

REGIONE SICILIA

Libero Consorzio Comunale di Enna

COMUNE DI PIAZZA ARMERINA



01	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	22/12/23	NASTASI M.	BELFIORE G.	DI MARI C
00	EMISSIONE PER COMMENTI	07/12/23	NASTASI M.	BELFIORE G.	DI MARI C
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.

Committente:				
DS ITALIA 9 S.r.l.				
Via del Plebiscito, 112, 00186 ROMA (RM) Partiva I.V.A. 16380491007 – P.E.C.: dsitalia9@legalmail.it				
				
				
Società di Progettazione: <i>Ingegneria & Innovazione</i>				
				
Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409 Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it				
Progetto:			Progettista/Resp. Tecnico:	
IMPIANTO AGRIVOLTAICO “PIAZZA ARMERINA”			Dott. Ing. Antonino Signorello Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania n° 6105 sez. A	
Elaborato:			Geologo:	
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA			Dott. Geol. Milko Nastasi Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia n° 3139 sez. A	
Scala:	Nome DIS/FILE:	Allegato:	F.to:	Livello:
NA	C22006S05-PD-RT-03-01	1/1	A4	DEFINITIVO
<i>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</i>				
 				

Indice

1. PREMESSA.....	3
2. FASI DI LAVORO	3
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
4. INQUADRAMENTO STRUTTURALE	6
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO.....	8
5.1 Morfologia.....	8
5.2 Idrologia e idrogeologia	9
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
7. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO SECONDO LE Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018)	14
7.1. Sismicità dell'area.....	16
7.2 Pericolosità sismica.....	19
8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE	26
8.1 Parametri geotecnici.....	26
9. PIANO DI INDAGINI PREVISTO	27
9.1 Risultati delle indagini	29
10. PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA.....	31
10.1 Carte rischi e pericolosità PAI.....	31
CONCLUSIONI	34

Indice delle figure

Figura 1 - Corografia della zona in scala 1:25000.....	5
Figura 2 - Mappa dei vari comuni interessati dall'impianto in progetto	6
Figura 3.....	8
Figura 4 - Modello 3d dell'area con litologia e area d'impianto in evidenza	13
Figura 5 - Qui viene rappresentata la Magnitudo momento e l'intensità del terremoto che si è avuta nelle varie località della Sicilia occidentale	16
Figura 6 - DISS realizzato da: Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, MM Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Sismogenic Sources (DISS), versione 3.	18
Figura 7 - Mappa della pericolosità sismica (INGV).....	20
Figura 8 – stralcio cartografico della pericolosità geomorfologica.....	32
Figura 9 – stralcio cartografico della pericolosità idraulica in relazione all'impianto	33

Allegati alla relazione:

- All. 1 - Corografia, scala 1:25000;
- All. 2 - Carta Geologica, scala 1:10000;
- All. 3 - Carta geomorfologica scala 1:10000;
- All. 4 - Carta del pericolo geomorfologico, scala 1:20000;
- All. 5 - Carta del pericolo idraulico, scala 1:20000;

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA	 Ingegneria & Innovazione 22/12/2023 REV: 01 Pag.3		
---	--	---	--	--

1. PREMESSA

Per conto della società proponente, DS Italia 9 S.r.l., la società Antex Group S.r.l. ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato **Impianto Agrivoltaico "Piazza Armerina"** da realizzarsi nel territorio del Comune di Piazza Armerina, appartenente al Libero Consorzio Comunale di Enna. Il progetto prevede l'installazione di n. 80.108 moduli fotovoltaici da 690 Wp ciascuno, su strutture fisse, per una potenza complessiva pari a 55.274 kWp. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete elettrica nazionale tramite la posa di un cavidotto interrato su strade esistenti e la realizzazione di una nuova cabina utente per la consegna collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione di trasformazione a 150/36 kV della RTN da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 150 kV "Nicoletti – Valguarnera", che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura SE RTN 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV "Chiaramonte Gulfi -Ciminna" previsto nel Piano di Sviluppo Terna.

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl. Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali, gestionali, legali e di finanza agevolata e pone a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

2. FASI DI LAVORO

In questa fase di progetto definitivo, sono stati eseguiti sopralluoghi, ricerche bibliografiche, consultata la cartografia P.A.I. vigente e le varie carte tematiche della zona, il tutto per accertare le condizioni geologiche della zona e cercare di definire a grandi linee il modello geologico.

<i>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</i>	Comm.: C22-006-S05  
--	--

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA	 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.4

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni in questa fase verrà eseguita consultando la letteratura geologica presente e lavori eseguiti in zona e pubblicati online, ubicati nelle zone limitrofe in cui sono presenti formazioni geologiche con caratteristiche simili alla nostra area di studio.

Ovviamente è da sottolineare che, questo approccio non è esaustivo ai fini della ricostruzione di un modello geologico ben definito, saranno necessari in fase esecutiva studi geognostici diretti ed indiretti al fine di caratterizzare al meglio i primi 5-10 metri dell'area di impianto.

Le norme, alla quale si è fatto riferimento sono elencate di seguito:

- *le norme vigenti in tema di LL.PP. e in particolare dal D.M. del 17.01.2018 (NTC) e ss.mm.ii. e relativa circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.*
- *le linee guida edite dall'A.R.T.A. nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).*
- *Norme di Attuazione del P.A.I. (Aggiornate con Delibera G.R. n. 17/14 del 26 aprile 2006) e aggiornate con D.P. n. 9/ADB del 06/05/2021 - APPROVAZIONE "MODIFICHE ALLA RELAZIONE GENERALE - PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIANA" - REDATTA NEL 2004 E TABELLA ELEMENTI A RISCHIO - D.P. N. 9/ADB DEL 06/05/2021.*
- *Legge 18/05/1989 n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";*
- *D.M LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.*
- *Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.*

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Al fine di verificare la fattibilità del progetto in esame e definire al meglio il modello geologico in fase di progetto definitivo, è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree in esame, spinte fino ad un intorno utile a definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.	Comm.: C22-006-S05  
--	---

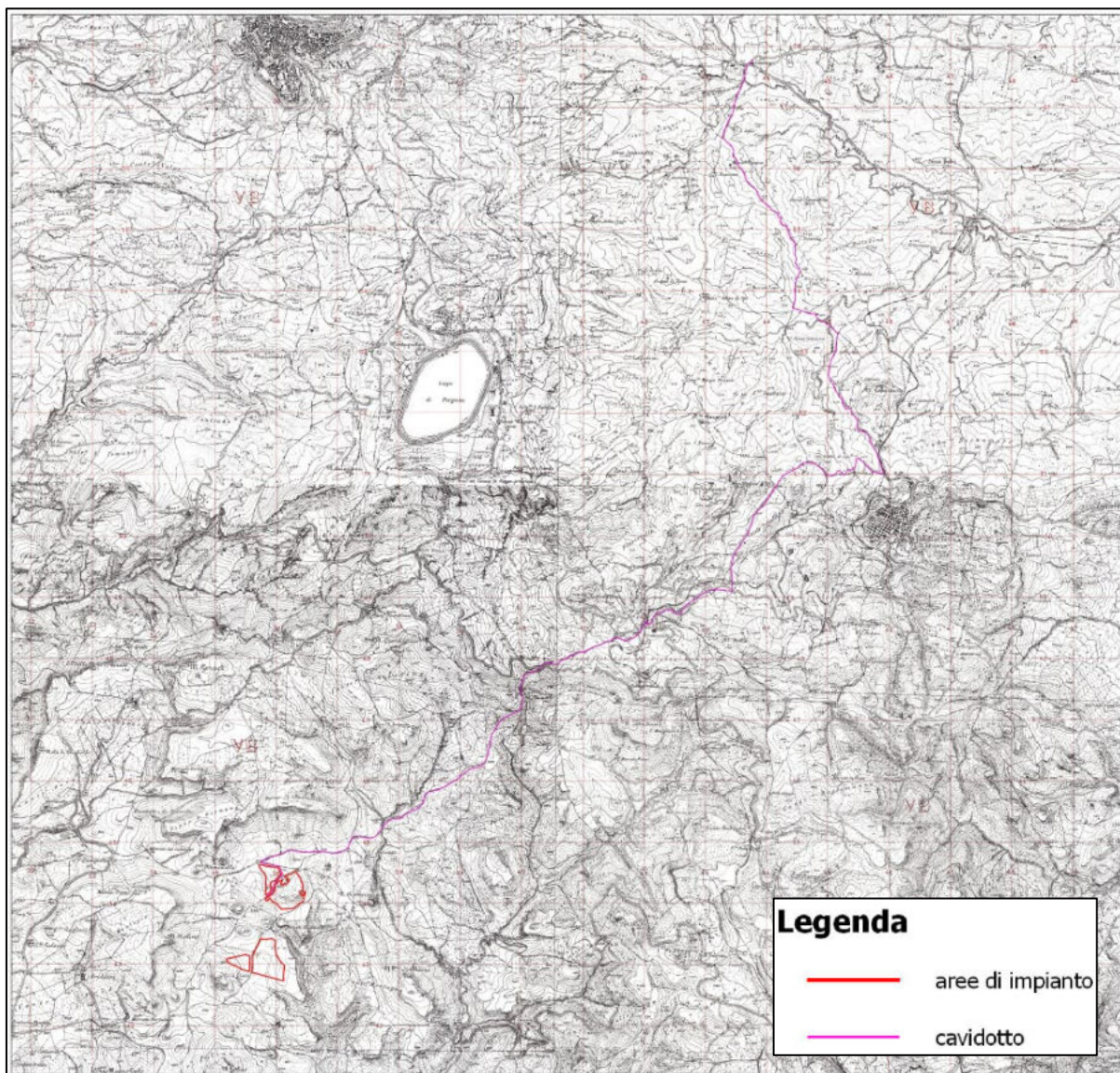


Figura 1 - Corografia della zona in scala 1:25000

L'area sulla quale è in progetto l'impianto fotovoltaico ricade nel Foglio 268 II NO Friddani.

Le quote relative all'impianto vanno dai 584 ai 514 m.s.l.m. e si trova a NO di Piazza Armerina e NE di Barranfranca in prossimità della strada Consortile Geracello Ramursura Sant'Antonio.

L'area di intervento è individuata sulla cartografia tecnica della Regione Sicilia in scala 1:10000, più precisamente all'interno delle CTR n° 621160 e 631120 all'interno del territorio di territorio comunale di Piazza Armerina, mentre la connessione sarà ubicata nel comune di Enna.

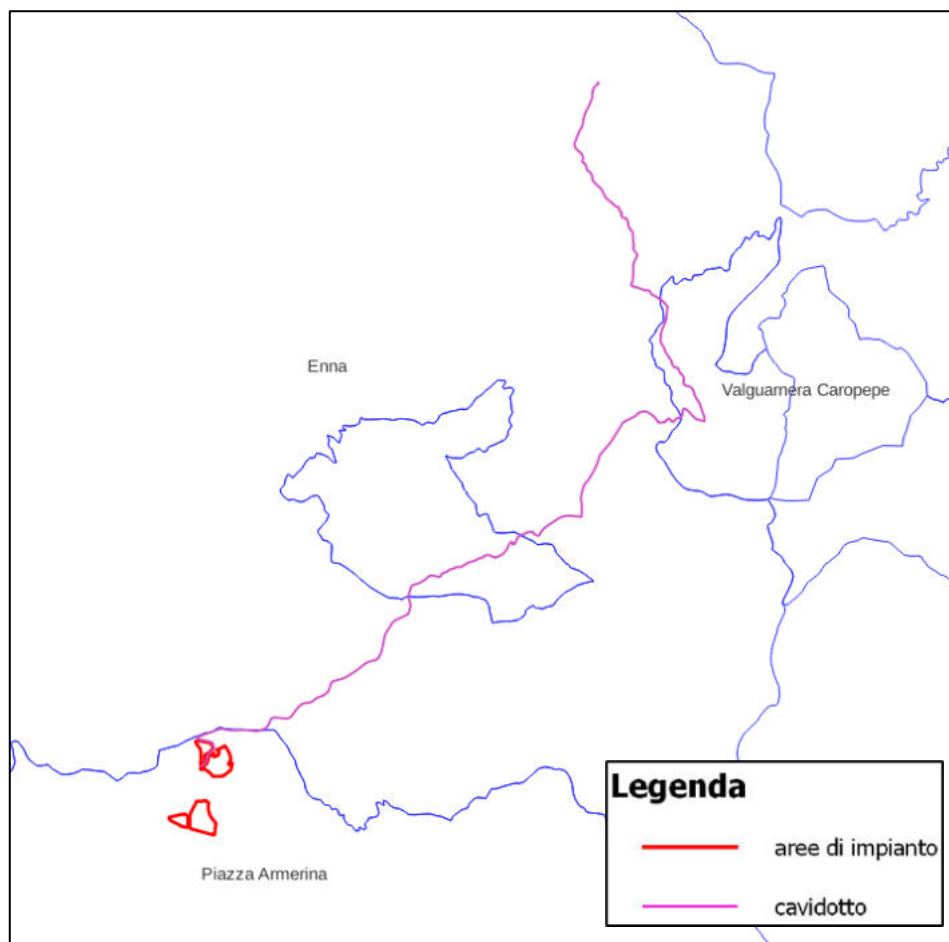


Figura 2 - Mappa dei vari comuni interessati dall'impianto in progetto

4. INQUADRAMENTO STRUTTURALE

Nel Mediterraneo centro-occidentale, la Sicilia costituisce un segmento di catena che si sviluppa lungo il limite tra la placca africana e quella europea, collega le Maghrebidi africane con la Calabria e gli Appennini e si estende dalla Sardegna fino alla piattaforma pelagiana (Canale di Sicilia, Fig. 3). Dopo la fase orogenica alpina paleogenica, i movimenti compressivi più importanti di questo settore del Mediterraneo sono dovuti alla subduzione della crosta adriatico-ionica. In questo quadro la collisione del blocco sardo-corso con il margine continentale africano (Bellon et alii, 1977; Channell et alii, 1979; Dercourt et alii, 1986) è considerata comunemente come la causa primaria per la gran parte della deformazione compressiva nella catena sudappenninica-siciliana (Catalano et alii, 1996).

Dal Miocene superiore, con la fine della rotazione del blocco sardo-corso, parte dell'orogene alpino-appenninico venne interessato da processi distensivi, associati con il progressivo arretramento del piano di subduzione, immergente verso NO, della placca adriatico-ionica al di sotto della Calabria, responsabili della formazione ed evoluzione del bacino tirrenico meridionale (Rehault et alii, 1987; Malinverno & Ryan, 1986; Faccenna et alii, 1996; Gueguen et alii, 1998).

Il complesso collisionale della Sicilia e del suo prolungamento offshore è caratterizzato da tre elementi tettonici principali:

- a) un'area di avampaese, affiorante nella Sicilia sud-orientale e nel Canale di Sicilia a sud di Sciacca. La successione sedimentaria autoctona ricopre un basamento cristallino africano ed è costituita da circa 7 km di carbonati di piattaforma e di scarpata-bacino del Triassico, di carbonati pelagici del Giurassico-Eocene e di depositi clastici di piattaforma aperta del Terziario (Patacca et alii, 1979; Catalano & D'Argenio, 1982; Bianchi et alii, 1989; Antonelli et alii, 1991);
- b) un'avanfossa recente, localizzata nell'offshore meridionale della Sicilia (Bacino di Gela) e nella regione iblea lungo il margine settentrionale dell'avampaese dove è in parte sepolta dal fronte della catena;
- c) una catena complessa, vergente verso SSE, spesso a luoghi più di 15 km, costituita (dall'interno verso l'esterno) da un elemento "europeo" (Unità Peloritane), un elemento "tetideo" (Unità Sicilidi) ed un elemento "africano" (Unità Appenninico-Maghrebidi). Le unità più interne disposte nell'offshore settentrionale dell'Isola sono generalmente collassate verso nord in relazione all'apertura del Tirreno centro-meridionale (Rehault et alii, 1987).

Recenti lavori, supportati da numerosi profili sismici a riflessione (Catalano et alii, 1998 c, 2000 a; Bello et alii, 2000), descrivono la catena siciliana come il risultato della sovrapposizione, da occidente ad oriente, di unità tettoniche pellicolari (risultanti dalla deformazione degli originari domini mesozoici sicilide, imerese e sicano) su un cuneo, spesso 6-7 km, di thrusts derivanti dalla deformazione di un originario dominio di piattaforma carbonatica (trapanese, saccense, panormide). L'insieme così strutturato poggia, a sua volta, sull'avampaese non deformato che affiora nel Plateau ibleo e si continua nel Canale di Sicilia (ibleo-pelagiano).

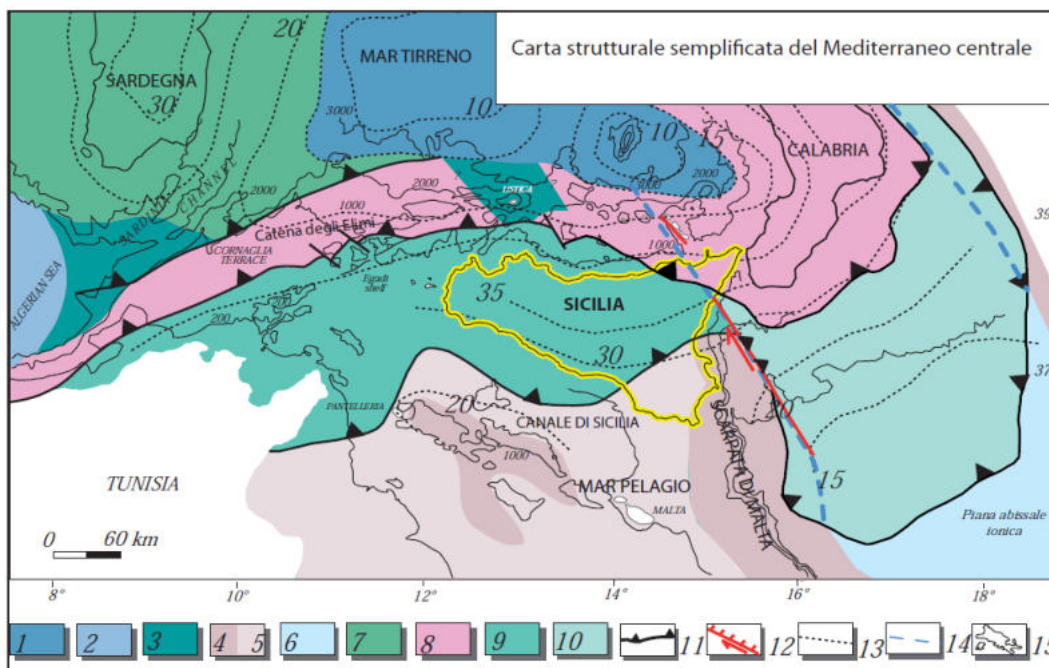


Figura 3 La carta illustra i differenti settori crostali della regione centrale del Mediterraneo (modif. da CATALANO et alii, 2002). Legenda: 1) crosta oceanica del Mar Tirreno (KASTENS et alii, 1987); 2) crosta oceanica del Bacino Algerino; 3) crosta continentale assottigliata kabilo e sarda; 4) crosta continentale (5 = assottigliata) africana; 6) crosta oceanica del Mar Ionio; 7) unità tettoniche sarde; 8) unità kabilo-calabridi; 9) unità siciliane-maghrebidi; 10) prisma di accrezione ionico; 11) fronti di sovrascorrimento; 12) faglia con probabile componente transtensiva (ridisegnata da CHAMOOT-ROOKE et alii, 2005); 13) isobate (in km) della Moho; 14) limite margine passivo-oceano ionico secondo CATALANO et alii, 2001; 15) batimetria.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO

5.1 Morfologia

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

Ci troviamo in un contesto collinare, di natura per lo più argillosa, con diversi impluvi che attraversano i versanti dai quali scorrono le acque piovane che vanno poi a finire nei torrenti vicini.

L'area è situata perlopiù su un versante digradante verso E con una pendenza media intorno al 10-15%, si presenta molto frastagliato

I fenomeni che possono generarsi sono quelli di erosione di tipo interrill che viene identificata come quella forma di erosione che offre il maggior contributo al processo di degradazione del suolo.

Il processo fisico che la determina nasce quindi dalla combinazione di due sottoprocessi, ossia distacco e trasporto ad opera dell'azione impattante della goccia sul suolo (splash erosion) e trasporto di sedimento ad opera del sottile strato di acqua (lama d'acqua) sul terreno (sheet erosion). Le precipitazioni sono pertanto da identificarsi quale principale fattore di innesco dell'erosione idrica causando il distacco di particelle di terreno.

La concomitanza di una serie di fattori tra cui in particolare la scarsa pendenza del sito, il rapido ripristino del manto erboso, la diminuzione dell'energia di impatto degli scrosci piovosi al suolo dovuta all'effetto coprente dei moduli, ecc. ..., consentirà di arginare questi fenomeni erosivi.

L'impatto per sottrazione di suolo viene considerato poco significativo in quanto l'unica sottrazione di terreno si ha dall'infissione dei pali nel terreno che sostengono i moduli.

Una volta posati i moduli, l'area sotto i pannelli resta libera e subisce un processo di rinaturalizzazione spontanea che porta in breve al ripristino del soprassuolo originario, temporaneamente alterato dalle fasi di cantiere.

Alla dismissione dell'impianto, lo sfilamento dei pali di supporto garantisce l'immediato ritorno alle condizioni ante opera del terreno. Gli impatti in fase di cantiere si limitano al calpestio del cotico erboso superficiale da parte dei mezzi, che sono previsti di capienza massima 40 t (autocarri per la consegna dei pannelli).

5.2 Idrologia e idrogeologia

I fattori che condizionano la circolazione idrica sotterranea sono molteplici, ma tutti riconducibili alle caratteristiche idrologiche dei terreni; queste ultime sono stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa.

Com'è noto le proprietà idrogeologiche dei terreni valutabili qualitativamente durante le fasi di rilevamento di campagna sono: il tipo di permeabilità, identificabile nella natura genetica dei meati (primaria o per porosità, e secondaria o per fessurazione, ed il grado di permeabilità relativa definibile in prima analisi attraverso le categorie elevato, medio, scarso e impermeabile a cui sono associabili ampi intervalli di variazione del valore della conducibilità idraulica, (Civita, 1973; Bureau of Reclamation, 1985; Celico, 1988). Oltre alle caratteristiche di permeabilità dei litotipi risultano di grande interesse idrogeologico anche le strutture e le geometrie superficiali e sepolte.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA	 Ingegneria & Innovazione 22/12/2023 REV: 01 Pag.10		
---	--	---	--	--

Dal punto di vista idrografico sono stati individuati, oltre agli impluvi presenti sul geoportale e sulla CTR, altri impluvi osservati sia in campo che da DTM a 2m della Regione Sicilia dai quali è stato eseguito uno studio idraulico descritto nella relazione idrologica e idraulica.

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

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

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

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

1. rocce permeabili
2. rocce a permeabilità media per porosità;
3. rocce impermeabili;

L’impianto sorgerà su terreni per lo più argillosi, per cui la si può dire che i terreni sono impermeabili.

Per quanto riguarda l’impatto operato dall’impianto sul regime idraulico ed idrologico dell’area, anche in relazione al deflusso delle acque meteoriche, in aggiunta a quanto già asserito, si può considerare quanto segue:

- L’area di progetto risulta ben stabilizzata, con riferimento al rapporto fra suolo e acque meteoriche: nel tempo non è stata sede né di erosioni e colamenti, né di allagamenti o impaludamenti temporanei a seguito di eventi meteorici intensi.
- La superficie del campo fotovoltaico resterà permeabile e allo stato naturale; pertanto, il regime di infiltrazione non verrà alterato.
- Si eviterà la compattazione diffusa e il formarsi di sentieramenti, che possono fungere da percorsi di deflusso preferenziale per l’acqua.

<i>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</i>	Comm.: C22-006-S05  
--	--

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA	 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.11

- Per quanto concerne la quantità delle acque, dal punto di vista dell'idrografia di superficie il progetto può quindi essere inserito nell'attuale contesto idrologico senza provocare alcuna mutazione nei deflussi dei canali esistenti.
- La presenza del campo fotovoltaico non interferisce con i normali processi di infiltrazione, accumulo e scorrimento superficiale delle acque meteoriche.

Considerazioni che verranno approfondite nella relazione idraulica e idrologica C22006S05-PD-RT-02-01-Relazione idrologica e idraulica

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'odierna configurazione geologica del Mediterraneo centrale è dominata dall'Orogene Appenninico-Maghrebide il quale costituisce la dorsale montuosa che dall'Appennino meridionale, attraverso l'Arco calabro-peloritano e la Sicilia, prosegue oltre il Canale di Sicilia verso le coste del Maghreb in Africa settentrionale. Questa struttura fortemente arcuata è legata ai processi d'indentazione del blocco pelagiano (TAPPONNIER, 1977; BEN-AVRAHAM et alii, 1990), che hanno causato i processi di rifting nel bacino tirrenico lungo la sutura tra il blocco sardo-corso e quello apulo. La conseguente estrusione laterale dell'Arco Calabro verso il dominio ionico è stata favorita dalla rotazione antioraria del settore appenninico e oraria di quello siciliano (OLDOW et alii, 1990; CHANNEL et alii, 1990; CHANNEL, 1992; SCHEEPERS et alii, 1993). L'evoluzione della catena e la migrazione dei thrust lungo il settore di catena siciliano sono stati spesso correlati a rotazioni orarie determinate con metodi paleomagnetici (CHANNEL et alii, 1990; GRASSO et alii, 1987; OLDOW et alii, 1990; SPERANZA et alii, 1999; 2003).

In Sicilia centro-orientale affiora una parte dell'Orogene Appenninico-Maghrebide. Questo costituisce un segmento delle catene perimediterranee la cui evoluzione è il risultato di una serie di processi legati alla convergenza tra Africa ed Europa nell'intervallo Cretacico superiore-Quaternario. I processi di convergenza tra i due blocchi principali, complicati dall'interposizione di microplacche continentali (ALVAREZ, 1976; OGNIBEN, 1985; GUERRERA et alii, 1993), sarebbero stati marcati da una prima subduzione, nel Cretacico superiore-Eocene, di litosfera oceanica tetidea al di sotto della placca africana (dominio australpino) o di una placca mesomediterranea (calabride), con conseguente collisione continentale nell'Eocene-Oligocene e formazione di una catena eo-alpina Europa-vergente (HACCARD et alii, 1972; AMODIO-MORELLI et alii, 1976; BOCCALETTI et alii, 1977; TORTORICI, 1983). Successivamente, nel Paleogene-Miocene inferiore, si sarebbe verificata una seconda subduzione di

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.	Comm.: C22-006-S05  
--	---

litosfera assottigliata di pertinenza africana al di sotto del margine europeo e/o calabride, seguita da processi collisionali con conseguente formazione della catena appenninico-maghrebide Africa-vergente e, nel Neogene-Quaternario, dall'apertura del bacino tirrenico al retro (MOSTARDINI & MERLINI, 1986; CELLO et alii, 1989; ROURE et alii, 1990; MONACO et alii, 1998; CATALANO et alii, 2004a). In questo contesto i principali elementi strutturali che caratterizzano il sistema orogenico della catena appenninico-maghrebide sono costituiti da un dominio di avampaese, un dominio di catena ed infine dal dominio tirrenico.

Gruppo di Geracello

Il gruppo di Geracello comprende una successione argillosa-sabbioso-arenacea che poggia in discordanza sui depositi miocenici rappresentati dalla formazione Terravecchia, dal Tripoli e dal gruppo Gessoso-solfifera, e su quelli pliocenici costituiti dai Trubi e dai sedimenti della formazione di Enna. Esso corrisponde al ciclo sedimentario del Gelasiano-Calabrian (RODA, 1968) ed è costituito da due unità litostratigrafiche, le argille marnose di Geracello alla base, passanti con rapporti di eteropia latero-verticale, alle sabbie di Lannari, facies regressiva di chiusura del ciclo.

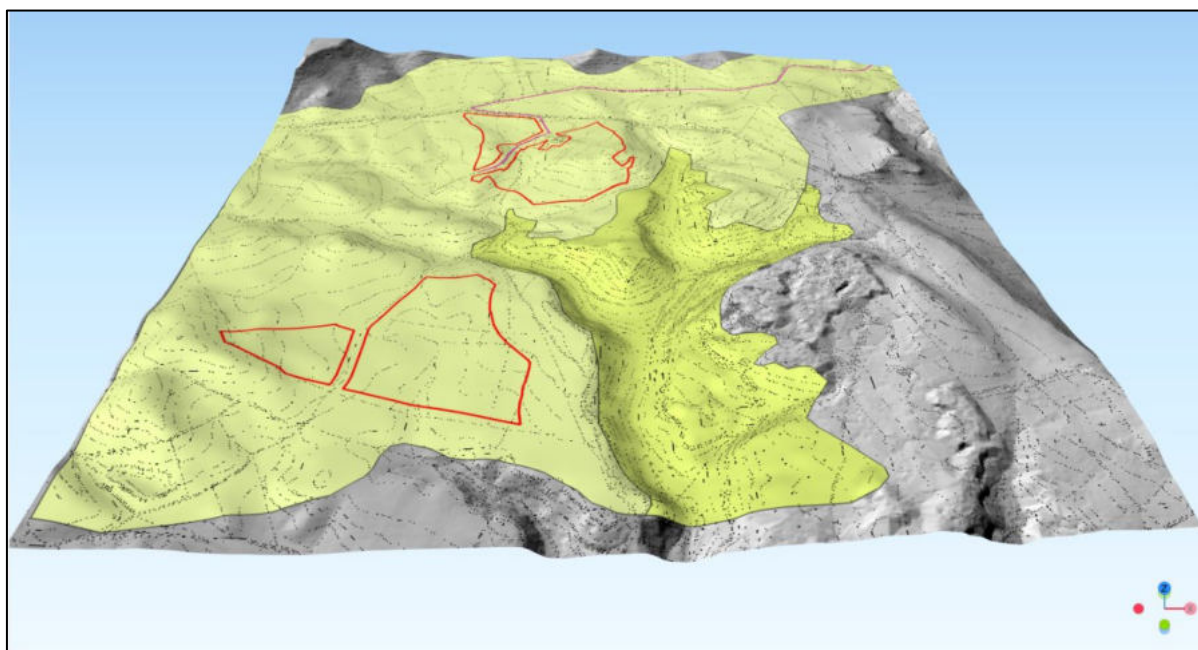
Argille marnose di Geracello (GER)

I sedimenti di questa formazione (RODA, 1968) affiorano prevalentemente nelle zone meridionali del Foglio "Caltanissetta-Enna", occupando il nucleo delle maggiori sinclinali come quella dell'area di Caltanissetta e del F. Salso. Essa è costituita da una monotona sequenza di argille marnoso-siltose, di colore da grigio-azzurre a grigio-giallastre, contenenti talora rari livelli centimetrici di sabbie giallastre a granulometria fine. La base di questa successione pelitica è talora marcata da un intervallo (GERa), potente fino a circa 70-80 metri, costituito da argille sabbiose e sabbie argillose contenenti frequenti intercalazioni lenticolari di banchi di sabbie ed arenarie, caratterizzate talora da stratificazione incrociata a basso angolo. Nelle porzioni basali, sono a tratti presenti livelli calcarenitici e intercalazioni lentiformi decimetriche di conglomerati poligenici. Talora i livelli argillosi contengono orizzonti ricchi in macrofauna costituita da prevalenti lamellibranchi e gasteropodi, tra cui si riconoscono *Natica* sp., *Turritella* sp. *Cardium* sp. e *Venus* sp.

Trubi

La successione pelagica dei Trubi (DEL FRATI, 2007) poggia con contatto discordante sui sedimenti del gruppo Gessoso Solifera affiorando al nucleo delle maggiori sinclinali e trovando le migliori esposizioni nei pressi della città di Enna e nell'area di Pietraperzia.

Si tratta di un'alternanza di marne calcaree e calcari marnosi bianchi a foraminiferi planctonici organizzati in strati decimetrici generalmente intensamente fratturati.

**Legenda**

- aree di impianto
- cavodotto
- ARGILLE MARNOSE DI GERACELLO: La base della successione pelagica è talora marcata da un intervallo (GERa) potente fino a circa 70-80 metri costituita da argille- sabbiose e sabbie argillose contenenti frequenti intercalazioni lenticolari di sabbie
- ARGILLE MARNOSE DI GERACELLO: Monotona successione di argille marnose e siltose di colore grigio-azzurro, talora biancastro, a stratificazione in genere indistinta, contenenti a volte sporadici livelli centimetrici di sabbie grigio-giallastre.
- TRUBI: alternanza di marne calcaree e calcari marnosi bianchi a foraminiferi planctonici organizzati in strati decimetrici generalmente intensamente fratturati
- FORMAZIONE TERRAVECCHIA: Marni argillose ed argille marnoso-siltose di colore da grigio-azzurro a bruno con intercalazioni lenticolari di banchi di sabbie quarzose ed arenarie contenenti livelli conglomeratici eterometrici.

Figura 4 - Modello 3d dell'area con litologia e area d'impianto in evidenza

Formazione terravecchia

I sedimenti di questa formazione attribuibili in parte alla formazione Terravecchia (SCHMIDT DI FRIEDBERG, 1962) e in parte alla formazione Licata (OGNIBEN, 1954), affiorano prevalentemente nelle zone settentrionali del Foglio "Caltanissetta-Enna", nell'area compresa tra S. Caterina Villarmosa a ovest e Calascibetta Enna ad est, e al nucleo delle anticlinali dell'area di Caltanissetta. Essa è costituita da una monotona sequenza di marne argillose grigio-azzurre o brune con intercalazioni di strati o banchi

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA	 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.14

di sabbie quarzose giallastre con livelli conglomeratici, potenti fino ad alcune decine di metri, che diventano prevalenti nell'intervallo sommitale (TRVa). La formazione è caratterizzata da notevole variabilità di facies e di spessori, la cui distribuzione permette di individuare sia le zone di margine che quelle depocentrali degli originari bacini localizzati nelle depressioni strutturali tra i principali fronti di accavallamento. I conglomerati presentano clasti eterometrici da piatti a sferici, arrotondati, di natura sia sedimentaria che cristallina di vario grado metamorfico.

La facies dei conglomerati suggerisce una deposizione in sistemi fluviali anastomizzati, con larghi settori di non deposizione dovuti a by-pass di materiale fluviale (BUTLER & GRASSO, 1993).

Nelle porzioni meridionali del Foglio "Caltanissetta-Enna", al nucleo delle anticlinali che caratterizzano l'area tra Caltanissetta e Pietraperzia, ai sedimenti marnosi della Formazione Terravecchia si intercalano potenti orizzonti di argille brecciate (TRVb). Questi corpi, interpretati come il risultato di scivolamenti gravitativi (olistostromi) di masse argillose (OGNIBEN, 1954) o, secondo le interpretazioni più recenti, il prodotto di processi di mud-diapirism (MONACO & TORTORICI, 1996; CATALANO et alii, 2002), sono costituiti da una matrice argillosa con tessitura da brecciata a cataclastica, contenente frammenti angolosi di argille e marne provenienti sia dalle sottostanti argille brune numidiche e dalle successioni sicilidi, sia dalle stesse marne della formazione Terravecchia.

7. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO SECONDO LE Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018)

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

Vista la costruzione in oggetto, l'opera è soggetta alle considerazioni della seguente tabella, seguendo le indicazioni scritte nelle N.T.C. 2018.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.	Comm.: C22-006-S05  
--	---

S.L.U. stati limite ultimi (2.1 NTC)	Capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
VITA NOMINALE (2.4.1 NTC)	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale ≥ 50 (punto 2 della tab. 2.4.I NTC)
CLASSI D'USO (2.4.2 NTC)	Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.
COEFFICIENTE C_U (2.4.3 NTC)	2 (Tab. 2.4.II)
Stato Limite di operatività (SLO): (3.2.1 NTC)	A seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi
CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (3.2.2 NTC)	T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ (Tabella 3.2.IV NTC)

Inoltre, c'è da dire che la verifica della sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) di resistenza si ottiene con il "Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti parziali" di sicurezza tramite l'equazione

$$E_d \leq R_d$$

con:

E_d = valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico.

R_d = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale N_V per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

7.1. Sismicità dell'area

Il quadro della sismicità che in epoca storica ha interessato la Sicilia Orientale e la Calabria meridionale, aree di riferimento per il presente studio, si può utilmente derivare dai cataloghi sismici:

CFTI04MED (GUIDOBONI *et al.*, 2007);

DBMI11 (LOCATI *et al.*, 2011);

CPTI11 (ROVIDA *et al.*, 2011).

Nelle figure sottostanti, prelevate dai cataloghi sopra menzionati è stato preso in considerazione l'ultimo terremoto di una certa importanza avvenuto in queste zone, il terremoto del Belice del 1968.

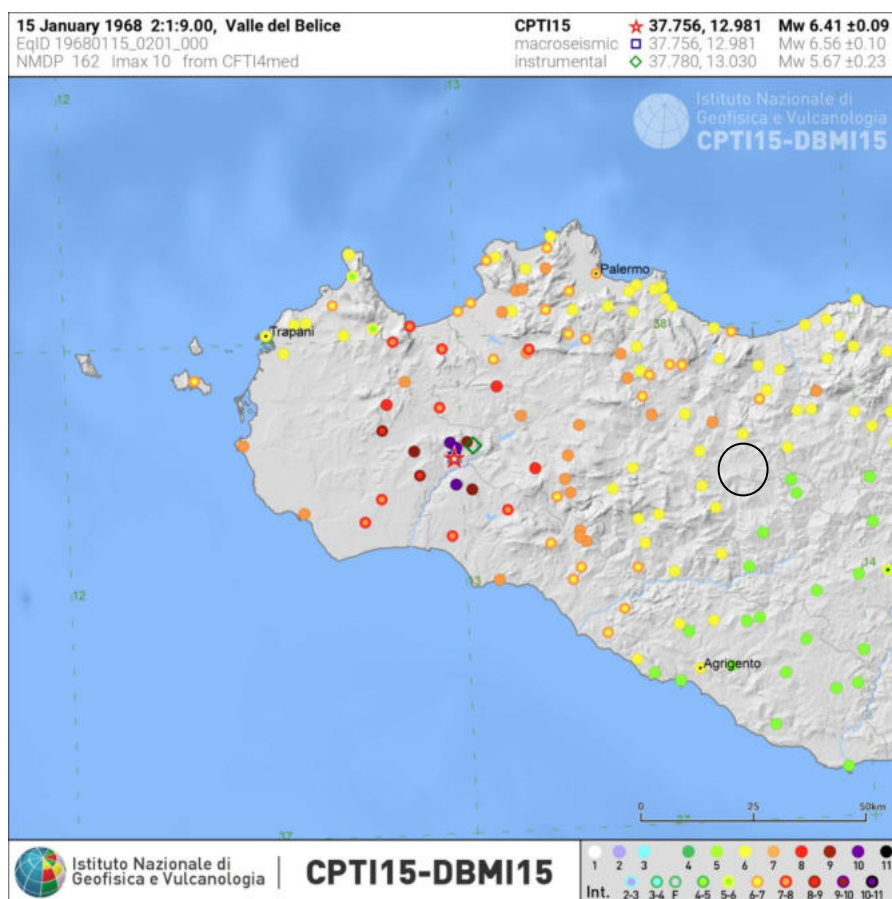


Figura 5 - Qui viene rappresentata la Magnitudo momento e l'intensità del terremoto che si è avuta nelle varie località della Sicilia occidentale

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA		 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.17	

Terremoto del Belice 1968:

Data: 15 gennaio 1968, ore 3

Magnitudo: 6.1 (Maw)

Intensità epicentrale: X grado (MCS)

Vittime: 296

Nel mese di gennaio del 1968 ebbe inizio in Sicilia occidentale un lungo periodo sismico che terminò nel mese di febbraio del 1969, caratterizzato da numerose scosse, le più forti delle quali si verificarono tra il 14 ed il 25 gennaio 1968.

Il 14 gennaio 1968 furono avvertite le prime scosse: tremò tutta la Sicilia occidentale, non si registrarono crolli ma la gente fu presa dal panico e decise, fortunatamente, di dormire all'aperto, avvolta in coperte o in macchina, sulle piazze dei paesi o in aperta campagna. In piena notte, infatti, si verificò una scossa violentissima che colpì la Valle del Belice, dove subirono danni gravissimi Gibellina, Salaparuta, S. Ninfa, Montevago, Partanna, Poggioreale e Santa Margherita Belice, compresi nei territori delle province di Trapani ed Agrigento che, all'epoca del terremoto, non erano classificati sismici. Il 90% del patrimonio edilizio rurale subì danni irreparabili, con gravi ripercussioni sull'economia quasi esclusivamente agricola dell'area. Sulla gravità del danno pesarono le caratteristiche costruttive e la vetustà degli edifici, realizzati in pietra squadrata con insufficiente malta cementizia, assenza di collegamenti tra le parti strutturali e fondazioni inadeguate.

Il 25 gennaio alle ore 10.52 una replica inaspettata, dell'VIII grado MCS, travolse una squadra di soccorritori all'opera tra le macerie, provocando la morte di un vigile del fuoco. La scossa provocò inoltre danni a Sciacca ed a Palermo, dove si svuotarono le scuole, gli uffici, le abitazioni e si tornò a dormire all'aperto.

Nel catalogo delle faglie capaci ITHACA, la faglia rappresentata su carta è una di quelle definite capaci. Dal sito ISPRA con sezione dedicata appunto a ITHACA (<http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb>) la definizione di faglia capace è la seguente:

- Una faglia è definita capace quando ritenuta in grado di produrre, entro un intervallo di tempo di interesse per la società, una deformazione/dislocazione della superficie del terreno, e/o in prossimità di essa.
- La deformazione attesa può essere sia una dislocazione ben definita lungo un piano di rottura (fault displacement/offset) che una deformazione distribuita (warping).

La riattivazione attesa viene definita in funzione del regime tettonico in atto, rispetto al quale deve essere compatibile. Elementi secondari possono però mostrare rotture "anomale", ad esempio movimenti compressivi in un ambiente distensivo, a causa di geometrie locali delle strutture riattivate.

<i>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</i>	Comm.: C22-006-S05  
--	---

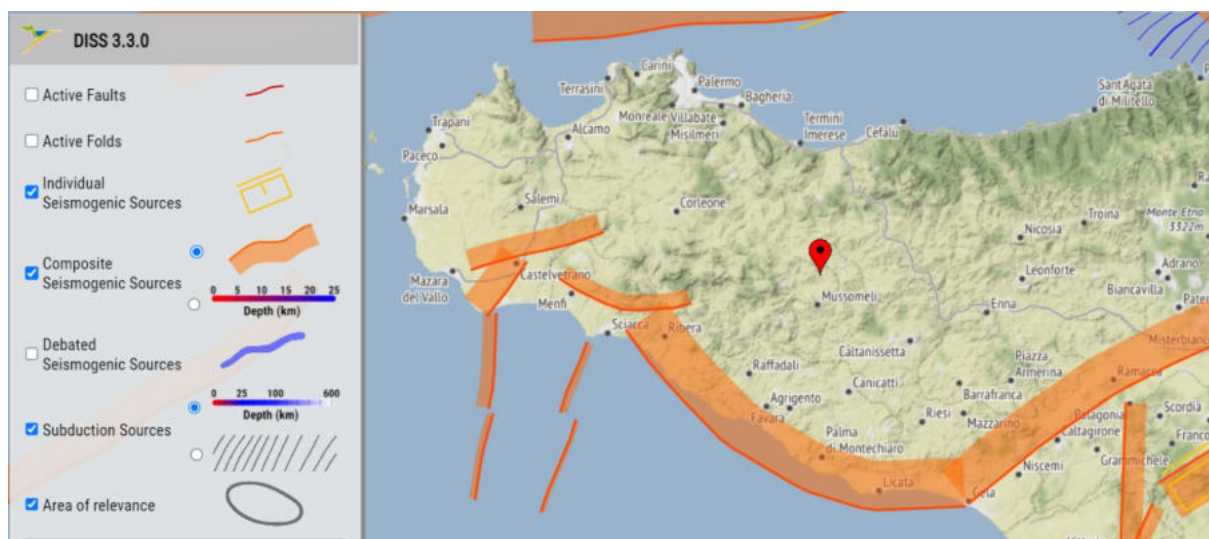


Figura 6 - DISS realizzato da: Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, MM Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), versione 3.

Le faglie capaci, come definite sopra, possono determinare un significativo pericolo di danneggiamento di strutture antropiche.

La pericolosità può essere caratterizzata in termini di Probabilistic Fault Displacement Hazard o Deterministic Fault Displacement Hazard (per un approfondimento si veda IAEA SSG-9, 8.9-8.13; Youngs et al., 2003).

Intervallo temporale di riferimento

L'età dell'ultimo evento di attivazione di una faglia (last activity) è uno degli elementi discriminanti nella valutazione della "capacità" della struttura. L'analisi considera intervalli temporali di osservazione diversi, in funzione dell'ambiente tettonico (IAEA, 2010) e dei tassi di deformazione:

- Interplacca (margini di placca)
 - 1) < 125 ka (Pleistocene Superiore) - Faglia capace
 - 2) $125 \text{ ka} \leq$ ultimo movimento accertato $\leq 2,58 \text{ Ma}$ - Faglia da investigare con indagini appropriate
- Intraplacca (aree cratoniche)
 - 1) ≤ 780 ka (Pleistocene medio) - Faglia capace
 - 2) Quaternario (2.58 Ma) - Faglia da indagare

Le definizioni sopra riportate considerano diverse finestre temporali a seconda che l'area di indagine sia in zona Interplacca o Intraplacca. L'intervallo temporale più ampio, e quindi più cautelativo, previsto

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA	 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.19

per le zone Intraplacca (movimenti entro il Pleistocene medio) è applicabile, in Italia, al solo settore sardo, ritenuto un'area intrapacca (microcontinente), sebbene sia bordato da bacini in estensione (Bacini Balearico e Tirrenico) e quindi sia prossimo ad una situazione di interpacca.

Quindi, rispetto alle passate versioni di ITHACA, è stata introdotta la distinzione tra faglia capace e faglia quaternaria da indagare:

- **faglia capace:** faglia che sicuramente ha causato deformazione in superficie o in prossimità di essa, nell'intervallo Pleistocene superiore - Presente;
- **faglia quaternaria da indagare:** faglia che ha causato deformazione in superficie o in prossimità di essa nel corso del Quaternario anteriormente al Pleistocene superiore (Pleistocene medio per le aree cratoniche), per la quale non si può escludere a priori una riattivazione all'interno del contesto geodinamico attuale in assenza di ulteriori indagini specifiche.

7.2 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo tale da renderla compatibile con le NTC 2018, dotandola di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte in quanto i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di **valori di accelerazione orizzontale massima a_g** e dei **parametri (F_0 , T_c^* etc.) che permettono di definire gli spettri di risposta**, ai sensi delle NTC 2018, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale (categ. A), in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (la rete nazionale è definita da nodi che non distano più di 10 km);
- per **diverse probabilità di superamento** in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.	Comm.: C22-006-S05  
--	---

Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)

Informazioni sul nodo con ID: 47401 - Latitudine: 37.635 - Longitudine: 13.743

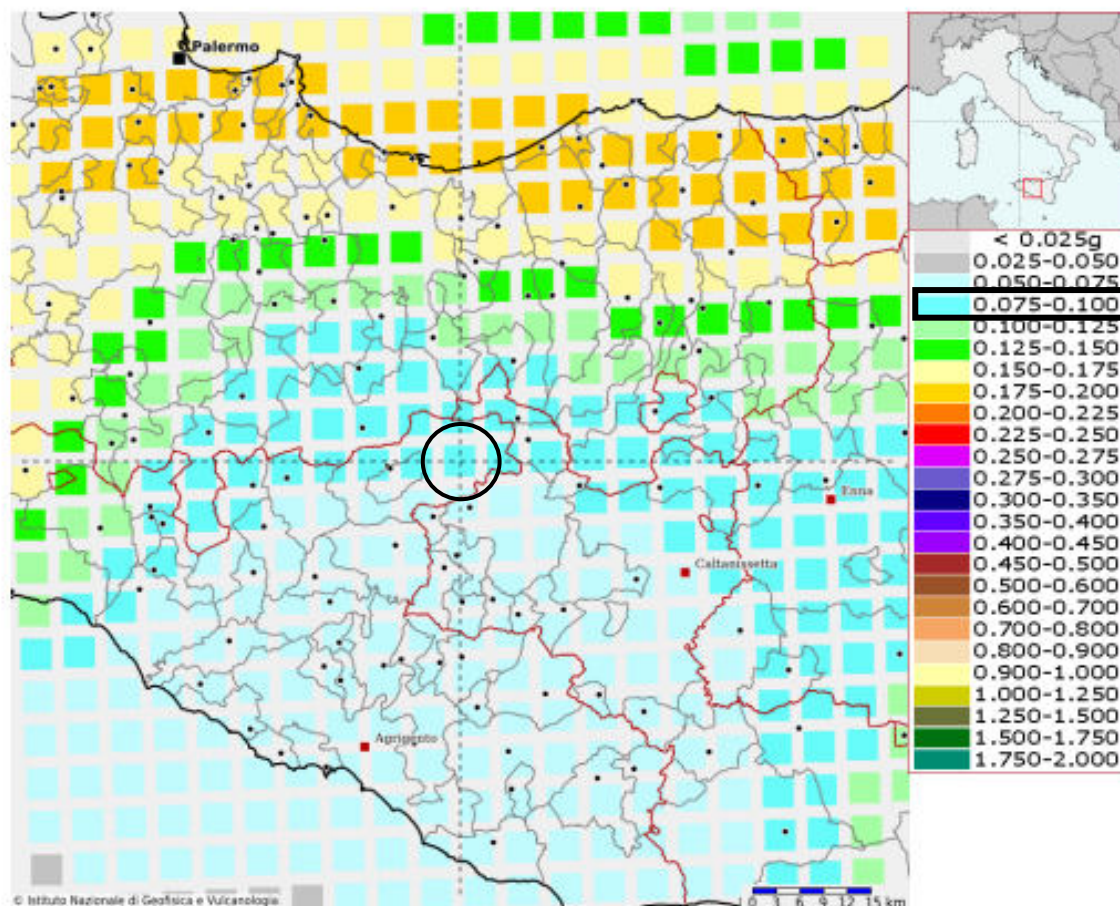


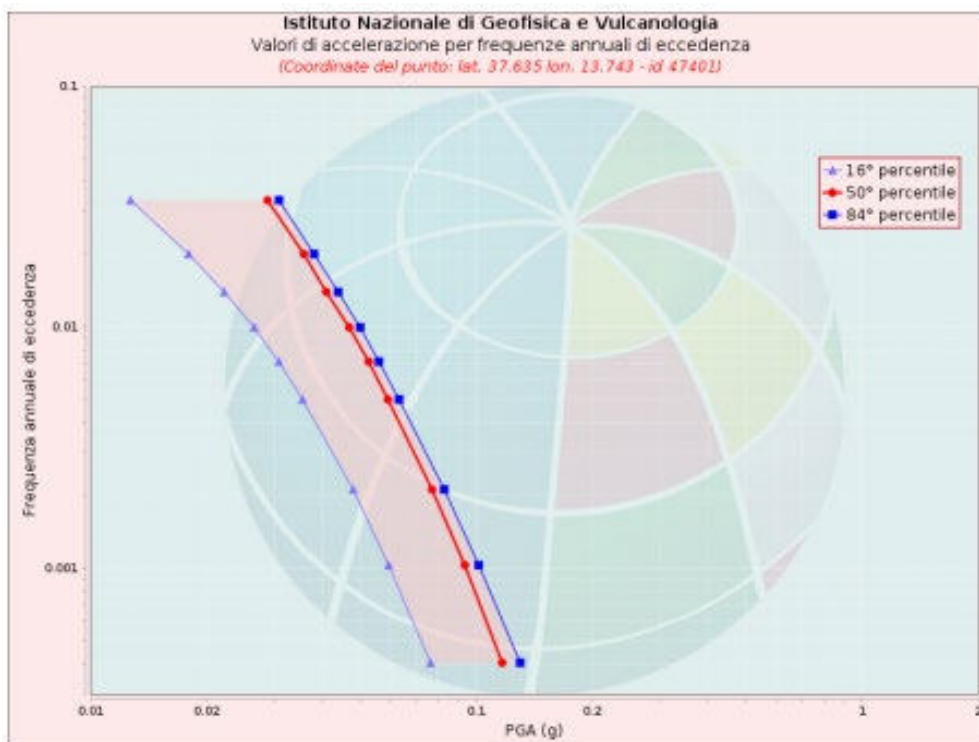
Figura 7 - Mappa della pericolosità sismica (INGV)

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID **47401** (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

Curva di pericolosità

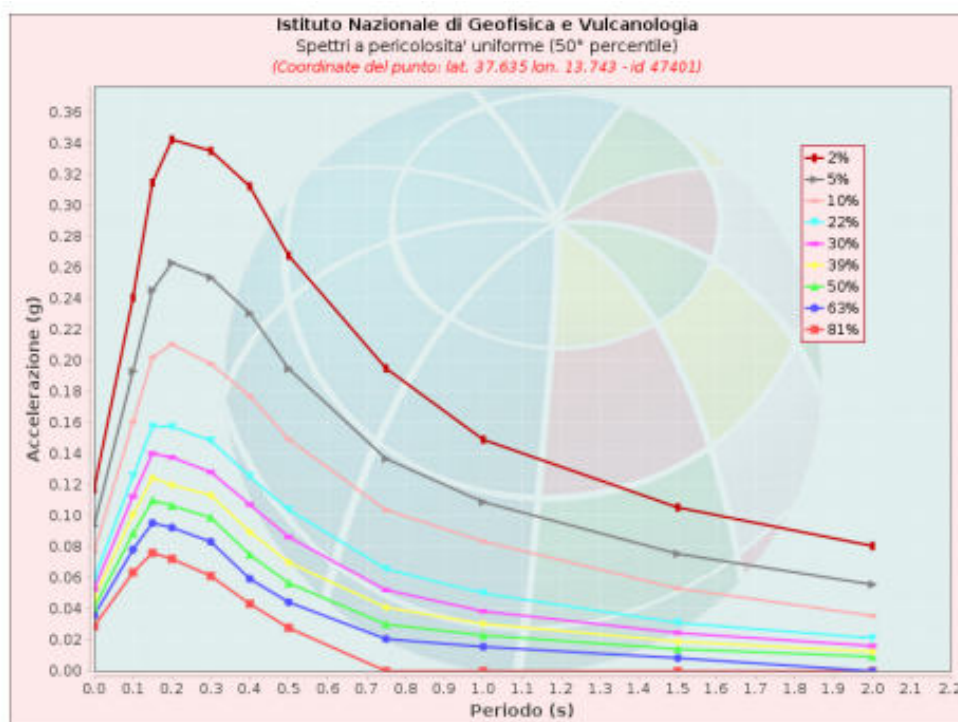
La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.076	0.117	0.130
0.0010	0.059	0.094	0.102
0.0021	0.048	0.077	0.083
0.0050	0.036	0.059	0.063
0.0071	0.031	0.053	0.056
0.0099	0.027	0.047	0.050
0.0139	0.022	0.041	0.044
0.0199	0.018	0.036	0.038
0.0332	0.013	0.029	0.031

Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.117	0.240	0.315	0.342	0.335	0.312	0.268	0.195	0.149	0.105	0.081
5%	0.094	0.193	0.245	0.263	0.253	0.230	0.195	0.137	0.109	0.075	0.056
10%	0.077	0.161	0.202	0.210	0.198	0.177	0.149	0.104	0.084	0.053	0.036
22%	0.059	0.126	0.157	0.157	0.148	0.125	0.104	0.066	0.050	0.031	0.021
30%	0.053	0.113	0.140	0.138	0.128	0.107	0.086	0.052	0.039	0.025	0.016
39%	0.047	0.101	0.124	0.120	0.113	0.090	0.070	0.041	0.030	0.019	0.012
50%	0.041	0.089	0.110	0.107	0.099	0.075	0.057	0.030	0.023	0.014	0.009
63%	0.036	0.078	0.095	0.092	0.083	0.059	0.044	0.021	0.016	0.008	0.000
81%	0.029	0.064	0.076	0.072	0.061	0.043	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000

Attraverso il software Geostru sono stati determinati i parametri sismici di sito, descritti di seguito:

Sito in esame.

latitudine: 37,636066

longitudine: 13,743844

Classe d'uso: IV. Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	47401	37,634690	13,742590	188,7
Sito 2	47402	37,634530	13,805480	5430,2
Sito 3	47180	37,684530	13,805710	7661,5
Sito 4	47179	37,684690	13,742720	5407,6

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100 anni

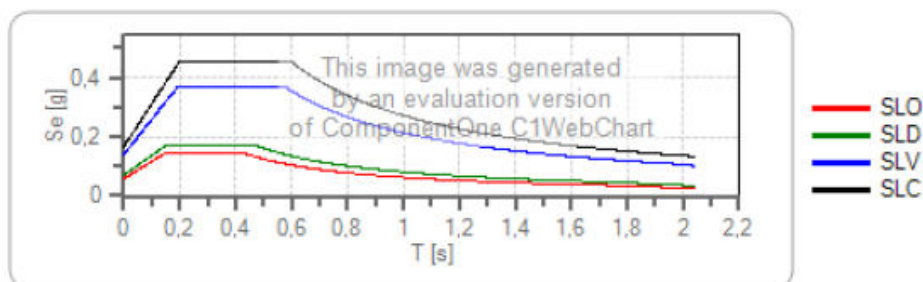
Coefficiente cu: 2

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	60	0,061	2,343	0,255
Danno (SLD)	63	101	0,081	2,342	0,269
Salvaguardia della vita (SLV)	10	949	0,214	2,472	0,313
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1950	0,280	2,515	0,328

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

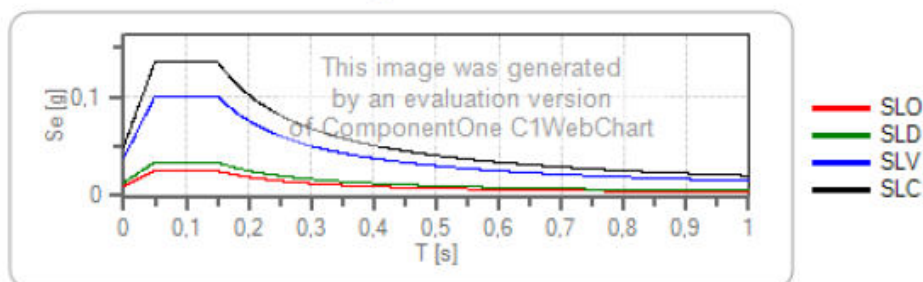
	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,620	1,000	0,012	0,006	0,600	0,200
SLD	1,500	1,570	1,000	0,012	0,006	0,600	0,200
SLV	1,500	1,410	1,000	0,012	0,006	0,600	0,200
SLC	1,500	1,390	1,000	0,015	0,007	0,600	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,038	2,479	0,269	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,145	0,435	1,754
SLD	2	0,047	2,451	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,789
SLV	2	0,093	2,629	0,410	1,500	1,410	1,000	1,500	1,000	0,193	0,578	1,973
SLC	2	0,111	2,726	0,430	1,500	1,390	1,000	1,500	1,000	0,199	0,597	2,044

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,038	2,479	0,269	1,000	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,047	2,451	0,297	1,000	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,093	2,629	0,410	1,000	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,111	2,726	0,430	1,000	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

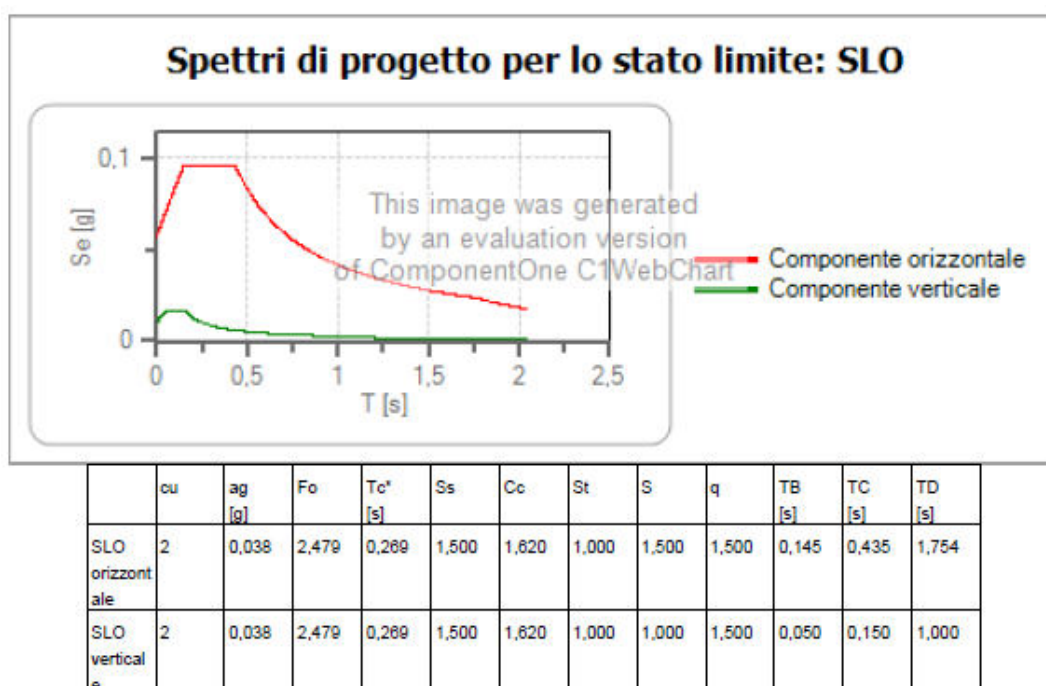
Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

per lo spettro orizzontale = 0,667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5

per lo spettro verticale = 0,667

Stato limite: SLO



Per quanto riguarda la categoria di sottosuolo, ci baseremo, anche in questo caso, su dati bibliografici e su progetti eseguiti nei dintorni dell'area in esame, in condizioni litostratigrafiche simili.

Considerando che i vari litotipi presenti ci si aspetterebbe un V_{s30} compreso tra 180 m/s e 360 m/s, per cui, in questa fase si può ipotizzare un suolo di **categoria C**:

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Queste valutazioni dovranno essere confermate in fase di progetto esecutivo con una campagna sismica atta a definire al meglio il valore di V_{s30eq} misurato e le caratteristiche sismiche dell'area in esame.

8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Nella zona oggetto di studio, dai rilevamenti eseguiti, si è potuto constatare la natura dei vari litotipi è perlopiù di natura calcarea, più o meno consistenti, mentre nell'area più a Nord troviamo terreni argillosi.

Non avendo riscontrato nelle vicinanze dell'area pareti con l'affioramento dei litotipi, soprattutto rocciosi, non si è potuta stimare, neanche con il metodo GSI la qualità dell'ammasso roccioso e si è data una stima dei parametri geotecnici ottenuti da dati di letteratura geologica.

Ovviamente questi dati andranno ottenuti e confermati da indagini geognostiche in situ in una fase successiva.

8.1 Parametri geotecnici

Le indagini geotecniche vengono programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare il volume significativo di cui al § 3.2.2 delle NTC 2018, e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

I litotipi direttamente interessati dalle fondazioni dell'impianto in oggetto sono i seguenti:

argille sabbiose

$\gamma =$	1.80 - 2.00	kN/m ³	Peso di volume naturale
$\varphi' =$	24 - 32	°	Angolo di attrito
$C' =$	2 - 4	kPa	Coesione
$E =$	200 - 400	kPa	Modulo di elasticità

Il valore da assegnare al coefficiente di sottofondazione di reazione verticale (**coeff. di Winkler**) in tutta sicurezza e responsabilmente si può porre in tutta sicurezza pari a

$$K_s = 8 - 12 \text{ Kg/cmq}$$

A questi parametri devono essere applicati i coefficienti parziali di cui alla tab.6.2.II del D.M. 14-01-2018.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA		 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.27	

Il calcolo della capacità portante del terreno deve tenere conto che, nella verifica allo SLU, le azioni di progetto E_d , dovranno sempre essere inferiori alla Resistenza del Terreno R_d ($E_d \leq R_d$).

9. PIANO DI INDAGINI PREVISTO

Per definire il modello geologico e geotecnico dell'area di impianto, secondo la normativa vigente, occorrono indagini mirate ed esaustive in un intorno utile a caratterizzare la zona.

La normativa a cui si dovrà fare riferimento è la seguente:

- norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)
- Ordinanza del Consiglio dei ministri OPCM n. 3274 del 20 Marzo 2003 (G.U. n. 105 del 8/05/2003)
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, quale vigente al 20 febbraio 2013
- Linee guida ISPRA
- Eurocodici 7 e 8
- Raccomandazioni A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana)
- Norme CNR-UNI (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Ente Italiano di Unificazione) ISO Standards.
- ANISIG Modalità Tecnologiche e norme di misurazione e contabilizzazione per l'esecuzione di lavori di indagini geognostiche.
- Raccomandazioni ISMR (International Society for Rock Mechanics)
- Norme ASTM (American Society to Testing and Materials)

La campagna geognostica ha lo scopo di:

- A. Ricostruire in 3D la successione stratigrafica per il Modello Geologico di Riferimento (MGR);
- B. ricostruire nell'ambito del Volume significativo, mediante parametrizzazione, l'assetto geotecnico per la definizione del Modello Geotecnico;
- C. ricostruire l'andamento della falda;
- D. effettuare la Modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione, per la determinazione delle azioni sismiche.

<i>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</i>	Comm.: C22-006-S05  
--	---

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA		 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.28	

Per definire l'azione sismica di progetto si deve poi valutare l'effetto della risposta sismica locale (RSL), facendo riferimento al volume significativo sismico, ossia a quella porzione di sottosuolo compresa tra il piano campagna ed il basamento rigido da cui parte il moto sismico.

Sondaggi geognostici:

È richiesto un numero di sondaggi consono alla vastità dell'area e alle eventuali criticità geologiche presenti per una profondità minima di 10 m, eseguiti "a rotazione, con carotaggio continuo" utilizzando un carotiere semplice o doppio, a seconda della natura del terreno.

Le carote dovranno essere riposte nelle apposite cassette catalogatrici, atte alla loro conservazione, ove saranno riportati, in modo indelebile, il numero del sondaggio e la profondità di riferimento.

Le cassette dovranno essere fotografate e le foto dovranno essere allegate nella relazione illustrativa finale a cura del geologo.

I sondaggi dovranno essere ubicati sulle planimetrie e la stratigrafia del terreno attraversato, dovrà essere corredata da:

- elementi relativi ai campionamenti ed alle prove "in situ";
- descrizione approssimata dei singoli strati;
- quota campioni prelevati;
- quota falda;
- RQD (se il litotipo attraversato lo permette);
- percentuale di carotaggio;
- foto cassetta e ubicazione.

Per ognuno dei sondaggi previsti si dovranno prelevare dei campioni per poterli analizzare e ricavarne i dati geotecnici necessari.

In funzione dei terreni indagati dovranno essere previste delle prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test), nelle formazioni a comportamento non coesivo, in modo da ottenere dati sufficienti relativamente al volume di terreno significativo per la realizzazione dell'opera.

Analisi di laboratorio:

I campioni, che si suppone siano tutti rimaneggiati o a disturbo limitato, saranno analizzati per restituire i parametri geotecnici necessari per il calcolo fondazionale.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.	Comm.: C22-006-S05  
--	---

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA		 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.29	

Saranno quindi ricavati i seguenti dati:

- granulometria;
- limiti di Atterberg;
- peso di volume;
- angolo di attrito;
- coesione;
- prove di taglio diretto;
- resistenza alla compressione monoassiale;
- modulo di Young dinamico o di elasticità;
- modulo di Young statico o di elasticità;

Indagini geofisiche:

L'influenza del profilo stratigrafico sulla RSL (risposta sismica locale) viene valutata con riferimento alle 7 categorie del profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione, definite dalle NTC di cui al D.M. 17-01-2018, in relazione alle caratteristiche geofisiche e geotecniche del sottosuolo.

In particolare, il parametro da considerare è rappresentato dalla velocità media equivalente (V_{s30}) delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità a partire dal piano di imposta delle fondazioni.

Per cui dovranno essere eseguite un numero consono alla vastità dell'area di MASW

Le indagini sopra descritte saranno realizzate da ditte e/o professionisti specializzati per garantire qualità e professionalità.

I sondaggi dovranno essere seguiti da un geologo professionista, per la redazione dei report delle indagini e la certificazione delle stratigrafie ottenute.

9.1 Risultati delle indagini

I risultati delle indagini e delle prove effettuate dovranno essere riportati integralmente in un apposito elaborato, completo di tabelle e grafici dei risultati originali delle prove in sito ed in laboratorio. Dovranno essere prodotte la Relazione geologica e la Relazione geotecnica (conformemente al disposto del D.M. 11 marzo 1988)

<i>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</i>	Comm.: C22-006-S05  
--	---

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA		 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.30	

1. Relazione Geologica e la Relazione sulle Indagini, a firma di un tecnico abilitato, con all'interno i seguenti elaborati grafici:

- ✓ inquadramento geologico generale alla scala dello strumento urbanistico con eventuale sezione geologica esplicativa;
- ✓ carta geomorfologia con rappresentazione dei processi morfologici in atto e/o potenziali;
- ✓ carta geologica-geotecnica di dettaglio in scala 1:500-1:2000 con ubicazione delle prove in sito effettuate;
- ✓ sezione/i significativa/e geologico-geotecnica/che di dettaglio in scala opportuna (1:100-1:500) contenente la ricostruzione stratigrafica in base alle indagini ad hoc od esistenti.

2. Relazione Geotecnica, a firma di tecnico abilitato, deve fare esplicito riferimento alla relazione geologica e viceversa, che illustri i risultati delle prove eseguite ed i dati raccolti, indicando chiaramente le caratteristiche fisiche e meccaniche di interesse geotecnico degli strati interessati, finalizzate alla scelta tipologica ed al calcolo delle fondazioni del fabbricato e comunque degli elementi costruttivi che si intendono realizzare.

La Relazione Geotecnica dovrà contenere di norma i seguenti elaborati:

- ✓ planimetria con ubicazione delle indagini, a scala del progetto;
- ✓ documentazione ed elaborazione delle prove in sito e delle analisi di laboratorio;
- ✓ caratterizzazione litologica-geotecnica del terreno di fondazione ed acquisizione dei parametri necessari per la scelta ed il dimensionamento delle fondazioni e per la previsione dei cedimenti;
- ✓ valutazione della permeabilità dei terreni, localizzazione della/e falda/e idrica/che, escursione del livello piezometrico;
- ✓ metodologie di scavo delle fondazioni, stabilità dei fronti di scavo;
- ✓ sistemi di drenaggio degli scavi e relativo dimensionamento;
- ✓ capacità portante ultima del terreno per fondazioni superficiali;
- ✓ valutazione della costante di sottofondo K_r per il dimensionamento delle opere di fondazione superficiali su terreno elastico alla Winkler, in relazione alla larghezza della fondazione stessa;
- ✓ risultato della V_{s30} o in alternativa della N_{spt} (per terreni granulari) e del valore di C_u (per terreni coesivi), al fine di identificare la categoria del suolo di fondazione così come prescritto dal D.M. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;
- ✓ Verifica della suscettibilità di eventuale liquefazione dei depositi sabbiosi.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.	Comm.: C22-006-S05  
--	---

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA		 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.31	

10. PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA

- ✓ Per pericolosità geologica s'intende il complesso di fenomeni geologici, (morfologici, tettonici, idrogeologici, sismici, ecc.,) la cui evoluzione induce un rischio o un danno per l'ambiente antropico.
- ✓ Ne deriva che, a parità di fenomeno che induce il rischio, la pericolosità è anche funzione dell'ambiente in cui essa si sviluppa: in aree molto antropizzate (alta densità abitativa), il rischio assume valori massimi, mentre in aree non antropizzate (scarsa densità abitativa), lo stesso fenomeno acquista pericolosità bassa o, addirittura, nulla.
- ✓ La pericolosità geologica può incidere sul territorio con rischi diretti, come ad esempio, nel caso di fenomeni franosi in aree antropizzate, o con rischi indiretti, quali quelli provocati dall'inquinamento delle falde idriche, che costituiscono un pericolo per la salute pubblica.

10.1 Carte rischi e pericolosità PAI

Per quanto riguarda la cartografia PAI, l'area ricade all'interno del Bacino Idrografico del Fiume Gela e area territoriale tra il bacino del Fiume Gela e il bacino del Fiume Acate (077).

Il tracciato del cavidotto in progetto ricade all'interno del Bacino Idrografico del Fiume Simeto (094).

Come si può vedere dalla cartografia allegata, l'area dove sorgerà l'impianto risulta sgombra da qualsiasi area perimetrata.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.		Comm.: C22-006-S05  	
--	--	---	--

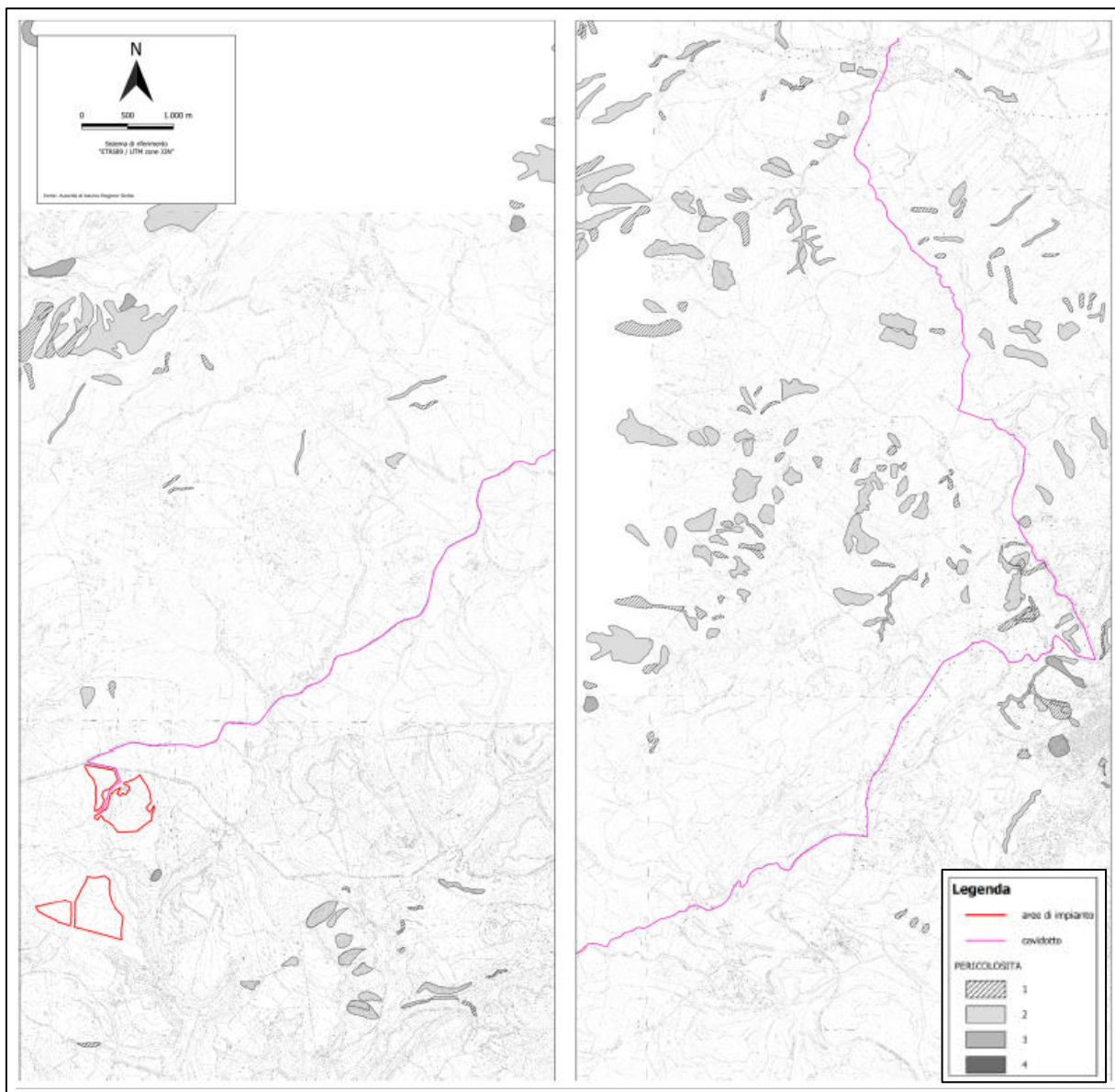


Figura 8 – stralcio cartografico della pericolosità geomorfologica

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, l'area non interferisce con nessuna area vincolata.

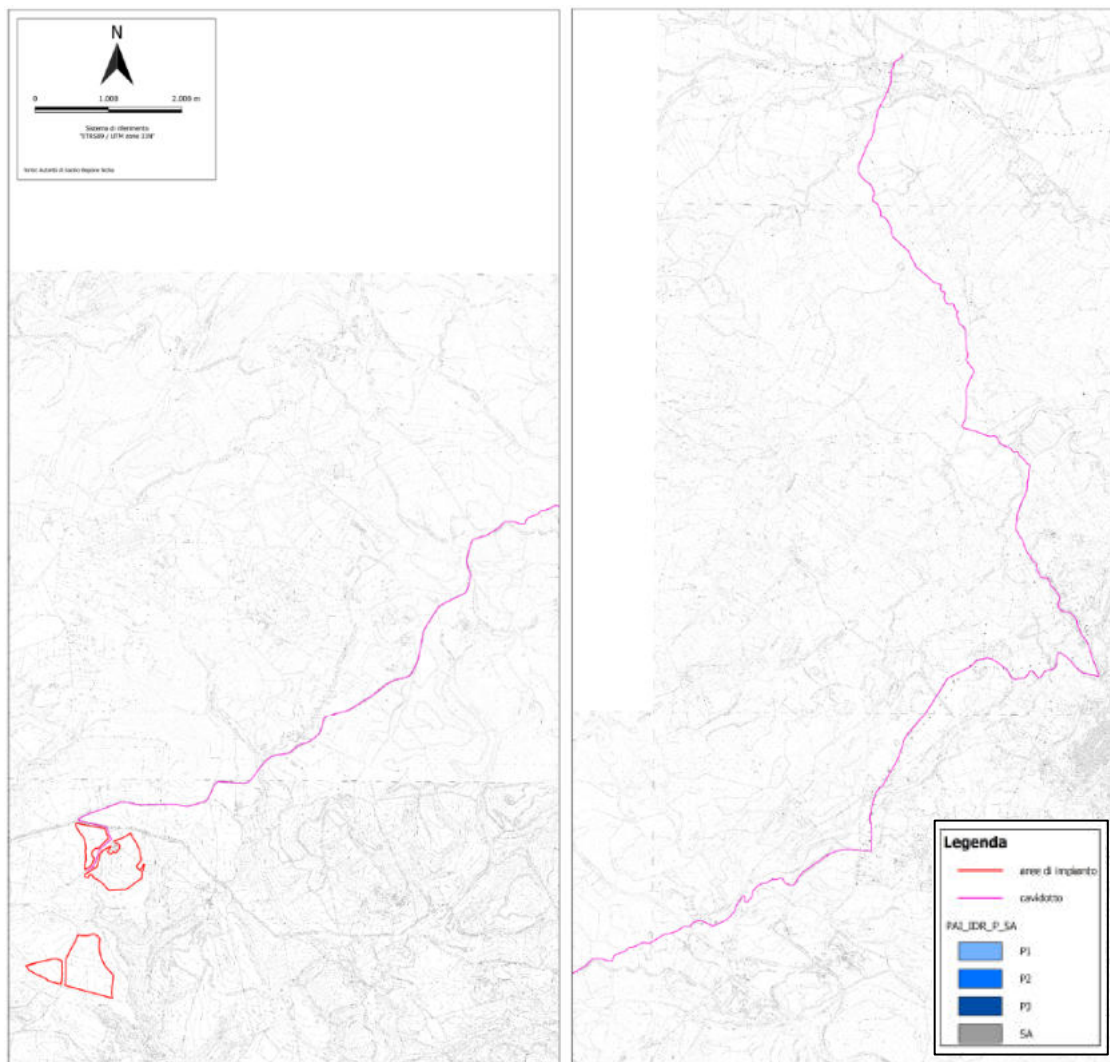


Figura 9 – stralcio cartografico della pericolosità idraulica in relazione all'impianto

Aree a rischio di vulnerabilità delle falde idriche:

Non si hanno informazioni sulla quota della falda nelle aree circostanti, ma considerando l'opera in progetto non sussistono rischi per un eventuale inquinamento della falda.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA	 Ingegneria & Innovazione 22/12/2023 REV: 01 Pag.34
---	--	---

CONCLUSIONI

Al fine di dare un giudizio sulla fattibilità del progetto e definire le condizioni per realizzare al meglio il modello geologico e geotecnico in ottemperanza alle NTC 2018, in questa fase è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree in esame.

Dopo aver eseguito rilievi geologici in loco e aver visionato i dati geognostici di letteratura, non avendo eseguito in questa fase indagini, si può asserire che:

Geomorfologicamente il sito si presenta collinare con pendenze medie intorno al 10-15% e si presenta abbastanza stabile, senza forme di dissesto ma con vari solchi dovuti agli impluvi presenti e aree non perfettamente pianeggianti ma abbastanza frastagliate. Le uniche forme di erosione sono dovute alle piogge che nell'impatto con le particelle di terreno

Dal punto di vista **idrogeologico**, i litotipi presenti sono perlopiù impermeabili, vi è comunque la possibilità di avere una falda profonda ma non si hanno informazioni precise sulla profondità. Va comunque detto che, visto il progetto da realizzare, non sussistono problemi di inquinamento della falda stessa.

Idraulicamente dagli impluvi presenti scorre acqua solo nelle stagioni piovose o durante eventi meteorici sporadici con intensità di pioggia rilevante.

Queste acque saranno indirizzate verso gli impluvi maggiori presenti nei dintorni, i quali confluiranno verso il fiume Platani.

Dagli impluvi presenti sono stati eseguiti elaborazioni idrauliche con il software Hec-ras i quali risultati saranno evidenziati nella relazione idrologica e idraulica.

Geologicamente l'area dell'impianto si trova su un'area collinare, costituita da terreni per lo più argillose sabbiose, della formazione Argille marnose di Geracello.

Sismicamente ci troviamo in un'area sismica con accelerazioni da 0.075g a 0.100g ed in suoli che dovrebbero essere presumibilmente di categoria C.

Per ottemperare alle NTC 2018 i dati riportati e descritti in questa relazione sono da verificare ed implementare con indagini sismiche come le masw.

Il numero di suddette indagini sarà definito in fase di esecuzione, in modo da avere un quadro sicuro e completo.

Geotecnicamente parlando, in questa fase ci basiamo su dati di letteratura e su dati ottenuti da lavori eseguiti in area dove sono presenti litotipi con caratteristiche geomeccaniche simili a quelli dell'area in oggetto.

<i>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</i>	Comm.: C22-006-S05  
--	--

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA" RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA	 Ingegneria & Innovazione		
		22/12/2023	REV: 01	Pag.35

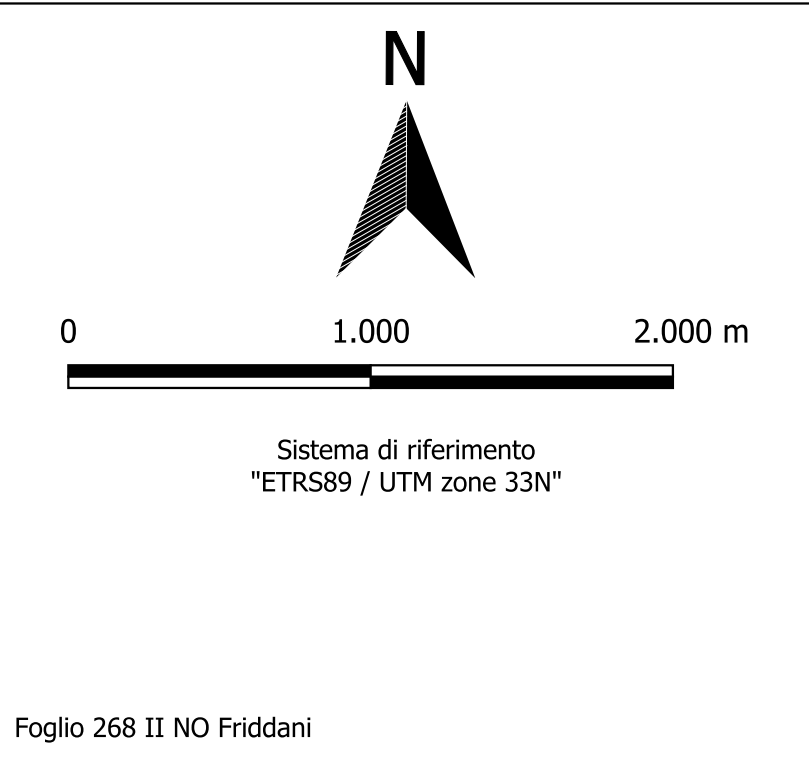
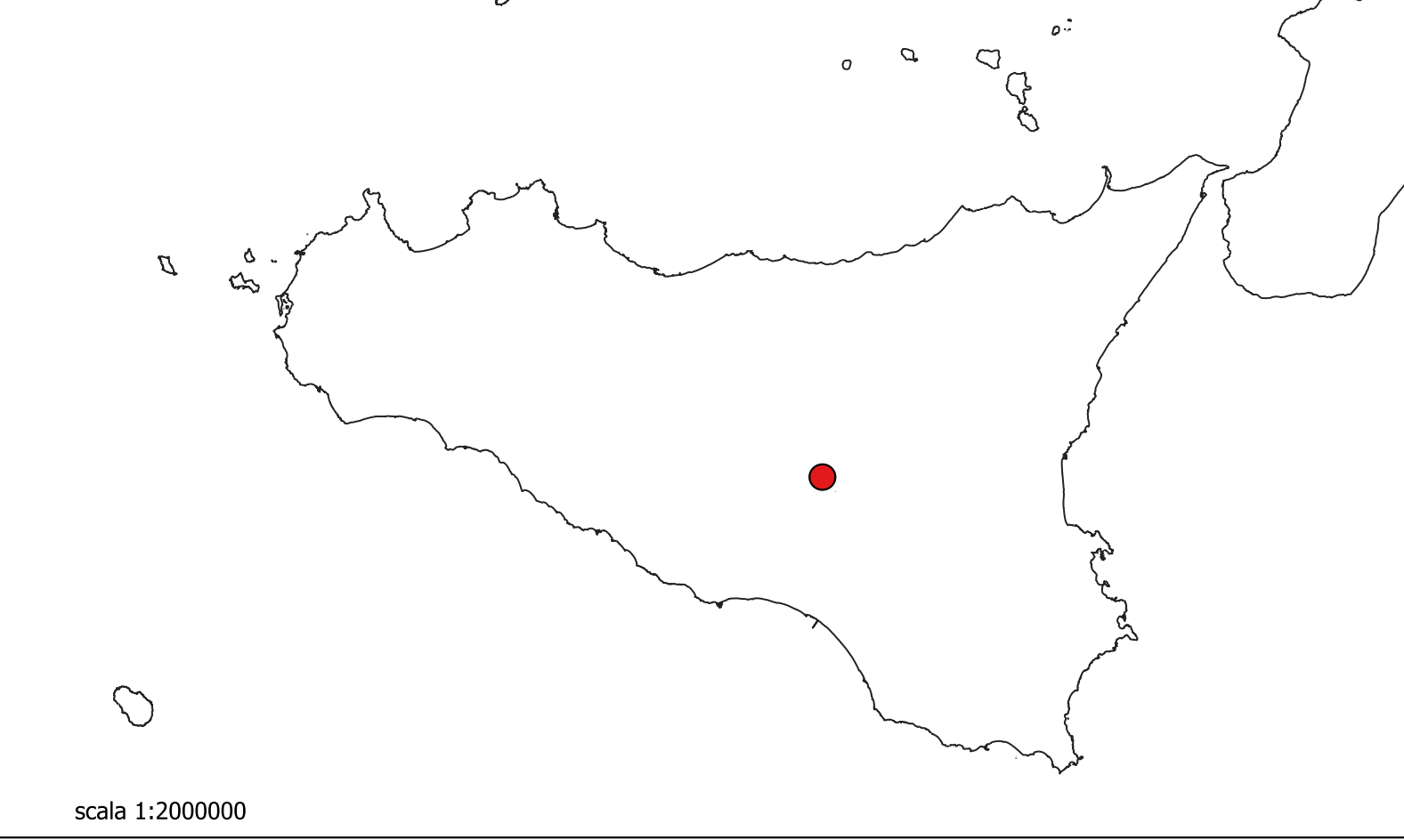
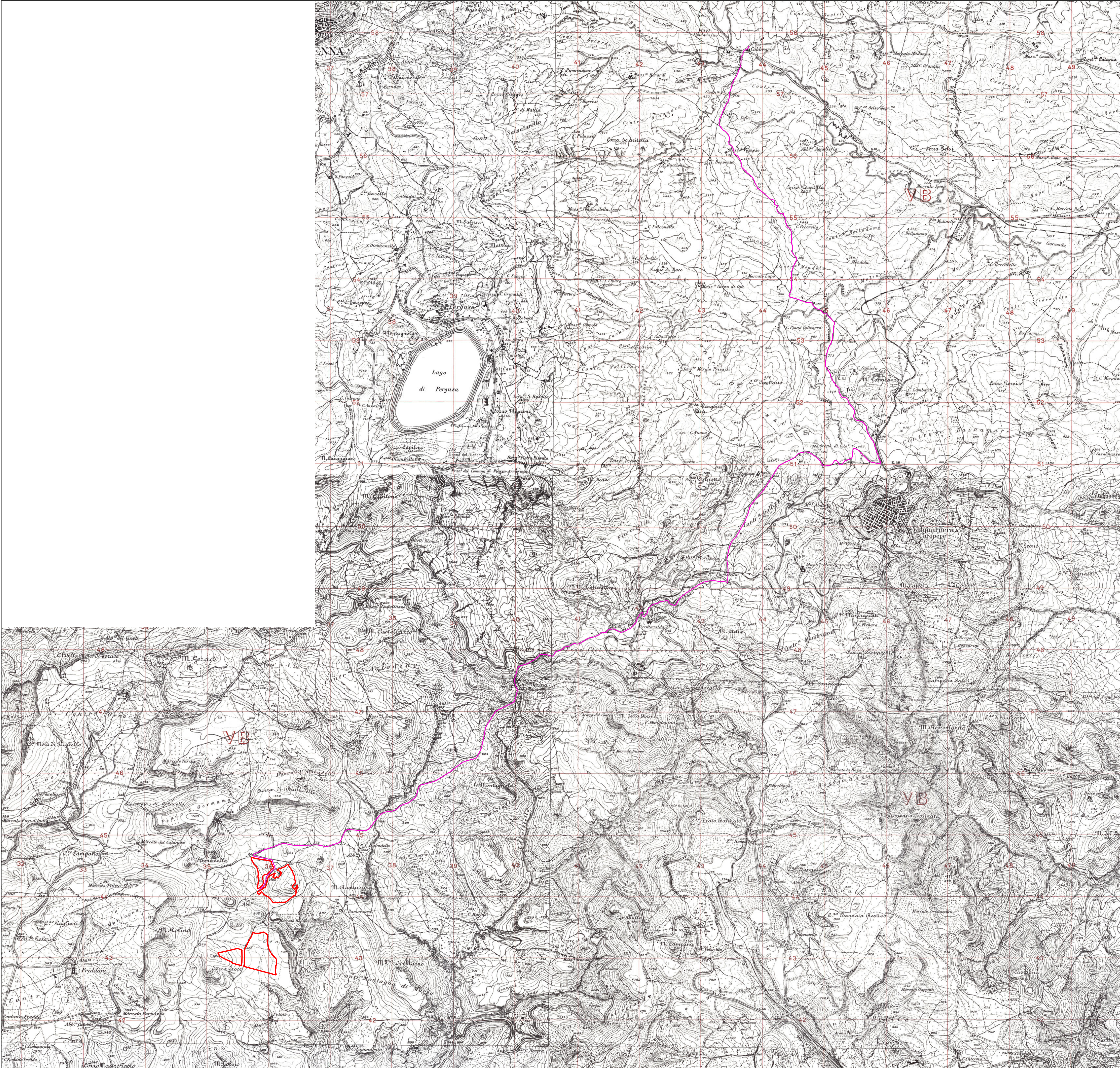
I dati non sono esaustivi per ottemperare alle NTC 2018, dove si parla di modello geotecnico, per cui in fase esecutiva sarà eseguita una campagna geognostica per conoscere i primi metri dei terreni interessati e caratterizzarli geotecnicamente, attraverso sondaggi e indagini di laboratorio ottenute dai campioni di terreno prelevati.

Dal punto di vista PAI, come si può vedere dalla cartografia allegata, l'area dove sorgerà l'impianto risulta sgombra da qualsiasi area perimetrata, (fig. 8) stessa valutazione per la pericolosità idraulica (fig. 9)

Le aree risultano dunque idonee alla progettazione dell'impianto.

FIRMA

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP S.r.l. È Vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.	Comm.: C22-006-S05	
	ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification	

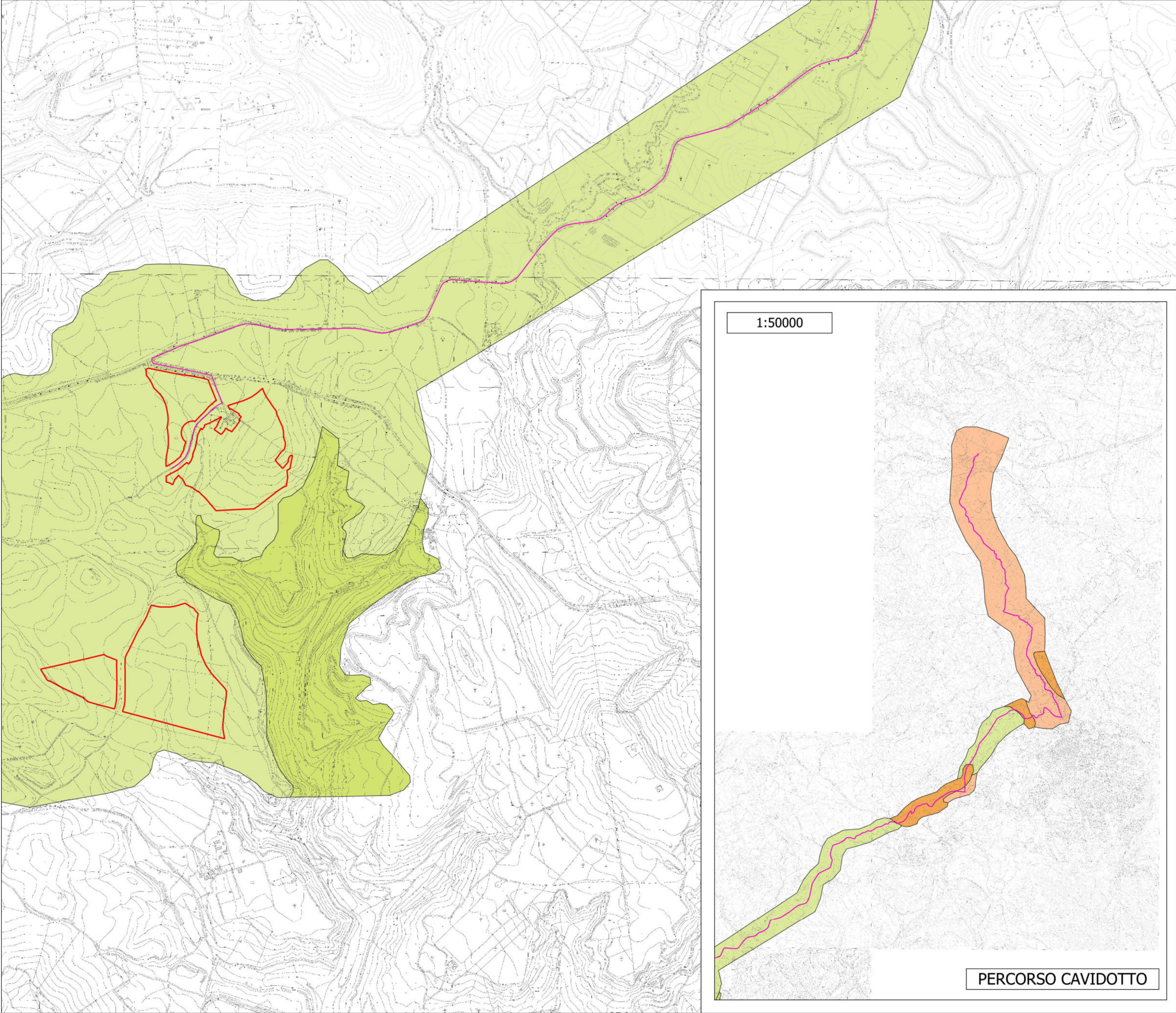


REGIONE SICILIA
Libero Consorzio Comunale di Enna

COMUNE DI PIAZZA ARMERINA

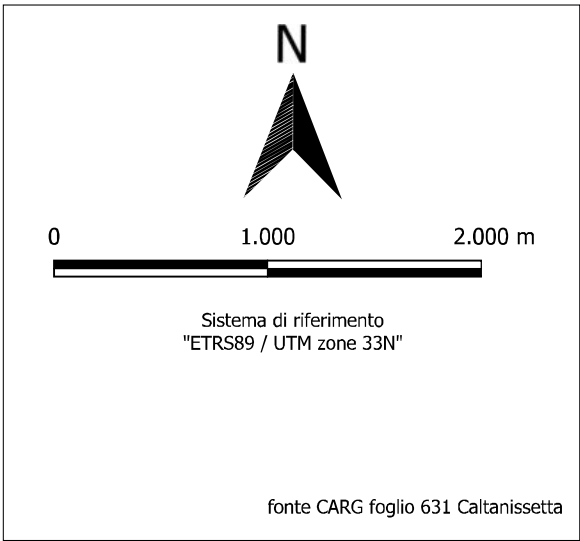
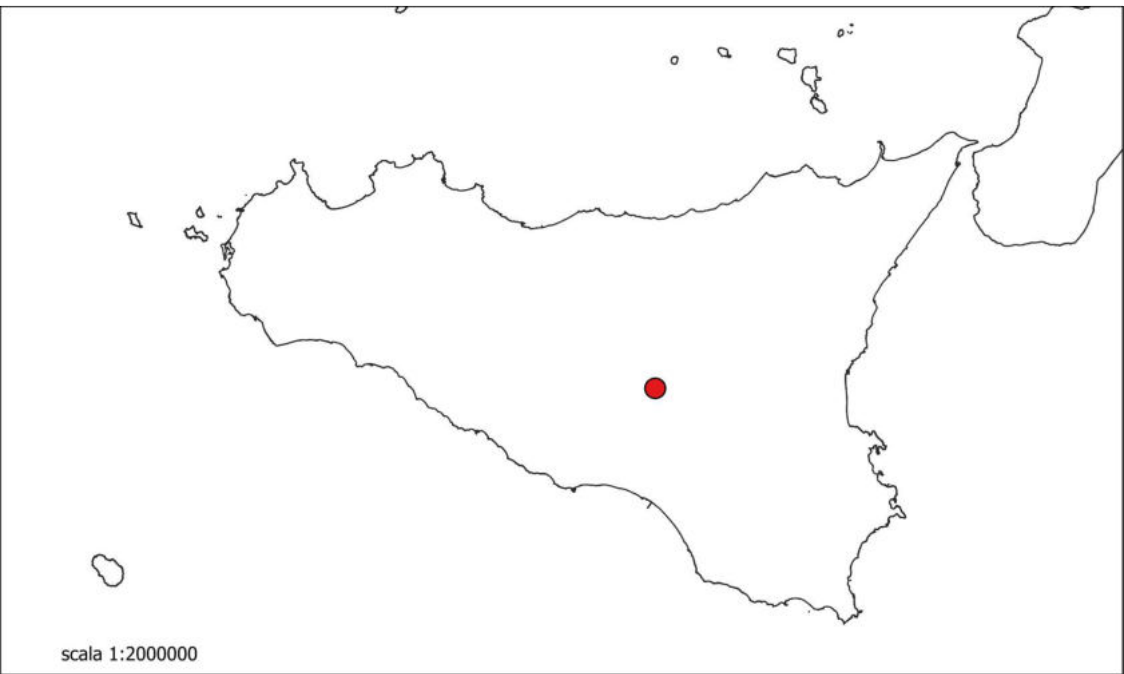


committente: DS ITALIA 9 S.r.l. Via del Plebiscito, 112, 00186 ROMA (RM) Partita I.V.A. 16380491007 - P.E.C.: dsitalia9@legalmail.it				 	
Società di Progettazione: 				<i>Ingegneria & Innovazione</i>	
Progetto: IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA"				Livello: DEFINITIVO	
Elaborato: COROGRAFIA				Il geologo	
Scala: 1:30000	Nome DIS/FILE:	Allegato: 1	F.to: A1		



Legenda

- aree di impianto
- cavidotto
- ARGILLE MARNOSE DI GERACELLO: La base della successione pelitica è talora marcata da un intervallo (GERa) potente fino a circa 70-80 metri costituita da argille- sabbiose e sabbie argillose contenenti frequenti intercalazioni lenticolari di sabbie
- ARGILLE MARNOSE DI GERACELLO: Monotona successione di argille marnose e siltose di colore grigio-azzurro, talora biancastro, a stratificazione in genere indistinta, contenenti a volte sporadici livelli centimetrici di sabbie grigio-giallastre.
- TRUBI: alternanza di marne calcaree e calcari marnosi bianchi a foraminiferi planctonici organizzati in strati decimetrici generalmente intensamente fratturate
- FORMAZIONE TERRAVECCHIA: Marne argillose ed argille marnoso-siltose di colore da grigio-azzurro a bruno con intercalazioni lenticolari di banchi di sabbie quarzose ed arenarie contenenti livelli conglomeratici eterometrici.

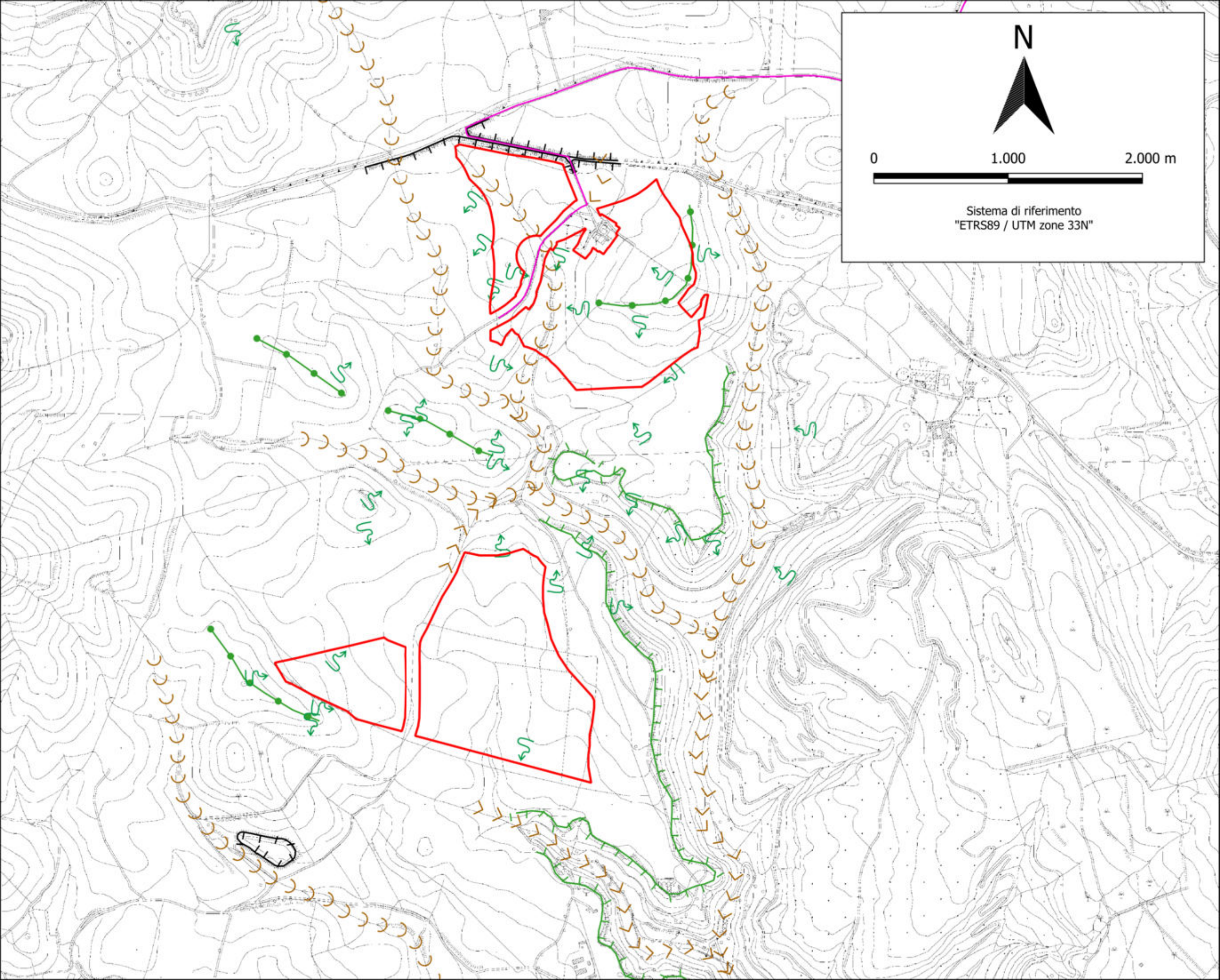


REGIONE SICILIA

Libero Consorzio Comunale di Enna

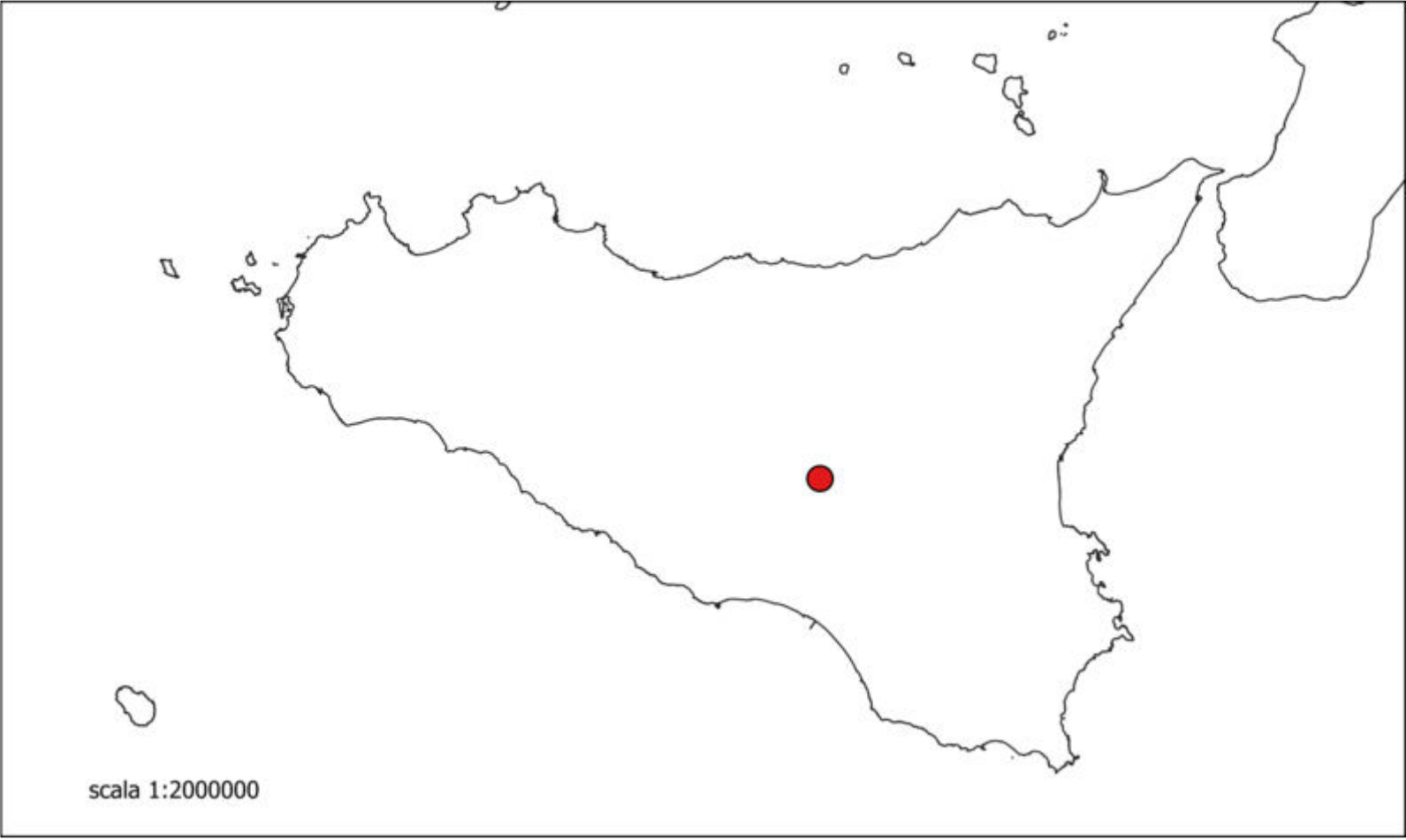
COMUNE DI PIAZZA ARMERINA

committente:					
DS ITALIA 9 S.r.l.					
Via del Plebiscito, 112, 00186 ROMA (RM) Partita I.V.A. 16380491007 - P.E.C.: dsitalia9@legalmail.it					
Società di Progettazione:				Ingegneria & Innovazione	
				Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409 Web: www.antesgroup.it e-mail: info@antesgroup.IT	
Progetto:				Livello:	
IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA"				DEFINITIVO	
Elaborato:				Il geologo	
CARTA GEOLOGICA					
Scala:	Nome DIS/FILE:	Allegato:	F.to:		
1:10000		2	A2		



Legenda

aree di impianto

cavidotto

REGIONE SICILIA

Libero Consorzio Comunale di Enna

COMUNE DI PIAZZA ARMERINA

committente:

DS ITALIA 9 S.r.l.

Via del Plebiscito, 112, 00186 ROMA (RM)
Partita I.V.A. 16380491007 - P.E.C.: dsitalia9@legalmail.it

DSIT9

DVP SOLAR

Società di Progettazione:

Antex group

Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409 Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.IT

Progetto:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA"

Livello:

DEFINITIVO

Elaborato:

CARTA GEOMORFOLOGICA

Il geologo

Scala:

1:10000

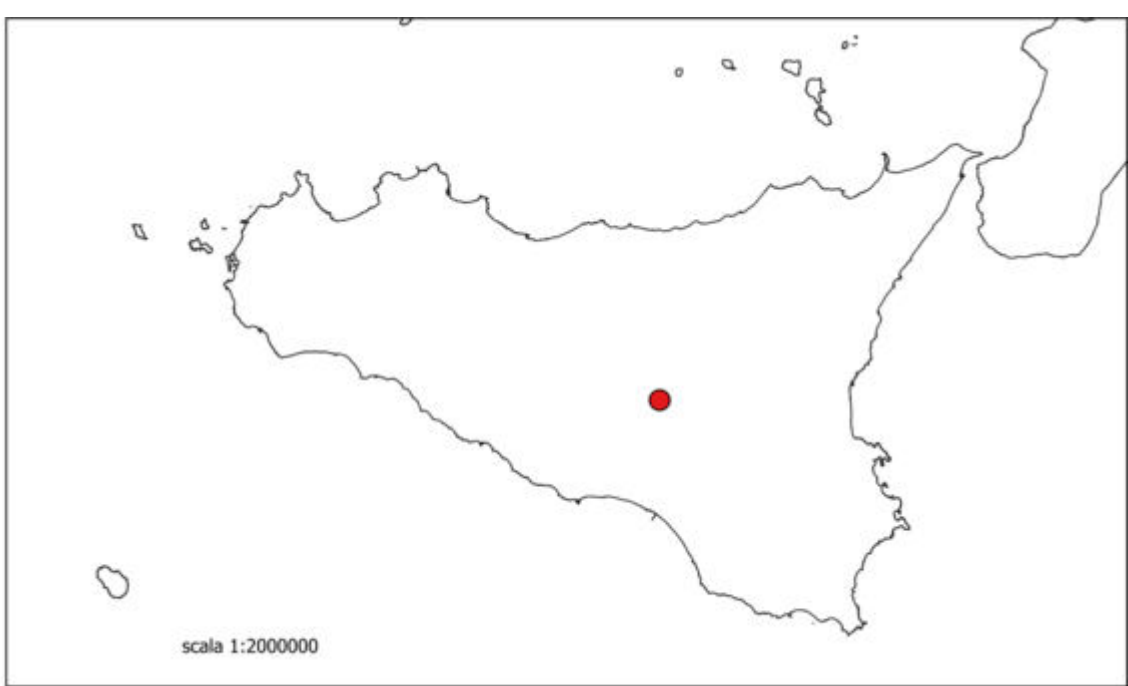
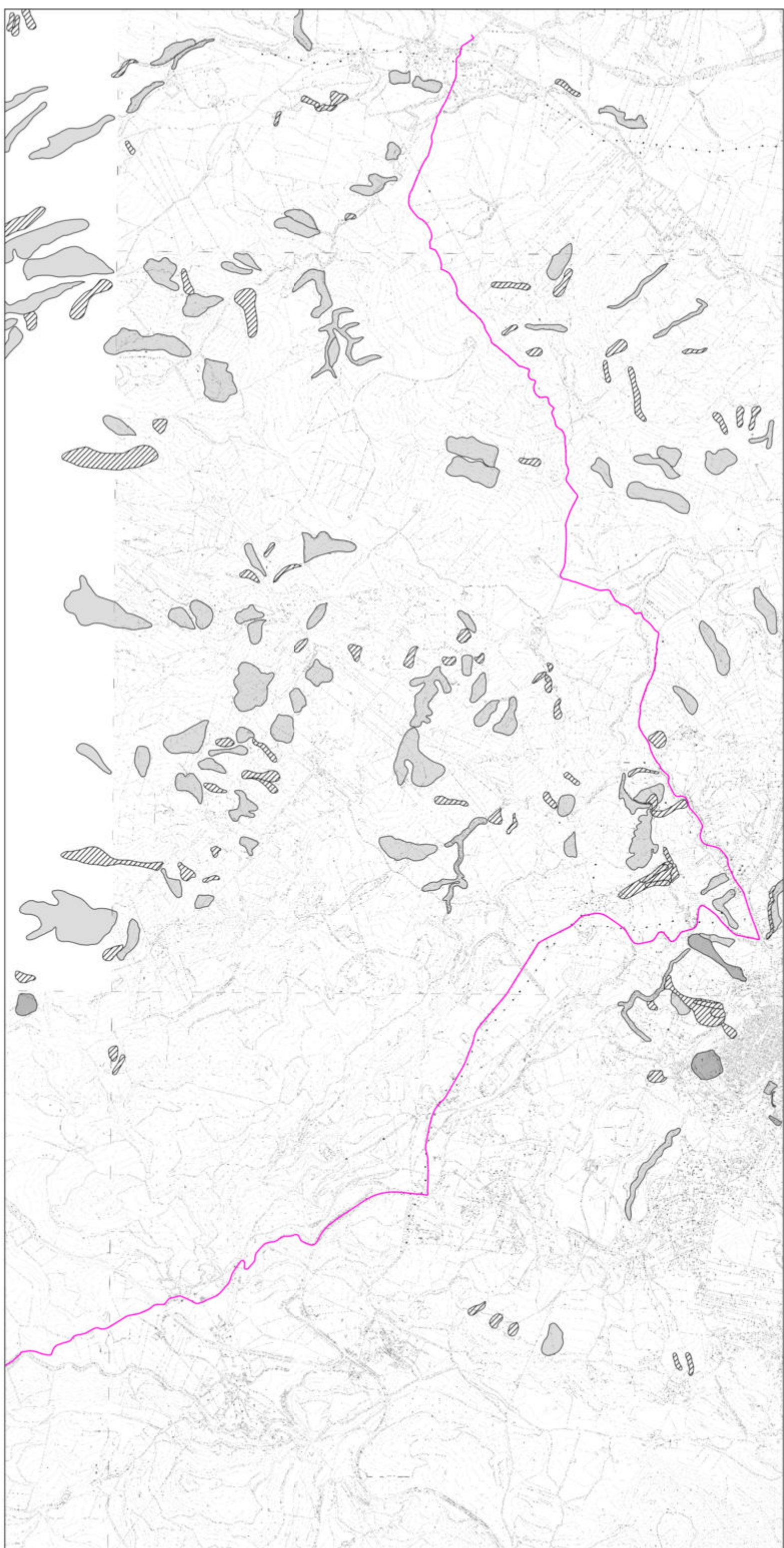
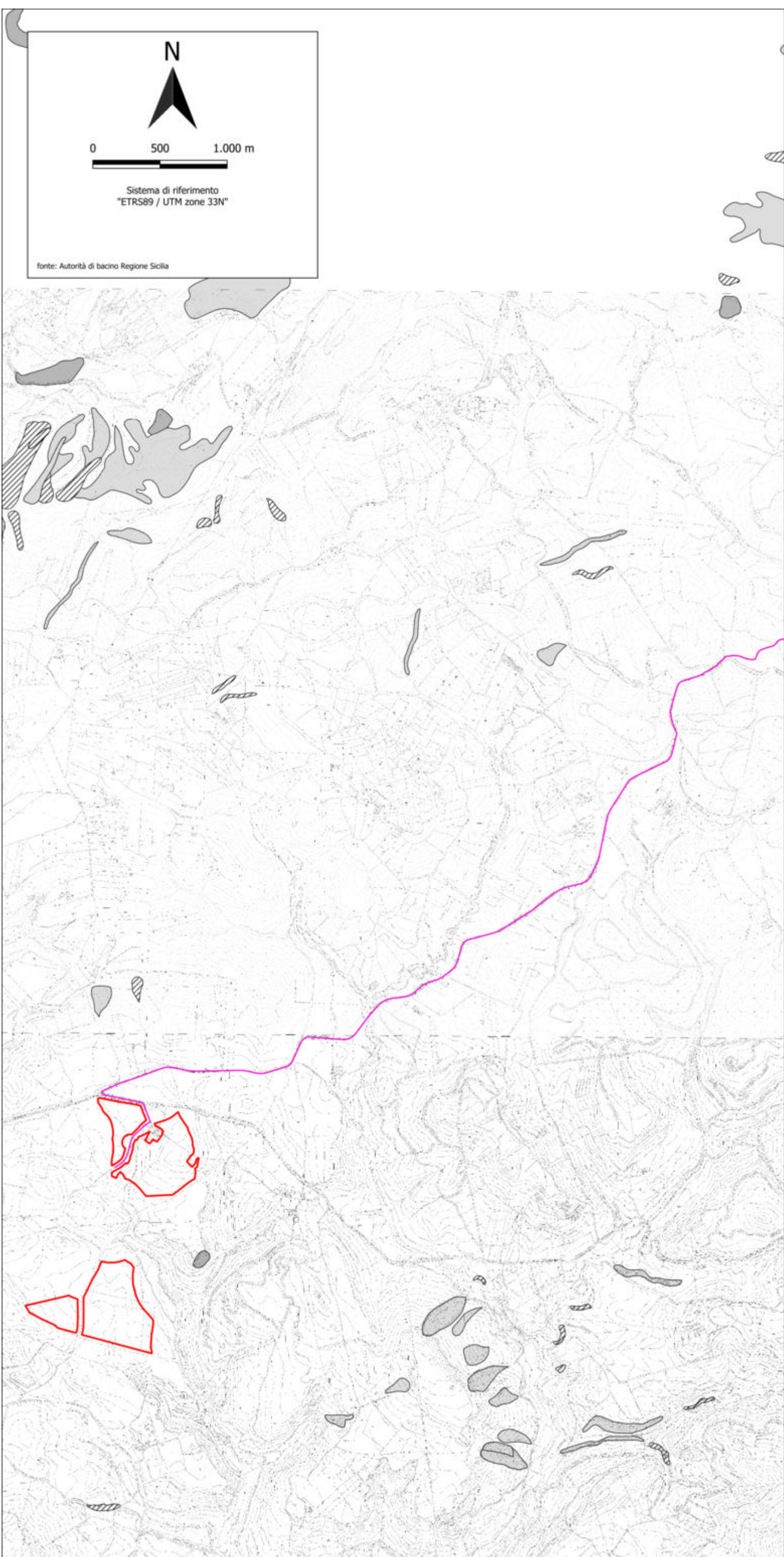
Nome DIS/FILE:

Allegato:

3

F.to:

A2



Legenda

— aree di impianto
— cavidotto

PERICOLOSITA'

[diagonal lines]	1
[light gray]	2
[medium gray]	3
[dark gray]	4

REGIONE SICILIA

Libero Consorzio Comunale di Enna

COMUNE DI PIAZZA ARMERINA



committente:

DS ITALIA 9 S.r.l.

Via del Plebiscito, 112, 00186 ROMA (RM)
Partita I.V.A. 16380491007 - P.E.C.: dsitalia9@legalmail.it

Società di Progettazione:

Antex group

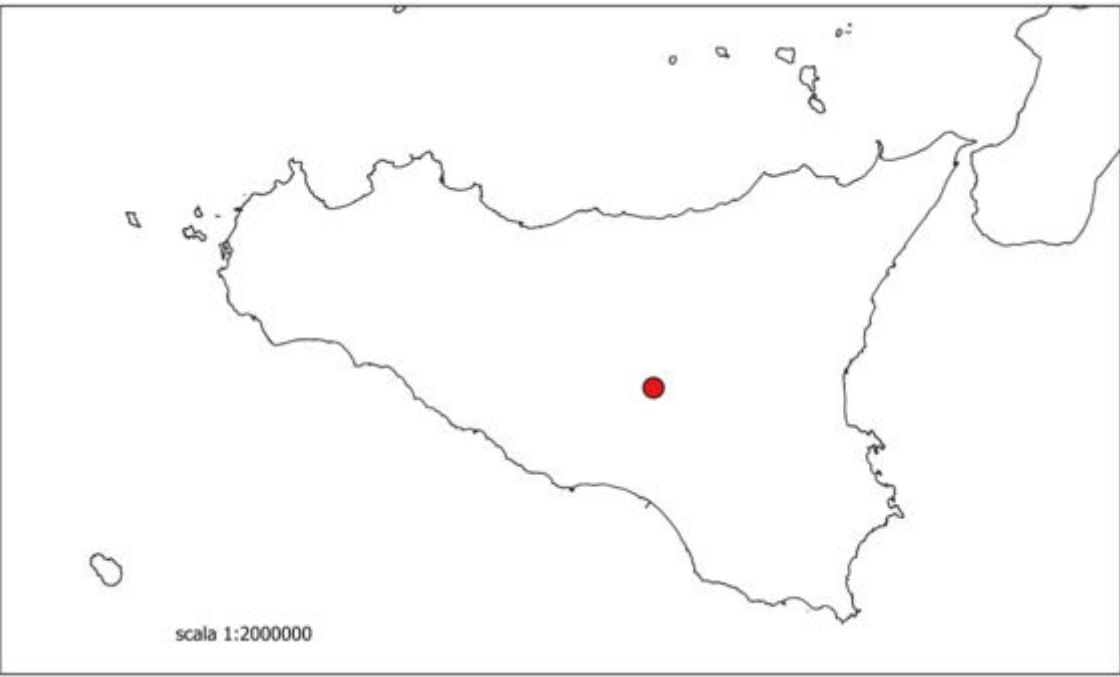
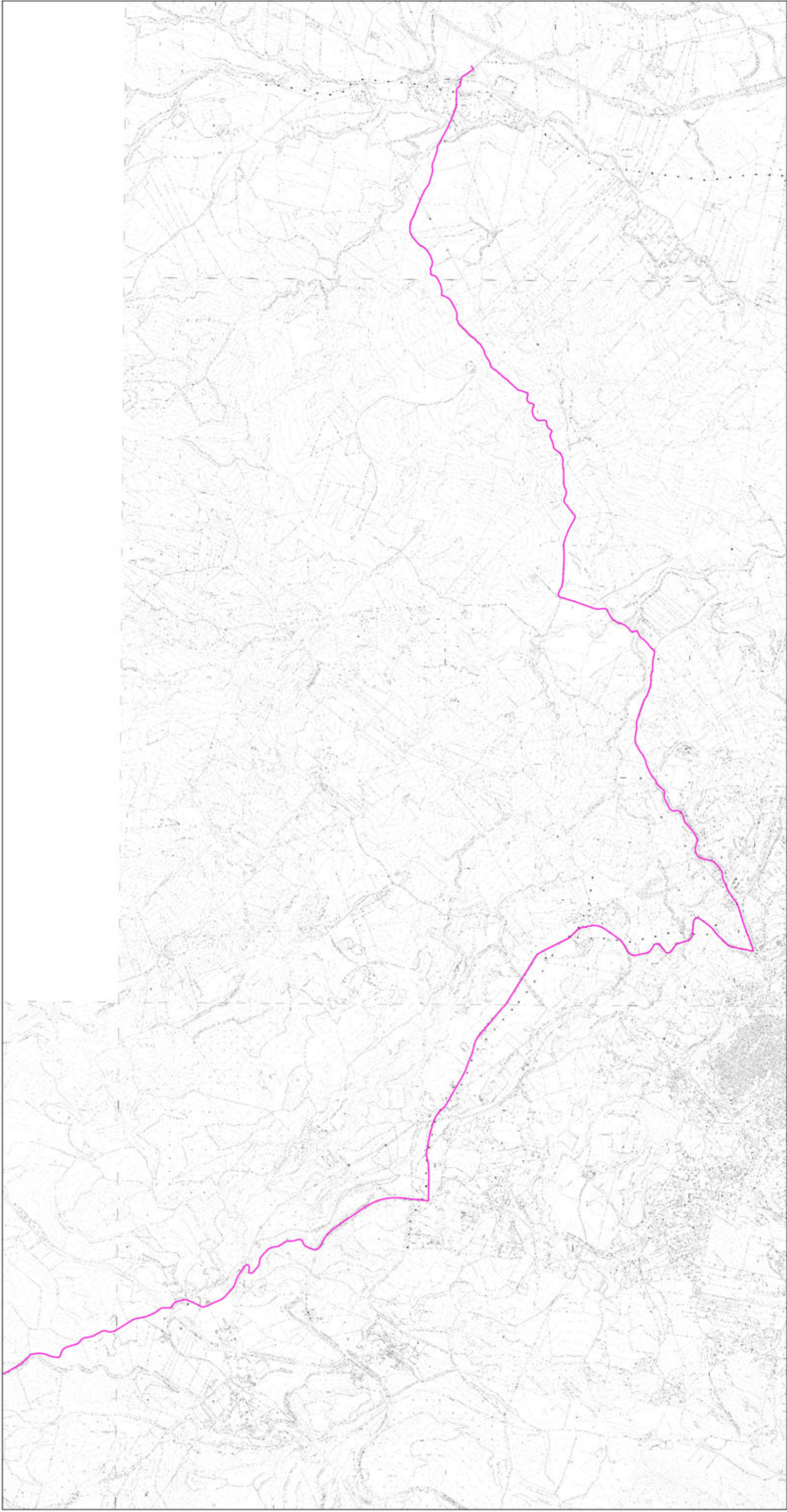
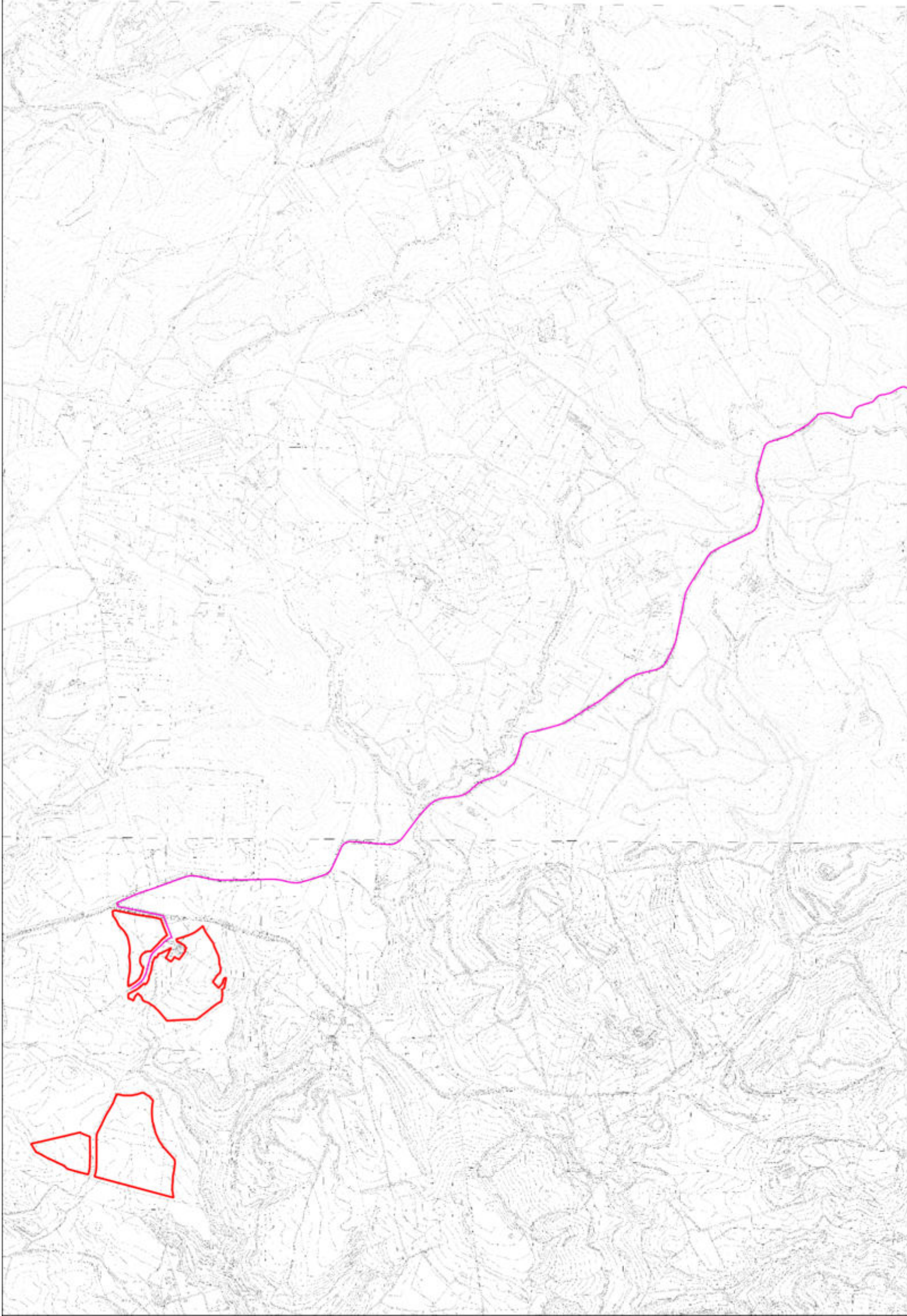
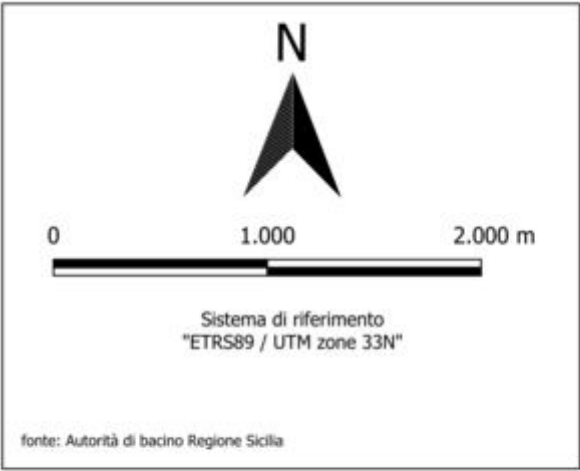
Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663100 Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

DSIT9

DVP SOLAR

Ingegneria & Innovazione

Progetto:		IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA"		Livello:		DEFINITIVO	
Elaborato:		CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA		Il geologo			
Scala:	Nome DIS/FILE:	Allegato:	F.to:				
1:10000		4	A2				



Legenda

aree di impianto

cavidotto

PAI_IDR_P_SA

P1

P2

P3

SA

REGIONE SICILIA

Libero Consorzio Comunale di Enna

COMUNE DI PIAZZA ARMERINA

committente:

DS ITALIA 9 S.r.l.

Via del Plebiscito, 112, 00186 ROMA (RM)

Partiva L.V.A. 16380191007 - P.E.C.: dsitalia9@legalmail.it

Società di Progettazione:

Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663109 Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

Ingegneria & Innovazione

Progetto:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PIAZZA ARMERINA"

Livello:

DEFINITIVO

Elaborato:

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Il geologo

Scala:

1:10000

Nome DIS/FILE:

Allegato:

5

F.to:

A2