



NOVEMBRE 2023

SORGENIA RENEWABLES S.r.l.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO COLLEGATO ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 39,81 MW

COMUNI DI MANFREDONIA E ORTA NOVA (FG)

Località La Pescia e Santa Felicità

Manfredonia

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO**

**Relazione idrologica e idraulica del
sito**

Progettisti (o coordinamento)

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

Codice elaborato

*2865_4672_MA_PD_R03_Rev0_Relazione idrologica e idraulica
del sito*

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2865_4672_MA_PD_R03_Rev0_Relazione idrologica e idraulica del sito	11/2023	Prima emissione	LAL	FL	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Daniele Crespi	Project Manager	
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Marco Corrù	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Sergio Alifano	Architetto	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Luca Morelli	Ingegnere Ambientale	
Matteo Cuda	Naturista	
Graziella Cusmano	Architetto	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	



Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Davide Chiappari	Biologo Ambientale	
Laura Annovazzi Lodi	Ingegnere Ambientale	
Daniele Moncecchi	Ingegnere Ambientale	

INDICE

1. PREMESSA	6
2. DATI DI RIFERIMENTO	8
2.1 DATI TOPOGRAFICI	8
2.2 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO	8
2.2.1 Modello digitale del terreno Regione Puglia 8x8	8
2.2.2 Modello digitale del terreno Tinality	8
2.3 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	8
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	10
3.1 LOCALIZZAZIONE	10
3.2 COPERTURA DEL SUOLO	11
3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	12
3.3.1 Inquadramento morfologico	12
3.3.2 Inquadramento idrogeologico	12
3.3.3 Lineamenti geologici	14
3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO	15
3.5 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO	16
3.6 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE ...	19
3.6.1 Piano Assetto Idrologico (PAI)	20
3.6.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	22
4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI	26
4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	26
4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto	28
4.1.2 Power Station e cabine di smistamento	29
4.1.3 Cavi di controllo e TLC	29
4.1.4 Rete di drenaggio interna	30
4.2 LINEA DI CONNESSIONE	30
5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, LINEA DI CONNESSIONE, CABINA DI AMPLIAMENTO	32
5.1 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – IMPIANTO FOTOVOLTAICO	32
5.2 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – CAVO DI CONNESSIONE	32
5.3 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC	34
5.3.1 Analisi qualitativa	34
5.3.2 Analisi quantitativa	34
5.4 RISOLUZIONE INTERFERENZE CAVO DI CONNESSIONE	37
5.4.1 P01	37
5.4.2 P02	39
5.4.3 P03	43
5.4.4 P04	46
5.4.5 P05	50
5.4.6 P06	53
5.4.7 A1	55



5.4.8 A2.....	57
5.4.9 A3.....	59
5.4.10 A4.....	60
5.4.11 A5.....	62
5.4.12 A6.....	63
5.4.13 A7.....	65
5.4.14 A8.....	66
5.4.15 A9.....	68
6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	70
6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE	70
6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	71
6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE.....	72
6.4 IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO	75
6.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA)	78
6.5.1 Valutazione ante-operam.....	79
6.5.2 Valutazione post operam	83
6.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI – STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM ..	84
7. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	88
7.1 STUDIO DI FATTIBILITÀ PER IL RECUPERO DELLE ACQUE METEORICHE	88
7.1.1 Premessa	88
7.1.2 Analisi Lotto 1 - sezioni A e B	90
7.1.3 Analisi Lotto 2 - sezione C.....	98
7.1.4 Ulteriori considerazioni	105
7.2 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	106
7.2.1 Punti di scarico dei canali di drenaggio	107
7.2.2 Argine perimetrale AP1	107
8. CONCLUSIONE	109

ALLEGATO

ALLEGATO 01 Planimetria gestione acque meteoriche

ALLEGATO 02 Dettaglio vasche di irrigazione e argine perimetrale



1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo Sorgenia Renewables S.r.l., di un impianto agrivoltaico denominato "La Pescia" in alcuni terreni dei territori comunali di Manfredonia (FG) e di Orta Nova (FG) di potenza pari a 39,81 MW su un'area catastale di circa 57 ettari complessivi di cui circa 51,87 ha recintati.

Il parco agrivoltaico verrà installato su due lotti, come meglio dettagliato di seguito:

- Lotto 1: Terreno agricolo a Sud-Ovest del centro abitato di Manfredonia a circa 22.9 km in località "La Pescia", ad una altitudine di circa 20 mt. s.l.m. a 25 mt. s.l.m. di estensione di circa 28,1 ha ed individuato ai fogli catastali 134 particelle 56-59-60-130-131 e foglio 135 particelle 69-70-73-76-85-86-150-182. Tale lotto è suddiviso in due sezioni A e B; la sezione A presenta una estensione di 11,75 ha recintati, mentre la sezione B di 16,35 ha recintati.
- Lotto 2: Terreno agricolo a Nord-Est dal centro abitato di Orta Nova a circa 6.6 km in località "Santa Felicità", ad una altitudine di circa 35 mt s.l.m. di estensione di circa 23,77 ha ed individuato ai fogli catastali 2 particelle 41-60-61-62-267-268.

Il collegamento tra i due lotti avverrà mediante cavo interrato di connessione a 30 kV di lunghezza pari a circa 7.985 mt ed attraverserà i comuni di Foggia, Carapelle, Cerignola, Manfredonia ed Orta Nova. L'impianto sarà allacciato, con soluzione in cavo interrato a 36 kV di lunghezza pari a circa 5,52 km, con la sezione a 36 kV di un futuro ampliamento della Stazione Elettrica 150/380 kV di Manfredonia. Il collegamento tra la Stazione 380/36 kV e il futuro ampliamento della stazione esistente 380/150 kV avverrà mediante n. 2 elettrodotti aerei con tensione di 380 kV, di lunghezza pari a circa 920m.

Il parco agrivoltaico sarà integrato da una serie di interventi agricoli, volti a favorire la redditività e la produttività dei suoli agricoli, in modo tale da garantire la coesistenza dell'agroecosistema produttivo agricolo con quello industriale derivante dalla produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica. In particolare, per il lotto 1 si prevede la coltivazione in successione di pomodori da industria e foraggi di graminacee e leguminose mentre per il lotto 2 si prevede in parte la coltivazione di asparagi ed in parte la coltivazione di foraggi di graminacee e leguminose in successione.

Il soggetto proponente del progetto in esame è Sorgenia Renewables S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia, uno dei maggiori operatori energetici italiani. Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4,4 GW di capacità di potenza installata e circa 800.000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato, la migliore tecnologia ad oggi disponibile in termini di efficienza, rendimento e compatibilità ambientale. Rispetto alle tecnologie termoelettriche tradizionali, gli impianti Sorgenia presentano infatti un rendimento elettrico medio superiore del 15%, prestazioni ambientali molto elevate (emissioni di ossidi di zolfo trascurabili e drastica riduzione delle emissioni di CO₂ e di ossidi di azoto) e la possibilità di modulare agevolmente la produzione in funzione delle richieste della rete elettrica nazionale. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), eolico (oltre 120 MW) ed idroelettrico (ca. 33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%, oltre a 420 MW suddivisi tra asset eolici e asset nelle biomasse, gestiti dalle altre controllate. Tramite le sue controllate, fra le quali Sorgenia Renewables S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo idroelettrico, geotermico, fotovoltaico, eolico e biometano, tutti caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente e del territorio.

Il progetto in esame è in linea con quanto previsto dal: "Pacchetto per l'energia pulita (Clean Energy Package)" presentato dalla Commissione europea nel novembre 2016 contenente gli obiettivi al 2030 in materia di emissioni di gas serra, fonti rinnovabili ed efficienza energetica e da quanto previsto dal Decreto 10 novembre 2017 di approvazione della Strategia energetica nazionale emanato dal Ministro



dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

La corrente elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici sarà convertita e trasformata tramite l'installazione di 9 Power Station. Il collegamento tra i due lotti avverrà mediante cavo interrato a 30 kV con lunghezza pari a circa 7,99 km. Infine, l'impianto fotovoltaico sarà allacciato, con soluzione in cavo interrato a 36 kV di lunghezza pari a circa 5,52 km, con la sezione a 36 kV di un futuro ampliamento della Stazione Elettrica 150/380 kV di Manfredonia.

Lo studio di compatibilità idraulica (2865_4672_MA_R01__REV01_Verifica di Compatibilità Idraulica) è stato effettuato in quanto il lotto 1- sezioni A e B ricade in fasce di pericolosità media e bassa definite dal PAI e PGRA. È stato quindi realizzato uno studio idrologico e idraulico di dettaglio volto ad attestare la quantificazione dell'eventuale allagamento e del suo tirante idraulico atteso. La modellazione ha mostrato il non interessamento dell'area di progetto dalle esondazioni per tempi di ritorno T pari a 50, 100 e 200 anni. Pur non verificandosi un allagamento entro i confini del layout di impianto si è suggerito comunque la rimodellazione della morfologia per la creazione di un arginello a protezione idraulica del sito di altezza ipotizzata di circa 0,5 metri da piano campagna. Tale sopralzo consentirà il rallentamento e l'infiltrazione delle acque scolanti dalle ridotte aree scolanti di monte idrologico.

Il presente elaborato rappresenta la relazione idrologica e idraulica del sito. Lo studio viene effettuato analizzando le eventuali interferenze dei diversi componenti con le aree a pericolosità idraulica e identificando, nel caso, la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse. In corrispondenza di canali irrigui/corsi d'acqua naturali si è inoltre valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

Lo studio Idrologico e idraulico relativo al reticolo idrografico superficiale, ai principali solchi vallivi o aree depresse e alle aree allagabili è riferito alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata dal PAI dell'Autorità di Bacino Regionale della Puglia e Interregionale Ofanto e dal PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (AdB DAM).

Il progetto affronta lo studio idrologico idraulico delle aree scolanti interessate dalle opere del progetto fotovoltaico con valutazioni in merito alle possibili variazioni ante-operam – post-operam, analizzando quindi il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione delle variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione delle variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

La determinazione delle portate attese per diversi tempi di ritorno è da condurre mediante la parametrizzazione della LSPP (Linea segnalatrice di possibilità pluviometrica) secondo il modello probabilistico GEV (Generalized Extreme Value) scala-invariante.

Tale studio è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia, ed è costituito da:

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionali Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDICI);
- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);

Per maggiori approfondimenti relativi alla planimetria gestione acque meteoriche interne e degli interventi di regimazione idraulica delle aree di progetto nel nuovo impianto fotovoltaico si rimanda all'Allegato 01 del presente documento.



2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 DATI TOPOGRAFICI

Nel mese di dicembre 2022, al fine di elaborare la modellazione fluviale per lo studio di compatibilità idraulica (2865_4672_MA_R01__REV01_Verifica di Compatibilità Idraulica), è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio, eseguito da Studio Tecnico Rubino Ing. Luigi e Petitti Ing. Leo.

La campagna investigativa topografica e di rilievo ha interessato tutta l'area di progetto in modo completo e dettagliato.

Sono stati utilizzati i modelli digitali del terreno disponibili dalla fonte ufficiale Regione Puglia e il rilievo ottenuto mediante GPS eseguiti nel dicembre 2022.

2.2 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

2.2.1 Modello digitale del terreno Regione Puglia 8x8

Attraverso la fonte ufficiale Regione Puglia è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 8x8 metri di tutta l'area di progetto.

2.2.2 Modello digitale del terreno Tinality

Attraverso la fonte ufficiale INGV- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia è stato ottenuto il modello digitale del terreno Tinality con una risoluzione spaziale 10x10 metri di tutta l'area di progetto.

2.3 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO

Il seguenti documenti sono stato utilizzati come principali riferimenti per lo studio:

- D.Lgs 152/06 e smi;
- DPCM 04/04/2018 in merito alle competenze delle Autorità di Bacino;
- Legge 183/89 - Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
- Delibere del Consiglio regionale n. 109 e n.110 del 18 dicembre 1991 - Istituzione dell'Autorità di bacino della Puglia
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- Regione Puglia - Servizio Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale. Precipitazioni medie e di massima intensità registrate nella stazione pluviometrica locale 1921-2010,
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Appennino Meridionale (DAM), elaborato ai sensi dell'art. 7 della direttiva 2007/60/CE e dell'art.7 comma 8 del D.Lgs. 49/2010;
- Piano Gestione Acque (PGA) del Distretto Appennino Meridionale, elaborato ai sensi dell'art. 3 della Direttiva 2000/60/CE e dell'art. 117 del D.Lgs. 152/2006;
- Territorio dell'Unità di Gestione (UoM) Puglia: Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia n. 39 del 30 Novembre 2005 e successivi aggiornamenti;
- Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione - Hoepli, CSDU;
- La sistemazione dei bacini idrografici, Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Spate Irrigation - FAO – HR Wallinford;



-
- Urban Drainage Design Manual” pubblicato da FHWA (Federal highway administration-US Department of transportation)

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 LOCALIZZAZIONE

Il progetto in esame è ubicato nei territori comunali di Manfredonia e di Orta Nova, entrambi in provincia di Foggia. L'area di progetto è rappresentata da 3 sezioni, denominate A, B e C, ricadenti nei due diversi comuni. Le sezioni A e B, separate dalla presenza di una strada privata, risultano situate in località La Pescaia, nel Comune di Manfredonia (FG), a circa 24,54 km dal centro abitato dell'omonima città. La sezione C ricade invece in località Santa Felicita, nel Comune di Orta Nova (FG), a circa 7,7 km dal suo centro abitato.

La Strada Provinciale n.80 (SP80), nel tratto compreso tra la strada Provinciale n.70 (SP70) denominata Via del Mare e la Strada Statale n.544 (SS544), è situata a Ovest delle sezioni A e B dell'impianto; lungo il lato Nord della sezione A scorre il Canale Carapelluzzo mentre lungo il lato Sud della sezione B è presente la strada denominata Contrada Paglia.

La Strada Provinciale n.79 (SP79), nel tratto compreso tra l'Autostrada Adriatica (A14) e la Strada Comunale Sannicchiele delle vigne, è situata lungo il lato Nord della sezione B; a Sud-Ovest della medesima sezione è presente la A14.

L'area di progetto presenta un'estensione complessiva catastale di circa 57 ettari complessivi di cui circa 51,87 ha recintati, così suddivisi:

- 11,58 ha recintati costituiscono la sezione A;
- 16,35 ha recintati costituiscono la sezione B;
- 23,77 ha recintati costituiscono la sezione C.



Figura 3.1: Inquadramento sezioni A, B e C dell'impianto nei Comuni di Manfredonia e di Orta Nova

3.2 COPERTURA DEL SUOLO

Nell'ambito dello studio idrologico è stata valutata sia la copertura del terreno sia l'uso del suolo dell'area di ubicazione delle opere dell'impianto fotovoltaico.

Come si evince dalla Figura 3.2, si incontra una prevalenza di terreni seminativi di tipo semplice in aree irrigue (lotto 1 - sezione A e B a nord) e non irrigue (lotto 2 – sezione C a sud) con presenza di vigneti e uliveti.

La zona nella quale verrà insediato il parco fotovoltaico è caratterizzata prevalentemente da aree con insediamenti agricoli produttivi.

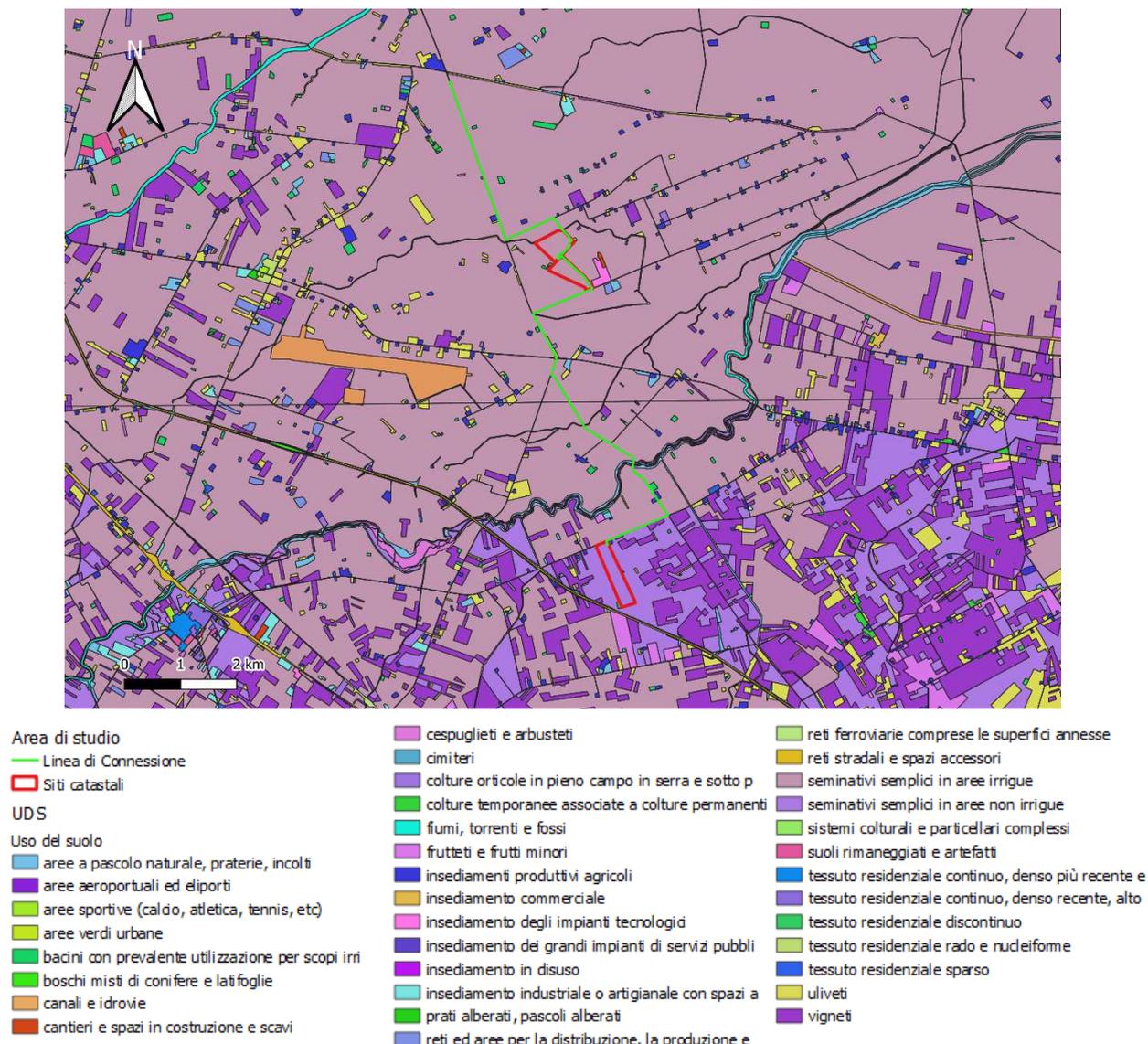


Figura 3.2: Categorie di uso del suolo della Regione Puglia; in rosso l'area di progetto e in verde la linea di connessione

3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.3.1 Inquadramento morfologico

Morfologicamente l'area risulta sub-pianeggiante, debolmente inclinata verso oriente, solcata da alcuni corsi d'acqua minori chiamati "marane". Questo ripiano, compreso fra le valli del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle, fa parte di una vasta superficie che si estende da Ascoli Satriano fino al golfo di Manfredonia, quasi a raccordare il rilievo appenninico alla piana costiera attuale. Dal punto di vista morfologico si tratta di una superficie di accumulo di tipo complesso in quanto dovuta all'accumulo e progradazione di una piana costiera, concomitante con fasi di sollevamento con entità maggiore verso l'Appennino. Nell'area di studio il paesaggio assume l'aspetto piatto tipico del tavoliere di Puglia e i corsi d'acqua scorrono in ampie valli, sempre ad andamento rettilineo, con argini non sempre definiti. La configurazione morfologica dell'area oltre ad essere influenzata dalla diversa natura litologica dei terreni affioranti, risente nelle sue grandi linee delle molteplici fasi di oscillazione del mare che, a partire dal Pleistocene medio, si sono succedute durante il sollevamento regionale e la regressione del mare.

I torrenti presenti nell'area solcano con andamento meandriforme una valle pianeggiante con bassissima pendenza e dai limiti non sempre definiti. Nelle valli si notano meandri abbandonati e modesti rivoli percorsi da acqua solo in casi di eventi eccezionali (fasi di piena). Nell'area, viste le pendenze e la natura dei terreni, non sono presenti fenomeni superficiali di dissesto se non in prossimità delle scarpate dei corsi d'acqua. Tali fenomeni sono riconducibili ad eventi meteorici eccezionali e/o prolungati che possono erodere la base della scarpata ed innescare fenomeni di instabilità locale.

Con riferimento al progetto in oggetto si può affermare che le aree oggetto della realizzazione degli impianti risultano stabili in quanto pianeggianti, nelle aree di studio non sono presenti forme di dissesto se non in prossimità dei torrenti.

3.3.2 Inquadramento idrogeologico

Idrologicamente l'area è caratterizzata da piogge concentrate nel periodo autunno-inverno, ridotte in primavera e scarse o quasi assenti in estate. Nell'area, l'indice pluviometrico annuo è variabile da circa 600 a 1000 millimetri.

Nella zona in esame è presente un reticolo idrografico caratterizzato da aste torrentizie che rappresentano vie di scorrimento delle acque. Esse presentano una attività idraulica alquanto rilevante solo in concomitanza di eventi meteorici prolungati, altrimenti sono sede di scorrimento irrilevante.

Per quel che concerne invece la circolazione idrica sotterranea, gli eventuali percorsi idrici ed i valori di permeabilità risultano essere funzione delle formazioni presenti e quindi delle frazioni granulometriche rappresentative. L'idrogeologia del territorio studiato è vincolata alla litologia dei terreni affioranti e, soprattutto, alla natura e sviluppo dei terreni in profondità.

La profondità della falda è tale da non influenzare le strutture di fondazione e non costituire elemento di rischio sismico locale, ubicata a circa 30 m dal p.c. come rappresentato dalla Carta Piezometrica del Tavoliere (da Piano Tutela delle acque agg. 2015). Tale profondità è stata riscontrata anche dai dati geologici riferiti a pozzi profondi realizzati nell'area (*Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo Legge 464/1984 - ISPRA*) Solo in alcune zone è possibile rinvenire piccole falde pensili su livelli argillosi che fungono da impermeabile relativo.

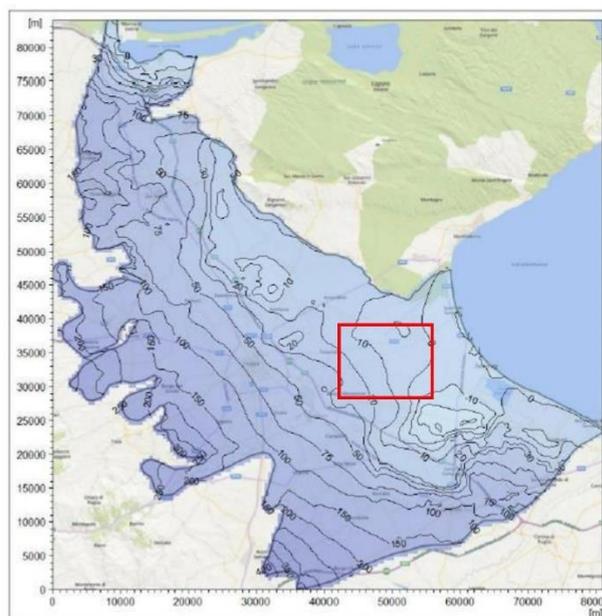


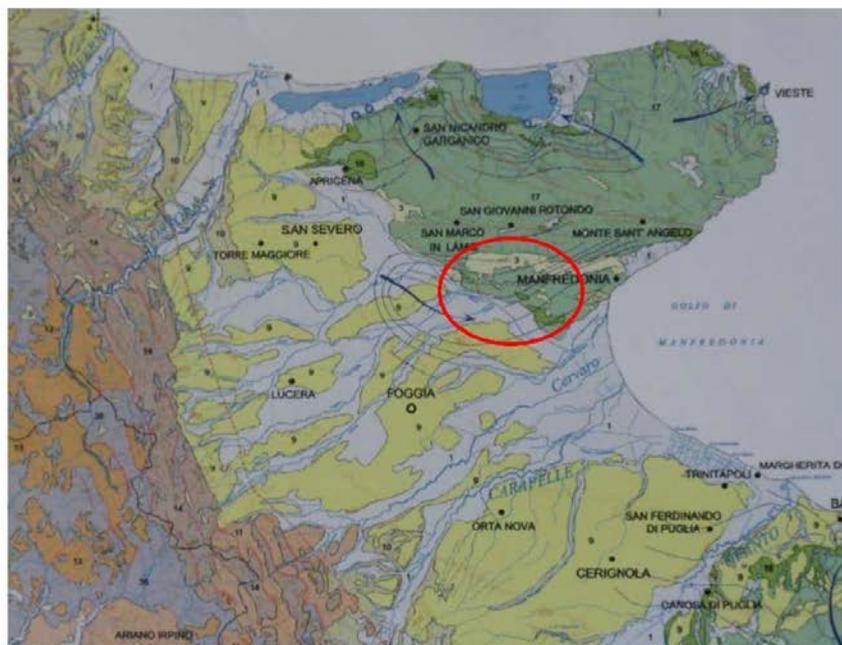
Figura 3.3: Stralcio Carta Piezometrica del Tavoliere (da Piano Tutela delle acque agg. 2015)

I terreni affioranti sono rappresentati da terreni di natura limoso sabbioso argilloso, tali terreni come riportato nella carta idrogeologica dell'Italia meridionale (APAT 1999), risultano avere una permeabilità per porosità con grado di permeabilità media riconducibile a valori K compresi tra $10E-4$ e $10E-5$. I valori della permeabilità utilizzati per i singoli litotipi sono stati ricavati dalla correlazione di tabelle bibliografiche.

Data la buona permeabilità dei terreni affioranti (CIP stimato $>85\%$), e la bassa pendenza del versante, le acque meteoriche tendono ad infiltrarsi e vanno ad alimentare la falda idrica sotterranea.

STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA DELL'AREA

(da Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale – Pietro CELICO; Pantaleone DE VITA; Giuseppina MONACELLI; Anna Rosa SCALISE; Giuseppe TRANFAGLIA)



COMPLESSI IDROGEOLOGICI		Tipo di permeabilità		Grado di permeabilità		
		isotropa	anisotropa	alta	media	bassa
COMPLESSI DELLE COPERTURE QUATERNARIE						
1	<p>Complesso alluvionale - costiero;</p> <p>Depositi clastici prevalentemente incoerenti costituiti da tutte le frazioni granulometriche, ma con prevalenza dei termini sabbiosi. Differenti granulometrie si trovano in giustapposizione laterale e verticale, in relazione alla variabile energia di trasporto idraulico che ne ha determinato la deposizione. Costituiscono acquiferi porosi, eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe</p>					
9	<p>Complesso sabbioso-conglomeratico;</p> <p>Depositi clastici sabbioso-ghiaiosi da incoerenti a scarsamente cementati, ascrivibili alle fasi regressive Pleistocene Inferiori (del ciclo Bradanico; Sabbie di Monte Marano, Calcareniti di Monte Castiglione, Conglomerato di Irsina). Costituiscono acquiferi anche di buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di portata modesta, in corrispondenza dei limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi.</p>					

Figura 3.4: Stralcio Carta Idrogeologica dell'Italia meridionale

3.3.3 Lineamenti geologici

Le aree di studio ricadono nella parte centromeridionale del Tavoliere delle Puglie, delimitate a Nord dal torrente Candelaro, ad Est dall'Avampaese Apulo (Promontorio del Gargano) a Sud dal Fiume Ofanto e ad Ovest dalla catena sud-appenninica. Il Tavoliere (Avanfossa Adriatica) è da ritenersi il naturale proseguimento verso Nord-Ovest della Fossa Bradanica. Ad Est il limite tra Tavoliere e il Gargano è contrassegnato da un'importante dislocazione tettonica, corrispondente, all'incirca, con il corso del torrente Candelaro, che mette a contatto i depositi terrigeni plio-pleistocenici dell'avanfossa con le rocce carbonatiche dell'avampaese. Questa ha dato luogo ad un sistema di faglie subverticali a direzione appenninica NO-SE accompagnato da due altri sistemi secondari di cui uno normale al precedente NE-SO e l'altro dei due in direzione Est-Ovest. Le masse calcaree e dolomitiche che ne

costituiscono l'ossatura, ascrivibili a cicli sedimentari che vanno dal Giurassico al Cretacico, sono generalmente ben stratificate, attraversate da un fitto reticolo di faglie e fratture e notevolmente interessate dal fenomeno carsico. Esse hanno uno spessore pari a 4000 m e poggiano su rocce evaporitiche del Trias, a loro volta sovrapposte ad arenarie tipo "Verrucano", poggianti sul basamento cristallino, posto a circa 8-10 Km di profondità [MARTINIS e PAVAN, 1967]. Ad Ovest, invece, il limite è costituito dai terreni appenninici appartenenti alla Formazione della Daunia, costituita da una serie di falde di ricoprimento con vergenza adriatica, relative a più fasi tettoniche compressive mioceniche e plioceniche. La Formazione della Daunia costituisce la porzione esterna della catena appenninica, al confine appulo-molisano, essa poggia con contatto tettonico sui terreni plio-pleistocenici dell'avanfossa, in altre zone la Formazione della Daunia viene ricoperta trasgressivamente dai terreni del ciclo pliocenico che sono caratteristici dei coevi flysch del bacino lagonegrese-molisano. Il bacino apulo risulta coinvolto dalla tettonica appenninica dopo il Pliocene inferiore; infatti le coltri che provengono da questo bacino si accavallano in genere sul Pliocene inferiore, mentre al loro fronte sovrastano talvolta anche sedimenti più recenti. Il fronte sepolto dei terreni appenninici si rinviene intercalato tettonicamente nella parte occidentale della successione argillosa plio-pleistocenica. Quest'ultima poggia su un substrato carbonatico di età pre-pliocenica. La profondità del substrato carbonatico aumenta da Est verso Ovest, raggiungendo nella parte occidentale la profondità di circa 4000-5000 metri) mentre verso Nord-Est il substrato miocenico si rinviene ad una profondità molto inferiore di circa 300. In particolare i terreni affioranti nell'area in studio sono tutti di origine sedimentaria, del tipo alluvionale, trattasi di sabbie limose, limi, argille sabbiose provenienti essenzialmente dall'erosione dei sedimenti plio-pleistocenici, a questo materiale si intercalano lenti di ciottoli grossolani di provenienza appenninica e garganica. Sottostante a questi sedimenti si rinviene il substrato argilloso delle argille grigio-azzurre plioceniche. I terreni affioranti, sono riferibili alla successione stratigrafica del Pliocene superiore – Olocene appartenenti al supersistema del Tavoliere di Puglia.

3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

La Puglia presenta una situazione idrologico-ambientale caratterizzata da scarsa disponibilità idrica superficiale avente distribuzione molto differenziata sul territorio. L'area in analisi risulta a carattere torrentizio e come gran parte del resto del territorio pugliese si caratterizza per un esteso sviluppo di solchi erosivi naturali in cui vengono convogliate le acque in occasione di eventi meteorici intensi, a volte compresi in ampie aree endoreiche aventi come recapito finale la falda circolante negli acquiferi carsici profondi. L'area di interesse ricade nel bacino del Torrente Carapelle, appartenente ai 'Fiumi Settentrionali' della regione pugliese (Figura 3.6).

Il territorio pugliese è suddivisibile nei seguenti ambiti territoriali omogenei:

- Gargano;
- Fiumi Settentrionali (Candelaro, Cervaro e **Carapelle**);
- Ofanto;
- Bari e Brindisi;
- Arco Ionico;
- Salento.

L'ambito territoriale dei Fiumi Settentrionali è caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua che sottendono bacini di alimentazione di rilevante estensione, dell'ordine di alcune migliaia di km², che comprendono settori altimetrici di territorio che variano da quello montuoso a quello di pianura. I corsi d'acqua principali sono rappresentati dal Candelaro, Cervaro e Carapelle.

Il torrente Carapelle è un fiume della provincia di Foggia che scorre per circa 98 km nel tavoliere delle Puglie prima di sfociare nel golfo di Manfredonia in località Torre Rivoli, presso Zapponeta.

I Fiumi Settentrionali sottendono bacini di elevata estensione che comprendono settori altimetrici del territorio che variano da quello montano a quello di pianura. Le aree del Tavoliere, ove le pendenze si riducono notevolmente, sono quelle maggiormente interessate dai fenomeni di allagamento legati principalmente al sormonto delle strutture arginali lungo i principali corsi d'acqua sino alla foce, all'insufficienza degli attraversamenti idraulici, le cui luci possono risultare ostruite da vegetazione o materiale trasportato dalla corrente e all'insufficienza delle sezioni al contenimento delle portate idrologiche.

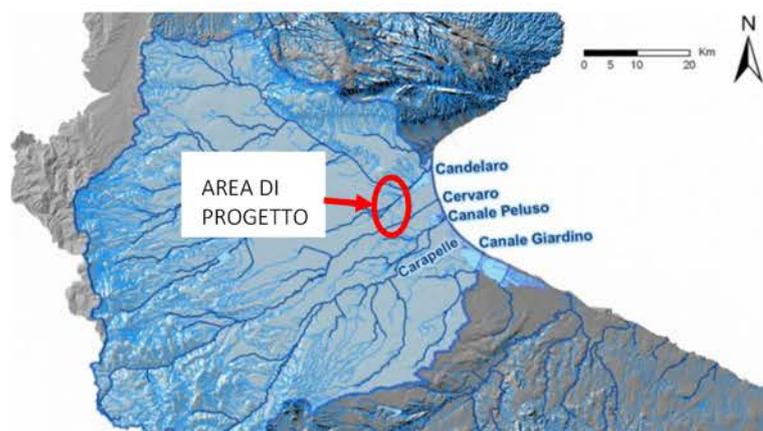


Figura 3.5: Corpi idrici superficiali (Relazione PGRA - AdB Puglia) ed ubicazione area di progetto.



Figura 3.6: Definizione bacini principali. L'area di studio (in rosso) ricade all'interno del bacino del Carapelle.

3.5 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO

L'area di progetto ricade all'interno del bacino del torrente Carapelle. Il sito in oggetto risulta inserito in un contesto agricolo fortemente antropizzato. In particolare, i siti A e B sono caratterizzati dalla presenza di due canalizzazioni, una a nord del sito e una posizionata a sud, entrambi appartenenti al reticolo idrografico minore ed entrambi suscettibili di possibili esondazioni. Si ricorda che per questo aspetto è stato redatto uno studio di dettaglio sulla quantificazione dell'eventuale allagamento e del tirante idrico atteso (2865_4672_MA_R01_REV01_Verifica di Compatibilità Idraulica). Gli specifici tratti di interesse comprendono il canale Carapelluzzo e il canale Pescia, affluenti del canale Peluso,

canale scolmatore del fiume Carapelle, e sono compresi nel comune di Manfredonia (FG) in località “La Pescia”, come mostrato in Figura 3.7.

Il progetto “Strati Prioritari di Interesse Nazionale” (DBPrior10k), è stato realizzato nell’ambito dell’Intesa Stato-Regioni-Enti Locali sui Sistemi Informativi Geografici (IntesaGIS) a partire dal settembre 2003, ed è stato consegnato dal Centro Interregionale, che ne ha svolto la direzione lavori nel giugno 2005. Esso rappresenta la copertura della viabilità stradale e ferroviaria, dell’**idrografia** e dei limiti amministrativi, in scala 1:10.000, del territorio Nazionale. Tramite il progetto DBPRIOR10K è disponibile il reticolo idrografico dei bacini facenti parte di tale progetto, tra i quali il Carapelle (Figura 3.7).



Figura 3.7: Inquadramento dei corsi d’acqua ricadenti nel bacino del T. Carapelle (Fonte: DBPRIOR10K). In rosso l’area di progetto e in verde la linea di connessione.

L’asta del torrente Carapelle sottende un bacino idrografico complessivo di circa 715 km², attraversando le regioni della Campania nel tratto montano e della Puglia per la parte restante del bacino. Le sue acque solcano, in direzione sud-est, porzioni di territorio ricadenti nei comuni, da monte verso valle, di Trevico, Vallata, Bisaccia, Anzano di Puglia, Scampitella, Lacedonia, Monteleone di Puglia, Sant’Agata di Puglia, Rocchetta Sant’Antonio, Accadia, Deliceto, Candela, Castelluccio dei Sauri, Ascoli Satriano, Foggia, Ortona, Stornarella, Orta Nova, Carapelle e Manfredonia. In sinistra idraulica confluiscono le acque del torrente Frugno, Rio Specca, Carapellotto, e del Canale Ponte Rotto; mentre in destra idraulica vi sono il Vallone della Scafa, il Torrente San Gennaro, il Canale Biasifiocco, il canale Trionfo, la Pidocchiosa e Marana Castello. Si tratta di alvei prevalentemente naturali, caratterizzati da estese piane alluvionali che si alternano a tratti morfologicamente incisi. Prevalgono i seminativi nell’intero tratto e, nella parte valliva, vi è una buona percentuale di vigneti. Nello specifico, l’area di progetto fa parte del bacino del Torrente Carapelle, fortemente antropizzato.

Dal punto di vista geomorfologico l'area di studio ricade all'interno del bacino Carapelle che si presenta con quote di 18-73 m s.l.m. con direzione di flusso verso nord est. Il lotto 1 - sezioni A e B presenta quote tra i 20 e 26 m, mentre il lotto 2 - sezione C tra i 35 e i 39 m.

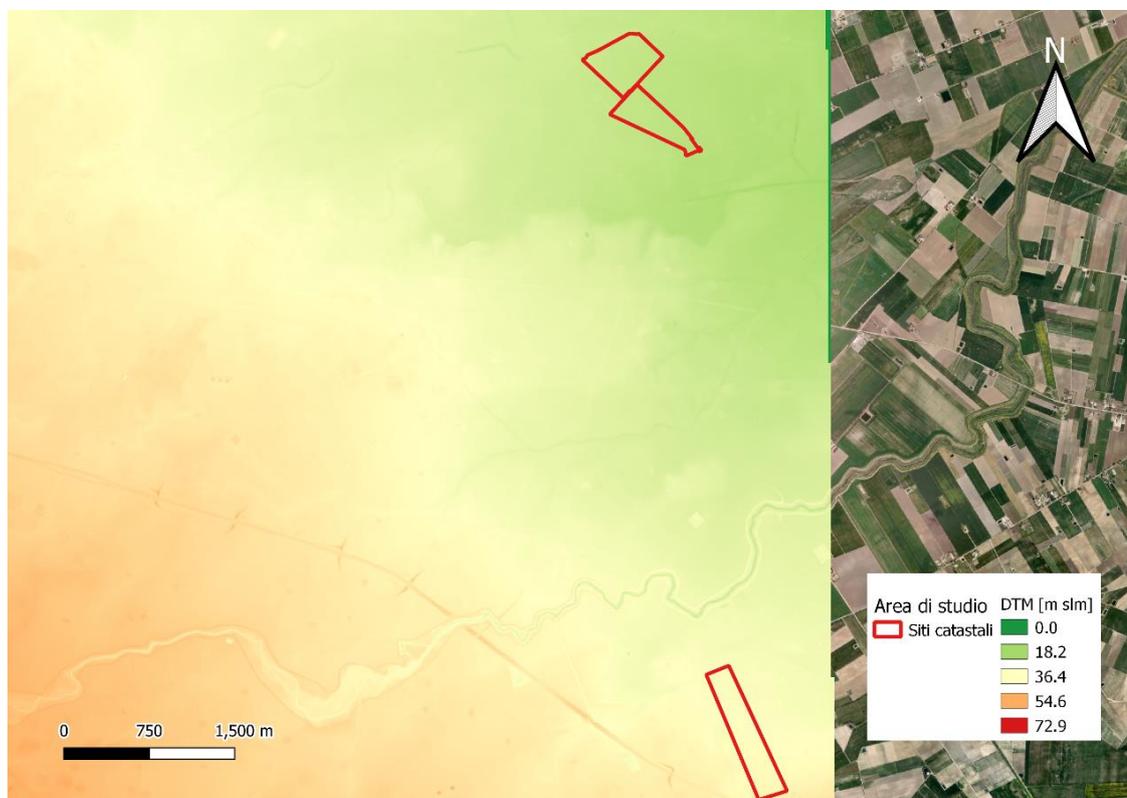


Figura 3.8: Altimetrie area di progetto – DTM 8x8; in rosso l'area di progetto

La Figura 3.9 presenta uno stralcio della Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia dove si mostra la tipologia dei depositi e note di dettaglio in merito all'idrografia e alla morfologia.

Due tipologie di depositi sono riconoscibili nell'area di interesse dei siti A e B: depositi sciolti a prevalente componente pelitica e depositi sciolti a prevalente componente sabbioso ghiaiosa. Per quanto riguarda il sito C, esso è caratterizzato da unità a prevalente componente siltoso- sabbiosa e/o arenitica.

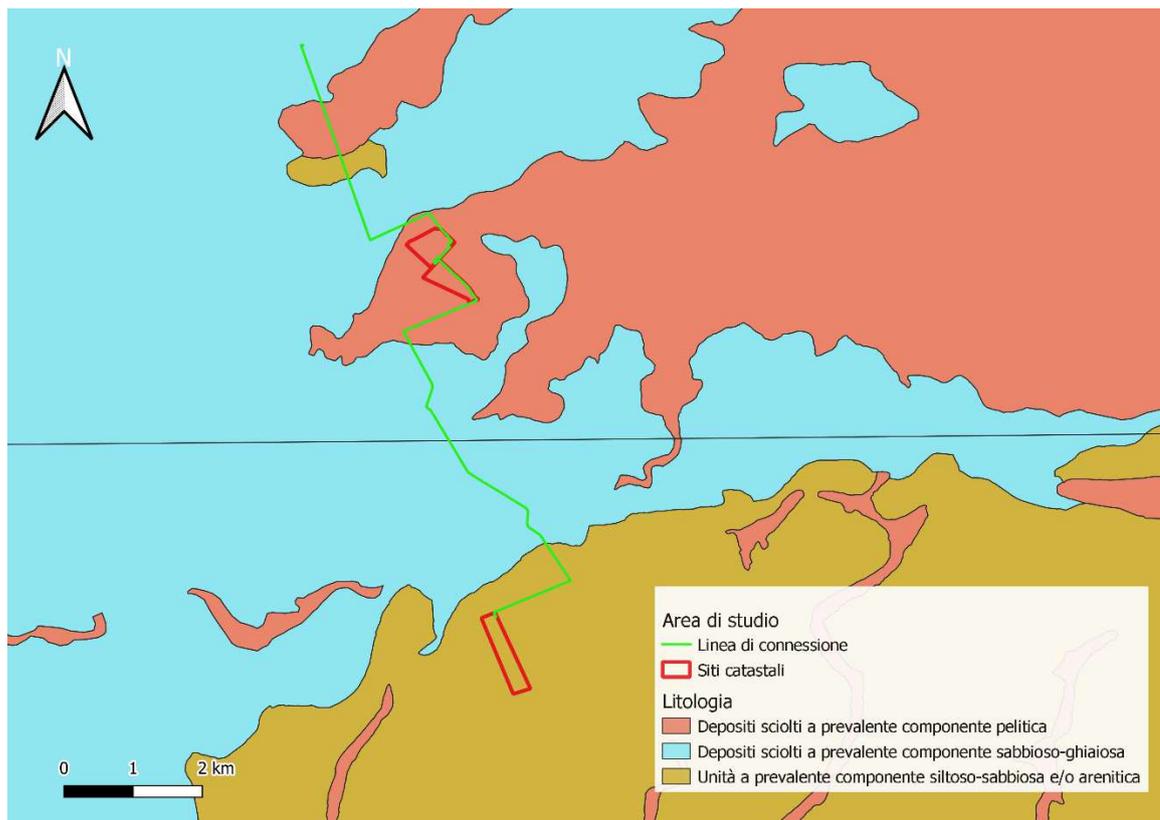


Figura 3.9: Stralcio della Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia; in rosso l'area di progetto e in verde la linea di connessione

3.6 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE

I comuni di Manfredonia e di Orta Nova (FG) appartengono al Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale (DAM), l'unità di gestione del Bacino Regionale Puglia e Interregionale è l'ITR161I020.

Con D.lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell'Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti



ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

3.6.1 Piano Assetto Idrologico (PAI)

I Piani Stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (di seguito definito PAI) del Bacino Regionale Puglia e Interregionale Ofanto sono redatti ai sensi dell'art. 17 comma 6-ter della Legge 18 maggio 1989 n.183, riguardano il settore funzionale della pericolosità e del rischio idrogeologico, come richiesto dall'art. 1 del Decreto Legge 11 giugno 1998, n. 180, e dall'art. 1 –bis del Decreto Legge 12 ottobre 2000, n. 279.

Il PAI, nell'ambito del settore funzionale di competenza, persegue le finalità dell'art. 3 della L. 183/89, con particolare riferimento ai contenuti del comma 3, lettere b), c), d), f), l), m), dell'art. 17 della medesima legge.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idrogeologico del bacino idrografico, quale individuato al successivo art. 3.

Il PAI, allo scopo di perseguire le finalità di cui al comma 1, definisce norme atte a favorire il riequilibrio dell'assetto idrogeologico del Bacino Regionale Puglia e Interregionale Ofanto, nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso del territorio, in modo da garantire il corretto sviluppo del territorio dal punto di vista infrastrutturale-urbanistico e indirizzare gli ambiti di gestione e pianificazione del territorio.

L'assetto idrogeologico comprende:

- l'assetto idraulico riguardante le aree a pericolosità e a rischio idraulico;
- l'assetto dei versanti riguardante le aree a pericolosità e a rischio di frana.

Le perimetrazioni delle aree di pericolosità idraulica, rispetto al Piano Assetto Idrogeologico vigente, risalgono all'aggiornamento rilasciato in data marzo 2023

Classi di Pericolosità idraulica

Il PAI individua e perimetra a scala di bacino le aree inondabili per eventi con tempo di ritorno assegnato e le classifica in base al livello di pericolosità idraulica.

Si individuano le seguenti tre classi di aree a diversa pericolosità idraulica:

- a) **Aree a pericolosità idraulica alta (AP):** aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- b) **Aree a pericolosità idraulica moderata (MP):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e minore o uguale a 200 anni;
- c) **Aree a pericolosità idraulica bassa (BP):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale a 500 anni.

L'elenco degli interventi consentiti in corrispondenza delle aree di pericolosità idraulica si riporta negli artt. 7,8 e 9 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI Regione Puglia.

Il lotto 1 – sezioni A e B, ricadente nel comune di Manfredonia, interferisce con le fasce di pericolosità idraulica media e bassa. Nel lotto 2- sezione C, ricadente nel comune di Orta Nova, non risultano presenti

aree a pericolosità idraulica. La linea di connessione presenta fasce di pericolosità idraulica alta, media e bassa (Figura 3.10).

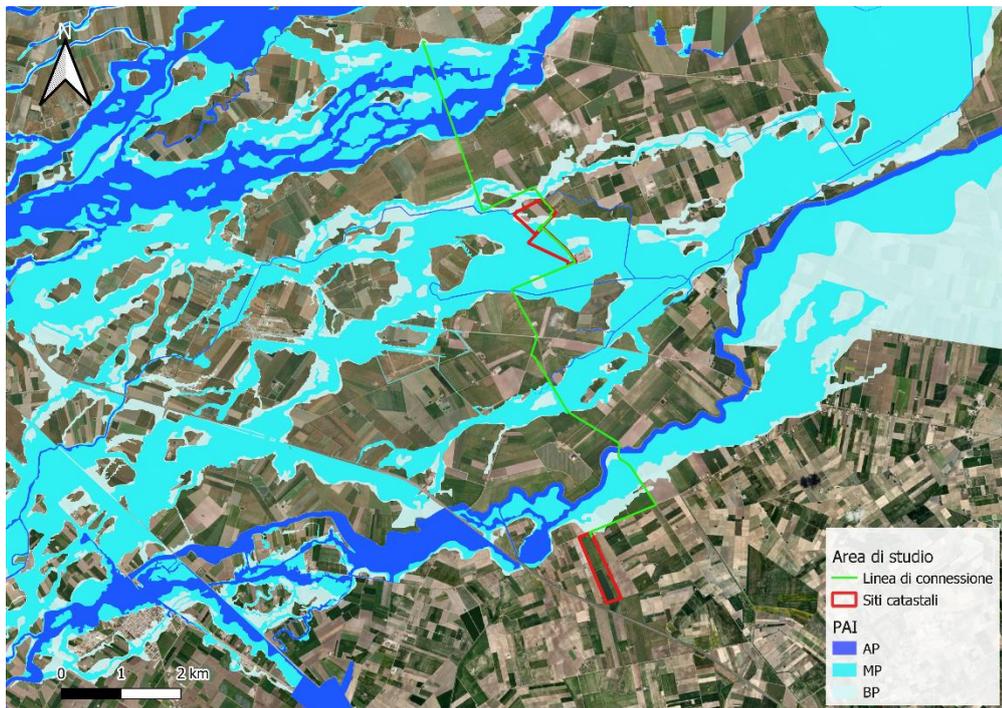


Figura 3.10: Stralcio assetto idrologico (PAI). In azzurro la pericolosità idraulica bassa, in verde il cavo di connessione e in rosso l'area di impianto.

La SE satellite 36/380 kV interferisce con le fasce di pericolosità idraulica media e bassa (Figura 3.11).



Figura 3.11: Dettaglio stralcio assetto idrologico (PAI). In nero la cabina di ampliamento.

Per quanto riguarda il lotto 1 - sezioni A e B, si ricorda che è stato redatto uno studio di dettaglio sulla quantificazione dell'eventuale allagamento e del tirante idrico atteso. La modellazione ha mostrato il non interessamento delle aree A e B di progetto dalle esondazioni per tempi di ritorno T pari a 50, 100 e 200 anni.

Pur non verificandosi un allagamento entro i confini del layout di impianto del lotto 1 - sezioni A e B, si è suggerito comunque la rimodellazione della morfologia per la creazione di un arginello a protezione idraulica del sito di altezza ipotizzata di circa 0,5 metri da piano campagna (si veda il paragrafo 7.2.2). Tale sopralzo consentirà il rallentamento e l'infiltrazione delle acque scolanti dalle ridotte aree scolanti di monte idrologico.

Per maggiori dettagli si rimanda al seguente elaborato specifico *2865_4672_MA_RO1__REV01_Verifica di Compatibilità Idraulica*.

3.6.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del rischio alluvioni (PGRA) è lo strumento di riferimento nella pianificazione in ambito distrettuale della strategia per la gestione del rischio da alluvioni. In considerazione dell'art.7 co.6 lett. a) e b) del D.Lgs. 49/2010, gli Enti territorialmente interessati sono tenuti a conformarsi alle disposizioni del PGRA rispettandone le prescrizioni nel settore urbanistico, ai sensi dei commi 4 e 6 dell'articolo 65 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e predisponendo o adeguando, nella loro veste di organi di protezione civile, per quanto di competenza, i piani urgenti di emergenza di cui all'articolo 67, comma 5, del decreto legislativo n. 152 del 2006, facendo salvi i piani urgenti di emergenza già predisposti ai sensi dell'articolo 1, comma 4, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 1998, n. 267. Si specifica, inoltre, che dalla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e sul Bollettini Regionali, negli ambiti perimetrati dalle mappe del PGRA e non ricompresi nei PAI, vigono misure di salvaguardia, le quali decadono con l'adozione del Decreto Segretariale di aggiornamento dei relativi PAI e, comunque, non oltre novanta giorni dalla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e sui Bollettini Ufficiali delle Regioni della delibera di adozione di tali misure di salvaguardia da parte della Conferenza Istituzionale permanente.

Il PGRA viene predisposto a scala di distretto, in questo caso 'Appennino Meridionale' (ITF2018), il quale coordina con la convergenza delle amministrazioni regionali e delle province autonome presenti nel distretto. Il PGRA ha la preminente finalità di governo dei possibili eventi alluvionali, quindi con ampi risvolti riferiti all'azione di protezione civile.

La perimetrazione delle aree allagabili rispetto tre diversi livelli di pericolosità è disponibile sul geoportale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Definizione degli scenari di probabilità nel Distretto

La definizione degli scenari di probabilità nel Distretto dell'Appennino Meridionale partendo dalle indicazioni fornite dal D.Lgs. 49/2010 tiene conto innanzitutto dell'origine dell'alluvione (fluviale, pluviale, marina da elevato trasporto solido). Per le alluvioni di origine fluviale i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni sono i seguenti:

- **Aree ad alta pericolosità (HPH):** aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- **Aree a media pericolosità (MPH):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore o uguale a 200 anni;
- **Aree a bassa pericolosità (LPH):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 anni e minore o uguale a 500 anni.

Si riporta in Figura 3.12 la perimetrazione delle fasce di pericolosità idraulica secondo il PGRA (II ciclo – Aggiornamento 2021) disponibili sul sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Il lotto 1 - sezioni A e B, ricadente nel comune di Manfredonia, interferiscono con le fasce di pericolosità idraulica media e bassa (si ricorda che per questo aspetto è stato redatto uno studio di dettaglio sulla quantificazione dell'eventuale allagamento e del tirante idrico atteso (2865_4672_MA_R01_REV01_Verifica di Compatibilità Idraulica). Nel lotto 2 - sezione C, ricadente nel comune di Orta Nova, non risultano presenti aree a pericolosità idraulica. La linea di connessione presenta fasce di pericolosità idraulica alta, media e bassa.

Eventuali interferenze presenti con corsi irrigui minori saranno superate mediante TOC (trivellazione orizzontale controllata) o cavo interrato.

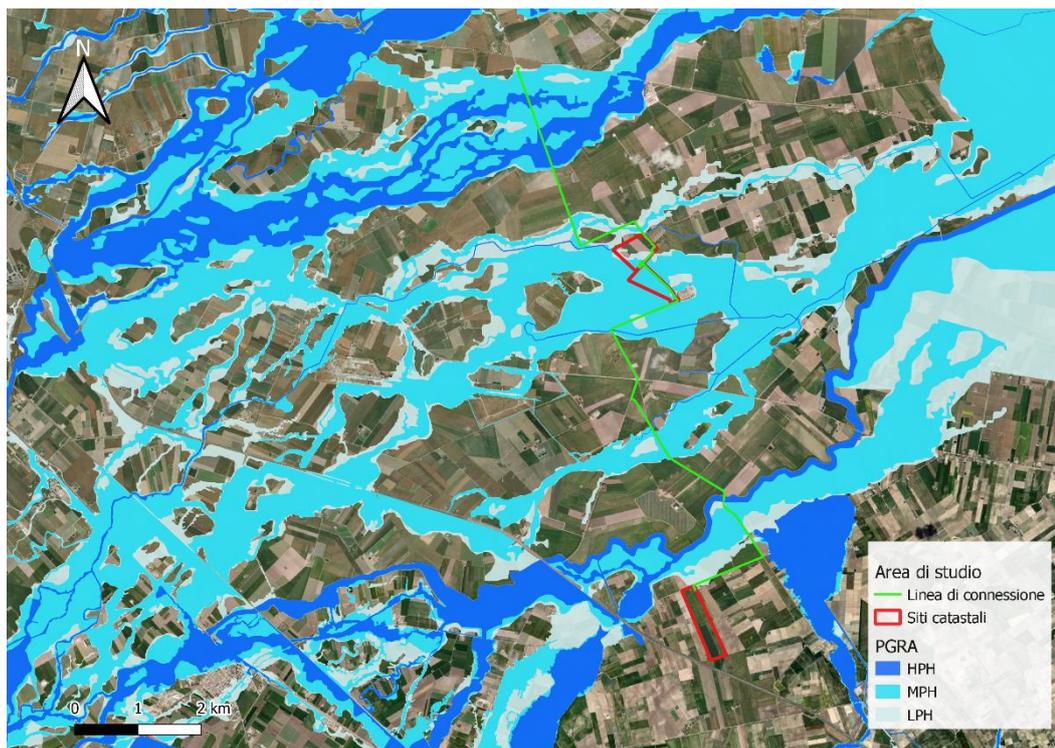


Figura 3.12: Stralcio PGRA. Estensione dell'area allagabile associata a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

La SE satellite 36/380 kV interferisce con le fasce di pericolosità idraulica media e bassa (Figura 3.13).



Figura 3.13: Stralcio PGRA. Estensione dell'area allagabile associata a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. In nero la cabina di ampliamento.

Il PGRA riporta anche le aree a potenziale rischio significativo di alluvione. Come si può notare dalla Figura 3.14, parte dei campi fotovoltaici lambiscono il reticolo idrografico riprodotto nella cartografia.

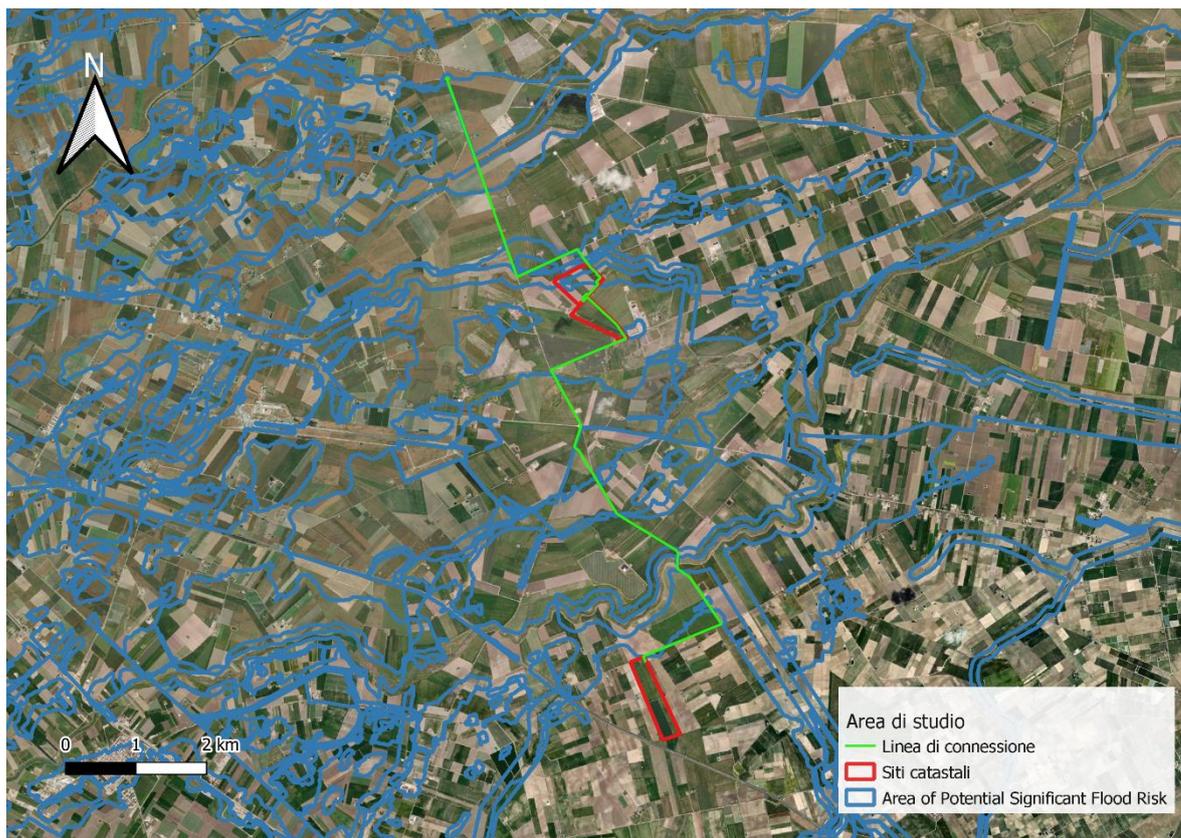


Figura 3.14 Aree a potenziale rischio significativo di alluvione. In rosso l'area di progetto e in verde la linea di connessione.

A supporto dell'inquadramento del rischio idraulico descritto nel precedente capitolo, è stato redatto uno studio che analizza in maniera dettagliata la perimetrazione delle aree a media e bassa pericolosità idraulica identificate dal PAI e dal PGRA nella zona del lotto 1 – sezioni A e B, a scopo di valutarne il reale impatto con l'area di progetto. Per consultare il suddetto studio si rimanda al documento *2865_4672_MA_R01__REV01_Verifica di Compatibilità Idraulica*.

4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI

4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra tipo tracker con tecnologia moduli BI-facciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 39,81 MW è così costituito da:

- n.1 Cabina di Connessione. La Cabina di Connessione dell'impianto, a livello di tensione pari a 36 kV, sarà posizionata in adiacenza alla nuova SE di Trasformazione di Terna di riferimento. All'interno della cabina saranno presenti i dispositivi generali DG, di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n.2 Cabine di Smistamento. Le Cabine di Smistamento hanno la funzione di raccogliere le terne provenienti dalle Power Station, presenti nei vari sottocampi, per immetterle un numero inferiore verso il punto di connessione. Le cabine saranno posizionate in maniera strategica all'interno delle sezioni A e C. Nella sezione A sarà possibile collocare in via opzionale, anche la stazione di trasformazione per l'innalzamento della tensione da 30 kV a 36 kV;
- n. 9 Power Station (PS). Le Cabine di Campo (Power Station) avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- n.3 Ufficio e n.3 Magazzino ad uso del personale, posti a coppie (un ufficio ed un magazzino) in ciascuna sezione dell'impianto;
- I moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondate su pali infissi nel terreno;
- L'impianto è completato da:
 - tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;

- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni;
- intervento agronomico;
- opere a verde di mitigazione.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad esempio: quadri di alimentazione, illuminazione). Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.



Figura 4.1: Layout di progetto sezioni A e B (Lotto 1)

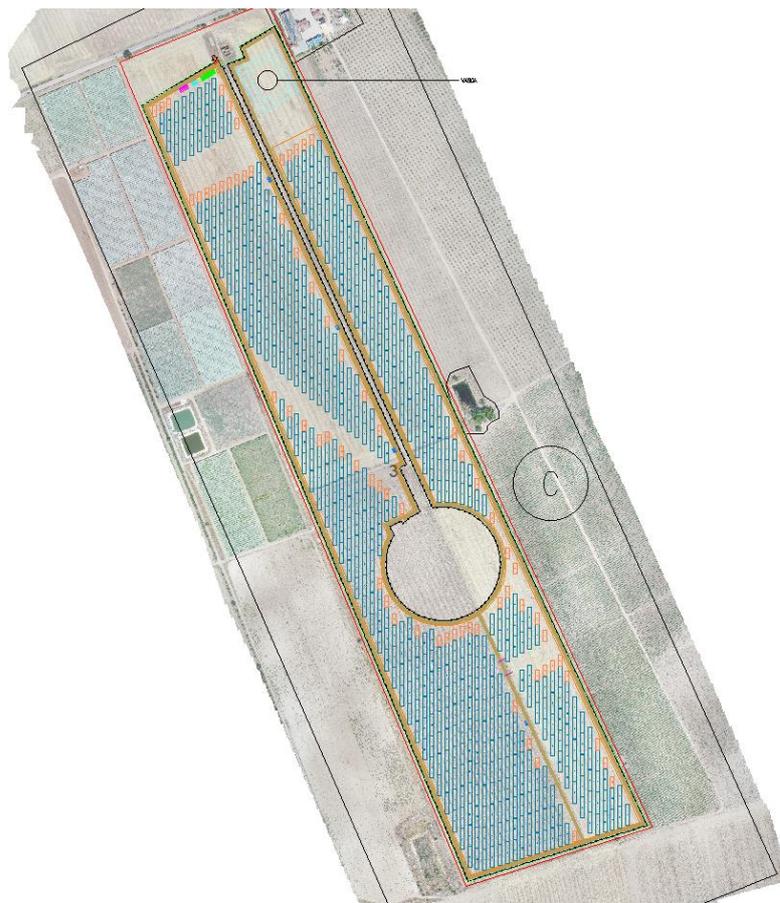


Figura 4.2: Layout di progetto sezione C (Lotto2)

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati di tecnici maggior dettaglio si rimanda alle relazioni e agli elaborati dedicati.

4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 156 celle, di tipologia bifacciale, indicativamente della potenza di 605 Wp, della marca Jinko Solar dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

Il progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali infissi nel terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a $+55^{\circ}/-55^{\circ}$.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo;
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali;
- inclinazione sull'orizzontale $+55^{\circ}/-55^{\circ}$;
- Esposizione (azimut): 0° ;
- Altezza min: 0,500 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 4,684 m (rispetto al piano di campagna).

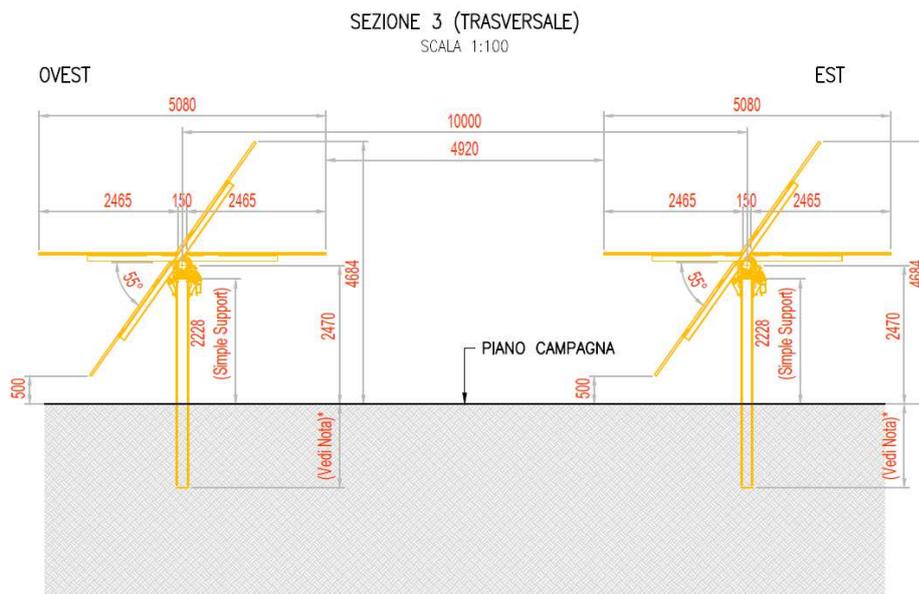


Figura 4.3: Particolare strutture di sostegno moduli, sezione trasversale.

4.1.2 Power Station e cabine di smistamento

Le power station assolvono la funzione di convertire la corrente prodotta dai moduli fotovoltaici da continua ad alternata mediante un inverter centralizzato e di innalzare la tensione fino al valore della tensione di campo (30 kV) mediante un trasformatore. La scelta progettuale prevede, come detto, l'installazione di 9 Medium Voltage Power Station, contenenti ciascuna un inverter centralizzato, nel dettaglio n. 3 marca SMA modello SC 4000 UP, n. 3 marca SMA modello SC 4200 UP e n. 3 marca SMA modello SC 4400 UP.

All'interno della cabina di smistamento di impianto saranno presenti i quadri necessari per il trasporto dell'energia prodotta che verrà convogliata fino alla cabina di Connessione. Le Cabine di Smistamento saranno posizionate nelle sezioni A e C dell'impianto.

4.1.3 Cavi di controllo e TLC

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le tre sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

Sia per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

4.1.4 Rete di drenaggio interna

La sostenibilità e l'attenzione alle acque non ha riguardato solo la progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche ma è risalita a monte integrandosi nello stato di fatto minimizzando le interferenze con l'idrografia esistente e l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) a favore delle infrastrutture verdi che mitigano gli impatti biofisici dovuti all'urbanizzazione riducendo il rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

La progettazione della rete di drenaggio è stata costruita sulla base dell'individuazione delle principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino, come pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria. Una volta definiti i principali solchi di drenaggio naturali esistenti allo stato attuale, identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno, è stata dimensionata la rete di drenaggio di progetto principalmente lungo tali solchi naturali. Tale rete consiste in canalette di forma trapezia scavate nel terreno e rinverdate.

Tale scelta consente di evitare di modificare la rete naturale, permettendo ai deflussi superficiali di seguire i percorsi naturali, senza interferenze dovute alla costruzione della viabilità, alla disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto.

Tutta la rete di drenaggio avrà lo scopo di convogliare le acque verso i bacini di raccolta delle acque meteoriche a scopo irriguo.

I punti di scarico delle vasche di irrigazione si riconnetteranno ai fossi agricoli esistenti e saranno pensati in funzione dei drenaggi naturali. In fase esecutiva verranno realizzati in conformità con le pratiche agricole del sito.

La possibilità di recuperare le acque meteoriche in sito, attraverso la realizzazione di vasche di accumulo per l'irrigazione, rappresenta una importante opportunità che si inquadra perfettamente tra gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) promossi dalle Nazioni Unite, le politiche dell'Unione Europea riguardanti l'approvvigionamento idrico e, più nello specifico, la possibilità di far fronte alle emergenze climatiche odierne anche attraverso l'implementazione di sistemi diffusi capillarmente nel territorio.

Sono state previste e dimensionate due vasche di accumulo per soddisfare i fabbisogni irrigui delle colture che saranno presenti in entrambi i lotti.

4.2 LINEA DI CONNESSIONE

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di trasmissione nazionale e dovrà rispettare il codice di rete specifico (Allegato A.68) e le seguenti condizioni (CEI 0-16):

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi, o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente, in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi, o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente, se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;



- in caso di guasto sulle linee elettriche, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

L'impianto fotovoltaico sarà allacciato, con soluzione in cavo interrato di lunghezza pari a circa 5,52 km, in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di un futuro ampliamento della Stazione Elettrica 150/380 kV di Manfredonia. Invece il collegamento tra i due lotti avverrà mediante cavo interrato a 30 kV con lunghezza pari a circa 7,99 km.

Si rimanda al progetto di connessione per i contenuti di dettaglio del cavidotto.

Nelle cabine di consegna e di utenza saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura per la corretta connessione dell'impianto alla RTN; nelle stesse saranno localizzati i punti di misura fiscale principale e bidirezionale e le protezioni generale DG e di interfaccia DI richieste dalla norma CEI 0-16 e dal codice di rete e-distribuzione.

5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, LINEA DI CONNESSIONE, CABINA DI AMPLIAMENTO

Nel presente capitolo sono stati individuati i possibili punti/tratti di interferenza tra le opere in progetto e aree a pericolosità idraulica.

Per la classificazione delle aree si è fatto riferimento al PAI e PGRA, definendo il grado di pericolosità idraulica. In aggiunta, per l'identificazione di canali minori, è stata consultato il reticolo idrografico reso disponibile dall'unità di gestione Regionale Puglia e Interregionale Ofanto. La presenza di eventuali rigagnoli è stata verificata dalla visione di ortofoto.

5.1 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Come precedentemente illustrato, il lotto 1 - sezioni A e B interferisce con le fasce di pericolosità idraulica media e bassa mappate dal PAI del Bacino Regionale Puglia e Interregionale Ofanto e dal PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (Figura 3.10 e Figura 3.12).

5.2 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – CAVO DI CONNESSIONE

Le soluzioni adottate sono “cavo interrato” o “trenchless”, ovvero una tipologia di interramento del cavo che non prevede il tradizionale scavo a cielo aperto. Tra le tipologie di *trenchless* vi sono: TOC, microtunnel, spingitubo, ecc.

Per le aree allagabili si ritiene sufficiente interrare il cavo ad una profondità prevista dalle normative CEI.

Nel caso dei piccoli fossi o canali esistenti, verrà valutata in sede di posa della condotta se il pacchetto stradale è sufficientemente profondo da permettere la posa del cavo oppure se è necessaria la TOC. Inoltre, verrà chiesto al gestore dei canali secondari la preferenza tra la posa trenchless o interrata.

Il cavo ad alta tensione sarà posizionato ai sensi della normativa vigente. È stata verificata la profondità di rinterro tale per cui l'opera in progetto risulta non interferente con la dinamica fluviale.

Nei casi in cui non è necessaria la tecnologia *trenchless* e la profondità di interro da normativa risulta più restrittiva rispetto a quella dei calcoli idraulici, si potrà adottare la soluzione di interramento.

Nelle successive fasi progettuali si valuterà il metodo migliore da impiegare per il superamento delle interferenze coi corsi d'acqua.

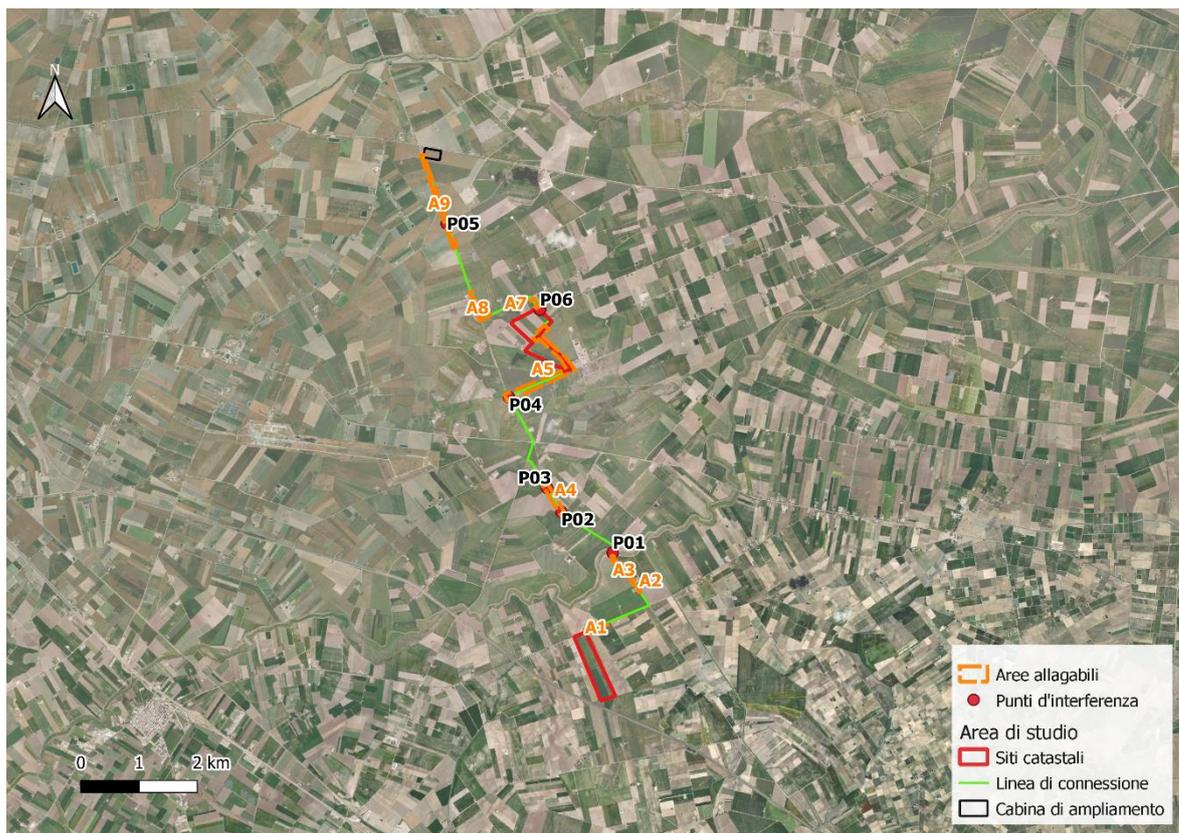


Figura 5.1: Identificazione punti di interferenza e aree allagabili col tracciato del cavo di connessione

La tabella di seguito riporta un riepilogo per i vari punti analizzati lungo il percorso di connessione, indicando il livello di pericolosità individuato e la tecnologia prevista per la risoluzione dell'interferenza ove presente. Il paragrafo 5.3 riporta la metodologia di analisi qualitativa e quantitativa per la definizione della minima profondità di posa.

Tabella 5.1: Interferenze con il percorso di connessione

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P01	Fiume Carapelle	Alta	TOC
P02	Canale Peluso	Media	TOC
P03	Canale 1069	Alta	Cavo interrato/trenchless
P04	Canale Pescia	Alta	TOC
P05	Canale Macchia Rotonda	Media	Cavo interrato/trenchless
P06	Canale Carapelluzzo	Alta	TOC
A1	Area allagabile	Bassa	Cavo interrato
A2	Area allagabile	Bassa	Cavo interrato
A3	Area allagabile	Media, bassa	Cavo interrato
A4	Area allagabile	Alta, media, bassa	Cavo interrato
A5	Area allagabile	Alta, media, bassa	Cavo interrato

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A6	Area allagabile	Media, bassa	Cavo interrato
A7	Area allagabile	Media, bassa	Cavo interrato
A8	Area allagabile	Media, bassa	Cavo interrato
A9	Area allagabile	Alta, media, bassa	Cavo interrato

5.3 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC

5.3.1 *Analisi qualitativa*

In seguito all'identificazione dei punti di interferenza, per gli attraversamenti di corsi d'acqua naturali/antropici è stata effettuata un'analisi qualitativa di stabilità dei tratti di interesse. L'analisi è stata condotta sulla base delle indicazioni HEC-20 - Stream Stability at Highway Structures – FHWA.

Per ognuno è stato assegnato un valore numerico totale derivante dall'analisi qualitativa multicriteria al quale corrisponde una categoria di stabilità dell'alveo: eccellente, buono, moderato, cattivo stato.

Gli indicatori di stabilità considerati sono stati:

1. Caratteristiche e attività del bacino e delle golene: è stato valutato il grado di interferenze dovuto all'esercizio di attività come pascoli, allevamenti, costruzioni, infrastrutture, ecc.
2. Periodicità caratteristica: periodicità e frequenza del flusso (effimero, regolare, flash flood, ecc) e clima (umido, semiarido, arido);
3. Classificazione geomorfologica del canale;
4. Presenza e tipologia di aree golenali. Grado di confinamento, quindi se il canale è delimitato da argini, infrastrutture;
5. Materiale di fondo e granulometria tipologica;
6. Presenza delle barre e caratteristiche dell'asta (pendenza longitudinale, il rapporto tra larghezza/altezza della sezione di interesse);
7. Potenziali ostruzioni;
8. Caratteristiche dello stato delle golene e delle sponde;
9. Pendenza media delle sponde;
10. Grado di protezione delle sponde sulla base della copertura vegetale o di opere di ingegneria;
11. Valutazione del livello di frastagliamento della sponda;
12. Segni di cedimenti delle golene ed eventuali evidenze di trasporto di materiale;
13. Allineamento di eventuali ponti e pile rispetto al flusso.

5.3.2 *Analisi quantitativa*

L'analisi quantitativa è stata effettuata in corrispondenza di tutte le interferenze.

L'analisi quantitativa ha seguito la metodologia HEC18 "Evaluating Scour at Bridges" FHWA-HIF-12-003 basata sulle portate caratteristiche idrologiche/idrauliche, le caratteristiche geometriche e granulometriche del corso d'acqua.

La granulometria assunta è quella caratteristica dello strato risultante dal modello geotecnico consistente al di sotto dei 3 metri da piano campagna in ciottoli di matrice sabbiosa-limosa.

Considerata la stabilità geomorfologica complessiva non è stata considerata la migrazione dell'alveo. A favore di sicurezza non sono stati considerati fenomeni di deposizione ma solo di erosione.

L'erosione totale potenziale è stata valutata come somma:

- a. Erosione a lungo termine;

- b. Erosione in corrispondenza di contrazioni;
- c. Erosioni locali in corrispondenza di pile di ponti.

Erosione a lungo termine

Il calcolo dell'erosione a lungo termine è stato condotto nell'ipotesi di formazione di uno strato di corazzamento "armoring". L'erosione graduale dello strato attivo di fondo con il dilavamento dei sedimenti crea uno strato di corazzamento assunto quale condizione di stabilità.

Tale stabilità è mantenuta sino a nuovo evento che supera quello alla base del calcolo.

Non essendo possibile stabilire allo stato attuale se tale corazzamento sia avvenuto o in divenire, a favore di sicurezza il valore di escavazione calcolato è stato sommato interamente con le altre erosioni.

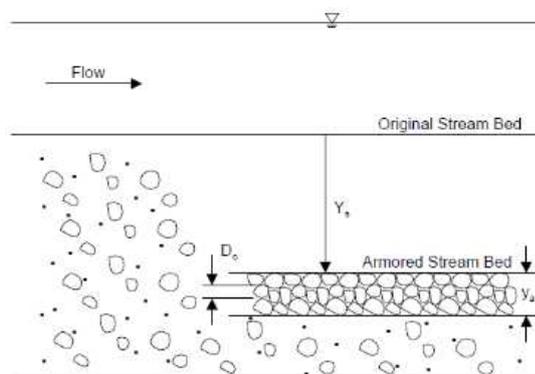


Figura 5.2: Dinamica erosione a lungo termine per corazzamento (fonte FHWA).

La portata utilizzata per il calcolo dell'erosione a lungo termine è stata la portata formativa/dominante definita come quel valore teorico di portata che ha maggiori effetti sulla forma e sulle dimensioni dell'alveo.

Esistono tre possibili approcci per determinare tale portata "teorica" (Biedenharn et al., 2001):

- a. Portata ad alveo pieno (bankfull discharge);
- b. Portata con tempo di ritorno compreso tra 1 e 3 anni (il valore della portata con tempo di ritorno di 1.5 anni è quello più comunemente usato);
- c. Portata efficace (effective discharge), intesa come portata che trasporta più sedimenti in un intervallo temporale sufficientemente ampio.

Nel presente calcolo è stata assunta la portata con metodo b.

Erosione da contrazione e da pile in corrispondenza di ponti stradali

L'erosione dovuta alla presenza di un ponte di attraversamento stradale è calcolata come somma dell'erosione dovuta alla contrazione della vena più quella dovuta alla presenza di pile in alveo.

La portata alla base del calcolo a favore di sicurezza è quella con tempo di ritorno 200 anni riportata dallo "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico pugliese, con particolare riferimento alle aree del Gargano, delle coste joniche e salentine della Regione Puglia" nelle sezioni.

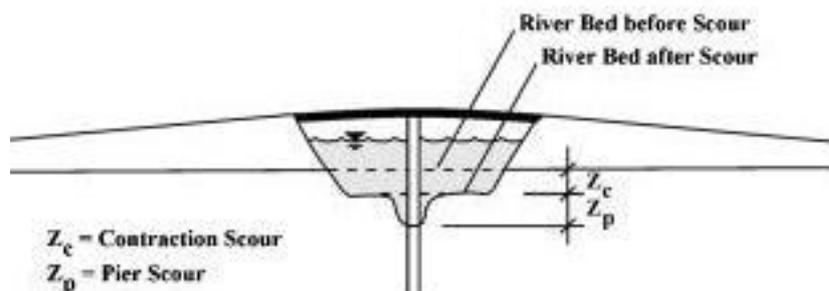


Figura 5.3: Erosioni assunte in corrispondenza di un ponte di attraversamento stradale (fonte FHWA).

ContraZIONE

L'erosione da contrazione e da pile è diversa dal degrado a lungo termine, in quanto la contrazione si verifica in prossimità di restringimenti naturali o antropici quali ponti. Questa può essere ciclica e/o correlata al passaggio di una piena.

L'erosione dello strato attivo è tipicamente ciclica; ad esempio, durante la fase ascendente di evento di piena può creare erosioni che si riempiono poi nella fase discendente.

La natura ciclica incrementa la difficoltà nel determinare la profondità di escavazione dopo un'alluvione. A favore di sicurezza nel calcolo è assunta l'erosione totale calcolata quindi nel punto più critico della piena.

La contrazione del flusso può mediamente essere causata sia da una diminuzione naturale dell'area di flusso del torrente sia da restringimenti antropici.

Assumendo la possibilità di rimozione dello strato di corazzamento in occasione di eventi di piena la formulazione adottata per il calcolo ha previsto la condizione di Live Bed cioè di trasporto solido in atto e non di acqua limpida come indicato da linea guida FHWA.

Pile e spalle

Il meccanismo di base che causa l'erosione localizzata delle pile è rappresentato dalle correnti non lineari create dall'interazione tra flusso di monte e pile.

Il vortice a ferro di cavallo creato è il risultato dell'accumulo di acqua sulla superficie a monte dell'ostruzione con prima importante escavazione e della successiva accelerazione del flusso con creazioni di vortici a frequenza oscillatoria. L'azione di tali vortici rimuove il materiale del letto intorno alla base della pila.

Il tasso di trasporto dei sedimenti a valle del ponte è superiore al tasso di trasporto alla pila e, di conseguenza, si sviluppa un'erosione. Con l'aumento della profondità dell'escavazione, la forza del vortice a ferro di cavallo si riduce, riducendo così il tasso di trasporto dalla regione di base.

Ristabilito l'equilibrio tra l'afflusso e il deflusso del materiale del letto si crea una stabilità di fondo.

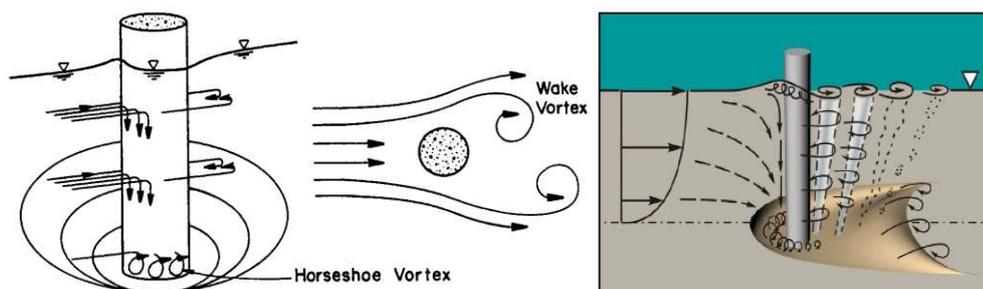


Figura 5.4: Dinamica di erosione in corrispondenza di pile strette (fonte FWHA).

5.4 RISOLUZIONE INTERFERENZE CAVO DI CONNESSIONE

Per quanto riguarda la linea di connessione, questa risulta ricadere in aree a pericolosità idraulica, sulla base delle mappe di rischio consultate.

Lungo il percorso di connessione dall'impianto alla Cabina di Ampliamento, sono state individuate 15 interferenze: 6 interferenze con canali-fossi esistenti e 9 interferenze con aree rientranti entro una fascia di pericolosità idraulica secondo il PAI e il PGRA.

5.4.1 P01

Identificazione

L'interferenza P01 è situata lungo la strada che unisce la Strada Provinciale SP79 alla Strada Provinciale SP80. In questo punto la linea di connessione interferisce con il fiume esistente identificato come "Carapelle". L'area è classificata con pericolosità di allagamento "Alta".

Di seguito è riportato uno stralcio dell'ubicazione dell'interferenza su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e in azzurro il reticolo, una sezione del fiume nel punto d'interesse e stralcio PAI e PGRA.

Tabella 5.2: Riepilogo interferenza P01.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P01	Fiume Carapelle	Alta	TOC

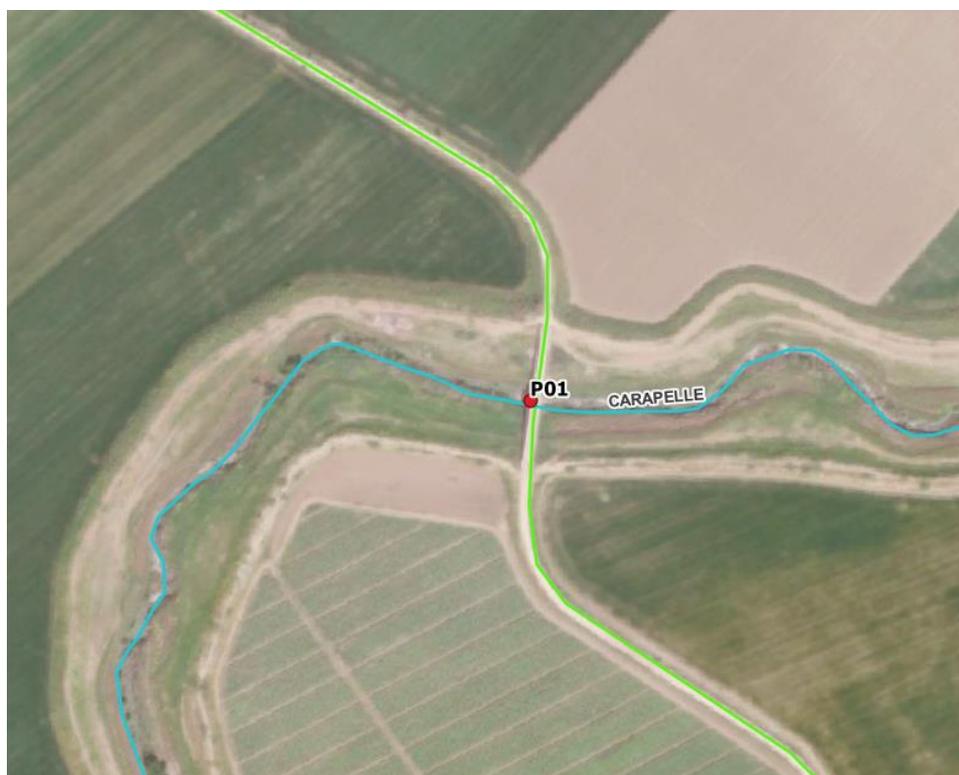


Figura 5.5: Ortofoto interferenza P01. In verde la linea di connessione e in azzurro il reticolo idrografico.



Figura 5.6: Vista verso monte del Fiume Carapelle

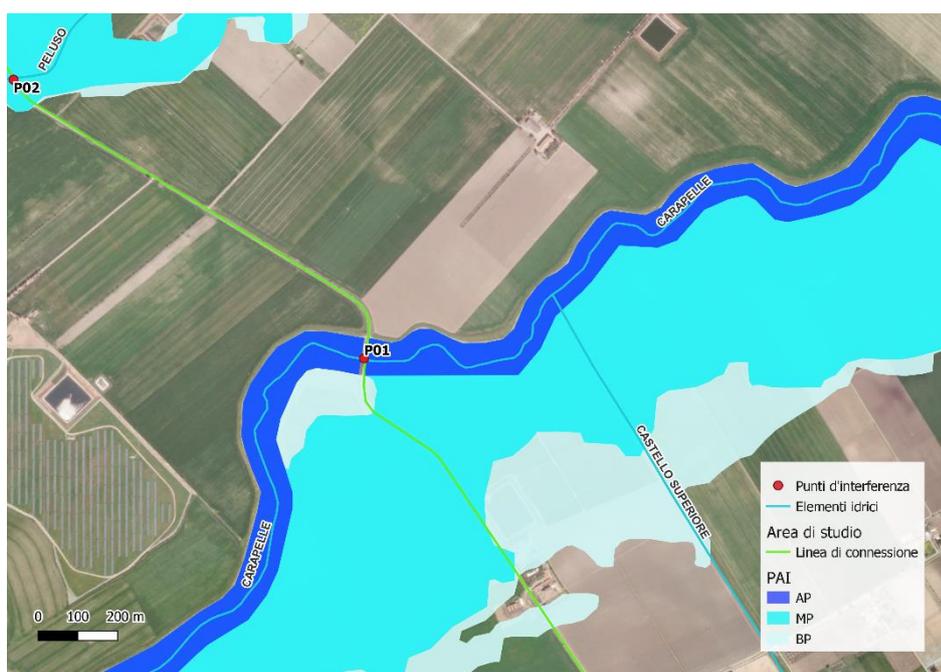


Figura 5.7: Ubicazione P01 e stralcio PAI – pericolosità alta



Figura 5.8: Ubicazione P01 e stralcio PGRA – pericolosità alta – e aree a potenziale rischio significativo di alluvione

Osservazioni

In corrispondenza del passaggio del canale è presente un ponte che consente la continuità del deflusso al di sotto del manto stradale.

Inoltre, dalla visione delle ortofoto storiche, nel periodo compreso tra il 2002 e il 2019, il canale si presenta vegetato, incassato e senza particolari segni di erosione.

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

A causa dell'interferenza con la rete idrografica esistente, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione TOC.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **4,5 metri**.

La TOC si svilupperà per 10 metri prima e dopo la fascia di allagamento.

Si ritiene che, a tale profondità, l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa.

5.4.2 P02

Identificazione

L'interferenza P02 è situata lungo la strada del punto precedente, a circa 1,2 km a nord di P01. In questo punto la linea di connessione interferisce con il canale esistente identificato come “Canale Peluso”. L'area è classificata con pericolosità di allagamento “Media”.

Di seguito è riportato uno stralcio dell'ubicazione dell'interferenza su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e in azzurro il reticolo, un'immagine del canale nel punto d'interesse e stralcio PAI e PGRA.

Tabella 5.3: Riepilogo interferenza P02.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P02	Canale Peluso	Media	TOC

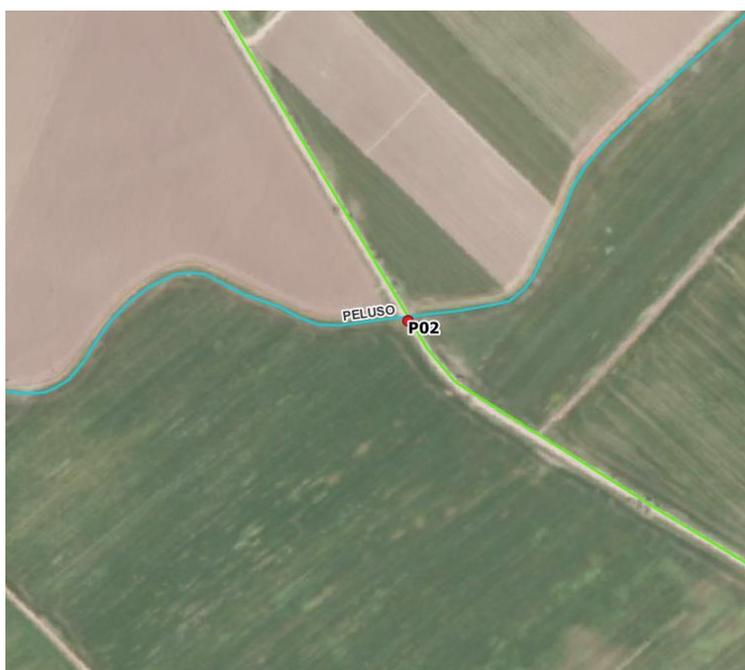


Figura 5.9: Ortofoto e street view interferenza P02. in verde la linea di connessione e in azzurro il reticolo idrografico.



Figura 5.10: Immagine dell'interferenza della connessione con il canale "Peluso", vista verso monte.

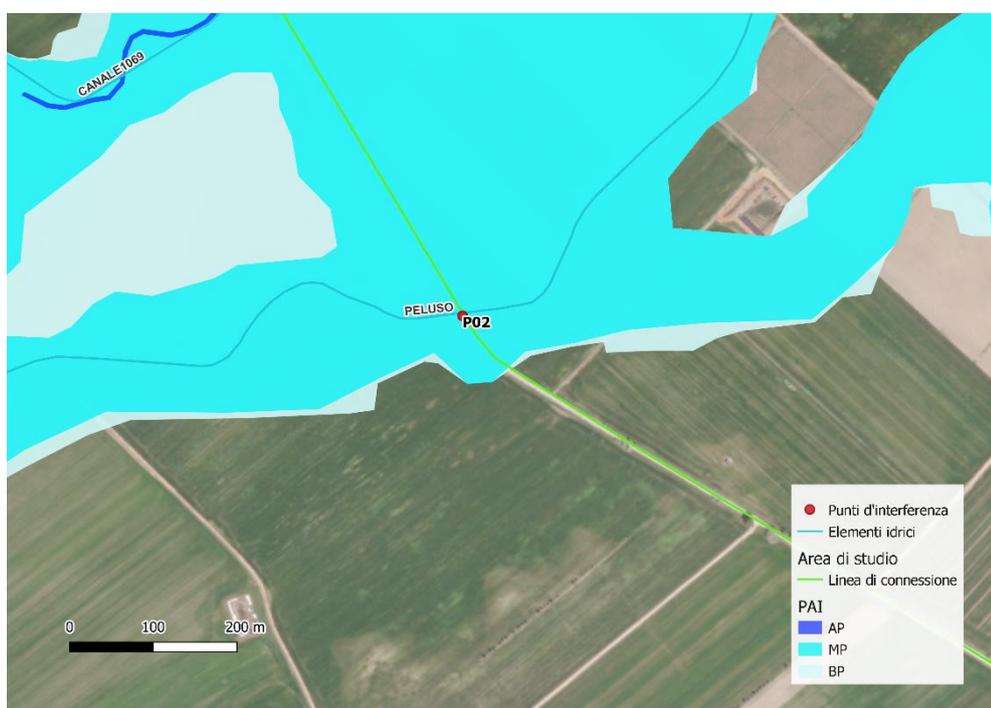


Figura 5.11: Ubicazione P02 e stralcio PAI – pericolosità media

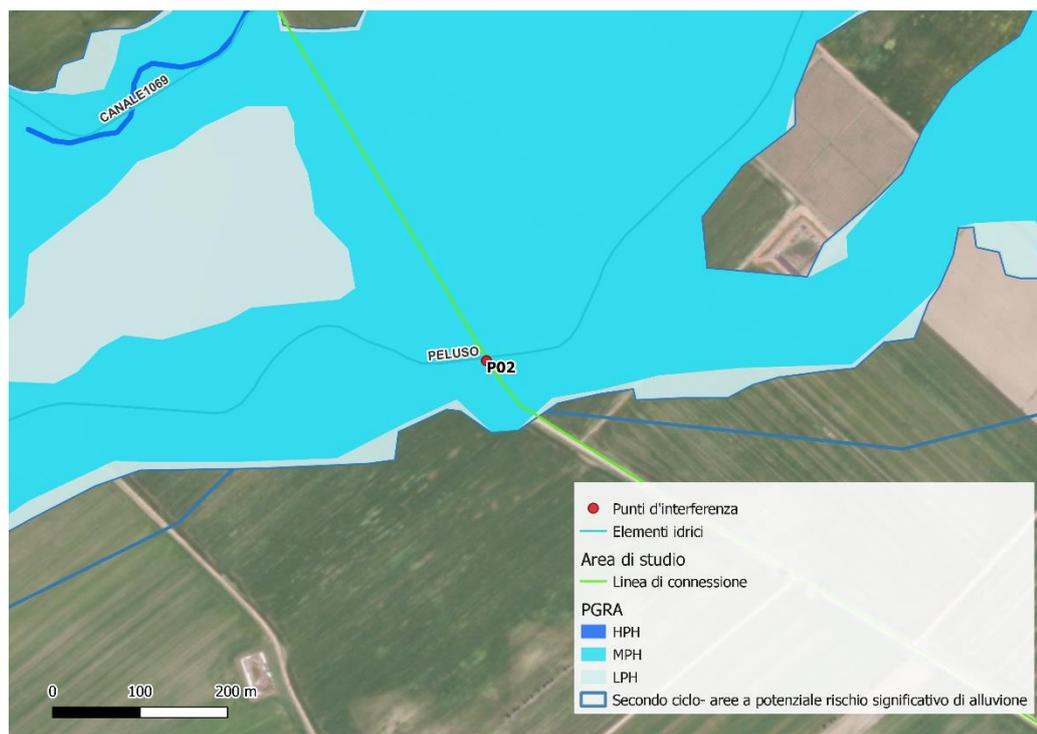


Figura 5.12: Ubicazione PO2 e stralcio PGRA – pericolosità media – e aree a potenziale rischio significativo di alluvione

Osservazioni

In corrispondenza del passaggio del canale è presente un attraversamento che consente la continuità del deflusso al di sotto del manto stradale.

Inoltre, dalla visione delle ortofoto storiche, nel periodo compreso tra il 2002 e il 2019, non si riscontrano particolari segni di erosione.

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

A causa dell'interferenza con la rete idrografica esistente, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione TOC.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **2,5 metri**.

La TOC si svilupperà per 10 metri prima e dopo la fascia di allagamento.

Si ritiene che, a tale profondità, l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa.

5.4.3 P03

Identificazione

L'interferenza P03 è situata lungo la stessa strada dei punti precedenti, a circa 480 m da P02. In questo punto la linea di connessione interferisce con il canale esistente identificato come "Canale 1069". L'area è classificata con pericolosità di allagamento "Alta".

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e in azzurro il reticolo, un'immagine del canale nel punto d'interesse e stralcio PAI e PGRA.

Tabella 5.4: Riepilogo interferenza P03.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P03	Canale 1069	Alta	Cavo interrato/trenchless

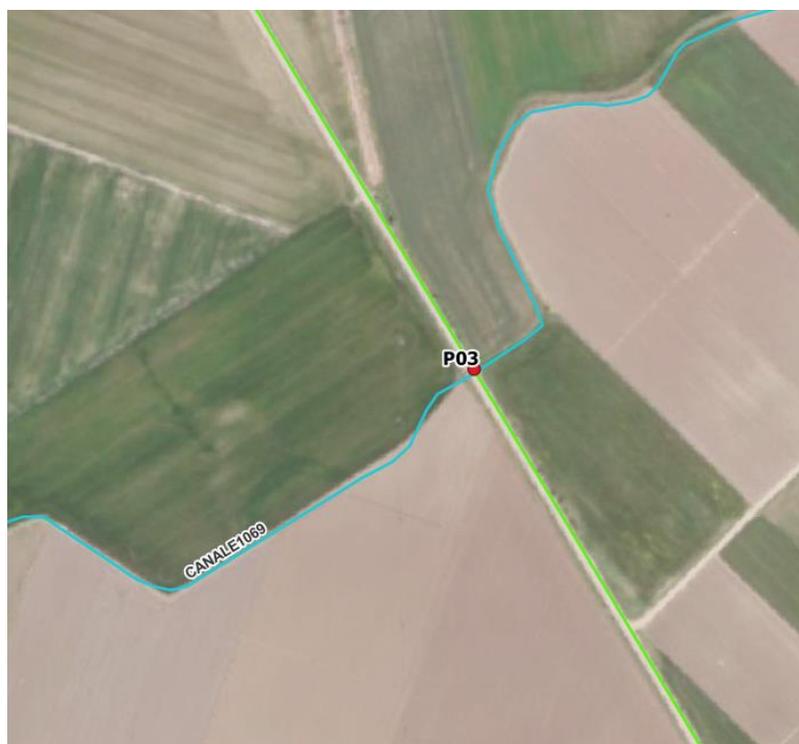


Figura 5.13: Ortofoto ubicazione interferenze P03. In verde la linea di connessione e in azzurro il reticolo idrografico.



Figura 5.14: Immagine dell'interferenza della connessione con il canale "Canale 1069", vista verso valle.



Figura 5.15 Ubicazione P03 e stralcio PAI – pericolosità alta



Figura 5.16: Ubicazione P03 e stralcio PGRA – pericolosità alta – e aree a potenziale rischio significativo di alluvione

Osservazioni

In corrispondenza del passaggio del canale è presente un attraversamento che consente la continuità del deflusso al di sotto del manto stradale.

Inoltre, dalla visione delle ortofoto storiche, nel periodo compreso tra il 2002 e il 2019, non si riscontrano particolari segni di erosione.

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

A causa dell'interferenza con la rete idrografica esistente, la posa del cavo verrà eseguita mediante cavo interrato/trenchless.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **2 metri**.

La TOC si svilupperà per 10 metri prima e dopo la fascia di allagamento.

5.4.4 P04

Identificazione

L'interferenza P04 interessa il canale esistente identificato come "Canale Pesca" ed è situata sulla Strada Provinciale SP80, a circa 900 m di distanza a nord dell'incrocio con la Strada Statale 544. Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del canale usando la tecnologia TOC. L'area è classificata con pericolosità di allagamento "Alta".

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e in azzurro il reticolo, due immagini del canale nel punto d'interesse e stralcio PAI e PGRA.

Tabella 5.5: Riepilogo interferenza P04.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P04	Canale Pesca	Alta	TOC

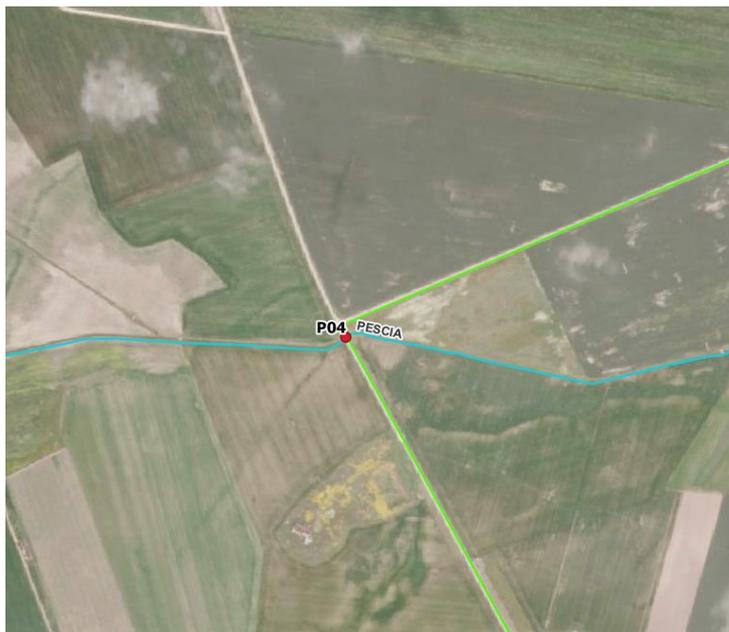


Figura 5.17: Ortofoto ubicazione interferenze P04. In verde la linea di connessione e in azzurro il reticolo idrografico.



Figura 5.18: Immagine dell'interferenza della connessione con il canale "Canale Pescia", vista verso monte.



Figura 5.19: Immagine dell'interferenza della connessione con il canale "Canale Pescia", vista verso valle.



Figura 5.20: Ubicazione P04 e stralcio PAI – pericolosità alta



Figura 5.21: Ubicazione P04 e stralcio PGRA – pericolosità alta – e aree a potenziale rischio significativo di alluvione

Osservazioni

In corrispondenza del passaggio del canale è presente un attraversamento che consente la continuità del deflusso al di sotto del manto stradale.

Inoltre, dalla visione delle ortofoto storiche, nel periodo compreso tra il 2002 e il 2019, non si riscontrano particolari segni di erosione.

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

A causa dell'interferenza con la rete idrografica esistente, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione TOC.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **2,5 metri**.

La TOC si svilupperà per 10 metri prima e dopo la fascia di allagamento.

Si ritiene che, a tale profondità, l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa.

5.4.5 P05

Identificazione

L'interferenza P05 interessa il canale esistente identificato come "Macchia Rotonda" ed è situata su una strada secondaria, a circa 1,2 km di distanza a sud del cabinato di ampliamento. Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del canale usando la tecnologia TOC. L'area è classificata con pericolosità di allagamento "Alta".

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e in azzurro il reticolo, un'immagine del canale nel punto d'interesse e stralcio PAI e PGRA.

Tabella 5.6: Riepilogo interferenza P05.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P05	Macchia Rotonda	Alta	Cavo interrato/trenchless



Figura 5.22: Ortofoto ubicazione interferenze P05. In verde la linea di connessione, in nero la cabina d'ampliamento e in azzurro il reticolo idrografico.



Figura 5.23: Immagine dell'interferenza della connessione con il canale "Macchia Rotonda", vista verso valle.

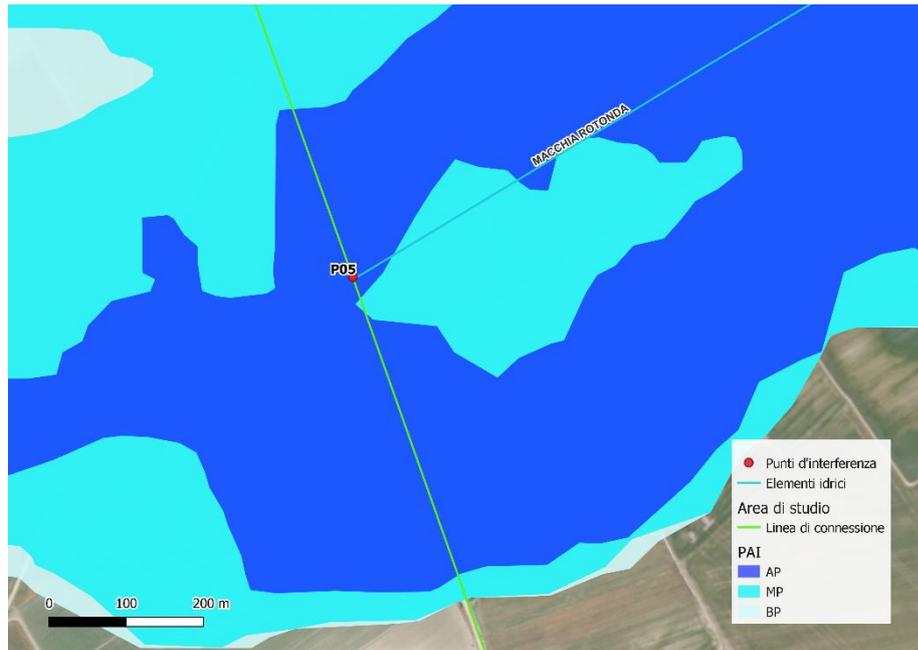


Figura 5.24: Ubicazione P05 e stralcio PAI – pericolosità alta

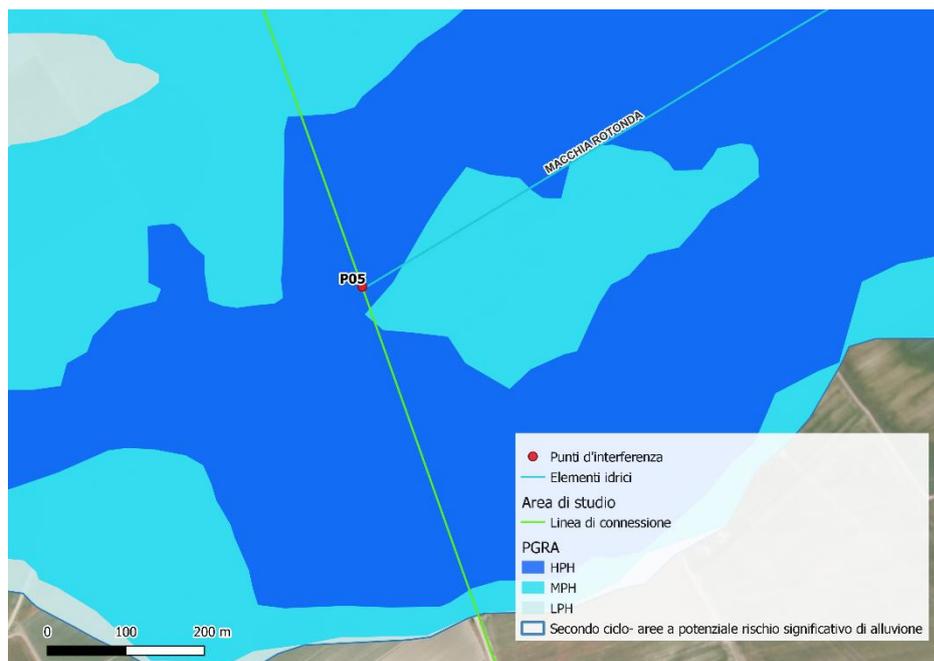


Figura 5.25: Ubicazione P05 e stralcio PGRA – pericolosità alta – e aree a potenziale rischio significativo di alluvione

Osservazioni

Dalla visione delle ortofoto, nel periodo compreso tra il 2002 e il 2022, si evidenzia la presenza dell'alveo anche a monte della direzione del flusso.



Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

A causa dell’interferenza con la rete idrografica esistente, la posa del cavo verrà eseguita mediante cavo interrato/trenchless.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **2 metri**.

La TOC si svilupperà per 10 metri prima e dopo la fascia di allagamento.

5.4.6 P06

Identificazione

L’interferenza P06 interessa il canale esistente identificato come “Carapelluzzo” ed è situata su una strada secondaria a Nord della sezione A. Il cavo verrà interrato al di sotto dell’alveo del canale usando la tecnologia TOC. L’area è classificata con pericolosità di allagamento “Alta”.

Di seguito uno stralcio dell’ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e in azzurro il reticolo e stralcio PAI e PGRA.

Tabella 5.7: Riepilogo interferenza P06.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P06	Canale Carapelluzzo	Alta	TOC



Figura 5.26: Ortofoto ubicazione interferenze P05. In verde la linea di connessione, in nero la cabina d'ampliamento, in rosso il sito di progetto e in azzurro il reticolo idrografico.

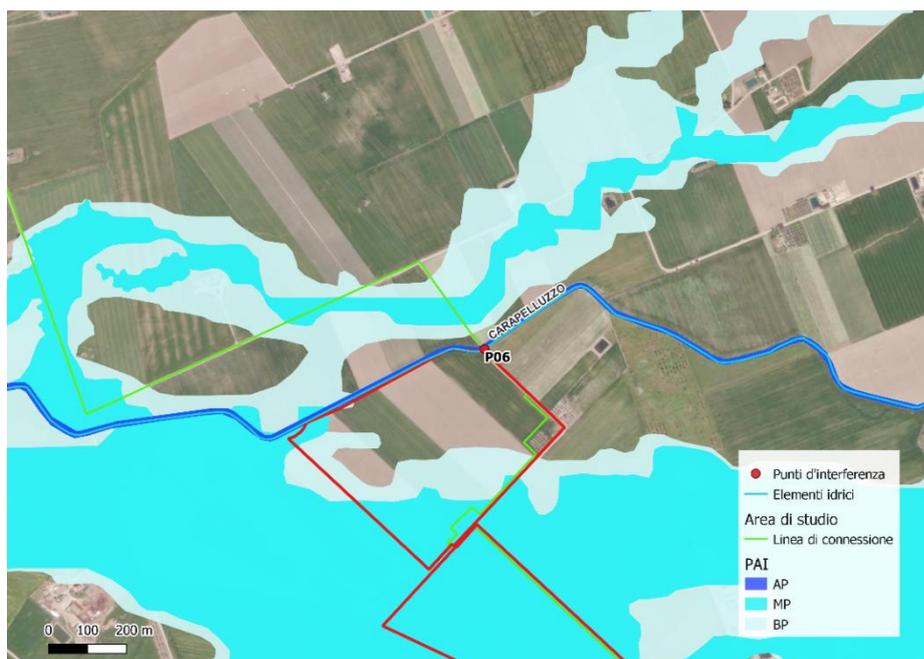


Figura 5.27: Ubicazione P06 e stralcio PAI – pericolosità alta

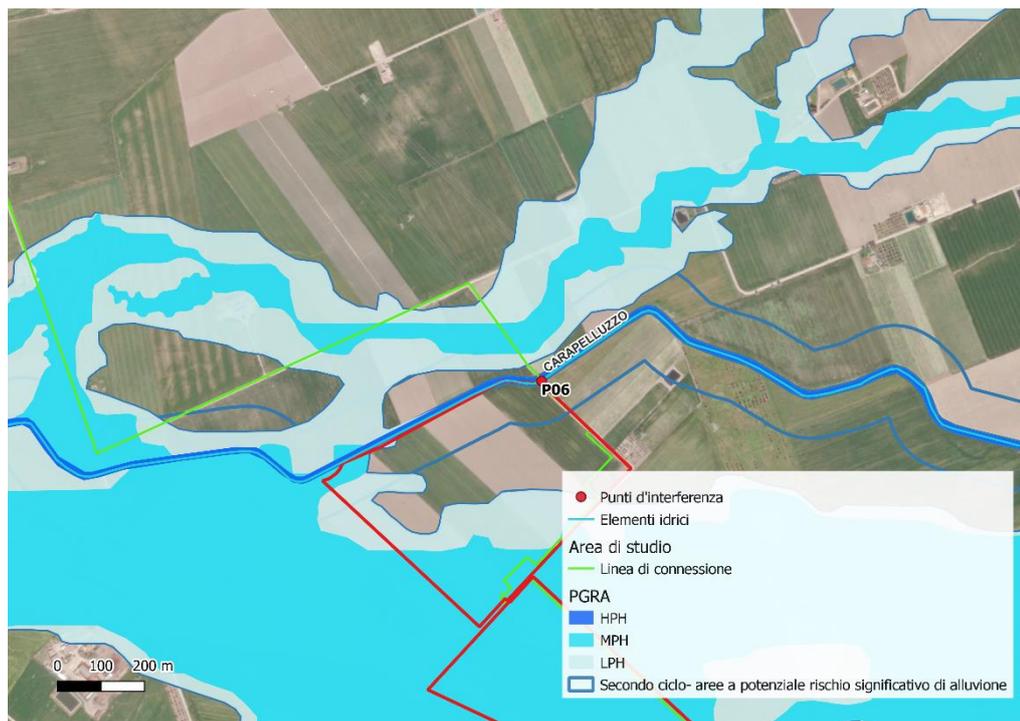


Figura 5.28: Ubicazione P06 e stralcio PGRA – pericolosità alta – e aree a potenziale rischio significativo di alluvione

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

A causa dell'interferenza con la rete idrografica esistente, la posa del cavo verrà eseguita mediante cavo interrato/trenchless.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **4 metri**.

La TOC si svilupperà per 10 metri prima e dopo la fascia di allagamento.

5.4.7 A1

Identificazione

Per un'estensione di circa 350 m, il tracciato del cavo di connessione attraversa un'area allagabile di pericolosità idraulica “Bassa” secondo il PAI e PGRA, con le aree a potenziale rischio significativo di alluvione relative al secondo ciclo. L'interferenza è situata lungo la Strada Provinciale 79, tratto di strada viabile asfaltato.

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PAI e PGRA.

Tabella 5.8: Riepilogo interferenza A1.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A1	Area allagabile	Bassa	Cavo interrato

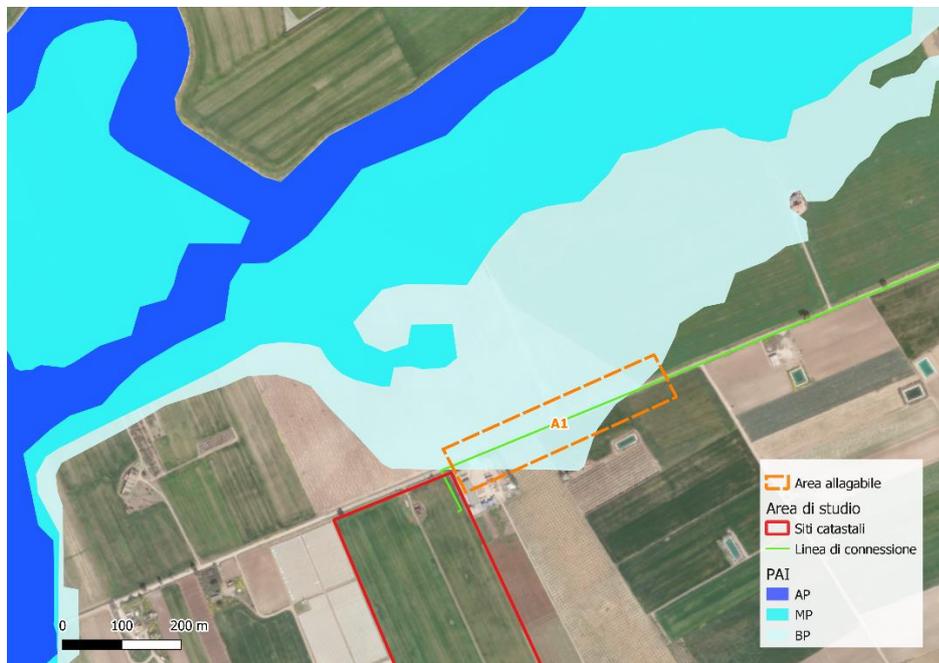


Figura 5.29: Stralcio PAI. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A1 con pericolosità bassa. In verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

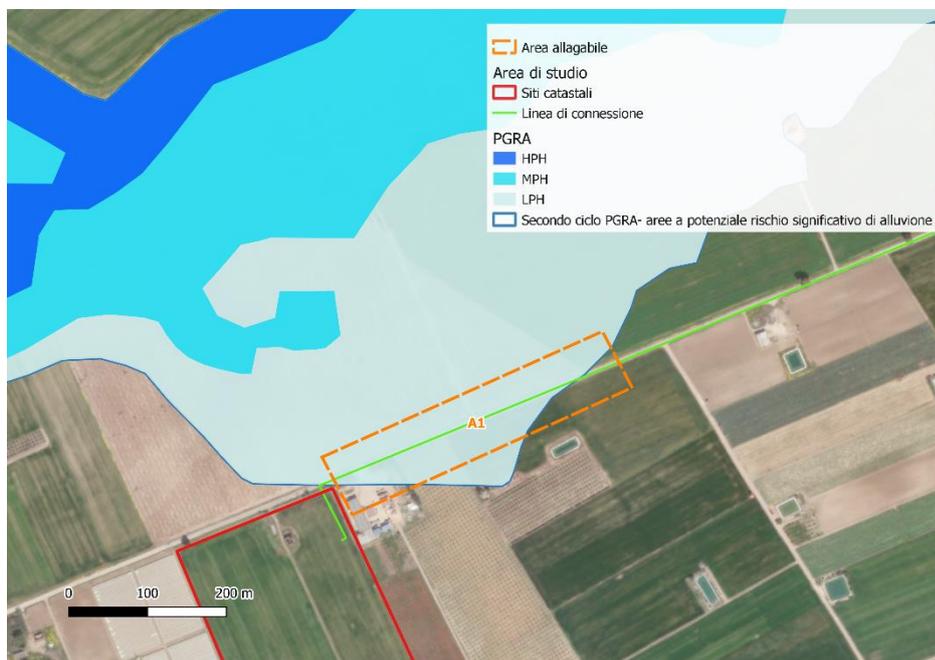


Figura 5.30: Stralcio PGRA e aree a potenziale rischio significativo di alluvione. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A1 con pericolosità bassa. In verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, come da normativa, per l'intera estensione dell'area allagabile.

5.4.8 A2

Identificazione

Per un'estensione di circa 68 m, il tracciato del cavo di connessione attraversa un'area allagabile di pericolosità idraulica "Bassa" secondo il PAI e PGRA, con le aree a potenziale rischio significativo di alluvione relative al secondo ciclo. L'interferenza è situata lungo la strada che collega la SP79 alla SP80. Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PAI e PGRA.

Tabella 5.9: Riepilogo interferenza A2.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A2	Area allagabile	Bassa	Cavo interrato



Figura 5.31: Stralcio PAI. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A2 con pericolosità bassa. In verde la linea di connessione.



Figura 5.32: Stralcio PGRA. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A2 con pericolosità bassa. In verde la linea di connessione

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, come da normativa, per l'intera estensione dell'area allagabile.

5.4.9 A3

Identificazione

Per un'estensione di circa 660 m, il tracciato del cavo di connessione attraversa un'area allagabile di pericolosità idraulica "Media" e "Bassa" secondo il PAI e PGRA. L'interferenza è situata lungo la strada che collega la SP79 alla SP80. Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PAI e PGRA.

Tabella 5.10: Riepilogo interferenza A3.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A3	Area allagabile	Media, Bassa	Cavo interrato



Figura 5.33: Stralcio PAI. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A3 con pericolosità bassa e media. In verde la linea di connessione.

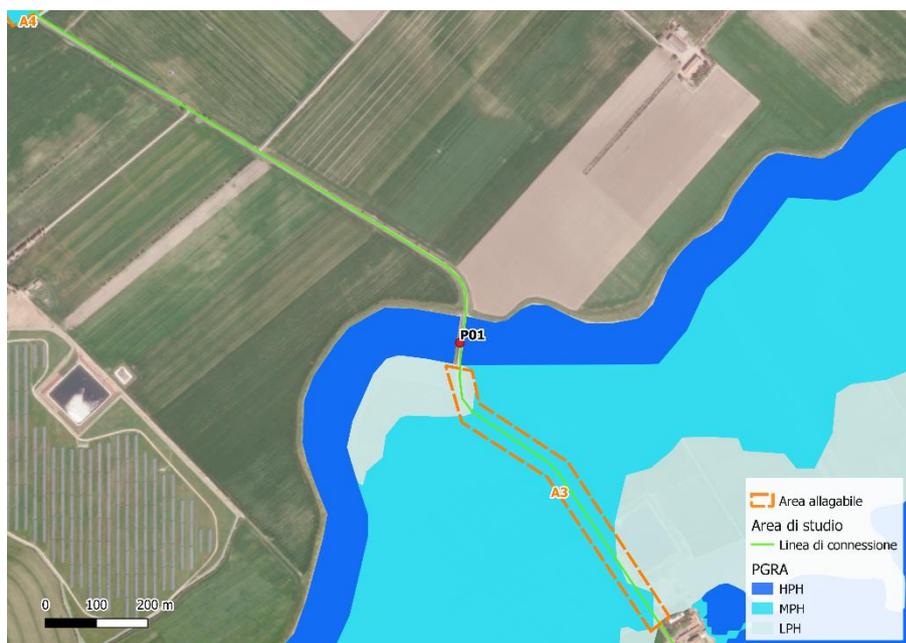


Figura 5.34: Stralcio PGRA. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A3 con pericolosità bassa e media. In verde la linea di connessione

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del Fiume Carapelle che interferisce con la linea di connessione del progetto.

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, come da normativa, per l'intera estensione dell'area allagabile.

5.4.10A4

Identificazione

Per un'estensione di circa 590 m, il tracciato del cavo di connessione attraversa un'area allagabile di pericolosità idraulica "Alta", "Media" e "Bassa", secondo il PAI e PGRA, con le aree a potenziale rischio significativo di alluvione relative al secondo ciclo. L'interferenza è situata lungo la strada che collega la SP79 alla SP80. Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PAI e PGRA.

Tabella 5.11: Riepilogo interferenza A4.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A4	Area allagabile	Alta, Media e Bassa	Cavo interrato

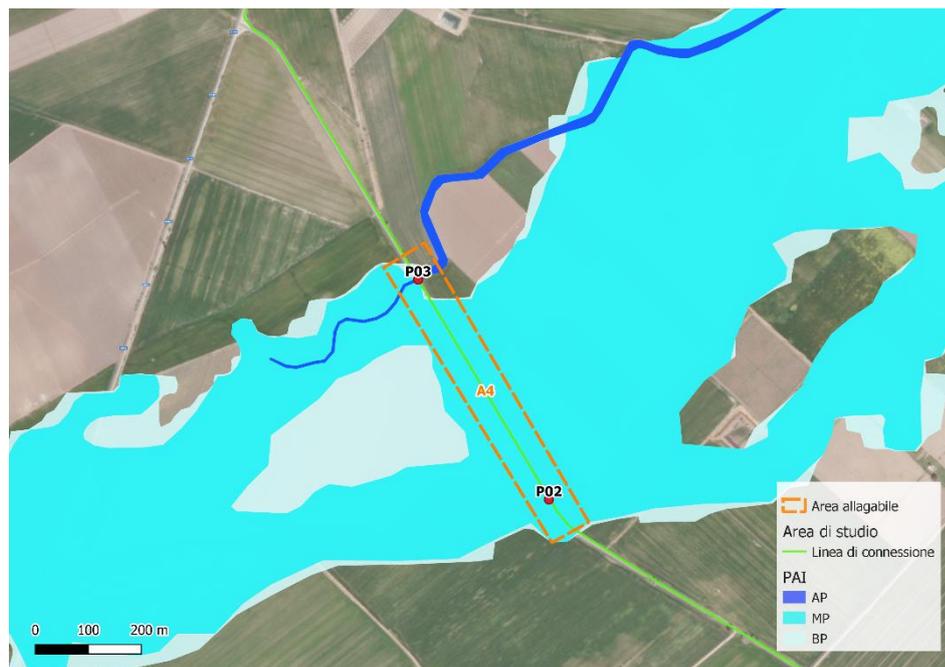


Figura 5.35: Stralcio PAI. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A4 con pericolosità bassa, media e alta. In verde la linea di connessione.

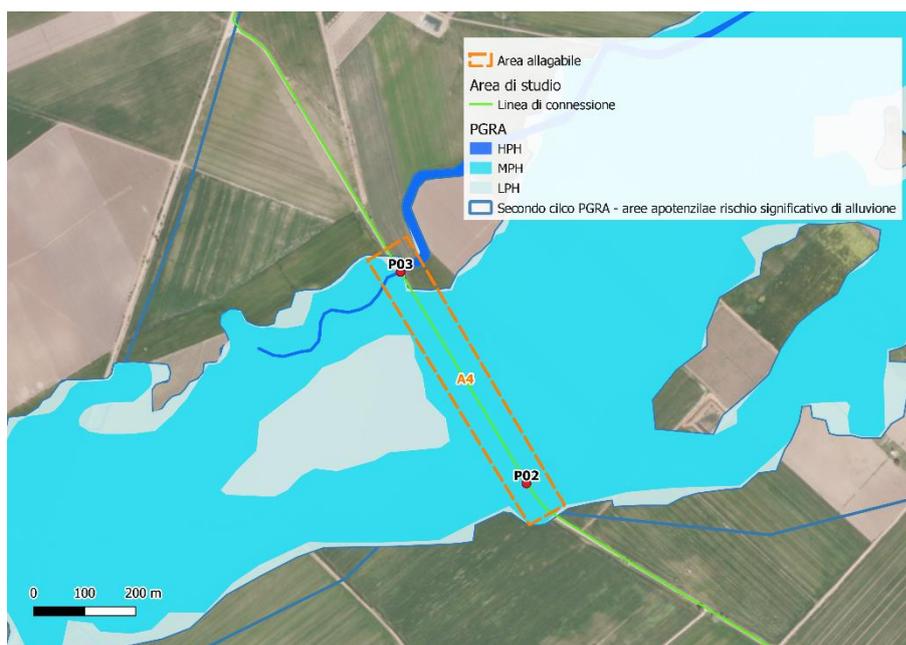


Figura 5.36: Stralcio PGRA e aree a potenziale rischio significativo di alluvione. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A4 con pericolosità bassa, media e alta. in verde la linea di connessione.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del Canale 1069 a Nord (in corrispondenza del punto P03 analizzato in precedenza) e del canale Peluso a Sud (in corrispondenza del punto P02 analizzato in precedenza), che interferiscono con la linea di connessione del progetto.

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, come da normativa, per l'intera estensione dell'area allagabile.

5.4.11A5

Identificazione

Per un'estensione di circa 2,3 km, il tracciato del cavo di connessione attraversa un'area allagabile di pericolosità idraulica "Alta", "Media" e "Bassa", secondo il PAI e PGRA, con le aree a potenziale rischio significativo di alluvione relative al secondo ciclo. L'interferenza è situata lungo la Strada Provinciale SP80 e un tratto di una strada secondaria che procede verso nord. Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PAI e PGRA.

Tabella 5.12: Riepilogo interferenza A5.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A5	Area allagabile	Alta, Media e Bassa	Cavo interrato

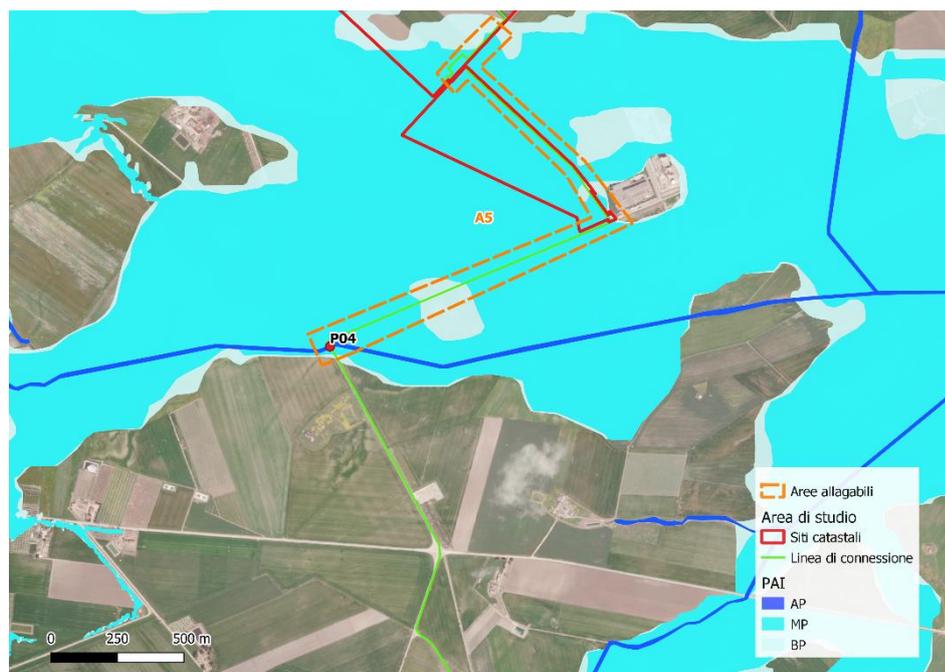


Figura 5.37: Stralcio PAI. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A5 con pericolosità bassa, media e alta. In verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

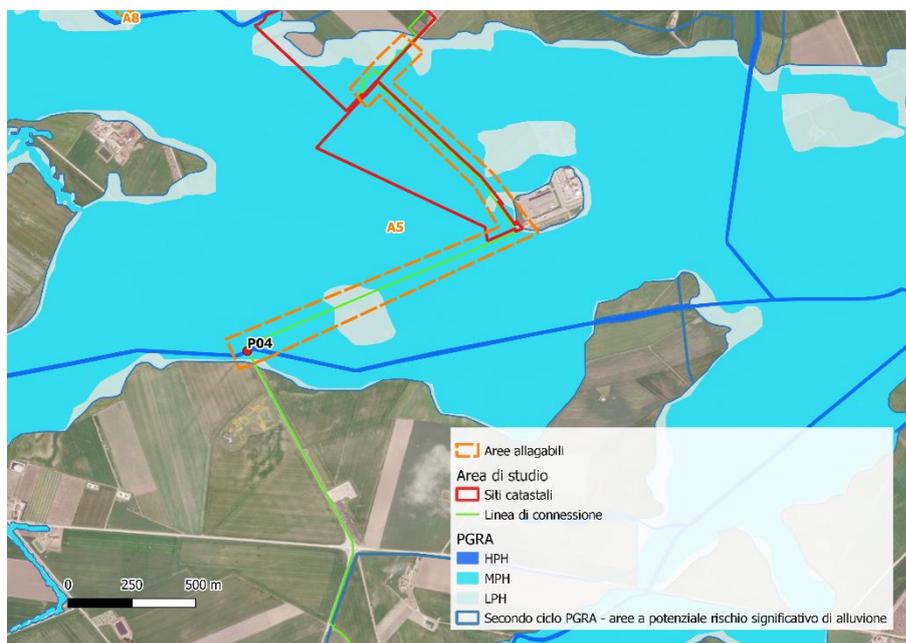


Figura 5.38: Stralcio PGRA e aree a potenziale rischio significativo di alluvione. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A5 con pericolosità bassa, media e alta. In verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del Canale Pesca (in corrispondenza del punto P04 analizzato in precedenza) a sud della sezione B e al canale Carapelluzzo a nord della sezione A, che interferiscono con la linea di connessione del progetto.

Come risultante dallo studio idrologico di dettaglio *2865_4672_MA_R01_REV01_Verifica di Compatibilità Idraulica*, la modellazione ha mostrato il non interessamento delle aree A e B di progetto dalle esondazioni per tempi di ritorno T pari a 50, 100 e 200 anni. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato sopra citato.

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, come da normativa, per l'intera estensione dell'area allagabile.

5.4.12A6

Identificazione

Per un'estensione di circa 178 m, il tracciato del cavo di connessione attraversa un'area allagabile di pericolosità idraulica "Media" e "Bassa", secondo il PAI e PGRA, con le aree a potenziale rischio significativo di alluvione relative al secondo ciclo. L'interferenza è situata lungo una strada secondaria situata a nord est della sezione A. Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PAI e PGRA.

Tabella 5.13: Riepilogo interferenza A6.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
----	--------------	--------------	-------------

A6	Area allagabile	Media e Bassa	Cavo interrato
----	-----------------	---------------	----------------

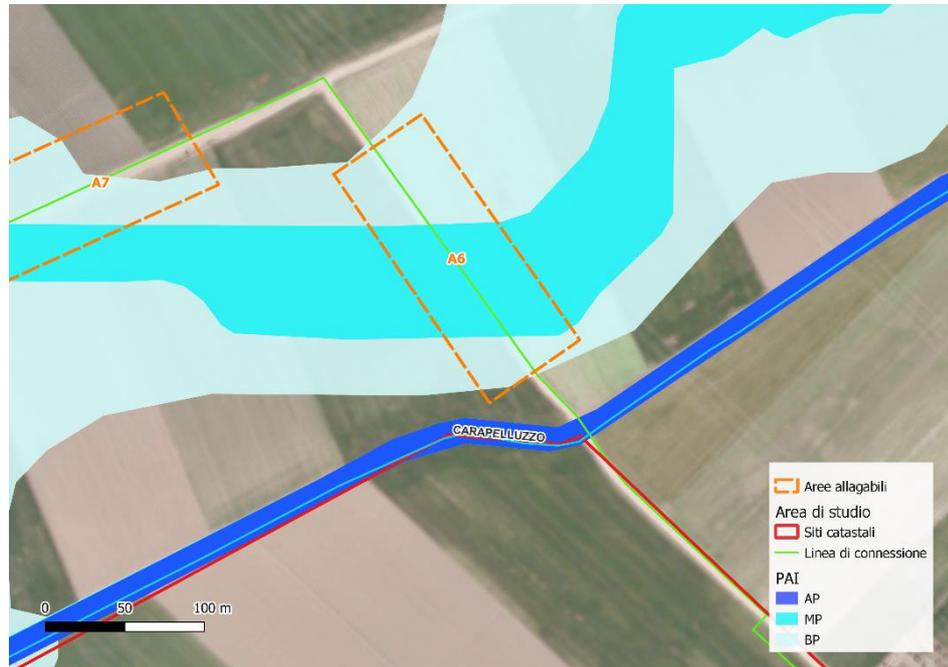


Figura 5.39: Stralcio PAI. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A6 con pericolosità bassa e media. In verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

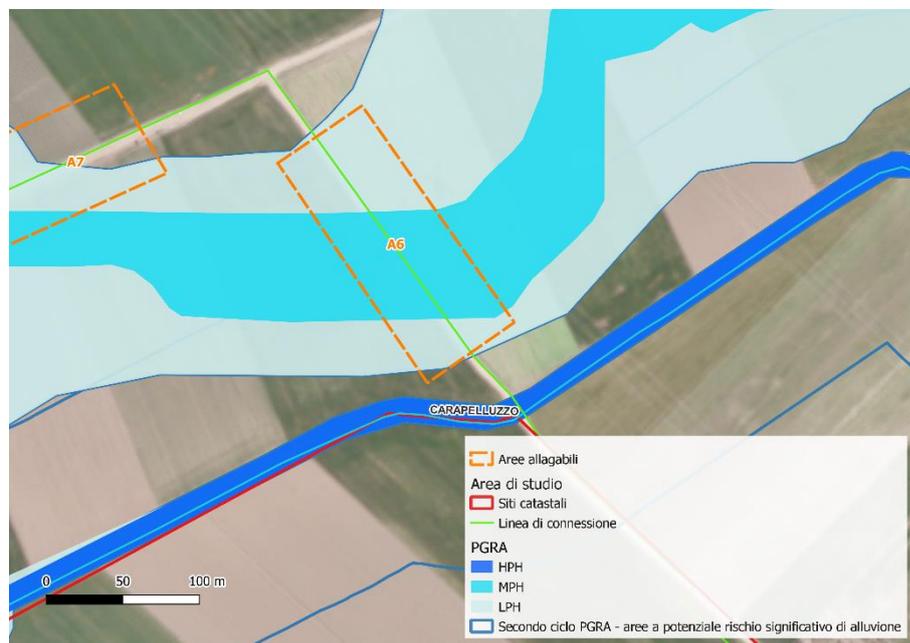


Figura 5.40: Stralcio PGRA e aree a potenziale rischio significativo di alluvione. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A6 con pericolosità bassa e media. in verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del Canale Carapelluzzo a nord del sito A (in corrispondenza del punto P04 analizzato in precedenza), che interferisce con la linea di connessione del progetto.

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, come da normativa, per l'intera estensione dell'area allagabile.

5.4.13A7

Identificazione

Per un'estensione di circa 300 m, il tracciato del cavo di connessione attraversa un'area allagabile di pericolosità idraulica "Media" e "Bassa", secondo il PAI e PGRA, con le aree a potenziale rischio significativo di alluvione relative al secondo ciclo. L'interferenza è situata lungo una strada secondaria situata a nord della sezione A. Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PAI e PGRA.

Tabella 5.14: Riepilogo interferenza A7.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A7	Area allagabile	Media e Bassa	Cavo interrato



Figura 5.41: Stralcio PAI. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A6 con pericolosità bassa e media. In verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

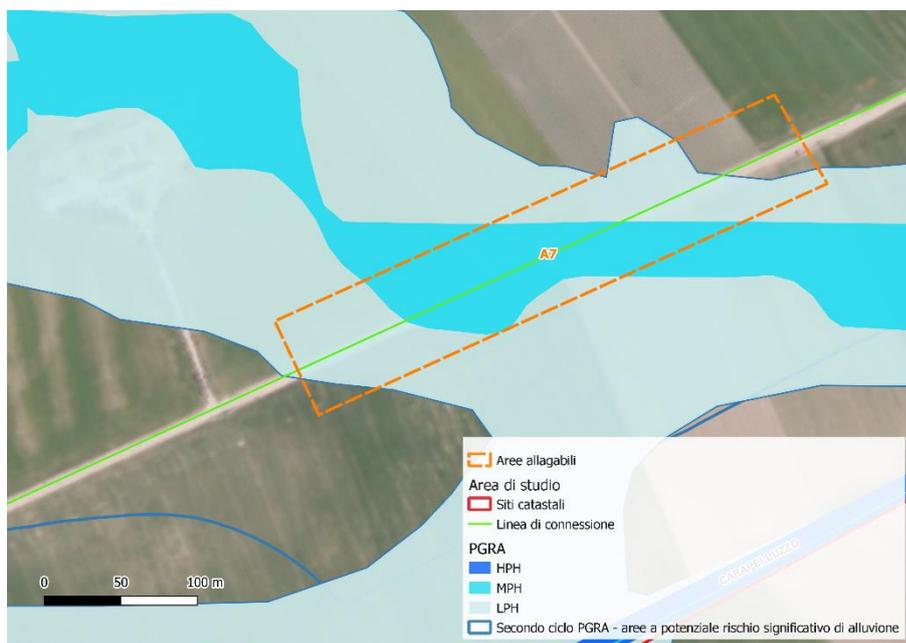


Figura 5.42: Stralcio PGRA e aree a potenziale rischio significativo di alluvione. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A6 con pericolosità bassa e media. in verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del Canale Carapelluzzo a nord del sito A, che interferisce con la linea di connessione del progetto.

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, come da normativa, per l'intera estensione dell'area allagabile.

5.4.14A8

Identificazione

Per un'estensione di circa 690 m, il tracciato del cavo di connessione attraversa un'area allagabile di pericolosità idraulica e "Media" e "Bassa", secondo il PAI e PGRA, con le aree a potenziale rischio significativo di alluvione relative al secondo ciclo. L'interferenza è situata lungo una strada secondaria situata a nord ovest della sezione A, che prosegue fino alla cabina di ampliamento. Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PAI e PGRA.

Tabella 5.15: Riepilogo interferenza A8.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A8	Area allagabile	Media e Bassa	Cavo interrato



Figura 5.43: Stralcio PAI. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A6 con pericolosità bassa e media. In verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

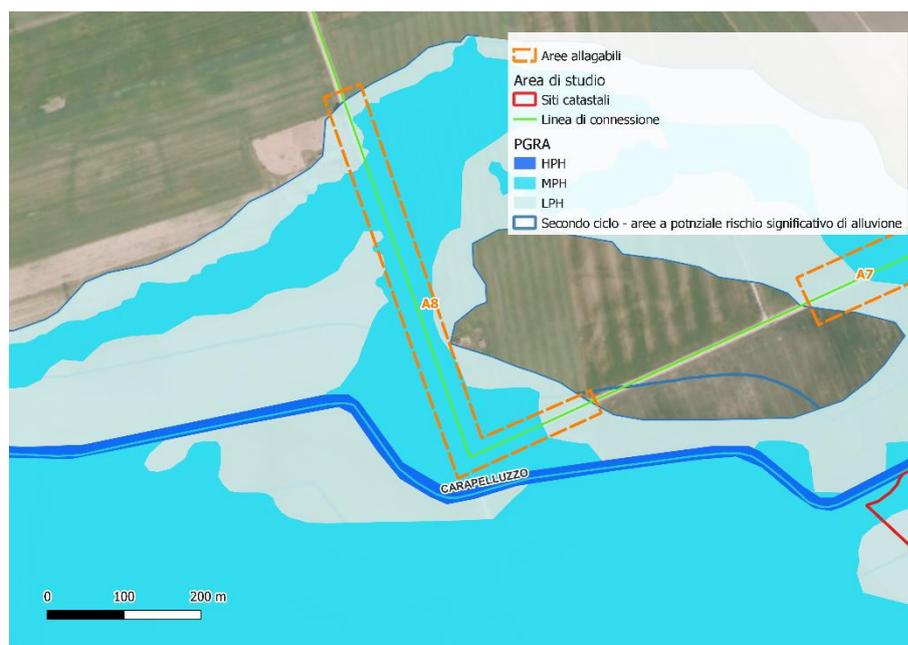


Figura 5.44: Stralcio PGRA e aree a potenziale rischio significativo di alluvione. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A6 con pericolosità bassa e media. in verde la linea di connessione e in rosso l'area del campo fotovoltaico.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del Canale Carapelluzzo a nord del sito A (in corrispondenza del punto P06), che interferisce con la linea di connessione del progetto.

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, come da normativa, per l'intera estensione dell'area allagabile.

5.4.15A9

Identificazione

Per un'estensione di circa 1,7 km, il tracciato del cavo di connessione e il cabinato di ampliamento attraversano un'area allagabile di pericolosità idraulica "Alta", "Media" e "Bassa", secondo il PAI e PGRA, con le aree a potenziale rischio significativo di alluvione relative al secondo ciclo. L'interferenza è situata lungo la stessa strada secondaria dell'area allagabile A8 situata a nord ovest della sezione A, che prosegue fino alla cabina di ampliamento. Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PAI e PGRA.

Tabella 5.16: Riepilogo interferenza A9.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A9	Area allagabile	Alta, Media e Bassa	Cavo interrato

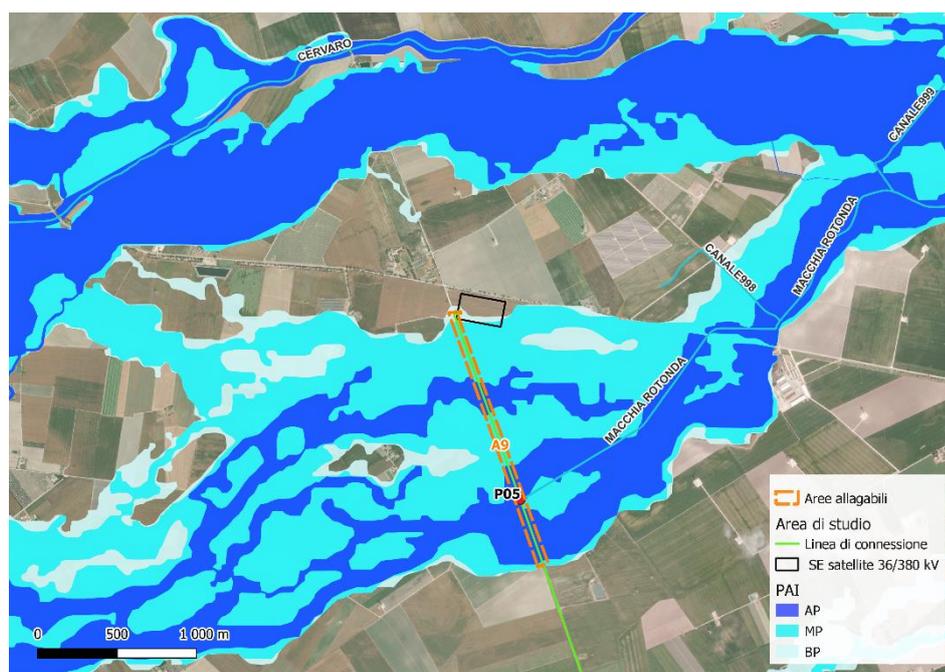


Figura 5.45: Stralcio PAI. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A6 con pericolosità bassa, media e alta. In verde la linea di connessione.

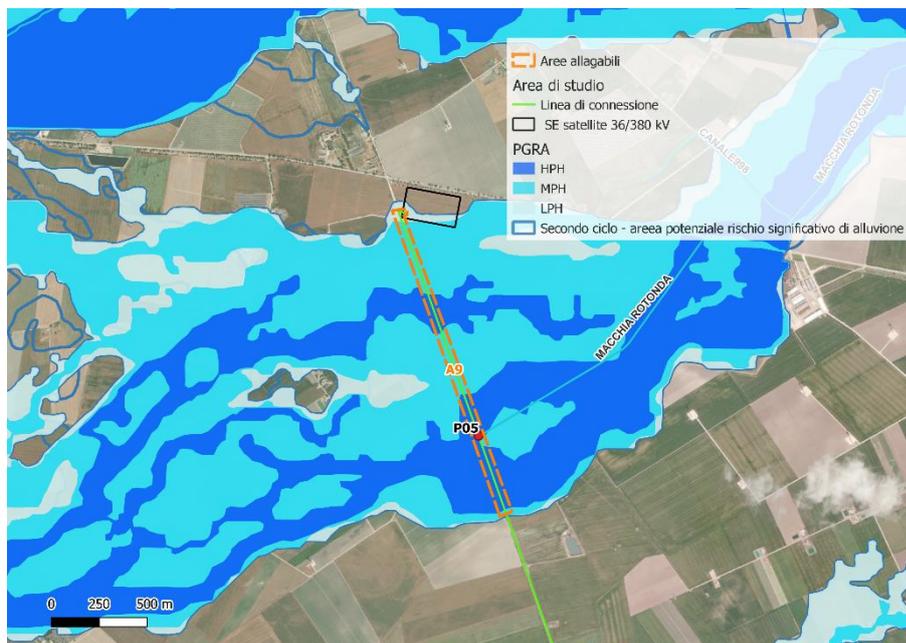


Figura 5.46: Stralcio PGRA e aree a potenziale rischio significativo di alluvione. In arancione tratteggiato il tratto della linea di connessione in area A6 con pericolosità bassa, media e alta. in verde la linea di connessione.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del Canale Macchia Rotonda a circa 2 km a nord del sito A (in corrispondenza del punto P05 analizzato in precedenza), che interferisce con la linea di connessione del progetto e con il cabinato di ampliamento.

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, come da normativa, per l'intera estensione dell'area allagabile.



6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

In questo paragrafo si riportano le basi per il dimensionamento del sistema di drenaggio superficiale dell'area di intervento.

Lo studio idrologico-idraulico è stato articolato secondo i seguenti punti:

- Identificazione delle aree scolanti e del coefficiente di deflusso ottenuto mediante una media ponderata;
- Determinazione delle Linee Segnaletiche di Possibilità Pluviometriche (LSPP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100 e 200 anni;
- Costruzione dello ietogramma di progetto avente una durata superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso;
- Stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- Modello di trasformazione afflussi-deflussi - stima delle portate di progetto ante-operam e post operam.

6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE

All'interno della Relazione di piano del PAI è descritto come la regione Puglia sia "caratterizzata da un clima tipicamente mediterraneo, con inverno mite e poco piovoso e stagione estiva calda e secca".

I mesi estivi sono caratterizzati da siccità dovuta alle masse d'aria calda e secca tropicale che dominano sul bacino del Mediterraneo.

I mesi invernali e autunnali presentano frequente nuvolosità e piogge relativamente abbondanti, recate in genere da venti sciroccali, avvicendate con periodi sereni e piuttosto freddi provocati da venti settentrionali e di Nord Est.

I giorni piovosi sono scarsi: il loro numero è compreso tra 60 e 80. Annualmente la regione riceve in media poco più di 600 mm di pioggia; la maggiore piovosità si osserva sul Gargano con 1.100-1.200 mm totali annui, interessato da piogge di tipo orografico a cui si aggiungono quelle d'origine frontale legate al ciclo genesi del Mediterraneo orientale.

La minore piovosità si osserva sul Tavoliere, con valori totali annui al di sotto dei 450 mm ed in una ristretta fascia costiera intorno a Taranto. Nel Subappennino Dauno si avvicina a 900 mm annui e la maggior parte delle aree pianeggianti ha meno di 700 mm annui. In tutta la regione, le precipitazioni si concentrano per oltre il 60% nei mesi autunno-invernali, con massimi nel Salento dove raggiungono l'80%.

Il ciclo annuo mostra un solo massimo di piovosità ben distinto in novembre o in dicembre, mentre il minimo quasi sempre ricade in luglio per tutta la regione.

La stagione estiva è caratterizzata da una generale aridità su tutto il territorio: infatti, ad eccezione del Gargano e del Subappennino dove si hanno precipitazioni di poco superiori a 50 mm, i valori sono inferiori a 30 mm; in alcuni anni i mesi estivi sono stati del tutto privi di pioggia. Succede, tuttavia, che non siano infrequenti i brevi ed intensi rovesci estivi con punte di 30-50 mm in pochi minuti. Elevata è, infine, la variabilità inter-annuale delle piogge: si può passare in una qualunque stazione dai 300 mm di un anno ai 900-1.000 mm dell'anno seguente, come è accaduto a Bari nel 1913 (371 mm) e nel 1915 (1.095 mm)." (Fonte Autorità di Bacino della Puglia - Dicembre 2004 – RELAZIONE DI PIANO).

Dal sito della Protezione Civile, <http://www.protezionecivile.puglia.it>, è possibile scaricare i dati di interesse meteorologico e idrologico. Il dataset fornito è articolato in 127 record, uno per stazione di monitoraggio presente sul territorio pugliese.

Il regime pluviometrico regionale evidenzia che quello della Puglia centrale, dopo quello del Tavoliere di Foggia, risulta il clima più arido; dai 450 mm annui di acqua intorno a Taranto si arriva fino ai 600-700

mm nella parte più alta della Murgia, per poi riscendere a circa 550 mm intorno a Bari. Caratteristica per la Puglia è la distribuzione non ideale delle piogge che prevalentemente avvengono nel semestre settembre-marzo, creando spesso situazioni di intensa e prolungata siccità nel restante periodo dell'anno. Frequente, anche se in modo irregolare, soprattutto nel periodo estivo, è il fenomeno della grandine che risulta molto dannoso per il mondo agricolo e forestale, in particolare sulle fasce costiere.

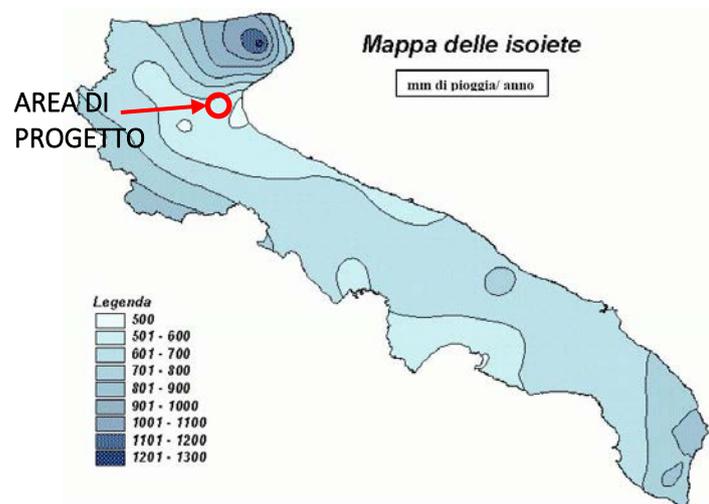


Figura 6.1: Mappa delle isoiete della Regione Puglia.

6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

L'evento di pioggia di progetto alla base dei calcoli idrologici e della simulazione/dimensionamento idraulico è scelto in base al concetto di tempo di ritorno.

Il periodo di ritorno di un evento, definito anche come "tempo di ritorno", è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o, analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta.

Oltre al concetto di tempo di ritorno vi è poi la probabilità che un evento con tempo di ritorno T si realizzi in N anni:

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N \quad (1)$$

Il grafico riportato di seguito esprime il rischio di superare l'evento con tempo di ritorno T durante N anni.

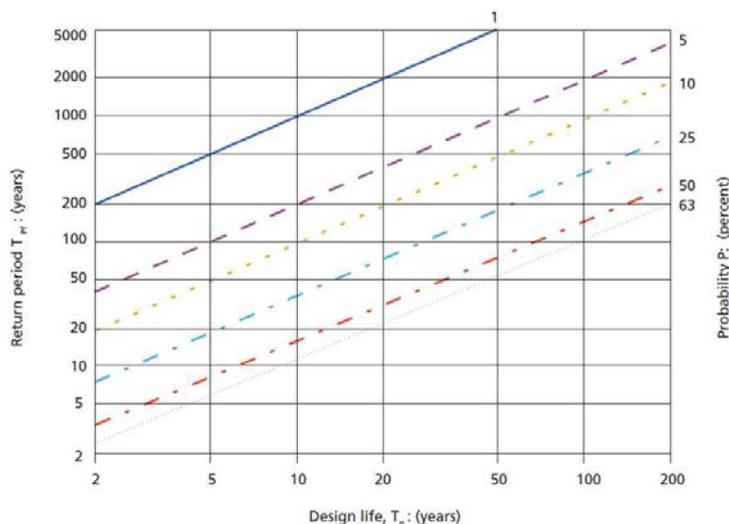


Figura 6.2: Probabilità che un evento con determinate Tempo di ritorno si verifichi in N anni.

La durata della vita utile dell’impianto fotovoltaico in oggetto è assunta pari a 30 anni.

Il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a **30 anni**.

6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

Per l’applicazione del metodo dell’invaso lineare, impiegato nella stima delle portate meteoriche superficiali è stato necessario determinare la curva di possibilità climatica caratteristica dell’area oggetto di intervento.

Secondo quanto previsto dalla “Relazione di Piano (dic. 2004) – AdB” lo studio idrologico a livello di bacino per la determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno è da condurre in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionali di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) e deve in ogni caso tener conto dei dati raccolti dagli Uffici periferici dell’ex Servizio Mareografico e Idrografico Nazionale e da eventuali elaborazioni dei dati prodotti dagli stessi Uffici.

L’analisi pluviometrica è stata svolta sulla base dell’Analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 ora e 24 ore. Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987) in cui per l’individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello è stato fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liriano, 1994).

Il territorio di competenza dell’Autorità di Bacino della Puglia dal punto di vista dell’approccio pluviometrico, sulla base dei risultati ottenuti è stato pertanto suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica.

L’area in cui ricade l’intervento in oggetto è nella sottozona omogenea 2 della Puglia settentrionale, da cui risulta la seguente equazione determinante la CPP:

$$h(t) = 22,23 T_c^{0,247}$$

Dove:

$h(t)$ = Altezza della pioggia (mm) per fissata durata t;

T_C = durata dell'evento pluviale (ore).



La Curva di Possibilità Pluviometrica permette di stimare le altezze di precipitazione relative ad eventi pluviali con durate superiori ad 1h, in quanto i parametri di tale equazione vengono ottenuti mediante l'analisi di eventi pluviometrici di lunga durata ($t > 60$ minuti). Nel caso di eventi brevi ($t < 60$ minuti) è possibile stimare le altezze di precipitazione mediante la legge di Bell:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s$$

Dove:

$h_{60,T}$ = Altezza di precipitazione (mm) con durata pari a 60 min e fissato T;

s = coefficiente dipendente dalla regione in esame, per la Puglia assunto pari a 0,227.

A tali altezze di precipitazione vanno applicati inoltre coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al Fattore di Riduzione Areale K_A (funzione della superficie del bacino espressa in kmq, e della durata dell'evento di progetto espressa in ore).

Per le zone 1-2-3-4 (Puglia Settentrionale):

$$K_T = 0,5648 + 0,415 \ln T$$

dove T è il Tempo di Ritorno di progetto considerato.

Nel caso in cui si debba condurre uno studio idrologico in un'area estesa, la precipitazione deve essere raggugliata alla superficie del bacino idrografico considerato per tener conto del fatto che la precipitazione, calcolata come descritto in precedenza, è un valore puntuale e quindi va opportunamente ridotta di un valore (Fattore di Riduzione Areale) che dipende dall'estensione dell'area studiata e dalla durata dell'evento. Per quanto concerne il Fattore di Riduzione Areale K_A :

$$K_A = 1 - (1 - e^{-0,0021A}) \cdot e^{-0,53d^{0,25}}$$

Tale fattore di correzione è stato trascurato nel contesto di progetto in quanto i bacini idrografici di riferimento risultano di estensione limitata.

Di seguito si riportano le Curve di Possibilità Pluviometrica distinte per eventi pluviali di durata superiore o inferiore ad 1h e per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30, 50, 100 e 200 anni.

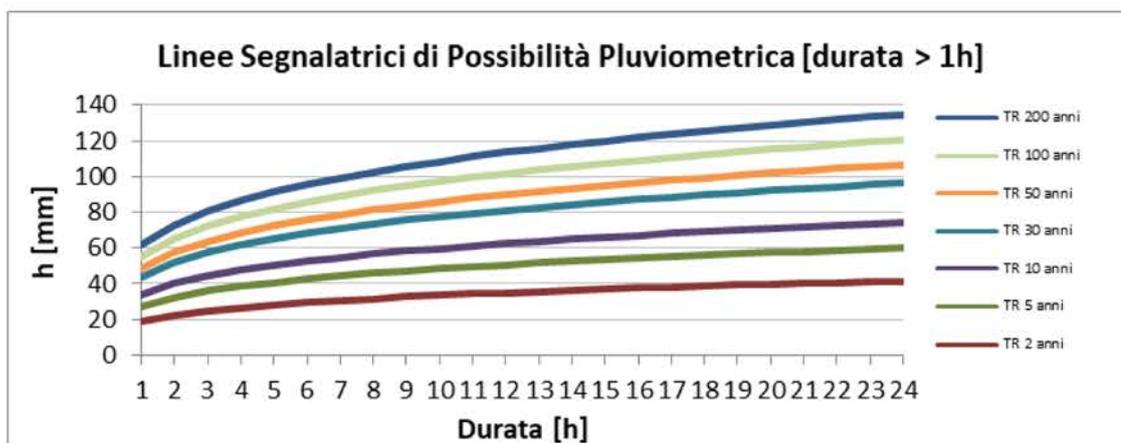


Figura 6.3: Linee segnalatrici di Possibilità Pluviometrica con durata maggiore di un'ora

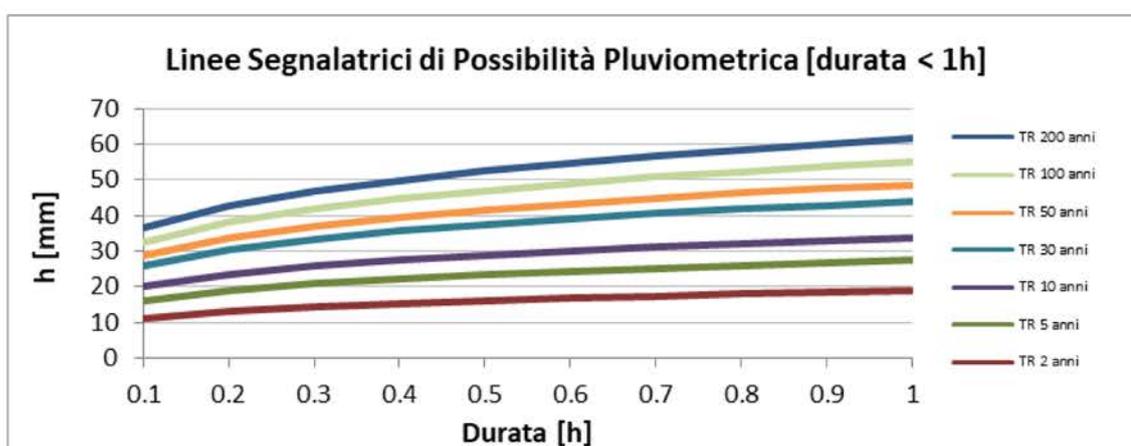


Figura 6.4: Linee segnalatrici di Possibilità Pluviometrica con durata minore di un'ora

Nella tabella seguente si riportano inoltre, per diverse durate (0,5 -24 h), i valori delle altezze di precipitazione $h_T(t)$ espresse in mm, con tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30, 50, 100 e 200 anni.

Tabella 6.1: Altezza di pioggia per le diverse durate

DURATA EVENTO CRITICO [h]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 2 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 5 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 10 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 30 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 50 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 100 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 200 ANNI [mm]
0,5	16	23	29	38	42	47	52
1	19	27	34	44	49	55	61
2	22	33	40	52	58	65	73
3	25	36	44	58	64	72	81
4	27	39	48	62	69	78	87
5	28	41	50	65	72	82	91

DURATA EVENTO CRITICO [H]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 2 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 5 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 10 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 30 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 50 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 100 ANNI [mm]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA PER TR 200 ANNI [mm]
6	29	43	53	68	76	86	96
7	31	44	55	71	79	89	99
8	32	46	56	73	81	92	103
9	33	47	58	76	84	95	106
10	33	48	60	78	86	97	108
11	34	50	61	79	88	100	111
12	35	51	62	81	90	102	113
13	36	52	64	83	92	104	116
14	36	53	65	84	93	106	118
15	37	53	66	86	95	107	120
16	38	54	67	87	96	109	122
17	38	55	68	88	98	111	124
18	39	56	69	90	99	112	125
19	39	57	70	91	101	114	127
20	40	57	71	92	102	115	129
21	40	58	72	93	103	117	130
22	41	59	73	94	104	118	132
23	41	59	73	95	106	119	133
24	42	60	74	96	107	121	135

6.4 IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO

Nel presente paragrafo sono state identificate le singole aree scolanti e le principali caratteristiche sulla base del quale calcolare le portate idrologiche di riferimento.

Al fine di non modificare la rete naturale allo stato attuale e definire un sistema di drenaggio interno al sito con il minor impatto è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno disponibile con lo scopo di identificare le principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria).

È stata compiuta una preliminare analisi dei bacini scolanti all'interno del dominio di interesse, di seguito sono riportati i bacini individuabili all'interno dell'area di impianto.

Il modello digitale del terreno utilizzato per la modellazione è stato ottenuto come descritto al paragrafo 2.2. La simulazione è stata condotta mediante algoritmi TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models – Utah State University) e successivamente rielaborata in ambiente GIS.

Le opere in progetto insisteranno sui bacini scolanti identificati nelle figure seguenti, con relativa denominazione.

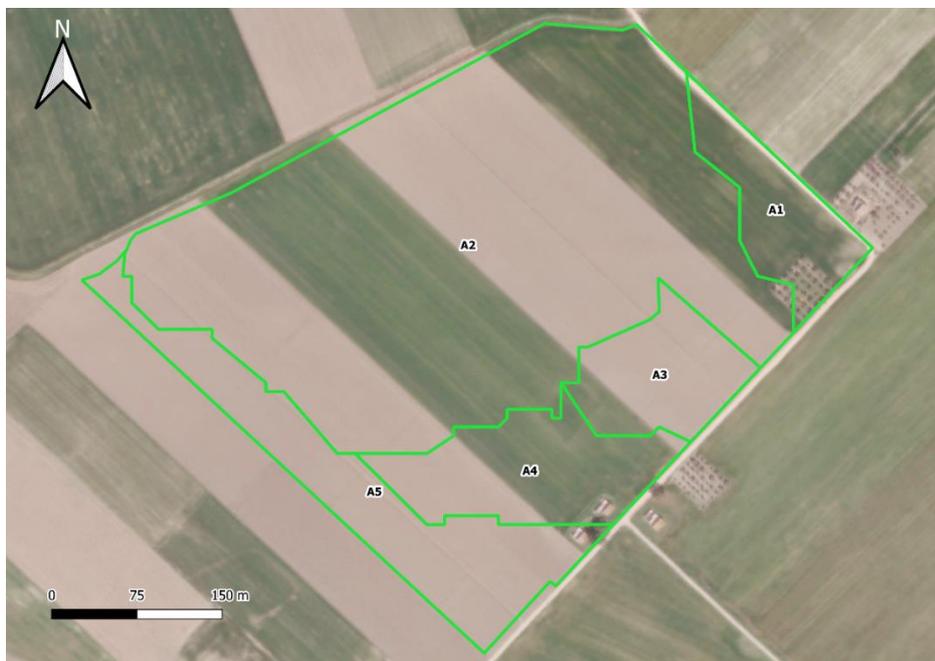


Figura 6.5: Delimitazione bacini scolanti della sezione A (in verde) e relativa codifica.



Figura 6.6: Delimitazione bacini scolanti della sezione B (in arancione) e relativa codifica.

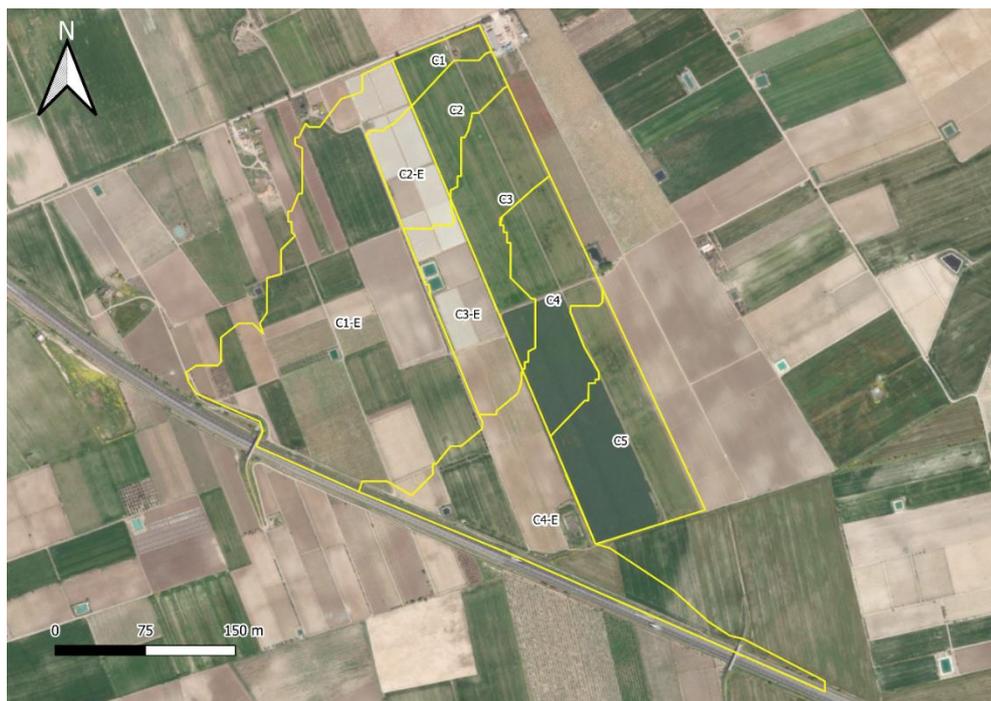


Figura 6.7: Delimitazione bacini scolanti della sezione C (in giallo) e relativa codifica.

Le tabelle seguenti riportano i bacini scolanti individuati e le relative superfici. Per quanto riguarda il lotto 1 - sezioni A e B, data l'idrografia del territorio e la presenza di un argine (si veda il paragrafo 7.2.2) a protezione che consente il rallentamento e l'infiltrazione delle acque scolanti dalle ridotte aree scolanti di monte idrologico, non sono presenti bacini di scolo con aree di alimentazione esterna al sito di progetto.

La rete estratta attraverso la simulazione, descritta in precedenza, è stata quindi sovrapposta all'area di progetto e sulla base dei risultati è stato definito il sistema interno di gestione delle acque meteoriche e i punti di affluenza.

Lo stato di progetto presenterà quindi una rete di drenaggio con percorsi e punti di affluenza alle vasche di irrigazione, che saranno posizionate nei punti di raccolta delle acque più idonei. Esse sono necessarie per far fronte ai fabbisogni idrici delle colture presenti nelle aree. Per ulteriori dettagli si rimanda al capitolo 7.1.

La rete interna a tali siti sarà principalmente costituita da canalette in terra a cielo aperto.

Tabella 6.2: Bacini scolanti sezione A

BACINI INTERNI	
ID Bacino	Area [mq]
A1	13.289
A2	135.126
A3	14.097
A4	20.133
A5	27.906

Tabella 6.3: Bacini scolanti sezione B

BACINI INTERNI	
ID Bacino	Area [mq]
B1	52.092
B2	77.528
B3	6.197
B4	21.295
B5	21.035

Tabella 6.4: Bacini scolanti sezione C

BACINI INTERNI		BACINI ESTERNI	
ID Bacino	Area [mq]	ID Bacino	Area [mq]
C1	16.333	C1-E	314.690
C2	31.532	C2-E	30.945
C3	65.577	C3-E	55.634
C4	72.963	C4-E	136.596
C5	98.782		

6.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA)

La determinazione della pioggia efficace ovvero della porzione di volume della precipitazione che contribuisce effettivamente alla formazione dell'onda di piena è stata eseguita applicando il "metodo percentuale" ϕ .

Questo metodo ipotizza che le perdite costituiscano una percentuale costante della quantità di pioggia durante l'evento.

Si considera il coefficiente di deflusso ϕ , caratteristico dell'evento nella sua totalità, come rapporto tra il volume di precipitazione netta (P_{netta}) ed il volume di precipitazione totale (P):

$$\phi = \frac{P_{netta}}{P} \quad (6)$$

Al fine di ottenere lo ietogramma di pioggia netta, la pioggia sintetica "di progetto" viene moltiplicata per il parametro ϕ , ammettendosi così che i fenomeni di infiltrazione e perdita idrica siano costanti durante tutta la durata dell'evento piovoso.

6.5.1 Valutazione ante-operam

Le aree allo stato ante-operam non risultano impermeabilizzate e sono prevalentemente coltivate. L'area di progetto infatti si sviluppa su aree seminative di tipo semplice.

Come detto in precedenza, il terreno risulta costituito principalmente da depositi sciolti a componente pelitica per quanto riguarda il lotto 1 - sezioni A e B, da unità a prevalente componente siltosa-sabbiosa e/o arenitica per quanto riguarda il lotto 2 - sezione C. Per questo motivo il terreno, secondo il metodo SCS-NC, ricade, per quanto riguarda il lotto 1 – sezioni A e B, nella categoria suolo di tipo D, mentre per il lotto 2 -sezione C esso ricade nella categoria suolo di tipo C.

Tabella 6.5: Raggruppamento delle unità geolitologiche in classi di permeabilità con indicazione della superficie interessata nella Regione Puglia e della percentuale rispetto alla superficie complessiva del territorio regionale

UNITA' GEOLITOLOGICA	Area km ²	%	CLASSE
Carbonati di margine e scarpata. Paleogene Carbonati di piattaforma. Giurassico-Cretacico Carbonati di scarpata. Giurassico-Cretacico Conglomerati di ambiente di transizione. Pliocene Conglomerati e ghiaie con lenti sabbiose di ambiente di transizione e/o continentale. Pleistocene inf. Gessi di ambiente evaporitico e carbonati di ambiente di transizione (Punta delle Pietre Nere). Triassico Ghiaie e conglomerati di ambiente alluvionale (depositi continentali terrazzati). Pleistocene medio Sabbie di piana costiera. Pleistocene sup. - Olocene	8075	42,11	A
Areniti silicoclastiche e/o carbonatiche di ambiente di transizione. Pliocene Carbonati di piattaforma aperta. Pliocene medio - Pleistocene inf. Ghiaie e pietrischi di versante e di conoide alluvionale. Pleistocene sup. - Olocene Sabbie e arenarie, ghiaie e conglomerati, calcareniti, silt e argille di ambiente di transizione e/o continentale (depositi marini terrazzati). Pleist. medio - sup. Sabbie e areniti con lenti argillose e ghiaioso-conglomeratiche di ambiente di transizione e/o continentale. Pleistocene inf. Sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale (depositi continentali terrazzati). Pleistocene sup. - Olocene	7584	39,55	B
Alternanze arenaceo-pelitiche di ambiente torbiditico. Miocene Alternanze calcareo-argillose di ambiente torbiditico. Miocene Brecce calcaree di versante. Pleistocene Carbonati di bacino. Giurassico-Cretacico Carbonati di piattaforma aperta. Paleogene-Miocene Materiali caotici ed eterogenei (corpi di frana). Pleistocene sup. - Olocene Silt, argille, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale (depositi di fondovalle). Pleistocene sup. - Olocene	2021	10,54	C
Argille, argille siltose e argille marnose di piattaforma. Pliocene medio - Pleistocene medio Complesso argilloso caotico da mélange tettonico. Cretacico - Miocene Rocce ignee (Punta delle Pietre Nere). Terziano sup Silt e argille da colmata antropica. Olocene Silt e argille lagunari e palustri. Pleistocene sup. - Olocene Silt e argille residuali, eluviali e colluviali. Pleistocene sup. - Olocene	1495	7,80	D

Si assume che il valore di CN possa variare in relazione alle condizioni iniziali di imbibimento all'atto della piena. Lo stato di imbibimento viene espresso, in modo quali-quantitativo, in base ad un indice di pioggia, ovvero la pioggia totale caduta nei cinque giorni che precedono l'evento di piena.

A seconda di tale valore, vengono identificate le tre classi AMC I, II e III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito.

Nella figura di seguito si riporta il grafico di correlazione CN-SCS/coefficiente di deflusso e Altezza di Pioggia/coefficiente di deflusso.

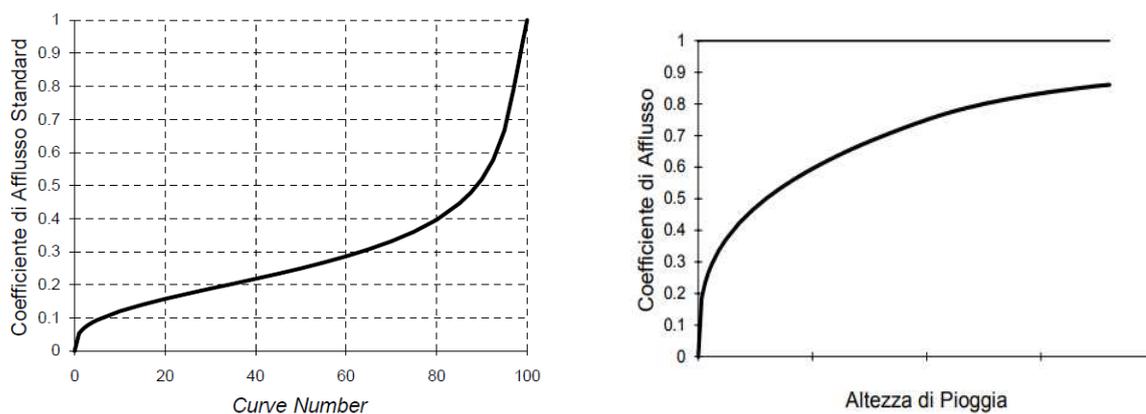


Figura 6.8: A sinistra, correlazione da letteratura SCS-CN vs. coeff. afflusso/deflusso. A destra, correlazione da letteratura Altezza di Pioggia vs. coeff. afflusso/deflusso

Per ogni lotto è stato calcolato il CN(II) medio ponderale, pesato rispetto alla superficie, assegnando ad ogni superficie caratterizzata da un valore di tipo idrologico di suolo e di uso del suolo un valore, secondo la seguente tabella (da letteratura):

Tabella 6.6: Determinazione dei valori di Curve Number per le categorie di uso del suolo della CTR Puglia

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Acquaculture	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Altre colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
aree a pascolo naturale, praterie, incolti	Pasolo in cattive condizioni	68	79	86	89
aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelleto)	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
aree a ricolonizzazione naturale	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
aree a vegetazione sclerofilla	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree aeroportuali ed eliporti	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Aree agroforestali	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree archeologiche	Terreno incolto	77	86	91	94
Aree con vegetazione rada	Pascolo in cattive condizioni	68	79	86	89
Aree estrattive	Superfici al 100 % permeabili	0	0	0	0
Aree interessate da incendi o altri eventi dannosi	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree per gli impianti delle telecomunicazioni	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Aree portuali	Parcheggi, tetti, strade carrabili	98	98	98	98
Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Aree verdi urbane	Aree residenziali (12 % impermeabili)	46	65	77	82
Bacini con prevalentemente utilizzazione per scopi irrigui	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Boschi di conifere	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Boschi di latifoglie	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Boschi misti di conifere e latifoglie	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows o simili	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Canali e idrovie	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Cantieri e spazi in costruzione e scavi	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Cespuglieti e arbusteti	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Cimiteri	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95



Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Discariche e depositi di cave, miniere, industrie	Terreno incolto	77	86	91	94
Estuari	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Fiumi, torrenti e fossi	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Frutteti e frutti minori	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89
Grandi impianti di concentrazione e smistamento merci	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimenti ospedalieri	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93
Insedimenti produttivi agricoli	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Insedimento commerciale	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento degli impianti tecnologici	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93
Insedimento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento in disuso	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Insedimento industriale o artigianale con spazi annessi	Aree commerciali (72 % impermeabile)	81	88	91	93
Lagune, laghi e stagni costieri	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Paludi interne	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Paludi salmastre	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Prati alberati, pascoli alberati	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Reti ferroviarie comprese le superfici annesse	Strade in ghiaia	76	85	89	91
Reti stradali e spazi accessori	Strade pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	98
Rocce nude, falesie e affioramenti	Terreno incolto	77	86	91	94
Saline	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Seminativi semplici in aree irrigue	Grano in buone condizioni (filari dritti)	63	75	83	87
Seminativi semplici in aree non irrigue	Grano in cattive condizioni (filari dritti)	65	76	84	88
Sistemi colturali e particellari complessi	Terre coltivate senza trattamenti di conservazione del suolo	72	81	88	91
Spiagge, dune, sabbie	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Suoli rimaneggiati e artefatti	Terreno incolto	77	86	91	94
Superfici a copertura erbacea densa	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Tessuto residenziale continuo antico e denso	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso, recente e alto	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale discontinuo	Aree residenziali (65 % impermeabile)	77	85	90	92
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Tessuto residenziale sparso	Aree residenziali (30 % impermeabili)	57	72	81	86
Uliveti	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89
Vigneti	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89

I valori di permeabilità sono relativi al Curve Number in condizioni di umidità antecedenti l'evento CN (II).

I valori del CN(II) medio ponderale ottenuti per i lotti A, B e C sono rispettivamente pari a 87, 87 e 88.

Basandosi su fonte da letteratura e sulle curve sopra riportate e in base alla durata degli eventi critici e ai CN calcolati, i parametri ϕ sono stati quindi assunti pari a **0,47** per il lotto 1 - sezione **A e B**, mentre per il lotto 2 - sezione **C** il coefficiente è stato assunto pari a **0,48**.

6.5.2 Valutazione post operam

In merito alle aree prevalentemente permeabili è stato valutato l'impatto dell'installazione di strutture tracker.

L'interasse fra le strutture sarà di circa 10 metri. L'altezza minima della struttura sarà di circa 0,5 m (rispetto al piano di campagna). I tracker non avranno una configurazione fissa ma oscilleranno durante le fasi del giorno. Il tracker si posizionerà stabilmente con un tilt prossimo a zero solo in condizioni di messa in sicurezza in occasione di velocità del vento superiore alla soglia limite.

Si ritiene che durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto, la capacità di infiltrazione, così come le caratteristiche di permeabilità del terreno, delle aree di intervento non siano modificate dall'installazione delle strutture tracker.

Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine elettriche che avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, si è valutata arealmente l'incidenza e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili.

Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard - 2013 –American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed una di interfila.

L'area di interfila presenta una capacità di infiltrazione non influenzata.

Il modello schematizza l'area interessata dalla struttura come composta al 50% da una sezione "Wet" con capacità di infiltrazione non influenzata e collegata alla precedente area di interfila e una sezione "dry" che si assume a favore di sicurezza come non soggetta ad infiltrazione diretta e quindi con coefficiente di deflusso pari a 1. Lo schema è visibile nella figura seguente.



Figura 6.9: Modulo tipo, descrivente il modello concettuale idrologico dell'installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pali infissi comprendente l'area pannelli (in rosso) e l'area di interfila (Fonte: Hydrologic response of solar farm Cook 2013 American Society of Civil Engineers).

Come descritto la proiezione del tracker a terra non risulterà fissa in quanto la struttura varierà il tilt durante le fasi della giornata. Volendo comunque assumere la condizione più sfavorevole di evento intenso di progetto in occasione di tilt della struttura pari a zero si ottiene un'area dry pari al 50% dell'area utile di installazione pannelli.

Nel calcolo della pioggia netta è stato quindi calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderale sulla base delle precedenti assunzioni.

Tabella 6.7: Aree scolanti e caratteristiche di infiltrazione negli scenari ante-operam/post-operam.

LOTTO	AREA [ha]	AREA MODULI [ha]	PERCENTUALE MODULI SU AREA NETTA INSTALLAZIONE PANNELLI	AREA DRY STIMATA DURANTE TILT PARI A 0° [ha]	PERCENTUALE AREA AVENTE EFFETTO POTENZIALMENTE DRY	COEFF. DEFLUSSO ANTE-OPERAM ASSUNTO	COEFF. DEFLUSSO POST-OPERAM STIMATO
A	21,06	4,68	0,22	2,34	0,11	0,47	0,53
B	17,82	6,37	0,36	3,19	0,18	0,47	0,56
C	28,53	7,33	0,26	3,67	0,13	0,48	0,55

Sulla base dei coefficienti di deflusso stimati sono state calcolate le portate al colmo durante l'evento intenso di progetto negli scenari ante-operam e post-operam, valutando inoltre la capacità idraulica dei canali esistenti e in progetto. L'impermeabilità del sito, post operam, aumenta del **13%** per la sezione **A**, del **20%** per la sezione **B** e del **14%** per la sezione **C**.

6.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI – STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM

Per calcolare le portate di scolo dai bacini imbriferi costituiti dai singoli settori in cui è prevista la posa delle strutture fotovoltaiche, si è determinato per ognuno di essi l'evento critico, cioè l'evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato il modello cinematico (o della corrivazione).

Ipotizzando che la precipitazione sia a intensità costante e che la curva tempi aree del bacino sia lineare, la durata critica coincide con il tempo di corrivazione del bacino e la portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

$$Q_P = \phi \cdot \frac{i(T_0, t_C) \cdot A}{360} \quad (7)$$

Dove:

Q_P = portata critica (netta) [m³/s];

ϕ = coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];

$i(T_0, t_C)$ = intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino (t_C - min) ed avente un tempo di ritorno (T - anni) [mm/h];

A = superficie del bacino [ha].

Il valore del tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

Come mostrato in Tabella 6.8, lo stato post-operam mostra un incremento dei picchi di deflusso pari a direttamente proporzionale all'incremento del **13%** (sezione **A**), del **20%** (sezione **B**) e del **14%** (sezione **C**).



C) del coefficiente di deflusso nello scenario più critico di terreno saturo e posizione dei tracker orizzontale.

Tabella 6.8: Determinazione delle portate di progetto nello scenario ante- e post- operam.

	BACINO A1	BACINO A2	BACINO A3	BACINO A4	BACINO A5	BACINO B1	BACINO B2
S mq	13.289	135.126	14.097	20.133	27.906	52.092	77.528
S (ha)	1,33	13,51	1,41	2,01	2,79	5,21	7,75
L_asta (m)	326	747	147	281	607	584	672
t _c (h)	0,32	0,41	0,28	0,31	0,38	0,37	0,39
h(60) (mm)	44	44	44	44	44	44	44
h(t) (mm)	34	36	33	34	35	35	36
Intensità (mm/h)	106	88	117	109	93	94	90
coefficiente di deflusso ante operam	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
coefficiente di deflusso post Operam	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,56	0,56
Portata al colmo ante-operam Q _{cr} (mc/s)	0,18	1,54	0,22	0,29	0,34	0,64	0,91
Portata al colmo post-operam Q _{cr} (mc/s)	0,21	1,74	0,24	0,32	0,38	0,76	1,09

	BACINO B3	BACINO B4	BACINO B5	BACINO C1	BACINO C2	BACINO C3	BACINO C4
S mq	6.197	21.295	21.035	16.333	31.532	65.577	72.963
S (ha)	0,62	2,13	2,10	1,63	3,15	6,56	7,30
L_asta (m)	185	244	354	241	401	571	634
t _c (h)	0,29	0,30	0,33	0,30	0,34	0,37	0,39
h(60) (mm)	44	44	44	44	44	44	44
h(t) (mm)	33	33	34	33	34	35	35
Intensità (mm/h)	115	111	105	111	102	94	92
coefficiente di deflusso ante operam	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48
coefficiente di deflusso post Operam	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55
Portata al colmo ante-operam Q _{cr} (mc/s)	0,09	0,31	0,29	0,24	0,43	0,83	0,89
Portata al colmo post-operam Q _{cr} (mc/s)	0,11	0,37	0,34	0,28	0,49	0,95	1,02

	BACINO C5	BACINO C1-E	BACINO C2-E	BACINO C3-E	BACINO C4-E
S mq	98.782	314.690	30.945	55.634	136.596
S (ha)	9,88	31,47	3,09	5,56	13,66
L_asta (m)	351	1058,7	278,8	427,4	994,2
t _c (h)	0,32	0,45	0,30	0,33	0,43
h(60) (mm)	44	18,95	18,95	18,95	18,95
h(t) (mm)	34	15,8	14,4	14,7	15,7
Intensità (mm/h)	105	35	48	45	36



	BACINO C5	BACINO C1-E	BACINO C2-E	BACINO C3-E	BACINO C4-E
coefficiente di deflusso ante operam	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
coefficiente di deflusso post Operam	0,55	[-]	[-]	[-]	[-]
Portata al colmo ante-operam Qcr (mc/s)	1,38	1,48	0,20	0,33	0,66
Portata al colmo post-operam Qcr (mc/s)	1,58	[-]	[-]	[-]	[-]

7. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI

Le opere di mitigazione si inseriscono nel progetto più articolato del sistema di regimazione idraulica del sito di intervento.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- Diminuzione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite infiltrazione;
- Realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- Rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- Contrasto dei processi di erosione.

Il presente progetto ha come obiettivi l'utilizzo di:

- Fossi di scolo in terra;
- Sistemi di protezione della rete idrografica principale;
- Bacini per il recupero delle acque meteoriche a scopo irriguo.

7.1 STUDIO DI FATTIBILITÀ PER IL RECUPERO DELLE ACQUE METEORICHE

7.1.1 Premessa

La possibilità di recuperare le acque meteoriche in sito attraverso la realizzazione di vasche di accumulo rappresenta una importante opportunità che si inquadra perfettamente tra gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) promossi dalle Nazioni Unite, le politiche dell'Unione Europea riguardanti l'approvvigionamento idrico e, più nello specifico, la possibilità di far fronte alle emergenze climatiche odierne anche attraverso l'implementazione di sistemi diffusi capillarmente nel territorio.

A questo scopo, il seguente paragrafo tratta la possibilità di introdurre vasche di recupero delle acque meteoriche a scopo irriguo e il loro relativo dimensionamento, per entrambi i siti di progetto.

Questa tipologia di sistemi di drenaggio sostenibile (SuDS) sono generalmente realizzati con forme differenti in funzione dell'estensione del bacino afferente e degli aspetti paesaggistico/architettonici.

Oltre ai vantaggi in materia idraulica, l'inserimento di queste vasche consentirà di:

- Aumentare la superficie di specchi d'acqua diffusi nel territorio, a vantaggio del microclima locale e della riduzione di carico idrico nei corsi d'acqua;
- Incrementare la biodiversità e l'habitat, con creazione di isole di sosta per la fauna;
- Integrare discrete rese di *bioremediation* soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e adsorbimento;



Figura 7.1: Lotti A, B e C dell'area di progetto.

Il progetto agricolo dei tre lotti prevede la seguente divisione colturale:

Per il **lotto 1, sezioni A e B** si ipotizzano circa 23 ettari coltivabili, dei quali 2 a campo aperto all'interno della fascia di rispetto di 150 m dal corso d'acqua e 21 all'interno del campo fotovoltaico così suddivisi:

- 14 ha all'interno del campo fotovoltaico coltivati a seminativi con semina autunno-vernina senza necessità di irrigazione
- **7 ha** all'interno del campo fotovoltaico coltivati a pomodoro con necessità di irrigazione.

Per il **lotto 2 sezione C**, il progetto agricolo originario prevedeva circa 20 ettari coltivabili (che andranno ridotti vista l'area sottratta dalla turbina e relative servitù) così suddivisi:

- **10 ha** coltivati ad asparago con necessità di irrigazione
- Gli ettari restanti coltivati a seminativi con semina autunno-vernina senza necessità di irrigazione.

Al fine del presente studio, è importante segnalare la diversità dell'approvvigionamento idrico presente tra il lotto 1 – sezioni A e B ed il lotto 2 - sezione C, in quanto a servizio dei primi due è presente un pozzo localizzato al centro della sezione B, con portata di riferimento pari ad 5 l/s, di cui invece il lotto 2 -sezione C risulta sprovvisto.

Evapotraspirazione media mensile

Il processo di evaporazione consiste nel passaggio della materia, nella fattispecie l'acqua, dallo stato liquido a quello gassoso. Tale processo dipende da numerosi fattori quali, ad esempio, la temperatura dell'acqua, quella dell'aria, la profondità dello specchio d'acqua, il vento, l'irraggiamento e l'umidità. Malgrado l'importanza di questa grandezza negli studi idrogeologici, il processo di evaporazione è di difficile valutazione.

In Italia trova ampio uso l'utilizzo della formula proposta da Visentini, che permette la stima dell'evaporazione su base media mensile:

$$E_m = 2,25 * T_m^{1,5} \quad (8)$$

Dove:

E_m = evaporazione media mensile [mm/mese]

T_m =Temperatura media mensile [C°]

7.1.2 Analisi Lotto 1 - sezioni A e B

Come descritto in relazione generale, le sezioni A e B saranno impostate sulla coltivazione del pomodoro.

L'analisi dei fabbisogni idrici ha considerato la coltura dei pomodori nel trimestre irriguo principale (maggio-luglio).

Inoltre, come descritto in precedenza, la sezione B è dotata di un pozzo con portata di riferimento 5 l/s, che copre parte del fabbisogno idrico totale previsto.

Fabbisogni idrici e Volumi d'acqua necessari

Per quanto riguarda i fabbisogni idrici mensili delle sezioni A e B, le colture di pomodoro richiedono i seguenti quantitativi d'acqua (Tabella 7.1):

Tabella 7.1: Fabbisogni idrici e volumi d'acqua necessari per il trimestre maggio-luglio

ANALISI TRIMESTRALE	
Fabbisogno idrico Maggio [m ³ /ha]	250
Volume acqua necessario Maggio [m ³]	1.000
Fabbisogno idrico primi Giugno [m ³ /ha]	250
Volume acqua necessario primi Giugno [m ³]	1.000
Fabbisogno idrico fine Giugno [m ³ /ha]	250
Volume acqua necessario fine Giugno [m ³]	1.000
Fabbisogno idrico Luglio [m ³ /ha]	1.250
Volume acqua necessario Luglio [m ³]	5.000

Ne consegue che il volume d'irrigazione totale necessario per il trimestre maggio-luglio sia pari a 14000 m³.

I fabbisogni idrici giornalieri e i derivanti volumi d'acqua necessari sono di seguito riportati:

Tabella 7.2: Fabbisogni idrici e volumi d'acqua giornalieri necessari per il trimestre maggio-luglio

ANALISI GIORNALIERA	
Fabbisogno idrico giornaliero Maggio [m ³ /ha]	8,1
Volume acqua giornaliero necessario Maggio [m ³]	32,3
Fabbisogno idrico giornaliero Giugno [m ³ /ha]	16,7
Volume acqua giornaliero necessario Giugno [m ³]	66,7
Fabbisogno idrico giornaliero Luglio [m ³ /ha]	40,3
Volume acqua giornaliero necessario Luglio [m ³]	161,3

Si ipotizza di poter irrigare i campi del lotto 1 - sezioni A e B attingendo da un pozzo ubicato al centro della sezione B con una portata massima di 5 l/s. Questo valore sarà revisionato nelle fasi successive attraverso analisi dello stato del pozzo e prove di pompaggio, in questa fase non ancora attuate. A partire da queste condizioni, il progetto considera l'inserimento di un bacino di accumulo per invasare volumi d'acqua e, eventualmente, raccogliere durante il periodo invernale, le acque meteoriche non convogliate (in alternativa esse potranno essere indirizzate ad un recapito finale).

Nelle fasi progettuali successive sarà importante valutare lo scarico nel ricettore finale per gestire le acque generatesi da eventi intensi.

Di seguito, i calcoli effettuati (Tabella 7.3) ipotizzando di pompare acqua dal pozzo per un periodo di tempo pari a 24 ore al giorno per il trimestre d'irrigazione (maggio, giugno, luglio).

Tabella 7.3: Volumi calcolati ipotizzando di utilizzare il pozzo ogni 24 ore per il trimestre d'irrigazione

VOLUMI CALCOLATI CON POZZO OGNI 24 ORE	
Volume d'irrigazione totale necessario Maggio-Luglio [m ³]	14.000
Portata pozzo [l/s]	5
Ore di funzionamento pozzo [h]	24
Volume acqua dal pozzo giornaliero [m ³ /giorno]	432
Volume acqua estraibile dal pozzo mensile [m ³]	12.960

Ipotizzando un volume della vasca di irrigazione pari a 4000 m³, sono stati analizzati due diversi scenari che considerano il possibile riempimento del bacino di accumulo tramite precipitazioni o tramite prelievamento idrico preventivo dal pozzo per sopperire, nella condizione più sfavorevole, alla mancanza di pioggia:

- **Scenario 1:** sono stati presi in considerazione l'evapotraspirazione media mensile, la precipitazione media mensile e il volume mensile eventualmente pompato dal pozzo. L'evapotraspirazione è stata calcolata considerando la temperatura massima media mensile, ovvero tenendo conto della condizione più sfavorevole.
- **Scenario 2:** sono stati presi in considerazione l'evapotraspirazione media mensile e il volume mensile eventualmente pompato dal pozzo. Per valutare la resilienza del pozzo, sono state assunte le condizioni più sfavorevoli, ponendo la precipitazione media mensile pari a zero (o locazione della vasca in punto senza raccolta) e calcolando l'evapotraspirazione considerando la temperatura massima media mensile.

Scenario 1

Lo scenario 1 considera l'accumulo delle acque meteoriche nel bacino di progetto e il loro successivo impiego a scopo di irrigazione utilizzando eventualmente il pozzo preesistente come supporto. L'applicazione dello scenario 1 considera il bacino a pieno carico (con volume d'acqua stoccata pari a 4000 m³) un mese prima del trimestre di irrigazione considerato (maggio-luglio).

Si suppone inoltre di utilizzare il pozzo all'occorrenza, solo nei tre mesi di irrigazione.

Il volume d'acqua stoccato nel bacino per i mesi successivi, a partire da maggio, è dato dalla formula:

$$V_{\text{acqua stoccato vasca}}(i) = V_{\text{acqua stoccato vasca}}(i-1) - V_{f\text{abbisogno}}(i) + V_{p\text{ompato}}(i) + V_{n\text{etto}}(i) \quad (9)$$

Dove:

i= mese considerato

V_{netto} , cioè il volume recuperato dalle acque meteoriche, è calcolato come segue:

$$V_{netto} = V_{acqua\ precipitazione} - V_{evapotraspirazione} \quad (10)$$

$V_{evapotraspirazione}$ calcolato con la formula (8)

Di seguito, i risultati dei calcoli effettuati:

Tabella 7.4: Calcoli effettuati per lo scenario 1

SCENARIO 1												
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Precipitazione media mensile [mm]	36	41	40	38	36	34	26	29	42	46	58	45
Temperatura massima media mensile [°C]	11,9	12,7	15,3	18,5	24,2	28,8	31,8	31,8	27,5	22,2	16,3	12,9
Volume acqua precipitazione [m ³]	694,0	807,4	778,1	737,0	705,8	654,9	508,3	559,1	827,0	891,5	1.139,8	870,0
Evapotraspirazione con T medio max	186,0	205,1	271,2	360,6	539,5	700,4	812,6	812,6	653,5	474,0	298,2	210,0
Volume netto recupero acque meteoriche [m ³]	508,0	602,3	506,9	376,5	166,3	-45,5	-304,3	-253,5	173,5	417,5	841,6	660,0
Volume acqua stoccato vasca [m ³]	Vasca piena	Vasca piena	Vasca piena	4000	4000	4000	4000	3746,5	3920	Vasca piena	Vasca piena	Vasca piena
Volume pompato [m ³]	0,0	0,0	0,0	0,0	1583,7	1795,5	9054,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Volume fabbisogno irriguo [m ³]	0,0	0,0	0,0	0,0	1750,0	1750,0	8750,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Conclusioni

Come si evince dai risultati evidenziati in tabella 7.4, le dimensioni ipotizzate della vasca d'irrigazione permettono di colmare il fabbisogno idrico delle colture, grazie alla commistione dell'impiego del pozzo con lo stoccaggio delle acque meteoriche. Il pompaggio di acqua dal pozzo e il contro-bilanciamento dell'evaporazione nei mesi di stoccaggio permettono quindi di rendere il progetto di irrigazione resiliente e sostenibile.

Scenario 2

Lo scenario 2 considera la presenza del bacino come elemento di accumulo dell'acqua proveniente dal pozzo esistente. Come premesso in tabella 7.3, il pozzo, impiegato nel solo trimestre di irrigazione e con portata massima pari a 5 l/s, è in grado di fornire il volume d'acqua necessario a sopperire ai fabbisogni idrici delle colture. In questo caso, utilizzando la sola portata fornita dal pozzo, non è necessario accumulare acqua nelle settimane precedenti al periodo di irrigazione.

Si ribadisce che tale scenario è sviluppato per valutare la resilienza del pozzo; pertanto, sono state assunte le condizioni più sfavorevoli, ponendo la precipitazione media mensile pari a zero e quindi avendo il volume netto dal recupero delle acque meteoriche nullo.

Di seguito, i risultati dei calcoli effettuati:

Tabella 7.5: Calcoli effettuati per lo scenario 2

SCENARIO 2												
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Precipitazione media mensile [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temperatura massima media mensile [°C]	11,9	12,7	15,3	18,5	24,2	28,8	31,8	31,8	27,5	22,2	16,3	12,9
Volume acqua precipitazione [m ³]	694,0	807,4	778,1	737,0	705,8	654,9	508,3	559,1	827,0	891,5	1.139,8	870,0
Evapotraspirazione con T medio max	186,0	205,1	271,2	360,6	539,5	700,4	812,6	812,6	653,5	474,0	298,2	210,0
Volume netto [m ³]	508,0	602,3	506,9	376,5	166,3	-45,5	-304,3	-253,5	173,5	417,5	841,6	660,0
Volume acqua stoccato vasca [m ³]	Vasca vuota	Vasca vuota	Vasca vuota	Vasca vuota	4000	4000	4000	Vasca vuota				
Volume pompato [m ³]	0,0	0,0	0,0	0,0	1750	1750	8700	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Volume fabbisogno irriguo [m ³]	0,0	0,0	0,0	0,0	1750	1750	8700	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Come si evince dai risultati, anche nella condizione più sfavorevole, descritta attraverso il presente scenario, si riesce a far fronte al fabbisogno idrico delle colture.

Pre-dimensionamento Vasca di irrigazione lotto 1 - sezioni A e B

Sulla base degli scenari sopra esposti e del calcolo reiterato del dimensionamento areale della vasca, è stato definito il volume di irrigazione. La sua ubicazione è stata individuata sulla base della morfologia e dell'idrologia del sito. In Figura 7.2 si riporta il posizionamento e l'ingombro planimetrico della vasca, posizionata all'interno della sezione B.



Figura 7.2: Posizione e ingombro della vasca di irrigazione all'interno della sezione B.

La profondità della vasca di irrigazione è ipotizzata pari a 3 m e le sponde avranno una pendenza 1:3, assunta sulla base della tipologia litologica del sito.

In Tabella 7.6 si riportano le dimensioni ipotizzate della vasca da collocare all'interno della sezione B, mentre in Figura 7.3 si mostra la sezione tipo della vasca di irrigazione. Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato *Allegato 02_Dettaglio vasche di irrigazione - Sezione B e argine perimetrale*.

Tabella 7.6: Dimensioni ipotizzate della vasca da collocare nella sezione B

VOLUMI CALCOLATI CON POZZO OGNI 24 ORE	
Profondità vasca [m]	3
Base minore [m]	35
Base maggiore [m]	53
Lunghezza minore [m]	20
Lunghezza maggiore [m]	38
Superficie minore [m ²]	700
Superficie maggiore [m ²]	2.014
Volume calcolato [m ³]	4.071

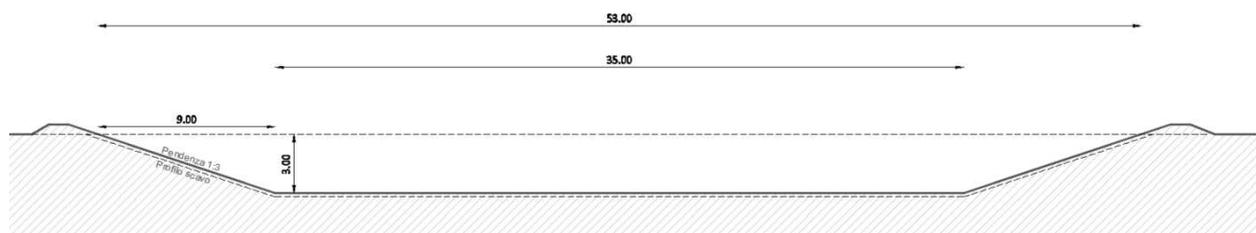


Figura 7.3: Sezione tipo della vasca di irrigazione da collocare all'interno della sezione B.

Il fondo della vasca sarà impermeabilizzato attraverso l'impegno di argilla o pacchetti di teli in HDPE + TNT. L'utilizzo dell'argilla sarà vincolato in base alla disponibilità in sito del materiale e delle condizioni economiche.

In caso di utilizzo di teli impermeabili, l'ancoraggio avverrà mediante trincea riempita con terreno di scavo.

Il fondo del bacino sarà completato mediante riporto di misto granulare/ciottoli con uno spessore minimo di 20 cm, al di sopra dello strato di impermeabilizzazione.

Sarà creato un argine lungo tutto il perimetro della vasca, ad eccezione delle entrate e delle uscite che consentiranno rispettivamente il riempimento e lo scarico emergenziale del manufatto.

Il bacino di irrigazione dovrà essere integrato con il progetto del verde in modo tale da inserire la vasca con la continuità del paesaggio e degli habitat esistenti. A questo scopo, è inoltre prevista la creazione di un rinverdimento dell'arginello perimetrale in corrispondenza del terreno di riporto mediante piantumazione di piante erbacee/basse arbustive. Nel tempo esse produrranno un incremento di stabilità superficiale e massiva grazie allo sviluppo di radici e un contributo alla biodiversità dell'area.

Nella figura di seguito, i dettagli della vasca considerata.

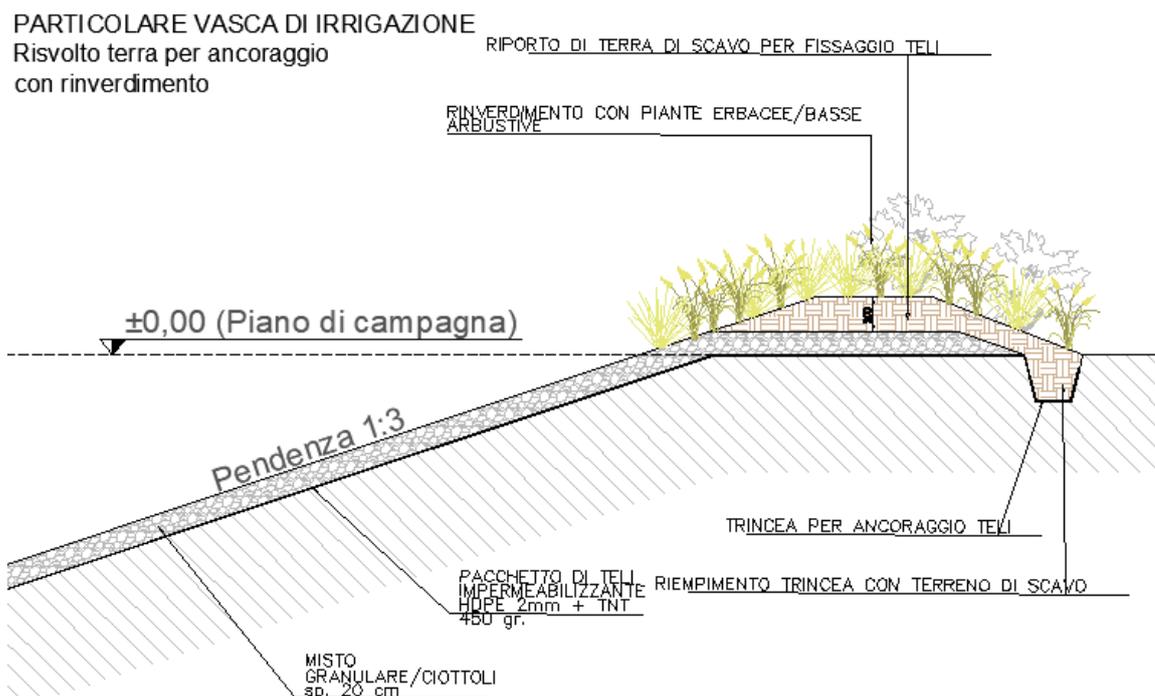


Figura 7.4: Particolare vasca di irrigazione: risolto in terra per ancoraggio teli con rinverdimento.

All'interno del bacino di irrigazione sarà alloggiata una stazione di sollevamento per il rilancio alla rete irrigua. Tali manufatti e la rete saranno oggetto della successiva fase progettuale.

Identificazione preliminare emergenziale degli scarichi dei bacini

I bacini saranno dotati di uno scarico di troppo pieno (visibile in Figura 7.5) che consenta, una volta raggiunto il massimo riempimento di stoccaggio, di scaricare le acque in modo sicuro verso il ricettore più prossimo. Attualmente è stato predimensionato come una soglia di sfioro, all'interno dell'argine perimetrale, connessa con un fosso a cielo aperto scavato nel terreno esistente. Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato *Allegato 02_Dettaglio vasche di irrigazione - Sezione B e argine perimetrale*

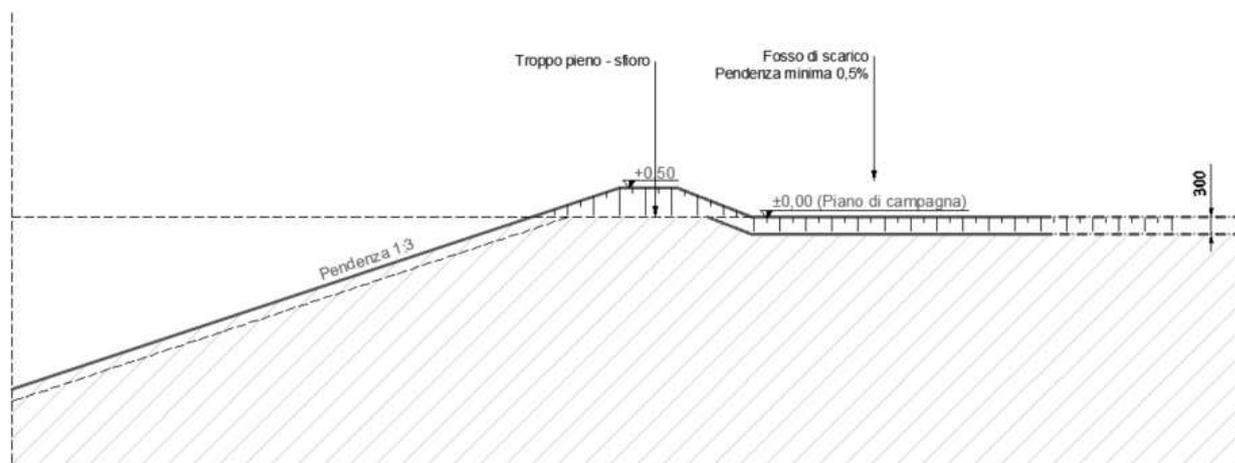


Figura 7.5: Particolare vasca di irrigazione: troppo pieno – sfioro.

Per quanto riguarda il ricettore, è stata visualizzata la carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM) e individuato il possibile recapito finale a sud della vasca di irrigazione. Da



sovrapposizione con ortofoto, si osserva l'esistenza dello scarico attuale, probabilmente non univoco in quanto possono essere presenti più scarichi, questi possono essere stagionali oppure andare indirettamente a spaglio verso il ricettore (Figura 7.6).

I ricettori non risultano presenti nel reticolo mappato dall'AdB (*fonte AdB: Reticolo_idrografico_UOM_PO_Dic_2023*), si ipotizzano dunque che appartengano al reticolo consortile minore oppure privato.

Nella fase successiva del progetto, dovrà essere effettuato uno studio idrologico di dettaglio ed eseguito un rilievo topografico tra l'uscita della vasca e l'immissione del reticolo esistente, atto ad individuare i punti di scarico e valutarne la fattibilità, rilevando le eventuali interferenze della connessione idraulica.

Dovranno essere richiesti i nulla osta/concessioni ai ricettori più prossimi.

Se i punti di scarico in prossimità della vasca non risulteranno idonei, si dovrà prevedere una pompa di rilancio verso il ricettore più prossimo disponibile.

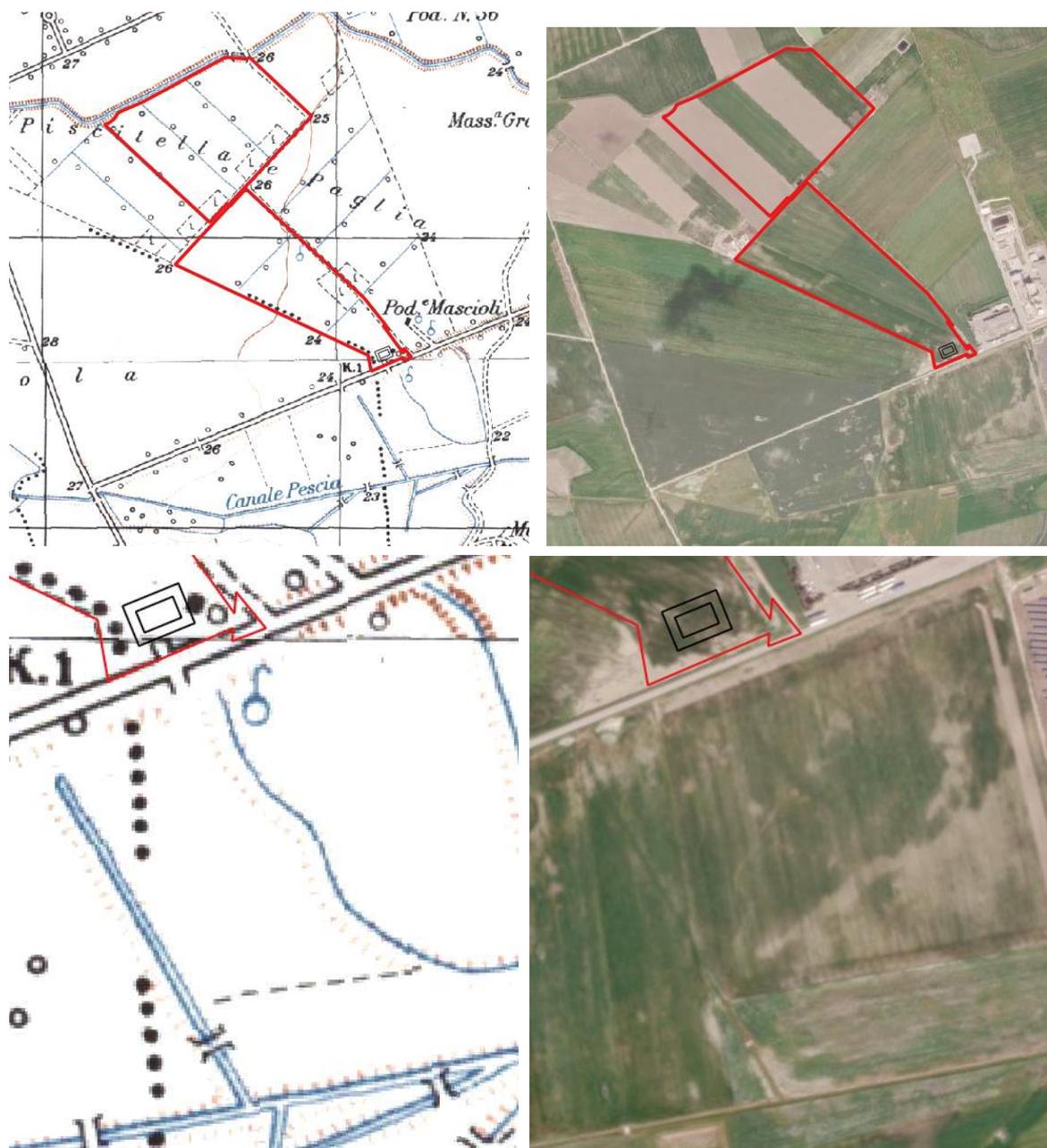


Figura 7.6: Individuazione del possibile ricettore finale. A sinistra stralcio della carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM) e a destra ortofoto. In rosso il lotto 1 - sezioni A e B e in nero la vasca di irrigazione.

Di seguito, è stata valutata l'indipendenza della vasca in relazione ai tempi di ritorno e alla durata dell'evento.

In Tabella 7.7 sono riportati i volumi di laminazione che sarebbero necessari nello scenario con diversi tempi di ritorno. Questa verifica è stata effettuata al fine di valutare il tempo di indipendenza idrologica e idraulica durante un'emergenza.

Considerando una portata in uscita nulla, il volume dimensionato della vasca di irrigazione della sezione B, pari a 4071 m^3 , risulta sufficiente per coprire interamente eventi di 24 ore relativi a tempi di ritorno fino a 5 anni. Per eventi aventi tempo di ritorno 10 anni, la vasca riesce a gestire i volumi in ingresso fino a 12 ore.

Tabella 7.7: Volumi entranti nella vasca di irrigazione per diversi tempi di ritorno (in verde i volumi stoccabili, in rosso i volumi eccedenti la capacità massima di invaso)

DURATA [ORE]	TR 2 ANNI [m ³]	TR 5 ANNI [m ³]	TR 10 ANNI [m ³]
1	2.663,43	3.851,52	4.750,28
2	1.220,39	1.764,77	2.176,58
3	1.448,28	2.094,32	2.583,03
4	1.600,83	2.314,93	2.855,12
5	1.718,72	2.485,41	3.065,38
6	1.816,11	2.626,24	3.239,08
7	1.899,77	2.747,21	3.388,28
8	1.973,50	2.853,83	3.519,77
9	2.039,67	2.949,52	3.637,80
10	2.099,88	3.036,59	3.745,19
11	2.155,25	3.116,65	3.843,93
12	2.206,59	3.190,90	3.935,50
13	2.254,53	3.260,22	4.020,99
14	2.299,54	3.325,31	4.101,28
15	2.342,02	3.386,74	4.177,04
16	2.382,27	3.444,95	4.248,84
17	2.420,56	3.500,31	4.317,11
18	2.457,07	3.553,12	4.382,24
19	2.492,01	3.603,64	4.444,55
20	2.525,51	3.652,08	4.504,30
21	2.557,71	3.698,65	4.561,73
22	2.588,72	3.743,49	4.617,04
23	2.618,64	3.786,75	4.670,40
24	2.647,55	3.828,56	4.721,96

7.1.3 Analisi Lotto 2 - sezione C

Come descritto in relazione generale, il lotto 2 - sezione C sarà coltivato attraverso l'introduzione delle seguenti colture:

- asparagi;
- foraggio leguminose;
- foraggio graminacee.

L'analisi dei fabbisogni idrici ha considerato la sola coltura degli asparagi nel trimestre irriguo principale (aprile-giugno), in quanto i foraggi di leguminose e graminacee non hanno necessità di irrigazione.

Fabbisogni idrici e volumi d'acqua necessari

Per quanto riguarda i fabbisogni idrici mensili del lotto 2 - sezione C, le colture a asparago richiedono i seguenti quantitativi d'acqua (Tabella 7.8):

Tabella 7.8: Fabbisogni idrici e volumi d'acqua necessari per il trimestre aprile-giugno

ANALISI TRIMESTRALE	
Fabbisogno idrico Aprile [m ³ /ha]	330
Volume acqua necessario Aprile [m ³]	3.300
Fabbisogno idrico Maggio [m ³ /ha]	330
Volume acqua necessario Maggio [m ³]	3.300
Fabbisogno idrico Giugno [m ³ /ha]	330
Volume acqua necessario Giugno [m ³]	3.300

Ne consegue che il volume d'irrigazione totale necessario per il trimestre aprile-giugno sia pari a 8.000 m³. I fabbisogni idrici giornalieri e i derivanti volumi d'acqua necessari sono di seguito riportati:

Tabella 7.9: Fabbisogni idrici e volumi d'acqua giornalieri necessari per il trimestre aprile-giugno

ANALISI GIORNALIERA	
Fabbisogno idrico giornaliero Aprile [m ³ /ha]	11
Volume acqua giornaliero necessario Aprile [m ³]	110
Fabbisogno idrico giornaliero Maggio [m ³ /ha]	10,6
Volume acqua giornaliero necessario Maggio [m ³]	106,5
Fabbisogno idrico giornaliero Giugno [m ³ /ha]	11
Volume acqua giornaliero necessario Giugno [m ³]	110

Si ipotizza di realizzare la vasca di recupero delle acque meteoriche di volume pari a 8000 m³. A marzo, un mese prima del trimestre d'irrigazione, si ipotizza di avere la vasca di stoccaggio piena, con volume d'acqua pari a 8000 m³.

Il volume d'acqua stoccato nella vasca per i mesi successivi, a partire da maggio, è dato dalla formula:

$$V_{\text{acqua stoccato vasca}}(i) = V_{\text{acqua stoccato vasca}}(i-1) - V_{\text{fabbisogno}}(i) + V_{\text{netto}}(i) \quad (9)$$

Dove:

i = mese considerato

V_{netto} , cioè il volume recuperato dalle acque meteoriche, è calcolato come segue:

$$V_{\text{netto}} = V_{\text{acqua precipitazione}} - V_{\text{evapotraspirazione}} \quad (10)$$

$V_{\text{evapotraspirazione}}$ calcolato con la formula (8)

Di seguito, i risultati dei calcoli effettuati:

Tabella 7.10: Calcoli effettuati per la sezione C.

SCENARIO 1												
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Precipitazione media mensile [mm]	35,5	41,3	39,8	37,7	36,1	33,5	26	28,6	42,3	45,6	58,3	44,5
Temperatura massima media mensile [°C]	11,9	12,7	15,3	18,5	24,2	28,8	31,8	31,8	27,5	22,2	16,3	12,9
Volume acqua precipitazione [m ³]	1.542,2	1.794,2	1.729,0	1.637,8	1.568,3	1.455,3	1.129,5	1.242,5	1.837,6	1.981,0	2.532,7	1.933,2
Evapotraspirazione con T medio max	341,4	376,4	497,7	661,7	990,0	1.285,3	1.491,3	1.491,3	1199,3	869,8	547,3	385,3
Volume netto recupero meteoriche [m ³]	1.200,8	1.417,8	1.231,3	976,1	578,3	170,0	-361,8	-248,8	638,4	1.111,1	1.985,4	1.547,9
Volume acqua stoccato vasca [m ³]	Vasca vuota	Vasca vuota	8.000,0	5956,1	3234,3	104,4	Vasca vuota					
Volume fabbisogno irriguo [m ³]	0,0	0,0	0,0	3300	3300	3300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Conclusioni

Come si evince dai risultati evidenziati in tabella 7.10, il volume ipotizzato del bacino riesce soddisfare il fabbisogno idrico.

Pre-dimensionamento Vasca di irrigazione sezione C

Sulla base del calcolo reiterato del dimensionamento areale della vasca sopra esposto, è stato definito il volume di irrigazione. La sua ubicazione è stata individuata sulla base della morfologia e dell'idrologia del sito. In Figura 7.7 si riporta il posizionamento e l'ingombro planimetrico della vasca, posizionata all'interno della sezione C.



Figura 7.7: Posizione e ingombro della vasca di irrigazione all'interno della sezione C.

La profondità della vasca di irrigazione è ipotizzata pari a 3 m e le sponde avranno una pendenza 1:3, assunta sulla base della tipologia litologica del sito.

In Tabella 7.11 Tabella 7.6 si riportano le dimensioni ipotizzate della vasca da collocare all'interno della sezione C, mentre in Figura 7.8 si mostra la sezione tipo della vasca di irrigazione. Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato *Allegato 02_Dettaglio vasche di irrigazione-Sezione C*.

Tabella 7.11: Dimensioni ipotizzate della vasca da collocare nella sezione C

VOLUMI CALCOLATI CON POZZO OGNI 24 ORE	
Profondità vasca [m]	3
Base minore [m]	38
Base maggiore [m]	56
Lunghezza minore [m]	48
Lunghezza maggiore [m]	66
Superficie minore [m ²]	1.824
Superficie maggiore [m ²]	3.969
Volume calcolato [m ³]	8.280

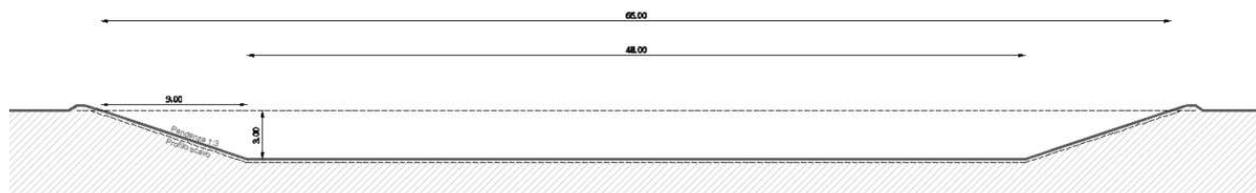


Figura 7.8: Sezione tipo della vasca di irrigazione da collocare all'interno della sezione C.

Il fondo della vasca sarà impermeabilizzato attraverso l'impegno di argilla o pacchetti di teli in HDPE + TNT.

L'utilizzo dell'argilla sarà vincolato in base alla disponibilità in sito del materiale e delle condizioni economiche.

In caso di utilizzo di teli impermeabili, l'ancoraggio avverrà mediante trincea riempita con terreno di scavo.

Il fondo del bacino sarà completato mediante riporto di misto granulare/ciottoli con uno spessore minimo di 20 cm, al di sopra dello strato di impermeabilizzazione.

Sarà creato un argine lungo tutto il perimetro della vasca, ad eccezione delle entrate e delle uscite che consentiranno rispettivamente il riempimento e lo scarico emergenziale del manufatto.

Il bacino di irrigazione dovrà essere integrato con il progetto del verde in modo tale da inserire la vasca con la continuità del paesaggio e degli habitat esistenti. A questo scopo, è inoltre prevista la creazione di un rinverdimento dell'arginello perimetrale in corrispondenza del terreno di riporto mediante piantumazione di piante erbacee/basse arbustive. Nel tempo esse produrranno un incremento di stabilità superficiale e massiva grazie allo sviluppo di radici e un contributo alla biodiversità dell'area.

Nella figura di seguito, i dettagli della vasca considerata.



Figura 7.9: Particolare vasca di irrigazione: risolto in terra per ancoraggio teli con rinverdimento.

All'interno del bacino di irrigazione sarà alloggiata una stazione di sollevamento per il rilancio alla rete irrigua. Tali manufatti e la rete saranno oggetto della successiva fase progettuale.

Identificazione preliminare emergenziale degli scarichi dei bacini

I bacini saranno dotati di uno scarico di troppo pieno (visibile in Figura 7.10) che consenta, una volta raggiunto il massimo riempimento di stoccaggio, di scaricare le acque in modo sicuro verso il ricettore più prossimo. Attualmente è stato predimensionato come una soglia di sfioro, all'interno dell'argine perimetrale, connessa con un fosso a cielo aperto scavato nel terreno esistente. Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato *Allegato 02_Dettaglio vasche di irrigazione-Sezione C*.

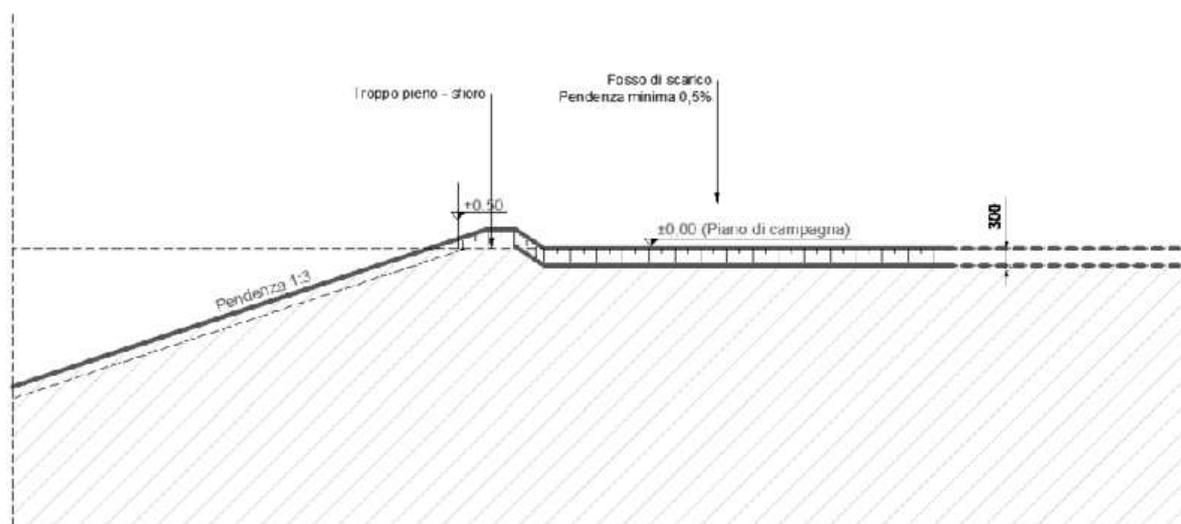


Figura 7.10: Particolare vasca di irrigazione: troppo pieno – sfioro.

Per quanto riguarda il ricettore, è stata visualizzata la carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM) e individuato il possibile recapito finale a nord della vasca di irrigazione. Da sovrapposizione con ortofoto, si osserva l'esistenza dello scarico attuale, probabilmente non univoco in quanto possono essere presenti più scarichi, questi possono essere stagionali oppure andare indirettamente a spaglio verso il ricettore (Figura 7.11).

I ricettori non risultano presenti nel reticolo mappato dall'AdB (*fonte AdB: Reticolo idrografico_UOM_PO_Dic_2023*), si ipotizzano dunque che appartengano al reticolo consortile minore oppure privato.

Nella fase successiva del progetto, dovrà essere effettuato uno studio idrologico di dettaglio ed eseguito un rilievo topografico tra l'uscita della vasca e l'immissione del reticolo esistente, atto ad individuare i punti di scarico e valutarne la fattibilità, rilevando le eventuali interferenze della connessione idraulica.

Dovranno essere richiesti i nulla osta/concessioni ai ricettori più prossimi.

Se i punti di scarico in prossimità della vasca non risulteranno idonei, si dovrà prevedere una pompa di rilancio verso il ricettore più prossimo disponibile.

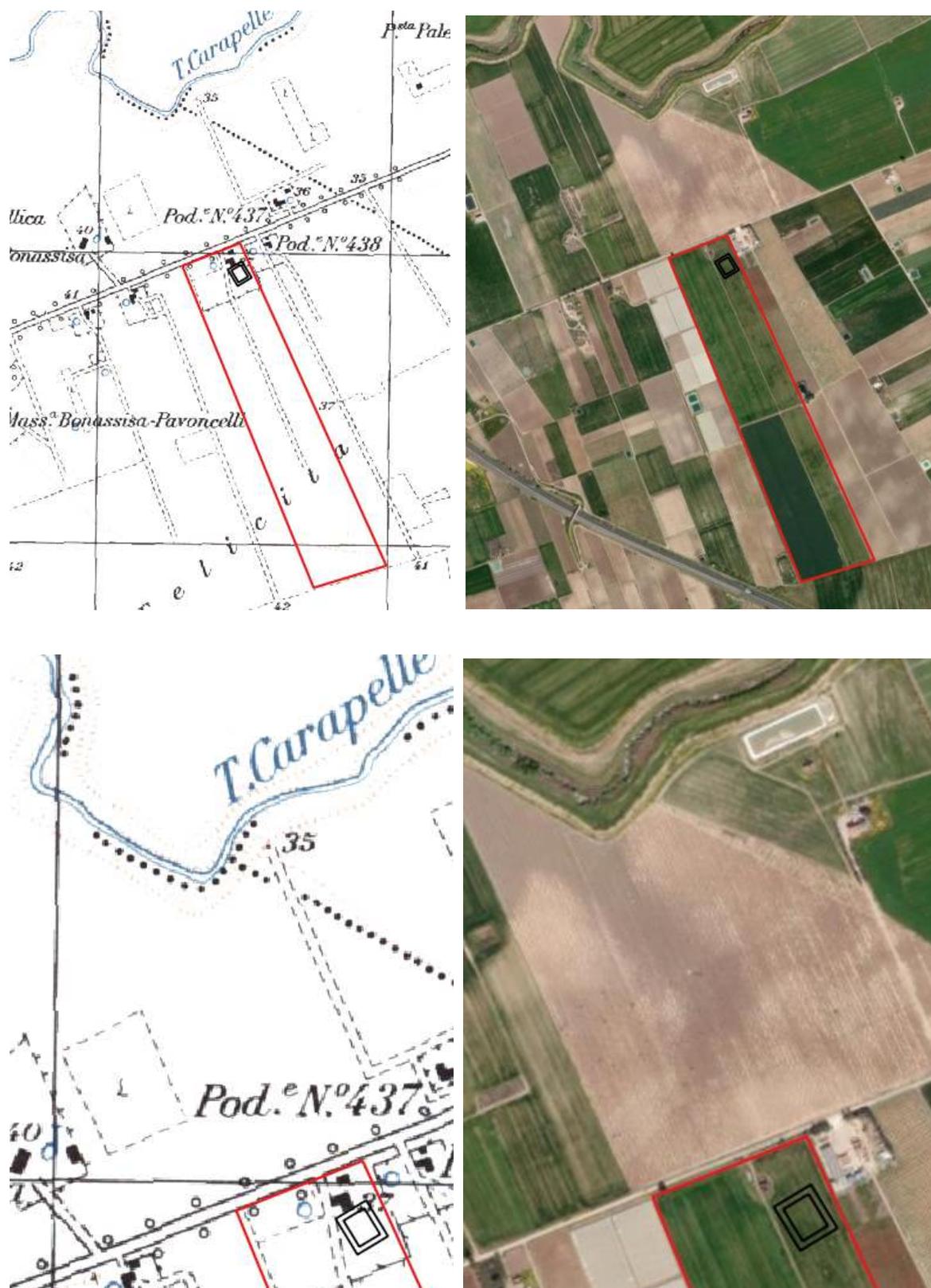


Figura 7.11: Individuazione del possibile ricettore finale. A sinistra stralcio della carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM) e a destra ortofoto. In rosso il lotto 1 - sezioni A e B e in nero la vasca di irrigazione.

Di seguito, è stata valutata l'indipendenza della vasca in relazione ai tempi di ritorno e alla durata dell'evento.

In Tabella 7.12 sono riportati i volumi di laminazione che sarebbero necessari nello scenario con diversi tempi di ritorno. Questa verifica è stata al fine di valutare il tempo di indipendenza idrologica e idraulica durante un'emergenza.

Considerando una portata in uscita nulla, il volume dimensionato della vasca di irrigazione della sezione C, pari a 8280 m³, risulta sufficiente per coprire interamente eventi di 24 ore relativi a tempi di ritorno fino a 2 anni. Per eventi aventi tempo di ritorno 5 anni, la vasca riesce a gestire i volumi in ingresso fino a 22 ore e fino a 9 ore per eventi con tempo di ritorno 10 anni.

Tabella 7.12: Volumi entranti nella vasca di irrigazione per diversi tempi di ritorno (in verde i volumi stoccabili, in rosso i volumi eccedenti la capacità massima di invaso)

DURATA [ORE]	TR 2 ANNI [m ³]	TR 5 ANNI [m ³]	TR 10 ANNI [m ³]
1	2.663,43	3.851,52	4.750,28
2	3.160,79	4.570,74	5.637,33
3	3.493,74	5.052,21	6.231,15
4	3.751,03	5.424,27	6.690,03
5	3963,57	5731,63	7069,11
6	4.146,15	5.995,64	7.394,73
7	4.307,05	6.228,33	7.681,72
8	4.451,48	6.437,18	7.939,30
9	4.582,89	6.627,20	8.173,67
10	4.703,72	6.801,93	8.389,17
11	4.815,76	6.963,96	8.589,01
12	4.920,38	7.115,25	8.775,60
13	5.018,63	7.257,32	8.950,83
14	5.111,34	7.391,39	9.116,18
15	5.199,19	7.518,43	9.272,86
16	5.282,73	7.639,24	9.421,87
17	5.362,44	7.754,49	9.564,01
18	5.438,68	7.864,75	9.700,00
19	5.511,80	7.970,48	9.830,40
20	5.582,07	8.072,11	9.955,74
21	5.649,75	8.169,97	10.076,45
22	5.715,04	8.264,39	10.192,90
23	5.778,14	8.355,63	10.305,43
24	5.839	8.443,93	10.414,33

7.1.4 Ulteriori considerazioni

Si prevede, inoltre, di richiedere la concessione per la costruzione di un secondo pozzo all'interno della sezione A per far fronte allo spostamento e alla rotazione della coltivazione, per gestire eventi di emergenza e favorire una migliore mitigazione del cambiamento climatico.

7.2 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

Attraverso l'analisi TauDEM rielaborata in ambiente GIS è stato indentificato un reticolo idrografico principale caratterizzato da corsi preferenziali che non presentano un alveo ben definito, ma possono raggiungere portate significative in seguito ad eventi meteorologici intensi e non ordinari.

Considerata la presenza di alcuni di questi all'interno dell'area di progetto, si è reso necessario valutarne la pericolosità.

Il progetto ha previsto una integrazione degli elementi di drenaggio (oggi assenti) al fine di indirizzare e distribuire le portate idriche, costituiti da canalette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e rinverdite.

Tra i vantaggi idraulici, esse immagazzinano e convogliano le acque scolanti meteoriche favorendo la riduzione dei picchi di deflusso, l'infiltrazione e il rallentamento dei flussi, a seconda della pendenza. Tali opere sono state e sono tuttora largamente in uso nelle aree rurali.

Di seguito alcuni esempi:

- promozione della sedimentazione mediante l'uso di fitta vegetazione erbacea che garantisce basse velocità di flusso per intrappolare gli inquinanti particellari e introdurre indiretti effetti di fitodepurazione;
- è possibile installare dighe o berme lungo il fosso per favorire ulteriormente lo stoccaggio, il rallentamento, la sedimentazione e l'infiltrazione;
- mediante la formazione di sottofondo in materiale drenante è possibile incrementare l'infiltrazione creando opere miste con trincee drenanti.

Nel presente paragrafo sono dettagliate le verifiche idrauliche di moto uniforme per il dimensionamento dei canali e delle canalette di drenaggio dei diversi settori dell'impianto;

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning (parametro che si usa nello studio dei flussi dei canali e che varia rispetto alla natura della superficie di riferimento):

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} i^{1/2}}{n} \quad (8)$$

Dove:

- Q : portata di riferimento [m^3/s];
- A : area della sezione bagnata [m^2];
- R : raggio idraulico [m] (rapporto tra A e il corrispondente perimetro bagnato della sezione);
- i : pendenza dell'alveo [m/m];
- n : coefficiente di conduttanza idraulica di Manning.

Le canalette in progetto sono tutte canali secondari, interni al layout per lo più paralleli ai tracker, tranne qualche caso sporadico. Le canalette saranno realizzate in scavo con una sezione trapezoidale di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di 26° .

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolati in c.a. carrabili o da tubazioni in PEAD carrabili.

Lo scopo delle canalette e dei condotti interrati è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa a un Tempo di Ritorno di 30 anni.

Nel tracciamento della rete di drenaggio delle canalette è stato tenuto conto dell'argine costruito a protezione idraulica dei siti A e B che consente il rallentamento e l'infiltrazione delle acque scolanti dalle ridotte aree scolanti di monte idrologico (si veda il paragrafo 7.2.2).

L'ubicazione planimetrica delle canalizzazioni è illustrata nell'Allegato 01.

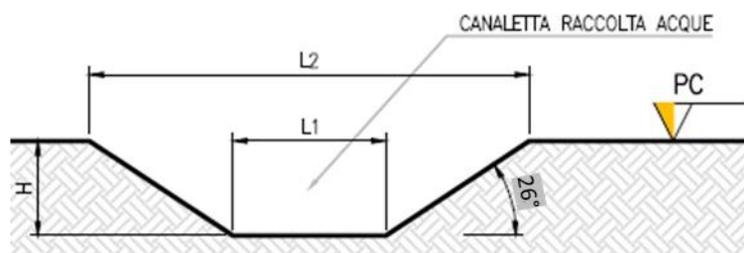


Figura 7.12: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

7.2.1 Punti di scarico dei canali di drenaggio

Le canalette scaricheranno all'interno delle vasche di irrigazione dimensionate. I punti di scarico delle vasche di irrigazione si riconetteranno ai fossi agricoli esistenti e saranno pensati in funzione dei drenaggi naturali. Per ulteriori dettagli, fare riferimento al paragrafo 7.1. In fase esecutiva verranno realizzati in conformità con le pratiche agricole del sito.

7.2.2 Argine perimetrale AP1

Come ricordato precedentemente, lo studio di compatibilità idraulica (2865_4672_MA_R01_REV01_Verifica di Compatibilità Idraulica) è stato effettuato in quanto il lotto 1 – sezioni A e B ricade in fasce di pericolosità media e bassa definite dal PAI e PGRA. È stato quindi realizzato uno studio idrologico e idraulico di dettaglio volto ad attestare la quantificazione dell'eventuale allagamento e del suo tirante idraulico atteso. La modellazione ha mostrato il non interessamento dell'area di progetto dalle esondazioni per tempi di ritorno T pari a 50, 100 e 200 anni. Pur non verificandosi un allagamento entro i confini del layout di impianto si è suggerito comunque la rimodellazione della morfologia per la creazione di un arginello (denominato AP1). Tale sopralzo consentirà il rallentamento e l'infiltrazione delle acque scolanti dalle ridotte aree scolanti di monte idrologico.

Le dimensioni ipotizzate sono di 3 metri di base e di 0,5 metro di altezza con un'inclinazione sponda media di 1/2,5. Si suggerisce la messa a dimora di talee arbustive autoctone in quanto nel tempo produrranno un incremento di stabilità superficiale e massiva grazie allo sviluppo di radici, un contributo alla biodiversità dell'area e al riuso delle acque meteoriche mediante assorbimento dalla vegetazione e dagli strati vegetali.

In Figura 7.13 si riporta il tipologico dell'argine perimetrale AP1, a protezione del lotto 1 - sezioni A e B.

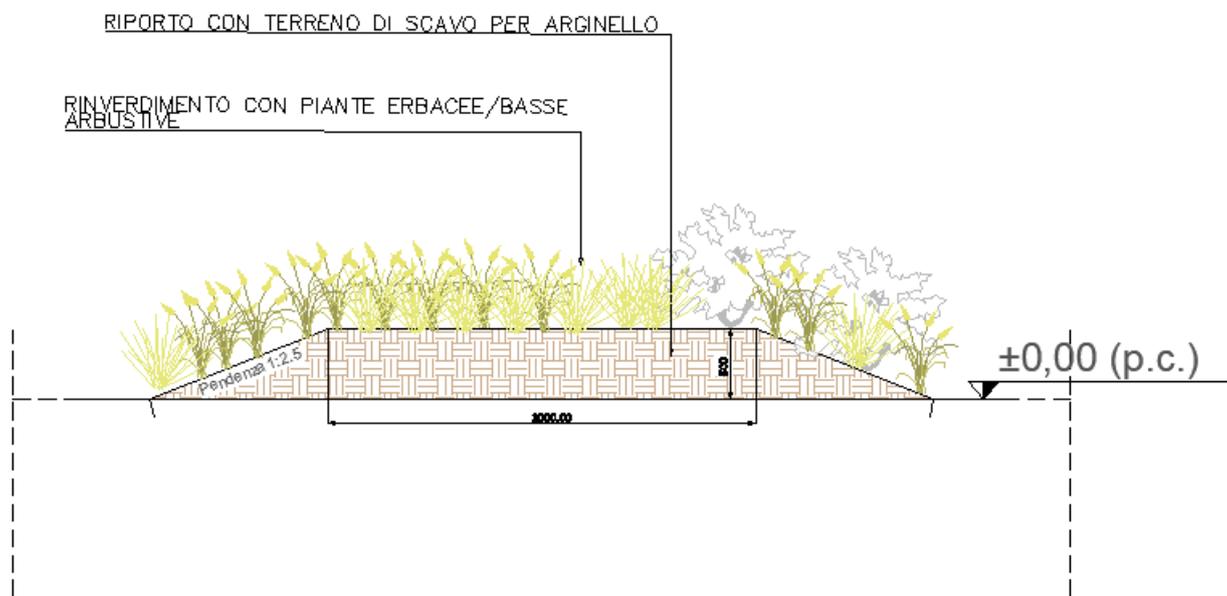


Figura 7.13: Tipologico argine perimetrale AP1, a protezione del lotto 1- sezioni A e B.



8. CONCLUSIONE

La presente relazione idrologica e idraulica del progetto dell'impianto agrivoltaico, della linea di connessione e della SE satellite 36/380 kV ha analizzato le interferenze con le aree a pericolosità idraulica riportate dal PGRA dell'Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Meridionale (AdB DAM) e dal PAI nel bacino Regionale Puglia e Interregionale Ofanto e ha quindi identificato la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse.

Si evidenzia che l'approccio utilizzato nello studio ha posto grande attenzione non solo alla mera progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) con le infrastrutture verdi, che mitigano gli impatti biofisici delle opere in progetto, riducendo il potenziale rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

Questo studio ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post-operam, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

In merito allo stato post-operam, si è valutato l'impatto dell'installazione delle strutture tracker monoassiali.

Vista l'interdistanza esistente tra le strutture, l'altezza da piano campagna e la mobilità che varierà la copertura su suolo (rendendo quindi non permanente la schermatura), durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto non sono previste variazioni critiche della capacità di infiltrazione, così come delle caratteristiche di permeabilità del terreno nelle aree interessate dall'installazione di tracker. Analogamente le platee di appoggio delle cabine avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, si è valutata arealmente l'incidenza nell'ipotesi di fissità orizzontale dei tracker e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili. Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard - 2013 – American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed una di interfila.

Nelle aree interessate dal progetto, durante la fase post-operam, nello scenario più cautelativo, l'impermeabilità del sito aumenta del 13% per la sezione A, del 20% per la sezione B e del 14% per la sezione C.

Nel confronto tra la rete di drenaggio naturale dello stato di fatto e di progetto si segnala che si è prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti, realizzati in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base di una simulazione del modello digitale del terreno con estrazione dei sottobacini idrografici e della rete idrografica primaria e secondaria esistente.

Tali scelte consentono di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità, nella disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.

È stata inoltre valutata la fattibilità di recupero delle acque meteoriche e pre-dimensionate le vasche per l'irrigazione analizzando diversi scenari. È stata ipotizzata una vasca di 4000 m³ a servizio del lotto 1 – sezioni A e B e una vasca di 8000 m³ per il lotto 2 – sezione C, al fine dell'irrigazione delle colture previste.

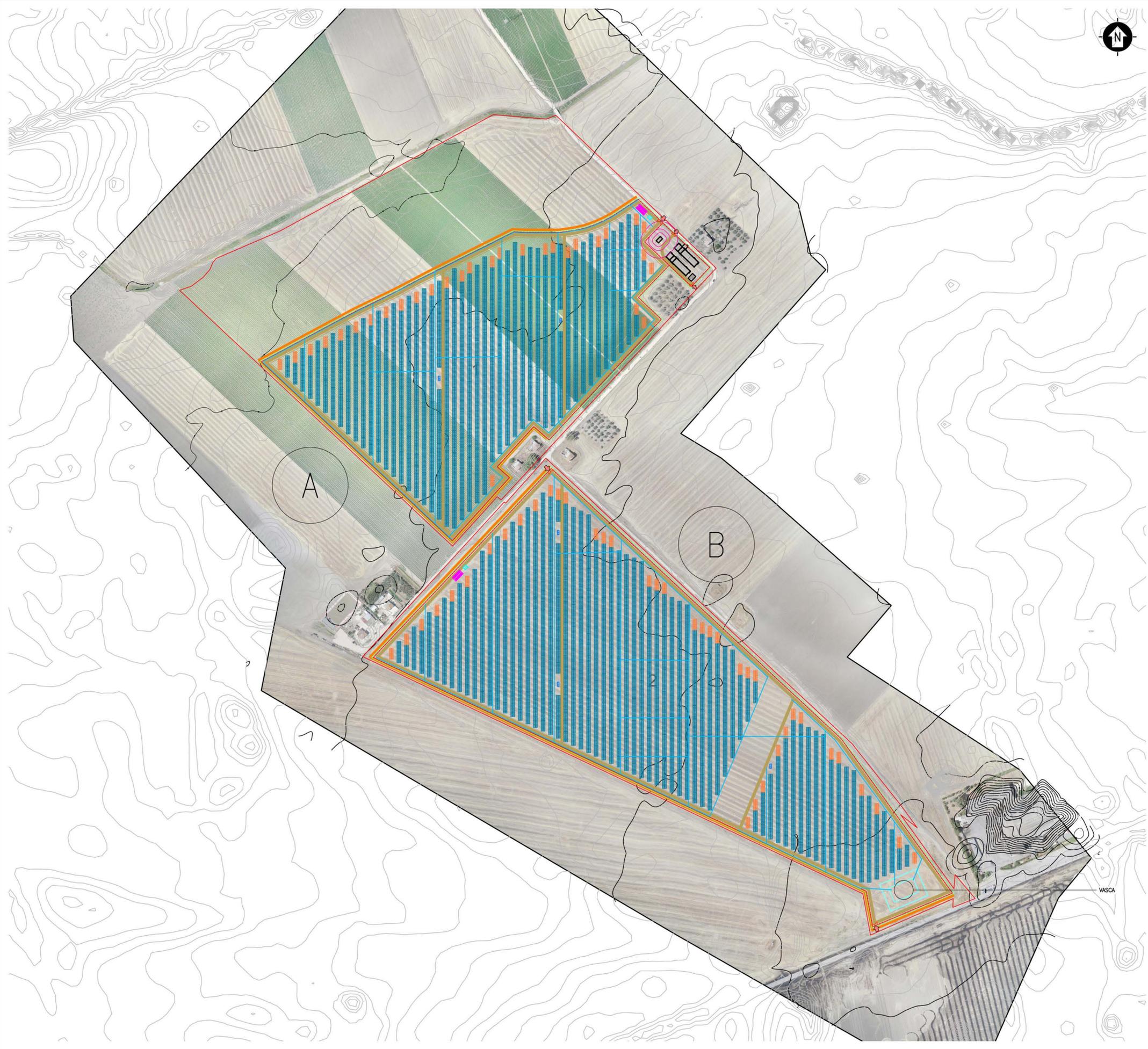


Il bacino di irrigazione dovrà essere integrato con il progetto del verde in modo tale da inserire la vasca con la continuità del paesaggio e degli habitat esistenti. A questo scopo, è stato inoltre prevista la creazione di un rinverdimento dell'arginello perimetrale in corrispondenza del terreno di riporto mediante piantumazione di piante erbacee/basse arbustive. Nel tempo esse produrranno un incremento di stabilità superficiale e massiva grazie allo sviluppo di radici e un contributo alla biodiversità dell'area.

Nella fase successiva del progetto, dovrà essere effettuato uno studio idrologico di dettaglio ed eseguito un rilievo topografico tra l'uscita della vasca e l'immissione del reticolo esistente, atto ad individuare i punti di scarico e valutarne la fattibilità, rilevando le eventuali interferenze della connessione idraulica. Se i punti di scarico in prossimità della vasca non risulteranno idonei, si dovrà prevedere una pompa di rilancio verso il ricettore più prossimo disponibile.

Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.

La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala di scotico, ma solo il taglio della vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività. La viabilità di cantiere è assunta in materiale drenante.



LEGENDA

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| SITO CATASTALE | RETE DI DRENAGGIO |
| ACCESSO AREA IMPIANTO | VASCA DI IRRIGAZIONE |
| RECINZIONE IN PROGETTO | ARGINELLO PERIMETRALE AP1 |
| TRACKER (2 X 12 MODULI) | |
| TRACKER (2 X 24 MODULI) | |
| VIABILITÀ PERIMETRALE (LARGHEZZA 4 m) | |
| FASCIA DI MITIGAZIONE | |
| CURVE DI LIVELLO | |
| CABINATI | |
| CABINA ELETTRICA GENERALE MT | |
| CABINA ELETTRICA DI CAMPO MT/BT | |
| LOCALE GUARDIANA E CONTROLLO ACCESSI | |
| MAGAZZINO | |

SCALA 1:2500 - 1 cm = 25 m

0		LAL	EP/DC	LC	11/2023
REV.	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE	CONTROL	APPROV.	DATA

Montana
 Milano (sede certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Sassari

Montana SpA
 Via Carlo Farini 10, 20143 Milano
 Tel. +39.02.54118173
 Fax +39.02.54129560
 www.montanarenewables.com
 P.IVA 10414230156
 Cap. Soc. 600.000,00 €

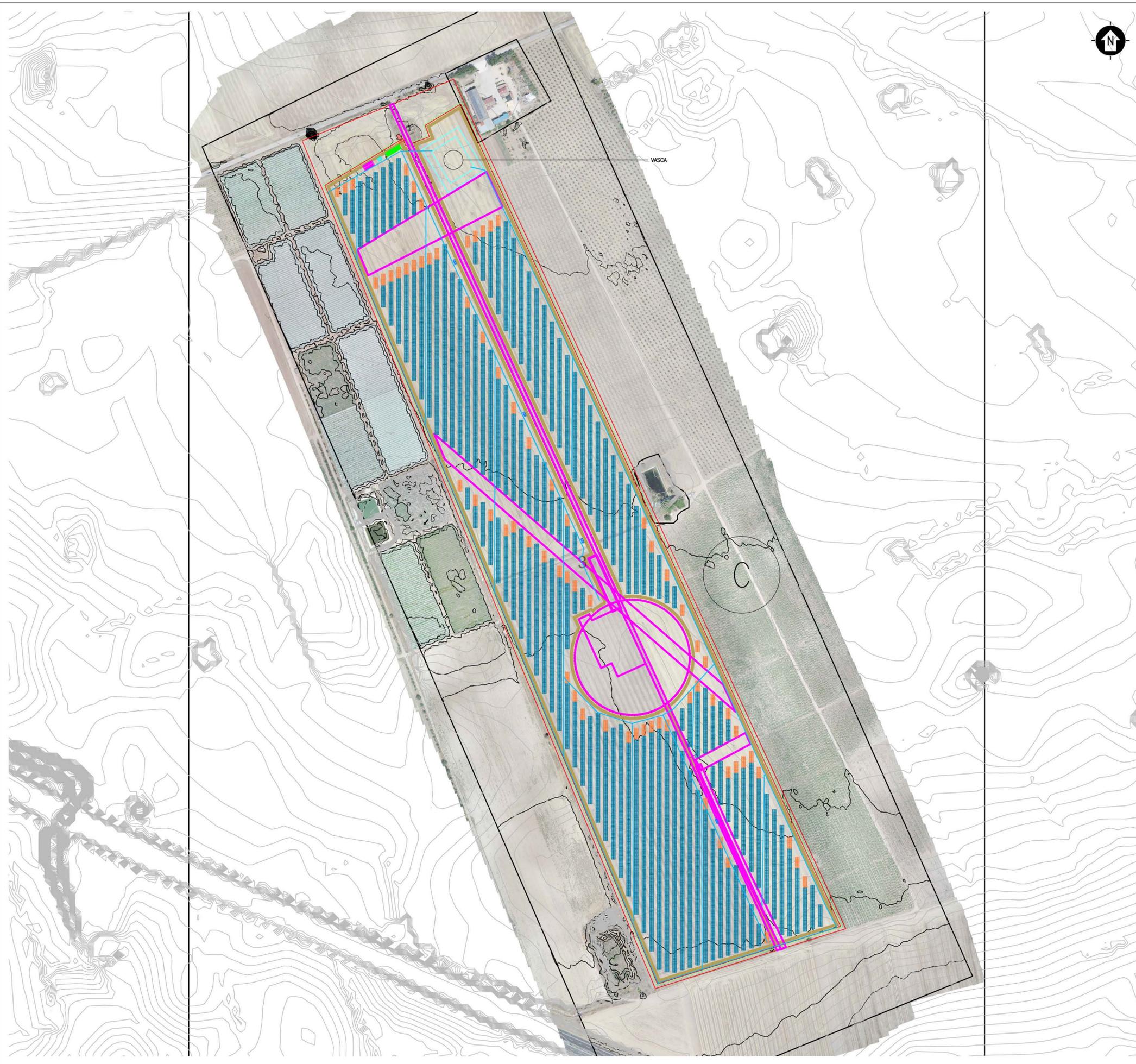
Committente

Progettista
 ING. LAURA CONTI
 Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726

Oggetto
 PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA con potenza 39,81 MW
 Comune di Manfredonia e Orta Nova (FG)

Tavola
 PLANIMETRIA REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE

N. Ril. ALLEGATO1_GESTIONE ACQUE METEORICHE
 E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA



LEGENDA

- SITO CATASTALE
- ACCESSO AREA IMPIANTO
- RECINZIONE IN PROGETTO
- TRACKER (2 X 12 MODULI)
- TRACKER (2 X 24 MODULI)
- VIABILITÀ PERIMETRALE (LARGHEZZA 4 m)
- FASCIA DI MITIGAZIONE
- CURVE DI LIVELLO
- CABINA ELETTRICA GENERALE MT
- CABINA ELETTRICA DI CAMPO MT/BT
- LOCALE GUARDIANA E CONTROLLO ACCESSI
- MAGAZZINO
- REGIMAZIONE IDRAULICA
- RETE DI DRENAGGIO
- VASCA DI IRRIGAZIONE

SCALA 1:2500 - 1 cm = 25 m



REV.	DESCRIZIONE	LAL.	EP/DCP	LC	11/2023
0					

Montana Montana SpA
Via Carlo Farini, 6
20143 Milano
Miro (sede certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Sassari

Tel. +39.02.54118173
Fax +39.02.54125960
www.montanarenewables.com
P.IVA 10414230156
Cap. Soc. 600.000,00 €

Committente **sorgenja**
RENEWABLES

Progettisti: ING. LAURA CONTI
Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726

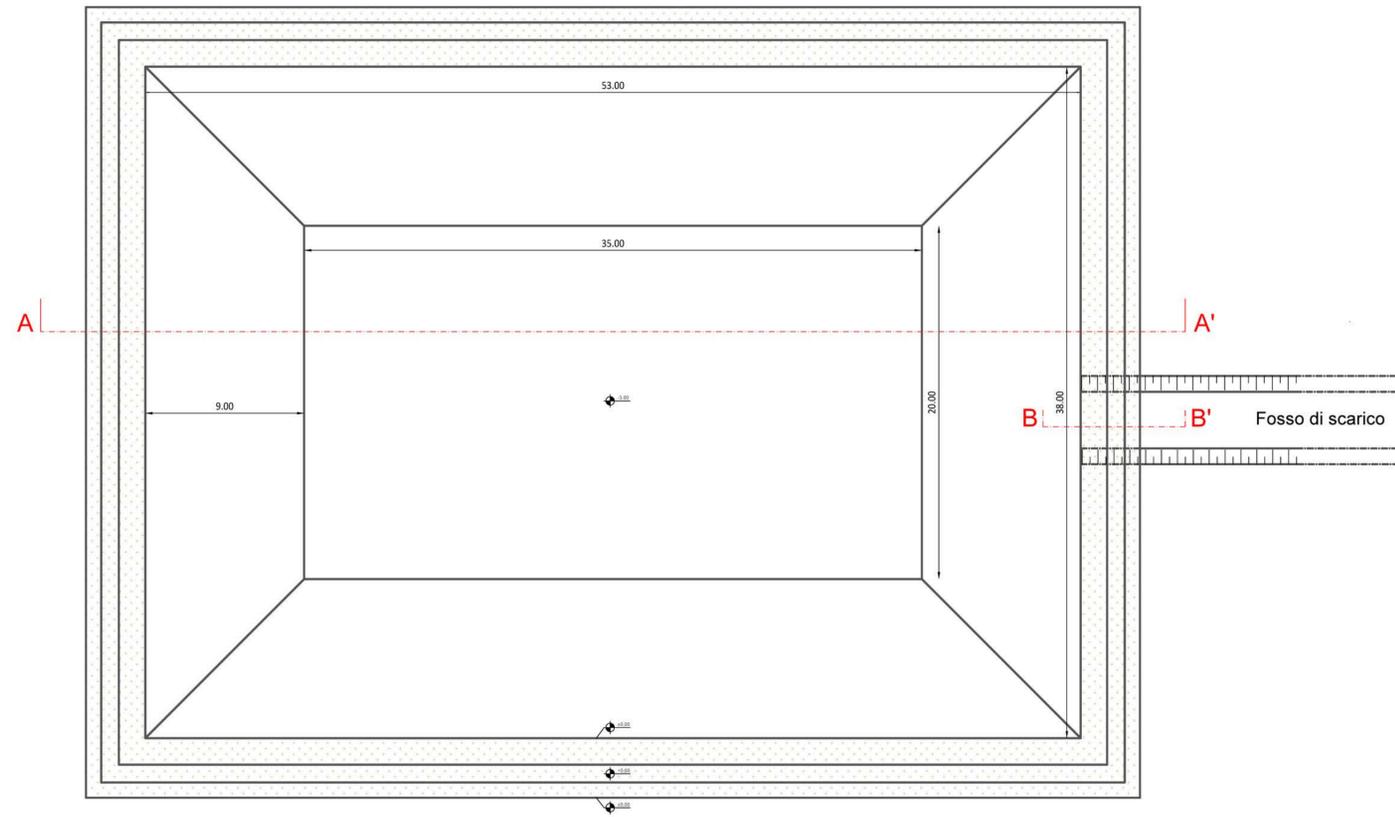
Oggetto: PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA con potenza 39,81 MW
Comune di Manfredonia e Orta Nova (FG)

Tavola: PLANIMETRIA REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE N. Tav. —

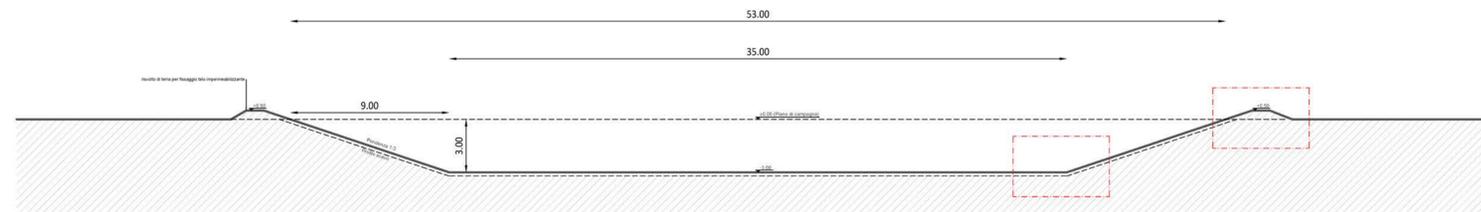
N. R. ALLEGATO1_GESTIONE ACQUE METEORICHE Scala 1:2500

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA

SCALA 1:200



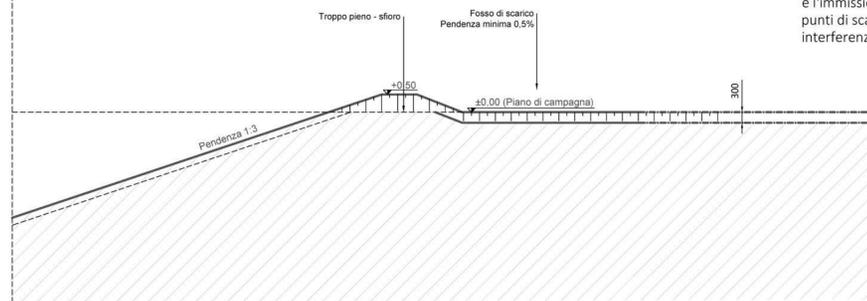
PIANTA



SEZIONE A-A'

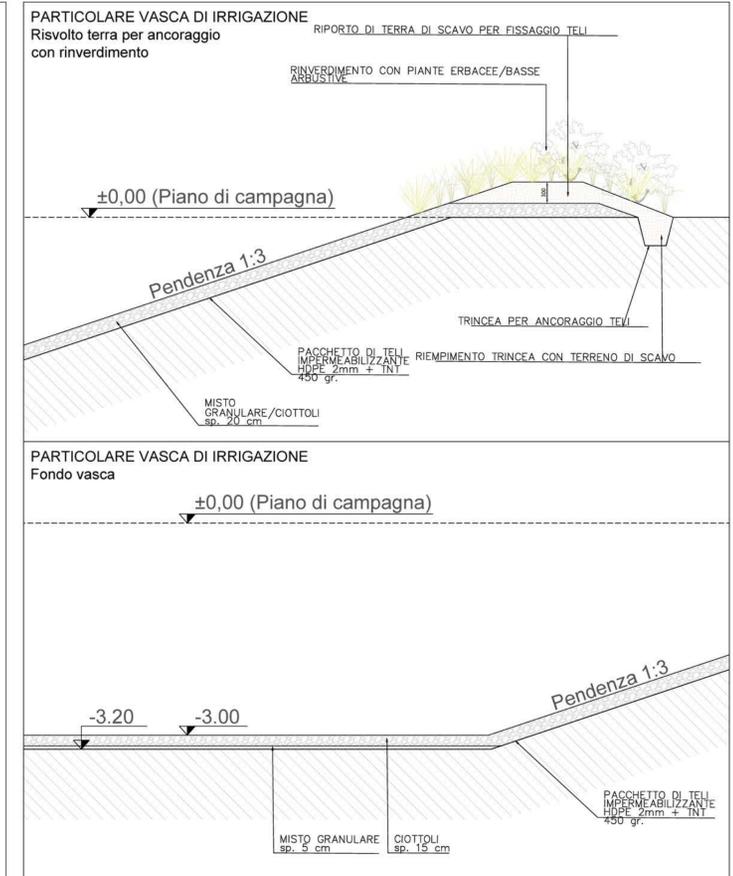
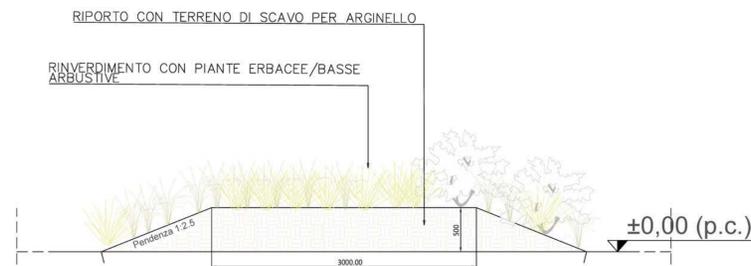
SCALA 1:100

NOTA:
Dovrà essere effettuato uno studio idrologico di dettaglio ed eseguito un rilievo topografico tra l'uscita della vasca e l'immissione del reticolo esistente, atto ad individuare i punti di scarico e valutarne la fattibilità, rilevando le eventuali interferenze della connessione idraulica.



SEZIONE B-B'

SCALA 1:40 TIPOLOGICO ARGINE PERIMETRALE AP1

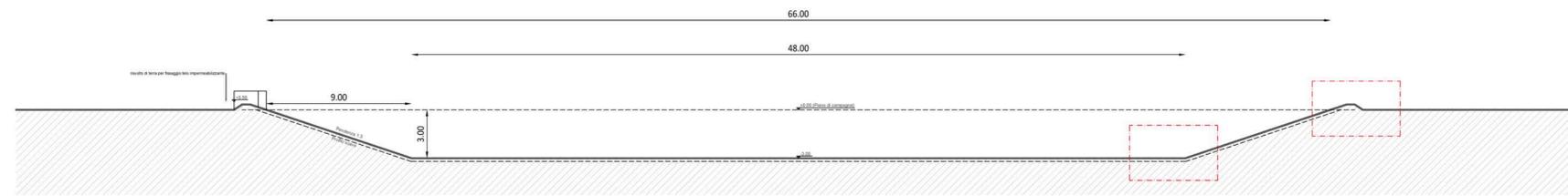
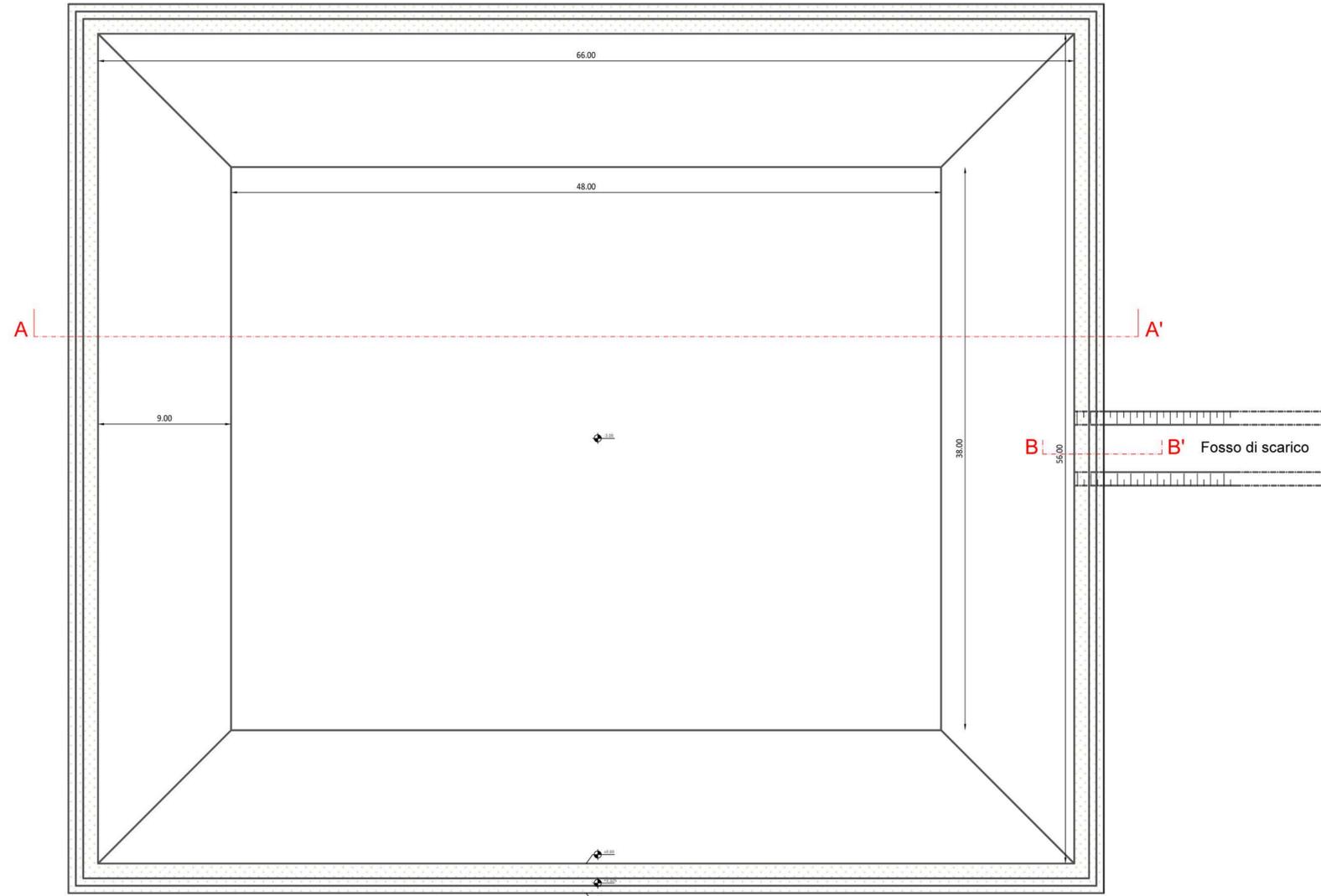


SCALA 1:50

0		LIB./AL.	CP/DCr	LC	11/2023
REV.	DESCRIZIONE	DESCRIZ.	CONTROL.	APPROV.	DATA

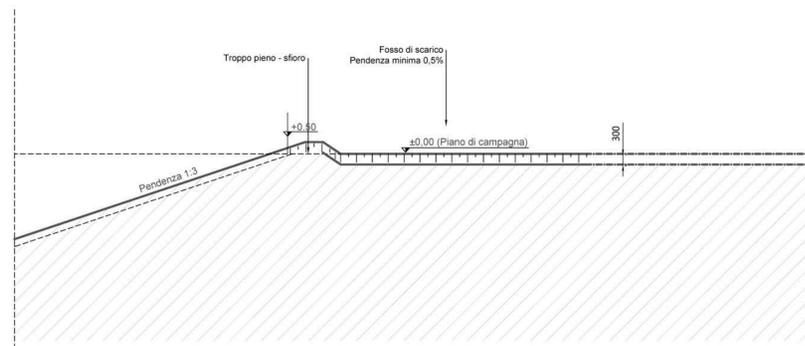
		Montana SpA Via Carlo Farini, 6 20143 Milano Milano (sede certificata ISO) Brescia Palermo Cagliari Roma Sesto		Tel. +39.02.54118173 Fax +39.02.54125960 www.rivirantontano.com Cap. Soc. 600.000,00 €	
Commitente:					
Progettati: ING. LAURA CONTI Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726					
Oggetto: PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA con potenza 39,81 MW Comune di Manfredonia e Orta Nova (FG)					
Tavolo: VASCA DI IRRIGAZIONE SEZIONE B E ARGINE PERIMETRALE AP1					N. Tav. -
No. Riv. ALLEGATO 02_DETAGLIO VASCHE DI IRRIGAZIONE					Scala indicata
E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA					

SCALA 1:200



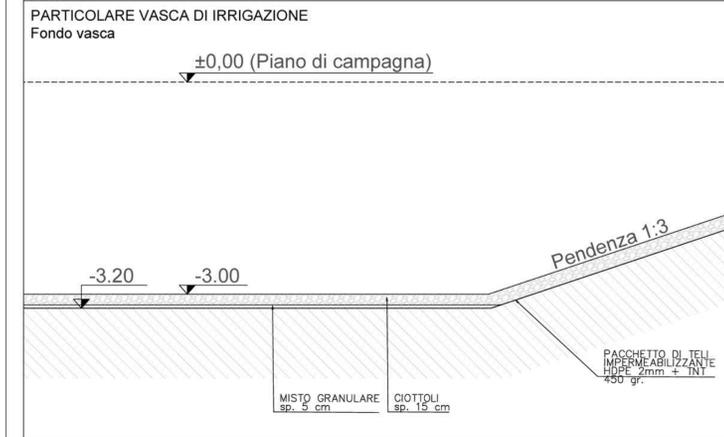
SEZIONE A-A'

SCALA 1:100



SEZIONE B-B'

NOTA:
Dovrà essere effettuato uno studio idrologico di dettaglio ed eseguito un rilievo topografico tra l'uscita della vasca e l'immissione del reticolo esistente, atto ad individuare i punti di scarico e valutarne la fattibilità, rilevando le eventuali interferenze della connessione idraulica.



SCALA 1:50

0		LIB/AL	CP/DCr	LC	11/2023
REV.	DESCRIZIONE	DISGN.	CONTROL.	APPROV.	DATA

Montana Montana SpA
Via Carlo Farini 10, 20143 Milano
Tel. +39 02 54118173
Fax +39 02 54125960
www.montana.com
Miro (sede certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Salsomaggiore

sorgenja RENEWABLES P. IVA 10414230156
Cap. Soc. 600.000,00 €

Committente		sorgenja RENEWABLES	
Progettisti		ING. LAURA CONTI Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726	
Oggetto		PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA con potenza 39,81 MW Comune di Manfredonia e Orta Nova (FG)	
Tavolo	VASCA DI IRRIGAZIONE SEZIONE C	N. Tav.	-
No. Riv.	ALLEGATO 02_DETAGLIO VASCHE DI IRRIGAZIONE	Solo	Indicata

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA