

<b>Committente:</b> <b>PV Helios S.R.L.</b> Via Roma, 44 94019 Valguarnera Caropepe (EN) C.F. 01290230869	<b>Comune</b> Butera (CL)
	<b>Indirizzo</b>  C.da Pozzillo

**PROGETTO DI UN IMPIANTO A TERRA ECO-AGRO-FOTOVOLTAICO DI 113,59 MWp INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 3 MW, DA REALIZZARSI IN TERRITORIO DEL COMUNE DI BUTERA (CL) 93011 IN CONTRADA POZZILLO, SUI TERRENI AGRICOLI IDENTIFICATI SUI FOGLI 171, 173, 174, 175, 176, 200, 203, 204.**

<b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</b> AMBIENS SRL SOCIO UNICO SOCIETA' D'INGEGNERIA VIA ROMA 44, 94019 VALGUARNERA CAROPEPE (EN), ITALY TEL-FAX: 0935/958856 CELL. 0039 333 6903787 P.IVA: 01108850866	<b>TIMBRI</b>  <b>Geologo Fabio Tortorici</b>
--	--

<b>Studio geologico</b>	<b>Elaborato: S1</b>
<b>Rev. Ambiens Finale</b>	<b>23.10.2021</b>

## INDICE DEGLI ARGOMENTI

1.0	PREMESSA .....	PAG. 02
2.0	AMBITO GEOMORFOLOGICO SIGNIFICATIVO .....	PAG. 03
2.1	Degradazione indotta da attività antropica .....	PAG. 05
3.0	IDROGRAFIA .....	PAG. 07
4.0	CONSIDERAZIONI SUL P.A.I. ....	PAG. 09
5.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	PAG. 10
6.0	CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI .....	PAG. 11
6.1	Sabbie gialle .....	PAG. 11
6.2	Argille marnose .....	PAG. 12
6.3	Trubi .....	PAG. 13
6.4	Formazione Terravecchia .....	PAG. 13
7.0	IDROGEOLOGIA .....	PAG. 14
8.0	SISMICITA' STORICA .....	PAG. 15
9.0	FAGLIE CAPACI .....	PAG. 17
10.0	PERICOLOSITA' SISMICA .....	PAG. 19
11.0	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	PAG. 22

## 1.0 - PREMESSA

Gli argomenti, trattati nelle presenti note, mirano ad evidenziare e descrivere i principali lineamenti morfologici, geologici ed idrogeologici del sito destinato ad accogliere un impianto eco-agro-fotovoltaico di 113,59 MWp, da realizzarsi a terra, integrato da un sistema di accumulo da 3 MW.

Il sito di interesse è ubicato in contrada Pozzillo nel settore sud-orientale del territorio comunale di Butera (CL), su terreni agricoli ricadenti entro i fogli catastali: 171, 173, 174, 175, 176, 200, 203, 204.

Il committente “PV Helios S.R.L.”, prevede che l’impianto agro-fotovoltaico sarà composto da un totale di n.18 sottocampi di potenza variabile da 5.189,82 kWp fino a 6.512,40 kWp, per una potenza complessiva di 113.816,92 kWp, collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione a 30 kV. I 169.876 pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino, della potenza unitaria di 670 Wp, saranno montati su strutture fisse, in configurazione bifilare.

Per ambiti areali significativi, sono state prese in considerazione le caratteristiche morfologiche, geologiche e fisico meccaniche dei terreni in cui ricade l’area di interesse.

L’acquisizione di informazioni sulla natura e sulle caratteristiche dei terreni ha costituito uno dei primi e più importanti passi da intraprendere per la progettazione di tutte le opere che interagiscono sul terreno.

La conoscenza dei termini litologici e geotecnici su cui l’impianto sarà realizzato, incide profondamente su tutti gli stadi del progetto e della sua realizzazione, a partire dalla fase di concezione dell’opera stessa, fino al controllo del suo comportamento nel tempo una volta messa in opera.

I risultati degli studi condotti, corroborati dagli elementi già in nostro possesso per precedenti lavori eseguiti in aree limitrofe distinte da analoghi caratteri geologici, hanno contribuito alla redazione delle presenti note.

Il quadro normativo di riferimento ha tenuto conto di:

- O.P.C.M. 3274 del 20 Marzo 2003 “primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 (Gazzetta ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - S.O. n. 8) - “Norme tecniche per le costruzioni”.

Al fine di descrivere in modo dettagliato sia i principali lineamenti dell'area di interesse, che le locali condizioni litostratigrafiche, sono state redatti i seguenti elaborati:

- Corografia, scala 1:25.000 – All. 1;
- Carta geomorfologica, scala 1:10.000 – All. 2;

- Stralcio cartografia PAI, scala 1:10.000 – All. 3;
- Carta geologica, scala 1:10.000 –All. 4;
- Carta idrogeologica, scala 1:10.000 – All. 5.

## 2.0 – AMBITO GEMORFOLOGICO SIGNIFICATIVO

La nostra area di interesse risulta cartografata a cavallo tra le Tavole in scala 1:25.000 del Foglio n. 272, "Monte Gibliscemi" (I° Quadrante NO) e "Ponte Olivo" (I° Quadrante SO), della Carta d'Italia, edita a cura dell'Istituto Geografico Militare (All. 1) ed è geograficamente ubicata a Sud-Ovest dei Monti Erei.

L'analisi geomorfologica condotta, è stata finalizzata essenzialmente all'individuazione e successiva quantificazione dei processi morfogenetici e dei relativi morfotipi che caratterizzano il comprensorio analizzato; pertanto, in detta stesura, sono stati evidenziati sia i processi passibili di alterazione in seguito all'insorgere degli effetti connessi agli interventi da attuare, sia i processi in grado di esercitare un'azione diretta od indiretta sulle opere d'arte da realizzare. Considerata l'estensione del territorio interessato dal progetto, la geomorfologia risulta abbastanza articolata. È possibile riconoscere i caratteri tipici delle zone collinari dell'entroterra siciliano, con forme abbastanza modellate ove affiorano i termini geologici più facilmente aggredibili dagli agenti atmosferici (sedimenti argillosi), e forme più aspre ed irregolari in corrispondenza degli affioramenti di termini più competenti (calcari, arenarie, trubi ecc.), ciò per effetto dell'azione dell'erosione selettiva.

In generale, le trasformazioni dell'ambiente fisico, connesse alla dinamica esogena, sono prevalentemente condizionate dai processi di rapido modellamento conseguenti alla dinamica dei versanti, ed alla dinamica fluviale.

L'attività erosiva esplicitasi in tutto il territorio in esame, va messa in relazione con il sollevamento avvenuto durante il Quaternario, che ha ringiovanito tutti i corsi d'acqua variandone il profilo d'equilibrio; ciò è testimoniato, più a sud, dalla presenza di terrazzi fluviali a quote altimetriche più alte rispetto agli attuali letti dei corsi d'acqua.

In corrispondenza dei rilievi argillosi, a causa della loro bassa permeabilità risultano frequenti i fenomeni legati al ruscellamento superficiale, quali la concentrazione in piccoli "rivoli" od in "solchi di erosione". Tali forme sono ben accentuate ad Ovest di Casa Faciliestro ed a sud-est di località Casa La Formicola, ma al di fuori dell'area in cui verranno insediati i pannelli fotovoltaici.

Altra forma morfologica comunemente riconoscibile nel comprensorio, è quella legata all'erosione in alveo e nelle sponde, operata dalle acque superficiali. Tipici esempi sono infatti

rappresentati in alcuni tratti di vallone Travacca, di torrente del Serpente e dell'impluvio principale che interseca contrada Pozzillo. Considerando un areale più vasto, i segmenti torrentizi e fluviali, con le loro azioni di erosione, trasporto e deposito, hanno contribuito a definire la morfologia delle piane alluvionali poste più a Sud dell'area di studio. In proposito, un ruolo fondamentale è stato svolto dall'asta del torrente del Serpente, posto nel settore orientale, che drenando le proprie acque e quelle dei suoi affluenti, ha rappresentato e rappresenta un elemento attivo ed influente sugli aspetti morfologici del comprensorio.

Sulla scorta delle osservazioni di campagna, si può affermare che allo stato attuale, la ristretta area di progetto, non è sottoposta a fenomeni gravitativi, e/o dissesti, attivi e quiescenti in grado di inficiare la duratura stabilità delle strutture relative alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico. Talune aree, limitrofe a quella di impianto, manifestano dissesti nella maggioranza dei casi catalogati dal PAI (vedere capitolo successivo), che nei terreni di natura argillosa sono essenzialmente riferibili a processi di erosione accelerata. Tali aree instabili, nella perimetrazione dell'area di progetto sono state escluse ed è opportuno sottolineare come l'impianto in questione non ne potrà aggravare la pericolosità, tanto meno, allo stato attuale, si prevede un arretramento dei fronti franosi.

Sugli alti morfologici, ove affiorano rocce competenti (calcari, trubi, arenarie, ecc.) le scarpate con orli mediamente acclivi, non manifestano movimenti gravitativi, tipo crolli e ribaltamenti.

Per quanto riguarda la stabilità dei versanti ed il grado di erodibilità, la vegetazione presente nel territorio, esercita un effetto mitigatorio nei confronti della mobilitazione dei materiali presenti in affioramento. Questo risultato si manifesta in modo spiccato ove la copertura vegetale è continua; in sostanza, la vegetazione collabora alla pedogenesi e riduce i processi erosivi, dovuti alle acque selvagge, dotate di una elevata erosività ed al vento, favorendo la protezione della copertura, con la lenta dispersione dell'acqua piovana.

Dal punto di vista morfostrutturale, non sono state evidenziate durante i sopralluoghi effettuati, strutture attive quali flessioni tettoniche, gradini di faglia, lineazioni, ecc.

In definitiva, dal punto di vista morfologico, nel dualismo tra effetto esercitato dall'impianto di progetto sull'ambiente e viceversa, non è emerso alcun impatto negativo sugli attuali assetti ed equilibri.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche, sussiste una configurazione superficiale "semplice", pertanto adottando la classificazione riportata nella tabella 3.2V delle NTC 2018, si rientra nella categoria T1, cioè nel caso di pendii con inclinazione media  $< 15^\circ$ , con un corrispondente coefficiente topografico  $St = 1.0$ .

## 2.1 – Degradazione indotta da attività antropica

In linea generale, il dissesto geologico-idraulico è causato da processi fisici che dipendono dalle caratteristiche geologiche, morfologiche, pedologiche, climatiche e vegetazionali dell'ambiente in cui si verificano. Tuttavia, anche numerose attività antropiche possono interagire con questi processi naturali, condizionandone l'evoluzione, producendo in alcuni una loro intensificazione.

L'area studiata non è interessata da forme antropiche od artificiali che hanno modificato gli originari assetti geomorfologici, quali sbancamenti o cave, ma è stata esposta (e lo è tuttora), ad altre tipologie di azioni di degradazione.

Infatti, il comprensorio in esame, non si è sottratto alle profonde modificazioni socio-economiche registrate nel nostro paese, che hanno determinato un forte incremento della pressione antropica sul territorio; in particolare ci si riferisce a quelle attività che sono state condotte in modo incontrollato e poco prudente, causando un diffuso degrado dell'ambiente e del paesaggio, predisponendo alcune zone a fenomeni di erosione e dissesto idrogeologico-idraulico.

Nel territorio nisseno la presenza dell'uomo ha da sempre prodotto una intensa utilizzazione del suolo, che si è esplicitata fino a metà del secolo scorso con il dissodamento e la coltivazione di aree sempre più vaste. In questa maniera, il precario equilibrio geomorfologico naturale che si era instaurato, fino agli anni 50, tra clima-vegetazione-suolo-sottosuolo-versanti, è stato sostituito da uno nuovo, ottenuto e mantenuto attraverso la costante opera degli agricoltori, basata essenzialmente sulla realizzazione e sul mantenimento di adeguate opere di sistemazione idraulico-agraria (terrazzamenti, gradonamenti, muretti a secco, reti idriche, fossi, drenaggi, ecc.) che divennero, nel tempo, elementi fortemente caratterizzanti il paesaggio.

Oggi estesi appezzamenti di terra risultano abbandonati, quindi senza più l'impiego di tecniche di sistemazione idraulico-agraria, atte a contenere il dissesto idrogeologico e l'erosione del suolo. Infatti, nella zona di Butera come in buona parte della Sicilia centrale, dal secondo dopoguerra si è verificato il progressivo abbandono di vaste zone agricole, soprattutto di quelle tendenti alla marginalità ed a bassa redditività, generalmente ubicate su versanti ad elevata pendenza, quindi particolarmente predisposte agli agenti esogeni (Contrada Pozzillo, versante sud Monte della Damma). In tal modo è venuta meno la funzione di presidio dell'uomo sul territorio, indispensabile a garantire la salvaguardia di queste aree ed il controllo sulle dinamiche naturali.

Come sostenuto in "Fenomeni di dissesto geologico – idraulico sui versanti. APAT - Manuali e Linee Guida 39/2006", anche l'introduzione da parte dell'ingegneria agraria dell'uso di macchinari agricoli, ha generato una serie di effetti negativi sulla qualità del suolo, in

particolare sulla perdita di una sua proprietà fondamentale, quale la “struttura legante” tra i granuli (sabbiosi, limosi e argillosi) che aumenta la resistenza del suolo all’erosione. Inoltre, a questo va aggiunto l’ulteriore deleterio effetto compattante dei pesanti macchinari, che ha alterato le proprietà idrogeologiche dei suoli, diminuendo l’infiltrazione ed aumentando il ruscellamento superficiale delle acque.

La lavorazione del terreno col metodo del “ritocchino”, cioè di quello eseguito nel senso della massima pendenza, aumenta l’energia cinetica delle acque di ruscellamento superficiale e purtroppo nella nostra area di interesse risulta più diffusa (a Sud di Casa La Formicola, a Sud di Fattoria Pozzillo) rispetto la tecnica più conservativa di aratura e semina lungo le curve di livello (contour cultivation). La scansione temporale delle immagini di “Google Earth” dal 2001 al 2019, testimoniano come la pratica del “ritocchino” sia ampiamente diffusa entro la nostra area di interesse.

Un ulteriore elemento di degradazione del suolo è rappresentato dalla pastorizia, quando questa comporta il “sovrappascolo”, cioè la sovrabbondanza di animali per unità di superficie. Tale fenomeno in aree limitate ha determinato alterazioni, più o meno consistenti, al sistema suolo-vegetazione, sia per l’eccessivo calpestamento, sia per l’intenso consumo di vegetazione, con la distruzione continua dei ricacci e del novellame che la dovrebbero ripristinare.

Nelle zone di maggior transito e pascolo animale (vedere allegato 2), è facile verificare la compattazione del suolo argilloso (avvenuta prevalentemente in condizioni di terreno umido) dovuta al calpestio degli animali che ha alterato le normali caratteristiche strutturali e di porosità, riducendo pertanto la capacità di infiltrazione delle acque e degradando la copertura erbosa fino alla sua scomparsa. Lungo i percorsi degli animali si sono formati camminamenti e sentieri (settore meridionale di Contrada Pozzillo), che sono diventati direttrici preferenziali di scorrimento delle acque di deflusso superficiale, in modo tale da favorire il ruscellamento che col passare del tempo potrebbe innescare veri e propri fenomeni erosivi.

È opportuno rilevare che una oculata gestione agricola nelle aree collinari, si traduce in effetti vantaggiosi, anche, sulle sottostanti aree di pianura, attraverso il consolidamento dei versanti, il controllo e il contenimento dei fenomeni erosivi, la riduzione del trasporto solido e dei deflussi idrici e la prevenzione delle ondate di piena di fiumi e torrenti.

Quanto appena rilevato, testimonia come l’area di progetto per gli aspetti di degradazione morfologica-antropica, si trovi in uno stato di sofferenza, sia per gli effetti di errate pratiche agricole, sia per il progressivo spopolamento di vaste aree con contrazione delle attività di presidio e di regimazione “minuta” delle acque superficiali (dei reticoli idrografici minori). Tale pressione e degrado del territorio non è stata quantificata, in quanto non rientrante tra gli scopi del presente lavoro, ma certamente si può affermare che l’installazione dell’impianto

fotovoltaico, con le sue opere di compensazione, produrrà benefici alla gestione geomorfologica, idrologica ed idraulica del territorio, con una attività di profilassi, saldamente opposta al catastrofismo operato da parte di alcuni mezzi di informazione.

Tutte le considerazioni di ordine geomorfologico sopra esposte, sono graficamente riassunte nell'allegato 2.

### 3.0 – IDROGRAFIA

L'area interessata dal progetto in epigrafe, dal punto di vista idrografico è rappresentato da un reticolo poco gerarchizzato, ricadente a cavallo tra:

- Bacino Idrografico del Torrente Comunelli, individuato col riferimento "075", secondo il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.);
- Area Territoriale tra il bacino del Fiume Gela e il bacino del Torrente Comunelli, individuato col riferimento "076", secondo il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

L'area territoriale tra il bacino del Fiume Gela e il bacino del Torrente Comunelli, è localizzata a sud-ovest dei Monti Erei; questi ultimi, che dalla Catena delle Madonie scendono verso SSE fino all'altopiano Ibleo, costituiscono lo spartiacque naturale della Sicilia centro-meridionale tra i bacini idrografici i cui corsi d'acqua hanno foce nel Mare Ionio e quelli che sboccano nel Mar Mediterraneo - Canale di Sicilia.

Nello specifico, detta area territoriale occupa una superficie complessiva di 88,74 Km<sup>2</sup> e rappresenta la porzione più orientale dei bacini interessati dal nostro progetto.

Procedendo in senso orario dall'estremità settentrionale verso est, lo spartiacque dell'area si sviluppa lungo le creste di alcuni rilievi nelle Contrade Strada e San Giuliano, tra i territori comunali di Butera e di Mazzarino. Quindi prosegue, dapprima con andamento N-S, poi allargandosi verso est lungo Poggio Lampato, Monte Santo Leo, Poggio Bracco, per terminare il suo percorso orientale ad est dell'acropoli di Gela.

Ad ovest, dalla costa meridionale della Sicilia in Contrada Manfria, prosegue con andamento SW-NE lungo le vette dei seguenti rilievi: Monte del Falcone, Poggio Salamone, Monte San Nicola.

L'altitudine massima di m 450 s.l.m., è raggiunta in corrispondenza di un rilievo in Contrada San Giuliano nel territorio comunale di Butera (CL).

L'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Gela e il bacino del Torrente Comunelli è essenzialmente drenata da brevi incisioni torrentizie, che per le condizioni climatiche quasi tutto l'anno sono in regime di magra.

Nello specifico, l'area in esame è attraversata da due corsi d'acqua di una certa rilevanza: il Rio Roccazzelle ed il Torrente del Serpente; quest'ultimo più prossimo alla nostra area di progetto, nasce ad una quota di circa 360 metri s.l.m. in Contrada San Giuliano nel territorio comunale di Butera (CL) e prosegue verso sud con andamento inizialmente sinuoso, da cui probabilmente deriva il nome, ed a tratti abbastanza incassato tra i rilievi collinari. Nell'area di pianura prosegue invece con andamento rettilineo in direzione N-S verso il livello di base rappresentato dal Canale di Sicilia.

Lungo il suo percorso assume diverse denominazioni: Torrente del Serpente, Vallone del Serpente, Vallone Bruca fino alla sua confluenza, in sinistra idraulica, con il Torrente Gattano, in Contrada Taviana, a quota di circa 16 metri s.l.m. in territorio comunale di Gela (CL); da lì prosegue con la denominazione di Torrente Gattano fino a sfociare nel Mare Mediterraneo ad ovest di Gela, nei pressi del Parco Montelungo.

Il bacino idrografico del Torrente Comunelli è localizzato a sud-ovest dei Monti Erei e precisamente ad ovest del bacino del Fiume Gela e dell'Area territoriale sopra descritta.

Il bacino in esame occupa una superficie di 107,81 Km<sup>2</sup> ed ha una forma allungata in direzione N-S.

Lo spartiacque del bacino, procedendo in senso orario dall'estremità settentrionale verso est, si sviluppa lungo le cime di alcuni rilievi nelle Contrade Contrasto, Strada, Gargheria, Baronessa; quindi prosegue verso la foce lungo la vetta di Monte San Nicola, lungo le cime dei rilievi in Contrada Santo Nicola e presso la Casa Santa Cristina, per chiudere sulla costa meridionale della Sicilia, in prossimità della foce che si sviluppa ad W della zona balneare di Manfria.

Ad ovest, a partire dalla foce proseguendo verso nord, lo spartiacque segue le cime di alcuni rilievi in prossimità di Masseria La Carruba, di Monte Pietroso, Monte Moddemesi, Monte Saraceno, Montagna del Signore, Monte Judeca, Monte Favara, Monte Gibli, che rappresenta anche la cima più elevata del bacino.

Il Torrente Comunelli nasce ad una quota di circa 470 metri s.l.m. a sud del centro abitato di Mazzarino nei pressi di Villa Alberti. Lungo il suo percorso, nella porzione meridionale del bacino, viene sbarrato dalla omonima diga; quindi prosegue verso la foce.

Lungo il suo percorso il Torrente Comunelli, lungo circa 25 chilometri, riceve le acque di molti affluenti tra i quali il Vallone Liaguglia, il Torrente Sagone, il Rio San Giacomo ed il Vallone Geremia.

La nostra ristretta area di progetto, non è intersecata da corsi d'acqua o da importanti linee di impluvio. Infatti, nella scelta ed ubicazione dell'area di impianto dei pannelli fotovoltaici, si è ritenuto opportuno escludere corpi idrici superficiali, per le reciproche e potenziali interferenze (dirette ed indirette) che si potrebbero creare. Inoltre, il ruscellamento superficiale avviene tramite linee di drenaggio con bassissimo grado gerarchico, che si attivano solo in concomitanza ad eventi piovosi di lunga durata.

#### 4.0 - CONSIDERAZIONI SUL P.A.I.

Con il Piano per l'Assetto Idrogeologico viene avviata, nella Regione Siciliana, la pianificazione di bacino, intesa come lo strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, della quale ne costituisce il primo stralcio tematico e funzionale.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Dalla consultazione della cartografia pubblicata dalla Regione Siciliana – Assessorato Territorio ed Ambiente, non emerge alcuna incompatibilità per la realizzazione dei lavori di progetto, in quanto l'area di progetto non presenta pericolosità idraulica e non è interessata da dissesti attivi.

In particolare è stata esaminata la seguente cartografia, afferente ai bacini idrografici del "Torrente Comunelli (075)" e dell' "Area Territoriale tra il bacino del Fiume Gela e il bacino del Torrente Comunelli (076)":

- Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico (N. 10);
- Carta dei dissesti (N. 10) – Vedere allegato 3.

Secondo tale cartografia i livelli di pericolosità e rischio sono nulli, non apprezzando aree suscettibili ad eventi franosi.

Sempre secondo il P.A.I., dal punto di vista idraulico, non emergono aree soggette a rischio o pericolosità per fenomeni di esondazione, nemmeno causati per collasso e manovra di organi di scarico di dighe.

Pertanto, il P.A.I. nella sua funzione: prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque, fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla

conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario, non individua per il nostro sito di progetto alcuna limitazione o prescrizione.

È però necessario specificare che riguardo i seguenti fenomeni franosi individuati dal PAI:

- 076-2BT-014 – Stato attivo -Dissesto dovuto ad erosione accelerata - P2;
- 076-2BT-017 – Stato attivo -Dissesto dovuto ad erosione accelerata - P2;
- 076-2BT-016 – Stato attivo -Dissesto dovuto ad erosione accelerata - P2;
- 075-2BT-101 – Stato attivo -Dissesto dovuto ad erosione accelerata - P2;
- 075-2BT-100 – Stato attivo -Dissesto dovuto ad erosione accelerata - P2;
- 075-2BT-103 – Stato attivo -Dissesto dovuto ad erosione accelerata – P0;
- 075-2BT-102 – Stato attivo -Dissesto dovuto ad erosione accelerata – P0;
- 075-2BT-099 – Stato attivo -Dissesto dovuto ad erosione accelerata – P0;
- 075-2BT-109 – Stato attivo -Dissesto dovuto ad erosione accelerata - P2;

la ristretta area di progetto non interferisce e risulterà distaccata dagli stessi grazie alla interposizione di fasce arboree con larghezza pari a 10 m.

## 5.0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il settore centro-meridionale della Sicilia è costituito da quattro gruppi di terreni, tre di essi rappresentano dei complessi tettonici, mentre l'ultimo è costituito da successioni di piggy-back depositatesi sul dorso dei tre complessi tettonici.

I tre complessi tettonici rappresentano, dal basso verso l'alto:

1. la prosecuzione occidentale dell'avampaese ibleo, in parte deformato, costituito da successioni prevalentemente carbonatiche di età mesozoico-pliocenica, che in quest'area si inflette al di sotto della catena siciliana;
2. un gruppo di unità tettoniche derivanti dalla deformazione del dominio sicano, organizzate tettonicamente secondo prevalenti geometrie di duplex;
3. un gruppo di unità tettoniche, largamente affioranti nell'area in studio, costituite da successioni prevalentemente argillose, conglomeratiche ed arenacee, che sono indicate dalla ampia bibliografia con il termine "Falde di Gela".

La nostra area di studio ricade nel settore centro-meridionale del Bacino di Caltanissetta costituito da una serie di falde alloctone rappresentate dalle unità sicilidi e numidiche e dalle coperture di prevalente età Miocenica superiore-Pliocenica.

## 6.0 - CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI

Le formazioni affioranti nell'area di studio, sono stratigraficamente rappresentate dall'alto verso il basso, da:

- SABBIE GIALLE (Pliocene medio/sup.);
- ARGILLE MARNOSE GRIGIO-AZZURRE (Pliocene medio);
- MARNE CALCAREE - TRUBI (Pliocene inferiore);
- CALCARE DI BASE (Messiniano);
- FORMAZIONE TERRAVECCHIA (Tortoniano sup.).

Dai numerosi sopralluoghi e rilevamenti di campagna effettuati, è scaturita la redazione di una carta geologica in scala 1.10.000, compiegata alla presente (All. 4).

Dal punto di vista tettonico, l'area non presenta strutture di rilievo, né all'interno della zona di stretto interesse né nelle sue immediate vicinanze; d'altra parte, le varie fasi tettoniche plicative succedutesi e sovrappostesi nei tempi geologici hanno solo marginalmente interessato il comprensorio, come si evince dall'assetto poco deformato dei depositi affioranti nei pressi del sito studiato.

Nei paragrafi successivi esporremo le caratteristiche geologiche salienti delle formazioni affioranti nell'area di progetto.

### 6.1 Sabbie gialle

Costituiscono il prodotto dell'ultimo emiciclo regressivo che ha interessato il territorio studiato, connesso al sollevamento tettonico che ha comportato l'orogenesi a nord della catena Appenninico-Maghrebide e che ha investito l'area nella sua globalità.

Paleogeograficamente sono riferibili all'attività deposizionale deltizia esplicitasi in periodi di relativa stasi di subsidenza, che favoriva temporanei colamenti nel bacino di sedimentazione.

Questo litotipo è costituito da sabbie di colore variabile tra il giallo ed il bruno chiaro, con stratificazione irregolare, poco marcata e con intercalati banchi cementati, messi in buona evidenza dall'erosione selettiva.

Le sabbie sono costituite in grande prevalenza da quarzo, cui si associano pochi frammenti di calcite e feldspati. Al loro interno si osservano masse cementate distribuite irregolarmente e di forma variabile, da fusiforme a sferoidale, con dimensioni massime di 50 cm. Si tratta di concrezioni epigenetiche senza particolari strutture interne, derivate da cementazione di masserelle di sabbie quarzose per deposito di CaCO<sub>3</sub> da acque circolanti entro il sedimento poroso e permeabile.

I banchi cementati sono costituiti prevalentemente da calcareniti.

La formazione ha una potenza che si aggira in media sui 200 metri, riducendosi alla periferia della placca sabbioso-arenacea.

Le abbondanti faune fossili hanno permesso di datare questa formazione al Gelasiano-Calabriano (Pliocene medio/sup.).

Le sabbie, sono presenti con livelli a classi granulometriche tra le medie e le grossolane, con differente grado di cementazione, solitamente da mediamente a ben addensate. Va sottolineato, che nei livelli inferiori la formazione presenta un graduale aumento della frazione limosa.

I valori di porosità e della capacità idrica effettiva, variano notevolmente sia in funzione delle variazioni granulometriche, che in relazione al grado di cementazione; altrettanto si può affermare per la permeabilità, compresa tra 10-2 e 10-4 cm/sec. I valori di consistenza, per i sedimenti sabbiosi che costituiscono la formazione esaminata, sono indicativamente espressi da massimi del 35% per il limite liquido e da un indice plastico compreso tra 3 e 5; per il ritiro è inferiore al 25%, con variazioni volumetriche comprese tra zero e 16; la frizione interna è generalmente superiore al 30%. Tali valori si riferiscono a livelli a grana più fine e migliorano notevolmente con l'aumento delle classi granulometriche e del grado di cementazione, così da raggiungere valori di consistenza e ritiro pressoché nulli ed alti valori della frizione interna con angoli di 35°.

Per una caratterizzazione di massima dei principali parametri geotecnici, si possono assumere i seguenti valori:

$\gamma$  - PESO DI VOLUME: 1.9 t/mc;

C' - COESIONE: 0,0;

$\phi$  ' - ANGOLO D'ATTRITO INTERNO: 32°.

## 6.2 Argille marnose grigio azzurre

La formazione costituisce un ciclo sedimentario, con una maggiore potenza dei depositi di fase regressiva, rispetto a quelli di fase trasgressiva pliocenica/pleistocenica.

Stratigraficamente giacciono al letto delle Sabbie gialle. Si tratta di argille marnose e siltose, a stratificazione in genere indistinta, grigio-azzurre al taglio fresco e di colore bruno nei livelli alterati.

Nel territorio rilevato, lo spessore della formazione raggiunge una potenza massima di 40 metri.

Nei livelli superiori contengono una frazione siltosa-sabbiosa che mano a mano aumenta, accentuandosi verso l'apice della formazione, in modo che il passaggio alle sovrastanti sabbie gialle è graduale.

La base della successione argilloso marnosa, è talora marcata da un intervallo di argille sabbiose e sabbie argillose, contenenti frequenti intercalazioni lenticolari di banchi arenacei, caratterizzati da stratificazione incrociata con basso angolo.

Tali argille marnose del Pliocene medio/sup., al letto poggiano indistintamente su tutte le formazioni più antiche che rappresentano un substrato profondamente eroso.

Le caratteristiche di porosità (fino al 45%), permeabilità (dell'ordine di 10-8 m/sec-10-9 m/sec) e consistenza, sono regolate dalla prevalenza di frazione argillosa, con notevoli variazioni in funzione di passate siltoso-sabbiose. Per il limite liquido si possono orientativamente indicare valori minimi dell'ordine del 35%, con un indice plastico generalmente superiore del 18%; il ritiro è compreso tra il 6% e 14% con una variazione volumetrica superiore al 17%. I valori della frizione interna sono generalmente bassi ed inferiori a 21° (soprattutto nei livelli plastici); sono invece elevati i valori di coesione, rigonfiabilità e capillarità.

Riguardo i principali parametri geotecnici, si possono assumere i seguenti valori:

$\gamma$  - PESO DI VOLUME: 1.95 t/mc;

$C_u$  - COESIONE: 0,5-0,7 Kg/cmq;

$\phi$  ' - ANGOLO D'ATTRITO INTERNO: 18°-20°.

### 6.3 Trubi

Si tratta di una formazione marnoso-argilloso-calcareo di ambiente marino aperto, sviluppatasi al tetto della formazione Gessoso solfifera.

È costituita da un'alternanza ritmica di marne e calcari ricchi in plancton calcareo. Questi litotipi, a frattura concoide, sono di colore variabile da bianco a giallastro o a bruno e risultano pressoché privi di frazione terrigena; inoltre, si presentano in strati dello spessore di 20-30 cm, ma possono raggiungere anche dimensioni metriche.

È Frequente riscontrare strutture da deformazione sinsedimentaria (livelli caoticizzati, brecce intraformazionali). Localmente possono essere riconosciute diverse litozone informali, sulla base del colore più o meno scuro e della stratificazione.

Lo spessore complessivo della formazione è dell'ordine degli 80 metri.

La base dei Trubi giace in discordanza sui depositi della serie Gessoso-solfifera.

A tale formazione possono attribuirsi i seguenti valori dei i parametri geotecnici:

$\gamma$  - PESO DI VOLUME: 1.9 t/mc;

$C'$  - COESIONE: 0,0 Kg/cmq;

$\phi$  ' - ANGOLO D'ATTRITO INTERNO: 35°.

#### 6.4 Formazione Terravecchia

Tale deposito a granulometria fine è sovente intercalato da lenti potenti anche oltre i dieci metri, di materiale sabbioso quarzoso giallastro, con contatti ben netti e sempre concordanti. Complessivamente la potenza della formazione supera i 400 metri.

Nella parte alta della formazione si possono rilevare intercalazioni di argille brecciate brunice (AB II) inglobanti olistoliti eterometrici di quarzoareniti numidiche e lembi di argille varicolori.

Le analisi paleontologiche datano le marne argillose al Tortoniano superiore; nel comprensorio esaminato, giacciono in discordanza sulle argille scagliose e sul Flysch Numidico, mentre costituiscono il letto delle diatomiti bianche (Tripoli) e del calcare di base.

Per una caratterizzazione di massima dei principali parametri geotecnici, si possono assumere i seguenti valori:

$\gamma$  - PESO DI VOLUME: 1.95 t/mc;

Cu - COESIONE: 0,5-0,8 Kg/cmq;

$\phi$  ' - ANGOLO D'ATTRITO INTERNO: 18°-21°.

#### 7.0 – IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico, nel territorio in esame è possibile distinguere diversi tipi di circolazione idrica sotterranea: circolazione in livelli permeabili per porosità primaria (sabbie) e circolazione in formazioni permeabili per fessurazione secondaria (arenarie e calcareniti).

L'acquifero tipo, nell'area studiata ha principalmente sede negli orizzonti sabbiosi pliocenici; tali prodotti posseggono una permeabilità per porosità primaria (K compreso tra  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$  cm/s), che è sufficiente a consentire ed agevolare l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo, ove si disperdono entro la falda freatica, fluente al tetto di orizzonti più impermeabili.

Per quanto attiene al Calcare di Base ed alle calcareniti intercalate alle sopradette sabbie, queste sono dotate di una permeabilità secondaria per fratturazione, consentendo di valutare un coefficiente K compreso tra  $10^{-2}$  e  $10^{-5}$  cm/s.

Pertanto, la presenza di formazioni sabbiose caratterizzate da alternanze di livelli sabbiosi, sabbioso-limosi con intercalazioni di calcareniti, oltre che di livelli impermeabili argillosi ed argilloso marnosi, determina spesso la formazione di acquiferi composti da più falde sovrapposte o ad accumuli di acqua a carattere stagionale.

Invece, ove affiorano terreni argillosi, non è presente alcuna falda idrica superficiale in quanto la loro natura impermeabile, non permette alle acque meteoriche di infiltrarsi nel sottosuolo determinando la presenza di cospicui flussi o riserve idriche sotterranee.

Difatti, i termini marnosi ed argillosi affioranti, sono dotati di un coefficiente di permeabilità estremamente basso, dell'ordine di  $10^{-8}$  m/sec, tale che le acque zenitali, al netto delle perdite per evapotraspirazione, ruscellano in superficie lungo la rete idrografica.

In base ai dati raccolti nelle stazioni pluviometriche più prossime ai bacini di alimentazione dei sistemi acquiferi (Diga Comunelli, Diga Disueri, Diga Cimia, Mazzarino), si registra una precipitazione media di oltre 400 mm, che garantisce una discreta ricarica delle falde sotterranee.

All'interno dell'area di progetto, non ricadono pozzi o sorgenti.

Va infine sottolineato che in base a quanto previsto dal DLgs.152 del 03/04/2002, entro un raggio di 200 metri ed oltre dal sito di progetto, non insistono opere di captazione, ovvero pozzi o sorgenti destinate ad uso potabile, pertanto viene rispettata pienamente la salvaguardia delle risorse idriche.

L'allegata carta idrogeologica (All. 5), sintetizza i dati acquisiti, ponendo attenzione alla vulnerabilità idrogeologica dell'area di progetto.

## 8.0 – SISMICITA' STORICA

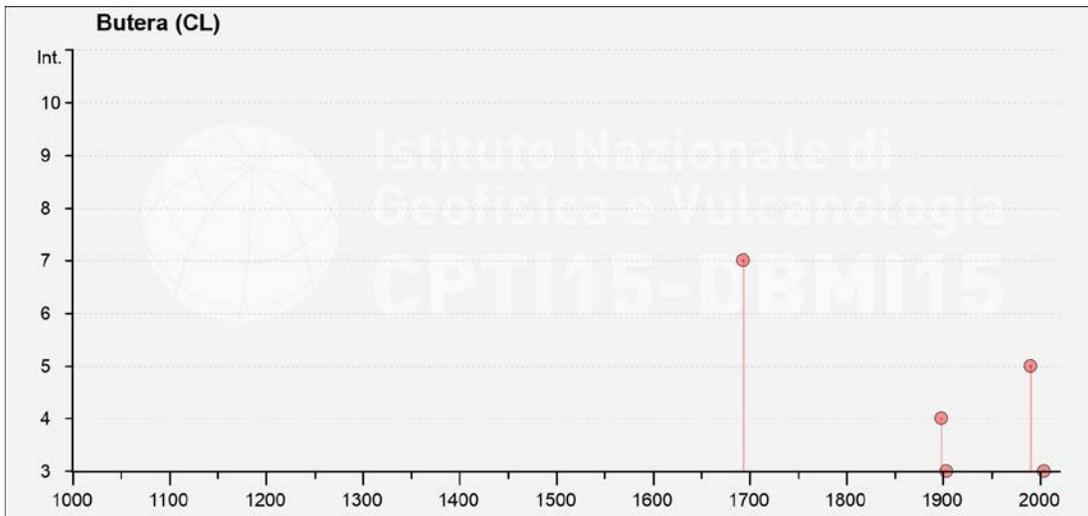
La ricostruzione storica degli eventi sismici che hanno caratterizzato il territorio comunale di Butera, è stata affrontata utilizzando il Database Macrosismico Italiano DBMI15 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2015): rispetto al precedente DBMI11 raccomandato nelle Linee Guida per la realizzazione dello studio della compatibilità sismica, il DBMI15 ne rappresenta l'integrazione e l'aggiornamento, per cui è stato consultato per estrarre le informazioni esposte di seguito.

Nello specifico, il comune di Butera appare 12 volte nel database, con intensità registrata superiore a 3. Nella tabella seguente sono stati elencati i vari eventi registrati, con indicati, oltre all'intensità in scala MCS al sito in esame (I), la data (anno, mese, giorno, ora, minuto) in cui si è verificato l'evento  $A_x$ , l'intensità massima epicentrale in scala MCS ( $I_0$ ) e la magnitudo momento ( $M_w$ ).

DOTT. FABIO TORTORICI – Relazione geologica relativa al progetto per la costruzione di un impianto eco-agro-fotovoltaico da 113,59 MWp, integrato da un sistema di accumulo da 3 MW, nel territorio comunale di Butera (CL) - PV Helios S.R.L.

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
7	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11 7.32
NF	1897	02	11	23	33	07	Ionio meridionale	96	5 5.03
NF	1897	05	28	22	40	02	Ionio	132	6 5.46
4	1898	11	03	05	59		Calatino	48	5-6 4.51
3	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5 4.14
NF	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11 6.95
2	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6 4.39
NF	1990	10	29	08	16	1	Stretto di Sicilia	40	4.79
5	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304	5.61
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641	5.42
3	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4 3.82
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255	4.56

Il grafico seguente, invece, ricostruisce la storia sismica di Butera (per terremoti con intensità al sito superiore a 4) tra gli anni 1000 e fino al 2020.



La Sicilia Centro Orientale è stata sede di numerosi eventi sismici ed in particolare di tre grandi terremoti avvenuti nel 1169 (Io=XI MCS), 1542 (Io=X MCS) e 1693 (Io=XI MCS).

Il catastrofico evento dell'11 gennaio 1693 costituisce quello rimasto più impresso nella memoria storica a causa della gravità dei danni provocati e della notevole estensione dell'area

colpita, sia dei cambiamenti storici, sociali, architettonici e urbanistici che produsse. Si può considerare che questo terremoto corrisponde a uno degli eventi più forti registrati nella storia sismica italiana.

Il terremoto della Val di Noto dell'11 Gennaio 1693 rappresenta, assieme al terremoto di Messina del Dicembre 1908, l'evento catastrofico di maggiori dimensioni che abbia colpito il territorio italiano in tempi storici.

L'evento ha provocato la distruzione totale di oltre 45 centri abitati, interessando con effetti pari o superiori al IX grado MCS una superficie di circa 5600 Km<sup>2</sup> e causando un numero complessivo di circa 60.000 vittime.

### 9.0 – FAGLIE CAPACI E SORGENTI SISMOGENETICHE

Per quanto riguarda il tema delle faglie capaci (faglie che si sono rotte almeno una volta negli ultimi 40.000 anni, raggiungendo la superficie e producendo una rottura del terreno) e l'inquadramento delle sorgenti sismogenetiche più prossime all'area di Butera, si è fatto riferimento agli studi condotti dagli esperti scientifici e riportate nei cataloghi ITHACA e DISS 3.2.0.

Le sorgenti sismogenetiche rappresentano le zone che sono state riconosciute come origine dei terremoti grazie allo studio della sismicità storica e delle indagini geologiche.

ITHACA, invece, è un database creato per la raccolta e la consultazione di tutte le informazioni disponibili sulle strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali; tale studio si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie: dalla sua consultazione è stato possibile osservare che nell'area in studio non sono evidenti faglie attive e capaci (immagine estratta dal sito dell'ISPRA).

La mappa dell'INGV riportata di seguito, denominata DISS 3.2.0 (Database of Individual Seismogenic Sources – DISS Version 3), mostra tre tipologie di sorgenti sismogenetiche.

Sorgenti individuali (IS): per le quali viene proposta una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia.

Questo tipo di sorgente esibisce caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudo attesa.

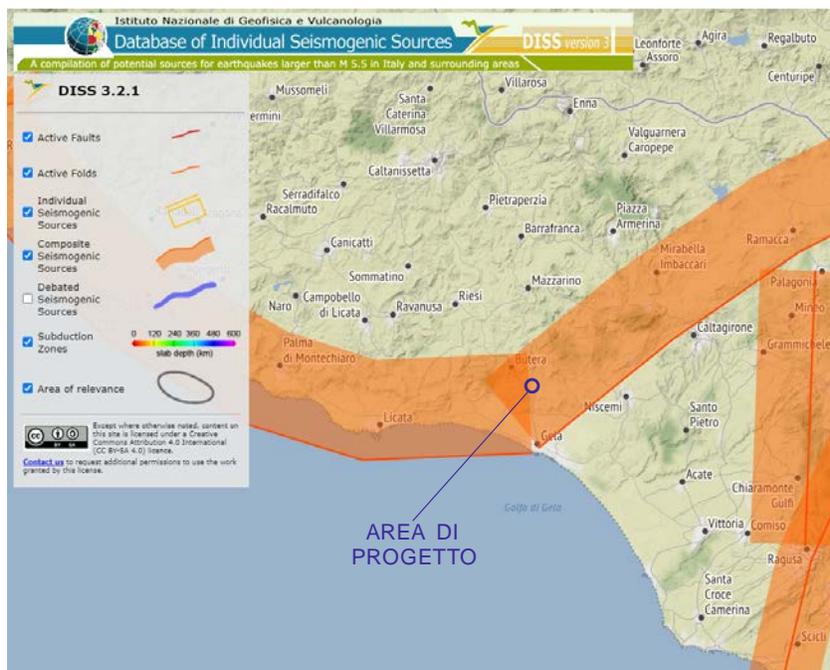
DOTT. FABIO TORTORICI – Relazione geologica relativa al progetto per la costruzione di un impianto eco-agro-fotovoltaico da 113,59 MWp, integrato da un sistema di accumulo da 3 MW, nel territorio comunale di Butera (CL) - PV Helios S.R.L.



Sorgenti composite (CS): sono regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti minori allineate che non è ancora conosciuto singolarmente. Le sorgenti composite non sono associate a uno specifico gruppo di terremoti storici.

Sorgenti dibattute (DS): sono zone proposte in letteratura come potenziali sorgenti, ma considerate ancora non sufficientemente attendibili per entrare nel database.

La mappa del DISS posiziona il territorio di Butera all'interno della zona ITCS029 "Gela-Catania".

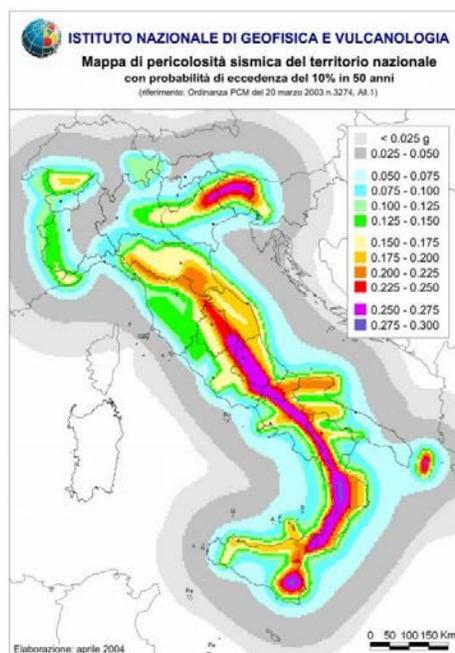


Questa sorgente composita si trova a cavallo di un segmento del thrust siculo-magrebino che forma l'ossatura della Sicilia continentale. Il lembo di attacco di questo thrust affiora nella porzione orientale tra Gela e Catania, tratto confinato ad est dalle strutture legate al sistema di subduzione del bacino jonico, e nella sua porzione occidentale tra Capo Granitola e Sciacca. Nella porzione centrale segue un ampio arco convesso che corre per la maggior parte della sua lunghezza al largo della costa siciliana meridionale. I cataloghi storici e strumentali mostrano una significativa sismicità che può essere associata a questa sorgente composita, ma che è concentrata maggiormente nella sua terminazione ad est verso l'area di Catania e dell'Etna. I due più importanti eventi che hanno colpito l'area sono quelli dell'11 gennaio 1693 e del 20 febbraio 1818.

#### 10.0 – PERICOLOSITA' SISMICA

L'area di interesse ricade nell'ambito del territorio comunale di Butera (CL), incluso tra le località sismiche di III Categoria, ai sensi e per gli effetti del Decreto Regionale del 15/01/04, connesso al recepimento ed all'attuazione della O.P.C.M. del 20/03/03 n. 3274.

In seguito all'emanazione di tale O.P.C.M. n. 3274, in cui si manifestava l'esigenza di una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche sul territorio nazionale, è stato redatto a cura dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. 20/03/2003, n°3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile", che rappresenta il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica su tutto il territorio nazionale (figura seguente).



All'interno della ricerca eseguita per tale redazione, è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 che divide tutto il territorio italiano in 36 zone. Tale zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici (cenozoici e quaternari) coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale; essa, pur basandosi ampiamente sull'impianto generale e sul *background* informativo della precedente zonazione ZS4 (Scandone e Stucchi, 1996), rappresenta un suo sostanziale ripensamento, alla luce delle evidenze di tettonica attiva, delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite nei primi anni del decennio con i fondamentali contributi del *Database of Individual Seismogenic Sources* (DISS) (che, combinando dati geologici, storici e strumentali, censisce le sorgenti in grado di produrre terremoti di magnitudo 5.5 e superiore) e del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (all'epoca della redazione della mappa CPTI2, ora arrivato alla versione CPTI15).

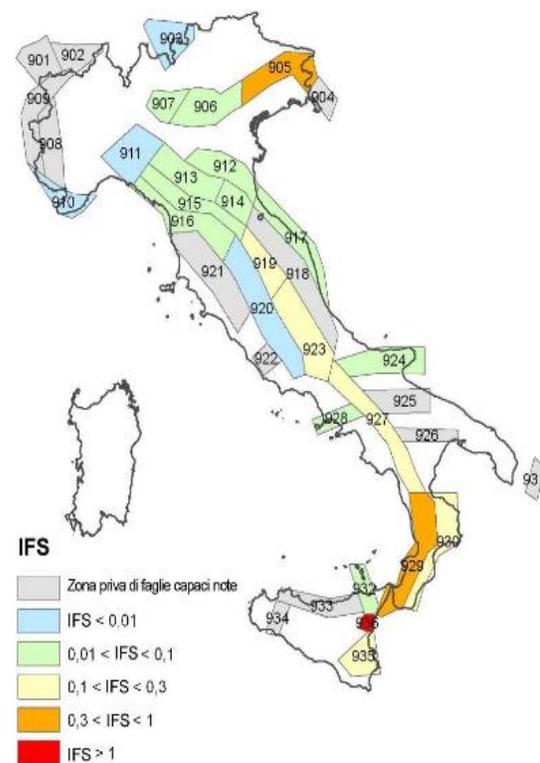
Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la Carta delle Zone Sismogenetiche del territorio nazionale.

Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo.

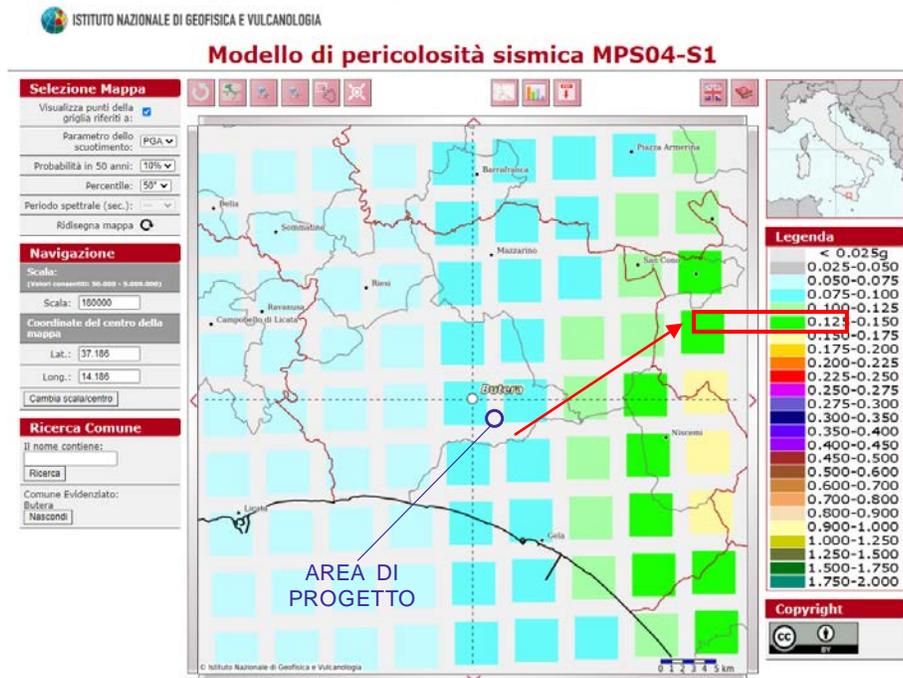
Secondo la zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), nel settore della Sicilia in cui ricade la nostra area di interesse, non ricadono Zone Sismogenetiche, come si può evincere dalla figura a lato.

Va infine precisato che, il progetto in argomento non prevede la realizzazione di strutture edili che potrebbero essere interessate da scenari di pericolosità sismica locale.

La distribuzione e la caratterizzazione delle zone sismogenetiche finora riconosciute e descritte in precedenza, è stata tradotta in una Carta di Pericolosità Sismica valida su tutto il territorio nazionale ed entrata in vigore con l'O.P.C.M. n°3519 del 28/04/2006. Nella carta, della quale



la figura seguente rappresenta l'estratto per il comune di Butera, sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima al suolo  $a_g$  con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi subpianeggianti di Categoria A.

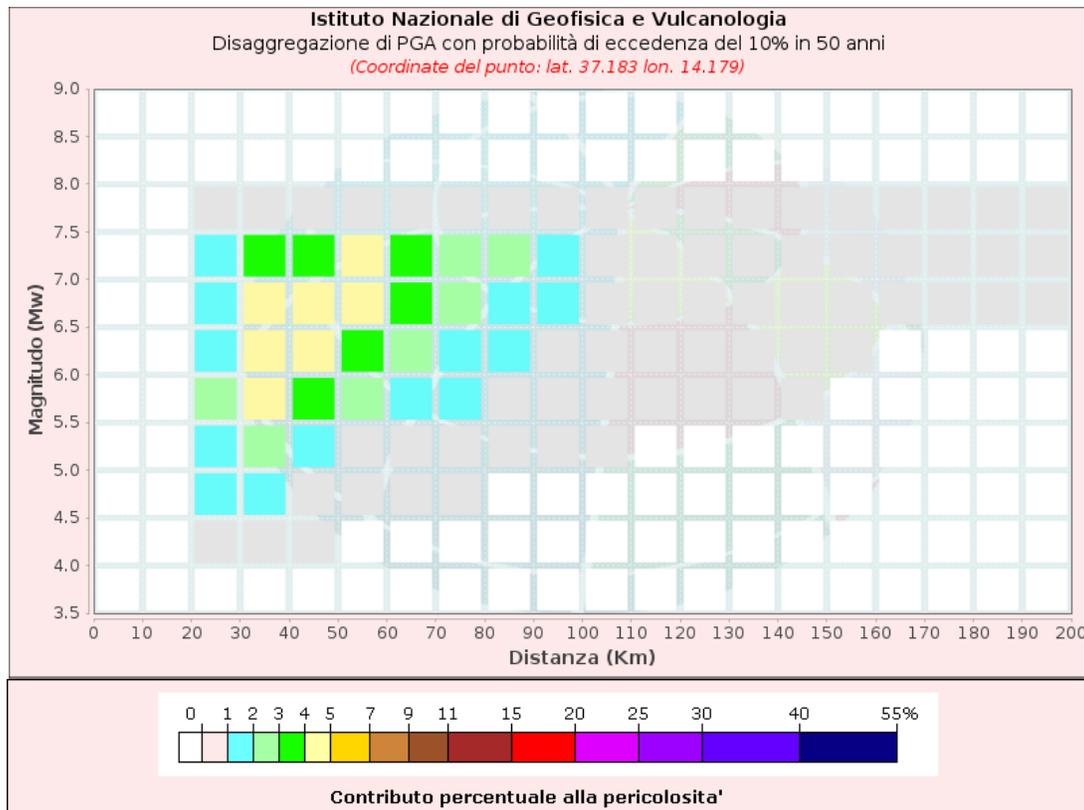


Pertanto, secondo l'O.P.C.M. n°3519 del 28/04/2006 e considerata nell'emanazione del D.M. 17/01/2018 - NTC, l'area di progetto è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale  $a_g$  riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da  $V_{s,30} > 800$  m/s compreso tra 0,075g e 0,100g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile), ovvero in Zona 3, come classifica la tabella riportata sotto, estratta dall'O.P.C.M. n°3519 stessa.

a) Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo  $a_g$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s,30} > 800$  m/s, secondo lo schema seguente:

zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $[a_g]$	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $[a_g]$
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g
4	$\leq 0,05 g$	0,05 g

Infine, si riporta il calcolo della disaggregazione della pericolosità: questa ha lo scopo di individuare il maggior contributo alla pericolosità del sito in termini di magnitudo-distanza di un evento. I grafici riportati sotto sono stati desunti dalle Mappe Interattive di Pericolosità Sismica dell'INGV e sono relativi al punto della griglia a valore di ag maggiore definito nella figura precedente (Carta di Pericolosità Sismica dell'INGV).



Dalla ricostruzione dell'INGV riportata sopra, considerando un tempo di ritorno  $T_r = 475$  anni e una Categoria A di sottosuolo, in condizioni sub-pianeggianti, si evidenzia che il maggior contributo alla pericolosità sismica locale è dato da eventi di entità  $M_w$  compresa tra 5,5 e 7,5 e relativamente vicini ( $R =$  entro 30-60 km).

### 11.0 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In definitiva, in base agli studi condotti non é emersa alcuna potenziale modificazione od alterazione di elementi di natura geologica, influente negativamente sui sistemi morfologici,

morfogenetici ed idrogeologici, da parte dell'impianto da realizzare in contrada Pozzillo del territorio comunale di Butera (CL).

Si può affermare con sicurezza, che con una corretta progettazione, l'impianto fotovoltaico da 113,59 MWp, non rappresenterà un elemento di turbativa sugli equilibri che regolano la circolazione idrica (sia superficiale che sotterranea) o di natura geoambientale (alluvioni, frane, fenomeni di erosione accelerata).

Dal punto di vista geotecnico, il sedime fondale presenta discrete caratteristiche fisico-meccaniche, pertanto i calcolisti utilizzando i parametri esposti nei paragrafi precedenti (dopo le opportune verifiche derivate da indagini geognostiche e stabilita la categoria di sottosuolo secondo quanto previsto dalla tab.3.2.II delle NTC 2018), potranno rendere sicuro l'ancoraggio al suolo dei moduli fotovoltaici.

Nell'ampio areale esaminato, è emersa la presenza di dissesti attivi, con pericolosità "P" compresa tra 0 ed a 2, ubicati esternamente ed a debita distanza dall'area in cui verranno installati i pannelli fotovoltaici, escludendo il rischio che le opere di progetto possano aumentarne l'instabilità.

Quindi, nel dualismo tra effetto esercitato dalle strutture di progetto sull'ambiente geologico e viceversa, non é emerso alcun impatto negativo o condizioni sfavorevoli sugli attuali assetti ed equilibri.

***Geol. Fabio Tortorici***



**Geologo Fabio Tortorici**

Piazza dei Martiri n. 3 – 95131 Catania

Cell. 3383773300

Email [fatorto@alice.it](mailto:fatorto@alice.it)

PEC [fabiotortorici@epap.sicurezzapostale.it](mailto:fabiotortorici@epap.sicurezzapostale.it)

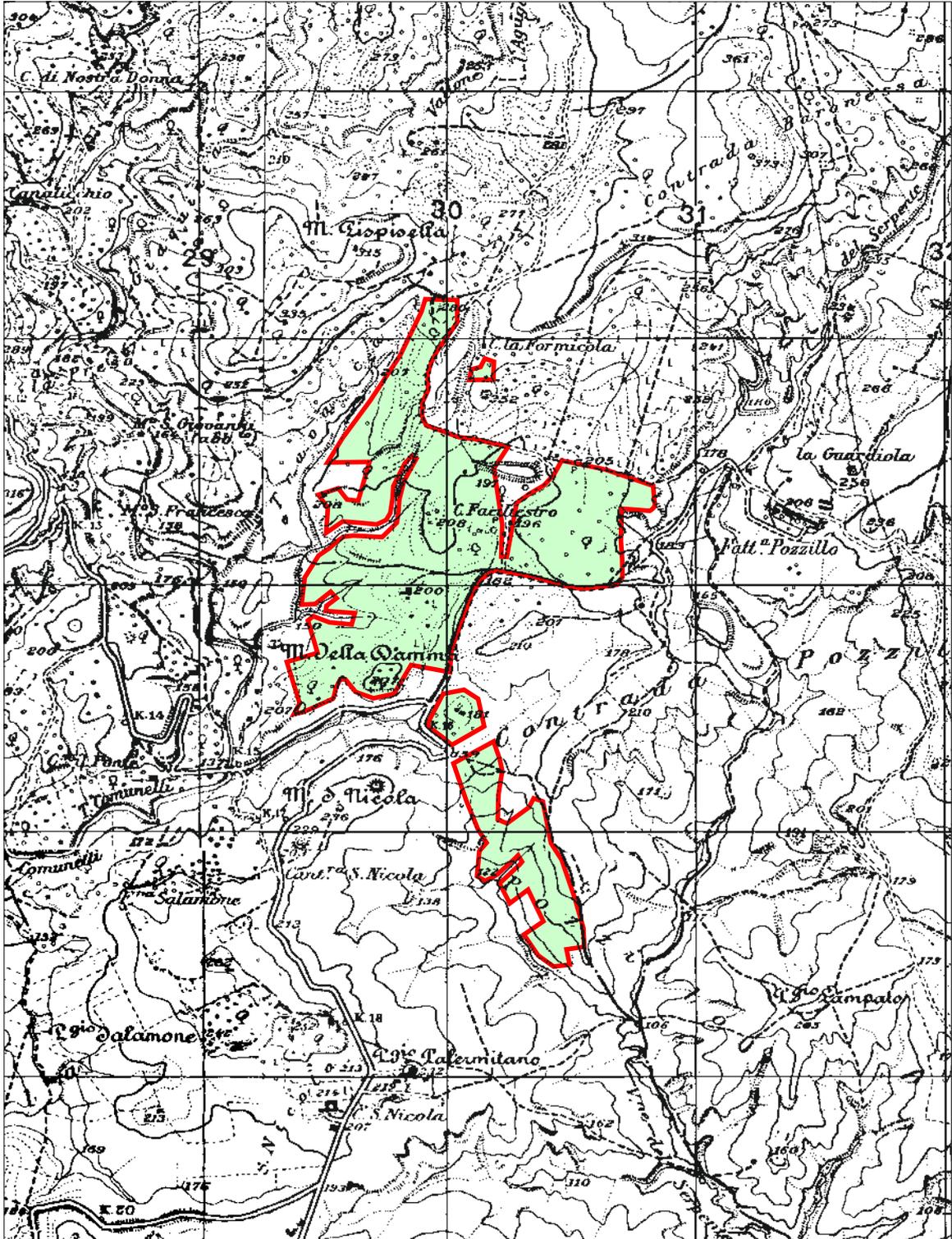
C.F. TRTFBA63P08F205J

P IVA 02789330871

Iscrizione Ordine dei Geologi di Sicilia n.1031 - Anzianità 1991

Iscrizione EuroGeologo n. 1604

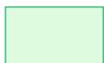
PLANIMETRIA I.G.M.  
SCALA 1:25.000  
ALL. 1

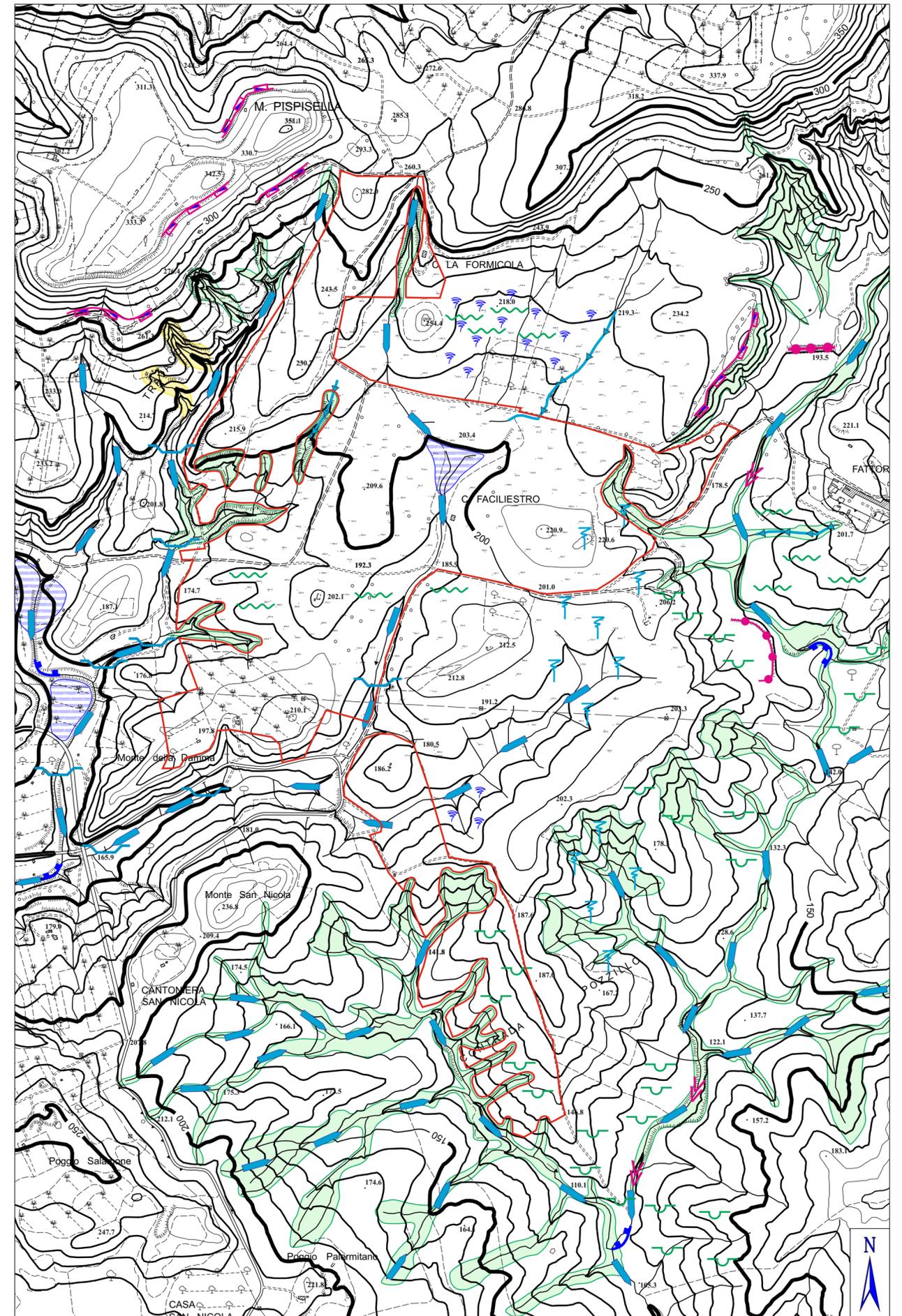


AREA DI PROGETTO

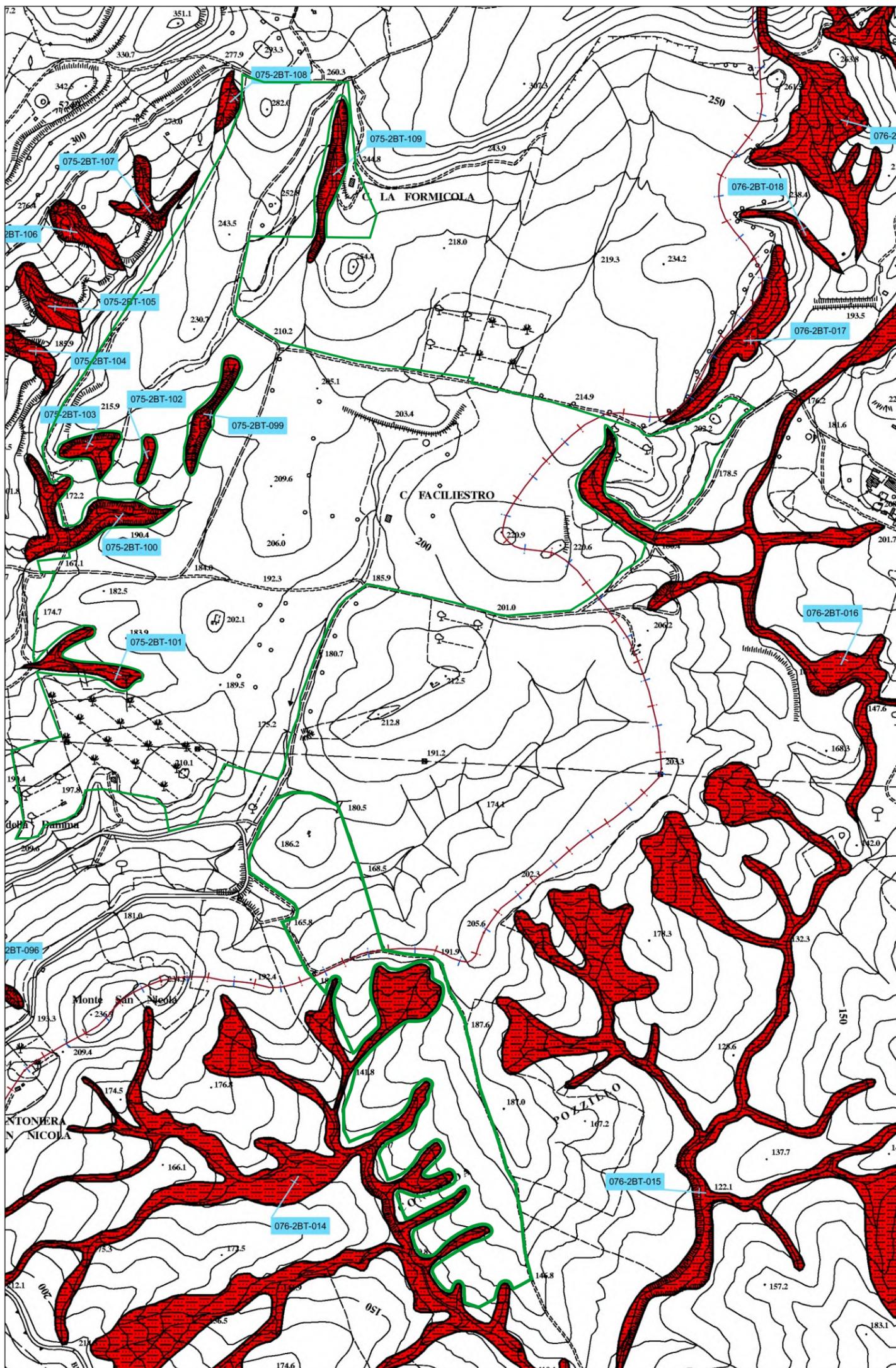
CARTA GEOMORFOLOGICA  
 SCALA 1:10.000  
 ALL. 2

LEGENDA

- |  |   |  |
|--|---|--|
| FENOMENI FRANOSI<br>CLASSIFICAZIONE PAI                        |    | CALANCO  |
|  |    | DISSESTI DOVUTI AD EROSIONE ACCELERATA         |
| DINAMICA FLUVIALE  |    | PRINCIPALI LINEE DI RUSCELLAMENTO SUPERFICIALE |
|  |    | EROSIONE IN ALVEO                              |
|  |    | EROSIONE DI SPONDA                             |
| FENOMENI DOVUTI<br>AL DILAVAMENTO                              |  | SOLCO DA RUSCELLAMENTO CONCENTRATO             |
|  |  | RUSCELLAMENTO SUPERFICIALE IN RIVOLI           |
|  |  | RUSCELLAMENTO DIFFUSO                          |
|  |  | DETRITI E COLLUVIUM (h>2,5 m)                  |
|  |  | SCARPATA ROCCIOSA                              |
| OPERE E INTERVENTI IN<br>ALVEO DI SISTEMAZIONE<br>DEI TORRENTI |  | BRIGLIE  |
|  |  | ARGINI DI TRATTENUTA IN TERRA                  |
| DEGRADAZIONI<br>INDOTTE DA ATTIVITA'<br>ANTROPICA              |  | DEGRADAZIONI PER PASCOLAMENTO                  |
|  |  | DEGRADAZIONI PER USO AGRICOLO IMPROPRIO        |
|  |  | AREA DI STUDIO                                 |



STRALCIO CARTOGRAFIA PAI  
 SCALA 1:10.000  
 ALL. 3



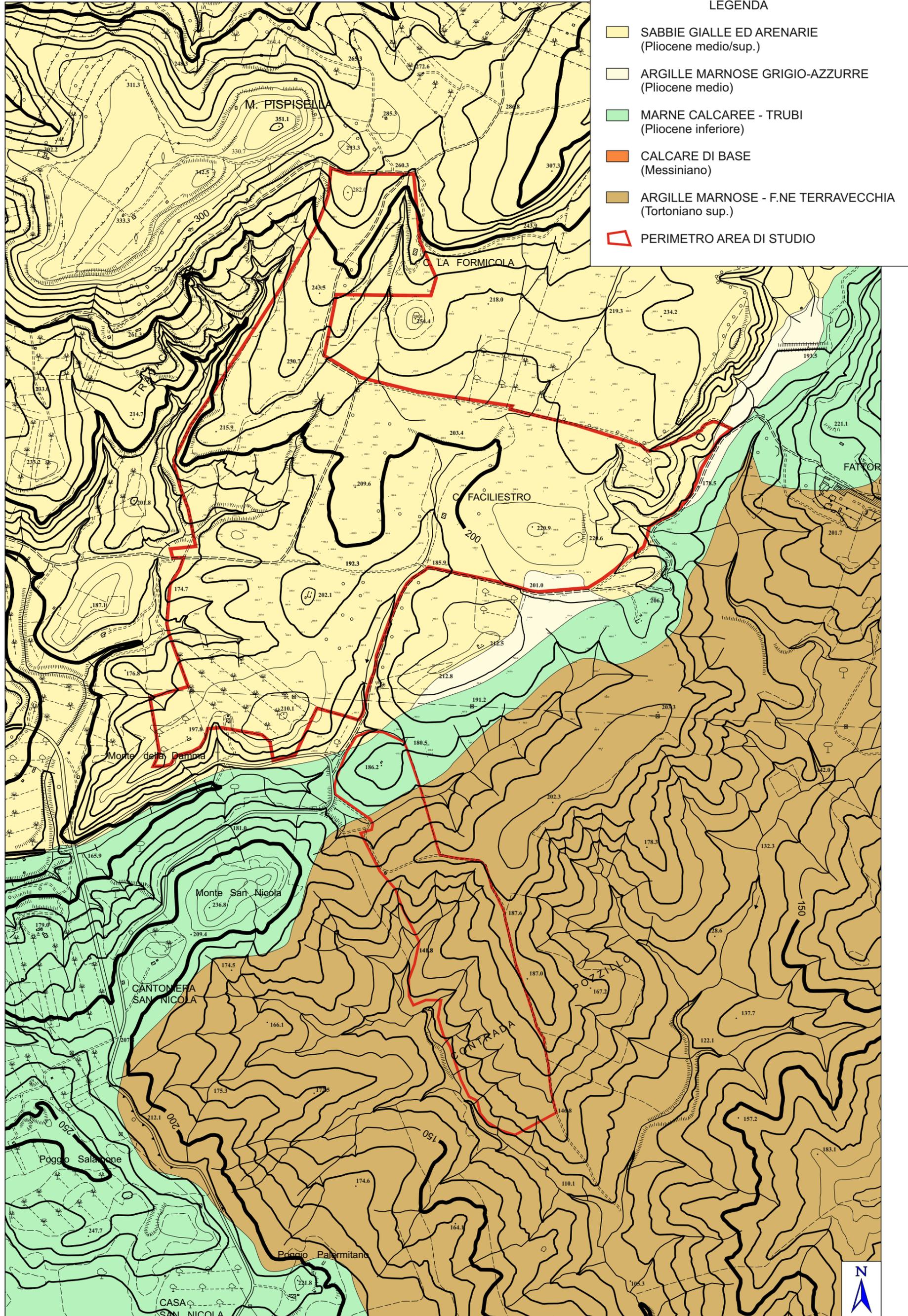
**FENOMENI FRANOSI**

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

**STATO DI ATTIVITA'**

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

AREA DI STUDIO



**LEGENDA**

- SABBIE GIALLE ED ARENARIE  
(Pliocene medio/sup.)
- ARGILLE MARNOSE GRIGIO-AZZURRE  
(Pliocene medio)
- MARNE CALCAREE - TRUBI  
(Pliocene inferiore)
- CALCARE DI BASE  
(Messiniano)
- ARGILLE MARNOSE - F.NE TERRAVECCHIA  
(Tortoniano sup.)
- PERIMETRO AREA DI STUDIO

CARTA IDROGEOLOGICA  
SCALA 1:10.000  
ALL. 5

-  COMPLESSI ARGILLOSI. PERMEABILITA' MOLTO BASSA, VARIABILE DA  $10^{-6}$  A  $10^{-8}$  cm/s, CIRCOSCRITTA AD INTERCALAZIONI SABBIOSE CON SCARSA CONTINUITA' IDRAULICA. LIMITATA POSSIBILITA' DI PROPAGAZIONE DEGLI INQUINANTI. MEDIO-ALTO POTERE DI RITENZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI. GRADO DI VULNERABILITA' BASSO
  
-  CALCARI E MARNE CALCAREE. FALDA LIBERA, SUPERFICIALE, PERMEABILITA' PER POROSITA' PRIMARIA, DISCONTINUA E VARIABILE IN FUNZIONE DELLA FRATTURAZIONE SECONDARIA; COMPLESSIVAMENTE MEDIA, COMPRESA IN GRANDE TRA  $10^{-3}$  E  $10^{-4}$  cm/s. MODESTO POTERE DI RITENZIONE DI SOSTANZE INQUINANTI. GRADO DI VULNERABILITA' MEDIO
  
-  PRINCIPALI LINEE DI DEFLUSSO SUPERFICIALE
  
-  AREA DI STUDIO

