



DICEMBRE 2022

SOLAR CAPITAL 1 S.r.l.
IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 76,77 MW

COMUNE DI FOGGIA (FG) E LUCERA (FG)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO
INTEGRATO AGRIVOLTAICO

Relazione idrologica e idraulica

Progettisti (o coordinamento)

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

Codice elaborato

2748_5172_FL_VIA_R06_Rev0_Relazione idrologica e idraulica

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_5172_FL_VIA_R06_Rev0_Relazione idrologica e idraulica	12/2022	Prima emissione	MI	CP	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Project Manager	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Giulia Peirano	Architetto	Ordine Arch. Milano n. 20208
Marco Corrà	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	
Elena Comi	Biologo	
Sergio Alifano	Architetto	
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Luca Morelli	Ingegnere Ambientale	
Matteo Cuda	Naturista	

Montana S.p.A.

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

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

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Marco Iannotti	Ingegnere Idraulico	
Matthew Pisedda	Perito Elettrotecnico	
Vincenzo Ferrante	Ingegnere strutturista	
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue	Ordine Geologi Puglia n. 327
Nazzario D'Errico	Agronomo	Ordine Agronomi di Foggia n. 382
Felice Stoico	Archeologo	
Marianna Denora	Architetto - Acustica	Ordine Architetti Bari, Sez. A n. 2521

Montana S.p.A.

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

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

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1. PREMESSA	6
2. DATI DI RIFERIMENTO	7
2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO	7
2.1.1 Modello digitale del terreno Regione Puglia	7
2.1.2 Rilievo topografico	7
2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	7
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	8
3.1 LOCALIZZAZIONE	8
3.1.1 Rilievo fotografico	9
3.2 COPERTURA DEL SUOLO	12
3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	13
3.3.1 Inquadramento morfologico	13
3.3.2 Lineamenti geologici	16
3.3.3 Inquadramento idrogeologico	17
3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO	18
3.4.1 Inquadramento idrogeomorfologico	21
3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE ...	22
3.5.1 Piano Assetto Idrologico (PAI)	22
3.5.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	25
3.5.3 DBPRIOR10K	27
3.5.4 IGM	28
4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI	29
4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	29
4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto	30
4.1.2 Cabina di Raccolta	30
4.1.3 Cabina di Sezionamento	31
4.1.4 Cabine di Raccolta interne ai campi.....	31
4.1.5 Cabine di campo	31
4.1.6 String box.....	31
4.1.7 Cavi di potenza e di controllo.....	31
4.1.8 Rete di drenaggio interna	32
4.1.9 Viabilità del sito.....	32
4.2 LINEA DI CONNESSIONE ALLA RTN	32
5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E LINEA DI CONNESSIONE	34
5.1 INTERFERENZE - LAYOUT DI PROGETTO	34
5.2 INTERFERENZE - LINEA DI CONNESSIONE	37
5.3 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC	39
5.3.1 Analisi qualitativa	39
5.3.2 Analisi quantitativa	40
5.4 RISOLUZIONE INTERFERENZE LINEA DI CONNESSIONE	42



5.4.1 P1	42
5.4.2 P2	45
5.4.3 P3	47
5.4.4 P4	50
5.4.5 P5	52
5.4.6 P6	55
5.4.7 A1	58
5.4.8 A2	60
5.4.9 A3	62
5.4.10 A4	64
6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	67
6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE	67
6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	68
6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	69
7. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	73
7.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	73
7.2 SISTEMA PER IL SUPERAMENTO DELLE INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ INTERNA	76
8. CONCLUSIONE	77



1. PREMESSA

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

Lo studio Idrologico e idraulico relativo al reticolo idrografico superficiale, ai principali solchi vallivi o aree depresse e alle aree allagabili è riferito alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata dal PAI dell'Autorità di Bacino Regionale/Interregionale Puglia/ Ofanto

e dal PGRA del Distretto dell'Appennino Meridionale (AdB DAM). Per l'individuazione di elementi idrici nei pressi dell'area di progetto, sono stati anche consultati la cartografia base dell'Istituto Geografico Militare scala 1:100.000, il progetto DBPRIOR10K e le immagini ed ortofoto ricavate da Google Earth o da rilievo.

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



2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO

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

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

2.1.1 Modello digitale del terreno Regione Puglia

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

2.1.2 Rilievo topografico

Nella primavera 2022 è stato eseguito un rilievo topografico con GPS al fine di definire l'andamento plano-altimetrico del terreno e la presenza di interferenze nelle aree destinate alla realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico.

2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO

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

- D.Lgs 152/06 e smi;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- Regione Puglia - Servizio Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale. Precipitazioni medie e di massima intensità registrate nella stazione pluviometrica locale 1921-2010;
- Autorità di Bacino della Puglia - Piano di Bacino - Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme Tecniche di Attuazione - Relazione di Piano;
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Appennino Meridionale;
- Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione - Hoepli, CSDU;
- La sistemazione dei bacini idrografici, Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Spate Irrigation - FAO – HR Wallinford;
- Urban Drainage Design Manual” pubblicato da FHWA (Federal highway administration-US Department of transportation).

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 LOCALIZZAZIONE

Il progetto in esame è ubicato nei territori comunali di Lucera e Foggia, Provincia di Foggia. L'area di progetto è divisa in 3 siti, A, B e C. Le 3 aree risultano distanti tra di loro massimo 10 chilometri e situate rispettivamente: Area A a circa 7 km a ovest del centro abitato di Foggia e a circa 11 km a sud-est del centro abitato di Lucerna; Area B a circa 8 km a nord del centro abitato di Foggia e a circa 18 km a nord-est del centro abitato di Lucerna; Area C a circa 4 km a nord del centro abitato di Foggia e a circa 20 km a est del centro abitato di Lucerna. I 3 siti ricadono in un'area racchiusa ed est dalla Strada Provinciale n.26 (SP26), a nord-ovest dal Torrente Vulgano, mentre a sud dalla Strada Statale n. 673 (SS673). Nello specifico i siti sono così identificati:

- Area A: area posta più a ovest del sito, in un tratto compreso tra la SP74 ed il Torrente Candelaro. Estensione area recintata pari a circa 49,25 ettari;
- Area B: area posta più a nord del sito, ad est del cavalcavia tra la strada 20 Bonafica e l'Autostrada Adriatica (A14). Estensione area recintata pari a circa 17,60 ettari;
- Area C: ad sud-est di B, adiacente a ovest del casello autostradale di Foggia. Estensione area recintata pari a circa 22,74 ettari;

L'area di intervento complessivamente risulta essere pari a circa 109,43 ettari complessivi di cui 89,59 ettari recintati.

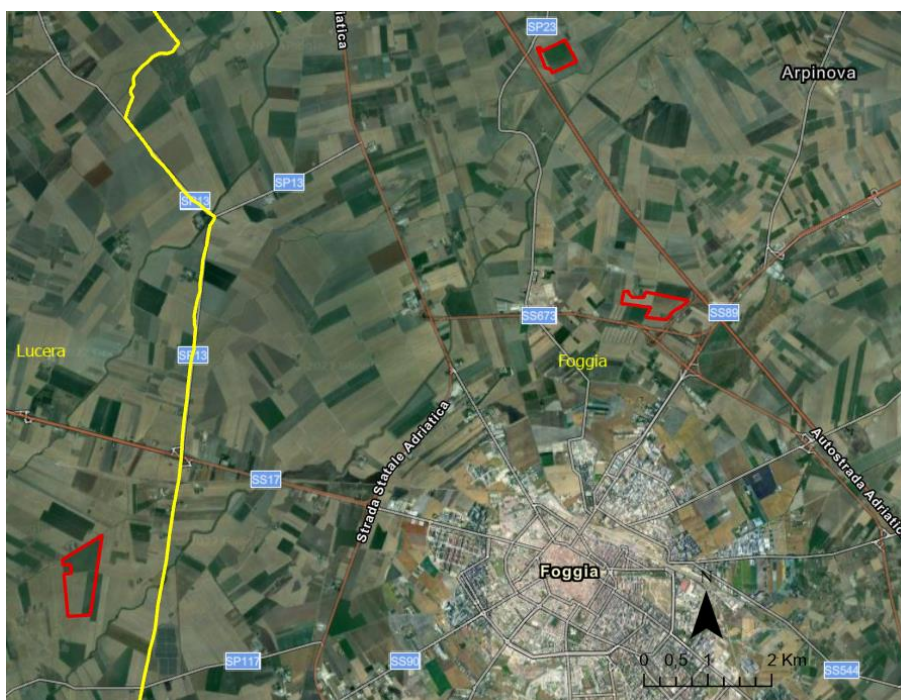


Figura 3.1: Inquadramento territoriale. In rosso il layout di impianto e in giallo i limiti comunali.

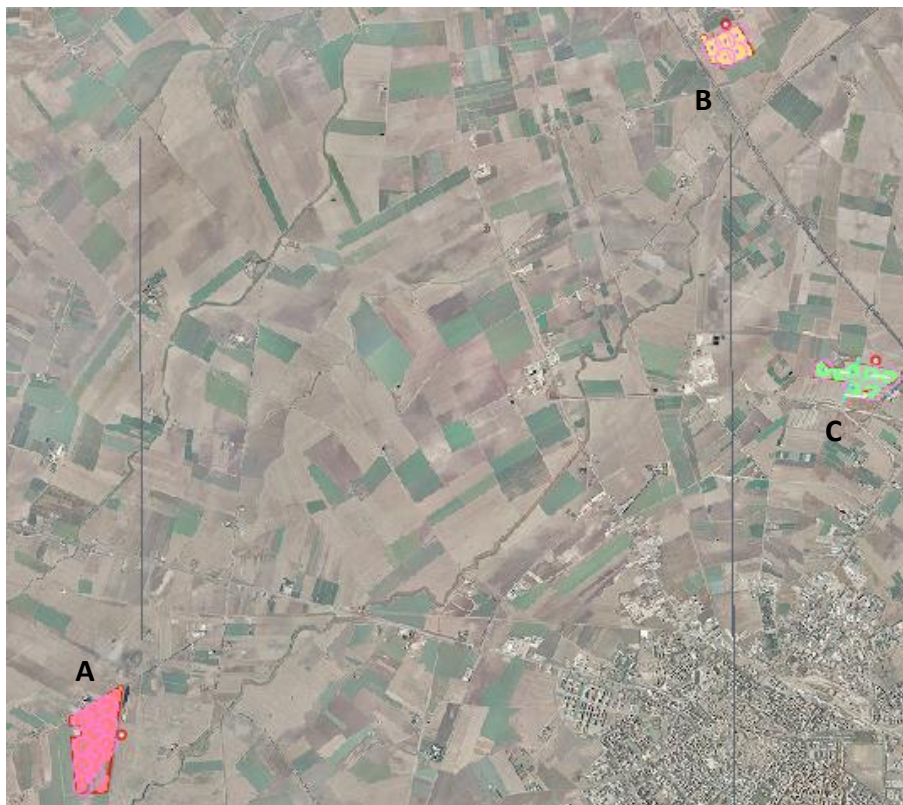


Figura 3.2: Localizzazione del layout di progetto

3.1.1 Rilievo fotografico

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



Figura 3.3: Immagine 1, riferita all'area C, da sopralluogo effettuato nella primavera del 2022



Figura 3.4: Immagine 2, riferita all'area C, da sopralluogo effettuato nella primavera del 2022



Figura 3.5: Immagine 3, riferita all'area C, da sopralluogo effettuato nella primavera del 2022.



Figura 3.6: Immagine 4, riferita all'area B, da sopralluogo effettuato nella primavera del 2022.



Figura 3.7: Immagine 5, riferita all'area A, da sopralluogo effettuato nella primavera del 2022.



Figura 3.8: Ortofoto aree di progetto impianto fotovoltaico (in rosso).

3.2 COPERTURA DEL SUOLO

I terreni rientranti nel presente progetto sono indicati, dall'autorità regionale, come colture intensive (2111) (Figura 3.9).

La zona nella quale verrà insediato il parco agrivoltaico è quella tipica del Tavoliere, caratterizzata da ampie aree pianeggianti ulteriormente modellate dall'azione antropica frutto dell'attività agricola. L'area è scarsamente antropizzata, sono presenti vigneti, uliveti e altri insediamenti produttivi agricoli. Si segnala la presenza di fiumi, torrenti, fossi, canali e idrovie nei pressi dell'area d'impianto.

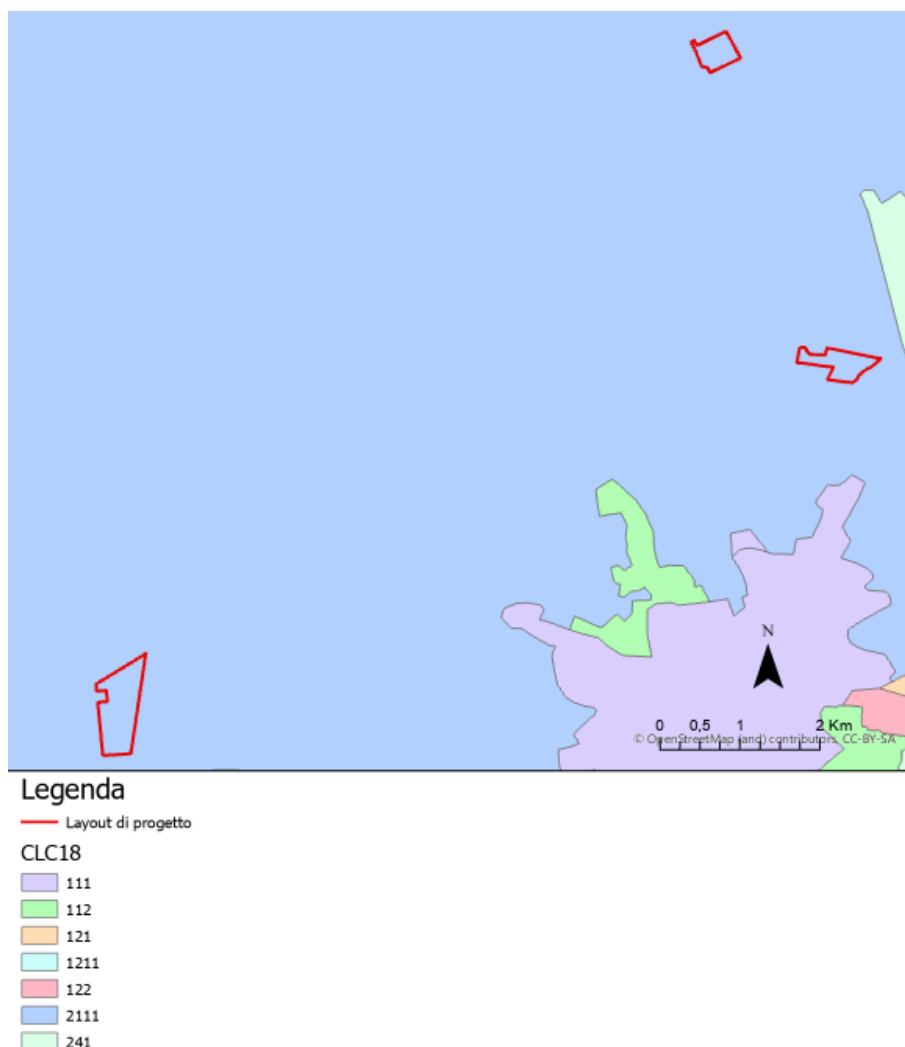


Figura 3.9: Stralcio carta uso del suolo (fonte: Corine).

3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.3.1 Inquadramento morfologico

Il territorio in cui ricade la proposta progettuale si sviluppa lungo l'asse principale del Tavoliere delle Puglie a circa 30 Km dal litorale adriatico e comprende, a Nord, parte della media valle del Torrente Celone e a Sud la parte media dei Torrenti Cervaro e Carapelle, i cui terreni, sia sotto il punto di vista geologico che morfologico, costituiscono una unità omogenea.

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

La totalità del territorio comunale presenta pendenze molto basse (dal 3 al 5%), generalmente riferibili alle piane alluvionali generate dai corsi d'acqua che lo attraversano. Nello specifico, il sito di intervento è parte integrante dell'estesa valle del Torrente Cervaro e dei suoi tributari di sinistra che hanno generato l'estesa pianura in cui si inserisce l'area progettuale. Qui le pendenze sono piuttosto contenute, mediamente $< 1^\circ$, solo localmente possono raggiungere punte di $2\div 3^\circ$.

L'assetto morfologico generale è caratterizzato principalmente dalla presenza di affioramenti di natura sedimentaria di origine marina e continentale, depositatisi in ambienti diversi e riflette, in gran parte, le particolari condizioni geologiche della zona.

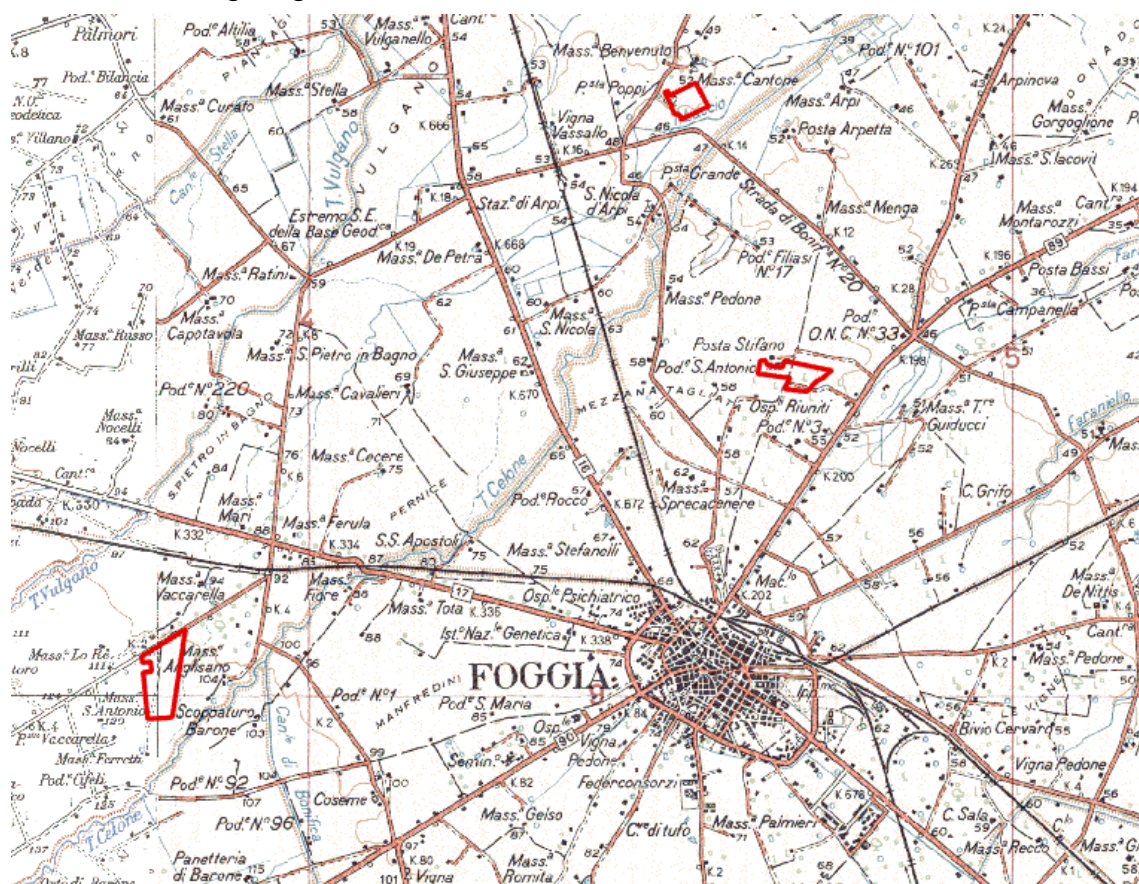
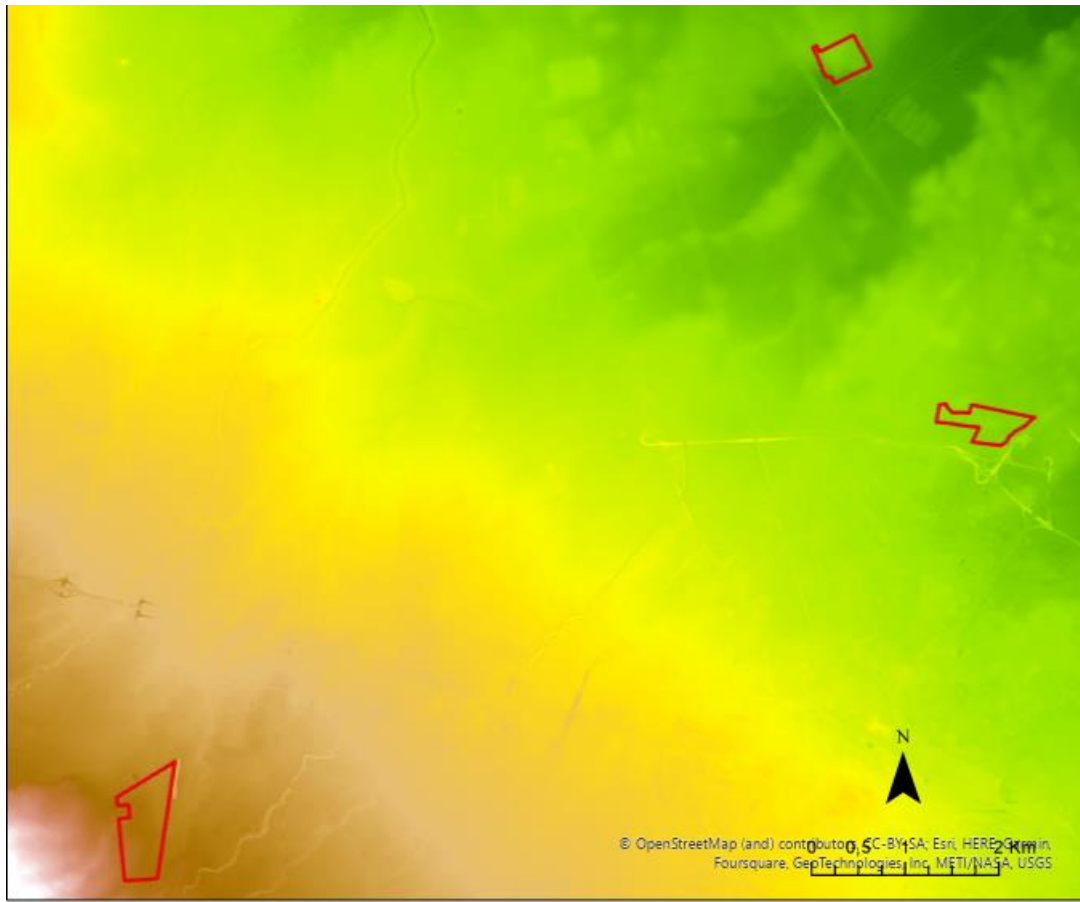


Figura 3.10: Inquadramento territoriale.

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

Come si nota in Figura 3.11, le aree di progetto possono suddividersi in due classi topografiche, in accordo col DTM del geoportale pugliese. Le aree B e C si trovano ad altitudini ridotte, comprese tra i 45 e i 55 metri s.l.m. L'area A, ricade invece in altitudini più elevate, superiori ai 100 m s.l.m.



Legenda

— Layout di progetto

DTM [m s.l.m.]

Valore

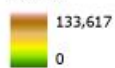


Figura 3.11: Andamento altimetrico secondo il DTM Puglia. In Rosso le aree di progetto.

La Figura 3.11 presenta uno stralcio della Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia, dove si mostra a scala di progetto la tipologia dei depositi e note di dettaglio in merito all'idrografia e alla morfologia. Le aree di impianto ad altitudini più elevate presentano depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa, mentre le più basse presentano prevalentemente depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa ma in piccola parte l'area B presenta anche depositi sciolti a prevalente componente pelitica e l'area C presenta unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica.

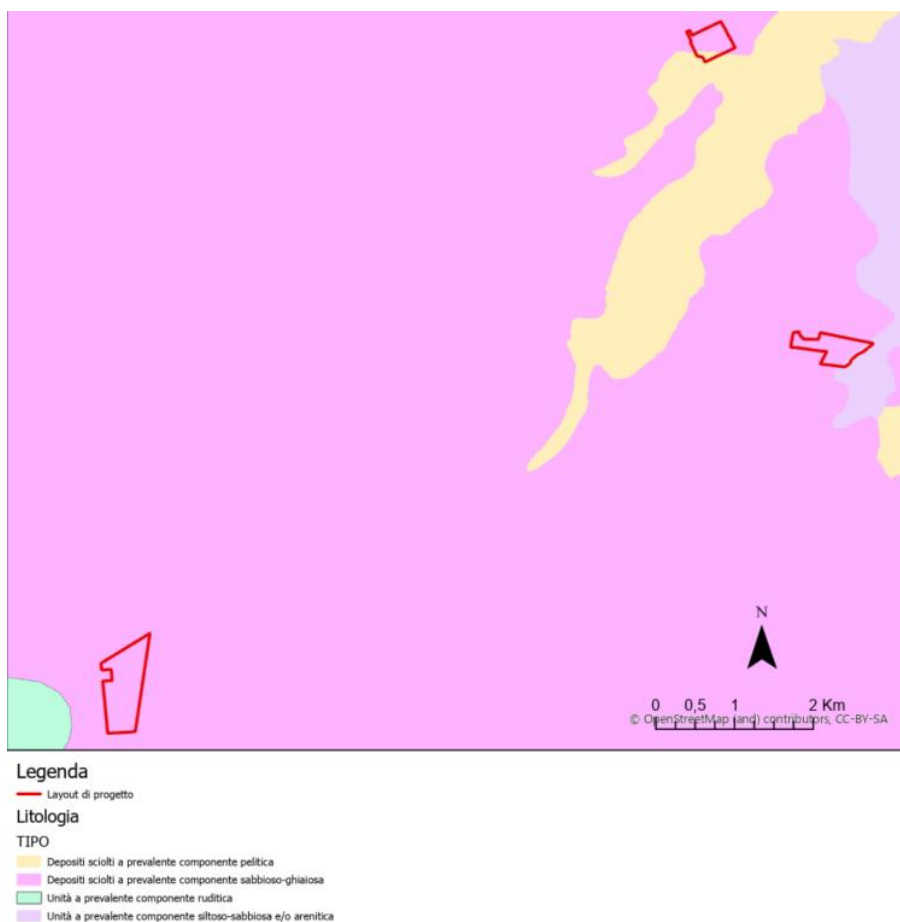


Figura 3.12: Stralcio carta idrogeomorfologica (litologia) della regione Puglia.

3.3.2 Lineamenti geologici

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

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

Il substrato profondo è costituito da una potente successione calcareo-dolomitica su cui poggia l'argilla con ripetute e irregolari alternanze di livelli sabbiosi e ghiaiosi. Al di sopra di tali depositi argillosi, plio-

pleistocenici, sono presenti depositi marini ed alluvioni terrazzate del Pleistocene-Olocene. La generale pendenza verso oriente rappresenta, probabilmente, l'originaria inclinazione della superficie di regressione del mare pleistocenico e dei depositi fluviali che su di essa si sono adagiati. L'area non presenta segni di dissesto in atto o potenziali.

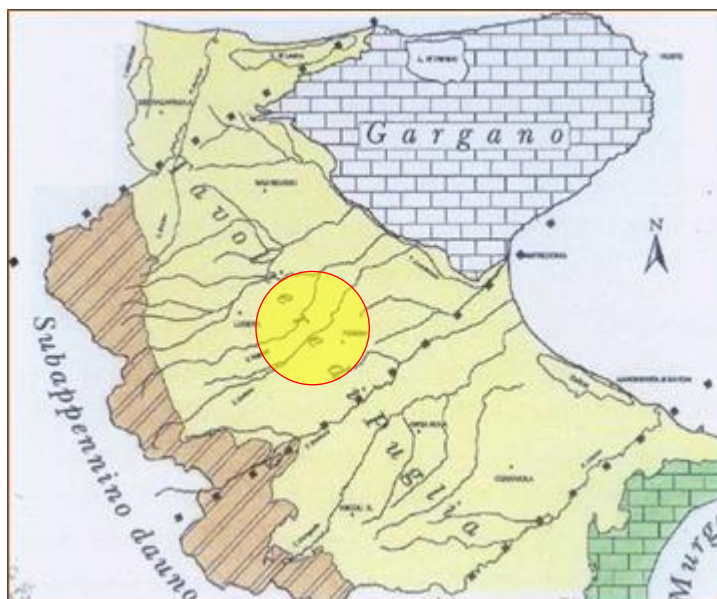


Figura 3.13: Distretti morfoambientali legati alla diversa struttura e costituzione litologica del sottosuolo.

3.3.3 Inquadramento idrogeologico

La carta delle isopieze (Figura 3.14) dell'ISPRA aggiornata al 2003, 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 verso il T. Carapelle e ancor più verso la costa adriatica.

In relazione all'area di progetto, la particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, innanzitutto, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale più marcata, con direzione pressoché parallela al torrente Celone.

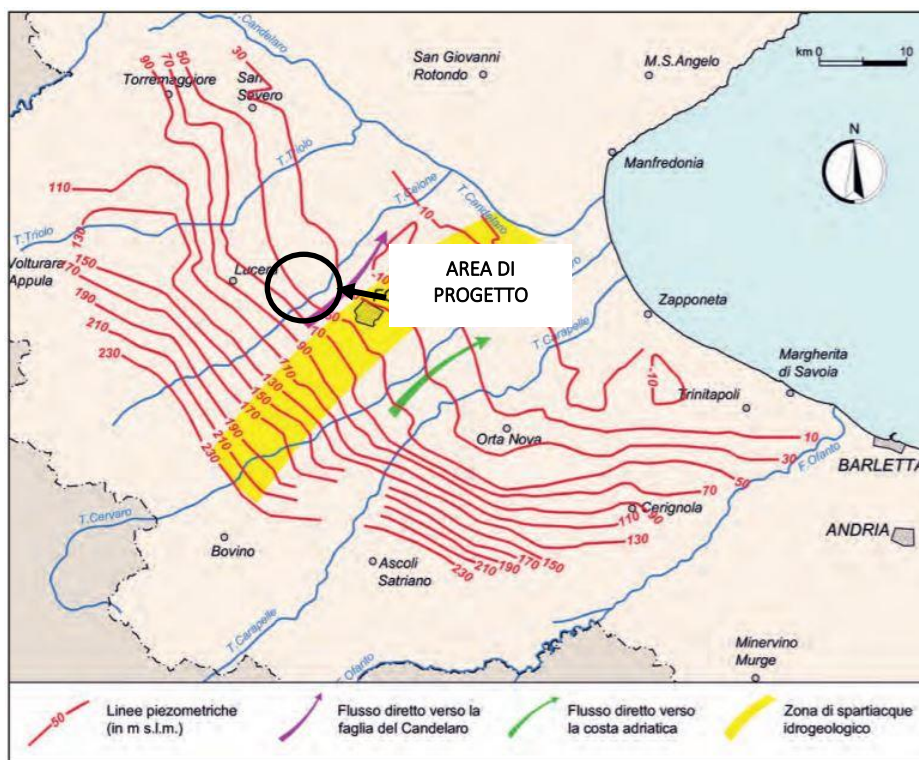


Figura 3.14: Isopieze della falda superficiale del Tavoliere relativa all'anno 2003 con indicazione delle zone ove è ubicato lo spartiacque idrogeologico (fonte ISPRA), insieme all'area di progetto.

Nell'area di studio il livello freaticometrico è compreso tra -50 m e -10 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. L'ambito territoriale di progetto risulta a carattere torrentizio e come gran parte del resto del territorio pugliese si caratterizza per un esteso sviluppo di solchi erosivi naturali in cui vengono convogliate le acque in occasione di eventi meteorici intensi, a volte compresi in ampie aree endoreiche aventi come recapito finale la falda circolante negli acquiferi carsici profondi.

Nello specifico l'area di interesse rientra nell'Idro-ecoregione 16 "BasilicataTavoliere", unità idrografica 3 "Tavoliere delle Puglie" ed è interessata dal bacino del Candelaro, il quale rientra tra i maggiori corsi d'acqua, insieme al Fiume Ofanto, sia per estensione della rete fluviale che per significatività dei deflussi. In Figura 3.16 si evidenziano i corsi idrici fluviali principali nel territorio e considerati dal Piano di Gestione delle Acque.

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

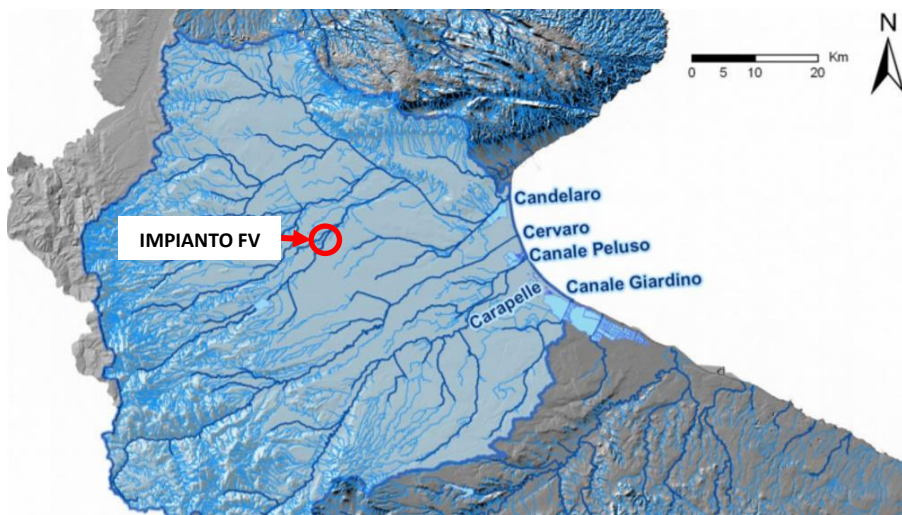


Figura 3.15: Corpi idrici superficiali (Relazione PGRA - AdB Puglia) ed ubicazione area di progetto.



Figura 3.16: Suddivisione del territorio regionale e inquadramento area di progetto.

Il bacino in analisi è riconosciuto dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale (ADM) e interessa le Regioni Puglia e minima parte di Campania e Basilicata. L’Unità di Gestione (*Unit of Management – UoM*) del bacino è denominata ITR161I020.



Figura 3.17: Caratteristiche fisiografiche, reticolo idrografico e limiti della UoM ITR161I020 – Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

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

- Gargano;
- Fiumi Settentrionali (**Candelaro**, Cervaro e Carapelle);
- Ofanto;
- Bari e Brindisi;
- Arco Ionico;
- Salento.

L'ambito territoriale dei Fiumi Settentrionali è caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua che 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. I corsi d'acqua principali sono rappresentati dal Candelaro, Cervaro e Carapelle.

Il torrente Candelaro è un fiume della provincia di Foggia, lungo circa 70 km, utilizzato per l'irrigazione dei campi. A causa dell'utilizzo dell'acqua del fiume per scopi irrigui, le portate hanno subito nel corso degli anni una diminuzione repentina. Tra gli affluenti vi sono il canale Radicosa, il torrente Triolo, il torrente Salsola e il torrente Celone.

I Fiumi Settentrionali sottendono bacini di elevata estensione che comprendono settori altimetrici del territorio che variano da quello montano a quello di pianura. Le aree del Tavoliere, ove le pendenze si riducono notevolmente, sono quelle maggiormente interessate dai fenomeni di allagamento legati principalmente al sormonto delle strutture arginali lungo i principali corsi d'acqua sino alla foce, all'insufficienza degli attraversamenti idraulici, le cui luci possono risultare ostruite da vegetazione o materiale trasportato dalla corrente e all'insufficienza delle sezioni al contenimento delle portate idrologiche.

3.4.1 Inquadramento idrogeomorfologico

Il territorio della Regione Puglia presenta un assetto idrogeomorfologico fortemente eterogeneo, caratterizzato dalla presenza di pochi corsi d'acqua a carattere perenne o effimero e di numerosi solchi erosivi di origine fluvio-carsica ('lame' e 'gravine') o reticoli di drenaggio di difficile individuazione che, solo in seguito ad eventi pluviometrici eccezionalmente intensi, danno origine ad un deflusso superficiale concentrato il cui recapito finale può essere nel mare per i bacini esoreici o in depressioni carsiche.

Nella zona pedegarganica e del Tavoliere, diversamente dal resto della Puglia, la minore permeabilità dei suoli consente la formazione dei principali corsi d'acqua non episodici ovvero quelli relativi ai bacini dei torrenti Candelaro, Carapelle e Cervaro.

L'area interessata dal progetto ricade all'interno del bacino regionale del Candelaro, nell'ambito dei Fiumi Settentrionali del bacino Puglia/Ofanto. Non vi sono interferenze del layout di impianto col reticolo idrografico. L'area di impianto più settentrionali si trovano a stretta vicinanza con un affluente del Torrente Candelaro.

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



Figura 3.18: Stralcio carta dei corsi d'acqua ricadenti nel bacino Candelaro nei pressi dell'area di impianto.



3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE

Il comune di Lucera (FG) e Foggia (FG) appartengono al Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale (DAM), l'unità di gestione del Bacino Regionale Puglia e Interregionale è l'ITR161I020.

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

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

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

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

3.5.1 Piano Assetto Idrologico (PAI)

Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (PAI) è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Il PAI trova applicazione nei territori su cui ha competenza l'Autorità di Bacino della Puglia, definiti secondo le indicazioni contenute nella Legge 183/89 e nelle delibere del Consiglio regionale n. 109 del 18 dicembre 1991 e n. 110 del 18 dicembre 1991 in cui si stabilisce apposita intesa con le Regioni Basilicata e Campania per il governo sul bacino idrografico interregionale del fiume Ofanto e dalla Legge Regionale n. 12 del 20/04/2001 riguardante l'intesa raggiunta tra le Regioni Abruzzo, Campania, Molise e Puglia per l'istituzione dell'Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore.

L'assetto idrogeologico comprende:



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

Classi di Pericolosità idraulica

Il PAI individua e perimetra a scala di bacino le aree inondabili per eventi con tempo di ritorno assegnato e le classifica in base al livello di pericolosità idraulica.

Si individuano le seguenti tre classi di aree a diversa pericolosità idraulica:

- A. **Aree a pericolosità idraulica alta (AP):** aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- B. **Aree a pericolosità idraulica moderata (MP):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e minore o uguale a 200 anni;
- C. **Aree a pericolosità idraulica bassa (BP):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale a 500 anni.

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

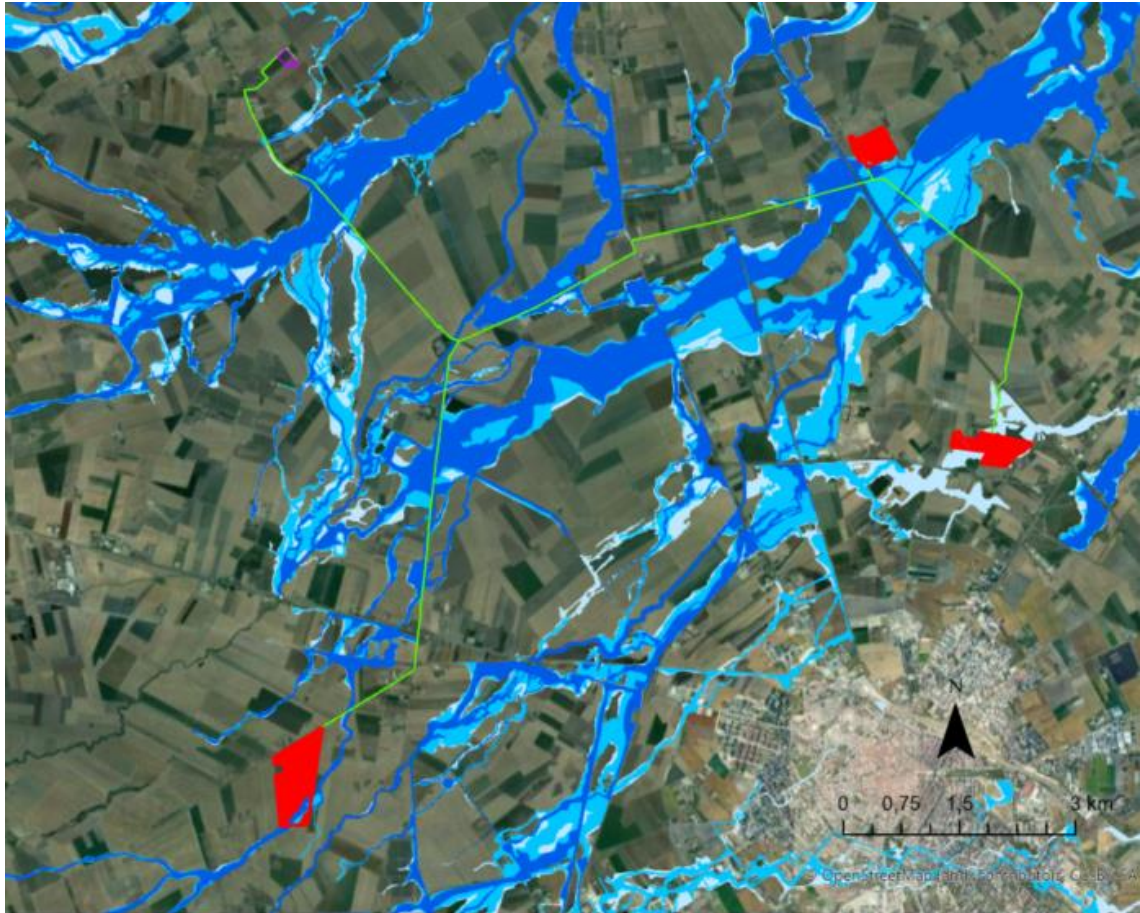
Nelle aree a bassa probabilità idraulica sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, senza l'obbligo di presentazione dello studio di compatibilità idraulica. Nelle aree ad alta e media probabilità di inondazione è consentita la realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata, con l'obbligo di presentazione dello studio di compatibilità idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

Secondo le NTA *"l'edificabilità è subordinata alla condizione che i manufatti siano realizzati con accorgimenti atti a ridurre la vulnerabilità. La realizzazione dei manufatti deve inoltre risultare coerente con la pianificazione di Protezione Civile"* (Norme Tecniche di Attuazione PAI, art.11 Interventi consentiti nelle aree a bassa probabilità di inondazione (B.P.)).




Nell'area di progetto risultano presenti le fasce di pericolosità idraulica alta, media e bassa. Tale vincolo è stato recepito nel progetto non considerando l'area classificata con pericolosità alta e media per l'installazione delle opere principali dell'impianto.

Il cavo di connessione interferisce col Piano Assetto Idrogeologico di Pericolosità idraulica.

La cabina di sezionamento e la cabina di raccolta finale non interferiscono col Piano Assetto Idrogeologico di Pericolosità idraulica.



Legenda

-  Layout di progetto
-  Linea di connessione
-  Nuova stazione elettrica di trasformazione Terna

PAI Puglia\Ofanto - ITR161I020




-  AP
-  MP
-  BP

Figura 3.19: stralcio assetto idrologico (PAI) Puglia/Ofanto UoM ITR161I020



3.5.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

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

La perimetrazione delle aree allagabili rispetto tre diversi livelli di pericolosità è disponibile sul geoportale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Definizione degli scenari di probabilità nel Distretto

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

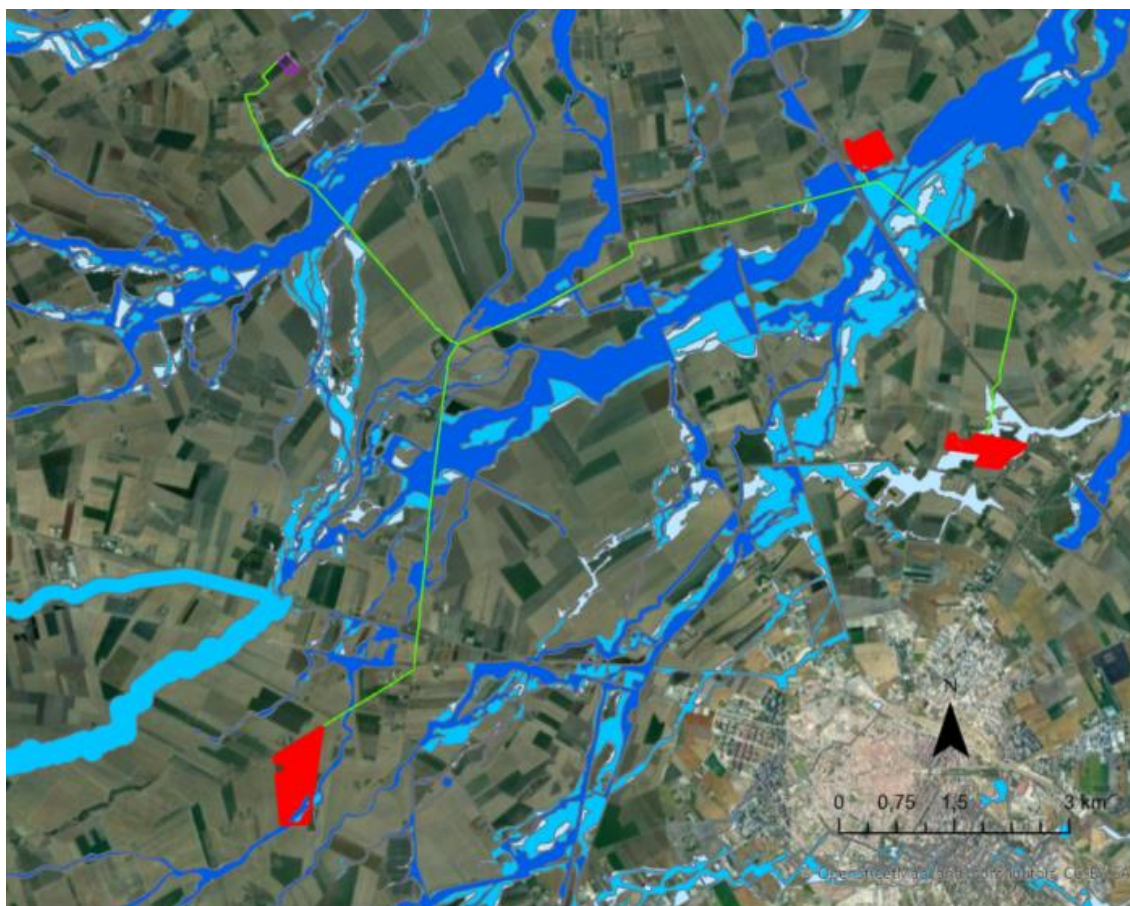
- A. **Aree ad alta pericolosità (HPH):** aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- B. **Aree a media pericolosità (MPH):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore o uguale a 200 anni;
- C. **Aree a bassa pericolosità (LPH):** aree inondabili per tempo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

Nell'area di progetto risultano presenti le fasce di pericolosità idraulica alta, media e bassa. Tale vincolo è stato recepito nel progetto non considerando l'area classificata con pericolosità alta e media per l'installazione delle opere principali dell'impianto.




Eventuali interferenze presenti con corsi irrigui minori saranno superate mediante TOC (trivellazione orizzontale controllata). Si rimanda al paragrafo 5 per lo studio di compatibilità idraulica dell'impianto fotovoltaico e della linea di connessione.

Il cavo di connessione interferisce con il PGRA, nelle aree a pericolosità idraulica alta, media e bassa.

La cabina di sezionamento e la cabina di raccolta finale non interferiscono con le aree di pericolosità del PGRA.



Legenda

-  Layout di progetto
-  Linea di connessione
-  Nuova stazione elettrica di trasformazione Terna

PGRA - ITR161I020

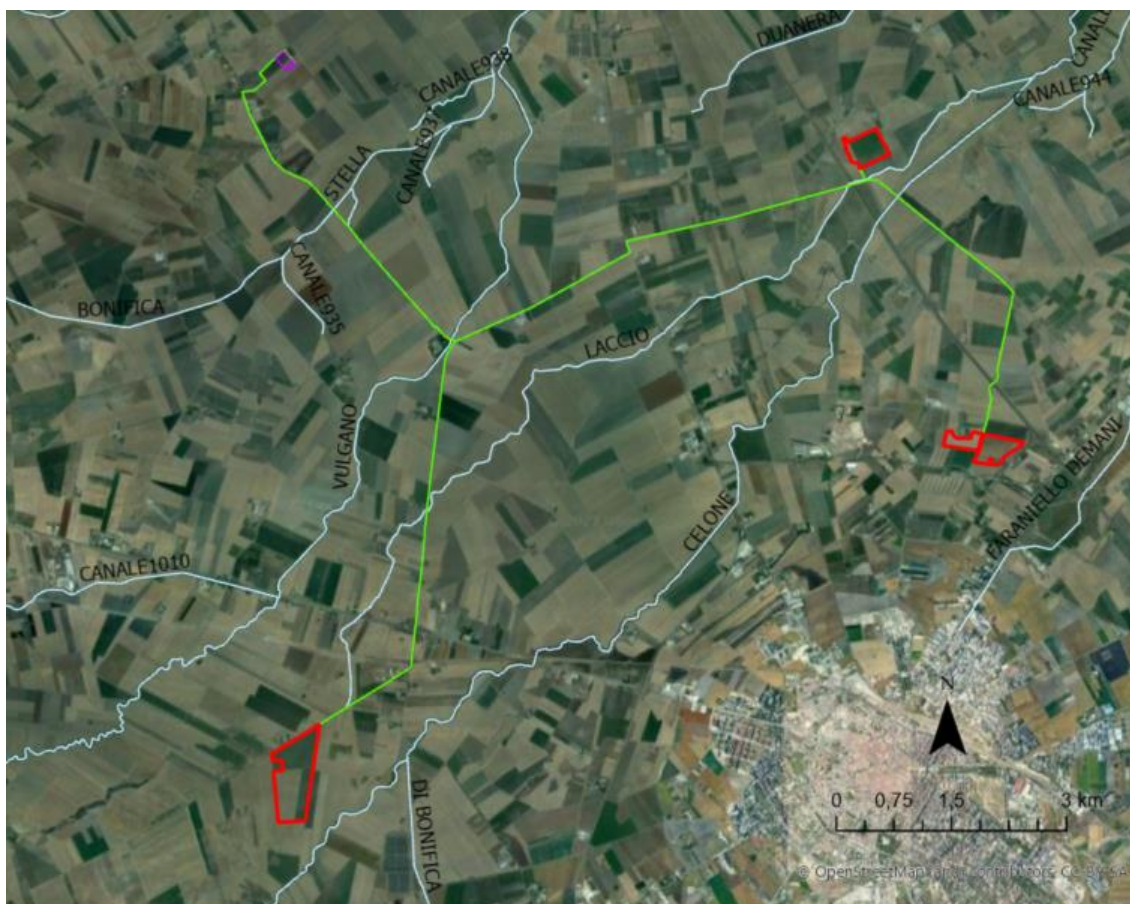
-  HPH
-  MPH
-  LPH

Figura 3.20: stralcio PGRA – Estensione dell'area allagabile associata a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

3.5.3 DBPRIOR10K

Il progetto “Strati Prioritari di Interesse Nazionale” (DBPrior10k), è stato realizzato nell’ambito dell’Intesa Stato-Regioni-Enti Locali sui Sistemi Informativi Geografici (IntesaGIS) a partire dal settembre 2003, ed è stato consegnato dal Centro Interregionale, che ne ha svolto la direzione lavori nel giugno 2005. Esso rappresenta la copertura della viabilità stradale e ferroviaria, dell’**idrografia** e dei limiti amministrativi, in scala 1:10.000, del territorio Nazionale. Tramite il progetto DBPRIOR10K è disponibile il reticolo idrografico dei bacini facenti parte di tale progetto, tra i quali il Candelaro.

Il tracciato del cavo di connessione interferisce col reticolo idrografico.



Legenda





-  Layout di progetto
-  Linea di connessione
-  Nuova stazione elettrica di trasformazione Terna
-  Reticolo Idrografico (DBPRIOR10K)

Figura 3.21: Reticolo idrografico del bacino del Candelaro secondo il progetto DBPRIOR10K.

3.5.4 IGM

L'Istituto geografico militare (IGM) ha il compito di fornire supporto geo-topo-cartografico alle Unità e ai Comandi dell'Esercito italiano. L'istituto svolge le funzioni di ente cartografico dello Stato ai sensi della Legge n. 68 in data 2 febbraio 1960 ed opera alle dipendenze del Comando Militare della Capitale.

Il Geoportale Nazionale fornisce un servizio di consultazione delle cartografie in formato WMS (Web Map Service) contenenti specifiche informazioni territoriali. Un Servizio di Consultazione consente “di eseguire almeno le seguenti operazioni: visualizzazione, navigazione, variazione della scala di visualizzazione (zoom in e zoom out), variazione della porzione di territorio inquadrata (pan), sovrapposizione dei set di dati territoriali consultabili e visualizzazione delle informazioni contenute nelle legende e qualsivoglia contenuto pertinente dei metadati” (Direttiva 2007/2/CE).

In particolar modo, è stata consultata la cartografia di base a scala 1:100.000 dell'IGM per il recepimento di informazioni territoriali e l'identificazione di nuove interferenze.

In aggiunta è stata osservata anche l'ortofoto per validare l'effettiva interferenza con un elemento idrico mappato dall'IGM.

Il tracciato del cavo di connessione interferisce con elementi idrografici riportati nella carta catastale dell'IGM.

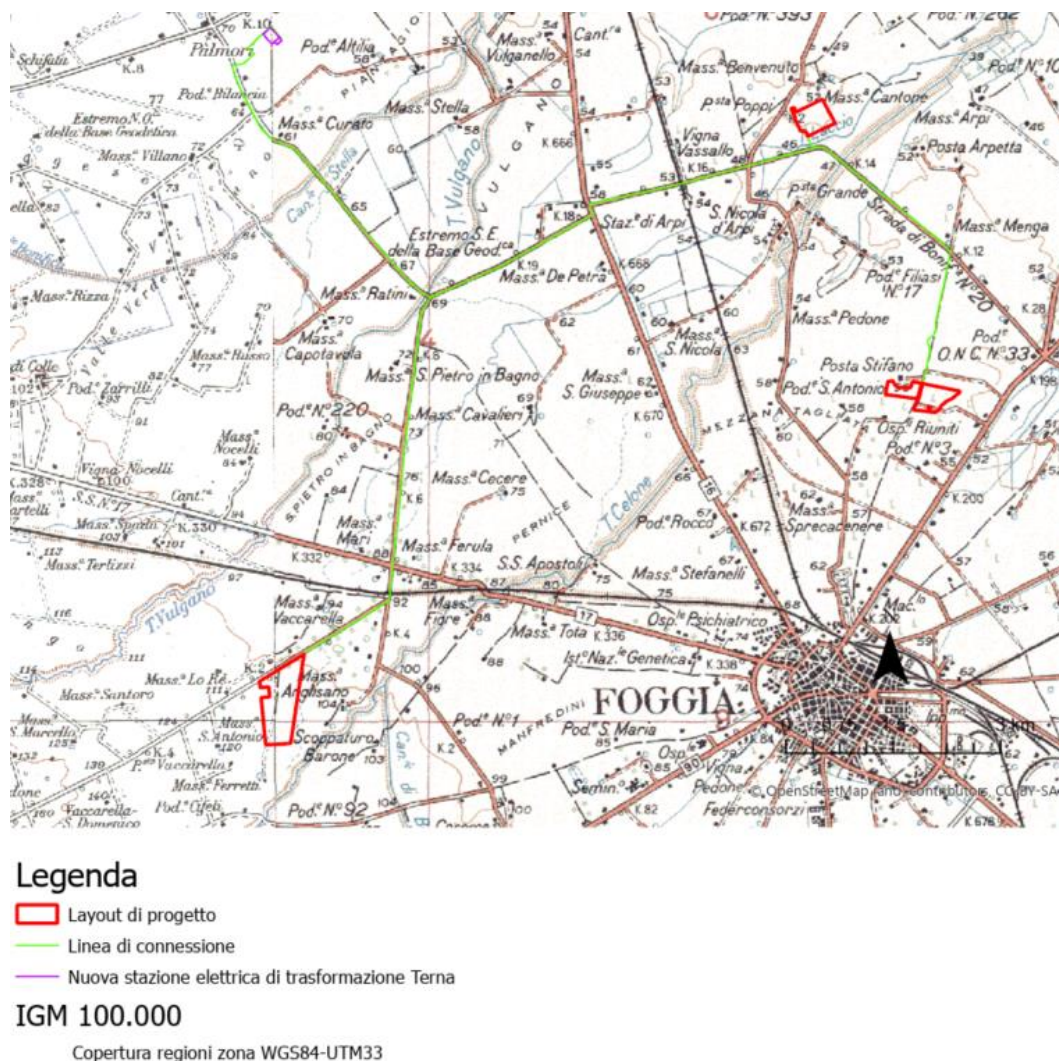


Figura 3.22: Cartografia di base scala 1:100.000 dell'IGM.



4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI

4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- rispetto del PAI sulla base dell'ultimo aggiornamento nella predisposizione del layout;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra tipo tracker con tecnologia moduli BI-facciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a Terna S.p.A.; tale soluzione emessa da Terna con codice pratica 202101017 è stata accettata dalla proponente e prevede la connessione dell'impianto in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Foggia – San Severo".

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 76,77 MW è così costituito da:

- n.1 Cabina di Raccolta. La Cabina di Raccolta finale dell'impianto, a livello di tensione pari a 36 kV, sarà posizionata adiacenza alla nuova SE di Trasformazione di Terna di riferimento;
- n.1 Cabina di Sezionamento. La Cabina di Sezionamento sarà posizionata lungo il tracciato della linea di connessione al fine di sezionare i cavidotti;
- n.3 Cabine di Raccolta 36 kV. 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. 22 Power Station (PS). Le Cabine di Campo (Power Station) 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).

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 alla *2748_5172_FL_VIA_R09_Rev0_Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici* e agli elaborati dedicati.

4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle, indicativamente della potenza di 670 W_p, 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.

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

- Altezza min: 0,65 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 4,926 m (rispetto al piano di campagna).

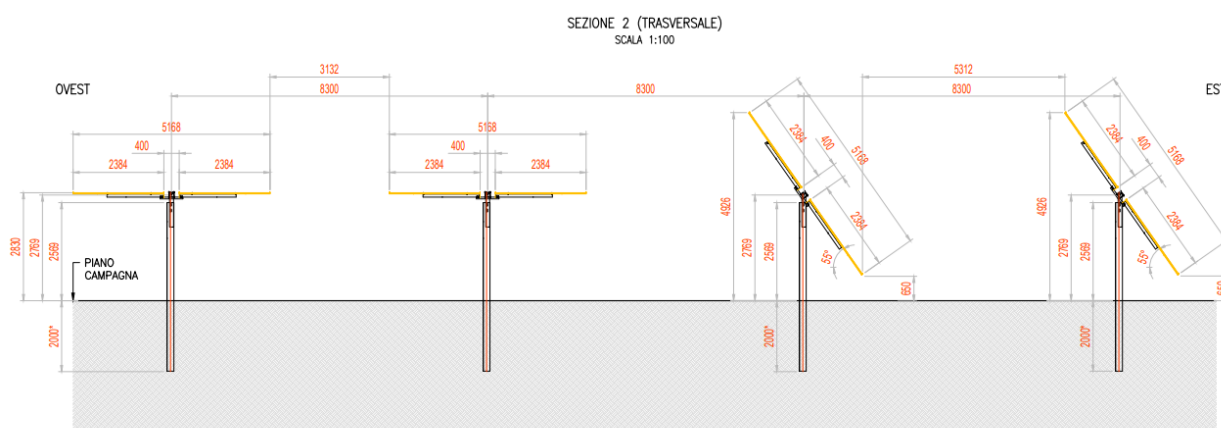


Figura 4.1: Particolare strutture di sostegno moduli, sezione trasversale.

4.1.2 Cabina di Raccolta

È stato ipotizzato il posizionamento della Cabina di Raccolta finale in adiacenza alla nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione Terna di riferimento.

La cabina, esercita anch'essa a livello di tensione 36 kV e sarà suddivisa in 3 locali distinti: sala quadri 36 kV, vano misure, sala quadri BT e controllo. Nella sala quadri 36 kV saranno presenti i quadri con le celle di sezionamento in arrivo e partenza; il vano misure conterrà tutti gli apparati per effettuare le misure da parte del gestore della rete; la sala quadri BT e controllo avrà all'interno i quadri BT per l'alimentazione dei carichi ausiliari o piccoli carichi locali lungo il tracciato di connessione.



4.1.3 Cabina di Sezionamento

All'interno della Cabina di Sezionamento sono presenti i quadri a 36 kV, a 0,6/0,4 kV necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

I dispositivi di protezione comunicano con le protezioni presenti lato cabina di raccolta. Nei particolari il Quadro con tensione di isolamento fino a 42 kV è costruito secondo le disposizioni indicate nella Specifica Tecnica dedicata.

4.1.4 Cabine di Raccolta interne ai campi

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

In questa cabina confluiranno tutti i cavi provenienti dalle diverse Power Station: dalle cabine di raccolta partiranno le linee di connessione verso la nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN. Nella stessa area all'interno delle cabine sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo.

4.1.5 Cabine di campo

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

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

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

4.1.6 String box

La String Box è una cassetta che permette il collegamento in parallelo delle stringhe di una determinata porzione del campo fotovoltaico e nel contempo la protezione delle stesse, attraverso opportuno fusibile dedicato. L'apparato sarà dotato di un sistema di monitoraggio che permetterà di conoscere lo stato di ciascun canale di misura.

L'apparecchiatura sarà progettata per installazione esterna.

4.1.7 Cavi di potenza e di controllo

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

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

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



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

4.1.8 Rete di drenaggio interna

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

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

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

4.1.9 Viabilità del sito

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto (larghezza 3,5 m) e lungo il perimetro (larghezza 4 m).

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine dalla fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale.

Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta.

4.2 LINEA DI CONNESSIONE ALLA RTN

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto tra l'impianto fotovoltaico e una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN.

Le opere di connessione dell'impianto alla nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN attraverseranno alcune aree del Comune di Foggia e di Lucera (FG). In particolare, l'impianto di produzione da fonte solare si conetterà in antenna a 36 kV alla SE di Trasformazione della RTN, da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Foggia -San Severo", attraverso cavidotto 36 kV della lunghezza di circa 22 km.



Figura 4.2: In blu il percorso di connessione dal campo FV (rosso) alla nuova SE di Trasformazione (verde)

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

In corrispondenza dell'attraversamento di interferenze (tubazioni profonde, corsi d'acqua naturali/antropici, opere ferroviarie, ecc.) queste saranno superate mediante adozione della soluzione tecnologica consistente nella TOC. Il paragrafo 5.4 ha inoltre valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.



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

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

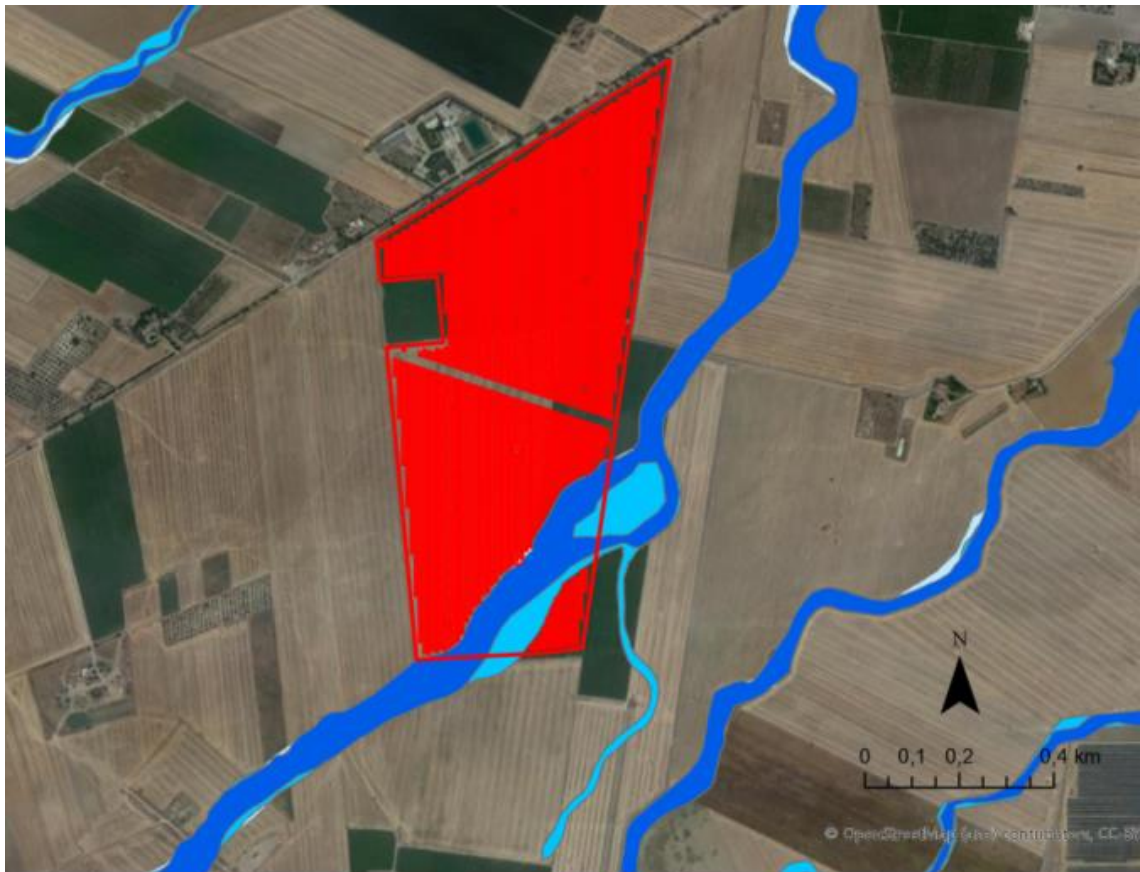
Per la classificazione delle aree si è fatto riferimento al PAI e PGRA, definendo il grado di pericolosità idraulica. In aggiunta è stato consultato il reticolo idrografico del bacino Candelaro tracciato dal progetto DBPRIOR10K e la carta catastale scala 1:100.000 dell'IGM per valutare l'interferenza con corsi e canali minori. La presenza di eventuali rigagnoli è stata confermata dalla visione di ortofoto e fotografie eseguite in sopralluogo.

5.1 INTERFERENZE - LAYOUT DI PROGETTO


Nelle aree catastali disponibili per l'impianto fotovoltaico sono presenti:

- un'area a pericolosità idraulica media e alta, secondo l'ultimo aggiornamento del PAI e del PGRA, come mostrato in Figura 5.1. L'area di progetto di interesse è la A.
- un'area a pericolosità idraulica bassa, media e alta, secondo l'ultimo aggiornamento del PAI e del PGRA, come mostrato in Figura 5.2. L'area di progetto di interesse è la B.
- un'area a pericolosità idraulica bassa, secondo l'ultimo aggiornamento del PAI e del PGRA, come mostrato in Figura 5.3. L'area di progetto di interesse è la C.

Tali vincoli sono stati recepiti nel progetto non considerando le aree classificate con pericolosità idraulica media e alta per l'installazione delle opere principali dell'impianto.



Legenda

 Layout di progetto

PAI Puglia\Ofanto - ITR161I020

 AP

 MP

 BP

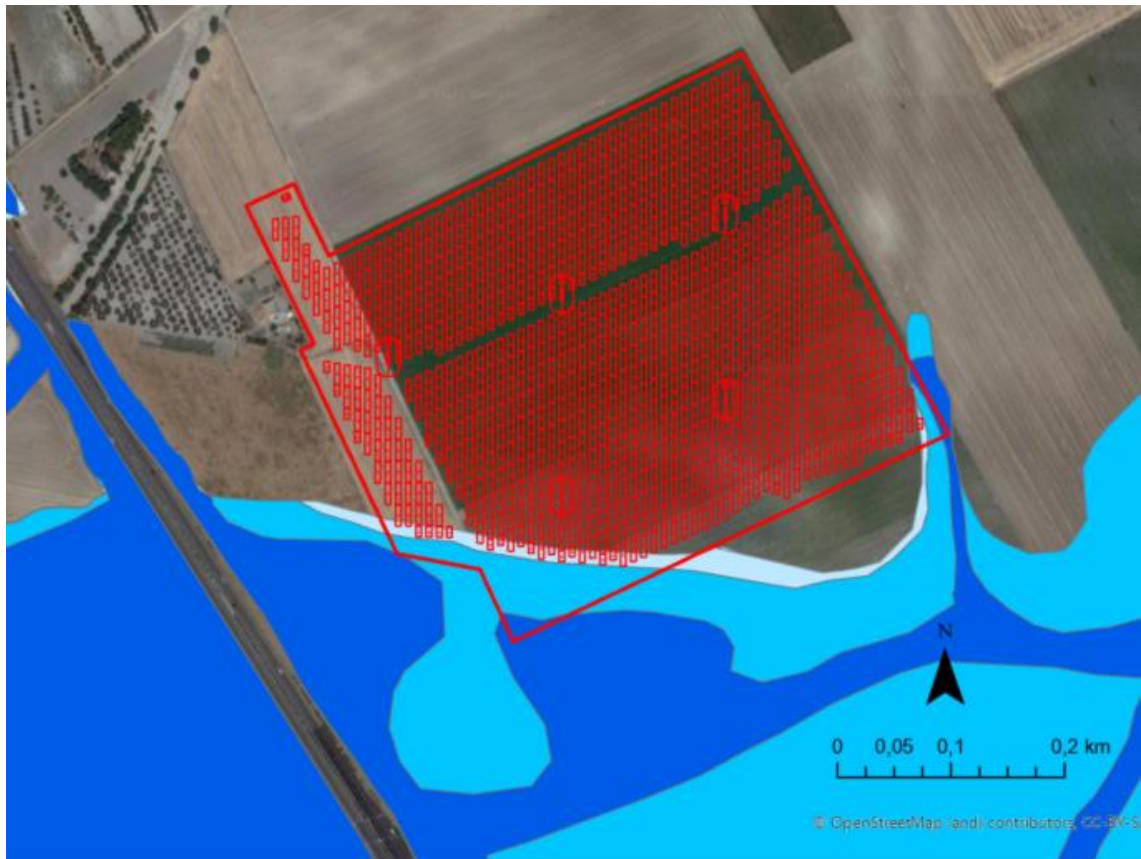
PGRA - ITR161I020

 HPH

 MPH

 LPH

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



Legenda

Layout di progetto

PAI Puglia\Ofanto - ITR161I020

AP

MP

BP

PGRA - ITR161I020

HPH

MPH

LPH

Figura 5.2: Area di progetto interessata da aree B a pericolosità.



Legenda

Layout di progetto

PAI Puglia\Ofanto - ITR161I020

AP

MP

BP

PGRA - ITR161I020

HPH

MPH

LPH

Figura 5.3: Area di progetto interessata da aree C a pericolosità.

Come si può notare dalle dalla Figura 5.1 e dalla Figura 5.2, in alcune zone dell'area A e B, la recinzione è localizzata in aree a pericolosità idraulica alta ma non interferisce poiché da progetto tutte le recinzioni sono previste con un rialzo di 20 cm dal piano campagna.

5.2 INTERFERENZE - LINEA DI CONNESSIONE

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

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

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico avverrà tramite linee in cavo a diversi livelli di tensione e i cavi saranno posizionati ai sensi della normativa vigente. Nel corso della relazione, è stata verificata la profondità di rinterro tale per cui l'opera in progetto risulta non interferente con la dinamica fluviale.



Nei casi in cui non è necessaria la tecnologia *trenchless* e la profondità di interro da normativa risulta più restrittiva rispetto a quella dei calcoli idraulici, si potrà adottare la soluzione di interramento.

La tabella di seguito riporta un riepilogo per i vari punti analizzati lungo il percorso di connessione, indicando il livello di pericolosità individuato e la tecnologia prevista per la risoluzione dell'interferenza ove presente. Il paragrafo 5.3 riporta la metodologia di analisi qualitativa e quantitativa per la definizione della minima profondità di posa.

Tabella 5.1: Interferenze con il percorso di connessione.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P1	Laccio	Alta	TOC
P2	Vulgano	Alta	TOC
P3	Stella	Alta	TOC
P4	Laccio	Alta	Tecnologia trenchless
P5	Laccio	Alta	Tecnologia trenchless
P6	Celone	Alta	TOC
A1	Area allagabile	Alta, media, bassa (PAI e PGRA)	Cavo interrato
A2	Area allagabile	Alta, media, bassa (PAI e PGRA)	Cavo interrato
A3	Area allagabile	Alta, media, bassa (PAI e PGRA)	Cavo interrato
A4	Area allagabile	Alta, media, bassa (PAI e PGRA)	Cavo interrato



Legenda






-  Layout di progetto
-  Linea di connessione
-  Nuova stazione elettrica di trasformazione Terna
-  Interferenze connessione
-  Interferenze aree allagabili

Figura 5.4: Ubicazione delle interferenze lungo la linea di connessione.

5.3 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC

5.3.1 Analisi qualitativa

In seguito all'identificazione dei punti di interferenza, per gli attraversamenti di corsi d'acqua naturali/antropici è stata effettuata un'analisi qualitativa di stabilità dei tratti di interesse. L'analisi è stata condotta sulla base delle indicazioni HEC-20 - Stream Stability at Highway Structures – FHWA.

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

Gli indicatori di stabilità considerati sono stati:

1. Caratteristiche e attività del bacino e delle golene: è stato valutato il grado di interferenze dovuto all'esercizio di attività come pascoli, allevamenti, costruzioni, infrastrutture, ecc.
2. Periodicità caratteristica: periodicità e frequenza del flusso (effimero, regolare, flash flood, ecc) e clima (umido, semiarido, arido);
3. Classificazione geomorfologica del canale;



4. Presenza e tipologia di aree golenali. Grado di confinamento, quindi se il canale è delimitato da argini, infrastrutture;
5. Materiale di fondo e granulometria tipologica;
6. Presenza delle barre e caratteristiche dell'asta (pendenza longitudinale, il rapporto tra larghezza/altezza della sezione di interesse);
7. Potenziali ostruzioni;
8. Caratteristiche dello stato delle golene e delle sponde;
9. Pendenza media delle sponde;
10. Grado di protezione delle sponde sulla base della copertura vegetale o di opere di ingegneria;
11. Valutazione del livello di frastagliamento della sponda;
12. Segni di cedimenti delle golene ed eventuali evidenze di trasporto di materiale;
13. Allineamento di eventuali ponti e pile rispetto al flusso.

5.3.2 Analisi quantitativa

L'analisi quantitativa è stata effettuata in corrispondenza delle interferenze P1, P2, P3, P4, P5 e P6.

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

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

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

L'erosione totale potenziale è stata valutata come somma:

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

Erosione a lungo termine

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

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

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

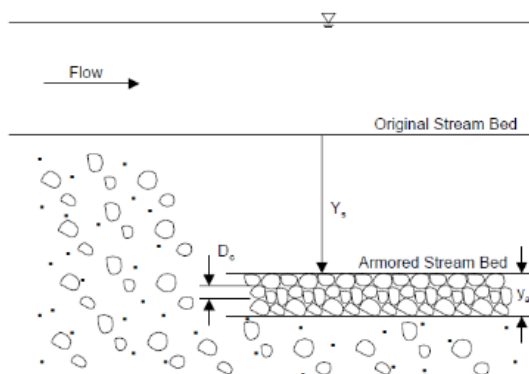


Figura 5.5: Dinamica erosione a lungo termine per corazzamento (fonte FHWA).

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

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

- 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.

Erosione da contrazione e da pile in corrispondenza di ponti stradali

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

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

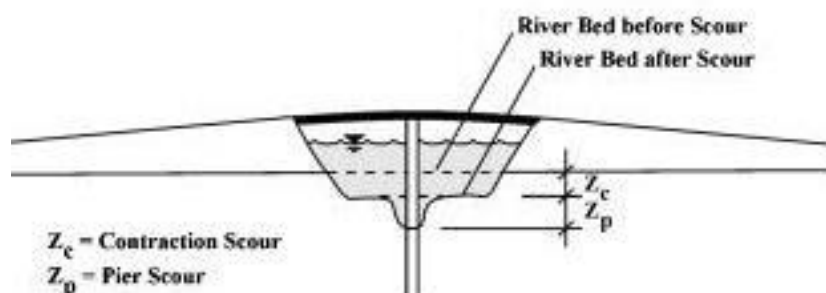


Figura 5.6: Erosioni assunte in corrispondenza di un ponte di attraversamento stradale (fonte FHWA).

Contrazione

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

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

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

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

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

Pile e spalle

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

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

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

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

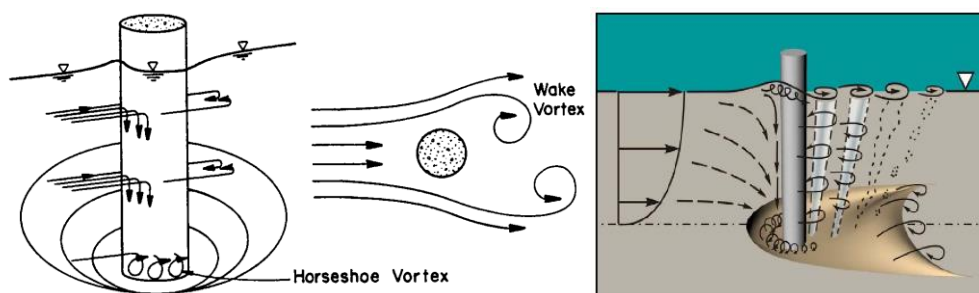


Figura 5.7: Dinamica di erosione in corrispondenza di pile strette (fonte FHWA).

5.4 RISOLUZIONE INTERFERENZE LINEA DI CONNESSIONE

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

Lungo il percorso di connessione alla cabina di trasformazione sono state individuate 10 interferenze (6 puntuali e 2 areali). 6 interferenze con corsi idrici e 4 interferenze con fasce di pericolosità idraulica alta, media, bassa secondo il PAI Puglia-Ofanto e PGRA, appartenente al Distretto dell'Appennino Meridionale (DAM).

5.4.1 P1

Identificazione

L'interferenza è situata lungo la strada provinciale SP13 situata nel comune di Lucera. In questo punto, il tracciato della linea di connessione interferisce con l'elemento idrico denominato "Laccio", a cui è assegnata una pericolosità alta secondo il PAI e il PGRA.

Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia TOC.

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

Tabella 5-2: Riepilogo interferenza P01.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P1	Laccio	Alta	TOC



Figura 5.8: Ubicazione interferenza P1 e stralcio PGRA e PAI – pericolosità alta.

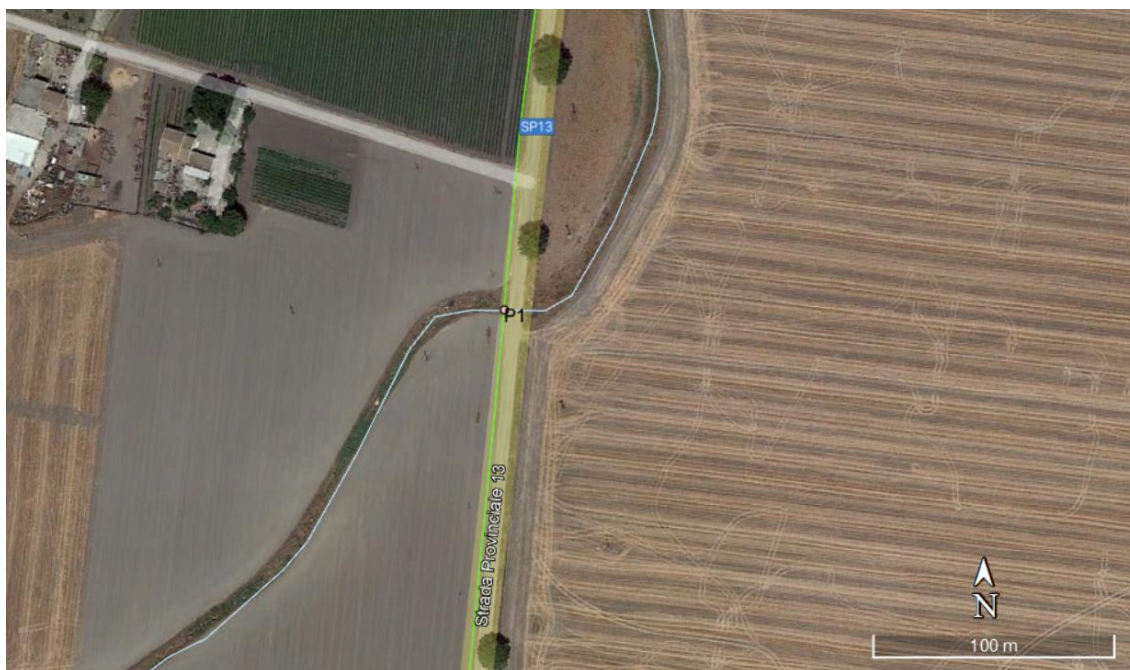


Figura 5.9: Ortofoto interferenza P1.



Figura 5.10: Interferenza P1

Osservazioni

L'interferenza è legata ad un affluente del Torrente Celone, denominato "Laccio". La sezione dell'alveo è stabile, le sponde risultano poco rinverdite. Il passaggio del canale avviene al di sotto del manto stradale. Secondo la mappa di uso del suolo, si tratta di un'area di colture intensive.



Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di **68** rientrando così nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

A causa della pericolosità alta in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P1.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a 2,5 metri.

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

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

5.4.2 P2

Identificazione

L'interferenza è situata lungo la strada provinciale SP13 situata nel comune di Lucera. In questo punto, il tracciato della linea di connessione, seguendo il percorso della viabilità esistente, interferisce con l'elemento idrico denominato “Vulgano”, a cui è assegnata una pericolosità alta secondo il PAI e il PGRA.

Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia TOC.

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

Tabella 5-3: Riepilogo interferenza P2.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P2	Vulgano	Alta	TOC



Figura 5.11: Ubicazione interferenza P2 e stralcio PGRA e PAI – pericolosità alta.

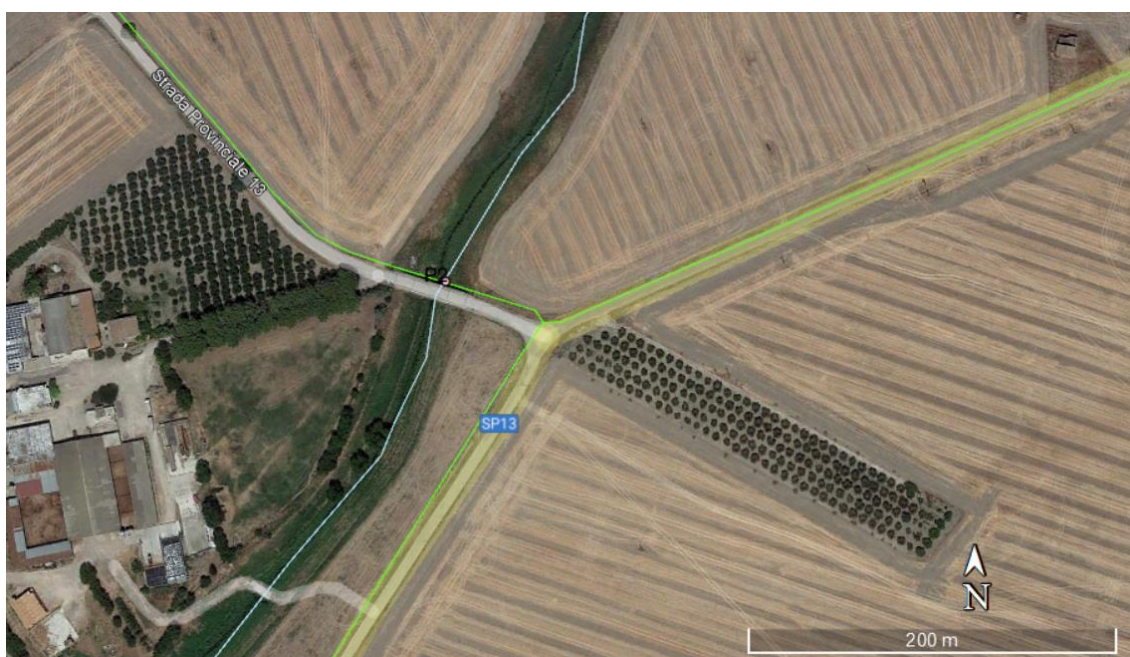


Figura 5.12: Ortofoto interferenza P2.



Osservazioni

L'interferenza è legata ad un affluente del Torrente Salsola, denominato "Vulcano". La sezione dell'alveo è stabile, le sponde risultano rinverdite. Il passaggio del canale avviene al di sotto del manto stradale. Secondo la mappa di uso del suolo, si tratta di un'area di colture intensive.

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

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di **65** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

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

Si prevede una profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a 2,5 metri.

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

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

5.4.3 P3

Identificazione

L'interferenza è situata lungo la strada provinciale SP13 situata nel comune di Lucera. In questo punto, il tracciato della linea di connessione, seguendo il percorso della viabilità esistente, interferisce con l'elemento idrico denominato "Stella", a cui è assegnata una pericolosità alta secondo il PAI e il PGRA.

Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia TOC.

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

Tabella 5-4: Riepilogo interferenza P2.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P3	Stella	Alta	TOC

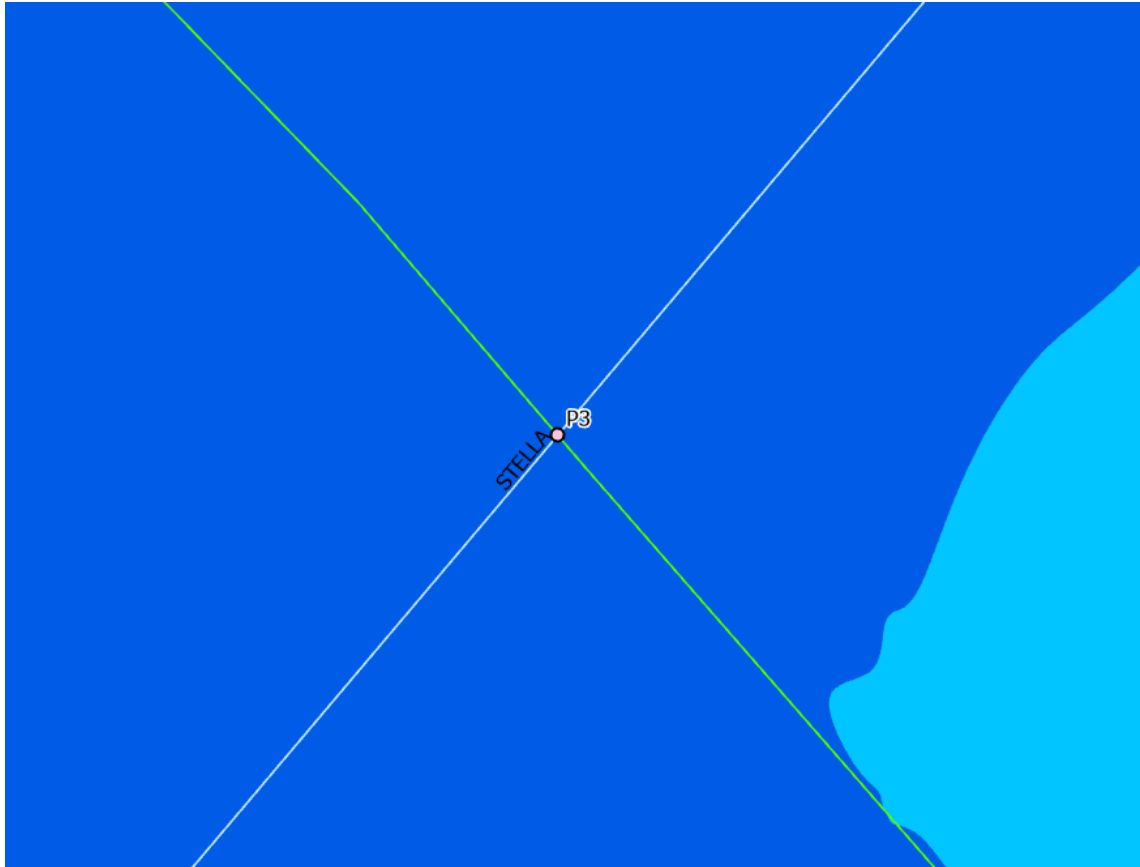


Figura 5.13: Ubicazione interferenza P3 e stralcio PGRA e PAI – pericolosità alta.



Figura 5.14: Ortofoto interferenza P3.



Figura 5.15: Interferenza P3

Osservazioni

L'interferenza è legata ad un affluente del Torrente Vulgano, denominato "Stella". La sezione dell'alveo è stabile, le sponde risultano rinverdite. Il passaggio del canale avviene al di sotto del manto stradale. Secondo la mappa di uso del suolo, si tratta di un'area di colture intensive.

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

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di **57** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

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

Si prevede una profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a 2,5 metri.

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

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

5.4.4 P4

Identificazione

L'interferenza è situata lungo la strada 20 Bonafica situata nel comune di Foggia. In questo punto, il tracciato della linea di connessione, seguendo il percorso della viabilità esistente, interferisce con l'elemento idrico denominato "Laccio", a cui è assegnata una pericolosità alta secondo il PAI e il PGRA. Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia trenchless.

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

Tabella 5-5: Riepilogo interferenza P2.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P4	Laccio	Alta	Tecnologia trenchless



Figura 5.16: Ubicazione interferenza P4 e stralcio PGRA e PAI – pericolosità alta.



Figura 5.17: Ortofoto interferenza P4.



Figura 5.18: Interferenza P4.



Osservazioni

L'interferenza è legata ad un affluente del Torrente Celone, denominato "Laccio". La sezione dell'alveo è stabile, le sponde risultano rinverdite. Il passaggio del canale avviene al di sotto del manto stradale. Secondo la mappa di uso del suolo, si tratta di un'area di colture intensive.

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

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di **55** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

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

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

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

5.4.5 P5

Identificazione

L'interferenza è situata a fianco della strada 20 Bonafica situata nel comune di Foggia, nelle vicinanze dell'Autostrada Adriatica. In questo punto, il tracciato della linea di connessione interferisce con l'elemento idrico denominato "Laccio", a cui è assegnata una pericolosità alta secondo il PAI e il PGRA.

Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia *trenchless*.

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

Tabella 5-6: Riepilogo interferenza P2.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P5	Laccio	Alta	Tecnologia trenchless



Figura 5.19: Ubicazione interferenza P5 e stralcio PGRA e PAI – pericolosità alta.



Figura 5.20: Ortofoto interferenza P5.



Figura 5.21: Interferenza P5.



Osservazioni

L'interferenza è legata ad un affluente del Torrente Celone, denominato "Laccio". La sezione dell'alveo è stabile, le sponde risultano rinverdite. Il passaggio del canale avviene al di sotto del manto stradale. Secondo la mappa di uso del suolo, si tratta di un'area di colture intensive.

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

Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di **63** rientrando così nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

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

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

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

5.4.6 P6

Identificazione

L'interferenza è situata lungo la strada 20 Bonafica situata nel comune di Foggia. In questo punto, il tracciato della linea di connessione, seguendo il percorso della viabilità esistente, interferisce con il torrente denominato "Celone", a cui è assegnata una pericolosità alta secondo il PAI e il PGRA.

Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia TOC.

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

Tabella 5-7: Riepilogo interferenza P2.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P6	Celone	Alta	TOC

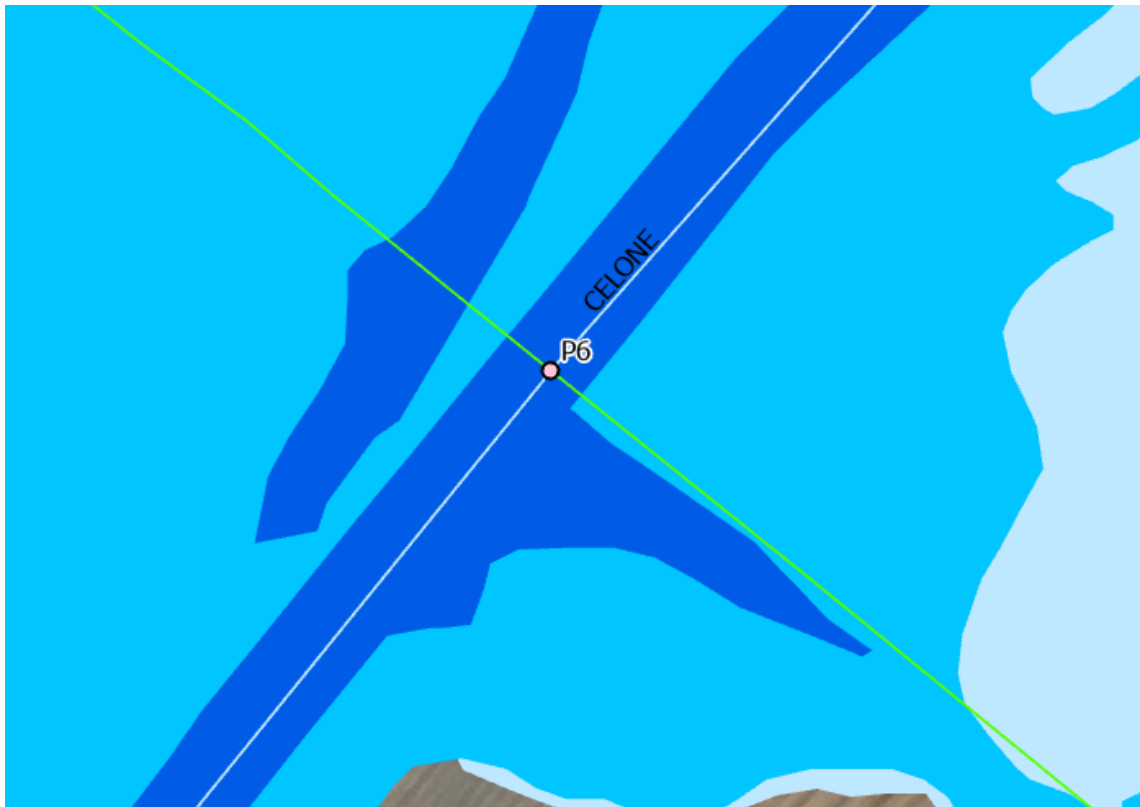


Figura 5.22: Ubicazione interferenza P6 e stralcio PGRA e PAI – pericolosità alta.



Figura 5.23: Ortofoto interferenza P6.



15

Figura 5.24: Interferenza P6.

Osservazioni

L'interferenza è legata ad un affluente del Torrente Candelaro, denominato "Celone". La sezione dell'alveo è stabile, le sponde risultano rinverdite. Il passaggio del canale avviene al di sotto del manto stradale. Secondo la mappa di uso del suolo, si tratta di un'area di colture intensive.

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



Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di **70** rientrando così nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

Verifica di compatibilità idraulica

A causa della pericolosità alta in cui ricade il tracciato, la posa del cavo verrà eseguita mediante perforazione **TOC** in P06.

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

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

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

5.4.7 A1

Identificazione

Per un'estensione di circa 1400 metri, il cavo attraverserà un'area allagabile di pericolosità idraulica alta, media e bassa secondo il PAI e PGRA. L'interferenza è situata lungo la Strada Provinciale SP13, tratto di strada viabile asfaltato. Trattandosi di un'area alluvionale di pericolosità idraulica è necessaria una verifica di compatibilità idraulica per consentire la posa del cavo in condizioni di sicurezza.

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

Tabella 5-8: Riepilogo interferenza A1.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A1	Area allagabile	Alta, media e bassa	Cavo interrato



Figura 5.25: Stralcio PAI, con le fasce di pericolosità alta (blu), media (azzurro) e bassa (celeste). In arancione tratteggiato il tratto in esame.



Figura 5.26: ortofoto interferenza.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del corso idrico del Laccio. La distanza in questa zona tra il cavo di connessione e l'alveo fluviale è nulla nel punto P1 e di circa 800 metri nel punto di massima distanza. L'area in oggetto presenta colture intensive.

Dalla visione delle immagini ortografiche, dal 2002 al 2019, non si evidenziano segni di erosione.

Verifica di compatibilità idraulica

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, alla profondità di **1,5 metri**, per l'intera estensione dell'area allagabile. Pertanto, nell'eventualità di allagamento, il cavo sarà protetto dall'erosione.

Si ritiene quindi superata l'interferenza A1 ed idraulicamente compatibile.

5.4.8 A2

Identificazione

Per un'estensione di circa 1100 metri, il cavo attraverserà un'area allagabile di pericolosità idraulica alta, media e bassa secondo il PAI e PGRA. L'interferenza è situata lungo la Strada Provinciale SP13, tratto di

strada viabile asfaltato. Trattandosi di un'area alluvionale di pericolosità idraulica, è necessaria una verifica di compatibilità idraulica per consentire la posa del cavo in condizioni di sicurezza.

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

Tabella 5-9: Riepilogo interferenza A2.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A2	Area allagabile	Alta, media e bassa	Cavo interrato

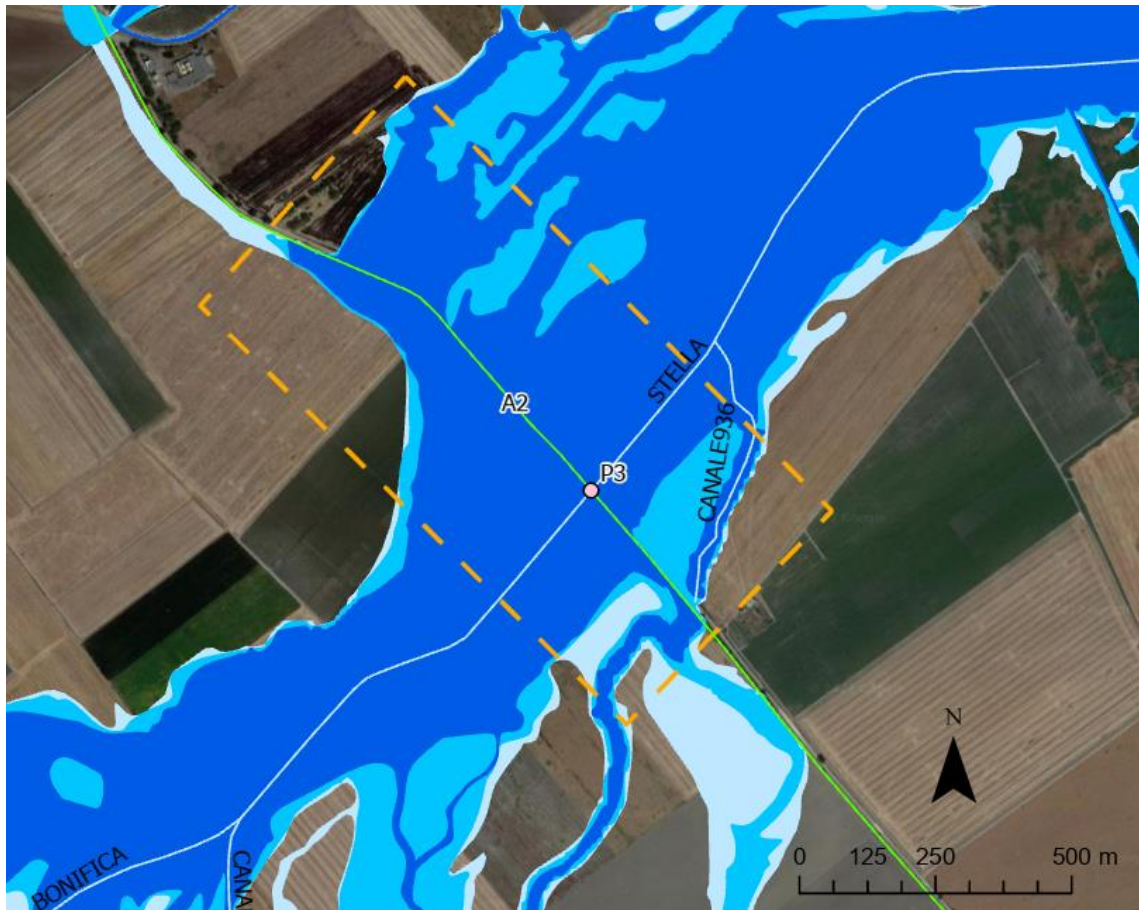


Figura 5.27: Stralcio PAI, con le fasce di pericolosità alta (blu), media (azzurro) e bassa (celeste). In arancione tratteggiato il tratto in esame.



Figura 5.28: ortofoto interferenza.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del corso idrico Stella. La distanza in questa zona tra il cavo di connessione e l'alveo fluviale è nulla nel punto P3 e di circa 800 metri nel punto di massima distanza. L'area in oggetto presenta colture intensive.

Dalla visione delle immagini ortografiche, dal 2002 al 2019, non si evidenziano segni di erosione dovute a esondazioni passate.

Verifica di compatibilità idraulica

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

Si ritiene quindi superata l'interferenza A2 ed idraulicamente compatibile.

5.4.9 A3

Identificazione

Per un'estensione di circa 1700 metri, il cavo attraverserà un'area allagabile di pericolosità idraulica alta, media e bassa secondo il PAI e PGRA. Trattandosi di un'area alluvionale di pericolosità idraulica, è necessaria una verifica di compatibilità idraulica per consentire la posa del cavo in condizioni di sicurezza.

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

Tabella 5-10: Riepilogo interferenza A3.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A3	Area allagabile	Alta, media e bassa	Cavo interrato

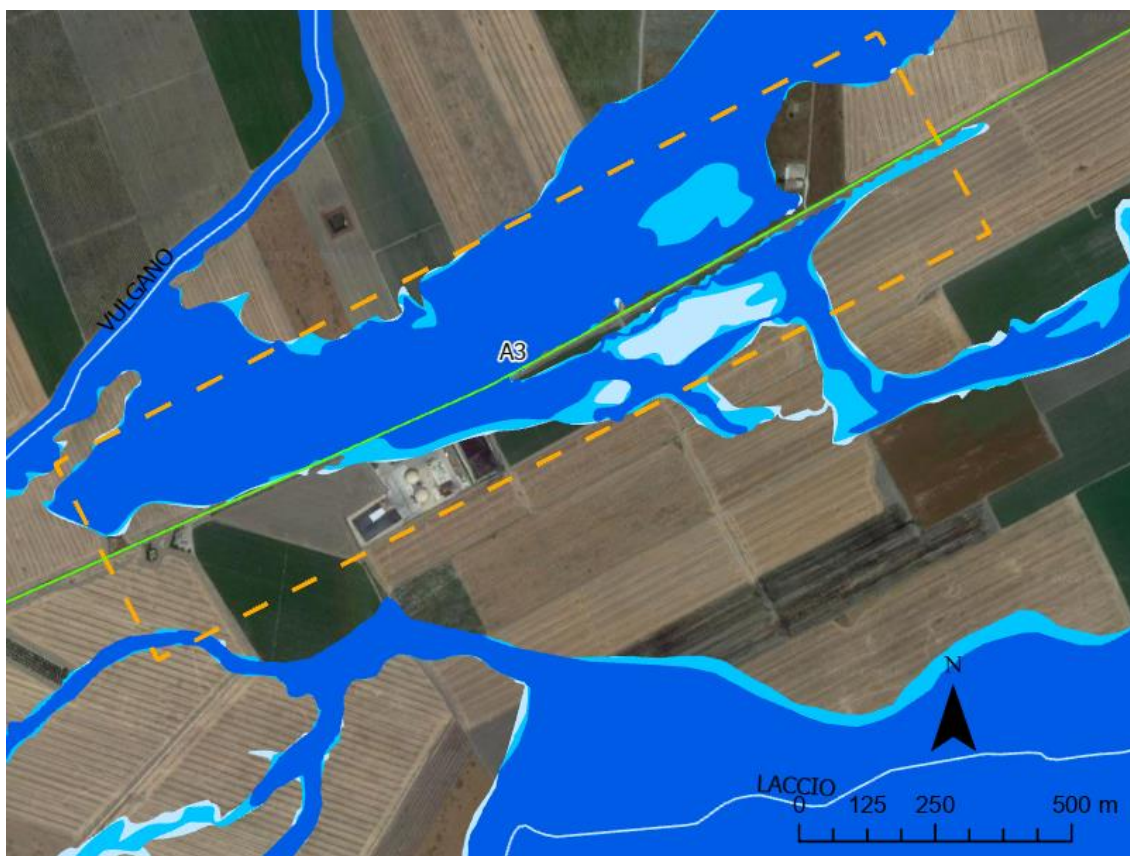


Figura 5.29: Stralcio PAI, con le fasce di pericolosità alta (blu), media (azzurro) e bassa (celeste). In arancione tratteggiato il tratto in esame.



Figura 5.30: ortofoto interferenza.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del torrente Vulcano, dal quale il tracciato del cavo di connessione dista circa mediamente 600 metri. L'area in oggetto presenta colture intensive.

Dalla visione delle immagini ortografiche, dal 2002 al 2019, non si evidenziano segni di erosione dovute a esondazioni passate.

Verifica di compatibilità idraulica

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

Si ritiene quindi superata l'interferenza A3 ed idraulicamente compatibile.

5.4.10A4

Identificazione

Per un'estensione di circa 1200 metri, il cavo attraverserà un'area allagabile di pericolosità idraulica alta, media e bassa secondo il PAI e PGRA. L'interferenza è situata lungo la Strada 20 Bonafica, tratto di strada viabile asfaltato. Trattandosi di un'area alluvionale di pericolosità idraulica, è necessaria una verifica di compatibilità idraulica per consentire la posa del cavo in condizioni di sicurezza.

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

Tabella 5-11: Riepilogo interferenza A4.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A4	Area allagabile	Alta, media e bassa	Cavo interrato

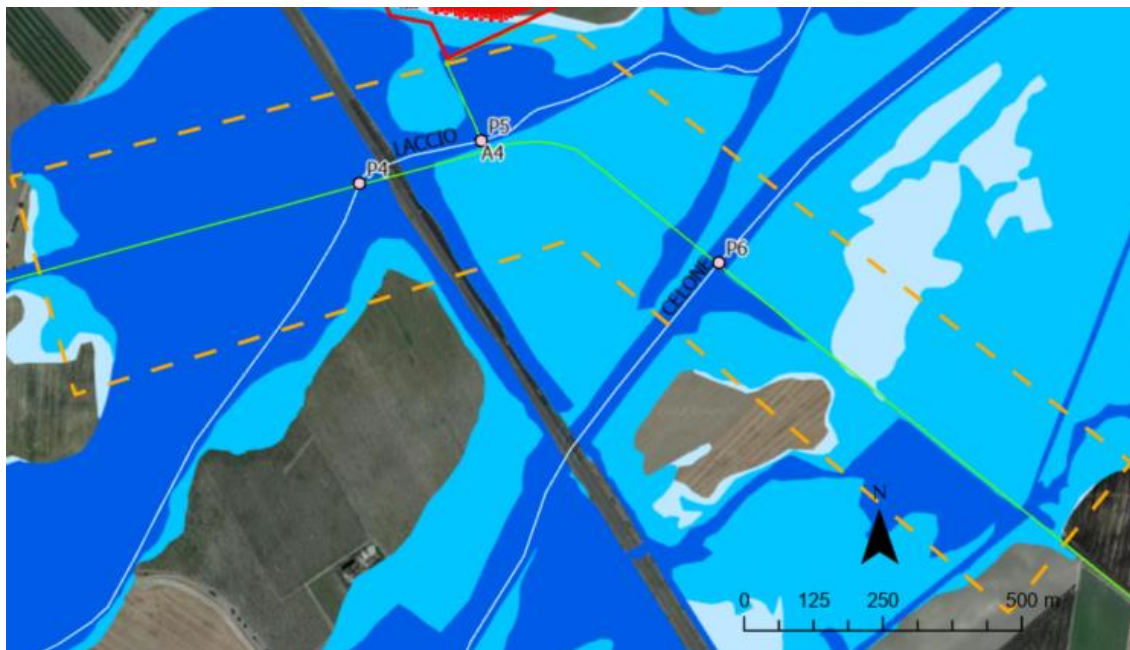


Figura 5.31: Stralcio PAI, con le fasce di pericolosità alta (blu), media (azzurro) e bassa (celeste). In arancione tratteggiato il tratto in esame.



Figura 5.32: ortofoto interferenza.

Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del corso idrico Laccio e Celone, dal quale il tracciato del cavo di connessione interseca i due corsi idrici. L'area in oggetto presenta colture intensive.

Dalla visione delle immagini ortografiche, dal 2002 al 2019, non si evidenziano segni di erosione.



Verifica di compatibilità idraulica

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

Si ritiene quindi superata l'interferenza A4 ed idraulicamente compatibile.



6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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

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

6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE

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

I mesi estivi sono caratterizzati da siccità dovuta alle masse d'aria calda e secca tropicale che dominano sul bacino del Mediterraneo. I mesi invernali e autunnali presentano frequente nuvolosità e piogge relativamente abbondanti, recate in genere da venti sciroccali, avvicendate con periodi sereni e piuttosto freddi provocati da venti settentrionali e di Nord Est.

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

La minore piovosità si osserva sul Tavoliere, con valori totali annui al di sotto dei 450 mm ed in una ristretta fascia costiera intorno a Taranto. Nel Subappennino Dauno si avvicina a 900 mm annui e la maggior parte delle aree pianeggianti ha meno di 700 mm annui. In tutta la regione, le precipitazioni si concentrano per oltre il 60% nei mesi autunno-invernali, con massimi nel Salento dove raggiungono l'80%. Il ciclo annuo mostra un solo massimo di piovosità ben distinto in novembre o in dicembre, mentre il minimo quasi sempre ricade in luglio per tutta la regione.

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

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

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

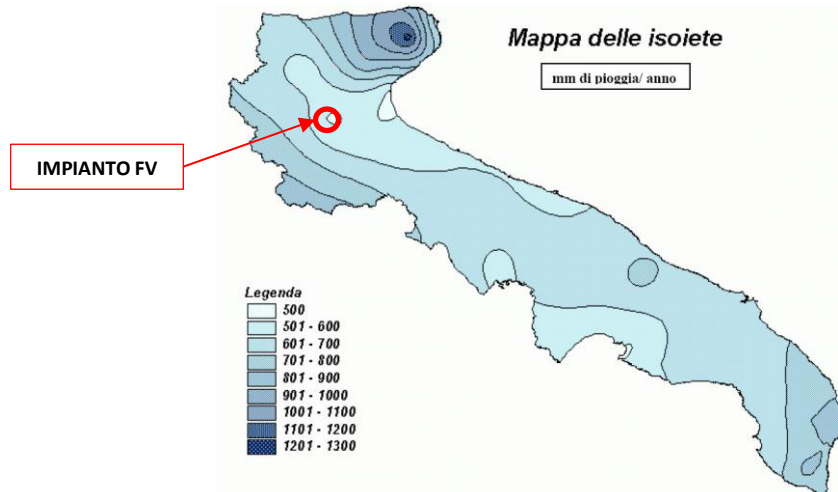


Figura 6.1: Mappa delle isoiete della Regione Puglia.

6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

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

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

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

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

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

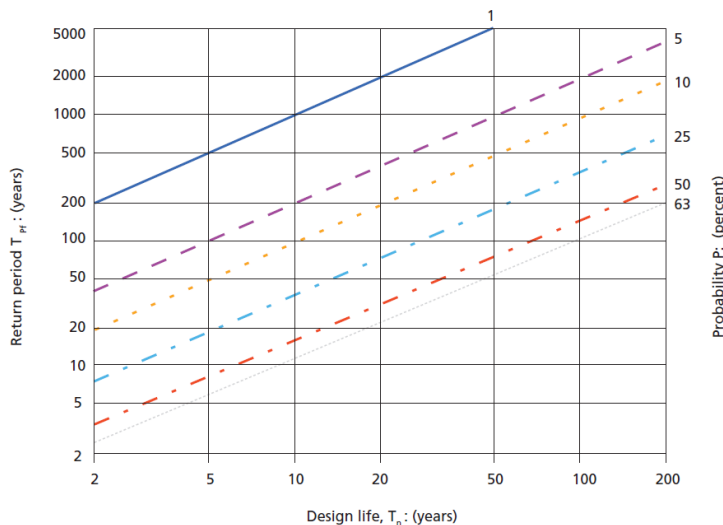


Figura 6.2: Probabilità che un evento con determinate Tempo di ritorno si verifichi in N anni.

Essendo che la durata della vita utile dell'impianto fotovoltaico in oggetto è assunta pari a 30 anni, il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a 30 anni.

6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

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

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

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

Secondo quanto previsto dalla "Relazione di Piano (dic. 2004) – AdB" lo studio idrologico a livello di bacino per la determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno è da condurre in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionali di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) e deve in ogni caso tener conto dei dati raccolti dagli Uffici periferici dell'ex Servizio Mareografico e Idrografico Nazionale e da eventuali elaborazioni dei dati prodotti dagli stessi Uffici.

L'analisi pluviometrica è stata svolta sulla base dell'Analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 ora e 24 ore. Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987) in cui per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello è stato fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liritano, 1994).

Il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia dal punto di vista dell'approccio pluviometrico, sulla base dei risultati ottenuti è stato pertanto suddiviso in sei aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica (CPP).

L'area in cui ricade l'intervento in oggetto è nella sottozona omogenea 2 della Puglia, vedasi Figura 6.3, da cui risulta la seguente equazione determinante la CPP:

$$h(t) = 22,23 T_c^{0,247} \quad (2)$$

Dove:

$h(t,z)$ = Altezza della pioggia (mm) per fissata durata t e quota z ;
 T_c = durata dell'evento pluviale (ore).

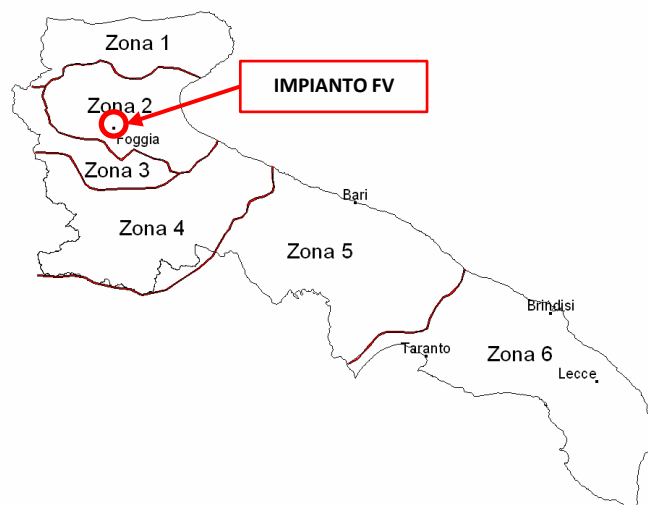


Figura 6.3: Sottostazioni pluviometriche omogenee (Zona 2) e aree di progetto (rosso).

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

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

Dove:

$h_{60,T}$ = Altezza di precipitazione (mm) con durata pari a 60 min e fissato T ;
 s = coefficiente dipendente dalla regione in esame, per la Puglia assunto pari a 0,227.

A tali altezze di precipitazione vanno applicati inoltre coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al Fattore di Riduzione Areale K_A (funzione della superficie del bacino espressa in kmq, e della durata dell'evento di progetto espressa in ore).

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

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

dove T è il Tempo di Ritorno di progetto considerato.

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

$$K_A = 1 - (1 - e^{-0.0021A}) \cdot e^{-0.53d^{0.25}} \quad (5)$$

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

Di seguito si riportano le Curve di Possibilità pluviometrica distinte per eventi pluviali di durata superiore o inferiore ad 1h e per diversi tempi di ritorno (2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni).

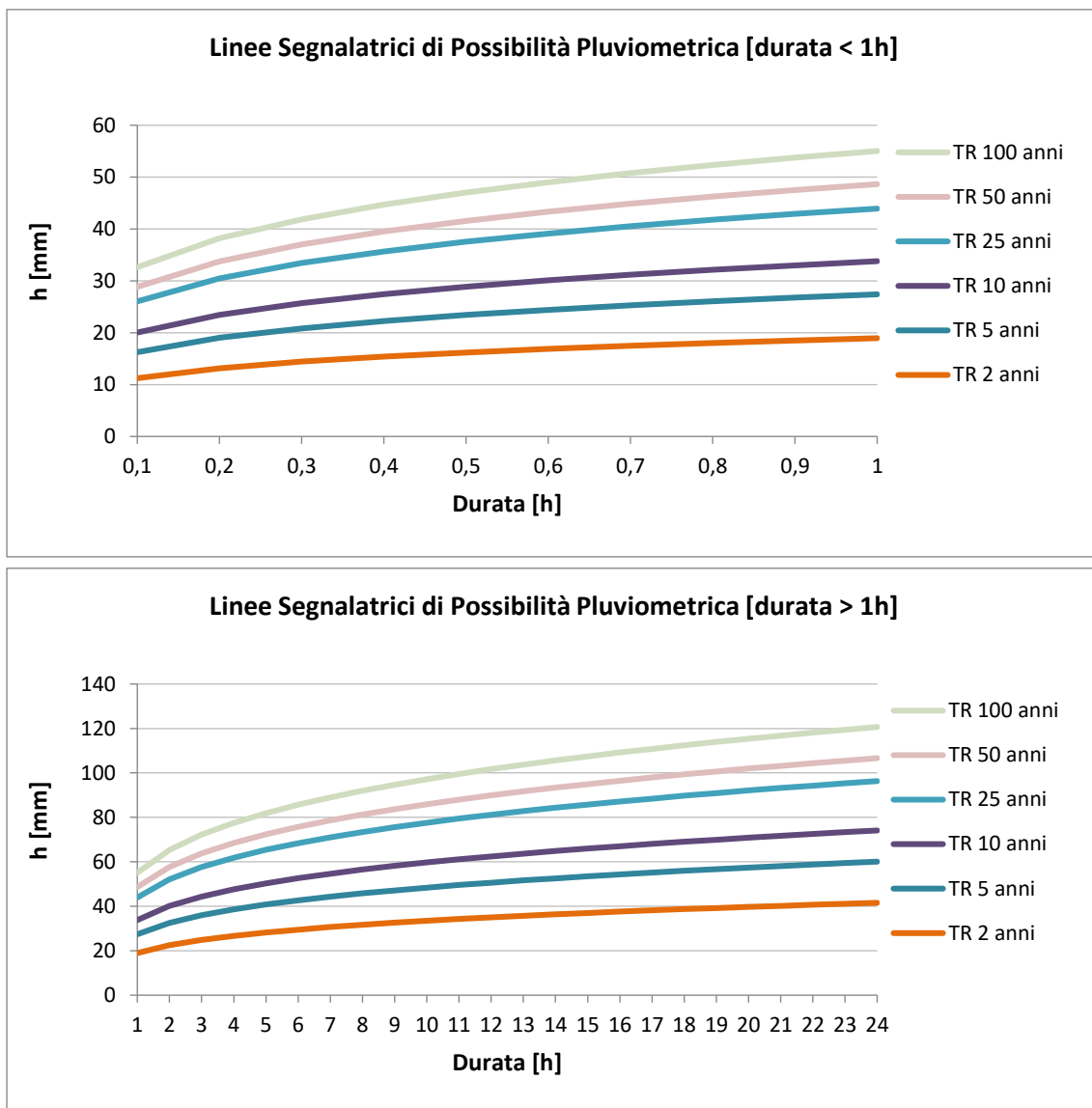


Figura 6.4: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di durata > 1h e < 1h.

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



Tabella 6-1: Altezza di pioggia [mm] 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 30 anni	TR 50 anni	TR 100 anni
0,5	16	23	29	38	42	47
1	19	27	34	44	49	55
2	22	33	40	52	58	65
3	25	36	44	58	64	72
4	27	39	48	62	69	78
5	28	41	50	65	72	82
6	29	43	53	68	76	86
7	31	44	55	71	79	89
8	32	46	56	73	81	92
9	33	47	58	76	84	95
10	33	48	60	78	86	97
11	34	50	61	79	88	100
12	35	51	62	81	90	102
13	36	52	64	83	92	104
14	36	53	65	84	93	106
15	37	53	66	86	95	107
16	38	54	67	87	96	109
17	38	55	68	88	98	111
18	39	56	69	90	99	112
19	39	57	70	91	101	114
20	40	57	71	92	102	115
21	40	58	72	93	103	117
22	41	59	73	94	104	118
23	41	59	73	95	106	119
24	42	60	74	96	107	121

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.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- Diminuzione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite infiltrazione;
- Realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- Rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- Realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione e gli indiretti processi di bioremediation;
- Contrastare i processi di erosione.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- Fossi di scolo in terra;
- Protezione rete idrografica principale;
- Opere di dissipazione con depressione al fine di rallentare le acque e favorire infiltrazione.

7.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

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

Tra i vantaggi idraulici essi immagazzinano e convogliano le acque scolanti meteoriche favorendo la riduzione dei picchi di deflusso, l'infiltrazione e il rallentamento dei flussi, a seconda della pendenza. Tali opere sono state e sono tuttora largamente in uso nelle aree rurali.

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

Di seguito alcuni esempi:

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

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

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

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} i^{1/2}}{n} \quad (8)$$

Dove:

- Q : portata di riferimento [m^3/s];



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

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

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

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

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

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

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

In presenza di filari di uliveti, sarà necessario utilizzare uno scavo meno profondo e più largo. La larghezza deve essere almeno di 3.5 metri per consentire il passaggio delle macchine agricole per la raccolta e potatura delle olive.

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 30 anni.

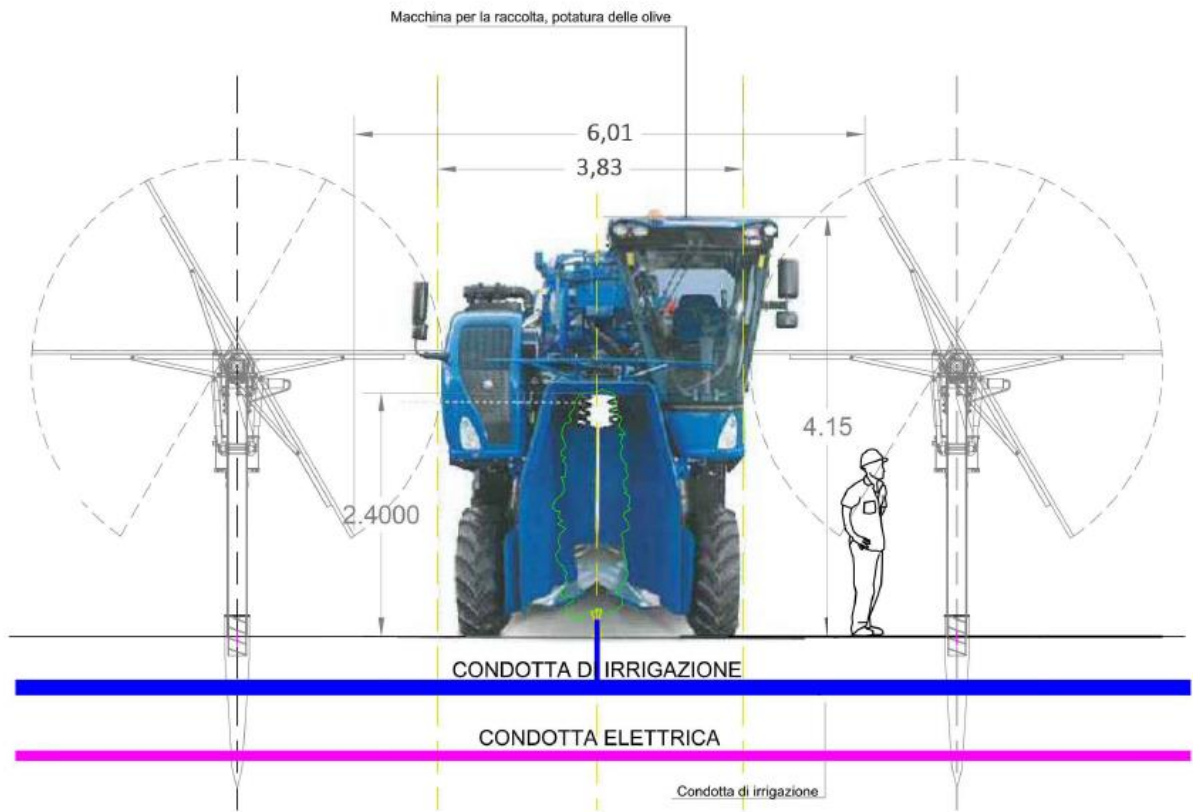


Figura 7.1: Rappresentazione grafica passaggio macchina agricola in un parco agrivoltaico.

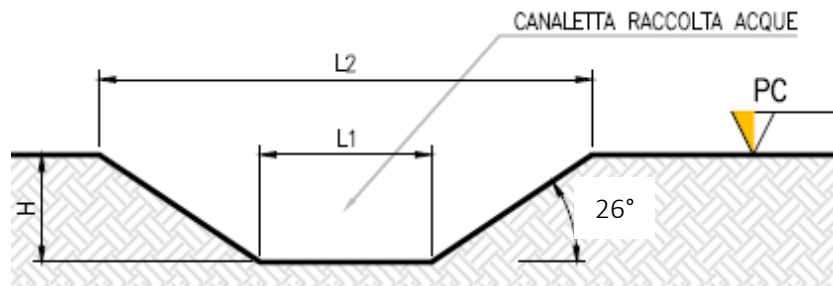


Figura 7.2: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

Il progetto ha inoltre previsto la definizione di una via preferenziale per le acque scolanti nell'area catastale, inoltre durante la Fase Esecutiva e unitamente al proprietario dell'area saranno apprese le attuali gestioni delle acque e pratiche agricole stagionali al fine di integrarle nel progetto costruttivo dei drenaggi.



7.2 SISTEMA PER IL SUPERAMENTO DELLE INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ INTERNA

Ognuna delle intersezioni con la viabilità perimetrale dei campi prevede un passaggio sotto la strada tramite tubazioni di diametro nominale 400 mm a valle della quale è prevista la realizzazione di un'area di dissipazione realizzata tramite ciottoli intasati della lunghezza di 1.5 metri.



8. CONCLUSIONE

Lo studio Idrologico e idraulico relativo al reticolo idrografico superficiale, ai principali solchi vallivi o aree depresse e alle aree allagabili è riferito alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata dal PAI dell'Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Meridionale (AdB DAM) nel bacino interregionale del Candelaro e dal PGRA 2018 disponibile dall' Istituto Geografico Militare (n formato WMS).

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

Successivamente a uno studio idraulico di dettaglio, nelle aree interessate dal progetto saranno dimensionate le opere idrauliche relative alla rete di drenaggio, costituita da fossi in terra non rivestiti, realizzata in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti, tali scelte consentono di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità, nella disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.

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

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