



REPUBBLICA ITALIANA
Regione Sicilia
Comune di Petralia Sottana



Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Impianto Agrivoltaico Avanzato Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MWp sito nel comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere connesse.

- PROGETTO DEFINITIVO -

Petralia S.r.l.

a Company of TOZZIgreen

COMMITTENTE

Petralia S.r.l.
Capitale Sociale € 10.000,00 i.v.
R.E.A. n. RA-253435
VAT IT02762620397

Tel. +39 0544 525311

Sede legale ed Uffici Amministrativi
Via Brigata Ebraica, 50 - 48123 Mezzano (RA) Italy
tozzi.re@legalmail.it

Fax. +39 0544 525319

www.tozzigreen.com



PROGETTAZIONE

I.C.A. engineering s.a.s.
C.F./P.IVA 01718630856
Sede legale Via Malta, 5 - 93100 Caltanissetta (CL)
tel. 0934-556646\ fax 0934-555464
e-mail info@icaengineering.it
www.icaengineering.it

Organizzazione con Sistema di
Gestione per la Qualità
Certificato UNI EN ISO
9001:2015 (certificato n. 3847
rilasciato da ISE. CERT. SRL)

PROGETTAZIONE GENERALE
Ing. Fabio S. Corvo
Ing. Dario D. Corvo

PROGETTAZIONE STRUTTURALE
Ing. Fabio S. Corvo
Ing. Fabio Alabiso

PROGETTAZIONE VIABILITA'
Ing. Dario D. Corvo

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Ing. Fabio S. Corvo

STUDIO GEOLOGICO
dott.geol. Massimiliano M. Rizzo

STUDIO AGRONOMICOM
dott.for. Giacomo Maria Vincenzo Lo Piccolo
dott.for. Vincenzo Caruana

COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA
Ing. Dario D. Corvo

VERIFICA PREVENTIVA INTERESSE ARCHEOLOGICO
dott. Filippo Ianni

COLLABORAZIONE S.I.A. ED ELABORAZIONI GRAFICHE
Arch. Giovanni La Rocca

ASSICURAZIONE QUALITA'
Ing. Fabio S. Corvo

ELABORATO

**RELAZIONE IDROLOGICA E
IDRAULICA DEGLI IMPLUVI
ESISTENTI**

PROGETTAZIONE:



COMMITTENTE



Scala

Pratica

Codice elaborato

261pr

RS06REL0016A0

B						
A	FEBBRAIO 2024	PRIMA EMISSIONE	FABIO S. CORVO	CINZIA CICCHITTI	FABIO TORREGROSSA	CRISTIANO VITALI
Rev	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato

Questo documento e' di nostra proprieta' esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza la nostra autorizzazione.

Sommario

1. Premessa.....	. 2
2. Quadro Normativo.....	. 2
3. Il progetto.....	. 4
3.1. Descrizione sintetica del progetto.....	. 4
3.2. Dati catastali.....	. 11
3.3. Ubicazione degli interventi.....	. 15
4. Lo stato di fatto dell'area.....	. 20
4.1. Analisi dello stato di fatto dell'area di progetto.....	. 20
4.2. Rilievo fotografico stato di fatto.....	. 24
4.3. Analisi morfometrica dello stato di fatto.....	. 29
5. Caratteristiche idrografiche e idrologiche.....	. 30
5.1. Idrografia.....	. 30
5.2. Idrologia e idraulica.....	. 31
5.2.1. Determinazione delle altezze di possibilità pluviometrica.....	. 31
5.2.2. Definizione dei bacini idrografici.....	. 35
5.2.3. Calcolo dei tempi di corrivazione dei bacini idrografici.....	. 36
5.2.4. Calcolo delle portate massime.....	. 38
6. Interventi per la regimazione delle acque per le opere in progetto....	42
7. Studio idraulico e codice di calcolo utilizzato.....	. 44
8. Geometria del modello idraulico.....	. 47
8.1. Geometria.....	. 47
8.2. Condizioni al contorno.....	. 48
9. Analisi dei risultati ottenuti e conclusioni.....	. 50
10. ALLEGATI.....	. 52

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

1. Premessa

Il presente studio è volto a verificare l'attuazione dei principi di invarianza idraulica in merito alla proposta progettuale, avanzata della società "Petralia s.r.l.", finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare rinnovabile di potenza pari a 40,57 MWp da realizzarsi nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

La presente relazione riguarda i canali e gli impluvi esistenti all'interno dell'agrivoltaico avanzato, nello specifico è stata svolta la verifica per T 200 anni richiesta dalle NTC 2018 al paragrafo 5.1.2.3 per gli attraversamenti idraulici in progetto. Gli impluvi in oggetto che interessano l'area dell'agrivoltaico non ricadono in areali censiti dal vigente PAI e/o dal PRGA.

2. Quadro Normativo

Con la pubblicazione delle Norme di Attuazione a supporto della "Direttiva 2007/60/CE" dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Sicilia, riferita alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, è stato disposto il quadro di riferimento per la gestione dei fenomeni alluvionali, con la redazione del "Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA). Detto documento si pone l'obiettivo di ridurre le conseguenze per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, ecc. così come riportato nell'art1. Comma 1 della "Direttiva 2007/60/CE. Il PGRA è redatto ai sensi dell'art.7 del D.Lgs 49/2010 nell'ambito delle attività di pianificazione di cui agli artt. 65,66,67 e 68 del D.Lgs 152/2006.

I concetti di invarianza idrologica ed invarianza idraulica vengono di seguito esplicitati.

Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione;

Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi

Per quanto concerne i principi dell'invarianza idrologica ed idraulica enunciati nel PGRA, l'Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente ha emanato il D.D.G. n.102 contenente gli "indirizzi applicativi sull'invarianza idraulica (circolare dell'Autorità di Bacino, prot. n. 6834 del 11/10/2019) e le linee guida tecniche

Per quanto riguarda gli attraversamenti, sia esistenti sia in progetto, l'Autorità di Bacino ha emanato il D.S.G. n.71/2022 "Approvazione delle Direttive per la verifica

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petalia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

3. Il progetto

3.1. Descrizione sintetica del progetto

La Società “Petralia s.r.l.” è proponente di una iniziativa finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica, da realizzare nel territorio comunale di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” su una superficie complessiva di circa 96 ha.



Figura 1: Ortofoto con individuazione delle opere in progetto

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

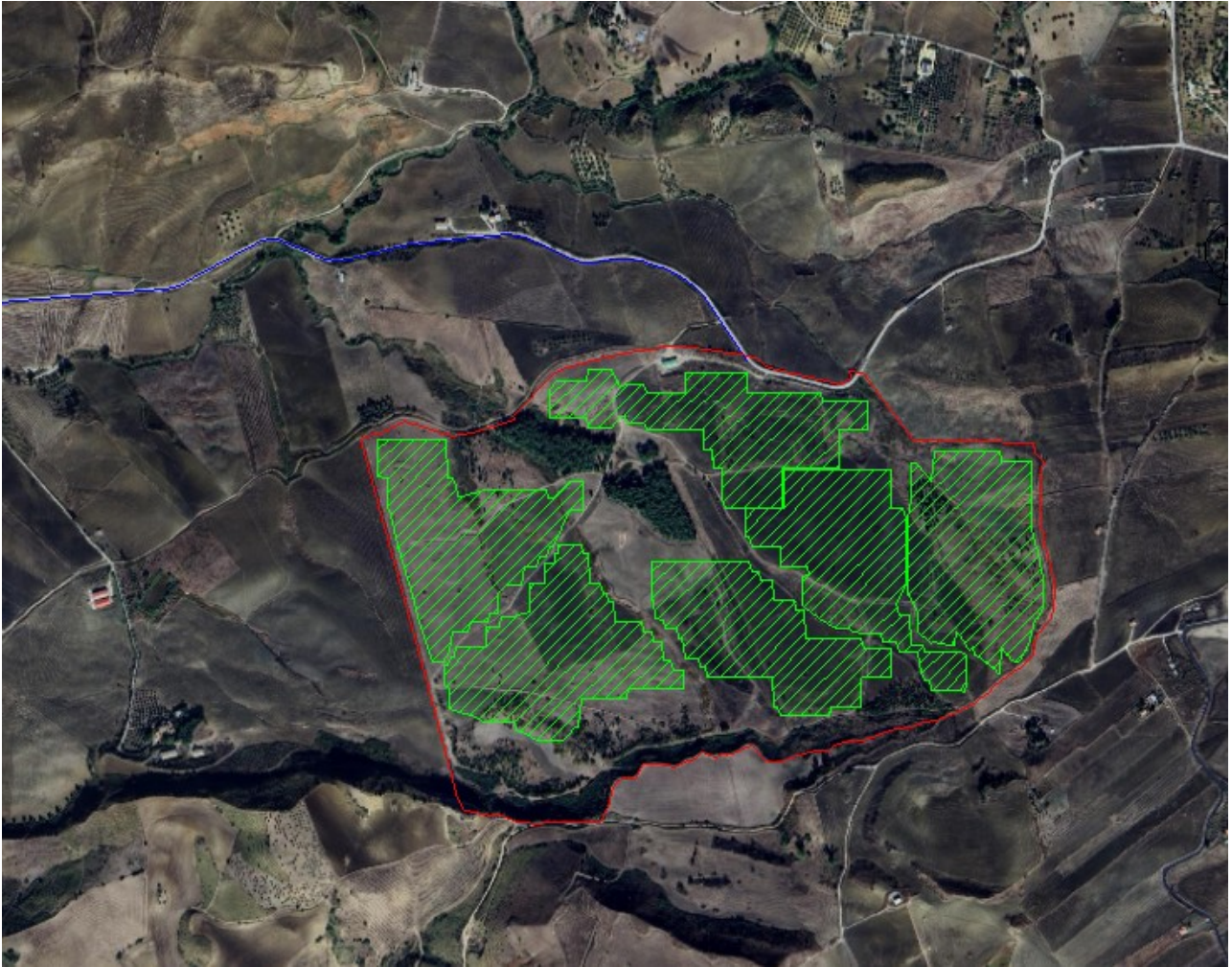


Figura 2: Ortofoto con individuazione area in esame

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

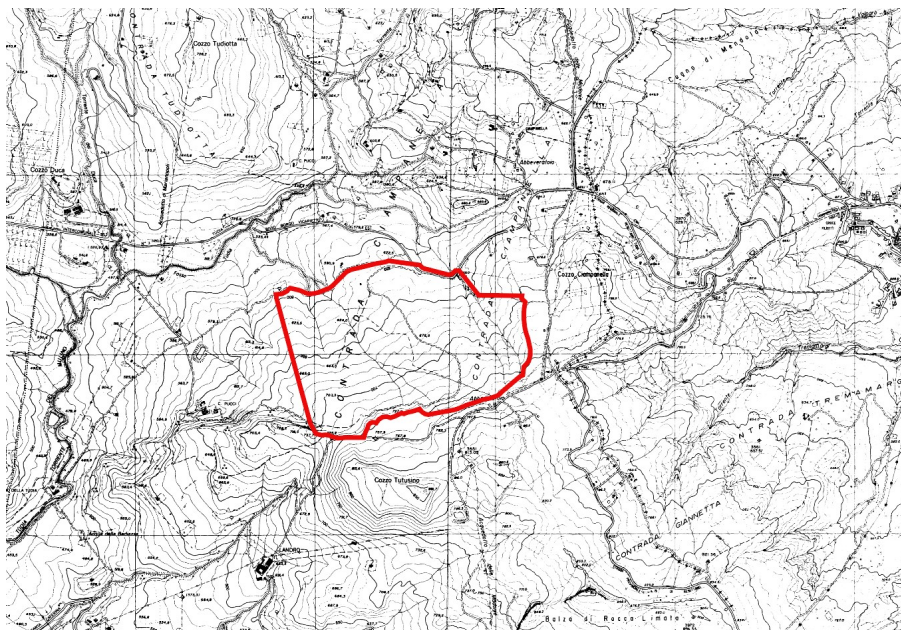


Figura 3: Inquadramento territoriale - stralcio IGM con individuazione dell'impianto agrivoltaico in progetto

L'impianto "agrivoltaico avanzato" proposto, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm., è stato redatto in ottemperanza alle indicazioni di cui alle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" (MITE, 27 giugno 2022), col fine di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

A tal fine è stato utilizzato un approccio integrato e multidisciplinare con l'obiettivo di realizzare un progetto che avesse elevati standard di sostenibilità ambientale e, soprattutto, agronomica.

La filosofia alla base dell'iniziativa in esame è che la progettazione, la gestione e la conduzione di un sistema complesso come un parco agrivoltaico non possano mai prescindere dalla preminente importanza della parte agronomica rispetto a quella di produzione di energia. L'impianto deve, inoltre, inserirsi correttamente nel territorio e integrarsi con il circostante tessuto agricolo, paesaggistico e naturalistico della zona.

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Il progetto in esame avrà una potenza elettrica pari a 40,57 MWp quale risultante dalla somma delle potenze elettriche di n. 6 sottocampi di potenza ciascuno pari a 6,76 MWp. Ciascun sottocampo è costituito mediamente da n. 9.263 moduli monocristallini di potenza unitaria pari a 730 Wp. La superficie complessiva della proprietà è di circa 96 ettari.

Nella scelta della soluzione tecnica da impiegare nel presente progetto si è optato per l'utilizzo di moduli di nuova generazione posizionati su sistemi di supporto ad inseguimento (tracker), in quanto:

- consentono di coltivare la superficie interessata dall'installazione fotovoltaica, poiché non si creano zone d'ombra concentrata grazie alla lenta rotazione da est a ovest permessa dal sistema ad "inseguimento solare";
- è possibile regolare l'inclinazione dei tracker in relazione sia alle esigenze delle colture in funzione dello stadio fenologico sia all'eventualità di ricorrere ad operazioni colturali (come la concimazione o la semina), che richiedano il passaggio di mezzi con altezza superiore alla minima distanza del pannello dal suolo.

I moduli fotovoltaici, che occuperanno complessivamente una superficie di circa 18 ettari, saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno (tracker), ad inseguimento solare monoassiale infisse nel terreno, e connessi elettricamente in stringhe serie/parallelo su *inverter* centralizzati. I tracker che ruotano sull'asse est-ovest seguendo l'andamento del sole verranno disposti sui pali di fondazione ad infissione nel terreno naturale sino ad una determinata profondità, in funzione della tipologia di terreni e dell'azione del vento disposti lungo l'asse nord-sud su file parallele, opportunamente distanziate tra loro con un interasse (pitch) pari a m 6,5 per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. Lo spazio libero minimo nell'interfila tra una schiera e l'altra di moduli fotovoltaici, quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo (tilt pari a 0°), ovvero nelle ore centrali della giornata, è pari a 4,1 metri.

L'altezza dei pali di fondazione garantisce un franco minimo da terra dei moduli fotovoltaici di 2,30 metri (angolo di tilt +/- 50°, all'alba e al tramonto), al fine di consentire la continuità delle attività agricole e zootecniche anche sotto ai moduli fotovoltaici

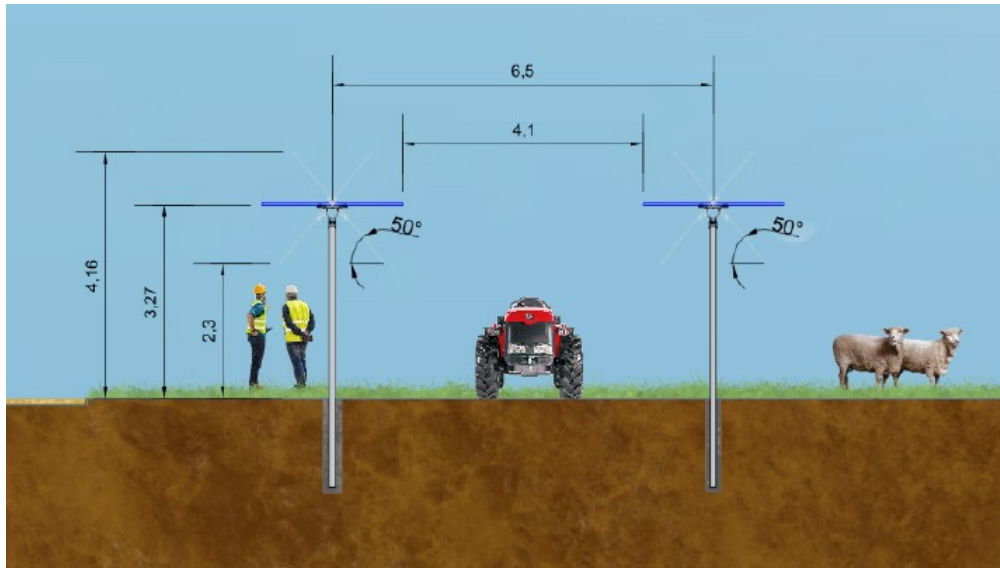


Figura 4: Sezione tracker monoassiali e interasse (misure in metri)

Le strutture di sostegno si dividono in tre tipologie composte da stringhe di 56 moduli, 42 moduli e 28 moduli. Questi presentano larghezza complessiva pari a circa 2,4 m e si estendono in lunghezza rispettivamente per 76,9 m, 57,8 m e 38,2 m.

L'ampiezza dell'interfila consentirà pertanto un facile passaggio delle macchine operatrici convenzionali e le lavorazioni del suolo non presenteranno quindi particolari problematiche: l'aratura, l'epicatura e la semina, verranno infatti effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta e larghezze variabili ampiamente rientranti nelle misure sopra riportate, trainati da convenzionali trattori agricoli aventi una carreggiata massima di 2,50 m per via della necessità di percorrere tragitti anche su strade pubbliche.

L'energia prodotta dal campo agrivoltaico verrà convogliata e trasformata tramite n.6 *Transformer Station*. A ciascuna *Transformer Station* afferisce una quota-parte del generatore fotovoltaico. Le *Transformer Station* sono state opportunamente dislocate all'interno dell'area di proprietà del committente

Le varie sotto-aree di impianto sono collegate fra loro mediante cavidotti interrati in AT che convogliano la potenza verso cabina di sezionamento nelle vicinanze della Stazione Elettrica Terna (nuova SE Caltanissetta 380 / 150 / 36 kV).

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Per il collegamento alla RTN sono previste le seguenti opere:

- cavidotti interrati, avente lunghezza complessiva di circa 16 Km, che si diparte dall'impianto e seguendo il tracciato delle SP 121 e SS121 raggiunge la cabina di sezionamento ubicata nel Comune di Villalba (CL);
- Cabina di sezionamento, nel Comune di Villalba (CL), avente accesso da viabilità pubblica che si diparte dalla SS 121;
- Collegamento in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV della nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380 / 150 / 36 kV della RTN, da inserire in entrata – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaromonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta.



Figura 5: Ortofoto con individuazione della Cabina di Sezionamento (in magenta) dell'Ampliamento a 36kV (in nero) e della SE (in verde)

L'agrivoltaico è completato da:

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione). Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza potranno essere alimentati da un generatore temporaneo diesel di emergenza e da un sistema di accumulo ad esso connesso (sola predisposizione).

In ultimo si rappresenta che la Superficie Agricola Utile di progetto sarà pari a 75,51 ha a fronte della attuale SAU pari a 79,38 ha.

Le aree dell'impianto agrivoltaico sono nelle disponibilità della società richiedente in forza del contratto preliminare per la costituzione di diritti di superficie e servitù, sottoscritto con il proprietario delle aree interessate dall'impianto agrivoltaico, regolarmente registrato e trascritto.

3.2. Dati catastali

L'impianto agrivoltaico verrà installato sui terreni, nella disponibilità del Proponente, siti nel Comune di Petralia Sottana (PA) e catastalmente individuati come descritto nella tabella seguente.

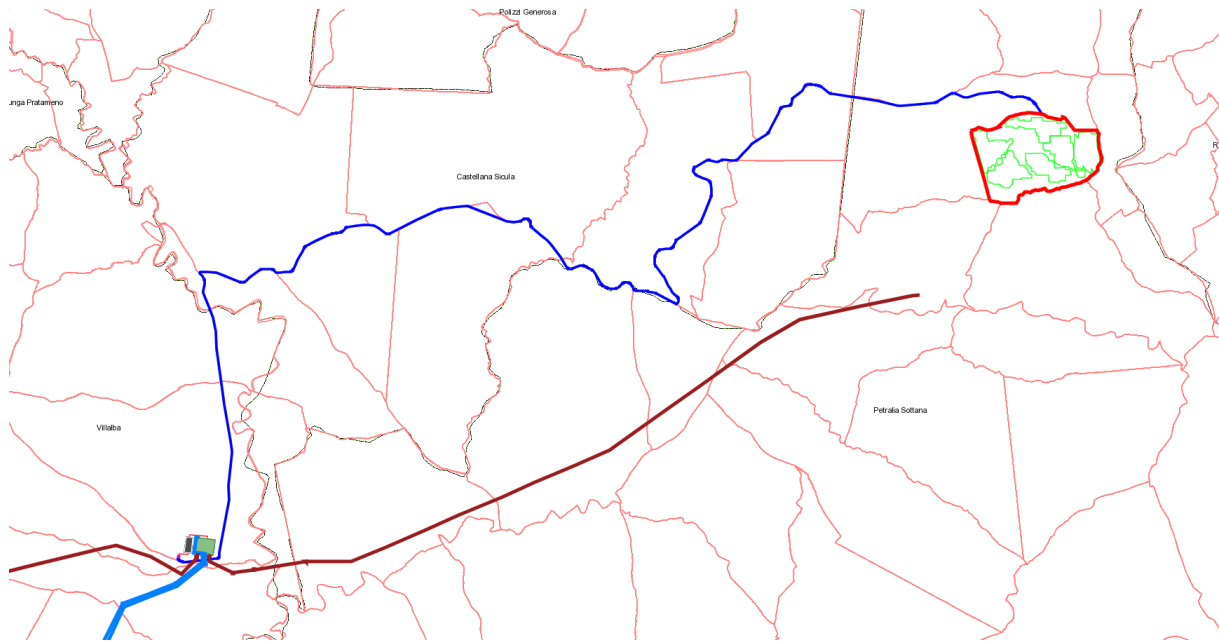


Figura 6: Inquadramento Catastale con individuazione delle opere in progetto

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi

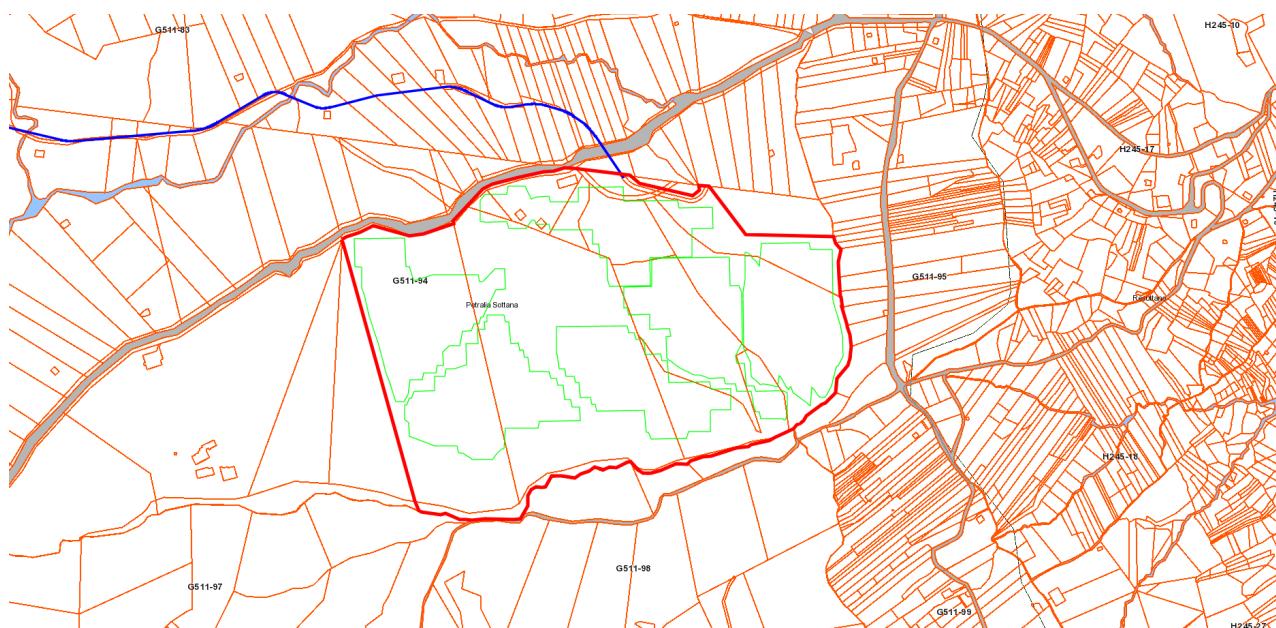


Figura 7: Stralcio del foglio di mappa n.94 – Comune di Petralia Sottana (PA) - con individuazione dell'area di proprietà del richiedente (in rosso) della superficie occupata dai pannelli (in verde) e del cavidotto (in blu).

DATI CATASTALI - IMPIANTO AGRIVOLTAICO			
COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	NOMINATIVI INTESTATARI
PETRALIA SOTTANA (PA)	94	32	SOCIETA' AGRICOLA FRATELLI ZODA S.S. con sede in VILLALBA (CL) CF 01984930857
		33	
		76	
		85	
		86	
		107	
		109	
		113	
		114	
		251	
		252	
		297	
		298	
		299	
		300	
310			
312			

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi

		313	
		315	
		316	
		318	

La cabina di sezionamento, l'ampliamento e la Stazione Elettrica (SE) sorgeranno invece nel comune di Villalba (CL) Sez. A in aree censite in catasto terreni al foglio di mappa n.53 particelle nn. 294 – 293 – 282 e 281.

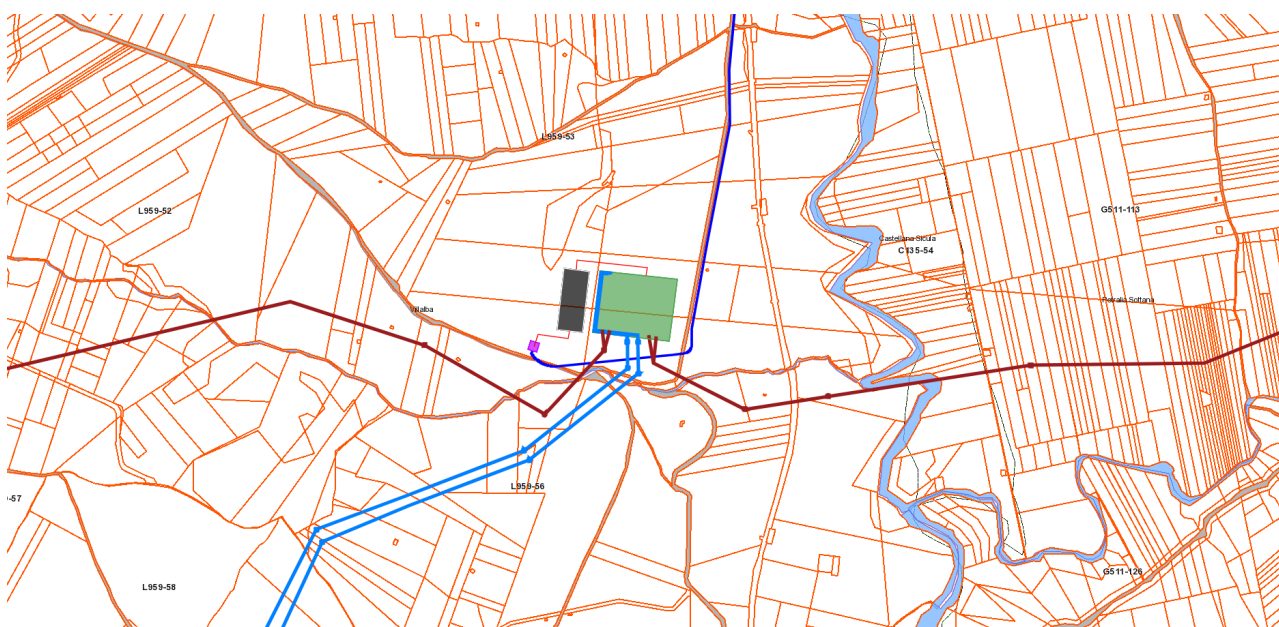


Figura 8: Stralcio del foglio di mappa n.53 – Comune di Villalba - con individuazione della Cabina di Sezionamento (in magenta) dell'Ampliamento a 36kV (in nero) e della SE (in verde)

DATI CATASTALI - IMPIANTO AGRIVOLTAICO			
COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	NOMINATIVI INTESTATARI
VILLALBA (CL)	53	294	CALARCA ROSALIA nata a SAN GIOVANNI GEMINI (AG) il 31/07/1957
			IMPALLI ADRIANA nata a CAMMARATA (AG) il 11/11/1965

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

			IMPALLI GIUSEPPE nato a CAMMARATA (AG) il 23/02/1957
		293	SCARLATA ADDOLORATA nata a PALERMO (PA) il 15/02/1949
			SCARLATA ANTONINO nato a VILLALBA (CL) il 11/02/1953
		282	CALARCA ROSALIA nata a SAN GIOVANNI GEMINI (AG) il 31/07/1957
			IMPALLI ADRIANA nata a CAMMARATA (AG) il 11/11/1965
			IMPALLI GIUSEPPE nato a CAMMARATA (AG) il 23/02/1957
		281	SCARLATA ADDOLORATA nata a PALERMO (PA) il 15/02/1949
			SCARLATA ANTONINO nato a VILLALBA (CL) il 11/02/1953

Per quanto riguarda la Stazione Elettrica RTN a 380/150kV “Caltanissetta”, i raccordi aerei in entra-esce sulla linea a 380kV “Chiaramonte Gulfi - Ciminna” nonché i relativi sostegni, si riporta in calce lo stralcio catastale con individuazione delle opere in progetto.

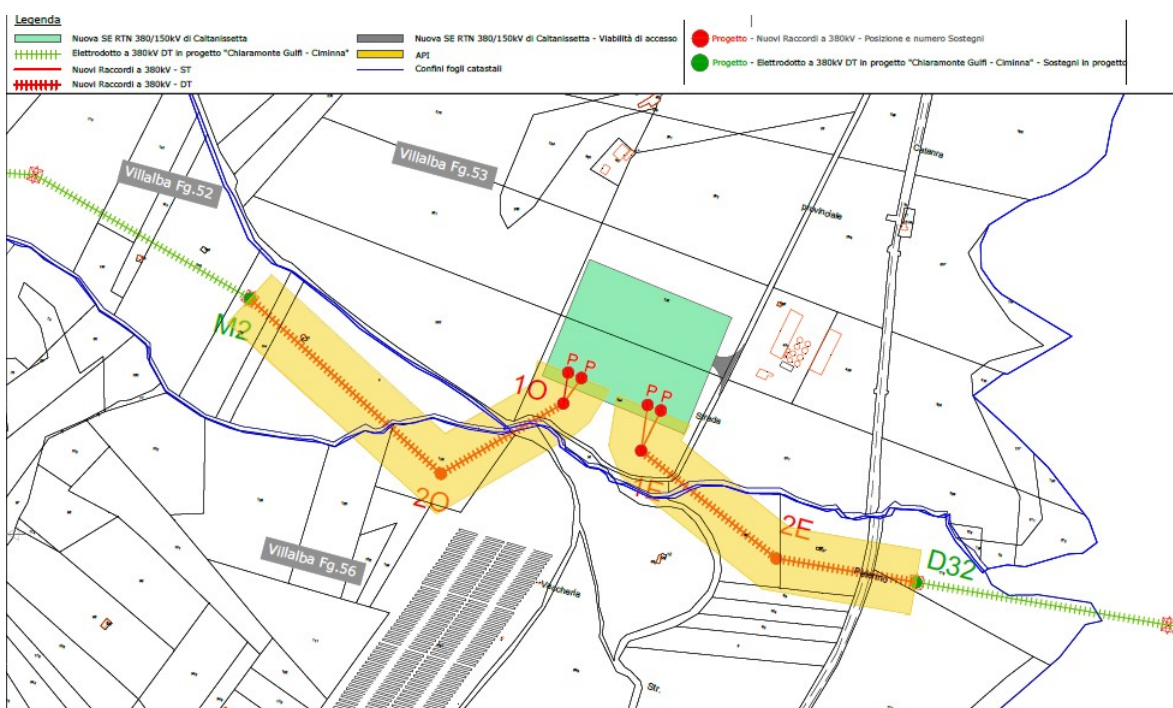


Figura 9: Raccordi alla RTN a 380kV – Planimetria catastale con Area Potenzialmente Impegnata

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

3.3. Ubicazione degli interventi

Il progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MWp è ubicato nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” mentre le relative opere connesse ed infrastrutture necessarie per la connessione alla RTN ricadono nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL).

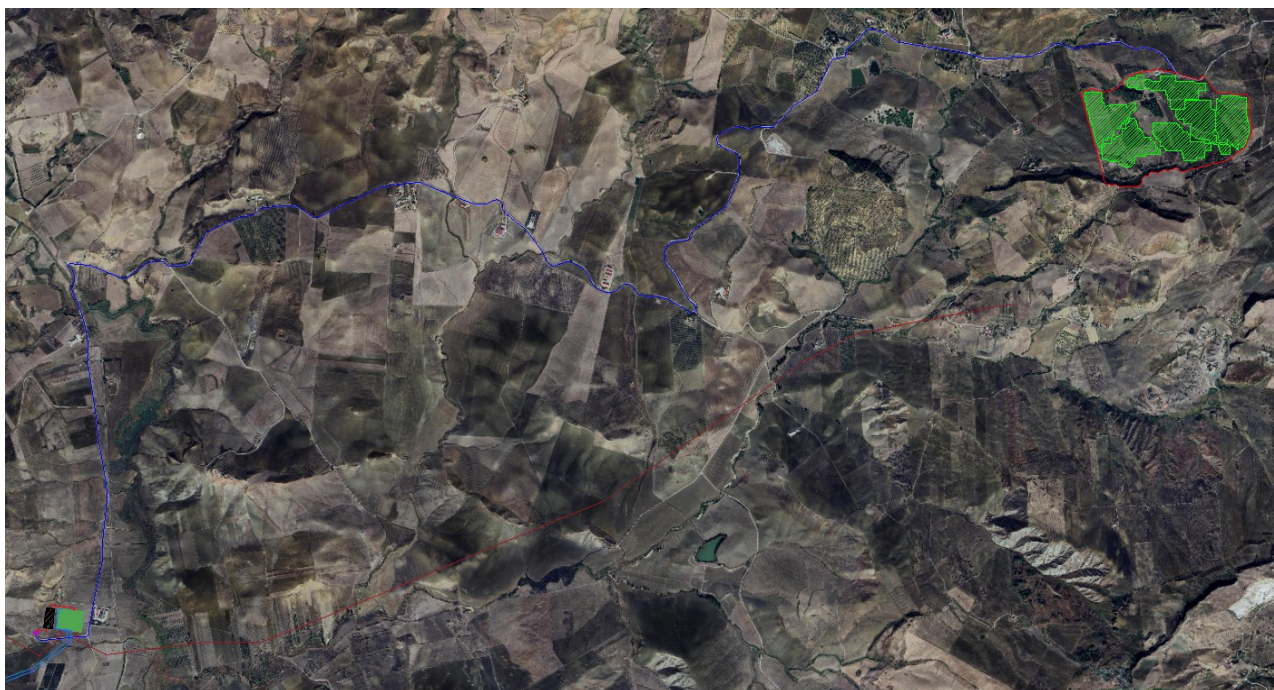


Figura 10: ortofoto con individuazione dell'agrivoltaico e delle opere per la connessione alla RTN

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico si trova in località “Ciampanella e Tudia” nel territorio comunale di Petralia Sottana (PA).

Dal punto di vista cartografico l'area ricade e nel foglio n° 621, Il Quadrante, Orientamento S.O. e nel foglio n° 622, III Quadrante della carta d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano e a cavallo tra le sezioni n° 622090; 621120 621110 e 621150 della Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione Siciliana, Assessorato del Territorio e dell'Ambiente.

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

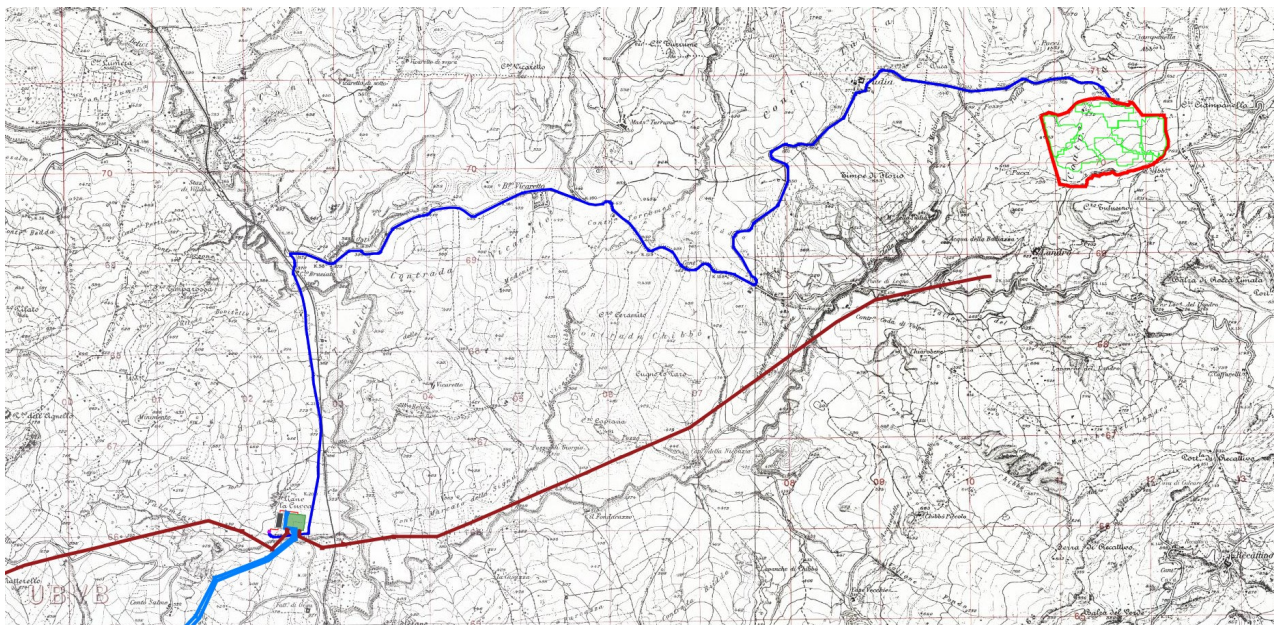


Figura 11: Cartografia IGM con individuazione delle opere in progetto.

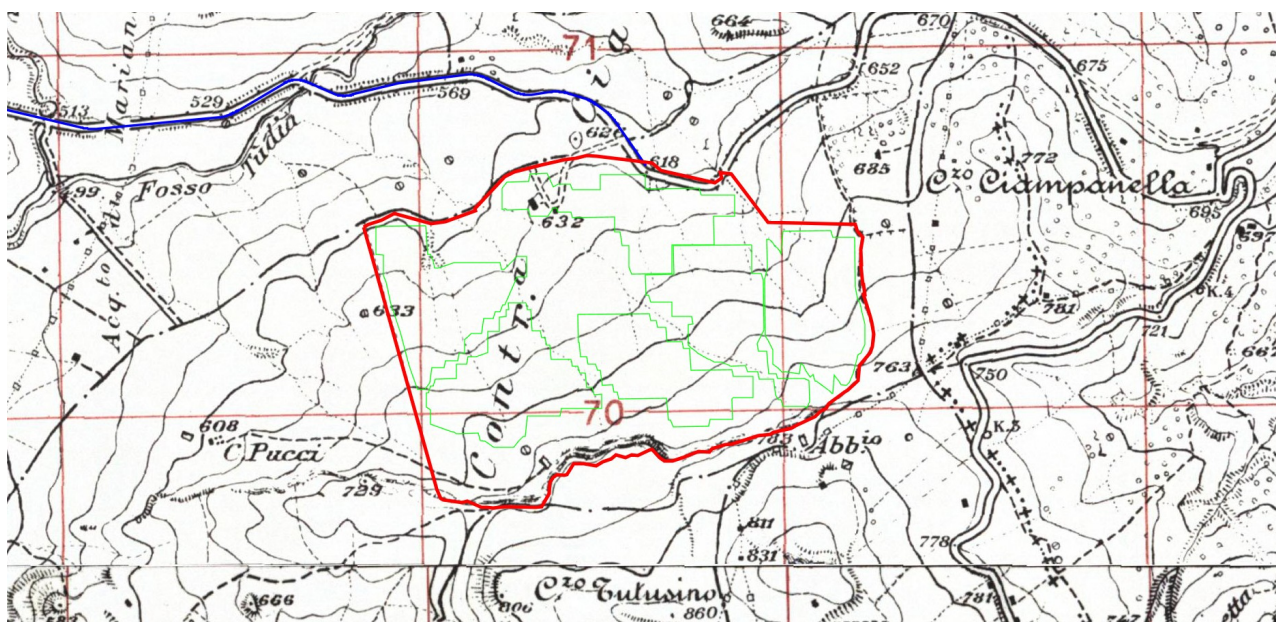


Figura 12: Cartografia IGM con individuazione dell'area di proprietà (in rosso) della superficie occupata dai pannelli (in verde) e del cavidotto (in blu).

Le coordinate baricentriche sono riportate nella tabella in calce:

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

(Google Earth™ – Coordinate: geografiche - Datum: wgs 84):
Coordinate baricentriche 411511.21 m E 4170044.40 m N

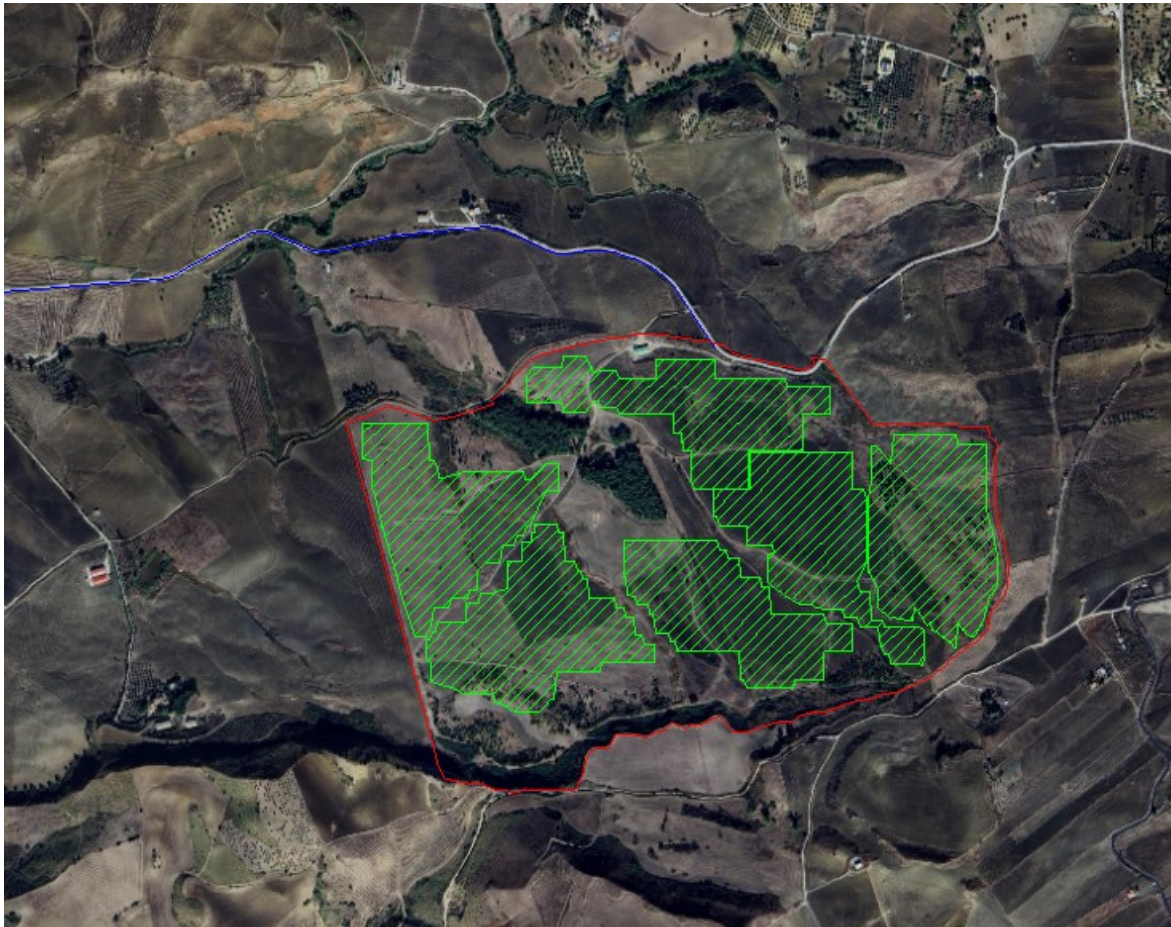


Figura 13: estratto di Google Earth con individuazione dell'area di proprietà (in rosso) della superficie occupata dai pannelli (in verde) e del cavidotto (in blu).

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi

Le coordinate baricentriche della aree che ospiteranno la Cabina di Sezionamento, l'ampliamento a 36 kV e la Stazione RTN ed i relativi raccordi sono riportate nella tabella in calce:

(Google Earth™ – Coordinate: geografiche - Datum: wgs 84):
Coordinate baricentriche 402404.33 m E 4165949.19 m N

Figura 14: Ortofoto con individuazione della Cabina di Sezionamento (in magenta) dell'Ampliamento a 36kV (in nero) e della SE (in verde)



Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

4. Lo stato di fatto dell'area

4.1. Analisi dello stato di fatto dell'area di progetto

Per analizzare lo stato di fatto dell'area sono stati effettuati specifici ed analisi per verificare l'effettivo uso del suolo del fondo agricolo sul quale si intende realizzare l'impianto agri fotovoltaico avanzato.

Durante le attività di sopralluogo (espletate nei mesi luglio - settembre 2023 presso l'area oggetto di studio) si è verificato che l'Uso del Suolo prevalente è di tipo "Seminativo non irriguo" (circa 65%), seguono le "Aree a pascolo e pascolo arborato" (circa 17%), "Praterie continue" (circa 5%) e un rimboschimento artificiale "Boschi di conifere" (circa 5%). Risultano minori le altre classi rispetto all'aria in oggetto; nell'area di progetto sono presenti alcuni impluvi lungo i quali tuttavia non si rilevano, a causa delle attività agricole, forme di vegetazione igrofila, conseguenza anche del fatto che è assente un vero e proprio reticolo fluviale con consistente portata di acqua. In particolare, si distinguono impluvi con significatività idraulica e linee di impluvio prive di significatività idraulica. In Tab. n. 2.2/A, nel Grafico n. 2.2/A e in Fig. n. 2.2/A le classi di Uso del Suolo riscontrate all'interno dell'area di progetto.

<i>Descrizione</i>	<i>%</i>
Aree a pascolo	10,83
Aree a pascolo arborato	6,08
Boschi di conifere	4,59
Impluvi con significatività idraulica	0,23
Impluvi privi di significatività idraulica	0,14
Laghi e specchi d'acqua	0,22
Praterie continue	5,70
Seminativo non irriguo	65,50
Tare e incolti	4,82
Viabilità	1,83
Totale	100

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

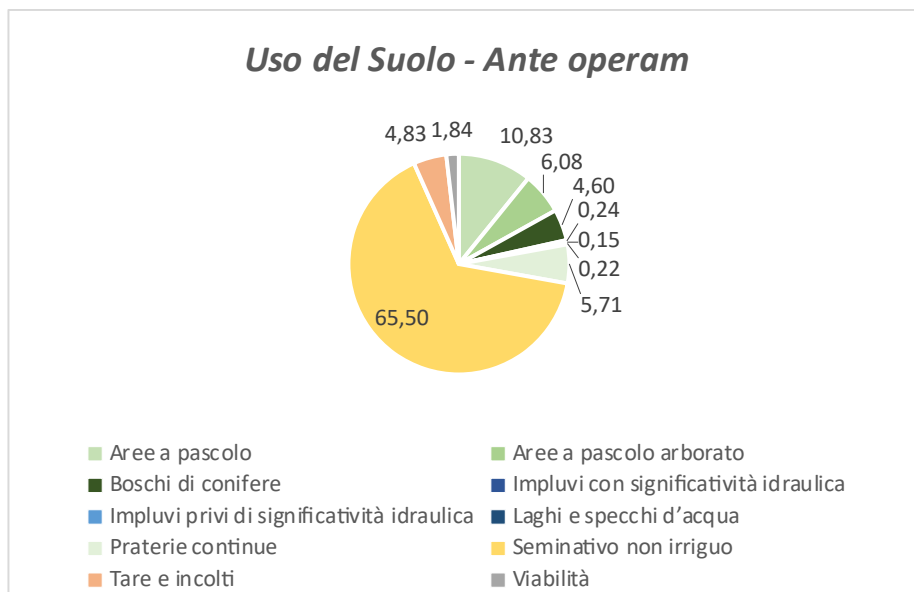


Figura 16: Uso del Suolo area di progetto – ante operam

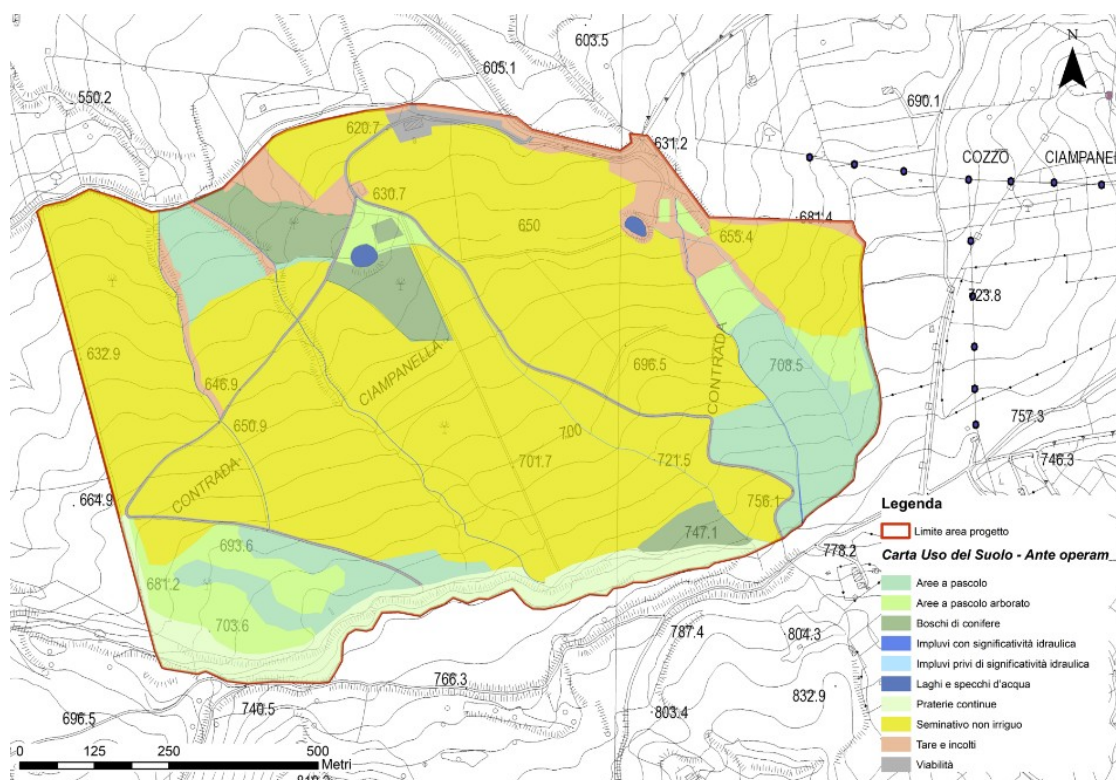


Figura 17: Carta tematica Uso del Suolo area di progetto – ante operam

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Come accennato sopra, L'area oggetto di progetto è attraversata da quattro canali di notevole pendenza, che dovranno essere studiati al fine di verificare che siano sufficienti a contenere la portata di progetto.

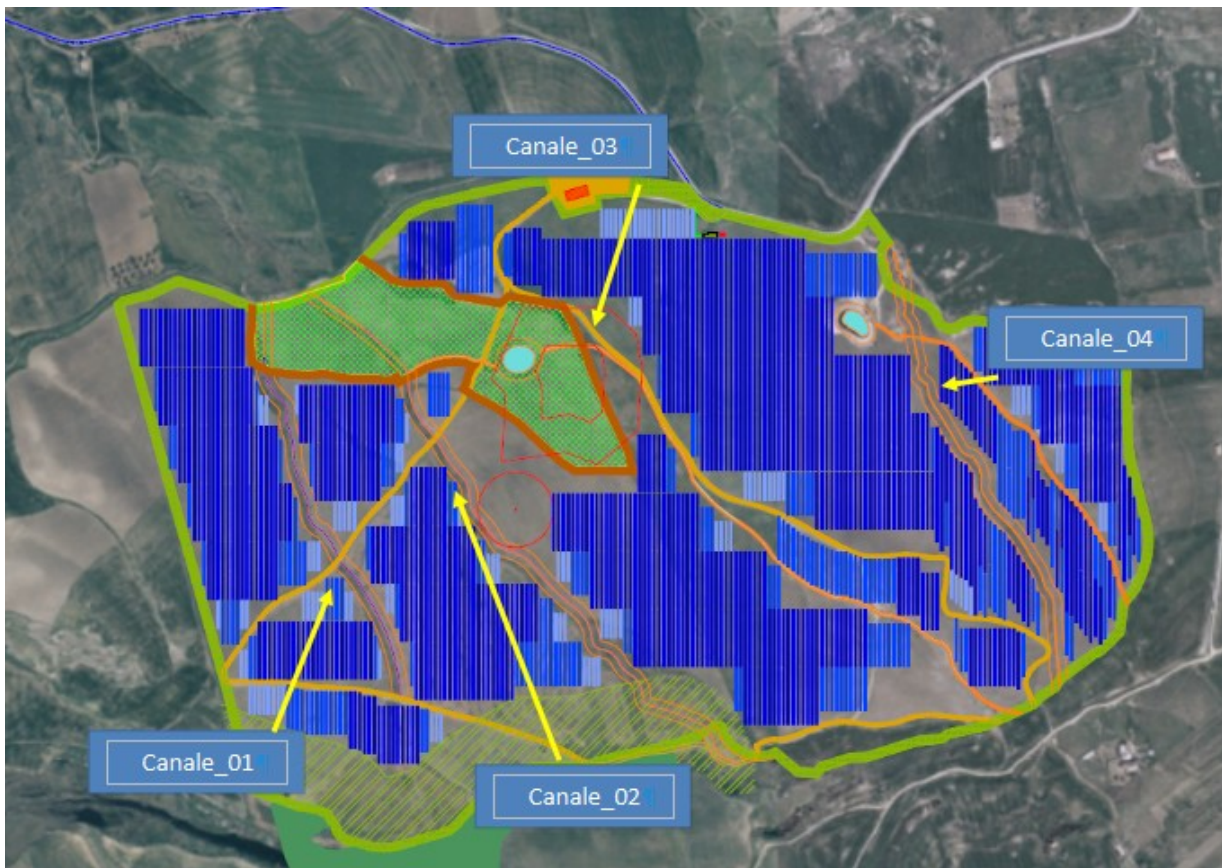


Figura 18: individuazione del reticolo esistente rispetto al lay - out di progetto

4.2. Rilievo fotografico stato di fatto

Di seguito si riporta il rilievo fotografico dell'area anche rispetto a punti panoramici limitrofi

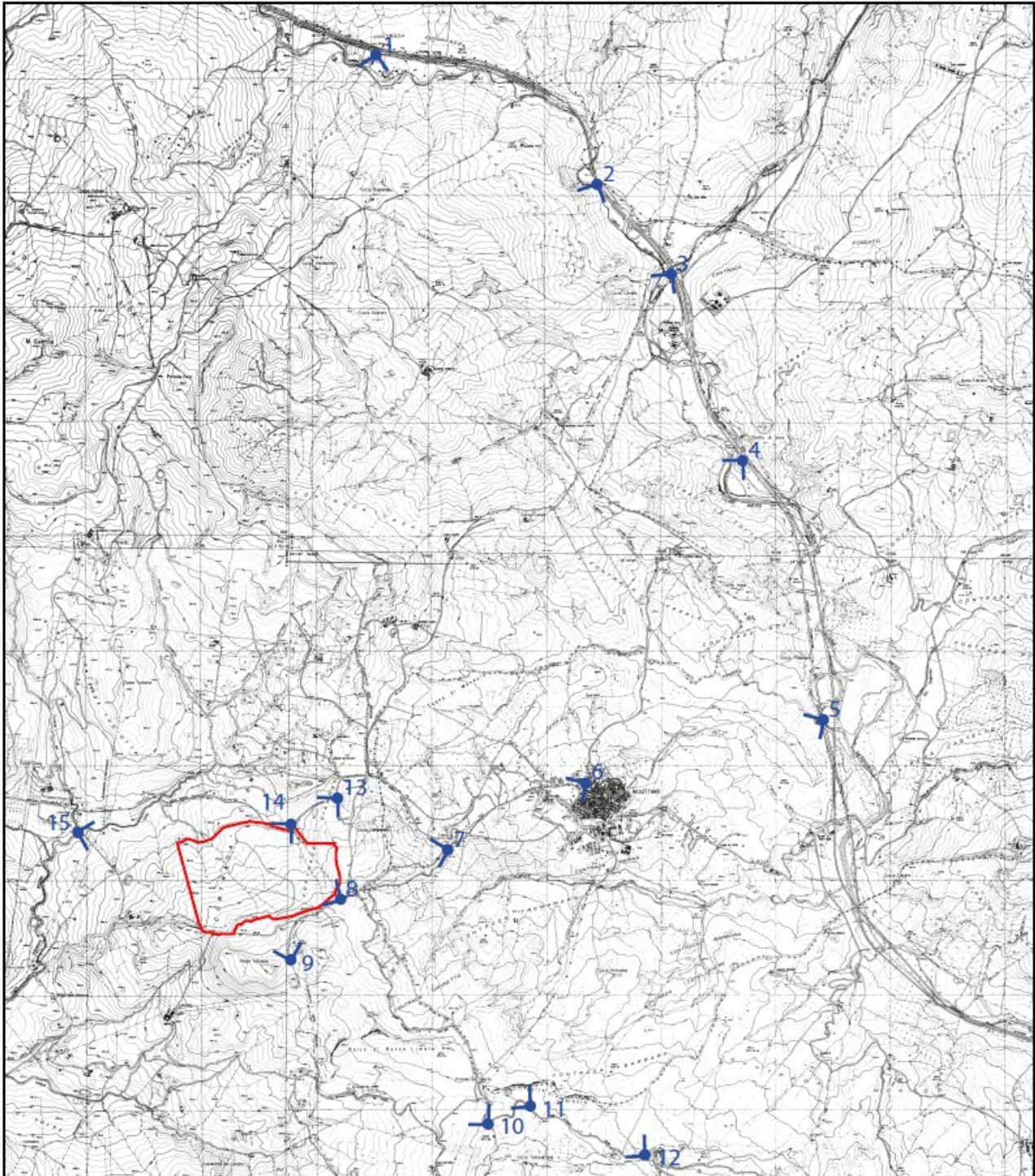


Figura 19: stralcio CTR con ubicazione dei convi visivi

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi



Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Di seguito si riporta il rilievo fotografico rispetto alle aree limitrofe poste a sud dell'area in oggetto

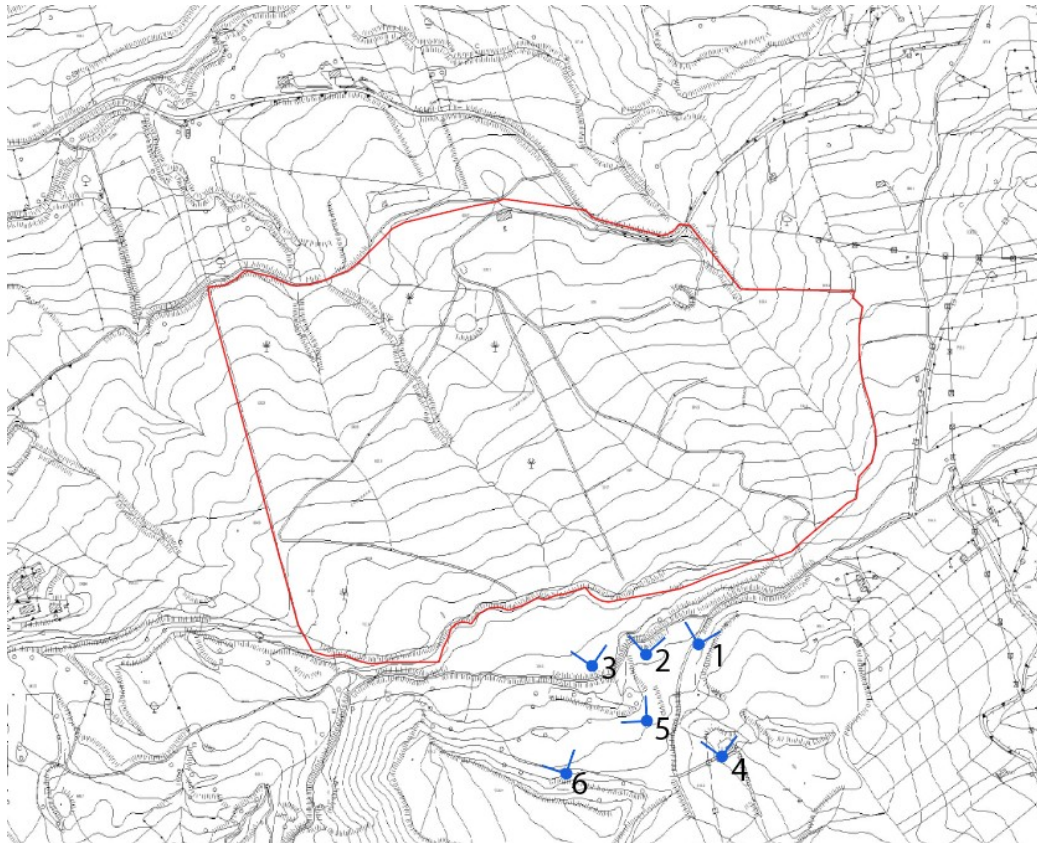


Figura 20: stralcio CTR con individuazione dei coni visivi

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi



Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

4.3. Analisi morfometrica dello stato di fatto

Osservando il modello digitale del terreno, è possibile constatare che l'area oggetto di intervento è attraversata da 5 canali non riportati all'interno del PGRA della Regione Sicilia.

A questo proposito è stato utilizzato il DTM a 2 metri di risoluzione della Regione Sicilia unito con il rilievo mediante laser scanner 3D con una risoluzione di 0,30 m.

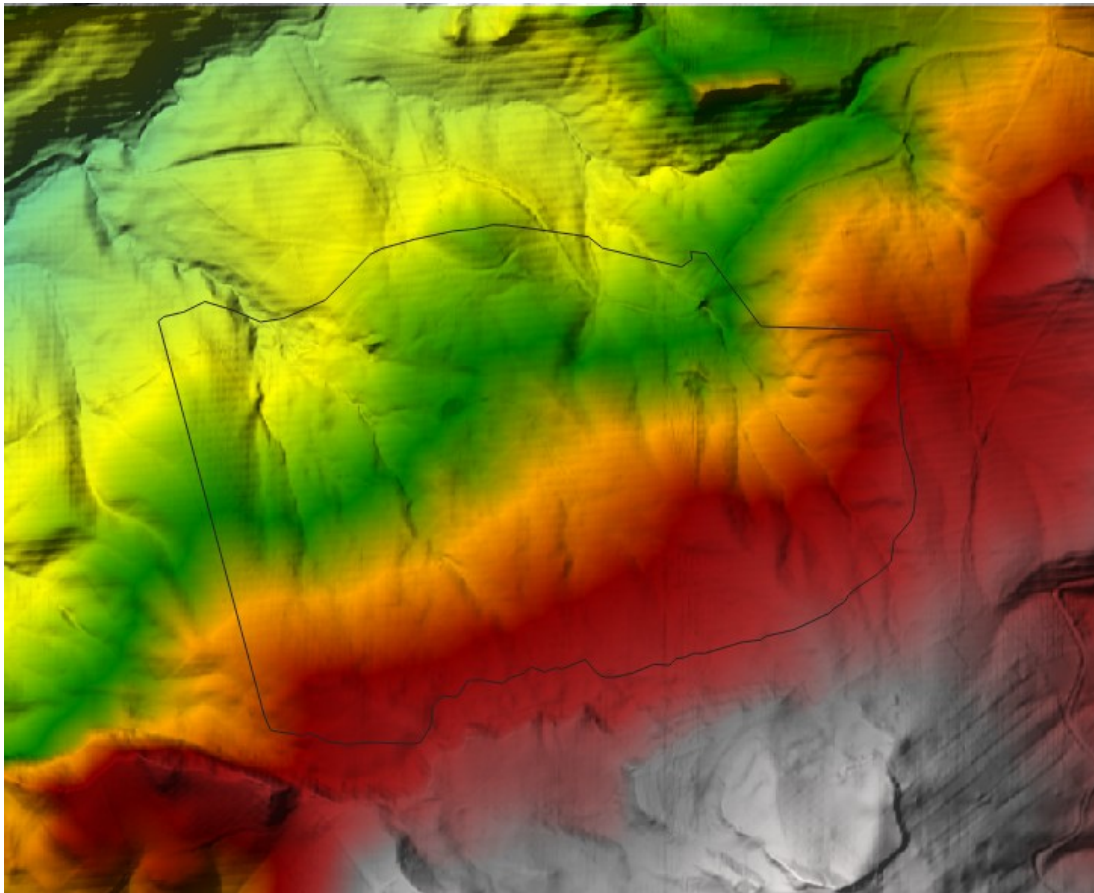


Figura 21: modello digitale del terreno

5. Caratteristiche idrografiche e idrologiche

5.1. Idrografia

Da un punto di vista amministrativo, il bacino del F. Platani, in cui ricadono le opere in progetto, comprende i territori di 3 province (Agrigento, Caltanissetta e Palermo) ed un totale di 46 territori comunali di cui 27 centri abitati ricadenti totalmente o parzialmente all'interno del bacino.

Il territorio comunale di Petralia Sottana ricade in parte, per il 38,8 %, nel settore nord-orientale del bacino del F. Platani, il centro abitato ed il resto del territorio ricadono nell'adiacente bacino del F. Imera Meridionale. Si tratta di un'area morfologicamente eterogenea in cui alle prevalenti colline argillose dai versanti abbastanza dolci, si sostituiscono rilievi argilloso-marnosi più acclivi nel settore centro-meridionale e colline argillose con sovrastanti creste gessose o carbonatiche nel settore nord-orientale dell'area in esame. Nell'estremità sud-orientale del territorio comunale in esame ricade, in parte, l'area di concessione della Miniera S. Caterina I (miniera salina), e precisamente quella settentrionale, che si estende anche nei territori del comune di Caltanissetta e Santa Caterina di Villarmosa (prov. CL) e ricade anche nell'adiacente bacino del F. Imera Meridionale. Essa presenta voragini e dissesti in superficie in corrispondenza dell'area sfruttata, ma attualmente non si hanno indicazioni precise sulla loro ubicazione, essa è stata indicata come area d'attenzione per dissesti potenziali; tale segnalazione è stata fornita dal Distretto Minerario di Caltanissetta e dal Dipartimento di Protezione Civile di Palermo, sarebbe opportuno approfondire tale problematica con degli studi specifici, per delimitare meglio l'area. I dissesti censiti in questo settore del bacino sono n° 34, quasi tutti attivi; tra questi prevalgono quelli dovuti a fenomeni di erosione accelerata (n° 13), localizzati principalmente lungo i corsi d'acqua, seguono, in ordine di abbondanza, le frane complesse (n° 8) ed i fenomeni calanchivi (n° 5). Una frana complessa attiva (dissesto 063-6PT-031b) è stata individuata lungo la S.S. n. 121, in c.da Garisi, essa è in parte stabilizzata nel settore a monte (dissesto 063-6PT-031a) per mezzo di un intervento fatto dall'ANAS. Altre frane complesse attive segnalate dal comune, sono state individuate rispettivamente ad est di c.da Garisi (dissesto 063-6PT-032), lungo la S.S. 121 nel tratto S. Caterina Villarmosa – Marianopoli dal km 143+500 al km 143+700 ed in c.da Coda di Volpe (dissesto 063-6PT-033), interessando il versante est del Torrente Canalotto. Infine, una serie di frane complesse e scorrimenti attivi, concentrati in zona Case Chibbò, interessano la Strada provinciale e l'acquedotto (dissesti 063-6PT-023/025/026/027/028), su cui è stata presentata una scheda d'intervento in risposta alla circolare A.R.T.A. n. 1/2003, che prevede trincee drenanti e

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

paratie. Di seguito si riportano i grafici rappresentativi del numero di dissesti e della loro superficie (distinti per tipologia ed attività).

Il bacino idrografico del Fiume Platani è localizzato nella porzione centro-occidentale del versante meridionale della Sicilia ed occupa una superficie complessiva di 1.777,36 km².

Il bacino in esame ha una forma allungata in direzione NE – SW e i bacini con i quali confina sono, procedendo in senso orario, i seguenti:

a NW

- Bacino del Fiume Magazzolo – Bacino del Fiume Verdura;

a N

- Bacino del Fiume San Leonardo – Bacino del Fiume Torto - Bacino del Fiume Imera Settentrionale;

a E

- Bacino del Fiume Imera Meridionale;

aSE

- Bacino del Fiume Naro – Bacino del Fiume San Leone – Bacino del Fiume Fosso delle Canne.

5.2. Idrologia e idraulica

5.2.1. Determinazione delle altezze di possibilità pluviometrica

Per la determinazione delle altezze di possibilità pluviometrica, si fa riferimento al metodo VAPI della Regione Sicilia, che consente nota la sottozona omogenea all'interno della quale ricade il bacino idrografico, di disporre i parametri KT, a ed n.

Il Progetto VAPI sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, ha come obiettivo predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali.

Il rapporto nazionale presenta, in maniera sintetica, i risultati ottenuti in diverse aree del territorio nazionale, per ognuna delle quali viene descritta, all'interno dei Rapporti Regionali, una sintesi della procedura sviluppata e dei risultati ottenuti.

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Di seguito viene presentata una sintesi della metodologia elaborata per la regione Sicilia, articolata con riferimento a indagini effettuate nella modellazione dei dati pluviometrici ed idrometrici della regione, contenute nel Rapporto Regionale pubblicato, *Valutazione delle Piene in Sicilia* [Cannarozzo et al., 1993], a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

La metodologia probabilistica adottata nel rapporto VAPI è basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente TCEV (Two Component Extreme Value), che interpreta gli eventi massimi annuali come risultato di una combinazione di due popolazioni distinte, di cui la prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi, e la seconda produce gli eventi massimi straordinari, meno frequenti ma più intensi.

L'applicazione della TCEV effettuata facendo ricorso ai massimi annuali delle altezze di pioggia di fissata durata misurati in stazioni localizzate nel territorio siciliano hanno evidenziato, al primo livello di regionalizzazione, la seguente dipendenza dei parametri Θ^* e Λ^* dalla durata t :

$$\Theta^* = 1.95 + 0.0284 \cdot t$$

$$\Lambda^* = 0.175 \cdot t^{0.301}$$

Al secondo livello, è stata effettuata una suddivisione dell'isola in 3 sottozone omogenee (SZO), come illustrato nella figura seguente:

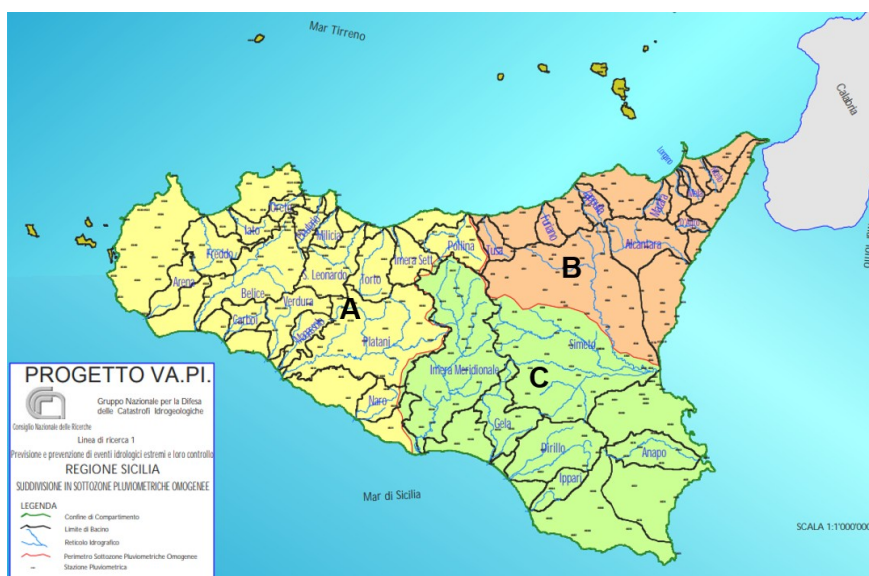


Figura 22: sottozone omogenee VAPI Sicilia

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

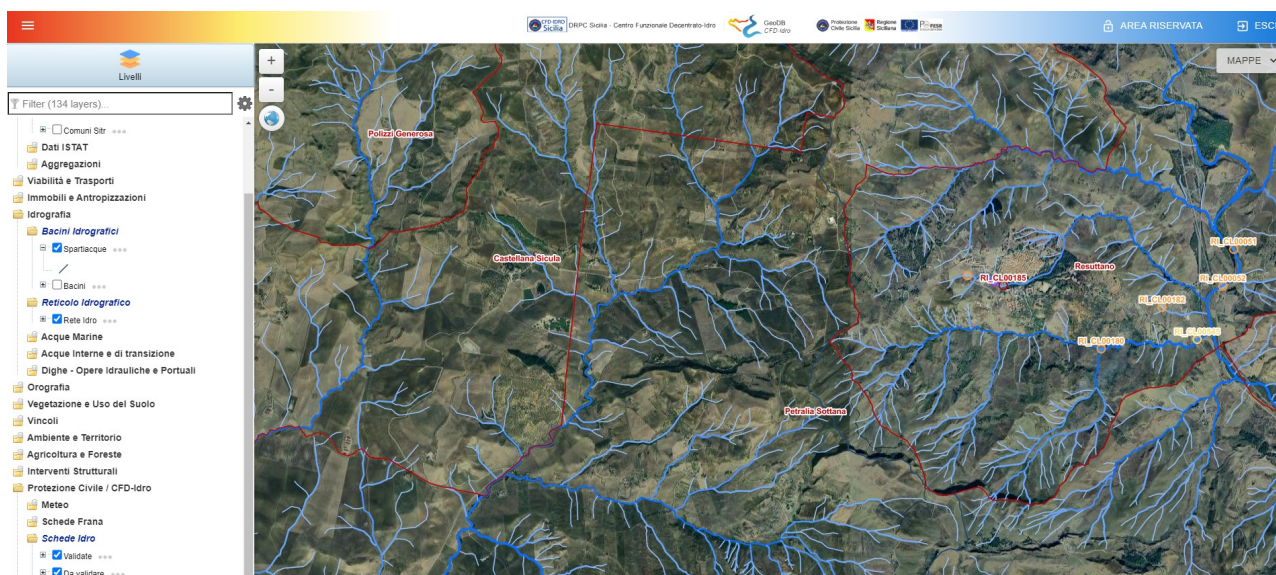


Figura 23: In verde l'ubicazione dell'impianto agrivoltaico avanzato

Nelle diverse SZO il parametro di scala varia con la durata secondo le seguenti espressioni:

$$\text{SZO A : } L_1 = 14.55 d^{0.2419}$$

$$\text{SZO B : } L_1 = 12.40 d^{0.1802}$$

$$\text{SZO C : } L_1 = 11.96 d^{0.0960}$$

L'espressione esplicita approssimata della curva di crescita, valida per $T \geq 10$ anni risulta funzione della durata, secondo le seguenti espressioni:

$$\text{SZO A: } K_T(d) = 0.5391 - 0.001635 d + (0.0002212 d^2 + 0.00117 d + 0.9966) \text{Ln } T$$

$$\text{SZO B: } K_T(d) = 0.5135 - 0.002264 d + (0.0001980 d^2 + 0.00329 d + 1.0508) \text{Ln } T$$

$$\text{SZO C: } K_T(d) = 0.5015 - 0.003516 d + (0.0003720 d^2 + 0.00102 d + 1.0101) \text{Ln } T$$

L'area oggetto di studio è contenuta all'interno della sottozona omogenea C

Il valore di K_T da considerare è quindi

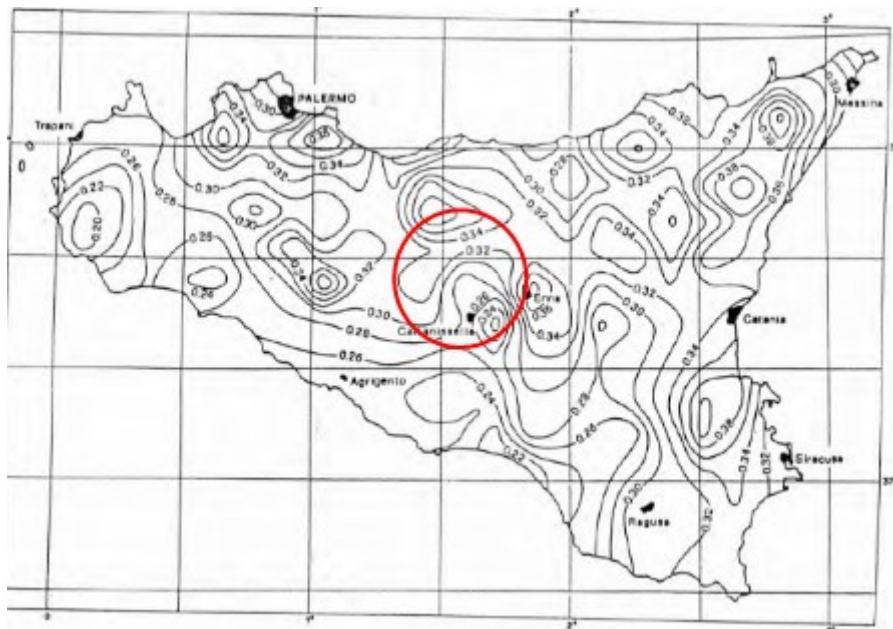
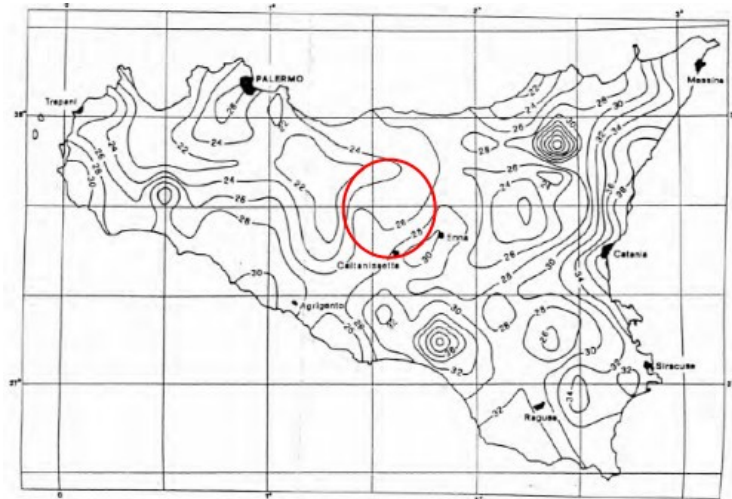
$$K_T(d) = 0.5015 - 0.003516 d + (0.0003720 d^2 + 0.00102 d + 1.0101) \text{Ln } T$$

Il passo successivo consiste nel ricavare dalle carte di seguito riportate i valori di a ed n da inserire nella formula per il calcolo della curva di possibilità pluviometrica per i vari tempi di ritorno T .

Il passo successivo consiste nel ricavare dalle carte di seguito riportate i valori di a ed n da inserire nella formula per il calcolo della curva di possibilità pluviometrica per i vari tempi di ritorno T .

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi



Essendo l'area oggetto di studio, ricadente all'interno della Sottozona Omogenea C, vale l'espressione

$$\text{SZO C: } K_T(d) = 0.5015 - 0.003516 d + (0.0003720 d^2 + 0.00102 d + 1.0101) \text{Ln } T$$

Nella quale si deve considerare:

- $T = 200$ anni
- $d = 1$ ora.

Il fattore di crescita KT sarà pari a **2,830**

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi

Per il calcolo della $h(t,T)$ vale l'espressione classica:

$$h(t,T) = a K_T t^n$$

La stazione pluviometrica più vicina all'area oggetto di studio è Petralia Sottana ed i valori di a ed n sono:

$$a = 23,6$$

$$n = 0,3674$$

In definitiva si ottiene:

$$h(t,T) = 23,6 \times 2,830 \times t^{0,3674} = 66,788 \text{ mm}$$

5.2.2. Definizione dei bacini idrografici

Utilizzando il modello digitale del terreno (DTM) è stato possibile determinare i bacini idrografici dei canali principali che attraversano il lotto oggetto di studio.

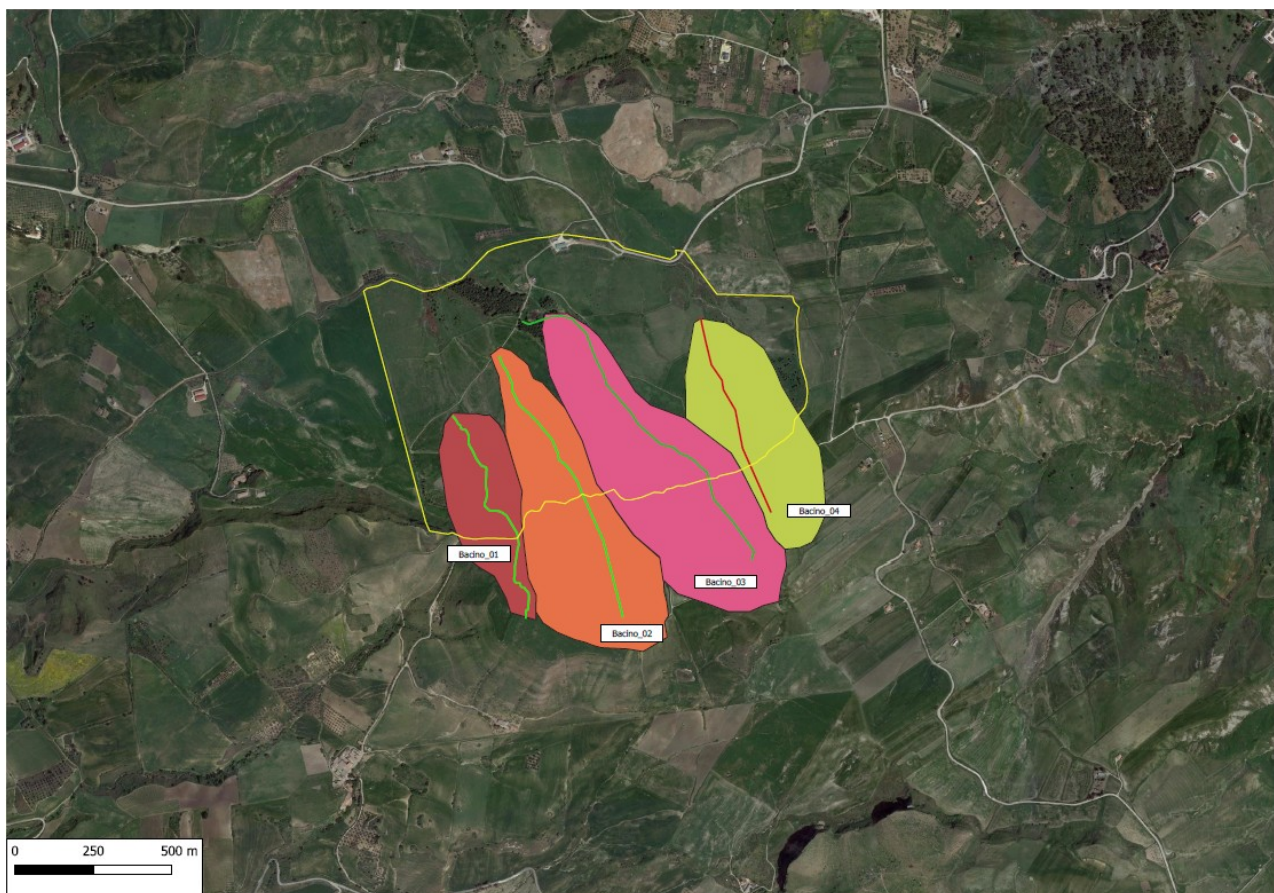


Figura 24: Rappresentazione grafica dei bacini idrografici che interessano l'area in oggetto

Bacino idrografico	Bac_01	Bac_02	Bac_03	Bac_04
Area (km ²)	0.13	0.27	0.33	0.18
Lunghezza Asta principale (km)	0.87	1.057	0.98	0.767
Hmax (m slm)	831.23	860.5	760.2	814.4
Hmed (m slm)	705.14	708.5	656.3	710.35
Hmin (m slm)	628.54	627.3	606.15	620.58
i (pendenza media asta) m/m	0.220	0.215	0.179	0.258

5.2.3. Calcolo dei tempi di corrivazione dei bacini idrografici

Per la determinazione dei tempi di corrivazione, sono state utilizzate le formule disponibili in letteratura e che sono state ritenute più adatte per i bacini idrografici oggetto di studio.

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Di seguito vengono elencate quelle che sono state utilizzate.

Pezzoli

$$T_c = 0.055 \cdot \frac{L}{i^{0.5}}$$

dove:

L = Lunghezza asta principale (km)

i = pendenza media asta principale (m/m)

Kirpich

$$T_c = \frac{0.95 \cdot L^{1.155}}{(H_{MAX} - H_{MIN})^{0.385}}$$

L = Lunghezza asta principale (km)

Hmax = altezza massima del bacino idrografico

Hmin = altezza minima del bacino idrografico

Ventura

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i}}$$

A = area del bacino idrografico (km²)

i = pendenza media asta principale (m/m)

Pasini

$$T_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i \cdot 100}}$$

L = Lunghezza asta principale (km)

A = area del bacino idrografico (km²)

i = pendenza media asta principale

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Bacino	Tc Pezzoli	Tc Kirpich	Tc Ventura	Tc Pasini	Tc (medio)	Tc (medio)
	ore	ore	ore	ore	ore	minuti
Bacino 01	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	6
Bacino 02	0.13	0.12	0.14	0.15	0.14	8
Bacino 03	0.13	0.15	0.17	0.17	0.16	9
Bacino 04	0.08	0.09	0.11	0.11	0.10	6

Figura 25: Tempi di corrivazione dei bacini idrografici

5.2.4. Calcolo delle portate massime

Per il calcolo della portate con tempo di ritorno T di 200 anni, si sceglie di utilizzare la formula razionale che viene sinteticamente espressa dalla seguente relazione:

$$Q_T = \frac{C h_c A}{3.6 t_c}$$

Dove :

C = coeff. di deflusso

A = area (km²)

h_c = altezza di pioggia pari al tempo di corrivazione

t_c = tempo di corrivazione

Risulta necessario quindi, per ogni bacino idrografico, individuare il Coeff. di Deflusso e l'altezza di pioggia pari al tempo di corrivazione, essendo noti già t_c e A.

Essendo in presenza di tempi di corrivazione inferiori all'ora, le altezze di pioggia verranno convertite tramite la formula di Bell (Manley, 1992).

$$\frac{P_t}{P_{60 \text{ min.}}} = 0.54 D^{0.25} - 0.5$$

Dove P_t è la pioggia di durata inferiore di 60 minuti, e D è la durata di pioggia in minuti.

Relazione idraulica degli impluvi

Utilizzando quindi l'espressione riportata in precedenza è possibile ottenere la seguente tabella di precipitazione.

- Bacino 1** $P_{6 \text{ min}} = P_{60 \text{ min}} * (0.54 * D^{0.25 - 0.5}) = 68.78 * (0.54 * 6^{0.25 - 0.5}) = 68.78 * 0.3451 = 23.73 \text{ mm}$
- Bacino 2** $P_{8 \text{ min}} = P_{60 \text{ min}} * (0.54 * D^{0.25 - 0.5}) = 68.78 * (0.54 * 8^{0.25 - 0.5}) = 68.78 * 0.4081 = 28.06 \text{ mm}$
- Bacino 3** $P_{9 \text{ min}} = P_{60 \text{ min}} * (0.54 * D^{0.25 - 0.5}) = 68.78 * (0.54 * 9^{0.25 - 0.5}) = 68.78 * 0.4353 = 29.94 \text{ mm}$
- Bacino 4** $P_{9 \text{ min}} = P_{60 \text{ min}} * (0.54 * D^{0.25 - 0.5}) = 68.78 * (0.54 * 6^{0.25 - 0.5}) = 68.78 * 0.3451 = 23.73 \text{ mm}$

Per la determinazione del Coeff. di Deflusso C, si fa riferimento alla tabella 3.12 riportata all'interno del testo *Sistemazione dei bacini idrografici*, Vito Ferro, 2006 nella quale si consiglia di assumere per terreni pascoli e con bassa permeabilità, il valore di C pari a **0.45**.

Bacino idrografico	Bac_01	Bac_02	Bac_03	Bac_04
Area (km ²)	0.13	0.27	0.33	0.18
Tempo di corrivazione (ore)	0.10	0.13	0.15	0.10
Coeff. Deflusso C	0.45	0.45	0.45	0.45
Altezza di pioggia pari a tc (mm)	23.73	28.06	29.94	23.73
Q 200 anni (m3/sec)	3.83	8.33	9.86	5

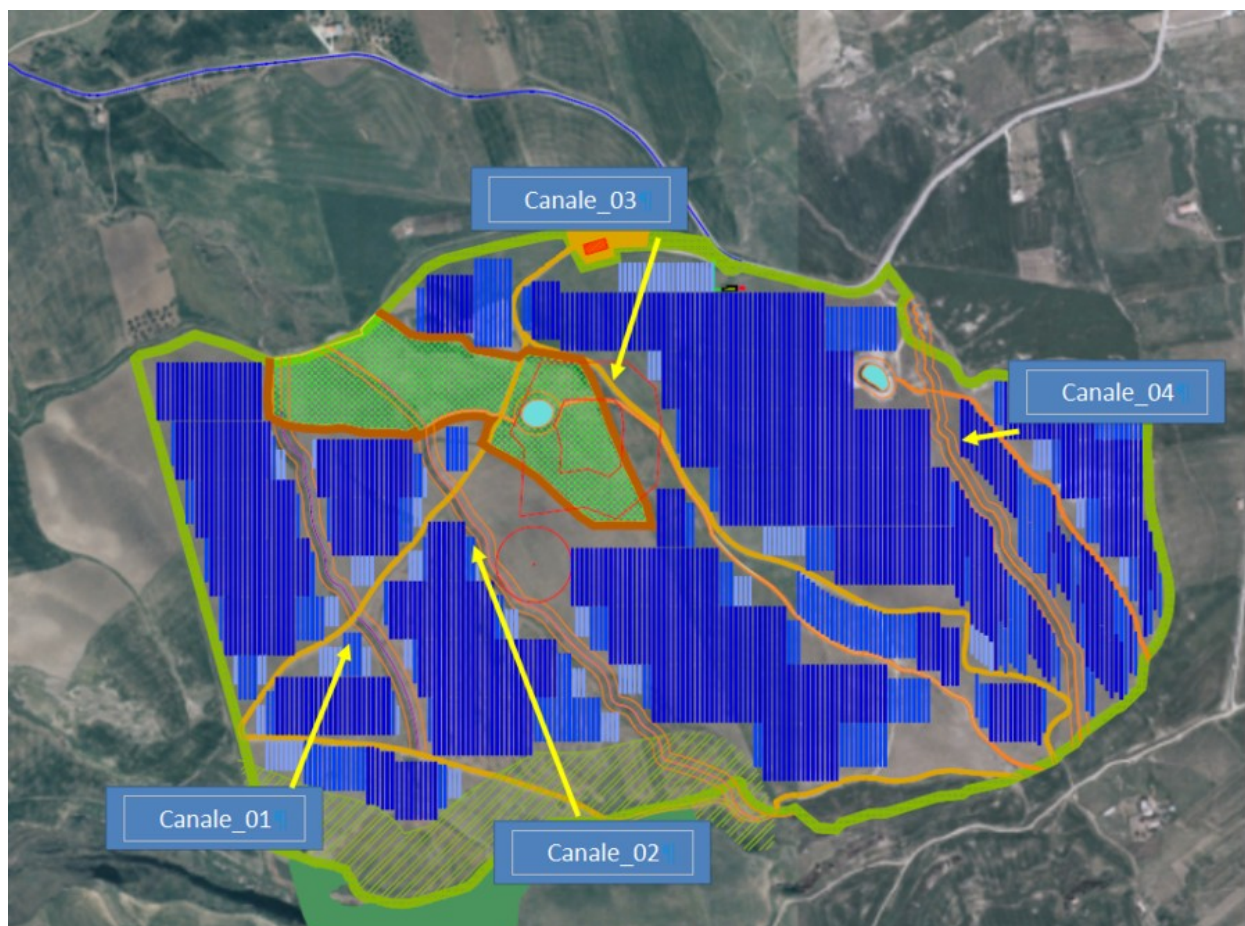


Figura 26: Lay-out di progetto con indicazione degli impluvi e canali artificiali esaminati

Di seguito si riporta la tabella delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini individuati.

Canale	Larghezza struttura	Altezza struttura	Quota Intradosso struttura	Quota idraulica	Franco
<i>Canale_01</i>	8.25 m	1.60 m	652.70 m slm	651.19 m slm	1.51 m
<i>Canale_02</i>	8.5 m	1.7 m	635.15 m slm	633.60 m slm	1.55 m
<i>Canale_03</i>	8.5 m	1.9 m	633.90 m slm	632.34 m slm	1.56 m
<i>Canale_04</i>	4 m	1.7 m	654.60 m slm	653.10 m slm	1.50 m

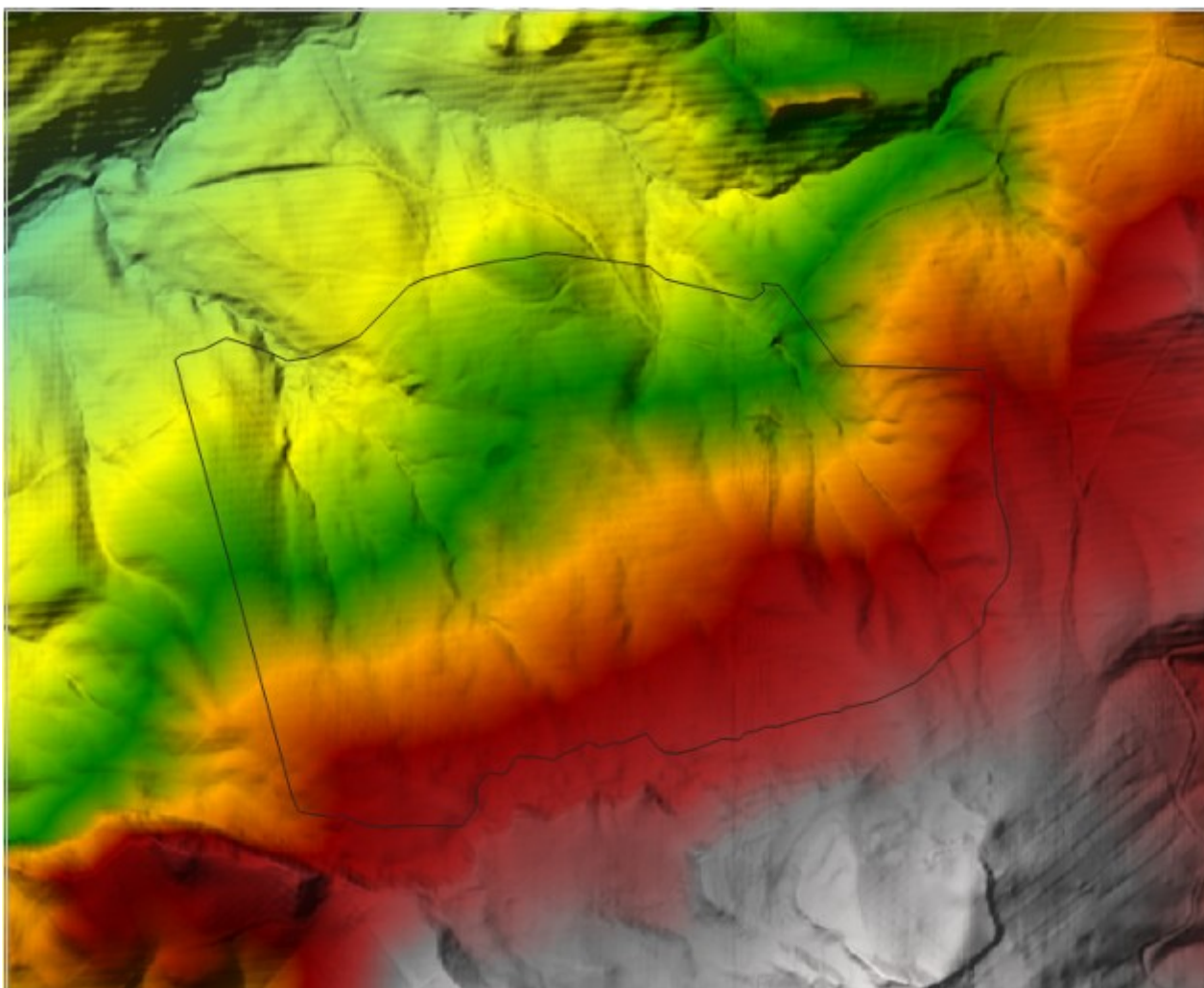


Figura 27: Modello digitale del terreno

Lo studio condotto ha consentito di dimostrare che l'istallazione comporterà l'invarianza idraulica e idrologica nonché a determinare le dimensioni dei manufatti di attraversamento stradale all'interno del campo. Si precisa che si tratta di attraversamenti esistenti che in occasione degli interventi in progetto verranno adeguati in modo da garantire il corretto deflusso delle acque.

Canale	Larghezza struttura	Altezza struttura	Quota Intradosso struttura	Quota idraulica	Franco
Canale_01	8.25 m	1.60 m	652.70 m slm	651.19 m slm	1.51 m
Canale_02	8.5 m	1.7 m	635.15 m slm	633.60 m slm	1.55 m
Canale_03	8.5 m	1.9 m	633.90 m slm	632.34 m slm	1.56 m
Canale_04	4 m	1.7 m	654.60 m slm	653.10 m slm	1.50 m

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

6. Interventi per la regimazione delle acque per le opere in progetto

Il progetto dell'agrivoltaico avanzato contempla interventi di manutenzione sia con riguardo ai canali di scolo esistenti, che interessano l'area, sia con riferimento alla viabilità. Nello specifico per le incisioni naturali oltre alla "pulizia" e riprofilatura si prevede una fascia di rispetto da 10 m. Per quanto concerne la viabilità, anche questa da mantenere, si prevede la realizzazione di fossi per la regimazione delle acque superficiali.

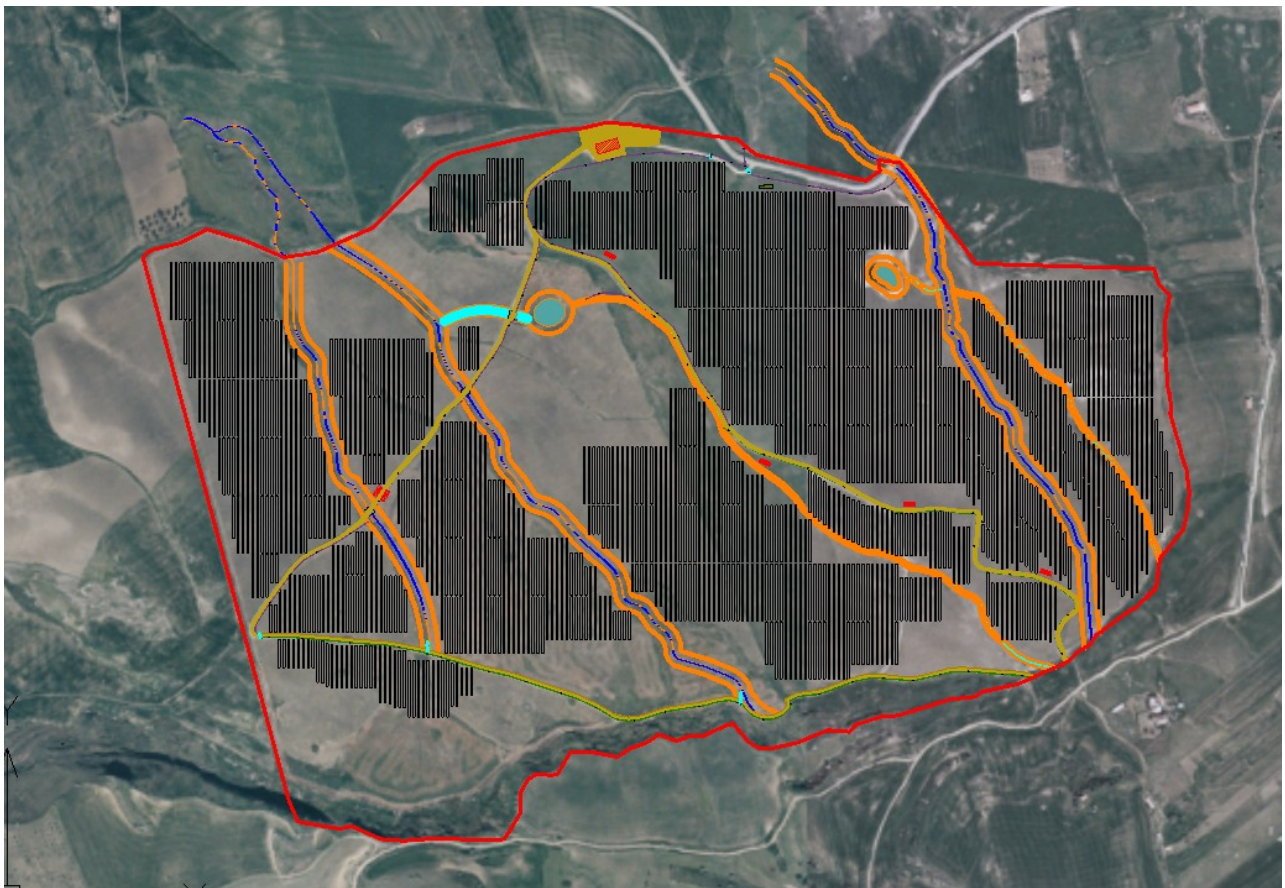


Figura 28: Stralcio elaborato con indicazione della viabilità da mantenere e dei canali con la fascia di rispetto da 10 metri prevista in progetto

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

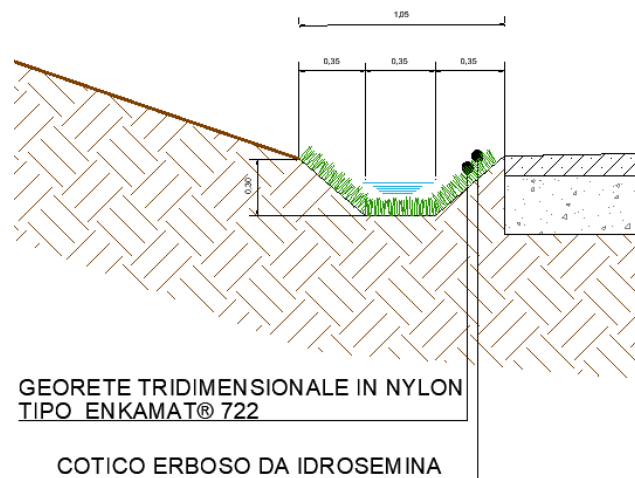


Figura 29: particolare del fosso da realizzare a margine della viabilità esistente per la regimazione delle acque piovane

Per come meglio esposto nei paragrafi precedenti, l'impianto è "agrivoltaico avanzato" per tanto con comporterà alcuna impermeabilizzazione del suolo; nello specifico in relazione all'altezza di installazione dei pannelli sarà possibile mantenere al continuità della conduzione agricola del fondo e dunque anche le condizioni di permeabilità dei suoli tra la configurazione ante e post opera saranno sostanzialmente coincidenti se non migliorative.

Per quanto concerne le opere di connessione e dunque con riferimento:

- alla cabina di sezionamento avente superficie di circa 600 mq;
- all'ampliamento a 36 kV della SE 380/150 kV avente estensione di circa 10'000 mq
- ed alla SE 380/150 kV per la connessione alla RTN avente estensione di circa 36'000 mq

Si dovranno prevedere, nei successivi livelli progettuali opportune opere per la laminazione delle acque piovane scolanti sui piazzali impermeabili in ottemperanza a quanto previsto dal D.D.G. n.102 / 2021 e segnatamente agli allegati 1 e 2.

7. Studio idraulico e codice di calcolo utilizzato

Per lo studio idraulico dei quattro canali descritti in precedenza, è stato utilizzato il software HEC-RAS vers 6.4.1 e la modellazione è del tipo monodimensionale.

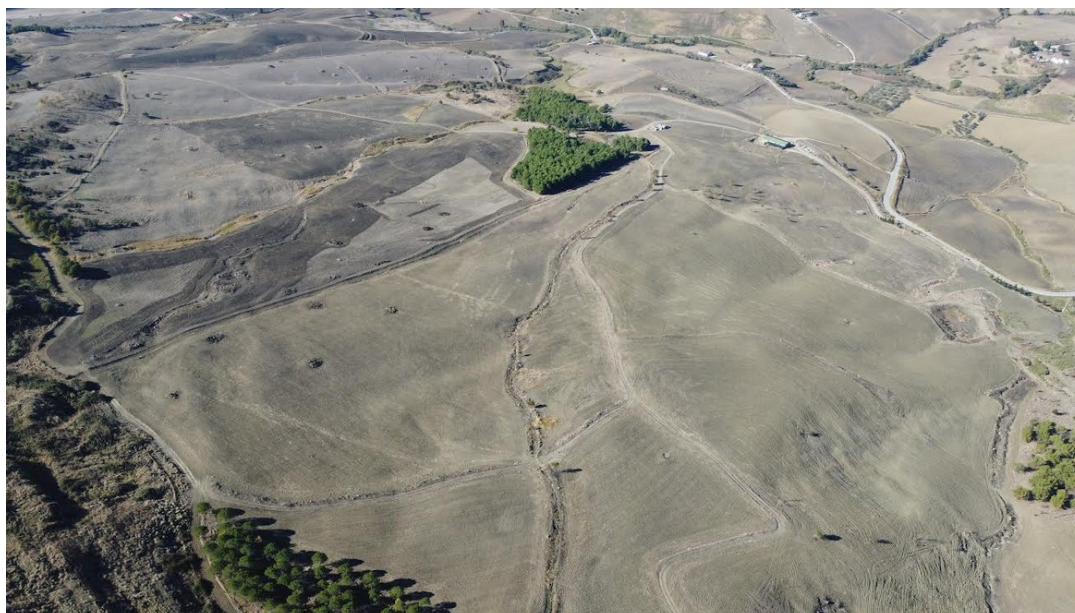


Figura 30: viste aeree effettuate con il drone

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi

Il software utilizzato HEC-RAS, ampiamente riconosciuto a livello internazionale per la modellazione di un alveo naturale, consente di effettuare i calcoli in moto permanente e vario, mono e bidimensionale, per una rete di canali artificiali o naturali, ipotizzando una portata costante lungo il tratto, nel caso di moto permanente, o un'onda di piena nel caso di moto vario.

Nello studio di una corrente gradualmente varia in alvei non prismatici, quali quelli naturali, la limitazione maggiore deriva dall'aver a disposizione informazioni relative solo ad un numero piuttosto contenuto di sezioni trasversali del corso d'acqua. Tuttavia, se si utilizza un Modello Digitale del Terreno (DTM) si possono estrarre tutte le sezioni che si ritengono necessarie per una corretta rappresentazione della variazione dell'alveo.

Per determinare l'andamento del profilo del pelo libero lungo un tratto d'alveo il codice di calcolo deve procedere per successive iterazioni, assegnate le adeguate condizioni al contorno (di valle o di monte) in ragione del tipo di regime caratterizzante la corrente, lenta (Froude <1) oppure veloce (Froude >1).

Per determinare l'altezza della corrente in ogni sezione, la procedura iterativa utilizza le seguenti relazioni:

$$Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} + h_e + h_f$$
$$h_e = L \cdot i_f$$
$$h_f = C \cdot \left| \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} - \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove:

Z_1 e Z_2 = quote assolute della superficie libera agli estremi del tratto;

V_1 e V_2 = velocità medie nella sezione, riferite agli estremi del tratto;

$g = 9,81$ [m/s²] = accelerazione di gravità;

h_e = perdite distribuite di energia;

h_f = perdite di energia concentrate;

L = lunghezza del tratto considerato;

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Relazione idraulica degli impluvi

i_f = pendenza di fondo nel tratto;

C = coefficiente di perdita per espansioni e/o contrazioni localizzate;

α_1 e α_2 = coefficienti di Coriolis, funzione della distribuzione di velocità.

Il modello di calcolo numerico, imposta la portata defluente in alveo e le condizioni al contorno, applica il sistema sopra esposto a due sezioni adiacenti (partendo da monte o da valle, a seconda del regime di corrente ipotizzato) e lo risolve iterativamente, per determinare l'altezza del pelo libero in ciascuna di esse. Il processo di calcolo, quindi, prosegue analogamente per coppie di sezioni successive, fino a interessare tutte le sezioni utilizzate per definire la geometria. In questo modo, risulta possibile determinare il profilo del pelo libero per il tratto d'alveo considerato. Nei calcoli possono, inoltre, essere considerati gli effetti dovuti alla presenza di infrastrutture "puntuali", quali i ponti, i sottopassi ed i manufatti a paratoie. Il modello, in questo caso, valuta la perdita d'energia, dovuta alla presenza delle infrastrutture, suddividendola in tre parti: la perdita per espansione del flusso, che si registra nel tratto immediatamente a valle; la perdita per contrazione del flusso, a monte della struttura; e quella che si verifica in corrispondenza dell'infrastruttura stessa.

La definizione delle condizioni di resistenza al moto in alveo ed in golena avviene introducendo dei coefficienti di scabrezza, caratterizzati da adeguati valori del parametro n di Manning, espresso in $s/m^{1/3}$, dato dal valore inverso del coefficiente di Strickler.

In generale, tale coefficiente dipende dalla granulometria del materiale presente in alveo, dalla regolarità delle sezioni, dall'andamento planimetrico del corso d'acqua, dalle caratteristiche idrauliche delle sponde e dalla possibilità che il materiale di fondo subisca fenomeni di trasporto.

Nel caso in oggetto, si sono adottati valori del coefficiente di Manning variabili lungo il tratto in studio, per tenere conto della situazione locale (presenza di fitta vegetazione, presenza di argini, ecc...).

8. Geometria del modello idraulico

8.1. Geometria

Come già riportato in precedenza, sono state implementate quattro geometrie con sezioni 1D, ricavate dal modello digitale del terreno a 0.30 metri di risoluzione.



Figura 31: Sezioni dei modelli idraulici

All'interno della geometria, sono inseriti i quattro attraversamenti che dovranno garantire il franco idraulico di 1.50 metri.

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

8.2. Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno del modello idraulico sono rappresentate dalla portata Q 200 in corrispondenza della prima sezione di monte. Quanto alla condizione di valle, non essendo disponibili misure dirette di livelli o portate, si è scelto in modo cautelativo, di impostare una condizione di Normal Depth considerando quella che è la pendenza dell'alveo sia nel tratto di monte che di valle.

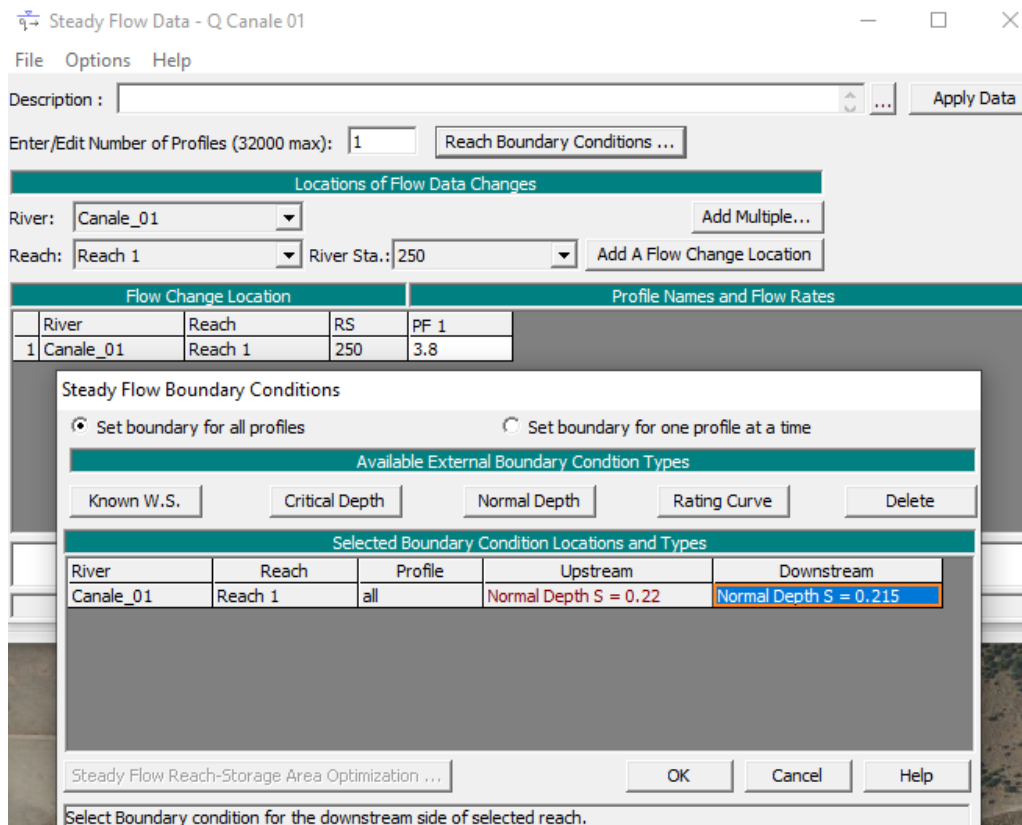


Figura 32: Condizioni al contorno del Canale_01

Relazione idraulica degli impluvi

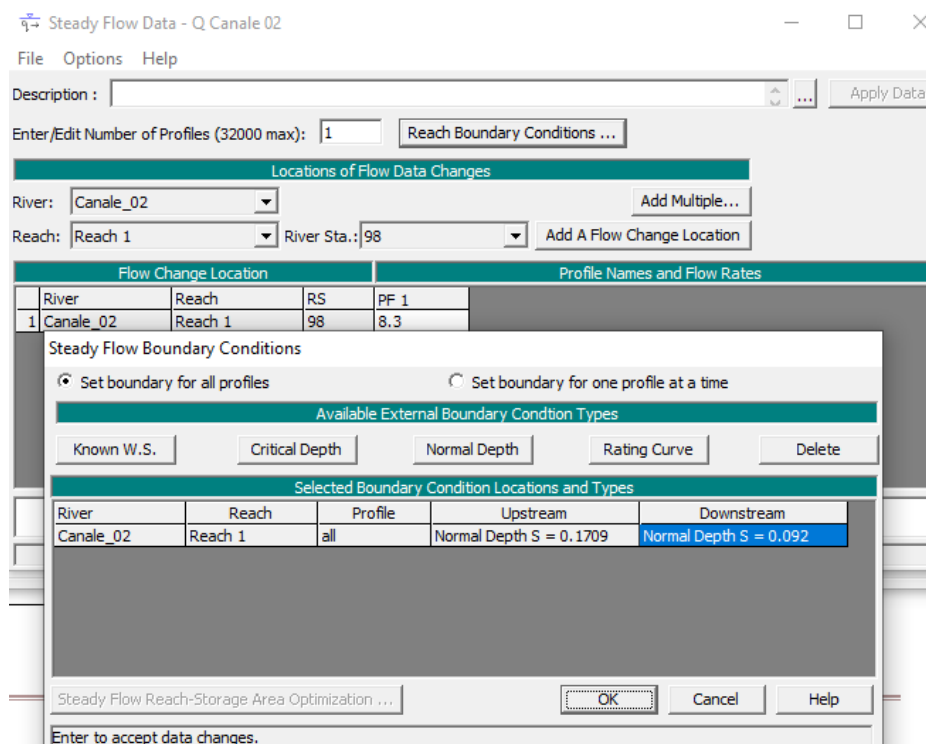


Figura 33: Condizioni al contorno del Canale_02

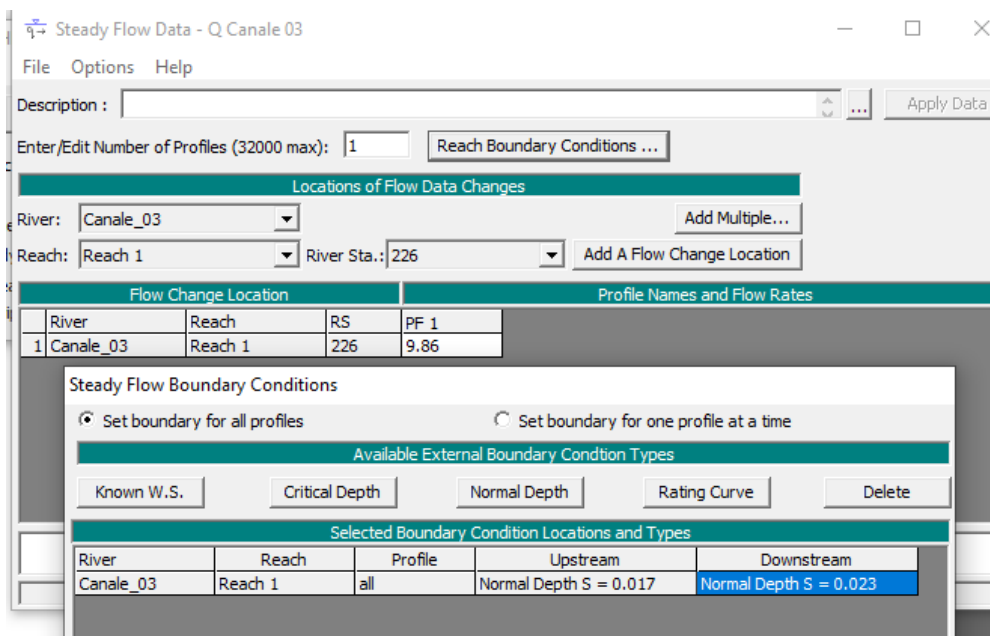


Figura 34: Condizioni al contorno del Canale_03

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato “Petralia Sottana”, per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località “Ciampanella e Tudia” e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

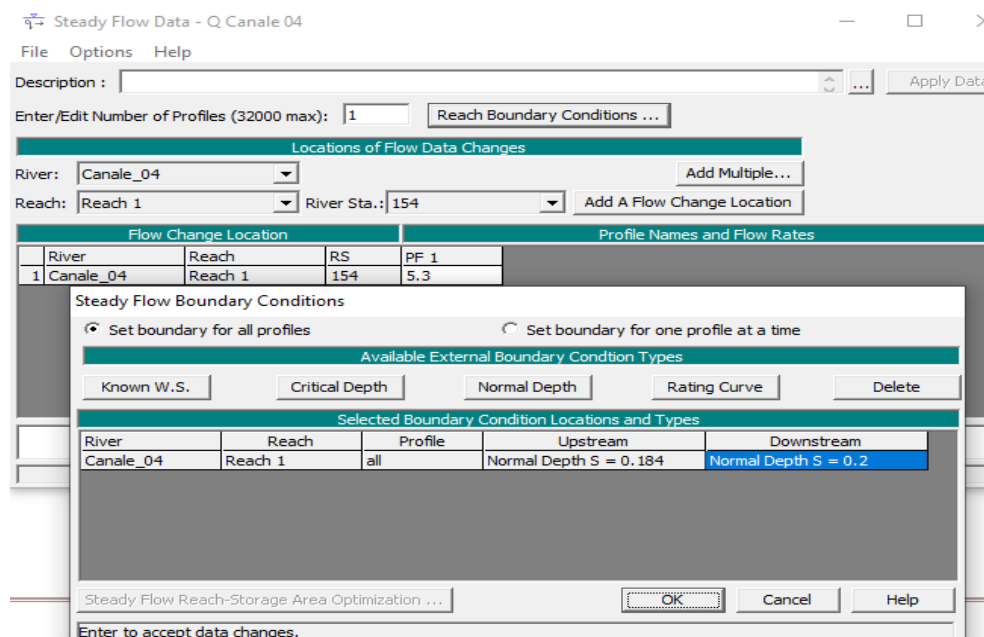


Figura 35: Condizioni al contorno del Canale_04

9. Analisi dei risultati ottenuti e conclusioni

Vengono in questa sezione sintetizzati i risultati ottenuti dalla modellazione idraulica con particolare attenzione agli attraversamenti che sono di forma rettangolare.

Primo aspetto importante da considerare è quello che i canali risultano essere sufficienti a fare defluire la portata di progetto, senza esondazioni laterali in sinistra o destra, garantendo così la sicurezza delle strutture dell'impianto fotovoltaico.

Il dettaglio delle sezioni con l'indicazione dei livelli idrici viene riportato all'interno degli allegati di questa relazione.

Per quanto concerne gli attraversamenti, viene di seguito riportata una tabella sintetica con l'indicazione delle dimensioni e della verifica del franco idraulico.

Canale	Larghezza struttura	Altezza struttura	Quota Intradosso struttura	Quota idraulica	Franco
Canale_01	8.25 m	1.60 m	652.70 m slm	651.19 m slm	1.51 m
Canale_02	8.5 m	1.7 m	635.15 m slm	633.60 m slm	1.55 m
Canale_03	8.5 m	1.9 m	633.90 m slm	632.34 m slm	1.56 m
Canale_04	4 m	1.7 m	654.60 m slm	653.10 m slm	1.50 m

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, denominato "Petralia Sottana", per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 40,57 MW sito nel Comune di Petralia Sottana (PA) in località "Ciampanella e Tudia" e delle relative opere di connessione ed infrastrutture nei comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) necessarie per la connessione alla RTN.

Come riportato nella tabella precedente le strutture idrauliche risultano essere sufficienti a garantire il franco idraulico come da normativa e segnatamente

10. ALLEGATI

ALLEGATO 1 – PLANIMETRIA DEI BACINI IDROGRAFICI (SCALA 1:10000)

ALLEGATO 2 – SEZIONI DEL MODELLO IDRAULICO CANALE_01

ALLEGATO 3 – SEZIONI DEL MODELLO IDRAULICO CANALE_02

ALLEGATO 4 – SEZIONI DEL MODELLO IDRAULICO CANALE_03

ALLEGATO 5 – SEZIONI DEL MODELLO IDRAULICO CANALE_04

ALLEGATO 6 – PROFILO DEL MODELLO IDRAULICO CANALE_01

ALLEGATO 7 – PROFILO DEL MODELLO IDRAULICO CANALE_02

ALLEGATO 8 – PROFILO DEL MODELLO IDRAULICO CANALE_03

ALLEGATO 9 – PROFILO DEL MODELLO IDRAULICO CANALE_04