

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 25,7 MWp**

*Località "Podere Fredella" – Comune di Foggia*

**PROPONENTE:**

**TEP RENEWABLES (FOGGIA 6 PV) S.R.L.**  
**Corso Vercelli, 27 – 20144 Milano**  
**P. IVA e C.F. 11621270963 – REA MI - 2615131**

**PROGETTISTA:**

**ING. GIULIA GIOMBINI**  
**Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo**  
**al n. A-1009**

**IL GEOLOGO:**

**DOTT.SSA GEOL. CONCETTA PEREZ**  
**Iscritta all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia**  
**al n. 2733 sez. A**

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E OPERE DI  
CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE IN MT**

**(art. 27bis del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)**

***Relazione Idrologica***

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
B35_FG_PD_R06_Rev0_Relazione idrologica	07/2021	Prima emissione	CP	GG	G.Giombini

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. DATI DI RIFERIMENTO .....	4
2.1.1 RILIEVO TOPOGRAFICO .....	4
2.1.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO .....	5
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO .....	6
3.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO.....	6
3.2 COPERTURA E USO DEL SUOLO .....	7
3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO .....	7
3.3.1 GEOLOGIA.....	7
3.3.2 CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI LOCALI E ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO.....	9
3.3.3 ASPETTI GEOMORFOLOGICI.....	12
3.3.4 INQUADRAMENTO PIEZOMETRICO .....	13
3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO.....	14
3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO .....	16
4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI.....	19
4.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE .....	19
4.2 DISPONIBILITÀ DI CONNESSIONE .....	19
4.3 LAYOUT D'IMPIANTO .....	19
4.4 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO DI FOTOVOLTAICO.....	21
5. STUDIO IDROLOGICO.....	24
5.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE .....	25
5.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO .....	26
5.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE .....	27
5.4 BACINO SCOLANTE DI PROGETTO .....	31
5.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA).....	32
5.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI - STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST OPERAM .....	35
6. OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA.....	37
7. CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE-IDRAULICHE E REGIME VINCOLISTICO RILEVATE SULLE AREE ATTRAVERSATE DALLE OPERE DI CONNESSIONE – LINEA MT .....	38
8. CONCLUSIONE .....	41

## 1. PREMESSA

Il progetto in questione, che prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo TEP RENEWABLES ITALIA (FOGGIA 6 PV) S.R.L., di un impianto solare fotovoltaico nel comune di Foggia di potenza pari a 25,705 MWp su un'area di circa 71 ha complessivi dei quali circa 36,4 utili per l'installazione degli impianti e si inserisce nella strategia di decarbonizzazione perseguita da EGP ed in particolare della decarbonizzazione della Puglia attraverso la chiusura, entro il 2025, delle unità alimentate a carbone della centrale di Cerano (BR), la loro trasformazione in unità alimentate a gas naturale e la parziale sostituzione della capacità dismessa con unità da installare sul territorio regionale alimentate da fonti rinnovabili.

L'impianto sarà connesso in parallelo alla RTN nel rispetto delle norme CEI e delle condizioni di TERNA S.p.A. L'ipotesi di connessione prevede il collegamento dell'impianto alla SSE SPRECACENERE. La lunghezza della linea di connessione individuata dall'impianto FV alla stazione MT/AT situata nei pressi della SSE SPRECACENERE progettata da TEP RENEWABLES per gli impianti A40.IT.19.PG.FOGGIA 2 e A89.IT.19.PG.FOGGIA 4, è di circa 11 km con cavidotto interrato prevalentemente su strada pubblica fino alla SEU in condominio con le Ditta TEP Renewables (Foggia 2 PV) S.r.l. e TEP Renewables (Foggia 4 PV) S.r.l. e poi in antenna a 150 kV alla stazione di trasformazione della RTN 380/150 kV "Foggia 380".

Il progetto nel suo complesso ha contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione. Il progetto sarà eseguito in regime "agri-voltaico" AGV 4.0, mediante la produzione di energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

In estrema sintesi (rimandando per i dettagli alla documentazione di progetto del titolare dello stesso), l'agro-voltaico AGV 4.0 che ci si propone di sviluppare con il presente progetto rispetta le linee guida indicate nella recente DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 15 marzo 2021, n.400.

L'indice relativo all'utilizzo del terreno è stato contenuto nell'ordine del 29% calcolato sulla superficie utile di impianto.

Le strutture saranno infatti posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno.

I pali di sostegno sono distanti tra loro 9,5 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento. Nei terreni verranno piantumate delle coltivazioni orticole tradizionali a rotazione, tra le quali verrà inserita una antica specie di melone, in via di estinzione, la quale è stata recentemente recuperata e reintrodotta nelle coltivazioni da agricoltori locali. Il proprietario dei terreni coinvolti, imprenditore agricolo, intende gestire il progetto colturale inserendola nel progetto Agrovoltaiico oggetto dell'intervento in esame dettagliato nella *R25\_Rev0\_Relazione\_Pedo – Agronomica Impianto e Connessione*. La maggior parte del fabbisogno irriguo verrà garantito tramite tre vasche di conservazione e distribuzione di "acqua piovana" e un sistema di irrigazione a goccia.

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

Le scelte progettuali sono state condotte in modo tale da avere opere ad "impatto zero" sull'esistente reticolo idrografico, recapitando le acque superficiali convogliate ed allontanate da un sistema idraulico di canalette in terra a cielo aperto presso gli impluvi ed i solchi di erosione naturali.

L'obiettivo che si vuole raggiungere è quello di intercettare e allontanare tempestivamente le acque di scorrimento superficiale all'interno del parco fotovoltaico, al fine di garantire la vita utile delle opere civili, riducendo le operazioni di manutenzione al minimo indispensabile

Lo studio idrologico è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia, e 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 corriavazione e ietogramma di progetto);
- Determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

## 2. DATI DI RIFERIMENTO

### 2.1.1 RILIEVO TOPOGRAFICO

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

Dapprima sono stati ottenuti i modelli digitali del terreno e della superficie rispettivamente dalla Regione Puglia e dal MATTM.

In seguito a completamento dell'indagine e per verifica dei dati in possesso nell'estate/autunno 2019 sono stati condotti due rilievi integrativi uno topografico eseguito con GPS e uno fotogrammetrico eseguito con Aeromobili a Pilotaggio Remoto (Droni).

#### 2.1.1.1 Modello digitale del terreno - Regione Puglia

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

#### 2.1.1.2 Modello digitale del terreno e della superficie - MATTM

Il LIDAR è un sensore Laser, che rileva la distanza relativa tra il target e il sensore, in abbinamento con una piattaforma IMU (GPS+INS) che permette la georeferenziazione 3D dei suddetti punti. Scansionando la superficie, viene creata una nuvola di punti che discriminano i punti relativi al terreno (DTM) e quelli relativi agli "oggetti" presenti sul terreno (DSM).

Misurando la coltre vegetativa, penetrando fino al suolo, si ottengono informazioni sul terreno e sulle quote, con un'accuratezza centimetrica. I prodotti ottenuti dai rilievi LIDAR forniscono le informazioni fondamentali per rappresentare puntualmente la morfologia delle aree di pericolosità idrogeologica.

La densità dei punti del rilievo è superiore a 1,5 punti per mq, se ne deduce che l'applicazione di detti rilievi per la difesa del suolo è molteplice. Il DTM presenta un'accuratezza altimetrica corrispondente a +/- 1s (scarto quadratico medio), corrispondendo ad un errore inferiore  $\pm 15$  cm. Mentre l'accuratezza planimetrica è di 2s cioè l'errore deve essere contenuto entro  $\pm 30$  cm.

Nell'ambito del PST (Piano Straordinario di Telerilevamento) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nel periodo 2008 – 2009 ha effettuato una campagna di ricognizioni aeree con sensori LiDAR su determinate zone del territorio nazionale (aste fluviali, fascia costiera, zone con particolari criticità o esplicitamente richieste da Regioni o Province)

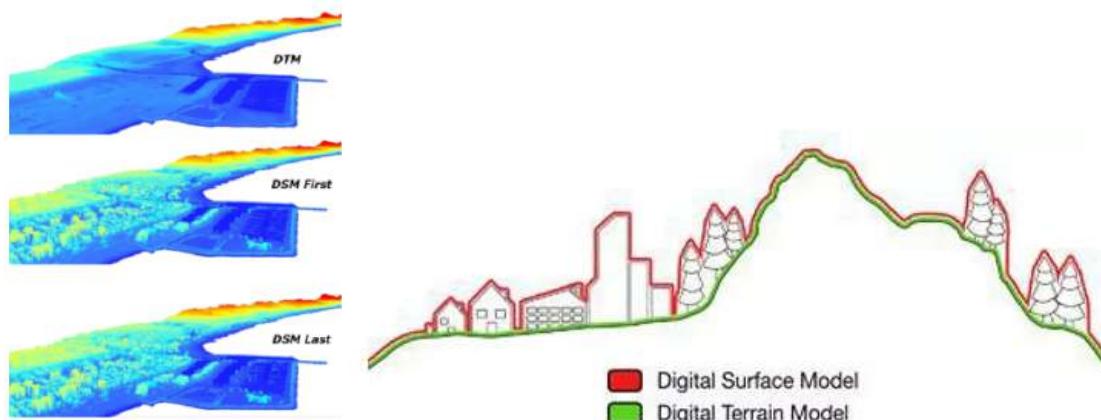


Figura 2.1: Tipologico esemplificativo raffigurante i prodotti Lidar

Su richiesta al MATTM sono stati ottenuti i prodotti sopradescritti per l'area di progetto.

### 2.1.1.3 Rilievo topografico

Nell'autunno 2020 è stato eseguito un rilievo topografico con GPS al fine di definire l'andamento piano-altimetrico del terreno e la presenza di interferenze nelle aree destinate alla realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico.

## 2.1.2 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;
- 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 Wallingford;
- Urban Drainage Design Manual” pubblicato da FHWA (Federal highway administration-US Department of transportation).

### 3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

#### 3.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

Il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Foggia (FG) in località "Podere Fredella" in un terreno compreso tra la SP26 e la SP74, a 12 km a Nord-Est dalla stessa città e a 22 km dal mare. L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico dista dalla SP26 circa 0,5 km. Questa area in oggetto risulta essere adatta allo scopo avendo una buona esposizione ed essendo raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

L'area di intervento risulta essere pari a circa 71 ha, di cui circa 36,4 ha recintati per l'installazione dell'impianto.

Tali aree, nel vigente strumento urbanistico, sono destinate attualmente a zone di uso agricolo (zone E) come da Certificato di Destinazione Urbanistico del 28 Ottobre 2020 prot.116154.

La connessione dell'impianto avverrà tramite cavo interrato in MT lungo viabilità pubblica, il percorso della connessione sarà di circa 11 Km. Il punto di allaccio sarà la sottostazione di trasformazione della RTN 380/150 kV di Foggia.

L'area interessata dall'impianto fotovoltaico risulta distinta in catasto Terreni del Comune di Foggia al foglio di mappa n° 9 Particelle: 14, 86, 119, 125, 144, 145, 146, 301, 302, 536, 538, 687, 692, 693, 849.

L'area oggetto dell'intervento, presenta le seguenti coordinate geografiche:

- 41°33'22.19"N
- 15°37'1.50"E

Altitudine media 42 m s.l.m.

Nella cartografia I.G.M. a scala 1:50.000 l'area è compresa nel quadrante 408 (Foggia); nella cartografia in scala 1:25000 l'intervento interessa la Tavoletta 164 IV SE (Villaggio Amendola).



Figura 3.1: Inquadramento territoriale dell'area dell'impianto e linea di connessione campo FV – STAZIONE MT/AT CONDIVISA CON A40.FOGGIA 2 e A89.FOGGIA 4

## 3.2 COPERTURA E USO DEL SUOLO

I terreni rientranti nel presente progetto sono Indicati, dall'autorità comunale, come verde agricolo.

La zona nella quale verrà insediato il parco fotovoltaico è quella tipica del Tavoliere, caratterizzata da ampie aree pianeggianti ulteriormente modellate dall'azione antropica frutto dell'attività agricola.

L'area presenta quasi esclusivamente coltivazione a grano, in rotazione con ortaggi, con piccoli appezzamenti impiantati ad uliveto e mandorleto per uso familiare. Non sono presenti aree industriali, produttive di altro genere.

## 3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

### 3.3.1 GEOLOGIA

La regione pugliese può essere suddivisa in tre grandi elementi geologici: Avampaese apulo (all'interno del quale si distinguono il Promontorio del Gargano, l'Altopiano delle Murge e le Serre Salentine), Fossa Bradanica (differenziata geograficamente in Tavoliere delle Puglie, a nord, e Fossa Premurgiana, a sud) e catena subappenninica (cui appartiene il Subappennino Dauno o Monti della Daunia).

Da un punto di vista geologico, il Tavoliere delle Puglie rappresenta il settore settentrionale della Fossa Bradanica, limitato ad O dal Subappennino Dauno e ad E dal Gargano.

L'intera Fossa Bradanica è caratterizzata nel Plio-Quaternario da due distinte fasi di evoluzione geodinamica: 1) una marcata subsidenza (circa 1 mm/anno nel Pliocene - Pleistocene inferiore) connessa alla subduzione appenninica e 2) un sollevamento (circa 0,5 mm/anno che comincia alla fine del Pleistocene inferiore e si esplica nel Pleistocene medio-superiore).

Dal punto di vista regionale, la subsidenza plioleistocenica è segnata dalla sedimentazione della Formazione della Calcarenite di Gravina che passa verso l'alto (e lateralmente) ad una spessa successione siltoso-argilloso-sabbiosa (argille subappennine - denominate "Formazione dell'Ofanto" nell'area di interesse da CROSTELLA & VEZZANI, 1964). Il sollevamento del Pleistocene medio e superiore è invece segnato da depositi regressivi e depositi terrazzati.

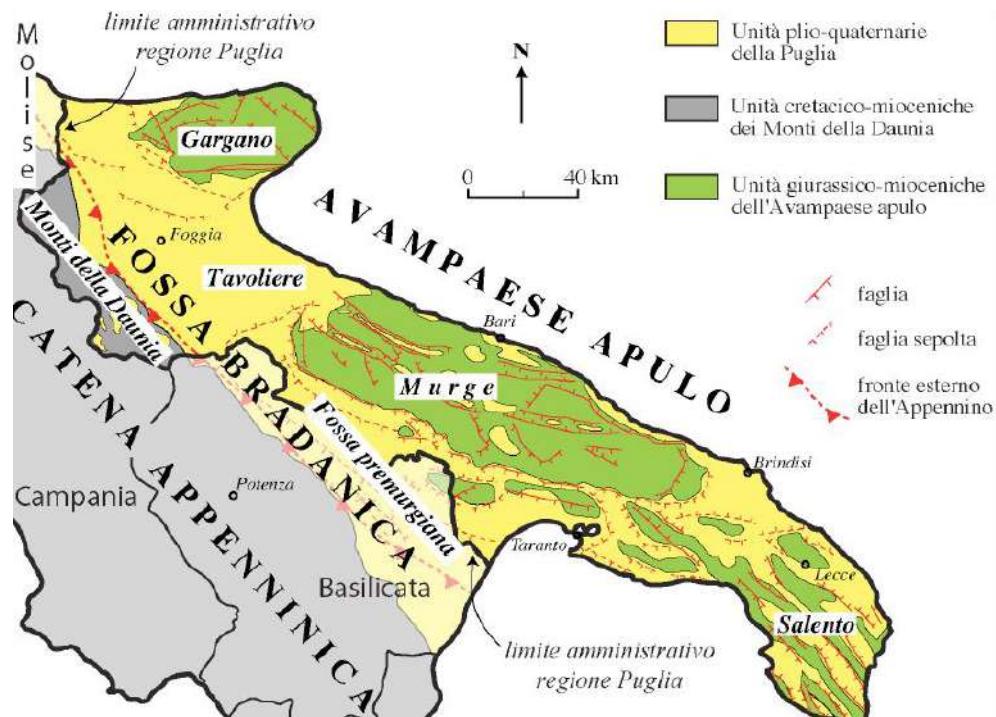


Figura 3.3: Carta geologica schematica della regione Puglia (da Pieri et alii, 1997, modificata)

La situazione geomorfologica, stratigrafico-strutturale, idrogeologica e tettonica dei terreni presenti nell'area è stata ricostruita partendo dai dati contenuti nel foglio 164 "Foggia" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000 redatta dal Servizio Geologico di Stato, 1967) e dal foglio 408 Foggia, in scala 1:50.000 della Carta Geologica (progetto CARG, 2011), oltre alle molteplici pubblicazioni, strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti, unitamente ai dati del sottosuolo derivanti da indagini pregresse e da specifici sopralluoghi in campagna.

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

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

### 3.3.2 CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI LOCALI E ASSETTO LITOESTRATIGRAFICO

I terreni in cui ricadono tutte le opere di progetto rientrano nel settore centrale dell'estesa piana del Tavoliere, caratterizzata da affioramenti di depositi continentali terrazzati, presenti alla quota di pochi metri al di sopra di quella degli alvei attuali e poggianti sulle formazioni argillose marine Plio-Pleistoceniche.

La formazione dei depositi continentali è legata all'ultima fase dell'evoluzione geodinamica della regione, caratterizzata dal progressivo sollevamento ed emersione di tutta l'area avvenuta a partire dal Pleistocene medio e tuttora in atto. Durante tale processo l'azione degli agenti esogeni, esercitata sulle terre già emerse, causava erosione con trasporto verso il mare in regressione dei prodotti erosi. Le concomitanti oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare hanno favorito la formazione dei depositi terrazzati.

I terreni alluvionali sono costituiti da limi sabbiosi talora argillosi con ghiaie e ciottoli poligenici ed eterometrici, talora addensati e debolmente cementati, in matrice sabbioso limosa di colore avana. Tali depositi contengono intercalazioni lentiformi di limi sabbiosi più o meno argillosi. Nella parte superficiale si rinvengono talvolta croste biancastre a lamine orizzontali, costituiti da limi sabbiosi di natura carbonatica contenenti talora elementi di ghiaia. La natura continentale del deposito alluvionale è evidenziata dalla morfologia dei ciottoli che si presentano generalmente sub-arrotondati, anche se non mancano talora quelli appiattiti ad indicare un parziale rimaneggiamento ad opera del moto ondoso del mare in regressione.

I terreni affioranti, nell'area interessata dall'impianto fotovoltaico, sono costituiti da depositi marini calcarenitici, sabbioso-siltosi di ambiente di spiaggia, che nel foglio n° 408 "Foggia" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000 (Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG) vengono attribuiti al "SISTEMA DI MASSERIA LA MOTTICELLA", sono datati al Pleistocene medio-superiore ed hanno uno spessore che varia da 10 -15 m a 40 m circa. Tale spessore è legato all'andamento del substrato sul quale si sono depositi ed all'azione erosiva superficiale.

Il substrato dei depositi continentali è rappresentato dalla formazione argilloso-marnosa sovra-consolidata, costituita dalle "argille grigio-azzurre subappennine" del Pleistocene inf. e dalle sottostanti argille Plioceniche, la cui potenza è dell'ordine di centinaia di metri.

Il passaggio fra i depositi alluvionali e la formazione argillosa plio-pleistocenica avviene gradatamente ed è segnato dalla presenza di sabbie limo-argillose giallastre marine di età post-calabriana, affioranti in aree abbastanza estese a N-E (compresa l'area in esame) e a S-E di Foggia.

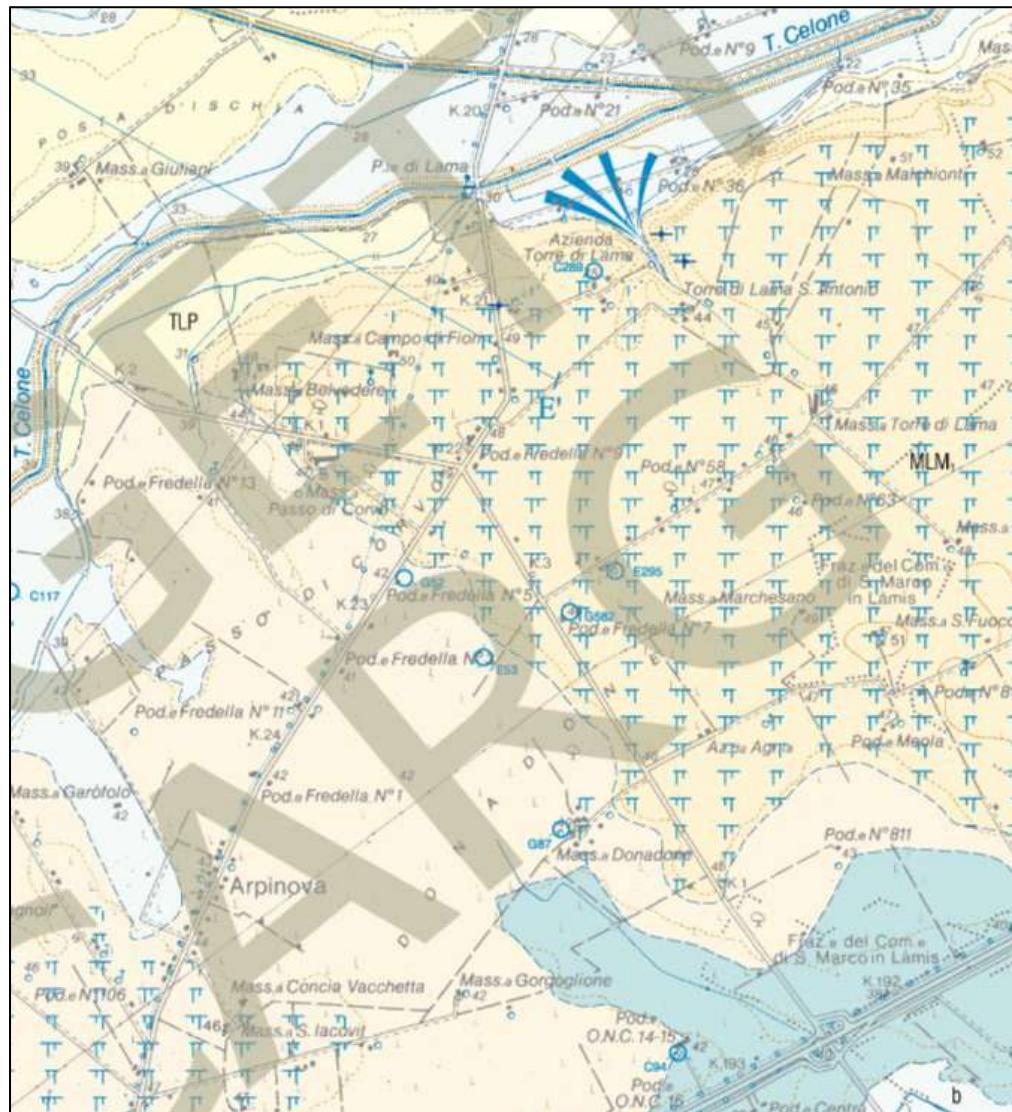


Figura 3.4: Stralcio Carta Geologica 1: 25.000 (progetto CARG "Foglio 408" dell'I.G.M.)

#### LEGENDA:

##### SISTEMA DI MASSERIA LA MOTTICELLA

###### Subsistema di Amendola

Depositi marini calcarenitici, sabbiosi o sabbioso-siltosi di ambiente di spiaggia. Generalmente si presentano massivi o mal stratificati ed irregolarmente cementati. Nei corpi sabbiosi si osservano concentrazioni di molluschi marini e/o salmasti; microfaune a bentonici di ambiente litorale. Poggia con limite inconforme sulle argille subappennine ed il limite superiore, inconforme, è rappresentato dalla base di sistemi più recenti (TGF e TLP) o dalla superficie di modellamento attuale. Lo spessore massimo, osservato solo in perforazione arriva a 35-40 m.

*PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE?*

###### SISTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO

Silt argillosi, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche.

*PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE?*

###### Subsistema dell'Incoronata

Silt argillosi, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche; a luoghi livelli di limi nerastri con coperture decimetriche di sabbie con gradazione diretta, laminate e con al tetto sottili livelli argillosi.

*PLEISTOCENE SUPERIORE ? - OLOCENE*

MLM,

RPL,



Calcrete

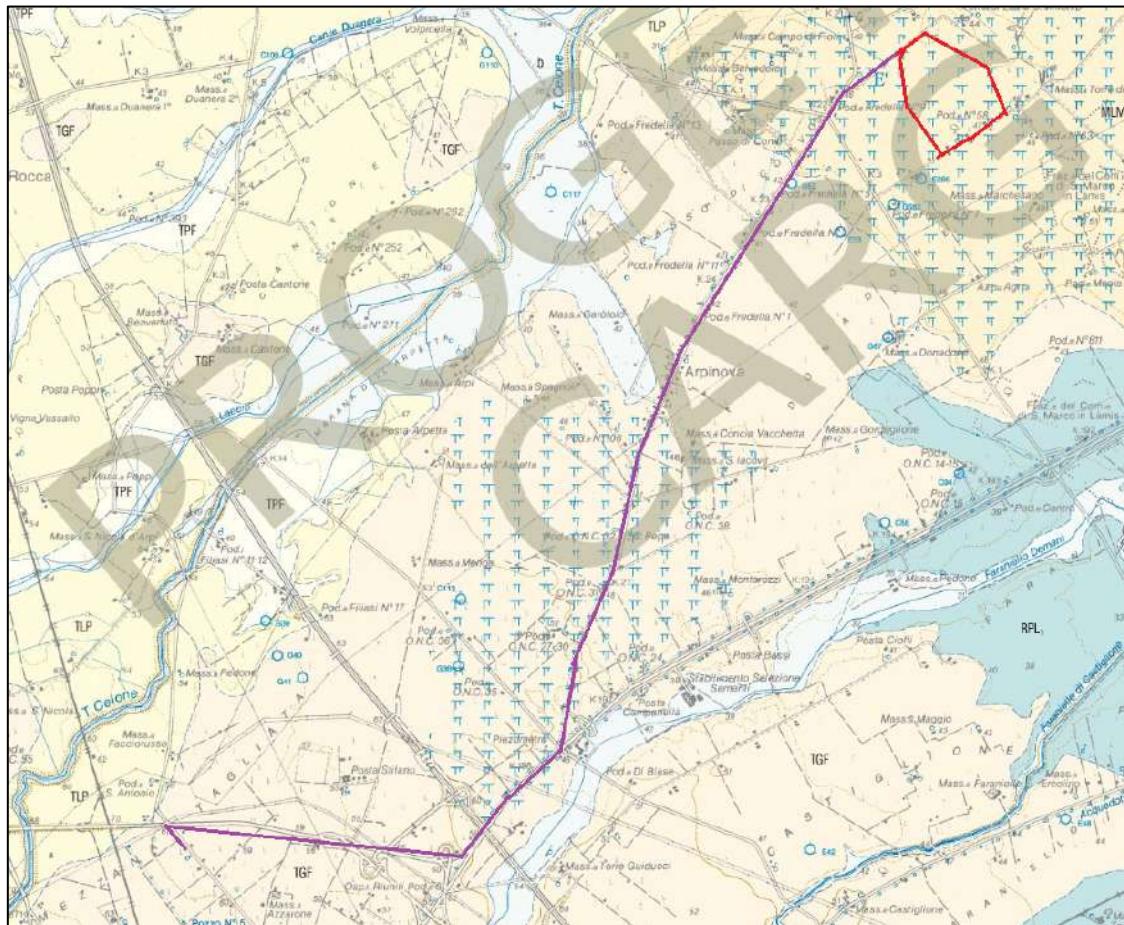
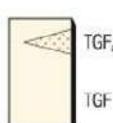


Figura 3.5: Stralcio carta geologica- progetto CARG -riguardante l'intera area in cui insistono tutte le opere di progetto fino alla connessione alla Sottostazione di Utenza 30/150 KV MT/AT CONDIVISA CON A40.FOGGIA 2 e A89.FOGGIA 4

#### LEGENDA:

##### SINTEMA DI FOGGIA

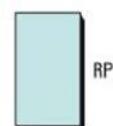


Depositi alluvionali terrazzati del V ordine costituiti da silt argilosì sottilmente laminati con intercalazioni di sabbie siltose gradiate e laminate (depositi di piana di inondazione). Nel sottosuolo a diverse profondità si rinvengono conglomerati poligenici ed eterometrici in corpi di spessore variabile da circa un metro a circa 5-6 m intercalati a silt argilosì nerastri laminati che contengono a luoghi ciottoli isolati e gasteropodi continentali (TGF). In corrispondenza dell'abitato di Foggia i conglomerati affiorano in una estesa area (TGF<sub>a</sub>). Depositi di tracimazione e/o di piena calante e piane di esondazione. Poggia in erosione sulle argille subappenniniche e sui sistemi più antichi. Lo spessore complessivo dell'unità, ricavato dall'analisi di numerosi pozzi per la ricerca di acqua, varia da 10-15 m a 40 m.

**PLEISTOCENE MEDIO- PLEISTOCENE SUPERIORE**

##### SINTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO

Silt argilosì, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche.  
**PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE?**



##### Subsistema dell'Incoronata

Silt argilosì, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche; a luoghi livelli di limi nerastri con coperture decimetriche di sabbie con gradazione diretta, laminate e con al tetto sottili livelli argilosì.

**PLEISTOCENE SUPERIORE ? - OLOCENE**



##### Calcrete

### 3.3.3 ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Il territorio del Comune di Foggia si sviluppa lungo l'asse principale del Tavoliere delle Puglie a circa 20 Km dal litorale adriatico e comprende, a Nord, parte della media valle del Torrente Celone e a Sud la parte media dei Torrenti Cervaro e Carapelle, i cui terreni, sia sotto il punto di vista geologico che morfologico, costituiscono una unità omogenea.

La morfologia del territorio comunale è tipica della Pianura di Capitanata, ad assetto sub-orizzontale, che è l'espressione attuale dello smantellamento delle falde tettoniche dell'Appennino Dauno e della sedimentazione nell'Avanfossa Bradanica avvenuta dapprima in ambiente marino (quindi con grandi continuazioni orizzontali dei terreni) poi in condizioni d'emersione totale con la deposizione di terreni a continuità orizzontale locale.

La totalità del territorio comunale presenta pendenze molto basse (<3%), generalmente riferibili alle piane alluvionali generate dai corsi d'acqua che lo attraversano. Nello specifico, il sito di intervento è parte integrante dell'estesa valle del Torrente Cervaro e dei suoi tributari di sinistra che hanno generato l'estesa pianura in cui si inserisce l'area progettuale. Qui le pendenze sono piuttosto contenute, mediamente < 1°, solo localmente possono raggiungere punte di 2÷3°.

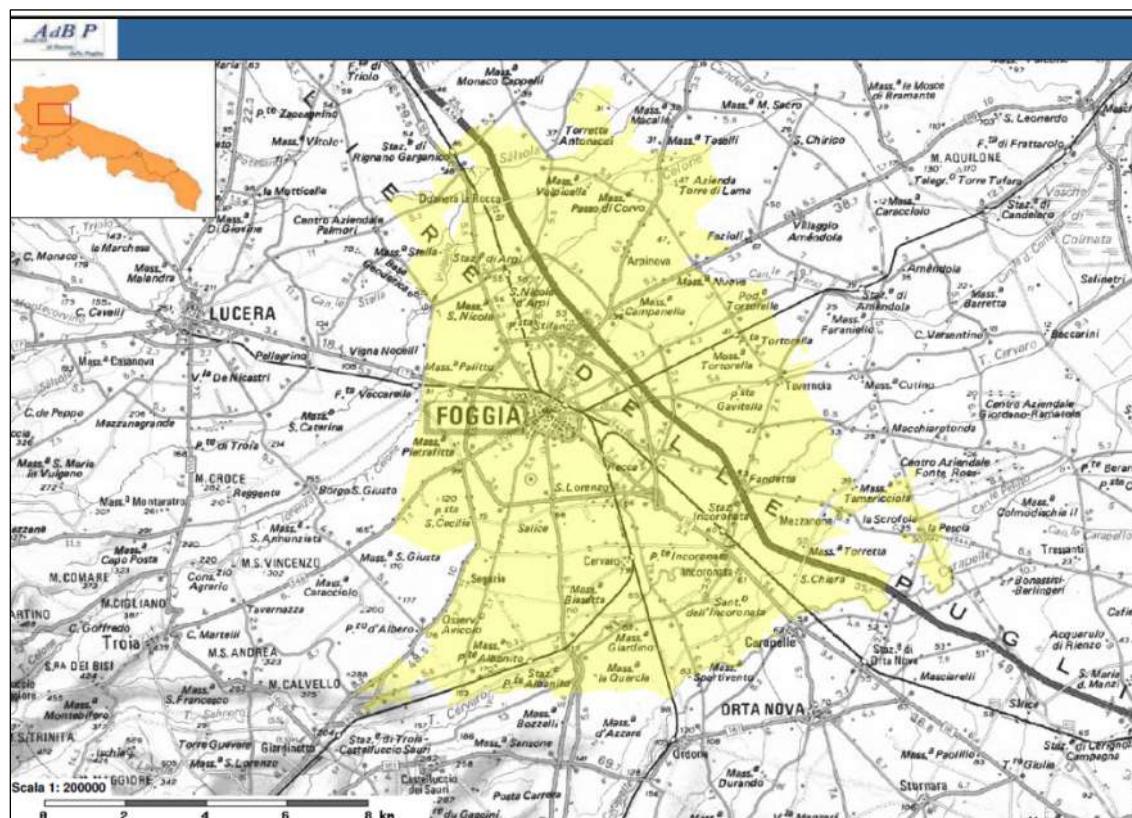


Figura 3.6 - Inquadramento territoriale

L'assetto morfologico generale è caratterizzato principalmente dalla presenza di affioramenti di natura sedimentaria di origine marina e continentale, depositatisi in ambienti diversi e riflette, in gran parte, le particolari condizioni geologiche della zona. Qui l'azione modellatrice delle forze esogene ha risentito dei diversi affioramenti presenti. Specificatamente, in seguito alla progressiva diminuzione delle spinte appenniniche, al rilascio elastico della Piastra Apula e alla compensazione isostatica del sistema Catena-

Avanfossa-Avampaese (riferibile a circa un milione di anni fa), si è generato un sollevamento regionale attualmente in corso.

A questa tendenza generale si sono sovrapposte oscillazioni del livello marino tipo glacio-eustatico interferendo e complicando ulteriormente il meccanismo di regressione. Il risultato è rappresentato da numerose e diverse unità litostratigrafiche corrispondenti a differenti oscillazioni del livello del mare (*terrazzamenti*), riferibili a più cicli sedimentari marini e/o a fasi continentali di alluvionamento.

Allo stato attuale non sempre si riescono a definire minuziosamente le fasi di terrazzamento, a causa dell'insufficienza degli affioramenti, dei modesti dislivelli fra le scarpate, delle litologie poco differenziate dei depositi terrazzati, ma anche per la forte antropizzazione e le nuove tecniche colturali che hanno cancellato i lineamenti del paesaggio.

Si definiscono così una serie di piane alluvionali, ognuna incisa nelle precedenti, poste a quote diverse, dolcemente inclinate verso mare e delimitate da ripide scarpate verso sud, verso nord e verso l'Appennino. Queste piane sono ricoperte da una coltre di ciottoli alluvionali provenienti dall'Appennino, dove i ripidi declivi sono intagliati in peliti pleistoceniche e plio-calabriane. Le varie superfici dolcemente inclinate verso mare s'immergono sotto i sedimenti della pianura, con inclinazione tanto maggiore quanto più sono lontane dall'Appennino.

L'andamento della superficie topografica è pertanto interrotto dalle incisioni vallive, allungate generalmente in direzione SO-NE, che solcano la pianura, drenando le acque superficiali provenienti dal Subappennino. L'azione erosiva piuttosto spinta di tali corsi d'acqua ha portato ad un profondo smembramento dei terrazzi marini, di cui ne restano solo testimoni isolati di piccole dimensioni situati per lo più verso il margine occidentale, in corrispondenza delle quote più elevate del medio Tavoliere.

L'idrografia è piuttosto evidente e bloccata entro argini imposti negli ultimi due secoli per poter meglio esercitare la pratica agricola. Il reticolo idrografico è caratterizzato da corsi d'acqua che si manifestano, generalmente, come incisioni non molto approfondite, solitamente povere d'acqua, che hanno esercitato una debole attività erosiva consentendo al paesaggio di conservare abbastanza integra la successione dei terrazzi marini.

### 3.3.4 INQUADRAMENTO PIEZOMETRICO

Una verifica eseguita sulla carta delle isopieze (Figura 3.7), relativa alla campagna di misura 2002, rileva che i massimi valori del gradiente idraulico si registrano nella parte più interna, corrispondente alla zona di maggiore ricarica dell'acquifero, mentre tendono a diminuire nella parte centrale e ancor più verso il T. Candelaro.

La particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, innanzitutto, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale più marcata, osservabile verso il T. Candelaro che funge da asse drenante

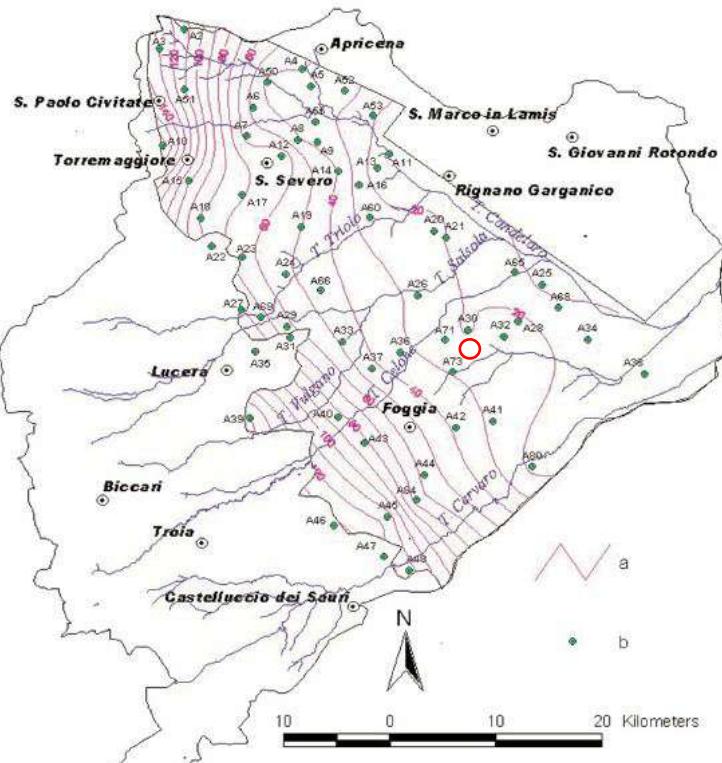


Figura 3.7: Ricostruzione della piezometria del 2002 (nel cerchio area in esame)

Nell'area di studio la superficie piezometrica è stata verificata direttamente misurandone il livello nei diversi pozzi presenti nell'intero comprensorio ed è stata determinata a profondità comprese tra -10 e -15 metri dal piano di campagna, con oscillazioni annuali influenzate dalle precipitazioni locali contenute nel metro. Tenuto conto che le opere progettate interferiscono solo con i primi metri della successione stratigrafica, in quanto sia le strutture di sostegno dei singoli pannelli che Sottostazione Elettrica saranno fondate a profondità non superiori a -3,50 metri dal p.c, si può concludere che non c'è nessuna interferenza tra le stesse opere fondali e la superficie piezometrica della falda superficiale.

### 3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

La Puglia, presenta una situazione idrologico ambientale caratterizzata da scarsa disponibilità idrica superficiale avente distribuzione molto differenziata sul territorio, infatti solo la parte della provincia di Foggia presenta corsi d'acqua superficiali, peraltro a carattere torrentizio, mentre il resto del territorio pugliese si caratterizza per un esteso sviluppo di solchi erosivi naturali in cui vengono convogliate le acque in occasione di eventi meteorici intensi, a volte compresi in ampie aree endoreiche aventi come recapito finale la falda circolante negli acquiferi carsici profondi.

Sulla base del documento “Allegato rapporto ambientale 2019 – Comune di Foggia” si riporta di seguito una descrizione generica dell'idrografia del territorio comunale.

Nello specifico il territorio comunale di Foggia, rientra nell'Idro-ecoregione 16 “Basilicata Tavoliere”, unità idrografica 3 “Tavoliere delle Puglie” ed è interessato dai bacini del Candelaro, del Cervaro e del Carapelle.

I corsi d'acqua dell'idrografia principale sono: il Salsola e il Cervaro entrambi tipizzati - secondo la metodologia di cui al DM 17 luglio 2009 - come corsi d'acqua temporanei di “persistenza intermittente”, morfologia dell'alveo “meandriforme, sinuoso o confinato” e “influenza bacino di monte trascurabile”. Ad essi si aggiunge il Celone la cui appartenenza al reticolo principale non è definita in modo univoco che è

tipizzato come corso d'acqua di "Persistenza effimera", morfologia dell'alveo "Meandriforme, sinuoso o confinato" e "Influenza bacino di monte forte".

La figura che segue evidenzia tutti i corsi idrici fluviali presenti nel territorio e considerati dal Piano di Gestione delle Acque, quelli che interessano la parte settentrionale del Comune (segmento orientale del Salsola, Celone e relativi rami affluenti) sono definiti in gran parte "fortemente modificati", quelli che interessano la parte meridionale (segmenti occidentali del Salsola, Canale della Contessa, Cervaro e relativi rami affluenti) sono considerati "naturali".

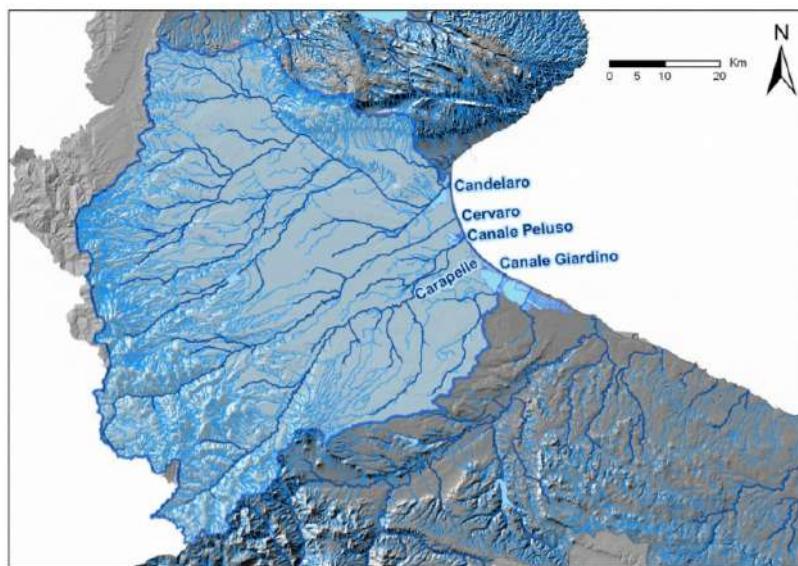


Figura 3.8: Corpi idrici superficiali (Relazione PGR - AdB Puglia)

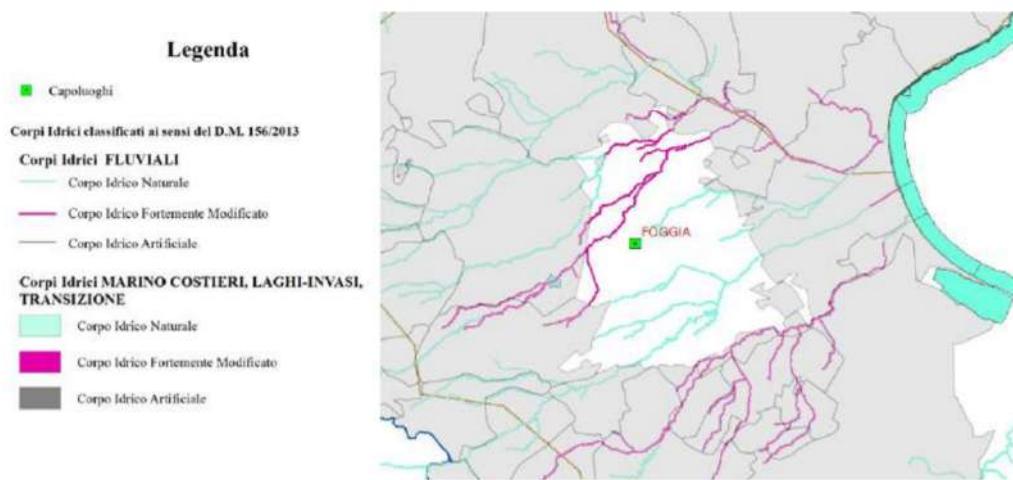


Figura 3.9: Corpi idrici superficiali (Elaborazione propria su stralcio tav.3 PGA Ciclo 2015-2021)

Nel corso del passato si era sviluppata una rete di drenaggio antropica di bonifica/irrigazione intersecata con la rete idrografica naturale.

Negli ultimi decenni con il passaggio ad un'agricoltura di tipo intensivo l'approvvigionamento idrico per le campagne è avvenuto da pozzi con emungimento da falda e da reti di grande distribuzione di tipo consortile (Consorzio di Bonifica della Capitanata).

Considerando l'area interessata dal progetto è presente una fascia di rispetto del PAI di bassa pericolosità in cui non è previsto di installare nessun elemento dell'impianto.

### 3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO

Il Comune di Foggia appartiene oggi al Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, la struttura operativa di livello territoriale di riferimento è l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia (AdB DAM Puglia).

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

Secondo quanto indica il PGRA, il territorio dell'unità regionale Puglia/Ofanto coinvolge territori interessati da eventi alluvionali contraddistinti da differenti meccanismi di formazione e propagazione dei deflussi di piena, motivo per cui, al fine di orientare meglio le scelte di piano è stato ulteriormente suddiviso in 6 Ambiti Territoriali Omogenei.

Foggia ricade in quello definito "Fiumi Settentrionali", che è così descritto:

"L'ambito dei bacini fluviali con alimentazione appenninica è caratterizzato dalla presenza di reticolli idrografici ben sviluppati con corsi d'acqua che, nella maggior parte dei casi hanno origine dalle zone pedemontane dell'Appennino Dauno. Tali corsi d'acqua sottendono bacini di alimentazione di rilevante estensione, dell'ordine di alcune migliaia di km<sup>2</sup>, che comprendono settori altimetrici di territorio che variano da quello montuoso a quello di pianura. Mentre nei tratti montani di questi corsi d'acqua i reticolli denotano un elevato livello di organizzazione gerarchica, nei tratti medio-vallivi le aste principali degli stessi diventano spesso le uniche aree fluviali appartenenti al bacino.

Importanti sono state le numerose opere di sistemazione idraulica e di bonifica che si sono succedute, a volte con effetti contrastanti, nei corsi d'acqua del Tavoliere.

Dette opere hanno fatto sì che estesi tratti dei reticolli interessati presentino un elevato grado di artificialità, tanto nei tracciati quanto nella geometria delle sezioni, che in molti casi risultano arginate.

I corsi d'acqua principali sono il Candelaro, il Cervaro e il Carapelle (rif. Relazione PGRA). Quanto alle perimetrazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica e di rischio, è opportuno fare riferimento alle mappe del PAI, il cui ultimo aggiornamento risale al 2019. Tali mappe, consultabili sul Web-Gis dell'AdB DAM Puglia, riportano infatti le modifiche approvate a seguito di approfondimenti conoscitivi nonché delle istruttorie svolte su richieste puntuali e successivo confronto con i soggetti e le amministrazioni comunali interessate.

Di seguito si riporta uno stralcio della perimetrazione delle aree soggette a pericolosità idraulica secondo l'ultima Variante PAI approvata con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 giugno 2019 - G.U. n. 194 del 20 Agosto 2019 riguardante le aree in cui insistono tutte le opere di progetto.

Considerando l'area interessata dal progetto è presente una piccolissima fascia di rispetto del PAI di bassa pericolosità in cui non è previsto di installare nessun elemento dell'impianto.

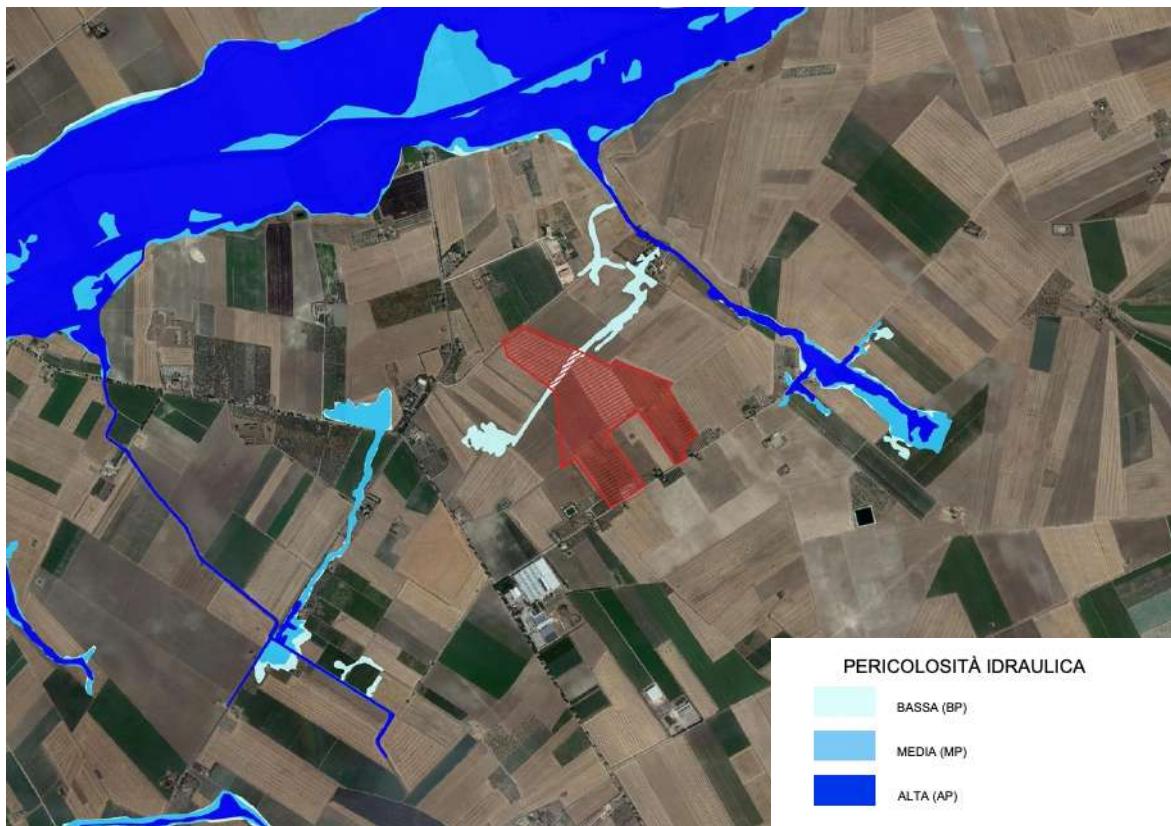


Figura 3.10: Sovrapposizione sito catastale in progetto e stralcio assetto idrogeologico (PAI) - aree con pericolosità idraulica alta, media e bassa

### 3.5.1. FOCUS SUL TRATTO NELL'AREA DI PROGETTO (linea di connessione)

L'analisi dell'andamento topografico nel bacino idrografico rileva la presenza di tre fasce altimetriche: la zona dei monti dauni, la zona pedemontana e la piana alluvionale.

L'area di progetto rientra nella zona di pianura, caratterizzata da quote topografiche inferiori a 100 m slm, con pendenze medie valutate direttamente con un rilievo topografico dell'intero insediamento e della linea di connessione alla Stazione di consegna, piuttosto modeste e mai superiori ad 1°.

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto MT 30 kV (fig. 3.10.1) che collega l'impianto FV dalla cabina primaria di campo MT fino alla cabina di consegna dove avverrà la trasformazione MT/AT in prossimità della SE Foggia 380/150 kV, da cui parte la linea AT (150 kV) per il collegamento allo stallo della SE individuato dal gestore di rete Terna S.p.A. La linea di connessione MT 30 kV segue prevalentemente lo sviluppo su strada pubblica, mentre la linea di connessione AT in cavo interrato è all'interno di proprietà privata, su cui è stata acquisita la servitù di passaggio nelle particelle adiacenti alla SE Foggia. Nella cabina di consegna saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura per la corretta connessione dell'impianto alla RTN; nella stessa è localizzato il punto 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 TERNA.



Fig. 3.10.1 Inquadramento su ortofoto della linea di connessione alla R.T.N.

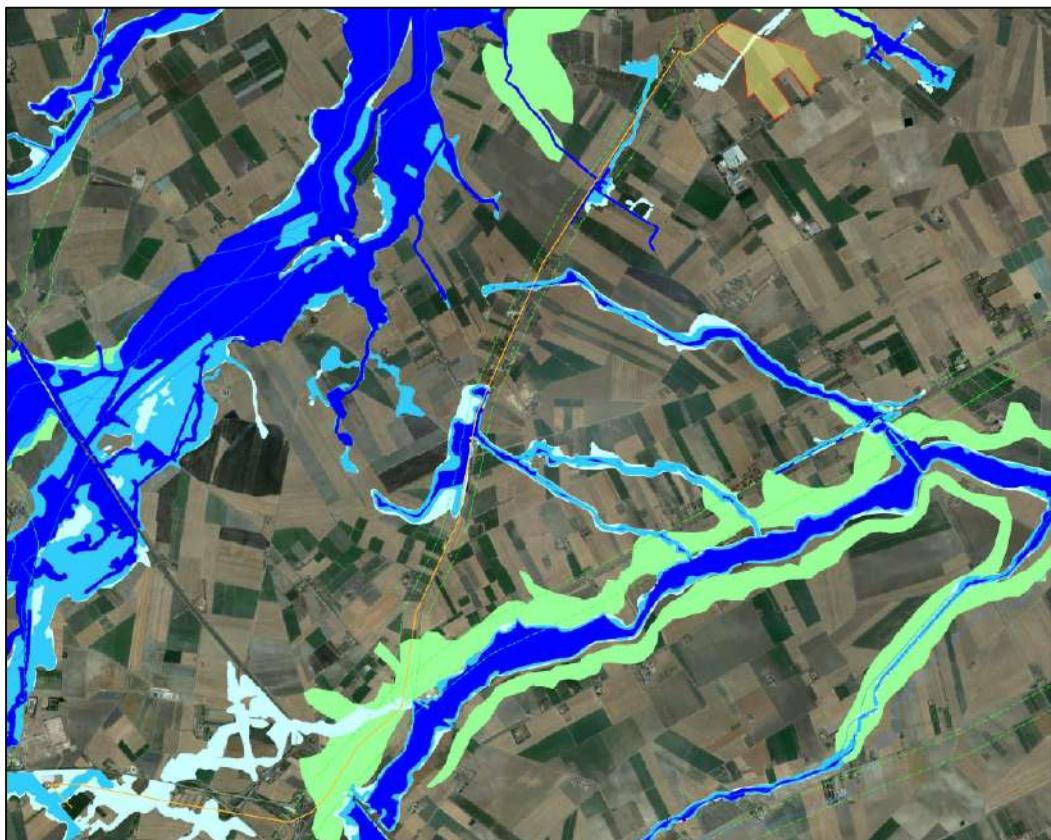


Figura 3.10.2: Stralcio Geo-portale WebGis AdB del P.A.I. Regione Puglia rappresentate l'idrografia di bacino – area impianto e linea di connessione alla RTN

## 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 11/2019 nella predisposizione del layout;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra tipo tracker con tecnologia moduli bifacciali;
- 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

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a Terna S.p.A nel gennaio 2021. Tale soluzione emessa da Terna con Prot. GRUPPO TERNA cod. ID 202001947 è stata accettata dalla proponente in data 20.04.2021 e prevede la connessione dell'impianto alla RTN nella SE Foggia 380/150 kV.

### 4.3 LAYOUT D'IMPIANTO

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

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- posizione delle strutture di sostegno con geometria a matrice in modo da ridurre i tempi di esecuzione;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file verticali;
- interfila tra le schiere calcolate al fine di evitare fenomeni di ombreggiamento;
- numero di cabine pari al numero di sottocampi per normalizzare l'allestimento;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ostacoli esistenti;
- zona di rispetto dai canali di raccolta acque;

LAYOUT di Progetto e legenda



Legenda

-  Linea MT esistente e fascia rispetto
-  Magazzino
-  Uffici
-  n. 832 TRACKER (28x2 MODULI)  
\*\*\* modulo Risen da 535W pitch 9.50 m
-  Viabilita' interna
-  Recinzione in progetto
-  n. 52 TRACKER (14x2 MODULI)  
\*\*\* modulo Risen da 535 Wp pitch 9.50 m
-  Ingresso impianto FV
-  Cabina di consegna 12,48 x 2,52
-  Accesso cabine
-  Power station
-  PARCHEGGIO camion gru 96 mc
-  Vincolo ARCHEOLOGICO
-  AREA DI MANOVRA 200 mq
-  Fascia di mitigazione
-  STOCCAGGIO RIFIUTI 100 mq
-  PARCHEGGIO AUTO 100 mq
-  n. 3  
Vasche di conservazione e  
distribuzione di "acqua piovana"  
su terreno battuto, strato argilloso,  
manto impermeabile, con  
inclinazione sponda a 45°.  
profondita' max 7 m  
capacita' totale 10000 mc  
Recinzione h:2.00 m

#### 4.4 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO DI FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico ha una potenza pari a 25,705 MWp su un'area di circa 71 ha complessivi dei quali circa 36,4 utili per l'installazione degli impianti fotovoltaici e si inserisce nella strategia di decarbonizzazione perseguita da EGP.

Il progetto sarà eseguito in regime "agrovoltaico", mediante la produzione di energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica. La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali che saranno installati su strutture mobili sospese (tracker) di tipo mono-assiale mediante palo infisso nel terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 9,5 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento.

I terreni continueranno ad essere coltivati con coltivazioni orticole tradizionali a rotazione, tra le quali verrà inserita una antica specie di melone, in via di estinzione, la quale è stata recentemente recuperata e reintrodotta nelle coltivazioni da agricoltori locali. Il proprietario dei terreni coinvolti, imprenditore agricolo, intende gestire il progetto colturale inserendola nel progetto Agrovoltaitco oggetto dell'intervento in esame dettagliato nella *R25\_Rev0\_Relazione Pedo – Agronomica Impianto e Connessione*. La maggior parte del fabbisogno irriguo verrà garantito tramite tre vasche di conservazione e distribuzione di "acqua piovana" e un sistema di irrigazione a goccia.

L'impianto è così costituito:

- n.1 cabina principale MT di connessione. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT1 contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecomando;
- n.1 cabina principale di trasformazione MT/AT in prossimità della SE Foggia contenente le apparecchiature dell'Ente Distributore e il punto di misura fiscale;
- n. 11 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- 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.

## *Strutture di supporto moduli*

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

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

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

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo
  - tipo di struttura: Tracker fissata su pali
  - inclinazione sull'orizzontale +55° -55°
  - Esposizione (azimuth): 0°
  - Altezza min: 0,500 m (rispetto al piano di campagna)
  - Altezza max: 4,121 m (rispetto al piano di campagna)

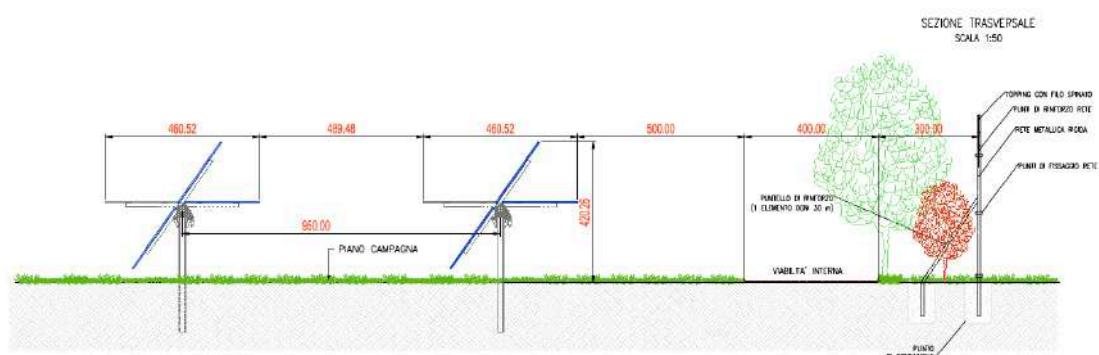


Figura 4.1: Particolare strutture di sostegno moduli



Figura 4.2: Stato di fatto dell'area di progetto

La sostenibilità e l'attenzione alle acque non ha riguardato solo la progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche ma è risalita a monte integrandosi nello stato di fatto minimizzando le interferenze con l'idrografia esistente e l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) a favore delle infrastrutture verdi che mitigano gli impatti biofisici dovuti all'urbanizzazione riducendo il rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria. La progettazione della rete di drenaggio ha previsto l'individuazione delle principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino, come pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria. Una volta definiti i principali solchi di drenaggio naturali esistenti allo stato attuale, identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno, è stata dimensionata la rete di drenaggio di progetto lungo tali solchi naturali.

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

Tutte le opere di regimazione rientrano nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

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

Tutto ciò contribuisce alla riduzione dell'impatto delle opere.

A favore di sicurezza è stata comunque valutata la condizione di infiltrazione ante-operam/post operam e possibili impatti negativi.

Oltre al potenziale impatto negativo stimato il progetto prevede anche opere compensative che avranno effetti positivi durante la fase di esercizio.

Di seguito sono riassunte le principali compensazioni:

1. Si prevede che i terreni di tutta l'area dell'impianto continueranno ad essere coltivati per produrre erbe aromatiche ed officinali, che sono generalmente impiegate nella cosmetica e nell'industria farmaceutica, e "colture dedicate" secondo la definizione datane dal D. Lgs 383/03 (cardo, topinambur, girasole, colza, etc.), che saranno selezionate in collaborazione con il CREA-AA di Bari e coltivate in maniera estensiva nelle aree adiacenti.

Numerosi sono i vantaggi della coltivazione di erbe aromatiche ed officinali:

- a. Limita fortemente l'erosione del suolo provocata dalle acque e dal vento;
- b. Svolge un'importante funzione di depurazione delle acque;
- c. Riduce le perdite di elementi nutritivi per lisciviazione grazie all'assorbimento da parte delle piante erbacee;
- d. Migliora la fertilità del suolo, attraverso l'aumento di sostanza organica;
- e. Il ben noto effetto depurativo sull'aria producendo  $O_2$  e immagazzinando carbonio atmosferico;
- f. Migliora l'impatto paesaggistico e la gestione è in genere poco onerosa.

La gestione del terreno inerbito determina il miglioramento delle condizioni nutritive e strutturali del terreno, ovviamente se si adottano tecniche di gestione del suolo rispettose dell'ambiente.

2. Tra i corridoi larghi circa mt 8, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, saranno coltivate diverse specie erbacee aromatiche ed officinali.

Tutte queste opere compensative concorreranno al miglioramento della copertura del suolo e della permeabilità dell'area.

Nell'arco della vita utile di progetto il periodo più critico sarà al termine del cantiere e all'inizio della fase di esercizio.

Tale periodo critico sarà in termini idrologici paragonabile alle attività agricole di preparazione del terreno pre-semina.

Si conclude quindi che durante la fase di esercizio sulla base delle considerazioni sopra riportate l'impatto idrologico e idraulico sul ricettore sarà minimo o trascurabile.

## 5. STUDIO IDROLOGICO

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

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

- Identificazione delle aree scolanti e del coefficiente di deflusso ottenuto mediante una media ponderata;
- determinazione delle Linee Segnaletiche di Possibilità Pluviometriche (LSPP) per tempi di ritorno pari a 25 anni e a 50 anni;
- costruzione dello ietogramma di progetto avente una durata superiore al tempo di corrievazione del bacino sotteso dall'invaso;

- stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- modello di trasformazione afflussi-deflussi - stima delle portate di progetto ante-operam e post operam.

Lo studio effettuato si estende sull'intera area progettuale comprese le aree non interessate dall'installazione dell'impianto.

## 5.1 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, avvicate con periodi sereni e piuttosto freddi provocati da venti settentrionali e di Nord Est.*

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

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

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

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

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

Il regime pluviometrico regionale evidenzia che quello della Puglia centrale, dopo quello del Tavoliere di Foggia, risulta il clima più arido; dai 450 mm annui di acqua intorno a Taranto si arriva fino ai 600-700 mm nella parte più alta della Murgia, per poi riscendere a circa 550 mm intorno a Bari. Caratteristica per la Puglia è la distribuzione non ideale delle piogge che prevalentemente avvengono nel semestre settembre-marzo, creando spesso situazioni di intensa e prolungata siccità nel restante periodo dell'anno. Frequenti, anche se in modo irregolare, soprattutto nel periodo estivo, è il fenomeno della grandine che risulta molto dannoso per il mondo agricolo e forestale, in particolare sulle fasce costiere.

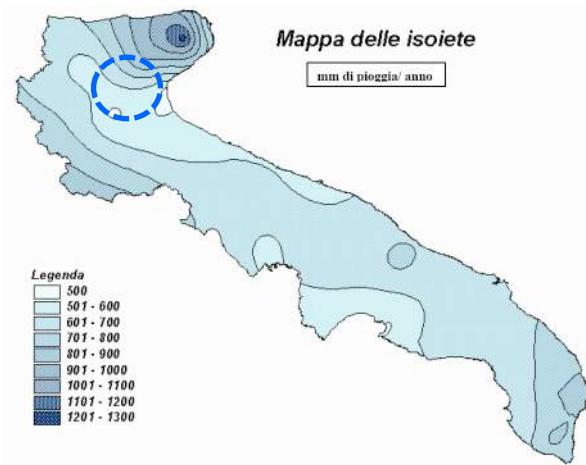


Figura 5.1: Mappa delle isoiete della Regione Puglia

## 5.2 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:

$$P = 1 - (1 - 1/T)^N$$

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

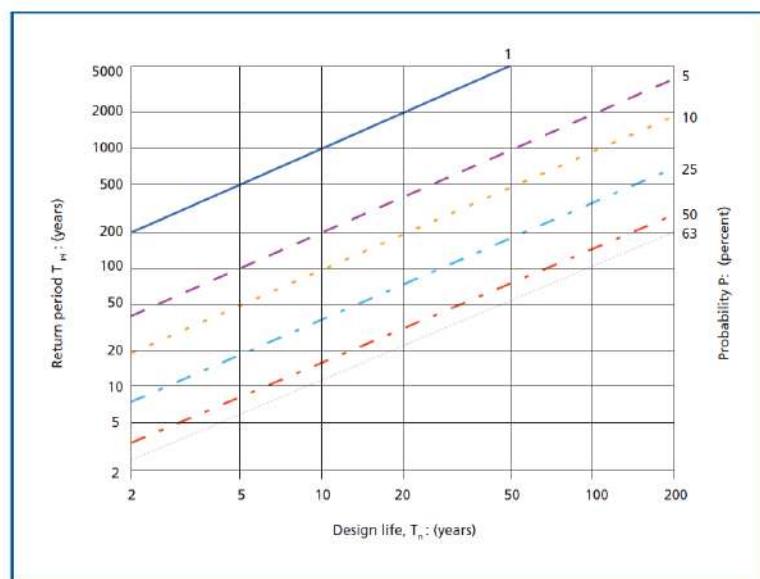


Figure 5-2: Probabilità che un evento con determinate Tempo di ritorno si verifichi in  $N$  anni

La durata della vita utile del nuovo impianto fotovoltaico in oggetto è assunta pari a 25 anni. Il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a 25 anni.

### 5.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

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

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 50 anni.

Nel caso in esame la durata del campo fotovoltaico è assunta pari a 25 anni, pertanto il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione è stato assunto pari a 25 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 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica.

L'area in cui ricade l'intervento in oggetto è nella sottozona omogenea 2 della Puglia meridionale, vedasi Figura 5.3, da cui risulta la seguente equazione determinante la CPP:

$$\text{Zona 2: } h_{(t,z)} = 22,23 T_c^{0,247}$$

Dove  $h_{(t,z)}$  = Altezza della pioggia (mm)

$t_c$  = durata dell'evento pluviale (ore)

Per quanto concerne l'analisi idrometrica, "vengono sintetizzati i risultati salienti del Progetto VAPI per la stima delle portate di assegnato tempo di ritorno, per qualsiasi sezione del reticolo idrografico dei corsi d'acqua della Puglia. La sintesi è stata articolata con riferimento a indagini effettuate nella modellazione dei dati pluviometrici ed idrometrici della regione, contenute nel Rapporto Regionale pubblicato, Valutazione delle Piene in Puglia [Copertino e Fiorentino, 1994]".

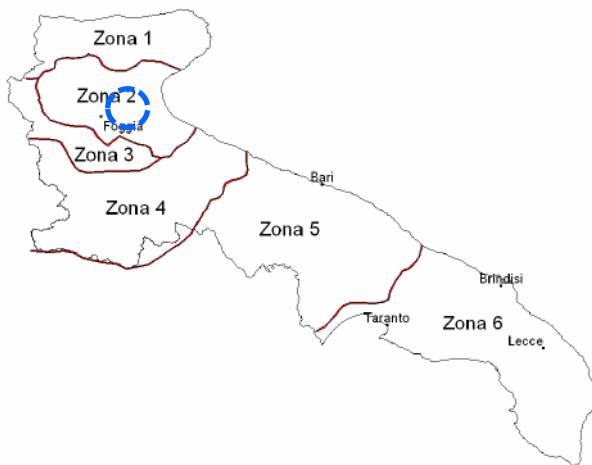


Figura 5.3: Sottozone pluviometriche omogenee (terzo livello)

Dal punto di vista dell'approccio idrometrico, per i bacini della Puglia Settentrionale, si procede ad una stima indiretta della piena media annua nella sezione di chiusura del bacino oggetto dello studio, attraverso l'utilizzo opportuno di un modello concettuale (formula razionale), sulla base della seguente equazione derivante da formulazione dell'AdB:

$$Q = \frac{c^* \cdot K_A(t_r) \cdot I(t_r) \cdot A}{3.6}$$

dove:

- $Q$  la piena media annua espressa in  $\text{m}^3/\text{s}$ ;
- $A$  è la superficie del bacino in  $\text{km}^2$ ;
- $K_A$  è il Fattore di Riduzione Areale;
- $c^*$  è il coefficiente di piena, così definito:

$$c^* = 0.09 + 0.47 \cdot (1 - pp)$$

con  $pp$  frazione ad elevata permeabilità del bacino (rapporto tra area ad elevata permeabilità e l'area complessiva del bacino);

- $t_r$ , in ore, è il tempo di ritardo del bacino, così definito:

$$t_r = 0.344 \cdot A^{0.5}$$

- $I(t_r)$  espressa in  $\text{mm}/\text{h}$ , è la intensità di precipitazione calcolata come descritto nella sezione pluviometria della analisi regionalizzata, ottenuta come  $h(t_r)/t_r$ .

Al valore di portata così calcolato vanno applicati 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  $\text{km}^2$ , e della durata dell'evento di progetto espressa in ore).

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

$$K_T = -0.4007 + 0.904 \ln(TR)$$

dove  $TR$  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  $K_A$ :

$$K_A = 1 - (1 - e^{(-0.0021 \cdot A)}) \cdot e^{(-0.53d^{0.25})}$$

Tabella 5.1: Altezza di pioggia giornaliera

ALTEZZA DI PIOGGIA GIORNALIERA						
	TR					
	2	5	10	25	50	100
$K_T =$	0,85	1,23	1,52	1,90	2,19	2,48
$h(T) =$	18,950	27,403	33,798	42,251	48,646	55,040

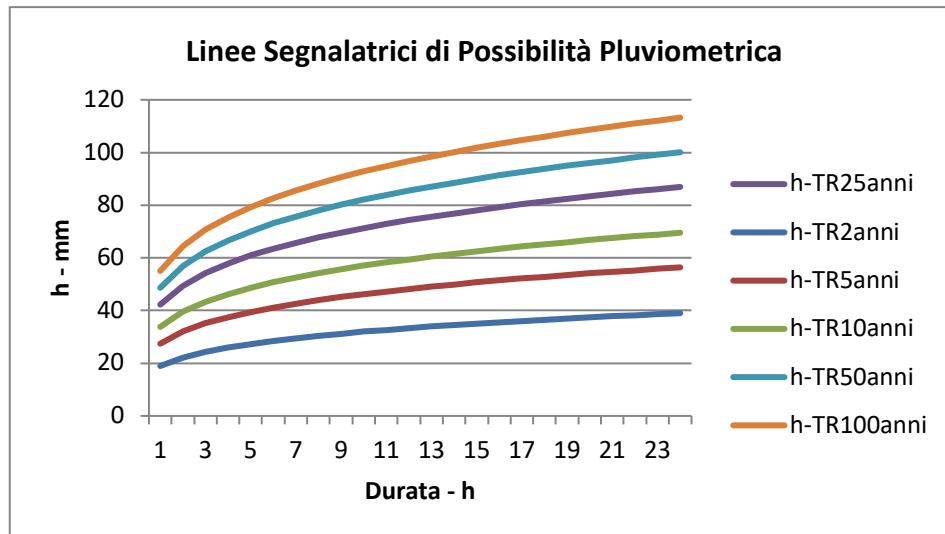


Figura 5.4 – Curva di possibilità pluviometrica

Di seguito vengono riportati per diverse durate e tempi di ritorno i valori delle altezze di precipitazione  $h_T(t)$  espresse in mm.

Tabella 5.2: Altezza di pioggia per le diverse durate per i diversi tempi di ritorno

Durata evento critico - h	Altezza pioggia critica al variare del tempo di ritorno e della durata h - mm					
	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 25 anni	TR 50 anni	TR 100 anni
0,5	16,19	23,41	28,88	36,10	41,56	47,03
1	18,95	27,40	33,80	42,25	48,65	55,04
2	22,18	32,07	39,56	49,45	56,93	64,42
3	24,32	35,16	43,37	54,22	62,42	70,63
4	25,96	37,54	46,30	57,88	66,64	75,40

		Altezza pioggia critica al variare del tempo di ritorno e della durata h - mm					
Durata evento critico - h		TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 25 anni	TR 50 anni	TR 100 anni
5	27,31	39,49	48,70	60,88	70,10	79,31	
6	28,46	41,16	50,76	63,46	73,06	82,66	
7	29,47	42,62	52,57	65,72	75,66	85,61	
8	30,38	43,93	54,19	67,74	77,99	88,24	
9	31,21	45,12	55,65	69,57	80,10	90,63	
10	31,96	46,22	57,00	71,26	82,04	92,83	
11	32,66	47,23	58,25	72,82	83,84	94,86	
12	33,31	48,17	59,41	74,27	85,51	96,75	
13	33,92	49,05	60,50	75,63	87,08	98,52	
14	34,50	49,89	61,53	76,91	88,56	100,20	
15	35,04	50,67	62,50	78,13	89,95	101,78	
16	35,56	51,42	63,42	79,28	91,28	103,28	
17	36,05	52,13	64,30	80,38	92,55	104,71	
18	36,52	52,81	65,14	81,43	93,75	106,08	
19	36,97	53,47	65,94	82,44	94,91	107,39	
20	37,41	54,09	66,71	83,40	96,02	108,65	
21	37,82	54,69	67,46	84,33	97,09	109,86	
22	38,22	55,28	68,17	85,23	98,12	111,02	
23	38,61	55,84	68,87	86,09	99,12	112,15	
24	38,99	56,38	69,53	86,93	100,08	113,24	

## 5.4 BACINO SCOLANTE DI PROGETTO

Nell'area in esame è stato considerato un unico bacino scolante sulla base del quale calcolare la portata idrologica scolante, verrà considerata la sola area interessata dai panelli fotovoltaici circoscritta da un sistema di canalette drenanti.

Le opere in progetto insisteranno sull'area riportate nella figura seguente:



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 un rilievo topografico del terreno disponibile per l'installazione dell'impianto al fine 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). Lo stato di progetto presenterà quindi una rete di drenaggio con percorsi e punti compatibili con lo stato di fatto.

Le acque defluenti dall'area di impianto verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto che consistono principalmente in canalette in terra a cielo aperto ed altre opere accessorie di natura idraulica.

## 5.5 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"  $\phi$ .

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

Si considera il coefficiente di deflusso  $\phi$ , caratteristico dell'evento nella sua totalità, come rapporto tra il volume di precipitazione netta (Pnetta) ed il volume di precipitazione totale (P)

$$\phi = \frac{P_{\text{netta}}}{P}$$

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

### Valutazione ante-operam

Le aree allo stato ante-operam non risultano impermeabilizzate e sono prevalentemente coltivate.

Per quanto riguarda le aree prevalentemente permeabili è stata considerata la classificazione dei Curve Number SCS riportata dal geo-portale Regione Sardegna e trasformata mediante correlazione in letteratura in coefficiente di deflusso.

La carta dei Curve Number (CN), sviluppata e prodotta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS, è costruita a partire dalle carte al 1:25.000 relative all'uso del suolo - 2008 e alla permeabilità dei substrati e rappresenta l'adeguamento della carta regionale adottata nell'ambito del Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF) della Regione Sardegna (DGR n. 2 del 17/12/2015).

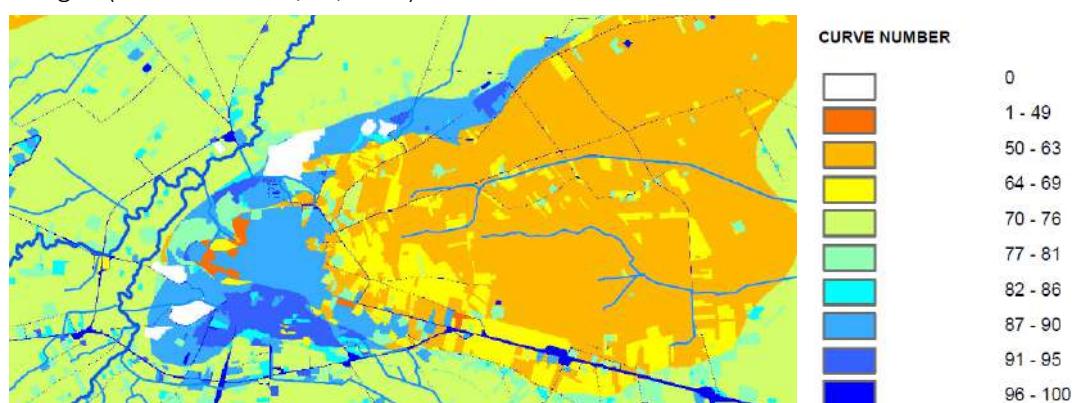


Figura 5.6 – Stralcio planimetria valori Curve Number SCS – Fonte: ALLEGATO 3.3.4 – Gargano CN AdBP

L'area di progetto appare rientrare nella classificazione di colore arancione ed è stato assunto un CN pari a 63.

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 ACMIII il CN corrispondente risulta 80.

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

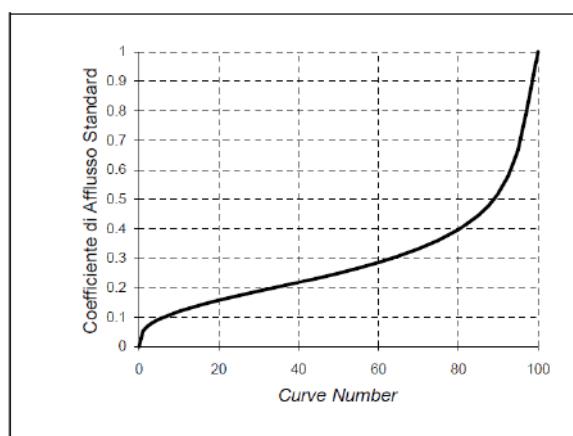


Figure 5-7: Correlazione da letteratura SCS-CN vs. Coefficiente di afflusso/Deflusso

In virtù delle proprietà del terreno esistente, il parametro  $\phi$  è stato assunto pari a 0,4.

#### 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 9,5 metri. L'altezza in mezzeria della struttura sarà di circa 2,2 m (rispetto al piano di campagna). I trackers 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 trackers.

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

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

Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard - 2013 –American Society of Civil Engineers) improntati su un modello

concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed una di interfila.

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

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



Figure 5-8: modulo tipo descrivente il modello concettuale idrologico dell'installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pari infissi comprendente l'area pannelli (in rosso) e l'area di interfila (Fonte: Hydrologic response of solar farm Cook 2013 American Society of Civil Engineers)

Come descritto la proiezione del tracker a terra non risulterà fissa in quanto la struttura varierà il tilt durante le fasi della giornata.

Volendo comunque assumere la condizione più sfavorevole di evento intenso di progetto in occasione di tilt della struttura pari a zero si ottiene un'area dry pari al 50% dell'area utile di installazione pannelli.

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

Tabella 5.3: Aree scolanti e caratteristiche di infiltrazione negli scenari ante-operam/post-operam

stato di fatto	area ha	area moduli mq	percentuale moduli su area netta installazione pannelli	area dry stimata durante tilt pari a 0 ha	percentuale area avente effetto potenziale dry	coefficiente di deflusso ante operam assunto	coefficiente di deflusso Post Operam Stimato
coltivato	71,0	364 000,24	0,51	15,02	0,12	<b>0,40</b>	<b>0,47</b>

Sulla base dei coefficienti di deflusso stimati sono state calcolate le portate al colmo durante l'evento intenso di progetto negli scenari ante-operam e post-operam, valutando inoltre la capacità idraulica dei canali esistenti e in progetto.

## 5.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI - STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST OPERAM

Per calcolare la portata di scolo del bacino imbrifero costituito dalla superficie in cui è prevista la posa delle strutture fotovoltaiche, si è determinato 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 corrievazione).

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 corrievazione del bacino e la portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

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

Dove

$Q_p$  = portata critica (netta) [ $m^3/s$ ];

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

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

$A$  = superficie del bacino (ha).

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

Tabella 5.4: Determinazione della portata di progetto nello scenario ante-operam e post operam – Tempo di ritorno 25 anni

BACINO	Bacino 1
S mq	380000
S (ha)	38,0
S (kmq)	0,3800
$t_C(\text{min})$ (h)	0,50
Kt	1,9
h (60) (mm)	42,25
h(t) (mm)	36,1
Intensità (mm/h)	72
coefficiente di deflusso ante operam	0,40
coefficiente di deflusso post Operam	0,47
<b>Portata al colmo ante-operam</b>	<b>3,04</b>
<b>Qcr (mc/s)</b>	
<b>Portata al colmo post-operam</b>	<b>3,572</b>
<b>Qcr (mc/s)</b>	

Tabella 5.5: Determinazione delle portate di progetto per ogni settore di intervento nello scenario ante-operam e post operam – Tempo di ritorno 50 anni

BACINO	Bacino 1
S mq	380000
S (ha)	38,0
S (kmq)	0,3800
$t_C(\text{min})$ (h)	0,50
Kt	2,2
h (60) (mm)	48,65
h(t) (mm)	41,6
Intensità (mm/h)	83
coefficiente di deflusso ante operam	0,40
coefficiente di deflusso post Operam	0,47
<b>Portata al colmo ante-operam</b>	<b>3,504</b>
<b>Qcr (mc/s)</b>	
<b>Portata al colmo post-operam</b>	<b>4,118</b>
<b>Qcr (mc/s)</b>	

Lo stato post-operam mostra un incremento dei picchi di deflusso pari a circa il 15% principalmente dovuto all'incremento di 0,07 del coefficiente di deflusso nello scenario più critico di terreno saturo e posizione dei tracker orizzontale.

Dal confronto ante-operam/post operam emerge che l'aumento di portate al colmo sarà compatibile con la rete di drenaggio esistente e con le portate attualmente scolanti.

## 6. OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

La durabilità dell'area di impianto e dell'impianto stesso dal punto di vista strutturale è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

- i. mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrogeologico" preesistenti (*ante* realizzazione del parco fotovoltaico "Foggia 6 PV");
- ii. regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco fotovoltaico, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le opere civili presenti nell'area.

Il tracciato delle opere di regimazione è stato definito a partire dal layout dell'impianto fotovoltaico e dal modello tridimensionale del suolo, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi (ed i solchi di erosione) interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche piano-altimetriche delle aree di impianto.

Le acque defluenti dall'area di impianto verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto, che consistono principalmente in canalette in terra a cielo aperto ed altre opere accessorie di natura idraulica con recapito in apposite vasche di raccolta acque meteoriche.

## 7. CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE-IDRAULICHE E REGIME VINCOLISTICO RILEVATE SULLE AREE ATTRAVERSATE DALLE OPERE DI CONNESSIONE – LINEA MT

Il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Foggia (FG) in località "Podere Fredella" in un terreno compreso tra la SP26 e la SP74, a 12 km a Nord-Est dalla stessa città e a 22 km dal mare. Nella cartografia I.G.M. a scala 1:50.000 l'area è compresa nel quadrante 408 (Foggia); nella cartografia in scala 1: 25.000 l'intervento interessa la Tavoletta 164 IV SE (Villaggio Amendola)

L'impianto sarà connesso in parallelo alla Rete Elettrica Nazionale mediante linea interrata in MT 30 kV lungo viabilità pubblica, nel rispetto delle norme CEI e delle condizioni di TERNA S.p.A. L'ipotesi di connessione prevede il collegamento dell'impianto alla SSE SP RECACENERE. La lunghezza della linea di connessione individuata dall'impianto FV alla stazione MT/AT situata nei pressi della SSE SP RECACENERE progettata da TEP RENEWABLES per gli impianti A40.IT.19.PG.FOGGIA 2 e A89.IT.19.PG.FOGGIA 4, è di circa 11 km con cavidotto interrato prevalentemente su strada pubblica fino alla SEU in condominio con le Ditte TEP Renewables (Foggia 2 PV) S.r.l. e TEP Renewables (Foggia 4 PV) S.r.l. e poi in antenna a 150 kV alla stazione di trasformazione della RTN 380/150 kV "Foggia 380".

Il tracciato interesserà i seguenti comuni, nella provincia di Foggia: Foggia (FG) e Manfredonia (FG) (vedi Figura 3.2 Raccordo e connessione linea MT/AT).

L'elettrodotto in oggetto costituisce l'elemento di collegamento tra la cabina di impianto, situata all'interno del perimetro del campo fotovoltaico e la nuova stazione di utenza AT/MT che consentirà di innalzare la tensione da 30 kV a 150 kV e quindi di smistare l'energia elettrica prodotta dall'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale.

I sostegni in progetto saranno tutti della tipologia in acciaio a sezione poligonale. Ciascun sostegno avrà fondazione in calcestruzzo di tipologia affiorante. Di seguito nelle tabelle con una indicazione, dell'altezza fuori terra, del diametro e delle dimensioni del plinto per ciascun sostegno. Le geometrie e l'affioramento dei plinti per i pali MT della linea aerea verranno dimensionate durante il progetto della linea elettrica.

**AFFIORANTI NORMALI A BLOCCO MONOLITICO PER PALI DI  
ACCIAIO A SEZIONE POLIGONALE IN TRONCHI INNESTABILI**

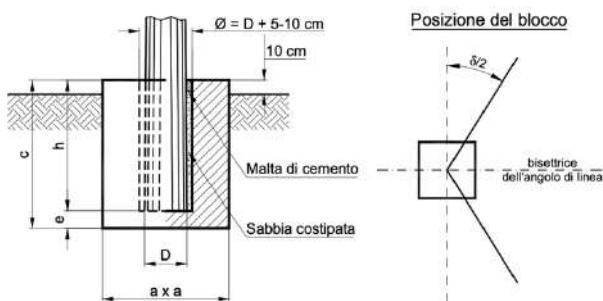


Fig. 7.1: esempio tipologia di realizzazione plinto di sostegno per pali in acciaio linea MT

Da un punto di vista idrologico la provincia di Foggia è quella che maggiormente nella regione presenta corsi d'acqua superficiali, prevalentemente a carattere torrentizio. Il territorio comunale di Foggia, rientra nella Idro-Ecoregione 16 "Basilicata-Tavoliere", unità idrografica 3 "Tavoliere delle Puglie" ed è interessato dai bacini del Candelaro, del Cervaro e del Carapelle. (Figura 3-7) I corsi idrici a nord-est del comune vengono classificati come "modificati"; al contrario, quelli a sud del comune ancora presentano un buon livello di naturalità.

Consultando la Carta topografica Regionale, dai i rilievi effettuati dal P.A.I. "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico" redatto dall'autorità di Bacino della Puglia, dove rientrano i terreni attraversati dalle opere

di connessione MT necessarie al collegamento alla Rete Elettrica Nazionale, si osserva che buona parte del tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato MT che porta alla stazione MT/AT, condivisa con precedenti impianti progettati da TEP RENEWABLES, situata nei pressi della SSE SP RECACENERE, attraversa parzialmente aree soggette a pericolosità idraulica medio alta, ma trattandosi di cavo interrato sotto la viabilità pubblica non si prevede alcuna interferenza dello stesso cavidotto con le probabili aree di esondazione in oggetto.

Di seguito si riporta uno stralcio della perimetrazione delle aree soggette a pericolosità idraulica secondo l'ultima Variante PAI approvata con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 giugno 2019 - G.U. n. 194 del 20 Agosto 2019, riguardante le aree in cui insistono tutte le opere di progetto fino al raccordo di connessione con la stazione MT/AT.

In riferimento alla stessa area attraversata dalle opere di realizzazione dell'elettrodotto MT si rileva che, attualmente secondo gli studi più recenti effettuati dal P.A.I., l'intera area occupata dalle opere di progetto non è attualmente interessata da condizioni a pericolosità e rischio geomorfologico.

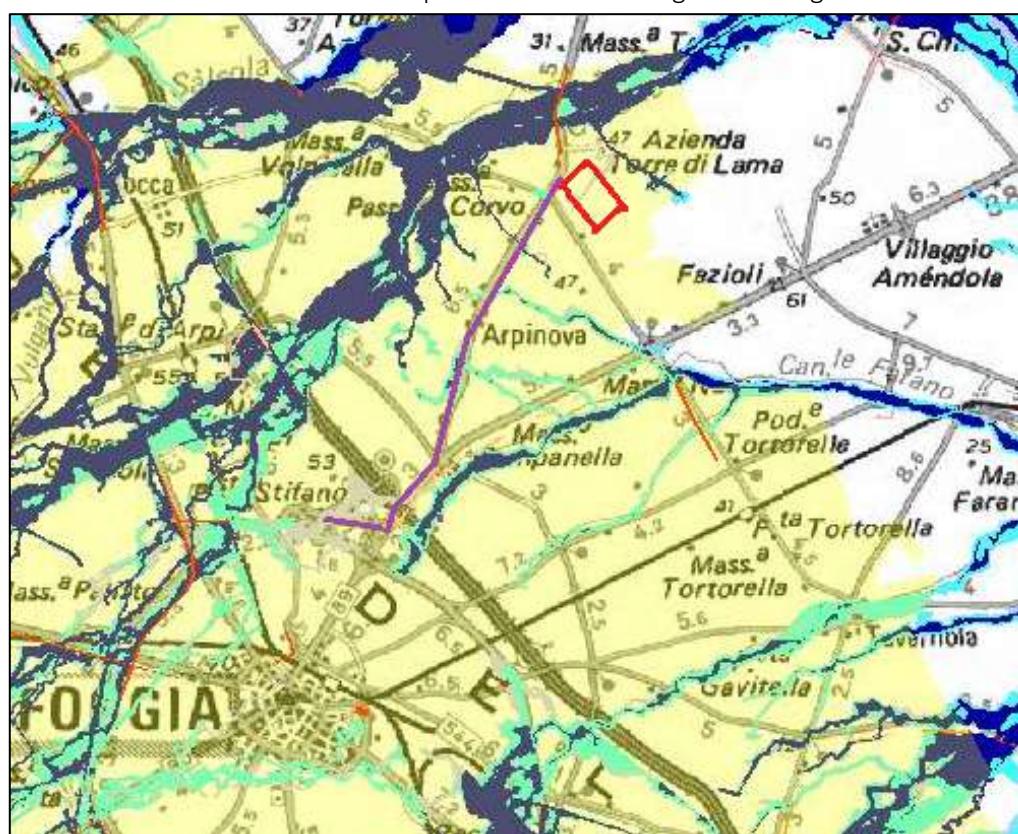
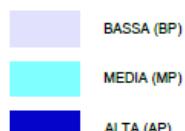


Figura 7.2: Stralcio Geo-portale WebGis AdB del P.A.I. Regione Puglia rappresentante l'idrografia di bacino - area Impianto e linea di connessione alla RTN

**LEGENDA:**

**PERICOLOSITÀ IDRAULICA**



Area interessata dall'impianto fotovoltaico

Linea di connessione

Nelle vicinanze delle aree interessate dall'impianto fotovoltaico e dalle opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale, sono presenti delle zone soggette a vincolo paesaggistico e archeologico. La zona in azzurro indica una fascia di rispetto fluviale di 150 metri L. 431/’85, la zona in celeste indica una fascia di rispetto laghi di 300m (vedi Figura 3 e Fig. 5 Inquadramento vincolistico). Tali zone sono regolamentate nel D.lgs 42/04, art. 142. Lett. b, c, g. Nella fase di progettazione preliminare tali aree sono state escluse dal progetto e dalle opere di connessione.



Figura 7.3: Inquadramento generale vincoli aree non idonee

## 8. CONCLUSIONE

L'area oggetto di intervento dal punto di vista morfologico è ubicata in un ambito perfettamente pianeggiante espressione di un terrazzo alluvionale a quote prossime a 45 metri con pendenze minime di circa 1° in direzione Nord-Est. Nell'intera area progettuale affiorano depositi marini calcarenitici, sabbiosi-siltosi di ambiente di spiaggia, di età compresa tra il Pleistocene medio-sup.

Le pendenze valutate direttamente con un rilievo topografico dell'intero insediamento e della linea di connessione alla Stazione di consegna, sono, come detto, piuttosto modeste e mai superiori ad 1°.

La successione stratigrafica è stata riconosciuta correlando i dati ottenuti dal rilievo geologico tecnico effettuato in situ, dall'esame delle indagini eseguite e meglio descritte nella relazione geologica e geotecnica a corredo dell'istanza integrate con i dati ricavati da indagini geognostiche effettuate in situ.

La presenza della falda freatica è stata riscontrata in numerosi pozzi diffusi in tutto il comprensorio utilizzati quasi esclusivamente per uso irriguo. Il livello freatico varia in relazione alla eterogeneità dell'acquifero e comunque la quota è sempre superiore a 10/15 metri rispetto al piano di campagna, il che porta ad escludere l'insorgenza di sovrappressioni neutre nel sistema terreno – fondazione.

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

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

In merito allo stato post-operam è stato valutato l'impatto dell'installazione di strutture tracker monoassiale di progetto. Vista l'interdistanza esistente tra le strutture, l'altezza da piano campagna e la mobilità che varierà la copertura su suolo (rendendo non permanente la schermatura), durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto non si ipotizzano variazioni critiche della capacità di infiltrazione, così come delle caratteristiche di permeabilità del terreno nelle aree interessate dall'installazione di tracker. Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine 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 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 15%.

In merito alle modifiche nella rete di drenaggio naturale tra stato di fatto e stato di progetto per tali aree è stata prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti, realizzati in corrispondenza dei solchi di drenaggio naturali esistenti allo stato di fatto; 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.

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

delle altre opere di progetto. Tutte le opere di regimazione rientrano nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

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

Tutto ciò contribuisce alla riduzione dell'impatto delle opere.

Il progetto prevede una serie di opere compensative che avranno effetti positivi durante la fase di esercizio. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "Opere di Compensazione e Mitigazione".

Di seguito sono riassunte le principali compensazioni:

- L'indice relativo all'utilizzo del terreno è stato contenuto nell'ordine del 29% calcolato sulla superficie utile di impianto. Le strutture saranno infatti posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 9,5 metri per consentire la coltivazione e garantire l'adeguata illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento.
- I terreni continueranno ad essere coltivati con piantumazioni orticole tradizionali a rotazione, tra le quali verrà inserita una antica specie di melone, in via di estinzione, la quale è stata recentemente recuperata e reintrodotta nelle coltivazioni da agricoltori locali. La maggior parte del fabbisogno irriguo verrà garantito tramite tre vasche di conservazione e distribuzione di "acqua piovana" e un sistema di irrigazione a goccia.

Numerosi sono i vantaggi della coltivazione di erbe aromatiche ed officinali:

- g. Limita fortemente l'erosione del suolo provocata dalle acque e dal vento;
- h. Svolge un'importante funzione di depurazione delle acque;
- i. Riduce le perdite di elementi nutritivi per lisciviazione grazie all'assorbimento da parte delle piante erbacee;
- j. Migliora la fertilità del suolo, attraverso l'aumento di sostanza organica;
- k. Il ben noto effetto depurativo sull'aria producendo O<sub>2</sub> e immagazzinando carbonio atmosferico;
- l. Migliora l'impatto paesaggistico e la gestione è in genere poco onerosa.

La gestione del terreno inerbito determina il miglioramento delle condizioni nutritive e strutturali del terreno, ovviamente se si adottano tecniche di gestione del suolo rispettose dell'ambiente.

3. Tra i corridoi larghi circa mt 9,5, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, saranno coltivate diverse specie erbacee aromatiche, officinali e piantumazioni di una specie di melone in via di estinzione.

Tutte queste opere compensative concorreranno al miglioramento della copertura del suolo e della permeabilità dell'area.

Nell'arco della vita utile di progetto il periodo più critico sarà al termine del cantiere e all'inizio della fase di esercizio.

Tale periodo critico sarà in termini idrologici paragonabile alle attività agricole di preparazione del terreno pre-semina.

Si può concludere quindi che durante la fase di esercizio, sulla base delle considerazioni sopra riportate, l'impatto idrologico e idraulico sul ricettore sarà minimo o trascurabile.

ALLEGATO – Rete di Drenaggio Superficiale