



FEBBRAIO 2023

FLYNIS PV 43 S.r.L.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 17 MW

COMUNE DI GALATINA (LE)

Montagna

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO**

Relazione idrologica e idraulica

Progettisti (o coordinamento)

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

Codice elaborato

2983_5372_GA_VIA_R06_Rev0_Relazione idrologica e idraulica

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2983_5372_GA_VIA_R06_Rev0_Relazion e idrologica e idraulica	02/2023	Prima emissione	PP	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	
Paolo Pallavicini	Ingegnere Ambientale	
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	
Andrea Amantia	Geologo	
Michele Cimino	Geometra	
Andrea Incani	Perito Industriale elettrotecnico- INDITEC	
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
Caterina Polito	Archeologo	Operatori abilitati all'archeologia preventiva n.2617
Massimiliano Marchica	Progetto di Connessione	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Agrigento n. 1510A



INDICE

1	PREMESSA	6
2	DATI DI RIFERIMENTO	7
2.1	MODELLO DIGITALE DEL TERRENO REGIONE PUGLIA	7
2.2	NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	7
3	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	8
3.1	LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO	8
3.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	9
3.2.1	Inquadramento morfologico	9
3.2.2	Lineamenti geologici	11
3.2.3	Circolazione idrica sotterranea	14
3.3	IDROGRAFIA DEL TERRITORIO	15
3.3.1	Inquadramento generale.....	15
3.4	INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE	17
3.4.1	Piano Assetto idrologico (PAI)	18
3.4.2	Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGR)	19
4	STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI	21
4.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE	21
4.2	DISPONIBILITÀ DI CONNESSIONE E LAYOUT DI IMPIANTO	21
4.3	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	22
4.3.1	Moduli fotovoltaici.....	23
4.3.2	Struttura di supporto	24
4.3.3	Inverter	25
4.3.4	Cabine di campo	25
4.3.5	Cabina Utente e Cabina di Consegna.....	25
4.3.6	Cavi di controllo e TLC	25
4.3.7	Monitoraggio ambientale e Sistema SCADA	26
4.3.8	Sistema di drenaggio	26
4.3.9	Recinzione	26
4.3.10	Viabilità del sito	26
4.4	LINEA DI CONNESSIONE ALLA CABINA PRIMARIA	26
5	STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E LINEA DI CONNESSIONE	29
6	STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	30
6.1	CONSIDERAZIONI CLIMATICHE	30
6.2	SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	31
6.3	ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	32
6.4	IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO	35
6.5	VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA)	37
6.5.1	Valutazione ante-operam.....	37
6.5.2	Valutazione post operam	38
6.6	MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI – STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM ..	39



7	OPERE IDRAULICHE.....	42
7.1	SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	42
7.2	SISTEMA DI INFILTRAZIONE E LAMINAZIONE NELL'AREA DI INTERVENTO.....	44
8	CONCLUSIONE	46



1 PREMESSA

Il presente documento riporta lo studio Idrologico e idraulico del progetto dell'impianto fotovoltaico. 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 che evidenzia l'assenza di interferenze dei diversi componenti con le aree a pericolosità idraulica. 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.

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

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 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 Galatina, in Provincia di Lecce (Figura 3.1). L'area di progetto è divisa in 4 sezioni denominate A, B, C e D, situate a circa 4,3 km a nord-ovest del centro abitato di Galatina (Figura 3.2).

Le quattro sezioni sono adiacenti tra di loro, sia la sezione B che la sezione C risultano separate dalla sezione A da strade vicinali di accesso alla Masseria Lama. L'area di progetto è collocata a circa 1,8 km a sud est dal centro abitato di Collemeto, ad est della strada Vicinale Le Longhe, a nord della Contrada Lo Vita e a ovest della strada Vicinale Guidano.

L'area di progetto presenta un'estensione complessiva catastale pari a 33,75 ha ed un'area recintata pari a 26,28 ha (sezione A di 17,75 ha, sezione B di 2,11 ha, sezione C di 2,79 ha e sezione D di 3,63 ha).

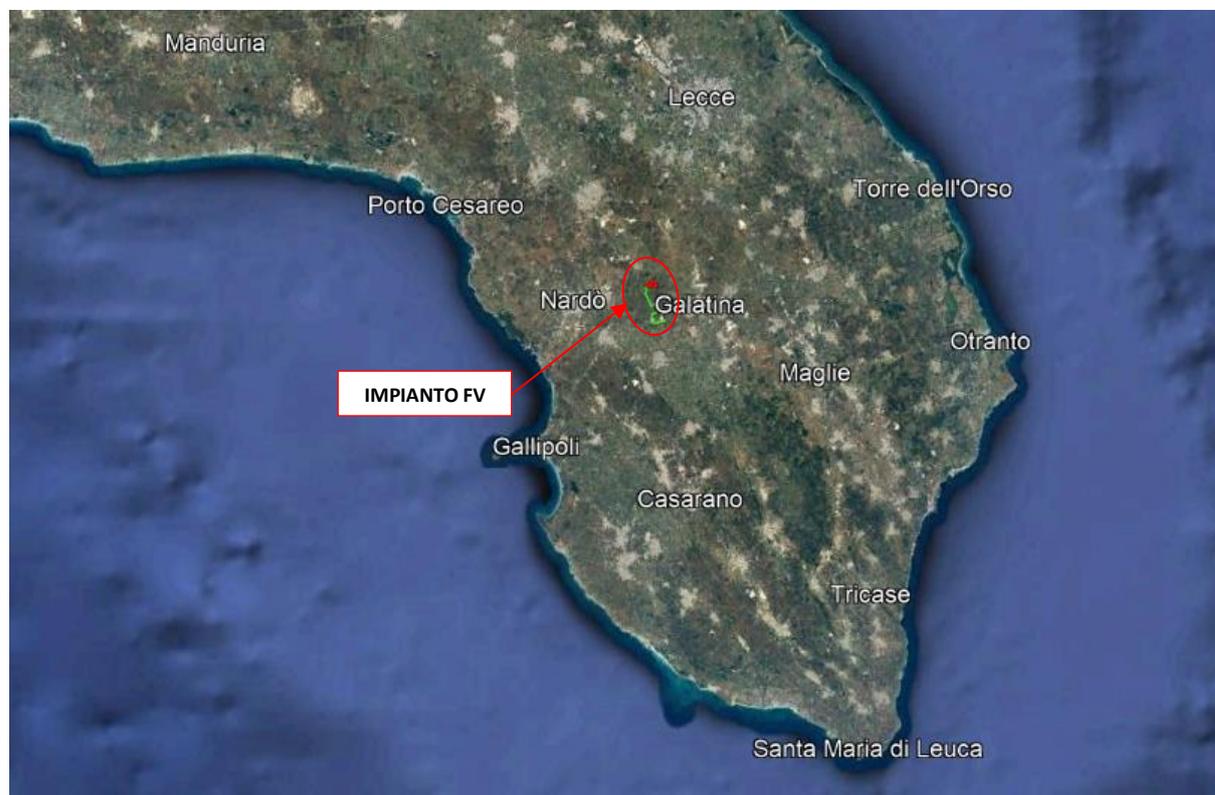


Figura 3.1: Localizzazione dell'area di progetto



Figura 3.2: Localizzazione del layout di progetto. In blu la sezione A, in giallo la sezione B, in magenta la sezione C e in rosso la sezione D.

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.

3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nel presente paragrafo sono riportati alcuni estratti dell'analisi geomorfologica e idrogeologica del sito; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto "2983_5372_GA_VIA_R05.1_Rev0_Relazione geologica".

3.2.1 Inquadramento morfologico

Il territorio in cui ricade la proposta progettuale si colloca nella propaggine settentrionale della penisola salentina da cui si scorge il margine sud orientale dell'altopiano delle Murge (Figura 3.3).

Dal punto di vista morfologico l'area si inserisce in un contesto sub pianeggiante occupata in gran parte dalla Pianura Salentina; evidenzia una morfologia caratterizzata da una serie di terrazzi Plio-Pleistocenici, raccordati da scarpate debolmente acclivi, che si estendono con una certa approssimazione parallelamente alla costa e a quote progressivamente decrescenti.

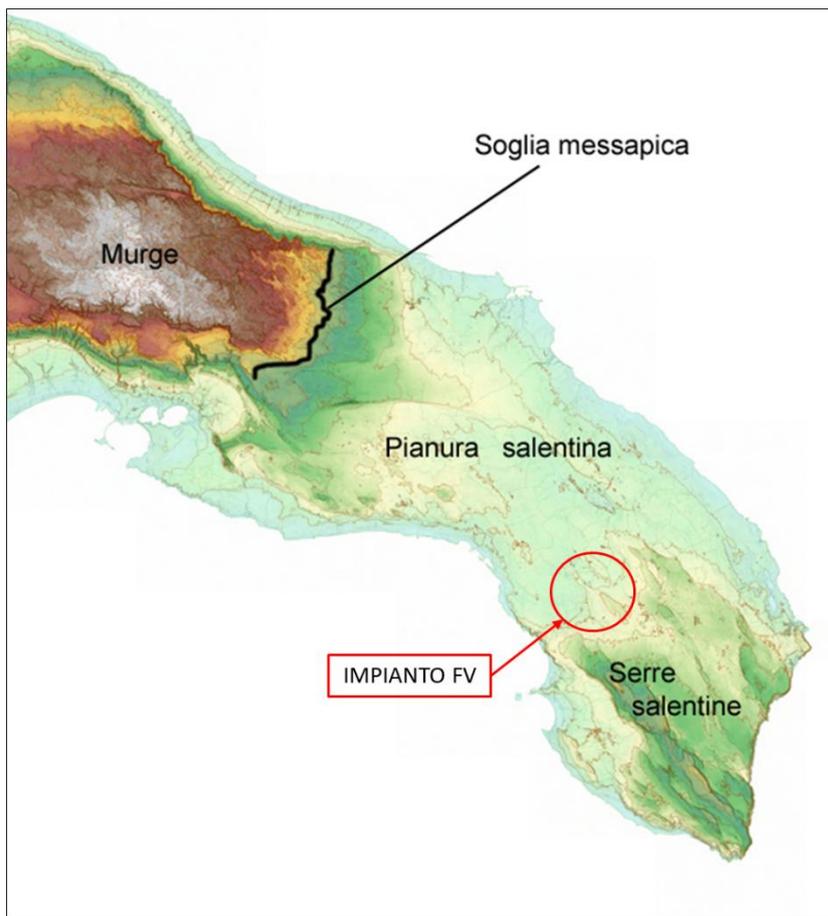


Figura 3.3: Inquadramento morfologico

L'area di progetto si pone a circa 4,3 km a Nord-Ovest rispetto al centro abitato di Galatina a quote comprese tra 65 e 80 metri s.l.m (Figura 3.4) e con pendenze generalmente contenute entro 1° in direzione Ovest-Est.

Dal punto di vista morfologico, Il territorio comunale di Galatina, ubicato nel versante occidentale ionico della penisola salentina, è caratterizzato da modeste ondulazioni e quote piuttosto modeste che vanno da un minimo di 39 metri s.l.m in direzione di Soletto nella parte orientale del territorio comunale sino a 84 m. s.l.m in direzione Ovest nei pressi del confine con il comune di Galatone.

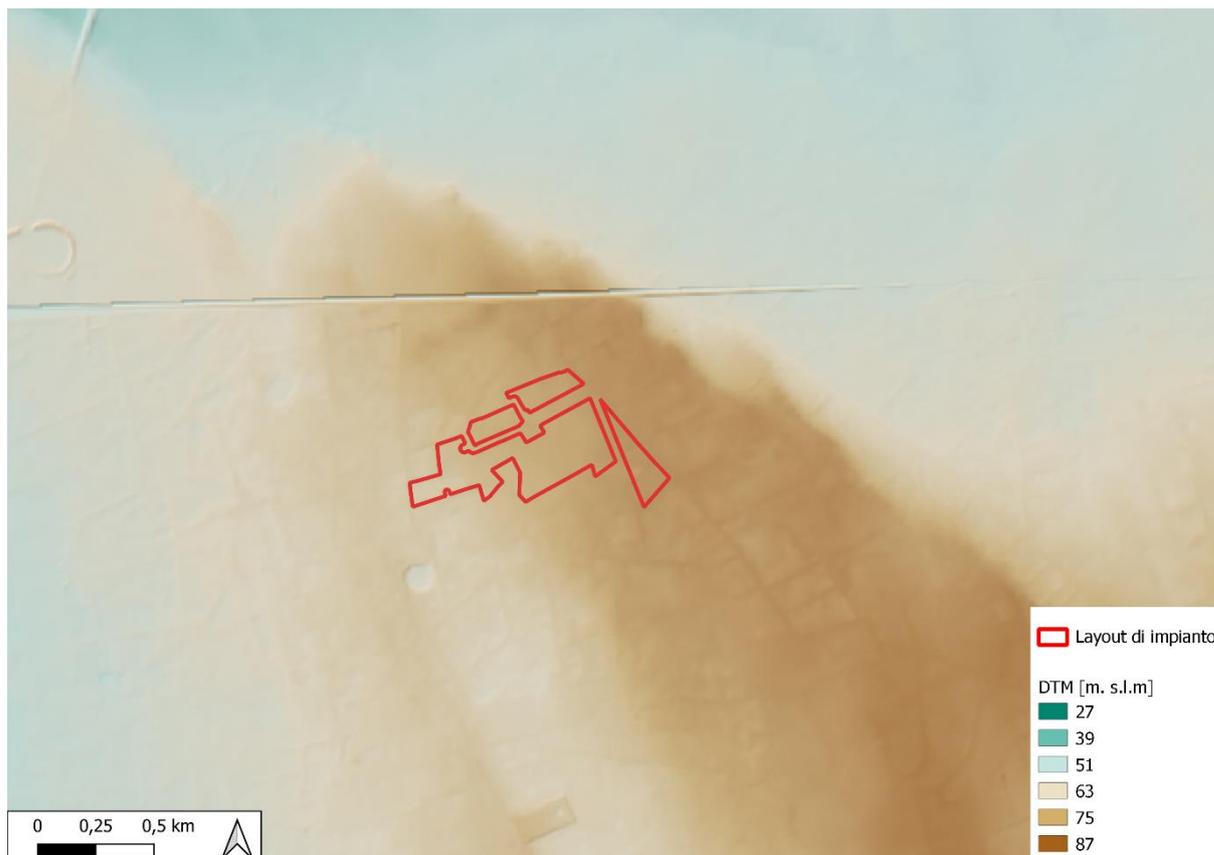


Figura 3.4: Andamento altimetrico dell'area di progetto

3.2.2 Lineamenti geologici

La penisola del Salento, di forma allungata in direzione appenninica e compresa tra il Mare Adriatico, ad Est, e quello Ionio, ad Ovest e a Sud, si estende per una superficie pari a circa 3400 km², al cui interno si individuano: parte della Piana Messapica a N-NO, la Terra d'Otranto ad Est, il Basso Salento a Sud e l'Arco Ionico compreso tra i comuni di Gallipoli e Maruggio ad Ovest (Figura 3.5).

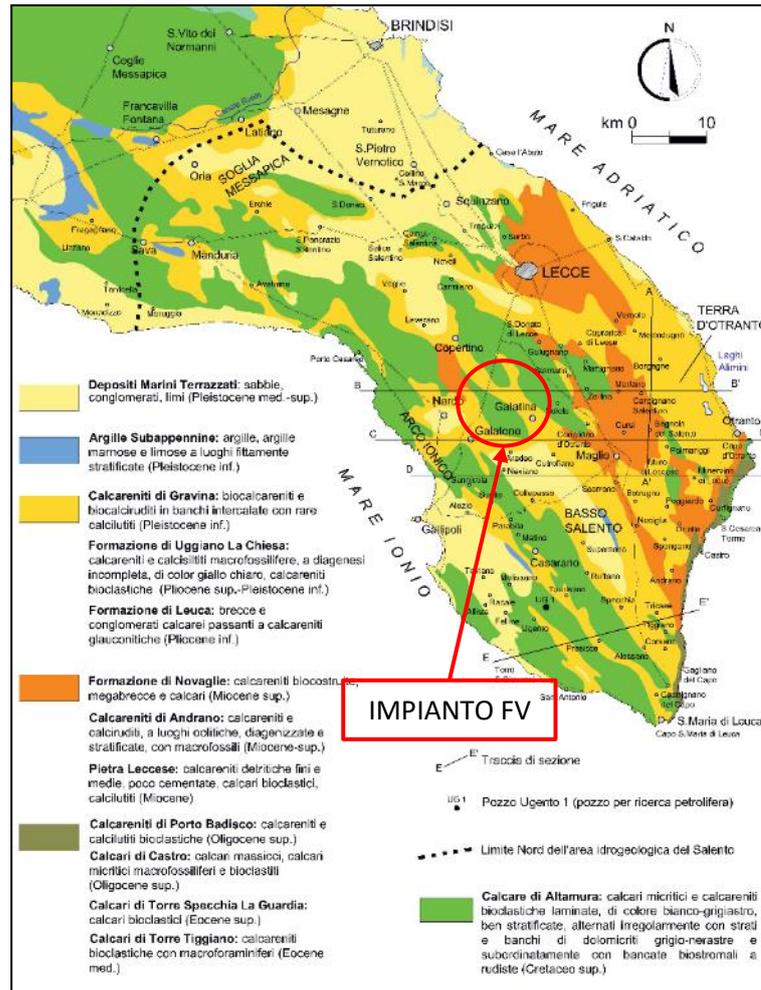


Figura 3.5 Carta geologica dell'area di interesse

Superfici pianeggianti variamente estese, collegate con la Piana di Brindisi, caratterizzano il settore settentrionale del territorio in esame, mentre rilievi calcarei molto dolci, denominati “Serre Salentine”, intervallati da depressioni, diversamente estese, definiscono il settore meridionale, noto come Basso Salento. I calcari mesozoici, affioranti con i termini cretacei in corrispondenza delle Serre, costituiscono, in continuità con il vicino ambiente murgiano, l’impalcatura di base sulla quale poggiano i depositi carbonatici e argilloso-sabbiosi, appartenenti ai cicli trasgressivo-regressivi del Miocene e del Plio-Pleistocene.

La Penisola Salentina è costituita da un’impalcatura di rocce carbonatiche di età giurassico-cretacea e subordinatamente dell’Eocene-Oligocene, formatasi in ambiente di piattaforma, sulla quale poggiano lembi, in parte isolati, di depositi essenzialmente calcarenitici e argilloso-sabbiosi appartenenti ai cicli trasgressivo-regressivi miocenici e plio-pleistocenici. Il carattere trasgressivo di questi depositi ha dato luogo, in tutta l’area salentina, a differenti rapporti stratigrafici. Le soluzioni di continuità tra i diversi litotipi affioranti non sono legate solo a fattori deposizionali connessi alla paleogeografia dell’area, ma anche alla successione di fasi tettoniche, che hanno dislocato i litotipi e portato a diretto contatto formazioni differenti per natura litologica ed età.

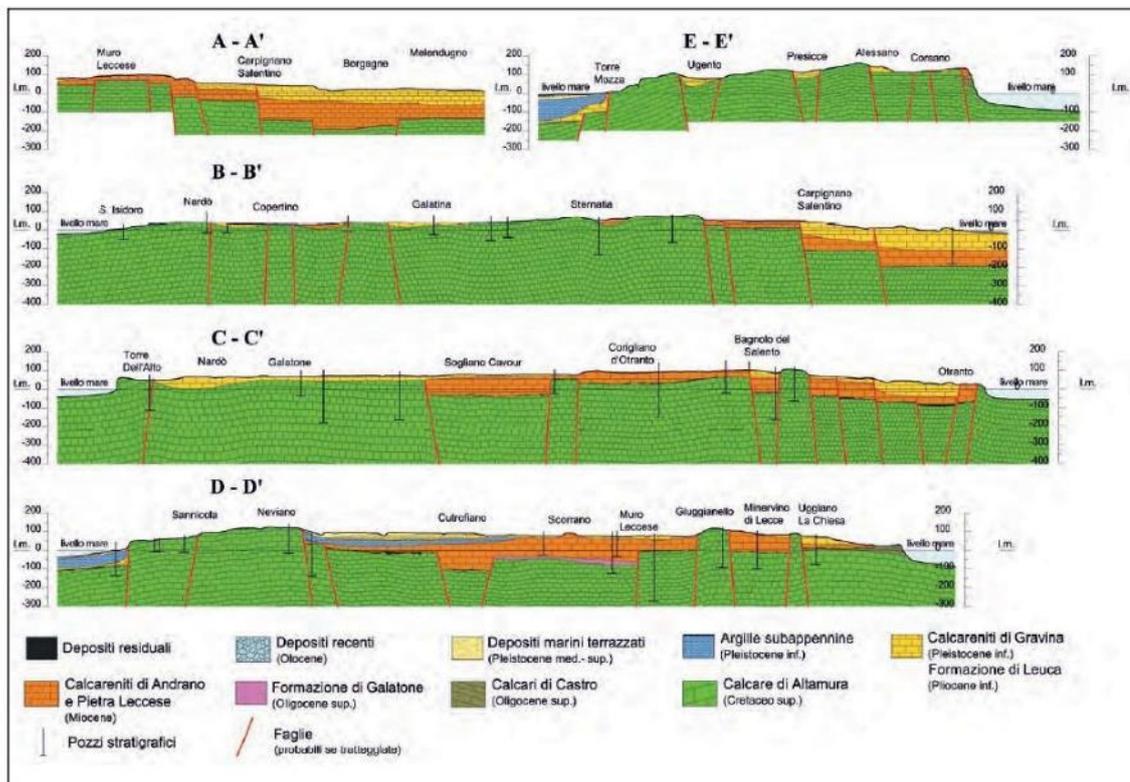


Figura 3.6: Sezioni geologiche schematiche della Penisola Salentina (le tracce sono indicate in Figura 3.5).

Estesamente su tutta l'area salentina ed in particolare nelle zone depresse che raccordano le Serre, affiorano, in lembi discontinui, le Calcareni di Gravina, in passato anche note come Calcareni del Salento.

Questi depositi, di ambiente neritico-litorale, talora con episodi sub-lagunari, sono rappresentati da calcareniti grossolane in parte friabili e porose e da calcari detritico-organogeni compatti, a luoghi tipo "panchina", di colore avana-giallastro.

Localmente si rinvengono anche intervalli calcarenitici a grana fine o sabbie organogene. Inoltre, livelli sabbioso-argillosi e siltosi, di colore grigio-verdolino, sono presenti nelle porzioni inferiori della formazione mentre in quelle superiori s'intercalano livelli decimetrici argillosi e marnosi. Infine, conglomerati o brecce di modesti spessori caratterizzano la base della formazione. Nell'insieme la stratificazione è evidente, anche se irregolare, ricorrenti sono le bioturbazioni e la stratificazione incrociata.

In base al contenuto fossilifero, l'ambiente di sedimentazione non è stato molto profondo ed è ascrivibile alla zona neritica interna.

Infine, le Calcareni di Gravina passano, verso l'alto e lateralmente per alternanza, alle Argille Subappennine (Pleistocene inferiore). Trattasi di argille e argille marnose, a luoghi fittamente stratificate, di colore grigio e giallastro, passanti verso l'alto ad argille limose e/o sabbiose.

La storia geologica più recente (Pleistocene medio-superiore) è caratterizzata dalla sedimentazione di depositi di spiaggia e piana costiera a granulometria variabile dalle sabbie ai conglomerati fino alle sabbie limose ed a limi, disposti secondo terrazzi marini e corrispondenti alle relative variazioni del livello del mare (glacioeustatismo pleistocenico-olocenico). Tali sedimenti, ascrivibili alla Formazione dei Depositi Marini Terrazzati, affiorano estesamente nella depressione tarantino-brindisina e sotto forma di lembi allungati in direzione appenninica, nella parte centro-occidentale della Penisola salentina. Caratterizzazione dei litotipi locali e assetto litostratigrafico

L'area in progetto ricade nel settore nordoccidentale della pianura salentina, caratterizzata da affioramenti di depositi terrazzati, presenti alla quota di poche decine di metri al di sopra di quella degli alvei attuali e poggianti sulle formazioni argillose marine Plio-Pleistoceniche.

Questi depositi alluvionali, che nel foglio n° 204 "Gallipoli" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Servizio Geologico d'Italia) (Figura 3.7) vengono attribuiti alla formazione delle "coperture fluvio-lacustri dei pianalti e del I Ordine di terrazzi", sono datati al Pleistocene medio 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.

L'assetto stratigrafico dell'area è caratterizzato, come indicato in precedenza, dalla presenza di una successione di depositi terziari poggiante su di un substrato calcareo-dolomitico mesozoico ribassato per faglia a profondità dell'ordine di 25-30 metri dal piano di campagna.

I depositi terziari affioranti sono riferibili ad un'unica unità stratigrafica caratterizzate da sensibili differenze di composizione litologica conosciuta in letteratura come Dolomie di Galatina: la formazione delle "Calcareniti del Salento" di età più antica (Pliocene medio-Pleistocene inferiore) e la "Formazione di Gallipoli" di età successiva Cenomaniano – Turoniano inferiore¹.

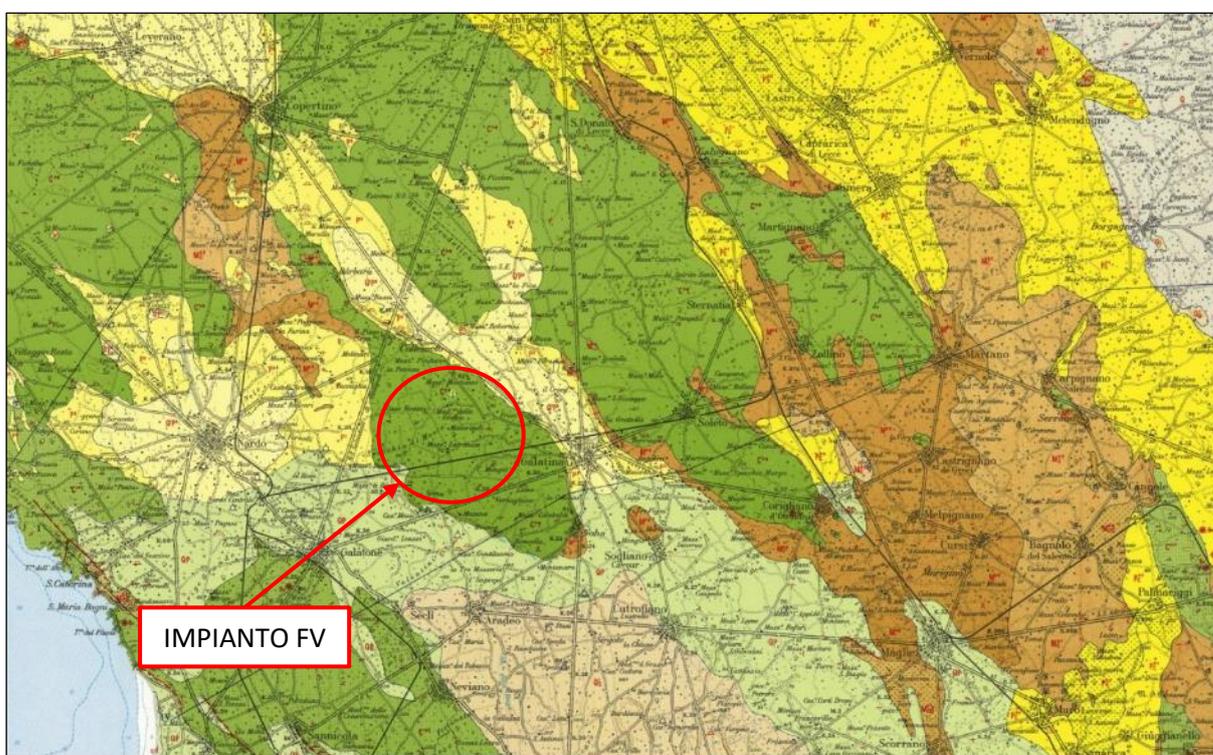


Figura 3.7: Estratto della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 – Foglio 204 (Gallipoli).

3.2.3 Circolazione idrica sotterranea

Nel sottosuolo dell'area in esame è presente un'imponente circolazione idrica sotterranea, la cosiddetta "falda profonda" o "falda principale", circolante nell'ambito della successione calcareo-dolomitica cretacea e sostenuta, alla base, dalle acque marine d'ingressione continentale. Questa falda profonda è da mantenere separata dalla "falda superficiale" avente sede, localmente, nell'ambito dei depositi sabbioso-calcarenitici plio-pleistocenici superficiali sostenuti da depositi limoso-argillosi.

¹ Nella letteratura più recente prende il nome di Calcare di Altamura.

Si tratta di una falda dalle potenzialità molto ridotte, legate direttamente al regime pluviometrico che interagisce con le aree di alimentazione (rocce serbatoio in affioramento).

La falda profonda è presente in maniera continua in tutto il territorio salentino ed è caratterizzata in molti casi da acque con buone caratteristiche qualitative così da rappresentare una risorsa idrica di fondamentale importanza, in grado di fornire un contributo cospicuo al soddisfacimento del fabbisogno idrico per uso potabile, irriguo o industriale.

La falda profonda, alimentata in prevalenza dalle acque meteoriche infiltratesi nel sottosuolo, è caratterizzata dalla presenza di modesti carichi idraulici. I valori più alti di carico idraulico si registrano nelle zone più interne, a partire da tali aree il livello piezometrico della falda si abbassa progressivamente, con cadenti piezometriche molto basse (0,1÷2,5%), in direzione delle zone costiere, ove esso tende a raccordarsi con il livello marino.

Il deflusso della falda profonda si esplica infatti essenzialmente in direzione del mare, ove le acque di falda normalmente si riversano, in maniera diffusa o concentrata, attraverso sorgenti costiere e/o polle sottomarine.

Sia i modesti carichi idraulici che le bassissime cadenze piezometriche confermano, in linea generale, l'elevata permeabilità media dell'acquifero carbonatico ospitante la falda profonda.

La ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica della falda profonda in corrispondenza dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico è stata eseguita sulla base dei dati riportati nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia oltre che da misure riscontrate nei pozzi riportati nelle immediatezze del sito. Sulla base dei dati acquisiti si è potuto constatare che il livello piezometrico si attesta intorno a 5 metri s.l.m., ovvero detto livello si stabilizza a profondità dell'ordine di 50 metri dal piano di campagna, con minime oscillazioni annuali influenzate dalle precipitazioni locali contenute nel metro. Il deflusso delle acque di falda si esplica nella zona d'interesse da NW verso SE, per poi riversarsi nel Mare Ionio che ne rappresenta il livello di base.

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 p.c., 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

3.3.1 Inquadramento generale

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.



Figura 3.8: Limiti delle Unità di Gestione del Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ADM) e reticolo idrografico all'interno della UoM ITR161I020 Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

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**

Il progetto, in particolare, ricade nel bacino idrografico del Salento, il quale comprende una serie numerosa di bacini endoreici, ognuno caratterizzato da un recapito finale interno al bacino stesso. I bacini endoreici del Salento pur avendo un'estensione areale ridotta rivestono un ruolo significativo nel complesso regime idraulico di un territorio. Infatti in occasione di eventi meteorici significativi, si assiste ad un processo di invaso naturale che porta alla formazione di uno specchio d'acqua avente estensione areale proporzionale all'intensità e durata dell'evento pluviometrico. Si riporta in Figura 3.9 il reticolo idrografico reso disponibile dall'unità di gestione Regionale Puglia e Interregionale Ofanto (ITR161I020) in prossimità dell'area di progetto.

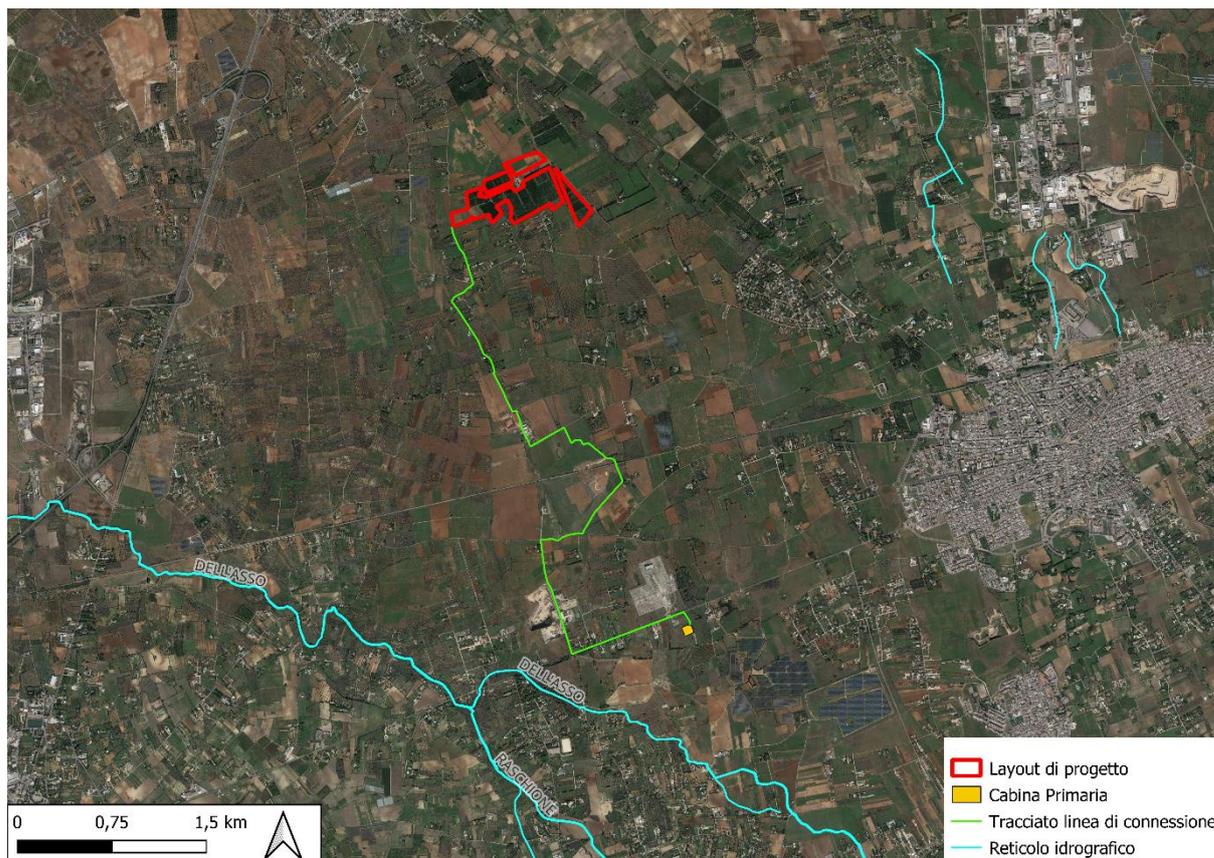


Figura 3.9: Reticolo idrografico in prossimità dell'area di progetto

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

Il comune di Galatina (LE) 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 (PAI)

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

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

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

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

L'assetto idrogeologico comprende:

- 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.

3.4.1.1 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:

- 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.

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.

In Figura 3.10 si riporta la mappatura delle aree a pericolosità idraulica secondo l'ultima variante PAI (2022).

L'intera area di progetto (sia layout di impianto che cavo di connessione) non interessa zone caratterizzate da pericolosità idraulica.

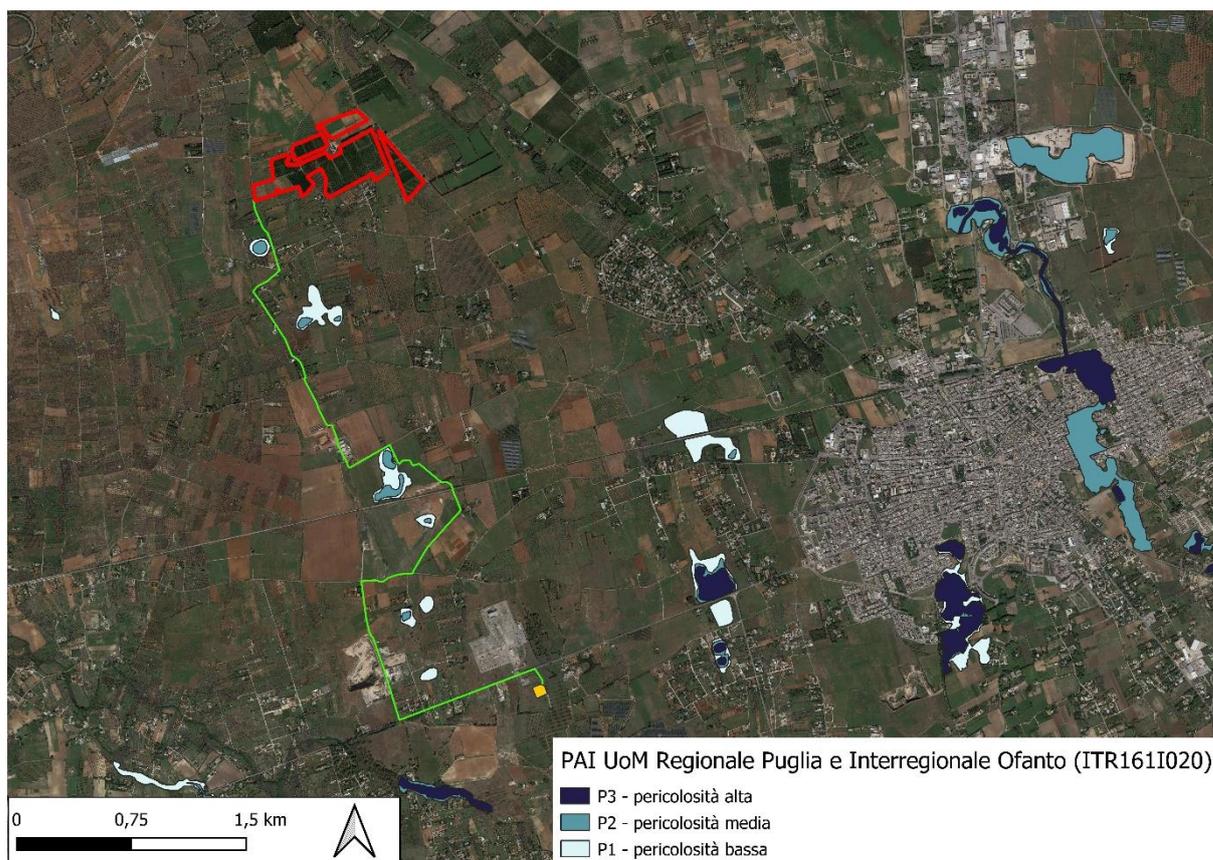


Figura 3.10: PAI della UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto (ITR161I020) e area di progetto.

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 sui 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. 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;

- b) **Aree a media pericolosità (MPH)**: aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore o uguale a 200 anni;
- c) **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 (sia layout di impianto che cavo di connessione) non interessa zone caratterizzate da pericolosità idraulica.

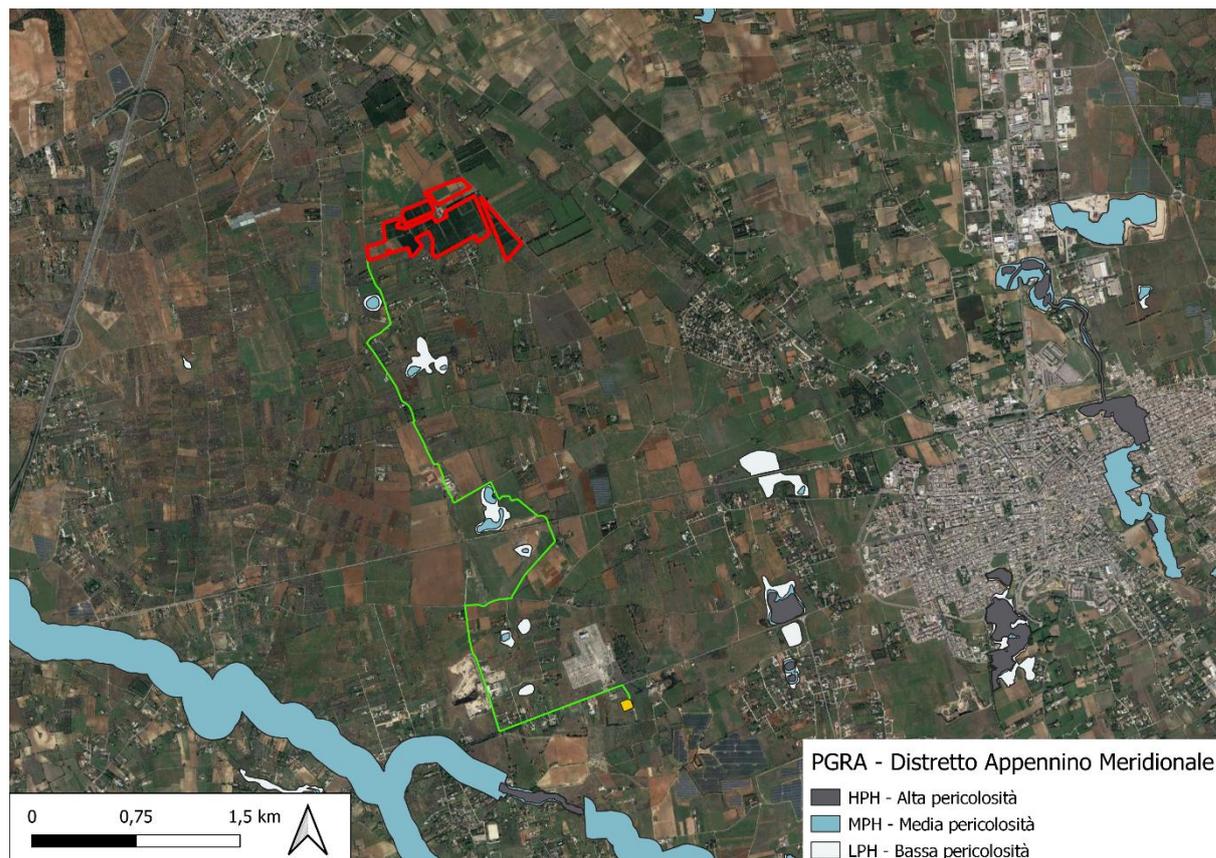


Figura 3.11 PGRA Distretto Appennino Meridionale e area di progetto.

4 STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI

4.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE

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.

4.2 DISPONIBILITÀ DI CONNESSIONE E LAYOUT DI IMPIANTO

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a e-distribuzione S.p.A.; tale soluzione emessa da e-distribuzione con codice di rintracciabilità 337970863 è stata accettata dalla proponente e prevede l'allaccio dell'impianto alla rete di distribuzione MT con tensione nominale di 20 kV.

La soluzione tecnica prevede la costruzione di due cabine di consegna e di due linee di connessione dedicate, una per ciascuna cabina, che colleghino le cabine di consegna alla Cabina Primaria denominata "Collemeto CP". Le linee di connessione saranno in cavo interrato 20 kV e con lunghezza pari a circa 6,03 km

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 4 sezioni denominate A, B, C e D, i dettagli relativi alla potenza, al numero di strutture e ai moduli presenti in ciascuna sezione sono riportati in Tabella 4.1. Inoltre il layout dell'impianto è stato progettato considerando le seguenti specifiche:

- Larghezza massima struttura in pianta: 5,158 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;

Tabella 4.1: Dati di progetto

IMPIANTO	STRUTTURA	N MODULI X STRUTTURA	N STRUTTURE	N MODULI COMPLESSIVI	POTENZA MODULO (WP)	POTENZA COMPLESSIVA (MWP)
SEZIONE A	TIPO 1: 14X2	28	648	18.144	670	12,16
TOTALE SEZ A						12,16
SEZIONE B	TIPO 1: 14X2	28	64	1.792	670	1,20
TOTALE SEZ B						1,20
SEZIONE C	TIPO 1: 14X2	28	85	2.380	670	1,59
TOTALE SEZ C						1,59
SEZIONE D	TIPO 1: 14X2	28	109	3052	670	2,04
TOTALE SEZ D						2,04
TOTALE			906	25.368		17,00

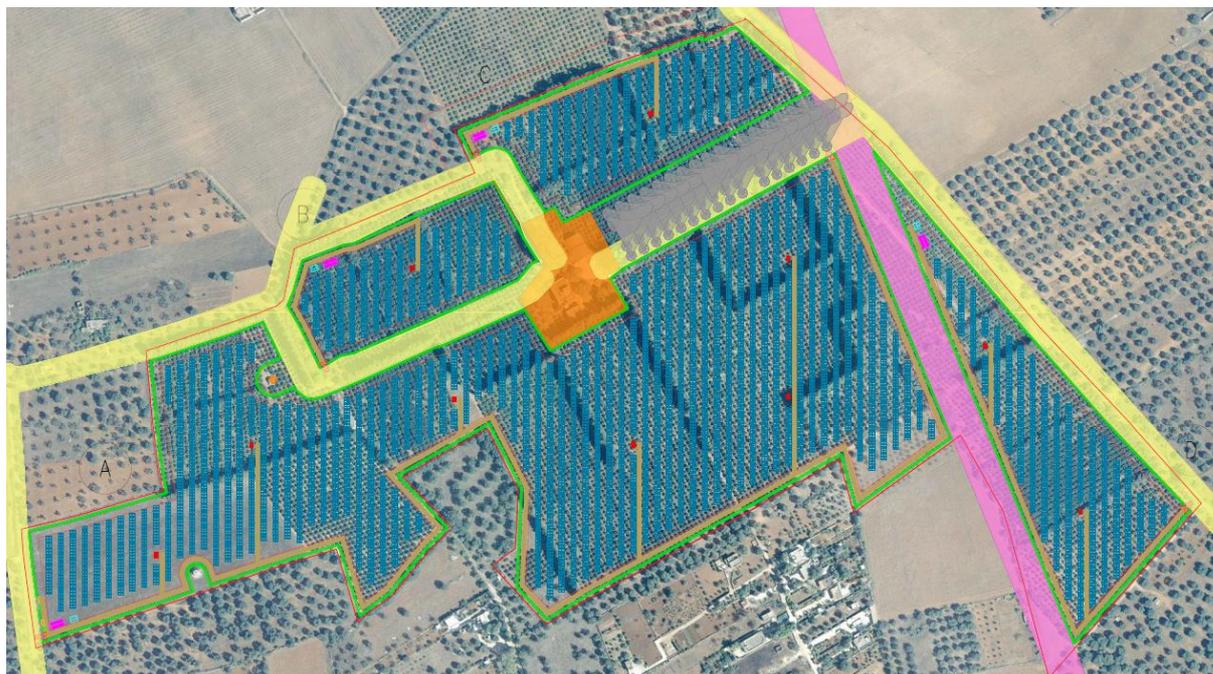


Figura 4.1: Layout di progetto

4.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 17 MW è così costituito da:

- n.2 cabine di Utenza. La cabina di tipo prefabbricato dovrà essere conforme alle specifiche ENEL DG2061. La struttura sarà di tipo monolitico e sarà suddivisa in vano Enel, per l'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche necessarie. Il manufatto dovrà



inoltre essere corredato di una vasca di fondazione prefabbricata anch'essa di tipo monolitico, utilizzata per il passaggio dei cavi elettrici in entrata e di uscita, anch'essa conforme alle specifiche Enel DG 2061;

- n.2 Cabine di Consegna. La cabina di tipo prefabbricato dovrà essere conforme alle specifiche ENEL DG2092 ed.3. La struttura sarà di tipo monolitico e sarà suddivisa in vano Enel, per l'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche dell'Ente distributore e in vano misure, destinato all'installazione dei gruppi di misura e di controllo. Il manufatto dovrà inoltre essere corredato di una vasca di fondazione prefabbricata anch'essa di tipo monolitico, utilizzata per il passaggio dei cavi elettrici in entrata e di uscita, anch'essa conforme alle specifiche Enel DG2092 ed.3. 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;
- n. 10 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.4 Uffici e n.4 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 trivellati 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 all'elaborato di progetto 2983_5372_GA_VIA_R09_Rev0_Disciplinare descrittivo e prestazionale

4.3.1 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 670 W_p, della marca Trina Solar dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

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.

4.3.2 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)

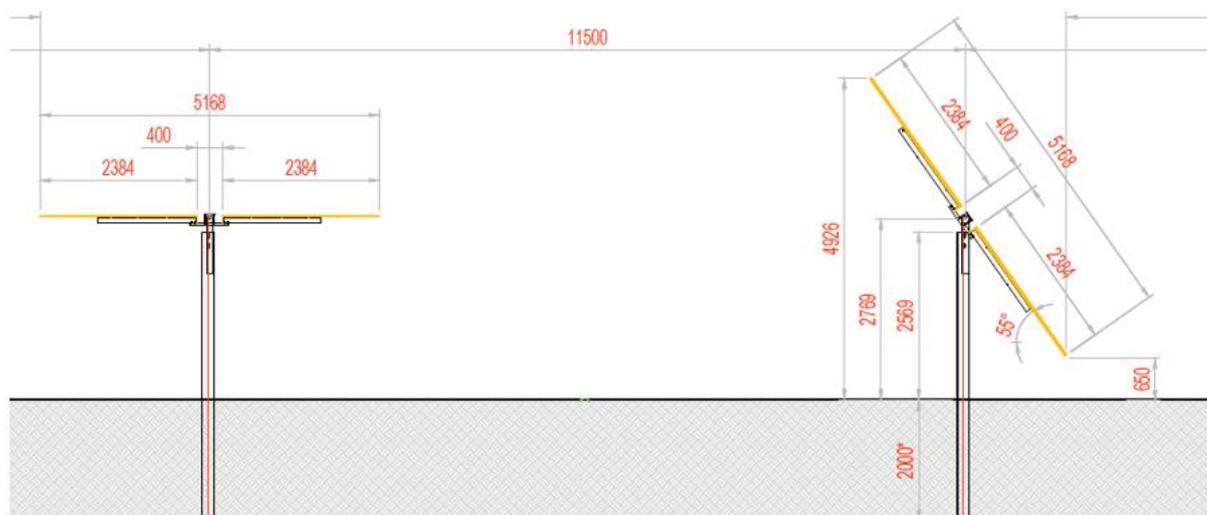


Figura 4.2: Particolare strutture di sostegno moduli, sezione trasversale

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, sulla base della struttura tracker scelta saranno definite le fondazioni e scelta la soluzione tecnologica di fondazione più adatta.

4.3.3 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.

4.3.4 Cabine di campo

Le Cabine di Campo hanno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

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). Si appoggia a basamenti di tipo prefabbricato e sono totalmente recuperabili. L'elemento di copertura sarà munito di impermeabilizzazione e con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.

All'interno delle Cabine di Campo saranno presenti sia i trasformatori di tensione necessari per l'immissione in rete dell'energia prodotta, sia i quadri e le celle necessarie per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

4.3.5 Cabina Utente e Cabina di Consegna

La cabina utente e la cabina di consegna saranno posizionate vicine e all'interno dell'impianto fotovoltaico. Inoltre, le cabine saranno posizionate in prossimità del punto di allaccio e lungo la viabilità pubblica per poter essere accessibili dall'ente gestore.

4.3.6 Cavi di controllo e TLC

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

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

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

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

4.3.7 Monitoraggio ambientale e Sistema SCADA

Verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni.

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di monitorare i seguenti dati:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FTV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FTV.

4.3.8 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.

4.3.9 Recinzione

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.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista l'installazione di 5 cancelli carrabili, uno per ogni sezione fatta eccezione per la sezione A che ne ha 2.

4.3.10 Viabilità del sito

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. Le strade di progetto, sia perimetrali che interne all'impianto, sono previste con una larghezza pari a 4 metri.

4.4 LINEA DI CONNESSIONE ALLA CABINA PRIMARIA

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 valore 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.

Si riporta in Figura 4.3 il percorso di connessione in cavidotto MT, con lunghezza pari a circa 6,03 km, tra l'impianto e la Cabina Primaria (CP) "Collemeto".

La soluzione tecnica prevede la costruzione di due cabine di consegna e di due linee di connessione dedicate, una per ciascuna cabina, che colleghino le cabine di consegna alla Cabina Primaria denominata "Collemeto CP".

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

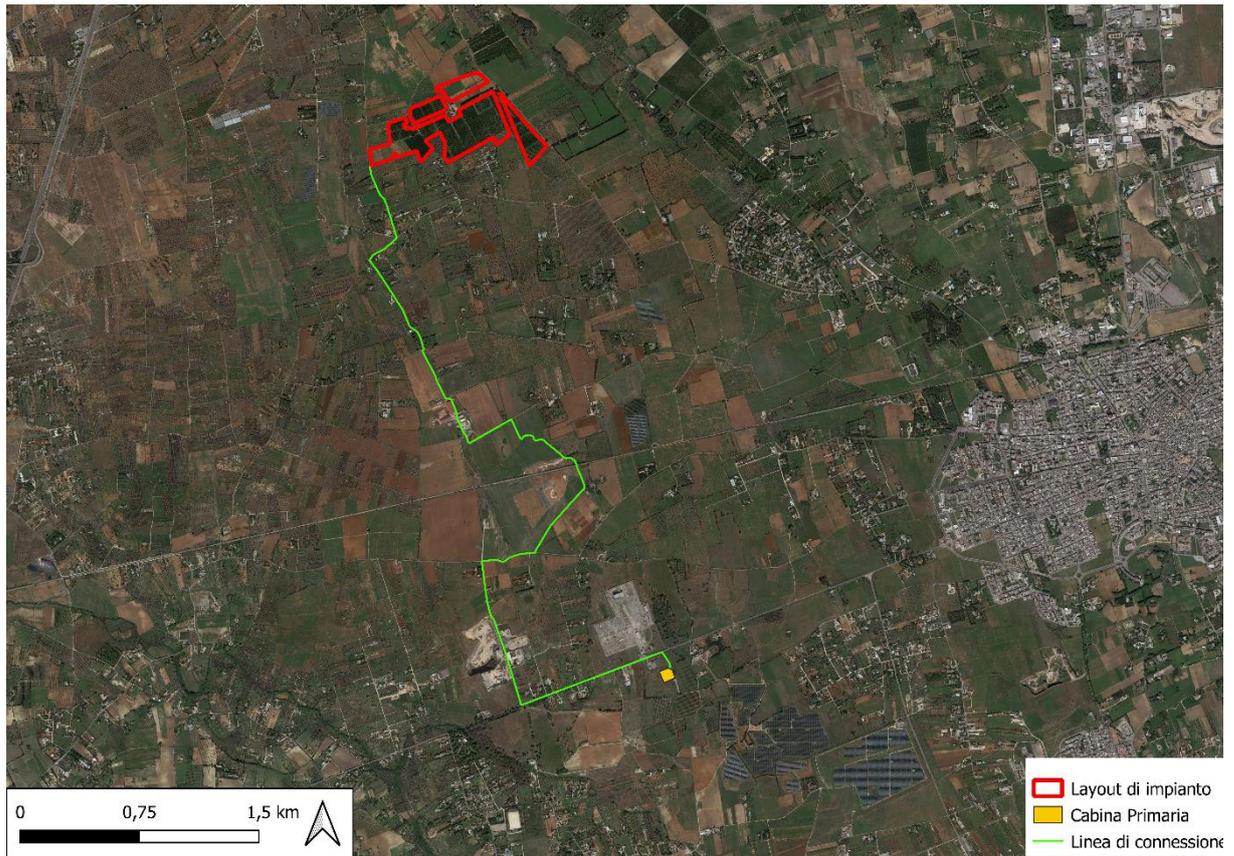


Figura 4.3: Tracciato linea di connessione (verde)

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 tra le opere in progetto e le 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 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).

Lo studio di compatibilità idraulica ha escluso la presenza di interferenze tra le opere in progetto, ossia l'area di impianto (dove si prevede l'installazione dei pannelli fotovoltaici) e la linea di connessione, con le aree di pericolosità e il reticolo idrografico (Figura 5.1).

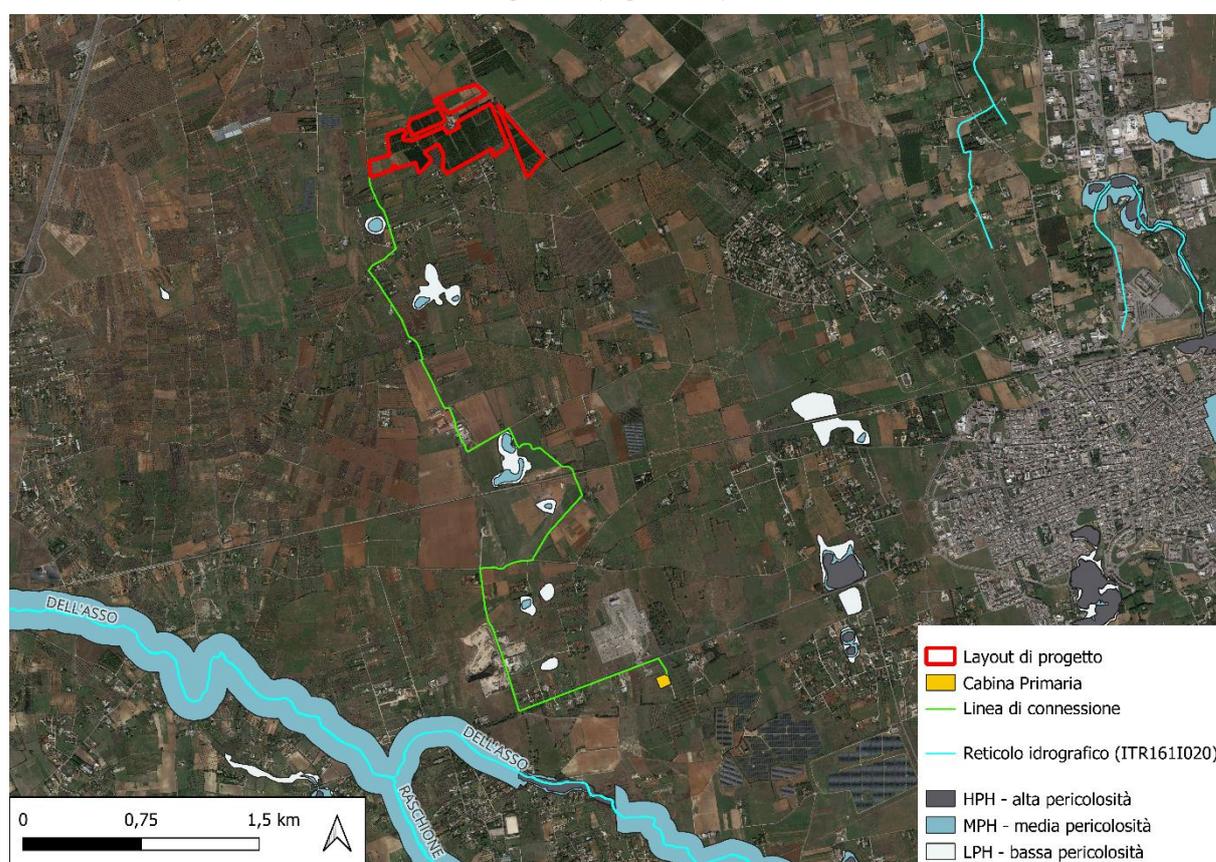


Figura 5.1: Assenza di interazione tra area di progetto e reticolo idrografico o aree di pericolosità idraulica.



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.

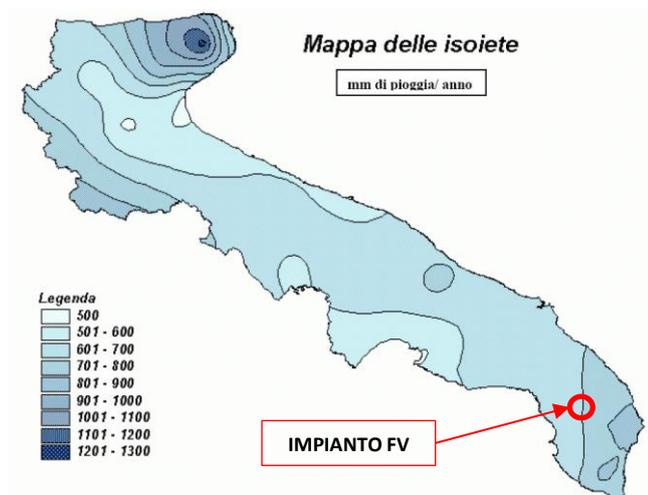


Figura 6.1: Mappa delle isoiete della Regione Puglia.

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.

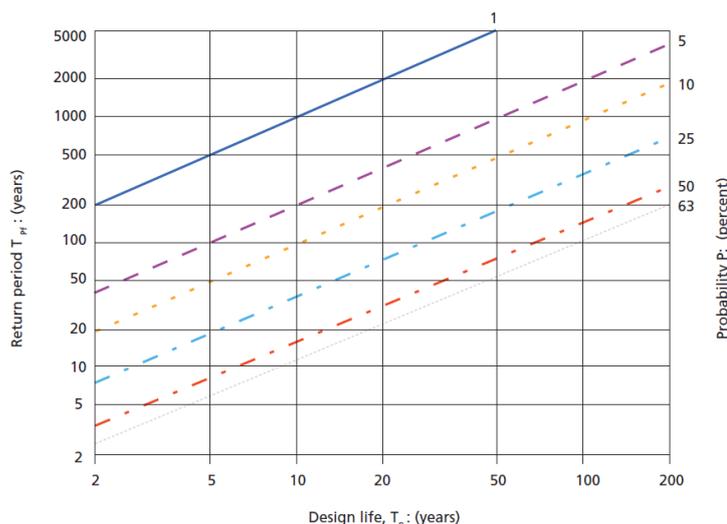


Figura 6.2: Probabilità che un evento con un determinato tempo di ritorno si verifichi in N anni.

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 (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 6 della Puglia (**Errore. L’origine riferimento non è stata trovata.**), la cui CPP è definita dalla seguente equazione:

$$h(t, z) = 33.7 t^{(0.0022 \cdot z + 0.488)} / 3.178 \quad (2)$$

Dove:

- $h(t, z)$ = 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 75 metri s.l.m.

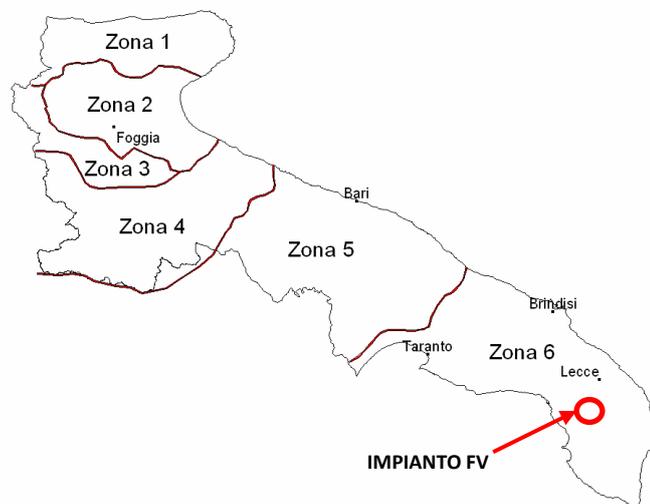


Figura 6.3: Sottostazioni pluviometriche omogenee (Zona 6) e aree di progetto (rosso).

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;
- t = durata dell'evento pluviale (ore);
- 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 sottozone omogenee n. 5-6 si ha la seguente formula:

$$K_T = 0.1599 + 0,5166 \ln T \quad (4)$$

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.

Si riportano in Figura 6.4 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).

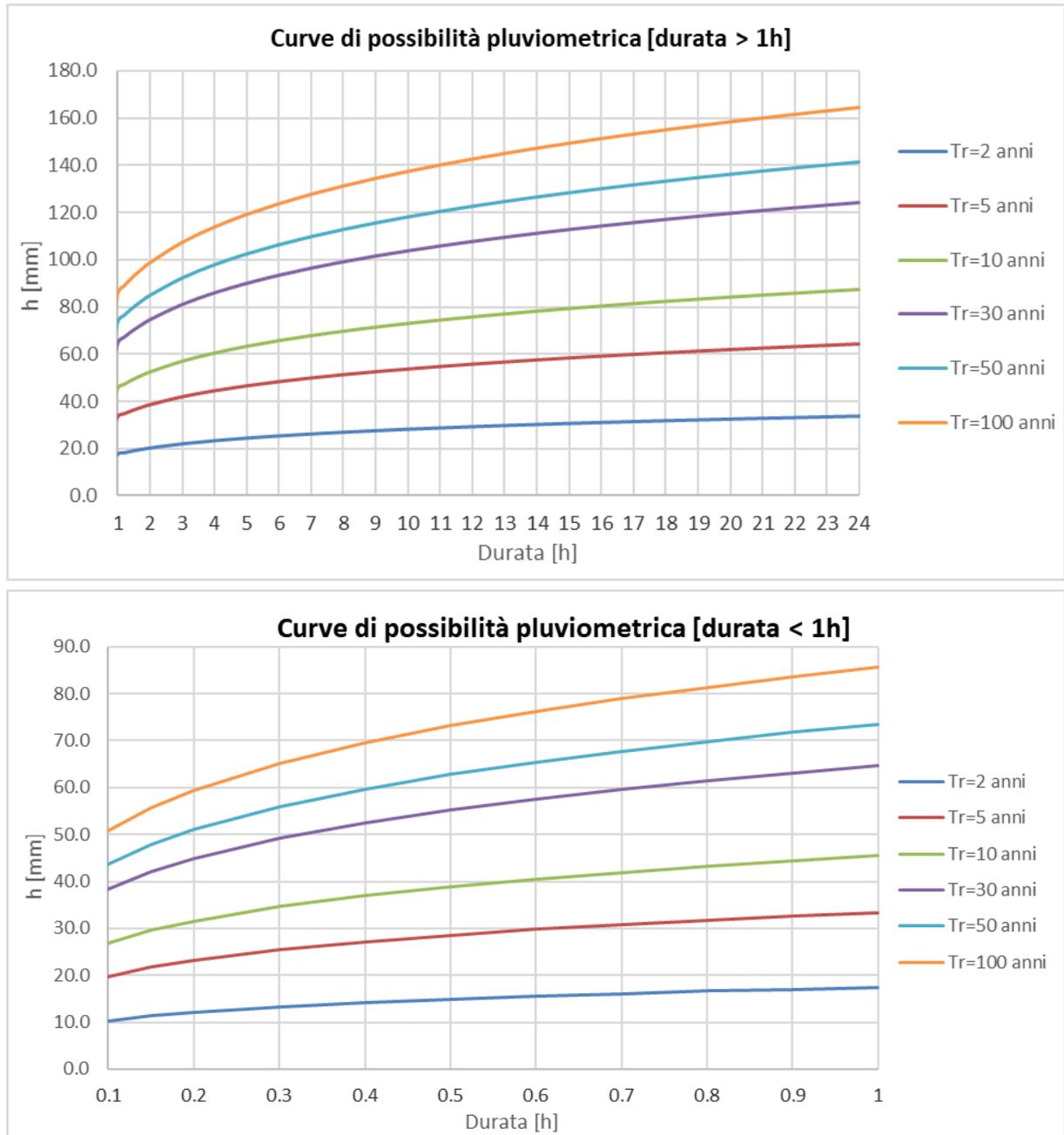


Figura 6.4: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di durata > 1h e < 1h.

In Tabella 6.1 si riportano, 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 [t]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO (TR) E DELLA DURATA (t) [mm]					
	TR 2 ANNI	TR 5 ANNI	TR 10 ANNI	TR 30 ANNI	TR 50 ANNI	TR 100 ANNI
0,5	14,9	28,5	38,9	55,2	62,8	73,1
1	17,5	33,4	45,5	64,6	73,5	85,6

DURATA EVENTO CRITICO [t]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO (TR) E DELLA DURATA (t) [mm]					
	TR 2 ANNI	TR 5 ANNI	TR 10 ANNI	TR 30 ANNI	TR 50 ANNI	TR 100 ANNI
2	20.1	38.5	52.4	74.5	84.7	98.7
3	21.9	41.9	57.0	81.0	92.1	107.2
4	23.2	44.4	60.5	85.9	97.7	113.8
5	24.3	46.5	63.3	89.9	102.3	119.1
6	25.2	48.3	65.7	93.4	106.2	123.6
7	26.0	49.8	67.8	96.4	109.6	127.6
8	26.8	51.2	69.7	99.0	112.7	131.2
9	27.4	52.5	71.4	101.5	115.4	134.4
10	28.0	53.6	73.0	103.7	118.0	137.3
11	28.6	54.7	74.4	105.7	120.3	140.0
12	29.1	55.7	75.8	107.6	122.5	142.6
13	29.6	56.6	77.0	109.4	124.5	144.9
14	30.0	57.5	78.2	111.1	126.4	147.2
15	30.5	58.3	79.3	112.7	128.2	149.3
16	30.9	59.1	80.4	114.2	129.9	151.3
17	31.2	59.8	81.4	115.6	131.5	153.1
18	31.6	60.5	82.4	117.0	133.1	155.0
19	32.0	61.2	83.3	118.3	134.6	156.7
20	32.3	61.8	84.2	119.6	136.0	158.3
21	32.6	62.5	85.0	120.8	137.4	159.9
22	32.9	63.1	85.8	121.9	138.7	161.5
23	33.2	63.6	86.6	123.0	140.0	163.0
24	33.5	64.2	87.4	124.1	141.2	164.4

6.4 IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO

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

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

La simulazione è stata condotta mediante algoritmi TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models) e successivamente rielaborata in ambiente GIS.

In Figura 6.5 sono riportati i bacini individuabili all'interno dell'area di impianto.

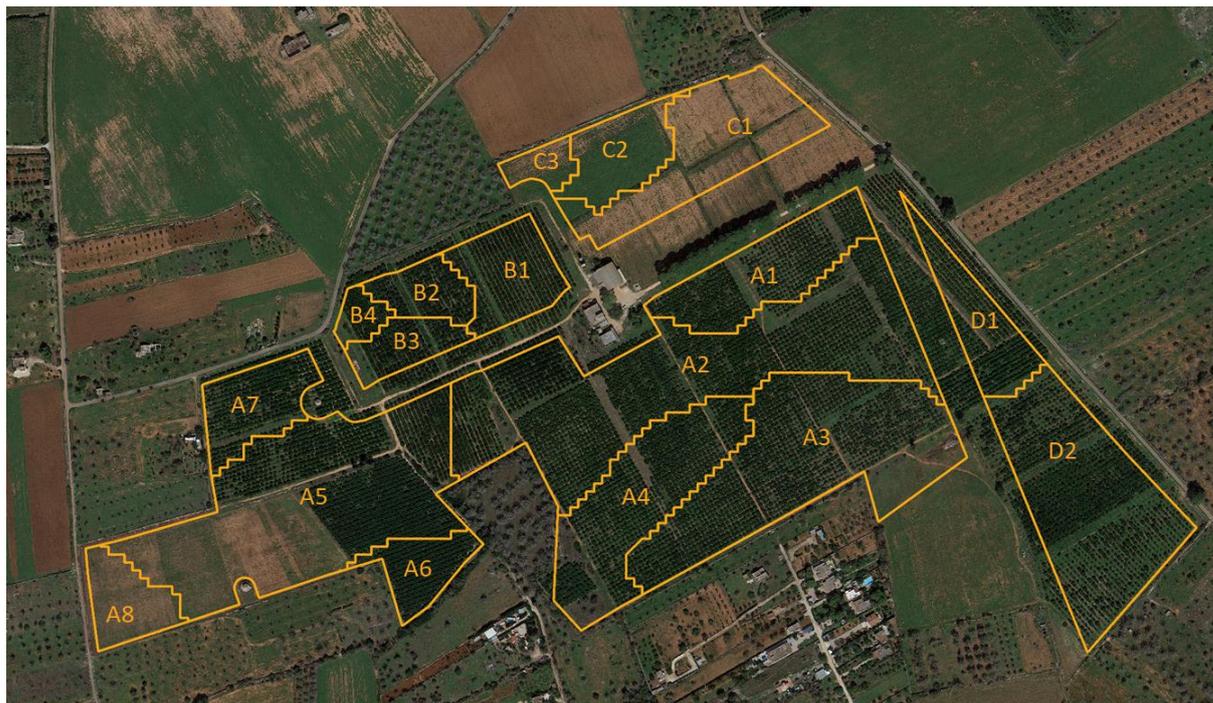


Figura 6.5: Delimitazione bacini scolanti e codifica

In Tabella 6.2 si riportano i bacini scolanti individuati e le relative superfici, evidenziando quelli che presentano aree di alimentazione esterne all'area di progetto.

Tabella 6.2: Bacini scolanti

BACINI DI DRENAGGIO INTERNI		BACINI DI DRENAGGIO ESTERNI	
ID Bacino	Area [mq]	ID Bacino	Area [mq]
Bacino A1	1,38	Bacino A3	3,37
Bacino A2	4,75	Bacino A5	4,18
Bacino A4	2,02	Bacino A7	0,83
Bacino A6	0,56	Bacino C1	1,73
Bacino A8	0,63	Bacino C2	0,81
Bacino B1	0,88	Bacino D1	0,85
Bacino B2	0,50	Bacino D2	2,78
Bacino B3	0,50		
Bacino B4	0,22		
Bacino C3	0,26		

Tale differenziazione viene effettuata al fine di indicare i bacini per cui il dimensionamento delle opere di scolo verrà realizzata sulla base delle aree effettive di alimentazione. La rete estratta attraverso la simulazione sarà quindi sovrapposta con le aree di progetto e sulla base dei risultati sarà definito il sistema interno di gestione delle acque meteoriche e i punti di affluenza. Lo stato di progetto presenterà quindi una rete di drenaggio con percorsi e punti di affluenza ai canali perimetrali compatibili con lo stato di fatto. La rete interna a tali siti sarà principalmente costituita da canalette in terra a cielo aperto.

6.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA)

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

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

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

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

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

6.5.1 Valutazione ante-operam

Le aree allo stato ante-operam non risultano impermeabilizzate e sono principalmente dedicate alla coltivazione di uliveti. Inoltre, dal punto di vista litologico, l'area di progetto si sviluppa su unità prevalentemente calcaree o dolomitiche, ricadendo quindi nella categoria suolo di tipo B secondo il metodo SCS-CN. In riferimento a tali considerazioni, il valore del *Curve Number* è stato assunto pari a 78.

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

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

Nell'ipotesi di ACM III, ossia nel caso più critico, il CN corrispondente risulta pari a 89.

In Figura 6.6 si riporta il grafico di correlazione tra il valore di *Curve Number* e il coefficiente di Afflusso Standard.

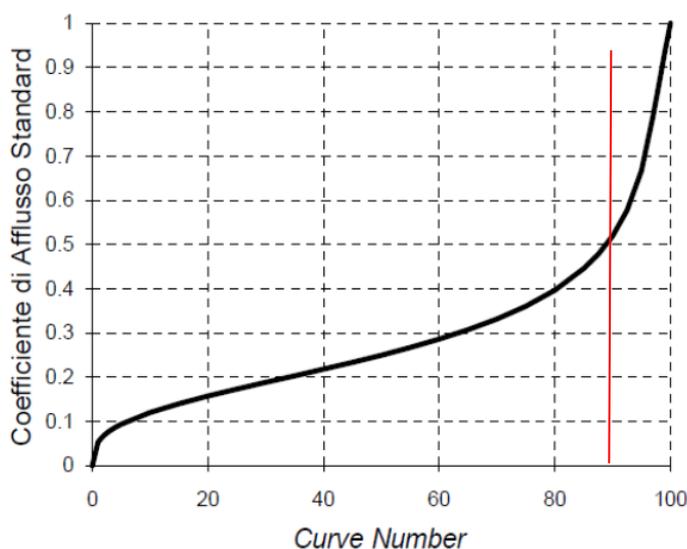


Figura 6.6: Correlazione da letteratura SCS-CN vs. coeff. afflusso/deflusso.

In virtù delle proprietà del terreno esistente, il parametro φ ante-operam è stato quindi assunto pari a **0,51**.

6.5.2 Valutazione post operam

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

L'interasse fra le strutture sarà di circa 11,50 metri. L'altezza in mezzeria della struttura sarà di circa 2,77 m (rispetto al piano di campagna). I tracker non avranno una configurazione fissa ma oscilleranno durante le fasi del giorno. Il tracker si posizionerà stabilmente con un tilt prossimo a zero solo in condizioni di messa in sicurezza in occasione di velocità del vento superiore alla soglia limite.

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

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

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

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

L'area di interfila presenta una capacità di infiltrazione non influenzata dall'opera in progetto; l'area interessata dalla struttura, invece, viene schematizzata come composta al 50% da una sezione "Wet" con capacità di infiltrazione non influenzata e collegata alla precedente area di interfila e una sezione "dry" che si assume a favore di sicurezza come non soggetta ad infiltrazione diretta e quindi con coefficiente di deflusso pari a 1. Lo schema è visibile in Figura 6.7.



Figura 6.7: Modulo tipo, descrivente il modello concettuale idrologico dell'installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pali infissi comprendente l'area pannelli (in rosso) e l'area di interfila (Fonte: Hydrologic response of solar farm Cook 2013 American Society of Civil Engineers).

Come descritto in precedenza, la proiezione del tracker a terra non risulterà fissa in quanto la struttura varierà il tilt durante le fasi della giornata. Volendo comunque assumere la condizione più sfavorevole

di evento intenso di progetto in occasione di tilt della struttura pari a zero si ottiene un'area dry pari al 50% dell'area utile di installazione pannelli.

Sulla base di tali assunzioni, il coefficiente di deflusso medio ponderale post-operam è stato stimato pari a 0.58 (Tabella 6.3); di conseguenza, l'impermeabilità del sito risulterà incrementata del **14%**.

Tabella 6.3: Aree scolanti e caratteristiche di infiltrazione negli scenari ante-operam/post-operam.

STATO DI FATTO	AREA [ha]	AREA MODULI [ha]	PERCENTUALE MODULI SU AREA NETTA INSTALLAZIONE PANNELLI	AREA DRY STIMATA DURANTE TILT PARI A 0° [ha]	PERCENTUALE AREA AVENTE EFFETTO POTENZIALMENTE DRY	COEFF. DEFLUSSO ANTE-OPERAM ASSUNTO	COEFF. DEFLUSSO POST-OPERAM STIMATO
Prevalentemente permeabile con antropizzazioni	26.25	7.62	0.30	3.94	0.15	0,51	0,58

Sulla base dei coefficienti di deflusso stimati, sono state calcolate le portate al colmo durante l'evento di progetto negli scenari ante-operam e post-operam.

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

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

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

$$Q_p = \varphi \cdot \frac{i(T_0, t_c) \cdot A}{360} \quad (7)$$

Dove:

Q_p = portata critica (netta) [m³/s];

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

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

A = superficie del bacino [ha].

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

Nello scenario più critico di terreno saturo e posizione dei tracker orizzontale, lo stato post-Operam mostra un incremento dei picchi di deflusso del 14% come conseguenza dell'aumento del coefficiente di deflusso precedentemente stimato.

Tabella 6.4: Determinazione delle portate di progetto nello scenario ante- e post-operam.

	BACINO A1	BACINO A2	BACINO A3	BACINO A4	BACINO A5	BACINO A6
S (ha)	1,38	4,75	3,37	2,02	4,18	0,56
L asta (m)	165	470	410	230	400	110
t _c (h)	0,29	0,35	0,34	0,30	0,34	0,27
Kt (-)	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
h (60) (mm)	43	43	43	43	43	43
h(t) (mm)	32	34	33	32	33	32
Intensità (mm/h)	112	96	99	108	99	116
Coefficiente di deflusso ante-operam (-)	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Coefficiente di deflusso post-operam (-)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Portata al colmo ante-operam Q _{cr} (mc/s)	0,22	0,64	0,47	0,31	0,58	0,09
Portata al colmo post-operam Q _{cr} (mc/s)	0,25	0,73	0,53	0,35	0,67	0,10

	BACINO A7	BACINO A8	BACINO B1	BACINO B2	BACINO B3	BACINO B4
S (ha)	0,83	0,63	0,88	0,50	0,50	0,22
L asta (m)	140	75	110	80	130	60
t _c (h)	0,28	0,27	0,27	0,27	0,28	0,26
Kt (-)	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
h (60) (mm)	43	43	43	43	43	43
h(t) (mm)	32	32	32	32	32	31
Intensità (mm/h)	114	119	116	118	115	120
Coefficiente di deflusso ante-operam (-)	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Coefficiente di deflusso post-operam (-)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Portata al colmo ante-operam Q _{cr} (mc/s)	0,13	0,11	0,14	0,08	0,08	0,04
Portata al colmo post-operam Q _{cr} (mc/s)	0,15	0,12	0,17	0,10	0,09	0,04

	BACINO C1	BACINO C2	BACINO C3	BACINO D1	BACINO D2
S (ha)	1,73	0,81	0,26	0,85	2,78
L asta (m)	230	160	80	80	180
t _c (h)	0,30	0,28	0,27	0,27	0,29
Kt (-)	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
h (60) (mm)	43	43	43	43	43
h(t) (mm)	32	32	32	32	32
Intensità (mm/h)	108	113	118	118	111
Coefficiente di deflusso ante-operam (-)	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51



Coefficiente di deflusso post-operam (-)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Portata al colmo ante-operam Qcr (mc/s)	0,26	0,13	0,04	0,14	0,44
Portata al colmo post-operam Qcr (mc/s)	0,30	0,15	0,05	0,16	0,50

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 illustrate 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 [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).

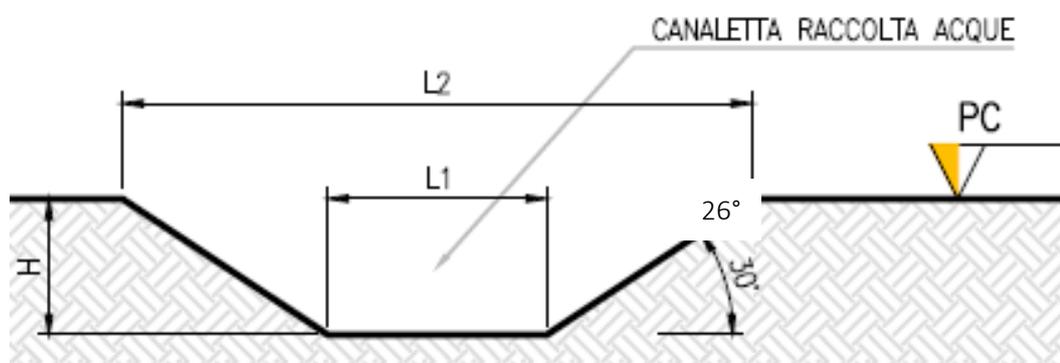


Figura 7.1: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

All'interno della recinzione dell'impianto, nelle interfila dei moduli fotovoltaici, è prevista la possibilità che agricoltori locali possano avviare una produzione olivicola superintensiva; in presenza di filari di uliveti, sarà necessario utilizzare uno scavo meno profondo e più largo per consentire il passaggio delle macchine agricole per la raccolta e potatura delle olive (Figura 7.2).

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.

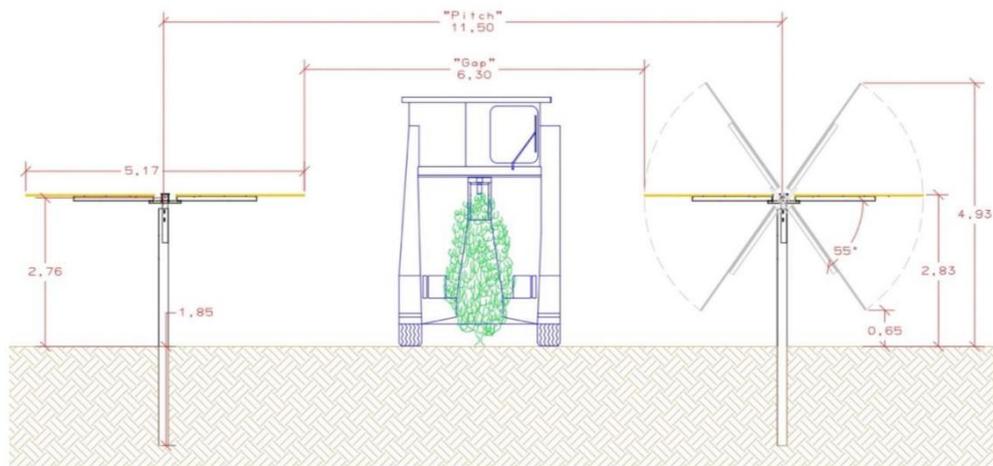


Figura 7.2: Particolare della sezione trasversale con macchina scavallatrice per la raccolta delle olive.

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 rinverdate 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.

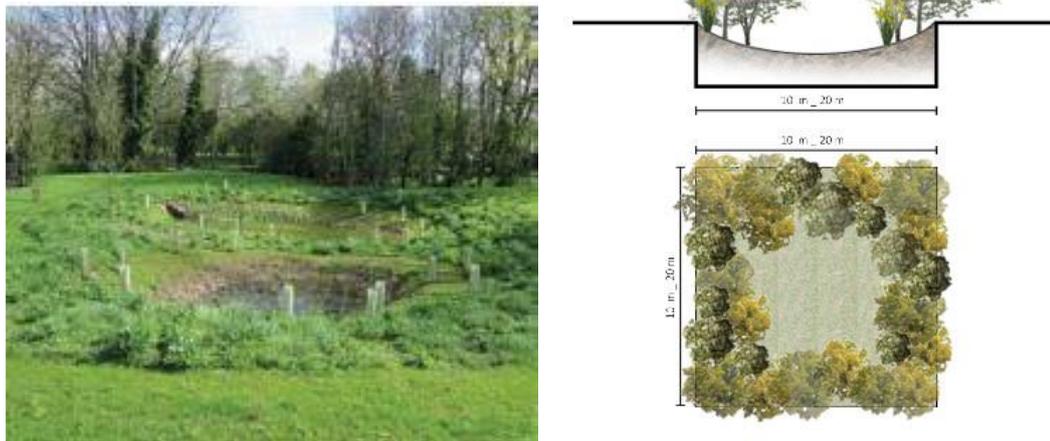


Figura 7.3: Immagini esemplificative di bacini di infiltrazione.

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.

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

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.

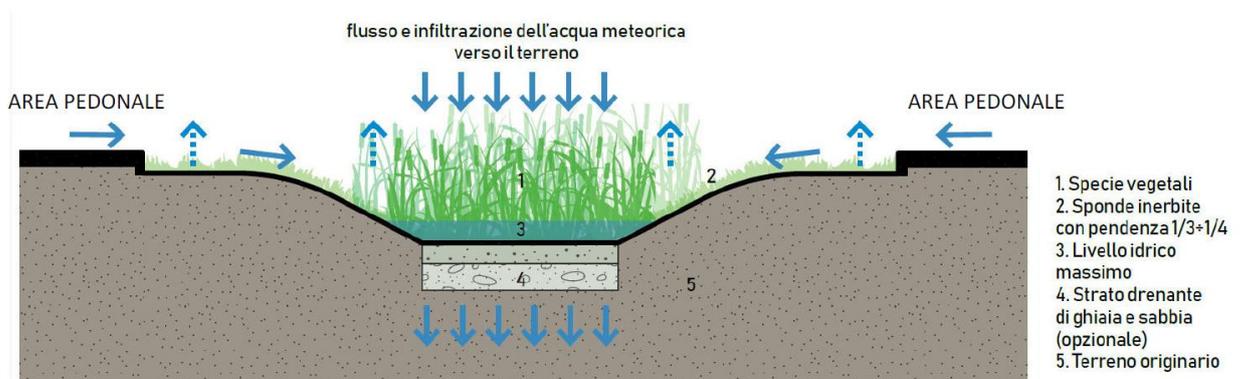


Figura 7.4: Schema tipologico di bacino di bio-ritenzione



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.

Il presente studio, inoltre, ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post-operam, ossia a seguito dell’installazione delle strutture tracker monoassiali, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

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

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

Nelle aree interessate dal progetto, durante la fase post-operam, nello scenario più cautelativo, si registrerebbe un incremento dei deflussi totali di circa il 14%.

Si segnala come sia prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti che verranno realizzati in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base di una simulazione del modello digitale del terreno con estrazione dei sottobacini idrografici e della rete idrografica primaria e secondaria esistente. Tali scelte 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’interesse 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. Infatti, in merito all’uso del suolo post-operam per le aree interne alla recinzione dell’impianto (nelle interfile dei moduli fotovoltaici) è prevista la possibilità che agricoltori locali possano avviare una produzione olivicola superintensiva.

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.