

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI BRINDISI



COMUNE DI BRINDISI



Denominazione impianto:

**MASSERIA MOINA**

Ubicazione:

Comune di Brindisi (BR)  
Località "Masseria Moina"

Foglio: 152/159/160

Particelle: varie

**PROGETTO DEFINITIVO**

per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro del comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina", potenza nominale pari a 22,4802 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso comune.

PROPONENTE



**BRINDISI ENERGIA6 S.R.L.**  
Corso Libertà n.17, Vercelli (VC) 13100  
P.IVA 02728480027  
PEC: brindisienergia6@legalmail.it

**Codice Autorizzazione Unica PGEWYD7**

ELABORATO

**RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA**

Tav. n°

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
		Rev 0	Giugno 2022	Istanza per l'avvio del procedimento di rilascio del provvedimento di VIA nell'ambito del Provvedimento Unico in materia Ambientale ai sensi dell'art.27 del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii.		

PROGETTAZIONE

Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE  
Contrada Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)  
Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924  
PEC: grmgrouprl@pec.it  
Cell: 339 796 8183



IL TECNICO

Ing. Antonella Laura Giordano  
Viale degli Aviatori 73/F14  
71122 Foggia  
Email: lauragiordano.ing@gmail.com



Spazio riservato agli Enti

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>STUDIO IDROLOGICO/IDRAULICO</b> .....	<b>3</b>
2.1	Calcolo idrologico.....	3
2.2	Individuazione della sottozona omogenea di riferimento.....	4
2.2.1	Calcolo delle portate attese.....	8
2.3	Verifica idraulica.....	9
<b>3</b>	<b>APPLICAZIONE DEL METODO</b> .....	<b>10</b>
3.1	Interferenze con reticolo idrografico.....	10
3.1.1	Gestione delle interferenze con il reticolo idrografico.....	12
3.2	Interferenze con perimetrazione PAI.....	13
<b>4</b>	<b>STUDIO IDRAULICO</b> .....	<b>15</b>
4.1	Verifica delle condizioni di sicurezza idraulica .....	15
4.1.1	Studio idraulico interferenza.....	15
<b>5</b>	<b>CONSIDERAZIONI FINALI</b> .....	<b>19</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione fa riferimento alla proposta di un impianto agrovoltaico della ditta *BRINDISI ENERGIA 6* nel Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina" della potenza nominale pari a 22,4802 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune.

Si riporta di seguito il layout dell'impianto.



Figura 1: LAYOUT PROPOSTA PROGETTUALE

## **2 STUDIO IDROLOGICO/IDRAULICO**

Lo studio, con riferimento all'area in oggetto, è stato condotto individuando le interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico.

### **2.1 Calcolo idrologico**

Ai fini dello studio idrologico, le stime effettuate su tali precipitazioni sono relative ad un periodo di ritorno duecentennale e fanno riferimento ai risultati ottenuti nell'ambito del Progetto VAPI (Valutazione delle Piene) Puglia, redatto a cura del GNDCI (Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche).

In pratica, la dipendenza dal periodo di ritorno è assegnata mediante la distribuzione del fattore di crescita KT, mentre i coefficienti della legge intensità-durata sono caratteristici della specifica zona in cui si trova il bacino.

La distribuzione del fattore di crescita è alla base della metodologia adottata nel progetto VAPI, che fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione dei massimi annuali delle piogge e delle portate al colmo.

Facendo riferimento all'informazione idrologica disponibile sul territorio, in termini di densità spaziale di stazioni di misura e di numerosità campionaria delle serie storiche, le altezze di precipitazione giornaliere, rilevate alle stazioni pluviometriche, il VAPI ha individuato 6 sottozone omogenee dal punto di vista pluviometrico.



**Figura 2: Regione Puglia, zone omogenee dal punto di vista pluviometrico**

Per ogni zona omogenea le curve di possibilità pluviometrica rispondono alla equazioni di seguito riportate:

ZONE OMOGENEE	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA
Zona 1	$x(t, z) = 28.8 \cdot t^{[(0.720+0.00503 \cdot z)/3.178]}$
Zona 2	$x(t) = 22.23 \cdot t^{0.247}$
Zona 3	$x(t, z) = 25.325 \cdot t^{[(0.0696+0.00531 \cdot z)/3.178]}$
Zona 4	$x(t) = 24.70 \cdot t^{0.256}$
Zona 5	$x(t, z) = 28.2 \cdot t^{[(0.0628+0.0002 \cdot z)/3.178]}$
Zona 6	$x(t, z) = 33.7 \cdot t^{[(0.488+0.002 \cdot z)/3.178]}$

Per quanto concerne il fattore di crescita, per assegnato tempo di ritorno, per la sottozona omogenee n. 1-2-3-4 si applica la formula:

$$Kt = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$$

mentre per le sottozona omogenea n. 5-6 si ha la seguente formula:

$$Kt = 0.1599 + 0.5166 \cdot \ln T$$

## 2.2 Individuazione della sottozona omogenea di riferimento

La proposta progettuale nella sua interezza, ricade nella sottozona omogenea "Zona 6"

Le equazioni che si applicano sono dunque:

- CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Zona 6  $x(t) = 33.7 \cdot t^{\left[\frac{0.488+0.0022z}{3.178}\right]}$

- FATTORE DI CRESCITA

Zona 6  $Kt = 0.1599 + 0.5166 \cdot \ln T$

Applicando la relazione si procede con il calcolo delle piogge massime annuali  $x(t)$  di durata compresa tra 1 ora e 1 giorno:

*Studio di compatibilità idrologica-idraulica*  
*Realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro del Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina",*  
*potenza nominale pari a 22,4848 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di*  
*connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune*  
**PROPONENTE: BRINDISI ENERGIA 6**

<b>t</b>	<b>h</b>	<b>t</b>	<b>h</b>
<i>ore</i>	<i>mm</i>	<i>ore</i>	<i>mm</i>
1	33.70	13	54.03
2	38.28	14	54.77
3	41.25	15	55.47
4	43.49	16	56.13
5	45.32	17	56.76
6	46.86	18	57.36
7	48.21	19	57.93
8	49.41	20	58.48
9	50.49	21	59.01
10	51.48	22	59.52
11	52.39	23	60.01
12	53.24	24	60.48

Il fattore di crescita  $Kt$ , calcolato per tempi di ritorno  $T$  pari a 30, 200 e 500 anni assume i seguenti valori:

<b>Tempo di ritorno</b>	<b>Fattore di Crescita</b>
$T$	$Kt$
30	1.92
200	2.90
500	3.37

*Studio di compatibilità idrologica-idraulica*  
*Realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare in agro del Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina",*  
*potenza nominale pari a 22,4848 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di*  
*connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune*  
**PROPONENTE: BRINDISI ENERGIA 6**

Applicando i valori ottenuti si ottiene:

<b>t</b>	<b>h</b>	<b>h·Kt; T=30</b>	<b>h·Kt; T=200</b>	<b>h·Kt; T=500</b>
<i>ore</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
1	33.70	64.60	97.63	113.58
2	38.28	73.39	110.91	129.03
3	41.25	79.08	119.50	139.03
4	43.49	83.37	126.00	146.59
5	45.32	86.87	131.28	152.73
6	46.86	89.83	135.76	157.94
7	48.21	92.42	139.67	162.49
8	49.41	94.72	143.14	166.53
9	50.49	96.79	146.28	170.18
10	51.48	98.69	149.14	173.51
11	52.39	100.43	151.78	176.58
12	53.24	102.05	154.23	179.43
13	54.03	103.57	156.52	182.09
14	54.77	104.99	158.67	184.59
15	55.47	106.33	160.69	186.95
16	56.13	107.60	162.61	189.18
17	56.76	108.81	164.44	191.31
18	57.36	109.96	166.18	193.33
19	57.93	111.06	167.84	195.26
20	58.48	112.11	169.43	197.11
21	59.01	113.12	170.96	198.89
22	59.52	114.10	172.43	200.60
23	60.01	115.03	173.84	202.25
24	60.48	115.94	175.21	203.84

Si ottengono le seguenti curve di possibilità pluviometrica:

Studio di compatibilità idrologica-idraulica

Realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare in agro del Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina", potenza nominale pari a 22,4848 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune

PROPONENTE: BRINDISI ENERGIA 6

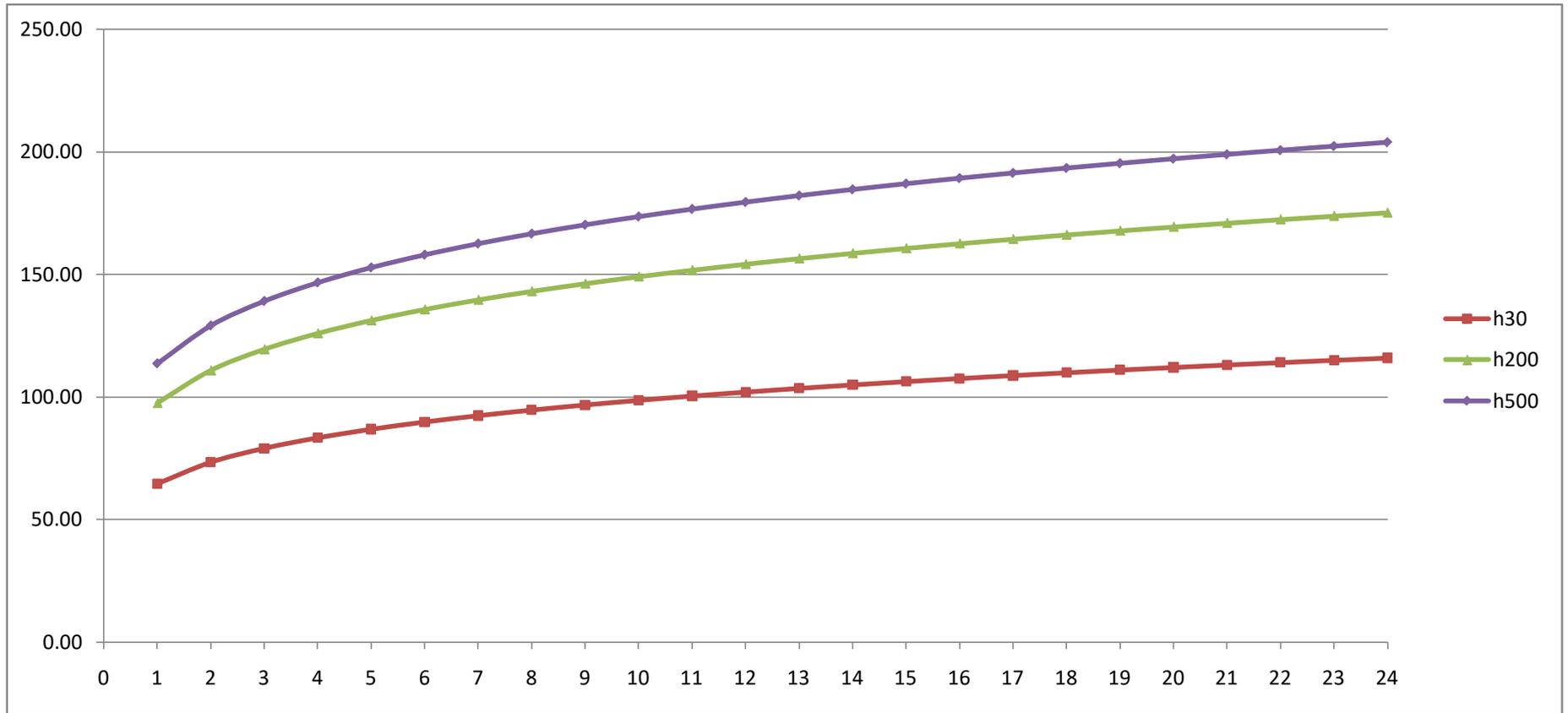


Figura 3: Curve di possibilità pluviometrica

## 2.2.1 Calcolo delle portate attese

### 2.2.1.1 Metodologia VAPI

La valutazione delle portate attese è stata condotta con riferimento al Progetto VAPI per la stima delle portate di assegnato tempo di ritorno, per qualsiasi sezione del reticolo idrografico dei corsi d'acqua della Puglia.

La sintesi fa riferimento ad indagini effettuate nella modellazione dei dati pluviometrici ed idrometrici della regione, contenute nel Rapporto Regionale pubblicato, Valutazione delle Piene in Puglia [Copertino e Fiorentino, 1994].

In base al predetto studio, il valore di portata media annua ( $m(Q)$ ) è funzione dell'altezza del pelo libero del corpo idrico superficiale, e del tempo di ritorno attraverso la seguente relazione:

$$m(Q) = \frac{C^* \cdot K_A(t_r) \cdot x(t_r) \cdot A}{3.6}$$

Dove:

- $C^* = 0.09 + 0.47 \cdot (1 - p.p.)$

Rappresenta il coefficiente di piena ed è funzione del p.p. = frazione ad elevata permeabilità del bacino, assunta, nel caso specifico a 0.54.

- $K_A(t_r) = 1 - (1 - \exp(-c_1 \cdot A)) \cdot \exp(-c_2 \cdot t_r^{c_3})$

Rappresenta il fattore di riduzione areale, funzione dell'area del bacino ( $A$ ), della durata della pioggia, posta pari al tempo di ritardo del bacino, a da tre coefficienti adimensionali:  $c_1 = 0.0021$ ;  $c_2 = 0.53$ ;  $c_3 = 0.25$

- $t_r = 0.344 \cdot \sqrt{A}$

Rappresenta il tempo di ritardo del bacino, funzione esclusivamente dell'area dello stesso

- $x(t, z) = 25.325 \cdot t_r^{[(0.696+0.000531 \cdot z)/3.178]}$

Rappresenta la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia valutato per una durata di pioggia pari al tempo di ritardo del bacino

- $A$

Area del bacino.

Noto il valore della portata media annua, è possibile quantificare il valore di portata per opportuni tempi di ritorno, moltiplicando la stessa per il coefficiente probabilistico di crescita  $K_T$  per le portate in Puglia.

Per un tempo di ritorno pari a  $T = 200$  anni, il valore del fattore di crescita relativo.

### **2.3 Verifica idraulica**

Determinato il valore di portata per un tempo di ritorno  $T$  pari a 200 anni, è possibile procedere con la verifica idraulica attraverso l'ausilio del software HEC-RAS della U.S. Army Corps of Engineers grazie al quale è possibile effettuare la simulazione idrodinamica in moto permanente.

HEC-RAS è il sistema d'analisi dei fiumi dell'Hydrologic Center (HEC), del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America, analizza le reti di canali naturali ed artificiali, calcolando i profili del pelo libero basandosi su di un'analisi a moto permanente e/o motovario monodimensionale.

La simulazione viene condotta riportando, nel software suddetto, le sezioni rappresentative del bacino investigato. Tali sezioni vengono inserite partendo da valle e procedendo verso monte numerandole in senso crescente.

Inserendo nel software i valori di portata calcolato è possibile, impostando le condizioni di moto permanente monodimensionale, procedere alla verifica idraulica.

La stessa è stata condotta impostando le condizioni di "Normal Depth" sia a monte che a valle del tratto considerato; per quanto concerne il coefficiente di Manning, si è assunto il valore **0.035** sia per le aree golenali, sia per il canale principale.

### 3 APPLICAZIONE DEL METODO

Le considerazioni riportate sono alla base dello studio idrologico idraulico relativo alla proposta progettuale. In dettaglio, le finalità dello studio si riconducono nella valutazione del comportamento idraulico dei corpi idrici superficiali rispetto all'area oggetto di intervento.

Lo studio è stato condotto analizzando le interferenze dell'opera di progetto con il reticolo idrografico e con la nuova perimetrazione PAI.

#### 3.1 Interferenze con reticolo idrografico

Di seguito si rappresenta un'immagine del layout di impianto su cartografia IGM.

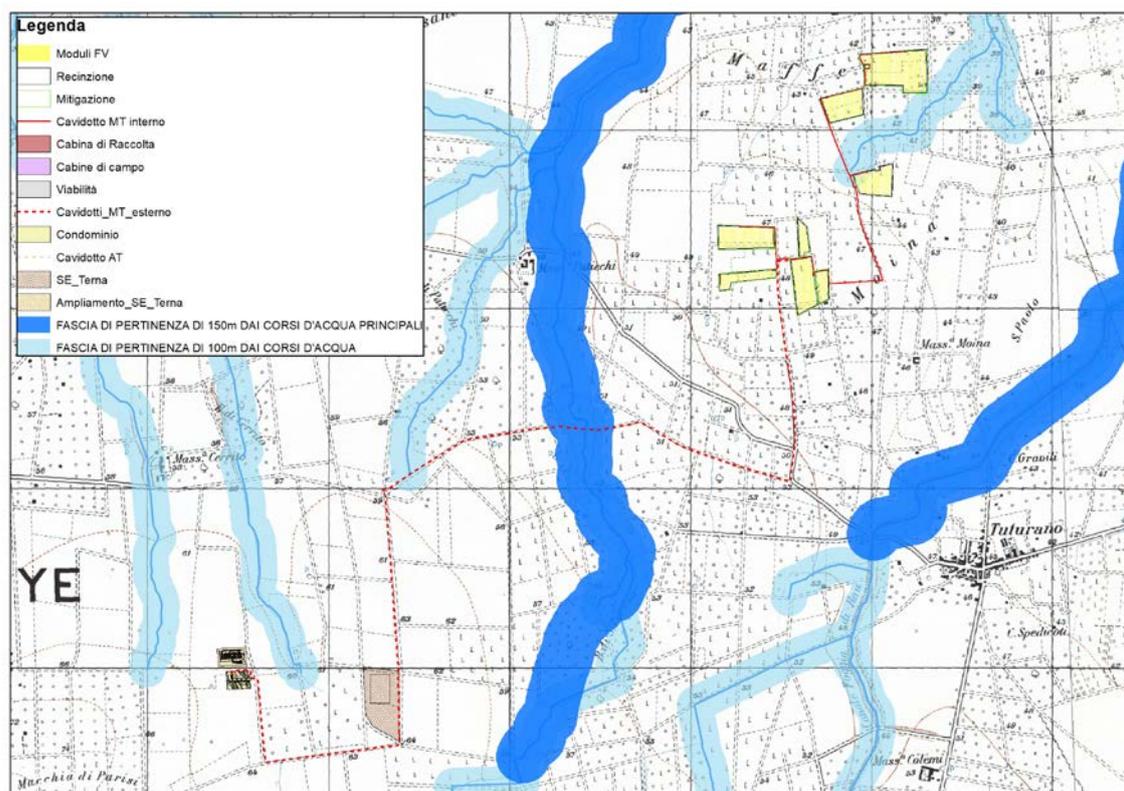


Figura 6: INTERFERENZE CON RETICOLO IDROGRAFICO E FASCIA DI RISPETTO

Dall'immagine si riscontrano interferenze relative al cavidotto interrato interno ed esterno in attraversamento del reticolo idrografico e delle relative fasce di rispetto e anche interferenze correlate all'ubicazione di alcuni moduli costituenti il campo fotovoltaico.

Studio di compatibilità idrologica-idraulica  
Realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare in agro del Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina",  
potenza nominale pari a 22,4848 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di  
connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune  
PROPONENTE: BRINDISI ENERGIA 6

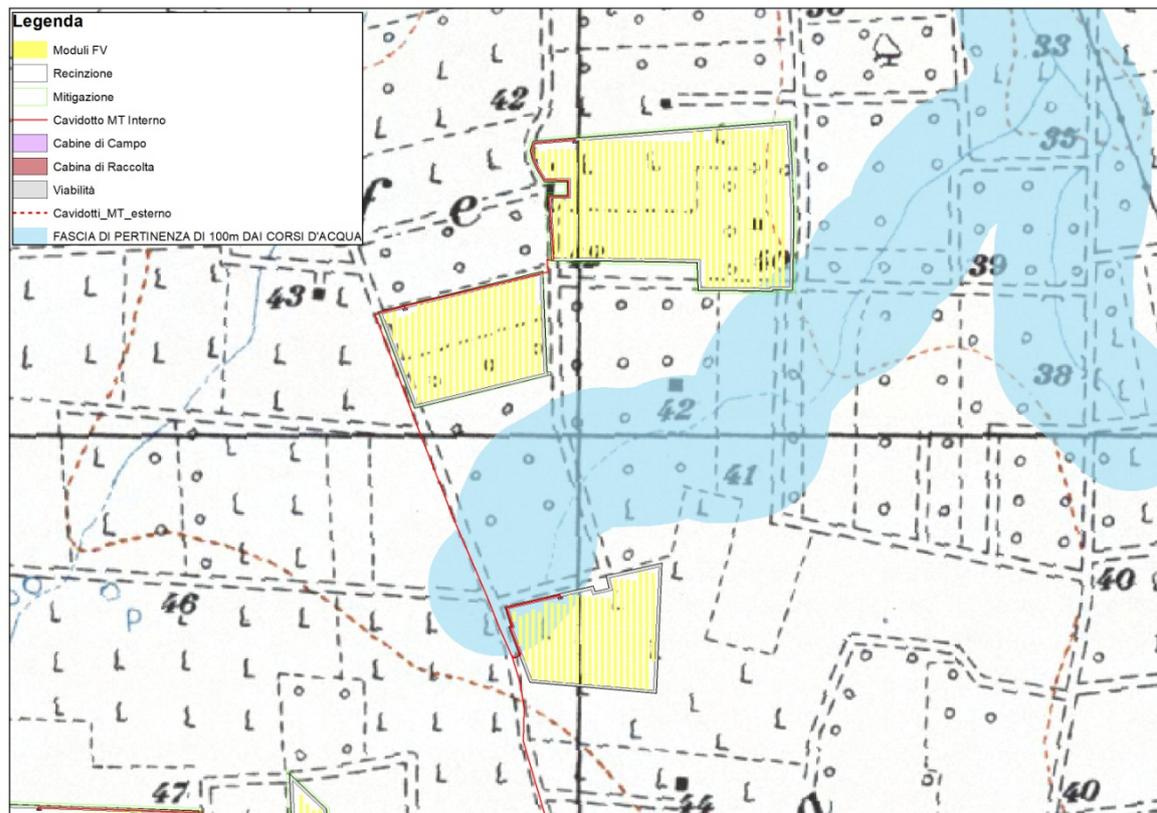


Figura 4: DETTAGLIO INTERFERENZE RETICOLO

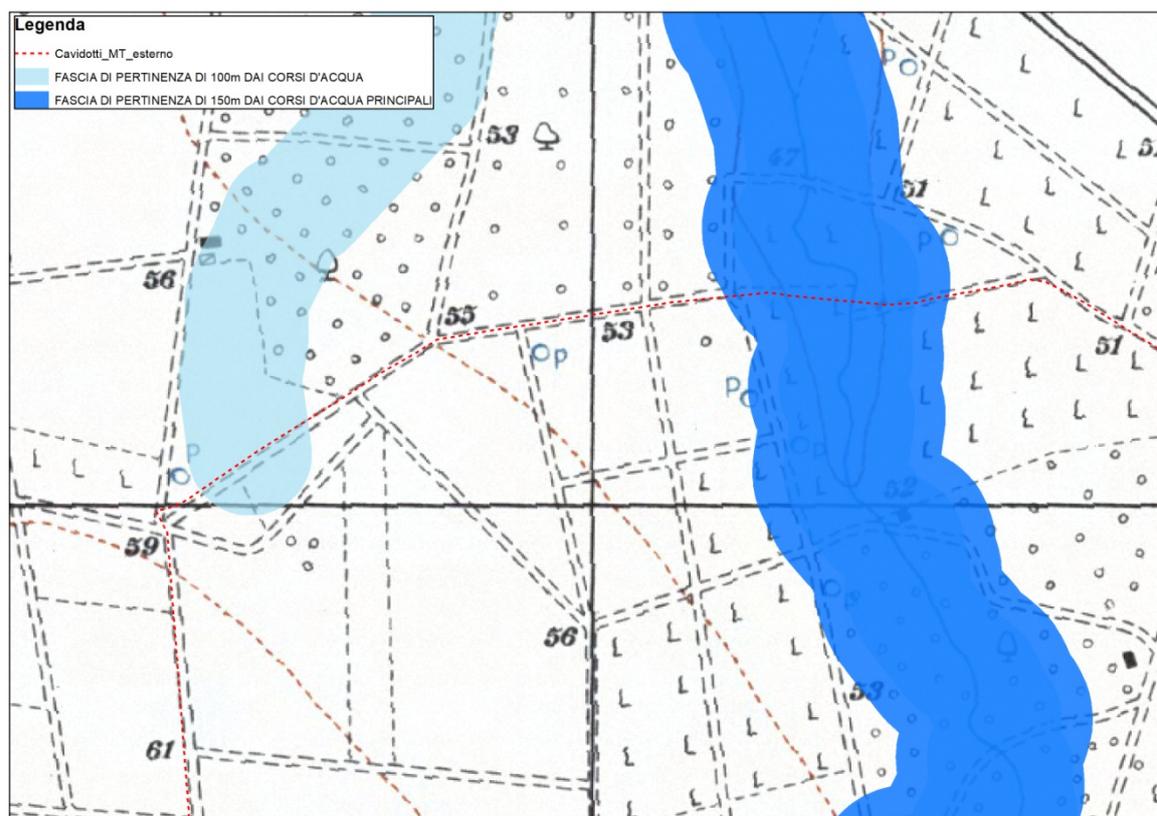


Figura 5: DETTAGLIO INTERFERENZE RETICOLO

### 3.1.1 Gestione delle interferenze con il reticolo idrografico

#### 3.1.1.1 Percorso del cavidotto

La metodologia di gestione dell'interferenza con il reticolo idrografico verrà scelta in funzione della tipologia dell'interferenza stessa che verrà riscontrata.

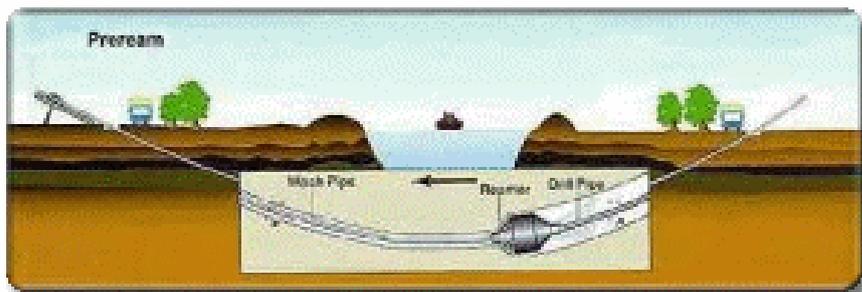
Per ciò che concerne il percorso del cavidotto, esso corre parallelamente l'andamento della strada esistente e la sua posa, in corrispondenza del ciglio della strada, non determinerà alcuna alterazione all'attuale configurazione del sito.

Nello specifico verranno adottate le seguenti modalità:

- **Attraversamento corsi d'acqua episodici e canali di bonifica:** data la natura degli stessi, la risoluzione delle interferenze relative all'attraversamento, da parte del cavidotto interrato, di corsi d'acqua episodici avrà luogo attraverso la posa del cavidotto interrato in trincea, ponendo la stessa ad una profondità di 2 metri. Inoltre, al fine di preservare l'opera e di evitarne dunque il danneggiamento, si provvederà alla posa del cavidotto realizzando un bauletto protettivo in calcestruzzo, da realizzarsi in corrispondenza dei corsi d'acqua

episodici che determinano l'interferenza. Al termine della posa verrà ripristinato lo stato dei luoghi ante opera.

- **Attraversamento corsi d'acqua non episodici:** per le intersezioni che si determinano tra il cavidotto interrato e i corsi d'acqua non episodici, la gestione delle interferenze avrà luogo adottando la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata come approccio cautelativo.



La soluzione consente di non determinare alcuna interferenza con il corpo idrico, in particolar modo se il punto di ingresso e di uscita della trivellazione orizzontale, risulti adeguatamente valutato.

Per le sezioni di attraversamento si è fissata una profondità di posa in opera del cavidotto interrato pari a 2,00 m, misurata rispetto alla quota del fondo dell'alveo del corso d'acqua; tale profondità di posa in opera risulta ampiamente cautelativa per il tipo di corso d'acqua intercettato. I punti di ingresso e di uscita della TOC, sono stati individuati all'esterno della fascia di rispetto del corpo idrico, ad una distanza di 5 metri a monte e 5 metri a valle. Si ritiene, previo soddisfacimento dei requisiti atti a garantire la sicurezza idraulica, compatibile l'ingresso della TOC anche in aree classificate a pericolosità idraulica.

Laddove possibile, il superamento dell'interferenza avverrà attraverso l'ancoraggio ad infrastrutture esistenti (tombini e ponti).

### **3.1.1.2 Campo fotovoltaico**

Per ciò che concerne tale tipo di interferenza, si rimanda al paragrafo 4.1.1 Studio idraulico interferenza.

## **3.2 Interferenze con perimetrazione PAI**

Di seguito si rappresenta un'immagine del layout di impianto in relazione alle aree a Pericolosità Idraulica classificate nel Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

*Studio di compatibilità idrologica-idraulica*  
*Realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro del Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina",*  
*potenza nominale pari a 22,4848 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di*  
*connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune*  
**PROPONENTE: BRINDISI ENERGIA 6**



**Figura 7: INTERFERENZE PERIMETRAZIONE PAI**

Come si evince dall'immagine non vi è alcuna interferenza con le aree classificate dal PAI

## 4 STUDIO IDRAULICO

Le considerazioni riportate sono alla base dello studio idrologico idraulico relativo alla proposta progettuale. In dettaglio, le finalità dello studio si riconducono nella valutazione del comportamento idraulico dei corpi idrici superficiali rispetto all'area oggetto di intervento.

La seguente verifica si pone come obiettivo l'analisi delle interferenze individuate con il reticolo idrografico

### 4.1 Verifica delle condizioni di sicurezza idraulica

#### 4.1.1 Studio idraulico interferenza

Per l'applicazione del metodo, occorre procedere con l'individuazione dei bacini idrografici sottesi dai corpi idrici di riferimento e alla modellizzazione dello stesso.

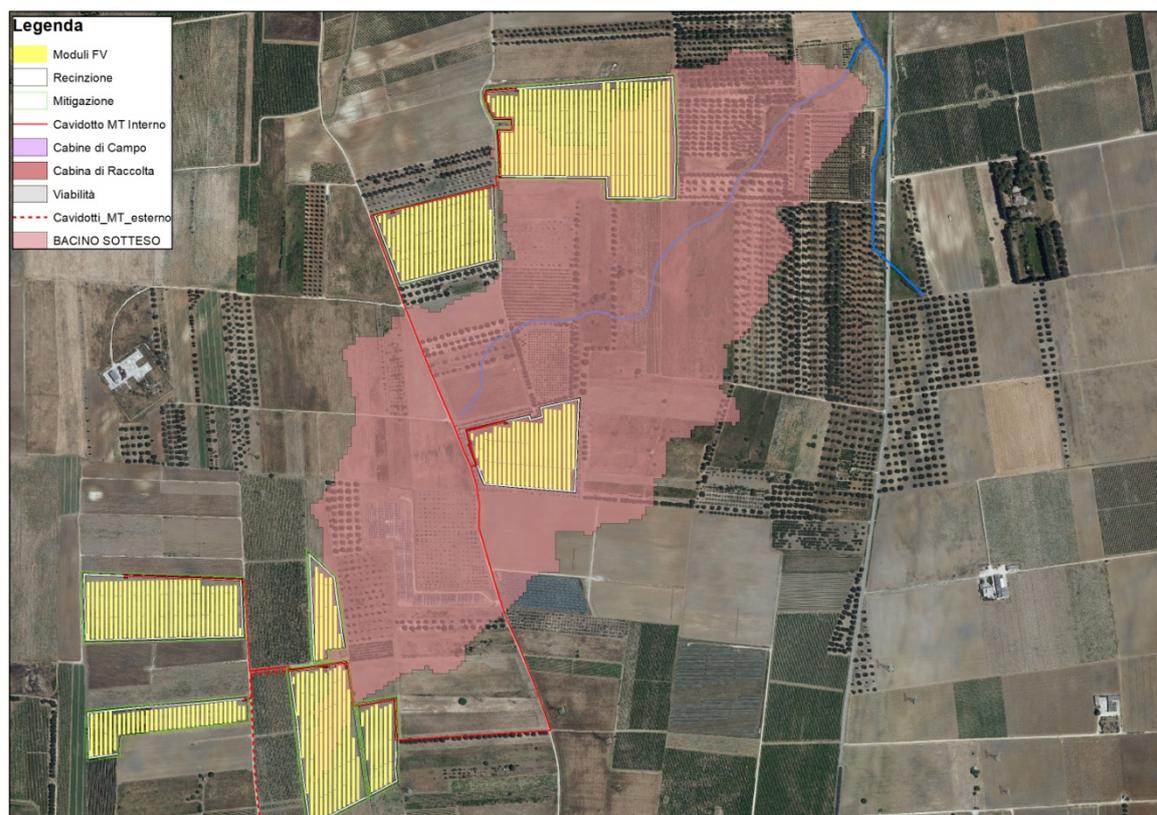


Figura 8: Individuazione del bacino sotteso dai corpi idrici di riferimento

*Studio di compatibilità idrologica-idraulica  
 Realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro del Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina",  
 potenza nominale pari a 22,4848 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di  
 connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune  
 PROPONENTE: BRINDISI ENERGIA 6*

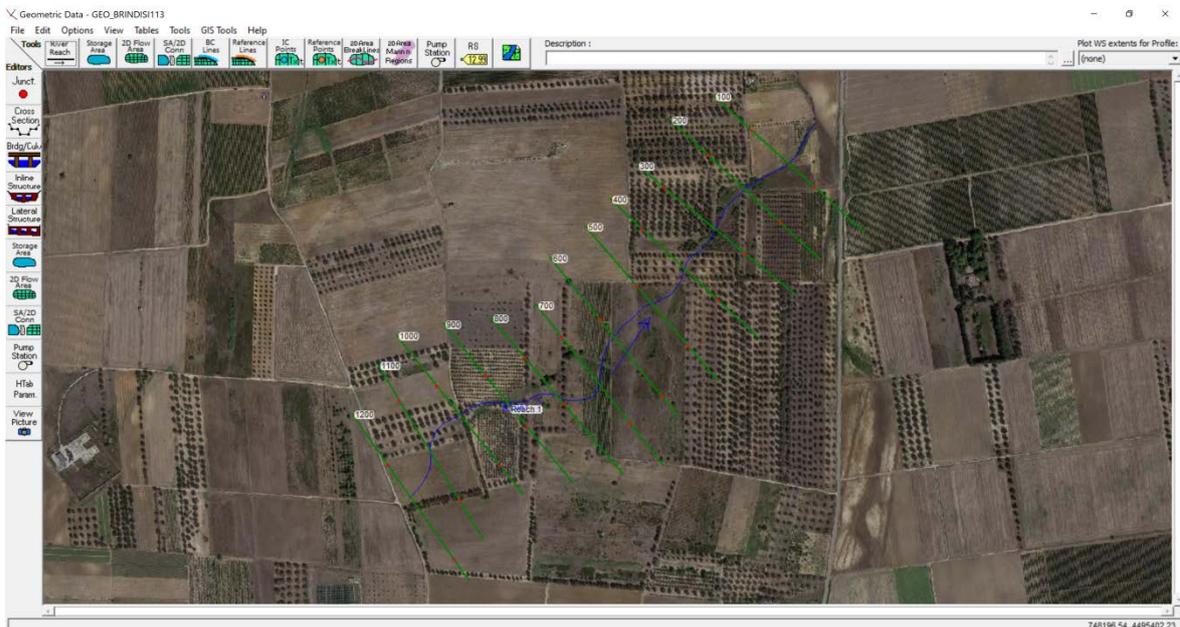


Figura 9: Individuazione delle sezioni in Hec-Ras

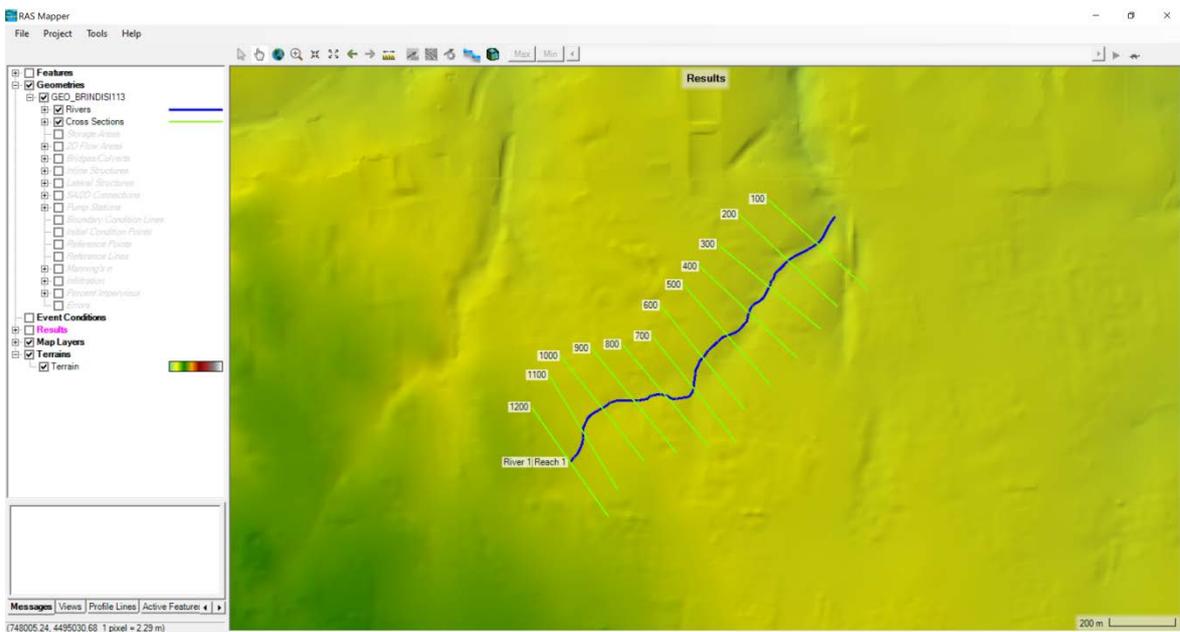


Figura10: Individuazione delle sezioni nel Ras Mapper di Hec-Ras

Calcolate le caratteristiche geometriche ed individuati i parametri necessari è stato possibile applicare la metodologia VAPI.

*Studio di compatibilità idrologica-idraulica*  
*Realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro del Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina",*  
*potenza nominale pari a 22,4848 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di*  
*connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune*  
**PROPONENTE: BRINDISI ENERGIA 6**

KA(t)	h	A	tr	m (Q)
	mm	km <sup>2</sup>	ore	m <sup>3</sup> /s
1	26.73	0.682	0.28	0.04

Nota la portata media annua, è possibile stimare la portata con un tempo di ritorno pari a  $T = 200$  *anni* applicando il fattore di crescita della portata  $K_{T=200}$  :

$$m(Q)_{200} = m(Q) \cdot K_{T=200}$$

I valori sono stati valutati utilizzando le leggi di probabilità pluviometriche che meglio si adattano alla zona omogenea 6.

$$m[h(d, Z)] = a \cdot d^{n(Z)}$$

Parametri utilizzati e risultati ottenuti:

$m(Q)$	$m(Q)_{200}$
m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0.04	0.17

Con la modellazione effettuata, è possibile individuare se la portata di piena per un evento con tempo di ritorno pari a **200 anni** risulterebbe contenuta o meno negli alvei dei corpi idrici.

Dallo studio condotto, le porzioni dell'impianto fotovoltaico che risultano interferenti con la fascia di rispetto degli stessi, sono estranee alle aree che risulterebbero inondabili considerando un evento di piena duecentennale.

Si riportano di seguito le elaborazioni grafiche relative alle aree inondabili:

*Studio di compatibilità idrologica-idraulica*  
*Realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare in agro del Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina",*  
*potenza nominale pari a 22,4848 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di*  
*connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune*  
*PROPONENTE: BRINDISI ENERGIA 6*

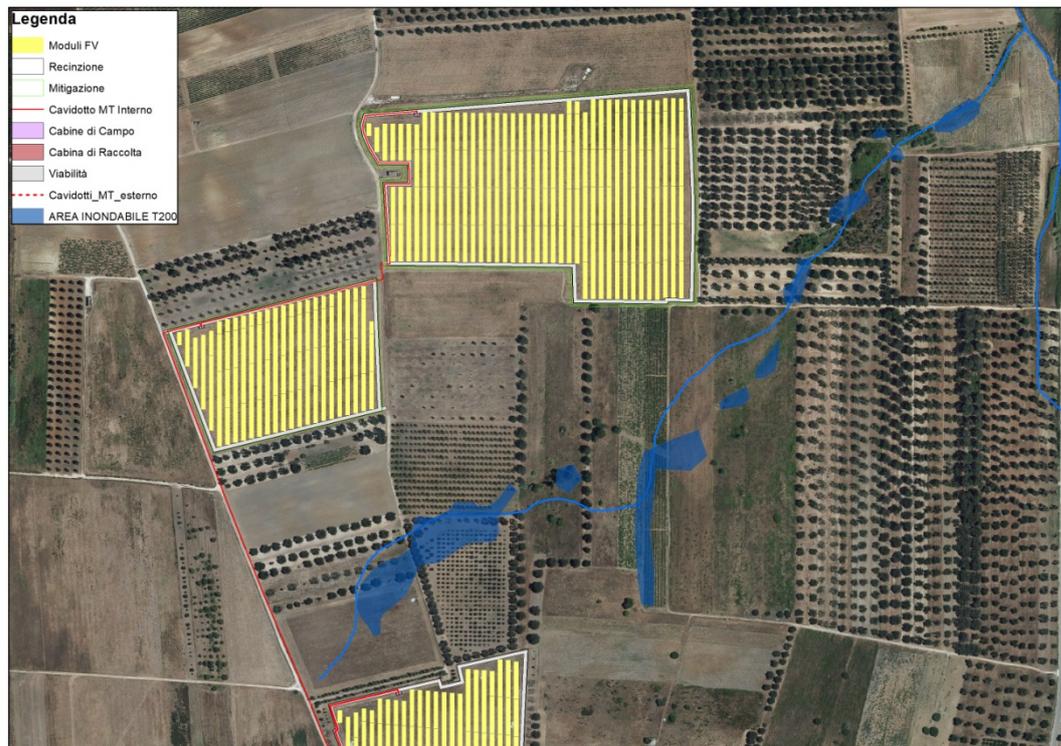


Figura 11: Aree inondabili

Con tali presupposti, si ritiene l'opera in condizioni di sicurezza idraulica.

Studio di compatibilità idrologica-idraulica  
Realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro del Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina",  
potenza nominale pari a 22,4848 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di  
connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune  
PROPONENTE: BRINDISI ENERGIA 6

## 5 CONSIDERAZIONI FINALI

La presente relazione fa riferimento alla proposta di un impianto agrovoltaiico della ditta *BRINDISI ENERGIA 6* nel Comune di Brindisi (BR) in località "Masseria Moina" della *potenza* nominale pari a 22,4802 MW in DC e potenza in immissione pari a 22 MW AC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune.

Le interferenze riscontrate sono state suddivise e classificate in riferimento sia a quelle riscontrate con il reticolo idrografico, sia a quelle correlate con la perimetrazione PAI:

Dall'analisi delle interferenze e dalle scelte dei progettisti, si è evidenziata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica.

**L'opera nel suo complesso si ritiene in sicurezza idraulica.**

Foggia, agosto 2022

Il tecnico

Ing. Antonella Laura Giordano

