

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 60 MWp
*Comune di Lucera***

PROPONENTE:

**TEP RENEWABLES (FOGGIA 2 PV) S.R.L.
Viale Michelangelo, 177 – 71121 Foggia
P. IVA e C.F. 04274560715 – REA FG - 314775**

PROGETTISTA:

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

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Relazione idrologica e idraulica

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2564_3959_A3_LU_PA_R04_Rev 0_Relazione idrologica e idraulica	07/2021	Prima emissione	FL	CP	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro
Leonardo Montesi	CEO TEP Renewables Ltd e A.U. TEP Renewables (Foggia 1 PV) Srl
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica
Corrado Pluchino	Coordinamento Progetto
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni
Fabio Lassini	Coordinamento Progettazione Civile e Idraulica
Daniele Crespi	Coordinamento SIA
Marco Corrà	Architetto
Francesca Jasparro	Esperto Ambientale
Ayelen Natalin Figgiaconi	Ingegnere Ambientale
Sergio Alifano	Architetto
Andrea Fanelli	Tecnico Elettrico
Sara Zucca	Architetto
Pietro Simone	Geologo
Massimiliano Kovacs	Geologo
Massimo Busnelli	Geologo
Mauro Aires	Ingegnere strutturista
Elena Comi	Biologo
Lia Buvoli	Biologo
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico
Francesco Grifoni	Agronomo
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Indagini Geotecniche Geodue
Giovanni Saraceno (3e Ingegneria Srl)	Progetto di Connessione alla R.T.N.
Giovanni Capocchiano	Rilievo topografico
Giovanni Brambilla (Alpha Robotix Srl)	Rilievo fotogrammetrico con droni

INDICE

1. PREMESSA	5
2. DATI DI RIFERIMENTO	6
2.1.1 RILIEVO TOPOGRAFICO	6
2.1.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	7
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	8
3.1 LOCALIZZAZIONE	8
3.2 COPERTURA E USO DEL SUOLO	8
3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	10
3.3.1 GEOLOGIA	10
3.3.2 CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI LOCALI E ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO	10
3.3.3 ASPETTI GEOMORFOLOGICI	12
3.3.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO	15
3.4.1 INQUADRAMENTO IDROLOGICO, IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO DEL TORRENTE CELONE	16
3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO	23
3.5.1 PGRA	23
3.5.2 PAI	25
4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI	26
4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	26
4.2 LINEA DI CONNESSIONE	30
4.3 CABINA DI CONSEGNA E CONNESSIONE ALLA SE RTN	31
5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, LINEA DI CONNESSIONE, CABINA DI CONSEGNA/COLLEGAMENTO SE RTN	32
5.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZA	32
5.2 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITA' DI SICUREZZA POSA TOC - PUNTI P04-P07-P08-P09-P11-P12 ..	33
5.2.1 ANALISI QUALITATIVA	33
5.2.2 ANALISI QUANTITATIVA	34
5.3 NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	36
5.3.1 P01	37
5.3.2 P02	41
5.3.3 P03	43
5.4 PERCORSO DI CONNESSIONE	43
5.4.1 P04	43
5.4.2 P05	45
5.4.3 P06	47
5.4.4 P07	48
5.4.5 P08	50
5.4.6 P09	52
5.4.7 P10	54
5.4.8 P11	56
5.4.9 P12	58
5.5 CABINA DI CONSEGNA E COLLEGAMENTO ALLA SE RTN	60

5.5.1 P13	60
6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	62
6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE	62
6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	63
6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	64
6.4 IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO	68
6.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA)	70
6.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI - STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST OPERAM	74
7. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	76
7.1 SISTEMA DI INFILTRAZIONE NELL'AREA DI INTERVENTO	76
7.2 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	78
8. CONCLUSIONE	80

ALLEGATO/APPENDICE

ALLEGATO 01 Planimetria gestione acque meteoriche

1. PREMESSA

Il presente documento riporta lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico, della linea di connessione e della cabina di consegna, analizzando le eventuali interferenze con le aree a pericolosità idraulica e identificando nel caso la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse. In corrispondenza di canali irrigui/corsi d'acqua naturali, la relazione ha inoltre valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

In merito allo studio Idrologico e idraulico del reticolo idrografico superficiale e dei principali potenziali solchi di drenaggio esistenti, aree allagabili si è fatto riferimento alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata dal PGRA e dalla nuova variante del PAI 2019 dall'AdB Puglia.

La relazione riporta inoltre 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 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).

Tale 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 corrivazione e ietogramma di progetto);
- Determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

Per maggiori approfondimenti relativi alla planimetria gestione acque meteoriche delle aree di progetto nel nuovo impianto fotovoltaico si rimanda all'Allegato 1 del presente documento.

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 ± 15 cm. Mentre l'accuratezza planimetrica è di 2s cioè l'errore deve essere contenuto entro ± 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)

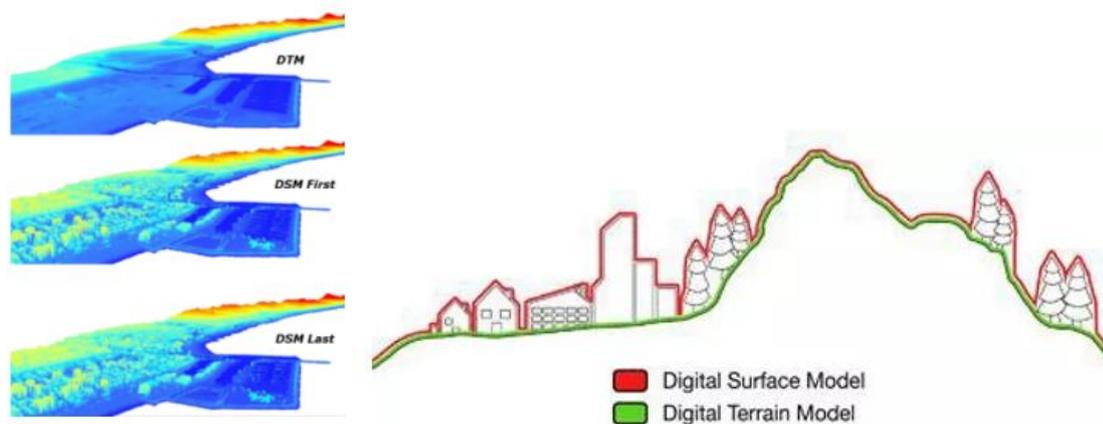


Figura 2.1: Tipologico esemplificativo raffigurante i prodotti Lidar

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

2.1.1.3 Rilievo topografico

Nell'autunno 2019 è stato eseguito un rilievo topografico con GPS al fine di definire l'andamento plano-altimetrico del terreno e la presenza di interferenze nelle aree destinate alla realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico.

2.1.1.4 Rilievo Fotogrammetrico con Aeromobile a Pilotaggio Remoto

Nell'estate 2019 è stato condotto un rilievo fotogrammetrico con Drone per l'acquisizione dei seguenti prodotti

1. **Ortomosaico:** la generazione di un ortomosaico per ciascuna area operativa con GSD (ground sampling distance) di 1,31 cm/pixel.
2. **DSM:** Modello digitale della superficie con risoluzione spaziale inferiore al 0,5 metri.
3. **DTM:** Modello digitale del terreno con risoluzione spaziale inferiore al 0,5 metri.

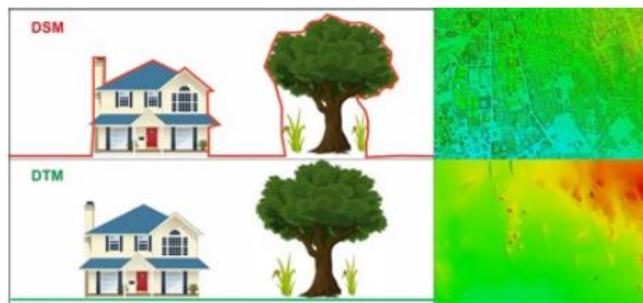


Figura 2.2: Tipologico esemplificativo raffigurante i prodotti fotogrammetrici

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;
- PGRA;
- Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione - Hoepli, CSDU;
- La sistemazione dei bacini idrografici, Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Spate Irrigation - FAO – HR Wallinford;
- Urban Drainage Design Manual” pubblicato da FHWA (Federal highway administration-US Department of transportation).

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 LOCALIZZAZIONE

Il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame è ubicato nel territorio comunale di Lucera (LU). L'area risulta compresa tra la Strada Provinciale SS117 e la SP115.

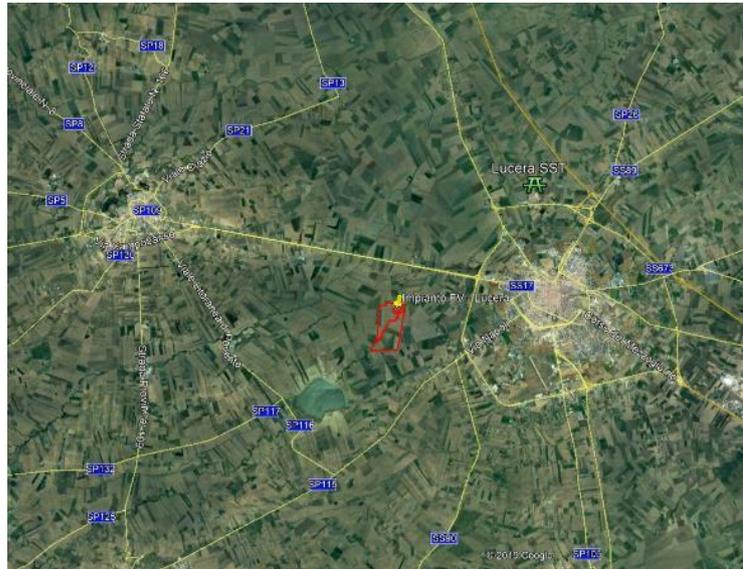


Figura 3.1: Inquadramento territoriale

3.2 COPERTURA E USO DEL SUOLO

Nell'ambito dello studio idrologico e del calcolo è stato valutato la copertura e uso del suolo dell'area dell'impianto fotovoltaico.

I terreni rientranti nel presente progetto sono Indicati, dall'autorità comunale, come aree seminative semplici.



- seminativi semplici in aree irrigue
- seminativi semplici in aree non irrigue
- vigneti

Figura 3-2: Uso del suolo, Allegati_Candelaro-PAI

La zona nella quale sarà realizzato l'impianto è quella tipica del Tavoliere, caratterizzata da ampie aree pianeggianti ulteriormente modellate dall'azione antropica frutto dell'attività agricola.

L'impianto in progetto e la sottostazione sorgeranno in un contesto agricolo. L'area in cui ricadrà l'impianto risulta coltivata essenzialmente a cereali in rotazione con ortaggi pertanto, come indicato nella relazione pedo-agronomica allegata al progetto, non si evidenzia una destinazione dei terreni a colture di particolare pregio. Inoltre nelle particelle utilizzate dall'impianto non rientrano terreni interessati da coltivazioni arboree in particolare olivi, di conseguenza neppure olivi a carattere monumentale.



Figura 3-3: Uso del suolo, stralcio aerofotogrammetrico-territorio agricolo area di progetto impianto fotovoltaico



Figura 3-4: Uso del suolo, fotografie da rilievo in sito

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 pliopleistocenica 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.

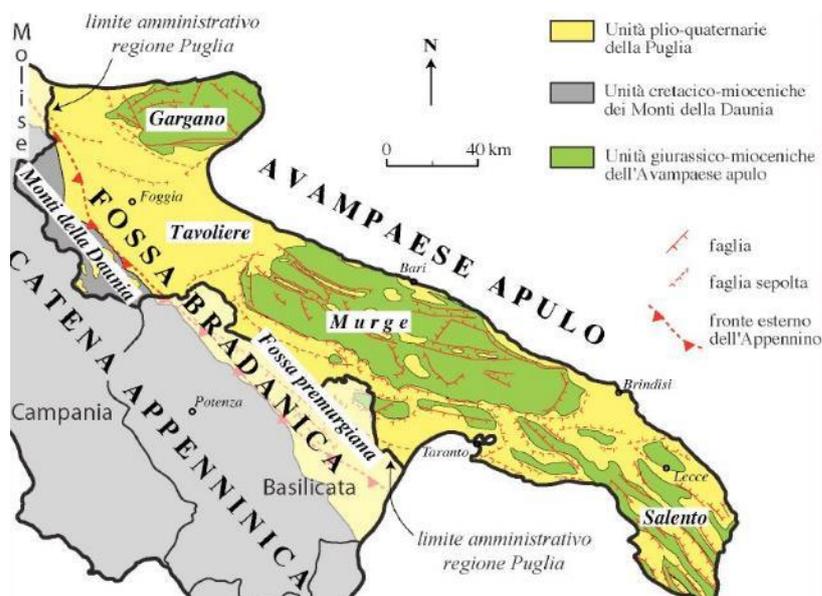


Figura 3.5: Carta geologica schematica della regione Puglia (da Pieri et alii, 1997, modificata)

3.3.2 CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI LOCALI E ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

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

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.

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

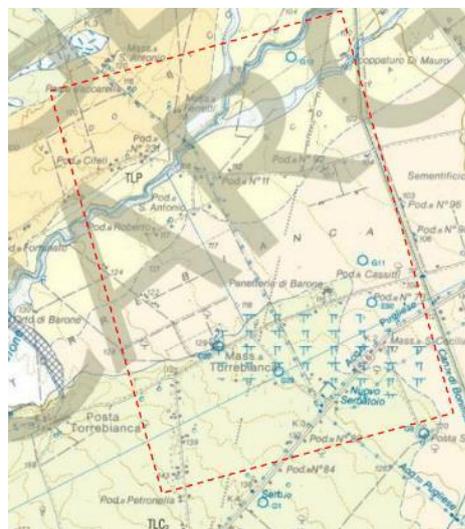


Figura 3.6: Stralcio Carta Geologica 1:50.000 (progetto CARG)

Il substrato dei depositi continentali è rappresentato dalla formazione argilloso-marnosa sovraconsolidata, 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-calabrianica, affioranti in aree abbastanza estese a N-E e a S-E di Foggia.

Sulla base delle indagini in sito effettuate è stato formulato il presente modello del terreno:

Unità Litotecnica	Spessore (metri)	Profondità (metri)	Peso di volume γ [t/mc]	N_{SPT}	Coesione c' [Kg/cmq]	Angolo di attrito ($^{\circ}$)
Coltre pedologica superficiale	0,6	0,60	1,75 ÷ 1,80	3	1,0	10 ÷ 15
Limi sabbiosi con ghiaia	1,50 ÷ 2,20	2,10 ÷ 2,80	1,85 ÷ 1,90	30	0,6 ÷ 0,8	26 ÷ 30
Ghiaie con sabbia	3,00 ÷ 5,50	5,60 ÷ 8,30	2,00 ÷ 2,20	40 ÷ 60	0,02 ÷ 0,1	35 ÷ 40

Figura 3.7: modello geotecnico del terreno formulato in sede progettuale

Per approfondimenti si rimanda all’elaborato progettuale “2564_3959_A3_LU_PA_R03_Rev0_Relazione geologica e geotecnica”.

3.3.3 ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Dal punto di vista geomorfologico l’area in progetto appartiene al Tavoliere delle Puglie che è un’estesa pianura alluvionale e, con i suoi 3500 kmq d’estensione areale, è la seconda area di pianura dell’Italia peninsulare dopo la Pianura Padana. È limitata a N dalla valle del Fortore e a S dalla valle dell’Ofanto ed è solcata da numerosi corsi d’acqua a carattere torrentizio che, a dispetto del loro limitato bacino imbrifero, sono capaci di importanti esondazioni che producono, ormai quasi annualmente, danni ingenti ad agricoltura e vie di comunicazione.

Dal punto di vista morfologico è caratterizzato da strette colline di modesta elevazione e a tetto piatto cui si interpongono piccole valli solcate da numerosi corsi d’acqua a regime torrentizio (T. Cervaro, T. Carapelle, T. Vulgano, T. Salsola, T. Cacciafumo, Canale di Motta-Montecorvino, T. Triolo) che scorrono da O verso E, con tracciati paralleli.

In relazione ai sedimenti affioranti -in quest’area si possono distinguere forme di modellamento diverso procedendo da ovest verso est: un’area collinare, una zona a ripiani, una vasta piana alluvionale antica, una piana costiera ed una zona litorale.

I ripiani corrispondono a terrazzi marini che degradano verso l’Adriatico e sono delimitati ad est da poco elevate scarpate, corrispondenti a ripe di abrasione, che specialmente nella parte meridionale del Tavoliere risultano più erosi tanto da essere completamente circondati da depositi alluvionali. Questi ultimi, si raccordano più ad est con i sedimenti della piana costiera, sede in un passato storico di ambiente palustre di laguna, successivamente bonificato.

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

Sulla base dei rilievi topografici e fotogrammetrici è stata analizzata la morfologia dell’area (asperità, pendenze, esposizioni).

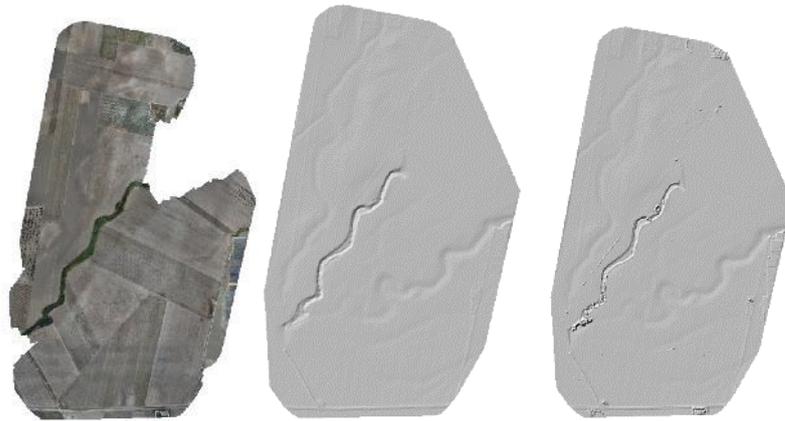


Figura 3.8: Rilievo fotogrammetrico – in ordine da sinistra sono riportati: ortofoto-DTM-DSM

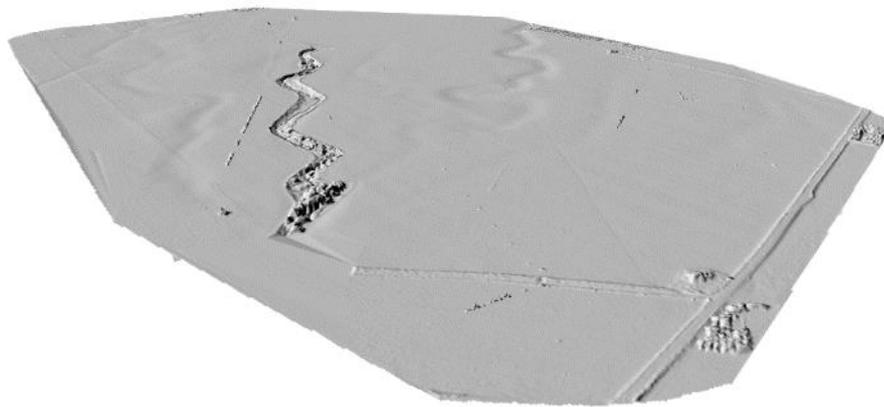


Figura 3.9: Rilievo fotogrammetrico – DSM vista assometrica

L'area oggetto di intervento risulta pianeggiante con una pendenza media inferiore al 5%.

Nel complesso le aree mostrano pendenze uniformi e regolari.

L'alveo del torrente Celone ha dimostrato stabilità e ridotta sinuosità nell'ultimo ventennio.

3.3.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La carta delle isopieze (Figura 3.10), 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.

La medesima capacità drenante si riscontra nel Torrente Celone.

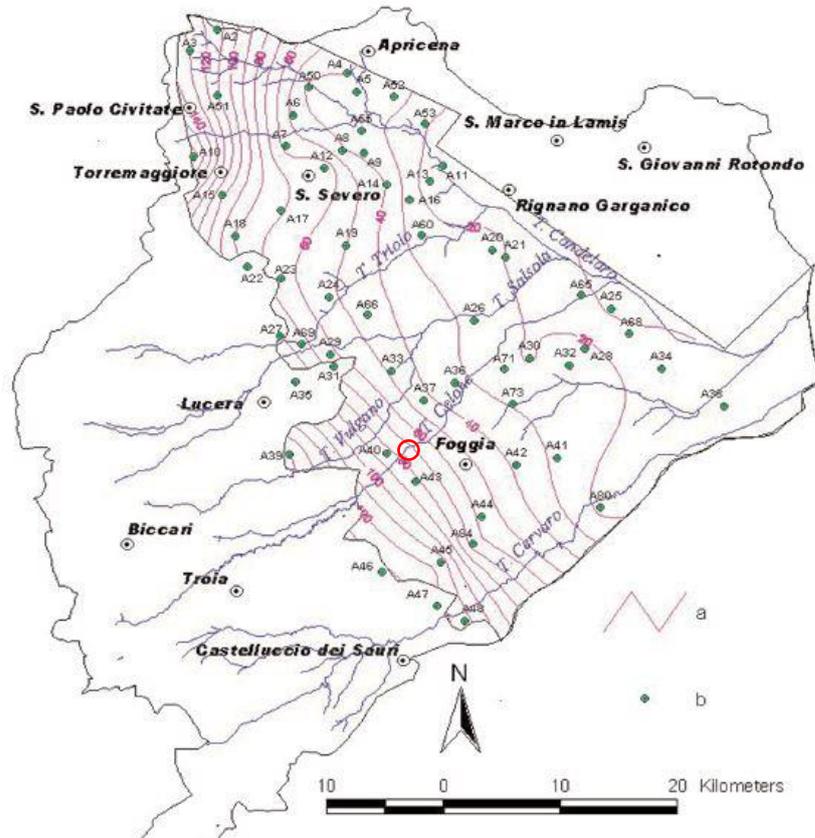


Figura 3.10: Ricostruzione della piezometria del 2002 (nel cerchio area in esame)

Nell'area di studio il livello freaticometrico – posto ad almeno -10-15 m da piano campagna con oscillazioni annuali influenzate dalle precipitazioni locali contenute nel metro e dalle caratteristiche locali della stratigrafia.

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 Lucera presenta corsi d'acqua superficiali, peraltro a carattere torrentizio e come gran parte del resto del territorio pugliese si caratterizza per un esteso sviluppo di solchi erosivi naturali in cui vengono convogliate le acque in occasione di eventi meteorici intensi, a volte compresi in ampie aree endoreiche aventi come recapito finale la falda circolante negli acquiferi carsici profondi.

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

Il segmento orientale del Salsola, Celone e relativi rami affluenti sono definiti in gran parte "fortemente modificati".

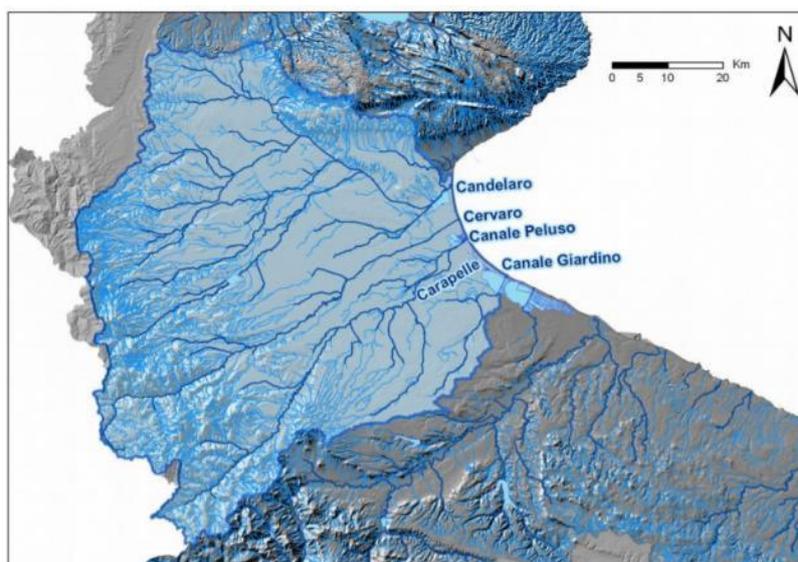


Figura 3-11: Corpi idrici superficiali (Relazione PGR - AdB Puglia)

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 il torrente Celone non rivestito e vegetato con tracciato leggermente sinuoso da Sud-Ovest a Nord Est.

Il Celone è codificato nel dataset di ISPRA con il numero ID 40903, la tratta con ID 44946.



Figura 3-12: Stralcio ortofoto rappresentate il Torrente Celone



Figura 3-13: Foto da rilievo in sito del Torrente Celone a monte dell'area di progetto

I solchi della coltivazione dell'area si sono nel tempo uniti ai solchi di drenaggio episodici naturali.

3.4.1 INQUADRAMENTO IDROLOGICO, IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO DEL TORRENTE CELONE

L'area di studio per il presente progetto rientra nel bacino idrografico del Celone.

Per tale motivazione si è condotto un approfondimento sul torrente, sulle caratteristiche geomorfologiche e sull'andamento delle portate idrologiche/idrauliche.

3.4.1.1 DESCRIZIONE DEL TORRENTE CELONE E FOCUS SUL TRATTO NELL'AREA DI PROGETTO

Il Torrente Celone sgorga dal Monte San Vito presso Faeto (1015 m slm), lambisce le falde meridionali del monte Cornacchia (la vetta più alta della Puglia), percorre quindi la stretta valle compresa tra Celle di San Vito e Castelluccio Valmaggiore e sfiora il sito dell'antica Eca (presso l'attuale Troia).

Riceve da sinistra l'affluente Lorenzo.

Successivamente confluisce nella diga di "Capaccio" Torrebianca, attraversa poi il Tavoliere delle Puglie, per sfociare infine nel Fiume Candelaro in agro di San Marco in Lamis.

L'asta fluviale principale ha una lunghezza media di circa 25 km, mentre il reticolo si estende per circa 192 km.

Il bacino ha un'altitudine media di circa 544 m slm, con escursioni tra 189 e 1125 m slm.

Sulla base delle indagini geologico geotecniche come descritto dalla “2564_3959_A3_LU_PA_R03_Rev0 Relazione geologica e geotecnica” è emerso che al di sotto di circa -3 m da piano campagna sono presenti ghiaie con sabbia.

Si riporta a seguire l’andamento longitudinale del terreno medio in prossimità dell’area oggetto di intervento lungo l’asta principale del Torrente Celone.

La pendenza dell’asta è stimata mediamente pari a circa 0,47%, considerando una variazione di quota da circa 97 fino a circa 57 m slm in circa 8,4 km.



Figura 3-16: Andamento longitudinale

Il Torrente Celone mostra una larghezza d’alveo in sommità media pari a circa 30 metri.

Nel tratto di studio dall’area di progetto sino alla cabina di consegna, l’alveo è monocursale con una bassa sinuosità.

La sezione di magra scorre confinata e incassata in questa fascia con minime variazioni di tracciato. Il torrente in questo tratto appare stabile/in degradazione.

La fascia fluviale appare stabile nell’ultimo ventennio. Le immagini di seguito riportano lo stato di fatto dell’area riferite all’anno 2002 e 2019.



Figura 3-17: Ortofoto anno 2019



Figura 3-18: Ortofoto anno 2020

È possibile notare che il percorso rimane stabile con minima mobilità geomorfologica nell’arco di circa 20 anni.

Lungo l’area di progetto dell’impianto fotovoltaico, le sponde presentano una vegetazione erbacea e arbustiva, con minore frequenza di vegetazione arborea. La coltivazione è arrivata nel tempo sino al ciglio sponda.

Nel tratto a valle dell’area dell’impianto fotovoltaico sono presenti sistemazioni mediante opere di ingegneria naturalistica (apparentemente gabbioni) delle sponde.



Figura 3-19: stato di fatto Torrente Celone altezza impianto fotovoltaico in progetto

3.4.1.2 INTERVENTI ANTROPICI SULL'ASTA DEL TORRENTE CELONE ADIACENTE ALLE OPERE IN PROGETTO

Nel bacino imbrifero del Torrente Celone sono riscontrabili diversi interventi antropici, principalmente:

- a) Diga di Torrebianca o “capaccio”;
- b) Briglie.

Diga di Torrebianca o “Capaccio”

Le informazioni di seguito riportate sono tratte dalla pubblicazione “Le grandi opere consorzio capitanata”.

La portata nel Torrente Celone è regolata dalla presenza della Diga di Torrebianca, la cui ubicazione è mostrata nella Figura 3-20. L’area di interesse si trova a valle della diga.



Figura 3-20: Ubicazione Diga di Torrebianca

La costruzione della diga è iniziata nel 1990 e si è conclusa nel 1997. Questa è costituita da materiali sciolti. Le sue acque sono utilizzate per uso industriale, civile, irrigazione e laminazione delle piene.

Le portate in uscita dalla diga con livello di invaso 150.05 m slm sono le seguenti:

- portata scarico superficie 220 mc/s
- portata scarico di fondo 89 mc/s
- portata scarico derivazione 7 mc/s

Da approfondimenti preliminari è emerso mediamente che:

- durante l'operatività annuale la diga deriva per irrigazione, ma lo scarico medio a valle è ascrivibile a nullo. Sono presenti casi di scarico con frequenza molto bassa di portate dell'ordine dei 5 mc/s;
- durante situazioni di emergenza gli scarichi di superficie e di fondo sono avvengano in contemporaneità.

Si riportano per completezza nella Figura 3-21 e Figura 3-22 i principali dati tecnici dell'opera.

Bacino	Diga (D) Traversa (T)	Fiume	Altezza (m)	Volume di invaso utile (m ³)	Periodo di Realizzazione	Volume Interrimento (m ³)	Ente Gestore	Uso
Candelaro	Torrebianca (D)	Celone	24.30	27 700 000	1990-1997	1 900 000	CBC	Irr.. Pot.. Laminazio ne Piene
	Mezzana Grande (T)	Vulcano	9.00		2000-2003		CBC	Irriguo

Figura 3-21: Dati tecnici degli invasi e traverse sui bacini regionali e interregionali pugliesi. Usi: Pot.=Potabile, Irr.=Irriguo, Ind.=Industriale. CBC=Consorzio per la Bonifica della Capitanata; CBVAB=Consorzio di Bonifica VultureAlto Bradano; EIPLI=Ente Irrigazione di Puglia Lucania ed Irpinia



Figura 3-22: Dati tecnici degli invasi, fonte "Le grandi opere consorzio capitanata"

Briglie

Le briglie rinvenute nel tratto di interesse sono 3 e la loro ubicazione è riportata nella figura seguente.



Figura 3-23: Ubicazione briglie lungo asta torrente Celone



Figura 3-24: Ortofoto briglie lungo asta di studio del Torrente Celone

Le briglie risultano costruite nel periodo precedente al 2002

3.4.1.3 PORTATE IDROLOGICHE E IDRAULICHE CARATTERISTICHE ASSUNTE

La presente caratterizzazione delle portate è stata utilizzata nella valutazione e il dimensionamento quali-quantitativo delle soluzioni tecnologiche per la risoluzione delle interferenze degli attraversamenti della linea di media interrata e della linea di connessione.

Il **regime annuale** delle portate del torrente Celone è stato assunto sulla base delle seguenti considerazioni.

In merito alla gestione della diga, sulla base delle informazioni descritte al paragrafo precedente, sono stati ipotizzati due valori di portata rilasciati dall'opera stessa:

- la portata annuale rilasciata dalla diga, ed è stata assunta nulla,
- la portata di scarico episodica sporadica annuale, assunta pari a circa 5 mc/s.
- Oltre alla portata di valle rilasciata dalla diga, è stato valutato l'apporto delle aree scolanti nel tratto del Torrente Celone prossimo all'area di interesse a valle della diga attraverso la definizione delle aree e l'impiego di una formulazione regionalizzata tarata sul territorio locale sviluppata nell'ambito della "Relazione Idrologica" del Progetto Definitivo "Ammodernamento linea Foggia-Potenza - Sottoprogetto 2 – Elettrificazione [..]" da Italferr spa nel 2015.

Le **portate durante eventi di piena straordinaria** (30, 200, 500 anni) sono state considerate sulla base dei quanto segue:

- Lo scenario di emergenza di scarico dalla diga non è stato considerato sulla base dell'assunzione che un'opera idraulica di tale importanza risulti dimensionata per tempi di ritorno superiori ai 500 anni.
- E' stato valutato l'apporto delle aree scolanti nel tratto del Torrente Celone prossimo all'area di interesse a valle della attraverso la definizione delle aree e l'impiego della formulazione regionalizzata sopramenzionata. Dal confronto con i parametri idrodinamici riportati dalle mappe di rischio PGRA sono emersi i medesimi ordini di portata di piena per i tempi di ritorno pari a 200 anni, medesimo tempo di ritorno dell'evento di progetto assunto nelle valutazioni esposte al paragrafo 5.

Le portate nelle sezioni di attraversamento del Torrente Celone sono state desunte dai fogli 109 e 110 del PGRA.

Sono stati considerati i valori indicati per due sezioni:

- sezione a valle dell'area di impianto fotovoltaico di progetto
- sezione in corrispondenza attraversamento SS673.

Tabella 3.1: Parametri idrodinamici per vari tempi di ritorno – sezione PGRA valle dell'impianto fotovoltaico

Parametro	Tr 30 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
h (m)	4,66	5,62	6
v (m/s)	1,78	2,02	2,12
Q (mc/s)	103,85	166,88	197,91

Tabella 3.2: Parametri idrodinamici per vari tempi di ritorno – sezione PGRA in corrispondenza attraversamento SS673

Parametro	Tr 30 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
h (m)	3,88	4,63	4,24
v (m/s)	3,13	3,64	5,02
Q (mc/s)	115,16	184,33	218,38

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

Il Comune di Lucera 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.

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

"L'ambito dei bacini fluviali con alimentazione appenninica è caratterizzato dalla presenza di reticoli idrografici ben sviluppati con corsi d'acqua che, nella maggior parte dei casi hanno origine dalle zone pedemontane dell'Appennino Dauno. Tali corsi d'acqua sottendono bacini di alimentazione di rilevante estensione, dell'ordine di alcune migliaia di km², che comprendono settori altimetrici di territorio che variano da quello montuoso a quello di pianura. Mentre nei tratti montani di questi corsi d'acqua i reticoli denotano un elevato livello di organizzazione gerarchica, nei tratti medio-vallivi le aste principali degli stessi diventano spesso le uniche aree fluviali appartenenti al bacino.

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

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

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 WebGis 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 per il sito di progetto.

3.5.1 PGRA

L'immagine seguente riporta uno stralcio estratto dal Piano Di Gestione del Rischio di Alluvione anno 2015 (Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, D Lvo 49/2010, D.Lvo 219/2010).

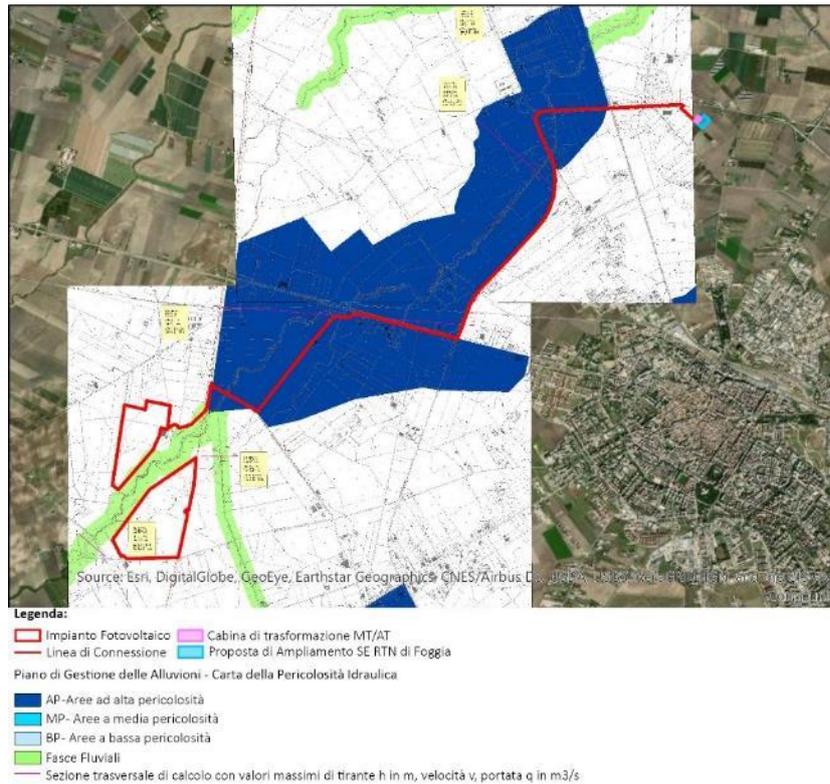


Figura 3-25: stralcio planimetrico PRGR 2015

Il PGRA riporta in corrispondenza di alcune principali sezioni dati idrodinamici durante eventi di piena caratterizzati da eventi con tempo di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni-

3.5.2 PAI

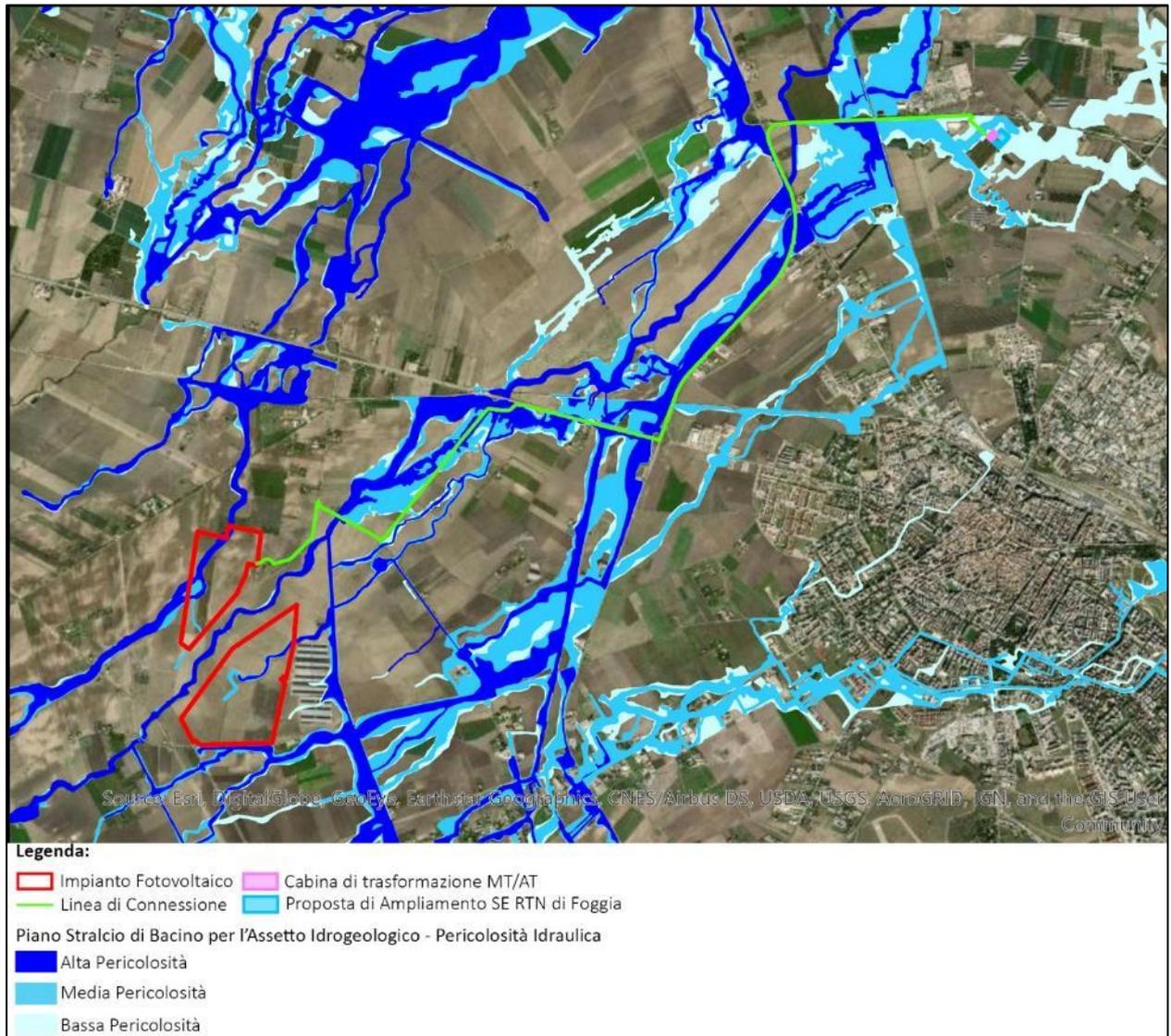


Figura 3.26: stralcio planimetrico approvazione di varianti al Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (PAI) - assetto idraulico territorio ex Autorità di bacino della Puglia pubblicato sulla gazzetta ufficiale del G.U. n. 194 del 20 agosto 2019.

Per la definizione delle fasce di rispetto da pericolosità idraulica è stato fatto riferimento al PAI nella versione di recente aggiornamento 2019.

Nell'area catastale disponibile per l'impianto fotovoltaico risultano presenti fasce di pericolosità idraulica alta, media e bassa.

La principale fascia di rispetto risulta essere quella del Torrente Celone che è caratterizzato anche da una fascia di vincolo paesaggistico ed è stata esclusa dal progetto fotovoltaico.

Oltre al torrente Celone sono presenti aree a pericolosità idraulica alta, media e bassa nella sezione nord e sud. Di conseguenza si è indagato sulla motivazione della rappresentazione modellistica di tali aree.

A seguito di rilievo e sopralluogo in sito non sono stati identificati corsi d'acqua o canali di drenaggio.

È presente invece un andamento del terreno tale da creare un avvallamento/depressione macroscopica.

In merito alla linea di connessione, questa risulta ricadere in aree in cui sono presenti fasce di Alta, Media e Bassa pericolosità idraulica.

La cabina di consegna MT/AT elettrica ricadono invece in aree a Bassa pericolosità idraulica.

Il cavo aereo di collegamento cabina di consegna con sottostazione sarà connesso a tralicci esistenti.

4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI

4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico ha una potenza in DC di 60 MW.

L'area di intervento risulta essere pari a circa 173 ha, di cui circa 122 ha recintati per l'installazione dell'impianto.

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.

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a Terna S.p.A nel luglio 2019. Tale soluzione emessa da Terna con Prot. TERNA/P20190069812-08/10/2019 è stata accettata dalla proponente in data 08.11.2019 e prevede la connessione dell'impianto alla RTN nella SE Foggia 380/150 kV. In data 11.02.2020 la STMG emessa è stata volturata dalla TEP Renewables Italia S.r.l. alla TEP Renewables (Foggia 2 PV) S.r.l..

L'impianto è così costituito:

- n.1 cabina principale MT di connessione nella sezione S1 Nord. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT1 contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n.1 cabina secondaria MT di connessione nella sezione S2 Sud. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT1 contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n.1 cabina principale di trasformazione MT/AT in prossimità della SE Manfredonia contenente le apparecchiature dell'Ente Distributore e il punto di misura fiscale;
- n. 25 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 es: quadri di alimentazione, illuminazione).

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

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

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

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 72 celle con tecnologia bifacciale, indicativamente della potenza di 425 Wp, 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.

Considerate le caratteristiche del terreno in sito è stata valutata una soluzione tecnologica alternativa al palo infisso costituita da pali a elica.

- Lunghezza pali a elica: 2,1 m
- Lunghezza pali infissi: posizione estremità 5 m, posizione centrale 6 m.

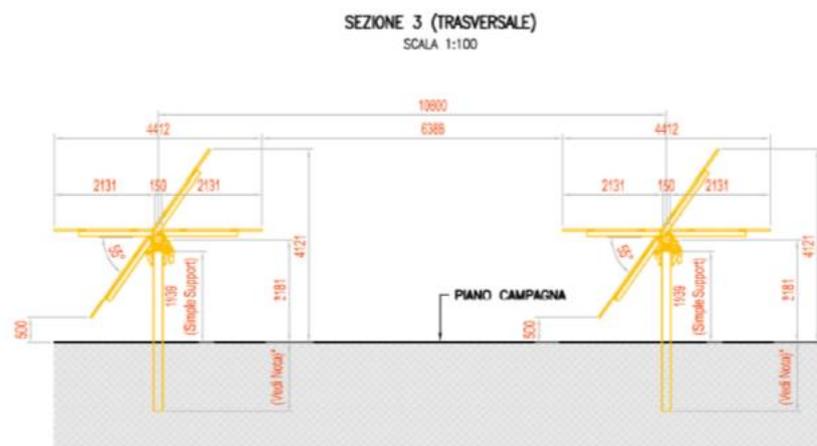


Figura 4.1: Particolare strutture di sostegno moduli

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

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.

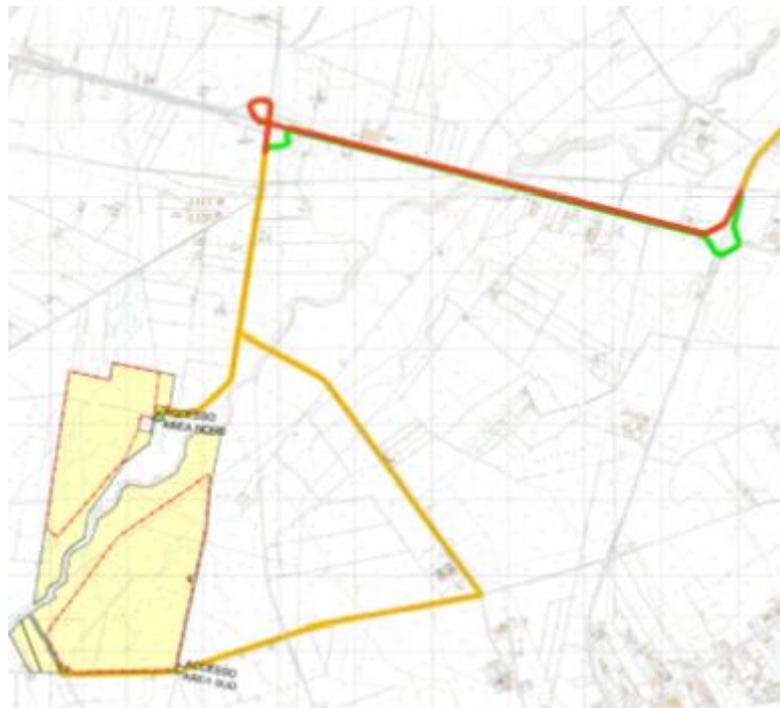


Figura 1.1: Localizzazione dell'area di intervento e vie di accesso

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 e sono state implementate opere di laminazione e infiltrazione.

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

La realizzazione del progetto in esame è legata allo sviluppo di attività sociali collegate e connesse allo stesso da realizzare nelle immediate vicinanze dell'impianto in progetto e in aree interessate da progetti del medesimo proponente.

Per un approfondimento in merito alle opere di mitigazione e compensazione previste si rimanda alla relazione "Opere di mitigazione e compensazione"

Tutte queste opere mitigative e 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.

4.2 LINEA DI CONNESSIONE

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto MT 30 kV 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 Sprecacenero di 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 (circa 10 km), mentre solo l'ultimo tratto in cavo interrato MT (circa 300 m) è all'interno di proprietà privata, su cui è stata acquisita la servitù di passaggio.



Figura 4.2: In verde il percorso di connessione dal campo FV alla Sottostazione AT 380/150 kV Foggia

Lungo il percorso stradale la linea di connessione sarà interrata mediante scavo della trincea.

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

4.3 CABINA DI CONSEGNA E CONNESSIONE ALLA SE RTN

Nella cabina di consegna in prossimità della SE Foggia 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

Il cavo di connessione raggiungerà interrato la cabina di consegna.

Dalla cabina di consegna sarà effettuato un allacciamento aereo a tralicci esistenti.

5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, LINEA DI CONNESSIONE, CABINA DI CONSEGNA/COLLEGAMENTO SE RTN

5.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZA

Il progetto dell'impianto fotovoltaico ha tenuto in considerazione il vincolo idrogeologico non considerando per l'installazione delle opere principali dell'impianto le aree classificate con pericolosità idraulica Alta e Media derivanti dal torrente Celone (identificato come P02) e dal drenaggio episodico posto a Nord (identificato come P03). Per quanto riguarda il drenaggio episodico posto a sud (identificato come P01) si rimanda al paragrafo 5.3.1 per un apprendimento.

Tabella 5.1: Riepilogo interferenze impianto fotovoltaico

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P01	drenaggio episodico posto a Sud	Alta, Media, Bassa	Studio idrologico/idraulico risoluzione interferenza
P02	Torrente Celone	Alta, Media, Bassa	Rispettata fascia di rispetto
P03	drenaggio episodico posto a Nord	Alta, Media, Bassa	Rispettata fascia di rispetto

I cavi di media tensione del progetto fotovoltaico e della connessione saranno interrati.

Il paragrafo 5.4 individua i possibili punti/tratti di interferenza tra le opere in progetto e aree a pericolosità idraulica.

Per la classificazione delle aree si è fatto riferimento al PAI variante 2019 e al PGRA come riferimento dei parametri idrodinamici, definendo il grado di pericolosità idraulica. Oltre alla documentazione reperibile in letteratura, è stato analizzato lo stato di fatto riscontrato in sede di sopralluogo.

La tabella di seguito riporta un riepilogo per i vari punti analizzati, indicando il livello di pericolosità individuato e la tecnologia prevista per la risoluzione dell'interferenza ove presente.

Il punto P4 è relativo all'attraversamento del cavo di media di unione delle Sezioni 1 e 2 nell'ambito del progetto dell'impianto fotovoltaico che sarà realizzato mediante TOC.

I punti da P5 a P12 sono relativi al percorso di connessione realizzati quasi interamente in TOC.

Il punto P13 è relativo all'ubicazione della cabina di consegna e connessioni alla SE e RTN.

Tabella 5.2: Riepilogo interferenze con il percorso di connessione

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P04	Torrente Celone	Alta	TOC
P05	Area allagabile	Bassa	Ritenuto adeguata posa Cavo Interrato
P06	Area allagabile	Alta	Ritenuto adeguata posa Cavo Interrato

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P07	Canale irriguo	Alta	TOC
P08	Canale irriguo	Alta	TOC
P09	Linea ferroviaria – Area allagabile	Media	TOC
P10	Area allagabile	Alta	Ritenuto adeguata posa Cavo Interrato
P11	Torrente Celone	Alta	TOC
P12	Torrente Celone	Alta	TOC
P13	Area allagabile	Media e Bassa	Messa in sicurezza mediante sopraelevazione area

Per le interferenze P04-P07-P08-P09-P11-P12 relative ad attraversamento di canali irrigui/corsi d'acqua naturale è stato valutato che il superamento in TOC avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

Per tale motivazione è stata valutata la distanza minima tra il punto più depresso della sezione idraulica e il cielo della tubazione posata in TOC al fine di garantire la stabilità dell'opera nella vita di progetto.

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

5.2 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITA' DI SICUREZZA POSA TOC - PUNTI P04-P07-P08-P09-P11-P12

5.2.1 ANALISI QUALITATIVA

In seguito all'identificazione dei punti di interferenza, per gli attraversamenti di corsi d'acqua naturali/antropici è stata effettuata un'analisi qualitativa di stabilità dei tratti di interesse.

L'analisi è stata condotta sulla base delle indicazioni HEC-20 - Stream Stability at Highway Structures - FHWA.

I punti identificati sono stati 9.

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

Gli indicatori di stabilità considerati sono stati:

1. Caratteristiche e attività del bacino e delle golene: è stato valutato il grado di interferenze dovuto all'esercizio di attività come pascoli, allevamenti, costruzioni, infrastrutture, ecc.
2. Periodicità caratteristica: periodicità e frequenza del flusso (effimero, regolare, flash flood, ecc) e clima (umido, semiarido, arido);
3. Classificazione geomorfologica del canale;
4. Presenza e tipologia di aree golenali. Grado di confinamento, quindi se il canale è delimitato da argini, infrastrutture;
5. Materiale di fondo e granulometria tipologica;

6. Presenza delle barre e caratteristiche dell'asta (pendenza longitudinale, il rapporto tra larghezza/altezza della sezione di interesse);
7. Potenziali ostruzioni;
8. Caratteristiche dello stato delle golene e delle sponde;
9. Pendenza media delle sponde;
10. Grado di protezione delle sponde sulla base della copertura vegetale o di opere di ingegneria;
11. Valutazione del livello di frastagliamento della sponda;
12. Segni di cedimenti delle golene ed eventuali evidenze di trasporto di materiale;
13. Allineamento di eventuali ponti e pile rispetto al flusso.

5.2.2 ANALISI QUANTITATIVA

L'analisi quantitativa è stata effettuata in tutti gli attraversamenti con corsi d'acqua naturali. Nel presente progetto i punti di interferenze interessano sempre il Torrente Celone.

Gli attraversamenti sono 4 e i punti di interferenza sono stati indicati come P02, P04, P11 e P12.

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

Per i punti di interferenza P02 e P04, sono state assunti i seguenti indicati dal PGRA della sezione più a valle, i cui valori sono stati riportati nella Tabella 3.1 al paragrafo 3.4.1.3.

Per i punti di interferenza P11 e P12, sono state assunti i seguenti indicati dal PGRA della sezione più a monte, i cui valori sono stati riportati nella Tabella 3.2 al paragrafo 3.4.1.3.

La granulometria assunta è quella caratteristica dello strato risultante dal modello geotecnico consistente al di sotto dei 3 metri da piano campagna in ghiaie con sabbia.

I punti di attraversamento sono tutti in corrispondenza di ponti di attraversamento.

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

L'erosione totale potenziale è stata valutata come somma:

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

5.2.2.1 Erosione a lungo termine

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

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

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

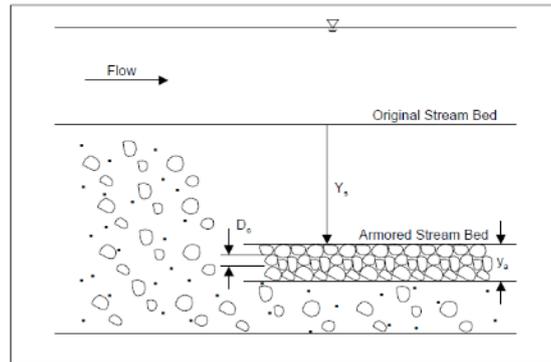


Figura 5.1: dinamica erosione a lungo termine per corazzamento - FHWA

La portata utilizzata per il calcolo dell'erosione a lungo termine è stata la portata formativa/dominante definita come quel valore teorico di portata che ha maggiori effetti sulla forma e sulle dimensioni dell'alveo. Esistono tre possibili approcci per determinare tale portata "teorica" (Biedenharn et al., 2001):

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

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

5.2.2.2 Erosione da Contrazione e da Pile in corrispondenza di ponti stradali

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

La portata alla base del calcolo a favore di sicurezza è stata quella con tempo di ritorno 200 anni riportata dal PGRA nelle sezioni.

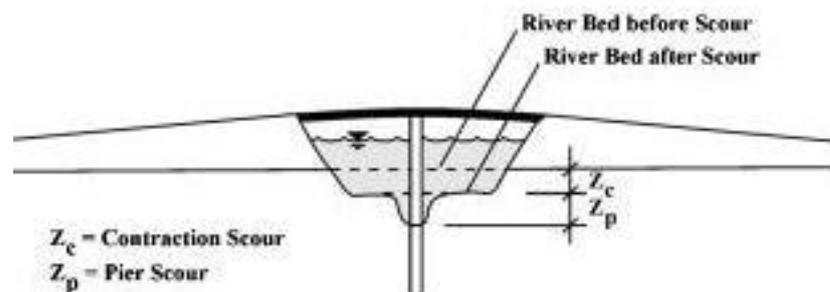


Figura 5.2: Erosioni assunte in corrispondenza del ponte di attraversamento stradale del Torrente Celone - FHWA

Contrazione

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

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

La natura ciclica incrementa la difficoltà nel determinare la profondità di escavazione dopo un'alluvione. A favore di sicurezza nel calcolo è assunta l'erosione totale calcolata quindi nel punto più critico della piena. La contrazione del flusso può mediamente essere causata sia da una diminuzione naturale dell'area di flusso del torrente sia da restringimenti antropici.

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

Pile e spalle

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

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

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

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

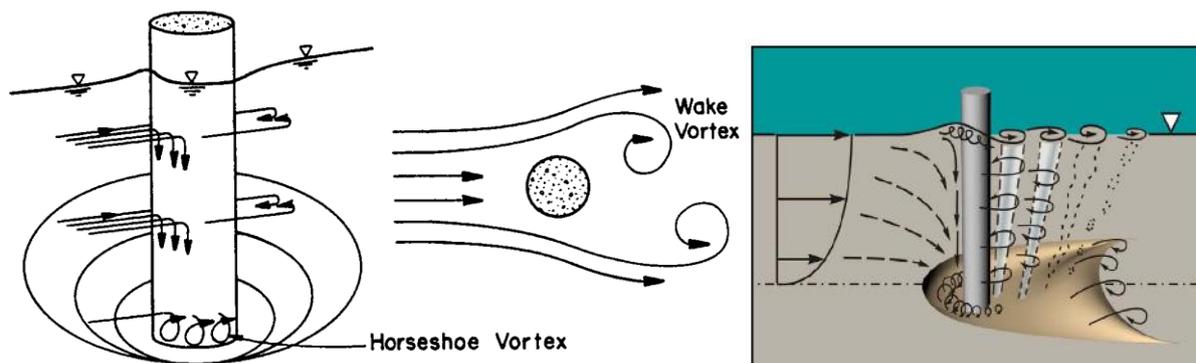


Figura 5.3: dinamica erosione in corrispondenza di pile strette (Narrow pier)

La formulazione adottata è stata la Florida DOT confrontata con il caso di Course Bed.

5.3 NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nell'area catastale disponibile per l'impianto fotovoltaico risultano presenti fasce di pericolosità idraulica alta, media e bassa.

Come introdotto nel paragrafo 3.4.1, le aree di rispetto da corpi idrici nell'area oggetto di intervento sono tre:

- Area di rispetto dal Torrente Celone;
- Area di rispetto dal Nord (episodico);
- Area di rispetto dal Sud (episodico).

Il presente capitolo riporta le soluzioni progettuali atte a risolvere le interferenze con le fasce di rispetto indicate nel PAI.

La figura seguente riporta l'ubicazione delle opere in progetto e le fasce di rispetto.

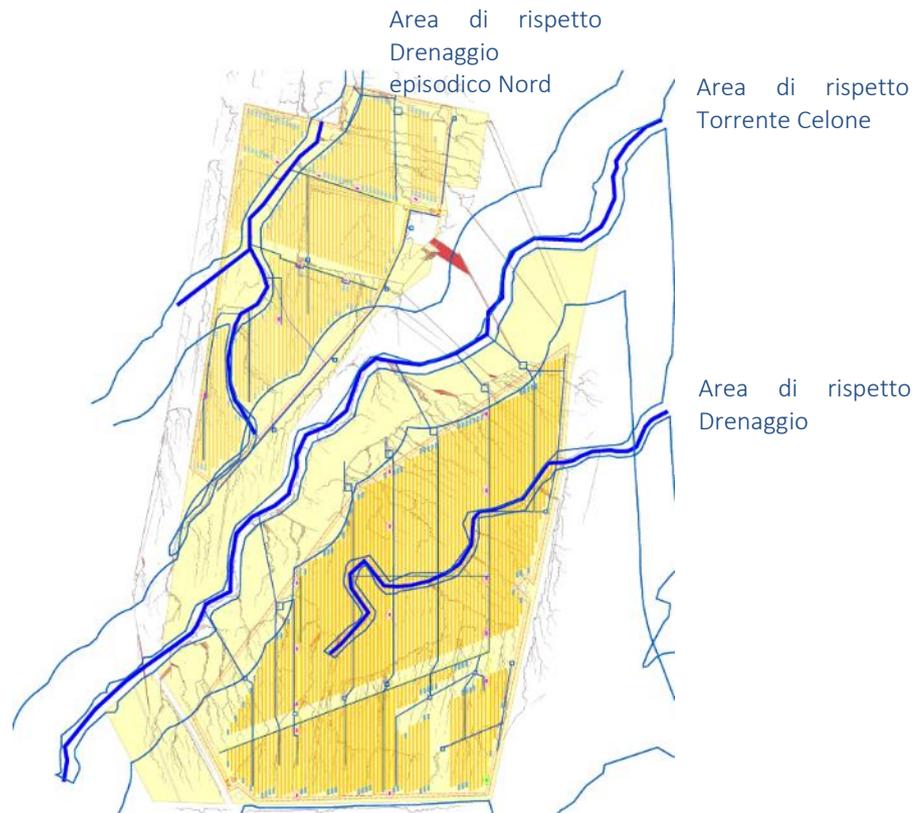


Figura 5.4 Ubicazione aree di rispetto PAI identificate da linee continue azzurre

5.3.1 P01

Oltre al torrente Celone sono presenti aree a pericolosità idraulica alta, media e bassa nella sezione nord e sud.



Figura 5.5 Perimetrazione fasce pericolosità idraulica PAI2019-Ubicazione Fotografie-area evidenziata in giallo
Di conseguenza si è indagato sulla motivazione della rappresentazione modellistica di tali aree.



Figura 5.6 Fotografia 20191003_104601



Figura 5.7 Fotografia 20191003_104618



Figura 5.8 Fotografia 20191003_103752



Figura 5.9 Fotografia 20191003_103746

A seguito di rilievo e sopralluogo in sito non sono stati identificati corsi d'acqua o canali di drenaggio.

È presente invece un andamento del terreno tale da creare un avvallamento/depressione macroscopica.

Come descritto dal paragrafo 6.4 è stata studiata la potenziale idrografia naturale principale e secondaria mediante modellazione del terreno estrapolando inoltre il bacino scolante corrispondente al drenaggio episodico sud (bacino 23 figura seguente).

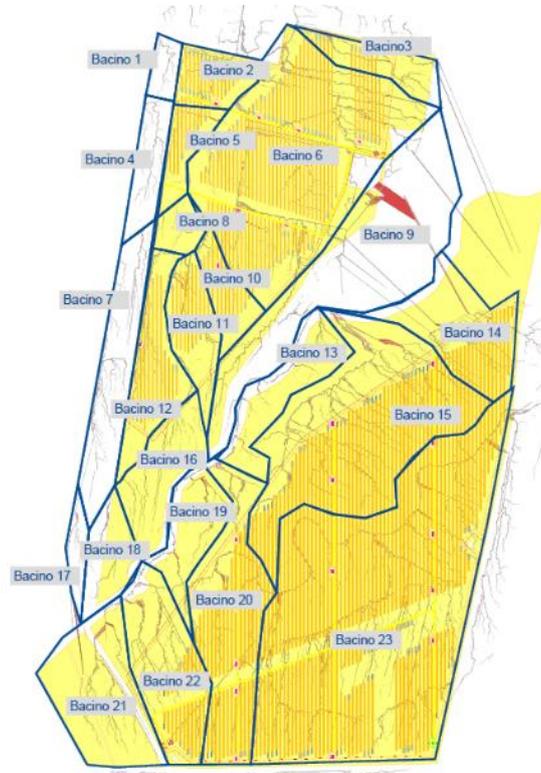


Figura 5.1 – Delimitazione bacini scolanti e codifica

È stato quindi condotto uno studio idrologico idraulico sulla organizzazione del reticolo idrografico di progetto con lo scopo di mantenere pressoché invariato il reticolo esistente mediante l'applicazione di opere di ingegneria naturalistica e ridurre e laminare gli apporti di monte alleggerendo i deflussi che precedentemente afferivano al solco di drenaggio sud.

Il progetto prevederà la realizzazione di un fosso di scolo maggiormente marcato in corrispondenza del tracciato insistente sulle fasce di pericolosità idraulica. Questo sarà dimensionato secondo le indicazioni di cui al paragrafo 7.1.

Il carico idrico sul tale fosso sarà fortemente ridotto nella fase post-operam andando a decentrare i flussi dal monte idrologico in più diramazioni, a loro volta disperdenti, e permettendo la laminazione e l'infiltrazione in punti diffusi e distribuiti, creando bacini diffusi di laminazione e infiltrazione rinverditi (sistemi di drenaggio sostenibili) come descritto al paragrafo 7.1



Figura 5.2 – Stralcio planimetrico Allegato 1 – sistema gestione acque meteoriche di progetto - bacino 23

5.3.2 P02

La principale fascia di rispetto con pericolosità idraulica risulta essere quella del Torrente Celone che è caratterizzato anche da una fascia di vincolo paesaggistico ed è stata esclusa dall'installazione delle opere principali del progetto fotovoltaico.

Il punto di interferenza P02 rappresenta l'attraversamento del torrente Celone del cavo di media tensione di connessione delle sezioni di impianto 1 e 2.

Tabella 5.3: Riepilogo interferenze con P02

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P04	Torrente Celone	Alta	TOC

Nel punto di attraversamento non è presente un ponte o altre opere antropiche.



Figura 5-10: Ubicazione P02

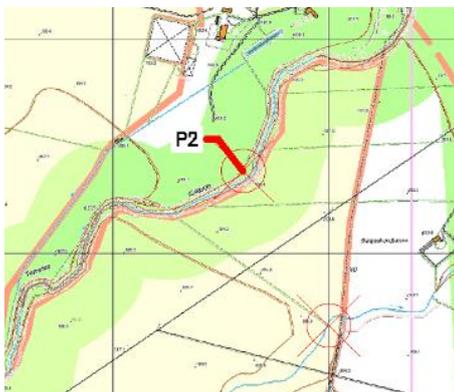


Figura 5-11: Inquadramento P04 - PGRA



Figura 5-12: Inquadramento P04 - PAI



Figura 5-13: Stato di fatto –Fotografia

5.3.2.1 Osservazioni

Non sono presenti sovrappassi o opere antropiche

Non sono stati riscontrati confluenze in prossimità.

Si evidenzia la presenza di una fitta vegetazione, tra cui arbusti e minor presenza anche vegetazione legnosa.

L'attività agricola è sviluppata, ma non si estende fino al ciglio del cavo di drenaggio.

Nonostante sia presente una curva facente parte della naturale sinuosità del torrente nell'ultimo ventennio il torrente ha presentata la medesima fascia fluviale con ridotti spostamenti della magra.

5.3.2.2 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.2.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di 75, rientrando nella categoria "buono".

Il tratto quindi è caratterizzato da una buona stabilità.

5.3.2.3 Verifica compatibilità idraulica

La posa del cavo verrà seguita mediante perforazione TOC.

Sulla base dell'analisi quantitativa (HEC 18-FHWA) è stata ottenuta l'erosione totale attesa. In questo caso l'erosione considerata ha interessato il solo processo di erosione a lungo termine (corazzamento)

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

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

5.3.3 P03

Oltre al torrente Celone sono presenti aree a pericolosità idraulica alta, media e bassa nella sezione nord e sud. Di conseguenza si è indagato sulla motivazione della rappresentazione modellistica di tali aree.

A seguito di rilievo e sopralluogo in sito non sono stati identificati corsi d'acqua o canali di drenaggio.

È presente invece un andamento del terreno tale da creare un avvallamento/depressione macroscopica.

Nella sezione di impianto a nord del Celone, denominata Sezione 1, le aree caratterizzate da pericolosità idraulica sono state escluse dall'installazione di opere principali del progetto fotovoltaico.

5.4 PERCORSO DI CONNESSIONE

5.4.1 P04

5.4.1.1 Identificazione

Tabella 5.4: Riepilogo interferenze con P04

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P04	Torrente Celone	Alta	TOC

L'attraversamento avverrà in corrispondenza di un sovrappasso al Torrente Celone.

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



Figura 5-14: Ubicazione P04



Figura 5-15: Inquadramento P04 - PGRA



Figura 5-16: Inquadramento P04 - PAI



Figura 5-17: Stato di fatto –Fotografia



Figura 5-18: Stato di fatto –Fotografia



Figura 5-19: Stato di fatto –Fotografia

5.4.1.2 Osservazioni

Il sovrappasso risulta allineato con il tracciato Torrente Celone.

Non sono stati riscontrati confluenze in prossimità dell'attraversamento.

Si evidenzia la presenza di vegetazione, tra cui arbusti e minor presenza anche vegetazione legnosa.

L'attività agricola è sviluppata, ma non si estende fino al ciglio del cavo di drenaggio.

5.4.1.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.2.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di 80, rientrante nella categoria “buono”.

Il tratto quindi è caratterizzato da una buona stabilità.

5.4.1.4 Verifica compatibilità idraulica

La posa del cavo verrà seguita mediante perforazione TOC.

Sulla base dell’analisi quantitativa (HEC 18-FHWA) è stata ottenuta l’erosione totale attesa.

La profondità di posa tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata sarà minimo pari a 3,6 metri.

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

5.4.2 P05

5.4.2.1 Identificazione

Tabella 5.5: Riepilogo interferenze con P05

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P05	Area allagabile	Media	Cavo Interrato

Il punto di interferenza P05 è stato individuato in prossimità di un’area di potenziale allagamento in caso di eventi meteorici straordinari (media pericolosità).

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



Figura 5-20: Ubicazione P05

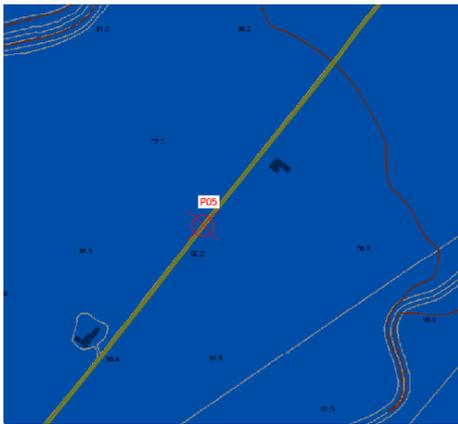


Figura 5-21: Inquadramento P05 - PGRA



Figura 5-22: Inquadramento P05 - PAI



Figura 5-23: Stato di fatto –Fotografia



Figura 5-24: Stato di fatto –Fotografia

5.4.2.2 Osservazioni

Non sono stati identificati solchi di drenaggio o erosioni.

5.4.2.3 Verifica compatibilità idraulica

Si considera il pacchetto stradale stabile e di protezione del cavo allo stesso modo di un corazzamento. il cavo sarà interrato, come da normativa in merito alla posa dei cavi di media tensione.

Si ritiene risolta l'interferenza e idraulicamente compatibile.

5.4.3 P06

5.4.3.1 Identificazione

Tabella 5.6: Riepilogo interferenze con P06

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P06	Area allagabile	Alta	Cavo Interrato

Il punto di interferenza P06 è stato individuato in prossimità di un'area allagabile in caso di eventi meteorici con frequenza alta.

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



Figura 5-25: Ubicazione P06



Figura 5-26: Inquadramento P06 - PGRA

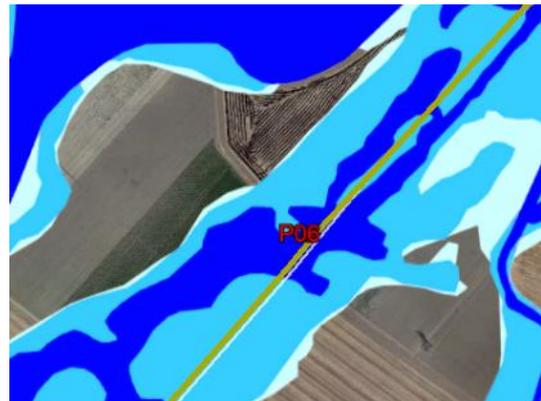


Figura 5-27: Inquadramento P06 - PAI

5.4.3.2 Osservazioni

Non sono stati identificati solchi di drenaggio.

5.4.3.3 Verifica compatibilità idraulica

Si considera il pacchetto stradale stabile e di protezione del cavo allo stesso modo di un corazzamento. il cavo sarà interrato, come da normativa in merito alla posa dei cavi di media tensione. Si ritiene risolta l'interferenza e idraulicamente compatibile.

5.4.4 P07

5.4.4.1 Identificazione

Tabella 5.7: Riepilogo interferenze con P07

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P07	Canale irriguo	Alta	TOC

Il punto di interferenza P07 è stato individuato in prossimità di un sovrappasso di attraversamento di un canale irriguo. Il canale sfocia successivamente nel Torrente Celone.

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



Figura 5-28: Ubicazione P07



Figura 5-29: Inquadramento P07 - PGRA

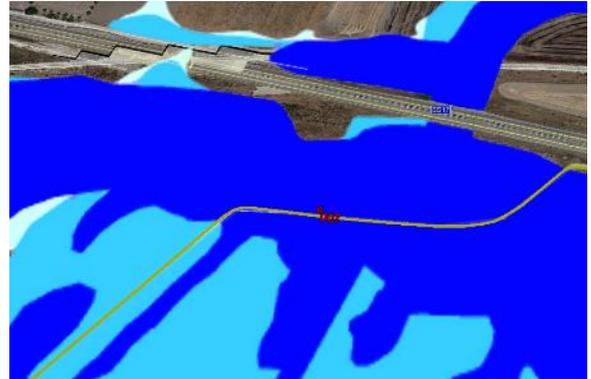


Figura 5-30: Inquadramento P07 - PAI



Figura 5-31: Stato di fatto dal ponte



Figura 5-32: Stato di fatto – foto da valle dello scarico

5.4.4.2 Osservazioni

Il sovrappasso del canale di scolo/irriguo si trova a monte della confluenza del cavo di drenaggio con il Torrente Celone.

Quest'opera si trova allineata con il tracciato del cavo a monte.

È presente vegetazione erbacea ben sviluppata.
Non sono stati riscontrati segni evidenti di erosione.

5.4.4.3 Analisi qualitativa stabilità

Sfruttando il metodo FHWA, come descritto nel paragrafo 5.2.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di 64, rientrante nella categoria “buono”.

Il tratto quindi è caratterizzato da una buona stabilità.

5.4.4.4 Verifica compatibilità idraulica

La posa del cavo verrà seguita mediante perforazione TOC.

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

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

5.4.5 P08

5.4.5.1 Identificazione

Tabella 5.8: Riepilogo interferenze con P08

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P08	Canale irriguo	Alta	TOC

Il punto di interferenza P08 è stato individuato in prossimità di sovrappasso di attraversamento di un canale irriguo. A circa 300 metri dall’attraversamento il canale si immette nel Torrente Celone.

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



Figura 5-33: Ubicazione P08

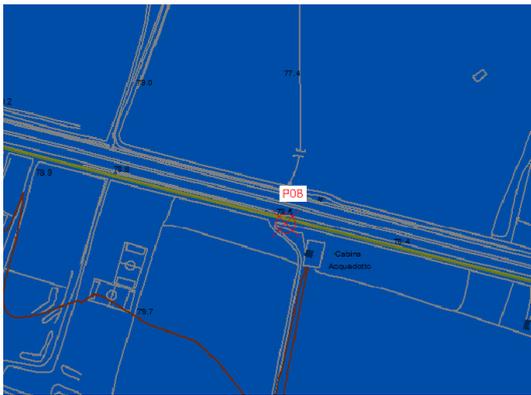


Figura 5-34: Inquadramento P08 - PGRA



Figura 5-35: Inquadramento P08 - PAI



Figura 5-36: Stato di fatto – punto attraversamento



Figura 5-37: Stato di fatto – continuazione sul lato opposto della strada del ipotetico canale irriguo

5.4.5.2 Osservazioni

Non sono risultati allo stato attuale identificabili canali irrigui ben definiti a monte (v. Figura 5-36).

È stato individuato un sottopassaggio alla Strada Statale. Si ipotizza che sia esistente un solco di drenaggio per il collettamento delle acque scolanti da monte. Per maggiore comprensione del sottopasso è stata riportata la Figura 5-37 che rappresenta il manufatto di uscita sul lato opposto della Strada Statale.

Nel punto di attraversamento la vegetazione erbacea è in buono stato. La sezione risulta antropizzata e uniforme.

Non sono stati riscontrati segni evidenti di erosione.

5.4.5.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.2.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di 62, rientrante nella categoria “buono”.

Il tratto quindi è caratterizzato da una buona stabilità.

5.4.5.4 Verifica compatibilità idraulica

La posa del cavo verrà seguita mediante perforazione TOC.

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

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

5.4.6 P09

5.4.6.1 Identificazione

Tabella 5.9: Riepilogo interferenze con P09

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P09	Linea ferroviaria – Area allagabile	Media	TOC

Il punto di interferenza P9 è stato individuato in prossimità del sovrappasso lungo la SS16 della linea ferroviaria.

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

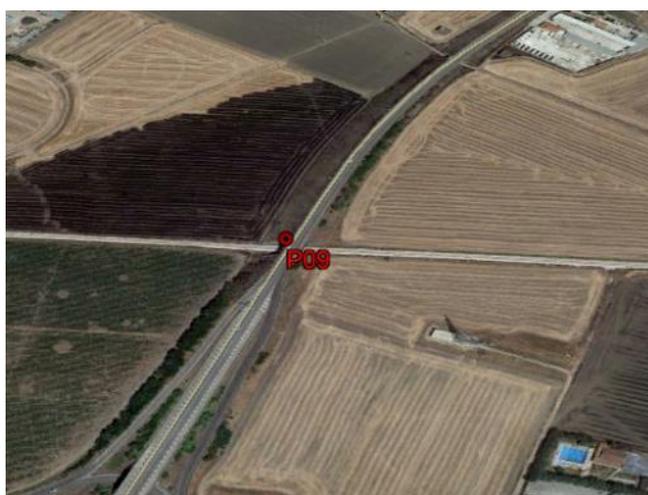


Figura 5-38: Ubicazione P09

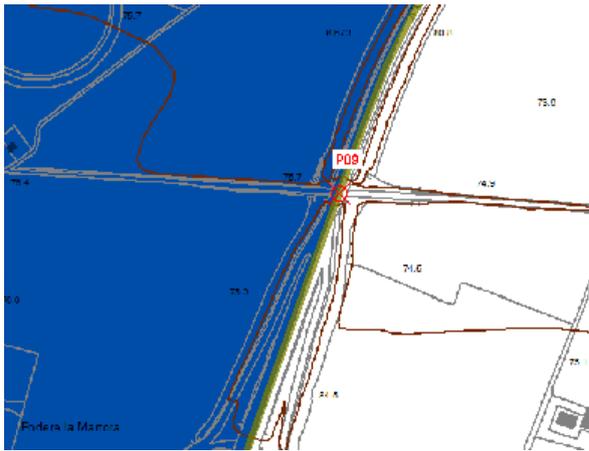


Figura 5-39: Inquadramento P09 - PGRA



Figura 5-40: Inquadramento P09 - PAI



Figura 5-41: Stato di fatto – vista linea ferroviaria attraversata

5.4.6.2 Osservazioni

L'area in oggetto è classificata con pericolosità media.

L'area con pericolosità alta viene individuata lungo il lato sinistro della Strada Statale che non è interessato dall'attraversamento, che avverrà sul lato destro.

Non sono presenti segni di erosioni.

5.4.6.3 Verifica compatibilità idraulica

La posa del cavo verrà seguita inseguito a una perforazione TOC e rispetterà le norme tecniche di attraversamento di linee ferroviarie.

Si considera il pacchetto ferroviario stabile e di protezione del cavo allo stesso modo di un corazzamento. L'attraversamento si ritiene idraulicamente compatibile con l'opera in oggetto.

5.4.7 P10

5.4.7.1 Identificazione

Tabella 5.10: Riepilogo interferenze con P10

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P10	Area allagabile	Alta	TOC

Il punto di interferenza P10 è stato individuato in prossimità di un cavo irriguo, che scorre lateralmente al percorso della connessione.

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



Figura 5-42: Ubicazione P10



Figura 5-43: Inquadramento P10 - PGRA



Figura 5-44: Inquadramento P10 - PAI



Figura 5-45: Stato di fatto



Figura 5-46: Stato di fatto

5.4.7.2 Osservazioni

Il cavo sarà realizzato lungo il percorso stradale. Si evidenzia che il cavo irriguo scorre parallelamente al sedime stradale e la sua posizione non risulta quindi interferente con quella del cavo.

Canale di irrigazione ha un percorso rettilineo e risulta stabile. Non sono state riscontrate evidenti ostruzioni. L'area risulterebbe quindi eventualmente allagata ma non attraversata da un corso d'acqua o da un solco di drenaggio.

5.4.7.3 Verifica compatibilità idraulica

Si considera il pacchetto stradale stabile e di protezione del cavo allo stesso modo di un corazzamento. Si ritiene tale interferenza compatibile con il percorso di connessione.

5.4.8 P11

5.4.8.1 Identificazione

Tabella 5.11: Riepilogo interferenze con P11

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P11	Torrente Celone	Alta	TOC

Il punto di interferenza P11 è stato individuato in prossimità di un sovrappasso di attraversamento del Torrente Celone.

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



Figura 5-47: Ubicazione P11



Figura 5-48: Inquadramento P11 - PGRA



Figura 5-49: Inquadramento P11 - PAI



Figura 5-50: Stato di fatto – vista verso monte



Figura 5-51: Stato di fatto – vista verso valle

5.4.8.2 Osservazioni

Il sovrappasso è allineato con il torrente Celone ed è ubicato prima dell'inizio di una curva.

La sezione si mantiene regolare nel tratto in oggetto. Sia le golene che le sponde e il fondo della sezione utile al drenaggio sono rinverdite. E' presente una sistemazione spondale in ingegneria naturalistica (apparentemente gabbioni).

5.4.8.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.2.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di 79, rientrante nella categoria "buono".

Il tratto quindi è caratterizzato da una buona stabilità.

5.4.8.4 Verifica compatibilità idraulica

La posa del cavo verrà seguita mediante perforazione TOC.

Sulla base dell'analisi quantitativa (HEC 18-FHWA) è stata ottenuta l'erosione totale attesa.

La profondità di posa tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata sarà minimo pari a 3,6 metri.

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

5.4.9 P12

5.4.9.1 Identificazione

Tabella 5.12: Riepilogo interferenze con P12

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P12	Torrente Celone	Alta	TOC

Come per il punto 11, anche il punto di interferenza P12 è stato individuato in prossimità di un sovrappasso di attraversamento del Torrente Celone.

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



Figura 5-52: Ubicazione P12

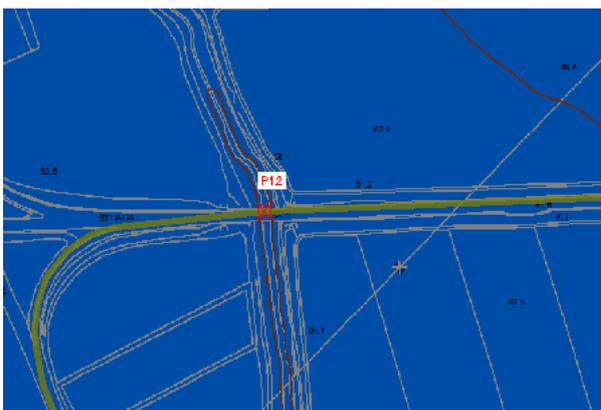


Figura 5-53: Inquadramento P12 - PGRA



Figura 5-54: Inquadramento P12 - PAI



Figura 5-55: Stato di fatto

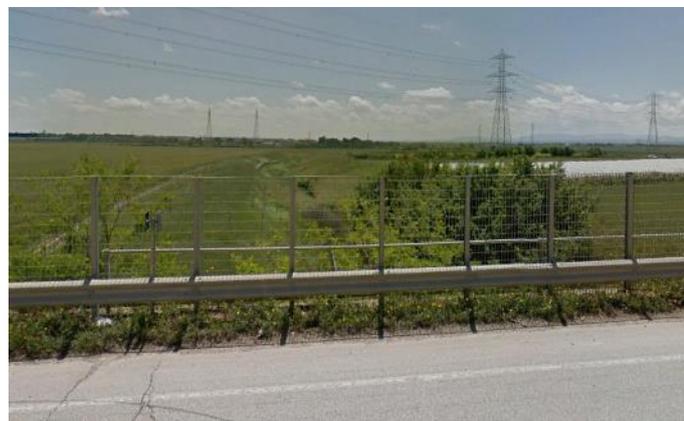


Figura 5-56: Stato di fatto

5.4.9.2 Osservazioni

Il sovrappasso risulta allineato con il tracciato del Torrente. Nell'area prossima al punto di interferenza in oggetto, il torrente mostra un andamento più rettilineo rispetto le altre sezioni a monte.

Le superficie, sia delle golene che utili al deflusso sono rinverdite. Si nota la presenza di arbusti sulle sponde del canale. E' presente una sistemazione spondale in ingegneria naturalistica (apparentemente gabbioni).

La strada in oggetto è asfaltata e non sono stati riscontrati segni evidenti di cedimento. Il sedime stradale risulta stabile.

5.4.9.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.2.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di 79, rientrante nella categoria "buono".

Il tratto quindi è caratterizzato da una buona stabilità.

5.4.9.4 Verifica compatibilità idraulica

La posa del cavo verrà seguita mediante perforazione TOC.

Sulla base dell'analisi quantitativa (HEC 18-FHWA) è stata ottenuta l'erosione totale attesa.

La profondità di posa tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata sarà minimo pari a 3,6 metri.

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

5.5 CABINA DI CONSEGNA E COLLEGAMENTO ALLA SE RTN

5.5.1 P13

Il punto di interferenza P13 è stato individuato in prossimità di un'area identificata nel PAI come allagabile con frequenza media e bassa.

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

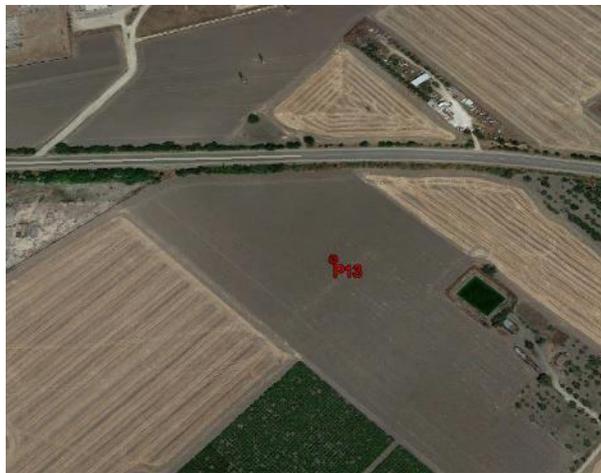


Figura 5-57: Ubicazione P13

Il punto 13 è stato assunto lungo la linea di connessione alla cabina di consegna

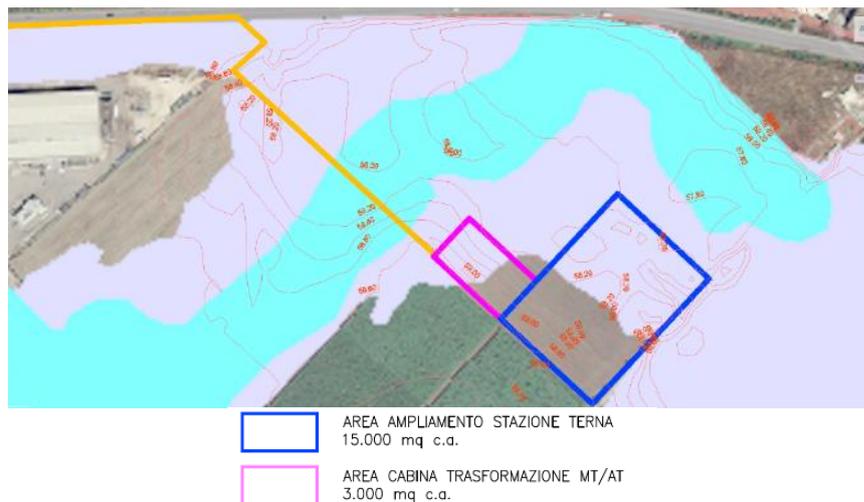


Figura 5-58: Inquadramento area cabina di consegna adiacente P13 - PAI

Non sono stati identificati solchi di drenaggio. L'area è caratterizzata da un'attività agricola.



Figura 5-59: Stato di fatto – Google Maps

Considerando la stabilità dell'area, il cavo sarà interrato, come da normativa in merito alla posa dei cavi di media tensione. Si valuta tale interferenza compatibile con il percorso di connessione.

Nei pressi del P13 la linea di connessione arriverà alla cabina di consegna attraversando un'area allagabile con pericolosità media e bassa.

La strada di accesso alla cabina di consegna seguirà il percorso della linea di connessione e sarà rialzata da piano campagna di un'altezza variabile da 0 a 40 cm per consentire un accesso sicuro alla cabina anche durante eventi di piena. Al fine di non variare la pericolosità idraulica dell'area circostante saranno posate tubazioni al di sotto della strada per collegare le aree allo stato di fatto allagabili.

La cabina di consegna sarà posta parzialmente in area senza pericolosità e parzialmente in area a pericolosità bassa tra i 200 e i 500 anni come tempo di ritorno.

La localizzazione dell'opera in quest'area è stata dettata dalla fitta presenza di interferenze aeree e possibilmente interrate nei pressi della Sottostazione RTN, che precludevano l'uso di aree alternative.

Per quanto riguarda la cabina di consegna è prevista una regolarizzazione del piano campagna per garantire l'orizzontalità dell'area di fondazione. L'area naturale presenta un dislivello naturale SO-NE di circa 80 cm in uno sviluppo di circa 130 m.

Circa metà dell'area occupata dalla cabina è posta in un'area a bassa pericolosità con tirante stimato pari a circa 20 cm.

La rettificazione in fase di costruzione prevedrà quindi un adeguamento delle quote che porterà alla messa in sicurezza dell'area.

Durante la fase post-operam a seguito della sopraelevazione di circa metà dell'area non saranno più disponibili per allagamento circa 1500 mc; essi si ridistribuiranno nell'area circostante. Che solo nella parte a nord della linea di connessione presenta circa 5 ha. Durante un evento con frequenza bassa, l'incremento del tirante sarà trascurabile e pari a circa 3 cm.

La cabina di consegna sarà connessa alla SE RTN mediante collegamento aereo realizzato sfruttando gli elettrodotti già esistenti. Si valuta compatibile idraulicamente la possibile interferenza con aree a 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-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 corrivazione del bacino sotteso dall'invaso;
- Stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- Modello di trasformazione afflussi-deflussi - stima delle portate di progetto ante-operam e post operam.

Lo studio ha interessato le aree di progetto. In merito alla pericolosità idraulica del canale di bonifica esistente si è fatto riferimento alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata dalla nuova variante del PAI 2019 che deriva da simulazioni bidimensionali condotte dall'AdB.

6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

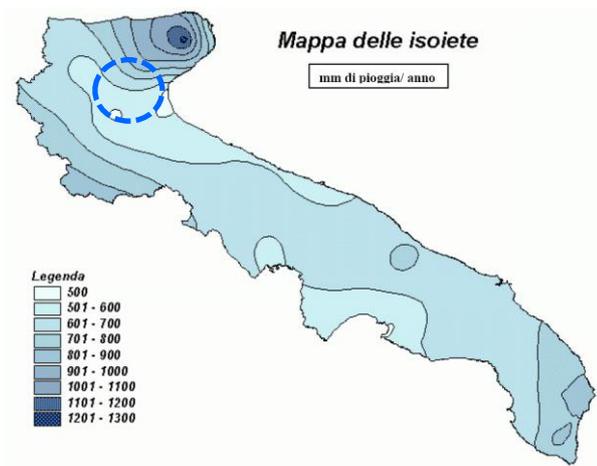


Figura 6.1: Mappa delle isoiete della Regione Puglia

6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

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

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

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

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

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

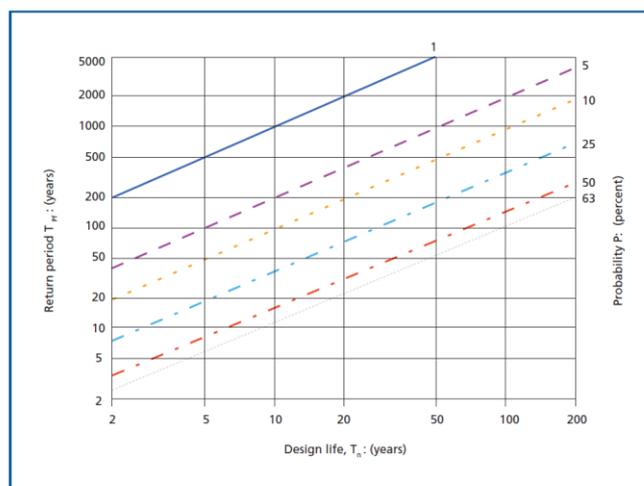


Figura 6-2: Probabilità che un evento con determinate Tempo di ritorno si verifichi in N anni

La durata della vita utile dell’impianto fotovoltaico in oggetto è assunta pari a 30 anni.
 Il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a 25 anni.

6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

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

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 6.3, 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]”.

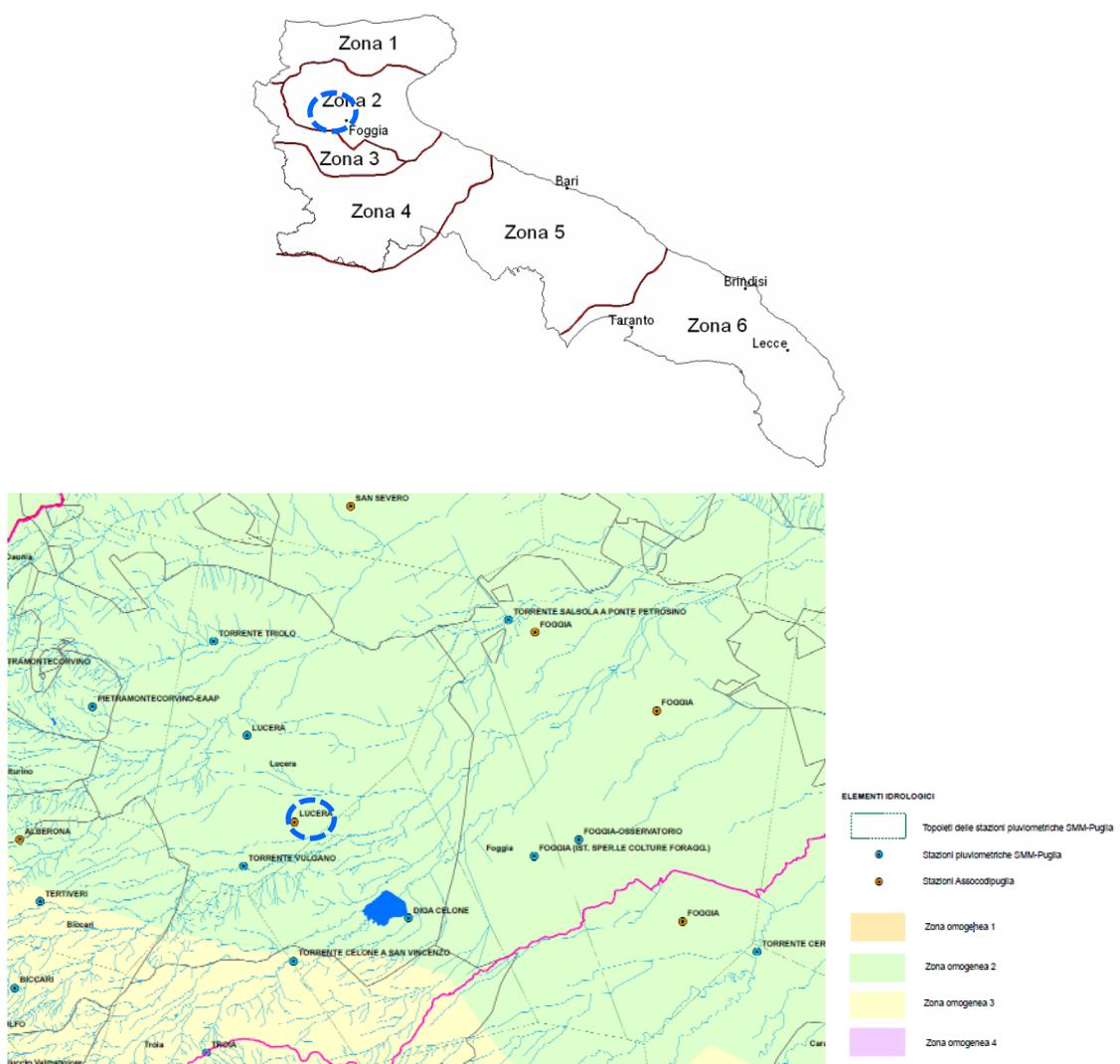


Figura 6.3: Sottozone pluviometriche omogenee (terzo livello)

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:

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

dove:

- Q la piena media annua espressa in m³/s;
- A è la superficie del bacino in km²;
- 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:

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

- $l(t_r)$ espressa in mm/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 kmq, 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 6.1: 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

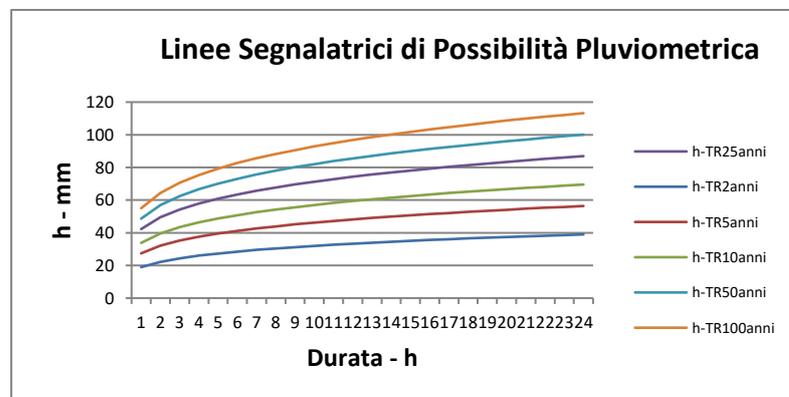


Figura 6.1 – Curva di possibilità pluviometrica

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

Tabella 6.2: 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
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

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 scolanti.

Le opere in progetto insisteranno sulle aree riportate nella figura seguente.

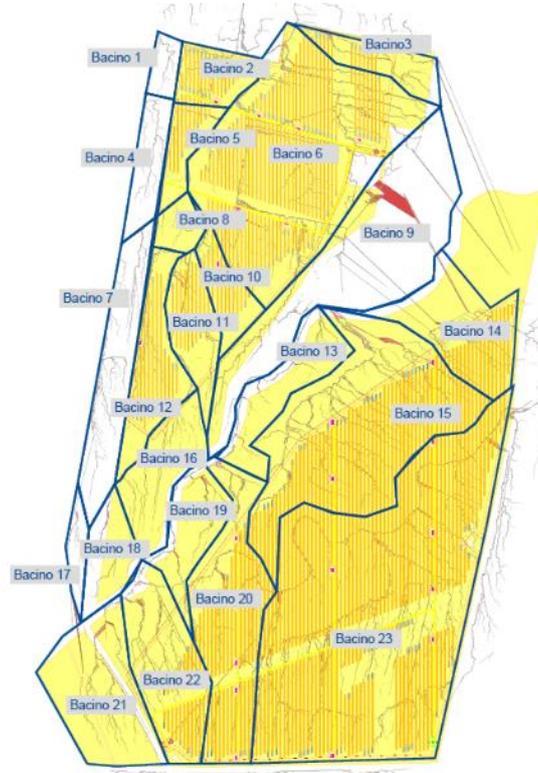


Figura 6.2 – Delimitazione bacini scolanti e codifica

Si evidenzia che non tutti i bacini sono interessati dall'installazione dei pannelli. La tabella seguente riporta i bacini scolanti individuati, evidenziando quelli non influenzati dall'installazione degli impianti.

Tabella 6.3: Bacini scolanti e rispettive superfici

Bacini non interessati dall'installazione dei pannelli		Bacini interessati dall'installazione dei pannelli	
ID Bacino	Area - mq	ID Bacino	Area - mq
Bacino 1	12.536	Bacino 2	31.328
Bacino 4	29.633	Bacino 3	31.749
Bacino 7	70.524	Bacino 5	24.954
Bacino 8	15.574	Bacino 6	269.112
Bacino 9	181.291	Bacino 10	29.097
Bacino 13	55.283	Bacino 11	42.174
Bacino 16	55.557	Bacino 12	57.076
Bacino 17	13.373	Bacino 14	76.168
Bacino 18	34.495	Bacino 15	219.800
Bacino 19	45.312	Bacino 20	117.370
Bacino 21	93.349	Bacino 22	83.745
		Bacino 23	431.155

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).

Il modello digitale del terreno utilizzato per la modellazione è stato ottenuto mediante rilievo fotogrammetrico di dettaglio come descritto al Paragrafo 2.1.1.

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

Al fine di valutare la rilevanza di ogni percorso di drenaggio, nell'estrazione della rete idrografica è stato inoltre calcolato l'ordine di Strahler, un numero intero all'aumentare del quale aumenta il grado di importanza del tratto.

Di seguito si riporta il bacino ottenuto dalla prima estrazione.

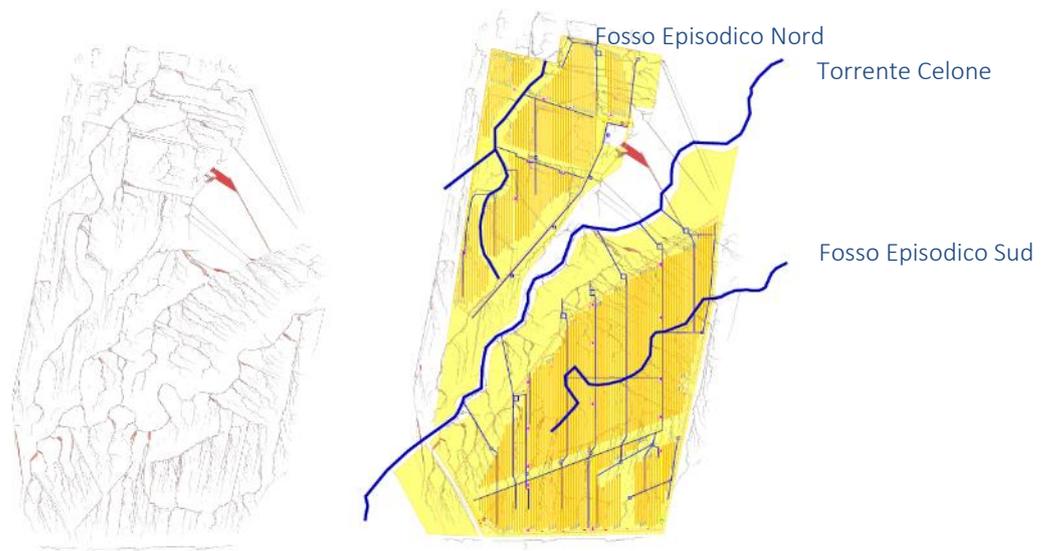


Figura 6.3 – Estrazione della rete idrografica naturale con sovrapposizione a DSM e DTM sinistra: rete idrografica ordine di Strahler – destre: rete idrografica drenaggi in progetto

La rete estratta è stata quindi sovrapposta con le aree di progetto e sulla base dei risultati è stato definito il sistema gestione meteoriche interne 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)

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

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.

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 del Curve Number SCS riportata dal geoportale Regione Sardegna e trasformata mediante correlazione in letteratura in coefficiente di deflusso.

La carta del Curve Number (CN), sviluppata e prodotta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS, è costruita a partire dalle carte al 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).

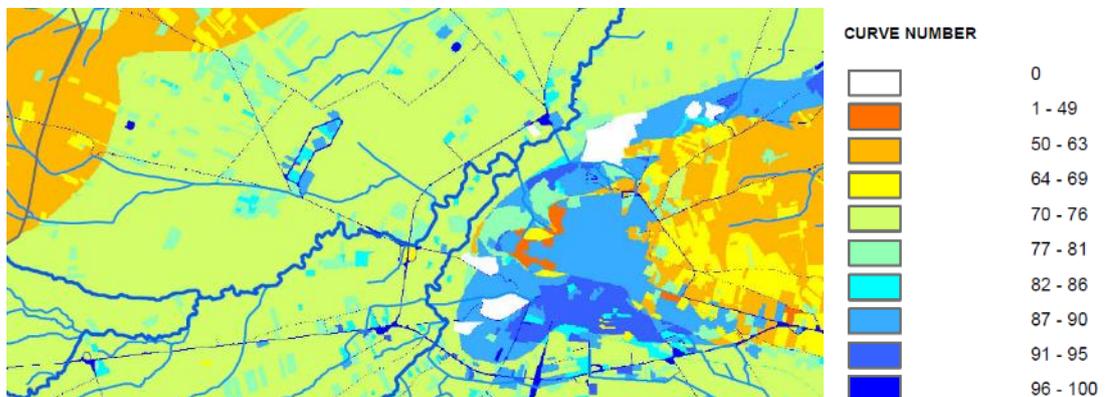


Figura 6.4 – Stralcio planimetrica valori Curve Number SCS – Fonte: ALLEGATO 3.3.4 – Gargano CN AdBP

L'area di progetto appare rientrare nella classificazione di colore verde-giallo ed è stato assunto un CN pari a 70.

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 84.

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

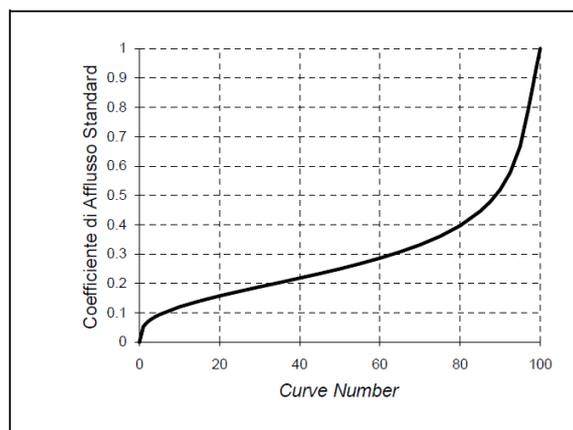


Figura 6-4: Correlazione da letteratura SCS-CN vs. Coefficiente di afflusso/Deflusso

In virtù delle proprietà del terreno esistente, il parametro ϕ 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 10.8 metri. L'altezza in mezzera della struttura sarà di circa 2,2 m (rispetto al piano di campagna). I tracker non avranno una configurazione fissa ma oscilleranno durante le fasi del giorno. Il tracker si posizionerà stabilmente con un tilt prossimo a zero solo in condizioni di messa in sicurezza in occasione di velocità del vento superiore alla soglia limite.

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

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

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

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

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

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



Figura 6-5: modulo tipo descrivente il modello concettuale idrologico dell'installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pali fissi comprendente l'area pannelli (in rosso) e l'area di interfila (Fonte: *Hydrologic response of solar farm* Cook 2013 American Society of Civil Engineers)

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

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

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

Tabella 6.4: 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	122,45	302,218	0,25	15	0,12	0,40	0,47

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.

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:

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

Dove

- Q_p = portata critica (netta) [m³/s];
- φ = coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];
- $i(T_0, t_c)$ = intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino (t_c - min) ed avente un tempo di ritorno (T - anni) [mm/h];
- A = superficie del bacino (ha).

Il valore del tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. I bacini scolanti sono riportati nella figura seguente.

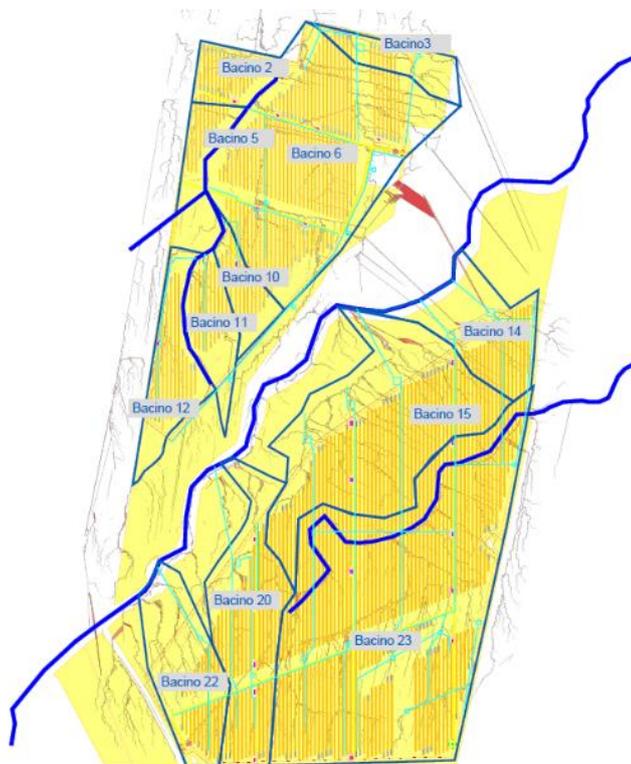


Figura 6.5 – Delimitazione aree di impianto e codifica Allegati 1 planimetria acque meteoriche

Tabella 6.5: Determinazione delle portate di progetto per l'area di intervento nello scenario ante-operam e post operam – Tempo di ritorno 25 anni e 50 anni

	TR 25 anni	TR 50 anni
Area S (mq)	1.224.455	1.224.455
Area S (ha)	122,46	122,46
Area S (kmq)	1,22	1,22
Tempo di corrivazione (ore)	0,75	0,75
Kt	1,90	2,19
Altezza precipitazione h(60) (mm)	42,25	48,65
Altezza precipitazione h(t) (mm)	39,6	45,6
Intensità (mm/h)	53	61
coefficiente di deflusso ante operam	0,40	0,40
coefficiente di deflusso post Operam	0,47	0,47
Portata al colmo ante-operam Qcr (mc/s)	7,18	8,27
Portata al colmo post-operam senza opere di infiltrazione Qcr (mc/s)	8,51	9,80
Portata al colmo post-operam con opere di infiltrazione Qcr (mc/s)	7,28	8,57

Lo stato post-operam mostra un incremento dei picchi di deflusso pari a circa il 18% principalmente dovuto all'incremento di 0,18 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.

Inoltre considerando le opere di laminazione caratterizzate da portate di infiltrazione localizzate, il picco di portata post-operam risulterebbe circa pari a circa 7,28 mc/s ovvero equivalente allo stato di fatto.

7. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI

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 sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto, che prevedono sistemi distribuiti di infiltrazione e laminazione delle acque.

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.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- Bacini di detenzione e infiltrazione;
- Fossi di scolo in terra;
- Argini in terra.

7.1 SISTEMA DI INFILTRAZIONE NELL'AREA DI INTERVENTO

La tipologia dell'opera di infiltrazione è stata quella di "bacino di laminazione e di infiltrazione".

I bacini di infiltrazione consistono in aree rinverdate e depresse con tiranti idrici episodici massimi di 1,1 m

Le opere a verde di questo tipo di bacini prevedrà riutilizzo del terreno in sito e messa a dimora di essenze vegetali arbustive che a titolo esemplificativo possono essere Prugnolo selvatico (*Prunus spinosa*), Ginestra (*Spartium junceum*), Perastro (*Pyrus pyraeaster*).

Questa tipologia di Sistemi gestione sostenibile (SuDS) è generalmente realizzata 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 questi bacini consentirà:

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

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

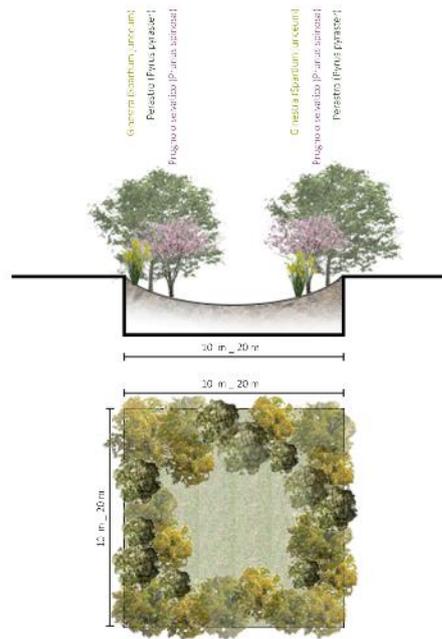


Figura 7.1 Immagini esemplificative di bacini di infiltrazione

In totale sono stati previsti 23 bacini di due tipologie, entrambi con profondità dello strato drenante fino a circa 1,2 m:

- Nr.17 di larghezza e lunghezza pari a 10 m;
- Nr.6 di larghezza e lunghezza pari a 20 m.

Considerando le caratteristiche litologiche di cui al paragrafo 3.3, si è proceduto alla verifica della capacità di assorbimento del terreno assumendo un valore di permeabilità cautelativo pari a 5×10^{-4} .

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

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

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

Dove:

- Q_f è portata d'infiltrazione [m^3/s];
- K è permeabilità (o coefficiente di permeabilità) [m/s];
- J è cadente piezometrica [m/m];
- A è 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].

Come è possibile osservare dai risultati riportati nella Tabella 7.1, il **bacino con dimensioni 10mx10m** di superficie 100mq è in grado di smaltire circa 3 l/s per metro lineare.

Considerando un'estensione di 10 m, si conclude che ognuna di queste opere è in grado di disperdere per infiltrazione circa **30 l/s**.

Tabella 7.1: Dimensionamento degli elementi drenanti – bacini con superfici 100mq

Determinazione della portata infiltrante (fonte: Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione - HOEPLI - pag. 659)			
DETERMINAZIONE PORTATA CRITICA			
ksat	5E-04	m/s	permeabilità del mezzo saturo in situ
D _h	1,2	m	tirante idrico strato drenante
B _T	10	m	larghezza unitaria
CALCOLI PRELIMINARI			
k _{insat}	2,50E-04	m/s	permeabilità del mezzo insaturo
A _{f,m lineare}	10,0	mq	superficie drenante m lineare del bacino
Q _{F,T}	3,00	l/s	portata drenata da m lineare del bacino

Il **bacino con dimensioni 20mx20m** è in grado di smaltire circa 6 l/s per metro lineare (v. Tabella 7.2). Considerando un'estensione di 20 m, si conclude che ognuna di queste opere è in grado di disperdere per infiltrazione circa **120 l/s**.

Tabella 7.2: Dimensionamento degli elementi drenanti – bacini con superfici 400mq

Determinazione della portata infiltrante (fonte: Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione - HOEPLI - pag. 659)			
DATI DI INPUT			
ksat	5E-04	m/s	permeabilità del mezzo saturo in situ
D _h	1,2	m	tirante idrico strato drenante
B _T	20	m	larghezza unitaria
CALCOLI PRELIMINARI			
k _{insat}	2,50E-04	m/s	permeabilità del mezzo insaturo
A _{f,m lineare}	20,0	mq	superficie drenante m lineare del bacino
Q _{F,T}	6,00	l/s	portata drenata da m lineare del bacino

I bacini sono stati dimensionati per eventi con tempo di ritorno tra 2 e 5 anni.

7.2 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

Al fine di favorire il deflusso delle acque meteoriche è prevista una rete di allontanamento delle stesse costituita da canalette di forma trapezia scavate nel terreno naturale e rinverdate.

I canali di drenaggio saranno realizzati lungo le aree più depresse.

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 e ecologica.

Di seguito alcuni esempi:

- Può essere promossa la sedimentazione mediante l'uso di una fitta vegetazione, solitamente piante erbacee, che garantisce basse velocità di flusso per intrappolare gli inquinanti particellari e indiretti effetti di fitodepurativi;
- È possibile installare dighe o berme lungo il fosso per favorire ulteriormente lo stoccaggio, il rallentamento, la sedimentazione e l'infiltrazione;
- Mediante la formazione di sottofondo in materiale drenante è possibile incrementare l'infiltrazione creando opere miste con trincee drenanti;
- Utilizzo in commistione con bacini di detenzione come ingresso o uscita.

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

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

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

nella quale i simboli assumono il seguente significato:

- Q è la portata di riferimento in m³/s;
- n è il coefficiente di conduttanza idraulica di Manning;
- A è l'area della sezione bagnata in m²;
- R è il raggio idraulico in m (rapporto tra A ed il corrispondente perimetro bagnato della sezione);
- i è la pendenza dell'alveo in m/m.

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°.

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si sono previsti 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 25 anni.

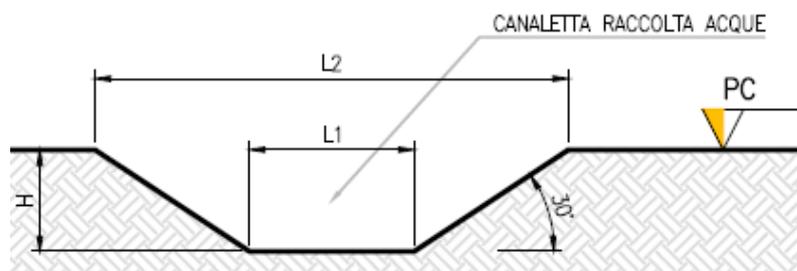


Figura 7.2 Sezione tipica canaletta di drenaggio realizzata in scavo

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

L'ubicazione planimetrica delle canalizzazioni è illustrata nell'Allegato 1.

Oltre ai fossi vegetati/drenanti, è previsto un argine di protezione dei pannelli nell'area nord. L'argine permetterà alle acque meteoriche di in Torrente Celone, evitando che interessino i pannelli.

La figura seguente riporta uno schema tipologico dell'argine in oggetto.

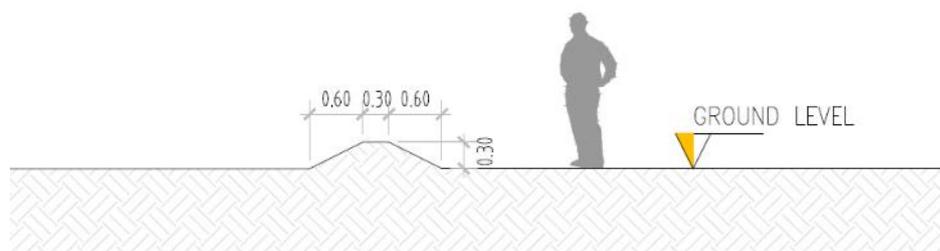


Figura 7.3 Schema tipologico argine di protezione aree scolanti da esterno

8. CONCLUSIONE

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico, della linea di connessione e della cabina di consegna, ha analizzato le eventuali interferenze con le aree a pericolosità idraulica e ha identificato la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse. In corrispondenza di canali irrigui/corsi d'acqua naturali, ove sarà utilizzata la tecnologia TOC, la relazione ha inoltre valutato la profondità di posa minima al fine di rispettare le condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

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 18%.

Tale incremento è azzerato grazie all'adozione di sistemi di drenaggio sostenibili previsto consistenti in 23 bacini di laminazione e infiltrazione rinverditi presentando uno scenario post-operam confrontabile con quello ante-operam.

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 rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica. Per alleggerire dal carico idrico la rete come descritto precedentemente sono inseriti bacini diffusi di laminazione e infiltrazione.

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

Tutto ciò contribuisce alla riduzione dell'impatto delle opere.

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

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "2564_3959_A3_LU_PA_R15_Rev0_Opere di Mitigazione".

In merito all'uso del suolo post-operam per le aree interne alla recinzione dell'impianto (nelle interfila dei moduli fotovoltaici) è prevista la possibilità che agricoltori locali possano seminare foraggi da destinate all'alimentazione del bestiame.

Inoltre, per l'area interna alla recinzione dove non sarà possibile il proseguo dell'attività agricola si prevede, di conservare e ove necessario integrare l'inerbimento a prato permanente.

La manutenzione dell'inerbimento verrà effettuata con sfalcio periodico e rilascio in loco del materiale sfalcato. Tale pratica, oltre a ridurre al minimo il rischio di lisciviazione dell'azoto ed erosione, contribuisce al mantenimento della fertilità con apporti continui di sostanza organica al terreno.

Il tappeto erboso che si intende realizzare sarà un prato essenzialmente rustico con la finalità principale di preservare le caratteristiche agronomiche del suolo e la sua fertilità.

Numerosi sono i vantaggi dell'inerbimento permanente:

- Limitazione fortemente l'erosione del suolo provocata dalle acque e dal vento;
- importante funzione di depurazione delle acque;
- Riduzione le perdite di elementi nutritivi per lisciviazione grazie all'assorbimento da parte delle piante erbacee;
- Miglioramento la fertilità del suolo, attraverso l'aumento di sostanza organica;
- Produzione O₂ e immagazzinando carbonio atmosferico;
- Miglioramento 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.

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.



LEGENDA

- SITO CATASTALE
- GESTIONE ACQUE METEORICHE**
- RETE DI DRENAGGIO DI PROGETTO PRELIMINARE
- BACINI DI INFILTRAZIONE - Area 100mq
- BACINI DI INFILTRAZIONE - Area 400mq
- CORSI IDRICI SUPERFICIALI ESISTENTI
- TRACKER (14x2 MODULI)
- TRACKER (28x2 MODULI)
- ACCESSO AREA IMPIANTO
- VIABILITÀ INTERNA IN PROGETTO
- RECINZIONE IN PROGETTO
- RECINZIONE IN PROGETTO FASCIA DI RISPETTO INTERNA: 8 m
- CABINATI**
- CABINA ELETTRICA GENERALE MT
- CABINA ELETTRICA POWER STATION
- UFFICI
- MAGAZZINO
- FASCE DI RISPETTO**
- CORSI D'ACQUA (TORRENTE CELONE) FASCIA DI RISPETTO
- LINEA ELETTRICA AEREA ESISTENTE FASCIA DI RISPETTO
- SEGNALEZIONE CARTA DEI BENI FASCIA DI RISPETTO
- AREA ALTA/MEDIA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PAI FASCIA DI RISPETTO - LIMITE FASCIA B
- FASCIA DI RISPETTO STRADALE

SCALA 1:4000 - 1 cm = 40 m

q	SA	FL	LC	02/2020	
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data

Proponente: **tep renewable energies** TEP RENEWABLES (FOGGIA 2 PV) S.R.L.
 Viale Michelangelo, 177 - 71121 Foggia
 P. IVA e C.F. 04274560715 - REA FG - 314775

Oggetto: **IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 60 MWp**
 Comune di Lucera (FG)

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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

Tavola: **RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA ALLEGATO 1**

Ref: 2564_3959_A3_LU_PA_RD4_REVO_ALLEGATO 1

N. Tav: **A1**
 Scale: **1:4000**

È VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA TEP RENEWABLES ITALIA S.R.L.