

PROPONENTE
Repower Renewable Spa
Via Lavaredo, 44
30174 Venezia

REPOWER
L'energia che ti serve.

PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO

LAAP ARCHITECTS®
urban quality consultants

LAAP ARCHITECTS Srl
via Francesco Laurana 28
90143 - Palermo - Italia
t 091.7834427 - fax 091.7834427
laap.it - info@laap.it

Numero di commessa laap: 351

Architetto e Dottore Agrotecnico Antonino Palazzolo



CONSULENTE
Dott. Geologo Salvatore Lo Verme

N° COMMESSA

1541

PARCO AGRIVOLTAICO "PALASTANGA"
POTENZA FOTOVOLTAICA 38 MW + 20 MW ACCUMULO E OPERE DI CONNESSIONE
CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO
COMUNI DI CORLEONE, MONREALE, PIANA DEGLI ALBANESI,
SANTA CRISTINA GELA E BELMONTE MEZZAGNO

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO

RELAZIONE STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICO
IDRAULICA - INVARIANZA IDRAULICA

CODICE ELABORATO

PD.08

NOME FILE: 351_CARTIGLIO_r00.dwg

00	12/05/2023	PRIMA EMISSIONE	Dott. Geol. Salvatore Lo Verme	Arch. Sandro Di Gangi	Arch. e Agr. Antonino Palazzolo
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVAZIONE

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. DATI GENERALI IMPIANTO	6
3.1. Inquadramento impianto	7
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOMORFOLOGICO	15
4.1. Descrizione Generale	15
4.2. Idrografia.....	16
4.3. Forme di rilievo	17
4.4. Considerazioni sulla stabilità dei versanti oggetto di studio.....	17
4.5. Fattibilità geomorfologica (PAI)	18
4.6. Pericolosità e rischio idraulico (PAI).....	19
5. VALUTAZIONE DELLE AREE ALLUVIONABILI	21
6. INVARIANZA IDRAULICA.....	27
7. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE DI LAMINAZIONE PER I VARI BACINI	31
7.1. Determinazione del tempo di ritorno T	34
7.2. Applicazione del metodo tcev al caso in studio.....	34
7.3. Calcolo delle portate bianche e verifiche idrauliche	36
8. DETERMINAZIONE INVARIANZA IDRAULICA DELL'IMPIANTO E DIMENSIONAMENTO OPERE DI LAMINAZIONE.....	37
8.1. Bacino 1.....	39
8.2. Bacino 1B	41
8.3. Bacino 3.....	43
8.4. Bacino 3B	45
8.5. Bacino 6.....	47
8.6. Bacino 6B	49
8.7. Bacino 7.....	51
8.8. Bacino 31.....	53
8.9. Bacino 11.....	55
8.10. Bacino 12.....	57
8.11. Bacino 13.....	59
8.12. Bacino 14.....	61
8.13. Bacino 20.....	63
8.14. Bacino 21.....	65
8.15. Bacino 23.....	67
8.16. Bacino 24.....	69
8.17. Bacino 27.....	71
8.18. Bacino 28.....	73
8.19. Bacino 29.....	75
8.20. Bacino 30.....	77
8.21. Bacino 22.....	79
8.22. Bacino 9.....	81
8.23. Bacino 26 SSE	83
9. CONCLUSIONI.....	85

1. PREMESSA

La società LAAP Architects Srl è stata incaricata di redigere il progetto definitivo del parco agrivoltaico denominato "Palastanga" di potenza **38 MW** e integrato da un sistema di accumulo da **20 MW**, per una potenza totale richiesta in immissione di 58 MW, ubicato nei Comuni di Monreale (PA), Corleone (PA), Piana degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA) in Provincia di Palermo e proposto dalla società Repower Renewable s.p.a. con sede legale in Venezia via Lavaredo 44/52 CAP 30174, d'ora in avanti chiamato **Proponente**.

Nello specifico si propone la realizzazione di:

1. **Un impianto agrivoltaico** su di un'area di circa 69 ettari sita nel territorio comunale di Monreale (PA) e Corleone (PA), costituito da **tracker ad inseguimento monoassiale**, di altezza minima variabile tra 1,30 m per le aree ad attività zootecnica e di 2,10 m per le aree ad attività colturale, composti da 30 o 15 moduli fotovoltaici da 640 W disposti su una singola fila.

Il Parco agrivoltaico sarà suddiviso in **6 sottocampi**, così nominati:

- **Area impianto "Celso"** ulteriormente suddiviso in due sottocampi nominati **PC1** e **PC2**;
- **Area impianto "Tagliavia"**;
- **Area impianto "Crocì"**;
- **Area impianto "Torre dei Fiori"**;
- **Area impianto "Pietralunga"**;
- **Area impianto "Patria"**;

Al loro interno sono previste:

- mantenimento e ampliamento dell'attività colturale e zootecnica;
- **opere di mitigazione** come fasce arboree/arbustive lungo il perimetro esterno dell'impianto;
- **opere civili e idrauliche** a servizio dell'impianto e della produzione agricola.

Da un punto di vista elettromeccanico, per il sistema di conversione dell'energia elettrica si è ipotizzato di installare un sistema di conversione DC/AC del tipo distribuito; tale tecnologia prevede l'adozione di inverter di piccola taglia (250 e 350 kW) installati all'interno del campo agrivoltaico in modo distribuito. Il sistema di trasformazione prevede l'installazione di trasformatori 36/0.8 kV della taglia di 2.5 MVA e 1.25 MVA ubicati all'interno di apposite cabine di trasformazione all'interno del campo stesso (cabine di

campo). Tutti le cabine di campo saranno collegate ad una cabina principale di raccolta utente (CR) dalla quale partiranno i cavidotti a 36 kV verso la sottostazione utente SSEU.

2. **Cavidotti interrati interni al sito 36 kV** per collegare le cabine di campo alla cabina di raccolta CR verranno utilizzati cavi unipolari in formazione a trifoglio adatti alla posa direttamente interrata. All'interno dei campi le cabine sono collegate fra loro in entra-esce ed alla cabina di raccolta;
3. **Cavidotti interrati esterni al sito 36 kV** per il collegamento tra la cabina di raccolta CR sita all'interno del campo agrivoltaico e l'edificio utente sito all'interno della sottostazione utente SSEU;
4. **Sottostazione Utente SSEU** ubicata nel comune di Santa Cristina Gela, contenente l'edificio utente per la raccolta dei cavidotti a 36 kV provenienti dalla cabina di raccolta del parco agrivoltaico dalla quale partirà un successivo cavidotto che verrà collegato alla stazione RTN tramite inserimento in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione Terna a 220/36 kV. All'interno della sottostazione utente sarà ubicato inoltre un **sistema di accumulo elettrochimico BESS** avente una potenza nominale di 20 MW.
5. Una nuova **stazione elettrica Terna di trasformazione a 220/36 kV**, ubicata nel comune di Santa Cristina Gela, da inserire in doppio entra-esce alla linea RTN 220 kV "Bellolampo-Caracoli-Ciminna"
6. Una nuova **linea elettrica AT di raccordo**, ubicata nel comune di Santa Cristina Gela e Belmonte Mezzagno, da inserire in doppio entra-esce alla linea RTN 220 kV "Bellolampo-Caracoli-Ciminna"

La connessione alla RTN è basata sulla soluzione tecnica minima generale per la connessione STMG, con codice pratica 202203750, ricevuta per l'impianto in oggetto da Terna - Rete Elettrica Nazionale S.p.A.

La Legge Regione Siciliana 13 Agosto 2020, n. 19 "Norme per il governo del territorio" all'art. 22 comma 6 prescrive che in fase di pianificazione urbanistica venga redatto, così come previsto dalla Lettera d), tra tutti gli elaborati anche uno studio di compatibilità idraulica (invarianza idrologico e idraulica) redatto secondo i dettami del vigente Piano di Gestione del Rischio alluvioni.

Lo studio è stato sviluppato in accordo a quanto previsto dalle NTA del PAI aggiornate con D.P. Regione Siciliana 06/05/2021 ed ha valutato la presenza di aree alluvionabili a causa dell'esondazione di corsi d'acqua e canali artificiali.

Il fine ultimo è stato quello di valutare la presenza di eventuali livelli di *pericolosità* che possono determinare fattori di rischio a seguito della realizzazione delle infrastrutture del Parco agrivoltaico sull'area di territorio studiata, con l'obiettivo di valutarne l'idoneità dello stesso alle trasformazioni in progetto.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione della presente relazione si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

“Norme per il governo del territorio”;

- LEGGE REGIONE SICILIANA 13 AGOSTO 2020, n. 19;
- Linee Guida Compatibilità Idraulica - Decreto Assessoriale Regione Sicilia n. 117 del 7 luglio 2021;
- Nota n. 112363 del 09.07.2021 del Dirigente Generale dell'assessorato REGIONALE DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ' - DIPARTIMENTO REGIONALE TECNICO;
- D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni – Cap. 6 punto 12 - FATTIBILITÀ DI OPERE SU GRANDI AREE;
- Decreto Regione Siciliana del 4 luglio 2000, “*Piano Stralcio di bacino per l'assetto Idrogeologico*”.

3. DATI GENERALI IMPIANTO

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto in progetto.

Tabella 1. Tabella sinottica dati di progetto

REPOWER RENEWABLE S.P.A	
Luogo di installazione:	Località: Comune di Monreale (PA), Comune di Corleone (PA), Comune di Piana degli Albanesi (PA), Comune di Santa Cristina Gela (PA) e Comune di Belmonte Mezzagno (PA)
Denominazione impianto:	Parco Agrivoltaico Palastanga
Dati area di progetto:	Impianto agrivoltaico: Comune di Monreale (PA) e Corleone (PA) SSE Utente: Santa Cristina Gela (PA)
Informazioni generali del sito:	Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento.
Potenza (MW):	Impianto fotovoltaico: 38 MW BESS: 20 MW
Superficie totale (STotale)	69 ha
Superficie Agricola (SAgricola)	58,3 ha
Superficie dei moduli (SModuli)	17,2 ha
SAgricola/STotale > 70%	84,5%
LAOR (Smoduli/STotale) < 40%	25%
Producibilità elettrica minima (FVagri ≥ 0,6 x FVstandard)	88,5%
Tipo strutture di sostegno:	Strutture in materiale metallico ad inseguimento solare mono-assiali
Caratterizzazione urbanistico/vincolistica:	Piano Regolatore di Monreale; Piano Regolatore di Corleone; Piano Regolatore di Piana degli Albanesi; Piano Regolatore di Santa Cristina Gela. Beni Paesaggistici D.Lgs. 42/04;
Connessione:	Connessione ad uno stallo a 36 kV della nuova stazione TERNA nel Comune di S. Cristina Gela
Rete di collegamento:	Linea area di raccordo AT a elettrodotto 220 kV "Bellolampo – Caracoli - Ciminna" nei comuni di Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA)
Coordinate Parco Agrivoltaico	Punto baricentrico al parco: 37°53'18.94"N, 13°14'51.60"E SSE Utente: 37°58'20.72"N, 13°20'29.09"E

3.1. Inquadramento impianto

L'intervento in oggetto riguarda la realizzazione del Parco agrivoltaico e delle opere di rete da realizzarsi in zona agricola in località Contrada Palastanga nei comuni di Monreale (PA), Corleone (PA) e opere di rete nei comuni di Piana degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA).

Nel dettaglio si ricordi che:

- il Comune di Monreale è interessato da parte dell'impianto "Celso" (sottocampo nominato PC2), dall'area impianto "Tagliavia", dall'area impianto "Croci", dall'area impianto "Torre dei Fiori", dall'area impianto "Pietralunga", dall'area impianto "Patria" e da alcuni tratti del cavidotto interrato di connessione alla RTN;
- il Comune di Corleone è interessato dalla restante parte dell'impianto "Celso" (sottocampo nominato PC1), dai restanti tratti del cavidotto interrato kV su viabilità asfaltata di connessione alla RTN;
- il Comune di Piana degli Albanesi è interessato da una porzione di nuovo cavidotto interrato 36 kV su viabilità asfaltata di connessione alla RTN;
- Il Comune di Santa Cristina Gela è interessato dalla SE RTN Terna di progetto, dalla Sottostazione Utente, dalla restante porzione di nuovo cavidotto interrato 36 kV su viabilità asfaltata di connessione alla RTN e da una porzione di nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento alla "Bellolampo - Caracoli - Ciminna";
- Il Comune di Belmonte Mezzagno è interessato da una porzione di nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento alla "Bellolampo - Caracoli - Ciminna"

In generale, l'area deputata all'installazione dell'impianto agrivoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo in quanto presenta una buona esposizione alla radiazione solare ed è facilmente accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti. I diritti reali sulle aree selezionate per l'installazione dei tracker fotovoltaici previsti nel progetto, sono stati acquisiti mediante accordo contrattuale stipulato con i relativi proprietari.

Di seguito le coordinate di un punto baricentrico del campo fotovoltaico:

37°53'18.94"N,

13°14'51.60"E

Il parco agrivoltaico e relativa sottostazione si trovano all'interno delle seguenti cartografie e fogli di mappa catastali:

- Fogli IGM in scala 1:25.000 di cui alle seguenti codifiche: 258-I-SO-Rocche di Rao, 258-I-NO-Piana degli Albanesi e 258-I-NE-Marineo.
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche: 607040, 607080, 607110, 607120, 608010
- Fogli di mappa nn. 128, 146, 149, 150, 151, 152, 168, 169 nel Comune di Monreale (PA), n. 4 nel Comune di Corleone (PA), nn. 16, 19, 22 nel Comune di Piana degli Albanesi (PA) e nn. 13, 14 nel Comune di Santa Cristina Gela

Di seguito una tabella che riassume le particelle interessate dalla realizzazione dell'impianto:

Tabella 2. Particelle catastali interessate dalla realizzazione dell'impianto

AREA IMPIANTO	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLE
Impianto Celso	Corleone (PC1)	4	401, 590, 160, 161, 162, 163, 3
	Monreale (PC2)	169	351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 54, 71
Impianto Tagliavia	Monreale	169	107, 108, 209, 221
Impianto Croci	Monreale	151	82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89
Impianto Torre dei Fiori	Monreale	149	30, 140, 37, 38, 48, 17, 16, 41
Impianto Pietralunga	Monreale	146	67, 409
Impianto Patria	Monreale	168	306
Impianto SSE Utente	Santa Cristina Gela	14	397, 398, 399, 400, 403

Di seguito si riporta l'inquadramento su IGM (Scala 1:25000), CTR (Scala 1:10000), ortofoto (Scala 1:10000) e catastale (1:10000) delle opere in progetto. Per una migliore rappresentazione si riporta agli elaborati cartografici (cod. PD.23 "Carta del layout di progetto su corografia IGM", cod. PD.24 "Carta del layout di progetto su planimetria CTR", cod. PD.25 "Carta del layout di progetto su ortofoto, cod. PD.26 "Carta del layout di progetto su catastale").

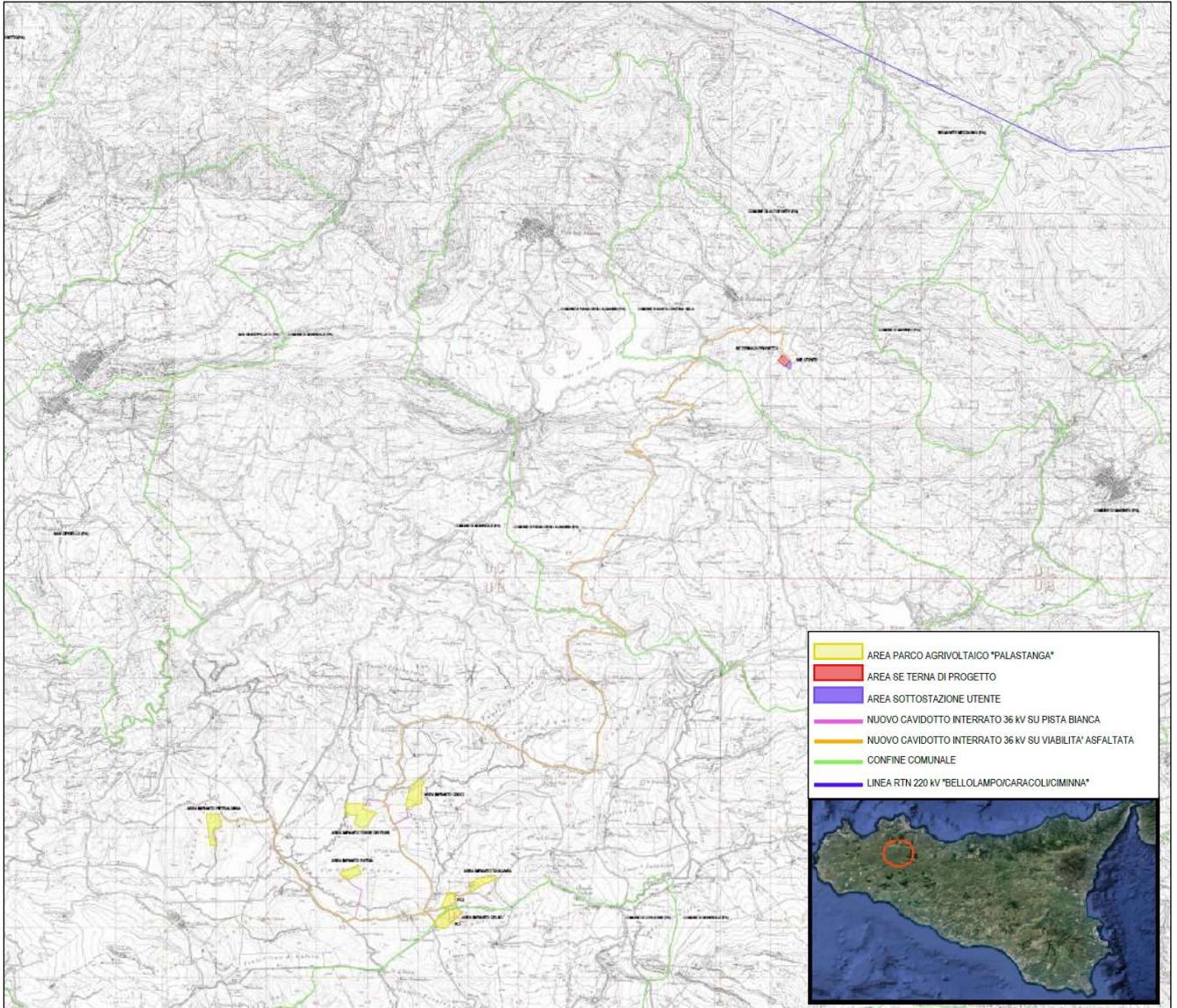


Figura 1. Localizzazione del sito e Inquadramento IGM (Scala 1:25000) delle opere in progetto

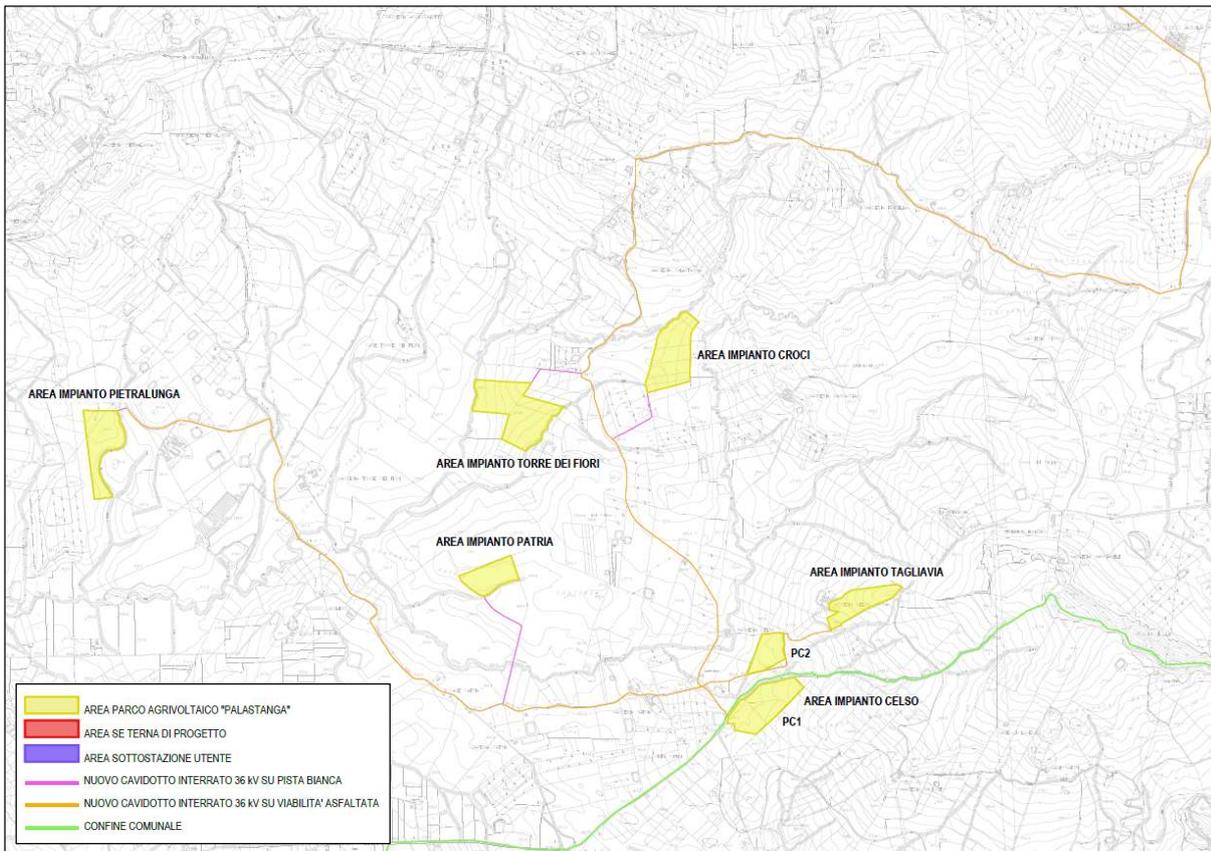


Figura 2. Inquadramento opere in progetto (impianto) su CTR (Scala 1:10000)

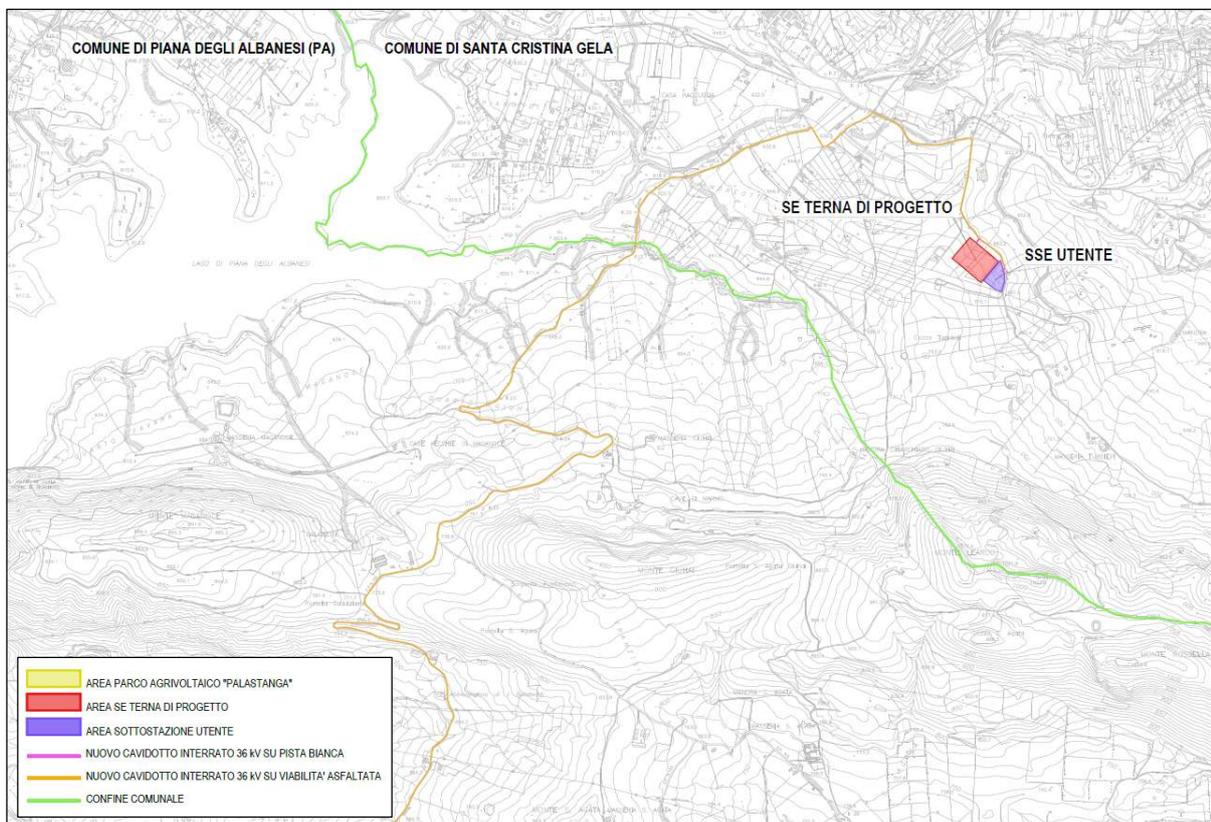


Figura 3. Inquadramento opere in progetto (area stazioni) su CTR (Scala 1:10000)

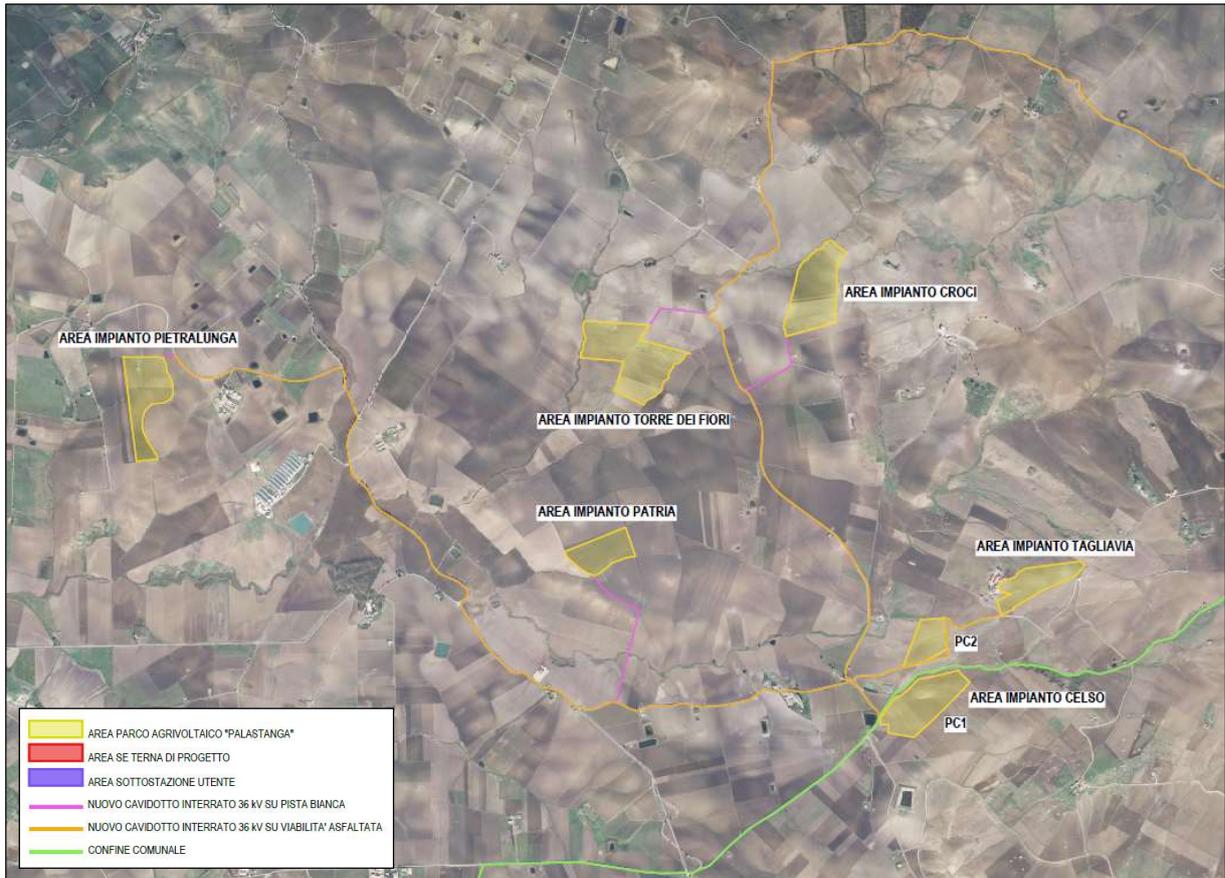


Figura 4. Inquadramento opere in progetto (area impianto) su Ortofoto (Scala 1:10000)

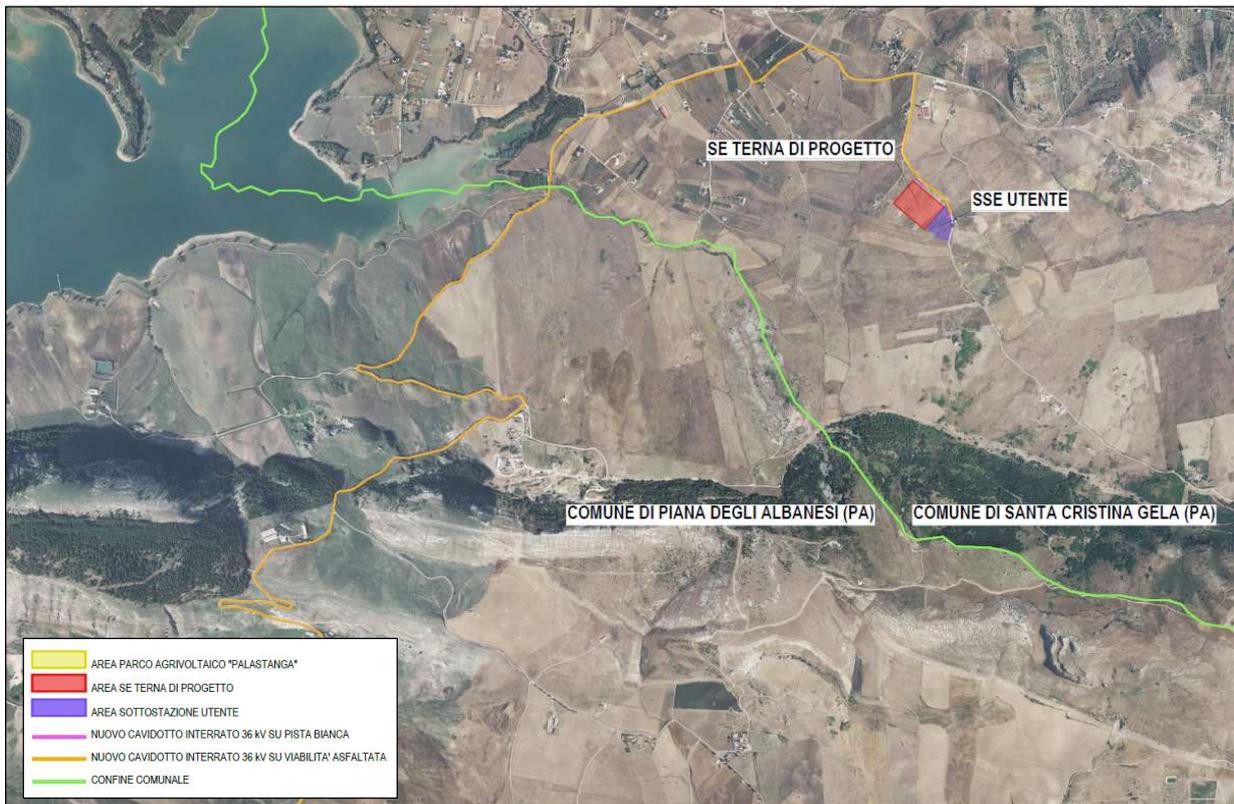


Figura 5. Inquadramento opere in progetto (area stazioni) su Ortofoto (Scala 1:10000)

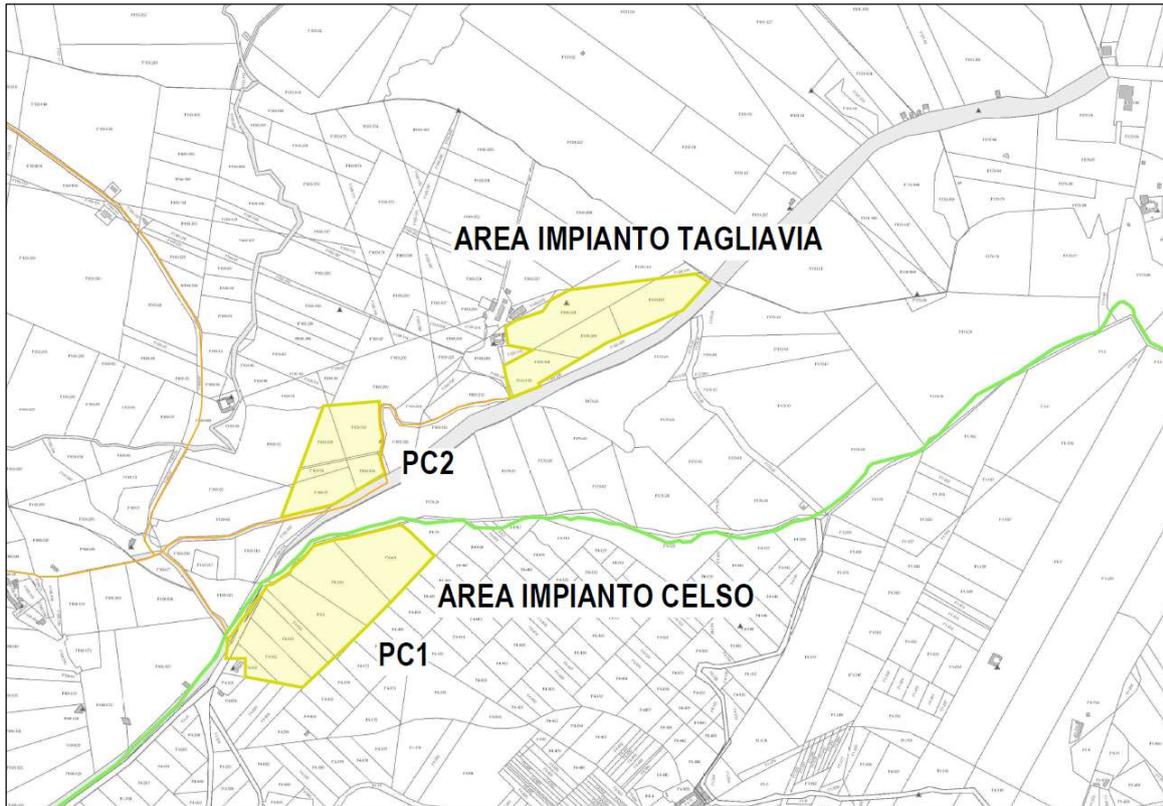


Figura 6. Inquadramento opere in progetto (area Celso e Tagliavia) su Mappa Catastale (Scala 1:10000)

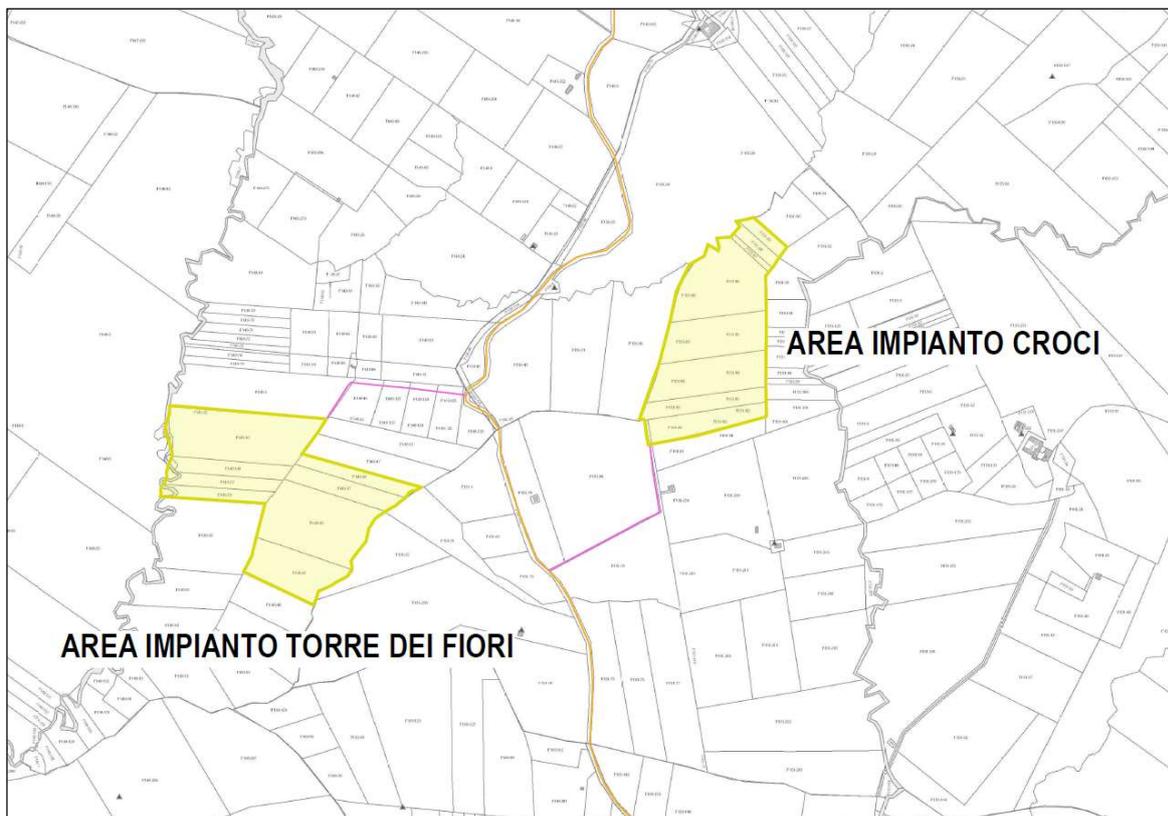


Figura 7. Inquadramento opere in progetto (area Torre dei Fiori e Croci) su Mappa Catastale (Scala 1:10000)

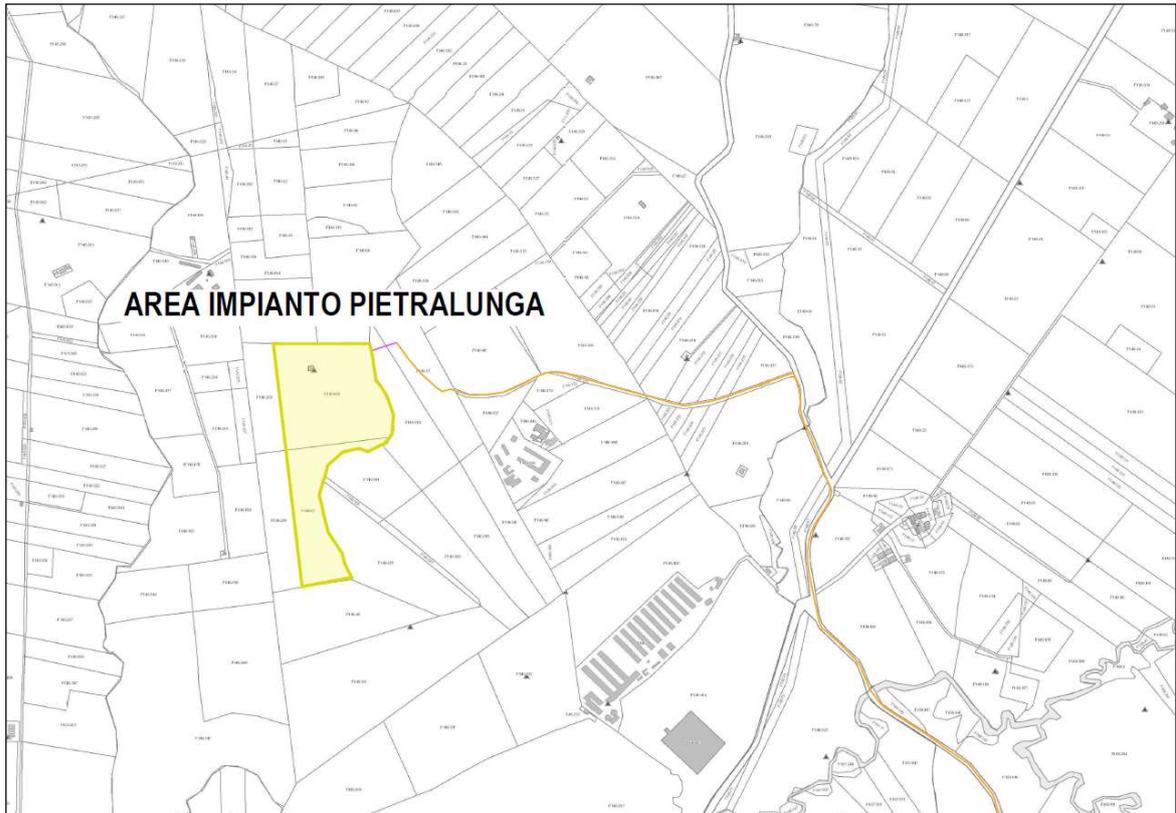


Figura 8. Inquadramento opere in progetto (area Pietralunga) su Mappa Catastale (Scala 1:10000)

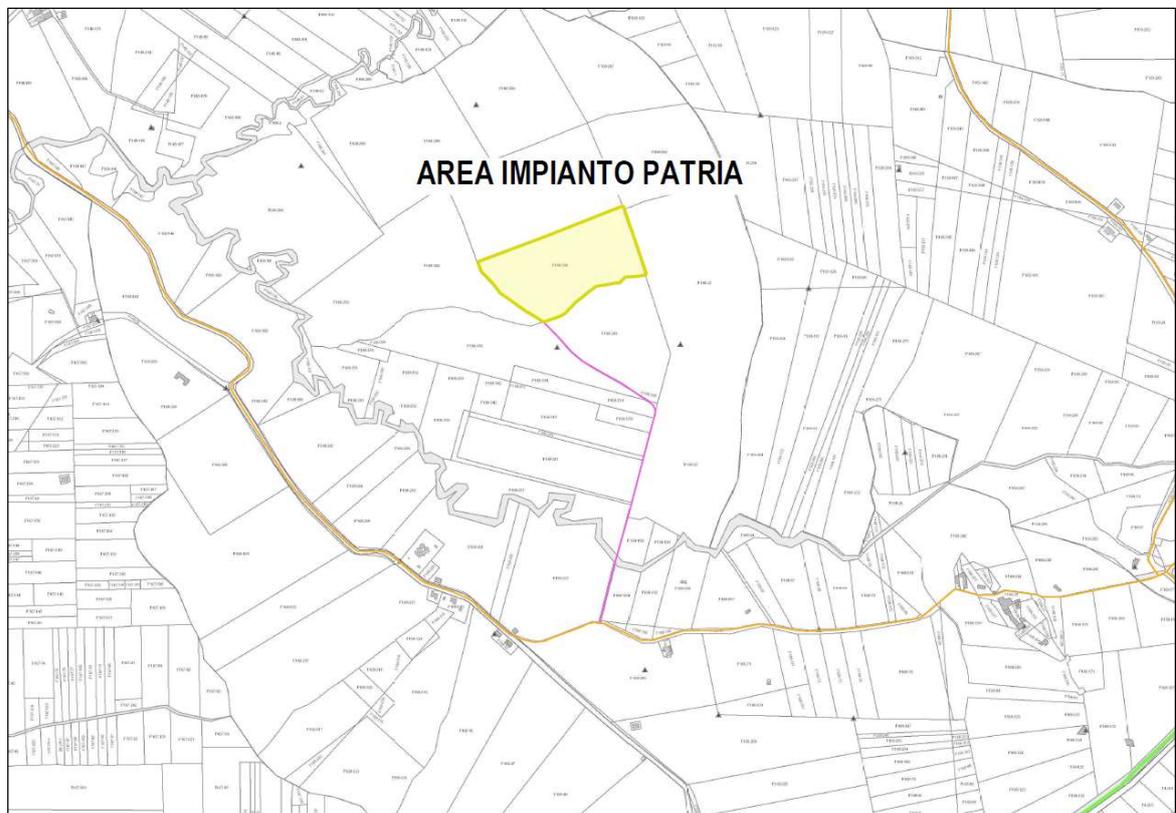


Figura 9. Inquadramento opere in progetto (area Patria) su Mappa Catastale (Scala 1:10000)

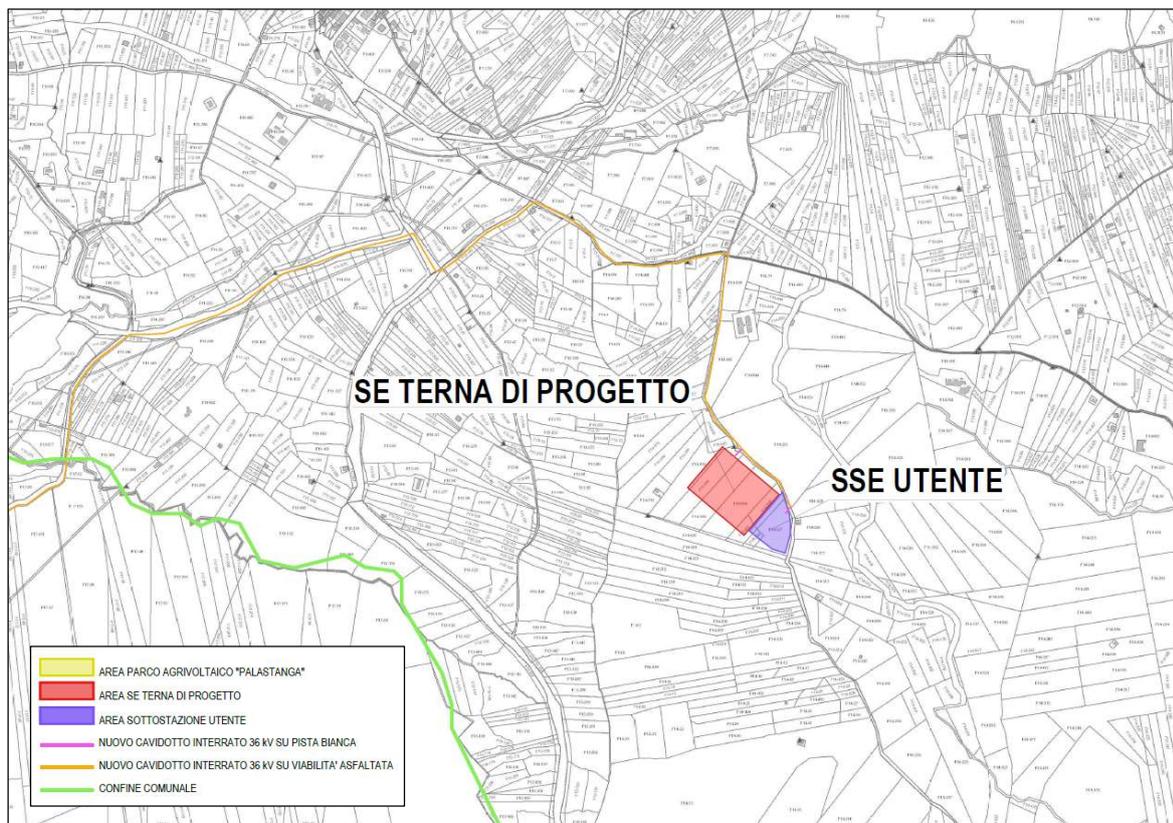


Figura 10. Inquadramento opere in progetto (area stazioni a) su Mappa Catastale (Scala 1:10000)

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOMORFOLOGICO

4.1. Descrizione Generale

L'assetto geomorfologico dell'area di studio è caratterizzato da un paesaggio essenzialmente collinare, dominato da prevalenti processi fluviali, movimenti di massa e fenomeni di dilavamento, che contraddistinguono gran parte del territorio in esame. Il sito oggetto d'intervento ricade ad una quota media di 398 metri s.l.m. nei pressi di *Cozzo Celso*, su un'area di fondovalle costituita da terreni appartenenti alla F. S. Cipirello, costituita essenzialmente da argille debolmente sabbiose, passanti a marne, che si sviluppano per quasi tutta l'area di studio.

L'influenza della litologia sulle caratteristiche morfologiche del paesaggio è determinante a causa della marcata differenza di comportamento rispetto all'erosione dei vari morfotipi affioranti, infatti nell'area di studio si notano rilievi carbonatici che offrono una buona resistenza all'erosione e terreni argillosi o detritici facilmente erodibili.

Per quanto riguarda le linee di dislocazione rappresentano sicuramente delle zone a minore resistenza dove spesso è impostata la rete idrografica a regime torrentizio e a sviluppo areale medio – basso. Dove infatti affiorano i corpi carbonatici, le pendenze dei versanti sono molto elevate, al contrario invece dove affiorano i terreni argillosi – detritici le pendenze risultano essere più blande.

Le aree caratterizzate da affioramenti di litotipi a comportamento rigido segnano rotture di pendenza e l'andamento morfologico risulta accidentato, ricco di sporgenze rocciose e pareti ripide a volte verticali.

In tali affioramenti il reticolo idrografico risulta poco definito ed è dato da marcate incisioni a breve sviluppo, dovute all'azione congiunta della dissoluzione carsica e dell'erosione per dilavamento.

In corrispondenza degli affioramenti dei terreni plastici, la morfologia diviene piuttosto dolce, priva di sporgenze ed assume una moderata acclività, che viene localmente interrotta da blocchi litoidi, talvolta di rilevanti dimensioni. In queste aree il reticolo idrografico è mediamente definito con limitate incisioni vallive a regime torrentizio, che assumono un disegno dendritico caratteristico dei terreni impermeabili.

Queste aree sono interessate da fenomeni di erosione diffusa dovuta all'azione meccanica delle acque di dilavamento; subiscono quindi un'azione erosiva la cui intensità è funzione dell'acclività, della lunghezza dei pendii e dell'intensità degli eventi meteorici.

La porzione nord ove saranno realizzate le aree di impianto Torre dei Fiori e Croci, saranno impostati su un versante costituito da marne argillose e sabbiose.

Nell'area di impianto Torre dei Fiori sono stati cartografati dei movimenti franosi di piccola entità, caratterizzati da movimenti a scorrimento rotazionale che coinvolgono la parte più superficiale del terreno. Anche l'area di impianto Pietralunga a nord-ovest sarà impostato in parte sulle marne argillose e sabbiose ed in parte su depositi eluvio-colluviali di recente formazione, avente spessore di qualche metro. Nella porzione meridionale delle aree di impianto nei pressi di Celso Nuova, Masseria Celso e Contrada Magione saranno realizzate le aree di impianto denominate Celso e Tagliavia; queste saranno impostate sulle marne argillose e sabbiose della Formazione S. Cipirello con quote che variano dai 372 ai 475 m s.l.m.

Per quanto riguarda la porzione centrale dell'area rilevata in Contrada Patria, l'area di impianto denominata Patria sarà impostata anch'essa su marne argillose ed in parte su depositi eluvio-colluviali con quote che oscillano tra i 365 ed i 370 m s.l.m.

Per quando riguarda lo sviluppo del cavidotto interrato, sarà per la maggior parte impostato sulle marne ed in parte, nei pressi di Borgo Schirò, su depositi fluviali ed eluvio colluviali.

Il sito di studio è caratterizzato anche dalla presenza di numerosi invasi artificiali che raccolgono le acque che ruscellano in superficie durante i periodi piovosi per essere impiegate nei periodi estivi per usi irrigui.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area ricade all'interno del Bacino idrografico del Fiume Belice ed è caratterizzato da lineamenti morfologici pressoché costanti e regolari alternati a sporadici rilievi.

L'assetto geomorfologico dell'area è contraddistinto dall'insieme di due differenti paesaggi: uno collinare, dominato da prevalenti processi fluviali, movimenti in massa e fenomeni di dilavamento, che contraddistingue gran parte del territorio in esame, l'altro caratterizzato da sporadici rilievi calcarei, situati nell'estremità est dell'area rilevata, sottoposta a controllo dell'erosione selettiva e contrassegnato da rilievi isolati con quote variabili tra i 400 – 450 metri.

Osservando a scala regionale le forme del rilievo è possibile evidenziare come nel tempo si sia realizzata una generale congruenza fra alti e bassi tettonici con alti e bassi topografici, i rilievi isolati corrispondono infatti a zone di culminazione tettonico determinate da strutture compressive complesse, vergenti sia verso sud che verso nord. Le grandi depressioni morfologiche si hanno nei settori di basso tettonico, coincidenti con strutture di tipo brachisinclinale, complicate dalla presenza di faglie a basso o alto angolo.

Questa generale congruenza è stata resa possibile dalla sovrapposizione, stratigrafica o tettonica, di rocce "tenere" su rocce "dure". Il progressivo smantellamento delle coperture "tenere", operato dai processi esogeni, ha consentito l'esumazione dei blocchi carbonatici situati in posizione di alto strutturale che, per erosione selettiva, hanno dato origine ai rilievi montuosi più elevati; diversamente le aree circostanti, costituite da terreni meno resistenti, sono state invece soggette ad un'erosione più intensa che, nel tempo, ha determinato l'origine delle attuali depressioni topografiche.

4.2. Idrografia

La rete idrografica della gran parte dell'area è condizionata dalla presenza del corso d'acqua principale, il **Fiume Belice**. I suoi affluenti ed i piccoli corsi d'acqua presenti nell'area come il Vallone Malvello a sud degli impianti ed il Vallone dell'Aquila a nord est risentono dell'influenza strutturale e del condizionamento della topografia.

La rete fluviale risulta impostata, in prevalenza, su substrato essenzialmente di tipo marnoso argilloso, che unitamente a situazioni topografiche favorevoli (versanti poco inclinati), hanno generato un pattern fluviale complessivamente dendritico, con una rete idrografica ramificata e sviluppata in tutte le direzioni.

La presenza di numerosi corsi d'acqua dà origine a piccoli rilievi collinari, isolati dall'incisione fluviale. Limitate situazioni di drenaggio di tipo parallelo si hanno laddove i versanti mostrano inclinazioni più elevate o dove i corpi di frana allungati sono più frequenti, costringendo i segmenti fluviali ad impostarsi ai loro margini.

4.3. Forme di rilievo

L'area oggetto di studio mostra forme di rilievo specifiche di ben determinati processi morfogenetici in relazione alle litologie presenti. I settori litoidi carbonatici sono caratterizzati da forme originate da prevalenti processi di spianamento, dall'erosione selettiva e dalla tettonica. Gli antichi processi di spianamento hanno lasciato tracce alla sommità e lungo i versanti relitti di erosione sub – pianeggianti chiamate paleosuperfici, mentre l'erosione selettiva è responsabile della formazione di modesti versanti strutturali.

La graduale degradazione delle scarpate e dei versanti carbonatici ha contribuito alla produzione di grandi quantità di detriti come bene evidenziano nella parte est dell'area di studio, successivamente coinvolte nei frequenti movimenti franosi che si sviluppano lungo gli affioramenti argillosi situati alle pendici dei rilievi. Lungo i settori periferici dei rilievi sono stati riconosciuti movimenti di scorrimento rotazionale.

I vasti affioramenti argillo - sabbiosi formano collinette arrotondate con versanti debolmente inclinati, generatisi per l'azione congiunta di processi fluviali, movimenti in massa e fenomeni di ruscellamento.

I processi di dilavamento sono responsabili della genesi di piccoli ed effimeri rivoli, solchi presenti lungo i versanti argillosi, e della mobilitazione e successiva sedimentazione (Colluvium) di materiale incoerente.

I prodotti eluviali si conservano meglio dove le condizioni topografiche lo permettono.

4.4. Considerazioni sulla stabilità dei versanti oggetto di studio

L'area dell'impianto è ubicata ad una quota media di circa 398 metri s.l.m. su una zona di fondovalle costituita da terreni marnoso argillosi e sabbiosi sormontati da uno strato detritico superficiale che non supera i 3 metri di spessore.

Il contesto geomorfologico nel quale s'inserisce l'area dell'impianto ed il tracciato del cavidotto sono interessati, in alcuni punti distanti dalle aree oggetto d'intervento, da movimenti gravitativi diffusi tipici dei versanti argillosi.

In queste condizioni i fenomeni di ritiro peculiari delle argille creano una coltre superficiale areata, molto permeabile, che instaura un'effimera circolazione idrica tra la stessa ed il sottostante substrato argilloso non alterato, con conseguente decadimento delle caratteristiche di resistenza al taglio e scollamento delle porzioni superficiali che causa colamenti diffusi.

Altre tipologie di dissesti che interessano l'area sono rappresentate da frane di scorrimento presenti principalmente nell'area nord, che coinvolgono piccole porzioni dell'area di impianto Torre dei Fiori. Sono movimenti traslativi che interessano la parte superficiale del terreno e che non destano preoccupazione per la realizzazione dell'impianto.

Per la restante parte dell'area rilevata, tutte le forme di dissesto si trovano al di fuori delle aree coinvolte dal progetto e non possono interferire con queste in alcun modo. Si fa presente che lungo la viabilità statale, che sarà sede del cavidotto, sono state rilevate diverse di frane già censite nelle cartografie ufficiali del PAI e riportate nelle allegare carte tematiche.

Pertanto, nell'area d'intervento non si rilevano elementi morfogenetici attivi in atto o potenziali. Allo stato attuale la situazione morfogenetica è dunque tale da ritenere improbabile l'instaurarsi di dissesti che possano pregiudicare la stabilità della zona in esame. Pertanto si ritiene che le aree di progetto non abbiano criticità geomorfologiche di alcun tipo e che siano idonee alla realizzazione dell'intervento in progetto.

4.5. Fattibilita' geomorfologica (PAI)

L'analisi delle pericolosità e del rischio geomorfologico rappresentato sulle Cartografie del Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico "P.A.I." ha consentito di appurare i livelli di pericolosità e rischio derivanti dal dissesto idrogeologico presente. Esso rappresenta le pericolosità ed i rischi indotti dalla dinamica dei versanti.

L'area oggetto di studio ricade all'interno del Bacino Idrografico del Fiume Belice (codice bacino 057) del piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000. Tutte le zone in dissesto perimetrale dal Piano ricadono in zone esterne all'area di studio (Vedi Planimetrie allegate) e non interagiscono con le strutture di progetto ad eccezione del cavidotto. Pertanto, si ritiene concordemente ai rilievi eseguiti ed al raffronto eseguito nelle cartografie del PAI, che i siti d'intervento non sono interessati da aree in dissesto o censiti a vario grado di pericolosità e rischio e quindi idonei geomorfologicamente alla realizzazione dell'intervento.

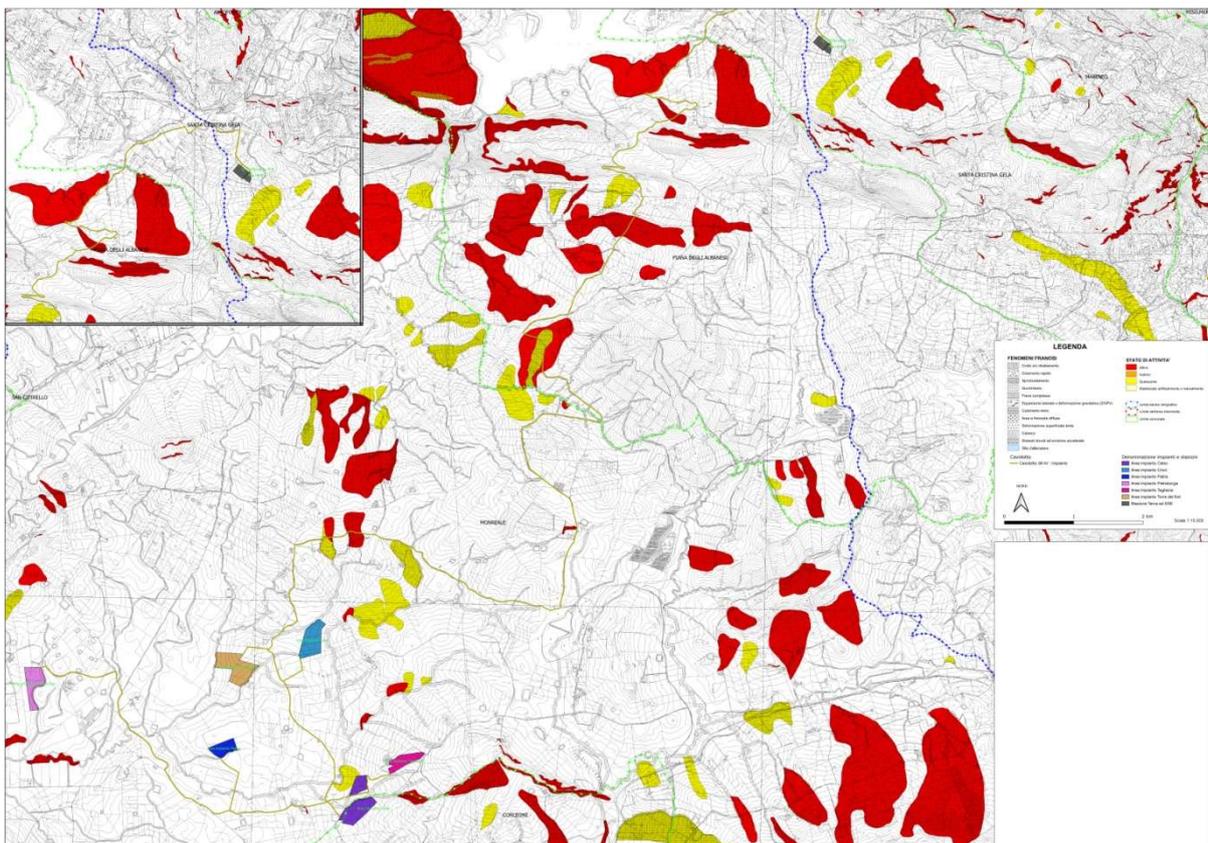


Figura 11. Carta dei Dissesti Pai (Scala 1:10000)

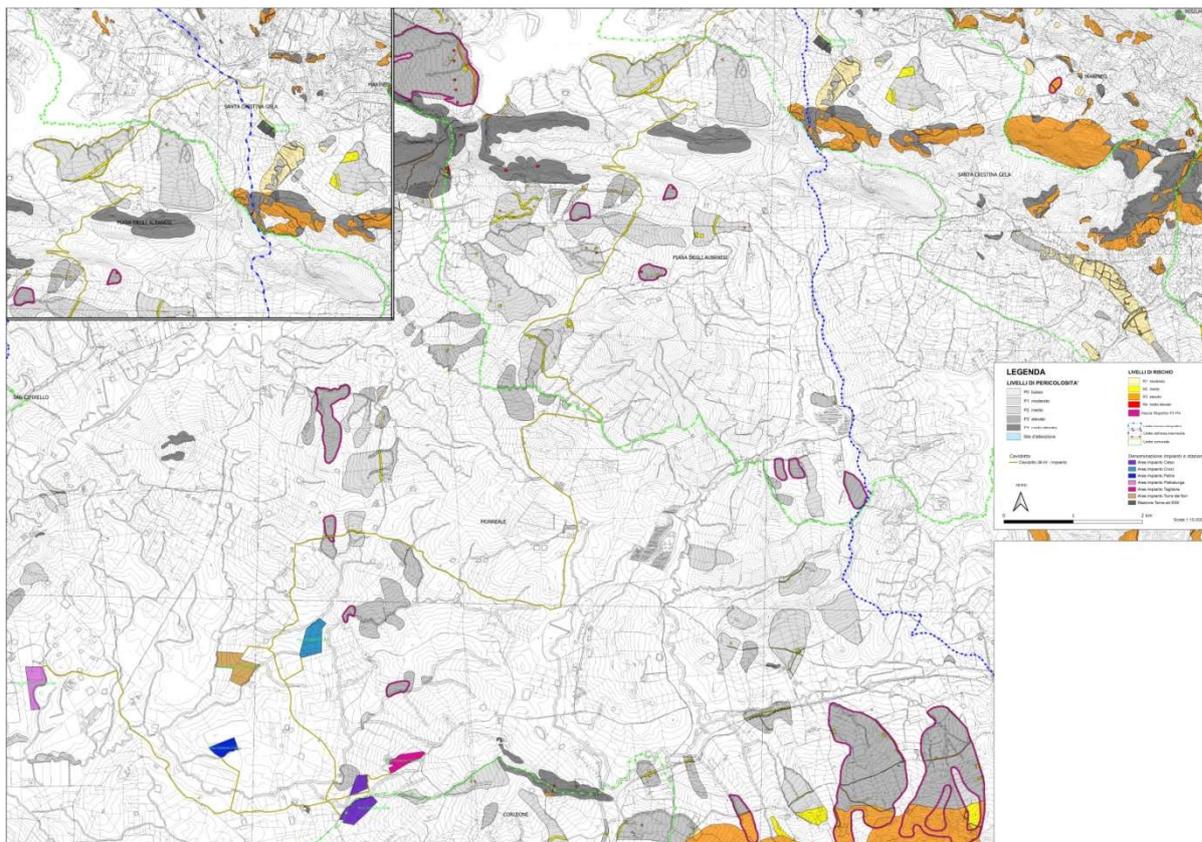


Figura 12. Carta della Pericolosità e del Rischio geomorfologico Pai (Scala 1:10000)

4.6. Pericolosità e rischio idraulico (PAI)

Come riportato in precedenza, il sito oggetto di studio ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Belice; esso non ricade fra le zone censite a vario grado di Pericolosità e Rischio idraulico.

Tutte le aree di pericolo perimetrare nel PAI Idraulica ricadono in zone esterne all'area di studio molto distanti dal sito d'intervento e pertanto non possono interagire con gli elementi vulnerabili. Inoltre considerato che i siti d'impianto sono posizionati in posizioni qua-si apicali rispetto alle aree circostanti si esclude che possano verificarsi fenomeni di alluvionamento o esondazioni di alcun tipo.

Pertanto si ritiene che sul sito non siano presenti fattori di pericolosità e rischio idraulici ostativi alla realizzazione delle opere in progetto. Si riporta di seguito (Figura 13) uno stralcio in cui vengono evidenziate delle aree a vario grado di pericolosità e rischio idraulico.

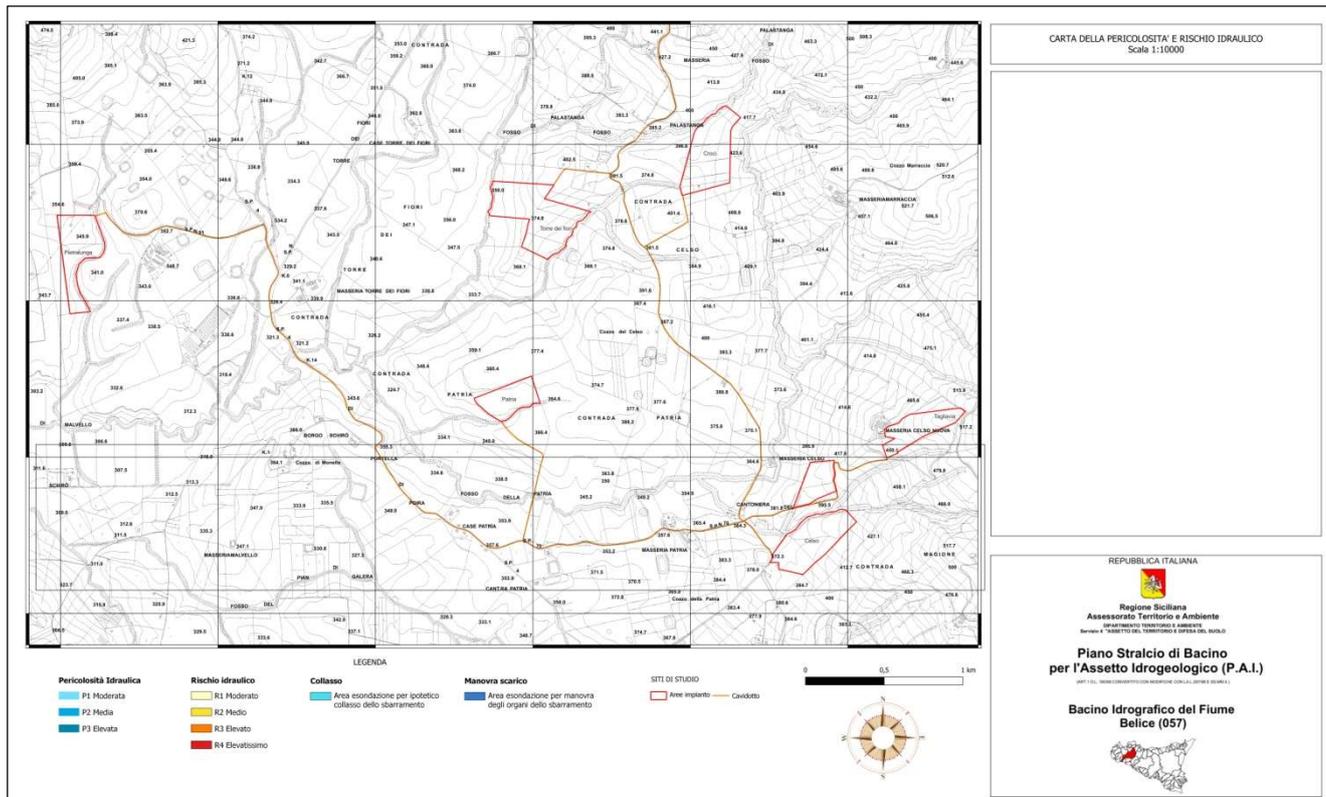


Figura 13. Carta della Pericolosità e del Rischio idraulico Pai (Scala 1:10000)

5. VALUTAZIONE DELLE AREE ALLUVIONABILI

Il seguente studio di compatibilità idraulica, in riferimento a quanto previsto dalle "Linee guida del D.A. 117/2021, è stato articolato in due distinte fasi.

Nella prima fase è stato ricostruito il bacino idrografico all'interno del quale ricadono le aree di impianto ed è stato accertato che l'impianto di Palastanga ricade quasi tutto all'interno del Bacino idrografico del Fiume *Belice*, mentre la Stazione Utente ed una piccola parte del cavidotto ricadono all'interno del Bacino idrografico del Fiume "Eleuterio". Alla scala dell'impianto è stato possibile individuare diversi sottobacini per l'impianto (Figure 8-9-10 e 11) su cui sono state eseguite diverse verifiche idrauliche (vedi *PD.05_Relazione idrologico - idraulica*) al fine di dimensionare le strutture idrauliche di raccolta e convogliamento delle acque.

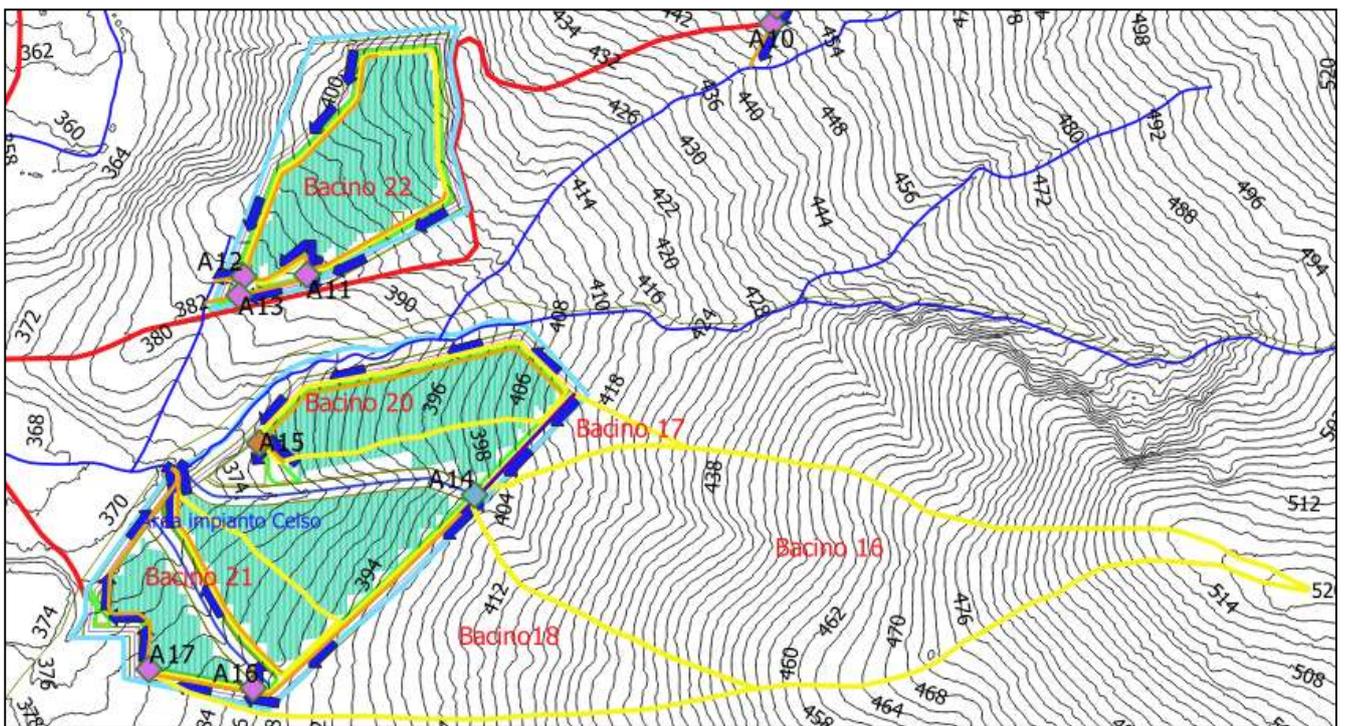


Figura 14. Vista di insieme dei bacini idrografici 16, 17, 18, 20, 21 e 22

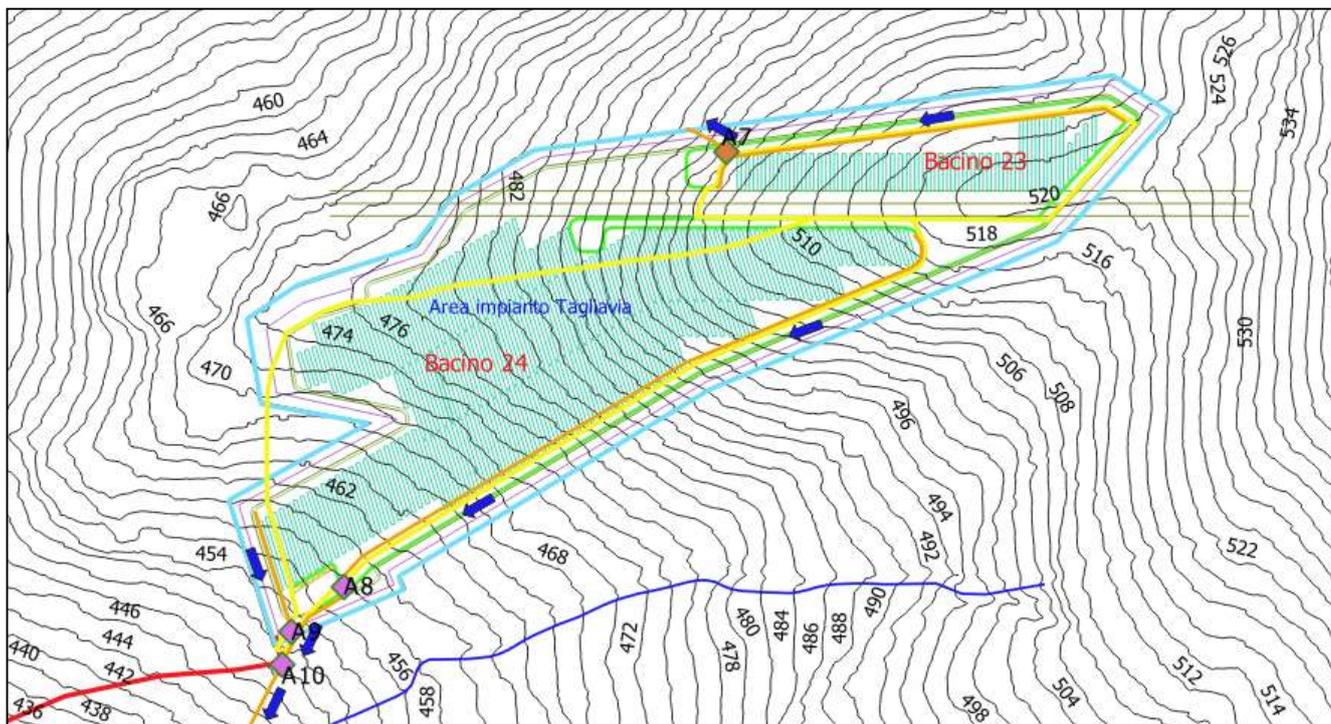


Figura 15. Vista di insieme dei bacini idrografici 23 e 24

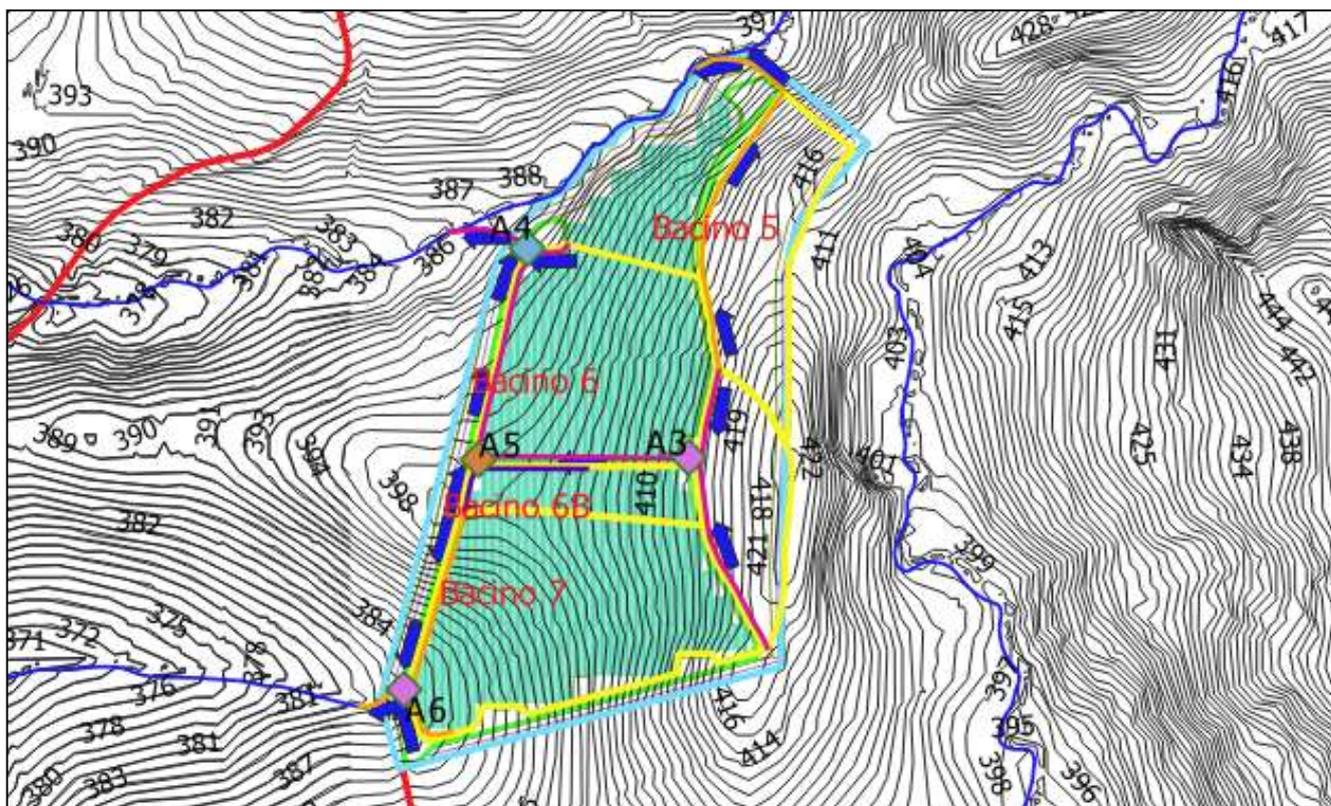


Figura 16. Vista di insieme dei bacini idrografici 5, 6, 6B e 7

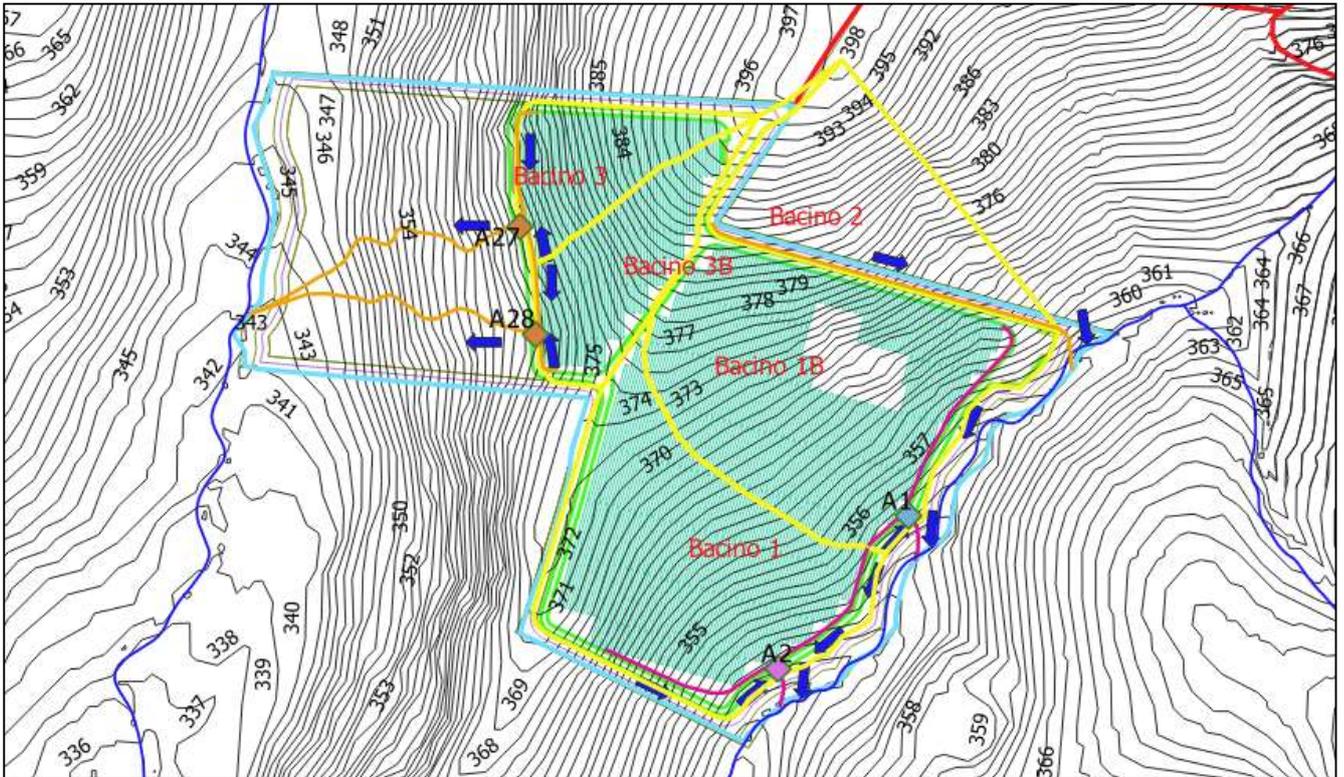


Figura 17. Vista di insieme dei bacini idrografici 1, 1B, 2, 3 e 3B

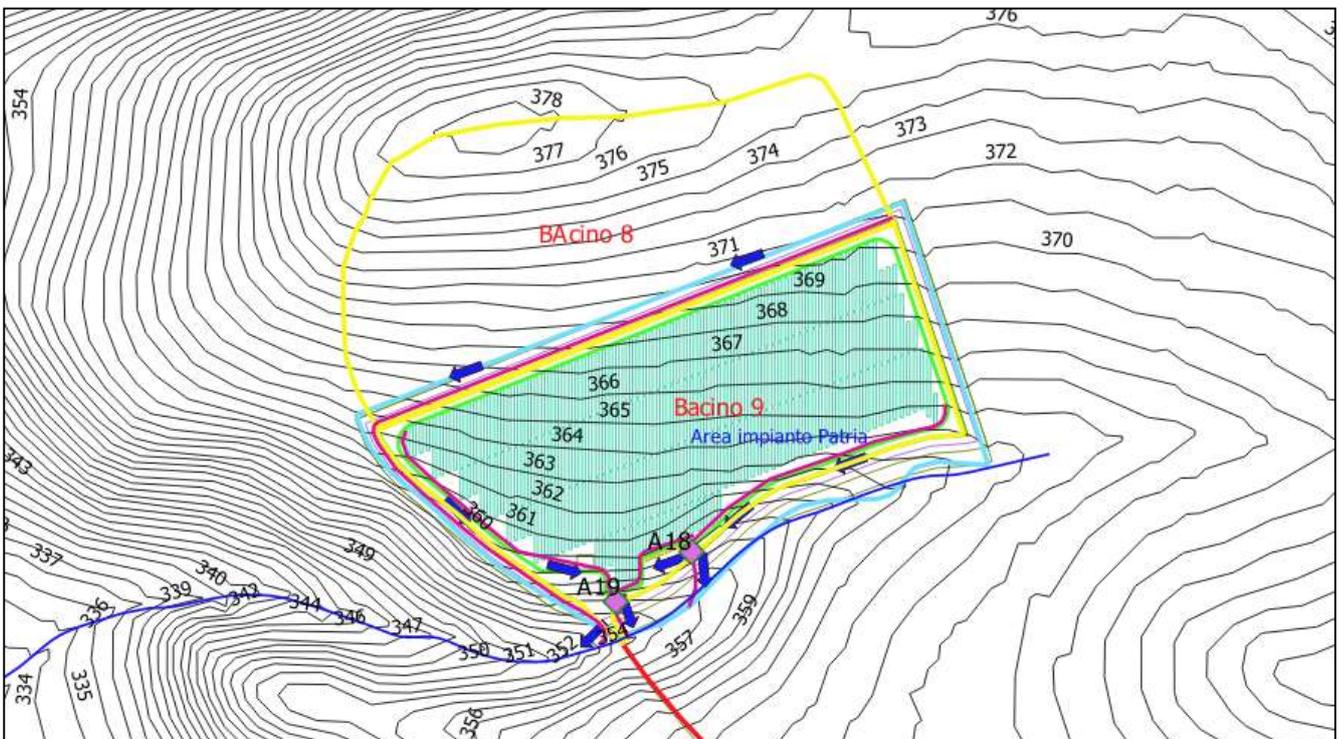


Figura 18. Vista di insieme dei bacini idrografici 8 e 9

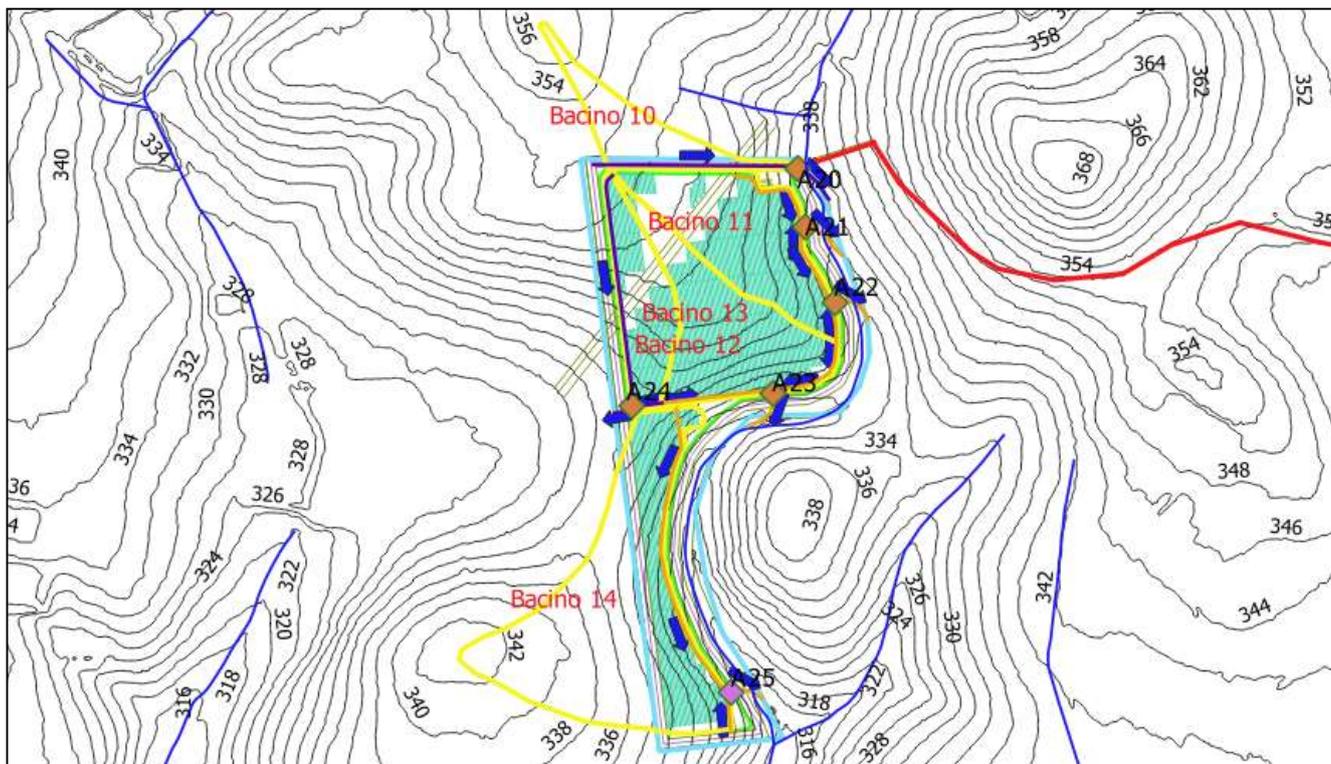


Figura 19. Vista di insieme dei bacini idrografici 10, 11, 12, 13 e 14

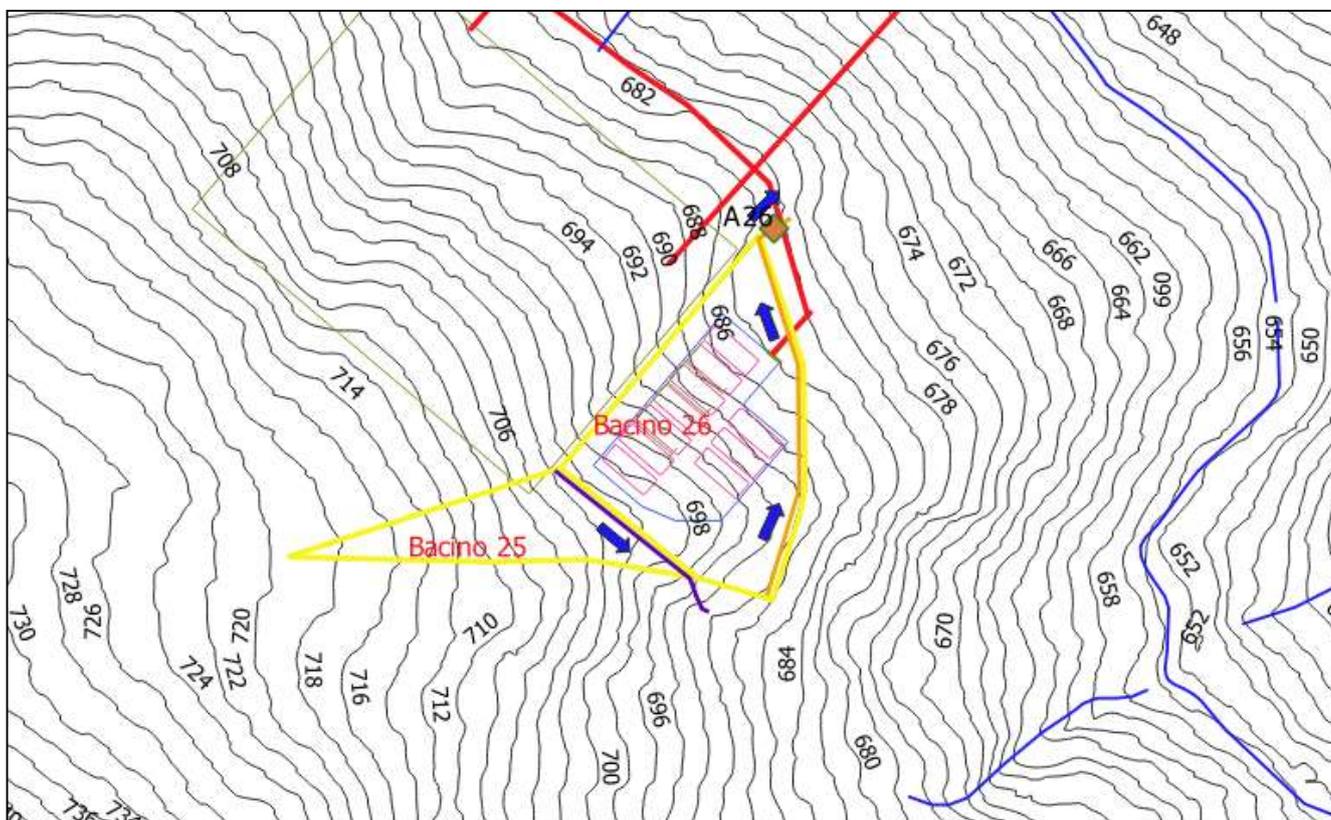


Figura 20. Vista di insieme dei bacini idrografici 25 e 26

Individuati i micro bacini è stato sovrapposto il perimetro d'impianto alle cartografie del PAI Idraulica sulle quali sono riportate le aree a pericolosità e rischio idraulico al fine di accertare la presenza di aree già censite. Grazie a ciò è stato possibile verificare che l'area d'impianto non ricade all'interno di aree censite a vario grado di pericolosità e rischio idraulico e nemmeno all'interno di siti d'attenzione (Figura 21).

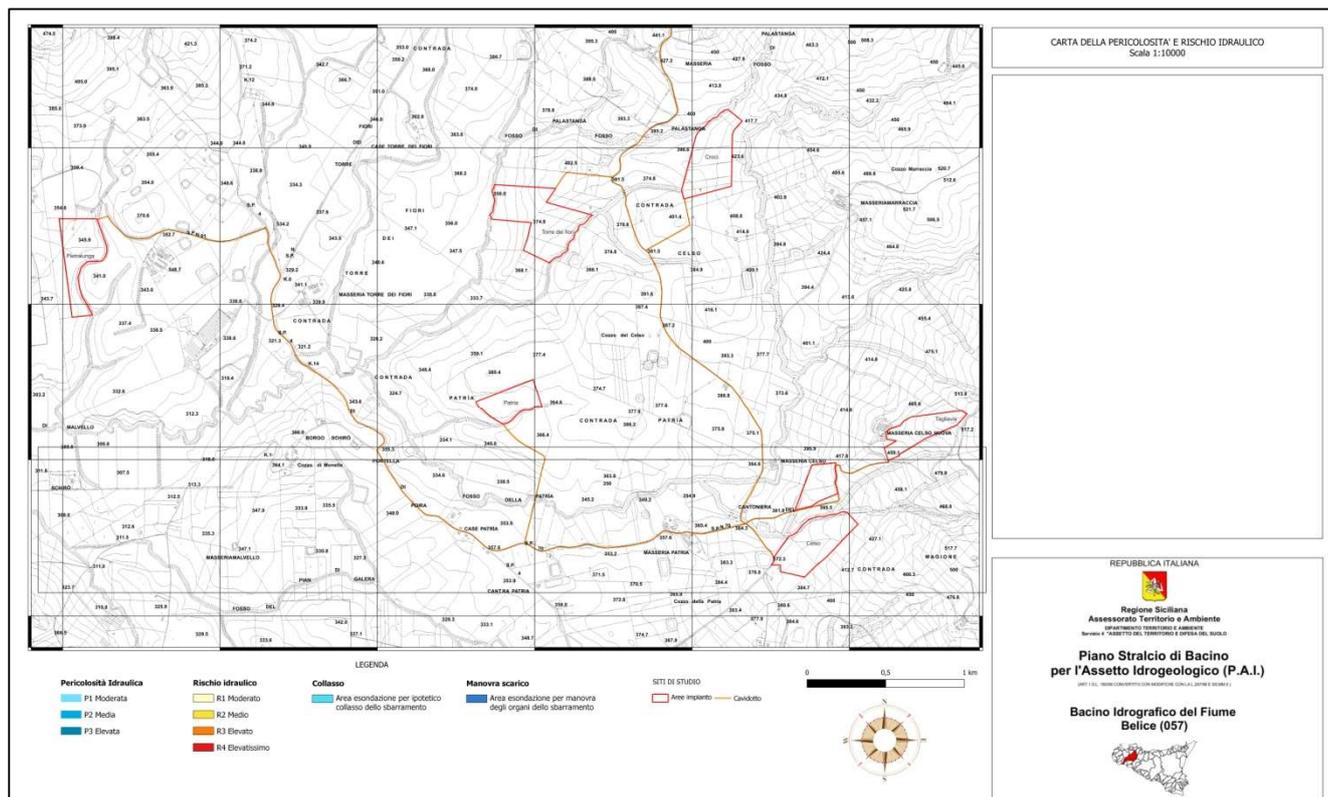


Figura 21. Carta della pericolosità e del rischio idraulico

Successivamente è stato approfondito lo studio eseguendo una analisi storica del territorio ricadente all'interno dei bacini in esame, al fine di valutare, con l'ausilio delle aerofotogrammetrie, la presenza di aree che sono state in passato oggetto di esondazioni o alluvionamento. Il periodo preso in considerazione, grazie alle aerofotogrammetrie messe a disposizione su vari portali della Regione Siciliana, di Google Earth e del Ministero dell'Ambiente va dal 1985 ad oggi. Grazie a queste cartografie e allo studio della morfologia dei luoghi eseguito tramite analisi del DTM ed alle notizie acquisite dall'intervista eseguita ai proprietari del fondo è stato possibile escludere la presenza di aree "suscettibili di allagamento". Va precisato che sui fondi sul quale sarà realizzato l'impianto non esiste un vero e proprio reticolo idrografico ad eccezione di alcuni canali a decorso stagionale con i quali l'impianto non interferisce ad eccezione della viabilità e dei cavidotti. Per tali attraversamenti nella relazione idrologico-idraulica sono stati eseguiti appositi calcoli di dimensionamento dei tubi **ARMCO** con tempi di ritorno di 200 anni. In particolare la porzione d'impianto denominato Celso si sviluppa in un'area sulla quale s'impone un reticolo idrografico con il quale non viene a contatto e dal quale si è mantenuta una distanza minima di 10 metri per lato. Sulla porzione d'impianto denominato Patria, Torre dei Fiori e Pietralunga, pur essendo in alcune porzioni circondato da canali, non sono state condotte verifiche di esondabilità in quanto i corsi d'acqua sono caratterizzati da esigue portate e sono posizionati sempre a quote nettamente inferiori rispetto all'impianto. Infine le aree di impianto denominate Tagliavia e Croci non interferiscono con il reticolo idrografico e pertanto anche per queste e per la stazione utente non sono state eseguite verifiche di esondazione.

Tutte le verifiche idrauliche (vedasi relazione idrologico-idraulica) condotte per eseguire il dimensionamento dei canali di raccolta delle acque superficiali che sono successivamente convogliate a valle dell'impianto hanno consentito di escludere qualsiasi rischio di esondazione o alluvionamento sul sito di progetto. Questo ha permesso di escludere la possibilità che queste acque possano interferire con le aree di progetto.

Si precisa che l'impianto e le strutture ad esso annesse e connesse sono state posizionate mantenendo una fascia di rispetto fluviale non inferiore ai 10 metri per lato nel rispetto della normativa vigente.

6. INVARIANZA IDRAULICA

Il progetto agrivoltaico Palastanga prevede una superficie destinata alla produzione agricola, al netto della viabilità di servizio, della fascia ripariale, dell'ingombro della MT pari a ettari 58,3 ha circa suddivisi tra uliveto, vigneto, colture ortive, e area pascolo. Pertanto nell'impianto Palastanga, con superficie complessiva di 69 ha, la parte destinata all'attività agricola è pari al 84,5% del totale. Viene pertanto soddisfatta, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA), una superficie destinata alle pratiche agricole nel sito d'intervento superiore al 70% previsto dalle linee guida in materia di impianti agrivoltaici.

Tale obiettivo è stato raggiunto mediante l'utilizzo di tracker basculanti secondo l'asse di rotazione Nord-Sud, fissate al terreno con pali metallici infissi, con interasse variabile tra i tracker in funzione della pendenza del sito e superficie libera tra i moduli (in posizione orizzontale) anche essa variabile, che diventa area coltivabile per tutta la lunghezza dei filari (si veda sezione sotto).

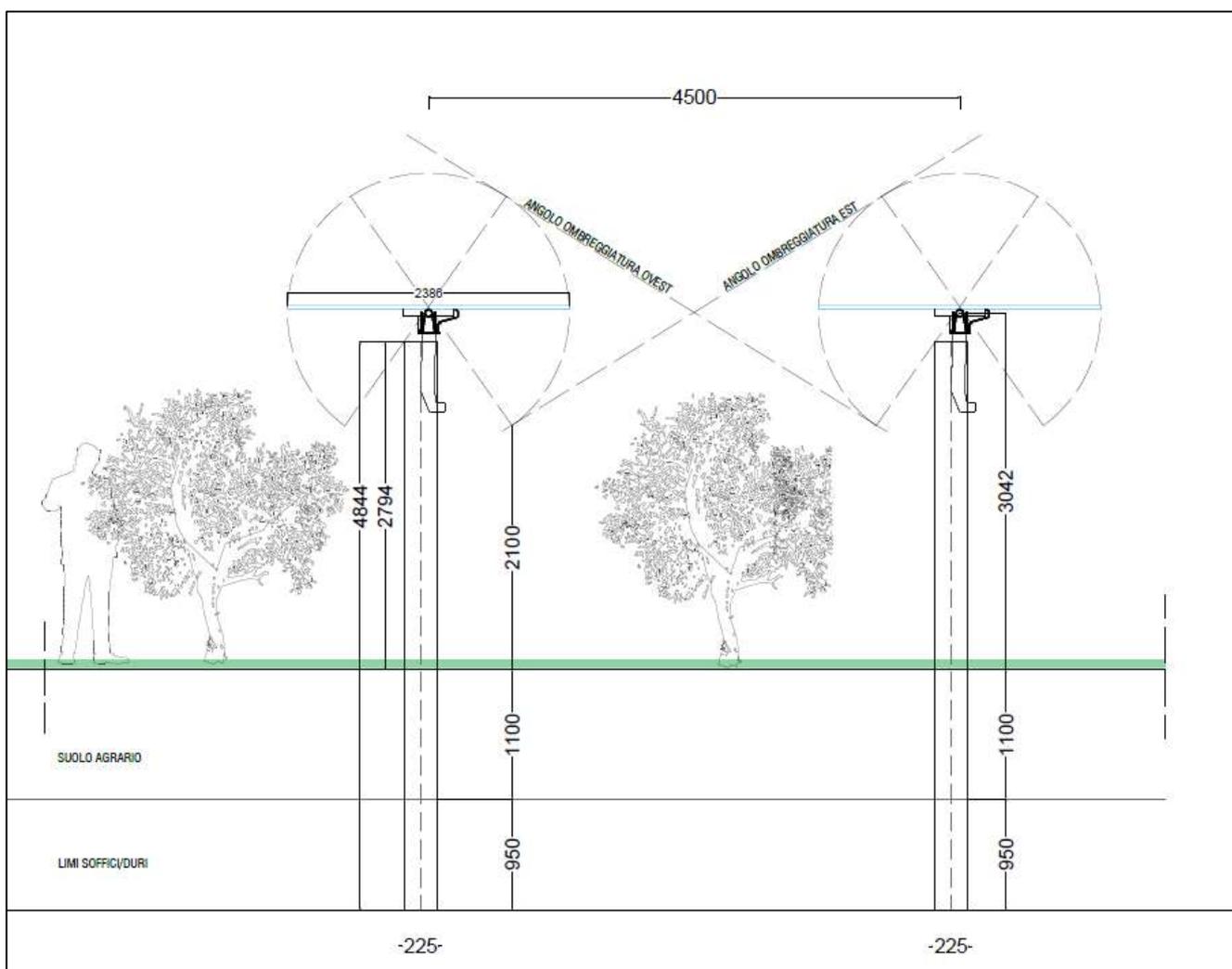


Figura 22. Strutture sostegno moduli fotovoltaici in area destinata alla produzione agricola

All'interno dell'area dell'impianto avremo una ripartizione colturale così suddivisa:

Il progetto prevede una superficie destinata alla produzione agricola pari a ettari 58,3 così suddivisi:

- **Uliveto** (≈ 28 ha) per la produzione di olive da olio così ripartito:
 - Uliveto perimetrale (≈ 10 ha)

- Uliveto di progetto ricadente in aree impianto "PC1-Celso" "Tagliavia" e "Pietralunga" (\approx 18 ha);
- **Vigneto** (\approx 2,9 ha) per la produzione di uva bianca da vino in impianto "PC2-Celso";
- **Colture erbacee foraggere/pascolo** (23,1 ha): per la produzione di scorte foraggere (fieno) e il pascolamento del bestiame in impianto "Crocì" e "Torre dei Fiori";
- **Colture ortive** (4,3 ha): Per la produzione di pomodoro siccagno corleonese in impianto "Patria".

Pertanto la superficie complessiva destinata alle attività agricole e pastorale è pari a ettari 58,3 circa. Tale dato conferma la vocazione agro-fotovoltaica del progetto, in quanto la quasi totalità della superficie occupata dall'impianto è utilizzabile per la produzione agricola (tot. superficie ettari 69 circa).

Grazie a questa scelta è stato possibile destinare all'attività agricola il 84,5% della superficie del sito. Questo dato tuttavia prende in considerazione solo le colture che saranno impiantate nei filari tra i tracker oppure in aree destinate esclusivamente alle coltivazioni e non tiene conto delle essenze spontanee che cresceranno sotto i tracker. Tale aliquota data da colture erbacee spontanee permanenti avranno anch'esse la funzione di contribuire al Carbon Farming sostituendo le precedenti colture nei periodi invernali (*Figura 23*).



Figura 23. Esempio reale di impianto fotovoltaico con crescita di vegetazione sotto il pannello

Questi dati sono molto importanti al fine di valutare l'invarianza idrologico-idraulica perché ci permettono di valutare quale percentuale del territorio sarà interessata da opere che potrebbero aumentare le superfici impermeabili variando le caratteristiche idrologiche idrauliche del sito.

Dalle percentuali sopra riportate si evince che quasi tutto il sito oggetto dell'impianto sarà interessato da coltivazioni spontanee e non, l'unica porzione che rimarrà esclusa sarà quella relativa alla viabilità ed alle piazzole (6-7 %) che tuttavia essendo realizzate in tout venant di cava garantiranno una discreta permeabilità non variando il regime idrologico dei bacini presenti all'interno dell'area d'impianto.

L'unico elemento che determinerà una variazione nelle modalità di assorbimento delle precipitazioni è dato dai pannelli fotovoltaici. Questi ultimi, essendo della tipologia a tracker basculanti secondo l'asse nord-sud, non consentono all'acqua piovana di raggiungere direttamente il terreno sottostante solo quando il pannello è orizzontale, ovvero quando il sole è perpendicolare all'impianto tra le ore 11 e le ore 13 circa in funzione delle stagioni. In tutte le altre ore del giorno il pannello è diversamente orientato e consente all'acqua piovana di precipitare direttamente sul terreno sottostante. Quando ciò non avviene totalmente o avviene parzialmente, l'acqua che precipita sul pannello scorre sullo stesso fino a raggiungere il bordo inferiore dal quale si riversa sul terreno. In questo caso l'acqua caduta dal pannello scorre sul suolo passando nella maggior parte dei casi sotto i pannelli ed infiltrandosi nel terreno ove sono presenti le colture erbacee spontanee che mitigano lo scorrimento delle acque (foto 2).



Figura 24. Esempio reale di impianto fotovoltaico realizzato a 4,5 Km dall'impianto in progetto con crescita di vegetazione sotto il pannello

Tuttavia a maggior tutela dell'invarianza del regime idrologico e idraulico al fine di mantenere inalterato il regime udometrico si è optato per la realizzazione di trincee assorbenti che avranno la funzione di temporanea ritenzione, accumulo e laminazione delle acque. Tali strutture saranno realizzate in modo da intercettare le acque ruscellanti, accumularle e consentirne l'assorbimento al

loro interno fino ad esaurimento del tempo di corrivazione. Tali trincee saranno disposte in modo tale da ricevere e disperdere l'acqua fino a saturazione dopodiché esaurita la loro funzione l'acqua continuerà il suo percorso verso valle.

Il dimensionamento di queste strutture è riportato ai capitoli successivi mentre la loro dislocazione è riportata sulla "PD.08.B_Carta degli interventi di invarianza idraulica".

7. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE DI LAMINAZIONE PER I VARI BACINI

Per il dimensionamento delle opere idrauliche si fa riferimento alla sezione del bacino sotteso dell'area in esame.

La grandezza di riferimento da prendere in considerazione per la valutazione delle portate è data dalla valutazione del tempo di corrivazione t_c .

Il tempo di corrivazione t_c è il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame.

La letteratura specialistica, propone diverse formule empiriche per la valutazione del tempo di corrivazione t_c .

Considerato che i bacini idrografici studiati per le varie verifiche idrauliche sono molto piccoli e addirittura inferiori al Km² si è optato per l'utilizzo della Formula di Kirpich che risulta la più utilizzata in letteratura per bacini aventi superfici < di 10 Km²:

Formula di Kirpich

$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

Dove:

- L= Lunghezza asta principale in Km
- i = pendenza media del percorso
- Delta H= Differenza tra l'altitudine massima del bacino e l'altitudine della sezione di sbocco in m

Per la determinazione dell'altezza di pioggia, dell'intensità della pioggia si è ricorso al *metodo TCEV* seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici, messa a punto dall'Università degli Studi di Palermo.

Tale metodo si basa sull'assunzione che l'osservazione empirica dei campioni dei massimi annuali delle precipitazioni di breve durata ha portato a riconoscere l'esistenza di alcuni valori estremamente più elevati degli altri, denominati "outliers".

Infatti, la distribuzione di frequenza empirica dei valori della variabile idrologica, riportati in carta probabilistica da Gumbel, mostra un andamento a gomito che testimonia l'esistenza di due distinte distribuzioni: una relativa ai valori più contenuti della variabile e l'altra relativa ai valori più alti.

Una corretta interpretazione statistica di tali valori straordinari è quella di considerarli appartenenti ad una popolazione diversa, legata ad una differente fenomenologia meteorologica, che deve essere riprodotta dalla legge di distribuzione di probabilità.

Per tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici è stata proposta la legge di probabilità, denominata TCEV (Two Component Extreme Value distribution) o legge di distribuzione a doppia componente.

Il metodo probabilistico TCEV è una legge a quattro parametri ed a causa della notevole variabilità della stima dei parametri stessi con la dimensione campionaria, esso necessita di una indagine di tipo regionale.

Si possono individuare *tre livelli gerarchici*:

1. La Sicilia si può ritenere una zona pluviometrica omogenea,
2. Si individuano delle aree, denominate "sottozone pluviometriche omogenee"; la Sicilia è stata suddivisa in tre sottozone, che sono sempre le stesse, qualunque sia la durata in esame (vedi figura di seguito allegata):

- **A - sottozona Ovest**
- **B - sottozona Nord Est**
- **C - sottozona Sud Est**

In ciascuna sottozona, qualunque sia la durata in esame, e per valori di tempo di ritorno $T \geq 10$ anni, sono state ottenute le seguenti espressioni approssimate:

- Sottozona A
 $h't,T = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) * \log T$
- Sottozona B
 $h't,T = 0,5135 - 0,002264t + (0,000198t^2 + 0,00329t + 1,0508) * \log T$
- Sottozona C
 $h't,T = 0,5015 - 0,003516t + (0,000372t^2 + 0,00102t + 1,1014) * \log T$

in cui $h't,T$ è il valore dell'altezza di pioggia ht , di fissata durata t e tempo di ritorno T rapportata alla media μ della TCEV.

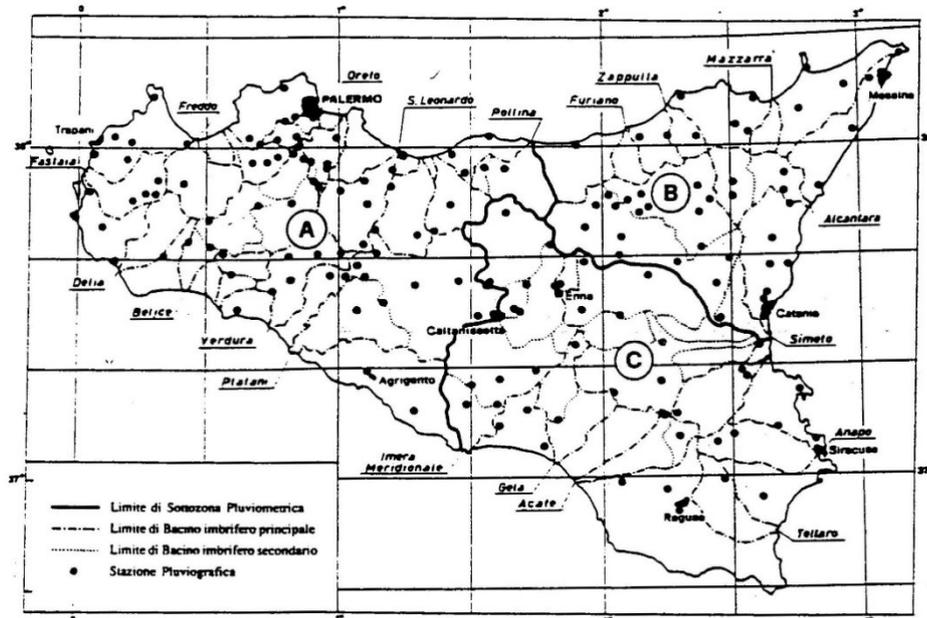


Figura 25. Sottozone pluviometriche omogenee

L'equazione della curva di probabilità pluviometrica si ottiene moltiplicando ciascuna delle precedenti per la legge di variazione della media con la durata.

$$Ht,T = h' t * \mu (t)$$

Per il territorio siciliano la media teorica μ coincide con la media campionaria m_c per cui nel terzo livello di regionalizzazione è stato individuato un criterio regionale per la stima di m_c .

Per ciascuna delle 172 stazioni pluviografiche siciliane, che vantano almeno 10 anni di funzionamento, la media m_c è esprimibile in funzione della durata t secondo la seguente legge monomia:

$$m_c = a t^n$$

Questo risultato consente di definire la curva di possibilità pluviometrica con i solo due parametri "a" ed "n".

Questi valori sono riportati per ciascuna stazione pluviometrica [Cannarozzo, D'Asaro e Ferro, 1993].

Per i siti sprovvisti di stazione di misura i coefficienti "a" ed "n" possono essere stimati sulla base delle iso-a e delle iso-n, non essendo stato rilevato né un legame interno tra le due costanti, né una variabilità in funzione dell'altitudine media.

Si riportano di seguito le immagini delle curve *iso a* e *iso n* della Regione Sicilia:

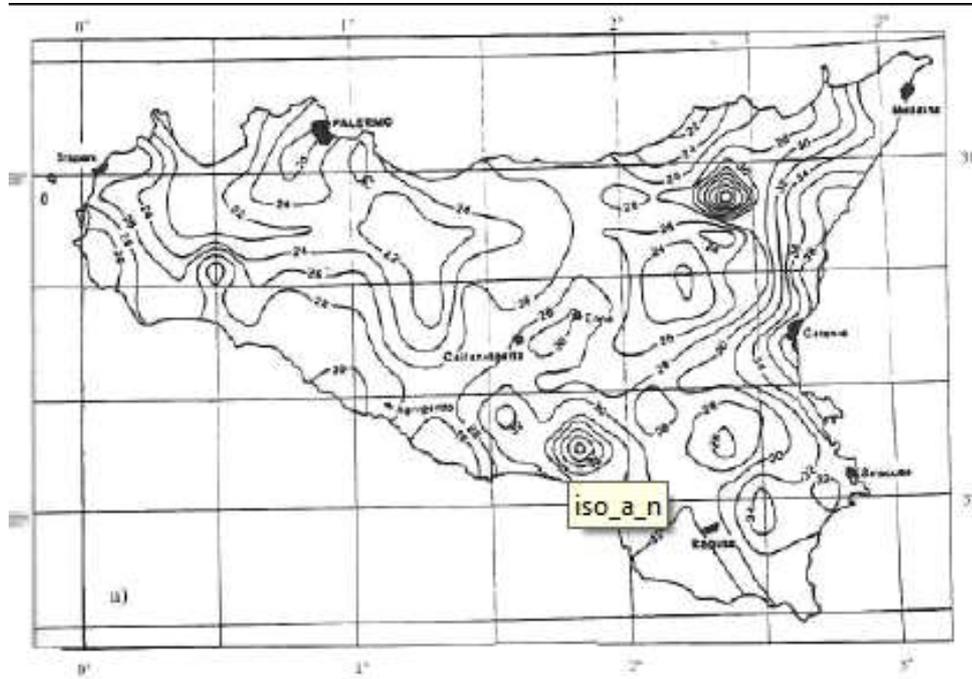


Figura 26. Curve Iso a

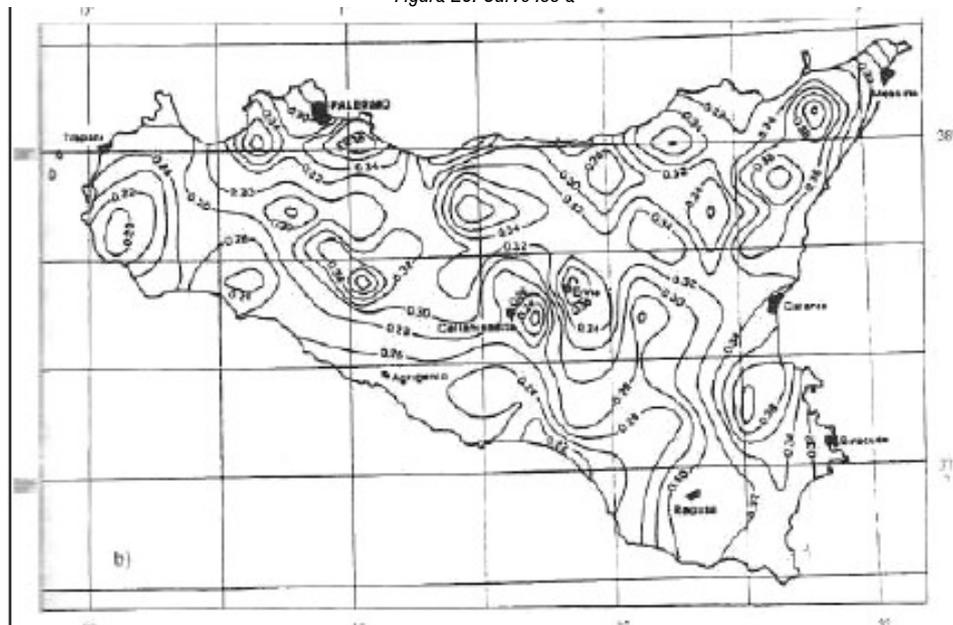


Figura 27. Curve Iso n

7.1. Determinazione del tempo di ritorno T

Il rischio idraulico a cui si può sottoporre la struttura e/o la porzione di territorio interessato dall'evento dipendono essenzialmente da tre componenti principali:

- Pericolosità idraulica dell'evento considerato e del Tempo di Ritorno;
- Valore delle cose a rischio;
- Vulnerabilità delle cose a rischio.

La pericolosità idraulica relativa al superamento della portata di dimensionamento delle opere può determinare il temporaneo innalzamento dei livelli idrici a monte e nella peggiore delle ipotesi, il collasso del manufatto per raggiunta vetustà o cattivo stato di manutenzione dello stesso. La frequenza del fenomeno idraulico è direttamente connessa con il Tempo di Ritorno che rappresenta il lasso temporale nel quale un dato evento ha probabilità di accadere almeno una volta. Un basso tempo di ritorno individua una probabilità alta di verifica dell'evento idraulico, un alto tempo di ritorno una bassa probabilità.

Il valore delle cose esposte a rischio, nel caso di viabilità assume aspetto rilevante per la possibilità di perdita di vita umana, mentre aspetto secondario assume l'allagamento di terreni agrari scarsamente antropizzati o danni alle strutture viarie stesse.

In relazione a quanto sopra, per la redazione dei calcoli idraulici e per il calcolo del volume di piena è stato considerato un tempo di ritorno pari a $T=50$ anni.

7.2. Applicazione del metodo tcev al caso in studio

L'intervento oggetto del presente studio ricadete nella provincia di Palermo eolico e si trova nella sottozona A e pertanto l'espressione utilizzata è la seguente:

$$h^t, T = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) * \log T$$

Noti tempo di ritorno e durata dell'evento pluviometrico (tempo di corrvazione) è possibile calcolare il termine h^t, T .

Per valutare le altezze di pioggia relative al prefissato tempo di ritorno T, si farà riferimento alla seguente equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1898,1990) sulla base delle altezze di pioggia di breve durata misurate, dai pluviografi siciliani, in eventi per i quali si disponeva anche dell'analogo valore relativo alla durata di 60 minuti:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = 0.208 t^{0.386}$$

in cui si è indicato con $h_{t,T}$ l'altezza di pioggia di durata t inferiore all'ora e tempo di ritorno T, con $h_{60,T}$ l'altezza di pioggia di durata 60 min e pari al tempo di ritorno e con t la durata della pioggia espressa in minuti.

Questa formula è stata ritenuta valida per valori di tempo di corrvazione $t_c < 1$ h.

Moltiplicando tale valore per la media delle altezze di pioggia di durata pari a 60 minuti si ottiene l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrvazione, da cui risulta una intensità di pioggia pari a:

$$i = h(t_c) / t_c \text{ (mm/h)}$$

Quindi, per determinare l'altezza di pioggia corrispondente a un dato tempo di ritorno e a una assegnata durata sarà necessario determinare i parametri "a" ed "n".

In base al posizionamento geografico dell'intervento in oggetto, (vedi Fig. 4) e facendo riferimento alle carte dei valori a ed n per il territorio siciliano (Lo Conti et al. 2007), sono stati stimati dei valori medi di a ed n, nei seguenti valori (vedi Figura 26 e Figura 27):

$$a = 25,48$$

n = 0,2932

A questo punto è possibile computare il valore della media campionaria m_c , e determinare il valore dell'altezza di pioggia in corrispondenza della quale si registra il valore massimo della portata al colmo della piena.

In definitiva il metodo consente di determinare altezze di pioggia e le relative intensità senza ricorrere ad elaborazioni dei dati di pioggia ma basandosi su criteri di regionalizzazione già messi a punto per la Sicilia dall'Università di Palermo.

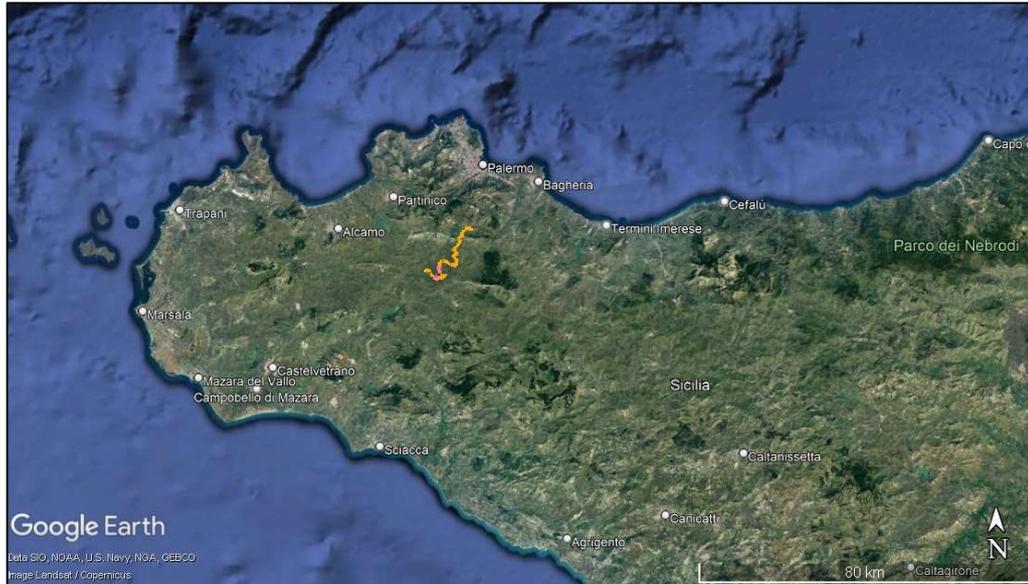


Figura 28. posizionamento geografico area oggetto di intervento

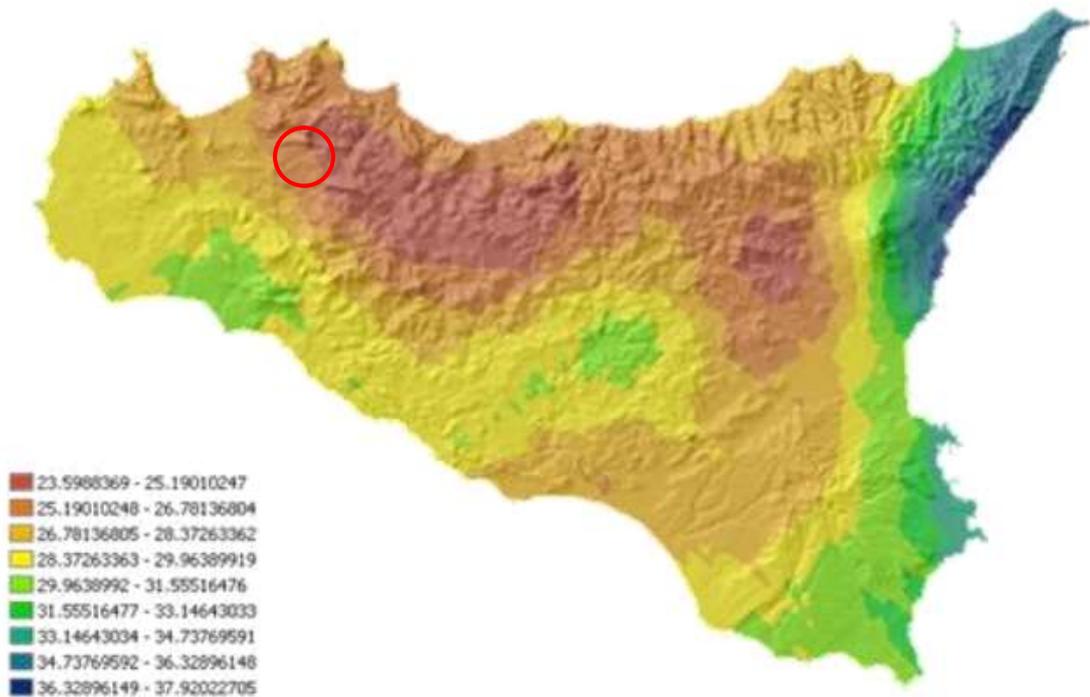


Figura 29. Valori dei coefficienti a per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007)

Zona di intervento 

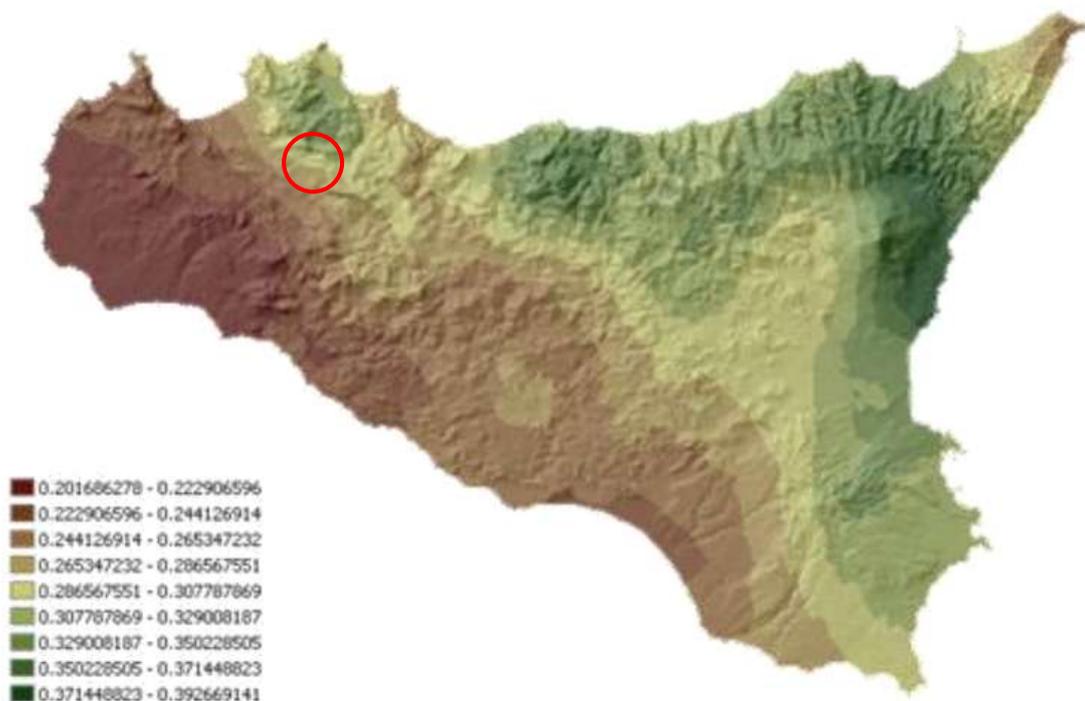


Figura 30. Valori dei coefficienti n per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007)

Zona di intervento



7.3. Calcolo delle portate bianche e verifiche idrauliche

Una volta acquisiti i dati idrologici, geomorfologici e tutte le informazioni necessarie alla progettazione e le superfici del bacino sotteso, è stato possibile eseguire la verifica delle portate di progetto con quelle effettivamente smaltibili in base alle sezioni di progetto.

L'infiltrazione costituisce il fenomeno di maggiore rilevanza per la determinazione del bilancio tra pioggia sul bacino e pioggia efficace ai fini del deflusso nei bacini scolanti. Nell'applicare un modello afflussi-deflussi risulta pertanto necessario quantificare le perdite per infiltrazione allo scopo di potere valutare la pioggia netta, ovvero quella che dà effettivamente luogo al deflusso.

Nel presente studio, all'interno della formula razionale, è stato utilizzato il metodo del coefficiente di afflusso ϕ . Tale coefficiente rappresenta il rapporto tra il volume totale di deflusso e il volume totale di pioggia caduto sull'area sottesa ad una data sezione, e il suo uso comporta considerare le perdite proporzionali all'intensità media di pioggia.

I coefficienti di afflusso (ϕ) utilizzati nelle verifiche idrauliche sono quelli suggeriti dalla tabella allegata al provvedimento prot. 112363 del 9/07/2021 della Regione Sicilia. Sono stati utilizzati coefficienti che dipendono prevalentemente dall'uso del sito e pertanto sono stati utilizzati i seguenti coefficienti:

Tipologia	Coefficiente di afflusso (F)
-----------	------------------------------

Superfici Permeabili - Aree agricole in esercizio (Vigneti-uliveti)	0.05
Superfici Permeabili - Aree agricole in esercizio (seminativi)	0.1
Superfici Permeabili - Superfici naturali a verde (Incolti - pascoli)	0.2
Superfici semipermeabili - strade in terra battuta o stabilizzato	0.6
Superfici Impermeabili – pannelli fotovoltaici	0.9

8. DETERMINAZIONE INVARIANZA IDRAULICA DELL'IMPIANTO E DIMENSIONAMENTO OPERE DI LAMINAZIONE

Dalla conformazione delle curve di livello, l'area di intervento è stata suddivisa in sette porzioni denominate Croci, Torre dei Fiori, Tagliavia, Celso porzione nord e sud, Patria, Pietralunga ed SSE che raccolgono al loro interno diversi micro bacini utilizzati per il dimensionamento dei canali di raccolta delle acque e per i tubi ARMCO. Nella perimetrazione dei bacini idrografici che raccolgono acqua all'interno dell'area d'impianto si è dovuto considerare, in alcuni casi, il contributo derivante da porzioni esterne all'area d'impianto e pertanto le superfici scolanti sono più ampie delle superfici dell'impianto stesso. Su questi ultimi bacini non è stato previsto alcun intervento di invarianza in quanto privi di strutture, i bacini nei quali è stata verificata l'invarianza sono solo quelli che sono direttamente interessati dalle strutture dell'impianto perché sugli altri non sono presenti variazioni al regime dei deflussi. Inoltre è stato necessario perimetrare ulteriori bacini che nelle verifiche idrauliche non sono stati considerati in quanto le acque di precipitazioni pur defluendo in aree d'impianto non intercettavano strutture viarie per le quali era necessario dimensionare canali e tubi ARMCO. Alla luce di ciò ai precedenti bacini sono stati aggiunti ulteriori bacini denominati Bacini 27, 28, 29, 30 e 31. Gli interventi di laminazione progettati per compensare le eccedenze calcolate hanno presupposto la progettazione di trincee drenanti (Fig. 24). Queste sono state disposte in modo tale da seguire le curve di livello ed avere una pendenza nulla.

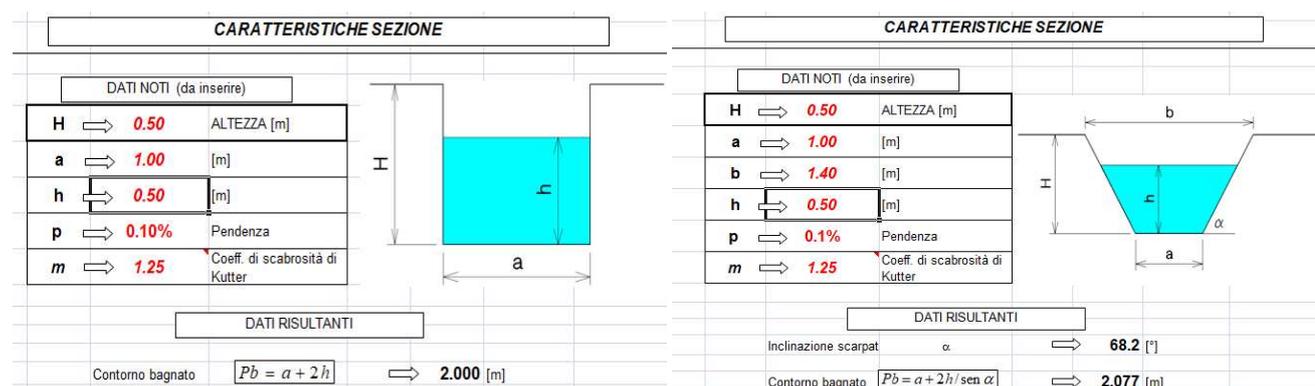


Figura 31. Sezione tipo trincea drenante

8.1. Bacino 1

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.037 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.280 Km
Quota massima	z _{max} =		379.000 m
Quota minima	z _{min} =		350.000 m
Quota media	Z _{med} =		364.500 m
Dislivello medio	ΔH=		14.500 m
pendenza media asta	i =		0.104
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	t _c =		0.060 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.037

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60}T} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$\begin{aligned} h(tc) &= 19.95693671 \text{ mm} \\ i = h(tc)/tc &= 334.7851779 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	37325	0.1	3732.5
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	37325		3732.5
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam				
Qa	ϕ	itc	A	Ante operam
0.49	0.14	334.79	0.037	

Qa = 0.49 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.33** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	25661	0.1	2566
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	2333	0.6	1400
Superfici Impermeabili	9331	0.9	8398
Totale	37325		12364
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.33

Calcolo della portata post operam				
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A	Post operam
1.15	0.33	334.79	0.037	

Qp = 1.15 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.66	mc/sec

Coefficiente di deflusso f_i 0.33 adim
 Superficie scolante S 37325 mq
 Altezza di pioggia totale della precipitazione ht 0.019957 m
 Tempo di corrvazione tc 214.6 sec
 Portata in uscita imposta Q_{imp} 0.005 mc/sec
 Tempo di pioggia t 3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	$V_{in}=S*f_i*ht$	246.75 mc
Volume di acqua in uscita =	$V_{out}=Q_{imp}*t$	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	$V=V_{in}-V_{out}$	228.75 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	$L_{tr}=V/Atr$	114.37 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	130.19	U post= 308.05

8.2. Bacino 1B

Formula di Kirpich
$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.045 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.239 Km
Quota massima	zmax=		385.000 m
Quota minima	zmin=		355.000 m
Quota media	Zmed=		370.000 m
Dislivello medio	ΔH=		15.000 m
pendenza media asta	i =		0.126
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.049 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a \cdot T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a \cdot T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.045

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 \cdot t^{0,385} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 18.50335699 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 377.5802541 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	44832	0.1	4483.2
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	44832		4483.2
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam				
Qa	ϕ	itc	A	Ante operam
0.66	0.14	377.58	0.045	

Qa = 0.66 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.33** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	30822	0.1	3082
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	2802	0.6	1681
Superfici Impermeabili	11208	0.9	10087
Totale	44832		14851
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.33

Calcolo della portata post operam				
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A	Post operam
1.56	0.33	377.58	0.045	

Qp = 1.56 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.90	mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.33 adim
Superficie scolante	S	44832 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.018503 m
Tempo di corrivazione	tc	176.4 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	274.79 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	256.79 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	128.39 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	146.84	U post= 347.43

8.3. Bacino 3

Formula di Kirpich
$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.011 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.164 Km
Quota massima	zmax=		394.000 m
Quota minima	zmin=		370.000 m
Quota media	Zmed=		382.000 m
Dislivello medio	ΔH=		12.000 m
pendenza media asta	i =		0.146
Tempo di corrivazione:			
	Kirpich	tc=	0.035 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.011

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$\begin{aligned} h(tc) &= 16.17093091 \text{ mm} \\ i = h(tc)/tc &= 467.8302975 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	10814	0.1	1081.4
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	10814		1081.4
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.20	0.14	467.83	0.011
			Ante operam

Qa = 0.20 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.33** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	7435	0.1	743
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	676	0.6	406
Superfici Impermeabili	2704	0.9	2433
Totale	10814		3582
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.33

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.47	0.33	467.83	0.011
			Post operam

Qp = 0.47 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto	
Qp-Qa=	0.27 mc/sec

Coefficiente di deflusso f_i 0.33 adim
 Superficie scolante S 10814 mq
 Altezza di pioggia totale della precipitazione ht 0.016171 m
 Tempo di corrivazione t_c 124.4 sec
 Portata in uscita imposta Q_{imp} 0.005 mc/sec
 Tempo di pioggia t 3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	$V_{in}=S*f_i*ht$	57.93 mc
Volume di acqua in uscita =	$V_{out}=Q_{imp}*t$	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	$V=V_{in}-V_{out}$	39.93 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	A_{tr}	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	$L_{tr}=V/A_{tr}$	19.96 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	181.93	U post= 430.47

8.4. Bacino 3B

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.014 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.229 Km
Quota massima	zmax=		394.000 m
Quota minima	zmin=		368.000 m
Quota media	Zmed=		381.000 m
Dislivello medio	ΔH=		13.000 m
pendenza media asta	i =		0.114
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.049 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.014

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 18.54430857 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 376.2547931 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	13694	0.1	1369.4
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	13694		1369.4
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.20	0.14	376.25	0.014

Qa = 0.20 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.33** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	9415	0.1	941
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	856	0.6	514
Superfici Impermeabili	3424	0.9	3081
Totale	13694		4536
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.33

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.47	0.33	376.25	0.014

Qp = 0.47 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=		mc/sec
	0.27	

Coefficiente di deflusso	fi	0.33 adim
Superficie scolante	S	13694 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.018544 m
Tempo di corrvazione	tc	177.4 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	84.12 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	66.12 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	33.06 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	146.32	U post= 346.21

8.5. Bacino 6

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.200}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.028 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.193 Km
Quota massima	zmax=		412.000 m
Quota minima	zmin=		392.000 m
Quota media	Zmed=		402.000 m
Dislivello medio	ΔH=		10.000 m
pendenza media asta	i =		0.104
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.045 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h_{60, T}

h _{60,T}	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.028

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 17.8660411 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 399.2296833 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	27715	0.1	2771.5
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	27715		2771.5
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.43	0.14	399.23	0.028
			Ante operam

Qa = 0.43 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.33** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	19054	0.1	1905
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	1732	0.6	1039
Superfici Impermeabili	6929	0.9	6236
Totale	27715		9181
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.33

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
1.02	0.33	399.23	0.028
			Post operam

Qp = 1.02 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto	
Qp-Qa=	0.59 mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.33 adim
Superficie scolante	S	27715 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.017866 m
Tempo di corrivazione	tc	161.1 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	164.02 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	146.02 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	73.01 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)	
U ante=	155.26
U post=	367.35

8.6. Bacino 6B

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.007 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.172 Km
Quota massima	zmax=		413.000 m
Quota minima	zmin=		399.000 m
Quota media	Zmed=		406.000 m
Dislivello medio	ΔH=		7.000 m
pendenza media asta	i =		0.081
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.045 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova $h_{60, T}$

$h_{60,T}$	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.007

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$h_{t,T} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

$$h_{60,T}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 17.8955043 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 398.1846537 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²)

area bacino

φ

coefficiente di deflusso

i (mm/h)

intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	7278	0.1	727.8
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	7278		727.8
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam				
Qa	ϕ	itc	A	Ante operam
0.11	0.14	398.18	0.007	

Qa = 0.11 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.33** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	5004	0.1	500
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	455	0.6	273
Superfici Impermeabili	1820	0.9	1638
Totale	7278		2411
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.33

Calcolo della portata post operam				
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A	Post operam
0.27	0.33	398.18	0.007	

Qp = 0.27 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.15	mc/sec

Coefficiente di deflusso f_i 0.33 adim
 Superficie scolante S 7278 mq
 Altezza di pioggia totale della precipitazione ht 0.017896 m
 Tempo di corrivazione tc 161.8 sec
 Portata in uscita imposta Qimp 0.005 mc/sec
 Tempo di pioggia t 3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	$V_{in}=S*f_i*ht$	43.14 mc
Volume di acqua in uscita =	$V_{out}=Q_{imp}*t$	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	$V=V_{in}-V_{out}$	25.14 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	$L_{tr}=V/A_{tr}$	12.57 m.

Coefficiente idrometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	154.85	U post= 366.39

8.7. Bacino 7

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.034 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.262 Km
Quota massima	zmax=		419.000 m
Quota minima	zmin=		385.000 m
Quota media	Zmed=		402.000 m
Dislivello medio	ΔH=		17.000 m
pendenza media asta	i =		0.130
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.052 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h_{60, T}

h _{60,T}	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.034

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

h_{60,T}

da cui risulta

$$\begin{aligned} h(tc) &= 18.92180507 \text{ mm} \\ i = h(tc)/tc &= 364.3850872 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	34263	0.1	3426.3
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	34263		3426.3
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.49	0.14	364.39	0.034
			Ante operam

Qa = 0.49 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.33** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	23556	0.1	2356
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	2141	0.6	1285
Superfici Impermeabili	8566	0.9	7709
Totale	34263		11350
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.33

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
1.15	0.33	364.39	0.034
			Post operam

Qp = 1.15 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.66	mc/sec

Coefficiente di deflusso f_i 0.33 adim
 Superficie scolante S 34263 mq
 Altezza di pioggia totale della precipitazione ht 0.018922 m
 Tempo di corrivazione tc 186.9 sec
 Portata in uscita imposta Q_{imp} 0.005 mc/sec
 Tempo di pioggia t 3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	$V_{in} = S \cdot f_i \cdot ht$	214.76 mc
Volume di acqua in uscita =	$V_{out} = Q_{imp} \cdot t$	18.00 mc
Volume acqua da invasare =	$V = V_{in} - V_{out}$	196.76 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea Atr		2.00 mq/m
Lunghezza trincea =	$L_{tr} = V / A_{tr}$	98.38 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante =	141.71	U post = 335.28

8.8. Bacino 31

Formula di Kirpich
$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.012 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.125 Km
Quota massima	zmax=		408.000 m
Quota minima	zmin=		390.000 m
Quota media	Zmed=		399.000 m
Dislivello medio	ΔH=		9.000 m
pendenza media asta	i =		0.144
Tempo di corrivazione:			
	Kirpich	tc=	0.028 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.012

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 14.95284135 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 529.8942586 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	12163	0.1	1216.3
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	12163		1216.3
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam				
Qa	ϕ	itc	A	Ante operam
0.25	0.14	529.89	0.012	

Qa = 0.25 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.33** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	8362	0.1	836
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	760	0.6	456
Superfici Impermeabili	3041	0.9	2737
Totale	12163		4029
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.33

Calcolo della portata post operam				
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A	Post operam
0.59	0.33	529.89	0.012	

Qp = 0.59 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.34	mc/sec

Coefficiente di deflusso f_i 0.33 adim
 Superficie scolante S 12163 mq
 Altezza di pioggia totale della precipitazione ht 0.014953 m
 Tempo di corrivazione tc 101.6 sec
 Portata in uscita imposta Q_{imp} 0.005 mc/sec
 Tempo di pioggia t 3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	$V_{in}=S*f_i*ht$	60.24 mc
Volume di acqua in uscita =	$V_{out}=Q_{imp}*t$	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	$V=V_{in}-V_{out}$	42.24 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	$L_{tr}=V/Atr$	21.12 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	206.07	U post= 487.58

8.9. Bacino 11

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=	0.020	Kmq
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	0.214	Km
Quota massima	zmax=	351.000	m
Quota minima	zmin=	335.000	m
Quota media	Zmed=	343.000	m
Dislivello medio	$\Delta H=$	8.000	m
pendenza media asta	i =	0.075	
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=	0.055	ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova $h_{60, T}$

$h_{60,T}$	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.020

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 19.33875375 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 351.968184 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Kmq) area bacino
 ϕ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	20042	0.1	2004.2
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	20042		2004.2
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam				Ante operam
Qa	ϕ	itc	A	
0.27	0.14	351.97	0.020	

Qa = 0.27 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	13779	0.05	689
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	1253	0.6	752
Superfici Impermeabili	5011	0.9	4509
Totale	20042		5950
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam				Post operam
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A	
0.58	0.30	351.97	0.020	

Qp = 0.58 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.31	mc/sec

Coefficiente di deflusso f_i 0.30 adim
 Superficie scolante S 20042 mq
 Altezza di pioggia totale della precipitazione ht 0.019339 m
 Tempo di corrivazione tc 197.8 sec
 Portata in uscita imposta Q_{imp} 0.005 mc/sec
 Tempo di pioggia t 3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	$V_{in} = S \cdot f_i \cdot ht$	115.06 mc
Volume di acqua in uscita =	$V_{out} = Q_{imp} \cdot t$	18.00 mc
Volume acqua da invasare =	$V = V_{in} - V_{out}$	97.06 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea =	$L_{tr} = V / A_{tr}$	48.53 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante =	136.88	U post = 290.25

8.10. Bacino 12

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.020 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.285 Km
Quota massima	zmax=		351.000 m
Quota minima	zmin=		332.000 m
Quota media	Zmed=		341.500 m
Dislivello medio	ΔH=		9.500 m
pendenza media asta	i =		0.067
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.072 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.020

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 21.41964618 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 299.1598141 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	20167	0.1	2016.7
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	20167		2016.7
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.23	0.14	299.16	0.020
			Ante operam

Qa = 0.23 mc/sec	Portata ante operam
-------------------------	----------------------------

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	13865	0.05	693
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	1260	0.6	756
Superfici Impermeabili	5042	0.9	4538
Totale	20167		5987
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.50	0.30	299.16	0.020
			Post operam

Qp = 0.50 mc/sec	Portata post operam
-------------------------	----------------------------

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto	
Qp-Qa=	0.26 mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	20167 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.02142 m
Tempo di corrivazione	tc	257.8 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
------------------------------------	--	--

Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	128.24 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	110.24 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
--------------------------------------	--	--

Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	55.12 m.

Coefficiente idrometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)	
--	--

U ante=	116.34	U post=	246.70
----------------	--------	----------------	--------

8.11. Bacino 13

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUI BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=	0.011	Kmq
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	0.246	Km
Quota massima	zmax=	351.000	m
Quota minima	zmin=	337.000	m
Quota media	Zmed=	344.000	m
Dislivello medio	ΔH =	7.000	m
pendenza media asta	i =	0.057	
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=	0.068	ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova $h_{60, T}$

$h_{60, T}$	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.011

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 20.99079527 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 308.9404514 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Kmq) area bacino
 ϕ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	10514	0.1	1051.4
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	10514		1051.4
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam				
Qa	ϕ	itc	A	Ante operam
0.13	0.14	308.94	0.011	

Qa = 0.13 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	7228	0.05	361
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	657	0.6	394
Superfici Impermeabili	2629	0.9	2366
Totale	10514		3121
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam				
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A	Post operam
0.27	0.30	308.94	0.011	

Qp = 0.27 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.14	mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	10514 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.020991 m
Tempo di corrivazione	tc	244.6 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	65.52 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	47.52 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	23.76 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	120.14	U post= 254.77

8.12. Bacino 14

Formula di Kirpich
$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

DATI SUI BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.043 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.313 Km
Quota massima	zmax=		343.000 m
Quota minima	zmin=		323.000 m
Quota media	Zmed=		333.000 m
Dislivello medio	ΔH=		10.000 m
pendenza media asta	i =		0.064
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.078 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_r \cdot Kt$$

dove

$$\mu_r = a \cdot T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a \cdot T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h_{60, T}

h _{60,T}	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.043

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 \cdot t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 22.16393387 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 283.3389781 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	43289	0.1	4328.9
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	43289		4328.9
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam				
Qa	ϕ	itc	A	Ante operam
0.48	0.14	283.34	0.043	

Qa = 0.48 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	29761	0.05	1488
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	2706	0.6	1623
Superfici Impermeabili	10822	0.9	9740
Totale	43289		12851
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam				
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A	Post operam
1.01	0.30	283.34	0.043	

Qp = 1.01 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.53	mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	43289 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.022164 m
Tempo di corrivazione	tc	281.6 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	284.84 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	266.84 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	133.42 m.

Coefficiente idrometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	110.19	U post= 233.66

8.13. Bacino 20

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=	0.023	Kmq
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	0.317	Km
Quota massima	zmax=	410.000	m
Quota minima	zmin=	377.000	m
Quota media	Zmed=	393.500	m
Dislivello medio	ΔH=	16.500	m
pendenza media asta	i =	0.104	
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=	0.065	ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 \cdot 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_t, T = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_t, T = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.023

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_t, T}{h_{60}T} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$\begin{aligned} h(tc) &= 20.6911808 \text{ mm} \\ i = h(tc)/tc &= 316.086781 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi^* \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Kmq) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	22649	0.1	2264.9
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	22649		2264.9
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.28	0.14	316.09	0.023
			Ante operam

Qa = 0.28 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	15571	0.05	779
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	1416	0.6	849
Superfici Impermeabili	5662	0.9	5096
Totale	22649		6724
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.59	0.30	316.09	0.023
			Post operam

Qp = 0.59 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto	
Qp-Qa=	0.31 mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	22649 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.020691 m
Tempo di corrivazione	tc	235.7 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	139.13 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	121.13 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	60.56 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	122.92	U post= 260.66

8.14. Bacino 21

Formula di Kirpich
$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.013 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.220 Km
Quota massima	zmax=		392.000 m
Quota minima	zmin=		371.000 m
Quota media	Zmed=		381.500 m
Dislivello medio	ΔH=		10.500 m
pendenza media asta	i =		0.095
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.051 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.013

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,326} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$\begin{aligned} h(tc) &= 18.80319612 \text{ mm} \\ i = h(tc)/tc &= 368.0480719 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	12535	0.1	1253.5
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	12535		1253.5
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.18	0.14	368.05	0.013
			Ante operam

Qa = 0.18 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	8618	0.05	431
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	783	0.6	470
Superfici Impermeabili	3134	0.9	2820
Totale	12535		3721
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.38	0.30	368.05	0.013
			Post operam

Qp = 0.38 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.20	mc/sec

Coefficiente di deflusso f_i 0.30 adim
 Superficie scolante S 12535 mq
 Altezza di pioggia totale della precipitazione ht 0.018803 m
 Tempo di corrivazione tc 183.9 sec
 Portata in uscita imposta Q_{imp} 0.005 mc/sec
 Tempo di pioggia t 3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	$V_{in}=S*f_i*ht$	69.97 mc
Volume di acqua in uscita =	$V_{out}=Q_{imp}*t$	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	$V=V_{in}-V_{out}$	51.97 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	$L_{tr}=V/A_{tr}$	25.99 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	143.13	U post= 303.51

8.15. Bacino 23

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.010 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.175 Km
Quota massima	zmax=		521.000 m
Quota minima	zmin=		502.000 m
Quota media	Zmed=		511.500 m
Dislivello medio	ΔH=		9.500 m
pendenza media asta	i =		0.109
Tempo di corrivazione:			
	Kirpich	tc=	0.041 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h_{60, T}

h _{60,T}	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.010

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 17.23385609 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 422.7759666 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	10478	0.1	1047.8
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	10478		1047.8
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.17	0.14	422.78	0.010
			Ante operam

Qa = 0.17 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	7204	0.05	360
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	655	0.6	393
Superfici Impermeabili	2620	0.9	2358
Totale	10478		3111
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.37	0.30	422.78	0.010
			Post operam

Qp = 0.37 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto	
Qp-Qa=	0.19 mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	10478 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.017234 m
Tempo di corrvazione	tc	146.7 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	53.61 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	35.61 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	17.80 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)	
U ante=	164.41
U post=	348.64

8.16. Bacino 24

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO		
Superficie scolante	A=	0.034 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	0.399 Km
Quota massima	zmax=	517.000 m
Quota minima	zmin=	454.000 m
Quota media	Zmed=	485.500 m
Dislivello medio	ΔH=	31.500 m
pendenza media asta	i =	0.158
Tempo di corrivazione:		
Kirpich	tc=	0.067 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova $h_{60, T}$

$h_{60,T}$	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.034

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 20.82553314 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 312.8492977 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 ϕ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	33573	0.1	3357.3
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	33573		3357.3
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.41	0.14	312.85	0.034
			Ante operam

Qa = 0.41 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	23081	0.05	1154
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	2098	0.6	1259
Superfici Impermeabili	8393	0.9	7554
Totale	33573		9967
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.87	0.30	312.85	0.034
			Post operam

Qp = 0.87 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.46	mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	33573 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.020826 m
Tempo di corrivazione	tc	239.6 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	207.57 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	189.57 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	94.78 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	121.66	U post= 257.99

8.17. Bacino 27

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.009 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.276 Km
Quota massima	zmax=		408.000 m
Quota minima	zmin=		378.000 m
Quota media	Zmed=		393.000 m
Dislivello medio	ΔH=		15.000 m
pendenza media asta	i =		0.109
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.058 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a \cdot T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a \cdot T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.009

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 \cdot t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 19.72967302 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 340.9402066 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	9445	0.1	944.5
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	9445		944.5
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.13	0.14	340.94	0.009
			Ante operam

Qa = 0.13 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	6493	0.05	325
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	590	0.6	354
Superfici Impermeabili	2361	0.9	2125
Totale	9445		2804
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.27	0.30	340.94	0.009
			Post operam

Qp = 0.27 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto	
Qp-Qa=	0.14 mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	9445 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.01973 m
Tempo di corrvazione	tc	208.3 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	55.32 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	37.32 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	18.66 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	132.59	U post= 281.16

8.18. Bacino 28

Formula di Kirpich
$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=	0.020	Kmq
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	0.239	Km
Quota massima	zmax=	399.000	m
Quota minima	zmin=	372.000	m
Quota media	Zmed=	385.500	m
Dislivello medio	ΔH =	13.500	m
pendenza media asta	i =	0.113	
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=	0.051	ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova $h_{60, T}$

$h_{60,T}$	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.020

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$\begin{aligned} h(tc) &= 18.79535568 \text{ mm} \\ i = h(tc)/tc &= 368.2923188 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Kmq) area bacino
 ϕ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	19844	0.1	1984.4
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	19844		1984.4
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.28	0.14	368.29	0.020
			Ante operam

Qa = 0.28 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	13643	0.05	682
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	1240	0.6	744
Superfici Impermeabili	4961	0.9	4465
Totale	19844		5891
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.60	0.30	368.29	0.020
			Post operam

Qp = 0.60 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=		mc/sec
	0.32	

Coefficiente di deflusso f_i 0.30 adim
 Superficie scolante S 19844 mq
 Altezza di pioggia totale della precipitazione ht 0.018795 m
 Tempo di corrivazione tc 183.7 sec
 Portata in uscita imposta Q_{imp} 0.005 mc/sec
 Tempo di pioggia t 3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	$V_{in}=S*f_i*ht$	110.73 mc
Volume di acqua in uscita =	$V_{out}=Q_{imp}*t$	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	$V=V_{in}-V_{out}$	92.73 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	$L_{tr}=V/A_{tr}$	46.36 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	143.22	U post= 303.71

8.19. Bacino 29

Formula di Kirpich
$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

DATI SUI BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=	0.010	Kmq
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	0.198	Km
Quota massima	zmax=	384.000	m
Quota minima	zmin=	371.000	m
Quota media	Zmed=	377.500	m
Dislivello medio	ΔH=	6.500	m
pendenza media asta	i =	0.066	
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=	0.054	ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova $h_{60, T}$

$h_{60,T}$	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.010

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 19.2656427 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 354.0951974 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Kmq) area bacino
 ϕ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	10387	0.1	1038.7
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	10387		1038.7
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam				
Qa	ϕ	itc	A	Ante operam
0.14	0.14	354.10	0.010	

Qa = 0.14 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	7141	0.05	357
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	649	0.6	390
Superfici Impermeabili	2597	0.9	2337
Totale	10387		3084
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam				
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A	Post operam
0.30	0.30	354.10	0.010	

Qp = 0.30 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.16	mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	10387 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.019266 m
Tempo di corrivazione	tc	195.9 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	59.41 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	41.41 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	20.70 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	137.70	U post= 292.01

8.20. Bacino 30

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.005 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.252 Km
Quota massima	zmax=		512.000 m
Quota minima	zmin=		476.000 m
Quota media	Zmed=		494.000 m
Dislivello medio	ΔH=		18.000 m
pendenza media asta	i =		0.143
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.049 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h_{60, T}

h _{60,T}	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.005

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 18.43905543 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 379.6768756 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	5106	0.1	510.6
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	5106		510.6
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam				
Qa	ϕ	itc	A	Ante operam
0.08	0.14	379.68	0.005	

Qa = 0.08 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	3510	0.05	176
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	319	0.6	191
Superfici Impermeabili	1277	0.9	1149
Totale	5106		1516
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam				
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A	Post operam
0.16	0.30	379.68	0.005	

Qp = 0.16 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=	0.08	mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	5106 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.018439 m
Tempo di corrivazione	tc	174.8 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	27.95 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	9.95 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	4.98 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	147.65	U post= 313.10

8.21. Bacino 22

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=		0.034 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=		0.337 Km
Quota massima	zmax=		412.000 m
Quota minima	zmin=		384.000 m
Quota media	Zmed=		398.000 m
Dislivello medio	ΔH=		14.000 m
pendenza media asta	i =		0.083
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=		0.075 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a \cdot T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a \cdot T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h_{60, T}

h _{60,T}	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.034

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$h(tc) = 21.78890799 \text{ mm}$$

$$i = h(tc)/tc = 291.1356647 \text{ mm/h}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	34258	0.1	3425.8
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	34258		3425.8
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.39	0.14	291.14	0.034
			Ante operam

Qa = 0.39 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.30** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	23552	0.05	1178
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	2141	0.6	1285
Superfici Impermeabili	8565	0.9	7708
Totale	34258		10170
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.30

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.82	0.30	291.14	0.034
			Post operam

Qp = 0.82 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto	
Qp-Qa=	0.43 mc/sec

Coefficiente di deflusso	fi	0.30 adim
Superficie scolante	S	34258 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.021789 m
Tempo di corrivazione	tc	269.4 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	221.60 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	203.60 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	101.80 m.

Coefficiente idrometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)	
U ante=	113.22
U post=	240.09

8.22. Bacino 9

Formula di Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO		
Superficie scolante	A=	0.050 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	0.309 Km
Quota massima	zmax=	371.000 m
Quota minima	zmin=	357.000 m
Quota media	Zmed=	364.000 m
Dislivello medio	ΔH=	7.000 m
pendenza media asta	i =	0.045
Tempo di corrivazione:		
Kirpich	tc=	0.088 ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h₆₀, T

h ₆₀ T	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.050

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60}T} = 0,208 t^{0,386} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$\begin{aligned} h(tc) &= 23.23680871 \text{ mm} \\ i = h(tc)/tc &= 262.8151351 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Km²) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	50153	0.1	5015.3
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	50153		5015.3
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.51	0.14	262.82	0.050
			Ante operam

Qa = 0.51 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.33** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	ϕ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo/ortaggi	34480	0.1	3448
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	3135	0.6	1881
Superfici Impermeabili	12538	0.9	11284
Totale	50153		16613
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.33

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
1.21	0.33	262.82	0.050
			Post operam

Qp = 1.21 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto	
Qp-Qa=	0.70 mc/sec

Coefficiente di deflusso f_i 0.33 adim
 Superficie scolante S 50153 mq
 Altezza di pioggia totale della precipitazione ht 0.023237 m
 Tempo di corrivazione tc 318.3 sec
 Portata in uscita imposta Qimp 0.005 mc/sec
 Tempo di pioggia t 3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	$V_{in} = S \cdot f_i \cdot ht$	386.04 mc
Volume di acqua in uscita =	$V_{out} = Q_{imp} \cdot t$	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	$V = V_{in} - V_{out}$	368.04 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	$L_{tr} = V / A_{tr}$	184.02 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)	
U ante=	102.21
U post=	241.83

8.23. Bacino 26 SSE

$$\text{Formula di Kirpich } t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]$$

DATI SUL BACINO IMBRIFERO			
Superficie scolante	A=	0.009	Kmq
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	0.118	Km
Quota massima	zmax=	700.000	m
Quota minima	zmin=	683.000	m
Quota media	Zmed=	691.500	m
Dislivello medio	ΔH=	8.500	m
pendenza media asta	i =	0.144	
Tempo di corrivazione:			
Kirpich	tc=	0.027	ore

legge di variazione Kt relativa al tempo di ritorno T per zona A

$$Kt = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) \cdot \log T$$

Kt	t	T
	ore	anni
2.3024	1	50
2.3118	3	50
2.3308	6	50
2.3871	12	50
2.5724	24	50

Legge di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot Kt$$

dove

$$\mu_t = a T^n$$

Media di Ht in funzione della durata t

$$h_{t,T} = a T^n \cdot Kt$$

per T = 1 ora si trova h_{60, T}

h _{60,T}	a	n	A
58.66616325	25.48	0.2932	0.009

Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1989, 1990)

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,208 t^{0,388} \quad t \text{ è espresso in minuti}$$

da cui risulta

$$\begin{aligned} h(tc) &= 14.69787408 \text{ mm} \\ i = h(tc)/tc &= 544.59 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

Calcolo della massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6 \text{ (mc/s)}$$

dove:

A (Kmq) area bacino
 φ coefficiente di deflusso
 i (mm/h) intensità di pioggia

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a **0.10** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile Uliveto/vigneto	0	0.05	0
Permeabile seminativo	8792	0.1	879.2
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade	0	0.6	0
Superfici Impermeabili	0	0.9	0
Totale	8792		879.2
Coefficiente di afflusso allo stato attuale			0.10

Calcolo della portata ante operam			
Qa	ϕ	itc	A
0.19	0.14	544.59	0.009
			Ante operam

Qa = 0.19 mc/sec Portata ante operam

A seguito della realizzazione dell'impianto si ha una diversa distribuzione delle colture impiantate ed un miglioramento delle colture presenti. A seguito di queste variazioni i coefficienti di afflusso cambiano per effetto della diversa tipologia di conduzione delle attività agricole che consentono infiltrazioni efficaci diverse con un coefficiente di afflusso pari a **0.66** calcolato facendo una media pesata delle superfici permeabili ed impermeabili (Tabella seguente).

Tipologia	Superficie (mq)	Φ	Superficie * afflusso
Permeabile vigneto	0	0.05	0
Permeabile uliveto	0	0.05	0
Permeabile seminativo/ortaggi	0	0.1	0
Permeabile sup. naturali a verde	0	0.2	0
Semipermeabile Strade/piazzali	6982	0.6	4189
Superfici Impermeabili	1810	0.9	1629
Totale	8792		5818
Coefficiente di afflusso allo stato di progetto			0.66

Calcolo della portata post operam			
Qp (mc/s)	ϕ	itc	A
0.88	0.66	544.59	0.009
			Post operam

Qp = 0.88 mc/sec Portata post operam

Surplus di portata a seguito della realizzazione dell'impianto		
Qp-Qa=		mc/sec
0.69		

Coefficiente di deflusso	fi	0.66 adim
Superficie scolante	S	8792 mq
Altezza di pioggia totale della precipitazione	ht	0.014698 m
Tempo di corrivazione	tc	97.2 sec
Portata in uscita imposta	Qimp	0.005 mc/sec
Tempo di pioggia	t	3600.0 sec

Calcolo volume d'acqua da laminare		
Volume di acqua in entrata =	Vin=S*fi*ht	85.52 mc
Volume di acqua in uscita =	Vout=Qimp*t	18.00 mc
Volume acqua da invasare=	V=Vin-Vout	67.52 mc

Sviluppo lineare trincea disperdente		
Area trincea	Atr	2.00 mq/m
Lunghezza trincea=	Ltr=V/Atr	33.76 m.

Coefficiente udometrico (U) ante e post operam (l/s/ha)		
U ante=	211.79	U post= 1001.08

9. CONCLUSIONI

Le verifiche eseguite hanno consentito di appurare che l'impianto non ricade all'interno di aree a vario grado di pericolosità e rischio idraulico. L'analisi storica delle cartografie esistenti unitamente allo studio della morfologia dei luoghi ed alla posizione dei siti rispetto alle aree circostanti ha permesso di escludere la presenza di aree alluvionabili/esondabili all'interno dell'area d'impianto.

È stato evidenziato che il parco agrivoltaico non determina una impermeabilizzazione del sito in quanto, essendo basculante e sollevato da terra, consente alle acque piovane di infiltrarsi nel terreno sotto i pannelli.

Ciò consentirà la crescita di una rigogliosa vegetazione spontanea che unitamente a quella che sarà coltivata determinerà coefficienti di deflusso ben più bassi di quelli attuali.

Tuttavia, ci si è posti nell'ipotesi che ciò non avvenga e che i pannelli aumentino i coefficienti di deflusso fino a creare degli scompensi idrici in uscita dall'impianto. Sulla base di queste considerazioni sono state eseguite delle calcolazioni che hanno portato a definire delle opere di laminazione per ogni bacino perimetrato interno all'impianto.

Tali opere sono rappresentate da trincee drenanti in grado di modulare le quantità di acqua in eccesso derivante dalle nuove superfici impermeabili.

Grazie a questi interventi mitigatori, descritti e calcolati nel precedente capitolo, *si è riusciti a raggiungere l'invarianza idrologico-idraulica dei siti così come previsto dalla Normativa Vigente.*