



Progetto:

Progetto «Mirabella»

Impianto fotovoltaico per una potenza nominale di 120 MW ed una potenza in immissione di 96 MW.

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Procedura:

Valutazione di impatto ambientale ex art. 23, 24 e 25 Dlgs 152/2006

Ubicazione:

Piazza Armerina (EN), Mirabella Imbaccari (CT), Caltagirone (CT), San Michele di Ganzaria (CT) - SICILIA

Committente:



IBVI 12 s.r.l.

Viale Amedeo Duca D'Aosta, n. 76
39100 Bolzano(BZ)
ibvi12srl@pec.it

Titolo:

Relazione Idrogeologica

Codice elaborato:

FVMIR-CT-REL006A0

N. elaborato:

GEO2

Visti/ Firme /Timbri:

Revisioni

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato da:	Controllato da:	Approvato da:
28.12.2023	0	1° Emissione	Dott. Geol. Domenico Boso	Arcadia s.r.l.	IBVI 12 s.r.l.

Proprietà esclusiva delle società sopra indicate, utilizzo e duplicazione vietate senza autorizzazione scritta



INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	INQUADRAMENTO DELL'AREA.....	4
1.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....	4
2	IDROGRAFIA.....	6
2.1	SISTEMI FLUVIALI ED ELEMENTI IDROGRAFICI PRINCIPALI.....	6
2.2	FORME, PROCESSI E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI.....	6
3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE	8
3.1	STRUTTURE IDROGEOLOGICHE E IDRODINAMICA DEGLI ACQUIFERI.....	8
3.2	SORGENTI.....	9
3.3	IDRODINAMICA SOTTERRANEA.....	10
4	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE DELLE AREE DI PROGETTO	12
4.1	SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA	12
4.2	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	15
4.3	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	18
5	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELLE AREE DI PROGETTO.....	24
5.1	DESCRIZIONE DELLE SINGOLE AREE SUDDIVISE PER SETTORI.....	26
5.2	AREA 1 (AD EST DI MIRABELLA IMBACCARI).....	27
5.3	AREA 2 (FRA MIRABELLA IMBACCARI E S. MICHELE DI GANZARIA)	29
6	CONCLUSIONI.....	31



1 PREMESSA

Su incarico della società IBVI 12 Srl è stato eseguito uno studio idrogeologico dell'area interessata dalla progettazione di un impianto fotovoltaico avente potenza in immissione pari a 120 MW, ricadente nei comuni di S. Michele di Ganzaria e Mirabella Imbaccari, denominato "MIRABELLA". Il proponente dell'iniziativa è la società IBVI 12 S.R.L..

La presente relazione idrogeologica è stata redatta al fine di accertare le proprietà dei terreni implicati sotto il profilo della permeabilità e della circolazione idrica sotterranea, al fine di fornire le informazioni necessarie per la progettazione degli impianti. Allo scopo su menzionato, attraverso numerosi sopralluoghi nell'area in esame, è stato eseguito un dettagliato rilevamento geologico attraverso l'esame diretto dei terreni affioranti con cui è stato possibile definire con accuratezza le condizioni idrogeologiche delle aree interessate.

Il lavoro è stato svolto attraverso le seguenti fasi operative:

- ricerca e analisi bibliografica delle pubblicazioni relative all'area di studio;
- acquisizione ed analisi degli studi specialistici effettuati in epoche precedenti riguardanti l'area di interesse;
- rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area.

Lo studio geologico è stato eseguito in ottemperanza al D.M. 11.03.88 e al D.M. LL.PP. 17/01/18 "Norme tecniche per le costruzioni" che definiscono le regole a seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle opere, sia in zona sismica che in zona non sismica. Esse forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere, e chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico.



1.1 Inquadramento dell'area

Le aree del progetto Mirabella sono distribuite su tre differenti territori comunali. Circa il 50% del progetto si sviluppa nel Comune di Piazza Armerina, in provincia di Enna, il 40% nel Comune di Mirabella Imbaccari e solo il 10% in territorio di S. Michele di Ganzaria. I terreni ricadono pertanto fra la provincia di Catania e quella di Enna. Le quote variano da circa 500 m s.l.m. alla sommità dei versanti collinari fino a circa 350 m s.l.m. nelle aree di fondovalle.

Sotto il profilo morfologico, le aree interessate dal progetto hanno un aspetto ondulato con versanti poco acclivi, e sono costituite da terreni essenzialmente di natura argillosa. Alcuni lotti di terreno fanno parte dei rilievi ove sono presenti rocce appartenenti alla serie gessoso-solfifera (Tripoli, calcari, gessi e sovrastanti Trubi), che spesso danno luogo a morfologie piuttosto aspre ed acclivi; tuttavia i rilievi sono intercalati da fasce di pendio meno acclivi ove nel tempo si sono sviluppate le pratiche agricole apportando una certa regolarità alla morfologia del versante. In questo contesto, l'analisi per la individuazione delle aree idonee sotto il profilo geomorfologico ha delimitato aree di forma talora molto irregolare, dovendo escludere le parti più acclivi oltre che le linee di impluvio.

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.), l'area oggetto di studio è individuabile all'interno del Foglio 639 "Caltagirone", in scala 1:50.000, mentre, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia in scala 1:10.000, le sezioni interessate sono le n. 639050, 639060, 639090 e 639100.

Il rilevamento geologico ha interessato un'area eterogenea dal punto di vista litologico e strutturale, prevalentemente collinare e di pianura con insediamenti agricoli. Il quadro geologico proposto deriva dall'integrazione dei dati di superficie quali rilevamento e ricostruzioni delle geometrie dei corpi sedimentari, analisi bibliografiche, con la ricostruzione dell'andamento dei corpi sedimentari nel sottosuolo basato su sondaggi effettuati in passato. Per la datazione delle formazioni sedimentarie affioranti si è fatto riferimento alle numerose bibliografie disponibili. Nel corso del rilevamento l'individuazione delle unità stratigrafiche è stata effettuata sulla base del criterio litostratigrafico che ha permesso di definire i rapporti geometrici (stratigrafici e/o tettonici) di sovrapposizione tra le varie unità e formazioni affioranti e di riconoscere le geometrie delle strutture ad andamento regionale.

Le formazioni sono state suddivise in litofacies e membri, e raggruppate in unità tettoniche come è in uso nella cartografia geologica delle catene a falde e descritte nell'ordine dettato dalla posizione strutturale, dal basso verso l'alto. Per quanto riguarda i depositi alluvionali si è fatto ricorso alle categorie senza formali connotazioni stratigrafiche che fanno essenzialmente riferimento alla genesi dei depositi e ai dati della letteratura.

L'area in studio è stata attenzionata anche sotto l'aspetto tettonico-strutturale, consultando le carte geologiche e la letteratura geologica specifica; pertanto dagli studi precedenti analizzati, l'area in oggetto risulta non interessata da strutture tettoniche capaci.

1.2 Inquadramento geologico regionale

Il territorio siciliano presenta una conformazione geologica s.l. piuttosto articolata e complessa, strettamente legata ai differenti processi geodinamici e morfoevolutivi che si sono verificati nell'area durante il Quaternario, quali l'attività vulcano-tettonica, le variazioni del livello marino e l'attività antropica.

Dal punto di vista geologico, le principali strutture che caratterizzano la Sicilia sono:

L'Avampaese Ibleo, affiorante nei settori Sud-orientali dell'isola e caratterizzato da una potente successione carbonatica meso-cenozoica, con ripetute intercalazioni di vulcaniti basiche;

l'Avanfossa Gela-Catania, affiorante nella porzione orientale della Sicilia e costituita da una spessa successione sedimentaria tardo-cenozoica, parzialmente sepolta sotto le coltri alloctone del sistema frontale della catena;

la Catena Appenninico-Maghrebide, affiorante nella porzione settentrionale dell'isola e costituita da sequenze meso-cenozoiche sia di piattaforma che di bacino, con le relative coperture flyschoidi mioceniche;

la Catena Kabilo-Calabride, affiorante nei settori Nord-orientali della Sicilia e caratterizzata da un basamento metamorfico di vario grado con le relative coperture sedimentarie meso-cenozoiche, cui si associano le unità olistolitifere del Complesso Liguride.

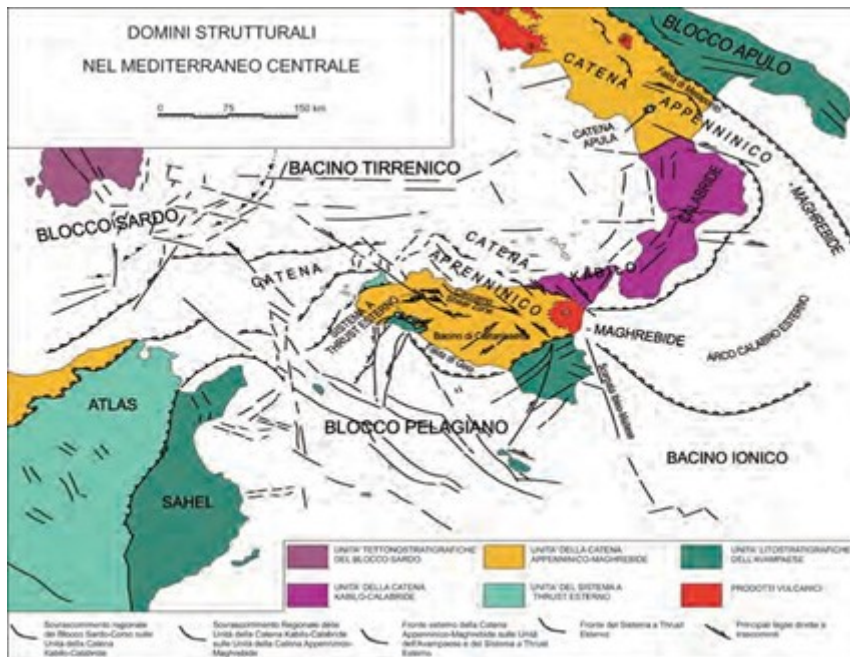


Figura 1 – schema tettonico sintetico della Sicilia

Nella sua complessità, il paesaggio fisico della Sicilia risulta essere, quindi, il risultato di una complessa interazione di diversi fattori geologici, tettonici, geomorfologici e climatici che, nel corso del tempo, hanno interessato l'area in esame in maniera. L'area di studio ricade, in particolare, nel settore centro-orientale della penisola siciliana, in corrispondenza del margine più orientale della Catena Appenninico-Maghrebide. Tale catena è costituita da un sistema a thrust pellicolare con vergenza verso SE nel tratto siculomaghrebide e ENE in quello appenninico. Il sistema comprende sequenze meso-cenozoiche sia di piattaforma che di bacino, con spesse coperture flyschoidi mioceniche probabilmente appartenenti ad un paleomargine afro-adriatico. La Catena Appenninico-Maghrebide è quindi costituita da una serie di falde più o meno alloctone, totalmente sovrapposte sul Sistema a Thrust Esterno. Al suo interno, le Unità Sicilidi che ricoprono la porzione sommitale della pila risultano derivanti dal Bacino Alpino-Tetideo, che separava il margine europeo dal blocco panormide, e sono interpretabili come i resti di un cuneo d'accrezione oceanico sovrascorso fino al raggiungimento dell'attuale fronte della catena. Ulteriori sequenze oceaniche, riconoscibili nelle unità tettoniche più esterne, sono invece riferibili ad un dominio di crosta oceanica, che rappresenta la porzione subdotta dell'originario bacino ionico.



2 IDROGRAFIA

2.1 Sistemi fluviali ed elementi idrografici principali

Il principale corso d'acqua dell'area è rappresentato dal Fiume del Tempio, il quale, dopo diverse confluenze in aste di ordine via via maggiore e di nomi diversi, affluisce nel Fiume Gornalunga, a sua volta affluente del Simeto.

Lo studio della morfologia fluviale dei principali corsi d'acqua dell'area evidenzia un importante controllo strutturale nell'evoluzione geologica e morfologica dell'intero settore di studio. Il senso di scorrimento delle acque dei sopraccitati corsi d'acqua si caratterizza per la diversa orientazione dei vari segmenti di cui si compone la direzione complessiva di deflusso.

L'andamento del F. del Tempio va all'incirca da SW verso NE, e si immette nel fiume Gornalunga che, al contrario, mostra una direzione di deflusso da WNW a ESE. I tributari minori sono invece rappresentati da torrenti a breve corso, caratterizzati da evidenti fenomeni erosivi e modeste coperture alluvionali. In generale, si tratta di corsi a regime torrentizio, con elevato potere erosivo e di trasporto solido soprattutto nei periodi di piena. L'assetto stratigrafico e tettonico dell'area ha quindi fortemente influenzato la morfogenesi attiva e selettiva dell'area, legata non solo all'azione erosiva e deposizionale dei corsi d'acqua che la incidono, ma anche fattori meteo-marini comunque di una certa importanza. Infatti, per quanto riguarda le variazioni della linea di costa, i dati storici e recenti evidenziano una tendenza al progressivo avanzamento e definitiva stabilizzazione, cui fa seguito l'attuale fase di arretramento. La fase di avanzamento, perdurata almeno fino al 1950, è dovuta ad una importante tendenza progredazionale della piana costiera e deltizia di Catania, in virtù di un maggior carico solido del F. Simeto e dei suoi tributari minori. A partire dalla seconda metà del secolo scorso, la messa in opera di invasi artificiali nella parte alta del bacino di drenaggio, la canalizzazione dei principali corsi d'acqua, l'incontrollato prelievo di inerti in alveo e lo sconsiderato sviluppo di strutture ed attività antropiche lungo tutto il settore costiero di Catania, ha portato ad una vistosa diminuzione degli apporti solidi dei sistemi fluviali, fino a determinare l'attuale deficit sedimentario lungo la costa.

2.2 Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti

Nell'area del bacino del Simeto e dei suoi affluenti (Dittaino e Gornalunga), le principali forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, che conferiscono a tutta l'area di studio una morfologia blandamente ondulata e degradante verso Sud. Tali depositi presentano al loro interno vistose variazioni granulometriche e tessiture e risultano, molto spesso, fortemente interdigitati tra loro, creando così un articolato sistema sedimentario di origine alluvionale.

In corrispondenza dei corsi d'acqua principali, e secondariamente lungo gli alvei dei loro affluenti maggiori, si rinvengono inoltre vistose scarpate di erosione fluviale e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento mentre, gli alvei più importanti sono caratterizzati da zone in approfondimento e settori di prevalente deposizione. Ulteriori scarpate fluviali, ormai inattive e fortemente degradate, sono presenti in corrispondenza dei margini esterni dei terrazzi alluvionali più estesi, posti a quote variabili dal fondovalle attuale.

In prossimità degli alvei dei fiumi Dittaino e Simeto, inoltre sono presenti tracce di antichi corsi fluviali spesso caratterizzati da depositi a granulometria fine di lago di meandro e canale in fase di abbandono. Tali elementi



presentano, in generale, larghezza piuttosto contenuta e sono localmente sede di zone paludose o acquitrini di scarsa importanza.

Infine, in corrispondenza dei versanti e dei rilievi più acclivi dove affiorano i termini litologici del substrato marino meso-cenozoico, sono presenti attivi fenomeni erosivi, sia areali che lineari, connessi col deflusso non regimato delle acque superficiali in concomitanza con eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati. Nelle porzioni basali dei rilievi, dal limite superiore della fascia pedemontana fino a raggiungere il recapito finale, il carico solido diminuisce gradualmente, in relazione alla ormai diminuita velocità della corrente, e i corsi d'acqua tendono a divagare nella valle e ad assumere un andamento di tipo meandriforme. Tali condizioni di deflusso portano, quindi, all'accumulo frequenti depositi eluvio-colluviali alla base dei rilievi più estesi che, localmente, possono raggiungere spessori di diversi metri. Verso valle, l'erosione lineare delle acque correnti superficiali incanalate tende ad interessare le sponde generando, in tal modo, sia fenomeni di dissesto per scalzamento al piede che fenomeni di approfondimento del letto fluviale. Inoltre, l'azione delle acque correnti superficiali, incanalate e non, genera lungo i versanti tipologie di fenomeni erosivi di tipo calanchivo, molto spinti principalmente in corrispondenza delle formazioni prevalentemente argilloso-limose. Ulteriori fenomenologie erosive sono da riferirsi al ruscellamento diffuso il quale, talora, genera estesi denudamenti dei pendii e la formazione di fossi e solchi di varia profondità.

Con riferimento all'area in esame, i versanti collinari degradano dolcemente raccordandosi gradatamente con le aree subpianeggianti di fondovalle. L'elemento idrografico più importante, come sopra detto, è rappresentato dal Fiume del Tempio, il cui bacino fa parte del più ampio bacino del Simeto e ne rappresenta la sua propaggine occidentale.

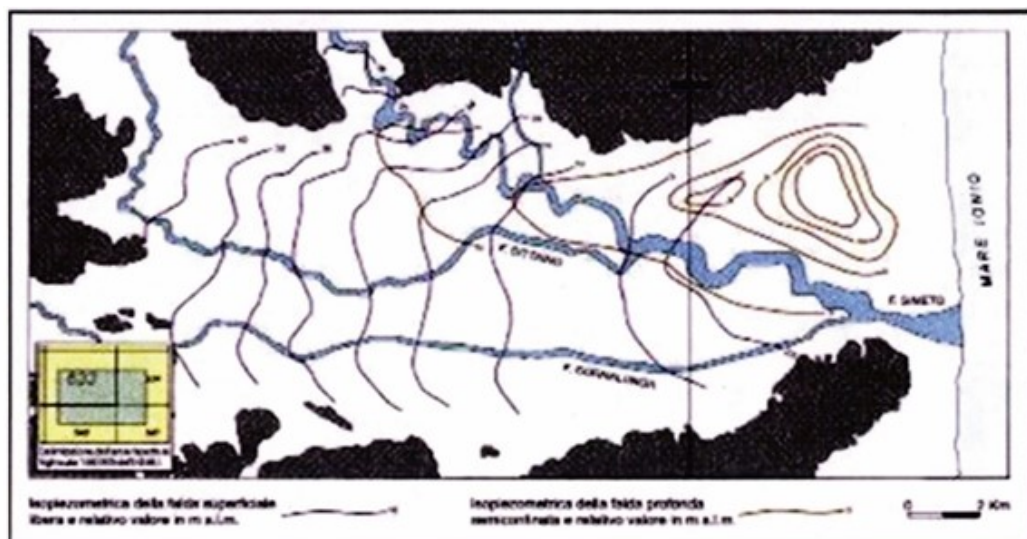
3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE

I dati geologici di superficie, unitamente alle informazioni stratigrafiche derivanti da perforazioni geognostiche e pozzi profondi, permettono di individuare nell' area in esame litotipi con differente comportamento idrogeologico. Sulla base delle caratteristiche di permeabilità e dei rapporti stratigrafico-strutturali tra i litotipi presenti si possono distinguere acquiferi, sede di corpi idrici produttivi, e terreni a permeabilità bassa o molto bassa, privi di corpi idrici significativi che localmente determinano effetti di confinamento sugli acquiferi limitrofi. In particolare, l'acquifero alluvionale della Piana di Catania è rappresentato da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico, sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfinata. Tale eterogeneità tessiturale condizionata infatti l'esistenza ed il movimento delle acque sotterranee all'interno del complesso alluvionale, che poggia su terreni prevalentemente pelitici infra-cenozoici. I numerosi pozzi ad uso civile, agricolo ed industriale, sono distribuiti in modo disomogeneo all'interno della piana e determinano condizioni di forte sovrasfruttamento dell'acquifero alluvionale, come dimostrato dalla forte intrusione marina nelle zone più vicine alla costa ionica.

3.1 Strutture idrogeologiche e idrodinamica degli acquiferi

La principale struttura idrogeologica della Sicilia centro-orientale è rappresentata, senza dubbio, dalla Piana di Catania e dai depositi alluvionali e marini che la riempiono. Tale idrostruttura è caratterizzata, per buona parte del suo sviluppo, dalla presenza di una falda superficiale contenuta all'interno dei depositi alluvionali grossolani dei Fiumi Simeto, Dittaino e Gornalunga.

L'andamento della superficie piezometrica mostra, molto chiaramente, la presenza di un importante asse di drenaggio disposto parallelamente alla direzione secondo cui sono disposti i depositi alluvionali più permeabili, grosso modo corrispondente agli antichi alvei dei principali corsi d'acqua dell'area. In prossimità della costa, inoltre, è presente una ulteriore falda profonda semiconfinata, contenuta all'interno dei depositi grossolani che caratterizzano tale settore.



Gli acquiferi che contengono le suddette falde sono costituiti prevalentemente da depositi alluvionali grossolani, attuali e recenti, e da sabbie e ghiaie di ambiente continentale e di transizione, spesso formanti superfici terrazzate disposte su vari ordini. La falda dell'acquifero alluvionale si posiziona ad una profondità variabile tra 2 e 30 m dall'attuale p.c., mostrando quindi una forte disomogeneità probabilmente connessa alle importanti variazioni granulometriche, sedimentologiche e idrogeologiche dei depositi terrigeni costituenti l'acquifero.

La ricostruzione morfologica dell'andamento del substrato argilloso al di sotto dei depositi grossolani, mostra chiaramente un andamento molto articolato del tetto delle argille pleistoceniche, dal quale sono comunque riconoscibili i principali assi di drenaggio orientati circa N-S. La ricostruzione dello spessore dell'acquifero presente nel sottosuolo della Piana di Catania, invece, evidenzia il graduale aumento di potenza che si ha muovendosi verso il depocentro della piana, fino ad un massimo di circa 80 m. Ciò è dovuto, naturalmente, alla presenza nel sottosuolo di importanti spessori di terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi. L'alimentazione dell'acquifero sotterraneo deriva, in buona sostanza, dagli apporti idrici, sia superficiali che sotterranei, provenienti dalle depressioni vallive incise dai principali corsi d'acqua presenti nell'area, come quelle dei Fiumi Dittaino, Gornalunga e Simeto. Quest'ultimo, in particolare, riceve a monte l'ulteriore e notevole apporto dei deflussi sotterranei provenienti dal versante occidentale dell'Etna.

Il settore in studio si pone a monte ed a Ovest del sistema acquifero alluvionale sopradescritto, in un settore dove le alluvioni di fondovalle sono ancora poco estese e di spessore relativamente modesto, cosicché i deflussi sotterranei appaiono evidentemente piuttosto limitati e sicuramente in minor misura rispetto ai deflussi superficiali.

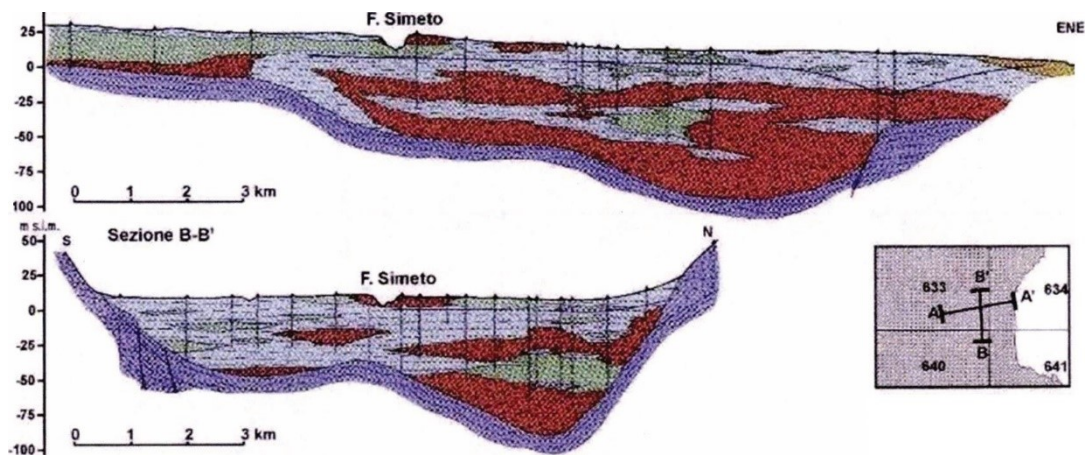


Figura 2 - Sezioni idrogeologiche della porzione più orientale della Piana di Catania

3.2 Sorgenti

Per poter ricostruire con maggior dettaglio l'andamento e le caratteristiche delle falde idriche presenti nell'area, nel corso dello studio si sono acquisite le informazioni disponibili relativamente alle sorgenti esistenti nel settore di intervento. È da segnalare l'assenza di sorgenti e venute d'acqua di un certo interesse all'interno della fascia di studio. Nello specifico, le acque meteoriche scorrono principalmente in superficie e, a causa dell'elevata permeabilità media dei depositi alluvionali di fondovalle ed in pianura, si infiltrano nel sottosuolo alimentando così la falda acquifera che defluisce verso Est.

Nell'area di studio, manifestazioni sorgentizie per contatto possono individuarsi fra i terreni del complesso evaporitico e le sottostanti argille tortoniane della F.ne Terravecchia. Tuttavia, data la limitata estensione degli affioramenti evaporitici, le manifestazioni sorgentizie sono molto modeste ed hanno un carattere effimero, in quanto si esauriscono poco tempo dopo gli eventi meteorici.



In relazione a quanto detto è quindi evidente che, a causa delle caratteristiche litologiche dei terreni presenti nel sottosuolo della Piana di Catania, le acque correnti danno luogo principalmente a infiltrazioni e deflussi sotterranei piuttosto che a emergenze idriche superficiali.

3.3 Idrodinamica sotterranea

I dati raccolti durante lo studio condotto hanno permesso di definire le caratteristiche generali dell'area e di individuare il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse.

I corpi idrogeologici più permeabili rappresentano degli acquiferi di importanza più o meno significativa, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione latero-verticale dei depositi. I corpi idrogeologici a minor permeabilità nello specifico contesto di riferimento, possono essere considerati come degli acquicludi e localmente degli aquitard, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei principali.

Gli acquiferi alluvionali, rappresentati da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico, costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi. Sono sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfinite. In tutta la zona di studio, e in particolare lungo il fondovalle del F. Caltagirone, tale sistema poggia sui terreni argilloso-marnosi e arenaceo-marnosi della Catena Appenninico-Maghrebide. Tale acquifero risulta alimentato, in buona sostanza, dagli apporti superficiali e profondi dei principali corsi d'acqua dell'area, anche se non mancano scambi idrici sotterranei con le falde dei principali acquiferi presenti lungo i margini della piana.

Gli acquiferi alluvionali del F. Dittaino, del Gornalunga e della Piana di Catania mostrano, nei settori di interesse, un deflusso in direzione circa NW-SE e W-E, che ricalca fortemente l'andamento morfologico dell'area. Tale condizione è dettata, principalmente, dalle forti variazioni granulometriche dei depositi costituenti l'acquifero e, quindi, dalla presenza di importanti passaggi grossolani all'interno dei sedimenti alluvionali del fondovalle. Questi ultimi corrispondono ai subalvei dei corsi d'acqua principali e rappresentano, ovviamente, degli assi di drenaggio preferenziale per le acque di falda.

I dati piezometrici a disposizione evidenziano, infatti, la presenza di alcune falde freatiche poste essenzialmente all'interno degli orizzonti più permeabili dei depositi alluvionali che colmano il fondovalle del F. Dittaino e del F. Simeto. Tali acquiferi sono rappresentati da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico e costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi. In particolare, i depositi alluvionali attuali e recenti sono sede di una falda idrica sotterranea di discreta importanza, sempre sostenuta dai termini prevalentemente pelitici del substrato. Tale falda mostra un andamento che ricalca fortemente l'andamento morfologico del fondovalle, anche se risulta influenzato dalle diffuse eterogeneità granulometriche e tessiturali dei terreni. La superficie piezometrica si colloca generalmente a profondità variabili tra 2 e 18 m circa dal p.c., con un gradiente generalmente piuttosto basso e solo localmente influenzato da evidenti variazioni di permeabilità dell'acquifero. In relazione a quanto esposto, è evidente come la elevata permeabilità media dei depositi e la relativa profondità della falda impediscano, di fatto, la formazione di sorgenti o punti d'acqua di particolare interesse. Le acque di falda, pertanto, tendono a defluire verso la Piana di Catania e, in generale, lungo il fondovalle del F. Dittaino e del F. Simeto.

I depositi grossolani pleistocenici, mostrano sempre una permeabilità piuttosto buona ma, in relazione alla maggiore estensione areale ed agli spessori generalmente più elevati, sono spesso sede di falde a superficie libera di una certa importanza, sia in termini di volumi che di estensione planimetrica. Tali falde, come quelle dei depositi terrazzati, ricalcano in linea di massima l'andamento della superficie topografica e, come detto, presentano locali scambi idrici con l'acquifero alluvionale della Piana di Catania, sia positivi che negativi.



Relativamente ai litotipi del substrato marino infra-cenozoico, al contrario, si sottolinea l'assenza di falde o corpi idrici di una certa importanza in tutto il settore di studio. Buona parte delle successioni affioranti possono essere considerate, nello schema di circolazione idrica dell'area, degli acquicludi e localmente degli aquitard, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti, come quello dei depositi alluvionali del F. Caltagirone e del fiume Gornalunga. I livelli piezometrici registrati puntualmente sono da attribuirsi dunque alla saturazione del locale substrato.

I litotipi arenaceo-marnosi del substrato infra-cenozoico, al contrario, rappresentano degli acquiferi di scarsa rilevanza dal punto di vista idrogeologico, sia per la bassa trasmissività dei terreni che per la ridotta estensione areale e verticale degli stessi. In generale, sono sede di falde sotterranee con carattere prevalentemente stagionale, contraddistinte da deflusso idrico sotterraneo frazionato e fortemente eterogeneo.

Le direzioni di deflusso sono, ovviamente, piuttosto eterogenee e influenzate dal locale stato di fratturazione dell'ammasso e dalla presenza di elementi tettonici di importanza variabile.

Gli assi di drenaggio preferenziale sotterraneo, pertanto, ricalcano l'andamento planimetrico dei Fiumi Dittaino e Simeto, con importanti variazioni locali dovute agli apporti idrici sotterranei dei corsi d'acqua secondari. Lungo il corso del F. Dittaino, in particolare, la falda presenta un unico ed importante asse di drenaggio sotterraneo posto in corrispondenza dell'alveo principale che, in quest'area, risulta in buona parte alimentato dalla falda e dai suoi immissari principali. In corrispondenza del corso del F. Simeto, al contrario, la falda presenta due importanti assi di drenaggio, posti lungo i due fianchi del corso d'acqua stesso e parzialmente coincidenti con gli alvei dei suoi immissari maggiori. Tali direzioni di deflusso, sulla base delle ricostruzioni geologiche effettuate e degli studi bibliografici disponibili, sembrerebbero in buona sostanza coincidenti con il paleo-alveo del F. Simeto, rappresentato da depositi grossolani in grado di influenzare in modo sensibile le condizioni di deflusso idrico sotterraneo di tutta l'area di interesse.

L'andamento piezometrico della falda alluvionale, inoltre, mostra chiaramente come l'acquifero in questione sia alimentato in parte dal corso del Simeto, nei settori centrali della piana, e in parte dai suoi immissari maggiori e dagli acquiferi dei depositi sabbioso-ghiaiosi pleistocenici posti lungo il margine settentrionale dello stesso.

In conclusione, gli aspetti idrogeologici legati alla circolazione idrica sotterranea sono di importanza trascurabile relativamente al progetto in esame, in quanto molto marginali o relativamente distanti arealmente rispetto all'area di progetto dell'impianto. Questo, infatti, si sviluppa su formazioni essenzialmente argillose ed impermeabili presso cui la circolazione idrica avviene essenzialmente in superficie. Fanno eccezione alcune aree di fondovalle (Torrente della Gatta, Fiume dell'Elsa) in presenza di litotipi e coltri colluviali dotati di permeabilità medio-bassa, capaci di consentire la formazione di modesti livelli acquiferi. Nelle aree di progetto che ricadono in queste aree è stato censito un pozzo scavato a largo diametro in cui il livello statico della falda si attesta a 7 m di profondità dal piano di campagna, pertanto non in grado di interferire con le strutture di fondazione dei campi fotovoltaici.



4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE DELLE AREE DI PROGETTO

L'area che interessa il progetto racchiude terreni di natura sedimentaria di età compresa fra il Miocene medio ed il Pleistocene. Le formazioni presenti sono essenzialmente di natura argillosa (F.ne Terravecchia, Argille scagliose, marne a globigerine). In minor misura sono presenti formazioni di natura litoide, quasi esclusivamente riferibili alla serie gessoso – solfifera, ed in particolare al Calcare evaporitico del Messiniano ed ai Trubi del Pliocene inferiore: Sono presenti anche discreti affioramenti di Tripoli e marne tripolacee alla base dei calcari evaporitici, specie nella zona a SE di Mirabella Imbaccari.

4.1 Successione litostratigrafica

Le analisi effettuate ed i rilievi di campo condotti hanno permesso di distinguere e cartografare differenti unità geologiche, relative sia a successioni marine infra-cenozoiche che a depositi continentali quaternari. In particolare, le perimetrazioni e le descrizioni geologico-strutturali delle unità individuate nell'area derivano da un'integrazione tra le informazioni riportate in letteratura ed i dati raccolti dal rilevamento geologico di superficie e dalle numerose indagini geognostiche a disposizione. Nei settori di stretto interesse progettuale, quindi, sono state individuate e perimetrare tredici unità geologiche, di seguito descritte dal basso verso l'alto stratigrafico.

Argille Scagliose

Nelle aree esaminate rappresentano il termine più antico nella successione litostratigrafica, e sono riferibili all'Oligocene-Miocene. La maggior parte delle aree di progetto ricade presso questa formazione che è fra l'altro quella più estesamente rappresentata.

Si tratta di argille di color rosso vinaccia, verdastre o grigio ferro, tipicamente scagliettate e caoticizzate in seguito agli stress tettonici subiti. Contengono intercalazioni decimetriche di diaspri grigio-verdastri a frattura scheggiata e siltiti carbonatiche grigie nonché calcari micritici biancastri. All'interno delle Argille scagliose si possono ritrovare esotici anche di grandi dimensioni di natura arenacea. La formazione si ritrova sotto forma di scaglie tettoniche specie nell'area ad Est di Mirabella Imbaccari.

Serie evaporitica

In discontinuità stratigrafica, sul substrato argilloso delle Argille Scagliose poggia direttamente la serie evaporitica del Messiniano, rappresentata dal Calcare di base e dai Gessi. Nell'area di studio il litotipo maggiormente rappresentato è costituito dal calcare di case, in minor misura dai gessi; generalmente alla base della serie si ritrovano estesi livelli, seppure di spessore variabile, di Tripoli o di marne tripolacee biancastre la cui consistenza prevalentemente pelitica determina una morfologia blanda analoga al substrato delle argille scagliose e se ne differenziano per la colorazione tipicamente bianco-grigiastra. In corrispondenza degli affioramenti litoidi di calcari e gessi si possono osservare le forme più aspre che vanno solitamente a costituire le creste dei rilievi. I gessi sono suddivisibili in primari e secondari (ricristallizzati). I gessi primari sono spesso piuttosto alterati ed argillificati nella



parte apicale, per cui non di rado vengono arati ed adibiti alle pratiche agricole. Durante il rilievo di queste formazioni, quando ben suddivisibili sono state cartografate in maniera distinta il tripoli, calcare di base ed i gessi. In corrispondenza di calcare di base e gessi non ricade alcuna area interessata dall'impianto in progetto. Solamente in via marginale alcune aree interessano gli affioramenti di marne tripolacee, che per caratteristiche geomorfologiche possono essere paragonabili ai terreni argillosi del substrato.

Trubi

I calcari marnosi e le marne calcaree del Pliocene inferiore dal caratteristico colore biancastro e la tipica stratificazione affiorano in piccoli lembi al di sopra della serie evaporitica. Si tratta di un'alternanza di marne calcaree e calcari marnosi bianchi a foraminiferi planctonici organizzati in strati decimetrici generalmente molto fratturati.

Non sono previsti impianti in corrispondenza di questi terreni, che vanno a configurare una morfologia più aspra e articolata proprio in dipendenza delle caratteristiche litologiche più rigide di questi terreni.

Marne argillose

Questa formazione inframediopliocenica giace in discordanza angolare sui sottostanti depositi del Miocene superiore e dei Trubi del Pliocene inferiore. È costituita da una sequenza di marne e marne argillose di colore grigio-azzurro, grigio biancastre all'alterazione, a frattura concoide e a stratificazione poco evidente. La monotona successione pelitica è interrotta da rare intercalazioni arenaceo-sabbiose di colore grigio-giallastro che diventano via via più frequenti verso l'alto, fino a passare gradatamente alla soprastante formazione sabbioso-arenacea. Lo spessore della formazione può giungere fino a svariate decine di metri.

Alcune parti dell'impianto ricadono su questi terreni.

Quarzareniti calcaree e Sabbie quarzose

Questa formazione rappresenta la facies regressiva di chiusura del ciclo del Pliocene superiore. Il limite con le marne argillose inferiori non è netto ma graduale, in quanto si passa attraverso una sempre più preponderante presenza dei livelli sabbiosi nei confronti di quelli marnosi procedendo dal basso verso l'alto, cosicché la transizione fra le due formazioni si realizza nello spazio di alcune decine di metri. La formazione, potente fino a 200 metri, è data da una sequenza di sabbie quarzose giallastre a granulometria medio-fine, talora siltose, a stratificazione irregolare, a cui si intercalano livelli arenacei o di quarzareniti calcaree.



Depositi alluvionali recenti ed attuali

Tali depositi, di epoca olocenica, affiorano esclusivamente in corrispondenza dei fondivalle delle aste principali rappresentate dall'alveo del Fiume del Tempio ed in minor misura del Torrente della Gatta. Si tratta di depositi alluvionali in facies di conoide alluvionale, piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono, costituiti da tre differenti litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Possiedono uno spessore massimo di circa 20 m, e sono riferibili interamente all'Olocene. Non sono interessati dal progetto.

Depositi di versante ed eluvio-colluviali

Questi depositi affiorano diffusamente in tutta l'area di studio, come copertura pressoché continua di tutte le unità geologiche descritte in precedenza, in corrispondenza delle depressioni impluviali o alla base dei rilievi più acclivi ed estesi. Affioramenti di maggiore estensione e potenza si rinvengono, comunque, in corrispondenza della base dei rilievi più acclivi ed estesi, dove tali depositi presentano generalmente gli spessori più elevati. Si tratta di depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola litofacies a dominante limoso-argillosa. Tali terreni, nei settori di studio, presentano spessori variabili tra 1 e 3 m circa, in aumento da monte verso valle. In qualche caso costituiscono corpi di paleofrana per lo più stabilizzati.



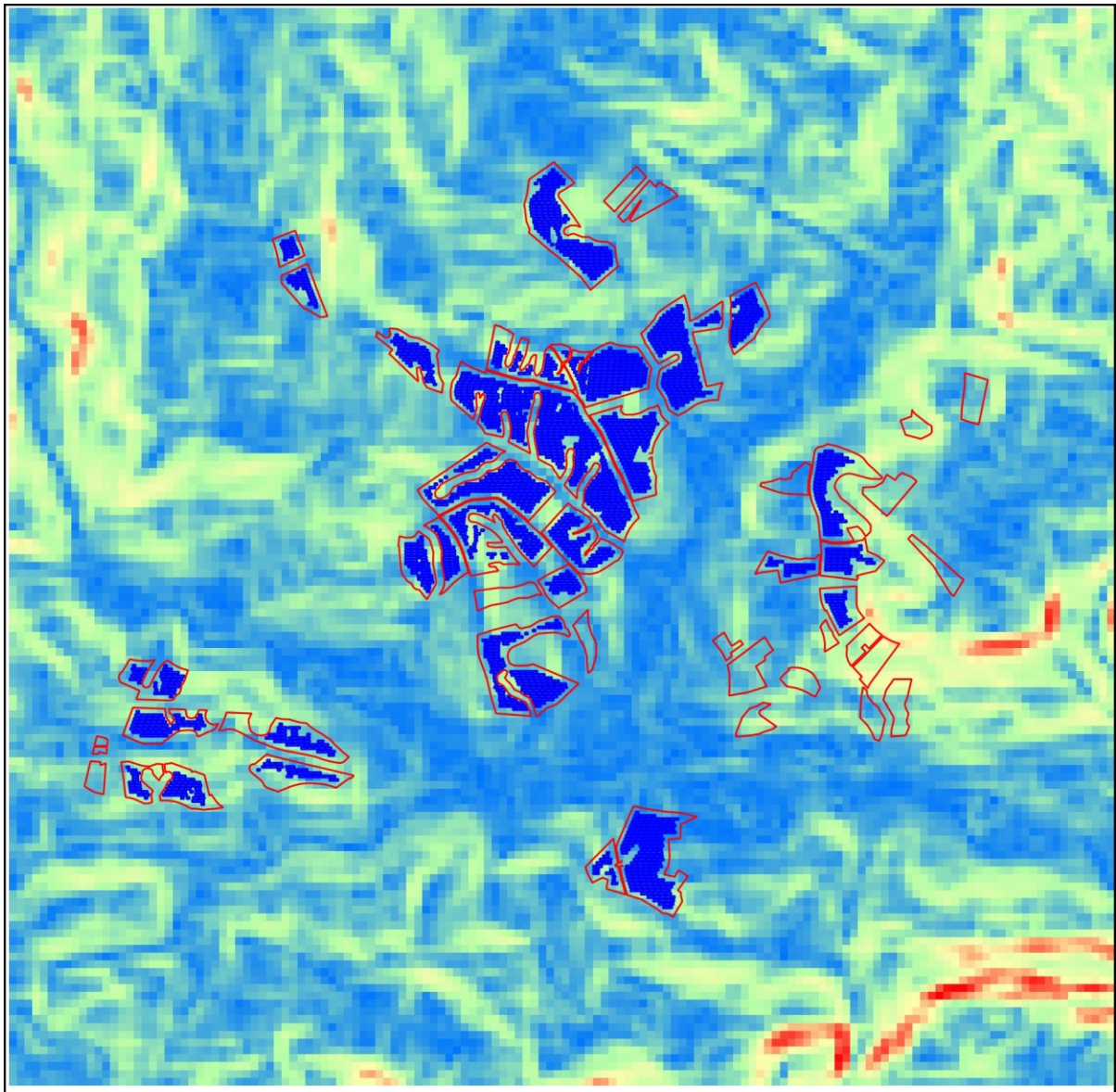
4.2 Caratteristiche morfologiche

La morfologia dell'area è quasi dappertutto di tipo collinare con acclività di versante solo in alcuni casi piuttosto accentuata (fino al 48%). L'acclività di versante è legata alla costituzione geologica delle formazioni presenti, tipicamente le maggiori pendenze, con presenza anche di scarpate molto acclivi, si localizzano in corrispondenza delle formazioni litoidi (Calcarei e Gessi), mentre sui versanti argillosi l'acclività è sensibilmente inferiore.

Le pendenze medie delle aree interessate dal progetto sono comprese generalmente fra il 10 ed il 25%, con balze localmente più acclivi e pendenze generalmente più ridotte nelle aree di fondovalle. Il profilo dei versanti è generalmente uniforme e indica una sostanziale stabilità degli stessi. Le rotture di pendio si verificano in presenza di terreni prevalentemente litoidi (creste rocciose) o in corrispondenza di fenomeni di versante (nicchie di distacco o erosione calanchiva). Queste aree nell'analisi geomorfologica sono comunque state escluse da quelle idonee per l'impianto.

Di seguito sono esposte alcune mappe di acclività delle aree interessate, ove è possibile constatare quanto sopra detto. Il progetto è stato distinto in due aree omogenee, suddivisione che è stata adottata anche nella cartografia geologica e geomorfologica allegata. In particolare, abbiamo un'area a SW, situata fra gli abitati di S. Michele di Ganzaria e Mirabella Imbaccari, denominata Area 1, ed un'area a NE, situata ad Est di Mirabella Imbaccari, denominata area 2. La scala di rappresentazione è di 1:25.000).

Dall'osservazione di queste immagini si può evidenziare che il progetto si sviluppa su aree di versante ad acclività da bassa a moderata. Più in generale, nelle due aree, gran parte del territorio collinare mostra pendenze comprese fra il 12 % ed il 25%, solamente alcune creste rocciose o versanti costituiti da calcari evaporitici o da quarzareniti presentano valori fino al 36%. Le aree di fondovalle sono caratterizzate da una colorazione dominante a toni blu, corrispondenti a pendenze inferiori al 12%. Sono ben riconoscibili le vallate del Torrente del Gatto e del Fiume del Tempio, nonché le incisioni secondarie ad esse affluenti.



Pendenza (%)

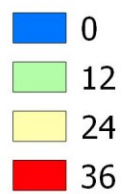
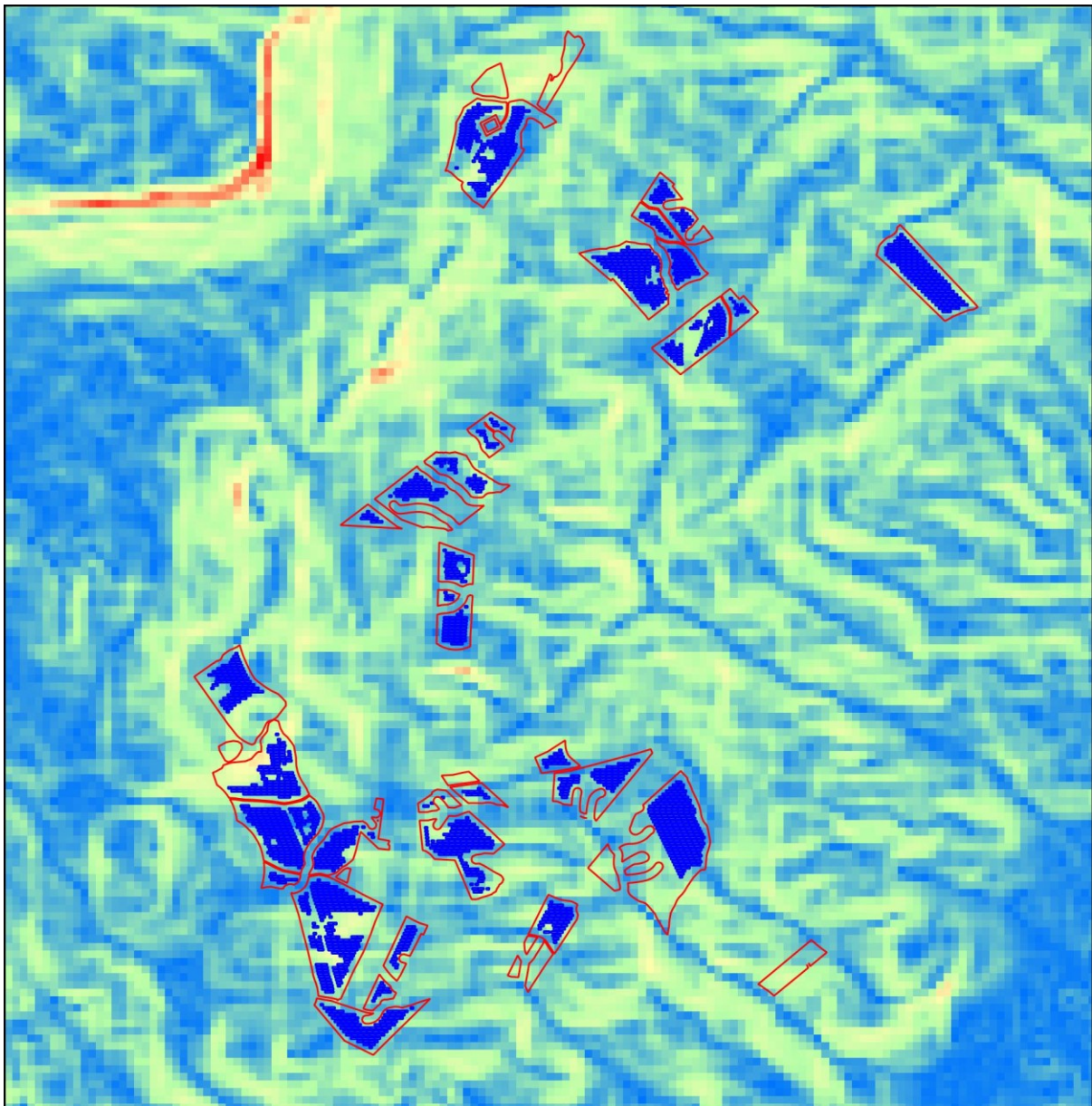


Figura 3 – Carta clivometrica, scala 1:25.000 – Area 1, fra S. Michele di Ganzaria e Mirabella Imbaccari



Pendenza (%)

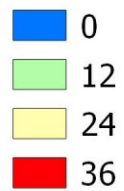


Figura 4 – Carta clivometrica, scala 1:25.000 – Area 2, ad Est di Mirabella Imbaccari



4.3 Caratteristiche geomorfologiche

Gli aspetti geomorfologici sono l'elemento principale da tenere in considerazione per le scelte progettuali. L'acclività di versante da una parte e la presenza di terreni argillosi ed impermeabili dall'altra determina criticità predisponenti a diversi fenomeni di versanti, quali:

- Ruscellamento diffuso ed erosione areale;
- Deflusso concentrato ed erosione lineare;
- Processi di erosione accelerata o calanchivo;
- Movimenti lenti della coltre superficiale (soliflusso);
- Dissesti gravitativi.

L'analisi della cartografia P.A.I. è il punto di partenza per l'esame dell'area sotto il profilo geomorfologico; le aree a pericolosità geomorfologica sono state preliminarmente escluse per l'installazione degli impianti. Successivamente è stato effettuato uno screening preliminare basato sull'analisi delle immagini storiche disponibili su Google earth, mediante rappresentazioni dinamiche in prospettiva tridimensionale. In particolare, lo studio geomorfologico preliminare ha permesso di delimitare le aree geologicamente idonee per l'impianto attraverso l'analisi dei seguenti elementi:

Acclività di pendio: l'analisi tendenzialmente ha escluso dalle aree idonee i versanti con acclività superiore al 25%, cui corrispondono in genere gli affioramenti delle formazioni a consistenza lapidea (calcarei, gessi).

Linee di impluvio: rappresentano uno degli elementi di maggiore importanza. Sono state escluse sia gli alvei torrentizi più evidenti che le linee di impluvio meno marcate ma che comunque costituiscono un elemento ostativo alla realizzazione degli impianti. Le aree di rispetto sono state definite di ampiezza proporzionale all'importanza dell'asta torrentizia e comprendono anche aree di sponda instabili o con processi di erosione lineare o accelerata. Si va pertanto da un minimo di 5 metri (2,5m per lato) per le linee di impluvio minori, allo stato embrionale, fino a 30 m e anche oltre (15+15) per le incisioni torrentizie più importanti. Per tutte queste situazioni gli impianti devono lasciare le distanze opportune dalle aste di drenaggio sia per non ostacolare il normale deflusso delle acque che per evitare l'insorgere di fenomeni erosivi che possano mettere a rischio l'integrità degli impianti stessi. Da notare che le linee di impluvio minori spesso vengono mascherate dalle arature stagionali e che pertanto non tutte possono essere state individuate.

Lagheti collinari, invasi: sono sempre stati esclusi garantendo un'area di rispetto al loro intorno di ampiezza proporzionale alle dimensioni dell'invaso ed in funzione dell'ingombro delle sponde.

Dissesti gravitativi ed aree con erosione accelerata: Le aree sono già state oggetto di esclusione relativamente ai dissesti presenti nella cartografia PAI. Tuttavia nell'analisi sono state individuate ulteriori forme di dissesto e di instabilità di versante da cui le relative aree sono state conseguentemente escluse.

Cumuli di pietre: i cumuli di pietre, sia di forma circolare che disposti lungo i confini dei lotti, nascono in seguito alle attività agricole raccogliendo le pietre rinvenute durante le arature stagionali. Talora i cumuli vengono realizzati dove già esisteva un grosso masso o un affioramento roccioso; generalmente non è stata fatta alcuna esclusione relativa ai cumuli ad eccezione di quelli più grandi che comprendono anche affioramenti rocciosi. La loro individuazione è peraltro immediata su Google Earth e dovranno essere comunque considerati opportunamente in fase di progettazione per via del loro ingombro.

Aree alberate: queste aree spesso fanno parte di lotti più ampi adibiti a seminativo. Le aree alberate per quanto possano essere idonee sotto il profilo geomorfologico, non sono immediatamente utilizzabili se non dopo opere di espanto della vegetazione e ciò spesso compromette la loro idoneità. In questa analisi, pertanto, le aree alberate



ad uliveto fitto e ben tenuto sono state escluse anche se geologicamente idonee. Dove invece l'alberatura è più rada o si tratta di piantumazioni abbandonate, è stato dato un giudizio di idoneità. In ogni caso si lascia alla discrezionalità dell'Azienda.

Il rilievo diretto è stato il passo successivo per la valutazione della idoneità aree per l'impianto, attraverso cui si è ulteriormente affinata la delimitazione delle aree idonee e l'esclusione di quelle non idonee.

I fenomeni attivi lungo i versanti pertanto rimangono il ruscellamento diffuso e l'erosione areale, con possibili movimenti lenti della coltre superficiale (generalmente da 0,50 a 1,0 m di spessore). Pertanto all'interno delle aree considerate come "idonee" sotto il profilo geologico dovranno essere attenzionati questi aspetti.

Di seguito si allega una documentazione fotografica dei fenomeni appena descritti.



Figura 5 – Aspetto tipico delle aree di progetto nella stagione estiva. Visibile la fessurazione superficiale delle argille ("Mud cracks")



Figura 6 – Fenomeni di erosione areale da parte delle acque selvagge



Figura 7 – Erosione dovuta alle acque di ruscellamento superficiale



Figura 8 – Dissesto gravitativo ed erosione calanchiva su ripido versante argilloso

Nelle foto sopra esposte si vedono gli effetti delle prime piogge autunnali sui versanti. Poiché si tratta di terreni impermeabili, le acque ruscellano in superficie lungo i versanti e, ancor prima di giungere alle linee di impluvio del reticolo idrografico, operano sul terreno una erosione di tipo areale o diffusa che si evidenzia attraverso numerose microincisioni con larghezza e profondità da qualche cm fino a 20-30 cm. Dopo le prime piogge, tuttavia, si procede alle arature stagionali che di fatto cancellano le tracce lasciate dalle acque. Nel periodo primaverile questi fenomeni sono più ridotti a causa degli apparati radicali del frumento i quali impediscono o quanto meno riducono i fenomeni erosivi. L'entità dei fenomeni erosivi è funzione della durata e dell'intensità delle piogge. Eventi intensi e prolungati naturalmente generano effetti erosivi più profondi nel terreno.

Quanto sopra descritto rappresenta la normale dinamica geomorfologica sui versanti. Il risultato di questi processi è il continuo trasporto a valle di terreno limoso-argilloso che spesso va ad intasare le stradelle agricole ma anche strade di maggiore importanza. Nella foto seguente si può notare il terreno colluviale accumulato lungo il lato monte di una strada, ove l'altezza del muro indica dove un tempo giungeva il terreno.

Le indagini effettuate generalmente indicano che, al di sotto della coltre superficiale di natura eluviale o colluviale, la formazione in posto possiede discrete caratteristiche meccaniche tali da garantire una sostanziale stabilità di versante. Pertanto nella progettazione dell'impianto vanno necessariamente considerati questi aspetti con interventi di canalizzazione e convogliamento delle acque superficiali esternamente all'impianto, che permettano di mitigare i fenomeni evolutivi e di mantenere l'invarianza idraulica dell'area. In particolare, a distanze costanti sulle aree in pendio dovranno essere intercettate le acque di ruscellamento attraverso la realizzazione di piccole trincee perpendicolari alle linee di deflusso. In tal modo le acque non potranno acquisire velocità e di conseguenza capacità di erosione e trasporto e potranno essere allontanate senza che producano significativi effetti erosivi. Il numero e la distanza fra le trincee potranno essere definiti in funzione dell'acclività di versante mediante apposito calcolo idraulico. L'inibizione dei processi erosivi e la canalizzazione delle acque di ruscellamento garantirà maggiormente la stabilità di versante e la durata dell'impianto. Nell'ambito dei lavori di manutenzione ordinaria dell'impianto, dovrà essere sempre garantita la funzionalità delle opere di regimazione idraulica.



Figura 9 – Terreni colluviali accumulati nella parte inferiore dei versanti a seguito dell'erosione ad opera delle acque di ruscellamento



Figura 10 – Formazione argillosa stratificata messa a nudo dall'erosione lineare

Nella foto sopra esposta si può osservare il contatto fra il terreno di superficie e la formazione argillosa sottostante, messa a nudo dall'erosione lineare in una linea di impluvio. Mentre la coltre superficiale risulta facilmente erodibile, le sottostanti argille (in questo caso si tratta di argille microstratificate consistenti) oppongono una maggiore resistenza all'erosione. Si sottolinea come le pratiche agricole tengano “sotto controllo” i fenomeni erosivi; senza di esse, le dinamiche geomorfologiche sarebbero più rapide ed incisive nella stabilità e nella modellazione dei versanti.

5 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELLE AREE DI PROGETTO

Sotto il profilo idrogeologico, come già anticipato nelle linee generali, a causa della presenza di terreni in prevalenza argillosi e quindi impermeabili o comunque a permeabilità molto bassa, la circolazione idrica sotterranea è assai poco significativa. Soltanto nei fondovalle delle aste fluviali principali può esistere un minimo di deflusso sotterraneo all'interno dei depositi alluvionali. Per il resto, nelle formazioni calcaree lapidee riferibili alla serie evaporitica può configurarsi una circolazione idrica sotterranea più marcata, che alimenta falde acquifere superficiali ed effimere, limitate ai terreni lapidei permeabili per fratturazione. Tali formazioni non sono comunque affioranti nelle aree facenti parte del progetto se non in maniera assai limitata e marginale.

Gli aspetti idrogeologici legati al deflusso delle acque sotterranee si esplicano in maniera più marcata in corrispondenza dei terreni alluvionali di fondovalle, comunque quasi sempre al di fuori delle aree in cui si svilupperà il progetto. Si tratta in ogni caso di falde relativamente superficiali e di modesta importanza, sostenute dal substrato impermeabile delle varie formazioni a prevalente costituzione argillosa affioranti lungo i versanti.

Nel corso dei rilievi è stato individuato un pozzo del tipo scavato, a largo diametro, ubicato in area di fondovalle, profondo circa 9 m, con livello statico posto a circa 7 m da p.c., a testimonianza che nelle aree di fondovalle possono localizzarsi falde acquifere generalmente di modesta importanza, sorrette dalle formazioni argillose di base e contenute in acquiferi alluvionali o comunque terreni sabbioso-limosi o colluviali dotati di una certa permeabilità. La profondità della falda, nel caso citato, non è in grado di generare interferenze con le opere in progetto.

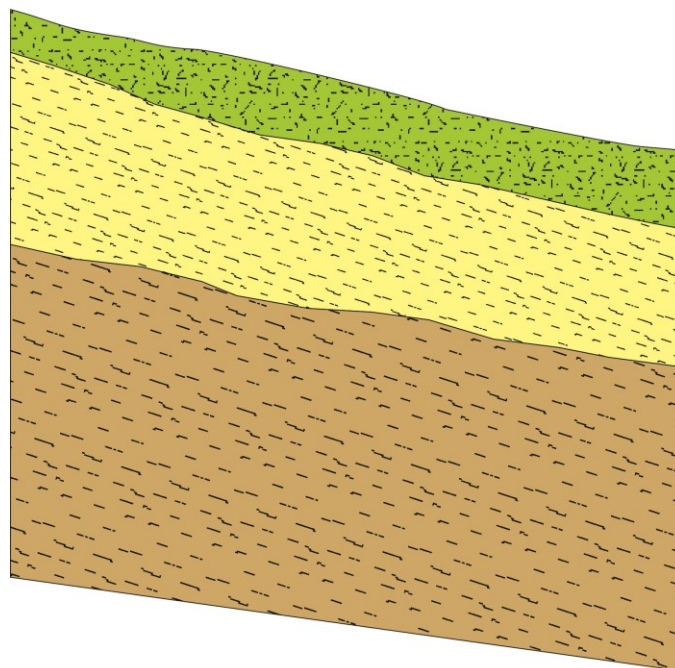


Figura 11 – Pozzo scavato (WGS84 Lat. 37.299588, Long. 14.430187, Quota 389 m s.l.m.)

Di seguito viene mostrata una sezione litostratigrafica tipo di un versante a litologia argillosa e il range dei valori dei parametri geotecnici e delle V_p e V_s per ogni intervallo rappresentato. Questa sezione è utile anche per descrivere il comportamento idrogeologico dei terreni. In particolare, la coltre superficiale (spessa da pochi dm a circa 1 m) è quella che presenta la maggiore variabilità in contenuto d'acqua in rapporto alle precipitazioni meteoriche, durante le quali si ha un prevalente deflusso superficiale ed una lenta imbibizione dei pori che può giungere fino alla quasi totale saturazione. Il substrato argilloso alterato, che può presentare uno spessore anche di svariati metri, è

quello che subisce le fluttuazioni di umidità stagionale, con possibilità di formazione, in superficie, di tipiche fessurazioni da ritiro (*"mud cracks"*) nel periodo asciutto. Tali fessurazioni consentono una temporanea infiltrazione delle acque superficiali fino alla loro completa chiusura in seguito al rigonfiamento. In tal modo, in seguito alle periodiche variazioni di consistenza ed umidità, si genera la fascia di alterazione apicale della formazione agillosa, con caratteristiche meccaniche localmente dipendenti dal contenuto l'acqua. Infine abbiamo il substrato integro, che non mostra variazioni di consistenza ed umidità e possiede le migliori caratteristiche geomeccaniche. Naturalmente, con queste condizioni di bassissima permeabilità, con coefficiente K dell'ordine di 10^{-7} fino a 10^{-9} m/sec, l'infiltrazione efficace sarà praticamente nulla, la circolazione idrica sotterranea non si verifica e le acque meteoriche defluiscono quasi interamente in superficie, alimentando la rete idrografica.

Profilo litostratigrafico del versante (litologia: argille s.l.)



Coltre eluvio-colluviale: spessore 0,2-1,2 m
Vp 300-450 m/s, Vs 110-180 m/s, Cu = 25-80 kPa,
 $\gamma = 17-18 \text{ kN/m}^3$

Substrato argilloso alterato: spessore 2-5 m;
Vp 620-900 m/s, Vs 190-320 m/s, Cu = 40-120 kPa,
 $\gamma = 18-19,5 \text{ kN/m}^3$

Substrato argilloso integro:
Vp 1200-1600 m/s, Vs 300-480 m/s, Cu = 100-250 kPa,
 $\gamma = 19-20,5 \text{ kN/m}^3$

5.1 Descrizione delle singole aree suddivise per settori

Nel corso dello studio e dei rilievi sono stati analizzati anche gli aspetti idrogeologici, oltre a quelli geologici e geomorfologici. In relazione a quanto emerso dagli approfondimenti condotti, è stato possibile definire le principali caratteristiche idrogeologiche nelle differenti aree di progetto.

Come prima specificato, tuttavia, gli aspetti idrogeologici rivestono un'importanza marginale per via della prevalente impermeabilità delle aree di progetto, presso cui si espletano maggiormente deflussi superficiali e connessi fenomeni evolutivi.

Di seguito viene effettuata una dettagliata descrizione delle aree di progetto, riunite in due differenti aree individuate in base alla distribuzione geografica dei campi fotovoltaici. In particolare vengono rappresentati i campi fotovoltaici di progetto su base topografica IGM 1:25.000, tematismi geologici ed idrografici, con ubicazione delle indagini effettuate.

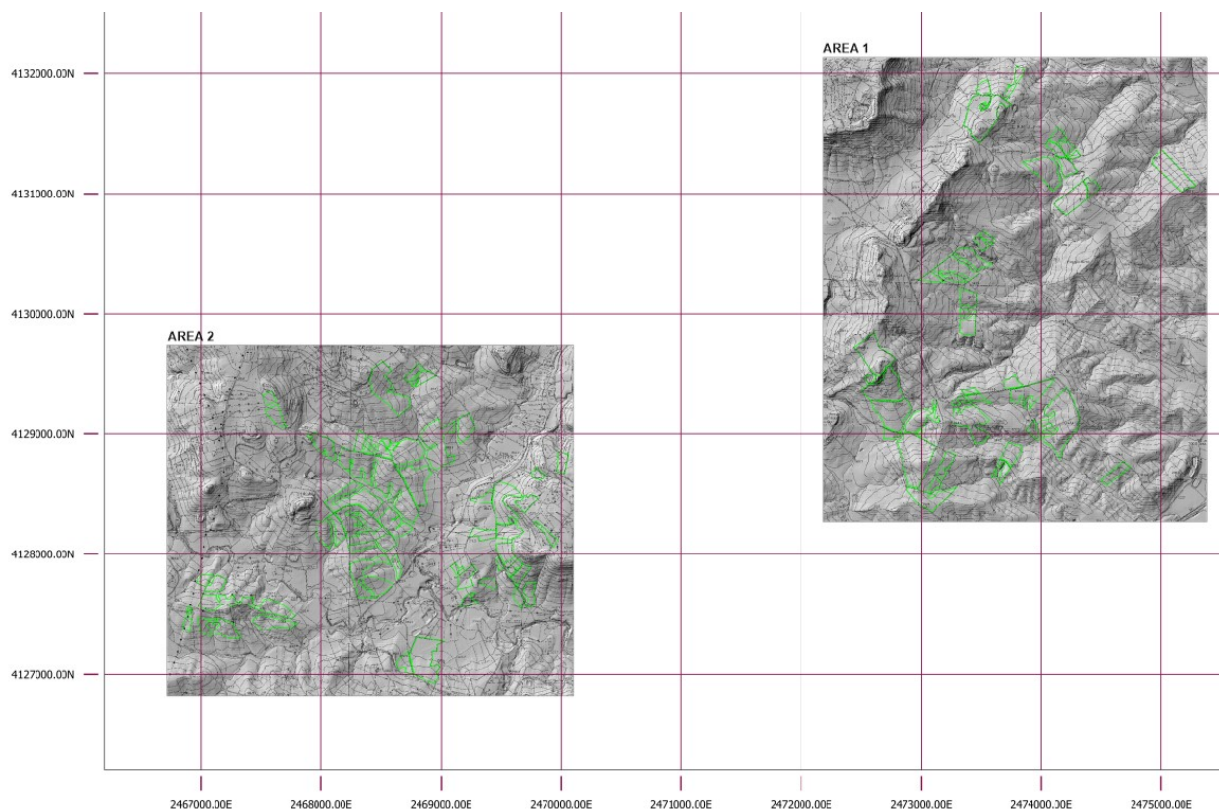
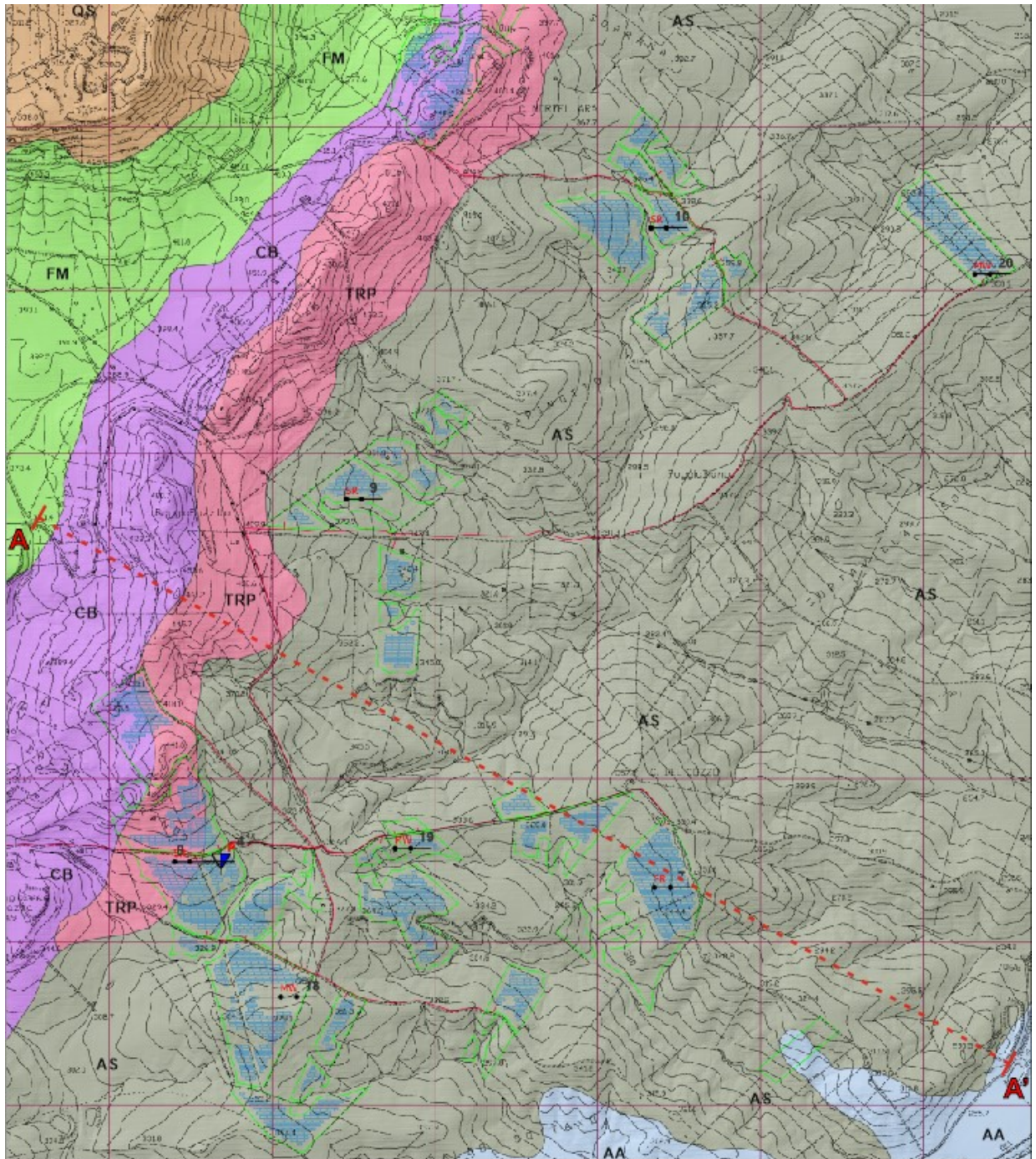


Figura 12 – Quadro d'unione delle aree di progetto

5.2 Area 1 (ad Est di Mirabella Imbaccari)



Quest'area si presenta morfologicamente omogenea, di aspetto tipicamente collinare a causa dell'esteso affioramento di formazioni di natura argillosa. In particolare, la quasi totalità dei campi fotovoltaici ricade sulla formazione delle Argille Scagliose (AS), e solo in minor misura sul Tripoli e sul Calcare di base, nella parte occidentale.

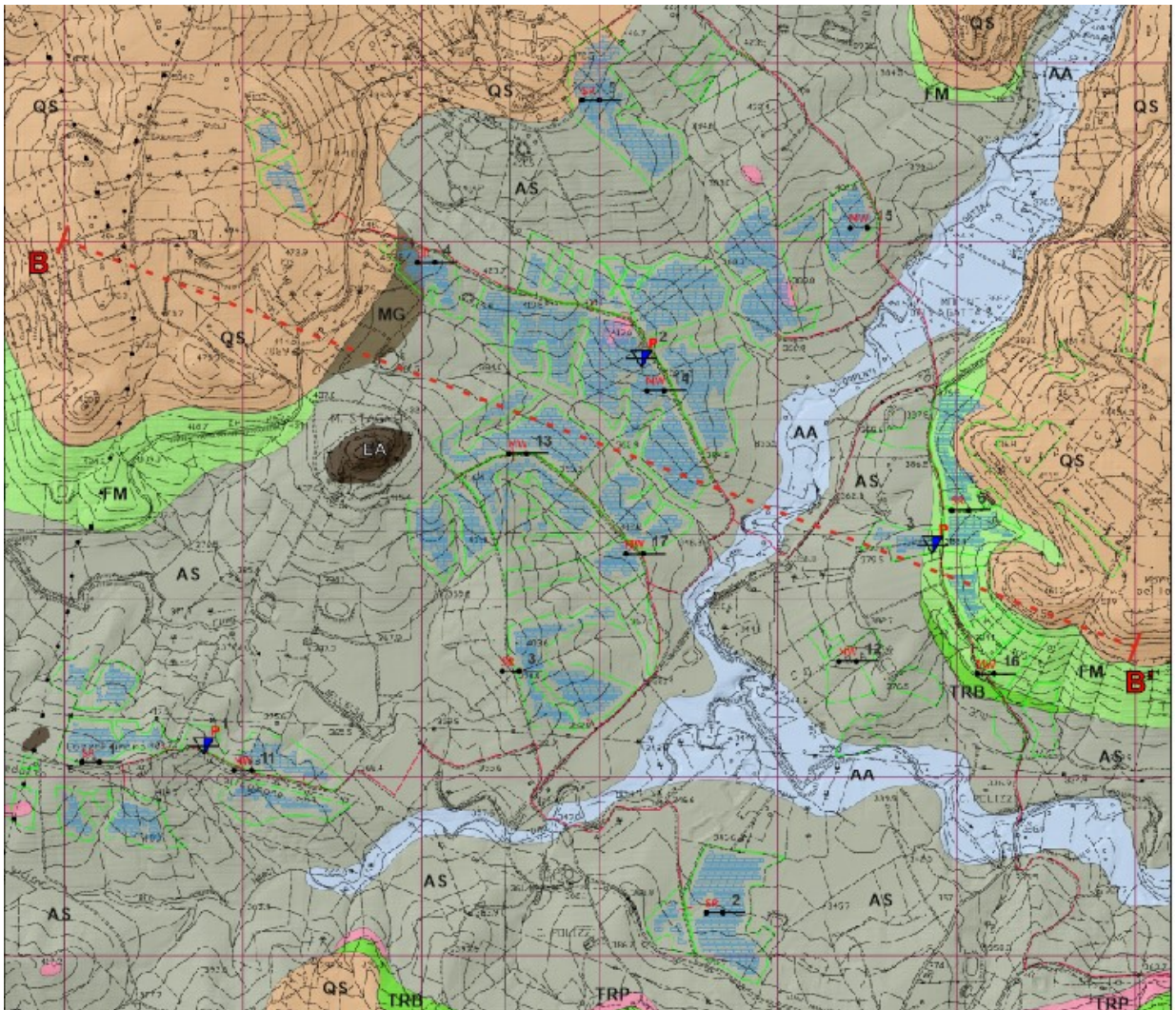


Figura 13 – Morfologia collinare delle Argille Scagliose, sede di gran parte del progetto



Figura 14 – Morfologia delle Argille Scagliose (in primo piano), con la serie Gessoso-solfifera sullo sfondo, a costituire i rilievi

5.3 Area 2 (fra Mirabella Imbaccari e S. Michele di Ganzaria)



Quest'area mostra, parimenti alla precedente, una tipica morfologia collinare conferita dalla natura argillosa di terreno, ad eccezione delle due aree a NW ed a NE, caratterizzate dalla presenza di una formazione quarzarenitico-sabbiosa presso cui si possono individuare versanti più acclivi. Anche in questo caso, i campi fotovoltaici in progetto sono ubicati per la quasi totalità in corrispondenza della formazione delle Argille Scagliose, che possiede una morfologia dolcemente decrescente verso il fondovalle ove è situato l'alveo del Fiume del Tempio, presso cui si ha una morfologia subpianeggiante.



Figura 15 – Veduta da Nord dell'area. Sullo sfondo, l'abitato di S. Michele di Ganzaria. Nel fondovalle si snoda l'alveo del Fiume dell'Elsa. La formazione affiorante è quella delle Argille Scagliose.



6 CONCLUSIONI

Nel presente lavoro sono state descritte le caratteristiche geologico-stratigrafiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni sede del progetto di un impianto fotovoltaico da 120 mWp in territorio di Mirabella Imbaccari, Piazza Armerina e S. Michele di Ganzaria. Lo studio è stato elaborato in ottemperanza alle normative vigenti, in particolare alle nuove NTC 2018, ed è stato svolto sulla base di un rilievo di dettaglio supportato da una campagna di indagini geofisiche e geotecniche in situ, nonché con l'ausilio di dati geognostici diretti e informazioni derivanti da un'ampia documentazione bibliografica e di lavori svolti su terreni analoghi.

Sotto il profilo geomorfologico, lungo le aree di pendio si individuano zone con attività dei processi geomorfici sia di tipo fluviale (erosione lineare o diffusa), o di versante (scollamenti, movimenti gravitativi) che interessano il più delle volte la coltre superficiale e solo in qualche caso coinvolgono anche le porzioni superiori e più alterate dei terreni del substrato geologico. Ciò a causa della natura argillosa scarsamente permeabile dei terreni che determinano un elevato deflusso in superficie delle acque meteoriche. Sono inoltre da evidenziare numerose scarpate di erosione lineare che bordano gli impluvi dei principali corsi d'acqua dell'area, che richiedono una idonea distanza di sicurezza.

In considerazione della morfologia e dell'acclività di versante, nonché delle dinamiche geomorfologiche in atto in concomitanza con gli eventi piovosi più intensi e/o prolungati, è fondamentale prevedere, al fine di garantire nel tempo la stabilità e l'efficienza degli impianti:

- una fascia di rispetto dalle linee di impluvio minori, di ampiezza proporzionale alle loro dimensioni ed importanza (le aste torrentizie principali sono già state escluse dalle aree idonee);
- appropriati interventi di drenaggio, regimazione e canalizzazione delle acque per la mitigazione degli effetti erosivi delle acque di ruscellamento e di decadimento delle caratteristiche meccaniche per l'imbibizione del primo sottosuolo. Sono da prendere anche in considerazione interventi di inerbimento dei terreni in pendio al fine di ridurre la velocità delle acque di ruscellamento, e mitigare i fenomeni di erosione lineare o di denudazione. Prevedere infine una regolare manutenzione delle opere di canalizzazione delle acque superficiali perimetralmente ed anche all'interno dei campi fotovoltaici per assicurare una efficace azione di intercettazione, convogliamento ed allontanamento delle acque superficiali negli impluvi di naturale recapito;
- Considerati i movimenti lenti gravitativi lungo il pendio cui potrebbe essere soggetta la coltre superficiale nei periodi di imbibizione, le strutture portanti devono attestarsi sul substrato geologico in posto.

Sotto il profilo idrogeologico, considerato che presso le aree di progetto sono affioranti terreni di natura argillosa pressoché impermeabili, la circolazione idrica sotterranea è praticamente assente e poco significativa, anche a causa dell'elevato spessore delle formazioni argillose che assumono il ruolo di substrato impermeabile. Le acque meteoriche, come visto sopra, alimentano quasi esclusivamente il deflusso in superficie con i conseguenti fenomeni evolutivi che assumono la maggiore importanza a livello progettuale.

Visto quanto detto sopra, e tenendo in considerazione in sede progettuale gli interventi sopra descritti, l'impianto potrà essere realizzato in condizioni di stabilità e sicurezza con piena fattibilità sotto il profilo geologico e geomorfologico.

Il tecnico relatore
(Dott. Geol. Domenico Boso)