



MARZO 2023

FLYNIS PV 34 S.r.L.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 44,86 MW

COMUNE DI ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)

Montagna

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO**

Relazione idrologica e idraulica

Progettisti (o coordinamento)

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

Codice elaborato

2983_5284_ACQ_VIA_R06_Rev0_Relazione Idrologica e idraulica

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2983_5284_ACQ_VIA_R06_Rev0_Relazione Idrologica e idraulica	03/2023	Prima emissione	SM	MCu	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ordine Ing. Milano A27174
Marco Corrù	Project Manager	
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Giulia Peirano	Architetto	Ordine Arch. Milano n. 20208
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Sergio Alifano	Architetto	
Vincenzo Ferrante	Ingegnere Strutturista	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Matteo Cuda	Esperto in Scienze Ambientali	
Davide Chiappari	Biologo Ambientale	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Luca Morelli	Ingegnere Ambientale	
Graziella Cusmano	Architetto	
Michele Cimino	Geometra	
Andrea Incani	Perito Industriale elettrotecnico- INDITEC	
Sonia Morgese	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano 34160
Leonardo Cuscito	Perito Agrario laureato	Periti Agrari della provincia di Bari, n° 1371
Eliana Santoro	Agronomo	Agronomo albo n.883 dottori agronomi e forestali provincia di Torino
Emanuela Gaia Forni	Dott.ssa Scienze e Tecnologie Agrarie	
Edoardo Bronzini	Agronomo	Albo n.1026 Dottori Agronomi e Forestali Provincia di Torino
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue	Ordine Geologi Puglia n. 327
Marianna Denora	Architetto - Acustica	Ordine Architetti Bari, Sez. A n. 2521
Feliciano Stoico	Archeologo	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1. PREMESSA	5
2. DATI DI RIFERIMENTO	6
2.1 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO REGIONE PUGLIA	6
2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	6
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	7
3.1 LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO	7
3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	8
3.2.1 Inquadramento morfologico	8
3.2.2 Inquadramento geologico	11
3.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO	12
3.4 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE	15
3.4.1 Piano Assetto Idrologico	15
3.4.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	17
4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI	19
4.1 LAYOUT D'IMPIANTO	19
4.2 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	19
4.2.1 Moduli fotovoltaici	20
4.2.2 Struttura di supporto	21
4.2.3 Inverter	22
4.2.4 Cabine di campo e cabine di smistamento	22
4.2.5 Cavi di potenza BT/AT e cavi di controllo e TLC	22
4.2.6 Sistema di drenaggio	23
4.3 LINEA DI CONNESSIONE ALLA RTN	23
5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E LINEA DI CONNESSIONE	25
5.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZA	25
5.2 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC	25
5.2.1 Analisi qualitativa	25
5.2.2 Analisi quantitativa	26
5.3 RISOLUZIONE INTERFRENZE CAVO DI CONNESSIONE	28
5.3.1 P01	30
5.3.2 P02	31
5.3.3 P03	32
6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	35
6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE	35
6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	36
6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	37
7. OPERE IDRAULICHE	41
7.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	41
7.2 SISTEMA DI INFILTRAZIONE E LAMINAZIONE NELL'AREA DI INTERVENTO	42
8. CONCLUSIONI	45



1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo FLYNIS PV 34 S.r.l., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a ovest del territorio comunale di Acquaviva delle fonti (BA) di potenza pari a 44,86 MW su un'area catastale di circa 116,72 ettari complessivi di cui circa 71,43 ha recintati.

All'interno dell'elaborato viene proposta l'analisi del reticolo idrografico superficiale, dei principali solchi vallivi o aree depresse e delle aree allagabili; viene condotto lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto agrivoltaico e della linea di connessione. Lo studio proposto è riferito alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata dal PGRA dell'Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Meridionale (AdB DAM) e dal PAI nel bacino Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

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.

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

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

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



2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 Modello digitale del terreno regione puglia

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

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; Cartografia di base a scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare, disponibile dal Geoportale Nazionale;
- Relazione metodologica “Aggiornamento e revisione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione redatte ai sensi dell’art. 6 del D.Lgs. 49/2010 attuativo della Dir. 2007/60/CE – Il ciclo di gestione” del Distretto dell’Appennino Meridionale;
- 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 dell'impianto

Il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Acquaviva delle Fonti, in Provincia di Bari (Figura 3.1). L'area di progetto è divisa in 12 sezioni distinte in due gruppi, le sezioni a sud (dalla 1 alla 7) sono situate a circa 5,6 km a sud est del centro abitato di Acquaviva delle Fonti (BA), mentre le sezioni a nord (dalla 8 alla 12) sono ubicate a circa 3,8 km dal medesimo centro abitato.

La Strada Provinciale n.20 (SP20) separa le sezioni 1 e 2 dal resto delle sottoaree a sud, mentre la sezione 3 è separata a nord dalla Strada Vicinale Marchesana. Le sezioni a nord sono posizionate lungo la strada Contrada Santa Caterina, localizzata tra la Strada Provinciale n.139 (SP139) e la A14, che separa la sezione 8 dalle altre sezioni.

Si rimanda agli elaborati grafici "2983_5284_ACQ_VIA_T01.1_Rev0_Stato di Fatto - Area Nord" e "2983_5284_ACQ_VIA_T01.2_Rev0_Stato di Fatto - Area Sud" per maggiori dettagli circa localizzazione e impronta del layout di progetto.

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato di minimizzare e ove possibile eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.



Figura 3.1: Localizzazione geografica dell'area di intervento.

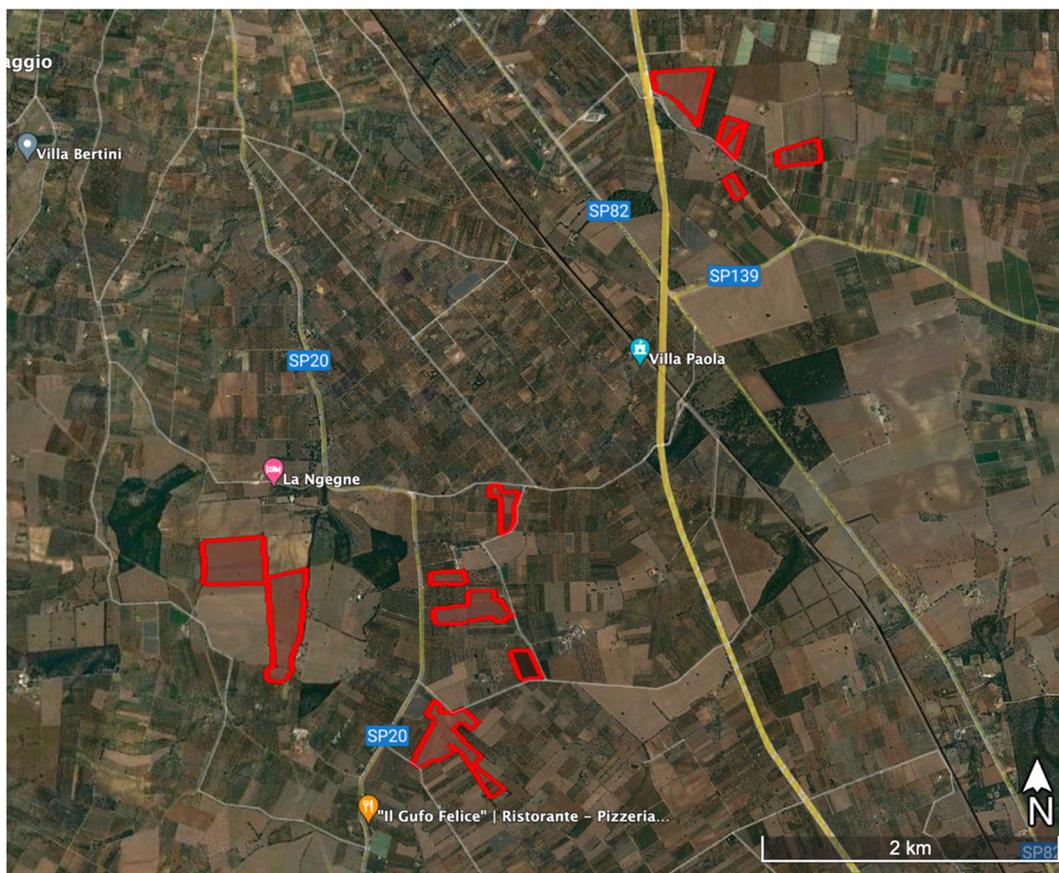


Figura 3.2: Layout di progetto. In alto a destra le sotto-aree di nord ed in basso le sotto-aree di sud.

3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Nel presente paragrafo sono riportati alcuni estratti dell'analisi geomorfologica e idrogeologica del sito; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto "2983_5284_ACQ_VIA_R05_Rev0_Relazione geologica e geotecnica".

3.2.1 Inquadramento morfologico

Il territorio nel quale ricade l'area d'intervento fa parte dell'unità geografica e strutturale delle Murge i cui terreni, sia sotto il punto di vista geologico che morfologico, costituiscono una unità omogenea.

La Murgia costituisce la più estesa unità morfologica presente in Puglia. Essa si estende dal fiume Ofanto sino all'allineamento Brindisi - Taranto, limitata da un lato dalla costa adriatica e dall'altro dalle scarpate che danno vita alla Fossa Bradanica (Figura 3.3).

Il territorio pugliese si configura come un ampio pilastro tettonico asimmetrico, allungato in direzione NO-SE e trasversalmente segmentato in diversi settori, variamente estesi e dislocati: gli horsts del Gargano e delle Murge tra cui si interpone il graben del Tavoliere delle Puglie, la Depressione tarantino-brindisina che segna il passaggio dalle Murge agli horst e ai graben salentini. Questa configurazione strutturale si sarebbe impostata nel Miocene per poi delinearsi maggiormente nel Pliocene, anche se un accenno di differenziazione stratigrafico-strutturale tra i principali settori del territorio pugliese sembra essere esistito anche in epoche precedenti.

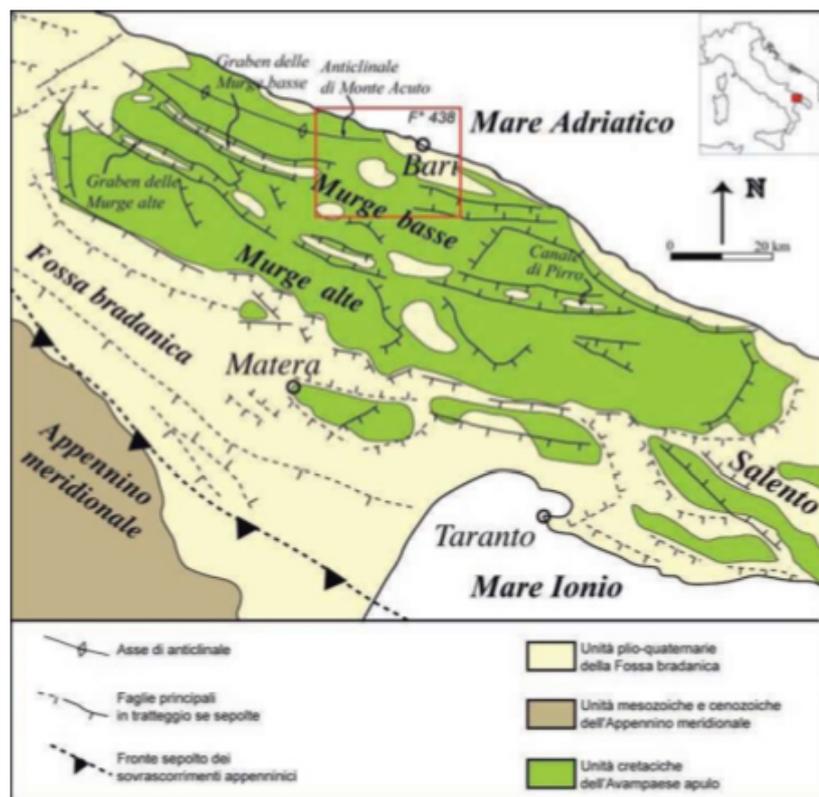


Figura 3.3: Schema geologico della Murgia – Estratto dalla Carta Geologica Foglio 438 “Bari”

Da un punto di vista strutturale, l'assetto tettonico dell'impalcatura carbonatica murgiana corrisponde all'ampia e piatta struttura anticlinale presenoniana, con asse ONO-ESE e culminazione presso la fascia costiera, nei dintorni di Andria fino circa ad Ostuni, in debole vergenza NE, di cui affiora principalmente il fianco sud-occidentale. Questo assetto potrebbe in parte giustificare l'andamento a monoclinale della successione mesozoica delle murge, con immersione verso SO e inclinazione media intorno ai 20- 15°. Una serie di pieghe minori con deformazioni più attenuate ed assi orientati circa ONO-ESE, ascrivibili alle fasi tettoniche tardo cretaceo-paleogene, sono state rilevate soprattutto nell'area delle Murge di Castellana Grotte-Alberobello. Nell'area murgiana, le successioni carbonatiche sono interessate da sistemi di faglie variamente orientate; quelle più importanti corrispondono alle strutture disgiuntive, con direzione NO-SE, ONO-ESE e O-E. Questi sistemi di faglia, attivi dal mesozoico fino al Pleistocene, hanno prevalentemente un carattere distensivo, a cui talora è associata una componente trascorrente, come nel caso di quelli antiappenninici. Le diverse faglie hanno scomposto in blocchi la piattaforma carbonatica, conferendogli un assetto strutturale a horst asimmetrico, esteso in direzione appenninica. Oltre ai suddetti sistemi di faglia, altre importanti direttrici tettoniche sono le faglie orientate NE-SO, ENE-OSO e NS, le quali hanno presentato una cinematica distensiva talora con carattere trascorrente non puro o solo trascorrenti.

Dal punto di vista morfologico, l'area murgiana forma un esteso altopiano, poco elevato (450-700 m s.l.m.), allungato in senso NO-SE, delimitato da una netta ed ininterrotta scarpata dalle confinanti pianure: Tavoliere delle Puglie a nord-Ovest, Fossa Premurgiana a Sud-Ovest, e Depressione tarantino-brindisina a Sud-Est. Il versante nord-orientale digrada verso il mare Adriatico con una marcata conformazione a gradinata. Le Murge sono delimitate a SO, lato bradanico, a NO, lato ofantino e a NE, lato adriatico (per il tratto compreso fra Conversano e Ostuni), da alte scarpate e ripiani poco estesi. Al contrario, lungo il versante adriatico da Barletta a mola di Bari e quello di raccordo con il Salento, le Murge sono caratterizzate da una serie di vasti ripiani che degradano verso le quote più basse a mezzo di scarpate, con rigetto più modesto (poche decine di metri). La maggior parte degli elementi morfologici caratterizzanti le Murge (scarpate e ripiani; rilievi e depressioni) si sviluppano

preferenzialmente con direttrici ONO-ESE o E-O e, subordinatamente, N-S o SO-NE, cioè le stesse direttrici dei principali elementi tettonici, descritti in precedenza. Le esigue coperture sedimentarie post-cretacee, solo in parte hanno modificato il paesaggio delle murge.

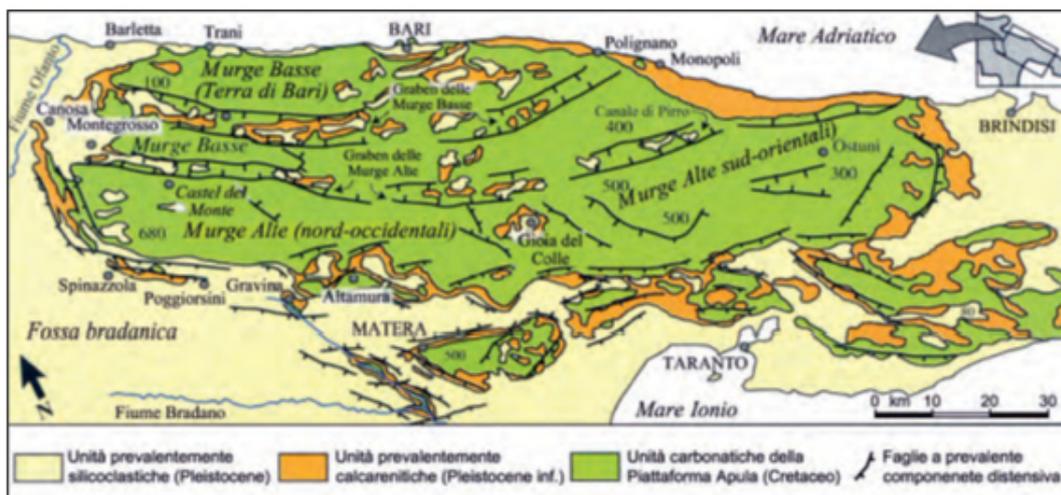


Figura 3.4: Fig. 1.27 – Carta geologico-strutturale schematica delle murge (da PIERI et alii, 1997).

Osservando il modello digitale del terreno, disponibile sul geoportale Regione Puglia e riportato in Figura 6.1, si nota come le aree di Nord siano più ribassate rispetto alle aree sud. Le maggiori pendenze sono dirette da sudovest a nordest e mediamente sono dell'ordine del 0,1%.

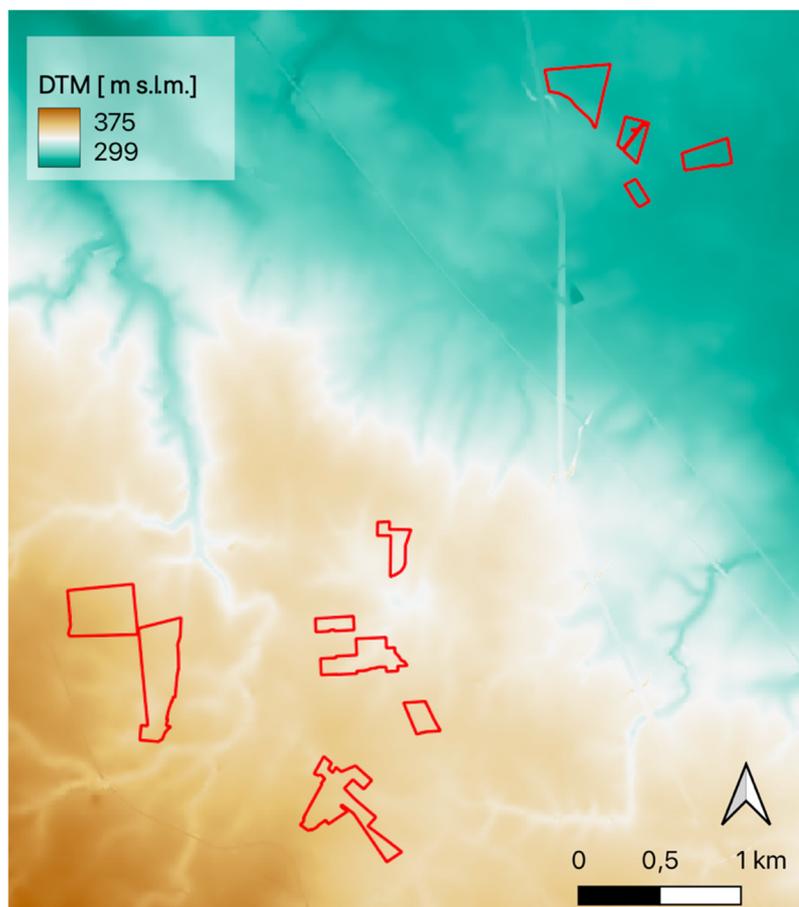


Figura 3.5: Modello digitale del terreno 8x8 (fonte: Geoprtale Puglia). In rosso le aree di progetto.



3.2.2 Inquadramento geologico

Il territorio comunale di Acquaviva delle Fonti è collocato su uno dei gradoni più elevati dell'altopiano carbonatico murgiano.

I principali caratteri geomorfologici del settore in studio sono essenzialmente legati alla natura e composizione dei litotipi affioranti. Gran parte del tratto di territorio analizzato è caratterizzato dall'affioramento di depositi carbonatici; in questo tratto il paesaggio assume una dominante natura carsica. L'aspetto è quello di un altopiano dalla morfologia dolce, con quote comprese tra 310 e 350 metri s.l.m. procedendo in direzione NE verso SO, che si sviluppa su terreni che, per la loro natura altamente permeabile, non consente l'instaurarsi di linee di impluvio. Le acque meteoriche vengono completamente assorbite dal terreno dando vita ad una serie di doline ed inghiottitoi che contraddistinguono tale territorio. A causa dei diversi caratteri morfologici, litologici e strutturali, quali acclività del substrato, granulometria, porosità e natura dei sedimenti che costituiscono le rocce, presenza di discontinuità e loro giacitura, nonché la presenza di terreni di copertura, il fenomeno carsico non si manifesta ovunque con la stessa intensità. In linea generale il carsismo, in alcune aree in un avanzato stadio evolutivo, assume una certa complessità dovuta al numero ed alla varietà delle forme superficiali e sotterranee presenti. Come già detto su gran parte del percorso la rete drenante superficiale è praticamente.

L'area in progetto ricade nel settore centro occidentale delle Murge, caratterizzata da affioramenti di terreni a prevalente componente calcarea di età senoniana, ascrivibili alla formazione dei Calcari di Altamura, che costituiscono il basamento delle rocce sedimentarie plio-pleistoceniche ed affiorano estesamente sul resto dell'area interessata dal tracciato dell'elettrodotto; rappresentano ottimi terreni di posa delle fondazioni.

La roccia si presenta più o meno fratturata, a grana fine, ben stratificata, con spessori variabili da pochi cm ad oltre il metro, ed è rappresentata localmente da calcari detritici di colore dal bianco al grigio scuro, con frequenti intercalazioni di calcari dolomitici e dolomie grigiastre. A questi si associano termini residuali limoso argillosi rossastri ("terre rosse"), sia di deposizione primaria (caratterizzati da geometrie lenticolari, da modesta estensione e da spessore raramente superiore a metri 1), sia di colmamento delle principali discontinuità strutturali della massa rocciosa. La genesi di tali discontinuità è imputabile a cause meccaniche ("fratturazione") e chimiche ("dissoluzione carsica"). L'intersezione di queste discontinuità strutturali con quelle di origine sedimentaria ("giunti di stratificazione") determina la scomposizione dell'ammasso roccioso in blocchi, a geometrie vagamente regolari, di volumetrie comprese tra pochi centimetri e diversi decimetri cubici.

Laddove più intensa è la sconnessione, le acque vadose acidulate hanno avuto modo di svolgere, nel tempo, una sensibile azione aggressiva nei confronti dei carbonati, sino a generare fenomenologie carsiche, esplicate in cavità sotterranee anche d'imponenti dimensioni. Queste hanno sviluppo prevalentemente sub-orizzontale e sono organizzate in sistemi interconnessi che impegnano livelli ampiamente estesi. Collegate tra loro da una rete di canalicoli, sono, a volte, in comunicazione diretta con l'ambiente esterno, sia tramite fessure beanti che con apparati maggiormente evoluti, quali vore ed inghiottitoi.

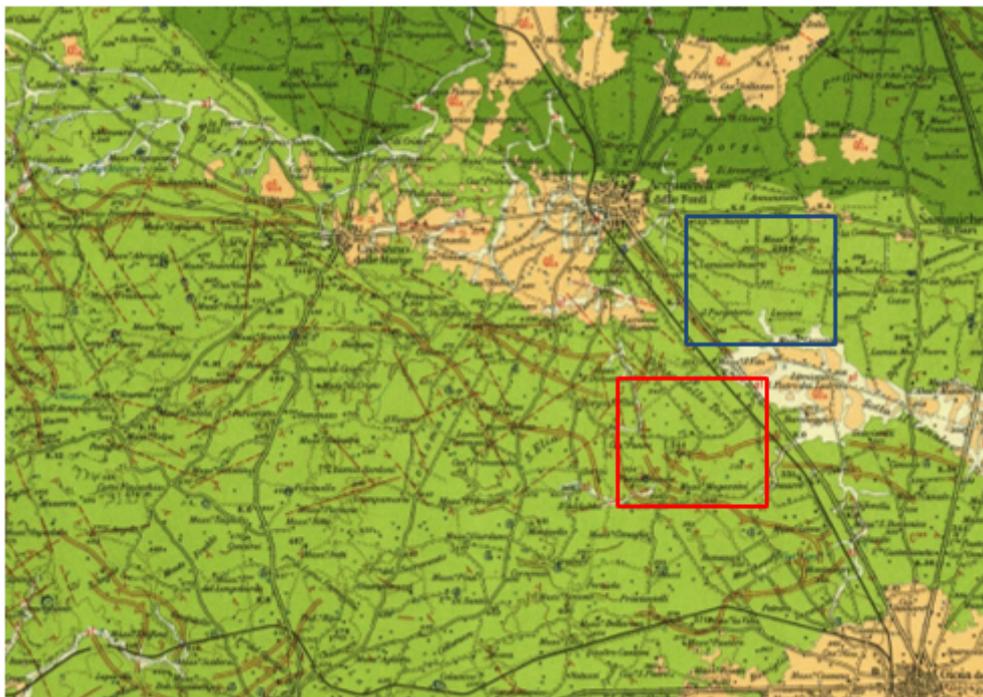


Figura 3.6: Estratto della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 – Foglio 189 (Acquaviva delle Fonti).

La carsogenesi, particolarmente sviluppata nell'area delle Murge, presenta meccanismi evolutivi assai complessi, in diretto rapporto con la natura litologica e con l'assetto tettonico delle facies carbonatiche. Particolarmente sensibili sono i litotipi porosi (calcari biancastri) e quelli interessati da giunti di stratificazione e di fratturazione. Infatti, la direttrice principale di sviluppo dei vuoti carsici segue, in prevalenza, quella del sistema primario di fratturazione regionale, orientato da N-NO a S-SE.

Lo spessore complessivo dell'unità carbonatica è superiore a 3000 mt. ed è troncato in alto da una netta superficie di abrasione.

Il quadro geologico che si riconosce è relativamente semplice, e nelle sue linee essenziali, può essere sintetizzato come segue: sui calcari cretacei di piattaforma carbonatica, che costituiscono il substrato dell'intera regione murgiana, poggiano in discordanza le unità della Fossa Bradanica, rappresentate da depositi del Pleistocene inferiore (Calcarenite di Gravina ed argille subappennine) ed infine, in discordanza su tutti i depositi più antichi, si rinvengono i depositi marini e continentali terrazzati del Pleistocene mediosuperiore (super sintema delle Murge suddiviso in 5 sintemi e super sintema delle lame delle Murge suddiviso in 2 sintemi).

Da punto di vista geologico la Murgia è costituita essenzialmente da rocce carbonatiche di piattaforma, appartenenti alle formazioni geologiche del Calcare di Bari (Barremiano – Turoniano) e dal Calcare di Altamura (Senoniano). Le successioni di margine–scarpata, di età Campaniano superiore-Maastrichtiano (Calcare di Ostuni e Calcare di Caranna), affiorano unicamente nei dintorni di Ostuni. Infine, ai bordi del complesso carbonatico murgiano, si rinvengono in trasgressione i depositi plioquaternari (Calcareniti di Gravina, Argille Subappennine e Depositi Marini Terrazzati che, in piccoli lembi residuali, occupano anche talune aree interne della Murgia.

3.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

La Puglia presenta una situazione idrologico ambientale caratterizzata da scarsa disponibilità idrica superficiale avente distribuzione molto differenziata sul territorio. Essa è caratterizzata da un paesaggio privo di rilievi significativi e dalla presenza di calcari, anche affioranti, ad alta permeabilità. Tale substrato pianeggiante e altamente permeabile è probabilmente causa della formazione di un reticolo idrografico non sempre chiaramente definito, caratterizzato dall'assenza di deflussi per lunghi periodi anche

invernali, ovvero nelle stagioni più piovose. Tale porzione di reticolo è formata da incisioni naturali, anche con sezioni trasversali di notevoli dimensioni, che non sempre sfociano in mare (recapito esoreico), ma sovente il punto di convergenza delle aste drenanti è costituito da una o più depressioni topografiche locali (recapito endoreico). Queste particolari strutture geomorfologiche rappresentano, rispetto al panorama circostante, una significativa discontinuità e spesso la loro presenza consente la conservazione di pregevoli ecosistemi ambientali.

Il progetto, in particolare, ricade nel bacino regionale Puglia e interregionale Ofanto (Figura 3.8); tale bacino è riconosciuto dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ADM). L'Unità di Gestione (Unit of Management – UoM) del bacino in analisi è ITR161I020.

Il territorio della UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto si estende per circa 20.000 km² sviluppandosi prevalentemente in Puglia e in minima percentuale nelle regioni Basilicata (7%) e Campania (4%). Il territorio di competenza coinvolge aree interessate da eventi alluvionali contraddistinti da differenti meccanismi di formazione e propagazione dei deflussi di piena. Per queste ragioni, il territorio è stato suddiviso nei seguenti ambiti territoriali omogenei:

- Gargano
- Fiumi Settentrionali
- Ofanto
- **Bari e Brindisi**
- Arco Ionico
- Salento



Figura 3.7: Ambiti territoriali omogenei di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia. L'area di progetto (in rosso) ricade nell'ambito Bari e Brindisi.

L'ambito territoriale omogeneo d'interesse del progetto è quello di Bari e Brindisi, il quale si estende per circa 5010 km².

La natura prevalentemente carsica del territorio pugliese determina nei corsi d'acqua l'assenza di deflussi per finestre decennali. Tuttavia, accade che in corrispondenza di eventi precipitativi straordinari si attivi una fitta rete di canali e lame in grado di convogliare le acque fino al mare.

I bacini più importanti sono: per la provincia di Barletta-Andria-Trani, canale Ciappetta-Camaggi, Lama Palumbariello, Lama Paterna e Lama di Macina; per la provincia di Bari, Lama Balice, Lama Lamasinata, Torrente Picone, Torrente Valenzano, Lama San Giorgio, Lama Giotta; per la provincia di Brindisi, Canale Reale, Canale Cillaresse, Fiume Grande, Canale Foggia del Rau, Canale Infocaciucci.

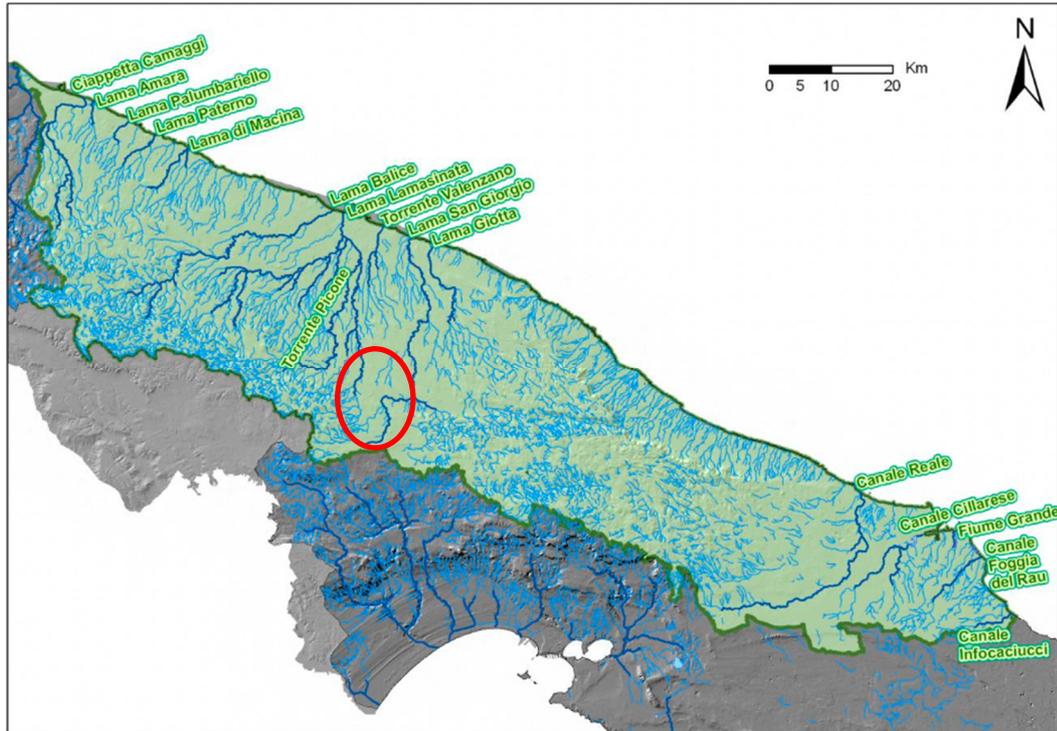


Figura 3.8: Canali e lame principali del sottobacino di Bari e Brindisi. . Il cerchio in rosso indica l'area di intervento del progetto agrivoltaico.

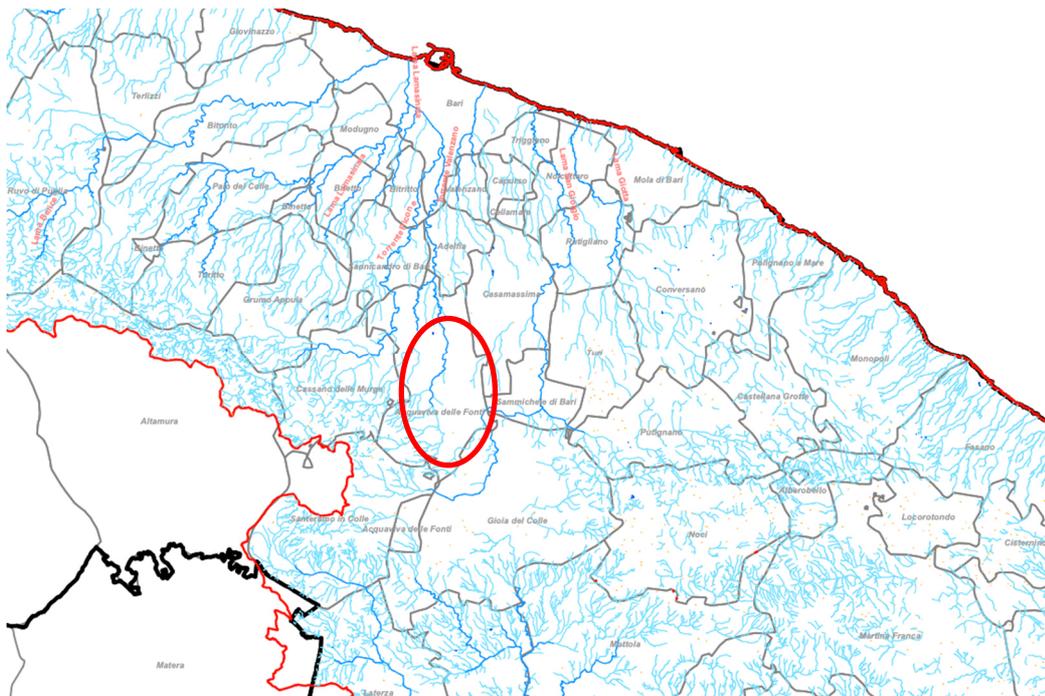


Figura 3.9: Reticolo idrografico e corsi idrici principali all'interno dell'UoM ITR1611020 Regionale Puglia e Interregionale Ofanto. Il cerchio in rosso indica l'area di intervento del progetto agrivoltaico.

3.4 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE

Il comune di Acquaviva delle Fonti (BA) appartiene all'unità di gestione (UoM) del bacino regionale Puglia e Interregionale Ofanto (ITR1661I020) del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale (DAM).

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

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti.

Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

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

3.4.1 Piano Assetto Idrologico

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

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

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

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

L'assetto idrogeologico comprende:

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

Le perimetrazioni delle aree di pericolosità idraulica, rispetto al Piano Assetto Idrogeologico vigente, risalgono all'aggiornamento rilasciato in data 23 gennaio 2023 (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**)

Classi di pericolosità idraulica

Per quanto l'assetto idraulico, 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:

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

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

L'intera area di progetto (comprendente layout di impianto, cavo di connessione e stazione di trasformazione) non interessa zone caratterizzate da pericolosità idraulica

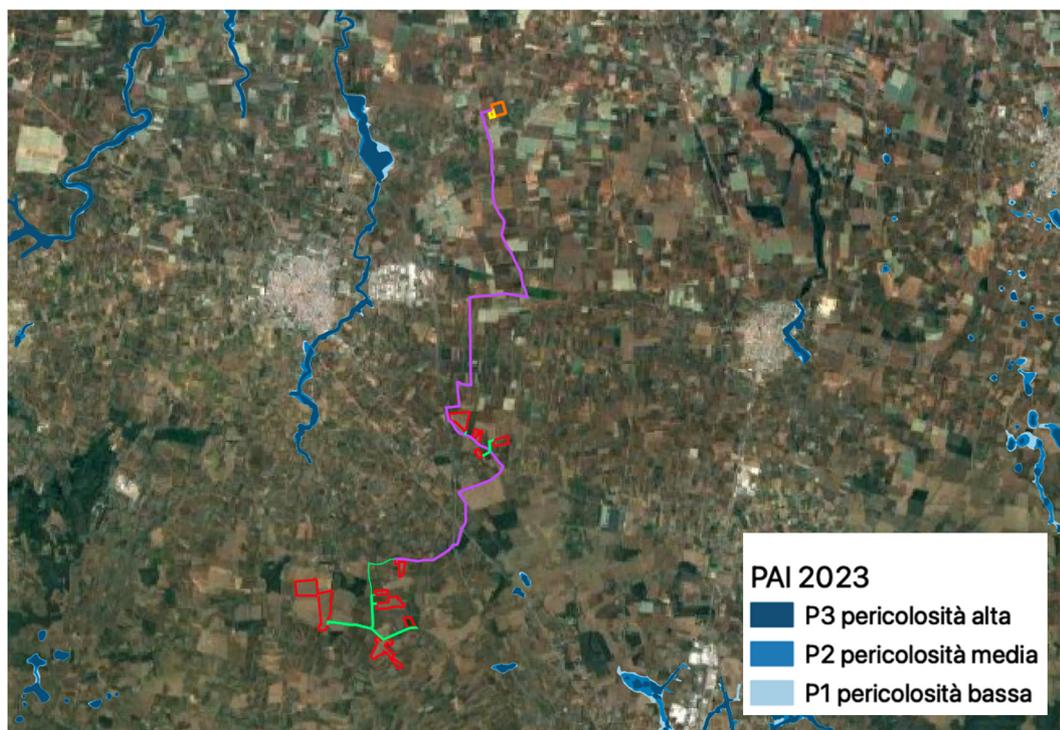


Figura 3.10: PAI della UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto (ITR1611020) e area di progetto (layout in rosso, connessione in verde e viola, cabina di trasformazione SE in arancio e suo ampliamento in giallo).



3.4.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

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

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

Definizione degli scenari di probabilità nel Distretto

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

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

Si riporta in Figura 3.11 la perimetrazione delle fasce di pericolosità idraulica secondo il PGRA (II ciclo – Aggiornamento 2021) disponibili sul sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

L'intera area di progetto (comprendente layout, cavo di connessione e stazione di trasformazione) non interessa zone caratterizzate da pericolosità idraulica.

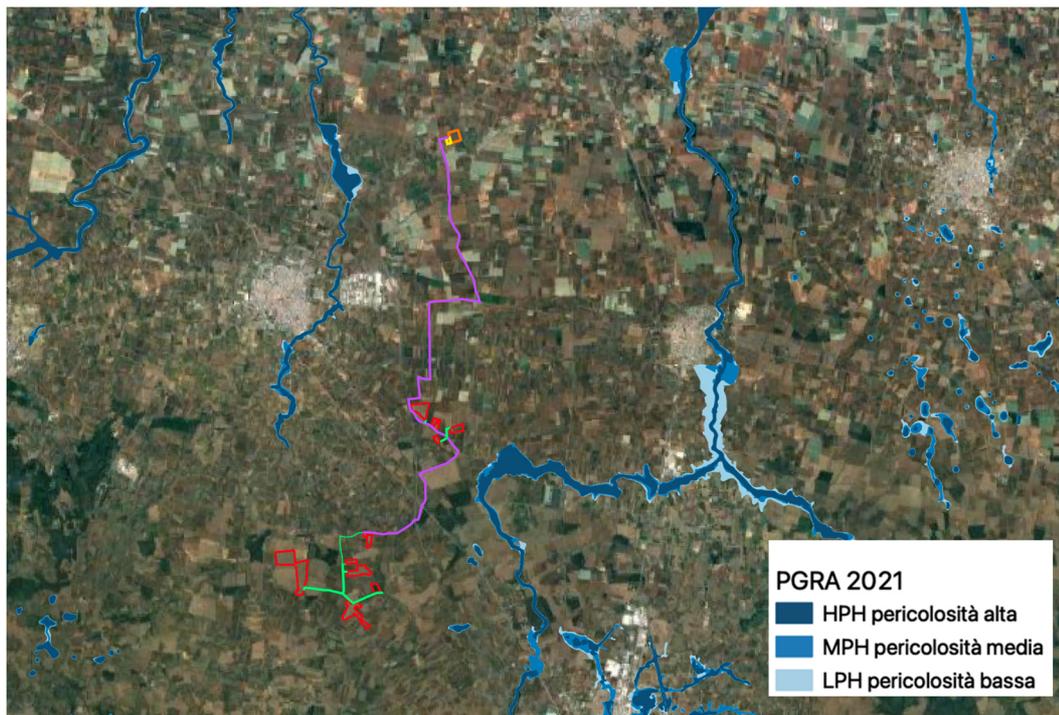


Figura 3.11: PGRA Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) e area di progetto (layout in rosso, connessione in verde e viola, cabina di trasformazione SE in arancio e suo ampliamento in giallo).

4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI

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 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.

4.1 LAYOUT D'IMPIANTO

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- Analisi vincolistica;
- Scelta della tipologia impiantistica;
- Ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica;
- Disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

L'area dedicata all'installazione dei pannelli fotovoltaici è suddivisa in 12 sezioni. Inoltre, il layout dell'impianto è stato progettato considerando le seguenti specifiche:

- Larghezza massima struttura in pianta: 5,168 m;
- Altezza massima palo struttura: 2,830 m;
- Altezza massima struttura: 4,926 m;
- Altezza minima struttura: 0,65 m;
- Pitch (distanza palo-palo) tra le strutture: 11,50 m;
- Larghezza viabilità del sito: 4,00 m;
- Disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file;

4.2 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 44,86 MW è così costituito da:

- n.1 Cabina di Raccolta. La Cabina di Raccolta dell'impianto, a livello di tensione pari a 36 kV, sarà posizionata in adiacenza alla nuova SE di Trasformazione di Terna di riferimento;

- n.1 Cabina di Sezionamento. La Cabina di Sezionamento sarà posizionata lungo il tracciato della linea di connessione al fine di interrompere il percorso dei cavidotti per eventuali ispezioni e manutenzione. In tale cabinato saranno presenti i quadri ma non il sistema SCADA;
- n.2 Cabine di Smistamento di connessione. Le Cabine di Smistamento hanno la funzione di raccogliere le terne provenienti dalle Cabine di Campo, presenti nei vari sottocampi, per immetterne un numero inferiore. Le cabine saranno posizionate in maniera strategica all'interno dell'impianto, una nell'area Nord ed una nell'area Sud.
- n. 15 Cabine di Campo. Le Cabine di Campo avranno la funzione di elevare la tensione da bassa tensione a livello di media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dagli inverter di stringa che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- n.11 Uffici e n.11 Magazzini ad uso del personale, installati in coppie (ufficio + magazzino) in ogni sezione dell'impianto;
- i moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondate su pali infissi nel terreno;
- L'impianto è completato da:
 - tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
 - opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

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

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

4.2.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle, indicativamente della potenza di 650 W_p, della marca CanadianSolar 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.

4.2.2 Struttura di supporto

Il progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali trivellati nel terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a $+55^\circ$ - 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 anti furto.
- Le caratteristiche generali della struttura sono:
 - materiale: acciaio zincato a caldo
 - tipo di struttura: Tracker fissata su pali
 - inclinazione sull'orizzontale $+55^\circ$ - 55°
 - Esposizione (azimut): 0°
 - Altezza min: 0,65 m (rispetto al piano di campagna)
 - Altezza max: 4,926 m (rispetto al piano di campagna)

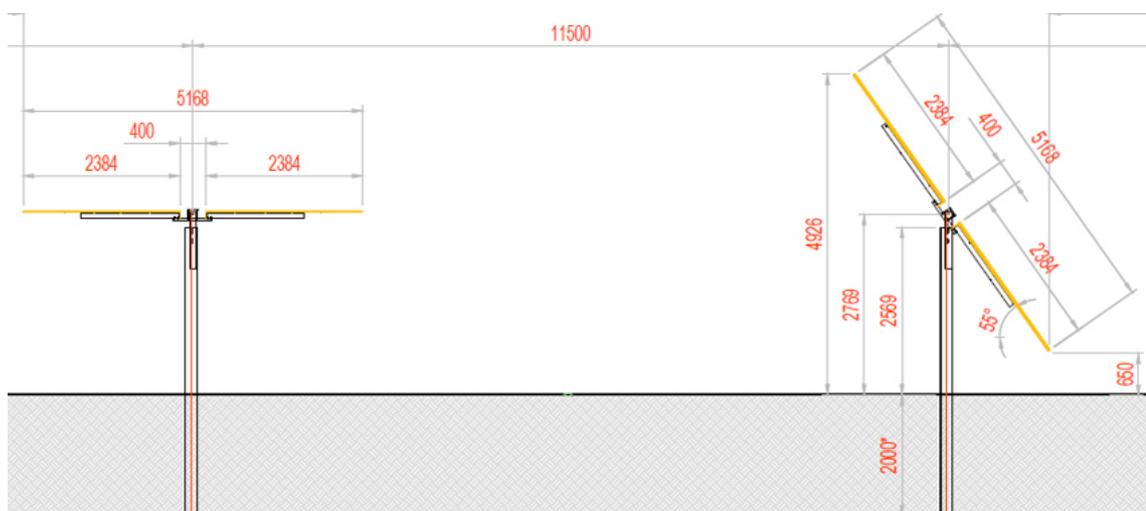


Figura 4.1: Particolare strutture di sostegno moduli

In via preliminare è prevista una sola tipologia di portale costituita da 28 moduli, montati con una disposizione su due file in posizione verticale. Tale configurazione potrà variare in conseguenza della scelta del tipo di modulo fotovoltaico.

I materiali delle singole parti saranno armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.

Durante la fase esecutiva sarà definita la miglior tecnologia da utilizzare per l'esecuzione del pre-foro, necessaria per la realizzazione della fondazione.

4.2.3 Inverter

L'impianto sarà dotato di inverter di stringa posizionati in maniera distribuita, atti alla conversione della corrente continua in corrente alternata (costituiti da uno o più inverter in parallelo), agendo come generatore di corrente, attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita.

I gruppi di conversione sono basati su inverter statici a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

4.2.4 Cabine di campo e cabine di smistamento

Le Cabine di Campo hanno la funzione di elevare il livello di tensione della corrente da bassa tensione (BT) ad alta tensione (AT).

Per le cabine vengono usate cabine monolitiche auto-portanti prefabbricate in sandwich d'acciaio o calcestruzzo, trasportabili su camion in un unico blocco già assemblate ed allestite delle apparecchiature elettromeccaniche di serie (incluso trasformatore). Sono realizzate con pannellature e strutture in acciaio zincato a caldo, con finiture esterne che garantiscono la minima manutenzione per tutta la vita utile del cabinato; in alternativa saranno realizzate in calcestruzzo vibrato confezionato con cemento ad alta resistenza adeguatamente armato con pareti internamente ed esternamente trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sulla parete, inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura. L'elemento di copertura sarà munito di impermeabilizzazione e con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.

Al fine di garantire la continuità di servizio per i circuiti ausiliari delle apparecchiature installate nella Cabina di Campo, si prevede l'installazione di un gruppo statico di continuità indicativamente da 5 kVA; con riserva di carica per la specifica gestione del riarmo delle bobine di minima tensione, inserite nelle celle di Media tensione, così come prescritto dalla Normativa CEI- 0/16.

All'interno della cabina di Smistamento saranno presenti i quadri necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

Nelle Cabine di Smistamento confluiranno tutti i cavi provenienti dalle diverse Cabine di Campo presenti nell'impianto, da tali cabinati partirà la linea di connessione verso la nuova stazione elettrica di trasformazione (SE). Nella stessa area all'interno delle cabine sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo.

4.2.5 Cavi di potenza BT/AT e cavi di controllo e TLC

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

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

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

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

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

4.2.6 Sistema di drenaggio

Sarà realizzata una rete di drenaggio in corrispondenza dei principali solchi di drenaggio naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno. La rete drenaggio in progetto sarà costituita da fossi e cunette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e non rivestiti. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

L'area di intervento è stata suddivisa, sulla base della morfologia di progetto, in bacini imbriferi non necessariamente coincidenti con i singoli settori dell'impianto. I bacini sono delimitati verso il monte idrologico da "alti" naturali (orli di scarpata, rilievi) mentre il valle idrologico coincide con l'ubicazione di progetto dei canali da realizzarsi in scavo per il collettamento delle acque meteoriche.

Lo scopo delle canalette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle canalette drenanti realizzate lungo i lati morfologicamente più depressi.

4.3 LINEA DI CONNESSIONE ALLA RTN

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di trasmissione nazionale e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

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

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

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

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

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto 36 kV, con lunghezza pari a circa 12,87 km, tra l'impianto e la nuova Stazione Elettrica (Se) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV.

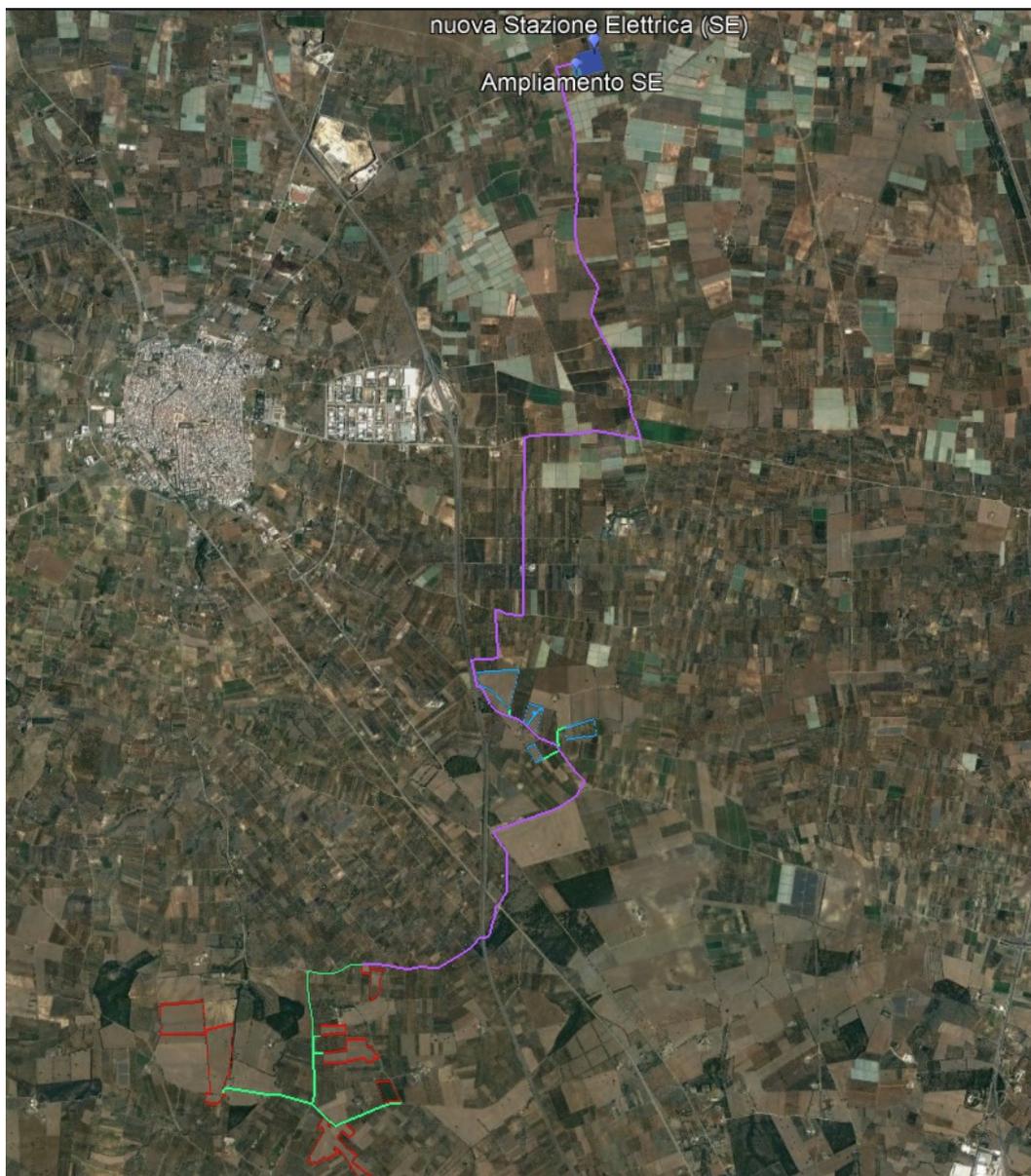


Figura 4.2: Inquadramento della linea di connessione in viola e della nuova SE. In verde la connessione tra i sottocampi.

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

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

Per la classificazione delle aree si è fatto riferimento al PAI e PGRA che permettono di definire il grado di pericolosità idraulica. In aggiunta, per l'identificazione di canali minori, è stata consultato il reticolo idrografico reso disponibile dall'unità di gestione Regionale Puglia e Interregionale Ofanto (ITR161I020).

5.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZA

Lo studio di compatibilità ha evidenziato alcune interferenze del tracciato del cavo di connessione con elementi idrici. Tali intersezioni, riportate in Figura 5.1 e Figura 5.5, riguardano sia la linea di connessione interna tra i sottocampi di sud, sia la linea di connessione esterna congiungente la SE Casamassima. Non risultano invece interferenze con le mappe vigenti di PAI e PGRA.

Il paragrafo 5.2 riporta la metodologia di analisi qualitativa e quantitativa per la definizione della minima profondità di posa.

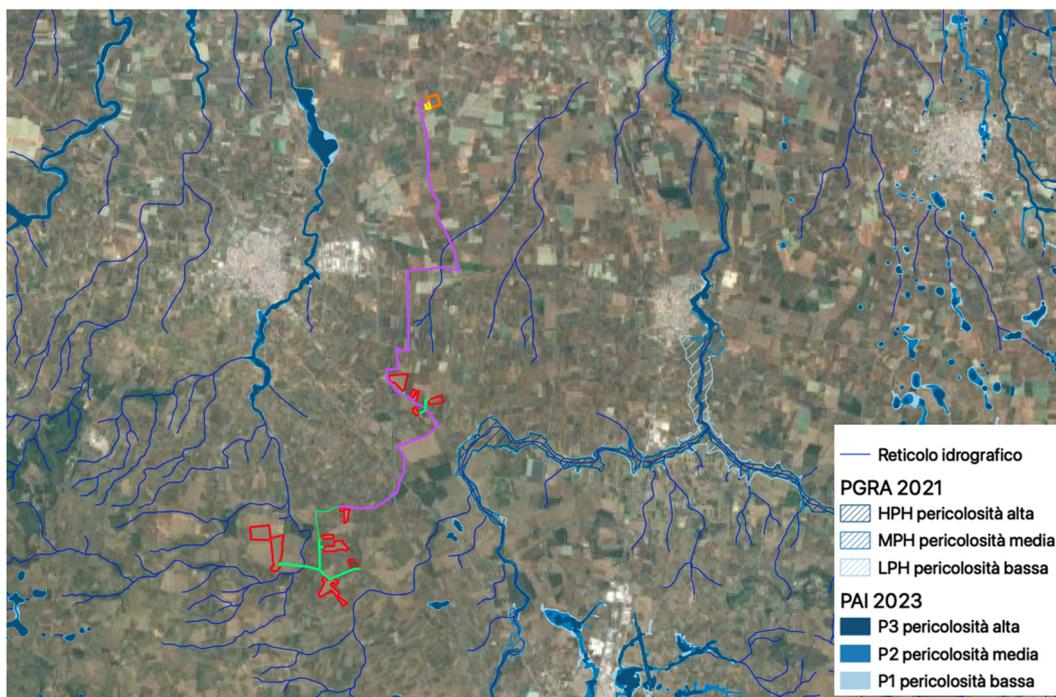


Figura 5.1: Identificazione interferenze del tracciato del cavo di connessione (in viola e verde) con reticolo idrografico, PAI e PGRA. In rosso il layout di impianto, in arancio la stazione di trasformazione SE e in giallo l'ampliamento della stazione SE.

5.2 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC

5.2.1 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 ed ha interessato i punti identificati come P02 e P07.



Per ognuno è stato assegnato un valore numerico totale derivante dall'analisi qualitativa multicriteriale 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.

5.2.2 Analisi quantitativa

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

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

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

L'erosione totale potenziale è stata valutata come somma:

- A. Erosione a lungo termine;
- B. Erosione in corrispondenza di contrazioni;
- C. Erosioni locali in corrispondenza di pile di ponti.

Erosione a lungo termine

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

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

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

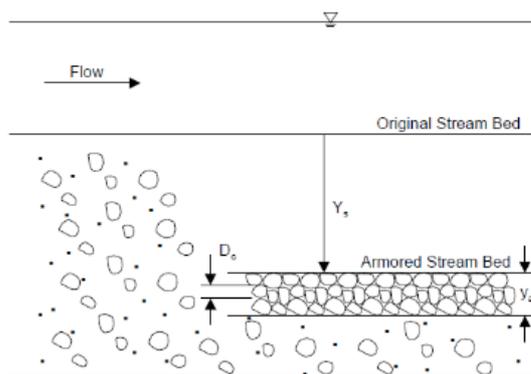


Figura 5.2: Dinamica erosione a lungo termine per corazzamento (fonte FHWA).

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

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

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

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

Erosione da contrazione e da pile in corrispondenza di ponti stradali

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

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

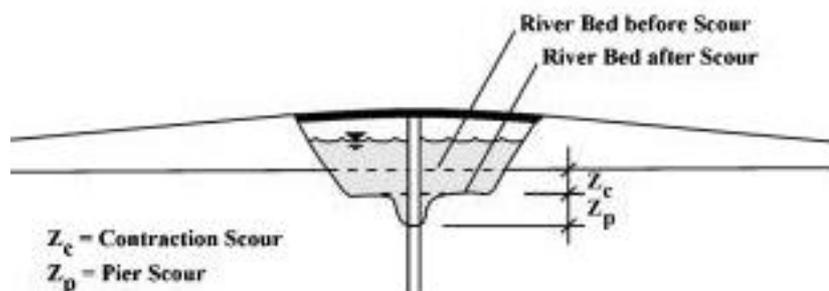


Figura 5.3: Erosioni assunte in corrispondenza di un ponte di attraversamento stradale (fonte FHWA).

ContraZIONE

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

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

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

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

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

Pile e spalle

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

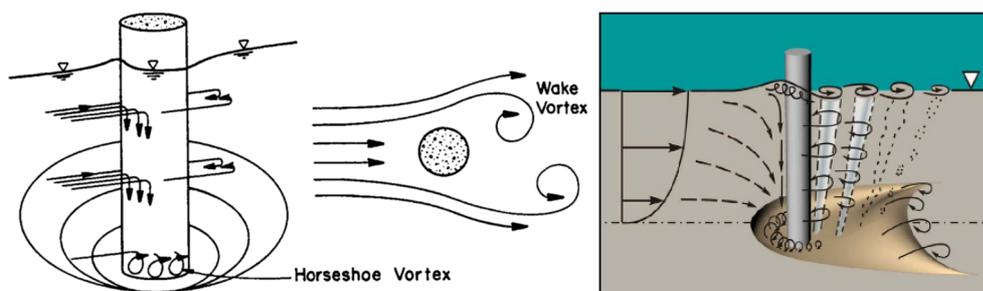


Figura 5.4: Dinamica di erosione in corrispondenza di pile strette (fonte FHWA).

5.3 RISOLUZIONE INTERFRENZE CAVO DI CONNESSIONE

In Figura 5.5 sono rappresentati i punti di interferenza della linea di connessione con il reticolo idrografico dell'UoM Puglia (Figura 5.1). L'elenco delle interferenze riscontrate è riportato in Tabella 5.1.

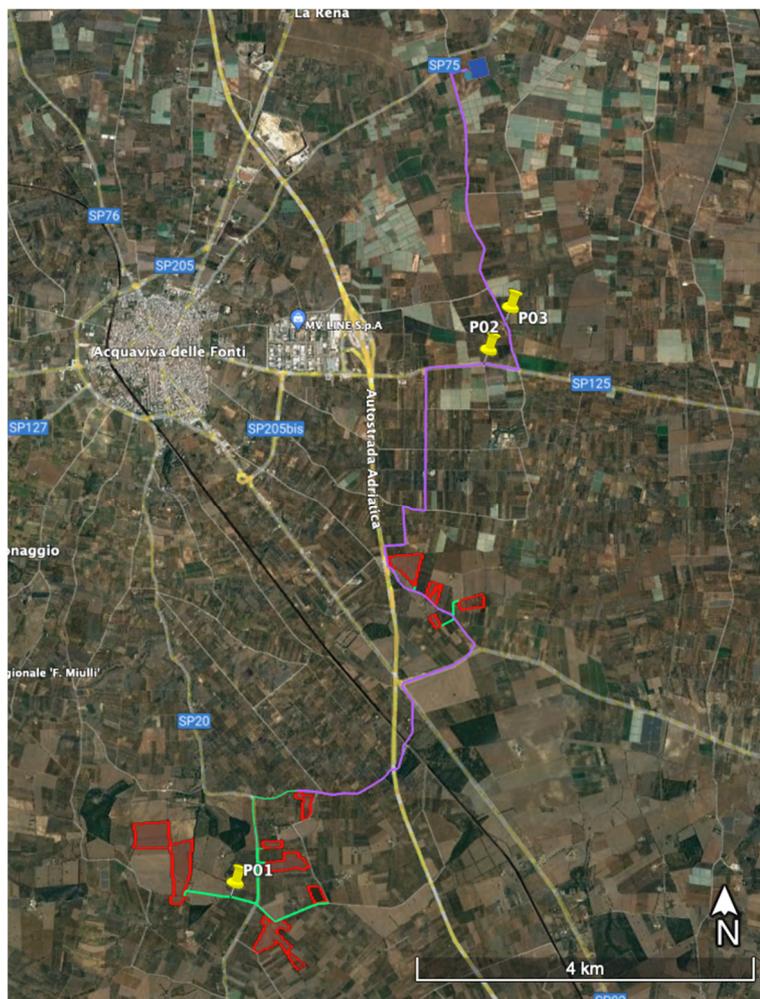


Figura 5.5: Identificazione dei punti di interferenza su ortofoto.

Tabella 5.1: ID interferenze

ID	TIPO INTERFERENZA	RISOLUZIONE
P01	Affl. Lama Lamasinata	Cavo interrato
P02	Affl. Lama San Giorgio	Cavo interrato
P03	Affl. Lama San Giorgio	Cavo interrato

5.3.1 P01

Identificazione

L'interferenza è situata lungo una piccola strada urbana nel comune di Acquaviva delle Fonti (BA), ad ovest della Strada Provinciale SP20. Tale interferenza riguarda un affluente della Lama Lamasinata, sfociante nel Mar Adriatico, nei pressi della città di Bari.

Tabella 5.2: Riepilogo interferenza P01.

ID	INTERFERENZA	RISOLUZIONE
P01	Affl. Lama Lamasinata	Cavo interrato

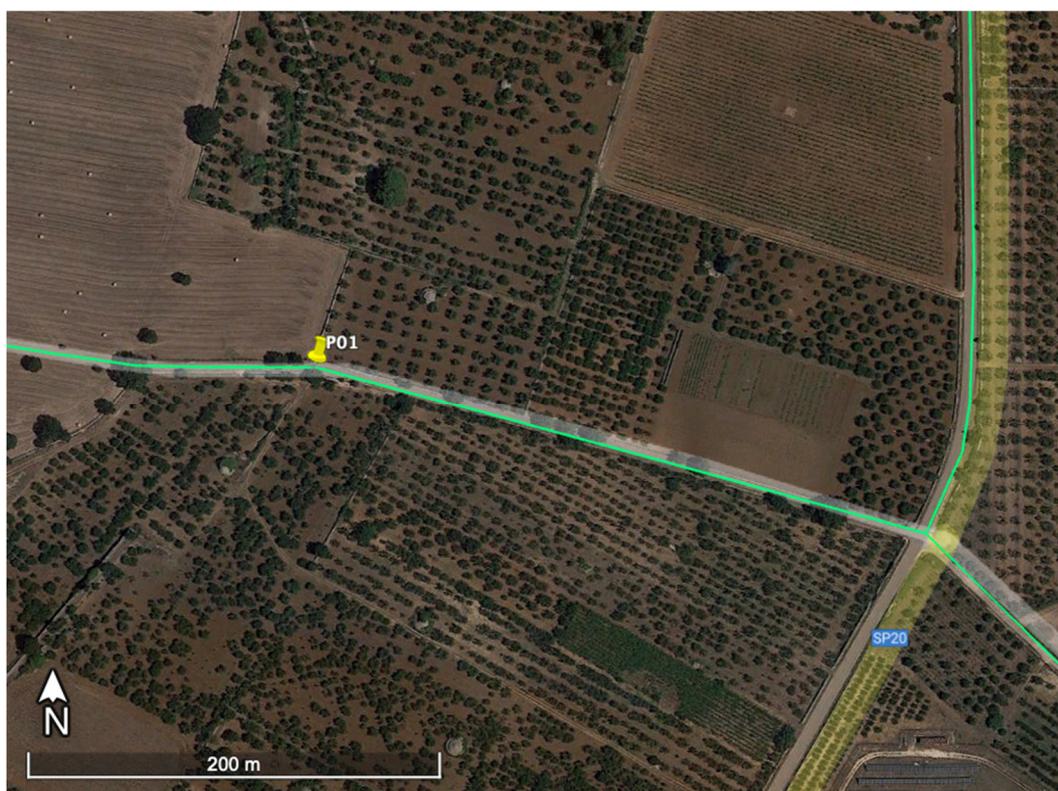


Figura 5.6: Ubicazione interferenza P01. In verde la linea di connessione.

Osservazioni

L'interferenza è legata alla presenza di un piccolo corso idrico, il quale affluisce nel Mar Adriatico, attraverso la Lama Lamasinata (Figura 3.9). Secondo le mappe di Uso del Suolo disponibili sul geoportale Regione Puglia, tale zona si identifica come 'seminativi semplici in aree non irrigue'. Il canale in analisi in normali condizioni è asciutto, quasi mai attraversato da acqua. La piana alluvionale attorno al canale è molto rinverdita, presenta arbusti e aree agricole.

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.2, 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**.

Verifica di compatibilità idraulica

Per l'attraversamento P01, la posa del cavo verrà eseguita mediante scavo tradizionale. La profondità di scavo rispetterà le normative vigenti. Per i cavi di alta tensione quindi si richiede un interrimento minimo di **2 metri** dal piano campagna.

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

5.3.2 P02

Identificazione

L'interferenza è situata lungo la strada provinciale S.P.125, nel comune di Acquaviva delle Fonti (BA). Tale interferenza riguarda un affluente della Lama San Giorgio, sfociante nel Mar Adriatico, in prossimità dei comuni di Triggiano e Bari.

Tabella 5.3: Riepilogo interferenza P02.

ID	INTERFERENZA	RISOLUZIONE
P02	Affl. San Giorgio	Cavo interrato

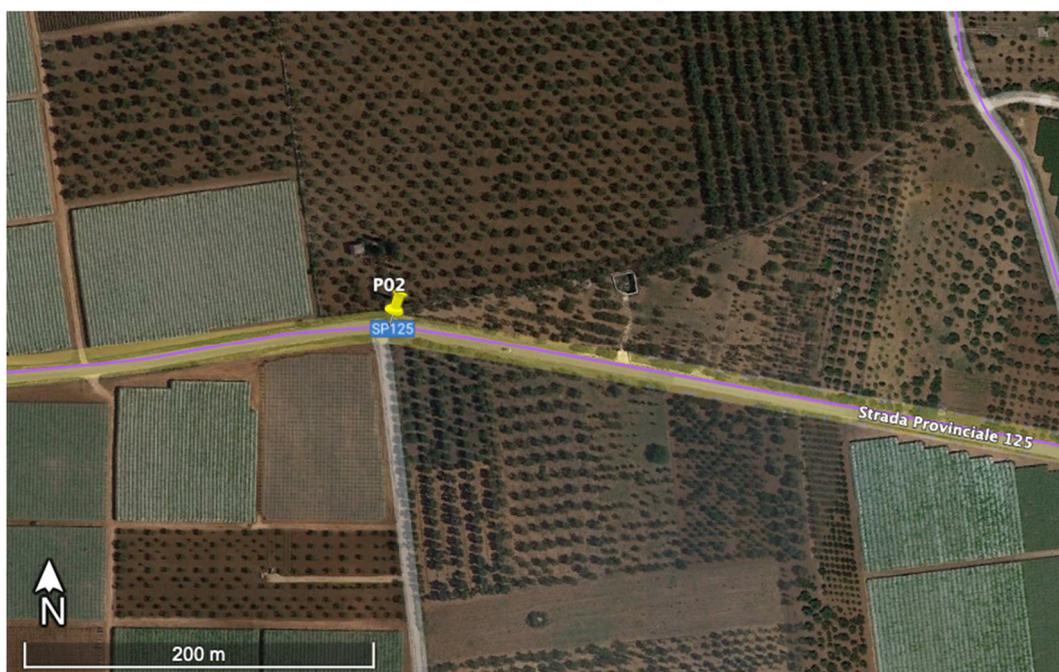


Figura 5.7: Ubicazione interferenza P02. In viola la linea di connessione.



Figura 5.8: Interferenza P02. Immagine da Google Earth.

Osservazioni

L'interferenza è legata alla presenza di un piccolo corso idrico, il quale affluisce nel Mar Adriatico, attraverso la Lama San Giorgio (Figura 3.9). La zona in analisi è interessata dalla presenza di campi di ulivi. Anche in questo caso, il canale in analisi in normali condizioni è in secca, quasi mai attraversato da acqua. La piana alluvionale è molto rinverditata a causa della presenza di alberi di olive.

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.2, 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**.

Verifica di compatibilità idraulica

Per l'attraversamento P02, la posa del cavo verrà eseguita mediante scavo tradizionale. La profondità di scavo rispetterà le normative vigenti. Per i cavi di alta tensione quindi si richiede un interrimento minimo di **2 metri** dal piano campagna.

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

5.3.3 P03

Identificazione

L'interferenza è situata lungo una strada sterrata, a sud della Strada Provinciale S.P.125, nel comune di Acquaviva delle Fonti (BA). Tale interferenza riguarda un affluente della Lama San Giorgio, sfociante nel Mar Adriatico, in prossimità dei comuni di Triggiano e Bari. Si tratta del medesimo corso idrico interessante l'interferenza P02, ma in un tratto più a valle. Per questo motivo le seguenti considerazioni saranno analoghe.

Tabella 5.4: Riepilogo interferenza P03.

ID	INTERFERENZA	RISOLUZIONE
P03	Affl. Lama San Giorgio	Cavo interrato

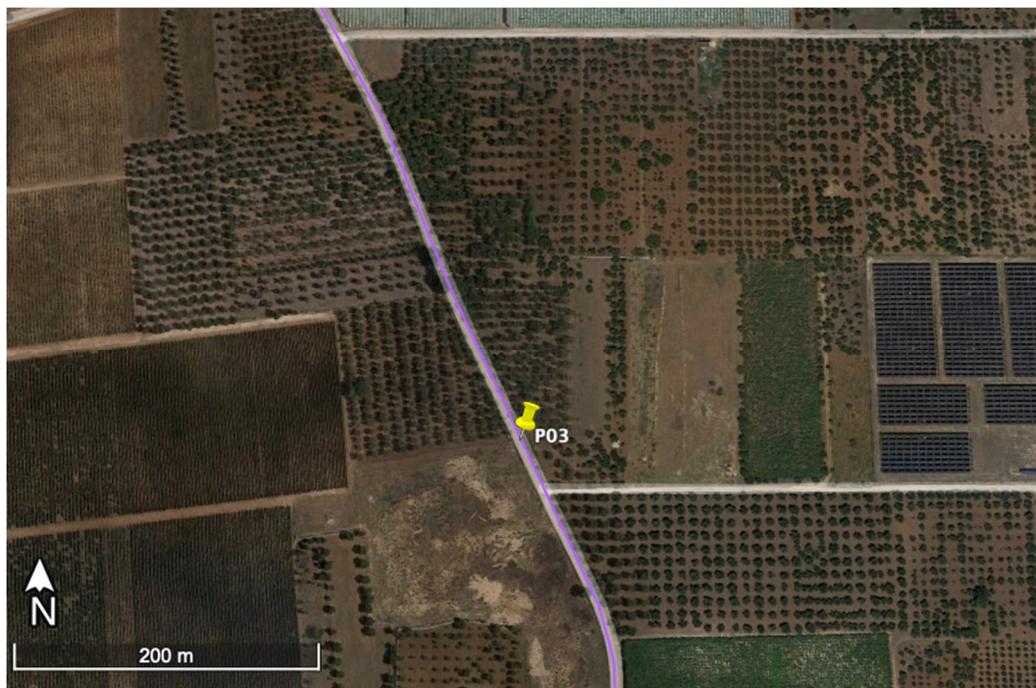


Figura 5.9: Ubicazione P03. In viola la linea di connessione.



Figura 5.10: Interferenza P03. Immagine da Google Earth.



Osservazioni

L'interferenza è legata alla presenza di un piccolo corso idrico, il quale affluisce nel Mar Adriatico, attraverso la Lama San Giorgio (Figura 3.9). Il canale è lo stesso riportato al caso di studio di interferenza P02. In questo caso, la strada in analisi è di minor entità, meno asfaltata e di dimensioni ridotte. La zona è in generale esente da aree urbanizzate, è abbastanza rinverdita e immersa in coltivazioni di ulivi.

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.2, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di 55 rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

Per l'attraversamento P03, la posa del cavo verrà eseguita mediante scavo tradizionale. La profondità di scavo rispetterà le normative vigenti. Per i cavi di alta tensione quindi si richiede un interrimento minimo di **2 metri** dal piano campagna.

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

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 Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni. Le CPP 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. 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. 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. 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.

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](#) 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.

L'ambito territoriale del bacino pugliese in cui ricade il progetto è quello di Bari e Brindisi. In questa zona il clima è caldo e temperato, con una temperatura media di 17°C. L'inverno ha molta più piovosità dell'estate e la piovosità media annuale è di 575 mm.

Consultando le analisi climatiche della regione pugliese riportate dall'ISPRA, si evidenzia che risulta che nella Piana di Brindisi ha sperimentato una riduzione delle precipitazioni tra la fine degli anni Settanta e l'inizio degli anni Novanta. Un'evenienza, questa, chiaramente mostrata dall'andamento delle medie mobili trentennali normalizzate rispetto al periodo di riferimento 1961-1990, che indicano una certa stabilizzazione delle precipitazioni negli ultimi 10 anni di osservazione (fino al 2010).

Come tutta la Murgia, anche l'area in esame è soggetta ad un tipico clima mediterraneo caratterizzato da stagioni secche e calde (Primavera-Estate) alternate a stagioni fredde e umide (Autunno-Inverno).

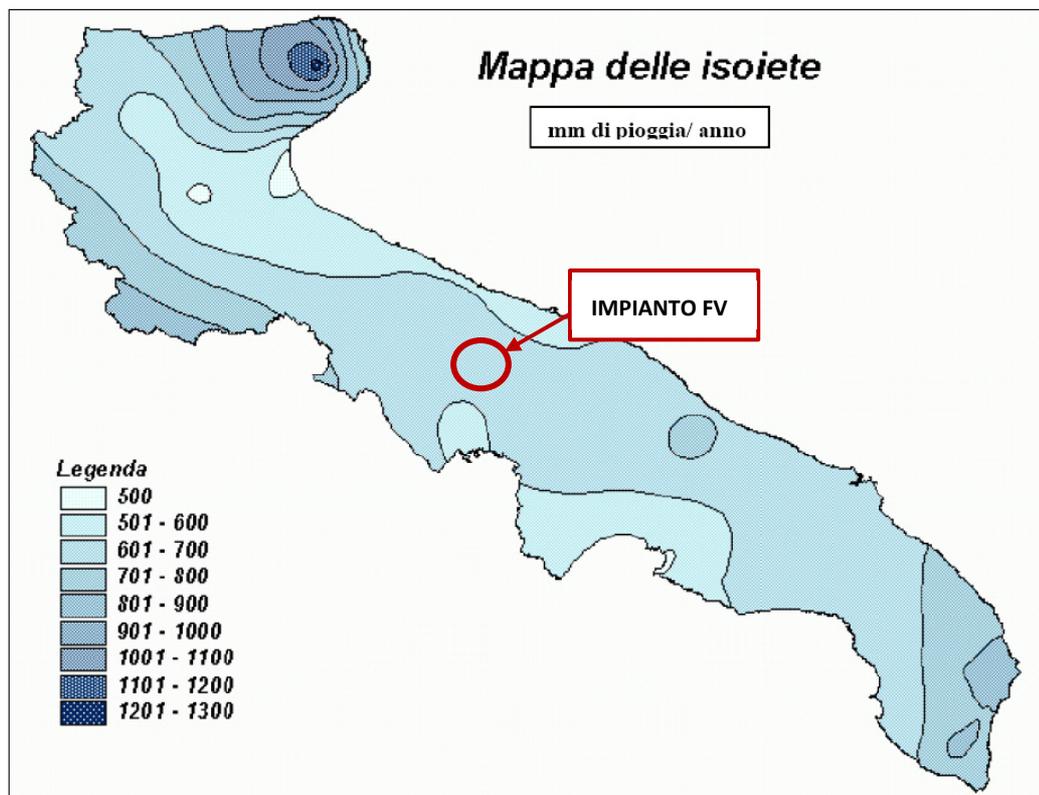


Figura 6.1: Mappa delle isoiete della Regione Puglia.

I dati delle precipitazioni medie disponibili, forniti dal Servizio di Protezione Civile della Regione Puglia, coprono un periodo di osservazione dal 1960 al 2020. Analizzando i dati registrati nella stazione pluviometrica nel comune di Casamassima, a 10 km di distanza da Acquaviva delle Fonti, sono state valutate le precipitazioni medie mensile durante tale periodo di osservazione (Tabella 6.1).

Tabella 6.1: Medie Mensili e annuali delle precipitazioni e dei giorni piovosi (anni di osservazione 1921-2020) nel sito Casamassima - <http://www.protezionecivile.puglia.it/centro-funzionale/analisielaborazione-dati>

PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE													
Dato	MEDIE MENSILI												MEDIE ANNUE
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
Precipitazioni medie mensili [mm]	59,4	58,8	58,7	42,7	40,9	35,6	23,3	22,3	50,5	63,7	69,3	67,6	592,8
Giorni di piovosità [g]	8	8	8	6	6	4	3	2	5	6	8	9	72

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_r si realizzi in N anni:

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

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

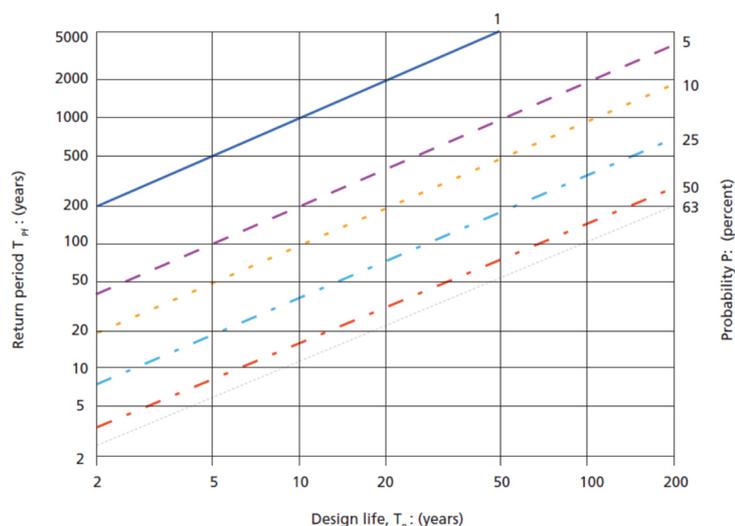


Figura 6.2: Probabilità che un evento con determinate Tempo di ritorno si verifichi in N anni.

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

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

6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

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 (GNDCI) e deve in ogni caso tener conto dei dati raccolti dagli Uffici periferici dell’ex Servizio Mareografico e Idrografico Nazionale e da eventuali elaborazioni dei dati prodotti dagli stessi Uffici.

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

sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e 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 5 della Puglia (Figura 6.3) la cui CPP è definita dalla seguente equazione:

$$h(t, z) = 28,2 \cdot t^{\frac{(0,628+0,0002z)}{3,178}}$$

dove:

- $h(z, t)$ = altezza della pioggia (mm) per fissata durata t e quota z ;
- t = durata dell'evento pluviale (ore);
- z = quota media dell'impianto di progetto (m), pari a 320 metri.



Figura 6.3: Zonazione aree omogenee bacino pugliese.

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

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

Dove:

- $h_{60,t}$ = altezza di precipitazione (mm) con durata pari a 60 min e fissato T ;
- t = durata dell'evento pluviale;
- s = coefficiente dipendente dalla regione in esame, in questo caso 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 sottozone omogenee n. 5-6 si ha la seguente formula:

$$K_T = 0,1599 + 0,5166 \ln(T)$$

Dove T è il tempo di ritorno considerato.

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

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

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

Si riportano in Figura 6.4 le Curve di Possibilità Pluviometrica distinte per eventi pluviali di durata superiore o inferiore ad 1 h e per diversi tempi di ritorno (2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni).

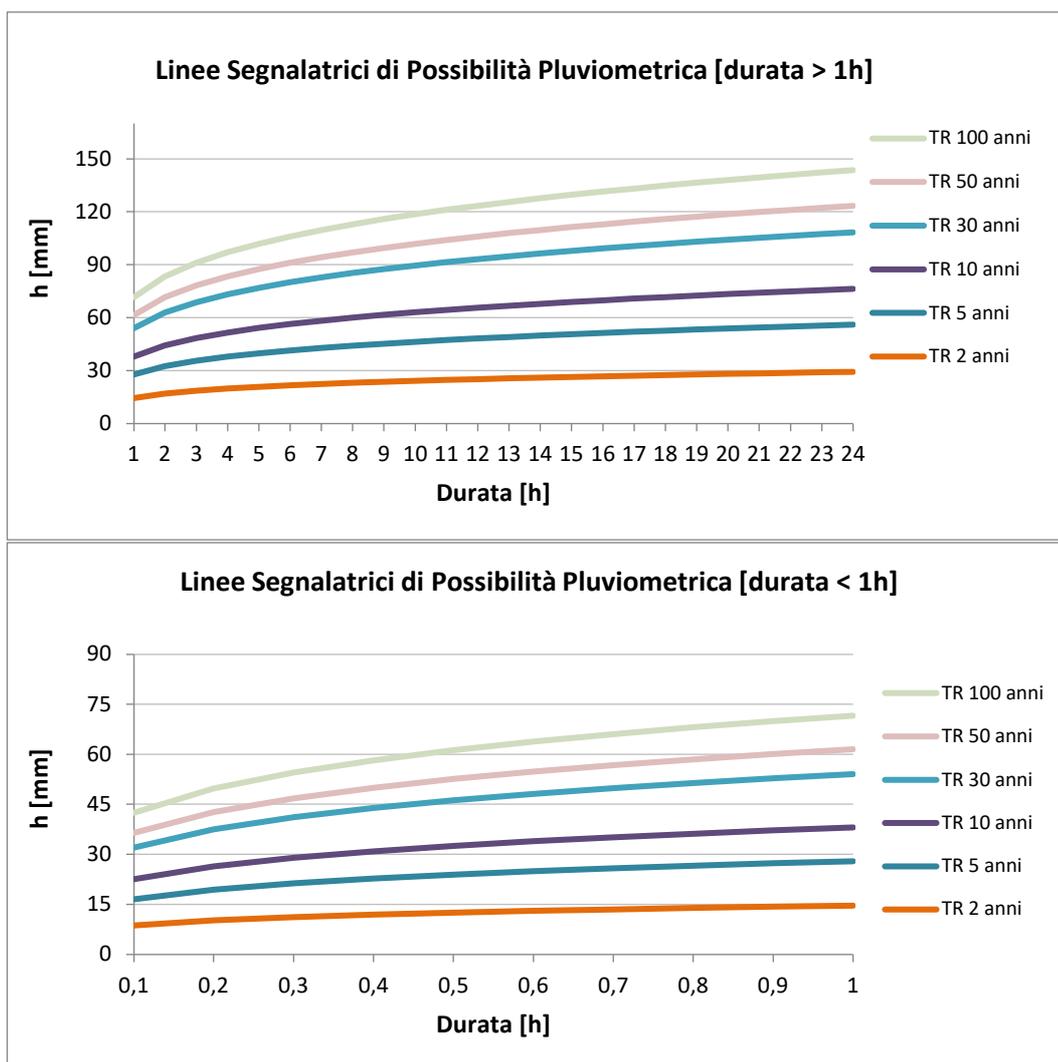


Figura 6.4: Curve di Possibilità pluviometrica per eventi di durata < 1h e >1h.

Tabella 6.2: Altezze di pioggia relative alle diverse durate per i diversi tempi di ritorno.

ALTEZZA PIOGGIA CRITICA [mm] AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO (TR) E DURATA (t)						
DURATA	TR 2 ANNI	TR 5 ANNI	TR 10 ANNI	TR 30 ANNI	TR 50 ANNI	TR 100 ANNI
0,5	12	24	33	46	53	61
1	15	28	38	54	62	72
2	17	33	44	63	72	83
3	19	36	48	69	78	91
4	20	38	52	73	83	97
5	21	40	54	77	87	102
6	22	41	56	80	91	106
7	22	43	58	83	94	110
8	23	44	60	85	97	113
9	24	45	62	87	100	116
10	24	46	63	90	102	119
11	25	47	64	91	104	121
12	25	48	66	93	106	123
13	26	49	67	95	108	126
14	26	50	68	96	110	128
15	26	51	69	98	111	130
16	27	51	70	99	113	131
17	27	52	71	101	114	133
18	28	53	72	102	116	135
19	28	53	73	103	117	136
20	28	54	73	104	119	138
21	28	54	74	105	120	139
22	29	55	75	106	121	141
23	29	56	76	107	122	142
24	29	56	76	108	123	144

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 mira ad un futuro 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

Nelle successive fasi progettuali, sarà da valutare una sistemazione del drenaggio oggi assente al fine di indirizzare e distribuire le portate. Tale sistema è costituito 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;

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

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

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

Dove:

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

Le canalette 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° (Figura 7.1).

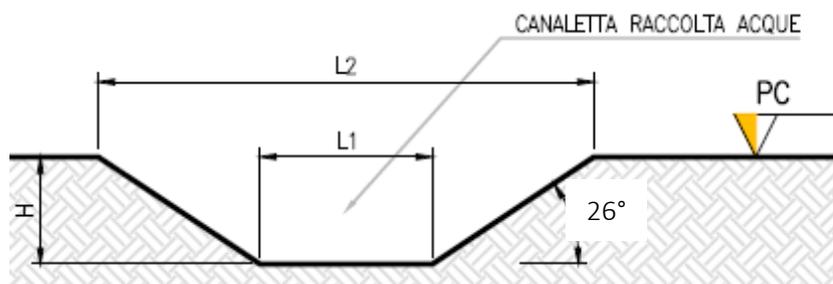


Figura 7.1: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

Gli scarichi della rete di drenaggio senza modifiche tra ante-operam e post-operam convergeranno ai ricettori esistenti.

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si prevedranno 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.

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.

In Figura 7.3 si riportano alcune immagini esemplificative dell'opera in oggetto.

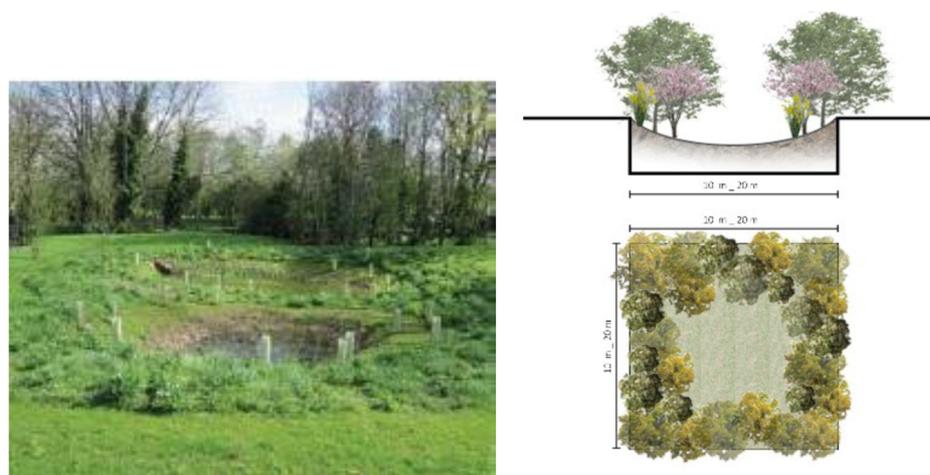


Figura 7.2: Immagini esemplificative di bacini di infiltrazione.

Sono state previste vasche di laminazione di tipologia 10x20 m, tutti con profondità dello strato drenante fino a circa 1,2 m.

Gli esatti valori di permeabilità del substrato e la soggiacenza della falda andranno in ogni caso verificati in sede esecutiva. 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 è stato condotto secondo le linee progettuali de "Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione – HOEPLI" sulla base della legge di Darcy.

$$Q_f = k \cdot J \cdot A$$

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.

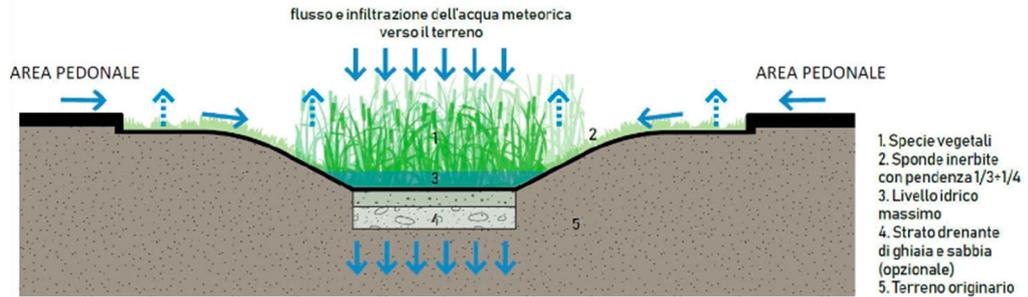


Figura 7.3: Schema tipologico di bacino di bio-ritenzione.



8. CONCLUSIONI

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 dal PGRA dell'Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Meridionale (AdB DAM) e dal PAI nel bacino Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto agrivoltaico e della linea di connessione ha escluso la presenza di interferenze con le aree a pericolosità idraulica. Tuttavia, sono state riscontrate interferenze della linea di connessione con corsi episodici del reticolo idrografico esistente. La realizzazione dell'impianto agrivoltaico risulta compatibile da un punto di vista idrologico e idraulico, se accompagnata dagli accorgimenti regolati da normative vigenti.

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

Per le successive fasi progettuali, si prevede la progettazione di una rete di canali di scolo, in terra non rivestiti da realizzare in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti. Tali scelte consentiranno di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità, nella disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto. L'interasse tra due file di canali di drenaggio rispetterà i vincoli della normativa vigente, e qualora fosse presente un filare di ulivi dove è prevista la canaletta, le dimensioni della canaletta dovranno essere tali da garantire il passaggio di mezzi meccanici per la raccolta delle olive.

È inoltre prevista, se possibile, l'adozione di vasche di laminazione e infiltrazione rinverdite per alleggerire dal carico idrico la rete e portare quindi ad uno scenario post-operam maggiormente confrontabile con quello ante-operam.

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