

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SOLAR ENERGY"
CON POTENZA NOMINALE DI 200 MVA
E POTENZA INSTALLATA DI 202,07 MWp**

REGIONE PUGLIA

PROVINCIA di BRINDISI

COMUNI di BRINDISI E MESAGNE

OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEI COMUNI DI BRINDISI E MESAGNE

PROGETTO DEFINITIVO

Tav.:

Titolo:

R12a

Studio Compatibilità Idraulica

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4

R12a_StudioCompatibilitàIdraulica_12a

Progettazione:

Committente:



Dott. Ing. Fabio CALCARELLA

Studio Tecnico Calcarella
Via Vito Mario Stampacchia, 48 - 73100 Lecce
Mob. +39 340 9243575
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu

SOLAR ENERGY & PARTNERS S.R.L.

Indirizzo: Via Monte di Pietà, 19 - 20121 Milano (MI)
P.IVA: 02257280749 - REA: MI - 2712139
PEC: solareenergypartners@gigapec.it

Dott. Geol. Gianluca SELLERI

Via Francesco Lo RE, 6
73100 - LECCE
Tel: +39 3929534082
E-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com



Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Febbraio 2024	Prima emissione	GS	FC	SOLAR ENERGY & PARTNERS s.r.l.

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

Sommario

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DEL SITO DI PROGETTO	4
3. CARATTERI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI	8
4. CARATTERI IDROGRAFICI DEL TERRITORIO SU CUI INSISTONO GLI INTERVENTI DI PROGETTO	13
5. INTERFERENZE DI CARATTERE IDRAULICO	21
6. CONCLUSIONI	77

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

1. PREMESSA

Lo Studio di Compatibilità Idrologica ed Idraulica di cui si relazione è stati redatto ai fini dell'espressione del parere di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale a corredo del progetto per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Brindisi Rosato" costituito da:

- un impianto fotovoltaico a terra su inseguitori mono assiali con asse di rotazione nord – sud unitamente ad un sistema di accumulo e relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale
- un oliveto super intensivo lungo file parallele agli inseguitori monoassiali dove è presta anche la coltivazione di colture foraggere avvicendate a colture orticole (tra le file di ulivi anche al di sotto degli inseguitori mono assiali.
- aree di naturalità nell'intorno della recinzione di impianto (aree di mitigazione e compensazione).

La società proponente è Solar Energy & Partners s.r.l. con sede in Località Strizzi, 23 72100 Brindisi. La società è iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Brindisi, con numero REA BR 132374, C.F. e P.IVA N. 02257280749.

Le aree di progetto hanno una estensione complessiva di 371,43 ha di cui 232,73 ha completamente recintati e sono suddivise in quattro "Macroaree", denominate A, B, C, D a loro volta suddivise in aree più piccole.

Il territorio su cui esse insistono è attraversato da una fitta rete idrografica e su di esso il PAI individua diverse aree a pericolosità idraulica. In ragione di tale evidenza, attraverso il presente studio, si è proceduto quindi a verificare le previsioni di progetto in relazione alla presenza della rete idrografica e delle aree perimetrate nel PAI attraverso un'analisi svolta a scala di bacino riguardante i seguenti specifici aspetti:

- caratteri idrografici;
- caratteri altimetrici;
- caratteri geologici ed idrogeologici;
- caratteri morfologici
- caratteri pedologici;
- caratteri di uso del suolo.

Tale analisi è stata condotta con i software Quantum GIS e GRASS Gis, integrando i dati di rilievo originali (dati geologico-stratigrafici, permeabilità dei terreni, uso del suolo) con quelli di letteratura specialistica disponibili sul sito <http://www.sit.puglia.it/> relativi a:

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

- Modello Digitale del terreno della Regione Puglia in formato raster (estensione .asc),
- Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia in formato vettoriale (estensione .shp),
- Carta Pedologica della Regione Puglia in formato vettoriale (estensione .shp),
- Carta di Uso del Suolo della Regione Puglia in formato vettoriale (estensione .shp).

Successivamente si è proceduto a svolgere l'analisi idrologica e l'analisi idraulica.

La prima consiste nella determinazione della portata scolante prodotta da un evento di pioggia caratterizzato da un determinato tempo di ritorno, tenendo opportunamente conto della natura del suolo e del suo utilizzo mentre la seconda riguarda la verifica idraulica delle principali sezioni delle aste fluviali ed, eventualmente, la perimetrazione delle aree di esondazione.

L'analisi idrologica è stata condotta con l'ausilio dei software Quantum GIS e GRASS Gis mentre quella idraulica con il software HEC-RAS. (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System), sviluppato da U. S. Army Corps of Engineers.

2. DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DEL SITO DI PROGETTO

Il progetto dell'impianto agrivoltaico è costituito da vari lotti distribuiti su 4 Macro Aree individuate come riportato di seguito (Fig. 2.1):

- Macroarea A, suddivisa in sei aree – superficie complessive 119 ha circa ubicata ad ovest dell'abitato
- Macroarea B - suddivisa in tre aree – superficie complessive 61 ha circa ubicata anche essa ad ovest dell'abitato
- Macroarea C - suddivisa in tre aree – superficie complessive 13 ha circa ubicata ad ovest dell'abitato
- Macroarea D - suddivisa in due aree – superficie complessive 40 ha circa ubicata a sud dell'abitato

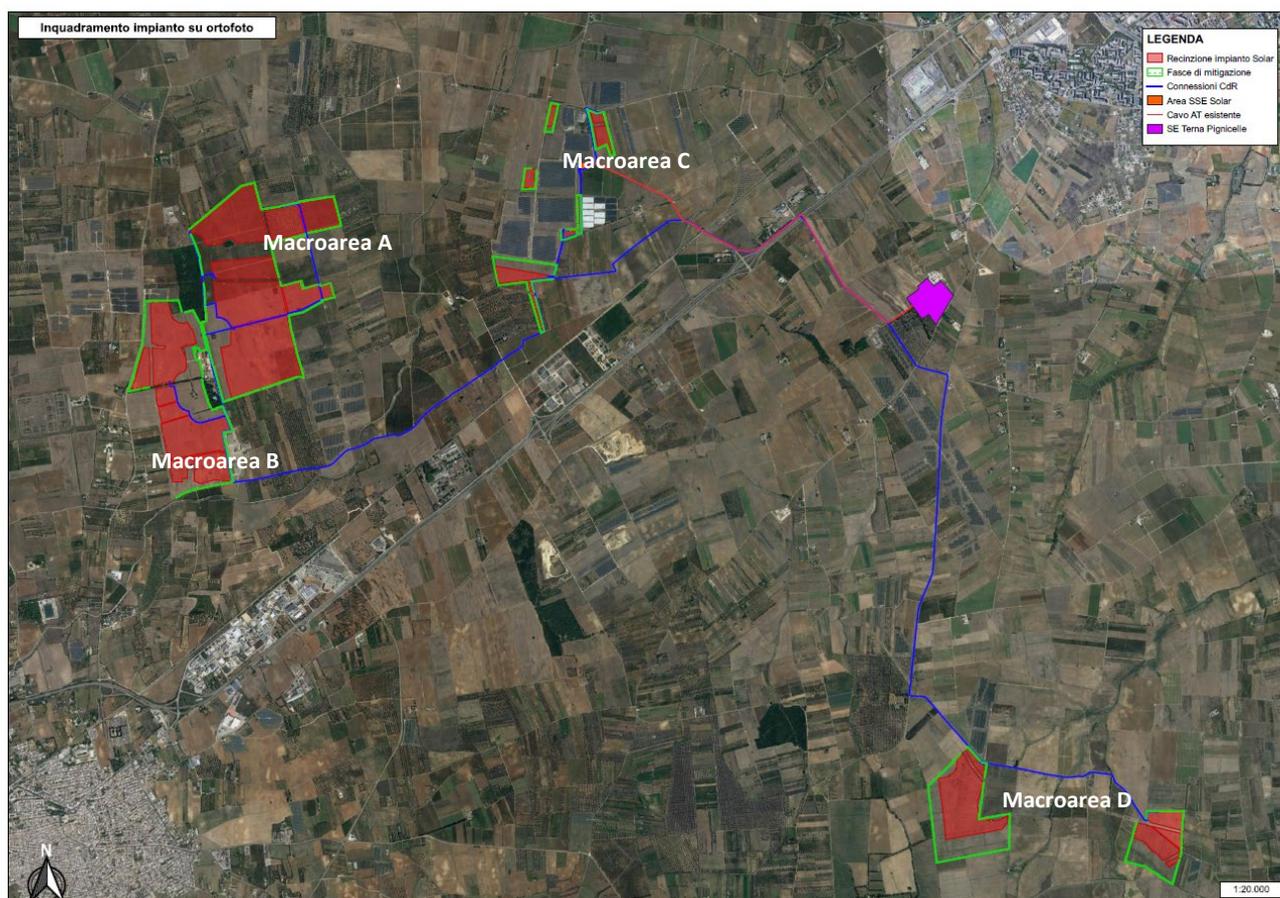


Fig. 2.1 – Aree di impianto

Le aree di impianto sono del tutto pianeggianti e poste a quote comprese tra 30 e 40 m s.l.m., in gran parte attualmente investite a seminativo. Sono presenti altresì in piccola parte alcuni uliveti destinati allo svellimento poiché le piante sono affette da xylella.

Tutte le aree sopra individuate sono ubicate nell'entroterra del Comune di Brindisi fatta eccezione per alcune particelle della Macro Area B ricadenti nel limitrofo Comune di Mesagne (Fig. 2.2 e 2.3).

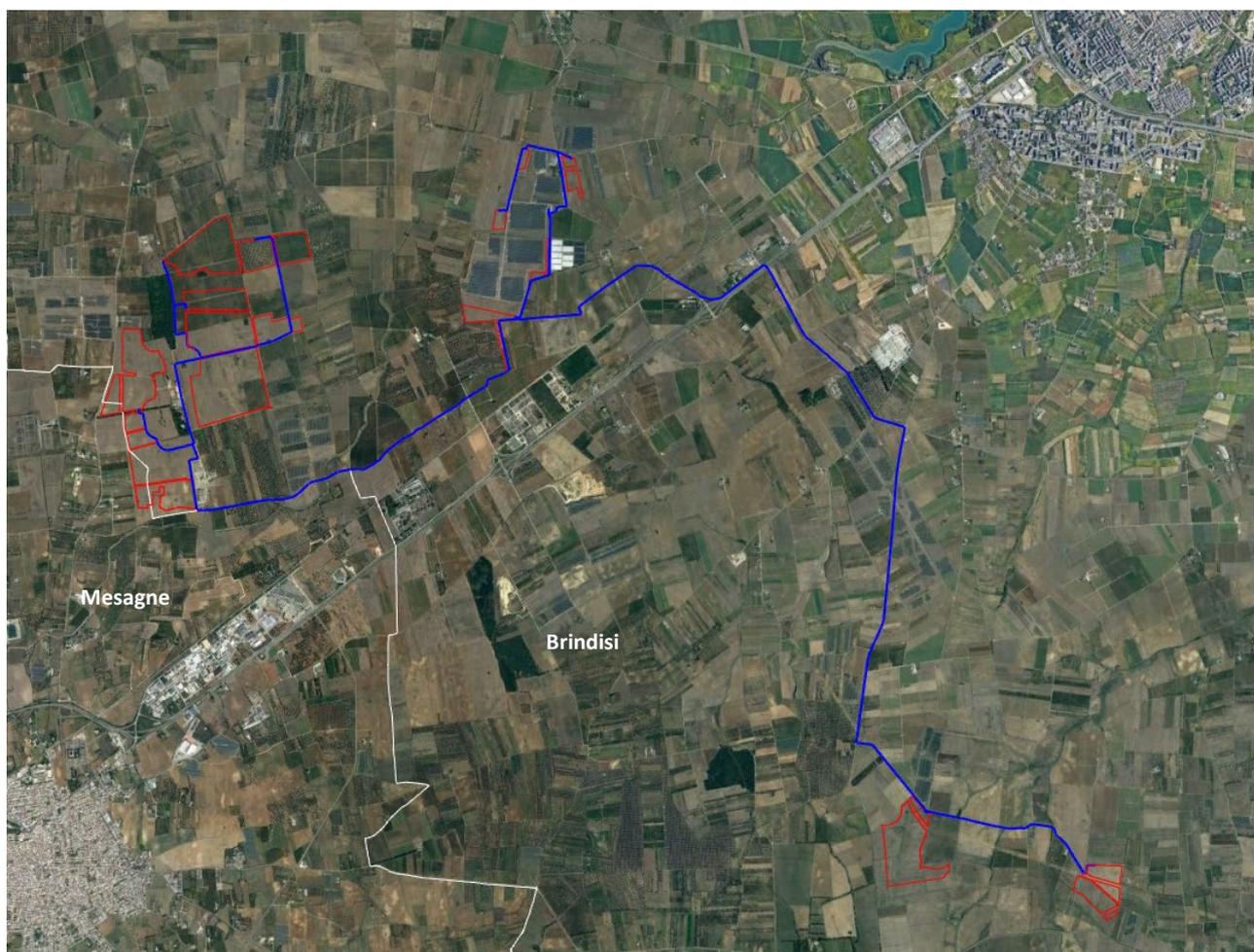


Fig. 2.2 – Distribuzione delle aree di impianto rispetto ai confini comunali

Il progetto agricolo dell'agrivoltaico attua una stretta consociazione tra colture legnose (oliveto super intensivo a siepe) e colture erbacee ed orticole a rotazione; intorno alle aree coltivate insisteranno poi le fasce di mitigazione e compensazione. I vantaggi di tale configurazione sono sia di tipo economico (il raccolto si ha con maggiore continuità rispetto alla monocoltura, permettendo una presenza sul mercato con più prodotti nell'anno solare) sia di tipo agro-ecologico (aumenta la biodiversità, la fertilità del suolo, gli insetti e microrganismi utili).

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

di impatti sul sottosuolo poiché sarà ridotta la quantità di nitrati, pesticidi e fitofarmaci utilizzati sui terreni e destinati ad infiltrarsi nel sottosuolo stesso.

L'impianto fotovoltaico propriamente detto avrà una potenza installata di 202,076 MWp ed una potenza nominale scambiata con la rete di 200 MW. In sintesi esso sarà costituito da:

- moduli fotovoltaici di potenza unitaria paria a 700 Wp, installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori), con relativi motori elettrici per la movimentazione. Le strutture saranno ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno, riducendo sia i movimenti terra (scavi e rinterri) che le opere di ripristino conseguenti. È previsto in particolare che siano installati 10.310 inseguitori che sostengono 28 moduli ciascuno.
- Inverter c.c./c.a. e Trasformatori MT/BT installati su Skid preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenenti oltre ad inverter e trasformatore anche le relative protezioni BT e MT, denominati Power Control System (PCS). Il numero e la potenza degli inverter (e di conseguenza dei trasformatori) all'interno di ciascun Campo saranno diverse a seconda della dimensione del Campo stesso. Avremo inverter di potenza pari a 2 MVA, 2,2 MVA, 2,5 MVA, 2,75 MVA, 3 MVA, 4 MVA, 4,2 MVA, 4,4 MVA, 4,6 MVA. Nella tabella sopra sono riportati il numero e la potenza degli inverter per ciascun Campo.
- Cabine di Raccolta (CdR), che raccolgono in MT a 30 kV tutta l'energia prodotta nei Campi. Anche in questo caso il numero di CdR cambia da Campo a Campo. Le Cabine di Raccolta di uno stesso Campo sono collegate elettricamente fra di loro in serie;
- La rete BT interna di ciascun Campo, ovvero dei cavi BT in c.c. (cavi solari) e relativa quadristica elettrica (quadri di parallelo stringhe), sino agli inverter;
- La rete MT interna di ciascun Campo, costituita dai cavidotti interrati di collegamento tra gli Skid e le Cabine di Raccolta e fra le Cdr fra di loro;
- La rete MT esterna dall'ultima CdR di ciascun Campo al locale MT della SSE Utente di trasformazione e Consegna;
- SSE Utente MT/AT dove avviene la trasformazione di tensione 30/150 kV e la consegna dell'energia prodotta. Nella SSE U saranno installati due trasformatori di potenza pari a 100 MVA ciascuno con relative protezioni oltre che un edificio locali tecnici. Facciamo presente che la SSE è esistente ed attualmente a servizio di altro impianto fotovoltaico, è collegata alla SE TERNA Brindisi tramite un cavo AT interrato di lunghezza pari a 4 km circa;
- Gruppi di misura con trasduttori sulle sbarre AT in uscita dai quattro trasformatori. Gli Apparecchi di Misura saranno installati all'interno di specifico locale tecnico.

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

3. CARATTERI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

I vari siti di intervento ricadono nella unità morfopaesaggistica e geologico-strutturale nota con il nome di Piana brindisina; questa è la parte più settentrionale della Penisola salentina, corrispondente strutturalmente al Bacino di Brindisi, che suddivide l'esteso affioramento del substrato carbonatico Cretaceo delle Murge dai meno rilevati ed estesi affioramenti del Salento centrale e meridionale (per es. Funicello et al., 1991; Tozzi, 1993; Gambini & Tozzi, 1996). La Piana brindisina è una superficie terrazzata degradata di età medio-pleistocenica attraversata da una fitta rete idrografica esoreica attiva, poco gerarchizzata. Le diverse incisioni si sviluppano in direzione grossomodo normale alla linea di costa attuale.

La Piana brindisina è una superficie terrazzata degradata di età medio-pleistocenica attraversata da una fitta rete idrografica esoreica attiva, poco gerarchizzata. Le diverse incisioni si sviluppano in direzione grossomodo normale alla linea di costa attuale.

In questo settore la locale successione stratigrafica è rappresentata dal basso verso l'alto dalle seguenti unità:

- Calcarea di Altamura (Cretaceo superiore) (sensu Ciaranfi et alii, 1988)
- Calcarenite di Gravina (Pleistocene inferiore) (sensu Ciaranfi et alii, 1988)
- Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio e superiore) (sensu Ciaranfi et alii, 1988)

I terreni riferibili alla Formazione del Calcarea di Altamura affiorano esternamente alla piana brindisina ma si rinvencono costantemente nel sottosuolo, ricoperti in trasgressione dalle unità più recenti.

La formazione è rappresentata nei limiti del territorio salentino da una successione irregolare e ben stratificata di calcari micritici di colore bianco, di norma con strutture a lamine organiche (stromatoliti) e sedimentarie, di calcari dolomitici e dolomie calcaree di colore grigiastro e subordinatamente di dolomie di colore nocciola o anche nerastro. Tale successione è esposta per alcune centinaia di metri ma di fatto è notevolmente più potente rappresentando la parte alta della successione carbonatica giurassico – cretacea che costituisce l'ossatura del substrato geologico regionale.

In seno alla successione, localmente, sono presenti dei sottili livelli di argille residuali e di brecce che marcano delle superfici di emersione ed erosione più o meno estese.

Gli strati hanno una potenza compresa tra il decimetro ed il metro. I macrofossili sono rari; l'associazione microfossilifera è invece abbondante e rappresentata da prevalenti foraminiferi bentonici (Accordiella conica, Murciella cuvillieri, Moncharmonia apenninica, Raadshowenia selentina, Raphydionina liburnica), ostracodi e oftalmidi. Questa associazione fossilifera e l'assenza di detrito grossolano suggeriscono un ambiente di sedimentazione di bassa energia di piana intertidale con associate paludi algali (piattaforma carbonatica interna). Sulla base del contenuto

paleontologico la successione può essere riferita al Campaniano (Bosellini & Parente, 1994). Il limite inferiore della unità non affiora; il limite superiore è inconforme, discordante con le unità più recenti. L'unità sopra descritta corrisponde in parte al Calcare di Melissano di Bosellini & Parente (1994). Non esiste piena corrispondenza, inoltre, anche tra la denominazione utilizzata in questo lavoro e quella di Calcare di Melissano proposta da Martinis (1969) e ripresa dagli autori della Carta Geologica d'Italia, con la quale è indicata la porzione prevalentemente calcarea della successione carbonatica giurassico – cretacea affiorante sul territorio salentino.

I terreni riferibili alla Calcarenite di Gravina sono interposti tra i calcari cretacei ed i Depositi marini terrazzati ed affiorano in lembi più o meno estesi sempre ai limiti della piana brindisina. L'unità è localmente rappresentata da calcari detritico-organogeni di colore bianco o giallastro, di granulometria variabile da arenitica grossolana a siltitica, porosi, variamente cementati e a luoghi fossiliferi, cui si intercalano lenti e strati di sabbie siltose calcareo-marnose giallastre con abbondanti noduli diagenetici. Il contenuto macrofossilifero è abbondante e contraddistinto dalla presenza dei così detti "ospiti nordici" che permettono la chiara attribuzione, almeno nei limiti del territorio salentino, al Pleistocene inferiore. Nei limiti del settore rilevato la potenza massima di questa unità non è superiore a 30 m.

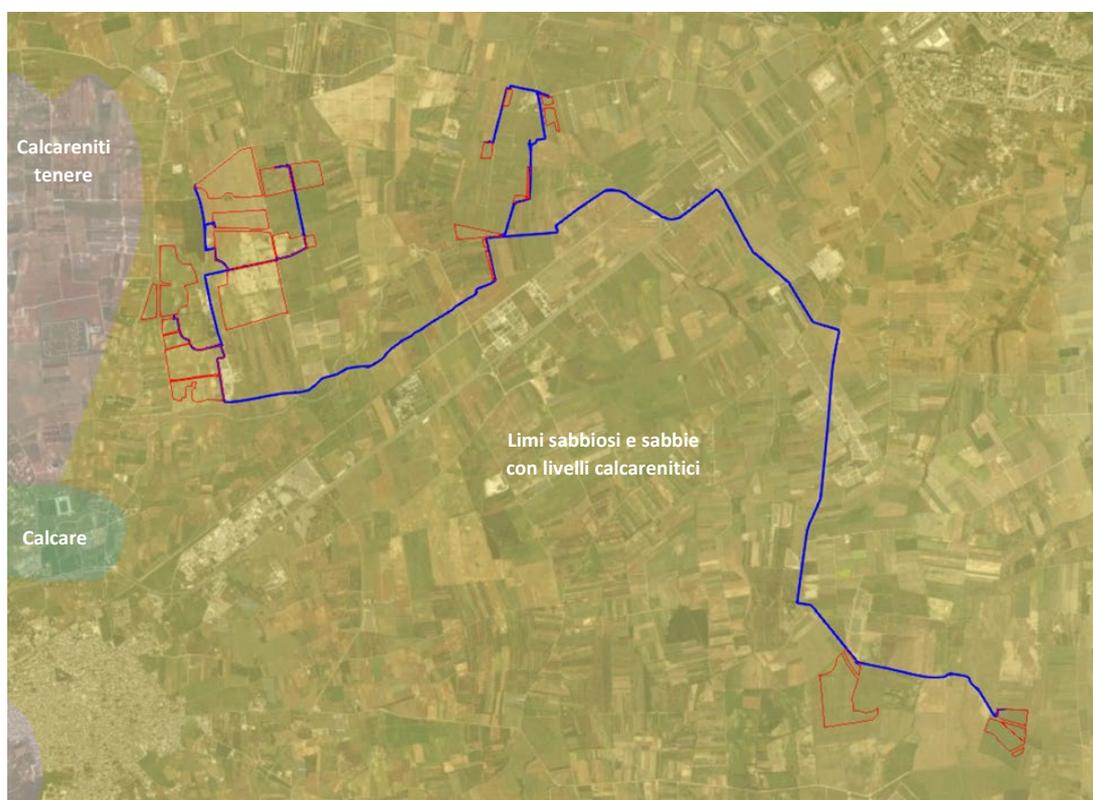


Fig. 3.1 – Carta geolitologica

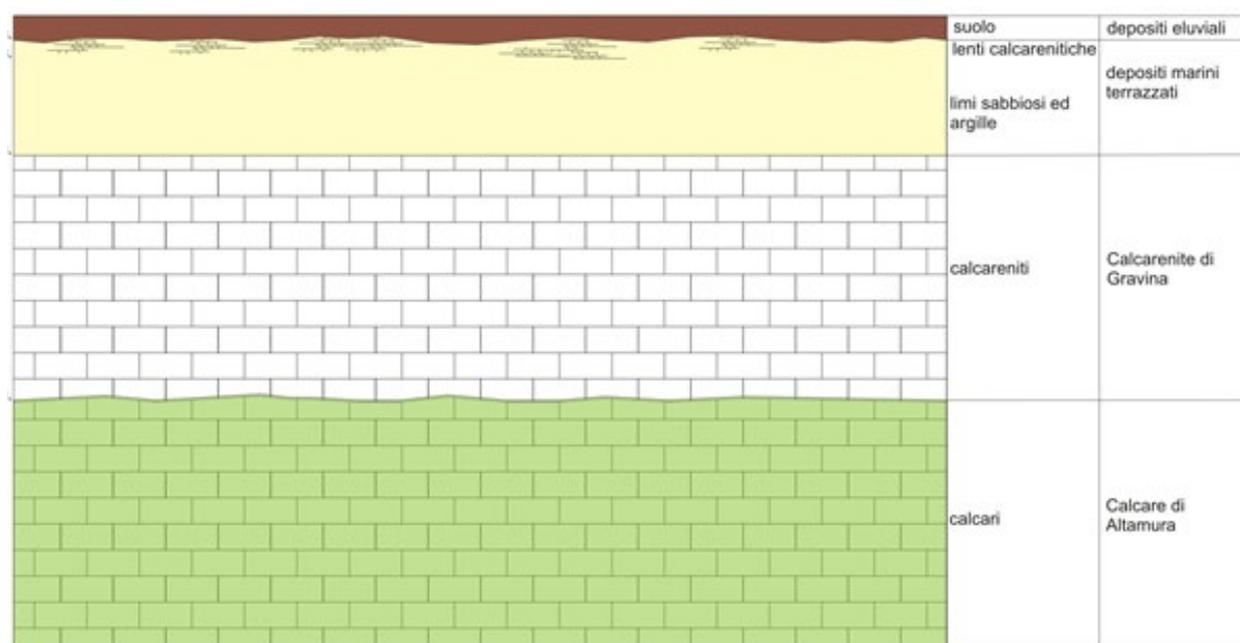


Fig. 3.2 - Schema dei rapporti stratigrafici

La denominazione di Calcarenite di Gravina, almeno nei limiti della penisola salentina corrisponde alla Calcarenite del Salento di Bossio et alii, 1987. Anche sulla Carta Geologica d'Italia è usata la denominazione di Calcarenite del Salento ma con riferimenti cronologici al Quaternario, al Calabriano e anche al Pliocene; tale denominazione, tuttavia, almeno nel suo significato originale non ha più ragione di essere utilizzata.

I litotipi riferibili ai Depositi marini terrazzati affiorano con continuità in corrispondenza della piana brindisina. Si tratta di un complesso di più unità litostratigrafiche messo in posto successivamente al ciclo trasgressivo regressivo della Fossa Bradanica (cui si riferiscono le sottostanti Calcarenite di Gravina). La successione è rappresentata in basso da argille limoso sabbiose di colore grigiastro (da non confondere con le Argille subappennine) su cui poggiano limi sabbiosi o sabbie limose carbonatico terrigene cui si intercalano livelli calcarenitici e vere e proprie arenarie a cemento calcareo. Dalle stratigrafie dei pozzi per acqua disponibili attraverso l' "Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo – Legge 464/1984" si ricava che in corrispondenza del sito di progetto lo spessore dei terreni mediopleistocenici è pari circa 25 – 30 m.

La parte estesamente affiorante è quella alta limoso sabbiosa la cui frazione grossolana è rappresentata dalla associazione quarzo e mica bianca. La frazione carbonatica è costituita quasi esclusivamente da resti e gusci interi di ostreidi e di foraminiferi. Il contenuto paleontologico si caratterizza per la presenza di una fauna scarsa e poco differenziata. La sedimentazione è avvenuta

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

probabilmente in un mare poco profondo ma comunque al di sotto della wave base. Sulla Carta geologica d'Italia i Depositi marini terrazzati sono indicati sia come Formazione di Gallipoli che come Calcarenite del Salento ed attribuiti genericamente al Quaternario o al Calabriano. Tali denominazioni, nel quadro delle relativamente recenti nuove acquisizioni sulla stratigrafia della penisola salentina, non hanno più ragione di essere utilizzate quantomeno con il loro significato originale.

I siti di progetto ricadono in un ambito territoriale interessato dalla presenza di due acquiferi sovrapposti, uno profondo ed uno superficiale, separati da un aquicludo/aquitardo, nel presente lavoro denominati rispettivamente:

- acquifero calcareo: corrisponde alla successione carbonatica del Cretaceo. Ed alla Calcarenite di Gravina È permeabile prevalentemente per fessurazione e carsismo. In genere è molto permeabile ed ospita la falda di base; localmente in profondità può essere caratterizzato dalla presenza di modesti volumi impermeabili;
- acquifero sabbioso: corrisponde alla parte alta dei Depositi marini terrazzati. È permeabile esclusivamente per porosità; ospita una falda superficiale sulla quale si hanno scarsi dati in letteratura scientifica.

I due acquiferi sono separati da un aquicludo/aquitardo rappresentato dai terreni argillosi ascrivibili alla parte stratigraficamente più bassa dei Depositi marini terrazzati. Per la presenza di questo corpo impermeabile la falda di base può rinvenirsi anche in pressione.

Dal PTA della Regione Puglia si evince che in corrispondenza del sito di interesse la piezometrica della falda di base si attesta a circa 1,5 m slm mentre essa può anche rinvenirsi anche in pressione, quindi, è possibile affermare che non sussisterà alcuna interazione tra tale corpo idrico e le opere di progetto.

La falda superficiale è contenuta nei Depositi marini terrazzati. La sua presenza è riportata anche sul PTA; si tratta tuttavia di un livello idrico alquanto discontinuo e di scarsa produttività la cui piezometrica si attesta a qualche metro di profondità al di sotto del p.c..

Le modalità di deflusso di questa falda dipendono esclusivamente dalla geometria del substrato impermeabile che la sostiene. In generale, comunque, la mobilità delle acque è bassa ed i tempi di rinnovamento delle stesse sono elevati. Le portate estraibili dai singoli pozzi sono generalmente modeste e comunque di norma inferiori a 0,5 l/s. I valori di salinità sono variabili ma comunque in generale bassi e dipendono esclusivamente dai tempi di contatto tra l'acqua ed il substrato argilloso oltre che dalla vicinanza della costa.

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

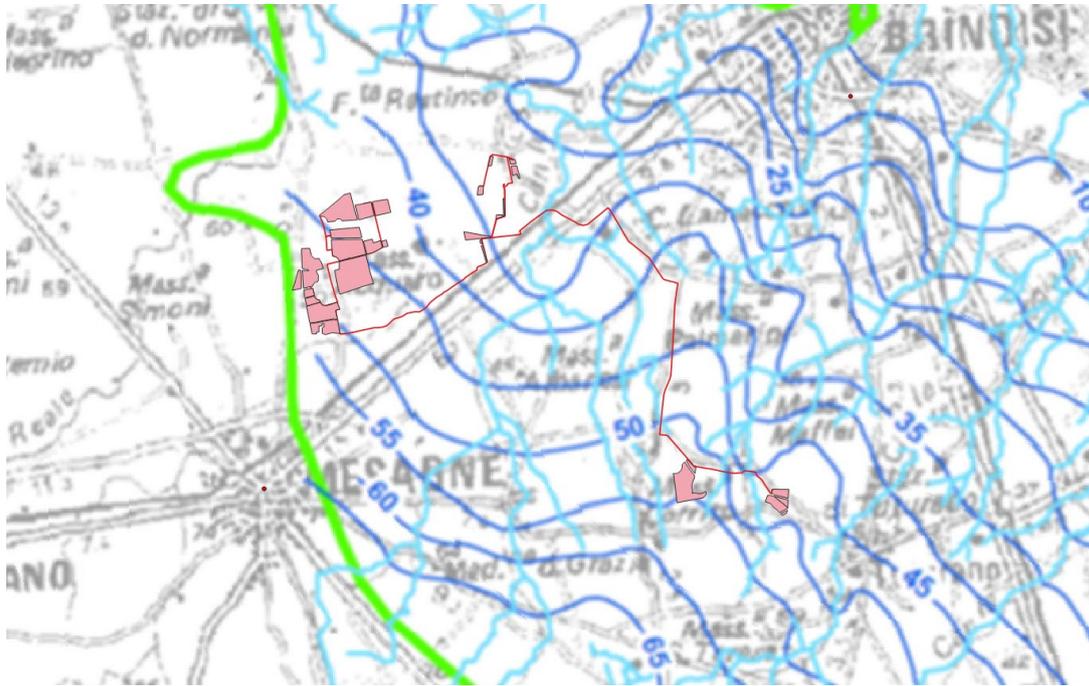


Fig. 3.3 – Isofreatiche della falda superficiale (dal PTA – 1° Ciclo)

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

4. CARATTERI IDROGRAFICI DEL TERRITORIO SU CUI INSISTONO GLI INTERVENTI DI PROGETTO

Il vasto territorio in cui sono ricompresi i vari lotti di intervento come già scritto ricade in un settore centrale della cosiddetta Piana brindisina. Questa è una estesa superficie terrazzata modellata su unità non carbonatiche o carbonatico-terrigene riferibili prevalentemente al Pleistocene medio il cui ideale confine verso NW è alquanto sfumato e segnato grossomodo dal percorso del Canale Reale. Questo reticolo è il più importante tra quelli che attraversano la Piana brindisina. Esso sfocia in corrispondenza del territorio del SIC di Torre Guaceto ed è caratterizzata da un basso ordine di gerarchizzazione; ha il tratto iniziale orientato grossomodo E-W o NE-SW ed il tratto terminale (proprio dove ricade il sito di progetto) orientato circa N-S. Guerricchio e Zezza (1982) hanno ipotizzato che il tratto superiore di questa incisione confluisse originariamente nel Canale Cillarese e che solo in tempi recenti essa sia stata catturata da un torrente corrispondente all'attuale tratto inferiore del Canale Reale, orientato N-S.

La geometria della rete idrografica sopra descritta per grandi linee è riportata sulla Carta idrogeomorfologica redatta dall'ex AdB della Puglia (Fig 4.1) da cui si evince che i vari lotti sono prossimi all'asta principale del Canale Cillarese (macroaree A, B e C) ed a quella del canale Fiume Grande (macro area D).

Con l'obiettivo di avere un quadro dell'assetto geomorfologico-idraulico più aderente alla realtà del territorio rispetto a quanto riportato sulla carta Idrogeomorfologica, si è provveduto ad estrarre dal DTM Puglia con pixel 8 x 8 m attraverso il software *SAGA GIS* facente parte del pacchetto QGIS ed attraverso il toolbox Topo di *MATLAB* le linee di impluvio ed in alcuni casi il perimetro delle depressioni chiuse presenti nel bacino stesso.

Utilizzando *SAGA* è stato applicato il modulo *Channel network and drainage basins* su un DTM elaborato ottenuto sottraendo al DTM Puglia le aree chiuse attraverso il modulo di calcolo *Fill sinks*. Questo modulo utilizza l'algoritmo proposto da Wang & Liu (2006) per identificare e riempire le depressioni superficiali nei DEM. La sottrazione delle depressioni topografiche simula la condizione di estesa formazione di ristagni superficiali e l'instaurarsi di un flusso idrico continuo verso il recapito finale. Il modulo di calcolo non riempie solo le depressioni ma può anche preservare una pendenza verso il basso lungo il percorso del flusso. Nel caso specifico è stata utilizzata tale opportunità preservando un gradiente di pendenza minimo. Sul raster di output di tale modulo è stato poi applicato il modulo per l'estrazione dei deflussi e dei bacini idrografici.

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

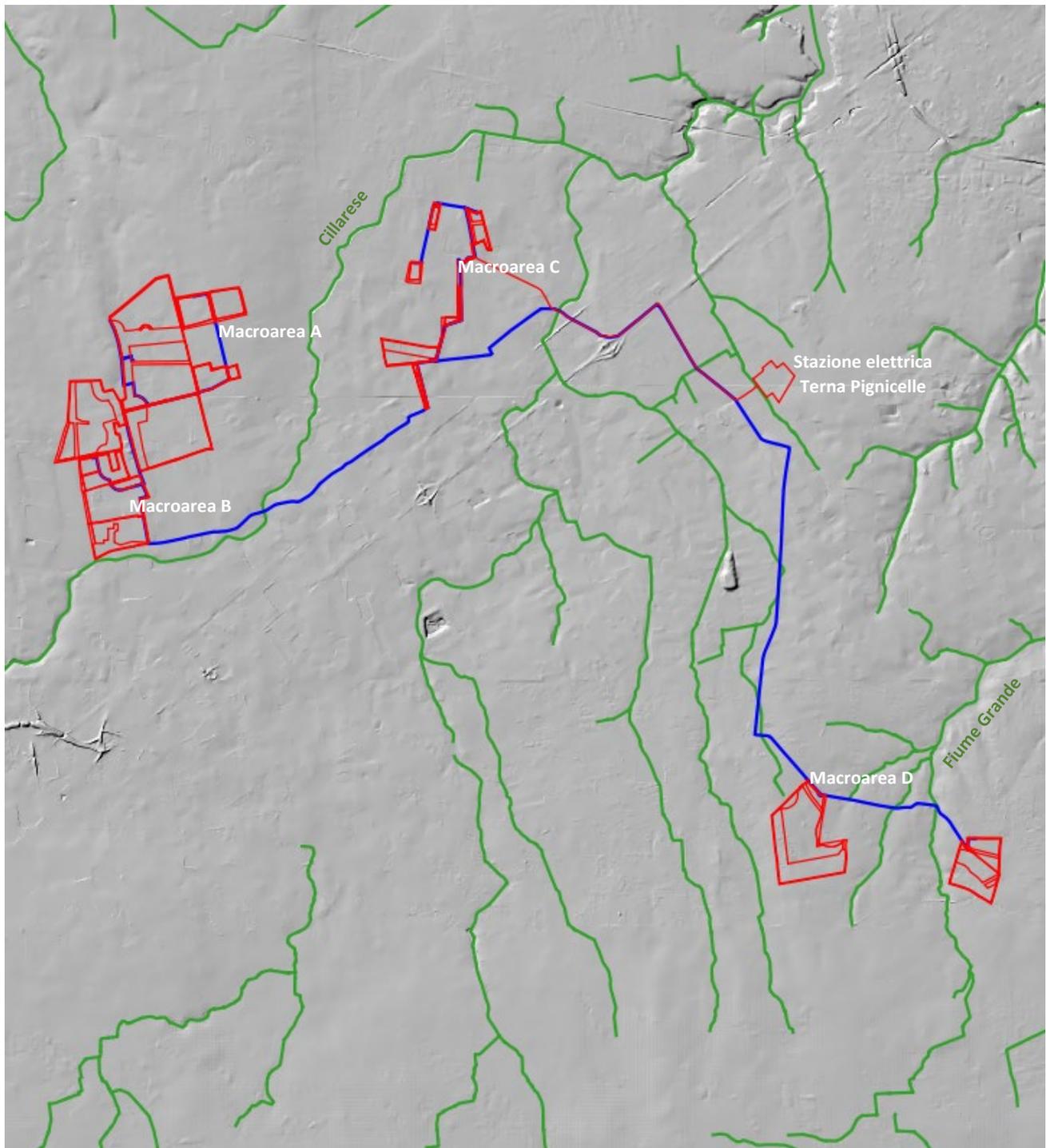


Fig. 4.1 – Rete idrografica estratta dalla Carta Idrogeomorfologica della regione Puglia (si sottolinea che rispetto alle previsioni progettuali il cavidotto AT - linea rossa – e la stazione elettrica Terna sono opere già esistenti)

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

Topotoolbox di MATLAB fornisce un insieme di funzioni per analisi geomorfologiche e idrologiche in ambiente non GIS. Esso opera su DTM tramite classi di funzioni applicate in successione, che estraggono diverse informazioni.

Tramite la funzione GRIDObj, il DTM è stato inizializzato come matrice in MATLAB, ovvero come variabile su cui operare con Topotoolbox. Applicando la funzione flowacc(FD), algoritmo della classe FLOWObj, sono stati identificati i bacini di deflusso, quindi con STREAMObj è stato individuato il reticolo idrografico, impostando la soglia, ovvero il valore oltre il quale il flusso diventa canalizzato, pari a N pixel. L'algoritmo applicato è il seguente:

```
DEM = GRIDObj('dtm unito.tif');  
FD = FLOWObj(DEM);  
A = flowacc(FD);  
S1 = STREAMObj(FD,A>N);  
figure('Name','N')  
imageschs(DEM,[],'colormap',[1 1 1],'colorbar',false)  
hold on  
plot(S1,'b')  
S_500 = STREAMObj2GRIDObj(S1)  
GRIDObj2geotiff(S_N,'S_N')
```

Infine, il reticolo ottenuto è stato esportato come geotiff per la gestione in ambiente GIS.

In generale i modelli ottenuti con i due software sono praticamente equivalenti al netto di minime differenze. Come considerazioni generali rispetto a tali elaborazioni si riporta che:

- i modelli di deflusso su base DTM descrivono una organizzazione della rete idrografica che è più complessa geometricamente ed articolata di quanto descritto dalla Carta Idrogeomorfologica della regione Puglia (Fig. 4.2);
- le macro aree di intervento A e B pur essendo prossime all'asta principale del canale Cillarese di fatto ricadono nel bacino idrografico del Canale Reale mentre la macro area C ricade nel bacino idrografico del canale Cillarese e la macro area D in quello del Canale Fiume Grande (Fig. 4.3)
- i bacini di interesse hanno tutti deflusso esoreico ed il reticolo di drenaggio nei settori interessati dall'impianto è pienamente conforme ai caratteri altimetrici del territorio; pertanto, qui si possono escludere importanti condizionamenti prodotti dall'uomo sul deflusso naturale delle acque meteoriche (Fig. 4.4, 4.5 e 4.6);

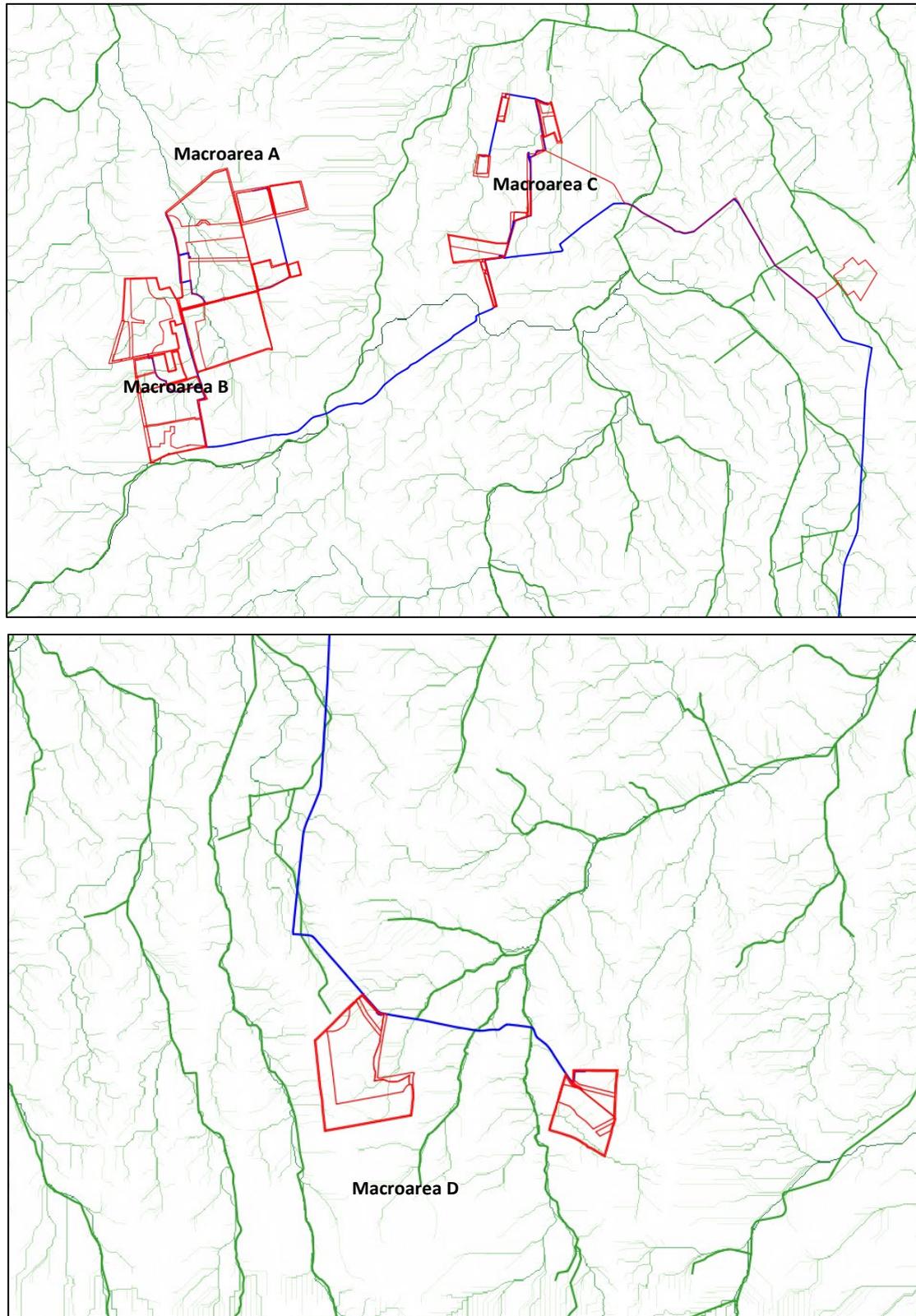


Fig. 4.2 – Reticolo di drenaggio estratto dal DTM Puglia

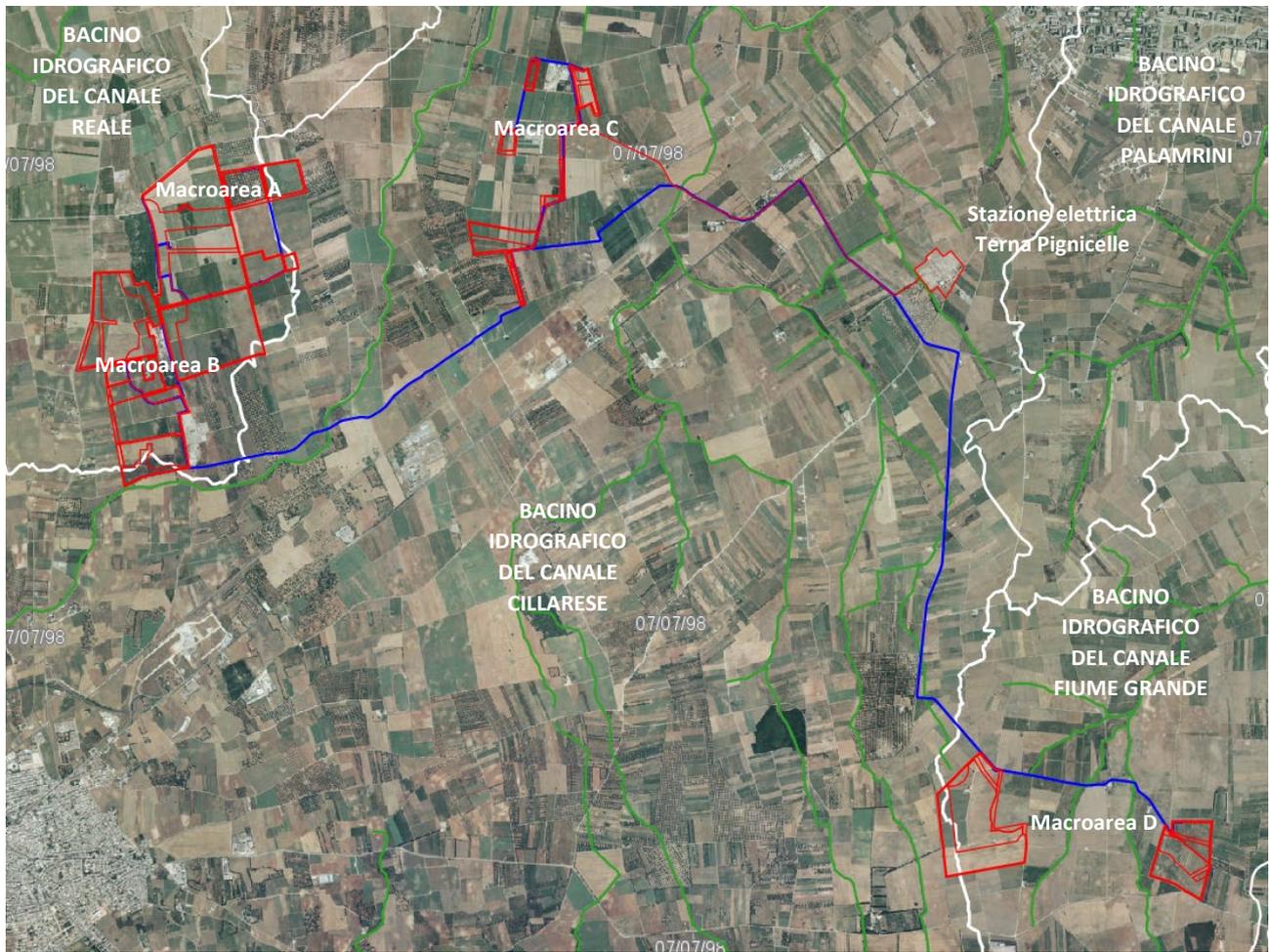


Fig. 4.3 – Limiti dei bacini idrografici

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

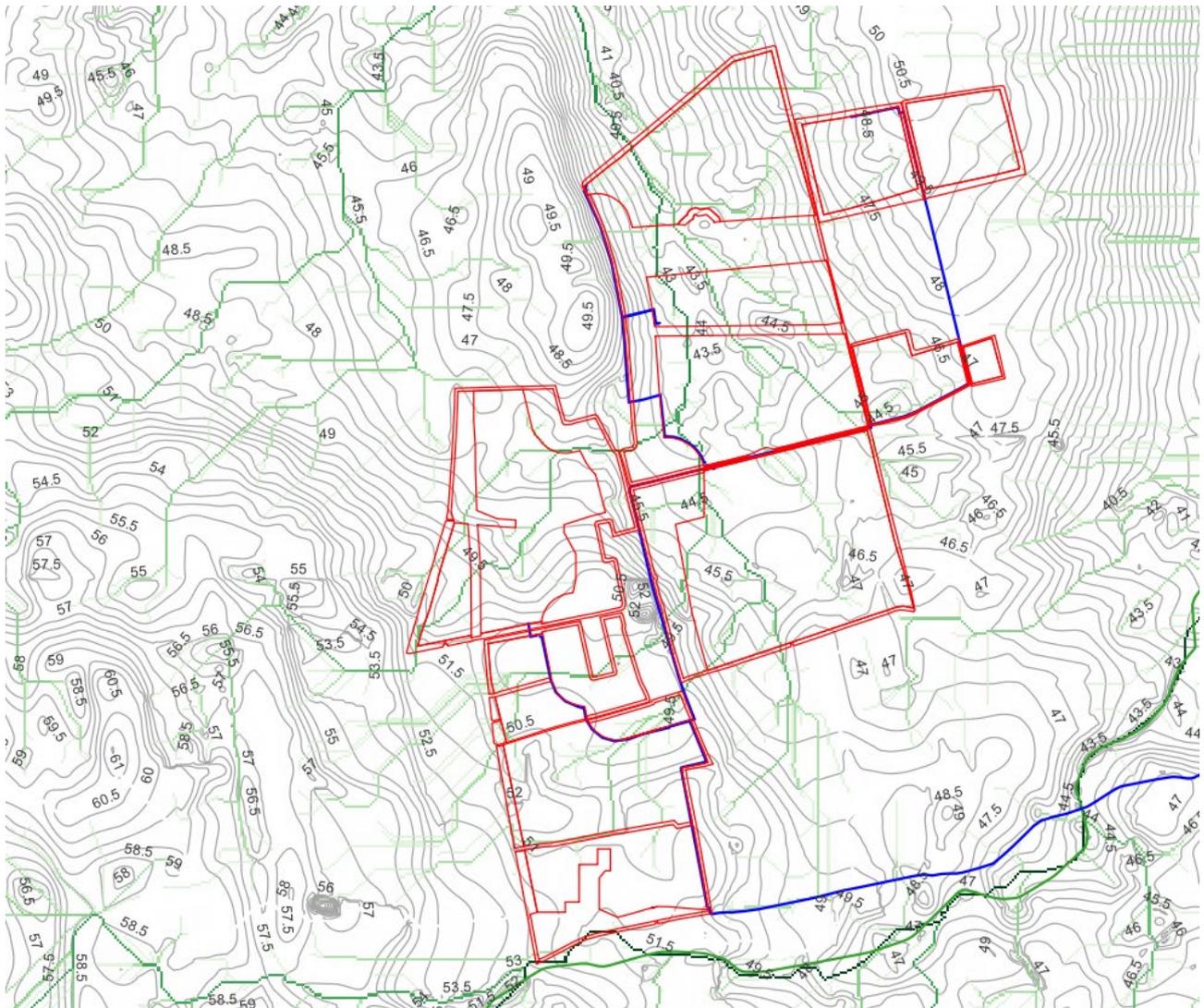


Fig. 4.4 – Caratteri idrografici ed altimetrici di dettaglio del settore in cui ricadono le macroaree A e B

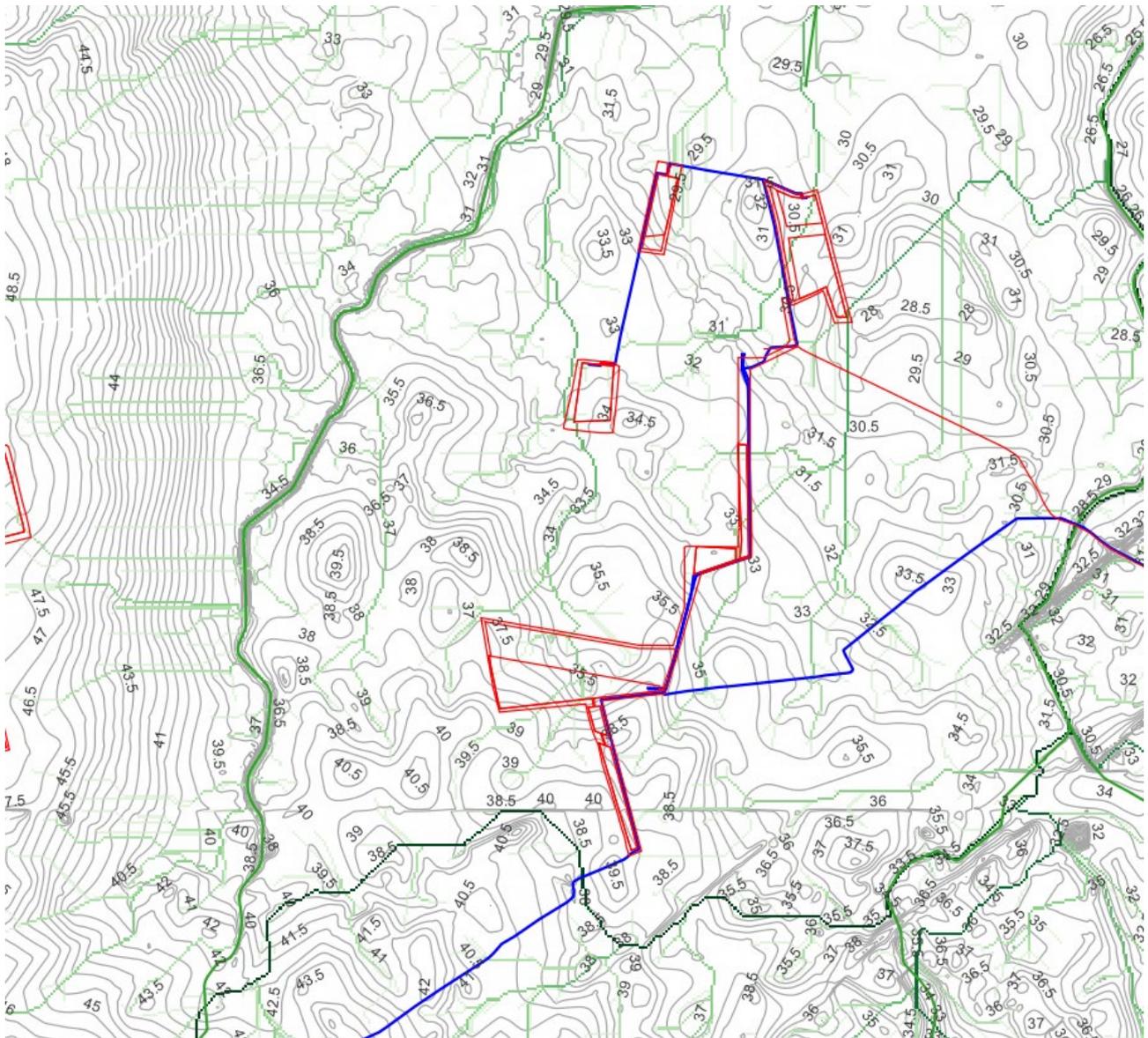


Fig. 4.5 – Caratteri idrografici ed altimetrici di dettaglio del settore in cui ricade la macroarea C

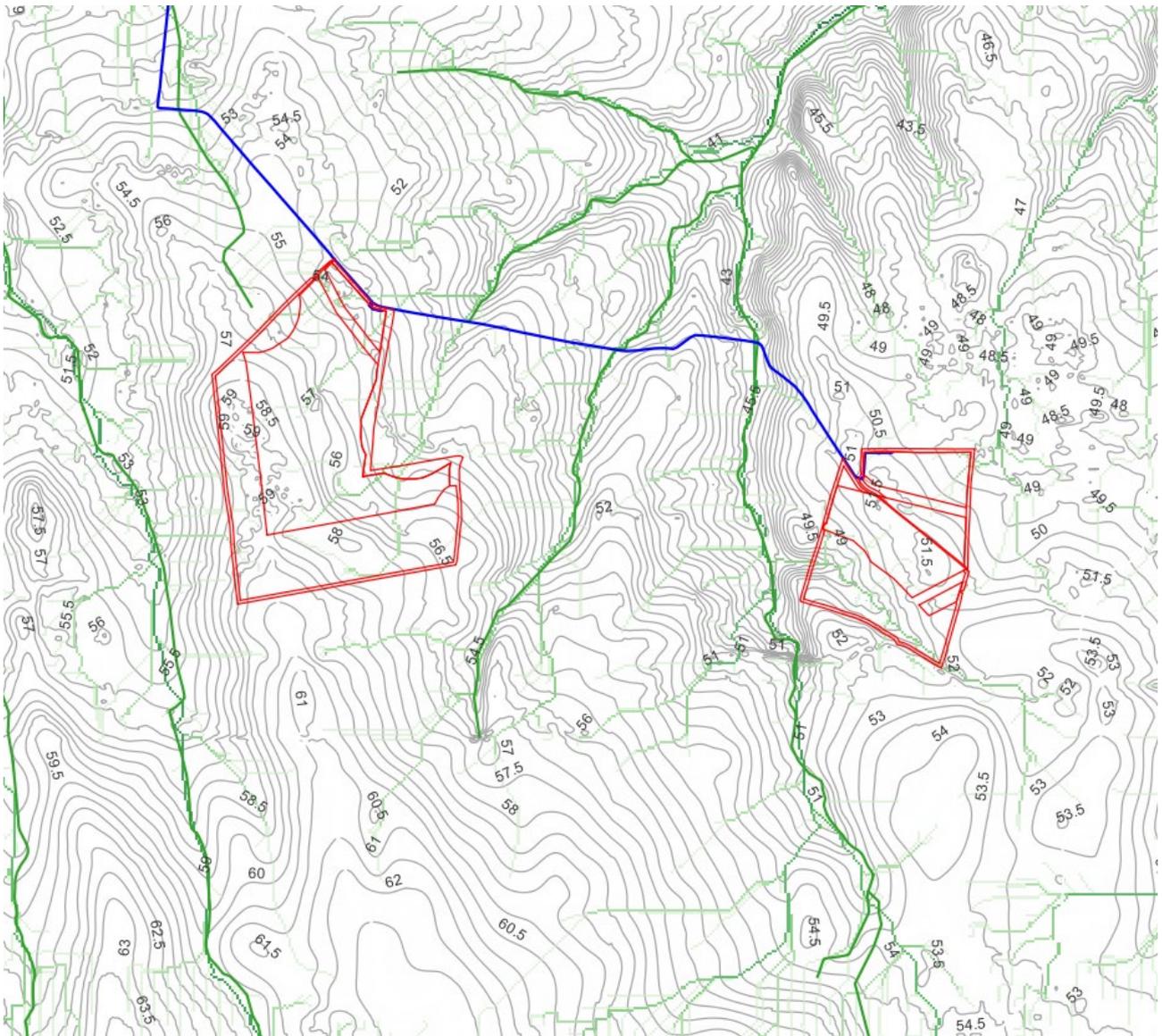


Fig. 4.6 – Caratteri idrografici ed altimetrici di dettaglio del settore in cui ricade la macroarea D

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

5. INTERFERENZE DI CARATTERE IDRAULICO

5.1 Premessa

Le interferenze di carattere idraulico possono essere valutate sotto l'aspetto del rischio idraulico e idrogeologico, cioè con riferimento alle conseguenze prodotte da eventi meteorologici che causano un aumento critico dell'acqua lungo gli impluvi, valutando dunque l'esposizione delle opere di progetto a tali eventi e l'effetto che esse potrebbero avere sullo sviluppo di questi eventi e sugli impatti da essi prodotti.

Le interferenze possono anche essere valutate tuttavia a prescindere dalle condizioni di rischio e cioè a prescindere dalla presenza nei corsi d'acqua di livelli idrici critici, studiando semplicemente gli effetti che esse producono sul deflusso ordinario.

La valutazione delle interferenze sotto l'aspetto del rischio idraulico è propriamente l'oggetto del presente elaborato.

5.2 Rischio Idraulico

La valutazione del rischio idraulico non può prescindere dalla consultazione dei Piani operativi specificatamente previsti dalle norme vigenti per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni e quindi dalla consultazione del PGRA e del PAI.

Il Piano di Gestione Rischio di Alluvioni del Distretto idrografico Appennino Meridionale PGRA DAM è stato adottato, ai sensi dell'art. 66 del d.lgs. 152/2006, con Delibera n° 1 del Comitato Istituzionale Integrato del 17 dicembre 2015, è stato approvato dal Comitato Istituzionale Integrato in data 3 marzo 2016. Con l'emanazione del DPCM in data 27/10/2016 si è concluso il I ciclo di Gestione e con Delibera n.2 della Conferenza istituzionale permanente del 20 dicembre 2021 è stato adottato, ai sensi degli artt. 65 e 66 del D.Lgs. 152/2006, il primo aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale (2021-2027) – Il Ciclo di gestione- di cui all'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e all'art. 7 del D.Lgs. 49/2010, predisposto al fine degli adempimenti previsti dal comma 3 dell'art. 14, della Direttiva medesima.

Il PAI, con la finalità della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, individua il reticolo idrografico regionale nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali.

In tutte queste aree è consentito lo svolgimento di attività che non comportano alterazioni morfologiche o funzionali né un apprezzabile pericolo per l'ambiente e le persone.

Tali attività sono definite all'articolo 6 delle NTA che comunque prescrivono, in funzione della valutazione del rischio associato alla realizzazione di piani e progetti, la redazione di uno studio di

compatibilità idrologica ed idraulica che analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area di intervento. Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia allegata al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, tali prescrizioni si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m cui si aggiunge una striscia di ulteriori 75 m di ampiezza qualora la "fascia di pertinenza fluviale" (di cui all'articolo 10 delle NTA) non è arealmente individuata nelle cartografie del PAI.

Analogamente il PAI riconosce e cartografa aree ad alta probabilità di inondazione, a media probabilità di inondazione ed a bassa probabilità di inondazione, individuando gli interventi consentiti nel loro perimetro (Artt. 7, 8 e 9 delle NTA). Per tutti gli interventi consentiti è comunque richiesta, in funzione della valutazione del rischio ad associato alla loro realizzazione, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

Il PAI cartografa anche le aree a pericolosità geomorfologica media e moderata - PG1, elevata - PG2 e molto elevata - PG3, individuando gli interventi consentiti nel loro perimetro (Artt. 12, 13, 14 e 15 delle NTA). Per tutti gli interventi consentiti è comunque richiesta, in funzione della valutazione del rischio ad associato alla loro realizzazione, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata.

Con riferimento al caso di studio, dalla sovrapposizione del perimetro dei lotti di impianto e del tracciato del cavidotto con PAI e reticolo idrografico cartografato dalla Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale emerge che:

- a) le aree di impianto A6, B9, B8 e C10 sono parzialmente sovrapposte a territori classificati a Bassa Pericolosità idraulica (Fig. 5.2.1) mentre le fasce di naturalità ad esse collegate e quella dell'area C11 sono sovrapposte ad aree tipizzate anche a Media Pericolosità;
- b) il cavidotto, insistendo comunque sempre sulla viabilità pubblica, interseca direttamente in più punti ampi settori di territorio a pericolosità idraulica Alta, Media e Bassa. la rete idrografica e corre subparallelo ad essa entro la fascia di 150 dall'alveo; di conseguenza esso attraversa direttamente aree a pericolosità idraulica o insiste in fasce di territorio non tipizzate dal PAI che comunque ricadono a distanza inferiore a 150 m da alvei fluviali facenti parte del reticolo idrografico regionale.

In ragione di quanto rilevato per le aree di impianto A6, B9, B8 e C10 trovano applicazione l'Art. 8 - *Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.)*, l'Art. 9 - *Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.)* delle NTA del PAI e l'Art. 4 - *Delega di funzioni* della

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

L.R. 19 luglio 2013, n. 19 - “*Norme in materia di riordino degli organismi collegiali operanti a livello tecnico-amministrativo e consultivo e di semplificazione dei procedimenti amministrativi*”

Per il caviodotto invece trovano applicazione gli Artt. 6 - *Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali*, 7 - *Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.)*, 8 - *Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.)*, 9 - *Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.)* e 10 - *Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale delle NTA del PAI*.

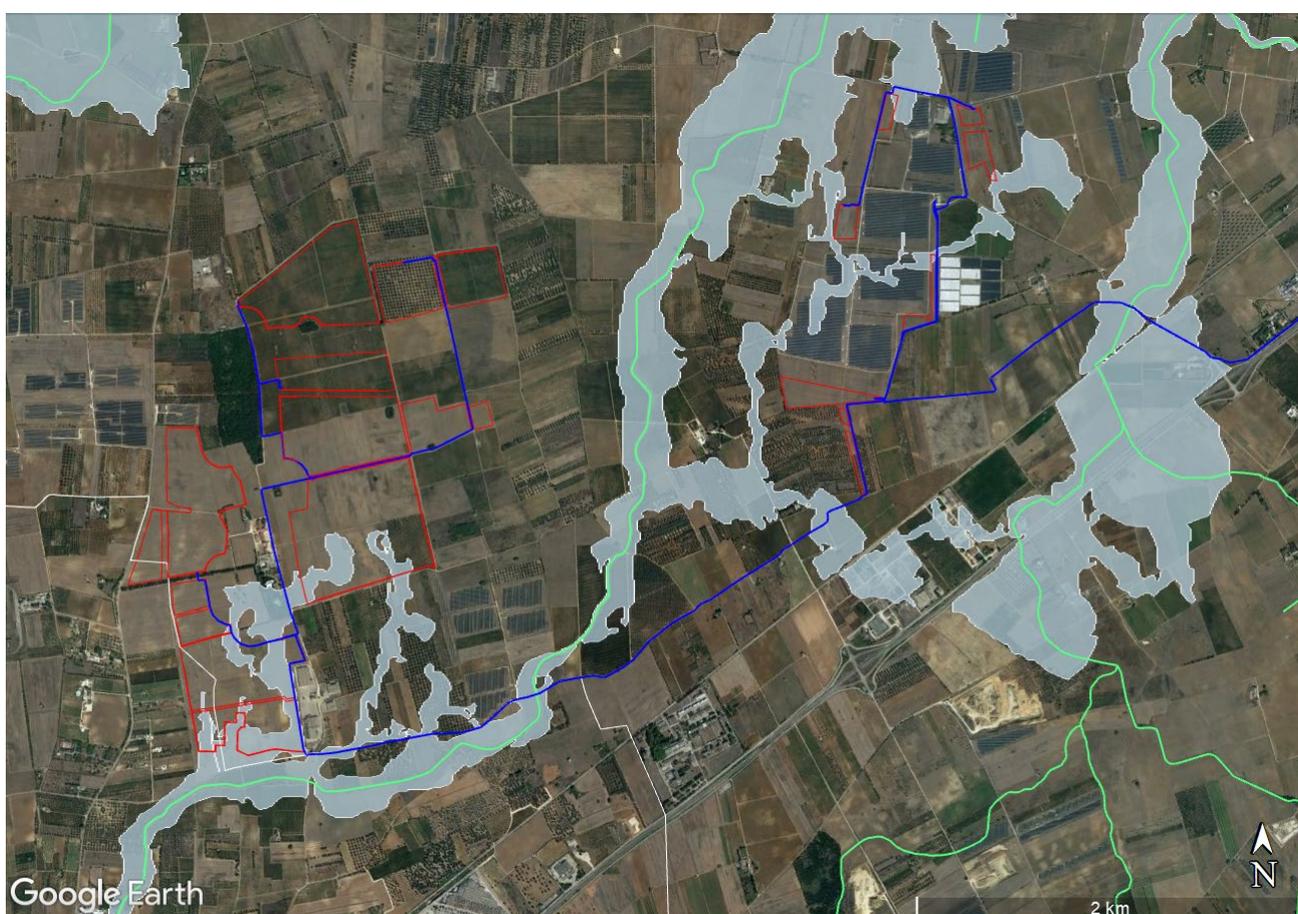


Fig. 5.2.1 - Sovrapposizione tra le aree di impianto A6, B9, B8 e C10 e la Bassa Pericolosità idraulica

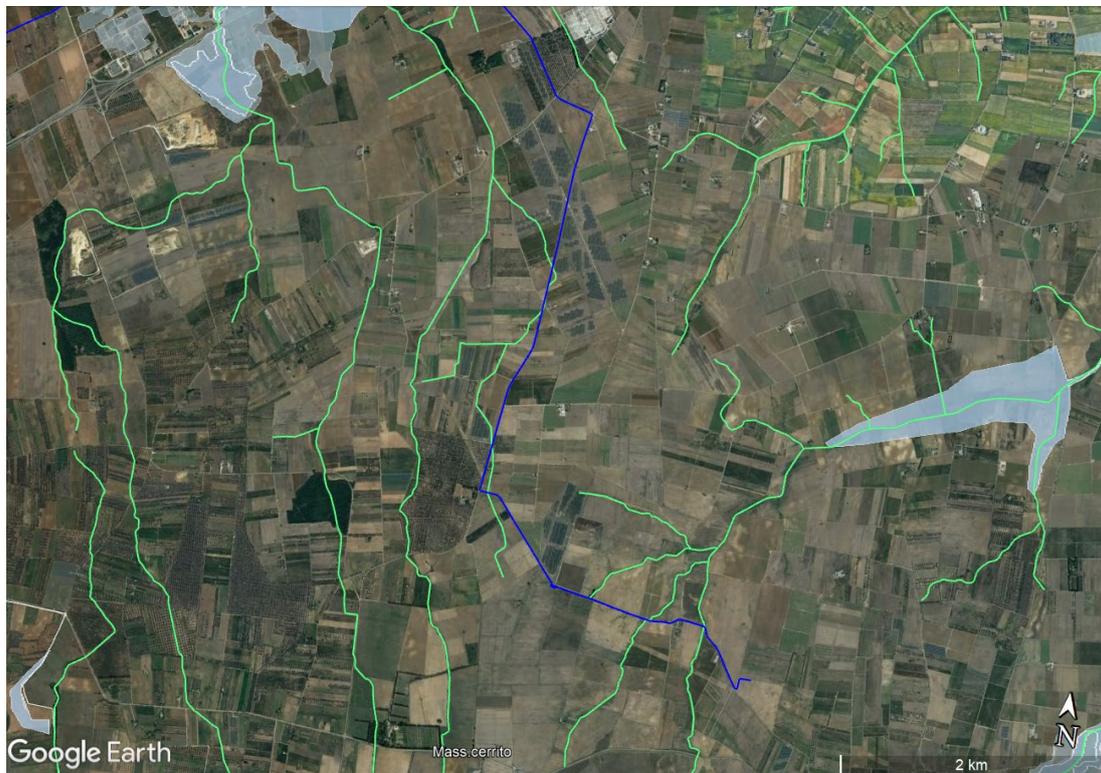


Fig. 5.2.2a - Sovrapposizione tra il cavidotto e le aree AP, MP e BP (settore meridionale)



Fig. 5.2.2b - Sovrapposizione tra il cavidotto e le aree AP, MP e BP (area settentrionale)



Fig. 5.2.3 - Sovrapposizione con le aree buffer di 150 m della rete idrografica

5.3 Interferenze tra le aree di impianto e le aree a pericolosità idraulica

Come rilevato al precedente paragrafo le aree di impianto A6, B9, B8, C10 sono parzialmente sovrapposte a territori classificati a Bassa Pericolosità idraulica mentre le fasce di naturalità ad esse collegate e quella dell'area C11 sono sovrapposte ad aree tipizzate anche a Media Pericolosità (Fig. 5.3.1 e 5.3.2).

Come considerazioni specifiche rispetto agli impatti attesi si rileva che gli interventi previsti sono del tutto permeabili al deflusso idrico poiché i moduli fotovoltaici sono installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori) che saranno ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno mentre le piantumazioni previste hanno carattere puntuale ed hanno un sesto di impianto di 5 m. Inoltre, la quota a cui si attestano i pannelli fotovoltaici è di gran lunga superiore al tirante idrico della bassa pericolosità idraulica.

Inoltre, proprio per la natura dell'intervento (pali infissi di sostegno), sono ridotti al minimo i movimenti terra e tutte le trasformazioni dello stato di fatto e comunque, in ogni cosa, si provvederà sempre al ripristino delle condizioni morfologico altimetriche ante operam.

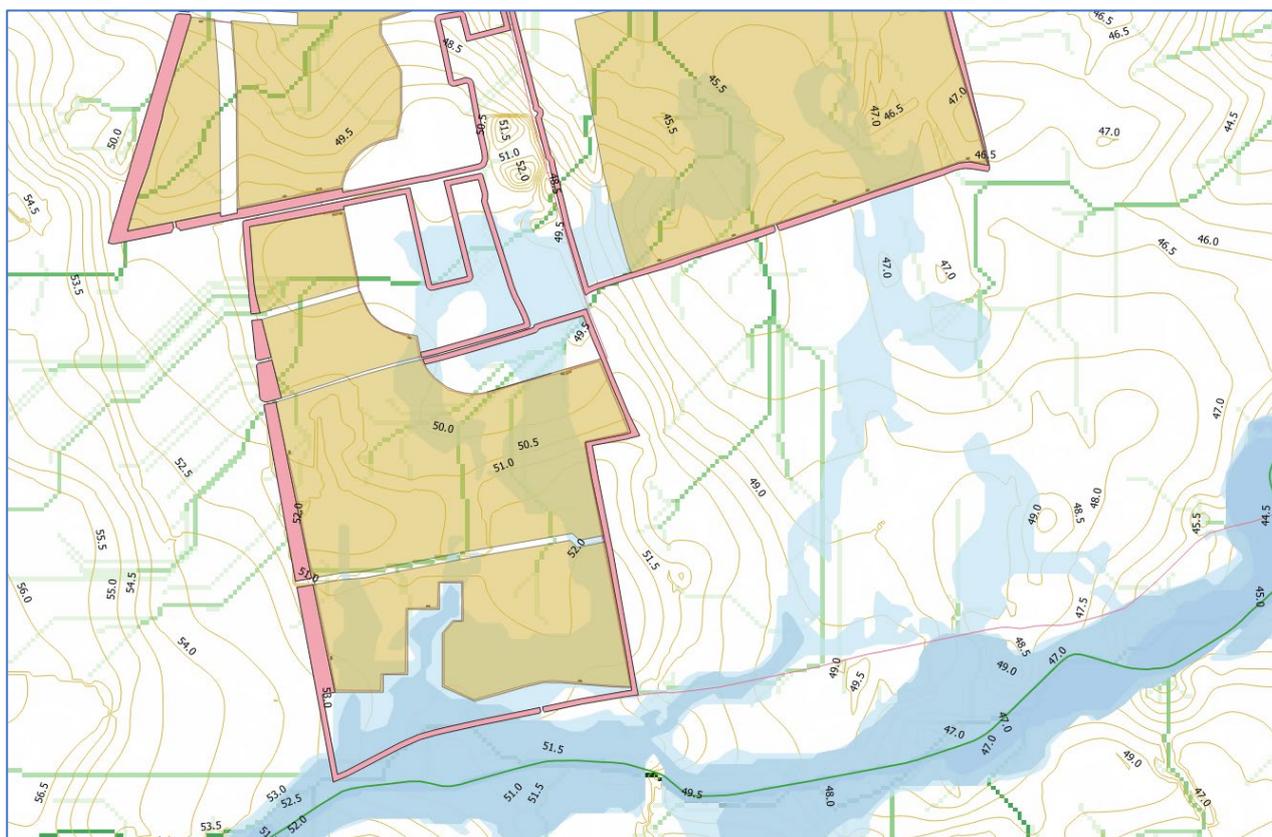


Fig. 5.3.1 - Interferenze tra le aree di impianto A6, B9, B8 (in giallo) e relative fasce di naturalità (in rosa) le perimetrazioni PAI. Sullo sfondo si riportano anche le linee di impluvio estratte dal DTM Puglia

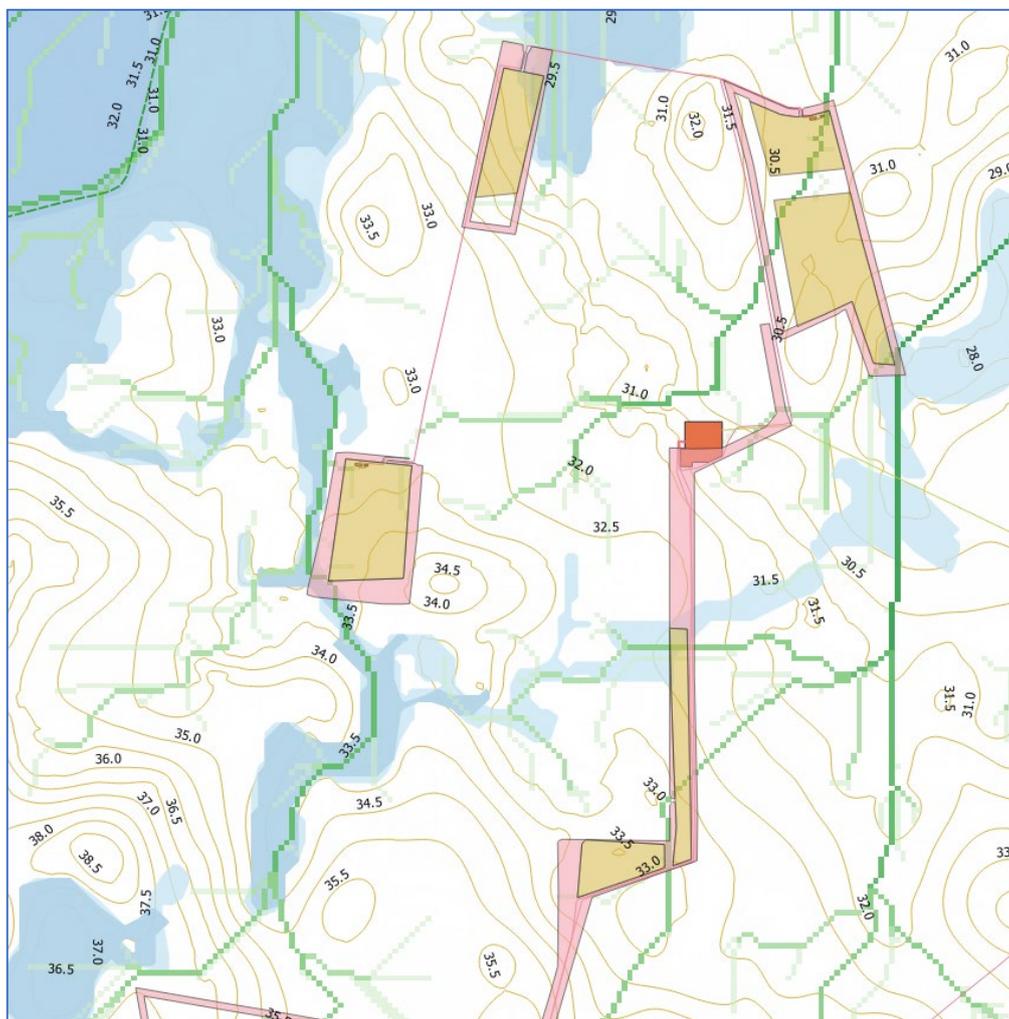


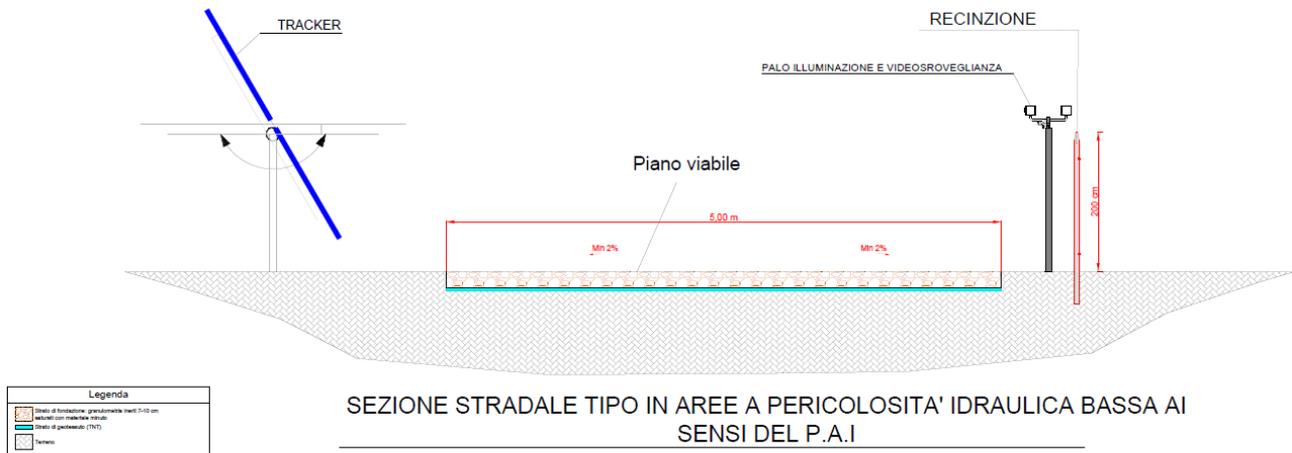
Fig. 5.3.2 - Interferenze tra le aree di impianto C10 e C11 (in giallo) e relative fasce di naturalità (in rosa) e le perimetrazioni PAI. Sullo sfondo si riportano anche le linee di impluvio estratte dal DTM Puglia

Relativamente alle strade di progetto si rileva che esse sono interne alla recinzione pertanto ricadono esclusivamente in aree a bassa pericolosità idraulica. Esse sono realizzate allo scopo di consentire la movimentazione dei mezzi nella fase di esercizio e sostanzialmente saranno costruite con inerti compattati di granulometria diversa proveniente da cave di prestito, saturati con materiale tufaceo fine; per le porzioni ricadenti nelle perimetrazioni esse saranno sempre realizzate con la stessa tecnica costruttiva avendo cura però di mantenere il piano stradale alla quota del piano campagna ante operam e quindi di non creare dislivelli tra la quota del piano stradale e quella dei terreni contermini. In sostanza, dunque, i segmenti di strada ricadenti in bassa pericolosità idraulica sono delle semplici piste che seguiranno l'andamento morfologico-altimetrico già esistente.

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**



Sezione stradale in corrispondenza delle aree a pericolosità idraulica bassa. Il piano viabile sarà portato allo stesso livello del piano di campagna allo scopo di non alterare l'andamento piano altimetrico

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

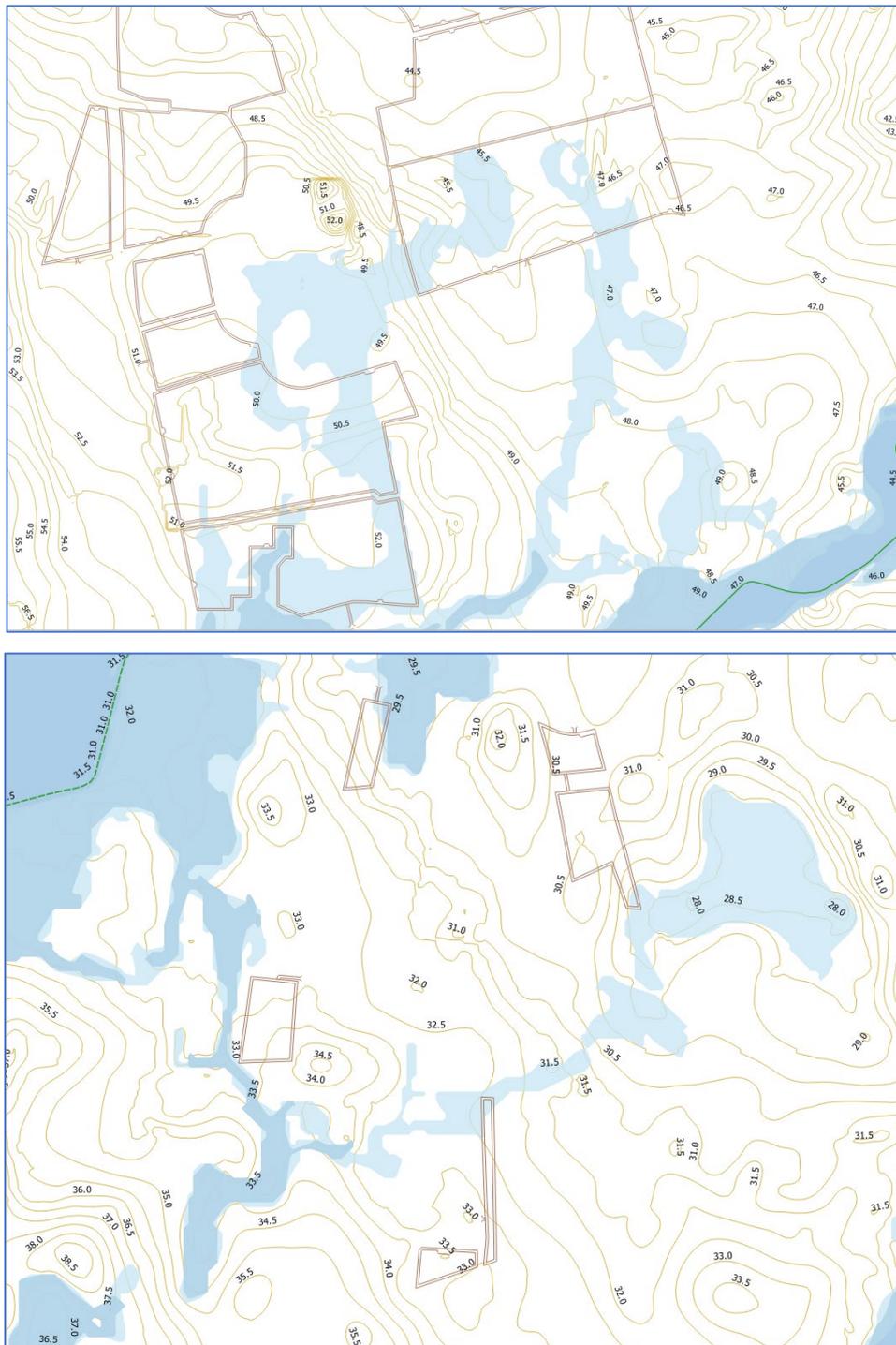


Fig. 5.3.3 - Interferenze tra la viabilità delle aree A6, B9, B8, C10 e C11 e le perimetrazioni PAI

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

Relativamente alla recinzione si rileva che anch'essa interessa esclusivamente aree a bassa pericolosità idraulica; sarà realizzata con rete metallica a maglia sciolta di dimensioni pari a 50x200 mm, di lunghezza pari a 2 m ed altezza di 2 m. Per assicurare un'adeguata protezione dalla corrosione il materiale sarà zincato e rivestito con PVC di colore verde. I pannelli saranno fissati a paletti di acciaio anche essi con colorazione verde. I paletti saranno infissi nel terreno ed alcuni di essi opportunamente controventati. Per le sue caratteristiche questa rappresenta un'opera del tutto permeabile ai flussi idrici.

In conclusione, si rileva che grazie a tutti gli accorgimenti previsti in progetto nel perimetro delle aree a pericolosità idraulica gli interventi previsti non determineranno rispetto alle condizioni ante operam:

- modifiche piano altimetriche della superficie del suolo
- alterazioni della permeabilità dei terreni
- ostacolo al deflusso delle acque superficiali

5.4 Interferenze tra il cavidotto e le aree a pericolosità idraulica

Come rilevato al paragrafo 5.2 anche il tracciato del cavidotto si sovrappone ad aree a pericolosità idraulica cartografate nel PAI ed in alcuni casi interseca la rete idrografica cartografata nei vari Piani. In merito a tale punto si osserva comunque che la condizione sopra descritta non rappresenta un elemento impattante sulle modalità e condizioni del deflusso superficiale poiché il cavidotto insisterà per tutta la sua lunghezza sulla viabilità pubblica esistente ed inoltre esso è collocato nel sottosuolo. In generale, lo scavo per la posa dei cavi sarà realizzato in trincea a sezione ristretta; esso avrà ampiezza variabile in relazione al numero di terne di cavi che dovranno essere posate (da 60 a 90 cm) e avrà anche profondità variabile in relazione alla tipologia di cavi che si andranno a posare. Per i cavi BT la profondità di posa sarà di 0,8 m mentre per i cavi MT-30 kV sarà di 1,2-1,5 m dal piano stradale.

Con riferimento specifico alle aree a pericolosità idraulica si rileva che:

- in corrispondenza delle intersezioni dirette con la rete idrografica (evidenziate dal cerchio nero in Fig. 5.4.1) il cavidotto sarà realizzato in T.O.C.;
- nei punti in cui il cavidotto si sovrappone ad aree a pericolosità idraulica, cartografate nel P.A.I., (si veda Fig. 5.4.1) si adotterà la tecnica dello scavo in trincea a cielo aperto secondo le modalità già descritte.

Si sottolinea che il ripristino di tutti gli scavi eseguiti nelle aree a pericolosità idraulica sarà realizzato avendo particolare cura nel mantenere l'assetto altimetrico dei luoghi e con materiali idonei alla

conservazione delle attuali capacità di infiltrazione delle superfici esistenti (superfici naturali e artificiali).

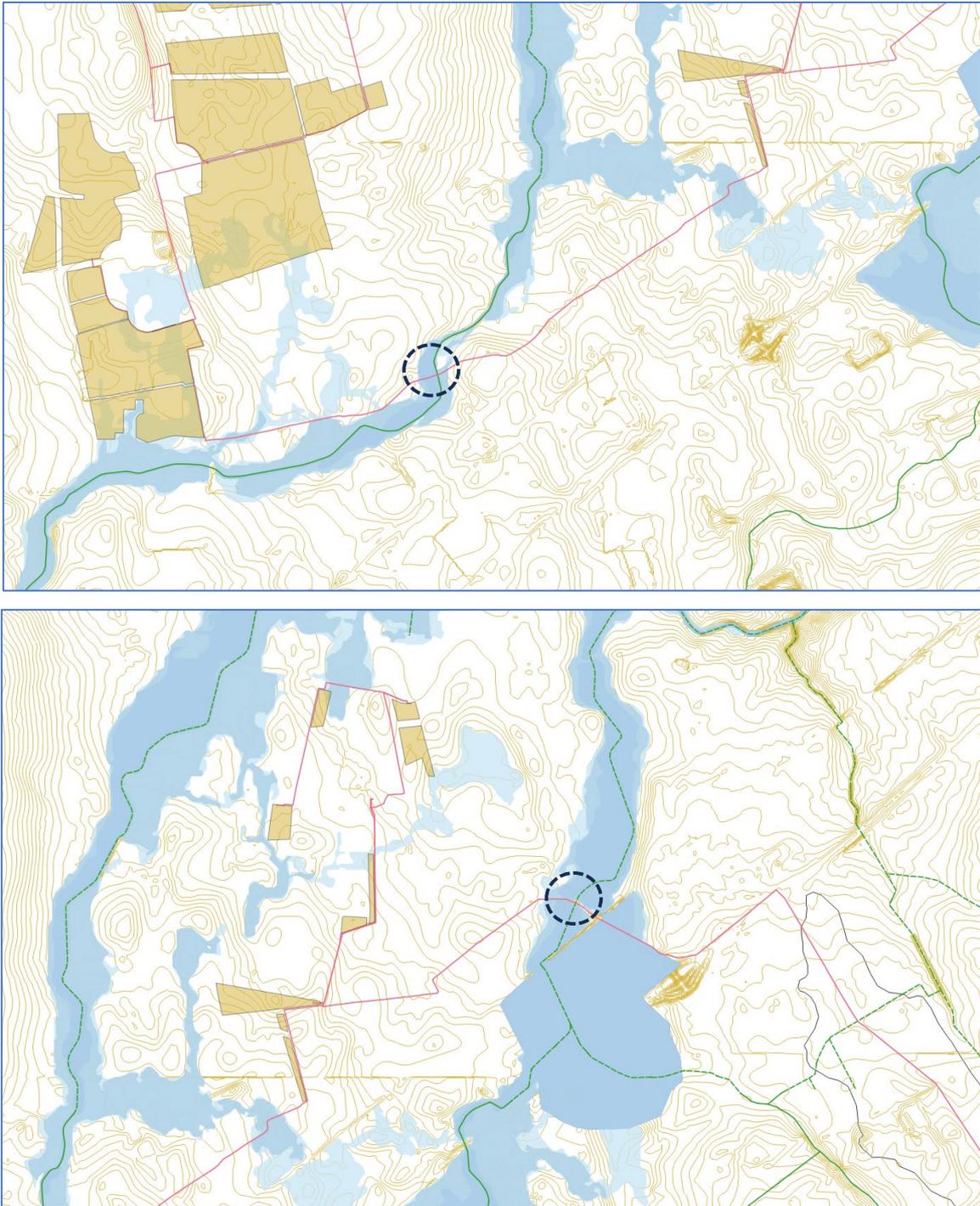


Fig. 5.4.1 - Interferenze tra il cavidotto e le aree a pericolosità idraulica

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

5.5 Interferenze tra il cavidotto e la rete idrografica in aree non tipizzate nel PAI

Si tratta di sovrapposizioni tra il tracciato del cavidotto di progetto e l'area buffer di 150 m dall'alveo di reticoli idrografici facenti parte della rete idrografica regionale in porzioni di territorio dove non esistono perimetrazioni PAI.

Per questi contesti trovano applicazione gli Artt. 6 - *Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali* e 10 - *Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale delle NTA del PAI*.

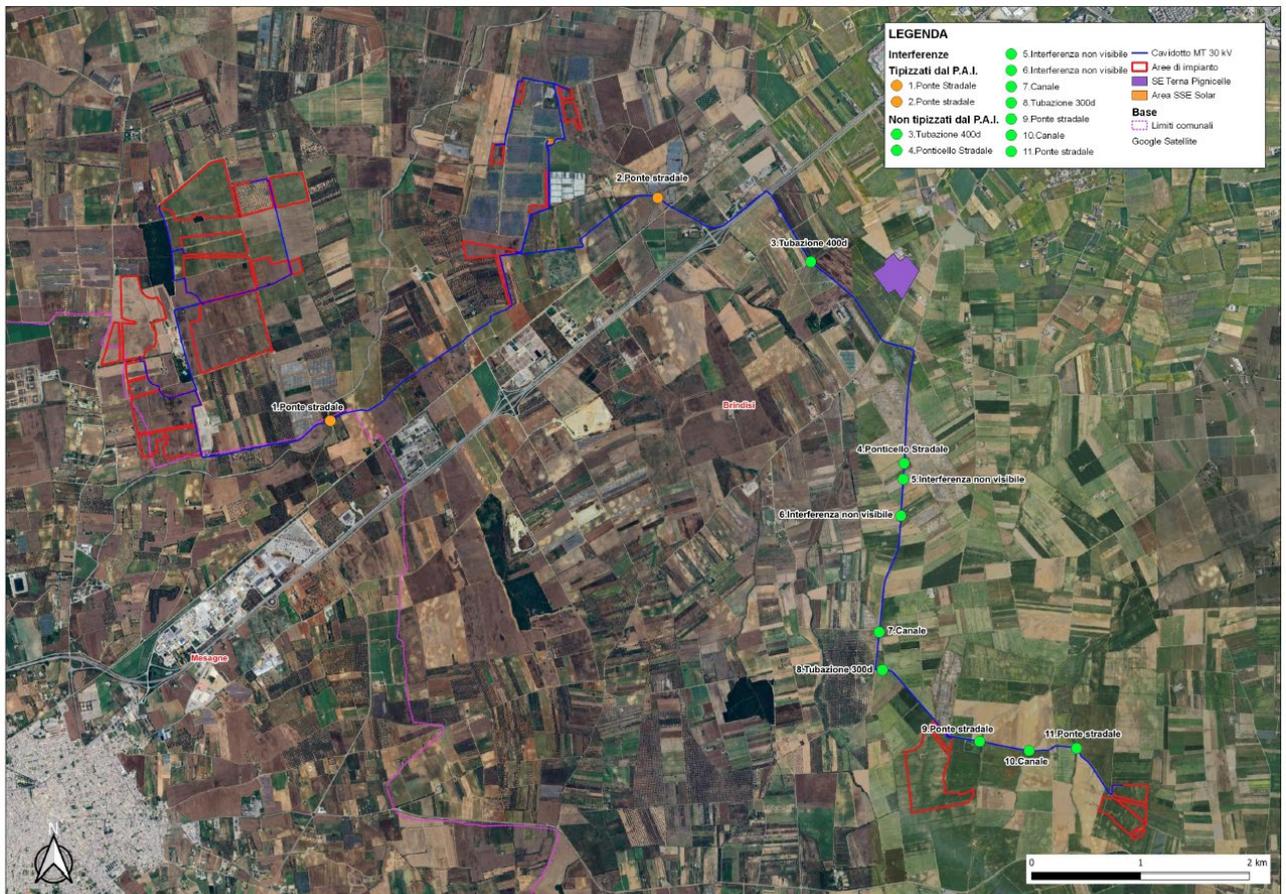
In definitiva il cavidotto interseca in due punti reticoli idrografici cartografati dal PAI (vedi figura 5.4.1) ed ha 9 interferenze con reticoli idrografici non tipizzati dal PAI. In corrispondenza di queste 11 interferenze l'attraversamento sarà realizzato con tecnica TOC, in modo tale che la generatrice delle tubazioni all'interno delle quali sono posati i cavi, si mantenga ad una distanza di almeno 1,5 m dal fondo dell'alveo fluviale. Per quanto concerne la lunghezza delle TOC questa è variabile a seconda della larghezza del reticolo nel punto di intersezione (**si veda a tal proposito l'Elaborato E12a di progetto**).

Si riporta di seguito una cartografia su base ortofoto con individuazione degli 11 punti di interferenza.

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**



Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

Per quanto concerne i 9 punti di interferenza del cavidotto con i reticoli idrografici non tipizzati dal PAI, solo per **5** di questi (di entità più significativa), si è proceduto alla perimetrazione dei bacini di progetto e conseguentemente alla definizione delle portate al colmo prodotte da eventi critici di pioggia con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni e successivamente a modellizzare la distribuzione della piena con T_r 200 anni.

Per la determinazione del quantitativo di pioggia efficace si è fatto riferimento al metodo del Curve Number, correlando, quindi, la capacità di immagazzinamento dei terreni al tipo ed all'uso del suolo. Per effettuare il calcolo dell'evento critico di pioggia di assegnato tempo di ritorno in assenza di dati pluviometrici sito specifici è stato utilizzato il cosiddetto metodo regionale, secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della Relazione di Piano proposta dall'ex Autorità di Bacino della Puglia, che prevede la suddivisione del territorio di competenza in sei regioni aventi caratteristiche pluviometriche differenti. Per ogni regione pluviometrica viene fornita direttamente l'equazione della Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica. In base a questa suddivisione tutto il Salento ricade nella sesta regione pluviometrica, per la quale è valida la seguente espressione:

$$X(d, z) = 33,7 * d^{\frac{0,488+0,0022*z}{3,178}} \quad 1$$

Tale relazione fornisce per diverse durate di pioggia d il valore dell'altezza di pioggia X prendendo in considerazione anche il valore della quota assoluta z sul livello del mare.

I valori calcolati sono, quindi, correlati ad un determinato tempo di ritorno attraverso la loro moltiplicazione con un coefficiente K_T il cui valore dipende dal tempo di ritorno T_r attraverso la seguente relazione:

$$K_T = 0,1599 + 0,5166 * \ln(T_r) \quad 2$$

Determinati gli eventi critici di pioggia è stata costruita per ogni bacino di progetto la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa ai diversi tempi di ritorno considerati.

Il tempo caratteristico di ciascuna bacino è stato assunto pari al tempo di corrivazione definito come il tempo che impiega l'ultima particella d'acqua caduta nella sezione più lontana da quella di chiusura, a raggiungere quest'ultima. Si è proceduto al calcolo di T_c utilizzando i parametri morfometrici propri dei bacini di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura ritenute più appropriate al caso di studio.

A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di T_c medio tra quelli calcolati.

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Con riferimento ad un evento di durata d e con un tempo di ritorno Tr è possibile determinare il deflusso superficiale caratteristico del bacino scolante:

$$h_{netta}(d, Tr) = \frac{(X(d, Tr) - I_a)^2}{(X(d, Tr) - I_a) + S} \quad (3)$$

dove:

- $h_{netta}(d, Tr)$ in mm, è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento di durata d e tempo di ritorno Tr ;
- $X(d, Tr)$ in mm, è il volume specifico di pioggia lorda relativo all'evento di durata d e tempo di ritorno Tr ;
- I_a in mm, rappresenta la quota parte del volume affluito che si infiltra prima che il deflusso abbia inizio;
- S in mm, è il potenziale specifico massimo di assorbimento del terreno, cioè il volume immagazzinabile a saturazione nello stesso.

Nella pratica, si utilizzano le seguenti relazioni:

$$I_a = 0.2S \quad \text{e} \quad S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Il Curve Number "CN" è un parametro adimensionale decrescente in funzione della permeabilità, intesa come caratteristica globale del tipo e dell'uso del suolo. La sua determinazione è ottenuta in base al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato, alla tipologia pedologica e litologica dei suoli ed all'uso del suolo.

Nell'applicazione del metodo sono previste tre classi, rispettivamente la I, la II e la III del grado di umidità del terreno, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento esaminato (Antecedent Moisture Condition): molto asciutto (<50 mm), standard (50÷110 mm) e molto umido (>110 mm). Poiché lo studio è rivolto al calcolo della portata di piena e considerato che in occasione di queste ultime molto spesso il terreno del bacino si presenta in condizioni di elevato imbibimento, si è preferito adottare il valore di CN corrispondente alla classe AMC-tipo III, legato a quella normale dalla relazione:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057CN_{II}}$$

Ai fini applicativi ogni sottobacino è stato suddiviso in base all'uso del suolo indicato sulla Carta di uso del suolo della regione Puglia, in zone omogenee caratterizzate dal medesimo valore di *CN* e per ogni sottobacino è stato quindi ricavato un valore medio del parametro *CN*, ottenuto come "media pesata" dei valori singolari imposti sulle *i*-esime sub-aree:

$$CN = p_1CN_1 + p_2CN_2 + \dots + p_nCN_n$$

dove p_1, p_2, \dots, p_n sono le percentuali dell'area totale del bacino

La classificazione dei tipi di suolo è funzione delle caratteristiche di permeabilità secondo la suddivisione proposta dal Soil Conservation Service che prevede quattro classi:

- A = potenzialità di deflusso scarsa,
- B = potenzialità di deflusso moderatamente bassa,
- C = potenzialità di deflusso moderatamente alta,
- D = potenzialità di deflusso molto alta.

Ad ognuna delle precedenti classi di potenzialità di deflusso, in funzione dell'uso del suolo, sono associabili dei valori del parametro *CN* come riportato in tabella.

Tipo di copertura	A	B	C	D
<i>Tessuto residenziale continuo</i>	89	92	94	95
<i>Tessuto residenziale discontinuo</i>	61	75	83	87
<i>Tessuto residenziale rado e nucleiforme</i>	51	68	79	84
<i>Tessuto residenziale rado</i>	51	68	79	84
<i>Insedimento industriale</i>	81	88	91	93
<i>Insedimento commerciale</i>	89	92	94	95
<i>Insedimento produttivo agricolo</i>	61	75	83	87
<i>Reti stradali e spazi accessori</i>	98	98	98	98
<i>Aree estrattive</i>	60	60	60	60
<i>Discariche</i>	30	58	71	78
<i>Cantieri e suoli rimaneggiati</i>	89	92	94	95
<i>Campeggi, strutture ricettive, luoghi di culto e cimiteri</i>	49	69	79	84
<i>Aree verdi urbane</i>	39	61	74	80
<i>Colture temporanee associate a colture permanente</i>	62	71	78	81
<i>Frutteti e frutti minori non irrigui</i>	62	71	78	81
<i>Frutteti e frutti minori irrigui</i>	72	81	88	91
<i>Oliveti irrigui</i>	72	81	88	91
<i>Oliveti non irrigui</i>	62	71	78	81
<i>Prati stabili non irrigui</i>	30	58	71	78
<i>Seminativi in aree non irrigue</i>	62	71	78	81
<i>Sistemi colturali e particellari complessi</i>	72	81	88	91
<i>Vigneti irrigui</i>	72	81	88	91

<i>Vigneti non irrigui</i>	62	71	78	81
<i>Zone boscate</i>	25	55	70	77
<i>Aree a pascolo naturale, praterie e incolti</i>	39	61	74	80
<i>Spiagge, dune e sabbie</i>	68	79	86	89
<i>Bacini di acqua</i>	100	100	100	100

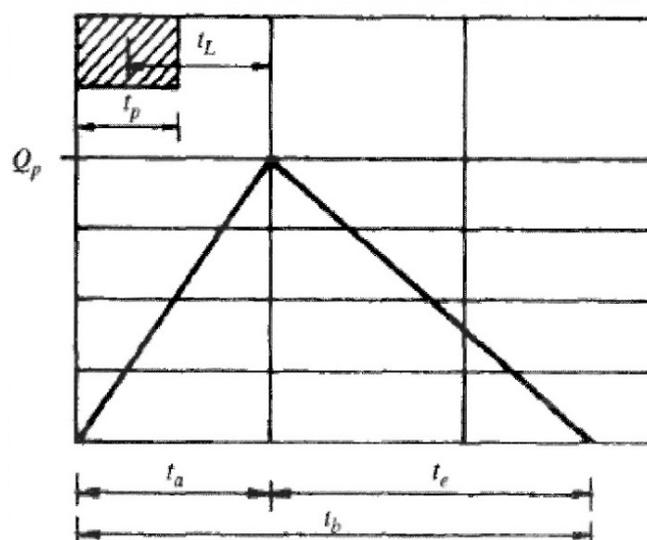
Nel caso in studio considerando che il substrato litologico è ubiquitariamente rappresentato da limi sabbiosi si è ritenuto opportuno utilizzare i valori di CN relativi alla classe "C" mentre come classe di copertura è stata utilizzata "Seminativi in aree non irrigue" anche essa presente quasi ubiquitariamente.

Ottenuti i valori dei coefficienti di immagazzinamento è stato possibile calcolare le altezze efficaci di pioggia relative ad un evento con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Per il calcolo della portata di piena Q_p (m^3/s) si è fatto riferimento all'idrogramma unitario proposto dal Soil Conservation Service (SCS). Si tratta di un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento) e il cui volume, espresso in m^3 , ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2}(t_a + t_e) = \frac{Q_p t_b}{2}$$

avendo indicato con t_b la durata dell'evento di piena.



Sperimentalmente è stato dimostrato che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico pari al 37,5% del volume totale V di deflusso; quindi, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0,375 volte la durata dell'evento di piena t_b e pertanto:

$$t_b = 2.67t_a$$

Utilizzando le formule precedenti ed esprimendo il volume di deflusso netto V in mm, il tempo t_a in ore, l'area A del bacino in Km^2 , si ottiene:

$$Q_p = 0.208 \frac{VA}{t_a}$$

La determinazione di t_a , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata t_p e indicando con t_L il tempo di ritardo, si effettua con la seguente relazione:

$$t_a = 0.5t_p + t_L$$

I tempi t_p e t_L sono "tempi caratteristici" del bacino: il primo rappresenta il tempo di piena, il secondo, invece, il ritardo con cui la portata di picco arriva alla sezione di chiusura del bacino.

Per la stima del tempo di ritardo del bacino si può utilizzare la formula di Mockus:

$$t_L = 0.342 \frac{L_{\max}^{0.8}}{s^{0.5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.9}$$

In cui s è la pendenza del bacino espressa in %, L_{\max} la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla dispiuviale espressa in Km.

Sperimentalmente è stata osservata la seguente relazione:

$$t_L = 0.5t_c$$

quindi in ultima istanza, si ottiene:

$$t_a = 1.1t_c$$

Si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco, per i diversi tempi di ritorno considerati e per ciascun sottobacino; infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma di piena partendo dall'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Q_p e di t/t_a .

L'analisi idraulica è stata condotta con l'ausilio del codice di calcolo denominato **HEC-RAS**, River Analysis System, sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Hydrologic Engineering Center per il calcolo dei profili idraulici in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o artificiali.

Il codice di calcolo necessita in primo luogo delle informazioni relative alla geometria del corso d'acqua in un'apposita sezione (*geometric data*), all'interno della quale si definiscono il corso del fiume (*reach*), la geometria delle sezioni (*cross section geometry*), la distanza fra le sezioni (*reach length*) e il coefficiente di scabrezza, rappresentativo delle perdite di carico, secondo la formulazione di Manning. In questa sezione sono disponibili altre opzioni, fra le quali la procedura di interpolazione fra una sezione e l'altra (*XS Interpolation*), per infittire il numero di sezioni; inoltre, è possibile definire

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

la quota delle sponde (*left and right elevations*) e degli argini (*levees*) e inserire delle aree dove l'acqua arriva ma non contribuisce al deflusso (*ineffective flow areas*) e le coperture (*lids*).

Il codice di calcolo permette anche di descrivere la geometria dei ponti (*bridge and culvert data*) definendone l'impalcato (*deck/roadway*), le pile (*piers*), le spalle (*sloping abutments*) e le condizioni di calcolo (*bridge modelling approach*).

Successivamente occorre impostare la sezione relativa alle condizioni di moto (*steady flow data*), definendo la portata di riferimento per le diverse sezioni fluviali e le condizioni al contorno (*boundary conditions*).

La definizione delle condizioni al contorno è necessaria per stabilire il livello idrico iniziale nelle sezioni estreme del canale (sezione di monte e di valle).

Se il regime di deflusso è sub-critico (alveo torrentizio) è necessario imporre le condizioni al contorno nella sezione di valle del canale, se il regime di deflusso è super-critico (alveo tranquillo) tali condizioni devono essere imposte nella sezione di monte, infine in condizioni di moto misto, bisogna imporre le condizioni al contorno sia a monte sia a valle.

Le condizioni al contorno che possono essere imposte sono:

- livello noto del tirante idraulico,
- altezza di deflusso pari all'altezza critica,
- altezza di deflusso pari all'altezza di moto uniforme,
- scala di deflusso nota.

A questo punto il codice di calcolo è pronto per eseguire i calcoli idraulici nella sezione denominata *steady flow analysis*. I risultati delle computazioni idrauliche sono proposti attraverso tabelle riepilogative (*cross-section table* e *profile table*), grafici delle sezioni geometriche (*plot cross-section*) e del profilo longitudinale (*plot profile*) e, infine, tramite una visione prospettica tridimensionale del sistema fluviale (*x, y, z perspective plot*).

L'ipotesi alla base delle formulazioni per la determinazione del profilo idraulico è che il moto dell'acqua nel canale si considera uniforme. Questo significa che tutte le grandezze caratterizzanti la corrente (altezza idrica, velocità media nella sezione, portata, ecc.) risultano costanti nel tempo e nello spazio. Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile i_m , definita come il rapporto fra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica J , che rappresenta le dissipazioni energetiche per unità di lunghezza.

La relazione $i_m = J$ costituisce l'equazione fondamentale del moto uniforme.

La determinazione del profilo teorico in moto permanente è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard Step Method*, basato appunto sull'equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove H_1 (m) ed H_2 (m) sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, h_f (m) sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde mentre h_e (m) è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare, h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto di alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = J \cdot L$$

con J pendenza motrice nel tratto di lunghezza L (m).

Il calcolo di J è effettuabile con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice in corrispondenza delle sezioni di inizio e fine di ciascun tratto. Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la relazione:

$$J = \left[\frac{Q}{K} \right]^2$$

dove Q (m³/s) è la portata di calcolo e K (denominato *conveyance*) rappresenta un parametro di conducibilità, ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove A (m²) l'area della sezione liquida, R (m) il raggio idraulico e n (m^{-1/3} s) è il parametro rappresentativo della scabrezza, espresso in termini di coefficiente di Manning.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro n di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il termine h_e dipende, invece, dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 (m/s) sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Al tirante idrico in condizioni di stato critico corrisponde la massima portata teoricamente smaltibile dalla sezione, indipendentemente dalla natura del fondo e delle pareti, nonché dall'inserimento della sezione stessa in un tronco fluviale. Esso è valutato imponendo che il numero di Froude, indicato con Fr , assuma valore unitario. In termini di portata e per le sezioni in esame, si scrive

$$Fr = \frac{VA}{\sqrt{A^2 gh_m}}$$

dove g è l'accelerazione di gravità, h_m il tirante idrico, A l'area bagnata della sezione, e V la velocità media della sezione. L'equazione precedente permette la determinazione dell'altezza di stato critico.

5.5.1 - Interferenza 1

Questa interferenza ricade nel bacino del reticolo Cillarese (Fig. 5.5.1.1) e corrisponde ad una intersezione che avviene su strada pubblica con una linea di impluvio di cui non si è trovato riscontro nello stato di fatto attuale dei luoghi (Figg. 5.5.1.2 – 5.5.1.3 - 5.5.1.4).



Fig. 5.5.1.1 – Interferenza 1 (la rete idrografica è riportata in verde, in rosa il tracciato del cavidotto)

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**



Fig. 5.5.1.2 Stato dei luoghi da immagine satellitare Google Earth



Fig. 5.5.1.3 - Stato dei luoghi da sopralluogo (vista verso Ovest)



Fig. 5.5.1.4 - Stato dei luoghi da sopraluogo (vista verso Est)

Rispetto a questa intersezione, di fronte alla certezza che di fatto non esiste un impluvio avente evidenza morfologica, si è ritenuto opportuno estrarre un modello di deflusso dal DTM Puglia e rispetto ad esso è stato definito un bacino scolante di progetto (Fig. 5.5.1.5).

Si riportano di seguito i caratteri morfometrici del bacino.

Superficie	S (kmq)	0.856934
Altezza massima	H _{max} (m)	45.17
Altezza media	H _{med} (m)	38.17
Altezza minima	H _{min} (m)	34.17
Lunghezza asta principale	L (km)	2.144
Quota scorr asta sezione monte	h _m (m)	39.87
Quota scorr asta sezione valle	h _v (m)	34.17
Pendenza media asta	i	0.0027
Pendenza media versanti	i _v	0.010517146

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

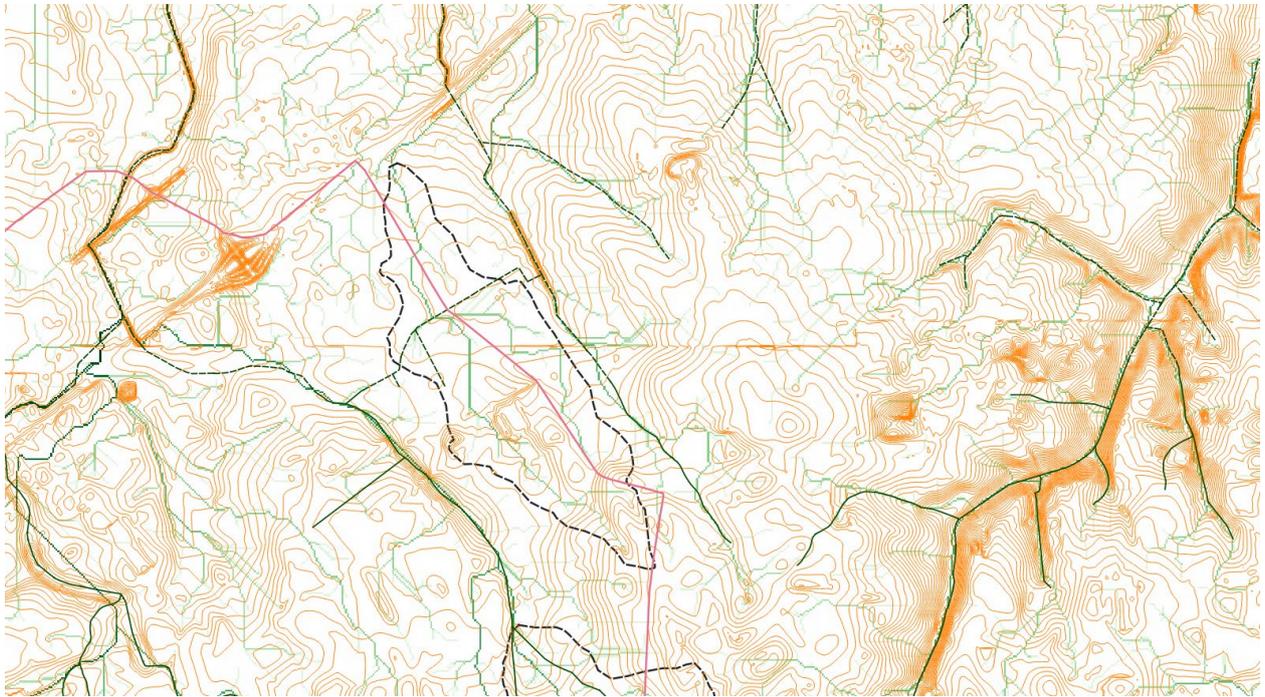


Fig. 5.5.1.5a – Perimetrazione del bacino di progetto per l'interferenza 1 su base altimetrica con rete di deflusso estratta dal DTM Puglia



Fig. 5.5.1.5b – Perimetrazione del bacino di progetto per l'interferenza 1 su base cartografica ortofoto Puglia 2019

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

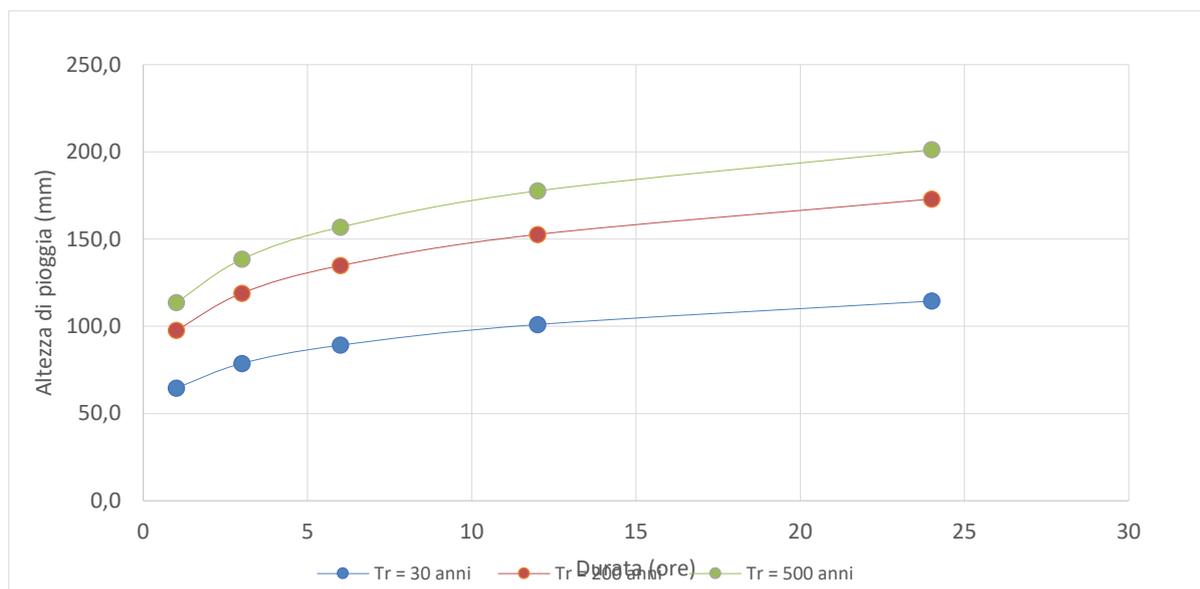
Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
 IDRAULICA**

Si è proceduto quindi al calcolo di $X(d,z)$ utilizzando la (1) per T_r pari a 30, 200 e 500 anni.

d	1	3	6	12	24
z	38.17				
x	33.7	41.1	46.5	52.7	59.7
Tempo ritorno	30		$K_{t_{30}}$	1.92	
X_{30}	64.6	78.7	89.2	101.0	114.5
$LN(X_{30})$	4.1682	4.3660	4.4907	4.6155	4.7402
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1800	4.17			
n_{30}	0.1800				
a_{30}	64.60				
h_{30}	64.6	78.7	89.2	101.0	114.5
Tempo ritorno	200		$K_{t_{200}}$	2.90	
X_{200}	97.6	119.0	134.8	152.7	173.0
$LN(X_{200})$	4.5812	4.7789	4.9037	5.0284	5.1532
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1800	4.58			
n_{200}	0.1800				
a_{200}	97.63				
h_{200}	97.6	119.0	134.8	152.7	173.0
Tempo ritorno	500		$K_{t_{500}}$	3.37	
X_{500}	113.6	138.4	156.8	177.6	201.2
$LN(X_{500})$	4.7325	4.9302	5.0550	5.1798	5.3045
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1800	4.73			
n_{500}	0.1800				
a_{500}	113.58				
h_{500}	113.6	138.4	156.8	177.6	201.2

Determinati gli eventi critici di pioggia è stata costruita la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa ai diversi tempi di ritorno considerati.



Tc è stato calcolato utilizzando i parametri morfometrici sopra tabellati attraverso varie formule proposte in letteratura

Formula	Tc (ore)
Giandotti	4.32
Pezzoli	2.29
Puglisi	4.49
Tournon	2.99
Ventura	2.28
Viparelli	2.50
Kirpich	1.17

A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione del bacino, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di Tc medio tra quelli calcolati pari a 2.86.

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Successivamente sono state calcolate le altezze efficaci di pioggia relative ad un evento con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Tr	30	200	500
S (mm)	30.81	30.8	30.8
la (mm)	7.70	7.7	7.7
Tc (ore)	2.86	2.86	2.86
n	0.1800	0.1800	0.1800
a	64.6	97.6	113.6
H _{lordo}	27.3	41.2	47.9
H _{netto}	7.6	17.5	22.8

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
 IDRAULICA**

Si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco per i diversi tempi di ritorno considerati.

Tr	30	200	500
Tc (ore)	2.86	2.86	2.86
T _{lag} (ore)	1.72	1.72	1.72
Tp (ore)	3.15	3.15	3.15
A (kmq)	0.856934	0.856934	0.856934
V _{netto} (mm)	7.60	17.45	22.79
Qp (mc/s)	0.43	0.99	1.29

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma di piena partendo dall'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire seguito

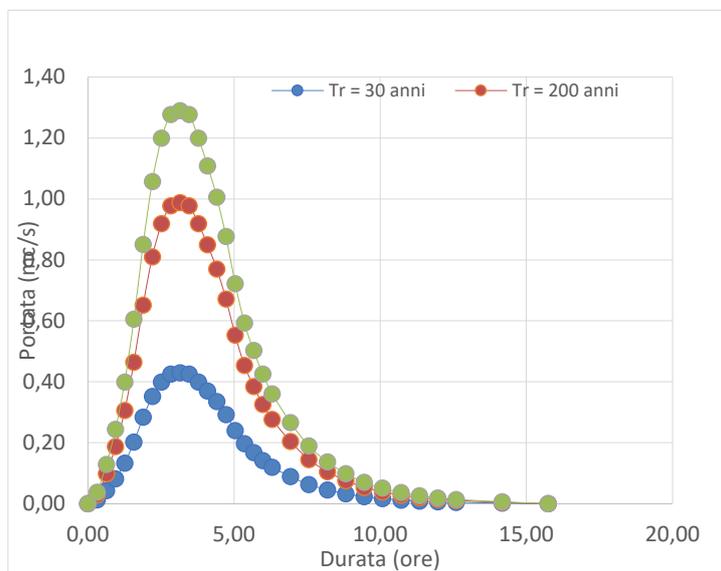
t/Tp	Q/Qp	t	Q30	Q200	Q500
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.03	0.31	0.01	0.03	0.04
0.2	0.1	0.63	0.04	0.10	0.13
0.3	0.19	0.94	0.08	0.19	0.24
0.4	0.31	1.26	0.13	0.31	0.40
0.5	0.47	1.57	0.20	0.46	0.61
0.6	0.66	1.89	0.28	0.65	0.85
0.7	0.82	2.20	0.35	0.81	1.06
0.8	0.93	2.52	0.40	0.92	1.20
0.9	0.99	2.83	0.43	0.98	1.28
1	1	3.15	0.43	0.99	1.29
1.1	0.99	3.46	0.43	0.98	1.28
1.2	0.93	3.78	0.40	0.92	1.20
1.3	0.86	4.09	0.37	0.85	1.11
1.4	0.78	4.41	0.34	0.77	1.01
1.5	0.68	4.72	0.29	0.67	0.88
1.6	0.56	5.04	0.24	0.55	0.72
1.7	0.46	5.35	0.20	0.45	0.59
1.8	0.39	5.67	0.17	0.39	0.50
1.9	0.33	5.98	0.14	0.33	0.43
2	0.28	6.30	0.12	0.28	0.36
2.2	0.207	6.93	0.09	0.20	0.27
2.4	0.147	7.56	0.06	0.15	0.19
2.6	0.107	8.19	0.05	0.11	0.14
2.8	0.077	8.82	0.03	0.08	0.10
3	0.055	9.45	0.02	0.05	0.07
3.2	0.04	10.08	0.02	0.04	0.05
3.4	0.029	10.71	0.01	0.03	0.04
3.6	0.021	11.34	0.01	0.02	0.03
3.8	0.015	11.97	0.01	0.01	0.02
4	0.011	12.60	0.00	0.01	0.01

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
 IDRAULICA**

4.5	0.005	14.17	0.00	0.00	0.01
5	0	15.75	0.00	0.00	0.00



I dati di input utilizzati per ottenere le aree di esondazione attraverso il software HecRas sono di seguito riportati

Sezioni trasversali - i profili delle sezioni trasversali sono stati ottenuti intersecando il DTM con delle linee ortogonali alla direzione dell'asta fluviale (attraverso l'applicativo RAS MAPPER). Per ciascuna sezione si è proceduto alla definizione delle caratteristiche geometriche e fisiche dell'alveo, come richiesto dal programma di calcolo sono state inoltre introdotte le lunghezze (reach length) di ciascun tratto dell'alveo centrale (Channel) e delle aree golenali destra (ROB) e sinistra (LOB)

Coefficiente di scabrezza - per il coefficiente di scabrezza n di Manning si è fatto riferimento ai valori consigliati da Marchi E. & Rubatta A., 'Meccanica dei fluidi principi e applicazioni tecniche', UTET, 1981 ed in particolare: canali in abbandono con vegetazione $n = 0.035 \text{ s/m}^{1/3}$

Questo valore è stato imposto sia per il tratto centrale (canale) che per le aree di golena

Portata di progetto - Le portate di progetto sono assunte pari a quelle prodotte da un evento di pioggia con tempi di ritorno pari a 200 anni precedentemente calcolate. A favore di sicurezza le portate sono state considerate costanti e pari al valore di colmo.

Condizioni al contorno e stato critico - Il regime di flusso considerato è stato imposto di tipo misto e sono state definite per le sezioni di monte e di chiusura le condizioni al contorno: normal depth (altezza di moto uniforme calcolata in funzione della formula di Manning calcolata dal programma previo inserimento della pendenza del fondo del canale)

In Fig. 5.5.1.6 si riporta la perimetrazione delle aree inondabili per il passaggio della piena con Tr 200 anni.



In Fig. 5.5.1.6 – Perimetrazioni aree inondabili e altezza di allagamento

5.5.2 - Interferenza 2

Questa interferenza ricade nel bacino del reticolo Fiume Grande (Fig. 5.5.2.1) e corrisponde ad una intersezione che avviene su strada pubblica con una linea di impluvio che trova pieno riscontro anche nel reticolo di drenaggio estratto dal DTM Puglia e nello stato dei luoghi attuale (Figg. 5.5.2.2 – 5.5.2.3).

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

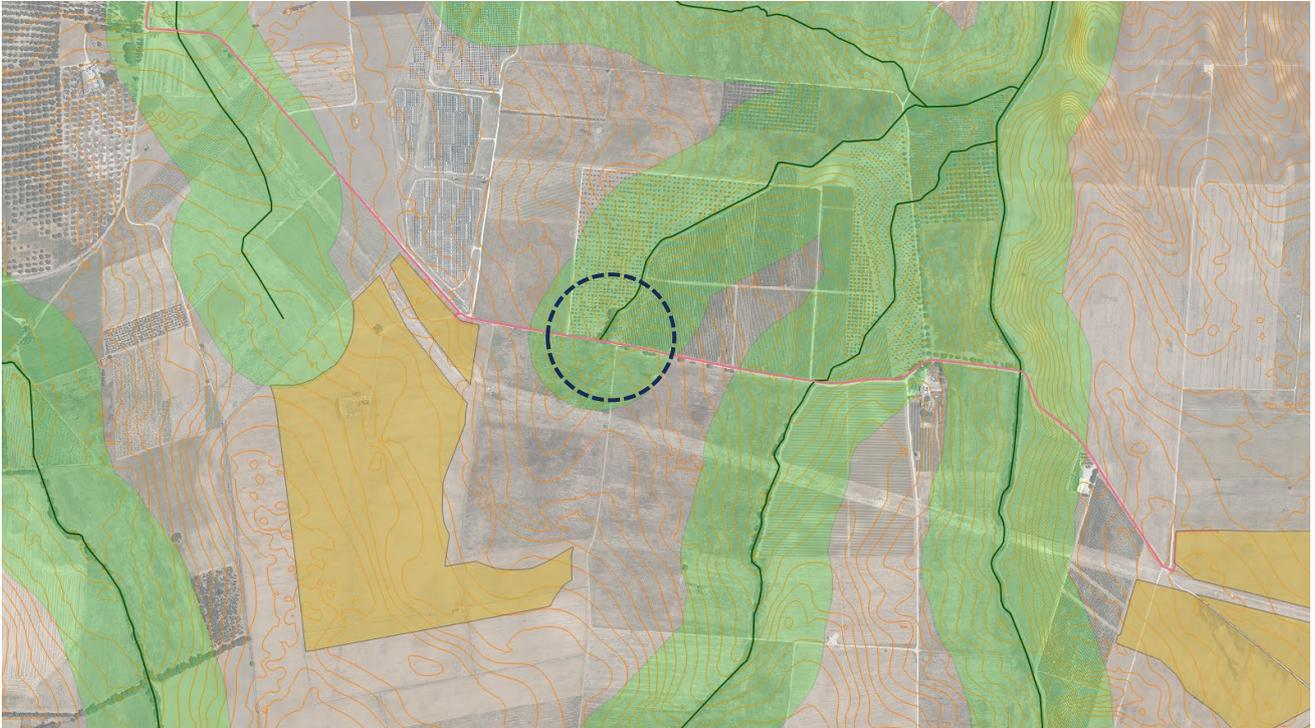


Fig. 5.5.2.1 – Interferenza 2 (la rete idrografica è riportata in verde, in rosa il tracciato del caviddotto)



Fig. 5.5.2.2 Stato dei luoghi da immagine satellitare Google Earth



Fig. 5.5.2.3 - Stato dei luoghi da sopralluogo (vista dal centro strada verso Nord)

Il bacino di progetto è stato perimetrato rispetto alla intersezione dell'asta fluviale con l'elemento idrografico di ordine gerarchico superiore (Fig. 5.5.1.5).

Si riportano di seguito i caratteri morfometrici del bacino.

Superficie	S (kmq)	1.127685
Altezza massima	H_{max} (m)	60.24
Altezza media	H_{med} (m)	53.11
Altezza minima	H_{min} (m)	42.24
Lunghezza asta principale	L (km)	2.111
Quota scorr asta sezione monte	h_m (m)	57.96
Quota scorr asta sezione valle	h_v (m)	42.24
Pendenza media asta	i	0.0074
Pendenza media versanti	i_v	0.141369265

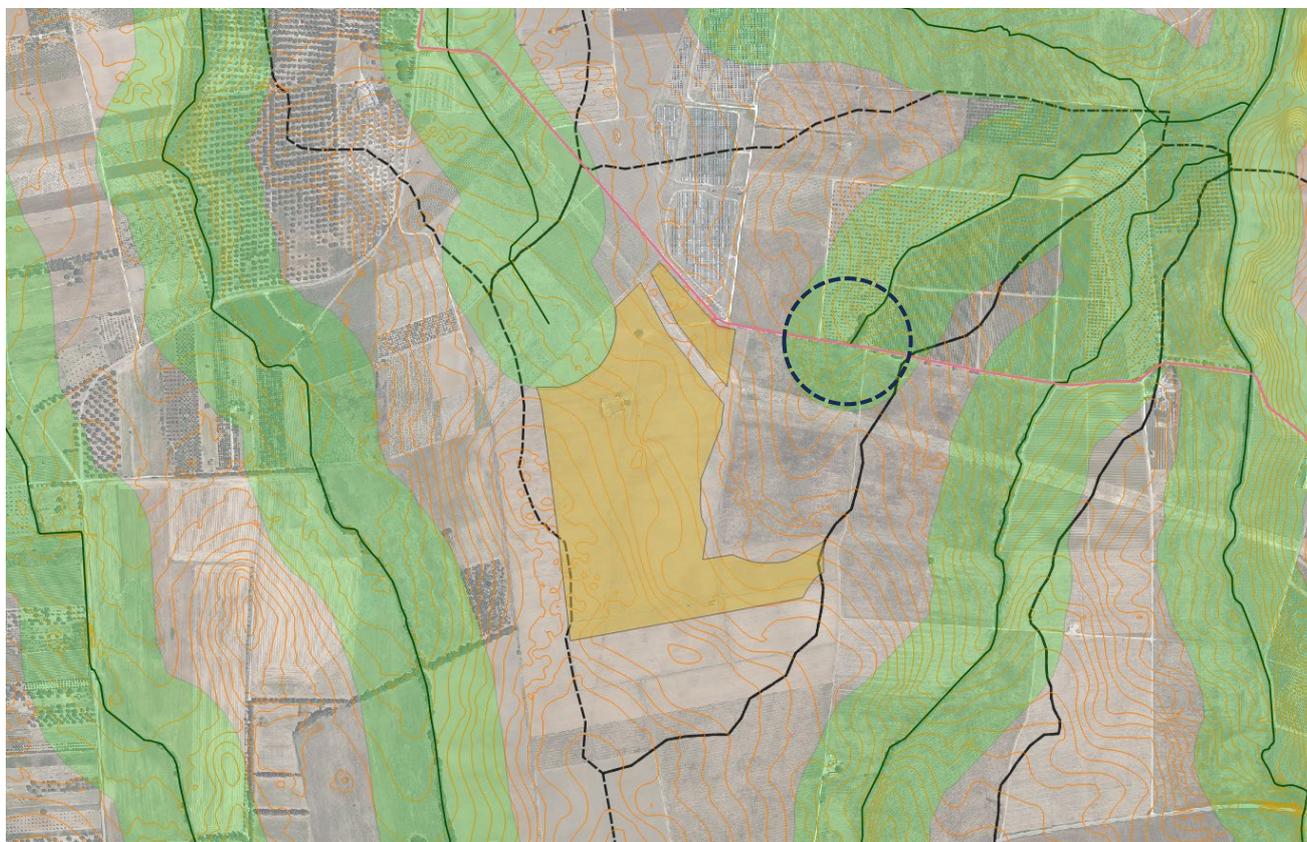


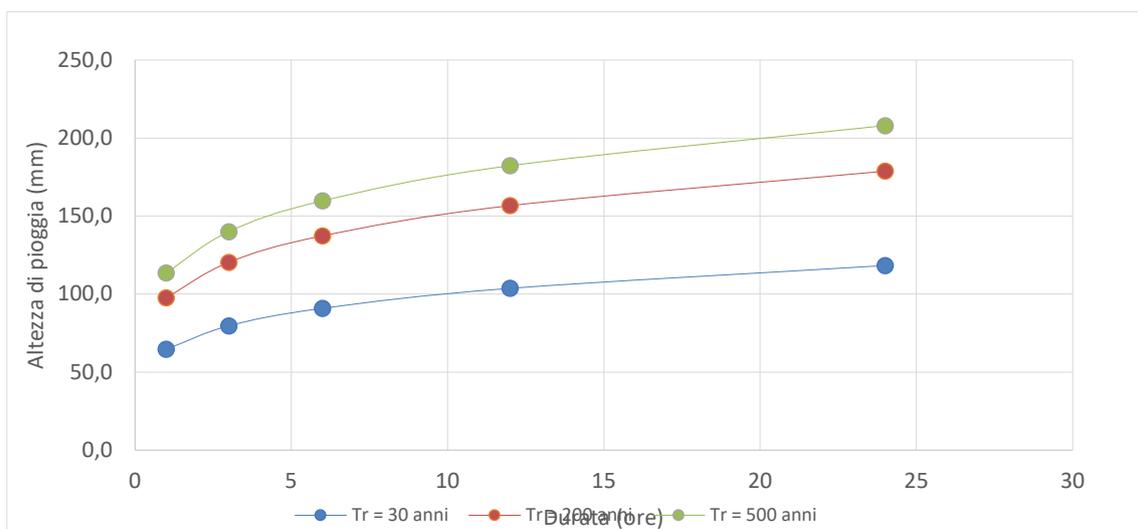
Fig. 5.5.2.4 – Perimetrazione del bacino di progetto per l'interferenza 2 su base altimetrica e ortofoto Puglia2019

Si è proceduto quindi al calcolo di $X(d,z)$ utilizzando la (1) per T_r pari a 30, 200 e 500 anni.

d	1	3	6	12	24
z	53.11				
x	33.7	41.5	47.4	54.1	61.7
Tempo ritorno	30		$K_{t_{30}}$	1.92	
X_{30}	64.6	79.6	90.9	103.7	118.3
$LN(X_{30})$	4.1682	4.3773	4.5092	4.6412	4.7731
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1903	4.17			
n_{30}	0.1903				
a_{30}	64.60				
h_{30}	64.6	79.6	90.9	103.7	118.3
Tempo ritorno	200		$K_{t_{200}}$	2.90	
X_{200}	97.6	120.3	137.3	156.7	178.8

LN(X_{200})	4.5812	4.7903	4.9222	5.0541	5.1860
d (ore)	1	3	6	12	24
LN(d)	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1903	4.58			
n_{200}	0.1903				
a_{200}	97.63				
h_{200}	97.6	120.3	137.3	156.7	178.8
Tempo ritorno	500		$K_{t_{200}}$	3.37	
X_{500}	113.6	140.0	159.7	182.3	208.0
LN(X_{500})	4.7325	4.9416	5.0735	5.2055	5.3374
d (ore)	1	3	6	12	24
LN(d)	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1903	4.73			
n_{500}	0.1903				
a_{500}	113.58				
h_{500}	113.6	140.0	159.7	182.3	208.0

Determinati gli eventi critici di pioggia è stata costruita la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa ai diversi tempi di ritorno considerati.



T_c è stato calcolato utilizzando i parametri morfometrici sopra tabellati attraverso varie formule proposte in letteratura

Formula	T_c (ore)
Giandotti	2.81
Pezzoli	1.35
Puglisi	3.77
Tournon	1.25
Ventura	1.56
Viparelli	1.87
Kirpich	0.78

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.
COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA

A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione del bacino, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di Tc medio tra quelli calcolati pari a 1.91.

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Successivamente sono state calcolate le altezze efficaci di pioggia relative ad un evento con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Tr	30	200	500
S (mm)	30.81	30.8	30.8
la (mm)	7.70	7.7	7.7
Tc (ore)	1.91	1.91	1.91
n	0.1903	0.1903	0.1903
a	64.6	97.6	113.6
H _{lordo}	38.2	57.8	67.2
H _{netto}	15.2	31.0	39.2

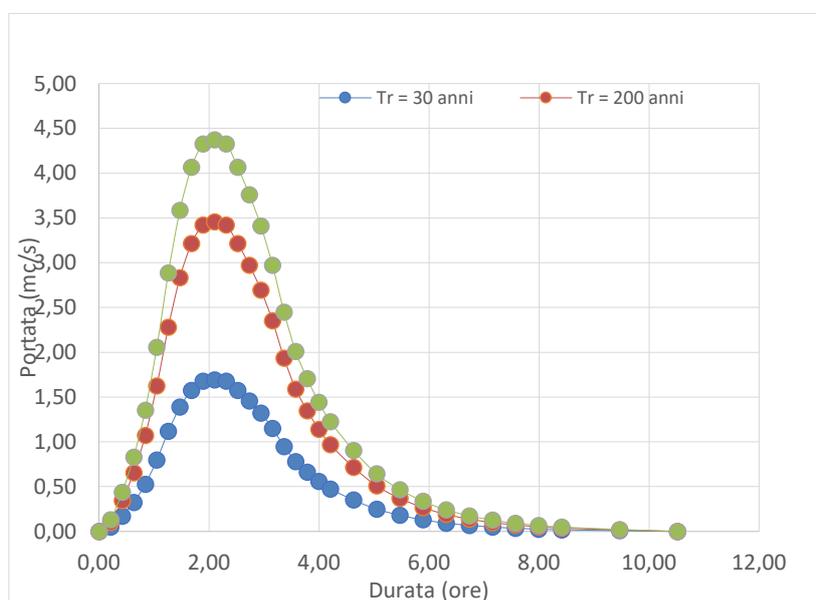
Si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco per i diversi tempi di ritorno considerati.

Tr	30	200	500
Tc (ore)	1.91	1.91	1.91
T _{lag} (ore)	1.15	1.15	1.15
Tp (ore)	2.10	2.10	2.10
A (kmq)	1.127685	1.127685	1.127685
V _{netto} (mm)	15.19	30.99	39.20
Qp (mc/s)	1.69	3.46	4.37

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma di piena partendo dall'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire seguito

t/Tp	Q/Qp	t	Q30	Q200	Q500
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.03	0.21	0.05	0.10	0.13
0.2	0.1	0.42	0.17	0.35	0.44
0.3	0.19	0.63	0.32	0.66	0.83
0.4	0.31	0.84	0.53	1.07	1.36
0.5	0.47	1.05	0.80	1.62	2.05
0.6	0.66	1.26	1.12	2.28	2.89
0.7	0.82	1.47	1.39	2.83	3.58
0.8	0.93	1.68	1.58	3.21	4.07
0.9	0.99	1.89	1.68	3.42	4.33
1	1	2.10	1.69	3.46	4.37
1.1	0.99	2.31	1.68	3.42	4.33
1.2	0.93	2.52	1.58	3.21	4.07
1.3	0.86	2.73	1.46	2.97	3.76

1.4	0.78	2.94	1.32	2.70	3.41
1.5	0.68	3.16	1.15	2.35	2.97
1.6	0.56	3.37	0.95	1.94	2.45
1.7	0.46	3.58	0.78	1.59	2.01
1.8	0.39	3.79	0.66	1.35	1.70
1.9	0.33	4.00	0.56	1.14	1.44
2	0.28	4.21	0.47	0.97	1.22
2.2	0.207	4.63	0.35	0.72	0.90
2.4	0.147	5.05	0.25	0.51	0.64
2.6	0.107	5.47	0.18	0.37	0.47
2.8	0.077	5.89	0.13	0.27	0.34
3	0.055	6.31	0.09	0.19	0.24
3.2	0.04	6.73	0.07	0.14	0.17
3.4	0.029	7.15	0.05	0.10	0.13
3.6	0.021	7.57	0.04	0.07	0.09
3.8	0.015	7.99	0.03	0.05	0.07
4	0.011	8.41	0.02	0.04	0.05
4.5	0.005	9.47	0.01	0.02	0.02
5	0	10.52	0.00	0.00	0.00



I dati di input utilizzati per ottenere le aree di esondazione attraverso il software HecRas sono di seguito riportati

Sezioni trasversali - i profili delle sezioni trasversali sono stati ottenuti intersecando il DTM con delle linee ortogonali alla direzione dell'asta fluviale (attraverso l'applicativo RAS MAPPER). Per ciascuna sezione si è proceduto alla definizione delle caratteristiche geometriche e fisiche dell'alveo, come

richiesto dal programma di calcolo sono state inoltre introdotte le lunghezze (reach length) di ciascun tratto dell'alveo centrale (Channel) e delle aree golenali destra (ROB) e sinistra (LOB)

Coefficiente di scabrezza - per il coefficiente di scabrezza n di Manning si è fatto riferimento ai valori consigliati da Marchi E. & Rubatta A., 'Meccanica dei fluidi principi e applicazioni tecniche', UTET, 1981 ed in particolare: canali in abbandono con vegetazione $n = 0.035 \text{ s/m}^{1/3}$

Questo valore è stato imposto sia per il tratto centrale (canale) che per le aree di golena

Portata di progetto - Le portate di progetto sono assunte pari a quelle prodotte da un evento di pioggia con tempi di ritorno pari a 200 anni precedentemente calcolate. A favore di sicurezza le portate sono state considerate costanti e pari al valore di colmo.

Condizioni al contorno e stato critico - Il regime di flusso considerato è stato imposto di tipo misto e sono state definite per le sezioni di monte e di chiusura le condizioni al contorno: normal depth (altezza di moto uniforme calcolata in funzione della formula di Manning calcolata dal programma previo inserimento della pendenza del fondo del canale)

In Fig. 5.5.2.5 si riporta la perimetrazione delle aree inondabili per il passaggio della piena con T_r 200 anni.



In Fig. 5.5.2.6 – Perimetrazioni aree inondabili e altezza di allagamento

5.5.3 - Interferenza 3

Si tratta di un insieme di intersezioni che avvengono su strada pubblica e sovrapposizioni con l'area buffer di 150 rispetto ad un impluvio di chiara origine antropica che fa parte del reticolo del Cillarese (Fig. 5.5.3).

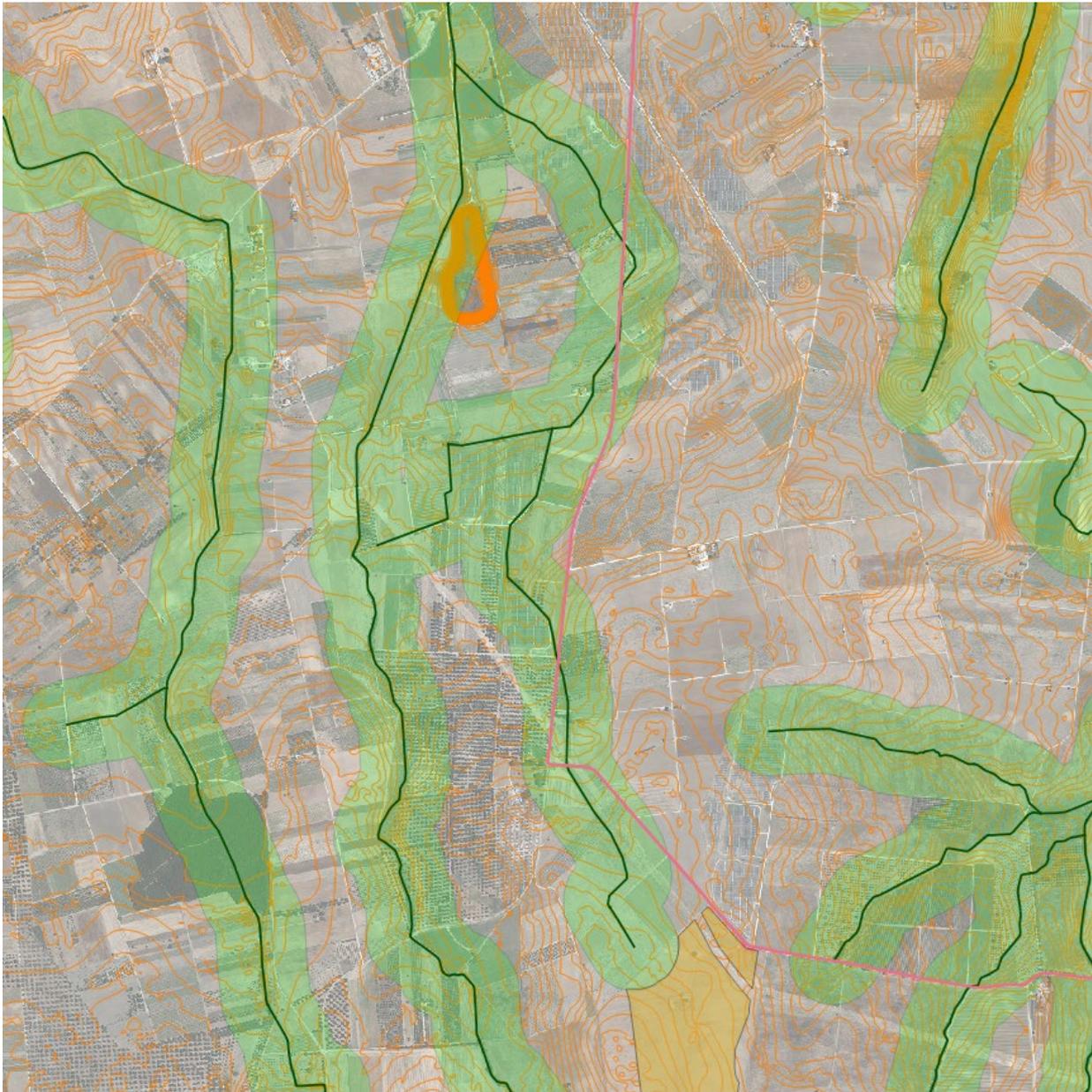


Fig. 5.5.3.1 – Interferenza 3 (la rete idrografica è riportata in verde, in rosa il tracciato del cavidotto)

Il bacino di progetto è stato perimetrato rispetto alla intersezione dell'asta fluviale con l'elemento idrografico di ordine gerarchico superiore (Fig. 5.5.3.2). Si riportano di seguito i caratteri morfometrici del bacino.

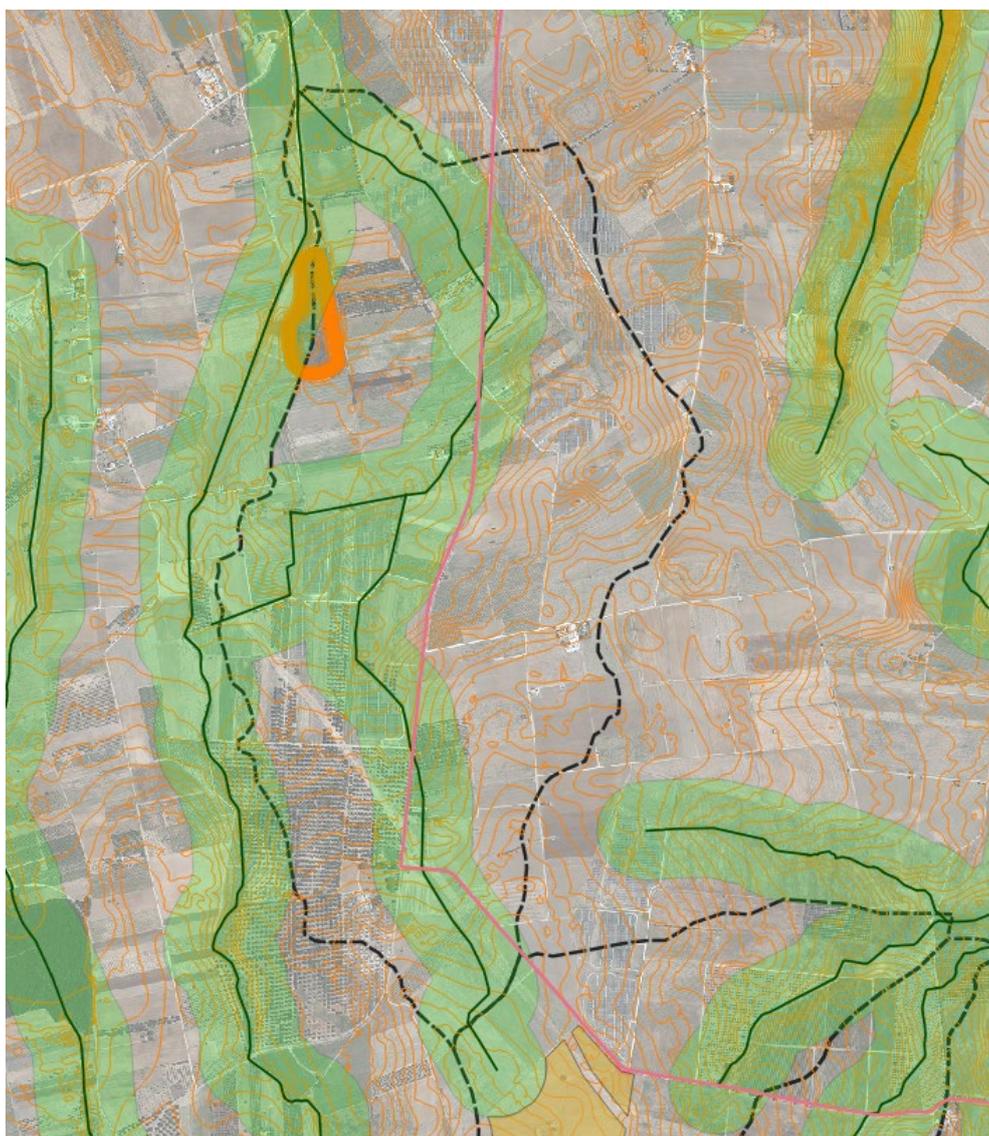


Fig. 5.5.3.2 – Perimetrazione del bacino di progetto relativo alla Interferenza su base altimetrica e ortofoto Puglia2019

Superficie	S (kmq)	2.555658
Altezza massima	H _{max} (m)	57.43
Altezza media	H _{med} (m)	47.2
Altezza minima	H _{min} (m)	37.59
Lunghezza asta principale	L (km)	3.499
Quota scorr asta sezione monte	h _m (m)	56.04

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.

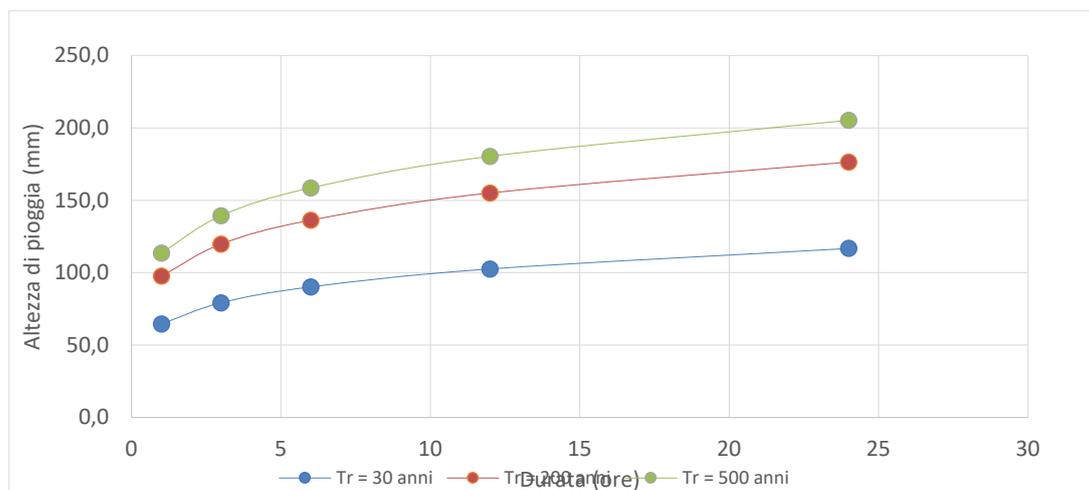
**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
 IDRAULICA**

Quota scorr asta sezione valle	h_v (m)	37.59
Pendenza media asta	i	0.0053
Pendenza media versanti	i_v	0.149491833

Si è proceduto quindi al calcolo di $X(d,z)$ utilizzando la (1) per T_r pari a 30, 200 e 500 anni.

d	1	3	6	12	24
z	47.20				
x	33.7	41.4	47.0	53.5	60.9
Tempo ritorno	30		$K_{t_{30}}$	1.92	
X_{30}	64.6	79.3	90.2	102.6	116.8
$LN(X_{30})$	4.1682	4.3728	4.5019	4.6310	4.7601
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1862	4.17			
n_{30}	0.1862				
a_{30}	64.60				
h_{30}	64.6	79.3	90.2	102.6	116.8
Tempo ritorno	200		$K_{t_{200}}$	2.90	
X_{200}	97.6	119.8	136.3	155.1	176.4
$LN(X_{200})$	4.5812	4.7858	4.9149	5.0439	5.1730
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1862	4.58			
n_{200}	0.1862				
a_{200}	97.63				
h_{200}	97.6	119.8	136.3	155.1	176.4
Tempo ritorno	500		$K_{t_{500}}$	3.37	
X_{500}	113.6	139.4	158.6	180.4	205.3
$LN(X_{500})$	4.7325	4.9371	5.0662	5.1953	5.3244
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1862	4.73			
n_{500}	0.1862				
a_{500}	113.58				
h_{500}	113.6	139.4	158.6	180.4	205.3

Determinati gli eventi critici di pioggia è stata costruita la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa ai diversi tempi di ritorno considerati.



Tc è stato calcolato utilizzando i parametri morfometrici sopra tabellati attraverso varie formule proposte in letteratura

Formula	Tc (ore)
Giandotti	4.69
Pezzoli	2.65
Puglisi	5.11
Tournon	1.85
Ventura	2.80
Viparelli	1.37
Kirpich	1.31

A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione del bacino, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di Tc medio tra quelli calcolati pari a 2.83.

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Successivamente sono state calcolate le altezze efficaci di pioggia relative ad un evento con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Tr	30	200	500
S (mm)	30.81	30.8	30.8
la (mm)	7.70	7.7	7.7
Tc (ore)	2.83	2.83	2.83
n	0.1862	0.1862	0.1862
a	64.6	97.6	113.6
H _{lordo}	27.7	41.9	48.8
H _{netto}	7.9	18.0	23.5

Si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco per i diversi tempi di ritorno considerati.

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

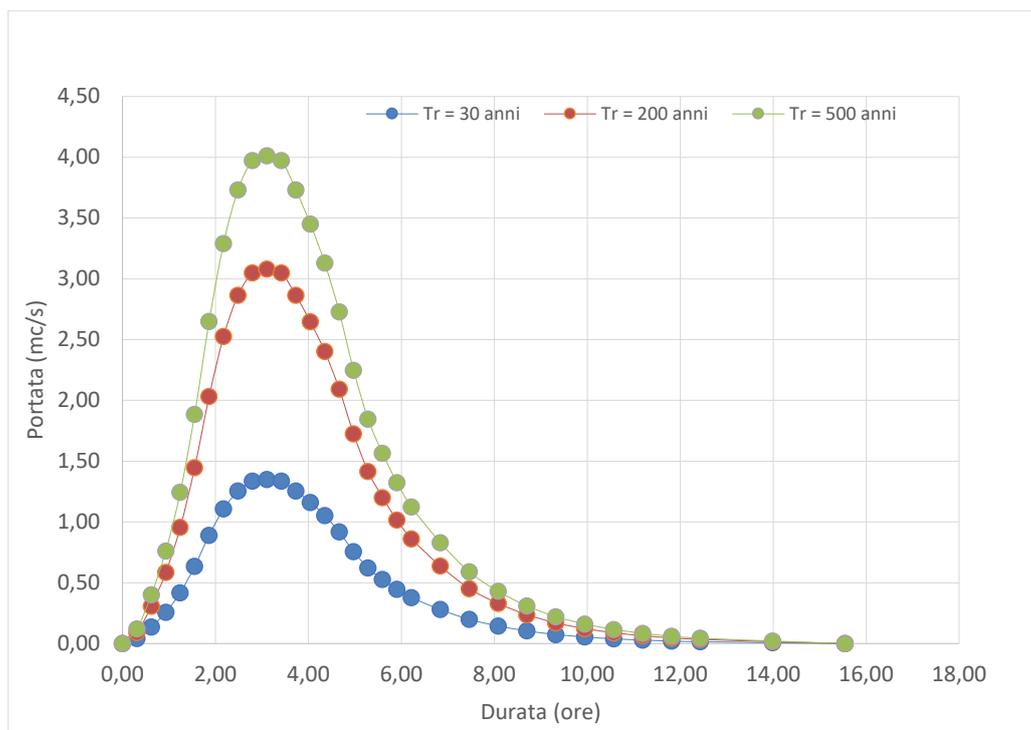
Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
 IDRAULICA**

Tr	30	200	500
Tc (ore)	2.83	2.83	2.83
T _{lag} (ore)	1.70	1.70	1.70
Tp (ore)	3.11	3.11	3.11
A (kmq)	2.555658	2.555658	2.555658
V _{netto} (mm)	7.90	18.01	23.47
Qp (mc/s)	1.35	3.08	4.01

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma di piena partendo dall'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire seguito

t/Tp	Q/Qp	t	Q30	Q200	Q500
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.03	0.31	0.04	0.09	0.12
0.2	0.1	0.62	0.14	0.31	0.40
0.3	0.19	0.93	0.26	0.59	0.76
0.4	0.31	1.24	0.42	0.95	1.24
0.5	0.47	1.55	0.63	1.45	1.89
0.6	0.66	1.87	0.89	2.03	2.65
0.7	0.82	2.18	1.11	2.52	3.29
0.8	0.93	2.49	1.26	2.86	3.73
0.9	0.99	2.80	1.34	3.05	3.97
1	1	3.11	1.35	3.08	4.01
1.1	0.99	3.42	1.34	3.05	3.97
1.2	0.93	3.73	1.26	2.86	3.73
1.3	0.86	4.04	1.16	2.65	3.45
1.4	0.78	4.35	1.05	2.40	3.13
1.5	0.68	4.66	0.92	2.09	2.73
1.6	0.56	4.97	0.76	1.72	2.25
1.7	0.46	5.28	0.62	1.42	1.85
1.8	0.39	5.60	0.53	1.20	1.56
1.9	0.33	5.91	0.45	1.02	1.32
2	0.28	6.22	0.38	0.86	1.12
2.2	0.207	6.84	0.28	0.64	0.83
2.4	0.147	7.46	0.20	0.45	0.59
2.6	0.107	8.08	0.14	0.33	0.43
2.8	0.077	8.70	0.10	0.24	0.31
3	0.055	9.33	0.07	0.17	0.22
3.2	0.04	9.95	0.05	0.12	0.16
3.4	0.029	10.57	0.04	0.09	0.12
3.6	0.021	11.19	0.03	0.06	0.08
3.8	0.015	11.81	0.02	0.05	0.06
4	0.011	12.43	0.01	0.03	0.04
4.5	0.005	13.99	0.01	0.02	0.02
5	0	15.54	0.00	0.00	0.00



I dati di input utilizzati per ottenere le aree di esondazione attraverso il software HecRas sono di seguito riportati

Sezioni trasversali - i profili delle sezioni trasversali sono stati ottenuti intersecando il DTM con delle linee ortogonali alla direzione dell'asta fluviale (attraverso l'applicativo RAS MAPPER). Per ciascuna sezione si è proceduto alla definizione delle caratteristiche geometriche e fisiche dell'alveo, come richiesto dal programma di calcolo sono state inoltre introdotte le lunghezze (reach length) di ciascun tratto dell'alveo centrale (Channel) e delle aree golenali destra (ROB) e sinistra (LOB)

Coefficiente di scabrezza - per il coefficiente di scabrezza n di Manning si è fatto riferimento ai valori consigliati da Marchi E. & Rubatta A., 'Meccanica dei fluidi principi e applicazioni tecniche', UTET, 1981 ed in particolare: canali in abbandono con vegetazione $n = 0.035 \text{ s/m}^{1/3}$

Questo valore è stato imposto sia per il tratto centrale (canale) che per le aree di golena

Portata di progetto - Le portate di progetto sono assunte pari a quelle prodotte da un evento di pioggia con tempi di ritorno pari a 200 anni precedentemente calcolate. A favore di sicurezza le portate sono state considerate costanti e pari al valore di colmo.

Condizioni al contorno e stato critico - Il regime di flusso considerato è stato imposto di tipo misto e sono state definite per le sezioni di monte e di chiusura le condizioni al contorno: normal depth (altezza di moto uniforme calcolata in funzione della formula di Manning calcolata dal programma previo inserimento della pendenza del fondo del canale)

In Fig. 5.5.3.3 si riporta la perimetrazione delle aree inondabili per il passaggio della piena con Tr 200 anni.



In Fig. 5.5.3.3 – Perimetrazioni aree inondabili e altezza di allagamento

5.5.4 - Interferenza 4

Questa interferenza ricade nel bacino del reticolo Fiume Grande (Fig. 5.5.4.1) e corrisponde ad una intersezione che avviene su strada pubblica con una linea di impluvio che trova pieno riscontro anche nel reticolo di drenaggio estratto dal DTM Puglia e nello stato dei luoghi attuale.

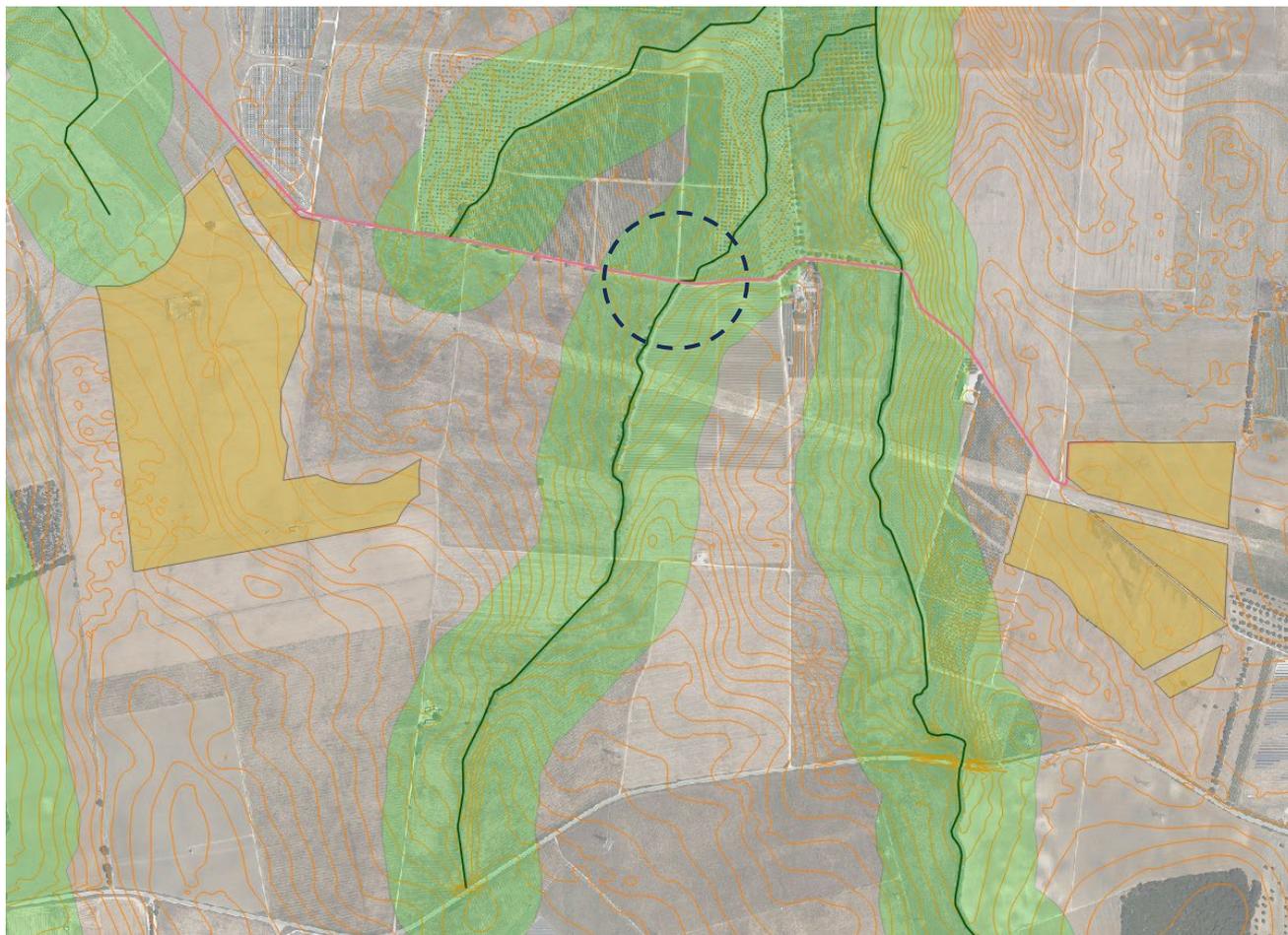


Fig. 5.5.4.1 – Interferenza 4 (la rete idrografica è riportata in verde, in rosa il tracciato del cavidotto)

Il bacino di progetto è stato perimetrato rispetto alla intersezione dell'asta fluviale con l'elemento idrografico di ordine gerarchico superiore (Fig. 5.5.4.2). Si riportano di seguito i caratteri morfometrici del bacino.

Superficie	S (kmq)	1.435256
Altezza massima	H _{max} (m)	62.8
Altezza media	H _{med} (m)	55.16
Altezza minima	H _{min} (m)	41.28
Lunghezza asta principale	L (km)	2.552

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

Quota scorr asta sezione monte	h_m (m)	59.28
Quota scorr asta sezione valle	h_v (m)	41.28
Pendenza media asta	i	0.0071
Pendenza media versanti	i_v	0.133746175

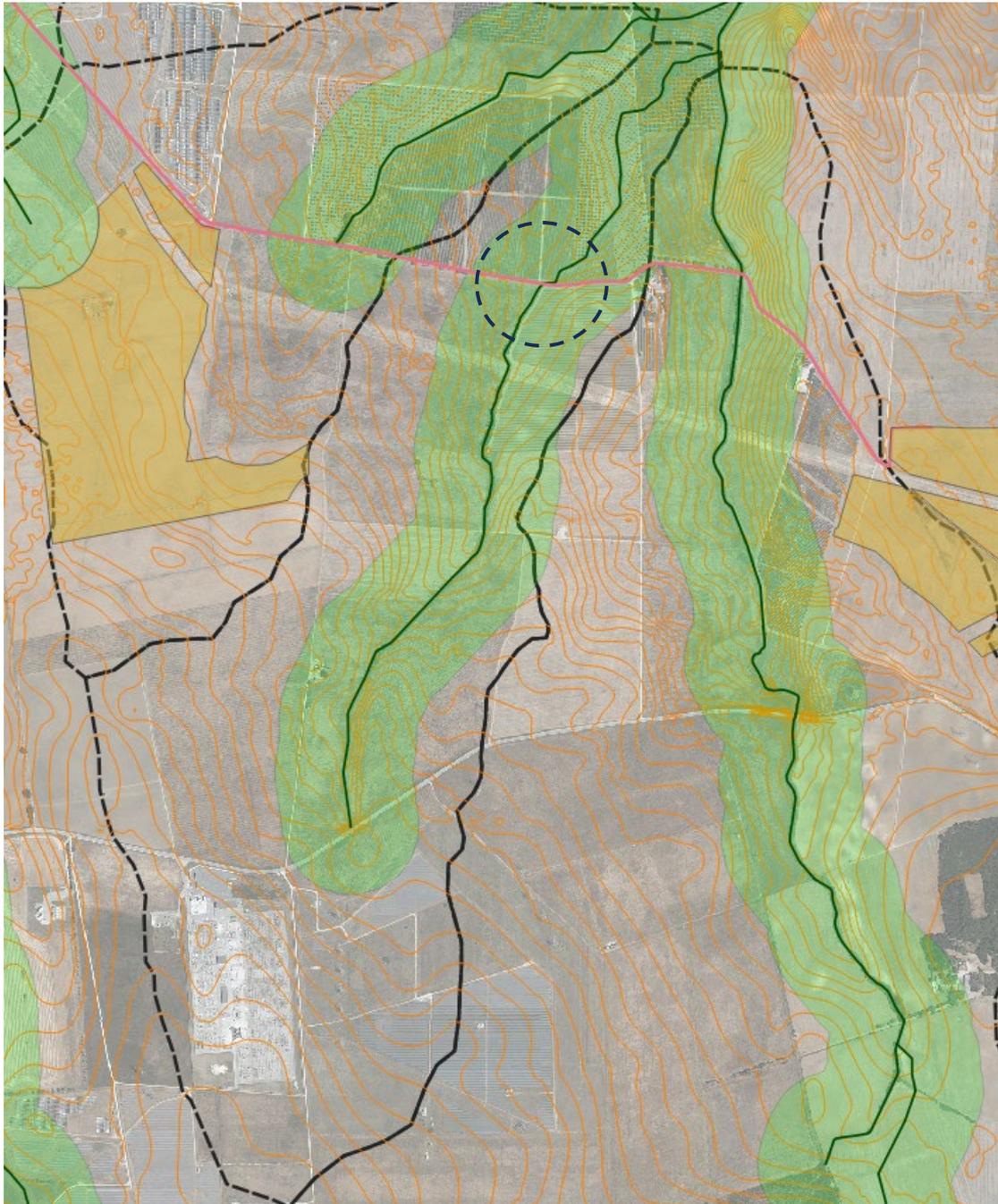


Fig. 5.5.4.2 – Perimetrazione del bacino di progetto relativo alla Interferenza su base altimetrica e ortofoto Puglia2019

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

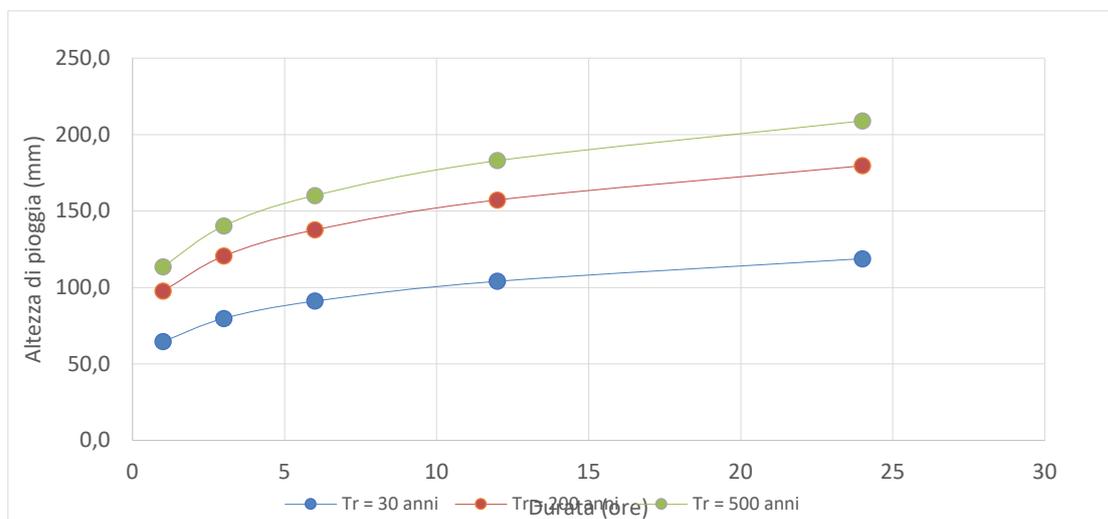
Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
 IDRAULICA**

Si è proceduto quindi al calcolo di $X(d,z)$ utilizzando la (1) per T_r pari a 30, 200 e 500 anni.

d	1	3	6	12	24
z	55.16				
x	33.7	41.6	47.5	54.3	62.0
Tempo ritorno	30		$K_{t_{30}}$	1.92	
X_{30}	64.6	79.7	91.1	104.0	118.8
$LN(X_{30})$	4.1682	4.3789	4.5118	4.6447	4.7776
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1917	4.17			
n_{30}	0.1917				
a_{30}	64.60				
h_{30}	64.6	79.7	91.1	104.0	118.8
Tempo ritorno	200		$K_{t_{200}}$	2.90	
X_{200}	97.6	120.5	137.7	157.2	179.6
$LN(X_{200})$	4.5812	4.7918	4.9247	5.0576	5.1905
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1917	4.58			
n_{200}	0.1917				
a_{200}	97.63				
h_{200}	97.6	120.5	137.7	157.2	179.6
Tempo ritorno	500		$K_{t_{500}}$	3.37	
X_{500}	113.6	140.2	160.1	182.9	208.9
$LN(X_{500})$	4.7325	4.9432	5.0761	5.2090	5.3419
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1917	4.73			
n_{500}	0.1917				
a_{500}	113.58				
h_{500}	113.6	140.2	160.1	182.9	208.9

Determinati gli eventi critici di pioggia è stata costruita la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa ai diversi tempi di ritorno considerati.



Tc è stato calcolato utilizzando i parametri morfometrici sopra tabellati attraverso varie formule proposte in letteratura

Formula	Tc (ore)
Giandotti	2.89
Pezzoli	1.67
Puglisi	4.03
Tournon	1.40
Ventura	1.81
Viparelli	1.78
Kirpich	0.92

A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione del bacino, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di Tc medio tra quelli calcolati pari a 2.07.

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Successivamente sono state calcolate le altezze efficaci di pioggia relative ad un evento con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Tr	30	200	500
S (mm)	30.81	30.8	30.8
la (mm)	7.70	7.7	7.7
Tc (ore)	2.07	2.07	2.07
n	0.1917	0.1917	0.1917
a	64.6	97.6	113.6
H _{lordo}	35.8	54.2	63.0
H _{netto}	13.4	28.0	35.5

Si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco per i diversi tempi di ritorno considerati.

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

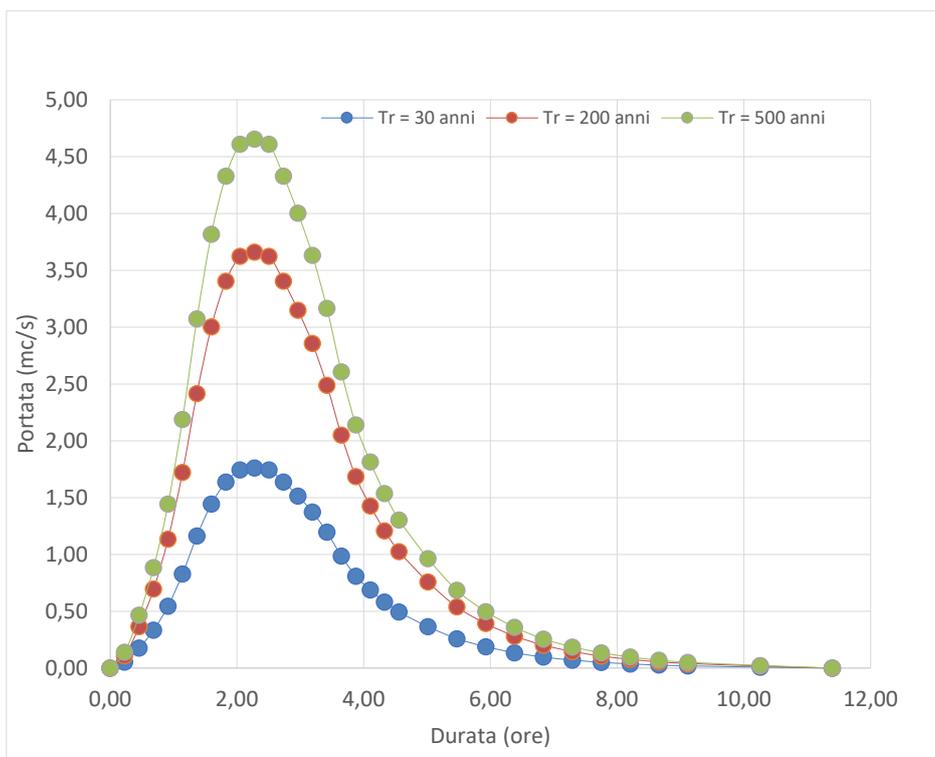
Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
 IDRAULICA**

Tr	30	200	500
Tc (ore)	2.07	2.07	2.07
T _{lag} (ore)	1.24	1.24	1.24
Tp (ore)	2.28	2.28	2.28
A (kmq)	1.435256	1.435256	1.435256
V _{netto} (mm)	13.44	27.95	35.54
Qp (mc/s)	1.76	3.66	4.65

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma di piena partendo dall'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire seguito

t/Tp	Q/Qp	t	Q30	Q200	Q500
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.03	0.23	0.05	0.11	0.14
0.2	0.1	0.46	0.18	0.37	0.47
0.3	0.19	0.68	0.33	0.70	0.88
0.4	0.31	0.91	0.55	1.13	1.44
0.5	0.47	1.14	0.83	1.72	2.19
0.6	0.66	1.37	1.16	2.42	3.07
0.7	0.82	1.60	1.44	3.00	3.82
0.8	0.93	1.82	1.64	3.40	4.33
0.9	0.99	2.05	1.74	3.62	4.61
1	1	2.28	1.76	3.66	4.65
1.1	0.99	2.51	1.74	3.62	4.61
1.2	0.93	2.74	1.64	3.40	4.33
1.3	0.86	2.96	1.51	3.15	4.00
1.4	0.78	3.19	1.37	2.86	3.63
1.5	0.68	3.42	1.20	2.49	3.17
1.6	0.56	3.65	0.99	2.05	2.61
1.7	0.46	3.87	0.81	1.68	2.14
1.8	0.39	4.10	0.69	1.43	1.82
1.9	0.33	4.33	0.58	1.21	1.54
2	0.28	4.56	0.49	1.02	1.30
2.2	0.207	5.01	0.36	0.76	0.96
2.4	0.147	5.47	0.26	0.54	0.68
2.6	0.107	5.93	0.19	0.39	0.50
2.8	0.077	6.38	0.14	0.28	0.36
3	0.055	6.84	0.10	0.20	0.26
3.2	0.04	7.29	0.07	0.15	0.19
3.4	0.029	7.75	0.05	0.11	0.13
3.6	0.021	8.21	0.04	0.08	0.10
3.8	0.015	8.66	0.03	0.05	0.07
4	0.011	9.12	0.02	0.04	0.05
4.5	0.005	10.26	0.01	0.02	0.02
5	0	11.40	0.00	0.00	0.00



I dati di input utilizzati per ottenere le aree di esondazione attraverso il software HecRas sono di seguito riportati

Sezioni trasversali - i profili delle sezioni trasversali sono stati ottenuti intersecando il DTM con delle linee ortogonali alla direzione dell'asta fluviale (attraverso l'applicativo RAS MAPPER). Per ciascuna sezione si è proceduto alla definizione delle caratteristiche geometriche e fisiche dell'alveo, come richiesto dal programma di calcolo sono state inoltre introdotte le lunghezze (reach length) di ciascun tratto dell'alveo centrale (Channel) e delle aree golenali destra (ROB) e sinistra (LOB)

Coefficiente di scabrezza - per il coefficiente di scabrezza n di Manning si è fatto riferimento ai valori consigliati da Marchi E. & Rubatta A., 'Meccanica dei fluidi principi e applicazioni tecniche', UTET, 1981 ed in particolare: canali in abbandono con vegetazione $n = 0.035 \text{ s/m}^{1/3}$

Questo valore è stato imposto sia per il tratto centrale (canale) che per le aree di golena

Portata di progetto - Le portate di progetto sono assunte pari a quelle prodotte da un evento di pioggia con tempi di ritorno pari a 200 anni precedentemente calcolate. A favore di sicurezza le portate sono state considerate costanti e pari al valore di colmo.

Condizioni al contorno e stato critico - Il regime di flusso considerato è stato imposto di tipo misto e sono state definite per le sezioni di monte e di chiusura le condizioni al contorno: normal depth

(altezza di moto uniforme calcolata in funzione della formula di Manning calcolata dal programma previo inserimento della pendenza del fondo del canale)

In Fig. 5.5.3.3 si riporta la perimetrazione delle aree inondabili per il passaggio della piena con Tr 200 anni.



In Fig. 5.5.4.3 – Perimetrazioni aree inondabili e altezza di allagamento

5.5.5 - Interferenza 5

Questa interferenza ricade nel bacino del reticolo Fiume Grande (Fig. 5.5.5.1) e corrisponde ad una intersezione che avviene su strada pubblica con una linea di impluvio che trova pieno riscontro anche nel reticolo di drenaggio estratto dal DTM Puglia e nello stato dei luoghi attuale.

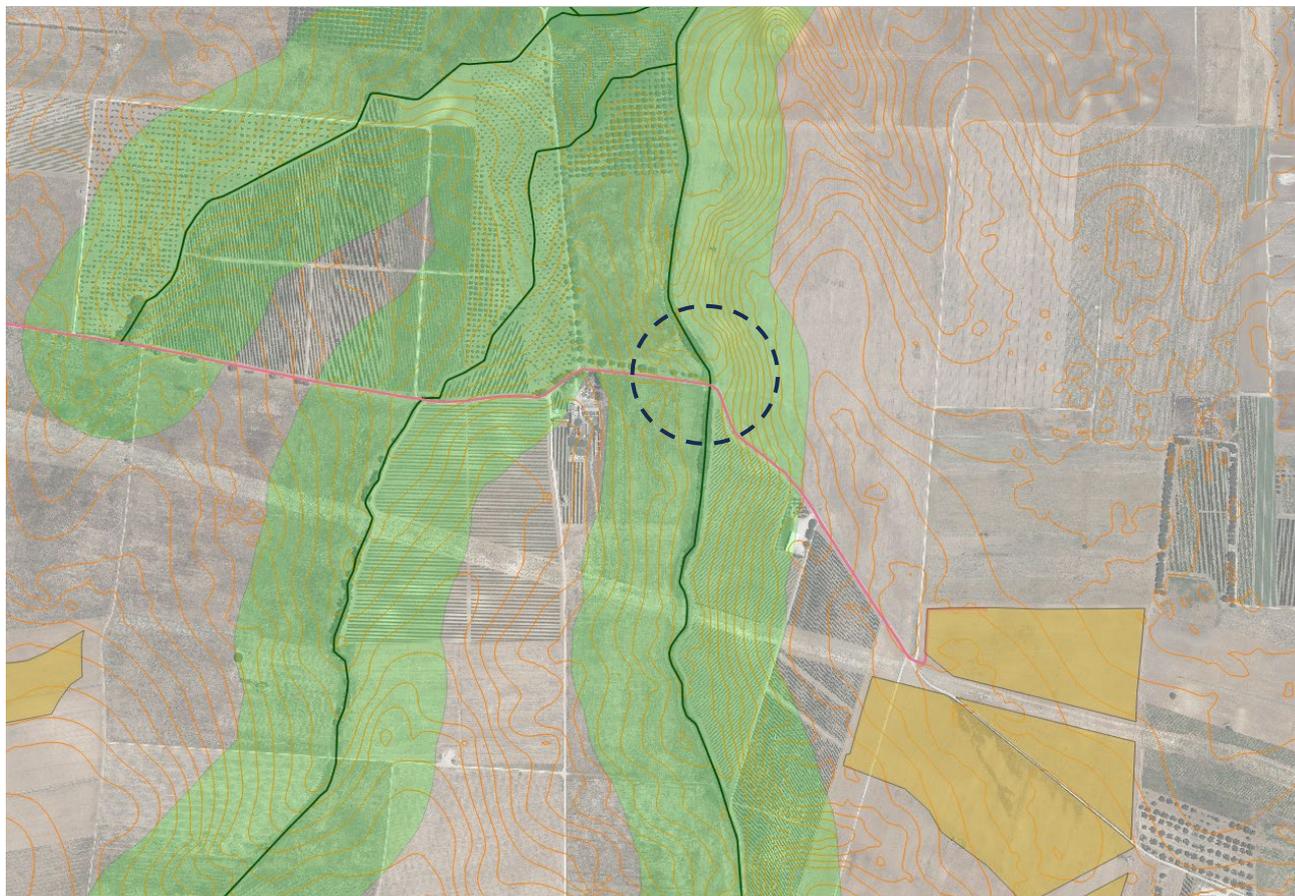


Fig. 5.5.5.1 – Interferenza 4 (la rete idrografica è riportata in verde, in rosa il tracciato del cavidotto)

Il bacino di progetto è stato perimetrato rispetto alla intersezione dell'asta fluviale con l'elemento idrografico di ordine gerarchico superiore (Fig. 5.5.4.2). Si riportano di seguito i caratteri morfometrici del bacino.

Superficie	S (kmq)	4.619957
Altezza massima	H _{max} (m)	65.22
Altezza media	H _{med} (m)	55.67
Altezza minima	H _{min} (m)	41.55
Lunghezza asta principale	L (km)	5.621
Quota scorr asta sezione monte	h _m (m)	64.94
Quota scorr asta sezione valle	h _v (m)	41.55
Pendenza media asta	i	0.0042
Pendenza media versanti	i _v	0.115014057

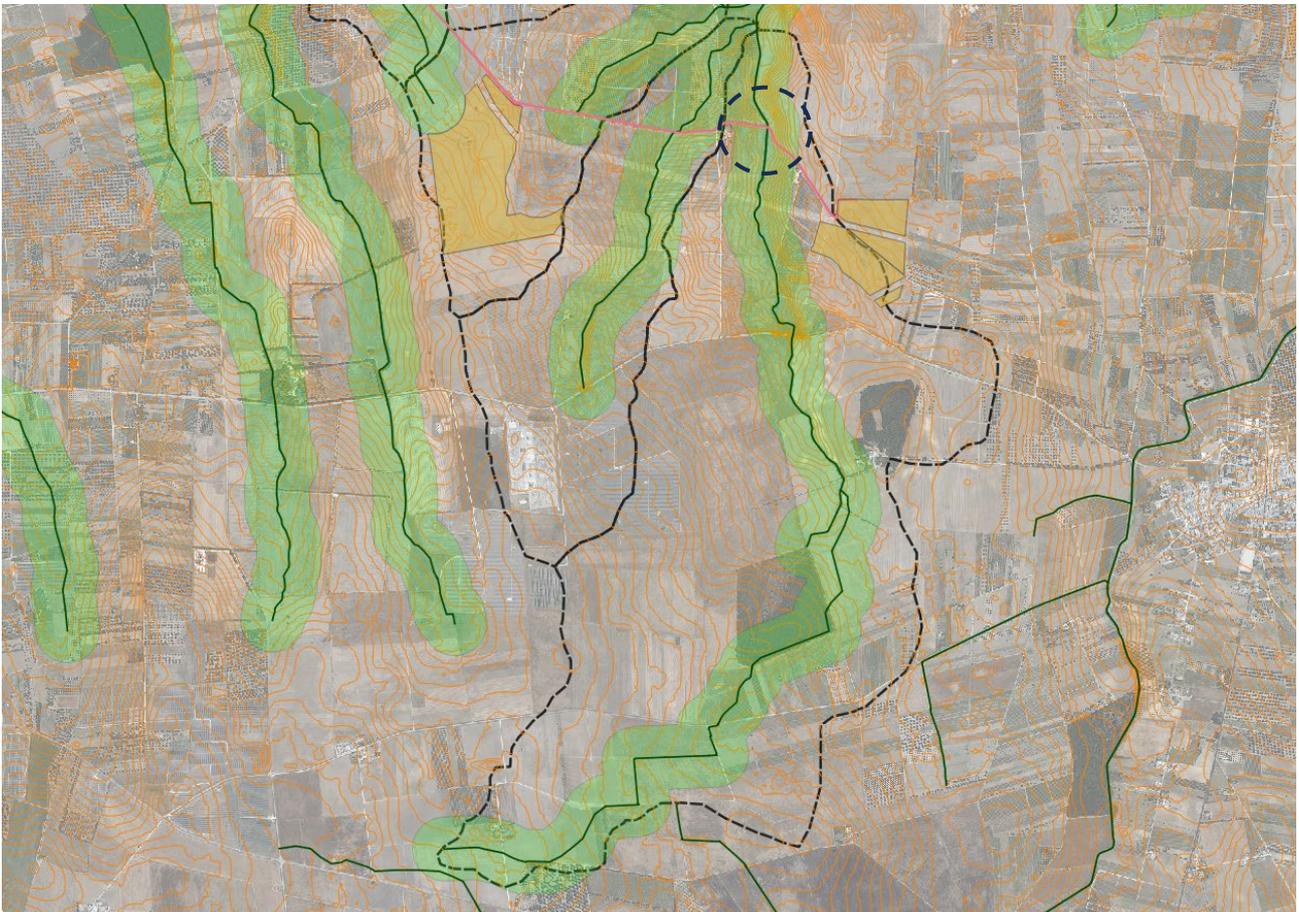


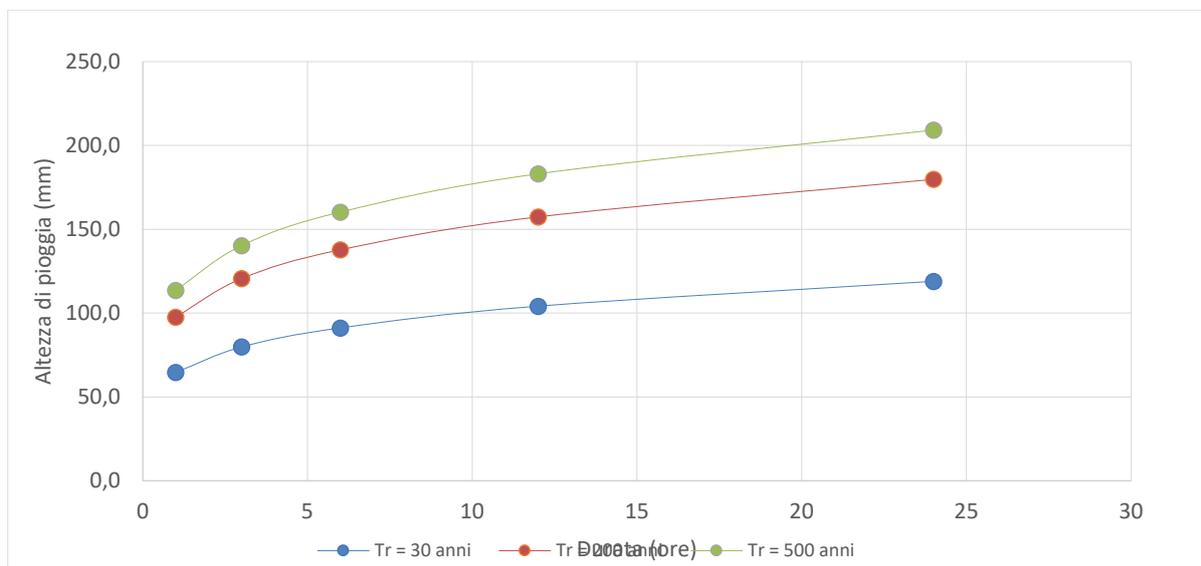
Fig. 5.5.5.2 – Perimetrazione del bacino di progetto relativo alla Interferenza su base altimetrica e ortofoto Puglia2019

Si è proceduto quindi al calcolo di $X(d,z)$ utilizzando la (1) per T_r pari a 30, 200 e 500 anni.

d	1	3	6	12	24
z	55.67				
x	33.7	41.6	47.5	54.3	62.1
Tempo ritorno	30		$K_{t_{30}}$	1.92	
X_{30}	64.6	79.8	91.1	104.1	119.0
$LN(X_{30})$	4.1682	4.3793	4.5124	4.6456	4.7787
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1921	4.17			
n_{30}	0.1921				
a_{30}	64.60				
h_{30}	64.6	79.8	91.1	104.1	119.0

Tempo ritorno	200		$K_{t_{200}}$	2.90	
X_{200}	97.6	120.6	137.7	157.4	179.8
$LN(X_{200})$	4.5812	4.7922	4.9254	5.0585	5.1917
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1921	4.58			
n_{200}	0.1921				
a_{200}	97.63				
h_{200}	97.6	120.6	137.7	157.4	179.8
Tempo ritorno	500		$K_{t_{500}}$	3.37	
X_{500}	113.6	140.3	160.2	183.1	209.1
$LN(X_{500})$	4.7325	4.9436	5.0767	5.2099	5.3430
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1921	4.73			
n_{500}	0.1921				
a_{500}	113.58				
h_{500}	113.6	140.3	160.2	183.1	209.1

Determinati gli eventi critici di pioggia è stata costruita la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa ai diversi tempi di ritorno considerati.



T_c è stato calcolato utilizzando i parametri morfometrici sopra tabellati attraverso varie formule proposte in letteratura

Formula	T_c (ore)
Giandotti	5.66
Pezzoli	4.79

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
 IDRAULICA**

Puglisi		6.61
Tournon		2.62
Ventura		4.23
Viparelli		1.22
Kirpich		2.07

A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione del bacino, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di Tc medio tra quelli calcolati pari a 3.89.

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Successivamente sono state calcolate le altezze efficaci di pioggia relative ad un evento con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Tr	30	200	500
S (mm)	30.81	30.8	30.8
la (mm)	7.70	7.7	7.7
Tc (ore)	3.89	3.89	3.89
n	0.1921	0.1921	0.1921
a	64.6	97.6	113.6
H _{lordo}	21.6	32.6	37.9
H _{netto}	4.3	11.1	15.0

Si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco per i diversi tempi di ritorno considerati.

Tr	30	200	500
Tc (ore)	3.89	3.89	3.89
T _{lag} (ore)	2.33	2.33	2.33
Tp (ore)	4.27	4.27	4.27
A (kmq)	4.619957	4.619957	4.619957
V _{netto} (mm)	4.31	11.14	14.98
Qp (mc/s)	0.97	2.50	3.37

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma di piena partendo dall'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire seguito.

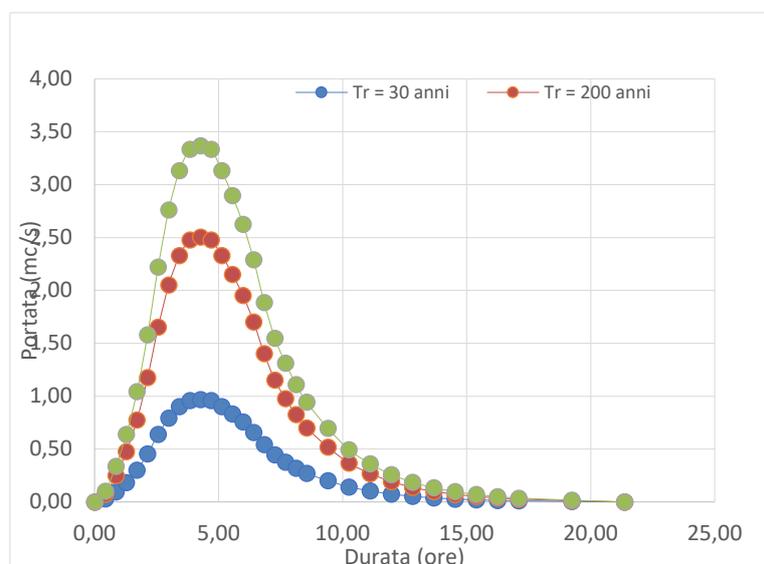
t/Tp	Q/Qp	t	Q30	Q200	Q500
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.03	0.43	0.03	0.08	0.10
0.2	0.1	0.85	0.10	0.25	0.34
0.3	0.19	1.28	0.18	0.48	0.64
0.4	0.31	1.71	0.30	0.78	1.04
0.5	0.47	2.14	0.46	1.18	1.58
0.6	0.66	2.56	0.64	1.65	2.22
0.7	0.82	2.99	0.79	2.05	2.76
0.8	0.93	3.42	0.90	2.33	3.13

Dott. Geologo Gianluca Selleri
 Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
 Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
 e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
 pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
 Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
 IDRAULICA**

0.9	0.99	3.85	0.96	2.48	3.33
1	1	4.27	0.97	2.50	3.37
1.1	0.99	4.70	0.96	2.48	3.33
1.2	0.93	5.13	0.90	2.33	3.13
1.3	0.86	5.56	0.83	2.15	2.90
1.4	0.78	5.98	0.76	1.95	2.63
1.5	0.68	6.41	0.66	1.70	2.29
1.6	0.56	6.84	0.54	1.40	1.89
1.7	0.46	7.27	0.45	1.15	1.55
1.8	0.39	7.69	0.38	0.98	1.31
1.9	0.33	8.12	0.32	0.83	1.11
2	0.28	8.55	0.27	0.70	0.94
2.2	0.207	9.40	0.20	0.52	0.70
2.4	0.147	10.26	0.14	0.37	0.50
2.6	0.107	11.11	0.10	0.27	0.36
2.8	0.077	11.97	0.07	0.19	0.26
3	0.055	12.82	0.05	0.14	0.19
3.2	0.04	13.68	0.04	0.10	0.13
3.4	0.029	14.53	0.03	0.07	0.10
3.6	0.021	15.39	0.02	0.05	0.07
3.8	0.015	16.24	0.01	0.04	0.05
4	0.011	17.10	0.01	0.03	0.04
4.5	0.005	19.23	0.00	0.01	0.02
5	0	21.37	0.00	0.00	0.00



I dati di input utilizzati per ottenere le aree di esondazione attraverso il software HecRas sono di seguito riportati

Sezioni trasversali - i profili delle sezioni trasversali sono stati ottenuti intersecando il DTM con delle linee ortogonali alla direzione dell'asta fluviale (attraverso l'applicativo RAS MAPPER). Per ciascuna

sezione si è proceduto alla definizione delle caratteristiche geometriche e fisiche dell'alveo, come richiesto dal programma di calcolo sono state inoltre introdotte le lunghezze (reach length) di ciascun tratto dell'alveo centrale (Channel) e delle aree golenali destra (ROB) e sinistra (LOB)

Coefficiente di scabrezza - per il coefficiente di scabrezza n di Manning si è fatto riferimento ai valori consigliati da Marchi E. & Rubatta A., 'Meccanica dei fluidi principi e applicazioni tecniche', UTET, 1981 ed in particolare: canali in abbandono con vegetazione $n = 0.035 \text{ s/m}^{1/3}$

Questo valore è stato imposto sia per il tratto centrale (canale) che per le aree di golena

Portata di progetto - Le portate di progetto sono assunte pari a quelle prodotte da un evento di pioggia con tempi di ritorno pari a 200 anni precedentemente calcolate. A favore di sicurezza le portate son state considerate costanti e pari al valore di colmo.

Condizioni al contorno e stato critico - Il regime di flusso considerato è stato imposto di tipo misto e sono state definite per le sezioni di monte e di chiusura le condizioni al contorno: normal depth (altezza di moto uniforme calcolata in funzione della formula di Manning calcolata dal programma previo inserimento della pendenza del fondo del canale)

In Fig. 5.5.3.3 si riporta la perimetrazione delle aree inondabili per il passaggio della piena con T_r 200 anni.



In Fig. 5.5.5.3 – Perimetrazioni aree inondabili e altezza di allagamento

6. CONCLUSIONI

Lo studio condotto ha permesso di definire e quantificare le interferenze tra le previsioni progettuali ed i caratteri idraulici del territorio in cui esse ricadono con specifico riferimento alla pericolosità idraulica ed al rischio idraulico.

Dallo studio è emerso che:

- a) le aree di impianto A6, B9, B8 e C10 sono parzialmente sovrapposte a territori classificati a Bassa Pericolosità idraulica (Fig. 5.2.1) mentre le fasce di naturalità ad esse collegate e quella dell'area C11 sono sovrapposte ad aree tipizzate anche a Media Pericolosità;
- b) il cavidotto, insistendo comunque sempre sulla viabilità pubblica, interseca direttamente in più punti ampi settori di territorio a pericolosità idraulica Alta, Media e Bassa. la rete idrografica e corre subparallelo ad essa entro la fascia di 150 dall'alveo; di conseguenza esso attraversa direttamente aree a pericolosità idraulica o insiste in fasce di territorio non tipizzate dal PAI che comunque ricadono a distanza inferiore a 150 m da alvei fluviali facenti parte del reticolo idrografico regionale.

Come considerazioni specifiche rispetto agli impatti attesi di cui al punto a) si rileva che gli interventi previsti sono del tutto permeabili al deflusso idrico poiché i moduli fotovoltaici sono installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori) che saranno ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno mentre le piantumazioni previste hanno carattere puntuale ed hanno un sesto di impianto di 5 m. Inoltre, la quota a cui si attestano i pannelli fotovoltaici è di gran lunga superiore al tirante idrico della bassa pericolosità idraulica. Inoltre, proprio per la natura dell'intervento (pali infissi di sostegno), sono ridotti al minimo i movimenti terra e tutte le trasformazioni dello stato di fatto e comunque, in ogni cosa, si provvederà sempre al ripristino delle condizioni morfologico altimetriche ante operam.

Relativamente alle strade di progetto si rileva che esse sono interne alla recinzione pertanto ricadono esclusivamente in aree a bassa pericolosità idraulica. Esse sono realizzate allo scopo di consentire la movimentazione dei mezzi nella fase di esercizio e sostanzialmente saranno costruite con inerti compattati di granulometria diversa proveniente da cave di prestito, saturati con materiale tufaceo fine; per le porzioni ricadenti nelle perimetrazioni esse saranno sempre realizzate con la stessa tecnica costruttiva avendo cura però di mantenere il piano stradale alla quota del piano campagna ante operam e quindi di non creare dislivelli tra la quota del piano stradale e quella dei terreni contermini. In sostanza, dunque, i segmenti di strada ricadenti in bassa pericolosità idraulica sono delle semplici piste che seguiranno l'andamento morfologico-altimetrico già esistente.

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

Relativamente alla recinzione si rileva che anch'essa interessa esclusivamente aree a bassa pericolosità idraulica; sarà realizzata con rete metallica a maglia sciolta di dimensioni pari a 50x200 mm, di lunghezza pari a 2 m ed altezza di 2 m. Per assicurare un'adeguata protezione dalla corrosione il materiale sarà zincato e rivestito con PVC di colore verde. I pannelli saranno fissati a paletti di acciaio anche essi con colorazione verde. I paletti saranno infissi nel terreno ed alcuni di essi opportunamente controventati. Per le sue caratteristiche questa rappresenta un'opera del tutto permeabile ai flussi idrici.

In conclusione, si rileva che grazie a tutti gli accorgimenti previsti in progetto nel perimetro delle aree a pericolosità idraulica gli interventi previsti non determineranno rispetto alle condizioni ante operam:

- modifiche piano altimetriche della superficie del suolo
- alterazioni della permeabilità dei terreni
- ostacolo al deflusso delle acque superficiali

Rispetto agli impatti di cui al punto b) si osserva che il cavidotto non rappresenta un elemento impattante sulle modalità e condizioni del deflusso superficiale poiché esso insisterà per tutta la sua lunghezza sulla viabilità pubblica esistente ed inoltre esso è collocato nel sottosuolo.

In generale, lo scavo per la posa dei cavi sarà realizzato in trincea a sezione ristretta; esso avrà ampiezza variabile in relazione al numero di terne di cavi che dovranno essere posate (da 60 a 90 cm) e avrà anche profondità variabile in relazione alla tipologia di cavi che si andranno a posare. Per i cavi BT la profondità di posa sarà di 0,8 m mentre per i cavi MT-30 kV sarà di 1,2-1,5 m dal piano stradale.

Con riferimento specifico alle intersezioni con le aree a pericolosità idraulica e con la rete idrografica si rileva che:

- in corrispondenza delle intersezioni dirette con la rete idrografica il cavidotto sarà realizzato in T.O.C. La TOC sarà realizzata in modo tale che la tubazione entro la quale sono posati i cavi elettrici mantenga la generatrice superiore ad almeno 1,5 m dal fondo dell'alveo fluviale, in corrispondenza dell'attraversamento;
- per tutte le altre condizioni di sovrapposizione si adotterà la tecnica dello scavo in trincea a cielo aperto secondo le modalità ordinarie descritte in Relazione Tecnica.

Si sottolinea che il ripristino di tutti gli scavi eseguiti per la posa di cavi nelle aree a pericolosità idraulica sarà realizzato avendo particolare cura nel mantenere l'assetto altimetrico dei luoghi e con materiali idonei alla conservazione delle attuali capacità di infiltrazione delle superfici esistenti (superfici naturali e artificiali). Qualora necessario la trincea sarà riempita nella parte centrale con

Dott. Geologo Gianluca Selleri
Dottore di Ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale
Viale Francesco Lo Re n. 6, 73100 – Lecce
e-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com
pec: gianlucaselleri.geologo@pec.it

Impianto agrivoltaico BRINDISI ROSATO
Solar Energy & Partners s.r.l.

**COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED
IDRAULICA**

materiale di pezzatura 7-10 cm proveniente da cave di prestito che favorirà il deflusso delle acque verso gli strati più profondi del terreno.