



REGIONE PUGLIA



COMUNE di FOGGIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di MANFREDONIA



Proponente	 <p>OPDENENERGY TAVOLIERE 2 S.R.L. Sede: Rotonda Giuseppe Antonio Torri, n. 9 - 40127 Bologna (BO) Pec: opdenenergy.tavoliere2@legalmail.it P.IVA: 12206080019</p>				
Progettazione Generale Elettrica e Coordinamento	 <p>STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128 71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072 Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net</p>	Studio Agronomico	<p>Studio Tecnico Agrario Dott. Agr. Marcello Martino Viale Europa, 42 - 71122 Foggia Tel./Fax 0881.632008 Cell. 337.938268 E-Mail: marcello.martino@tiscali.it</p>		
Studio Paesaggistico e Ambientale	 <p>VEGA sas LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING <small>Via dell'Industria, 44 - 71121 Foggia - Tel. 0881.750251 - Fax 0881.413226 mail: info@studiovega.org - website: www.studiovega.org</small></p> <p>Arch. Antonio Demaio Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com</p>	Studio Geologico e Geotecnico	<p>Dott. Nazario Di Lella Tel./Fax 0882.991704 cell. 328 3250902 E-Mail: geol.dilella@gmail.com</p>		
Studio Acustico	<p>STUDIO FALCONE Ingegneria</p> <p>Ing. Antonio Falcone Tel. 0884.534378 Fax. 0884.534378 E-Mail: antonio.falcone@studiofalcone.eu</p>	Studio Strutturale	 <p>Ing. Tommaso Monaco Tel. 0885.429850 Fax 0885.090485 E-Mail: ing.tommaso@studiotecnicomonaco.it</p>		
Studio Archeologico	 <p>Dott. Vincenzo Ficco Tel. 0881.750334 E-Mail: info@archeologicasrl.com</p>	Studio Naturalistico	<p>Dott. Forestale Luigi Lupo Corso Roma, 110 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it</p>		
Studio Acustico	 <p>STUDIO PROGETTAZIONE ACUSTICA</p> <p>Arch. Marianna Denora Via Savona, 3 - 70022 Altamura (BA) Tel. Fax 080 3147468 Cell. 331 5600322 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it</p>	Studio Idraulico	<p>Studio di Ingegneria Dott.sa Ing. Antonella Laura Giordano Viale degli Aviatori, 73 - 71121 Foggia (Fg) Tel./Fax 0881.070126 Cell. 346.6330966 E-Mail: lauragiordano.ing@gmail.com</p>		
Opera	<p>Progetto definitivo per la realizzazione dell'Impianto agro-fotovoltaico "TAVOLIERE 2" integrato con potenza di picco pari a 37,362MWp e potenza ai fini della connessione pari a 30MW sito nel comune di FOGGIA, alle località "Posta de Piede - Vigna Croce" nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto nel Comune di Manfredonia (FG).</p>				
Oggetto	Folder: LE6F5X5_Relazioni e documenti del progetto definitivo dell'impianto	Sez. A			
	Nome Elaborato: LE6F5X5_Relazione_Idrologica.pdf	Codice Elaborato: A04			
	Descrizione Elaborato: Relazione idrologica del progetto definitivo				
00	Novembre 2021	Emissione progetto definitivo	Ing. A. L. Giordano	Ing. Mezzina	OPDE TAVOLIERE 2 s.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Formato:	A4	Scala: /	Codice Pratica LE6F5X5	Codice Pratica TERNA	201900197

1	PREMESSA	1
2	STUDIO IDROLOGICO/IDRAULICO	3
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
3	APPLICAZIONE DEL METODO	10
3.1	INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	12
3.1.1	INTERFERENZA N.1: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO.....	12
3.1.2	INTERFERENZA N.2: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO.....	13
3.1.3	INTERFERENZA N.3: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO.....	14
3.1.4	INTERFERENZA N.4 PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO.....	15
3.2	INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL PAI.....	15
3.2.1	INTERFERENZA A: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO	15
3.2.2	INTERFERENZA B: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO	16
3.2.3	INTERFERENZA C: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO	17
3.2.4	INTERFERENZA D: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO.....	18
3.2.5	INTERFERENZA E: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO	19
3.2.6	INTERFERENZA F: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO	20
3.2.7	INTERFERENZA G: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO – SOTTO STAZIONE ELETTRICA UTENTE	21
3.3	GESTIONE DELLE INTERFERENZE.....	22
3.3.1	PERCORSO DEL CAVIDOTTO.....	22
3.3.2	INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	24
3.3.3	INTERFERENZE CON LE AREE CLASSIFICATE DAL PAI COME A PERICOLOSITÀ DI INONDAZIONE	28
4	STUDIO IDRAULICO	35
4.1	VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA	35

4.1.1	INTERFERENZE G CON PAI	35
5	CONSIDERAZIONI FINALI	39

1 PREMESSA

Il presente studio di compatibilità idrologica-idraulica, fa riferimento al PROGETTO definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato "TAVOLIERE 2" che la società OPDENERGY TAVOLIERE 2 S.R.L. intende realizzare alle località "Posta da Piede - Vigna Croce", nel Comune di FOGGIA (FG), e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto, ricadenti nel Comune di Manfredonia, alla località "Posta Macchia Rotonda", con potenza teorica di picco del generatore fotovoltaico pari a circa 37,362 MWp, regolata in modo tale che, anche tenendo conto dei rendimenti e perdite di conversione, la potenza attiva disponibile (Pnd) non superi mai la potenza attiva di immissione, pari a 30,00MW nel punto di consegna.

Si riporta di seguito un'immagine rappresentativa della proposta progettuale.



Figura 1: Layout proposta progettuale

La valutazione del progetto ha evidenziato l'interferenza di alcune opere previste dalla proposta progettuale con le aree disciplinate dalle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico e la necessità di redigere un adeguato "Studio di compatibilità idrologica e idraulica".

Il presente studio si pone come finalità la valutazione circa la sicurezza idraulica delle opere costituenti il progetto.

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 alle equazioni di seguito riportate:

ZONE OMOGENEE	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA
Zona 1	$x(t, z) = 28.66 \cdot t^{[(0.720+0.000503 \cdot z)/3.178]}$
Zona 2	$x(t) = 22.23 \cdot t^{0.247}$
Zona 3	$x(t, z) = 25.325 \cdot t^{[(0.696+0.000531 \cdot z)/3.178]}$
Zona 4	$x(t) = 24.70 \cdot t^{0.256}$
Zona 5	$x(t, z) = 28.2 \cdot t^{[(0.628+0.0002 \cdot z)/3.178]}$
Zona 6	$x(t, z) = 33.7 \cdot t^{[(0.488+0.0022 \cdot z)/3.178]}$

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 2", come riscontrabile dall'immagine seguente.



Figura 3: Individuazione Zona omogenea

Le equazioni che si applicano sono dunque:

- CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Zona 2 $x(t) = 22.23 \cdot t^{0.247}$

- FATTORE DI CRESCITA

Zona 2 $Kt = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$

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

t	h	t	h
ore	mm	ore	mm
1	22,23	13	41,89
2	26,38	14	42,66
3	29,16	15	43,39
4	31,31	16	44,09
5	33,08	17	44,76
6	34,61	18	45,39
7	35,95	19	46,00
8	37,15	20	46,59
9	38,25	21	47,15
10	39,26	22	47,70
11	40,19	23	48,23
12	41,07	24	48,74

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

Tempo di ritorno	Fattore di Crescita
T	Kt
30	1.98
200	2.76
500	3.14

Applicando i valori ottenuti si ottiene:

t	h	h·Kt; T=30	h·Kt; T=200	h·Kt; T=500
ore	mm	mm	mm	mm
1	22,23	43,93	61,43	69,89
2	26,38	52,14	72,91	82,94
3	29,16	57,63	80,59	91,68
4	31,31	61,87	86,52	98,43
5	33,08	65,38	91,42	104,00
6	34,61	68,39	95,64	108,79
7	35,95	71,04	99,35	113,02
8	37,15	73,43	102,68	116,81
9	38,25	75,59	105,71	120,25

*Studio di compatibilità idrologica-idraulica
Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica sito nel Comune di Foggia*

10	39,26	77,59	108,50	123,42
11	40,19	79,44	111,08	126,37
12	41,07	81,16	113,49	129,11
13	41,89	82,78	115,76	131,69
14	42,66	84,31	117,90	134,12
15	43,39	85,76	119,92	136,43
16	44,09	87,14	121,85	138,62
17	44,76	88,45	123,69	140,71
18	45,39	89,71	125,45	142,71
19	46,00	90,92	127,14	144,63
20	46,59	92,08	128,76	146,47
21	47,15	93,19	130,32	148,25
22	47,70	94,27	131,82	149,96
23	48,23	95,31	133,28	151,62
24	48,74	96,32	134,69	153,22

Si ottengono le seguenti curve di possibilità pluviometrica:

Studio di compatibilità idrologica-idraulica
Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica sito nel Comune di Foggia

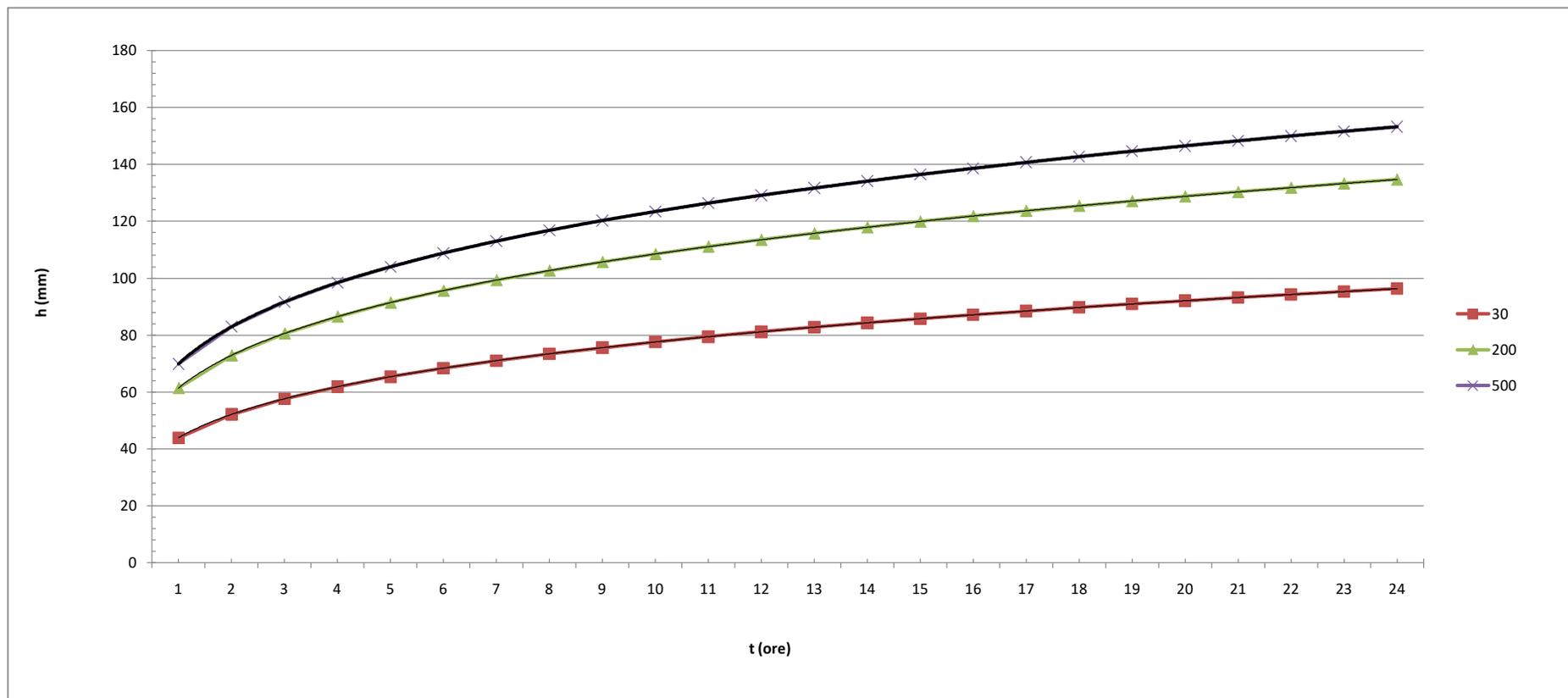


Figura 4: Curve di possibilità pluviometrica

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, con particolare riguardo ai bacini compresi tra il fiume Ofanto a sud e il torrente Candelaro a nord.

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.

Nota 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 è pari a: $K_{t_{200}} = 4,39$

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

Nell'applicazione del metodo, si è provveduto ad effettuare una approfondita analisi del progetto individuando le interferenze dello stesso con il reticolo idrografico e la tipologia delle stesse, e le interferenze con la nuova perimetrazione del PAI.

Per una più agevole lettura del caso studio, si riportano di seguito due immagini rappresentative del progetto con l'individuazione delle interferenze con il reticolo idrografico e con il Piano di Assetto Idrogeologico.

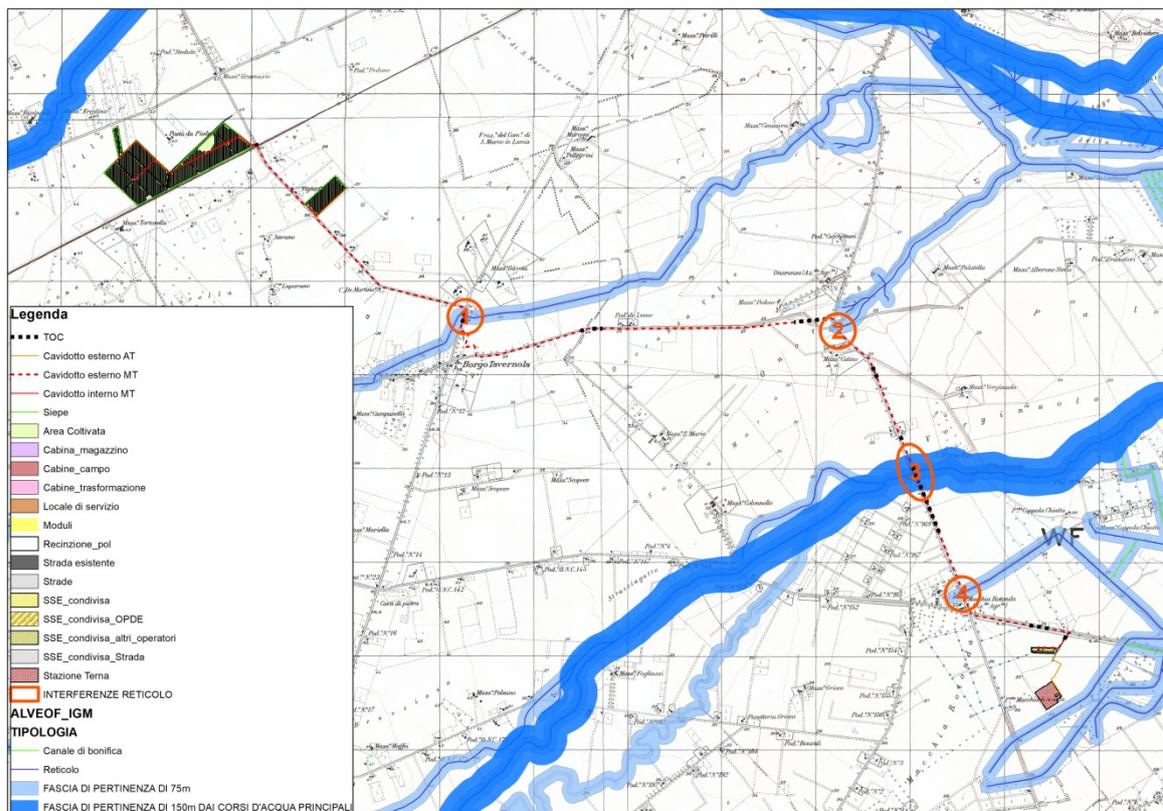


Figura 5: Individuazione interferenze con RETICOLO IDROGRAFICO

Come si evince dall'immagine precedente, risultano n.4 interferenze con il reticolo idrografico.

Studio di compatibilità idrologica-idraulica
Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica sito nel Comune di Foggia



Figura 6: Individuazione interferenze con PAI

Come si evince dall'immagine precedente, risultano n.7 interferenze (denominate dalla A alla G) con le aree classificate dal PAI come a pericolosità di inondazione.

3.1 INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

3.1.1 INTERFERENZA N.1: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza è relativa al percorso del cavidotto esterno di collegamento dell'impianto alla Sotto Stazione Elettrica Utente.



Figura 7: Interferenza n.1 - Reticolo idrografico

3.1.2 INTERFERENZA N.2: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

In modo simile all'interferenza n.1, anche in questo caso l'interferenza è correlata al percorso del cavidotto esterno di collegamento dell'impianto alla Sotto Stazione Elettrica Utente.

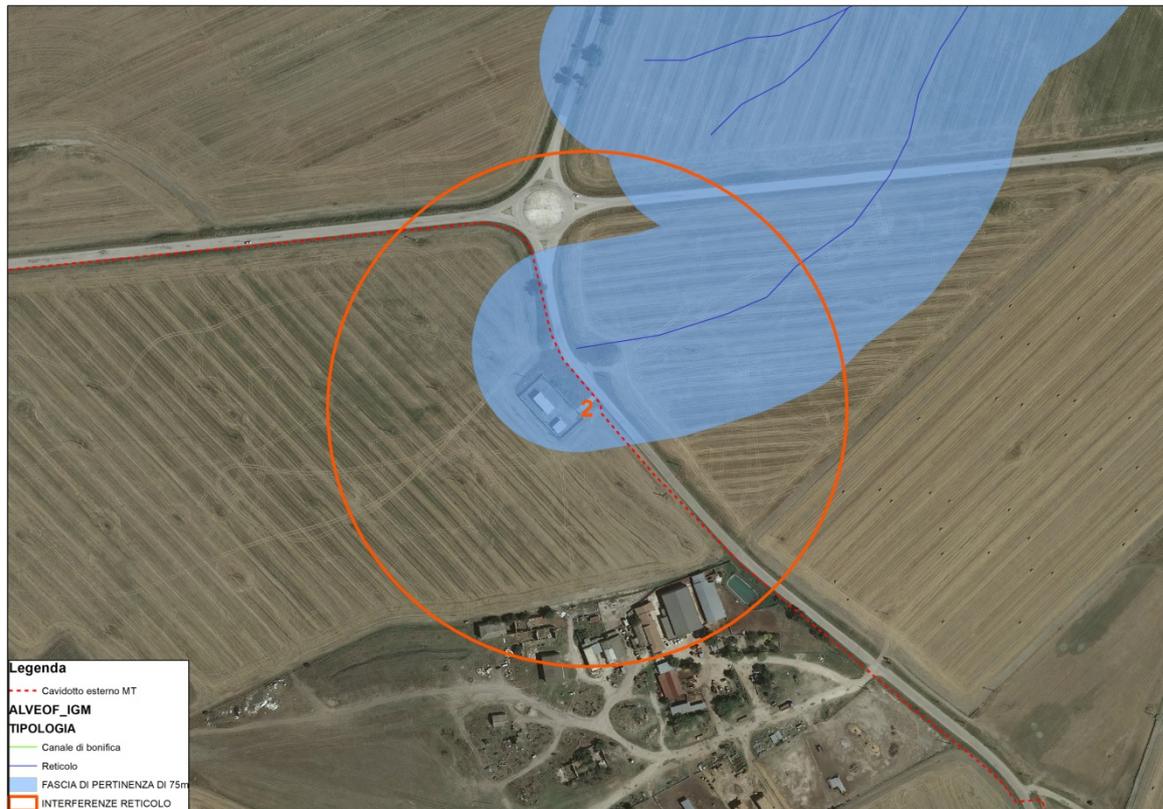


Figura 8: Interferenza n.2 - Reticolo idrografico

3.1.3 INTERFERENZA N.3: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

Come per le precedenti, anche in questo caso l'interferenza riguarda il percorso del cavidotto esterno di collegamento, in attraversamento del Torrente Cervaro.



Figura 9: Interferenza n.3 - Reticolo idrografico

3.1.4 INTERFERENZA N.4 PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

Tale interferenza è relativa alla sovrapposizione del percorso del cavidotto interrato con la fascia di rispetto di un ramo idrico di scarsa entità.



Figura 10: Interferenza n.4 - Reticolo idrografico

3.2 INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL PAI

3.2.1 INTERFERENZA A: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza corrisponde all'interferenza n.1 con il reticolo idrografico.

L'interferenza riguarda l'attraversamento del cavidotto con aree classificate dal Pai come Bassa, Media ed Alta Pericolosità Idraulica.

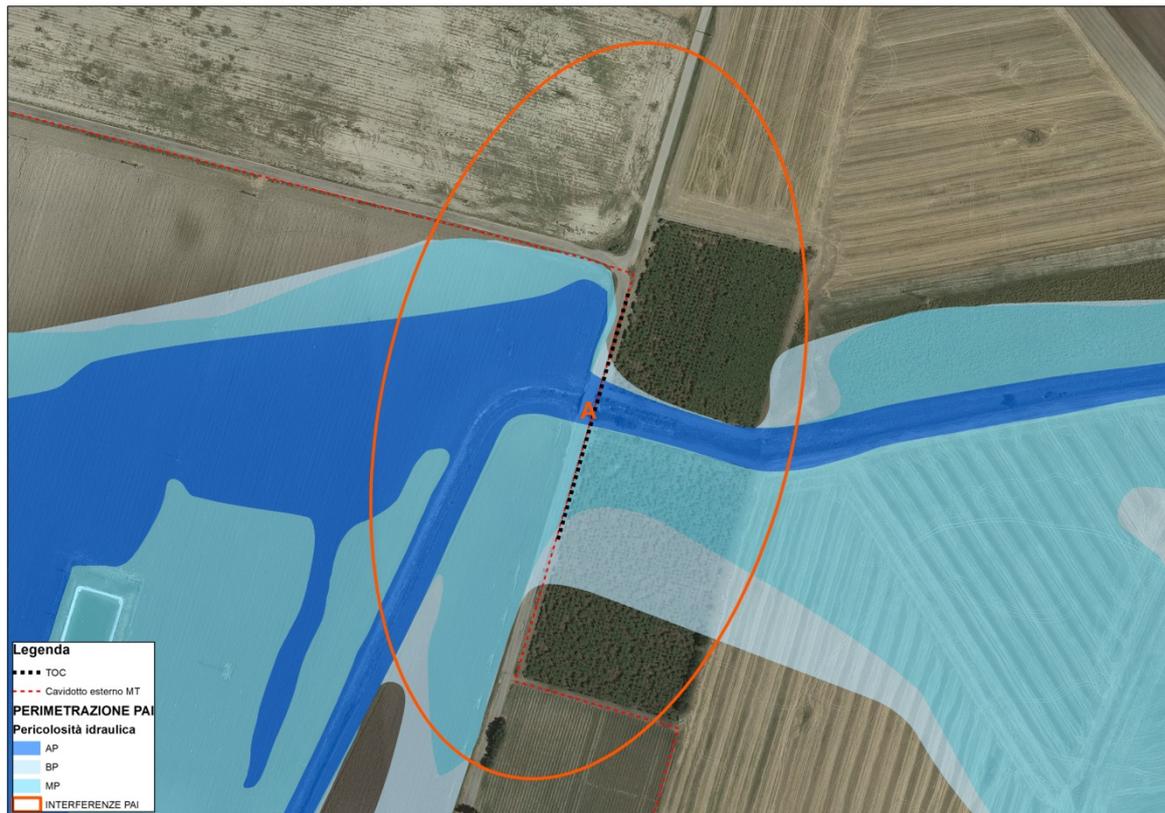


Figura 11: Interferenza A – PAI

3.2.2 INTERFERENZA B: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza riguarda l'attraversamento del cavidotto con aree classificate dal Pai come Bassa e Media Pericolosità Idraulica.

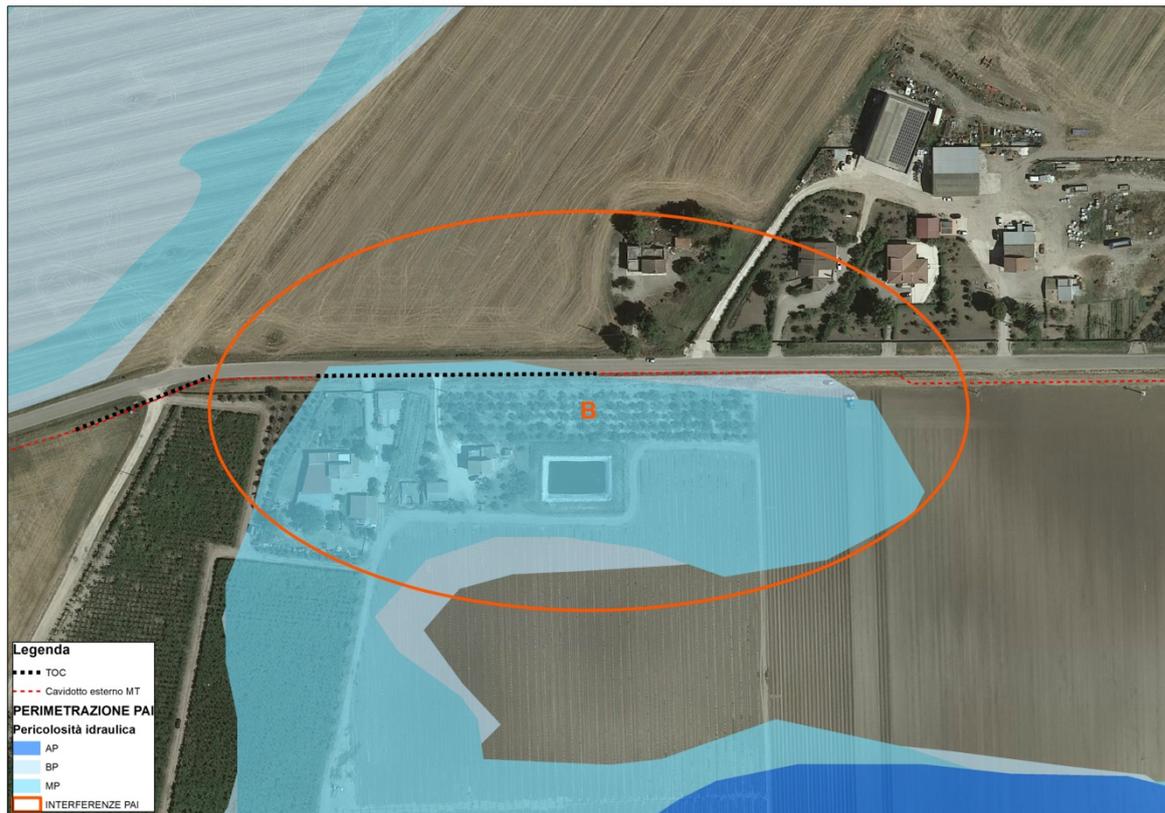


Figura 12: Interferenza B - PAI

3.2.3 INTERFERENZA C: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza riguarda l'attraversamento del cavidotto con aree classificate dal Pai come Alta, Media e Bassa Pericolosità Idraulica.

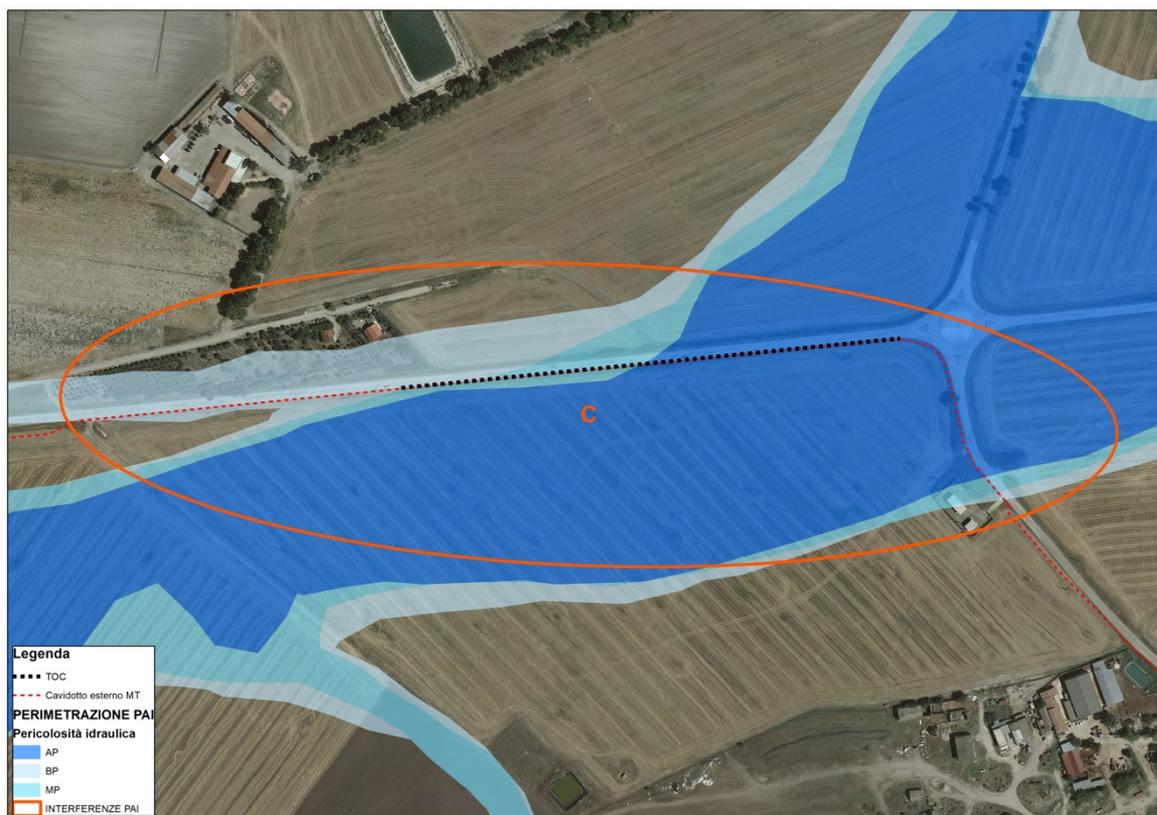


Figura 13: Interferenza C - PAI

3.2.4 INTERFERENZA D: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza riguarda l'attraversamento del cavidotto con aree classificate dal Pai come Bassa, Media ed Alta Pericolosità Idraulica.

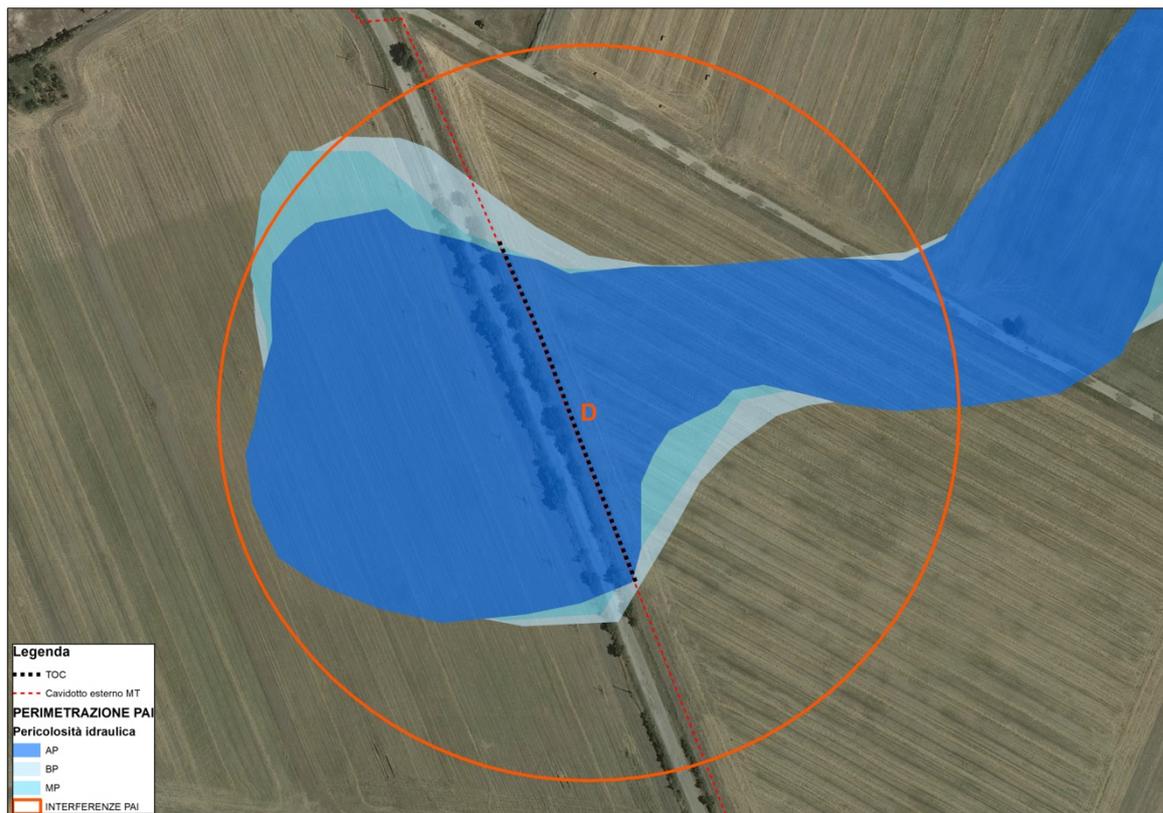


Figura 14: Interferenza D - PAI

3.2.5 INTERFERENZA E: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza riguarda l'attraversamento del cavidotto con aree classificate dal Pai come Bassa e Media Pericolosità Idraulica.



Figura 15: Interferenza E - PAI

3.2.6 INTERFERENZA F: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza riguarda l'attraversamento del cavidotto con aree classificate dal Pai come Bassa, Media ed Alta Pericolosità Idraulica.

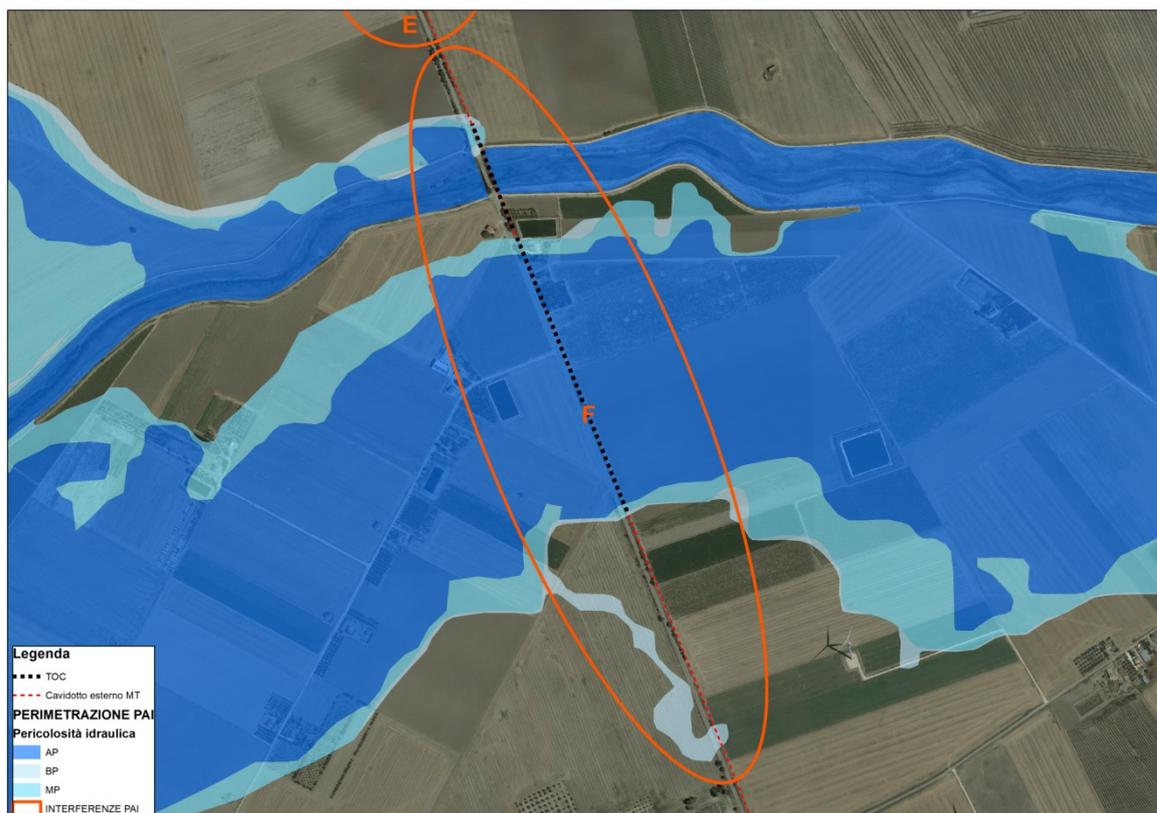


Figura 16: Interferenza F - PAI

3.2.7 INTERFERENZA G: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO – SOTTO STAZIONE ELETTRICA UTENTE

L'interferenza riguarda l'attraversamento del cavidotto con aree classificate dal Pai come Bassa e Media Pericolosità Idraulica e il posizionamento della Sotto Stazione Elettrica Utente in corrispondenza di su aree classificate dal Pai come Bassa e Media Pericolosità Idraulica.

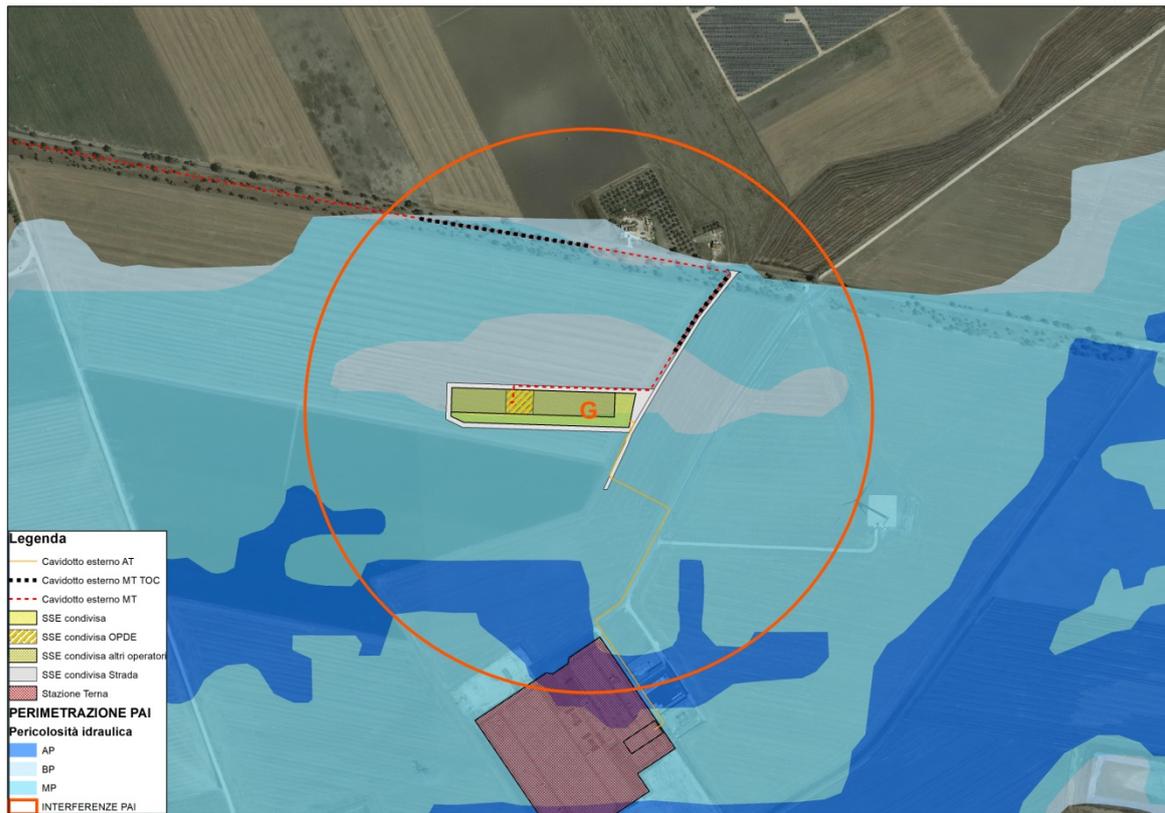


Figura 17: Interferenza G - PAI

3.3 GESTIONE DELLE INTERFERENZE

3.3.1 PERCORSO DEL CAVIDOTTO

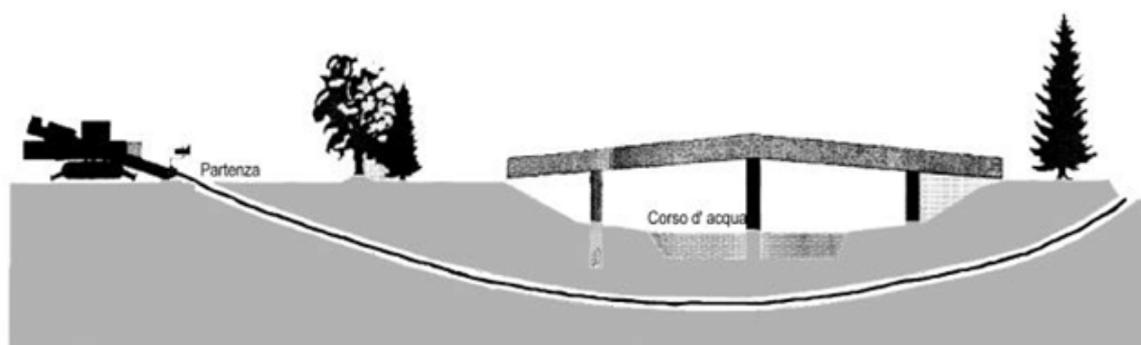
Le modalità di posa del cavidotto interrato e la relativa gestione delle interferenze, verrà gestita attraverso 3 differenti modalità di posa dell'elettrodotta. Tali soluzioni sono di seguito descritte e, successivamente, individuate in funzione della tipologia di interferenza:

1. **IN CONDIZIONI ORDINARIE:** Il cavidotto verrà **posato in trincea** alla profondità di circa 1.20 m, lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali.

La posa in opera del cavidotto, non determinerà interferenze sia con le infrastrutture esistenti (verrà ubicato in fregio alla viabilità attraverso l'utilizzo di un escavatore con benna stretta,), sia con il comportamento naturale dei corsi d'acqua interessati e quindi con le aree definite a pericolosità idraulica.

Le interferenze riscontrate verranno gestite sfruttando le infrastrutture presenti nel sito, la presenza di ponticelli, tombini e altre opere d'arte consentiranno la posa del cavidotto senza minare la viabilità delle infrastrutture e senza compromettere e interferire il comportamento naturale dei corsi d'acqua. **Con tali accorgimenti, si ritiene la posa del cavidotto in sicurezza idraulica.**

2. **IN CORRISPONDENZA DI ATTRAVERSAMENTI IN AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA:** Nel caso di tratti di percorso ricadenti in aree classificate a Pericolosità Idraulica dalla nuova perimetrazione del PAI, la posa del cavidotto interrato avrà luogo utilizzando specifici accorgimenti tecnici in grado di non determinare interferenze con il naturale deflusso delle acque e da garantire la durabilità dell'opera in presenza di acqua. In corrispondenza delle aree classificate come a pericolosità idraulica, (Alta Pericolosità, Media Pericolosità e Bassa Pericolosità), si provvederà a porre il cavidotto in trincea, ad una profondità maggiore, pari a 1.80 m. Durante l'esecuzione dello scavo e prima del riempimento dello stesso, si provvederà alla puntellazione dello scavo, in modo da evitare eventuali fenomeni erosivi e di cedimento che potrebbero determinarsi in caso di eventi di piena. Si ritiene che tale soluzione, da eseguire 5 metri a valle e 5 metri a monte del tratto interferente con le aree a pericolosità idraulica, possa sia scongiurare fenomeni di alterazione al naturale deflusso delle acque, sia evitare danneggiamenti alle opere da realizzare. **Con tali accorgimenti, si ritiene la posa del cavidotto in sicurezza idraulica.**
3. **IN PRESENZA DI CORSI D'ACQUA, SOTTOSERVIZI, INFRASTRUTTURE.** In condizioni simili, si opterà per l'adozione della Trivellazione Orizzontale Controllata. Tale scelta tecnica, consentirà di superare le interferenze relative al reticolo idrografico ed alla conseguente fascia di pertinenza che caratterizzano tali interferenze. La soluzione consente di non determinare alcuna interferenza con il corpo idrico.
- Per le sezione 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. **Con tali accorgimenti, si ritiene la posa del cavidotto in sicurezza idraulica.**



N.B.: I tubi che vengono abitualmente posati, compatibilmente alla tecnologia intrinseca della T.O.C., sono classificati PEAD UNI 7611-76 tipo 312. Questi tubi, in modo particolare per quanto riguarda la resistenza alle sollecitazioni meccaniche, non costituiscono protezione meccanica supplementare ai sensi delle Norme CEI 11-17 e di conseguenza devono essere posati ad una profondità minima di 1,7 m. Il colore deve essere diverso da arancio, giallo, rosso, nero e nero a bande blu.

La scelta tra delle differenti modalità di posa descritte, sarà correlata alla tipologia di interferenza e da ulteriori aspetti di natura pratica ed economica, per tali ragioni, per ogni interferenza saranno individuate più soluzioni alternative tali da garantire il superamento dell'interferenza e opzionabili a seconda delle esigenze della committenza.

Si riporta uno schema riepilogativo in merito alla modalità di posa:

	in condizioni ordinarie	In presenza di interferenza	
		Aree perimetrale PAI	Intersezioni con corpi idrici, infrastrutture, sottoservizi
Modalità di posa	posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali	posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali	Attraverso trivellazione orizzontale controllata
Profondità di scavo	1.20 m da piano campagna	1.80 m da piano campagna	2.0 m dalla quota fondo alveo o in riferimento a specifiche prescrizioni tecniche
Prescrizioni		Puntellazione dello scavo	

3.3.2 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

3.3.2.1 INTERFERENZA N.1: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza si riscontra in attraversamento del Canale Properzio in corrispondenza di Borgo Tavernola.



Figura 18: Gestione interferenza n.1

La gestione dell'interferenza, può avvenire secondo due modalità: sfruttare l'infrastruttura viaria esistente, ponendo il cavidotto sul ciglio del ponticello riportato in Figura 18; ricorso alla trivellazione orizzontale controllata.

Interferenza n.1 con reticolo idrografico, modalità di gestione			
	Soluzione n.1		Soluzione n.2
Modalità di posa	posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali		Attraverso trivellazione orizzontale controllata
Profondità di scavo	1.20 m da piano campagna		2.0 m dalla quota fondo alveo o in riferimento a specifiche prescrizioni tecniche
Prescrizioni	In corrispondenza dell'interferenza, possibilità di utilizzo dell'infrastruttura viaria esistente.		Individuazione opportuna punti di ingresso e uscita della TOC che saranno sempre posti al di fuori della fascia di rispetto del corpo idrico.

3.3.2.2 INTERFERENZA N.2: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza emerge da un'analisi cartografica del sito, in realtà, lo stato attuale delle cose, è tale da non evidenziare la presenza di alcun corpo idrico lungo tale percorso e considerare tale interferenza inesistente.

Si propone un'immagine rappresentativa del punto dove dovrebbe sussistere il corpo idrico caratterizzante l'interferenza.



Figura 19: Interferenza n.2

Come si evidenzia, le condizioni attuali dell'area rendono tale interferenza assente, e la mancata presenza di opere d'arte stradali per la gestione della stessa (ponticelli, tombini, etc..) avvalorando tale deduzione.

Tale interferenza, dunque, non risulta più in essere e la gestione del cavidotto avrà luogo in condizioni standard. Si specifica, tuttavia, che tale interferenza è prossima a quella relativa alle aree classificate dal PAI e denominata Interferenza C. Eventuali modalità di posa alternativi, saranno quindi analizzate nella sezione relativa.

Interferenza n.2 con reticolo idrografico, modalità di gestione			
	Soluzione n.1		
Modalità di posa	posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali		
Profondità di scavo	1.20 m da piano campagna		
Prescrizioni	In funzione della Interferenza C con la perimetrazione PAI		

3.3.2.3 INTERFERENZA N.3: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza è correlata all'attraversamento del Torrente Cervaro.

In modo del tutto simile a quanto già enunciato per l'interferenza n.1, è possibile fare utilizzare le infrastrutture esistenti per la gestione dell'interferenza.



Figura 20: Gestione interferenza n.3

In alternativa, può essere valutata l'adozione della trivellazione orizzontale controllata, ipotesi che necessita di un'accurata valutazione economica per via delle caratteristiche del Torrente Cervaro, avente una quota di fondo alveo molto profonda.

Interferenza n.3 con reticolo idrografico, modalità di gestione			
	Soluzione n.1		Soluzione n.2
Modalità di posa	posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali		Attraverso trivellazione orizzontale controllata
Profondità di scavo	1.20 m da piano campagna		2.0 m dalla quota fondo alveo o in riferimento a specifiche prescrizioni tecniche
Prescrizioni	In corrispondenza dell'interferenza, possibilità di utilizzo dell'infrastruttura viaria esistente.		Individuazione opportuna punti di ingresso e uscita della TOC che saranno sempre posti al di fuori della fascia di rispetto del corpo idrico.

3.3.2.4 INTERFERENZA N.4: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza consiste nell'attraversamento di un corpo idrico superficiale di lieve entità.

Così come per l'interferenza n.2, anche la n.4 è un'interferenza che trova evidenza nella cartografia IGM ma che non trova riscontro nella realtà dei luoghi. Si propone un'immagine rappresentativa del punto dove dovrebbe sussistere il corpo idrico caratterizzante l'interferenza.



Figura 21: Interferenza n.4

Come si evidenzia, le condizioni attuali dell'area rendono tale interferenza assente, e la mancata presenza di opere d'arte stradali per la gestione della stessa (ponticelli, tombini, etc..) avvalorando tale deduzione.

Per tali considerazioni, si ritiene opportuno procedere con la posa del cavidotto in condizioni ordinarie.

Interferenza n.3 con reticolo idrografico, modalità di gestione			
	Soluzione n.1		
Modalità di posa	posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali		
Profondità di scavo	1.20 m da piano campagna		
Prescrizioni			

3.3.3 INTERFERENZE CON LE AREE CLASSIFICATE DAL PAI COME A PERICOLOSITÀ DI INONDAZIONE

3.3.3.1 INTERFERENZA A: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

Corrisponde all'interferenza n.1 con il reticolo idrografico,

La gestione dell'interferenza può essere condotta con diverse modalità di posa combinate tra di loro, in riferimento allo schema individuato in precedenza.

	in condizioni ordinarie	In presenza di interferenza	
		Aree perimetrale PAI	Intersezioni con corpi idrici, infrastrutture, sottoservizi
Modalità di posa	posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali	posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali	Attraverso trivellazione orizzontale controllata
Profondità di scavo	1.20 m da piano campagna	1.80 m da piano campagna	2.0 m dalla quota fondo alveo o in riferimento a specifiche prescrizioni tecniche
Prescrizioni		Puntellazione dello scavo	

Per via delle caratteristiche dell'attraversamento, è possibile ipotizzare l'adozione della TOC per garantire il superamento di tutte le aree interessate dall'interferenza, prevedendo l'ingresso della TOC a monte delle aree classificate dal PAI e il punto d'uscita a valle di tali aree. Tale soluzione risulta, con ogni probabilità, quella di più facile gestione, ma caratterizzata da un costo di esecuzione più elevato.

In alternativa, è possibile pensare di porre il cavidotto in trincea ad una quota superiore rispetto a quella ordinaria, sfruttare la presenza dell'opera infrastrutturale per il superamento del corpo idrico e riconsiderare la posa in trincea superato il canale superficiale.

Interferenza n.A con PAI, modalità di gestione			
	Soluzione n.1		Soluzione n.2
Modalità di posa		posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali	Intersezioni con corpi idrici, infrastrutture, sottoservizi
Profondità di scavo		1.80 m da piano campagna	Attraverso trivellazione orizzontale controllata
Prescrizioni	In corrispondenza dell'interferenza, possibilità di utilizzo dell'infrastruttura viaria esistente.	Puntellazione dello scavo	2.0 m dalla quota fondo alveo o in riferimento a specifiche prescrizioni tecniche

3.3.3.2 INTERFERENZA B: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

Tale interferenza è relativa ad un tratto di cavidotto interferente con aree a bassa pericolosità nella perimetrazione PAI.

La gestione può avvenire attraverso la posa in trincea del cavidotto ad una profondità maggiore rispetto alla quota ordinaria, tale condizione assicura a sicurezza idraulica dell'opera senza la necessità di particolari dispendi economici.

In alternativa, è possibile ricorrere all'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata.

Interferenza n.B con PAI, modalità di gestione			
		Soluzione n.1	Soluzione n.2
Modalità di posa		posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali	Intersezioni con corpi idrici, infrastrutture, sottoservizi
Profondità di scavo		1.80 m da piano campagna	Attraverso trivellazione orizzontale controllata
Prescrizioni		Puntellazione dello scavo	2.0 m dalla quota fondo alveo o in riferimento a specifiche prescrizioni tecniche

3.3.3.3 INTERFERENZA C: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

L'interferenza, che nella parte terminale coincide con l'interferenza n.2 del reticolo idrografico, si osserva per via della presenza di aree classificate dalla perimetrazione PAI come a Bassa, Media e Alta pericolosità.

Considerato che l'interferenza n.2 con il reticolo idrografico è risultata inesistente e che quindi non vi è alcuna interferenza con corpi idrici superficiali, è sufficiente optare per una soluzione tecnica di posa che possa garantire la sicurezza dell'opera, attraverso una quota di scavo maggiore rispetto a quella ordinaria.

In alternativa, è possibile ricorrere alla trivellazione orizzontale controllata.

Interferenza n.C con PAI, modalità di gestione			
		Soluzione n.1	Soluzione n.2
Modalità di posa		posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali	Intersezioni con corpi idrici, infrastrutture, sottoservizi
Profondità di scavo		1.80 m da piano campagna	Attraverso trivellazione orizzontale controllata
Prescrizioni		Puntellazione dello scavo	2.0 m dalla quota fondo alveo o in riferimento a specifiche prescrizioni tecniche

3.3.3.4 INTERFERENZA D PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

Le medesime deduzioni espresse per l'interferenza n.C con il PAI, sono applicabili per l'interferenza n.D. Effettuare la posa del cavidotto ad una profondità maggiore, è sufficiente alla gestione dell'interferenza e a garantire la durabilità dell'opera.

Come in precedenza è possibile, in alternativa, ricorrere alla trivellazione orizzontale controllata.

Interferenza n.D con PAI, modalità di gestione			
		Soluzione n.1	Soluzione n.2
Modalità di posa		posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali	Intersezioni con corpi idrici, infrastrutture, sottoservizi
Profondità di scavo		1.80 m da piano campagna	Attraverso trivellazione orizzontale controllata
Prescrizioni		Puntellazione dello scavo	2.0 m dalla quota fondo alveo o in riferimento a specifiche prescrizioni tecniche

3.3.3.5 INTERFERENZA E: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

Anche per tale interferenza, continuano a valere le indicazioni riportate in precedenza. La presenza di aree classificate dal PAI come a pericolosità idraulica determinano l'interferenza ma scelte oculate per la posa in opera del cavidotto interrato possono garantire la sicurezza e la durabilità delle opere. È dunque possibile gestire l'interferenza con una quota di posa del cavidotto optando per una profondità di scavo della trincea pari a 1.80 m.

Come soluzione alternativa, è possibile ricorrere alla TOC.

Interferenza n.E con PAI, modalità di gestione			
		Soluzione n.1	Soluzione n.2
Modalità di posa		posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali	Intersezioni con corpi idrici, infrastrutture, sottoservizi
Profondità di scavo		1.80 m da piano campagna	Attraverso trivellazione orizzontale controllata
Prescrizioni		Puntellazione dello scavo	2.0 m dalla quota fondo alveo o in riferimento a specifiche prescrizioni tecniche

3.3.3.6 INTERFERENZA F: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

Tale interferenza coincide, in parte, all'interferenza n.3 con il reticolo idrografico, nel dettaglio per ciò che concerne l'attraversamento del Torrente Cervaro.

La gestione dell'interferenza con il PAI, può quindi essere gestita adottando diverse modalità, proposte di seguito:

1. Gestione delle aree classificate dal PAI e correlate al Torrente Cervaro sfruttando l'infrastruttura viaria e posa del cavidotto a con scavo di 1.80 m in corrispondenza delle aree classificate dal PAI.

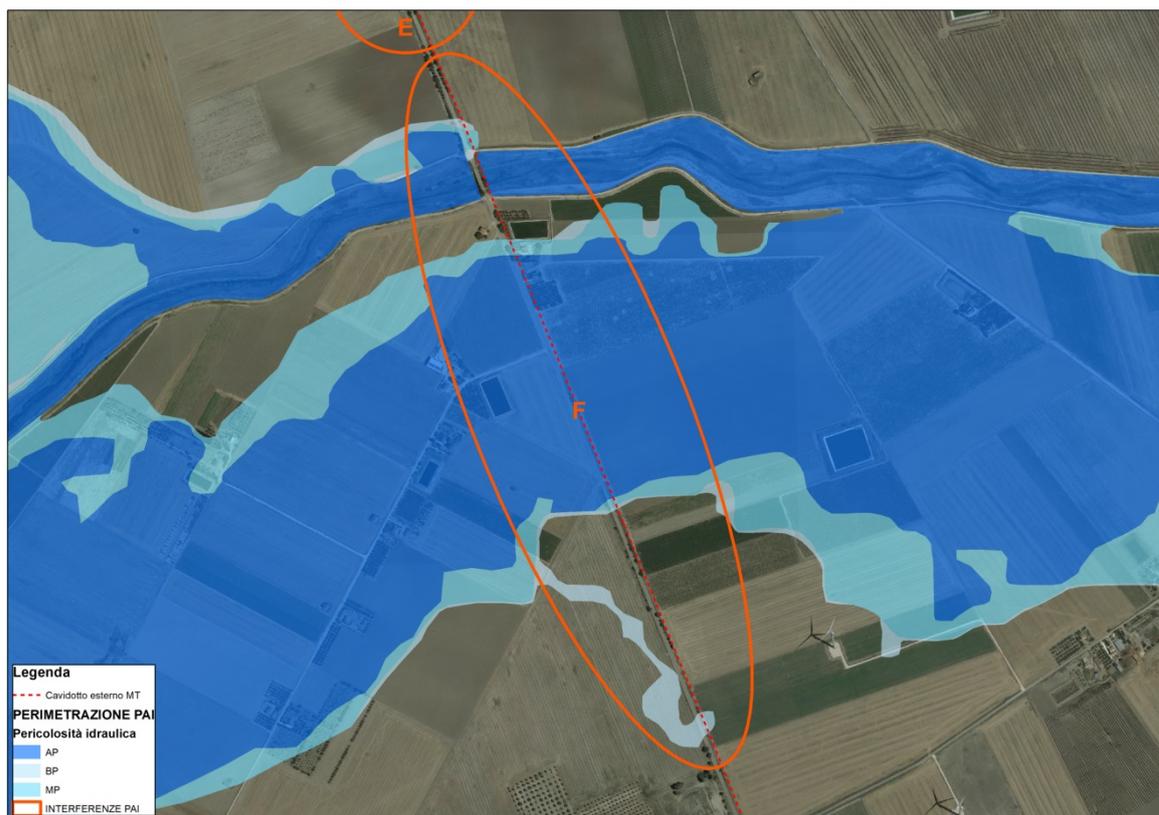


Figura 22: Gestione interferenza F – Soluzione 1

2. Utilizzo della TOC per il superamento del Torrente Cervaro e delle aree del PAI ad esso correlato, posa del cavidotto in trincea a quota pari a 1.20m (nelle aree non classificate dal PAI) e posa del cavidotto in trincea a quota 1.80m per le aree classificate dal PAI e poste a SUD del torrente Cervaro.

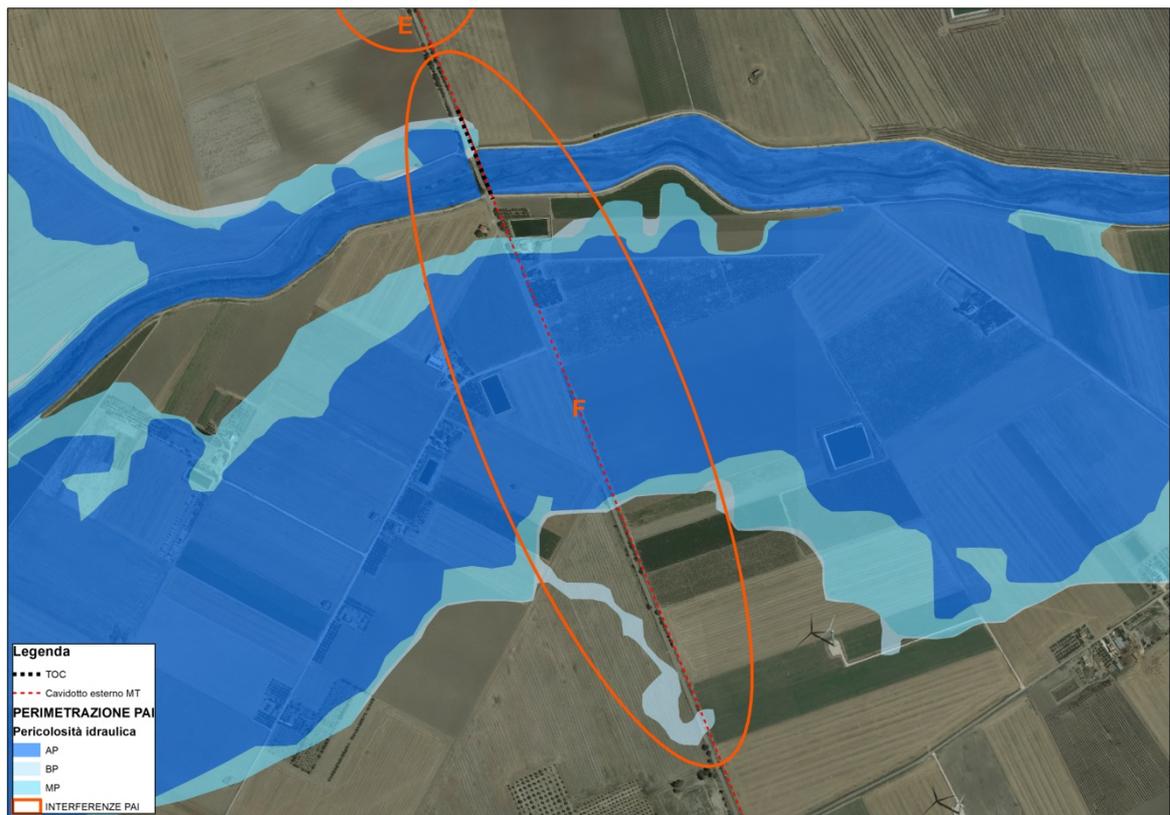


Figura 23: Gestione interferenza F – Soluzione 2

3. Utilizzo della trivellazione orizzontale controllata per tutta l'interferenza F con il PAI.

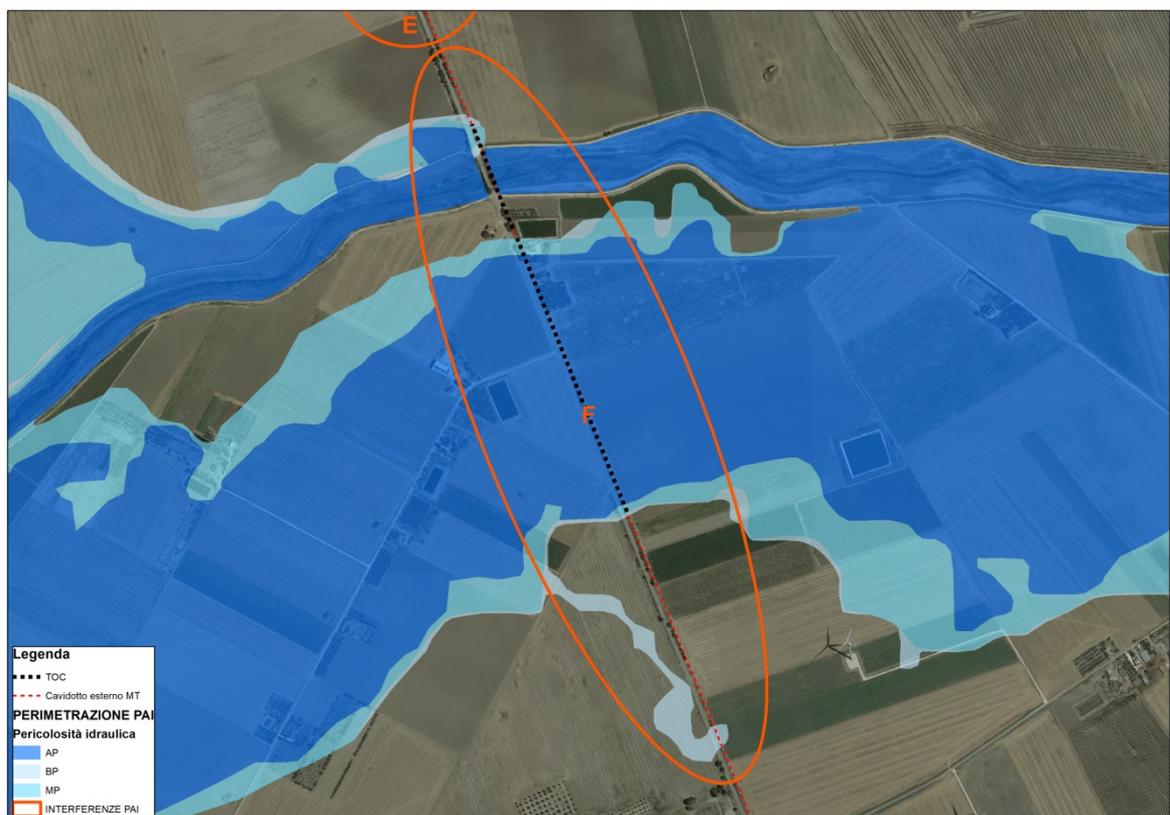


Figura 24: Gestione interferenza F – Soluzione 3

3.3.3.7 INTERFERENZA G: PERCORSO CAVIDOTTO INTERRATO ESTERNO

Per l'analisi di tale interferenza, si rimanda allo studio prodotto e riportato nel paragrafo 4.1.1

INTERFERENZE G CON 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 correlate al posizionamento dei moduli fotovoltaici e alla relativa interferenza riscontrata sia con il reticolo idrografico sia con il PAI.

4.1 VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA

4.1.1 INTERFERENZE G CON PAI

La verifica si pone come obiettivo l'accertamento delle condizioni di sicurezza idraulica in merito all'interferenza G con la nuova perimetrazione PAI.

Per l'applicazione del metodo, occorre procedere con l'individuazione del bacino idrografico sotteso dal corpo idrico di riferimento e alla modellizzazione dello stesso.



Figura 25: Individuazione del bacino sotteso dai corpi idrici di riferimento

*Studio di compatibilità idrologica-idraulica
Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica sito nel Comune di Foggia*

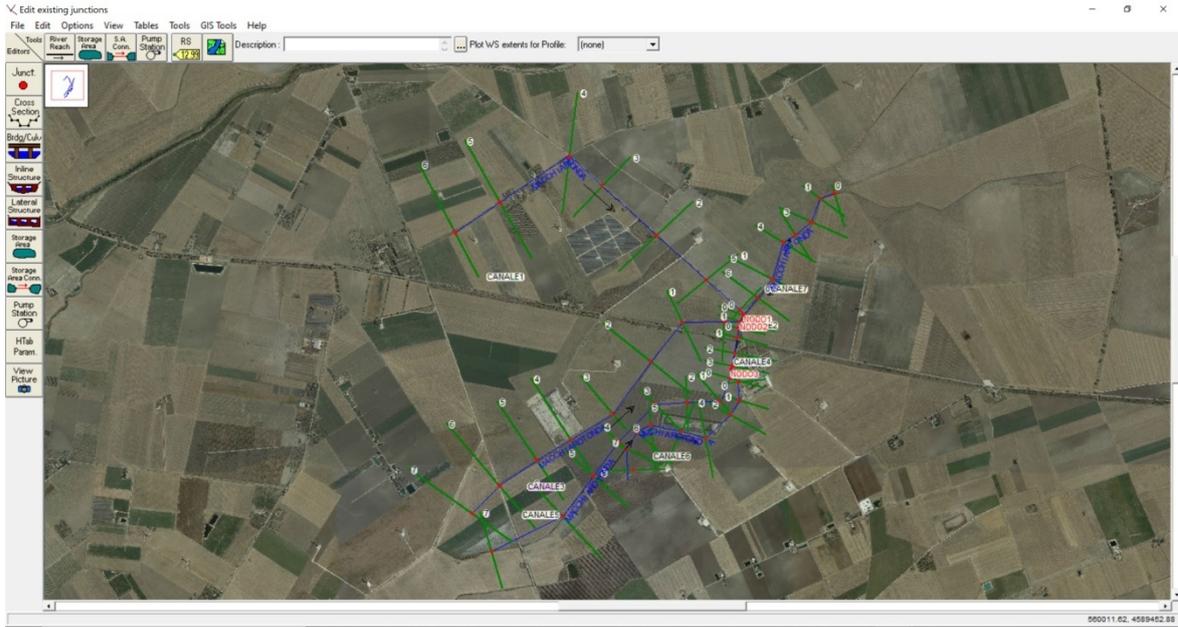


Figura 26: Individuazione delle sezioni in Hec-Ras

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

Nel caso specifico, si individuano quattro corpi idrici principali che si uniscono, dando vita ad un quarto corpo. Sono stati detinti CANALE 1, CANALE 2, CANALE 3, CANALE 4, CANALE 5, CANALE 6, CANALE 7.

C*	KA(t)	h	A	tr	m (Q)	Corpo idrico
		mm	km2	ore	m3/s	
0.38	1	18.98	2.36	0.52	4.8	CANALE 1
0.38	1	20.00	3.6	0.65	7.7	CANALE 2
0.38	1	19.0	2.4	0.53	4.8	CANALE 3
0.38	1	17.2	1.1	0.36	2.03	CANALE 4
0.38	1	21.1	5.6	0.8	12.6	CANALE 5
0.38	1	15.6	0.5	0.24	0.84	CANALE 6
0.38	1	21.6	6.7	0.89	15.5	CANALE 7

Nota la portata media annua, è possibile stimare la portata con un tempo di ritorno pari a $T = 200 \text{ anni}$ 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 3.

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

Con:

$$X(t, z) = 22.23 t^{0.247}$$

Parametri utilizzati e risultati ottenuti:

$m(Q)$	$m(Q)_{200}$	Corpo idrico
m ³ /s	m ³ /s	
4.8	21.1	CANALE 1
7.7	33.9	CANALE 2
4.8	21.5	CANALE 3
2.03	8.9	CANALE 4
12.6	55.7	CANALE 5
0.84	3.6	CANALE 6
15.5	68.1	CANALE 7

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.

Dall'analisi condotta emerge come la portata di piena risulta contenuta nell'alveo del ramo idrico, a meno che per alcune sezioni, in corrispondenza delle quali, la portata non risulta contenuta.

Per completezza, si è provveduto ad individuare, dunque, le aree che risulterebbero inondabili per un evento di piena con un tempo di ritorno pari a 200 anni.

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



Figura 27: Aree inondabili

Come emerge dall'elaborazione eseguita, le aree inondabili sono estranee alle opere di progetto. Si ritengono, pertanto, tali opere in sicurezza idraulica.

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio di compatibilità idrologica-idraulica, fa riferimento al PROGETTO definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato "TAVOLIERE 2" che la società OPDENERGY TAVOLIERE 2 S.R.L. intende realizzare alle località "Posta da Piede - Vigna Croce", nel Comune di FOGGIA (FG), e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto, ricadenti nel Comune di Manfredonia, alla località "Posta Macchia Rotonda", con potenza teorica di picco del generatore fotovoltaico pari a circa 37,362 MWp, regolata in modo tale che, anche tenendo conto dei rendimenti e perdite di conversione, la potenza attiva disponibile (Pnd) non superi mai la potenza attiva di immissione, pari a 30,00MW nel punto di consegna.

Lo studio del progetto ha evidenziato la presenza di interferenze con il reticolo idrografico, e con la perimetrazione PAI.

Ogni singola interferenza è stata individuata ed analizzata e sono state proposte differenti modalità di gestione delle stesse per garantire la sicurezza e la durabilità dell'opera.

Per una interferenza si è reso necessario uno studio idraulico di dettaglio, il cui esito ha evidenziato la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica.

In riferimento agli esiti delle valutazioni, agli accorgimenti proposti e alle soluzioni individuate, si ritiene l'opera nel suo complesso, in condizioni di sicurezza idraulica.

Foggia, 20 giugno 2021

Il tecnico

Ing. Antonella Laura Giordano

