



NOVEMBRE 2022

## **GALILEO ENERGY 1 S.R.L.**

**IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO  
COLLEGATO ALLA RTN**

**POTENZA NOMINALE 83,63 MW**

**LOCALITÀ PALLOTTA - CESINE**

**COMUNE DI SERRACAPRIOLA (FG)**

**Montagna**

## **PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO**

**Relazione Idrologica e Idraulica**

### **Progettista**

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

### **Codice elaborato**

2748\_4871\_OR\_VIA\_R06\_Rev0\_Relazione idrologica e idraulica

## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_4871_OR_VIA_R06_Rev0_Relazione idrologica e idraulica	11-2022	Prima emissione	ER	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	Project Manager	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Giulia Peirano	Architetto	Ordine Arch. Milano n. 20208
Marco Corrù	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Sergio Alifano	Architetto	
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Elisa Reposo	Ingegnere Ambientale	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue	Ordine Geologi Puglia n. 327
Nazzario D'Errico	Agronomo	Ordine Agronomi di Foggia n. 382
Antonio Bruscella	Archeologo	
Marianna Denora	Architetto - Acustica	Ordine Architetti Bari, Sez. A n. 2521
Andrea Fanelli	Perito Elettrotecnico	



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>2. DATI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO</b> .....	<b>6</b>
2.1.1 Modello digitale del terreno Regione Puglia .....	6
2.1.2 Modello digitale del terreno Tinality .....	6
2.1.3 Rilievo topografico .....	6
<b>2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1 LOCALIZZAZIONE</b> .....	<b>7</b>
3.1.1 Rilievo fotografico .....	8
<b>3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>10</b>
3.2.1 Inquadramento morfologico .....	10
3.2.2 Lineamenti geologici .....	12
3.2.3 Caratterizzazione dei litotipi locali e assetto litostratigrafico .....	13
3.2.4 Inquadramento idrogeologico .....	14
<b>3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO</b> .....	<b>14</b>
3.3.1 Inquadramento idrologico e idraulico .....	18
<b>3.4 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE</b> ...	<b>19</b>
3.4.1 Piano Assetto Idrologico (PAI) .....	20
3.4.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) .....	22
<b>4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>24</b>
4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto .....	25
4.1.2 Cabine di campo o Power Station .....	26
4.1.3 Cavi di potenza e di controllo.....	26
4.1.4 Rete di drenaggio interna .....	27
<b>4.2 LINEA DI CONNESSIONE</b> .....	<b>28</b>
<b>5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E LINEA DI CONNESSIONE</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1 LAYOUT DI PROGETTO</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2 LINEA DI CONNESSIONE</b> .....	<b>30</b>
<b>5.3 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC</b> .....	<b>32</b>
5.3.1 Analisi qualitativa .....	32
5.3.2 Analisi quantitativa .....	33
<b>5.4 RISOLUZIONI INTERFERENZE LINEA DI CONNESSIONE</b> .....	<b>35</b>
5.4.1 P01 .....	35
5.4.2 P02 .....	37
5.4.3 P03 .....	40
5.4.4 P04 .....	42
5.4.5 P05 .....	43
5.4.6 P06 e P07 .....	45
5.4.7 P08 .....	46



5.4.8 P09.....	47
5.4.9 P10.....	49
5.4.10 P11 .....	51
5.4.11 P12 .....	52
5.4.12 A01 .....	54
5.4.13 A02.....	56
<b>6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>58</b>
6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE .....	58
6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO .....	59
6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE.....	60
<b>7. OPERE IDRAULICHE.....</b>	<b>64</b>
7.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO .....	64
7.2 SISTEMA DI INFILTRAZIONE E LAMINAZIONE NELL'AREA DI INTERVENTO.....	67
<b>8. CONCLUSIONE .....</b>	<b>69</b>



## **1. PREMESSA**

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 del Distretto dell’Appennino Meridionale (AdB DAM) nei bacini interregionali Fortore e Saccione e dal PGRA disponibile dal Geoportale Nazionale per l’Appennino Meridionale aggiornato al 2018 (in formato WMS).

Il presente documento riporta lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell’impianto agrivoltaico e della linea di connessione 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.

Il progetto prevederà opere idrauliche relative alla rete di drenaggio, costituita da fossi in terra non rivestiti, che saranno dimensionate a seguito di uno studio idraulico di dettaglio. La rete di drenaggio dell’impianto agrivoltaico sarà posizionata in modo tale da ridurre al minimo le interferenze con la rete naturale e tutte le opere di regimazione rientreranno nell’ambito dell’ingegneria naturalistica.



## **2. DATI DI RIFERIMENTO**

### **2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO**

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

Dapprima sono stati ottenuti i modelli digitali del terreno e della superficie dalla Regione Puglia. In seguito a completamento dell'indagine e per verifica dei dati in possesso è stato condotto un rilievo topografico eseguito con GPS.

#### **2.1.1 Modello digitale del terreno Regione Puglia**

Attraverso la fonte ufficiale Regione Puglia è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 8x8 metri del layout di progetto dell'impianto fotovoltaico. Tale modello digitale del terreno non ricopre però alcuni tratti del tracciato della linea di connessione.

#### **2.1.2 Modello digitale del terreno Tinality**

Attraverso il sito Tinality è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 10x10 metri dell'intera area di progetto, tracciato di connessione incluso.

#### **2.1.3 Rilievo topografico**

Nell'inverno del 2021 è stato eseguito un rilievo topografico con GPS al fine di definire l'andamento plano-altimetrico del terreno e la presenza di interferenze nelle aree destinate alla realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico.

## **2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO**

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

- D.Lgs 152/06 e smi;
- 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;
- Autorità di Bacino della Puglia - Piano di Bacino - Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme Tecniche di Attuazione - Relazione di Piano;
- PGRA;
- 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 nel territorio comunale di Serracapriola, Provincia di Foggia. L'area di progetto è divisa in 10 siti, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9 e C10. Le 10 aree risultano situate a circa 8 km a nord-est del centro abitato di Serracapriola e a circa 20 km a nord del centro abitato di Torremaggiore. I 10 siti ricadono in un'area racchiusa a nord dall'Autostrada A14 – Adriatica, a nord e ad est dalla Strada Statale Adriatica SS16, a sud dalla Strada Provinciale 41b e ad ovest dalla Strada Provinciale 43b e dalla Strada Provinciale 44. I 10 siti sono divisi longitudinalmente dalla Strada Provinciale 42b.

Nello specifico i siti sono così identificati:

- Area C1: area posta più a nord del sito, ad est della SP42b. Estensione area recintata pari a circa 7,9 ettari;
- Area C2: ad est dell'area C1. Estensione area recintata pari a circa 5,3 ettari;
- Area C3: a sud dell'area C1 e C2, ad est della SP42b. Estensione area recintata pari a circa 21,2 ettari;
- Area C4: ad ovest della SP42b. Estensione area recintata pari a circa 9,8 ettari;
- Area C5: a sud dell'area C4, ad ovest della SP42b. Estensione area recintata pari a circa 3,3 ettari;
- Area C6: a sud dell'area C5. Estensione area recintata pari a circa 2,1 ettari;
- Area C7: ad est dell'area C6, ad ovest della SP42b. Estensione area recintata pari a circa 8 ettari;
- Area C8: ad est dell'area C7, ad est della SP42b. Estensione area recintata pari a circa 8,4 ettari;
- Area C9: a sud delle aree C6 e C7. Estensione area recintata pari a circa 10,9 ettari;
- Area C10: a sud dell'area C8, ad ovest di C9 e della SP42b. Estensione area recintata pari a 23 ettari.

L'area di intervento complessivamente risulta essere pari a circa 104 ettari complessivi di cui circa 100 ha recintati.



Figura 3.1: Inquadramento territoriale. In rosso il layout di impianto.



*Figura 3.2: Localizzazione del layout di progetto.*

### **3.1.1 Rilievo fotografico**

Nella primavera del 2022 è stato effettuato un sopralluogo. Nella figura che segue sono riportate delle immagini del rilievo fotografico che rappresentano il territorio nello stato di fatto.



*Figura 3.3: Immagini da sopralluogo effettuato nella primavera del 2022.*



*Figura 3.4: Ortofoto aree di progetto impianto fotovoltaico (in verde).*

## 3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

### 3.2.1 Inquadramento morfologico

Il territorio in cui ricade la proposta progettuale si sviluppa nell'alto Tavoliere della Puglia, in un'area compresa tra il Sub-Appenino Dauno ed il Promontorio del Gargano; il centro abitato sorge su un pianalto, posto alla quota indicativa di circa 260 m s.l.m., basso pendente e dolcemente degradante verso il Mar Adriatico e verso i fondovalle dei Fiumi Fortore e Saccione mentre il sito di progetto si trova a quote comprese tra 20 metri s.l.m. nell'estremità nordorientale e 110 m.s.l.m. nella porzione sudoccidentale.

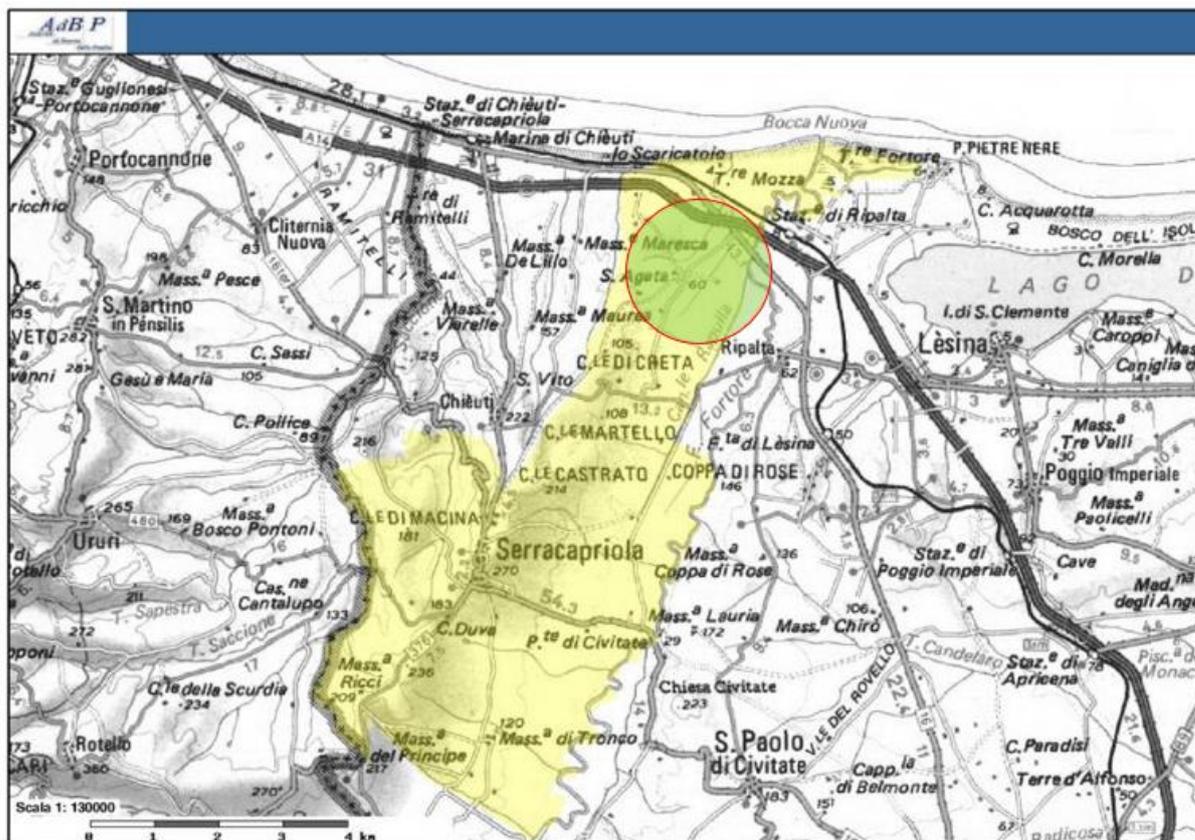


Figura 3.5: Inquadramento territoriale.

Nello specifico, il sito di intervento rientra nel distretto morfologico e geologico dell'estrema porzione settentrionale del 'Tavoliere di Puglia', che corrisponde come unità geologico-strutturale all'Avanfossa Adriatica racchiusa tra la Catena Appenninica (corrispondente ai Monti della Daunia) e l'Avampese Apulo (rappresentato dal Promontorio del Gargano e l'Altopiano delle Murge). Come emerso da più studi e pubblicazioni, la successione temporale della paleogeografia regionale può essere così sintetizzata:

- Formazione della Piattaforma Carbonatica Apula mesozoica-paleogenica;
- Successivamente al Miocene, frammentazione della Piattaforma e successiva individuazione dell'Avanfossa;
- Nel Pliocene-Pleistocene: fase di riempimento del bacino subsidente di Avanfossa;
- Nel tardo Pleistocene - Olocene: sollevamento tettonico regionale contemporaneo all'oscillazione glacio-eustatiche del livello marino con conseguente fase di terrazzamento e riempimento ad opera dei corsi d'acqua e/o bacini lacustri.

Il Basamento pre-pliocenico del Tavoliere è composto da un potente pacco di rocce carbonatiche mesozoiche di facies di piattaforma che localmente possono presentarsi trasgressive coi depositi

paleogenici delle 'Calcareniti di Peschici'. Dal Miocene, durante l'intensa fase di tettonogenesi appenninica, la piattaforma assume il ruolo di avampaese con la frammentazione delle sue parti estreme in direzione NO-SE: così si è formato l'esteso semigraben del Tavoliere (costituente l'Avanfossa) e l'horst del Gargano (l'Avampaese). Di seguito, a partire dal Pliocene, si assiste al riempimento dell'Avanfossa con sedimenti prevalentemente pelitici e sabbiosi di fasces bacinale o distale di flussi torbidity provenienti dalla catena posta a NO; tale fase è accompagnata da una tettonica prevalentemente compressiva e da una tendenza alla subsidenza dell'Avanfossa, favorita dal peso del crescente pacco sedimentari

Il territorio comunale di Serracapriola, dal punto di vista geomorfologico, è caratterizzato da una conformazione di bassa collina dolcemente degradante, a partire dall'alto morfologico costituito dal rilievo del Centro Storico che raggiunge la quota di 269 m s.l.m., verso il Mare Adriatico posto a Nord e verso i fondovalli del F. Fortore e T. Saccione posti rispettivamente a Est, Sud ed Ovest.

Come noto, la conformazione del paesaggio è fortemente influenzato dalla litologia dei terreni affioranti lì dove il substrato è composto da terreni pelitici-argillosi prevalgono le forme addolcite e basso pendenti, rispetto a terreni sabbio-conglomeratici che possono pure presentare salti di pendenza. Forme eversive di versante sono state rilevate di modesta entità e vastità soprattutto sui versanti occidentali impostati sulle Argille di Montesecco.

Il territorio è inciso, come detto, da due assi fluviali principali ad andamento SW-NE e sub-parallelo tra loro: il Fiume Saccione a Ovest ed il Fortore a Est; l'abitato sorge proprio sullo spartiacque tra questi due bacini imbriferi. I loro affluenti sono di carattere tipicamente stagionale con portate che si riducono molto nella stagione secca fino ad annullarsi quasi completamente. Il pattern è di tipo dendritico per i terreni argillosi mentre assume forme di parallelo per i settori sabbio-conglomeratici ed infine una conformazione a meandri nel fondovalle soprattutto del Fortore.

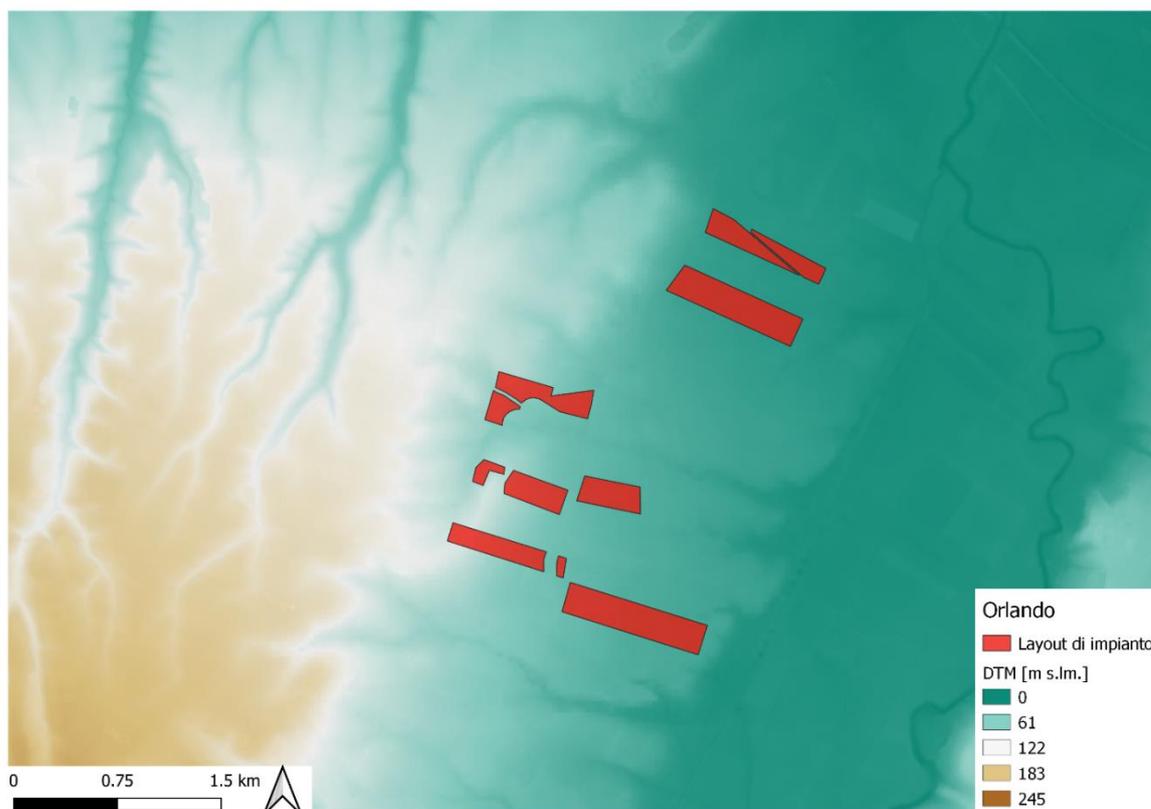


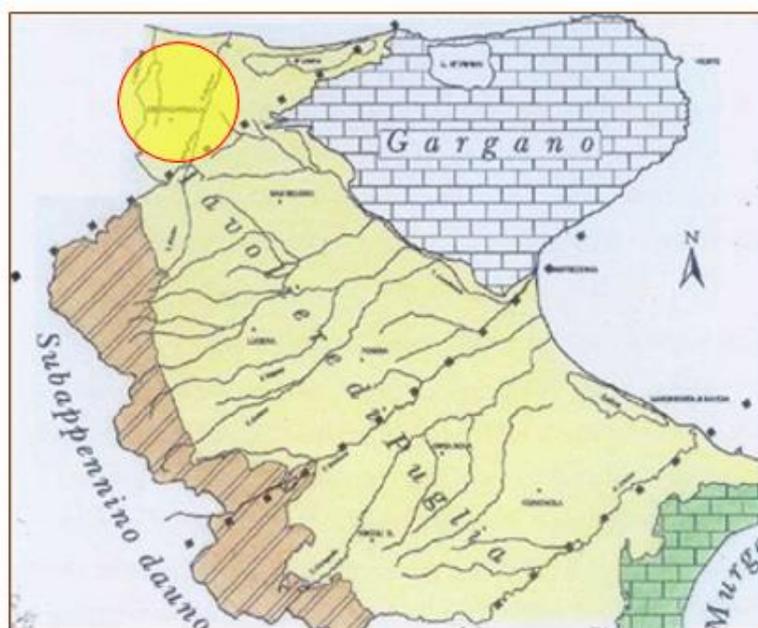
Figura 3.6: Andamento altimetrico [elevation metri s.l.m.] secondo il DTM Puglia. In rosso l'area di progetto.

### 3.2.2 Lineamenti geologici

La situazione geomorfologica, stratigrafico-strutturale, idrogeologica e tettonica dei terreni presenti nell'area è stata ricostruita partendo dai dati contenuti nel foglio 155 "San Severo" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000 redatta dal Servizio Geologico di Stato, (1967). Al momento non si dispone ancora del rilievo in scala 1:50000 (Progetto CARG), pertanto si è fatto riferimento a diverse pubblicazioni, strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti, unitamente ai dati del sottosuolo derivanti da indagini pregresse e da specifici sopralluoghi in campagna.

Da un punto di vista strettamente geologico gli affioramenti dell'area appartengono ad un grande complesso morfologico-strutturale, allungato per lo più in direzione appenninica (NO-SE), con carattere di bacino che ospita terreni prevalentemente clastici d'età plio-quadernaria ed è solcato dai torrenti e dai fiumi più importanti della Puglia nord-orientale. Trattasi di un esteso bassopiano morfologico cui si fa corrispondere la colmata del "bacino" e l'area di raccordo tra la prosecuzione verso sud della stessa colmata (Fossa Bradanica) e quella verso nord (Fossa Adriatica). L'intera area è ricoperta da depositi quaternari, in prevalenza di facies alluvionale. Tra questi prevale argilla più o meno marnosa, di probabile origine lagunare, ricoperta a luoghi da lenti di conglomerati e da straterelli di calcare evaporitico (crosta). Al di sotto dell'argilla si rinviene in generale un deposito clastico sabbioso-ghiaioso cui fa da basamento impermeabile il complesso delle argille azzurre pliocenico-calabriere che costituisce il ciclo sedimentario più recente delle argille subappennine. Queste, che sono trasgressive sulle argille azzurre infra medio-plioceniche (ciclo più antico), costituiscono i principali affioramenti argillosi.

Il substrato profondo è costituito da una potente successione calcareo-dolomitica su cui poggia l'argilla con ripetute e irregolari alternanze di livelli sabbiosi e ghiaiosi. Al di sopra di tali depositi argillosi, plio-pleistocenici, sono presenti depositi marini ed alluvioni terrazzate del Pleistocene-Olocene. La generale pendenza verso oriente rappresenta, probabilmente, l'originaria inclinazione della superficie di regressione del mare pleistocenico e dei depositi fluviali che su di essa si sono adagiati. L'area non presenta segni di dissesto in atto o potenziali.



*Figura 3.7: I distretti morfoambientali legati alla diversa struttura e costituzione litologica del sottosuolo.*

### 3.2.3 Caratterizzazione dei litotipi locali e assetto litostratigrafico

L'area in progetto ricade nel settore centrale dell'estesa piana del Tavoliere, caratterizzata da affioramenti di depositi continentali terrazzati, presenti alla quota di pochi metri al di sopra di quella degli alvei attuali e poggianti sulle formazioni argillose marine Plio-Pleistoceniche.

Questi depositi alluvionali, che nel foglio n° 408 "Foggia" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG) vengono attribuiti al "Sintema di Foggia", sono datati al Pleistocene superiore ed hanno uno spessore che varia da 10 -15 m a 40 m circa. Tale spessore è legato all'andamento del substrato sul quale si sono depositi ed all'azione erosiva superficiale.

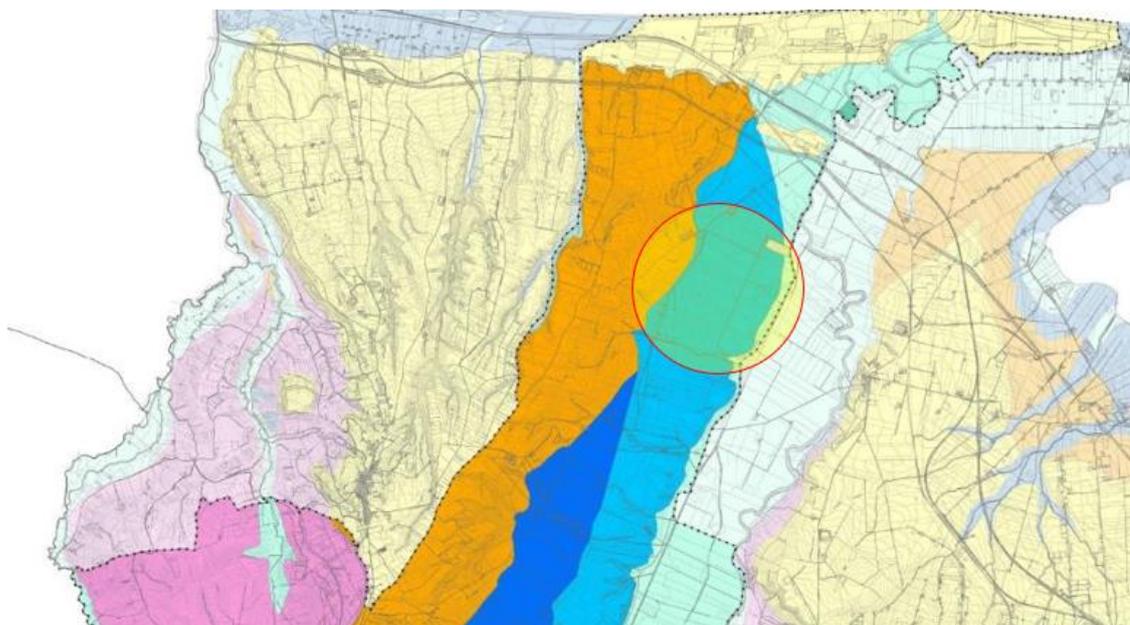


Figura 3.8: Estratto della Carta Geologica Piano regolatore Generale Comune di Serracapriola.

Come già descritto, dal punto di vista geologico generale il sottosuolo in esame è parte integrante dei depositi alluvionali olocenici, poggianti sui sedimenti plio-pleistocenici, in prevalenza formati da sabbie e argille, che costituiscono i terreni affioranti alle pendici meridionali dei Monti della Daunia, ai margini sud occidentali del Tavoliere delle Puglie, nell'Appennino Meridionale. Il basamento è costituito da una potente serie di sedimenti carbonatici di età mesozoica, in prevalenza di piattaforma.

In ambito sufficientemente ampio, circoscritto al territorio in esame, la Carta Geologica d'Italia<sup>1</sup> evidenzia una potente successione terrigena di avanfossa, sormontata tettonicamente da lembi dell'Unità tettonica della Daunia. Questi ultimi sono a loro volta coperti da una successione terrigena di avanfossa di età più recente (Pliocene superiore – Pleistocene inferiore), che viene comunemente indicata come ciclo della Fossa Bradanica.

Nello specifico si rilevano depositi ascrivibili alla formazione delle *Coperture fluvio-lacustri dei pianiti e del I ordine di terrazzi (Pleistocene Medio – Olocene)*. Si tratta di ghiaie più o meno cementate, livelli informi travertinosi con impronte di piante e gasteropodi, argille sabbiose, sabbie, calcari pulvirulenti bianchi ricoperti in genere da terre nere ad alto tenore humico.

La Figura 3.9 presenta uno stralcio della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, rappresentante la litologia, dove si mostra a scala di progetto la tipologia dei depositi.

<sup>1</sup> Foglio 155 "San Severo" scala 1:100.000.

La tipologia di depositi riconoscibili nell'area di interesse sono i depositi a componente ruditica (ciottoli, granuli, massi con diametro > 2 mm) e i depositi a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica.

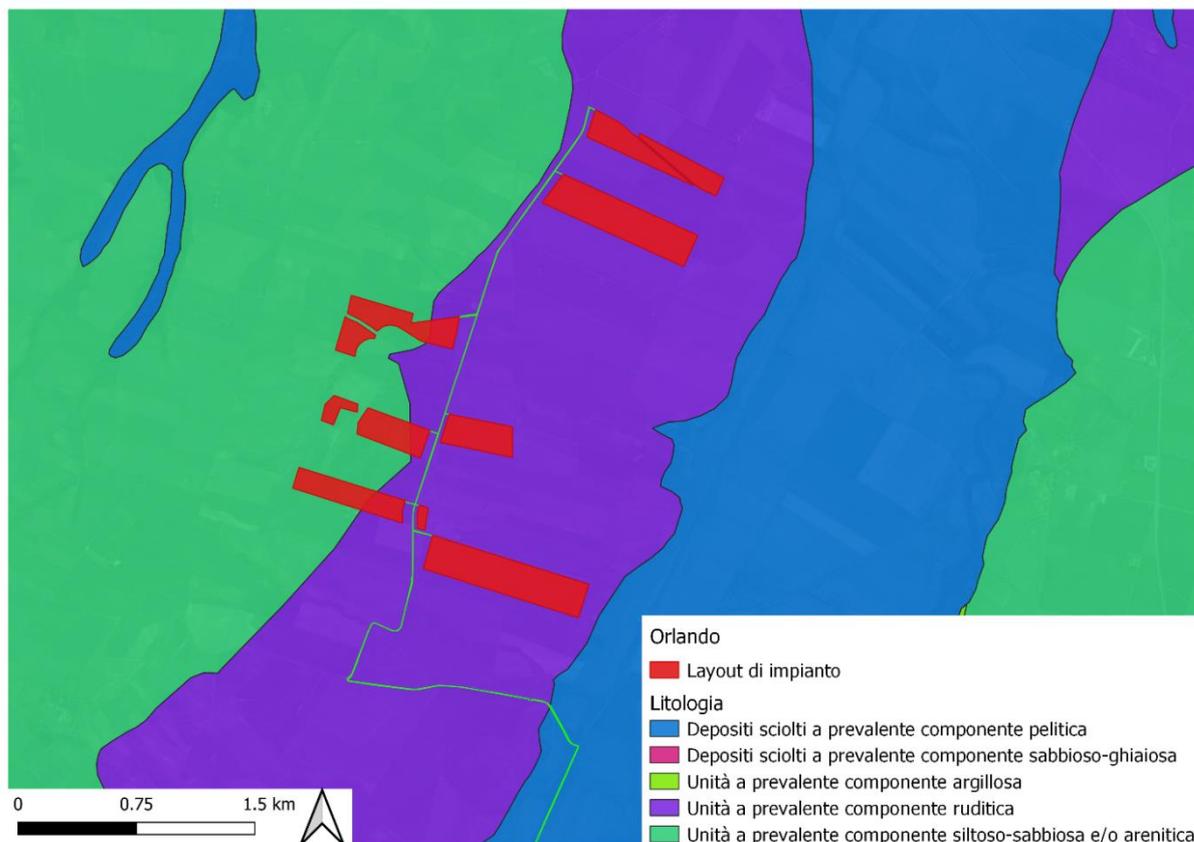


Figura 3.9: Stralcio carta idrogeomorfologica (litologia) della Regione Puglia.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione dedicata "2748\_4871\_OR\_VIA\_R05\_Rev0\_Relazione geologica e geotecnica".

### 3.2.4 Inquadramento idrogeologico

La superficie piezometrica è stata verificata direttamente misurandone il livello nei diversi pozzi presenti nell'intero comprensorio ed è stata determinata a profondità comprese tra -10 e -15 metri dal piano di campagna, con oscillazioni annuali influenzate dalle precipitazioni locali contenute nel metro.

Tenuto conto che le opere progettate interferiscono solo con i primi metri della successione stratigrafica, in quanto sia le strutture di sostegno dei singoli pannelli che Sottostazione Elettrica saranno fondate a profondità non superiori a -3,50 metri dal piano campagna, si può concludere che non c'è nessuna interferenza tra le stesse opere fondali e la superficie piezometrica della falda superficiale.

## 3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

La Puglia, presenta una situazione idrologico ambientale caratterizzata da scarsa disponibilità idrica superficiale avente distribuzione molto differenziata sul territorio. L'ambito territoriale di progetto 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.

Nello specifico, l'area di interesse rientra nell'Idro-ecoregione 16 "BasilicataTavoliere", unità idrografica 3 "Tavoliere delle Puglie".

Nell'area del Tavoliere di Puglia si individua un'idrografia superficiale piuttosto diffusa. Ciò è da mettere in relazione sia alla natura geolitologica, con affioramenti di litologie prevalentemente limo argillose che favoriscono il ruscellamento superficiale, sia anche alla collocazione morfologica e geografica, ai piedi di importanti rilievi dove si verificano intense precipitazioni e forti ruscellamenti a causa delle pendenze elevate e degli affioramenti lapidei impermeabili.

L'area di interesse, layout di progetto, linea di connessione e cabinati, è interessata dai bacini Saccione e Fortore. Tali bacini sono riconosciuti dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ADM) e interessano le regioni Molise e Puglia. Le Unità di Gestione (*Unit of Management – UoM*) di tali bacini di rilievo interregionale sono ITI022 e ITI015.

In particolare, l'area del layout di impianto e gran parte della lunghezza della linea di connessione sono interessate dal bacino Fortore, mentre la parte finale della connessione che giunge alla stazione TERNA ricade nel bacino Saccione.

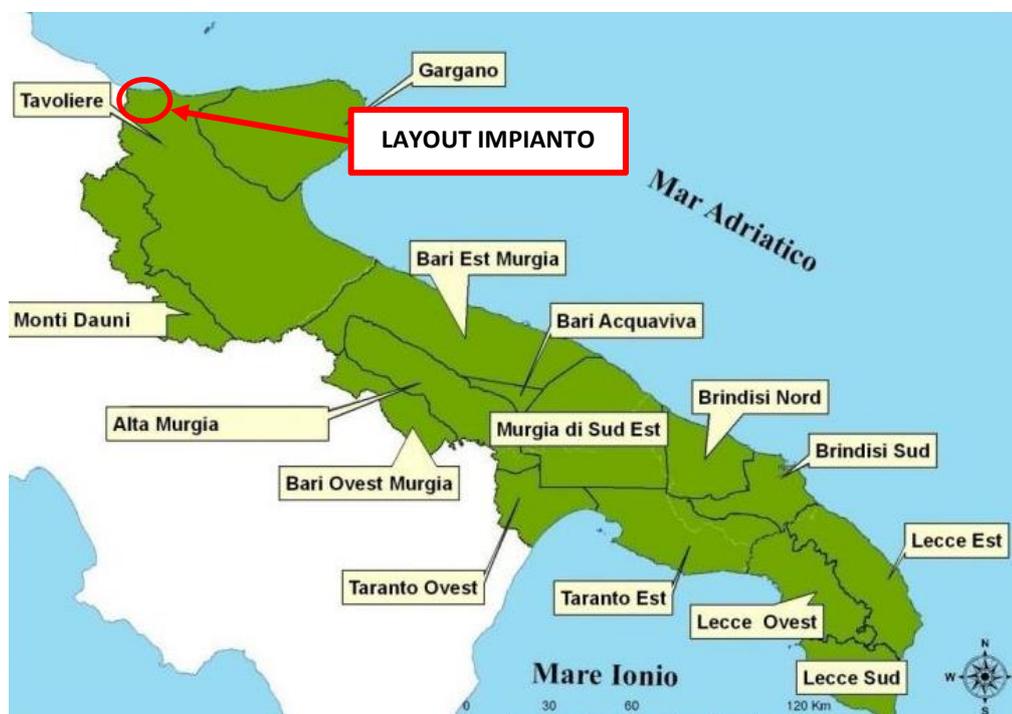


Figura 3.10: Suddivisione del territorio regionale e inquadramento area di progetto.

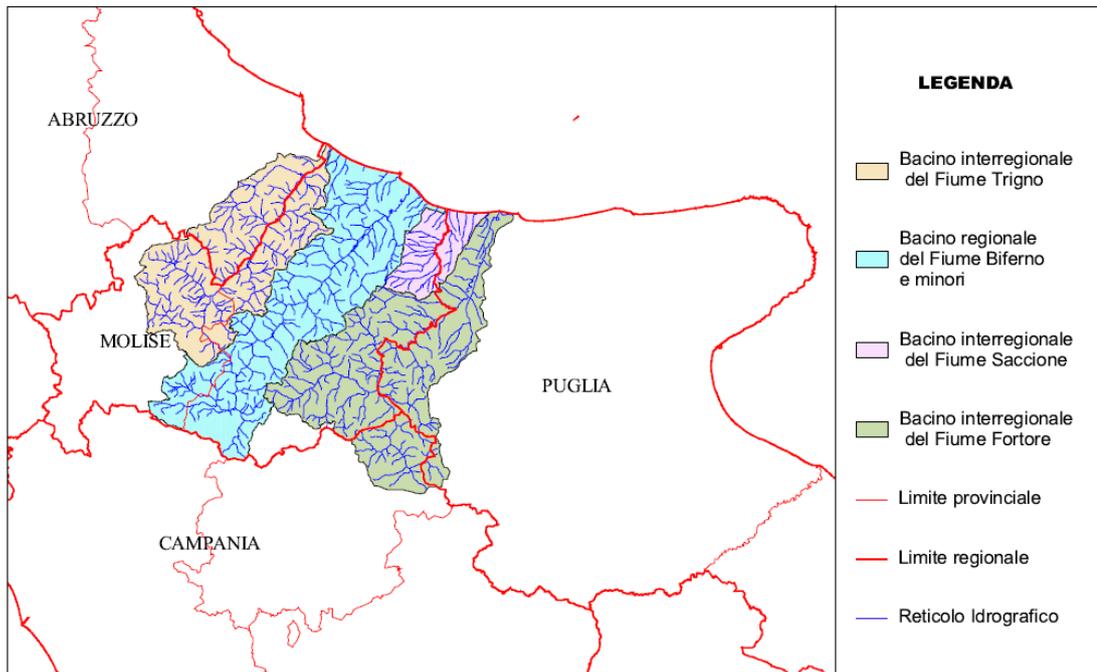


Figura 3.11: Identificazione dei bacini Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (AdB Appennino Meridionale).

**ITIO15 – Fortore**



Figura 3.12: Caratteristiche fisiografiche, reticolo idrografico e limiti della UoM ITIO15 Interregionale Fortore.

L'Unità di Gestione (UoM) è costituita da un unico bacino idrografico di circa 1 616 km<sup>2</sup>.

Dal punto di vista fisiografico, utilizzando un DEM 20x20, l'UoM ITIO15 è così composta:

- Pianura: 488 786 878 m<sup>2</sup>;
- Collina: 611 926 601 m<sup>2</sup>;

- Montagna: 516 178 821 m<sup>2</sup>.

Il bacino del fiume Fortore comprende i territori ricadenti nelle seguenti Regioni:

- Molise (697 km<sup>2</sup>) in provincia di Campobasso; territorio attraversato dal fiume Fortore e dai suoi affluenti, di cui i principali indagati per il PGRA, oltre al Fortore, sono: Torrente Tappino, Torrente Scarafone, Torrente San Nicola, Torrente Ruviato, Torrente Fiumarello, Torrente Carapelle, Vallone Senape, Torrente Succida, Torrente Chiusano, Torrente il Teverone, Torrente Celone, Torrente Cigno, Vallone Santa Maria, Vallone Covarello e Torrente Tona.
- Campania (247 km<sup>2</sup>) in provincia di Benevento; territorio attraversato dal fiume Fortore e dai suoi principali affluenti: Torrente Zucariello, Torrente Cervaro e Vallone San Pietro tutti indagati nell'ambito del PGRA I ciclo;
- Puglia (673 km<sup>2</sup>) in provincia di Foggia; territorio attraversato dal fiume Fortore e dai suoi principali affluenti: Torrente La Catola, Fiume San Pietro, Torrente Sente e Fiume Staina tutti indagati nell'ambito del PGRA I ciclo.

Il tratto di costa riferito alla UoM si affaccia sul Mar Adriatico, in provincia di Foggia, comprende la foce del fiume Fortore ricadente nei Comuni di Lesina e Serracapriola.

Dal punto di vista idraulico, in relazione alla possibile formazione delle piene si individuano 3 settori:

- il primo è costituito dall'Alto Fortore ossia dal tratto del F. Fortore a monte dell'invaso di Occhito, con i tratti terminali del suo affluente principale T. Tappino;
- il secondo è costituito dal Basso Fortore ossia dal tratto del F. Fortore a valle dell'invaso di Occhito, con il tratto terminale dei suoi affluenti principali T. Tona, T. Sente;
- il terzo è costituito dal reticolo minuto, affluenti del fiume Fortore non rientranti nel primo.

### ITI022 - Saccione



*Figura 3.13: Caratteristiche fisiografiche, reticolo idrografico e limiti della UoM ITI022 Interregionale Saccione.*

L'Unità di Gestione (UoM) del Saccione è costituita da un unico bacino idrografico di circa 263 km<sup>2</sup>. Dal punto di vista idrografico, utilizzando un DEM 20x20, l'UoM ITI022 è composta:

- Pianura: 280 281 375 m<sup>2</sup>

- Collina: 10 045 192 m<sup>2</sup>

Il bacino del fiume Saccione comprende i territori ricadenti nelle seguenti Regioni:

- Molise (202 km<sup>2</sup>) in provincia di Campobasso; territorio attraversato dal fiume Saccione e dai suoi affluenti, di cui i principali indagati per il PGRA, oltre al Saccione, sono: Torrente Sapestra, Torrente Mannara, Fosso Camarelle, Vallone della Lavandaia, Vallone Sassi, Vallone tre Valloni, Canale di Madonna Grande e Canale Orientale Acque Alte.
- Puglia (61 km<sup>2</sup>) in provincia di Foggia; territorio attraversato dal fiume Saccione e dai suoi principali affluenti: Torrente Mannara e Canale Bivento.

Il tratto di costa riferito alla UoM si affaccia sul Mar Adriatico, in provincia di Foggia e Campobasso, comprende la foce del fiume Saccione ricadente nei Comuni di Campomarino e Chieti.

Dal punto di vista idraulico, in relazione alla possibile formazione delle piene si individuano 2 settori:

- il primo è costituito dal Torrente Saccione con i tratti terminali dei suoi affluenti principali;
- il reticolo minuto affluenti del torrente Saccione non rientranti nel punto precedente.

### 3.3.1 Inquadramento idrologico e idraulico

L'area interessata dal progetto ricade all'interno dei bacini Fortore e Saccione, i cui principali fiumi sono gli omonimi Fortore e Torrente Saccione.

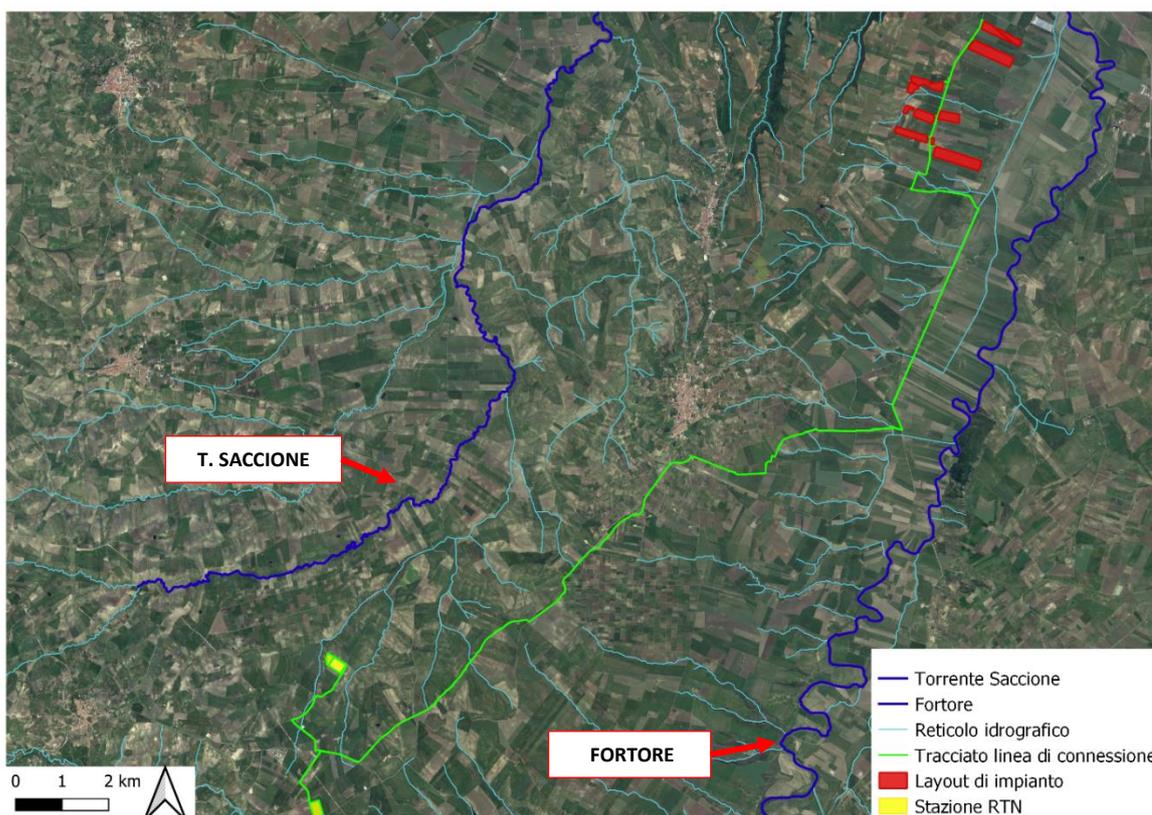


Figura 3.14: Stralcio carta dei corsi d'acqua ricadenti nei bacini Fortore e Saccione. In evidenza l'area di progetto e i fiumi principali.

I corsi d'acqua del Tavoliere meridionale hanno un andamento subparallelo con direzione da Sud-Ovest a Nord-Est e presentano un tracciato irregolare.



I bacini Fortore e Saccione assumono, per alcuni tratti, un andamento a meandri. Le portate medie dei torrenti che solcano il Tavoliere sono assai esigue. Il regime è fortemente irregolare, caratterizzato da magre estive e da piene autunnali-invernali, che in passato hanno dato luogo a rovinose inondazioni.

Il bacino idrografico del torrente Saccione è modesto ed ha una portata molto minore del Cigno, affluente del Biferno. D'estate il suo corso d'acqua diventa poco più che un rigagnolo.

Il Torrente Saccione nasce tra Montelongo e Montorio nei Frenati ed è lungo circa 38 km. Percorre i suoi primi chilometri in territori molisani e sfocia nel mar Adriatico, tra Puglia e Molise, tramite un piccolo bacino artificiale. Il Saccione interessa i comuni di Montelongo, Rotello, San Martino in Pensilis e Campomarino, in Molise e i comuni di Serracapriola e Chieuti in Puglia.

Il fiume Fortore rappresenta l'elemento idrografico principale, ma a differenza di tutti i corsi d'acqua del Tavoliere che scorrono in direzione NO-SE, il Fortore defluisce in direzione SSO-NNE seguendo lo schema dei fiumi del medio Adriatico.

### **3.4 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE**

I comuni di Serracapriola (FG) e Rotello (CB) appartengono al Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, le Unità di Gestione (UoM) sono:

- ITI022: Bacino Saccione
- ITI015: Bacino Fortore

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 qualitativa-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.

### 3.4.1 Piano Assetto Idrologico (PAI)

I Piani Stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (di seguito definito PAI) del Fiume Fortore e del Torrente Saccione 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 idrografico del Fortore, 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:

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

Il PAI si articola in Piano per l'assetto idraulico e Piano per l'assetto di versante e contiene la individuazione e perimetrazione delle aree a pericolosità e a rischio idrogeologico, le norme di attuazione, le aree da sottoporre a misure di salvaguardia e le relative misure.

Il PAI contiene, in particolare, secondo le indicazioni del D.P.R. 18 luglio 1995:

- a) l'attuale stato delle conoscenze relative:
  - al sistema fisico;
  - al sistema antropico;
  - al sistema normativo e di programmazione territoriale;
- b) l'individuazione e la quantificazione delle situazioni di degrado sotto il profilo idrogeologico, nonché delle relative cause;
- c) le direttive alle quali deve uniformarsi la sistemazione idrogeologica;
- d) l'indicazione delle opere necessarie per garantire il corretto assetto idrogeologico;
- e) la normativa e gli interventi rivolti a regolamentare l'estrazione dei materiali litoidi dal demanio fluviale e lacuale e le relative fasce di rispetto, che debbono essere individuate per garantire la tutela dell'equilibrio geomorfologico dei terreni e dei litorali;
- f) l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche, al fine della conservazione del suolo, della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici;
- g) i criteri per la definizione delle priorità degli interventi.

#### 3.4.1.1 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:

- 1) per le aree studiate su base idraulica:

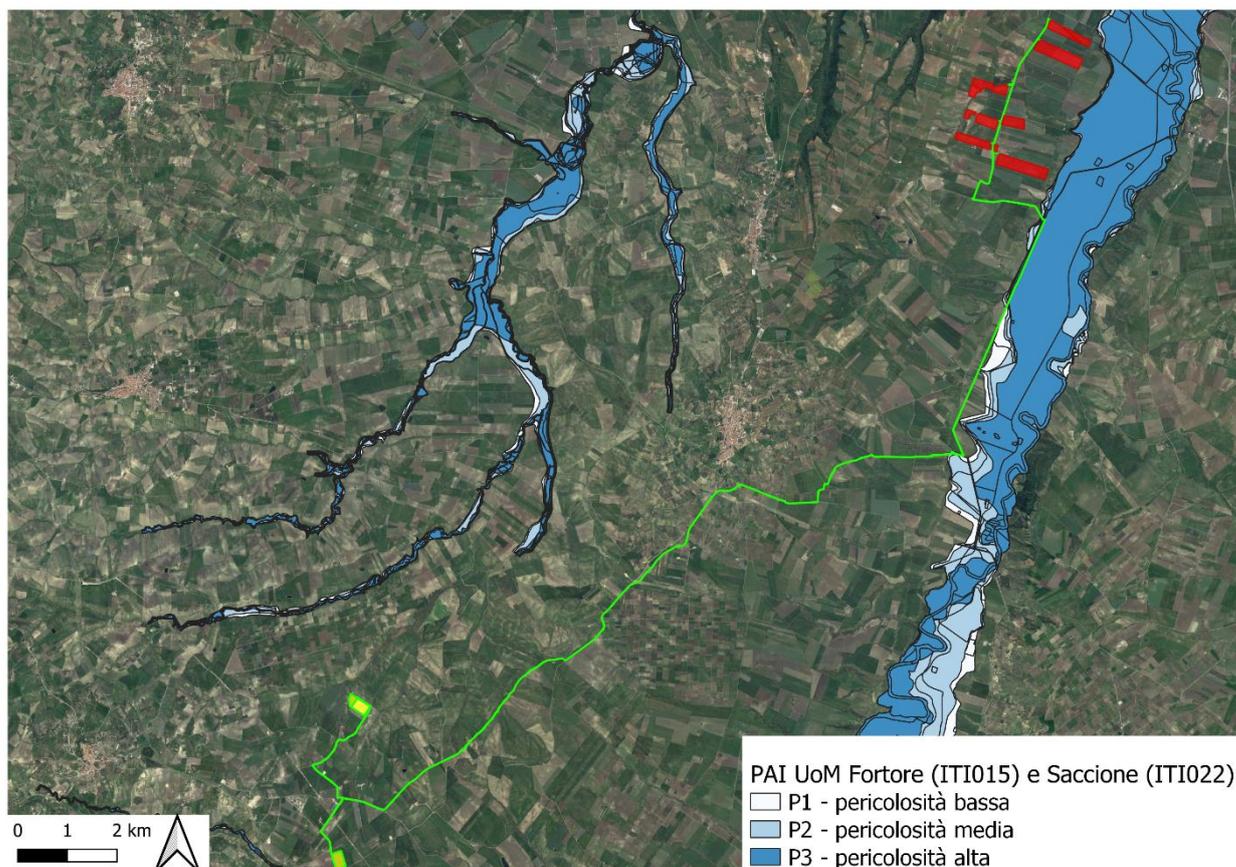
- a) **Aree a pericolosità idraulica alta (P3):** aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- b) **Aree a pericolosità idraulica moderata (P2):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e minore o uguale a 200 anni;
- c) **Aree a pericolosità idraulica bassa (P1):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale a 500 anni.

2) per le aree studiate su base geomorfologica:

- a) Alveo attivo, aree golenali ed alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di breve periodo;
- b) Alveo attivo, aree golenali ed alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di medio periodo;
- c) Alveo attivo, aree golenali ed alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di lungo periodo.

Le mappature delle aree a pericolosità idraulica risalgono al 2013, mentre le Norme di Attuazione, disponibili sul sito dell'AdB DAM, sono state adottate con Deliberazione del Comitato Istituzionale N. 99 (per Saccione) e N.102 (per Fortore) del 29 settembre 2006. Per i bacini in analisi non sono disponibili aggiornamenti o s.m.i.

Il layout di impianto non interferisce con i due Piani Assetto Idrogeologico di Pericolosità idraulica. Il cavo di connessione interferisce in due punti con il Piano Assetto Idrogeologico di Pericolosità idraulica del bacino Fortore.





### 3.4.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Lo strumento vigente sul territorio è il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – I ciclo (PGRA) approvato con Delibera del 3/3/2016 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Liri-Garigliano integrato con i componenti designati dalle regioni ricadenti nel distretto.

Secondo quanto indica il PGRA, il territorio dell’unità regionale Puglia/Ofanto coinvolge territori interessati da eventi alluvionali contraddistinti da differenti meccanismi di formazione e propagazione dei deflussi di piena, motivo per cui, al fine di orientare meglio le scelte di piano è stato ulteriormente suddiviso in 6 Ambiti Territoriali Omogenei. San Severo ricade in quello definito “Fiumi Settentrionali”, che è così descritto:

“L’ambito dei bacini fluviali con alimentazione appenninica è caratterizzato dalla presenza di reticoli idrografici ben sviluppati con corsi d’acqua che, nella maggior parte dei casi hanno origine dalle zone pedemontane dell’Appennino Dauno. Tali corsi d’acqua sottendono bacini di alimentazione di rilevante estensione, dell’ordine di alcune migliaia di kmq, che comprendono settori altimetrici di territorio che variano da quello montuoso a quello di pianura. Mentre nei tratti montani di questi corsi d’acqua i reticoli denotano un elevato livello di organizzazione gerarchica, nei tratti medio-vallivi le aste principali degli stessi diventano spesso le uniche aree fluviali appartenenti al bacino.”

Importanti sono state le numerose opere di sistemazione idraulica e di bonifica che si sono succedute, a volte con effetti contrastanti, nei corsi d’acqua del Tavoliere. Dette opere hanno fatto sì che estesi tratti dei reticoli interessati presentino un elevato grado di artificialità, tanto nei tracciati quanto nella geometria delle sezioni, che in molti casi risultano arginate.

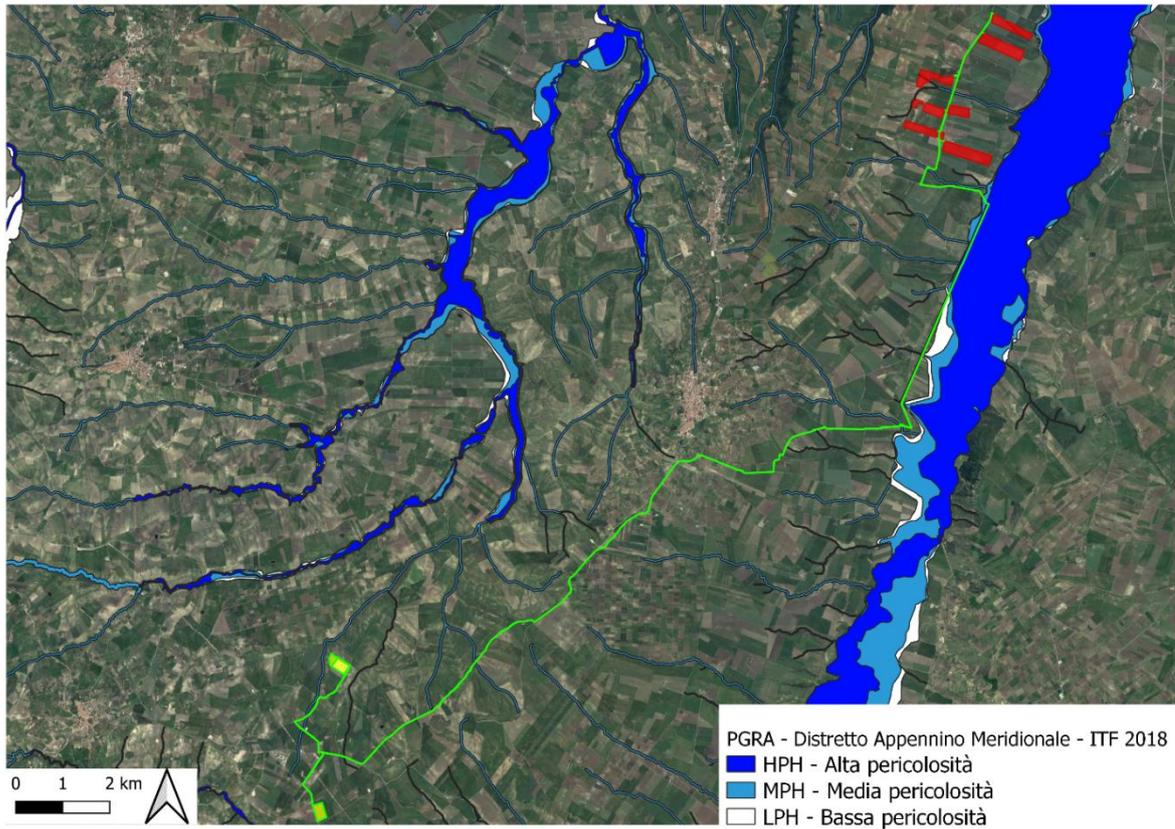
Nelle aree a bassa probabilità idraulica sono consentiti tutti gli interventi e le attività possibili nelle aree ad alta e media probabilità di inondazione, senza l’obbligo di presentazione dello studio di compatibilità idraulica. Secondo le NTA *“l’edificabilità è subordinata alla condizione che i manufatti siano realizzati con accorgimenti atti a ridurre la vulnerabilità. La realizzazione dei manufatti deve inoltre risultare coerente con la pianificazione di Protezione Civile”* (Norme Tecniche di Attuazione PAI, art.11 Interventi consentiti nelle aree a bassa probabilità di inondazione (B.P.)).

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 Geoportale Nazionale fornisce le aree allagabili del PGRA dei vari distretti e UoM. Per i bacini Fortore e Saccione, il PGRA 2018 riconosce le aree di pericolosità idraulica del PAI e aggiunge una fascia di rispetto dei 20-40 metri attorno ai corsi idrici principali.

Il layout di progetto non interferisce con il PGRA, mentre il cavo di connessione interferisce con il PGRA, nelle aree a pericolosità alluvionale media e alta.

Eventuali interferenze presenti con corsi irrigui minori saranno superate mediante TOC (trivellazione orizzontale controllata). Nel capitolo 5 viene presentato lo studio di compatibilità idraulica dell’impianto fotovoltaico e della linea di connessione.



## **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:

- rispetto del PAI sulla base dell'ultimo aggiornamento 11/2019 nella predisposizione del layout;
- 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.

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a Terna S.p.A., tale soluzione emessa da Terna con codice pratica 202100543 è stata accettata dalla proponente e prevede la connessione dell'impianto in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/50 kV di Rotello.

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 83,63 MW è così costituito da:

- n.9 Cabine di Raccolta 36 kV di connessione. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT1 contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n. 19 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa a 36kV; 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;
- 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.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).



Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati di tecnici maggior dettaglio si rimanda all'elaborato di progetto specifico.

#### **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 132 celle, indicativamente della potenza di 670 W<sub>p</sub>, 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.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di moduli fotovoltaici utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica ed è realizzata assemblando in sequenza diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato.

- vetro temperato con trattamento anti-riflesso;
- EVA (etilene vinil acetato) trasparente;
- celle FV in silicio monocristallino.

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° -55°.

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni antifurto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali
- inclinazione sull'orizzontale +55° -55°
- Esposizione (azimut): 0°
- Altezza min: 0,50 m (rispetto al piano di campagna)
- Altezza max: 4,815 m (rispetto al piano di campagna)

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto, la recinzione sarà formata da rete metallica a pali fissati nel terreno con plinti.

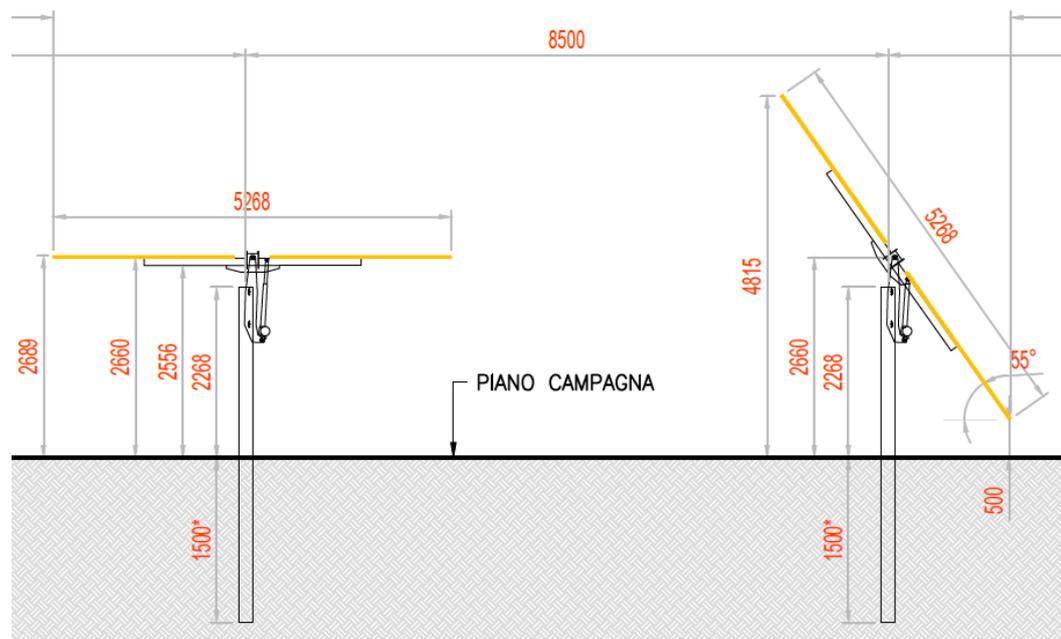


Figura 4.1: Particolare strutture di sostegno moduli, sezione trasversale.

#### 4.1.2 Cabine di campo o Power Station

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

Le cabine saranno costituite da elementi prefabbricati suddivisi in più scomparti e saranno progettate per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. Le pareti e il tetto saranno tali da garantire impermeabilità all'acqua e il corretto isolamento termico. Il locale avrà le dimensioni indicative riportate in e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.

Per ognuna delle cabine è indicativamente prevista la realizzazione di un impianto di ventilazione naturale che utilizzerà un sistema di griglie posizionate nelle pareti in due differenti livelli e un impianto di condizionamento e/o di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature che entrerà in funzione nel periodo di massima temperatura estiva.

#### 4.1.3 Cavi di potenza e di controllo

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico avverrà tramite linee in cavo a diversi livelli di tensione. Tali cavi saranno, posati in canalizzazioni protettive adeguate al tipo di posa o in alternativa direttamente interrati, ad esclusione dei cavi di distribuzione in CC (cavi di collegamento dai moduli FV alle SB) che saranno posizionati all'interno di tubi protettivi fissati all'interno delle strutture metalliche di supporto dei moduli.

Il cavo sarà provvisto di una guaina a spessore maggiorato di uno speciale composto termoplastico che migliora notevolmente la resistenza allo schiacciamento e all'impatto. Esso sarà progettato per tutte quelle situazioni dove è fondamentale la protezione contro i danneggiamenti.

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**

Sarà prevista una rete di drenaggio in corrispondenza dei principali solchi di drenaggio naturali esistenti, identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno.

La sostenibilità e l'attenzione alle acque non riguarda solo la progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche ma risale 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 rete di drenaggio sarà costituita da fossi di forma trapezoidale scavati nel terreno naturale e non rivestiti; tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore di progetto, al netto della naturale infiltrazione nel suolo, verranno intercettate dalle canalette drenanti realizzate.

La progettazione della rete dovrà avvenire 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.

Il dimensionamento della rete di drenaggio avverrà principalmente lungo i solchi naturali; in tal modo non si modifica la rete naturale e si evita che si verifichino interferenze dovute alla costruzione della viabilità, alla disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto.

La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala di scotico, ma solo il taglio vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività. La viabilità di cantiere è assunta in materiale drenante. Non è prevista l'impermeabilizzazione di alcuna area se non trascurabilmente (cabine di campo). Tutto ciò contribuisce alla riduzione dell'impatto delle opere complessive.

Inoltre, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque dal sito, nel presente progetto si prevede di utilizzare tecniche di progettazione a basso impatto, che prevedono sistemi distribuiti di infiltrazione e laminazione delle acque, in somiglianza alle dinamiche naturali del reticolo di drenaggio.

Il carico idrico sul ricettore viene in questo modo ridotto andando a decentrare i flussi di acqua meteorica in più diramazioni, permettendo l'infiltrazione in punti dislocati, sfruttando i bacini che si rinverdiranno spontaneamente.

Fin dalla fase di cantiere, saranno realizzati i drenaggi di progetto, evitando quindi anche durante la fase di costruzione possibili ostruzioni o modifiche dei drenaggi naturali. La viabilità di cantiere sarà in materiale drenante.

L'attività di preparazione dell'area descritta sarà, in termini idrologici, paragonabile alla preparazione del terreno presemina.

Per un approfondimento in merito alle opere di mitigazione e compensazione previste si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale. Tutte queste opere mitigative e compensative concorreranno al miglioramento della copertura del suolo, alla permeabilità dell'area ed alla regimazione delle acque oggi in parte assente.

## 4.2 LINEA DI CONNESSIONE

L'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 36 kV alla Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150 kV di "Rotello". Per il progetto in questione sono state analizzate due possibili soluzioni di connessione, condivise con TERNA, che deve esprimere il suo parere in merito alla soluzione definitiva.

La prima soluzione prevede che l'impianto sia connesso in antenna a 36 kV alla sezione 36 kV dell'ampliamento della SE 380/150 kV "Rotello" localizzato in prossimità della Sottostazione Elettrica stessa. Tale connessione avverrà tramite cavidotto a 36 kV con una lunghezza di circa 30 km.

La seconda soluzione prevede invece che l'impianto sia collegato, tramite circa 27,4 km di cavidotto a 36 kV, in antenna a 36 kV al satellite 36 kV di nuova localizzazione, collegato a sua volta mediante cavidotto 150 kV (di lunghezza pari a 4,56 km) alla SE 380/150 kV "Rotello" esistente.

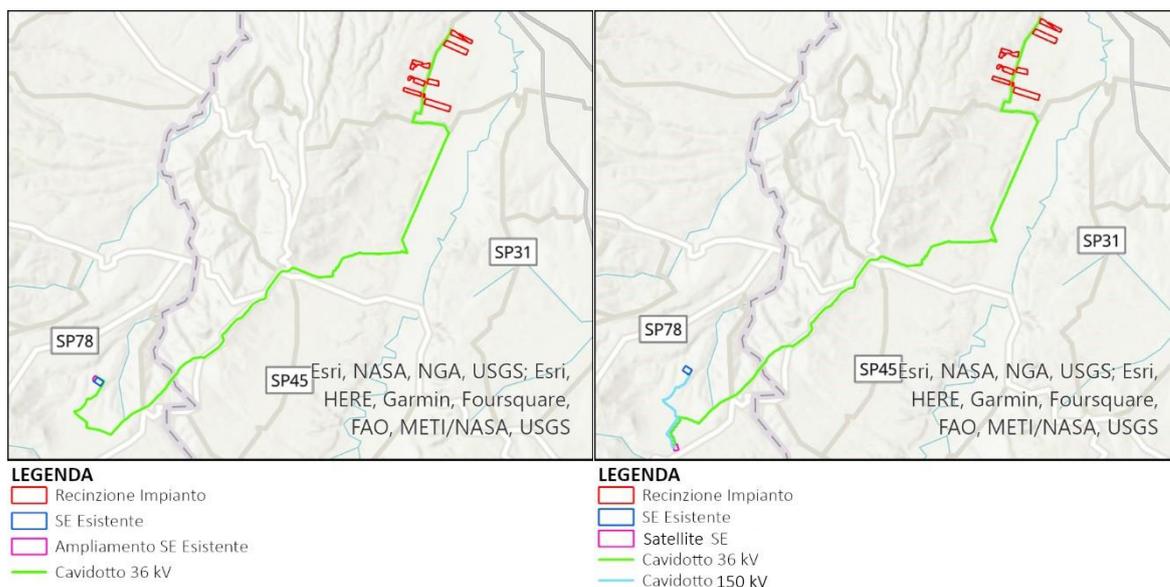
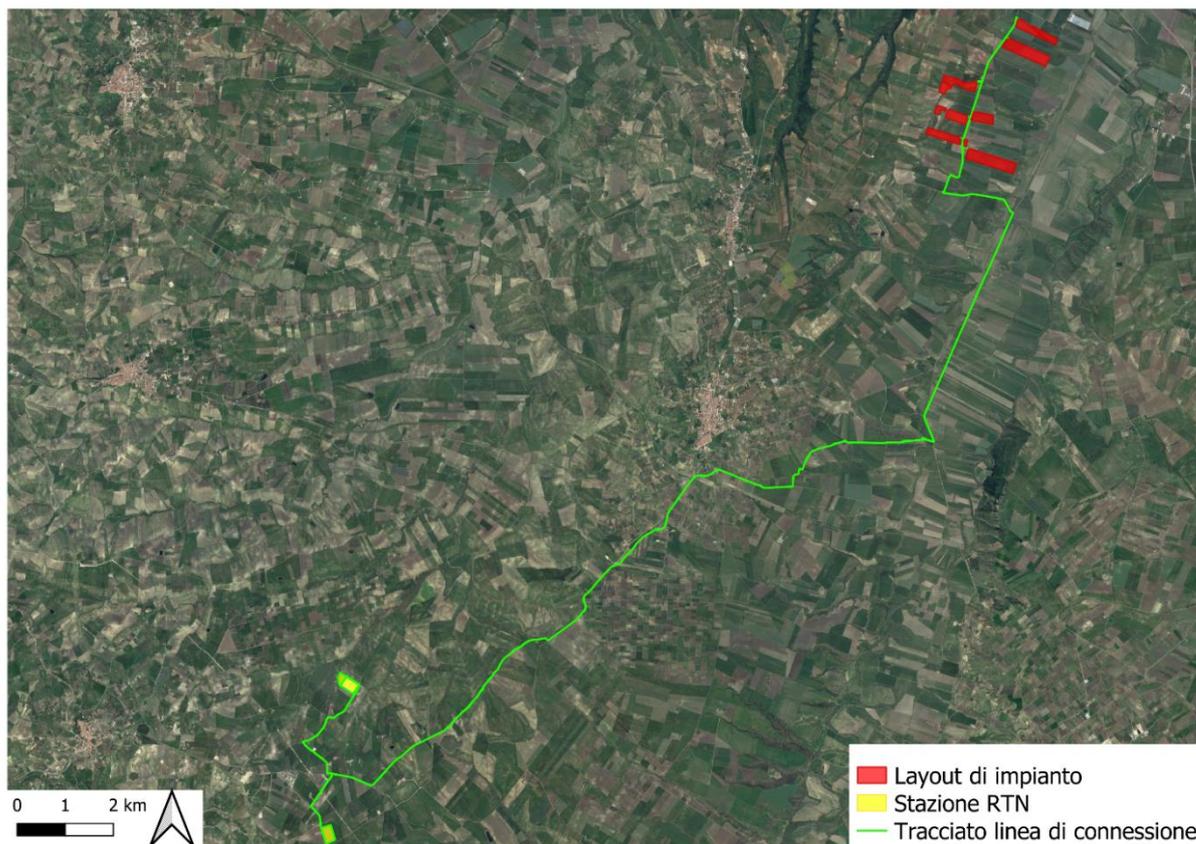


Figura 4.2: Soluzioni di Connessione alla SE 380/150 "Rotello"

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

Secondo la normativa vigente, i cavidotti a media tensione, devono avere un interrimento di 1,10-1,40 metri al di sotto del piano campagna.

In corrispondenza dell'attraversamento di interferenze (tubazioni profonde, corsi d'acqua naturali/antropici, opere ferroviarie, ecc.) queste saranno superate mediante adozione della soluzione tecnologica consistente nella TOC. Il paragrafo 5 ha inoltre valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.



*Figura 4.3: Ubicazione dei due tracciati della linea di connessione.*

## 5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E LINEA DI CONNESSIONE

In questo capitolo è presente lo studio di compatibilità idraulica, si individuano i possibili punti/tratti di interferenza tra le opere in progetto e aree a pericolosità idraulica, oltre che l'interferenza con il reticolo idrico.

Per la classificazione delle aree si è fatto riferimento al PAI e PGRA, definendo il grado di pericolosità idraulica. Nella maggior parte dei casi si riscontrano interferenze rispetto al PGRA. In aggiunta, per l'identificazione di canali minori dei bacini Fortore e Saccione è stata consultata la cartografia di base disponibile sul Geoportale Nazionale su scala 1:25.000.

### 5.1 LAYOUT DI PROGETTO

L'area di progetto risulta interessata dalla presenza di corpi idrici, tale vincolo è stato recepito nel progetto non considerando la fascia di rispetto di tali elementi per l'installazione delle opere principali dell'impianto. Il paragrafo 5.1 analizza queste interferenze al fine di valutare la minima estensione della fascia di rispetto da considerare.

Nell'area catastale disponibile per l'impianto fotovoltaico è presente un'area a pericolosità idraulica media, secondo l'ultimo aggiornamento del PGRA, come mostrato in Figura 5.1. Le aree di progetto interessate sono C4 e C5.

Tale vincolo è stato recepito nel progetto non considerando le aree classificate con pericolosità idraulica media per l'installazione delle opere principali dell'impianto.



Figura 5.1: Area di progetto interessata da aree a pericolosità.

### 5.2 LINEA DI CONNESSIONE

Le soluzioni adottate per le interferenze con la linea di connessione sono di tipo 'trenchless', ovvero una tipologia di interrimento del cavo che non prevede il tradizionale scavo a cielo aperto. Tra le tipologie di *trenchless* vi sono: TOC, microtunnel, spingitubo, ecc.

Nella maggior parte delle interferenze analizzate si prevede l'adozione della TOC, ma, in accordo col gestore, possono essere prese in considerazione altre tecnologie trenchless minormente invasive.

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico avverrà tramite linee in cavo a diversi livelli di tensione e i cavi saranno posizionati ai sensi della normativa vigente. Nel corso della relazione, 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.

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	Sfondato	Media	TOC
P02	Fontanelle	Media	TOC
P03	Rapulla	Alta	TOC
P04	Canale739	Media	Tecnologia trenchless
P05	Pisolare	Media	TOC
P06	Elemento idrico	-	TOC
P07	Elemento idrico	-	TOC
P08	Elemento idrico	-	TOC
P09	Torrente Manara D	Media	TOC
P10	Elemento idrico (SN_1)	Media	TOC
P11	Torrente Manara	Media	TOC
P12	Torrente Manara	Media	TOC
A01	Area allagabile	Alta (PGRA)	Cavo interrato
A02	Area allagabile	Bassa (PAI)	Cavo interrato

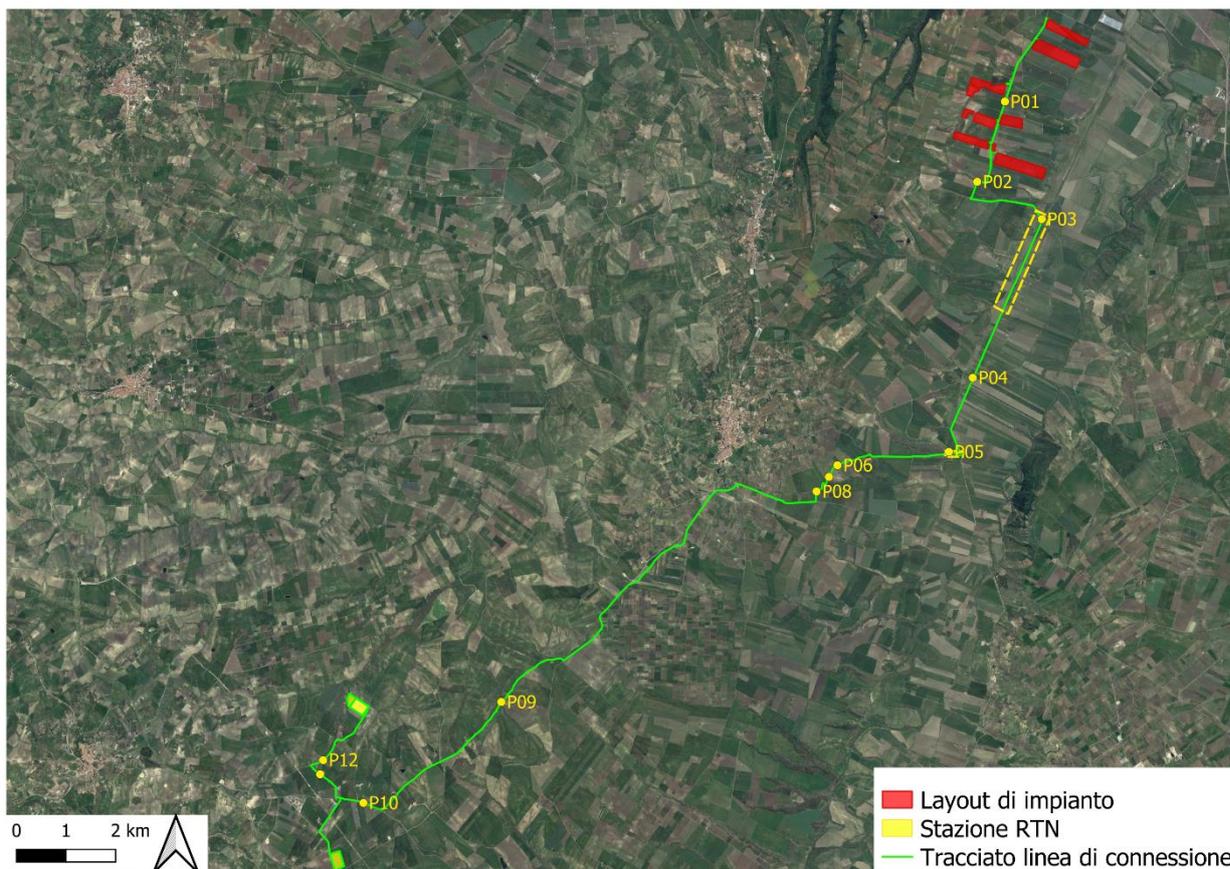


Figura 5.2: Ubicazione delle interferenze lungo la linea di connessione.

## 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 segue 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.

#### 5.3.2.1 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.

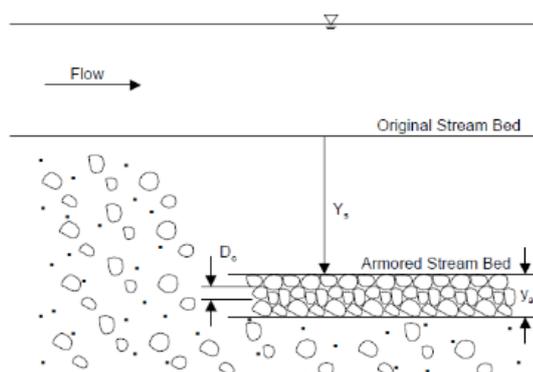


Figura 5.3: Dinamica erosione a lungo termine per corazzamento (fonte FHWA).

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.

### 5.3.2.2 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.

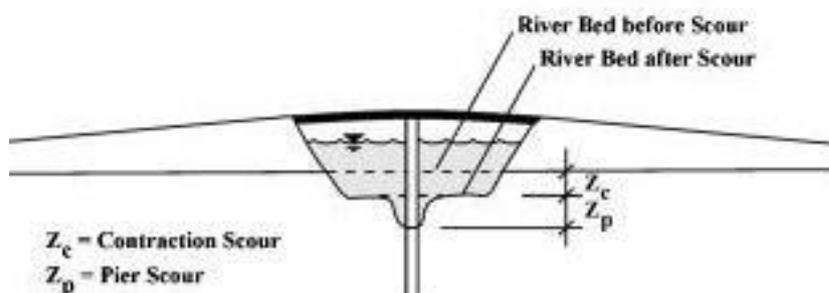


Figura 5.4: Erosioni assunte in corrispondenza di un ponte di attraversamento stradale (fonte FHWA).

#### 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 pila.

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.

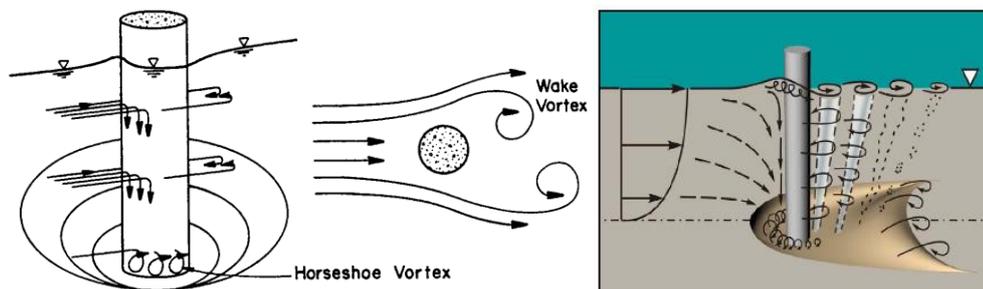


Figura 5.5: Dinamica di erosione in corrispondenza di pile strette (fonte FWHA).

## 5.4 RISOLUZIONI INTERFERENZE LINEA DI CONNESSIONE

Per quanto riguarda la linea di connessione, questa risulta ricadere in aree a pericolosità idraulica, sulla base delle mappe di pericolosità consultate. Trattandosi di interferenze con corsi irrigui notevoli, di media pericolosità idraulica, è necessario l'impiego di TOC per il superamento di tali discontinuità.

Lungo il percorso di connessione alla cabina di trasformazione sono state individuate 12 interferenze con fasce di pericolosità idraulica media e alta, secondo il PGRA 2018 dei bacini di Fortore e Saccione, appartenenti al Distretto dell'Appennino Meridionale (DAM).

Inoltre, un tratto del percorso di connessione ricade in un'area a pericolosità alta secondo il PGRA per circa 2 km, mentre un tratto del cavo di connessione ricade in un'area a pericolosità bassa secondo il PAI per circa 300 metri.

### 5.4.1 P01

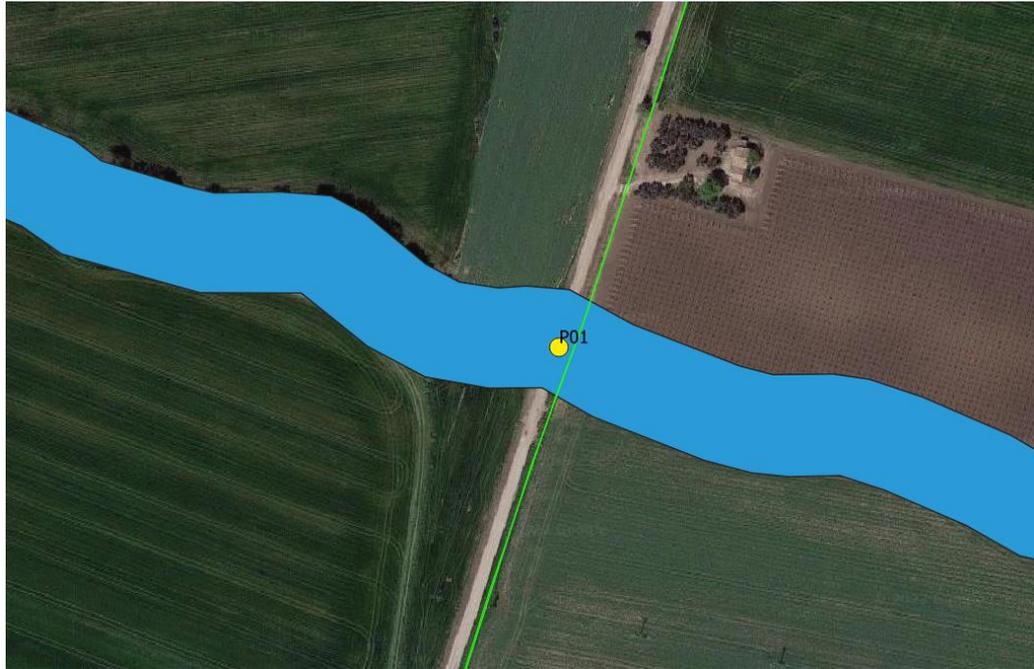
#### 5.4.1.1 Identificazione

L'interferenza è situata lungo la strada asfaltata (Strada Provinciale 42b) che si trova in mezzo al layout di impianto e lo percorre in direzione NE-SO. Si tratta di un'area allagabile classificata con pericolosità idraulica media e tale area interferisce con il tracciato di connessione per circa 40 metri.

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

Tabella 5.2: Riepilogo interferenza P01.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P01	Sfondato	Media	TOC



*Figura 5.6: Ubicazione interferenza P01, stralcio PGRA – pericolosità media.*



*Figura 5.7: Ortofoto interferenza P01.*



*Figura 5.8: Interferenza P01.*

#### *5.4.1.2 Osservazioni*

L'area in oggetto è adibita ad attività di tipo agricolo ed è classificata con pericolosità idraulica media secondo il PGRA, dovuta alla presenza di un canale affluente del fiume Fortore.

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

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

#### *5.4.1.3 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 di **52** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

#### *5.4.1.4 Verifica di compatibilità idraulica*

A causa della pericolosità media in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P01.

Si prevede una profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a 3 metri.

La TOC si svilupperà per 10 metri prima e dopo l'interferenza.

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

### **5.4.2 P02**

#### *5.4.2.1 Identificazione*

L'interferenza è situata lungo la Strada Provinciale 42b, poco prima dell'incrocio con la Strada Provinciale 41b. In questo punto, il tracciato della linea di connessione interferisce con il canale Fontanelle, affluente del Fiume Fortore, e ricade in una fascia di pericolosità media secondo il PGRA.

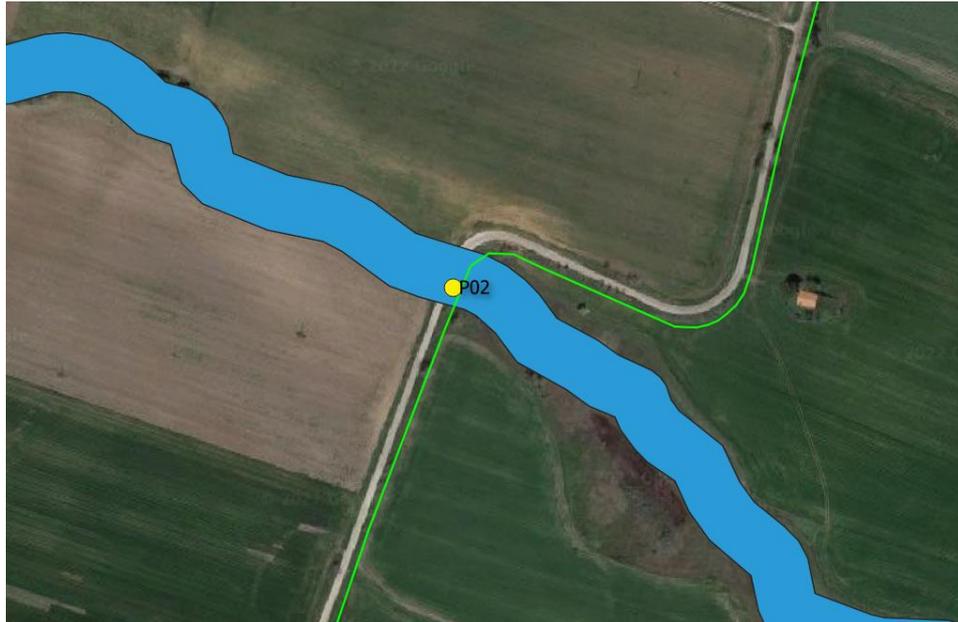


La fascia allagabile attorno a tale elemento idrico occupa una larghezza di 40 metri e per tutta questa lunghezza interferisce con il cavo di connessione.

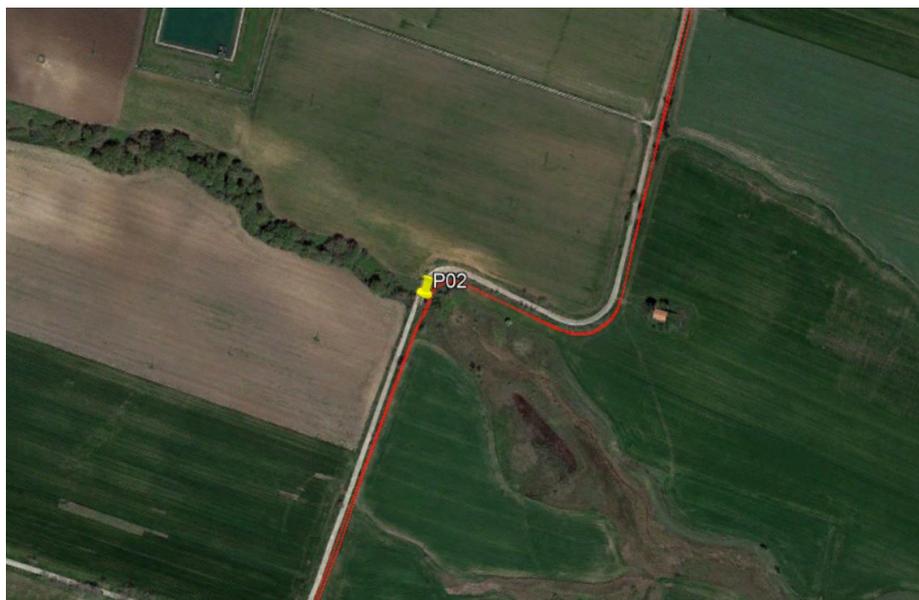
Di seguito uno stralcio del PGRA, con evidenziato il tracciato di connessione.

*Tabella 5.3: Riepilogo interferenza P02.*

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P02	Fontanelle	Media	TOC



*Figura 5.9: Ubicazione P02 e stralcio PGRA – pericolosità media.*



*Figura 5.10: Ortofoto interferenza P02.*



*Figura 5.11: Interferenza P02.*

#### *5.4.2.2 Osservazioni*

L'interferenza è dovuta ad un canale, affluente del Fortore, che appare vegetato e il cui passaggio avviene in continuità al di sotto del manto stradale grazie alla presenza di un ponte.

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

#### *5.4.2.3 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 di **69** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

#### *5.4.2.4 Verifica di compatibilità idraulica*

A causa della pericolosità media in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P02.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a 3 metri.

La TOC si svilupperà per 10 metri prima e dopo l'interferenza.

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

### **5.4.3 P03**

#### *5.4.3.1 Identificazione*

L'interferenza è situata lungo la Strada Statale 41b. In questo punto, il tracciato della linea di connessione interferisce con un canale (Rapulla) che costeggia la Strada Provinciale 42b che ricade in una fascia di pericolosità alta secondo il PGRA.

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in rosso il tracciato di connessione.

Tabella 5.4: Riepilogo interferenza P03.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P03	Rapulla	Alta	TOC

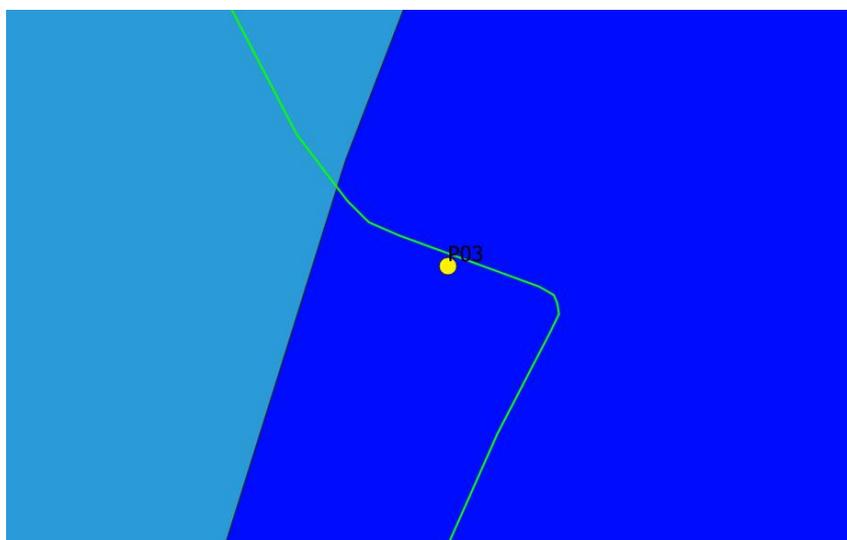


Figura 5.12: Ubicazione interferenza P03 e stralcio PGRA – pericolosità alta.

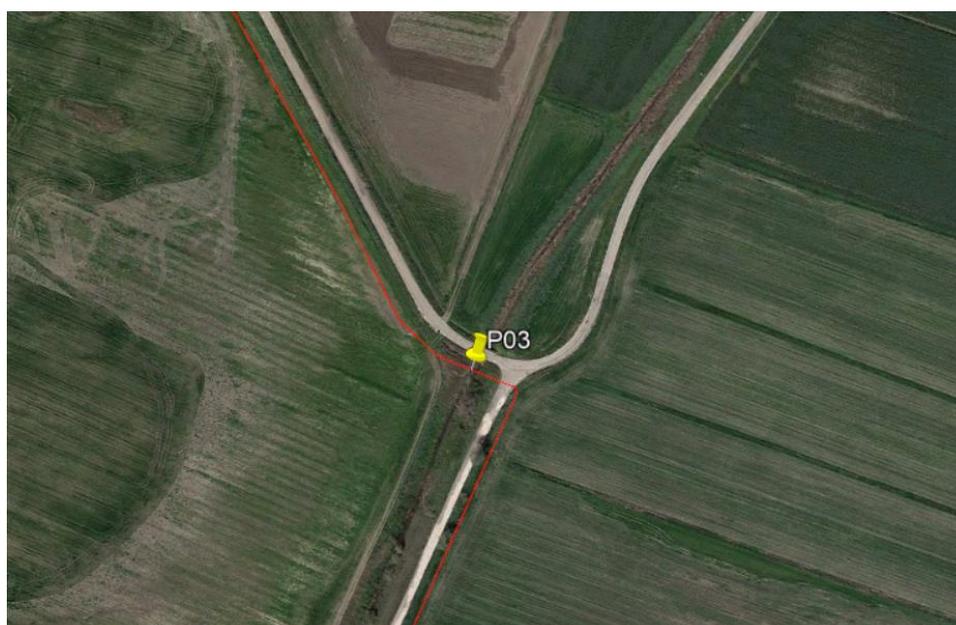


Figura 5.13: Ortofoto interferenza P03.

#### 5.4.3.2 Osservazioni

Il canale in oggetto è per lo più rettilineo e si estende lungo la strada, raccoglie diversi rigagnoli affluenti in sinistra idraulica. Il suo passaggio avviene al di sotto del manto stradale e le sponde risultano abbastanza rinverdite. La fascia di pericolosità alta è riferita al Fortore, che si trova a circa 1 km di distanza.

### 5.4.3.3 *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 di **57** rientrando così nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

### 5.4.3.4 *Verifica di compatibilità idraulica*

A causa della pericolosità media in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P03.

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 l’interferenza.

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

## 5.4.4 **P04**

### 5.4.4.1 *Identificazione*

L’interferenza è situata lungo la Strada Statale 42b. In questo punto, il tracciato della linea di connessione interferisce con un canale, denominato CANALE 739, a cui è assegnata una pericolosità media secondo PGRA.

Di seguito uno stralcio dell’ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in rosso il tracciato di connessione.

*Tabella 5.5: Riepilogo interferenza P04.*

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P04	Canale739	Media	TOC



*Figura 5.14: Ubicazione interferenza P04 e stralcio PGRA – pericolosità media.*

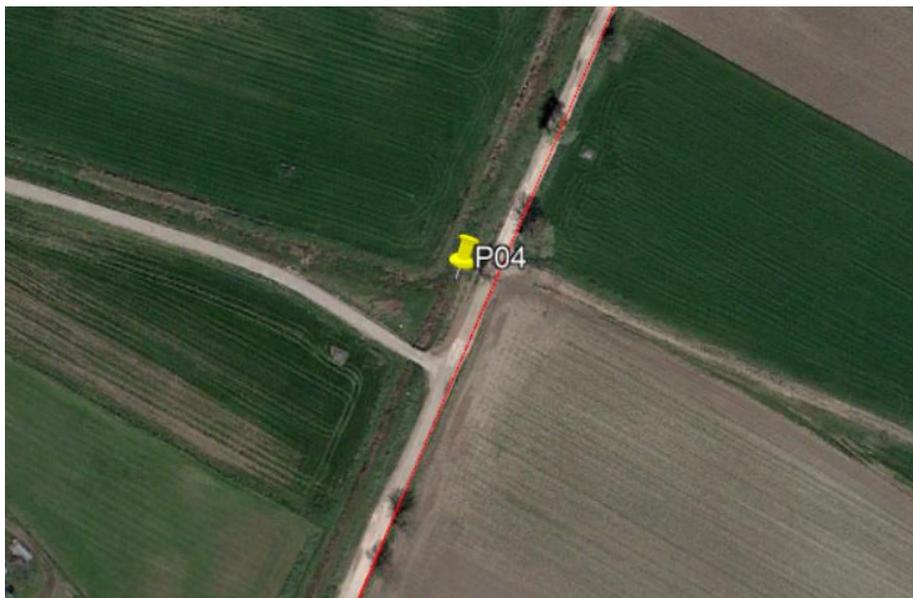


Figura 5.15: Ortofoto interferenza P04.

#### 5.4.4.2 Osservazioni

L'interferenza è dovuta a un canale affluente del sopra citato canale Rapulla, si verifica la presenza di briglie lungo il percorso.

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

La posa del cavo avverrà dal lato opposto della strada rispetto all'immissione del rigagnolo nel canale Rapulla. Nonostante ciò, si ammette la possibilità di allagamento anche dal lato opposto della strada, nel lato di posa del cavo, in cui è comunque presente una fascia a pericolosità media.

#### 5.4.4.3 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 di **56** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

#### 5.4.4.4 Verifica di compatibilità idraulica

Data la ridotta dimensione dell'elemento idrico e considerando la localizzazione effettiva della posa del cavo, in accordo con il gestore, si può optare per un diverso metodo *trenchless*, purché eseguibile in condizioni di sicurezza e purché vengano soddisfatti i requisiti di profondità d'interramento.

Considerando la possibilità di allagamento legata alla fascia di pericolosità media mappata, la posa del cavo verrà eseguita a una profondità di almeno 2 metri.

### 5.4.5 P05

#### 5.4.5.1 Identificazione

L'interferenza è situata lungo un tratto di strada sterrata, Strada Comunale Maddalena Ischia. In questo punto, il tracciato della linea di connessione interferisce con un canale (Pisolare), a cui è assegnata una pericolosità media secondo il PGRA.

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato il tracciato di connessione, la fascia allagabile e il punto dell'interferenza.

Tabella 5.6: Riepilogo interferenza P05.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P05	Pisolare	Media	TOC

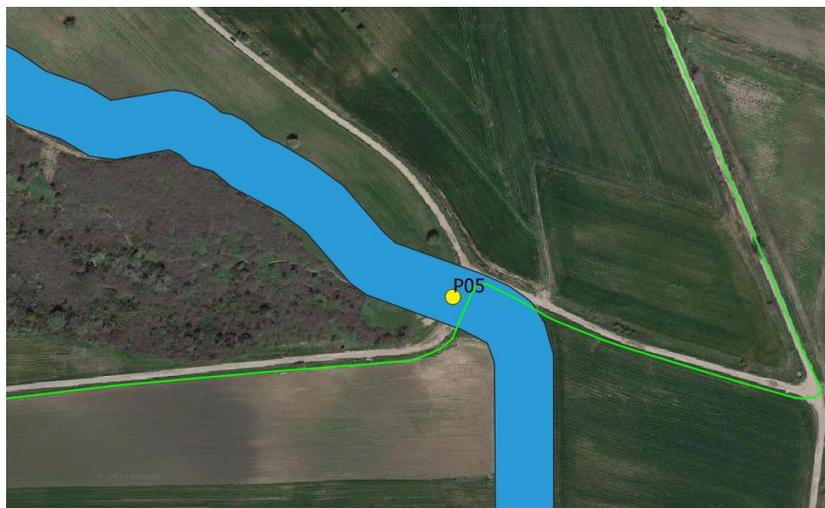


Figura 5.16: Ubicazione interferenza P05 e stralcio PGRA – pericolosità media.

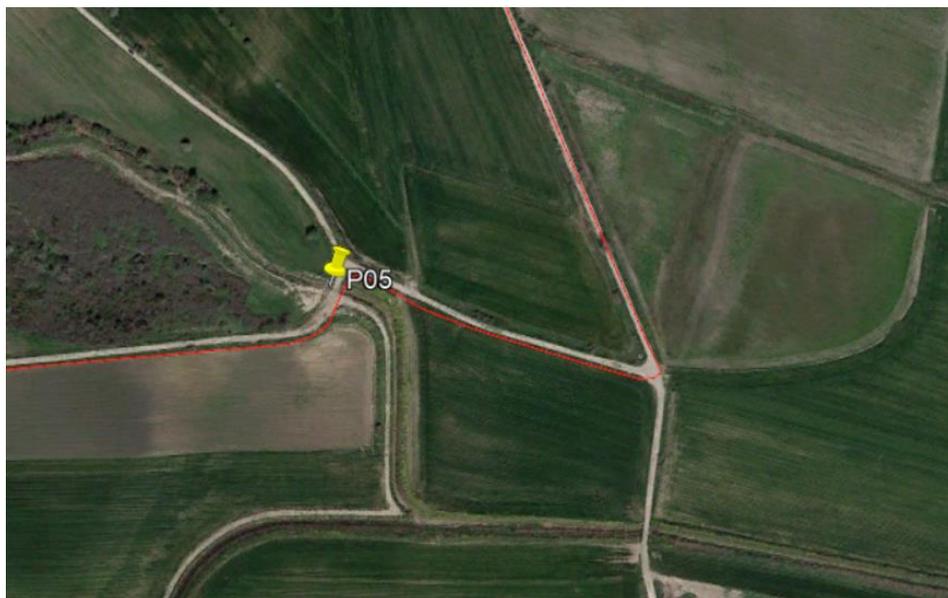


Figura 5.17: Ortofoto interferenza P05.



Figura 5.18: Interferenza P05.

#### 5.4.5.2 Osservazioni

L'interferenza è dovuta ad un canale, affluente del Fortore, il cui passaggio avviene in continuità al di sotto del manto stradale grazie alla presenza di un ponte.

Dalla visione delle ortofoto storiche, nel periodo compreso tra il 2002 e il 2019, il tratto appare parzialmente vegetato e si evidenziano alcuni segni di erosione, in particolare a monte dell'intersezione con il ponte.

#### 5.4.5.3 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 di **64** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

#### 5.4.5.4 Verifica di compatibilità idraulica

A causa della pericolosità media in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P05.

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 l'interferenza.

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

### 5.4.6 P06 e P07

#### 5.4.6.1 Identificazione

Le interferenze P06 e P07 sono situate lungo un tratto di strada sterrata (Strada Comunale Maddalena Ischia). Agli elementi idrici con cui interferisce il tracciato di connessione non è assegnata una fascia di pericolosità idraulica secondo PAI o PGRA.

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in rosso il tracciato di connessione.

Tabella 5.7: Riepilogo interferenze P06 e P07.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P06	Elemento idrico	-	Cavo interrato
P07	Elemento idrico	-	Cavo interrato



Figura 5.19: Ortofoto interferenza P06 e P07.

#### 5.4.6.2 Osservazioni

Dalla visione di ortofoto si riscontrano evidenti segni di alveo nei pressi del tracciato di connessione, confermati anche dalle ortofoto storiche dal 2002 al 2019.

#### 5.4.6.3 Verifica di compatibilità idraulica

Data la ridotta dimensione dell'elemento idrico e considerando la localizzazione effettiva della posa del cavo, in accordo con il gestore, si può optare per un diverso metodo *trenchless*, purché eseguibile in condizioni di sicurezza e purché vengano soddisfatti i requisiti di profondità d'interramento.

Considerando la possibilità di allagamento legata alla fascia di pericolosità media mappata, la posa del cavo verrà eseguita a una profondità di almeno 1,5 metri.

### 5.4.7 P08

#### 5.4.7.1 Identificazione

L'interferenza è situata lungo un tratto di strada sterrata, Strada Comunale Maddalena Ischia. In questo punto, il tracciato della linea di connessione interferisce con un elemento idrico, a cui non è assegnata una fascia di pericolosità idraulica da PAI o PGRA.

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in rosso il tracciato di connessione.

Tabella 5.8: Riepilogo interferenza P08.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P08	Elemento idrico	-	TOC



Figura 5.20: Ortofoto interferenza P08.

#### 5.4.7.2 Osservazioni

L'interferenza, individuata a partire da visione di ortofoto, riguarda un rigagnolo del bacino del Fortore, il cui tracciato appare ben vegetato.

Dalla visione di ortofoto storiche, nel periodo compreso tra il 2002 e il 2019, non si evidenziano segni di erosione.

#### 5.4.7.3 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 di **58** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

#### 5.4.7.4 Verifica di compatibilità idraulica

A causa della presenza dell'elemento idrico con cui interferisce il cavo di connessione, la posa del cavo stesso verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P08.

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 l'interferenza.

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

### 5.4.8 P09

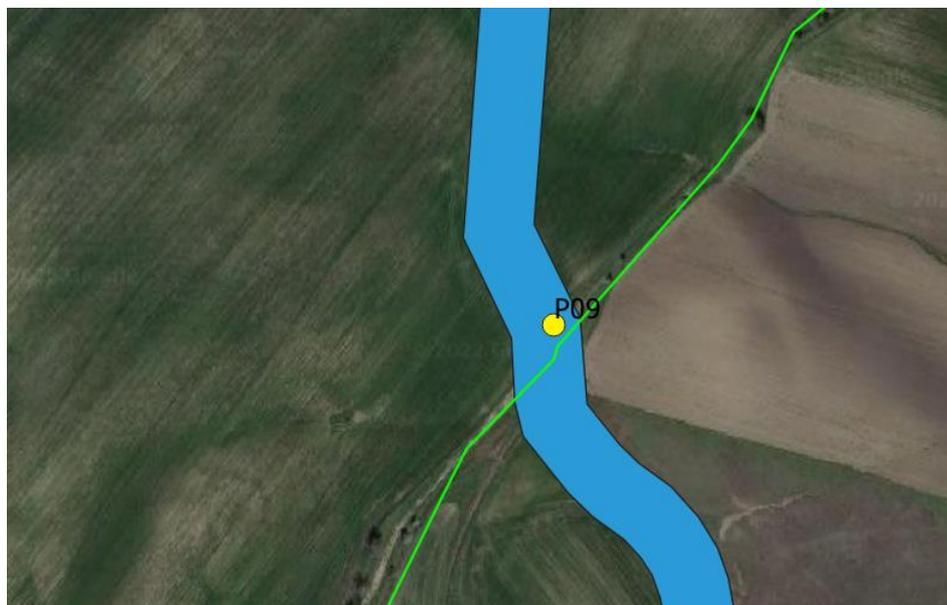
#### 5.4.8.1 Identificazione

L'interferenza è situata lungo una strada sterrata, al confine tra Molise e Puglia. Si tratta di un'area di pericolosità idraulica media, con fascia allagabile larga 40 metri. Tale fascia interferisce col tracciato del cavo di connessione per circa 60 metri.

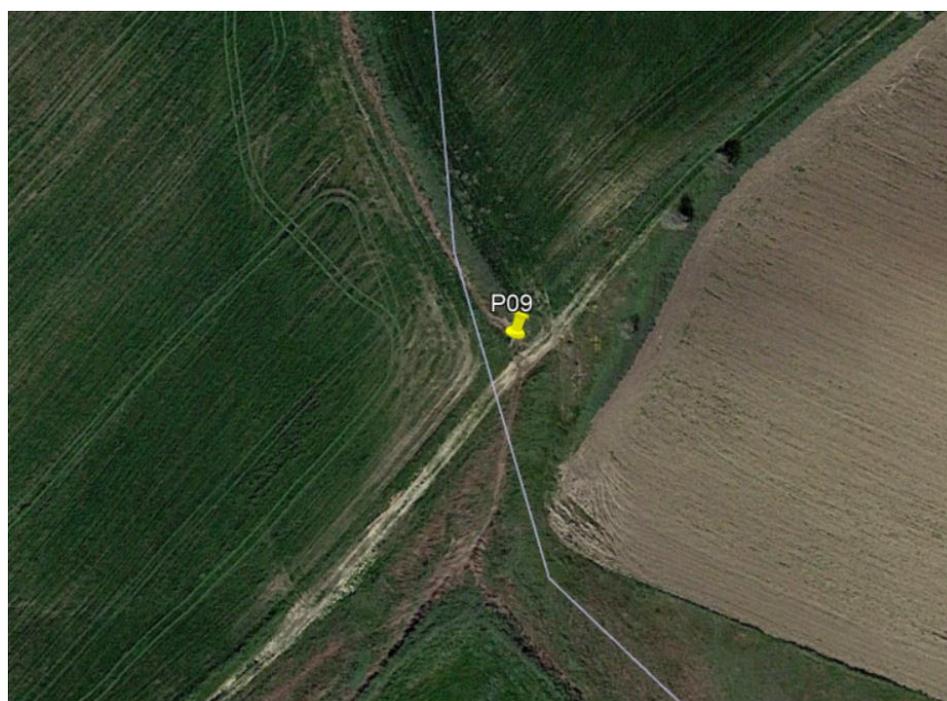
Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione e stralcio del PGRA.

*Tabella 5.9: Riepilogo interferenza P09.*

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P09	Torrente Manara	Media	TOC



*Figura 5.21: Ubicazione interferenza P09 e stralcio PGRA – pericolosità media.*



*Figura 5.22: Ortofoto interferenza P09.*

#### 5.4.8.2 Osservazioni

L'area in oggetto è adibita ad attività di tipo prevalentemente agricolo ed è classificata con pericolosità idraulica media secondo quanto riportato dal PGRA. L'interferenza è dovuta alla presenza del Torrente Mannara.

La linea di connessione percorrerà l'intera area al di sotto del manto stradale sterrato.

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

#### 5.4.8.3 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 di **52** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

#### 5.4.8.4 Verifica di compatibilità idraulica

A causa della pericolosità media in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P09.

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 l'interferenza.

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

### 5.4.9 P10

#### 5.4.9.1 Identificazione

L'interferenza è situata in territorio molisano, in una strada compresa tra la Via delle Croci e Strada Provinciale 78. In questo punto, il tracciato della linea di connessione interferisce con un elemento idrico del Saccione e ricade in una fascia di **pericolosità media** secondo il PGRA. La fascia allagabile attorno a tale elemento idrico occupa una larghezza di 20 metri e interferisce col cavo di connessione per una lunghezza di 24 metri.

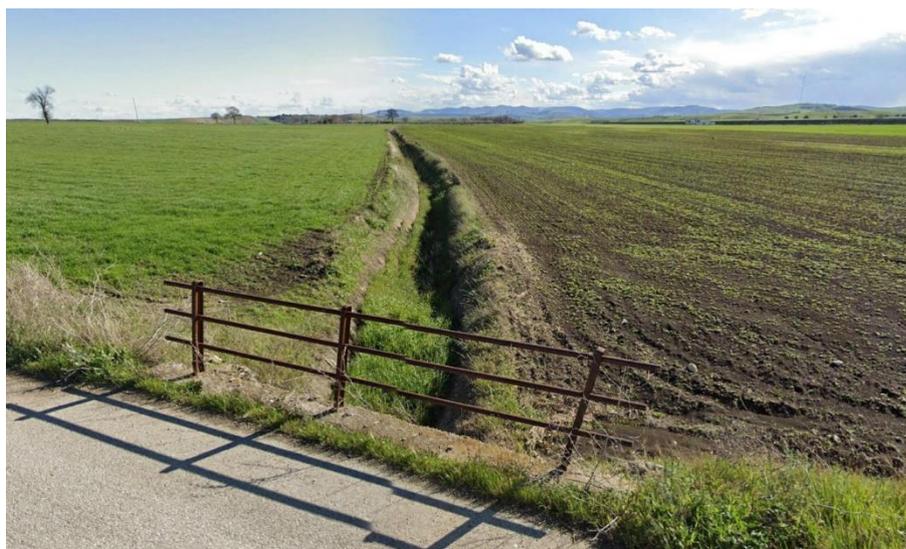
Di seguito uno stralcio del PGRA, con evidenziato il tracciato di connessione.

Tabella 5.10: Riepilogo interferenza P10.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P10	Elemento Idrico	Media	TOC



*Figura 5.23: Ubicazione P10 e stralcio PGRA – pericolosità media.*



*Figura 5.24: Interferenza P10.*

#### *5.4.9.2 Osservazioni*

L'interferenza è dovuta ad un rigagnolo, affluente del Saccione, le cui sezioni sono regolari. Il letto e le sponde risultano rinverdite, con presenza di vegetazione erbacea. È presente un ponte al di sotto della strada, con struttura di protezione, tale da garantire continuità allo scorrimento del rigagnolo.

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

#### *5.4.9.3 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 di **62** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

#### 5.4.9.4 Verifica di compatibilità idraulica

A causa della pericolosità media in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P10.

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 l'interferenza.

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

### 5.4.10P11

#### 5.4.10.1 Identificazione

L'interferenza è situata in una piccola strada del comune di Rotello. In questo punto, il tracciato della linea di connessione interferisce con un elemento idrico del Saccione, ovvero il Torrente Mannara, e ricade in una fascia di pericolosità media secondo il PGRA. La fascia allagabile attorno a tale elemento idrico occupa una larghezza di 40 metri.

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

Tabella 5.11: Riepilogo interferenza P11.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P11	Torrente Mannara	Media	TOC

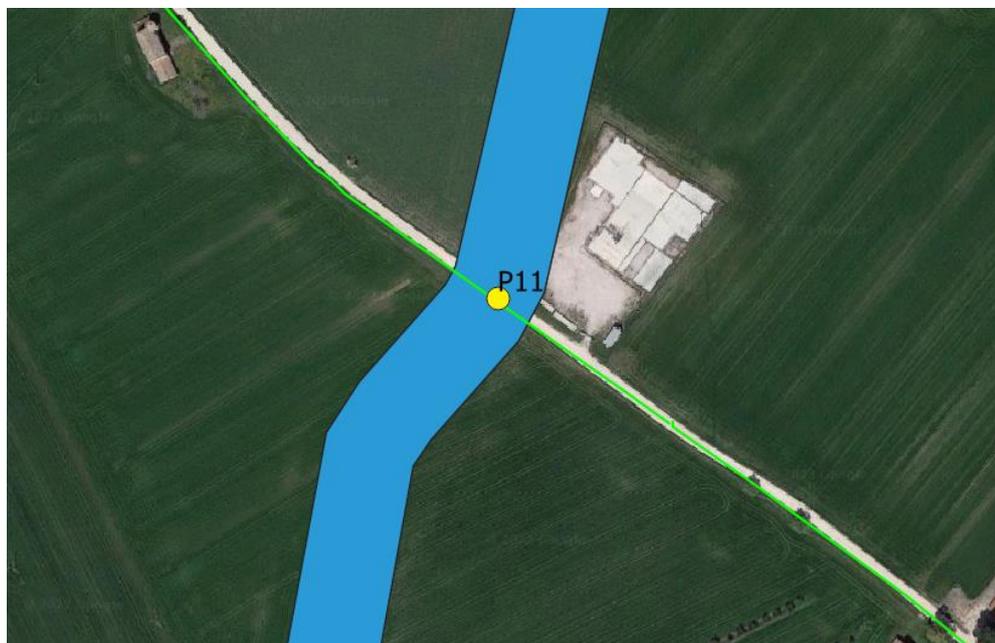


Figura 5.25: Ubicazione interferenza P11 e stralcio PGRA – pericolosità media



*Figura 5.26: interferenza P11.*

#### *5.4.10.2 Osservazioni*

L'interferenza è dovuta al torrente Mannara, le cui sezioni sono regolari. Il letto e le sponde risultano rinverdite, con presenza di vegetazione erbacea. Il passaggio del torrente da una parte all'altra della strada avviene tramite un ponte.

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

#### *5.4.10.3 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 di **57** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

#### *5.4.10.4 Verifica di compatibilità idraulica*

A causa della pericolosità media in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P11.

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 l'interferenza.

### **5.4.11P12**

#### *5.4.11.1 Identificazione*

L'interferenza è situata nella strada per la Stazione TERNA di Rotello ed è dovuta al medesimo canale di P11; quindi, ricade in una fascia di pericolosità media del PGRA. La fascia allagabile attorno a tale elemento idrico occupa una larghezza di 40 metri.

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

Tabella 5.12: Riepilogo interferenza P12.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P12	Torrente Mannara	Media	TOC

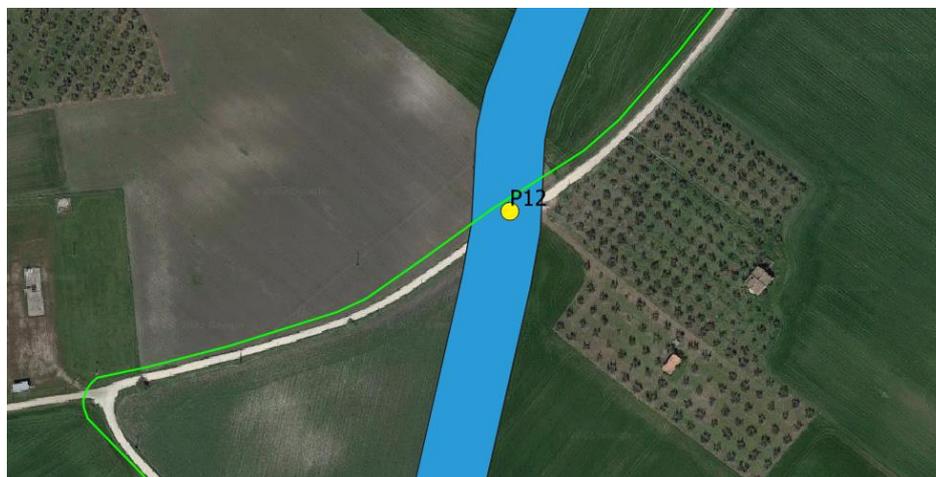


Figura 5.27: Ubicazione interferenza P12 e stralcio PGRA – pericolosità media.

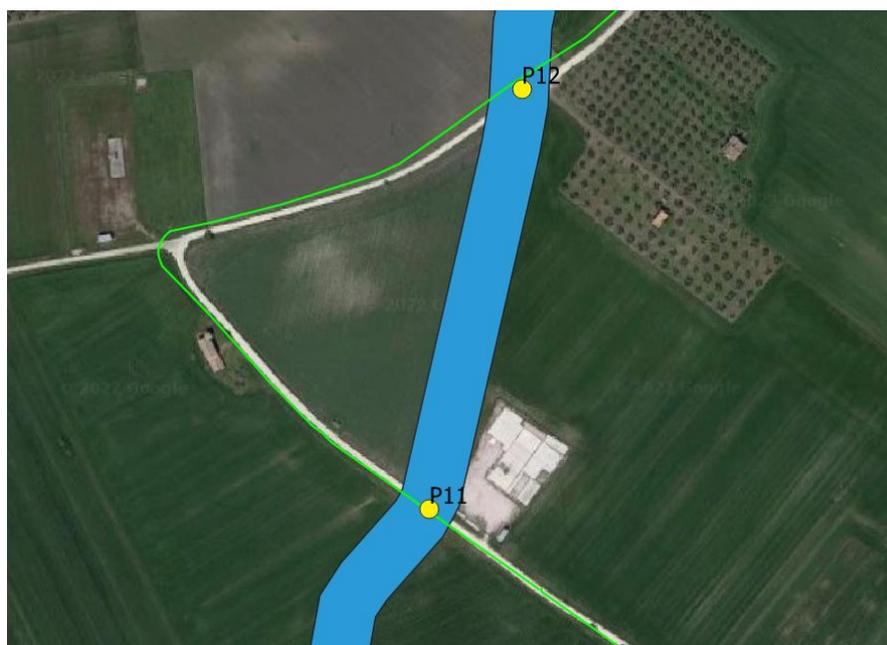


Figura 5.28: Inquadramento interferenze P11 e P12.



*Figura 5.29: Interferenza P12.*

#### *5.4.11.2 Osservazioni*

L'interferenza è dovuta al torrente Mannara, le cui sezioni sono regolari. Il letto e le sponde risultano rinverdite, con presenza di vegetazione erbacea. Il passaggio del torrente da una parte all'altra della strada avviene tramite un ponte.

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

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

#### *5.4.11.3 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 di **52** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

#### *5.4.11.4 Verifica di compatibilità idraulica*

A causa della pericolosità media in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P12.

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 l'interferenza.

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

### **5.4.12A01**

#### *5.4.12.1 Identificazione*

Per un'estensione di circa 2,2 km, il tracciato del cavo di connessione interferisce con un'area di pericolosità alta secondo PGRA. L'interferenza è situata lungo la Strada Provinciale 41b, tratto di strada viabile asfaltato.

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

*Tabella 5.13: Riepilogo interferenza A01.*

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A01	Area allagabile	Alta	Cavo interrato



*Figura 5.30: Ubicazione interferenza A01 e stralcio PGRA – pericolosità alta.*



Figura 5.31: Ortofoto interferenza A01.

#### 5.4.12.2 Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del fiume Fortore. La distanza minima in questa zona tra il cavo di connessione e l'alveo fluviale è di circa 950 metri.

In Figura 5.31 è riportata un'ortofoto dell'area relativa all'interferenza A01 in cui sono evidenziati alcuni punti critici (A, B, C) in corrispondenza dei quali sono presenti dei canali che confluiscono da sinistra nel fosso principale che si sviluppa lungo la strada asfaltata. Come vie preferenziali dell'acqua durante un evento meteorico, si rilevano dei segni di alveo anche dal lato opposto della strada, nei campi agricoli tra la strada e il Fortore, confermati anche dalla visione delle immagini storiche a partire dal 2002.

#### 5.4.12.3 Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo viene interrato al di sotto del piano campagna per l'intera estensione dall'area allagabile, alla profondità di almeno 1,5 metri. La zona risulta poco permeabile e ben compatta. Pertanto, nell'eventualità di allagamento, il cavo sarà protetto dall'erosione.

### 5.4.13A02

#### 5.4.13.1 Identificazione

Per circa 300 metri, il tracciato del cavo di connessione interferisce con un'area di pericolosità bassa secondo PAI. L'interferenza è situata in corrispondenza dell'interferenza P05, in un tratto di strada viabile non asfaltato.

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

Tabella 5.14: Riepilogo interferenza A02.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A02	Area allagabile	Bassa	Cavo interrato



Figura 5.32: Ubicazione interferenza A02 e stralcio PAI – pericolosità bassa.

#### 5.4.13.2 Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del fiume Fortore, dal quale il tracciato del cavo di connessione in questa zona dista circa 1 km.

#### 5.4.13.3 Verifica di compatibilità idraulica

L'interferenza P05 viene superata tramite TOC, mentre per tutta la lunghezza del tracciato di connessione che corrisponde all'area a pericolosità allagabile bassa secondo PAI il cavo viene comunque interrato al di sotto del piano campagna per l'intera estensione dell'area, alla profondità di almeno 1 metro. La zona risulta poco permeabile e ben compatta. Pertanto, nell'eventualità di allagamento, il cavo sarà protetto dall'erosione.

Le interferenze analizzate si ritengono superate ed idraulicamente compatibili.



## 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 prevede lo studio delle precipitazioni nell'area di progetto e la determinazione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometriche (LSPP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni. Le LSPP saranno la base per il modello di trasformazione afflussi-deflussi al fine di stimare le portate di progetto.

### 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 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.

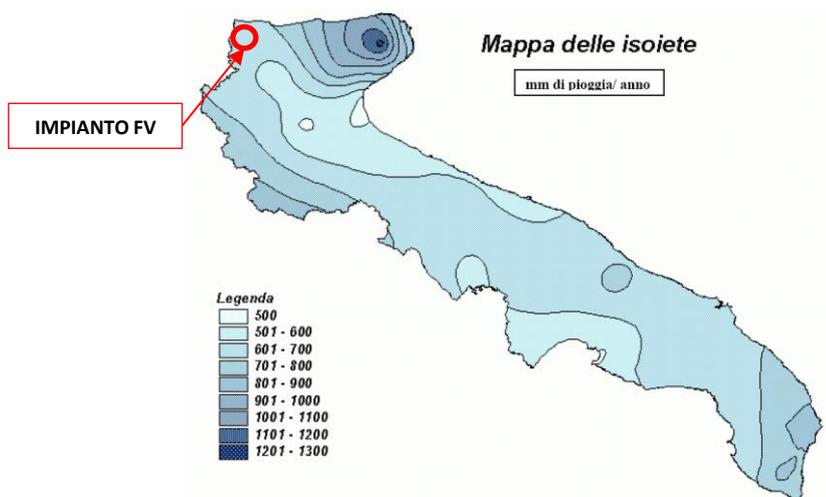


Figura 6.1: Mappa delle isoiete della Regione Puglia.

## 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.

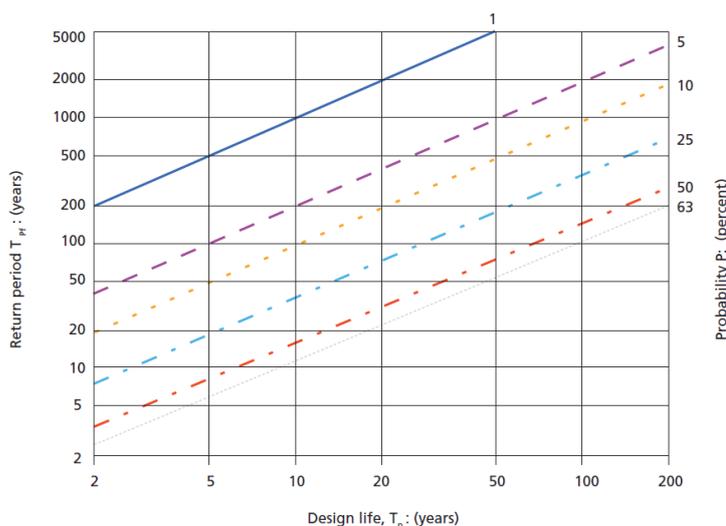


Figura 6.2: Probabilità che un evento con un determinato tempo di ritorno si verifichi in N anni.

Essendo che 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

Al fine di eseguire un'analisi probabilistica delle precipitazioni intense, si è determinata la curva di possibilità climatica caratteristica dell'area oggetto di intervento.

Il tempo di ritorno da assegnare alla curva di possibilità climatica è stato fatto variare da un minimo di 2 anni ad un massimo di 100 anni.

Nel caso in esame la durata del campo fotovoltaico è assunta pari a 30 anni; pertanto, il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione è stato assunto pari a 30 anni.

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 (GNDCl) 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 Liritano, 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 sei aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica (CPP).

L'area in cui ricade l'intervento in oggetto è nella sottozona omogenea 1 della Puglia, vedasi Figura 6.3, da cui risulta la seguente equazione determinante la CPP:

$$h(t, z) = 28,66 T_c^{(0,000503 \cdot z + \frac{0,720}{3,178})} \quad (2)$$

Dove:

$h(t, z)$  = Altezza della pioggia (mm) per fissata durata  $t$  e quota  $z$ ;

$T_c$  = durata dell'evento pluviale (ore).

$z$  = quota media dell'impianto di progetto, posta pari a 110 metri s.l.m.

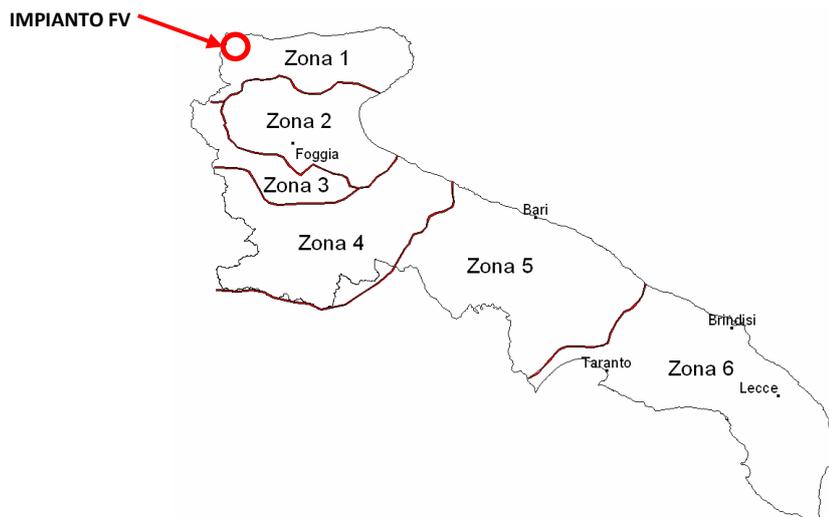


Figura 6.3: Sottostazioni pluviometriche omogenee (Zona 2) e aree di progetto (rosso).

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:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s \quad (3)$$

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):

$$K_T = 0,5648 + 0,415 \ln T \quad (4)$$

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 ragguagliata 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  $K_A$ :

$$K_A = 1 - (1 - e^{-0,0021A}) \cdot e^{-0,53d^{0,25}} \quad (5)$$

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 diversi tempi di ritorno (2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni).

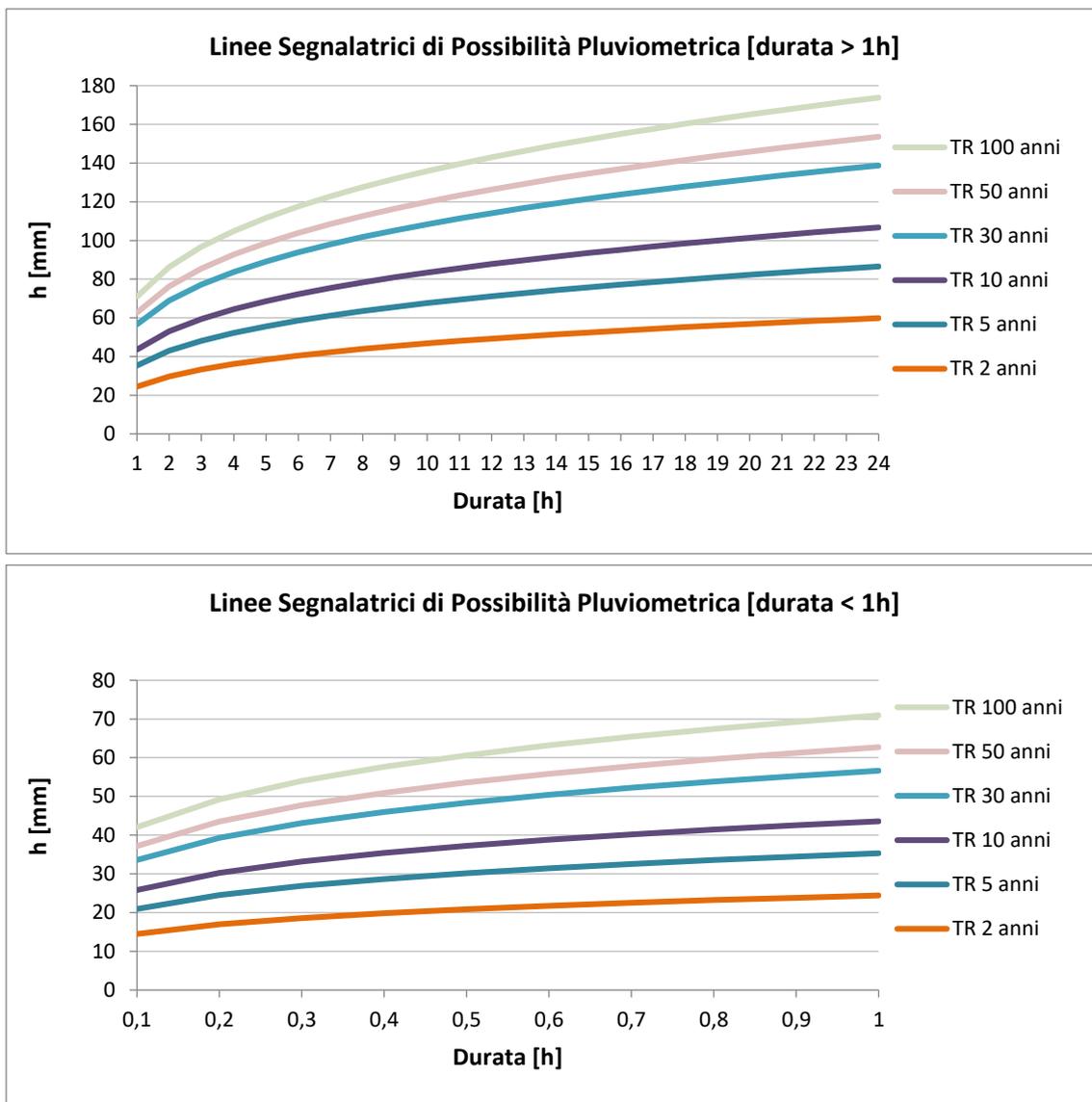


Figura 6.4: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di durata > 1h e < 1h.

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

Tabella 6.1: Altezza di pioggia relative alle diverse durate per i diversi tempi di ritorno.

DURATA EVENTO CRITICO [H]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO E DELLA DURATA H [mm]					
	TR 2 ANNI	TR 5 ANNI	TR 10 ANNI	TR 30 ANNI	TR 50 ANNI	TR 100 ANNI
0,5	21	30	37	48	54	61
1	24	35	44	57	63	71
2	30	43	53	69	76	86
3	33	48	59	77	85	97
4	36	52	64	84	93	105
5	38	56	69	89	99	112
6	40	59	72	94	104	118



DURATA EVENTO CRITICO [H]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO E DELLA DURATA H [mm]					
	TR 2 ANNI	TR 5 ANNI	TR 10 ANNI	TR 30 ANNI	TR 50 ANNI	TR 100 ANNI
7	42	61	75	98	109	123
8	44	63	78	102	113	128
9	45	66	81	105	117	132
10	47	68	83	108	120	136
11	48	69	86	111	123	139
12	49	71	88	114	126	143
13	50	73	90	117	129	146
14	51	74	92	119	132	149
15	52	76	93	122	135	152
16	53	77	95	124	137	155
17	54	79	97	126	139	158
18	55	80	98	128	142	160
19	56	81	100	130	144	163
20	57	82	101	132	146	165
21	58	83	103	134	148	167
22	58	84	104	135	150	170
23	59	86	105	137	152	172
24	60	87	107	139	154	174

## 7. OPERE IDRAULICHE

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

In particolare, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque dal sito, nel presente progetto si vogliono utilizzare tecniche di progettazione a basso impatto.

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;
- Realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione e gli indiretti processi di bioremediation;
- Contrastare i processi di erosione.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- Fossi di scolo in terra;
- Protezione rete idrografica principale;
- Vasche di detenzione e infiltrazione.

### 7.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

Il progetto prevederà una sistemazione del drenaggio oggi assente al fine di indirizzare e distribuire le portate, costituita da canalette di forma trapezia scavate nel terreno naturale e rinverdite.

Tra i vantaggi idraulici essi 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.

Durante l'avvento dei sistemi di gestione sostenibile questa categoria è stata rielaborata progettualmente creando nuove funzioni quali detenzione, infiltrazione, bioremediation ed ecologica.

Di seguito alcuni esempi:

- Può essere promossa la sedimentazione mediante l'uso di una fitta vegetazione, solitamente piante erbacee, che garantisce basse velocità di flusso per intrappolare gli inquinanti particellari e indiretti effetti di fitodepurativi;
- 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;
- Utilizzo in commistione con bacini di detenzione come ingresso o uscita.

Nel presente paragrafo sono dettagliate le modalità di verifica idraulica 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 può essere 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 [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];
- $A$ : area della sezione bagnata [ $\text{m}^2$ ];
- $R$ : raggio idraulico [ $\text{m}$ ] (rapporto tra  $A$  e il corrispondente perimetro bagnato della sezione);
- $i$ : pendenza dell'alveo [ $\text{m}/\text{m}$ ];
- $n$ : coefficiente di conduttanza idraulica di Manning.

Le canalette saranno posizionate in maniera prioritaria a protezione di strade e cabinati, parallelamente alle strade interne con i cabinati e lungo le strade perimetrali sul lato più critico di intercettazione delle acque di deflusso.

Le canalette interne all'impianto dovranno essere posizionate tendenzialmente nell'interasse tra i tracker, con disposizione nord-sud. In linea generale si evita il tracciamento di canalette perpendicolarmente ai filari di tracker.

Le canalette perimetrali, lungo tutto il perimetro esterno del layout di impianto, potranno essere di due tipologie:

- interne alla recinzione;
- esterne alla recinzione tra mitigazione e catasto.

Gli scarichi delle canalette saranno progettati in corrispondenza di percorsi naturali di drenaggio, ovvero nei punti in cui naturalmente si ricreano vie preferenziali di deflusso. Gli scarichi della rete di drenaggio senza modifiche tra ante-operam e post-operam convergeranno ai ricettori esistenti.

Le canalette saranno realizzate in scavo con una sezione trapezia di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di  $26^\circ$ .

In presenza di filari di uliveti, sarà necessario utilizzare uno scavo meno profondo e più largo. La larghezza deve essere almeno di 3,5 metri per consentire il passaggio delle macchine agricole per la raccolta e potatura delle olive.

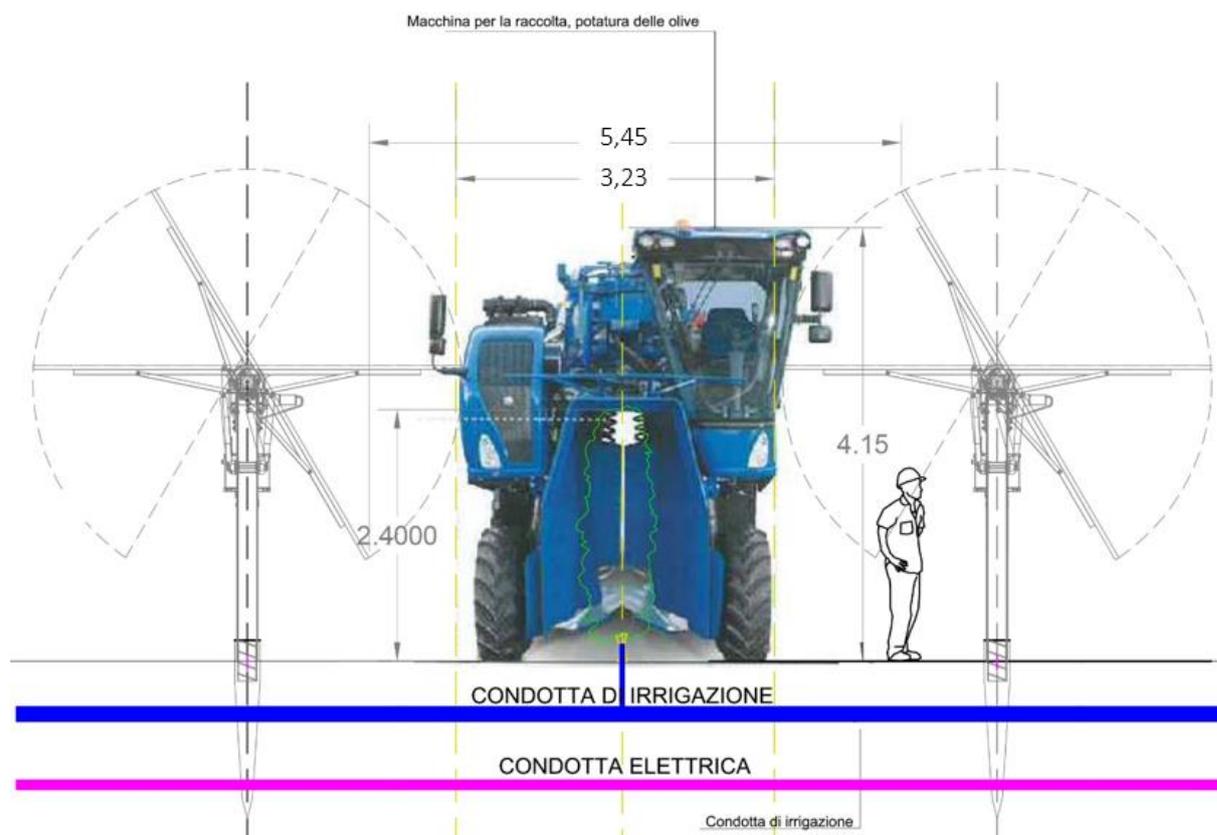


Figura 7.1: Rappresentazione grafica passaggio macchina agricola in un parco agrivoltaico.

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

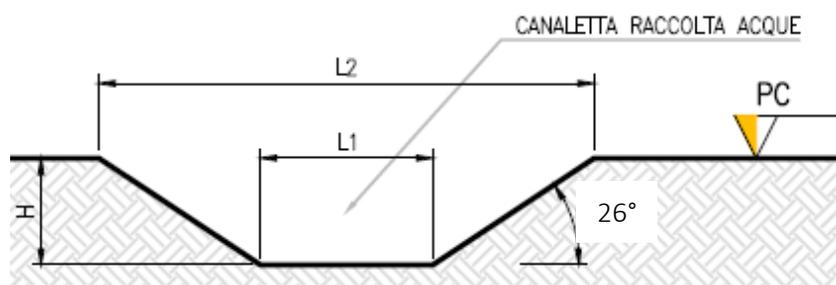


Figura 7.2: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

Il progetto ha inoltre previsto la definizione di una via preferenziale per le acque scolanti nell'area catastale.

Tale canale sarà realizzato in scavo con una sezione trapezoidale, scavata nel terreno e rinverdata naturalmente, di larghezza complessiva pari a circa 10 m e una pendenza tale che consenta il passaggio di macchinari agricoli. Il percorso preferenziale sarà intervallato da delle vasche di infiltrazione e laminazione (paragrafo 7.2) per meglio mitigare gli effetti dell'aumento del picco di deflusso meteorico.

## 7.2 SISTEMA DI INFILTRAZIONE E LAMINAZIONE NELL'AREA DI INTERVENTO

Oltre al sistema di drenaggio superficiale, nell'area di intervento verrà verificata la necessità di un sistema di infiltrazione e laminazione. Una tipologia utilizzabile per l'opera di infiltrazione è quella di "vasca di laminazione e di infiltrazione".

Le vasche di infiltrazione consistono in aree rinverdite e depresse con tiranti idrici episodici massimi di 1,2 m.

Le opere a verde di questo tipo di vasche prevedranno riuso del terreno in sito e crescita spontanea mantenuta di essenze vegetali.

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 già descritti precedentemente, la scelta di inserimento di queste vasche consentirà:

- Incremento biodiversità e dell'habitat con creazione di isole di rifugio per la fauna;
- Discrete rese di bioremediation soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e adsorbimento;
- Ridotta necessità di manutenzione.

Di seguito si riportano alcune immagini esemplificative dell'opera in oggetto.

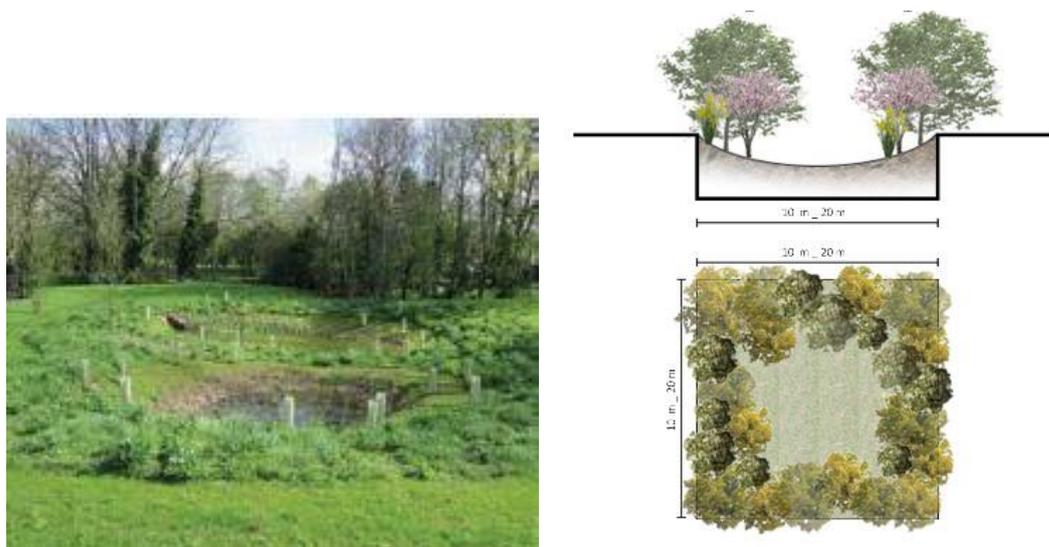


Figura 7-3: Immagini esemplificative di bacini di infiltrazione.

In fase esecutiva si verificheranno gli esatti valori di permeabilità del substrato e la soggiacenza della falda. Si consiglia in ogni caso di verificare, in fase esecutiva, la presenza del livello superficiale arenaceo che possa compromettere il corretto funzionamento dell'opera disperdente.

Il dimensionamento si condurrà secondo le linee progettuali de "Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione – HOEPLI" sulla base della legge di Darcy.

$$Q_f = k * J * A \quad (9)$$

Dove:

- $Q_f$ : portata di infiltrazione [ $m^3/s$ ];
- $k$ : coefficiente di permeabilità [ $m/s$ ];
- $J$ : cadente piezometrica [ $m/m$ ];
- $A$ : superficie netta d'infiltrazione [ $m^2$ ].

Al fine di tener conto che gli strati di terreno in questione si trovano spesso in condizioni insature, è opportuno ridurre del 50% il valore della permeabilità che compare nella legge di Darcy [Sieker, 1984].

In seguito alle indagini di permeabilità in sito si potrà valutare quanto ognuna delle opere è in grado di disperdere per infiltrazione; quindi, quanta portata sono in grado di smaltire per metro lineare, da cui derivare le dimensioni specifiche di ogni opera.

Il tempo di ritorno che verrà considerato per il dimensionamento delle vasche è tra 2 e 5 anni.

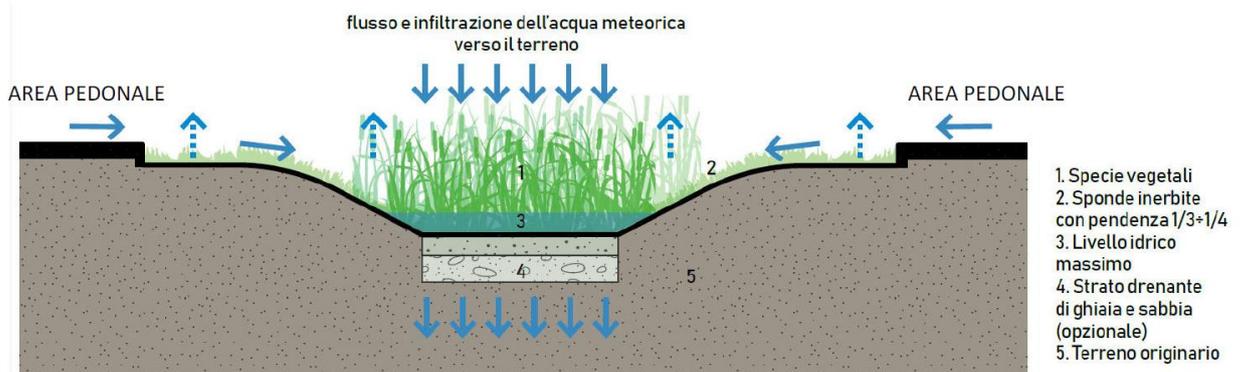


Figura 7.3: Schema tipologico di bacino di bio-ritenzione



## **8. CONCLUSIONE**

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 del Distretto dell'Appennino Meridionale (AdB DAM) nei bacini interregionali Fortore e Saccione e dal PGRA 2018 disponibile dall' Istituto Geografico Militare (n formato WMS).

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto agrivoltaico, della linea di connessione e della cabina di consegna ha analizzato le interferenze con le aree a pericolosità idraulica e ha quindi identificato la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse.

Successivamente a uno studio idraulico di dettaglio, nelle aree interessate dal progetto saranno dimensionate le opere idrauliche relative alla rete di drenaggio, costituita da fossi in terra non rivestiti, posizionata in modo tale da ridurre al minimo le interferenze con la rete naturale.

Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica. Per alleggerire dal carico idrico la rete come descritto precedentemente sono inserite vasche diffuse di laminazione e infiltrazione.

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

In merito all'uso del suolo post-operam per le aree interne alla recinzione dell'impianto (nelle interfila dei moduli fotovoltaici) è prevista la possibilità che agricoltori locali possano avviare una produzione olivicola superintensiva.