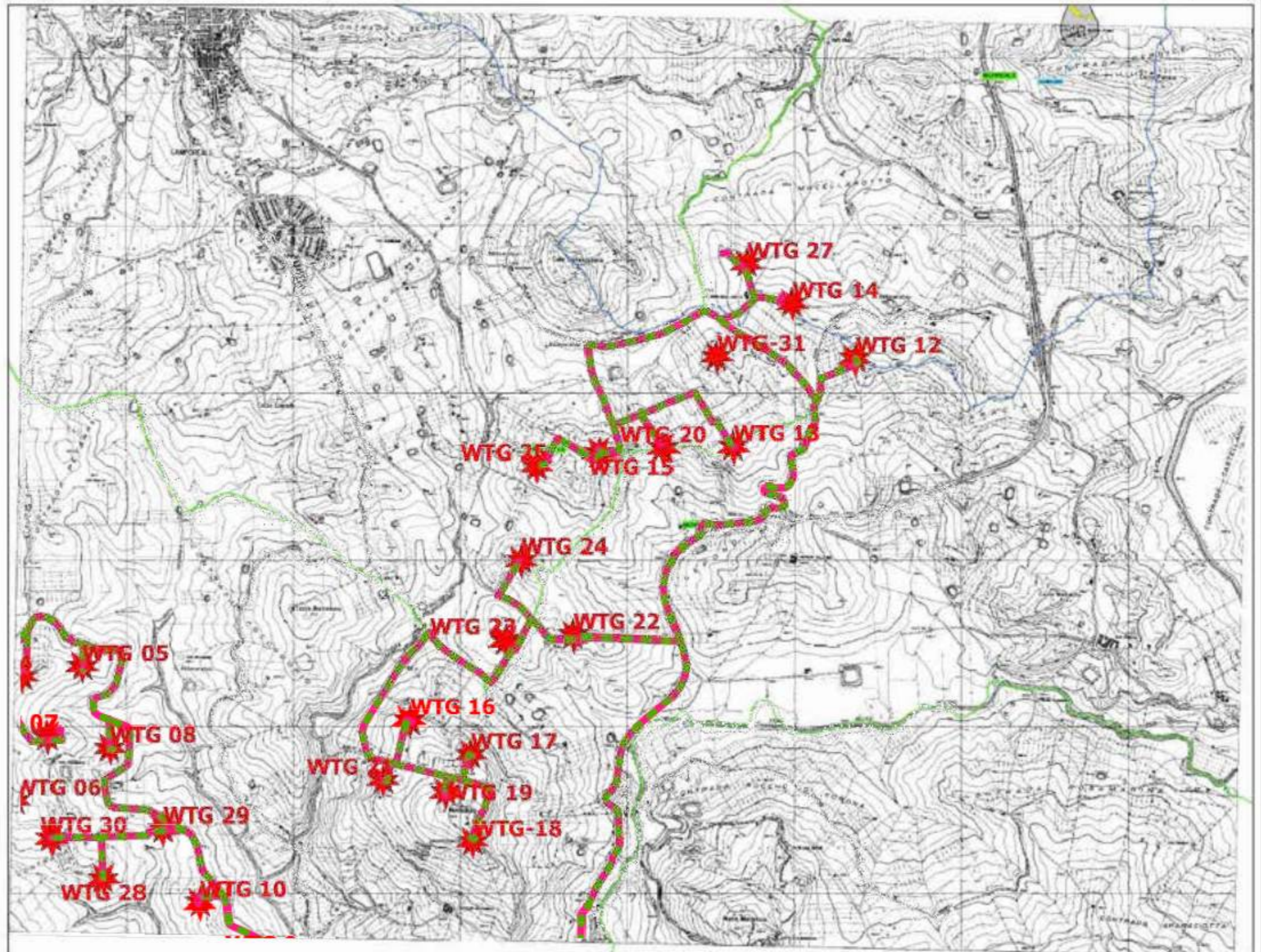
**LEGENDA**

**LIVELLI DI PERICOLOSITÀ\***

	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 comunale


Legenda

Cavidotto

Aerogeneratori

**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 REGIONALE AMBIENTE  
Servizio Regionale del Territorio e Urbanistica

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

Bacino Idrografico del Fiume  
Belice (057)



**CARTA DEI DISSESTI N° 10**  
CANTONE  
Cassaro-Monza  
Scala 1:10.000



Anno 2005

**LEGENDA**

**FENOMENI FRANOSI**

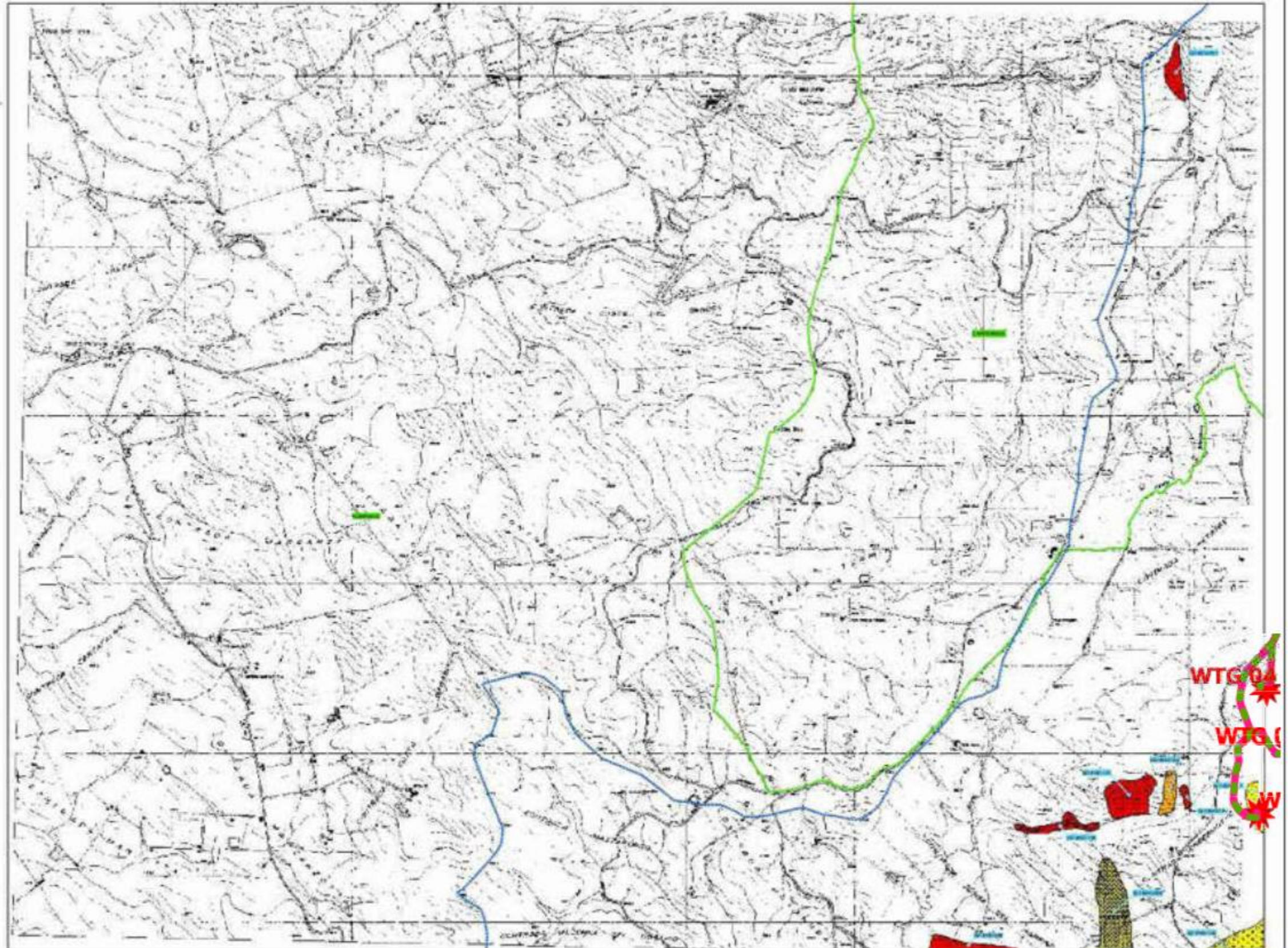
- Cracks and settlements
- Landslide
- Subsidence
- Slump
- Sliding
- Sliding on a slope
- Sliding on a slope (DGPV)
- Landslide
- Landslide (diffuse)
- Surface deformation
- Cavities
- Cavities (artificial or natural)

**STATO DI ATTIVITA'**

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Limite bacino idrografico del F. Belice

Limiti comuni



**Legenda**

- Cavidotto
- Aerogeneratori

**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  
Sede e Via: CANTIERI DEL S. FRANCESCO DI PAOLA DEL S. 10, 90132

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**  
ART. 10. DETERMINAZIONE COLLETTIVA DEL 21/01/2009

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



**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL  
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 10**  
COMP. 01/10  
Categorie: Moderata  
Scala 1:10.000



Anno 2009

**LEGENDA**

**LIVELLI DI PERICOLOSITÀ**

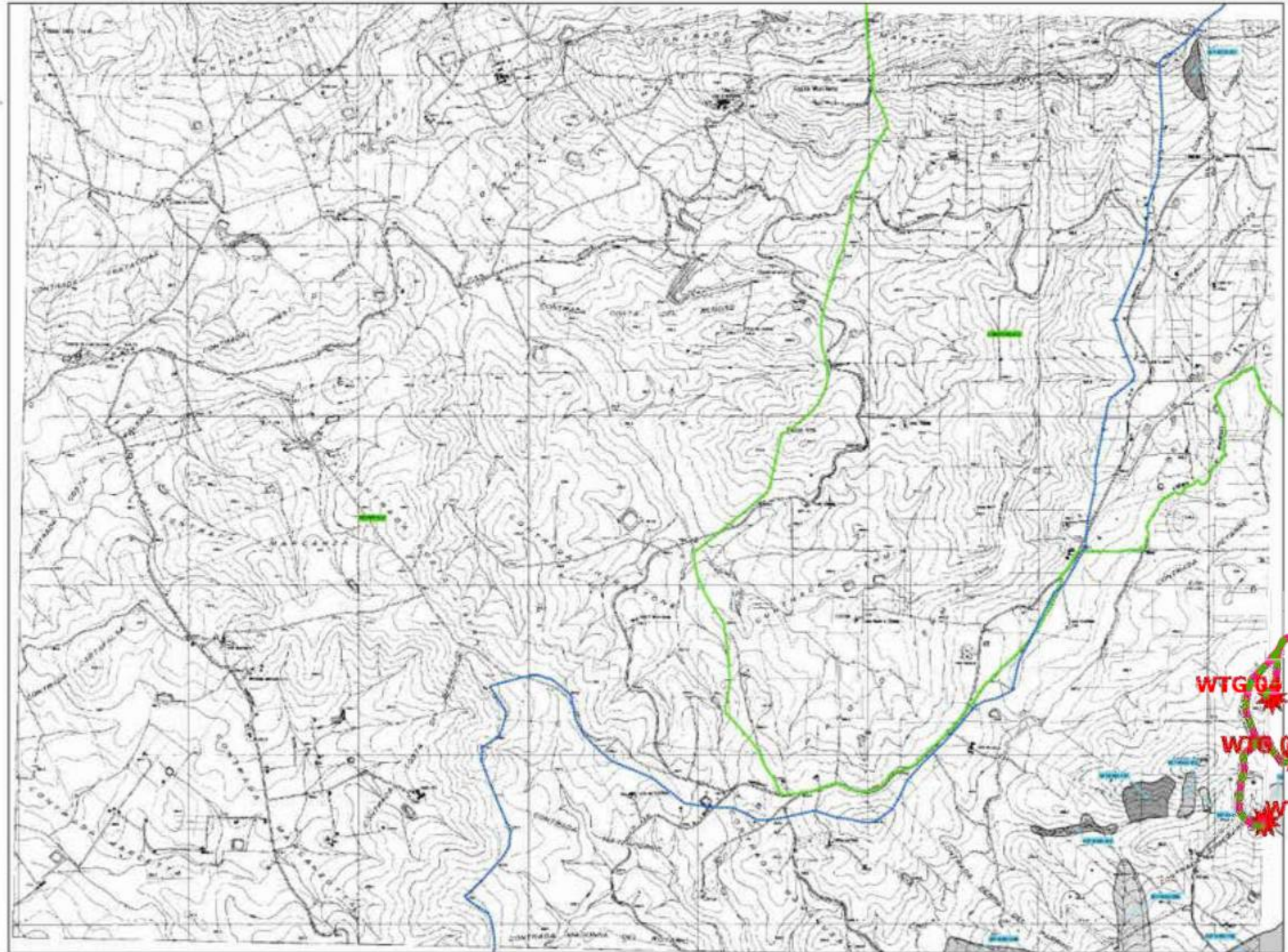
	P0 molto basso
	P1 moderata
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato

**LIVELLI DI RISCHIO**

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

Limite bacino idrografico del F. Belice

Limite comunale



Legenda

Cavidotto

Aerogeneratori

**ESTRATTO FUORI SCALA DELLA "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE"  
ALLEGATA AL PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

OPERA TRACCIATO TERRITORIALE E AMBIENTALE  
SERVIZIO REGIONALE DEL TERRITORIO E DELLA SICILIA

**Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

- 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 IDRAULICA  
PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 24**

Comune di  
Castellina - Caltavuturo - Mercuri

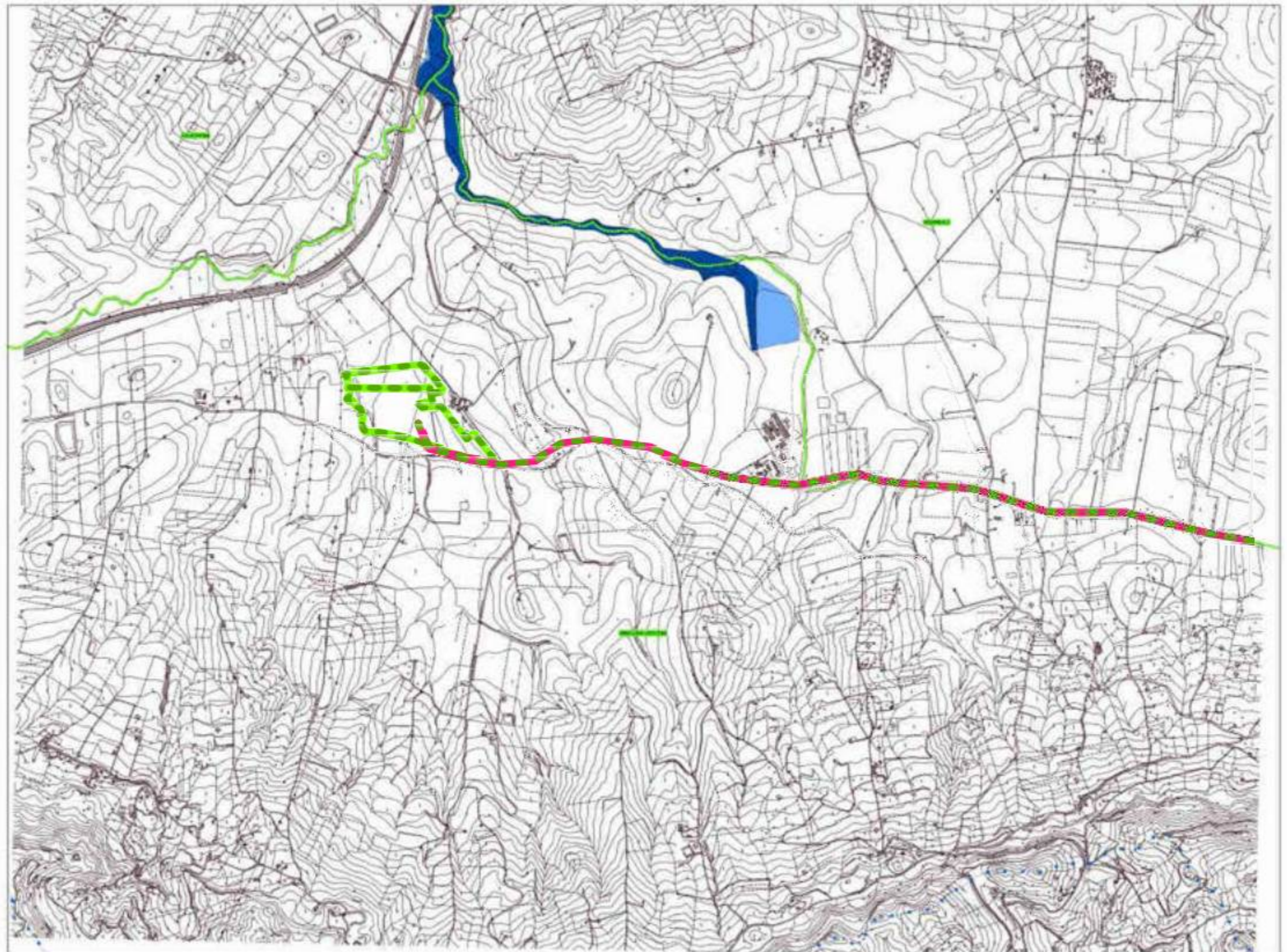
Scala 1:10.000



Anno 2008

**LEGENDA**

- P1 Pericolosità moderata
- P2 Pericolosità media
- P3 Pericolosità elevata
- Sito di Attenzione
- Limite bacino idrografico
- Limite area territoriale
- Limite comunale



**Legenda**

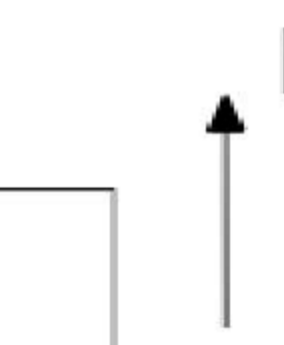
- Stazione Elettrica
- Cavidotto

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

Stazione Elettrica

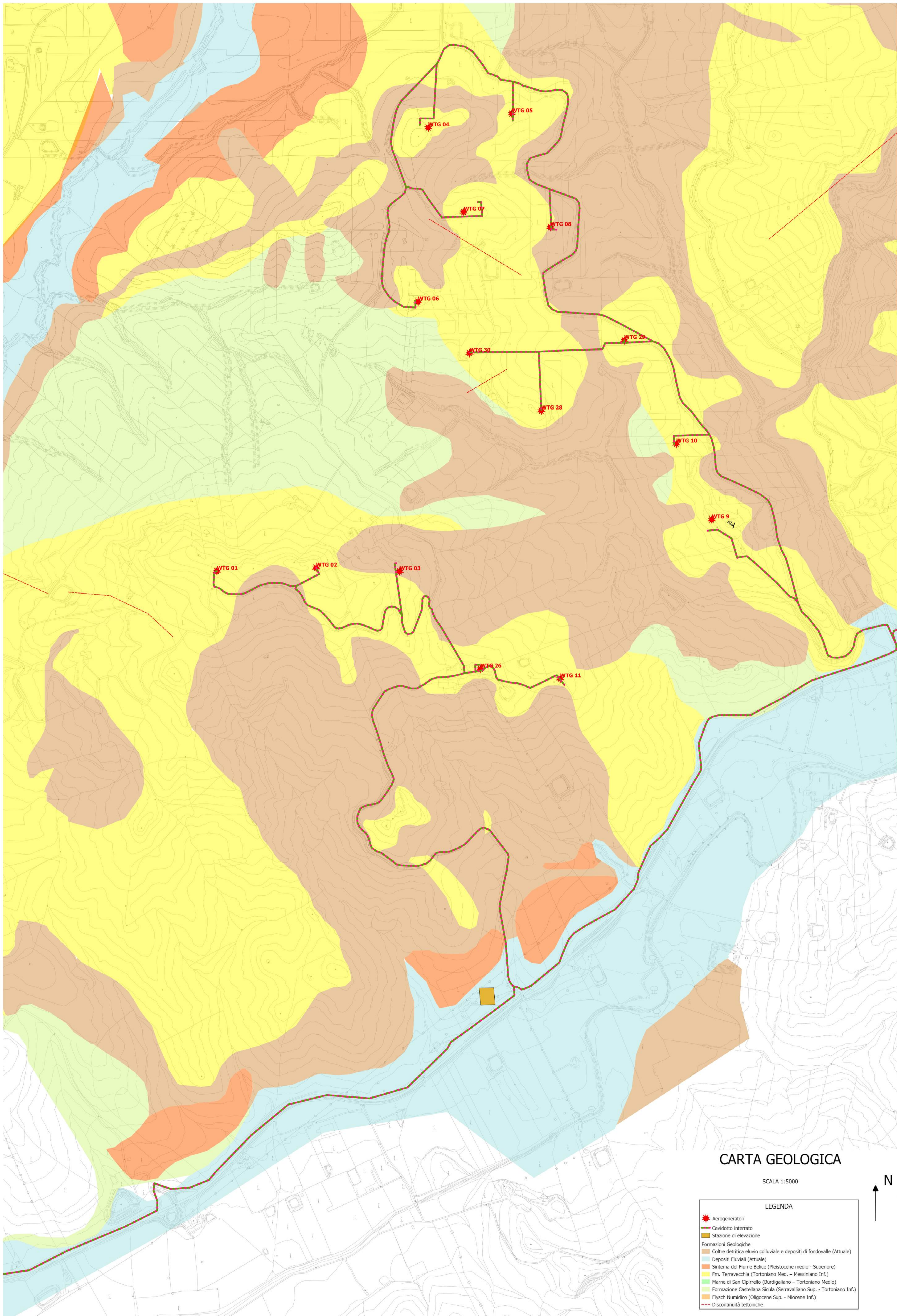
CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:5000



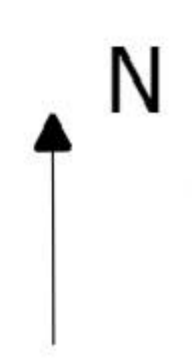
LEGENDA

- Cavidotto interrato
- Area Stazione Elettrica "Gallieno"
- Stazione di elevazione
- Formazioni Geologiche
- Cobre detritica eluvio colluviale e depositi di fondovalle (Attuale)
- Depositi Fluviali (Attuale)
- Sistema del Fiume Balice (Pleistocene medio - Superiore)
- Fin. Terzivecchia (Tortoniano Med. - Messiniano Inf.)
- Mame di San Cipriello (Burdigaliano - Tortoniano Med.)
- Formazione Castellana Scula (Serravalliano Sup. - Tortoniano Inf.)
- Flysch Numidico (Oligocene Sup. - Miocene Inf.)
- Discontinuità tettoniche



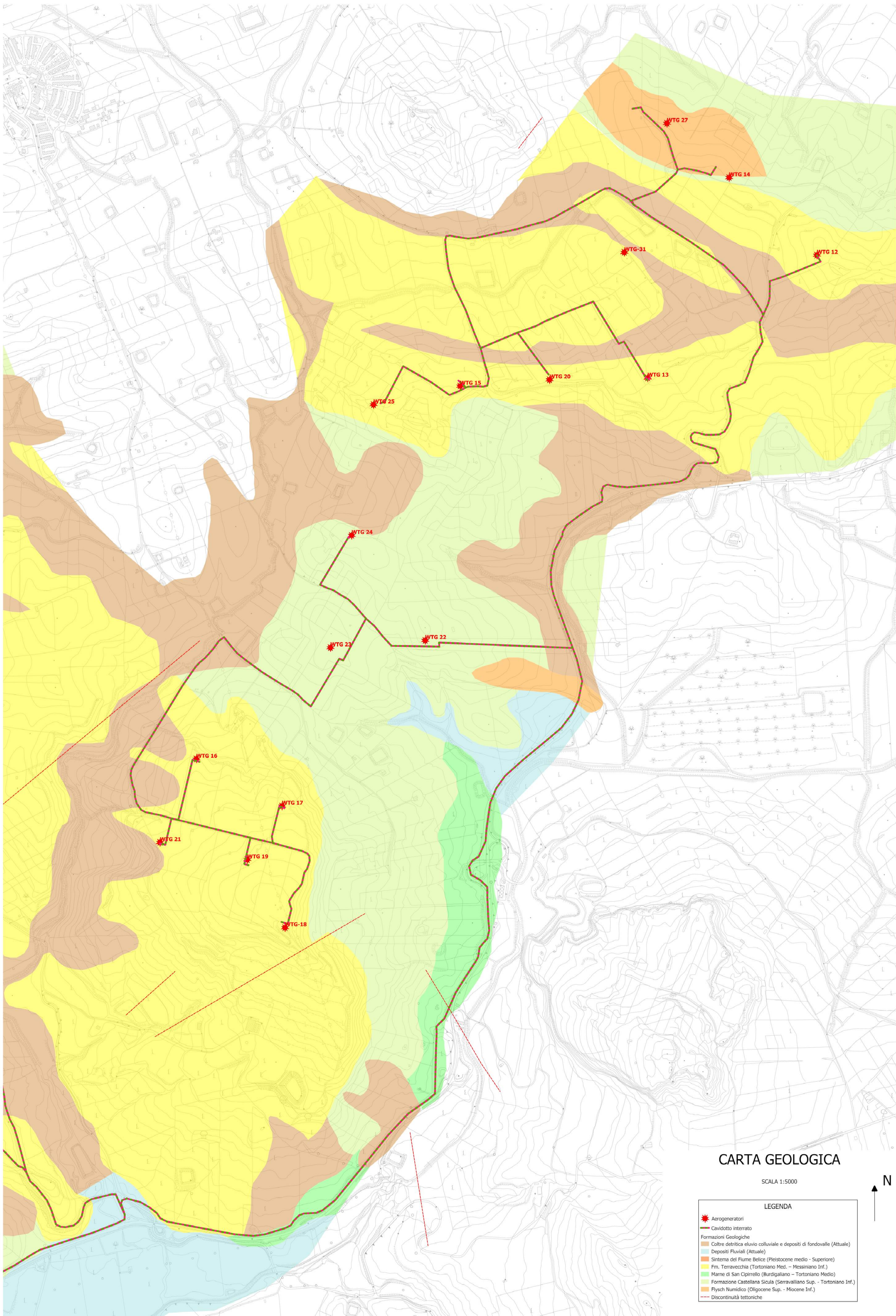
**CARTA GEOLOGICA**

SCALA 1:5000



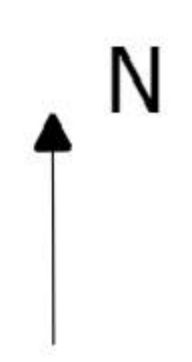
LEGENDA	
	Aerogeneratori
	Cavidotto interrato
	Stazione di elevazione
Formazioni Geologiche	
	Coltre detritica eluvio colluviale e depositi di fondovalle (Attuale)
	Depositi Fluviali (Attuale)
	Sistema del Fiume Belice (Pleistocene medio - Superiore)
	Fm. Terravecchia (Tortoniano Med. - Messiniano Inf.)
	Marne di San Cipirrello (Burdigaliano - Tortoniano Medio)
	Formazione Castellana Sicula (Serravalliano Sup. - Tortoniano Inf.)
	Flysch Numidico (Oligocene Sup. - Miocene Inf.)
	Discontinuità tettoniche





**CARTA GEOLOGICA**

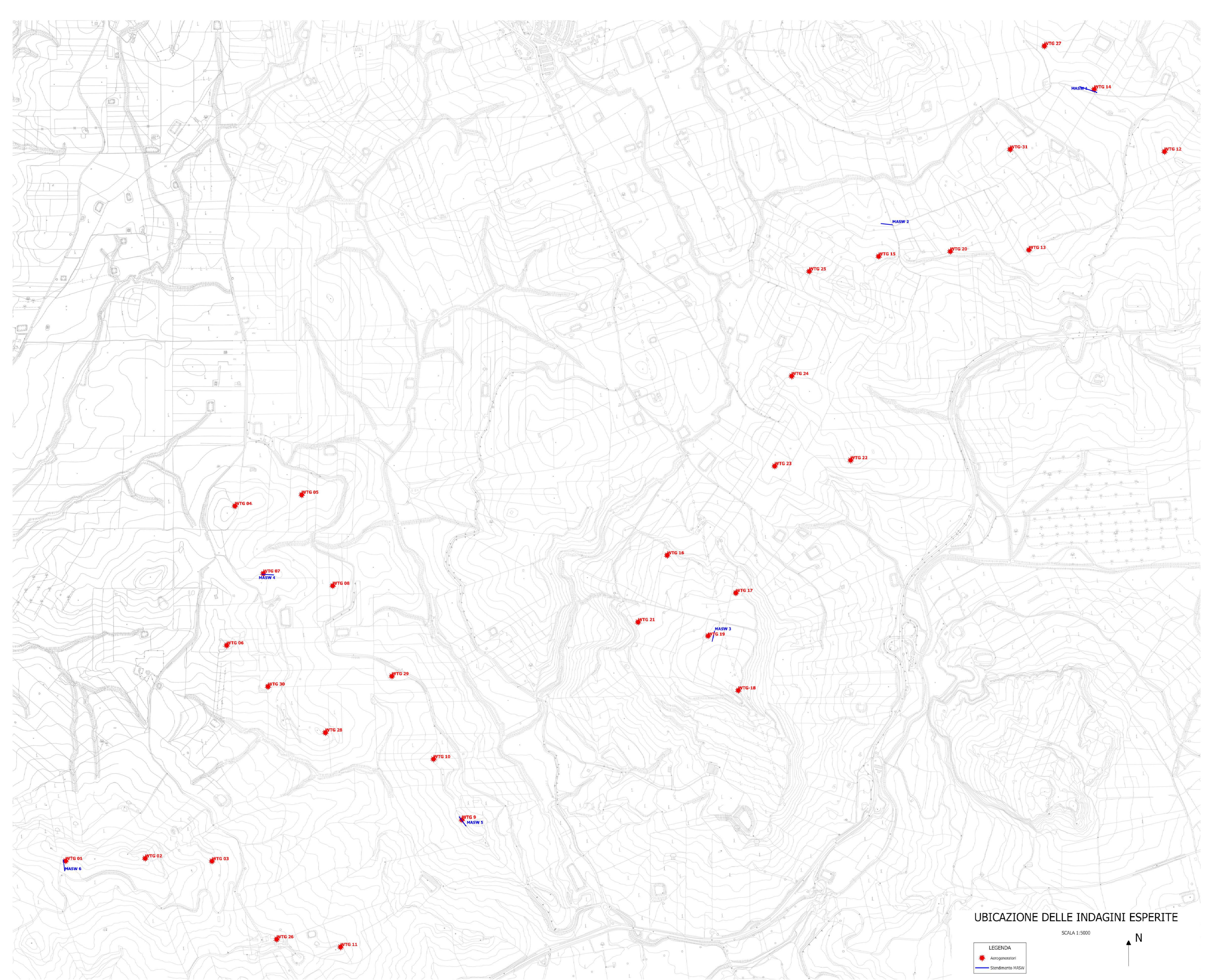
SCALA 1:5000



**LEGENDA**

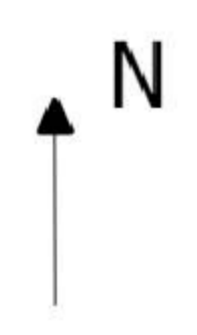
- Aerogeneratori
- Cavidotto interrato
- Formazioni Geologiche**
- Coltre detritica eluvio colluviale e depositi di fondovalle (Attuale)
- Depositi Pluviali (Attuale)
- Sistema del Fiume Belice (Pleistocene medio - Superiore)
- Fm. Terravecchia (Tortoniano Med. - Messiniano Inf.)
- Marne di San Cipirrello (Burdigaliano - Tortoniano Medio)
- Formazione Castellana Sicula (Serravalliano Sup. - Tortoniano Inf.)
- Flysch Numidico (Oligocene Sup. - Miocene Inf.)
- Discontinuità tettoniche

**Allegato E**  
**UBICAZIONE INDAGINI ESPERITE**  
**Scala 1:5000**



UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESPERITE

SCALA 1:5000



LEGENDA

- Aerogeneratori
- Stendimento MASW