



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI FOGGIA (FG)

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO IN DC PARI A 32.503,77 KWp e MASSIMA IN IMMISIONE IN AC PARI A 25.000 KW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE IN LOCALITA' "Mass.a Duanera 1^o"

ELABORATO N. A03.2_rev1	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE IDRAULICA	Scala /
----------------------------	--	------------

COMMITTENTE	SR PROJECT 1 SRL VIA LARGO GUIDO DONEGANI,2 20121 - MILANO P.IVA 10707680962
-------------	--

Studio Acustico	Dott. Tullio Ciccarone	FIRMA E TIMBRO IL TECNICO	PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO  M.E. Free Srl Via Athena,29 Cap 84047 Capaccio Paestum P.Iva 04596750655 Ing. Giovanni Marsicano
Studio Geologico Idraulico	Dott. Tullio Ciccarone		
Studio Archeologico	Dott. Antonio Mesisca		
Studio Paesaggistico e Agronomico	Dott. Luca Boursier		
Studio Naturalistico e Studio Ambientale	Dott. Giampaolo Pennacchioni		
Studio Elettrico	Ing. Giovanni Marsicano		
Strutturista	Ing. Giovanni Marsicano		
Studio Idraulico	Ing. Leonardo Pio Rosiello		

Aggiornamenti						
	Rev 1	NOVEMBRE 2021	202000068	IT_FGA_A_03.2_rev1	Ing. Leonardo Pio Rosiello	Ing. Giovanni Marsicano
	N°	Data	Cod. Stmg	Nome File	Eseguito da	Approvato da

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 1 di 45
--	---	---------------------------------------	--

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	7
2.1	GENERALITÀ	7
2.2	UBICAZIONE	7
2.3	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO	11
2.4	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTATICO	11
2.5	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE STRADE DI CANTIERE E DA REALIZZARE	15
2.6	AREE DI CANTIERE E MANOVRA	16
2.7	CARATTERISTICHE TECNICHE CABINA DI RACCOLTA	16
2.8	OPERE CIVILI PUNTO DI CONNESSIONE	17
2.9	CARATTERISTICHE TECNICHE CAVO SOLARE PER COLLEGAMENTO DELLE STRINGHE E DEI MODULI	19
2.10	CARATTERISTICHE TECNICHE CAVI BT DI POTENZA, SEGNALAZIONE, MISURA E CONTROLLO	20
2.11	CARATTERISTICHE TECNICHE CAVIDOTTO MT	20
2.12	CAVIDOTTO AT	22
3	AREA D'INTERVERTO E PERIMETRAZIONI DEL PAI DELL'ADB DELLA PUGLIA	23
3.1	SINTESI DELLE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DELLE PAI DELL'ADB PUGLIA	23
3.2	IMPIANTO FOTOVOLTATICO E STRADE INTERNE DI CANTIERE	24
3.3	LINEA ELETTRICA CAVO MT PER IL COLLEGAMENTO TRA LL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO FINO ALLA SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE	24
3.4	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE A 150 kV E CAVIDOTTO AT	25
4	COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI	26
4.1	STIMA DELLA PIENA INDICE: MODELLO RAZIONALE	26
4.2	VALUTAZIONE DEL FATTORE PROBABILISTICO DI CRESCITA DELLE PORTATE	28
4.3	VALUTAZIONE DELLE PIENE INDICE E DELLE PORTATE DI PIENA DEI BACINI SOTTESI ALLE SEZIONI DI CALCOLO	28
4.4	METODOLOGIA UTILIZZATA PER LE VERIFICHE IDRAULICHE	31
4.5	DESCRIZIONE INTERFERENZE E VERIFICHE IDRAULICHE	32
4.5.1	VERIFICA IDRAULICA INTERFERENZA I1_I2	33
4.5.2	DESCRIZIONE INTERFERENZA I3 – TORRENTE LACCIO	35
4.5.3	DESCRIZIONE INTERFERENZA I4	37
4.5.4	DESCRIZIONE INTERFERENZA I5 E I6	38
4.6	TRATTO DI POSA CAVIDOTTO INTERNOE ED ESTERNO IN CORRISPONDENZA DELLE AREE TULATE CONNESSE A RETICOLI CARTOGRAFATI SU IGM - SCAVI CON TOC	40
4.7	CALCOLO EROSIONE	42
5	CONCLUSIONI	45
	IT_FGA_A_03 - ALLEGATO 1 - Layout di progetto su carta IGM 1:25000	
	IT_FGA_A_04 - ALLEGATO 2 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM	

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 2 di 45</p>
---	---	---	--

1:25000 e carta idrogeomorfologica

IT_FGA_A_05 - ALLEGATO 3 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e carta idrogeomorfologica

IT_FGA_A_06 - ALLEGATO 4 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici

IT_FGA_A_07 - ALLEGATO 5 - Planimetria su CTR con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un $T_r=200$ anni

IT_FGA_A_08 - ALLEGATO 6 - Particolari dei punti di attraversamento dei reticoli idrografici con modalità di attraversamento e foto

IT_FGA_A_09- ALLEGATO 7 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras con modellazione delle aree allagabili per ogni sezione di calcolo

IT_FGA_A_10 - ALLEGATO 8 - Layout di progetto e individuazione delle aree allagabili determinate in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni e individuazione delle sezioni di calcolo nel sistema UTM WGS 84 su supporto digitale (file dwg)

IT_FGA_A_11 - ALLEGATO 9 - Modelli di calcolo HEC-RAS (Cd room)

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 3 di 45
---	---	---------------------------------------	--

1 PREMESSA

Il progetto prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva in DC di 32.503,77 kWp a cui corrisponde una potenza di connessione in AC di 25.000 kW. L'impianto fotovoltaico è stato configurato con un sistema ad inseguitore solare mono-assiale. L'inseguitore mono-assiale utilizza una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione. L'inseguitore solare orienta i pannelli fotovoltaici posizionandoli sempre nella direzione migliore per assorbire più radiazione luminosa possibile. L'impianto nel suo complesso prevede l'installazione di 55.562 pannelli fotovoltaici monocristallino, per una potenza di picco complessiva di 32.503,77 kWp, raggruppati in stringhe del singolo inseguitore e collegate direttamente sull'ingresso dedicato dell'inverter. Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (inseguitore) saranno fissate al terreno attraverso dei pali prefabbricati in acciaio dotati di una o più eliche, disponibili in varie geometrie e configurazioni che verranno avvitate nel terreno. Complessivamente saranno installati nr. 424 inseguitori da 104 moduli in configurazione verticale, nr. 99 inseguitori da 78 moduli in configurazione verticale e nr. 72 inseguitori da 52 moduli in configurazione verticale che saranno installati a una distanza di pitch uno dall'altro in direzione est-ovest di 10,75 metri. Il modello di modulo fotovoltaico previsto è "BiHiKu6" della CANADIAN SOLAR da 585 Wp bifacciale in silicio monocristallino. L'impianto fotovoltaico interesserà complessivamente una superficie contrattualizzata di 44,32 Ha di cui soltanto circa 18 Ha saranno occupati dagli inseguitori, dalle cabine di trasformazione e consegna, dalle strade interne mettendo così a disposizione ampi spazi per le compensazioni ambientali e di mitigazione degli impatti visivi dell'impianto fotovoltaico. L'impianto fotovoltaico sarà realizzato in agro del Comune di Foggia (FG) in località "Mass.a Duanera 1°" ai seguenti Fogli e particelle: Foglio 11 p. 226, 45 e 252.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato su un'area complessiva di circa 44,32 Ha e la sua realizzazione comporterà un significativo contributo alla produzione di energie da fonte rinnovabili

L'immagine a seguire (rif. Elab. IT_FGA_A_03 – allegato 1) mostra l'inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000.

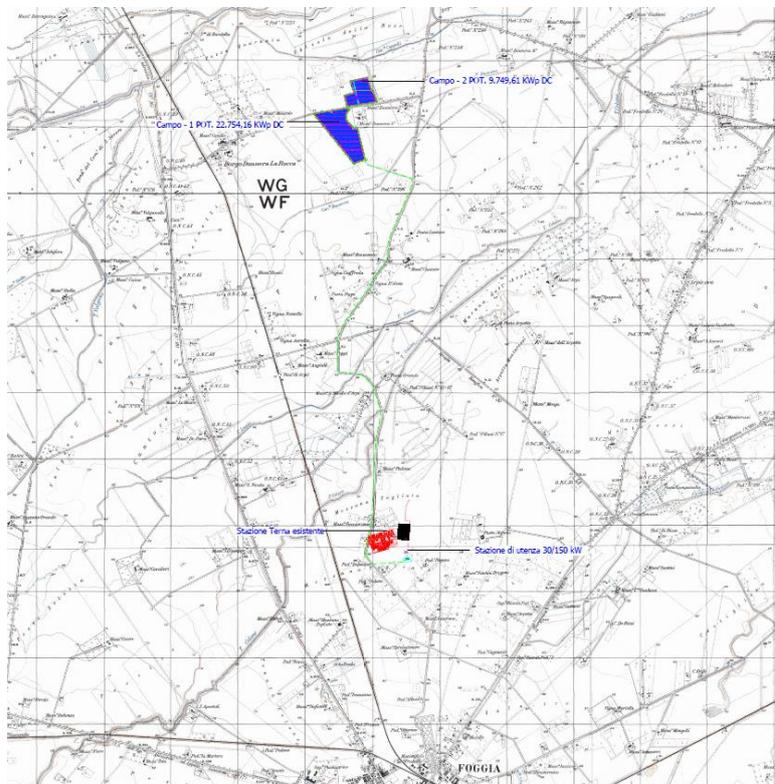


Figura 1 - Layout con ipotesi di progetto

Per il presente studio di compatibilità idrologica ed idraulica, tutte le verifiche sono state eseguite in condizione di moto permanente determinando la portata con Tr 200 anni.

Gli studi idraulici eseguiti con tempo di ritorno di 200 anni in regime di moto permanente, sono volti a caratterizzare le relazioni che si possono stabilire tra le opere in progetto e l'assetto idraulico delle aree, in modo da poter valutare la sussistenza delle condizioni di "sicurezza idraulica" prescritte dalle NTA del PAI. L'immagine a seguire (rif. Elab. IT_FGA_A_04– allegato 2) mostra l'inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000 dove in blu sono individuati i reticoli idrografici e con l'indicazione **Ixx** i punti di interferenza..

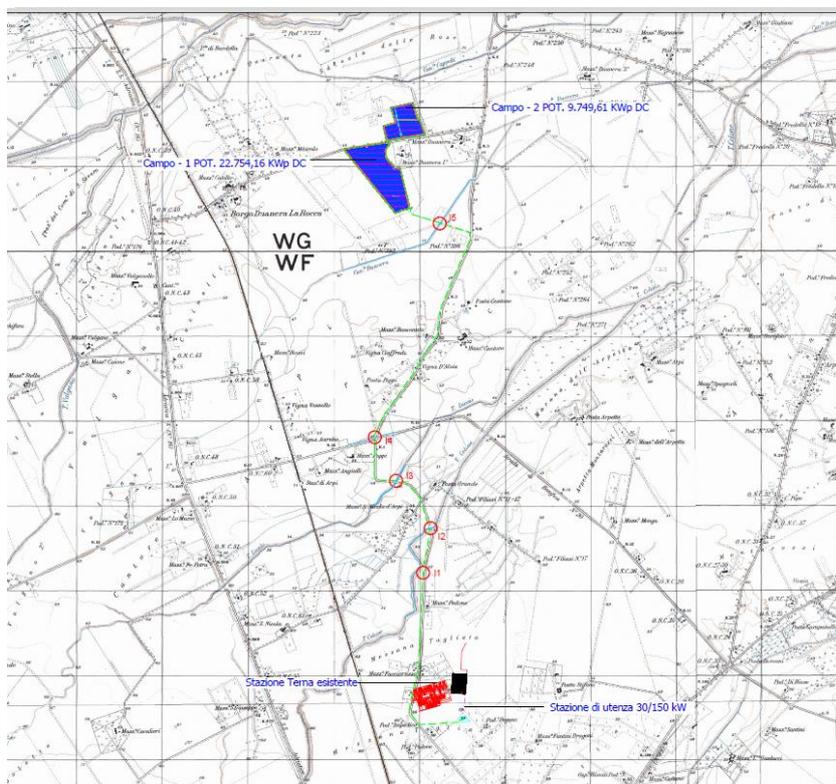
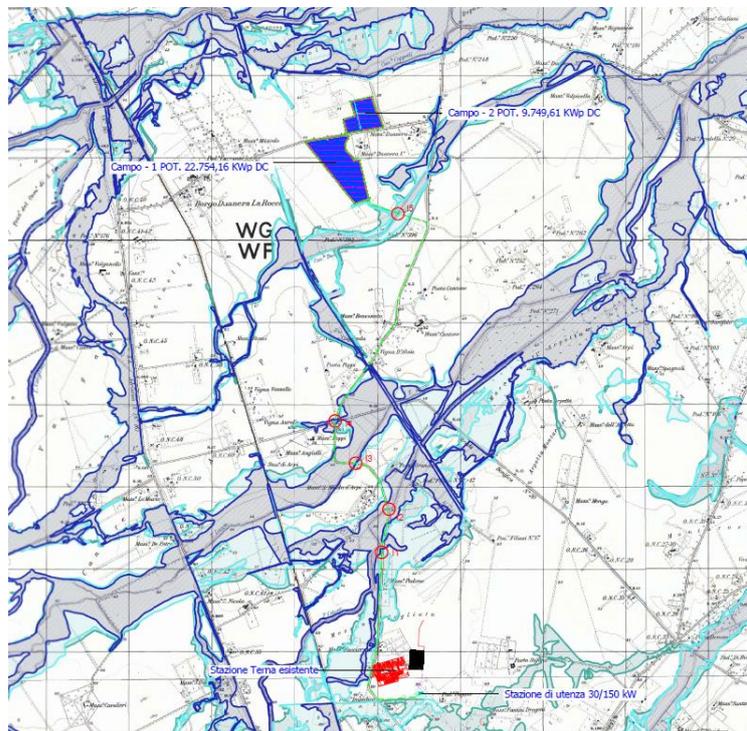


Figura 2 - Individuazione del layout di progetto su carta IGM 1:25000 e individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

La figura 3 (rif. Elab. IT_FGA_A_05 – allegato 3) mostra il layout di progetto su carta IGM delle aree perimetrate a pericolosità idraulica bassa, media e alta.



Legenda:

-  Area campi fotovoltaici
-  Cavidotto MT interrato
-  Punti interferenti con reticolo idrografico

pericolosità_idraulica

-  AP
-  BP
-  MP

Figura 3 - Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione della perimetrazione per PAI Puglia

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 7 di 45</p>
---	---	---	--

2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Generalità

Obiettivo dell'iniziativa imprenditoriale riguarda la realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di potenza complessiva in AC di 32.503,77 kW e in DC di 25.000 kWp, da installare nel Comune di FOGGIA (FG) in localita "Mass.a Duanera 1o" situato a 7,5 km a nord del centro abitato e avente opere di connessione ricadenti sempre nel Comune di FOGGIA (CB) presso il futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150 kV della RTN di Foggia.

Nell'area strettamente interessata dall'impianto i terreni sono di tipo agricolo con l'assoluta prevalenza di colture di cereali.

2.2 Ubicazione

Il Comune di Foggia è ubicato a Nord- Ovest della Regione Puglia, al centro del tavoliere delle Puglie. Il Tavoliere è una estesa pianura, vasta circa 400.000 ettari, sviluppatasi lungo la direzione SE- NW, dal fiume Ofanto sino al lago di Lesina. Questa pianura può essere suddivisa nei settori meridionale, centrale e settentrionale. Il settore meridionale è caratterizzato da una serie di ripiani degradanti dall'Appennino verso il mare Adriatico. Quello centrale è racchiuso tra il Subappennino dauno ed il promontorio del Gargano. Quello settentrionale è praticamente riconducibile alla pianura di Lesina, compresa tra la struttura tettonica Torre Mileto-Diga di Occhito e la barra costiera del lago di Lesina. L'intera pianura si è formata a seguito di vari cicli sedimentari marini e continentali alluvionali del Quaternario recente. Questa peculiare configurazione topografica presenta numerose discontinuità che, tuttavia non incidono sull'uniformità climatica dell'intera pianura, ove le differenze termiche sia estive che invernali tra le aree interne e quelle costiere sono poco significative, a parte il tratto meridionale orientale aperto sul mare adriatico sensibilmente più mite per l'effetto barriera del promontorio Garganico a N-NE. La presenza a SW del vicino ed esteso complesso montuoso appenninico accentua la continentalità che costituisce il carattere climatico più incisivo nella determinazione della vegetazione naturale del Tavoliere ormai quasi del tutto cancellata dalle colture. Il territorio comunale sorge in un'area geografica pianeggiante e presenta un'escursione altimetrica di 291 metri, con un'altitudine compresa tra i 19 e i 310 metri. L'area interessata dal progetto ricade a Nord del comune di Foggia a circa 8 km dal perimetro esterno del centro abitato ed è compresa tra il Torrente Vulgano ad ovest, il Canale Cappelli a nord ed il Torrente Celone ad est e sud. Si compone di due aree di diverse dimensioni separate dalla

così ripartite:

- CAMPO 1, circa 30,2 ettari;
- CAMPO 2, circa 14,12 ettari;

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 8 di 45
--	---	---------------------------------------	--

L'impianto fotovoltaico è essenzialmente suddiviso in 2 CAMPI aventi le seguenti estensioni, ubicazioni catastali e coordinate geografiche di riferimento:

Comune	Campo	Foglio	Particelle	Ha Tot. Particelle	Ha interessati dal progetto fotovoltaico	Ha occupati dalle strutture	Coordinata E (UTM WGS84)	Coordinata N (UTM WGS84)
Foggia (Fg)	1	11	252	31,59	30,2	12,3	544529 m	4600699 m
Foggia (Fg)	2	11	45,226	14,19	14,12	5,7	544732 m	4601323 m
Foggia (Fg)	Sottostazione Elettrica di trasformazione Lato Utente 30/150 kV	51	55	0,6	0,3		545451 m	4594283 m
Foggia (Fg)	Stazione Elettrica di condivisione con altri produttori	51	139	0,83	0,1		545451 m	4594283 m
				Tot..Ha 46,38	Tot. Ha 44,72	Tot .Ha 18,00		

Le aree impegnate dalle opere sono costituite da terreni pianeggianti con elevazione s.l.m. di 43 m tali da avere un'esposizione ottimale e una conformazione morfologica ideale per il posizionamento delle strutture di tracker ad inseguimento est-ovest. Le aree di impianto fotovoltaico sono servite da una buona

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 9 di 45
---	---	---------------------------------------	--

rete di viabilità esistente costituita dalla strada interpodereale Duanera che costeggia i CAMPI 1 E 2, la strada provinciale SP 24 che sbocca in prossimità della sottostazione Terna 380/150 kV di Foggia sulla SS 673. La connessione dell'impianto alla RTN è prevista in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV del futuro ampliamento della SE 380/150 kV di terna della RTN di Foggia (anche detta SE 380/150 kV di Foggia nel prosieguo) come previsto nel preventivo di connessione rilasciato da Terna Spa e regolarmente accettato – STMG cod. id. 202000068. L'impianto fotovoltaico sarà collegato tramite un cavidotto interrato di circa 8 km in media tensione alla sottostazione di trasformazione 30/150 kV (anche detta SE di Utenza nel prosieguo), prevista in adiacenza del futuro ampliamento della SE 380/150 kV di Foggia e precisamente al F. 51 p. 55 del Comune di Foggia (Fg). L'accesso alla SE di Utenza avviene dalla SS 673 che attraversa la particella del F. 51 p. 55 sul lato sud della porzione di terreno che sarà utilizzata per la realizzazione di questa.

Terna SPA con comunicazione prot.72312 del 17/09/2021 (Vedi Allegato alla presente realzione) ha trasmesso alla società Grupotec Solar Italia 7 Srl e per conoscenza anche alla società SR Project 1 S.r.l. il progetto benestariato dell'ampliamento della SE RTN di Foggia sulla quale si dovrà collegare in antenna l'impianto fotovoltaico di progetto della società SR Project 1 Srl. Tale progetto dovrà essere inserito all'interno dell'iter autorizzativo degli impianti di produzione ai sensi del D.Lgs. 387/03. Nella stessa comunicazione Terna Spa ha indicato alle società SR Project 1 Srl, X-Elio Italia 10 Srl, TE Green DEV3 S.R.L. e Photovoltaic Farm Srl lo stallo all'interno dell'ampliamento della SE RTN di Foggia sul quale gli impianti di produzione delle su dette società dovranno collegarsi. Pertanto le società SR Project 1 Srl, X-Elio Italia 10 Srl, TE Green DEV3 SRL hanno siglato in data 3/9/2021 un accordo di condivisione dello stallo assegnato da Terna all'interno del futuro ampliamento della SE RTN 380/150 kV di Foggia per la connessione dei loro impianti e di condivisione di una stazione a 150 kV per far si che in essa confluiscono tutte le uscite a 150 kV delle stazioni di utenza dei diversi produttori e fuoriesca un unico cavidotto interrato in AT a 150 kV che giunga allo stallo assegnato da Terna. La stazione di Condivisione in AT a 150 KV sarà ubicata nel F. 51 p. 139 del Comune di Foggia .La stazione utente della società SR Project 1 Srl ubicata al F. 51 p. 55 del Comune di Foggia, essa condividerà la parte AT con la stazione utente della società TE GREEN DEV3 SRL sempre all'interno della particella 55 del F. 51 del Comune di Foggia e entrambe le stazioni di trasformazioni di utenza si collegheranno alla Stazione di Condivisione a 150 kV con un unico cavidotto interrato in AT a 150 kV della lunghezza di circa 360 metri che attraverserà le particelle 55,139 del Foglio 51 e le particelle 142 del F.37 del Comune di Foggia. Il cavidotto interrato in AT che dalla Stazione di Condivisione a 150 kV in AT giunge sino allo stallo assegnato da Terna all'interno della nuova stazione satellite RTN 380/150 kV di Foggia avrà una lunghezza pari 350 metri e attraverserà le particelle catastali 139 del F. 51 e le particelle catastali 142, 141 del F. 37 del Comune di Foggia . Pertanto il progetto del collegamento elettrico di ciascun impianto di produzione alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:

a) Rete in cavo interrato in MT dagli impianti di produzione alle stazioni di trasformazione MT/150 KV;

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 10 di 45
---	---	---------------------------------------	---

b) Stazioni elettriche di trasformazione MT/150 kV dei produttori sopra indicati;

c) Stazione elettrica di Condivisione 150 kV tra i produttori sopra indicati ;

d) Cavidotto AT interrato di collegamento tra le stazioni utente di trasformazione 30/150 kV delle società SR Project 1 Srl e Te Green Dev 3 Srl con la stazione di Condivisione 150 kV- Si fa presente che sia la stazione Utente di trasformazione 30/150 KV della società SR Project 1 Srl che quella della società Te Green Dev 3 Srl verranno realizzate nella stessa particella 55 del Foglio 51 di Foggia. Le due stazioni 30/150 kV di trasformazioni saranno distinte e separate l'una dall'altra con muri di recinzione per quanto riguarda la parte dei locali tecnici e di misura e la parte di trasformazione MT/AT , mentre avranno le barre a 150 kV in uscita in comune e un unico cavidotto AT interrato di collegamento fino alla stazione di condivisione 150 kV.

e) Nr. 1 cavo interrato a 150 kV dalla stazione di Condivisione allo stallo assegnato da Terna SPA all'interno della nuova stazione satellite di trasformazione 380/150 kV "Foggia " di Terna;

f) Nr.1 stallo di arrivo della linea RTN 150kV da realizzarsi all'interno della nuova stazione satellite SE 380/150kV di "Foggia";

g) Ampliamento della Stazione SE 380/150 kV di "Foggia" mediante una nuova stazione satellite di trasformazione SE 380/150 kV (progetto già benestariato da Terna Spa)

Dette opere dovranno essere progettate ed inserite nel Piano Tecnico delle Opere (PTO) da presentare alle amministrazioni competenti per le necessarie autorizzazioni alla realizzazione ed all'esercizio.

Le opere di cui ai punti a), b), c),d),e) costituiscono opere di utenza dei proponenti, mentre le opere di cui ai punti f) e g) costituiscono opere di rete (RTN), le cui autorizzazioni, che saranno rilasciate ai proponenti con Autorizzazione Unica (AU) ai sensi delle L.387/2003, saranno in seguito volturate a Terna S.p.a.

L'intero impianto fotovoltaico occupa un'area contenuta e ricadente completamente nel territorio comunale di Foggia (Fg) ove ricadranno anche le opere di rete per il collegamento alla RTN e della SE di Utenza. Il cavidotto interrato di collegamento dell'impianto alla SE di Utenza è costituito da 2 terne di cavi da 400mmq in un unico scavo che percorrono a partire dai CAMPI 1 e 2 la SP 24 e la SS 673 fino ad arrivare nella località San Giuseppe I° dove sarà ubicata la SE di Utenza e di Condivisione a 150 kV. Il tracciato del cavidotto percorre per intero strade asfaltate.

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e dalle relative fasce di asservimento è riportato nel Piano Particellare di Esproprio allegato al progetto.

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 11 di 45</p>
---	---	---	---

2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto

Di seguito si riporta una descrizione sintetica dei principali componenti dell'impianto.

L'impianto fotovoltaico di potenza in immissione in AC pari a 25.000 kW e in DC di 32.610,24 kWp e costituito da 2 CAMPI in agro del Comune di Foggia (Fg) collegati tra di loro mediante cavidotti in media tensione interrati (detto "cavidotti interni"). Dai CAMPI C1, C2 si diparte un cavidotto in MT a 30 kV costituito da 2 terne di cavi ("detto "cavidotto esterno") di lunghezza pari a circa 9,5 km per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV di progetto (SE di Utenza), collocata in adiacenza del futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione esistente (SE 380/150 kV di Foggia) in localita San Giuseppe Io. La SE di Utenza sara collegata al futuro ampliamento della SE 380/150 kV di Foggia in antenna a 150 kV mediante un cavidotto interrato a 150 kV di lunghezza pari a 385 metri, come da preventivo di connessione Codice Pratica 202000068 emesso da Terna ed accettato dal proponente.

L'impianto fotovoltaico sara essenzialmente costituito da:

N° 2 Campi di generazione fotovoltaica a loro volta suddivisi in un totale di 9 sottocampi

N° 9 cabine inverter e trasformazione o di sottocampo

L'impianto fotovoltaico inoltre prevede:

N° 1 Stazione di trasformazione dell'utente MT/AT, 30kV/150 kV

N° 1 Cabina di controllo, protezione e misure elettriche

-Vie cavi e cavi elettrici di BT, MT, AT

-Impianto di terra

-Impianto di illuminazione

-Impianto di videosorveglianza

2.4 Caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico

Di seguito si riporta una descrizione sintetica dei principali componenti dell'impianto.

L'impianto fotovoltaico di potenza in immissione in AC pari a 25.000 kW e in DC di 32.610,24 kWp e costituito da 2 CAMPI in agro del Comune di Foggia (Fg) collegati tra di loro mediante cavidotti in media tensione interrati (detto "cavidotti interni"). Dai CAMPI C1, C2 si diparte un cavidotto in MT a 30 kV costituito da 2 terne di cavi ("detto "cavidotto esterno") di lunghezza pari a circa 9,5 km per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV di progetto (SE di Utenza), collocata in adiacenza del futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione esistente (SE 380/150 kV di Foggia) in localita San Giuseppe Io. La SE di Utenza sara collegata al futuro ampliamento della SE 380/150 kV di Foggia in antenna a 150 kV mediante un cavidotto interrato a 150 kV di lunghezza pari a 385 metri, come da preventivo di connessione Codice Pratica 202000068 emesso da Terna ed accettato dal proponente.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 12 di 45
---	---	---------------------------------------	---

- Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con moduli provvisti di diodi di by-pass e ciascuna stringa di moduli sarà selezionabile e dotata di diodo di blocco. Esso sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. I moduli saranno da 585 Wp in silicio monocristallino bifacciali modello “BiHiKu6” della casa produttrice CANADIAN SOLAR. Qualora dovesse essere scelta una delle tecnologie diverse da quella prevista in questa fase progettuale, il layout generale dell’impianto, le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici ed i fabbricati delle cabine elettriche manterranno la stessa configurazione.
- Il gruppo di conversione e trasformazione è formato da cabine di tipo prefabbricato che ospitano l’inverter, il trasformatore BT/MT e il trasformatore per l’alimentazione dei servizi ausiliari. L’inverter effettua la trasformazione dell’energia proveniente dal generatore fotovoltaico da corrente continua a corrente alternata; il gruppo di trasformazione è costituito da un quadro generale BT che alimenta il secondario del trasformatore MT/BT e il trasformatore dei servizi ausiliari BT/BT; le celle MT si collegano al primario del trasformatore di potenza e sono composte da sezionatori, rele di protezione e gruppi di misura; infine il quadro BT a valle del relativo trasformatore alimenta i servizi ausiliari di cabina. All’interno della cabina verrà inoltre installato l’interruttore generale dell’impianto con le relative protezioni di interfaccia come da norme CEI 0-16, CEI 11-20, dette protezioni saranno corredate di una certificazione di conformità emessa da un organismo accreditato. I valori della tensione e della corrente di ingresso agli inverter sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli dei gruppi di trasformazione ai quali viene connesso l’impianto. Tale tipologia di impianto è basata sul concetto della modularizzazione, o di architettura distribuita: collegando un insieme di stringhe al corrispondente inverter si ottiene un impianto fotovoltaico indipendente, impedendo che eventuali interazioni o sbilanciamenti fra le stringhe stesse diminuiscano l’efficienza complessiva dell’impianto. Dal lato del generatore CC le stringhe sono collegate ad ingressi dedicati gestiti da MPPT indipendenti dal lato dell’immissione in rete sono presenti i rele di protezione e il filtro per le interferenze elettromagnetiche.
- Cabine di raccolta per l’alloggio dei quadri MT per il collegamento delle venti cabine di trasformazione/conversione;
- L’impianto, inoltre, sarà dotato di un sistema di monitoraggio della quantità di energia prodotta e immessa in rete dell’impianto e di tutte le prestazioni dei principali componenti dell’impianto (inverter, stringhe, ecc.).
- Cavidotti di collegamento in MT tra cabine inverter/trasformazione e cabine di raccolta realizzati con cavi MT da 30 kV in alluminio (lunghezza complessiva 4752 m.)
- Cavidotti di collegamento in MT tra i campi realizzati con cavi di MT da 30kV in alluminio (lunghezza complessiva 78 m.)
- Cavidotto di collegamento esterno realizzato con 2 terne di cavi di MT da 30 kV in alluminio che giungono sino alla SE di Utenza (lunghezza complessiva 9.516 m.)
- Una sottostazione elettrica di Utenza 30/150 kV da ubicarsi in prossimità del futuro ampliamento della SE 380/150 kV di Foggia

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 13 di 45</p>
---	---	---	---

· Un cavidotto interrato in AT a 150 kV di collegamento tra la sottostazione SE di Utenza e la sottostazione terna 380/150 kV di Rotello (lunghezza complessiva 385 m).

L'impianto fotovoltaico sarà essenzialmente costituito da:

N° 2 Campi di generazione fotovoltaica a loro volta suddivisi in un totale di 9 sottocampi

N° 9 cabine inverter e trasformazione o di sottocampo

Ogni cabina conterra:

Un Inverter + Trasformatore modello SG3125HV-MV-20 e SG3400HV-MV-20 della casa costruttrice SUNGROW avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Ingresso inverter cabine SG3125HV-MV-20 e SG3400HV-MV-20

· - Intervallo di tensione MPPT: 875-1500 V

· - Numeri di ingressi DC: 18

· - Corrente massima DC per MPPT: 4178 A

Dati in uscita trasformatore cabina SG3125HV-MV-20

· - Potenza AC nominale: 3125 kV A

· - Potenza AC massima: 3593 kV A

· - Tensione AC a valle dell'inverter: 600 V

· - Corrente massima AC: 3458 A

· - Intervallo di funzionamento frequenza di rete (fAC) : 50 Hz / 60 Hz

· - Distorsione della corrente di rete: < 3 % con potenza nominale

· - Fattore di potenza (cosφ): $\cong 1$

Dati in uscita trasformatore cabina SG3400HV-MV-20

· - Potenza AC nominale: 3437 kV A

· - Potenza AC massima: 3593 kV A

· - Tensione AC a valle dell'inverter: 600 V

· - Corrente massima AC: 3458 A

· - Intervallo di funzionamento frequenza di rete (fAC) : 50 Hz / 60 Hz

· - Distorsione della corrente di rete : < 3 % con potenza nominale

· - Fattore di potenza (cosφ) : $\cong 1$

Grado di rendimento cabine SG3125HV-MV-20 e SG3400HV-MV-20

· - Grado di rendimento massimo PCA, max (η) : 99.00 %

· - Euro (η) : 98,70 %

Dati generali cabine SG3125HV-MV-20 e SG3400HV-MV-20

· - Larghezza/altezza/profondità in mm (L / A / P) : 6058 / 2896 / 2438

· - Peso approssimativo (T) : 17

 <p>M.E. Free S.r.l.</p>	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 14 di 45</p>
---	---	---	---

- Comunicazione:RS485, Ethernet

Conformita agli standard cabine SG3125HV-MV-20 e SG3400HV-MV-20

- IEC 61727 : Photovoltaic (PV) systems – Characteristics of utility interface
- IEC 62116: Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures
- CE IEC 62109: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems

In totale saranno utilizzate nr. 16 cabine SG3400HV-MV-20 e nr. 3 cabine SG3125HV-MV-20 Il generatore fotovoltaico sara costituito da N° 55.562 moduli da 585 Wp cad. ed avra una potenza complessiva in DC di 32.503,77 kWp mentre in AC di 25.000 kW.

Il generatore fotovoltaico sara suddiviso in n° 6 campi che presentano le seguenti caratteristiche tecniche:

Campo	Potenza DNC LIMIT- kW	Potenza DC kW	DC/AC	Nr. Stringhe	Nr. inverter	Potenza in kVA singolo inverter
1	22.754,16	22.754,16	1.21	1496	6	Nr. 6 da 3.125
2	9.749,61	9.749,61	1.04	641	3	Nr.3 da 3.125
TOTALE	32.503,77	32.503,77		2137	9	

Potenza nominale: 585 Wp certificata a 1000 W/m2, 25°C, AM 1,5. Il decadimento delle prestazioni e non superiore al 10% nell'arco di 12 anni e non superiore al 15% in 30 anni.



I Dati tecnici caratteristici dei moduli fotovoltaici sono i seguenti:

- 156 celle in silicio monocristallino collegate in serie;
- Tensione alla massima potenza, $V_m = 53.4$
- Tensione massima di circuito aperto, $V_{oc} = 44.4 V$
- Corrente alla massima potenza, $I_m = 13.18 A$

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 15 di 45
---	---	---------------------------------------	---

- Corrente massima di Corto circuito, $I_{sc} = 13.92 \text{ A}$
- Superficie anteriore: vetro temperato in grado di resistere alla grandine (Norma CEI/EN 161215);
- Incapsulamento delle celle: EVA
- Cornice di alluminio anodizzato
- Terminali di uscita: cavi pre-cablati a connessione rapida impermeabile resistenti ai raggi UV da 4 mmq, 1200 mm

2.5 Caratteristiche tecniche delle strade di cantiere e da realizzare

Nella definizione del layout dell'impianto si sfrutta al massimo la viabilità esistente sul sito (carrarecce sterrate, piste, sentieri ecc.). La viabilità interna all'impianto risulterà, pertanto, costituita dall'adeguamento delle strade esistenti, integrata da tratti di strade da realizzare ex-novo.

La viabilità esistente interna all'area d'impianto è costituita principalmente da strade sterrate o con finitura in massicciata.

La sezione stradale, con larghezza medie di 5,00 m, sarà in massicciata tipo "Mac Adam" similmente alle carrarecce esistenti e sarà ricoperta da stabilizzato ecologico del tipo "Diogene", realizzato con granulometrie fini composte da frantumato di cava. Per ottimizzare l'intervento e limitare i ripristini dei terreni interessati, la viabilità di cantiere di nuova realizzazione coinciderà con quella definitiva di esercizio.

FASE 1

Durante la fase di cantiere è previsto l'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali. La viabilità dovrà essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle autogru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore.

La sezione stradale avrà una larghezza variabile al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere. Sui tratti in rettilineo è garantita una larghezza minima di 5 m.

Le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

- Tracciamento stradale: pulizia del terreno consistente nello scoticamento per uno spessore medio di 50 cm;
- Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo e rilevati nonché opere di consolidamento delle scarpate e dei rilevati nelle zone di maggiore pendenza;
- Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la soprastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura;
- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;

- Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.
- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione.

STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE

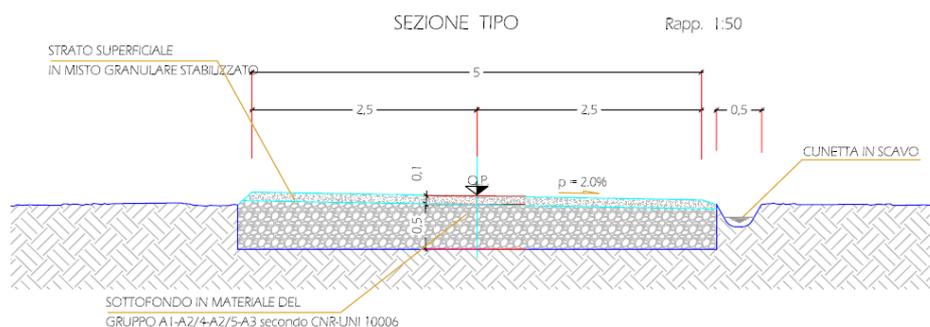


Figura 4 - Sezione tipo della strada

2.6 Aree di cantiere e manovra

È prevista la realizzazione di area di cantiere all'interno dell'area delimitata dal campo fotovoltaico da realizzare. L'area di cantiere sarà realizzata mediante la pulizia e lo spianamento del terreno e verrà finita con stabilizzato.

2.7 Caratteristiche tecniche cabina di raccolta

In totale saranno utilizzate nr. 16 cabine SG3400HV-MV-20 e nr. 3 cabine SG3125HV-MV-20

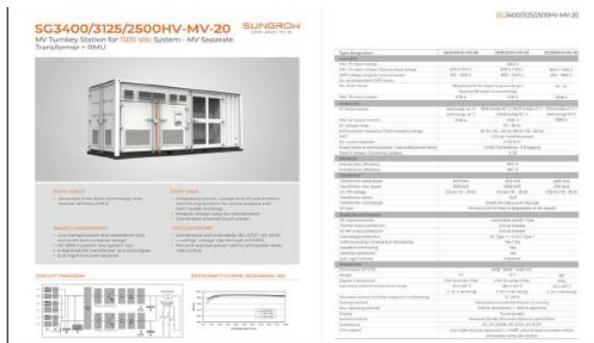


Figura 5 Modello Inverter-trasformatore di progetto

Le cabine inverter e di trasformazione di ciascun campo saranno collegate a cabine di parallelo in MT da cui partiranno i cavidotti diretti verso la SE di Utenza. In totale sono previste nr. 7 Cabine di Parallelo in MT.

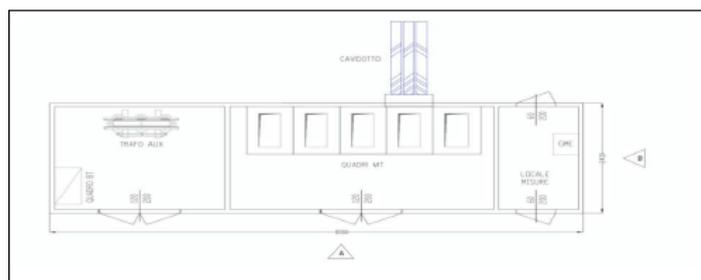
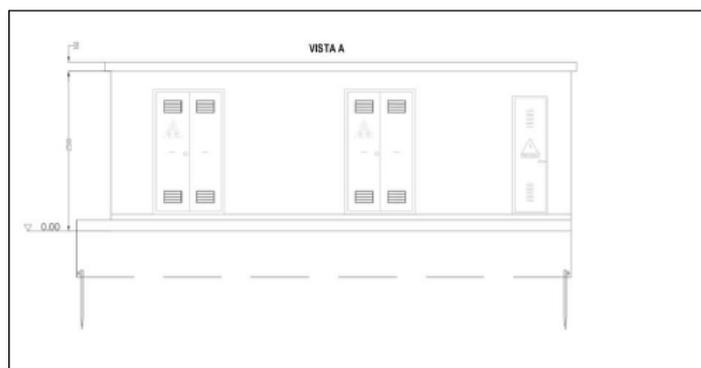


Figura 4-2 Locale cabina di Parallelo Mt-plant



2.8 Opere civili punto di connessione

Dovranno essere realizzate le seguenti opere civili:

- Recinzione esterna ed interna;
- Strade di circolazione, accesso e piazzali carrabili;
- Costruzione edifici;
- Formazioni dei basamenti delle apparecchiature elettriche;

Per la realizzazione della recinzione sarà necessario eseguire scavi in sezione ristretta con mezzo

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 18 di 45</p>
---	---	---	---

meccanico ed il materiale di risulta, qualora non utilizzato in loco verrà portato alla pubblica discarica.

I getti di calcestruzzo verranno eseguiti con cemento a presa lenta (R.325), ed il dosaggio previsto sarà di q.li 2,5 per le fondazioni, e q.li 3,00 per i plinti ed i pilastri di sostegno dei cancelli d'ingresso.

Il getto dei calcestruzzi a vista viene armato con casseri piallati, mentre nel getto dei plinti e dei pilastri d'ingresso sarà posto in opera l'armatura in barre di ferro tondo.

La recinzione sarà costituita ove necessario, da una parte della sua altezza, gettata in opera, e da una parte in lastre di cemento prefabbricato intercalate ogni ml. 2,00-2,50 dai pilastri pure in getto prefabbricato.

L'altezza fuori terra della recinzione, rispetto alla parte accessibile dall'esterno, deve essere almeno di 2 m.

L'opera sarà completata inserendo n°2 cancelli carrabili di tipo scorrevole con luce netta di 7 m.

Nell'area di trasformazione sono presenti rispettivamente n.2 edifici utente a pianta rettangolare 25,60 x 4,60 m x 3 (h), divisi in 6 locali denominati rispettivamente "locale Misure" (dim. int. 2,50x4m), "Locale TLC" (dim. int. 2,50x4 m), "locale GE" (dim. int. 2,50x4 m), "locale BT" (dim. int. 4x4.m), locale TR SA (dim. int. 2,50x4 m), locale MT (dim. int. 10x4 m). (Consultare gli elaborati di progetto GE.ASS01.C3.PD.5.2).

Per tutti i locali è prevista un'altezza fuori terra 3.00 m come quota finito. Per la realizzazione degli edifici si eseguiranno degli scavi con mezzo meccanico, sia in sezione ristretta per le opere interrato, sia in sezione aperta per lo sbancamento di terreno coltivo per la formazione di massicciata.

I getti di calcestruzzo verranno eseguiti con cemento a presa lenta (R.325), ed il dosaggio previsto sarà di q.li 2,5 per la formazione delle fondazioni e dei muri perimetrali in elevazione, fino a quota d'imposta della prima soletta e a q.li 3,00 per i plinti e le opere in cemento armato quali pilastri, travi, gronda e gradini.

Le opere di getto in calcestruzzo vengono armate con barre di ferro tonde omogeneo di adeguato diametro risultante dai calcoli dell'ingegnere incaricato.

Le murature esterne sono in foratoni semiportanti dello spessore di cm 25 e vengono poste in opera con malta cementizia dosata a q.li 2.

Il solaio superiore è piano con pendenze minime per lo smaltimento delle acque meteoriche, mentre il solaio del piano rialzato ha i conici di altezza di cm.18 in quanto deve sopportare pesi maggiori per le apparecchiature elettriche che verranno posate.

Gli intonaci, sia esterni che interni, vengono eseguiti con il rustico in malta di cemento e soprastante stabilitura di cemento.

La pavimentazione dell'intercapedine viene realizzata con sottofondo in ghiaia grossa e getto di calcestruzzo per formazione della caldana.

La soletta di copertura dell'edificio viene isolata dalle intemperie con la posa di un massetto in calcestruzzo impastato con granulato di argilla espansa, di una membrana impermeabile armata in lamina di alluminio stesa a caldo, dello spessore di mm 3, di pannelli in poliuretano espanso rivestito con cartonfeltro bitumato dello spessore di cm 4 e soprastante membrana sintetica elastomerica applicata su vernice primer bituminosa.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 19 di 45
---	---	---------------------------------------	---

Tutti i serramenti esterni ed interni sono in alluminio con taglio termico completi di ogni accessorio (ferramenta di chiusura e manovra, maniglie, cerniere ecc); le aperture esterne sono munite di rete di protezione dalle maglie di 2x2 cm per evitare l'entrata di corpi estranei dall'esterno e verniciate ad una mano di minio antiruggine e due di vernice a smalto sintetico.

Per la realizzazione dei basamenti e fondazioni locali si eseguiranno scavi in sezione ristretta con mezzo meccanico per la formazione delle fondazioni, dei pozzetti e dei condotti, e qualora il materiale risultante non fosse riutilizzato verrà trasportato alla pubblica discarica.

I getti di calcestruzzo sono confezionati con cemento a lenta presa (R.325) e sono così distinti:

- dosati a ql.1,5 per magrone di sottofondo ai basamenti;
- dosati a ql.2,5 per murature di sostegno apparecchiature e per formazione dei vari pozzetti;
- dosati a ql.3 per basamenti di sostegno per le apparecchiature e le opere di c.a., per la formazione della soletta di copertura del serbatoio di raccolta olio dei trasformatori.

Per l'esecuzione dei getti vengono usati casseri in tavole di legno.

Le vasche di raccolta olio dei trasformatori è intonacata ad intonaco rustico con soprastante lisciatura a polvere di cemento per rendere le pareti impermeabili ed evitare la perdita di olio.

Nei condotti vengono posati dei tubi in pvc in numero adeguato secondo le loro funzionalità e vengono ricoperti con getto di calcestruzzo magro, dosato a ql. 1,5.

Tutti i pozzetti sono completi di chiusini in cemento per ispezione.

Vengono posati tubi in pvc del diametro opportuno per raccolta e scarico delle acque piovane del piazzale, e saranno ricoperti di calcestruzzo dosato a ql.1,5 di cemento. Si prevede di completare l'opera dei drenaggi con la posa di pozzetti stradali a caditoia, completi di sifone incorporato e di griglia in ghisa del tipo pesante carrabile.

Il piazzale viene realizzato con massiciata in misto di cava o di fiume priva di sostanze organiche, di pezzatura varia e continua con elementi fino ad un diametro massimo di 12 cm. Viene posata a strati non superiori a 30 cm., costipata meccanicamente con rullo vibratore adatto e viene sagomata secondo le pendenze di progetto per un miglior scarico delle acque nei pozzetti a griglia.

Sovrastante alla massiciata viene posata la pavimentazione bituminosa in bitumato a caldo per uno spessore compreso di cm. 10 e rullato con rullo vibratore. Superiormente viene steso il tappeto d'usura in conglomerato bituminoso, tipo bitulite, confezionato a caldo, steso per uno spessore con nesso di cm. 2,5 con rullo vibrante.

2.9 Caratteristiche tecniche cavo solare per collegamento delle stringhe e dei moduli

Per la connessione dei moduli fotovoltaici a formare le stringhe e delle stringhe stesse verrà utilizzato un cavo unipolare modello FG21M21 isolati con mescola elastomerica di qualità G21, sotto guaina elastometrica di qualità M21, esente da alogeni. E' un Cavo conduttore flessibile per posa fissa, non propagante la fiamma ed a basso sviluppo di fumo, con prova di durata 20.000 h/120°C il che significa 25 anni di durata in condizioni stazionarie di funzionamento. E' un cavo resistente all'ozono, ai raggi U.V., agli

 <p>M.E. Free S.r.l.</p>	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 20 di 45</p>
---	---	---	---

oli, all'umidità ed alle intemperie. Adatto per impiego fino ad una temperatura ambiente di 90°C (120°C sovraccarico), grazie all'utilizzo di materiali con indice di temperatura di 120°C, determinato secondo la Norma IEC 60216.

Cavo FG7OH2M1 0,6/1kV

Cavi per energia e segnalazioni isolati in HEPR di qualità G7, non propaganti l'incendio senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi. Cavi flessibili per posa fissa schermati a treccia di fili di rame.
(Conforme alla direttiva BT 2006/95/CE - Direttiva RoHS: 2002/95/CE)



<p>Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. Isolamento in HEPR di qualità G7. Guainetta in M1. Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico compatibile. Schermo costituito da treccia di fili di rame rosso Guaina termoplastica qualità M1.</p> <p>Tensione nominale U0 600 V Tensione nominale U 1000 V Tensione di prova 4000 V Tensione massima Um 1200 V Temperatura massima di esercizio 90°C Temp. massima di corto circuito per sezioni fino a 240mm² +250°C Temp. massima di corto circuito per sezioni oltre 240mm² +220°C Temperatura minima di esercizio -15°C Temp. minima di installazione e maneggio 0°C</p> <p>Norme di riferimento</p> <p>CEI 20-13, CEI 20-38 CEI UNEL 35382 - 35384 CEI EN 50266-2-4 (CEI 20-22 B)</p> <p>CEI EN 60332-1-2 CEI EN 50267-2-1 CEI EN 61034-2 CEI 20-37/4-0</p>	<p>Condizioni di impiego</p> <p>Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliono evitare danni alle strutture, alle apparecchiature e ai beni presenti o esposti; adatti per alimentazione di uscite di sicurezza, segnalatori di fumi o gas, scale mobili; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.</p> <p>Colori anime</p> <p>Bipolare: blu • marrone Tripolare: marrone • nero-grigio o GV • blu • marrone Quadripolare: blu • marrone • nero • grigio (o GV al posto del blu) Pentapolare: GV • blu • marrone • nero • grigio (senza GV 2 neri) Multipli per segnalazione: neri numerati + GV</p> <p>Colori guaina</p> <p>Verde</p>
---	--

Figura 6 Caratteristiche tecniche Cavo Solare

2.10 Caratteristiche tecniche cavi BT di potenza, segnalazione, misura e controllo

I collegamenti in Bt saranno realizzati con cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi in caso di incendio (CEI 20-45) e presenteranno le seguenti caratteristiche tecniche:

FG21M21



Caratteristiche tecniche:

- Colore guaina: Nero, rosso, blu
- Temperatura di esercizio: -40°C + 90°C sul conduttore
- Temperatura di sovraccarico: 120°C sul conduttore
- Durata: >25 anni
- Tensione nominale: U₀/U AC 0,6/1 kV
U₀/U DC 0,9/1,5 kV
- Temp. max di corto circuito: 250°C sul conduttore (durata max. 5 secondi)
- Raggio min di curvatura: 4 x diametro esterno del cavo
- Temp. min di installazione: -25°C
- Max sforzo di tiro durante la posa: 50 N/mm²

CARATTERISTICHE

1 - Rame attempato flessibile classe 5 CEI EN 60332-1-2
2 - Rame attempato (CEI 20-38)
3 - Rame attempato (CEI 20-38)

1 - Flessibile in platinato copper class 5 CEI EN 60332-1-2
2 - LS04 Rubber compound type G21
3 - LS04 Rubber compound type G21

HOME / STANDARDS APPROVAZIONI / APPROVALS CONDIZIONAMENTO / PACKAGING

CEI 20-13, CEI 20-38, CEI UNEL 35382-35384, CEI EN 50266-2-4 (CEI 20-22 B), CEI EN 60332-1-2, CEI EN 50267-2-1, CEI EN 61034-2, CEI 20-37/4-0

Figura 7 Caratteristiche tecniche Cavo BT

2.11 Caratteristiche tecniche cavidotto MT

I cavi di energia in corrente alternata MT (30 kV) saranno trifasi del tipo unipolare con conduttore a corda rotonda compatta in alluminio da 18/30 kV del tipo ARE4H5EX idonei per tale tipo di applicazione. I cavi di energia saranno posati nel terreno protetti da appositi copri cavi con pozzetti di ispezione intervallati ogni

40-50 m. ed in corrispondenza di ogni cambio di direzione. All'interno delle cabine i cavi saranno posati in cunicoli e/o su canaline. I cavi in MT all'interno di ciascun campo che escono dalle cabine inverter/trasformazione e giungono alle cabine di parallelo saranno in alluminio del tipo ARE4H5EX 18/30 kV e avranno sezioni 1x(3x1)x240 mmq. I cavi che dalle 2 cabine di parallelo MT andranno verso la SE di Utenza saranno del tipo ARE4H5EX 18/30 kV e avranno sezioni 1x(3x1)x400 mmq. I cavi MT avranno le seguenti caratteristiche:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EDILICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

ARE4H5EX COMPACT

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

Isolante

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igrospandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 30/Km)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marcatura

PRYSMIAN (***) ARE4H5EX <tensione> <sezione> <fase 1/2/3> <anno>

(***) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro

Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard

HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 30/Km)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (***) ARE4H5EX <rated voltage> <cross-section> <phase 1/2/3> <year>

(***) production site label

Embossed marking each meter

Ink-jet meter marking

Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)



Condizioni di posa / Laying conditions



Figura 8 Caratteristiche tecniche Cavo MT per trasporto energia

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 22 di 45
---	---	---------------------------------------	---

2.12 Cavidotto AT

Al fine di connettere l'impianto fotovoltaico di progetto alla Rete Elettrica Nazionale RTN come da preventivo di connessione rilasciato da Terna SPA – STMG cod. id. 202000068 – regolarmente accettata dal proponente dell'iniziativa, sarà necessario realizzare un cavidotto in AT a 150 kV , singola terna che colleghi in antenna la SE di utenza 30/150 kV al futuro ampliamento della Stazione Elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Foggia . Il cavidotto in AT a 150 kV in singola terna sarà ubicato nel Comune di Foggia (Fg). Esso si dipartirà dal palo gatto della SE di Utenza 30/150 kV che verrà ubicata in località San Giuseppe lo del comune di Foggia al F.

51 p. 55 e raggiungerà lo stallo di connessione assegnato da Terna. Esso avrà una lunghezza media di circa 385 metri e sarà posato quasi per intero lungo terreni privati che portano al futuro ampliamento della SE 380/150 KV di Foggia che sarà ubicata sul F. 37 p.141,147,142. Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente locale, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. Non vengono attraversati canali e corsi d'acqua.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 23 di 45
---	---	---------------------------------------	---

3 AREA D'INTERVERTO E PERIMETRAZIONI DEL PAI DELL'ADB DELLA PUGLIA

3.1 Sintesi delle Norme tecniche di attuazione delle PAI dell'AdB Puglia

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia N.39 del 30/11/2005. Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI, in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, dettano norme per le aree di cui ai seguenti articoli:

- Art.6: Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali;
- Art.7: aree ad alta pericolosità idraulica;
- Art.8: aree a media pericolosità idraulica;
- Art.9: aree a bassa pericolosità idraulica;
- Art.10: fasce di pertinenza fluviale (metri 75 in destra e in sinistra idraulica così come definito dal comma 3).

Le aree a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.) risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegate al PAI, mentre l'individuazione delle aree definite "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" (art. 6) e "Fasce di pertinenza fluviale" (art. 10) segue i criteri riportati rispettivamente negli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.

In merito alle aree "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" l'art. 6 definisce che quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentono la loro individuazione, le norme 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. Per quanto riguarda le "Fasce di pertinenza fluviale", l'art. 10 definisce che quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all'area golenale, come individuata nell'art. 6, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m. Il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI. Attualmente l'Autorità di Bacino della Puglia intende per "reticolo idrografico" tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000. Considerando la vetustà della cartografia IGM in ordine all'evoluzione sia morfologica dei siti, sia antropica che naturale, l'individuazione dei reticoli idrografici interessati dalle opere in progetto sono stati ottenuti considerando la cartografia IGM 1:25000 e successivamente, per definire l'andamento planimetrico del reticolo idrografico, si è fatto riferimento alla carta idrogeomorfologica redatta dall'AdB, alla cartografia CTR e alle ortofoto scaricabili dal SIT Basilicata. Inoltre, le informazioni sono state integrate da sopralluoghi e rilievi in sito per individuare l'effettiva entità dei reticoli idrografici interessati.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 24 di 45
---	---	---------------------------------------	---

Di seguito vengono riportate le interferenze delle opere in progetto con le aree a pericolosità idraulica e con i reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e da carta idrogeomorfologica. Interferenze delle opere con il reticolo idrografico individuato dalla carta IGM 1:25000

Alcune delle opere e porzioni di esse previste in progetto interferiscono con alcuni elementi del reticolo idrografico e relative fasce di pertinenza fluviale di cui agli artt. 6 e 10 della NTA del PAI.

Nell'individuazione dei reticoli idrografici si è fatto riferimento alla carta IGM 1:25000.

Di seguito sono riportate le interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico.

3.2 Impianto fotovoltaico e strade interne di cantiere

Il sito di installazione è ubicato nel Comune di Foggia (FG) nella Provincia di Foggia a 8 km in direzione Nord dal centro abitato di Foggia nella località "Mass. Duanera 1o". L'area ha un'estensione complessiva di 44,32 Ha ed è suddivisa in 2 CAMPI recintati aventi rispettivamente le seguenti dimensioni e coordinate geografiche:

Comune	Campo	Ha interessati dal progetto fotovoltaico	Coordinata E (UTM WGS84)	Coordinata N (UTM WGS84)
Foggia (Fg)	1	30,2	544529 m	4600699 m
Foggia (Fg)	2	14,12	545451 m	4594283 m
		Tot. Ha 44,32		

L'allegato 3 (rif. Elab. 0.7.3 – allegato 3), riporta il layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM SCALA 1:25000. Si evince che l'area interessata dall'impianto fotovoltaico e le strade di cantiere non interessano reticoli idrografici.

3.3 Linea elettrica cavo MT per il collegamento tra l'impianto fotovoltaico fino alla sottostazione di trasformazione

Il cavidotto interno MT interferisce con l'alveo in modellamento attivo e fasce di pertinenza fluviale, così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10e con le aree perimetrate a pericolosità idraulica bassa, media ed alta dal PAI Puglia.

Dall'allegato 3 (rif. Elab. IT_FGA_A_03) si evince che il cavidotto MT interferisce in più punti con il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale.

Per le interferenze rilevate è stato eseguito studio idraulico per determinare l'area allagabile determinata con tempo di ritorno di 200 anni.

In particolare, per tutti gli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza sia delle aree perimetrate, sia delle aree allagabili connesse a reticoli risalenti alla cartografia IGM, si utilizzerà la tecnica della trivellazione

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 25 di 45
---	---	---------------------------------------	---

orizzontale controllata TOC.

Le interferenze del cavidotto interno da realizzare con il reticolo idrografico sono di seguito elencate:

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
11_12	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Torrente Celone	Cavidotto MT	Aree perimetrate ad AP_MP_BP del PAI Puglia.
13	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Torrente Laccio	Cavidotto MT	Aree perimetrate ad AP_MP_BP del PAI Puglia.
14	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	Aree perimetrate ad AP_MP_BP del PAI Puglia.
15	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	Aree perimetrate ad AP_MP_BP del PAI Puglia.
16	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	Aree perimetrate ad AP_MP_BP del PAI Puglia.

3.4 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT

Già in fase di progettazione definitiva si è tenuto in debito conto delle fasce di rispetto fluviale scegliendo la posizione della stazione di trasformazione in modo da non interferire con il reticolo idrografico esistente e da non interessare le relative fasce di rispetto fluviale. Dall'allegato 3 (rif. elab. IT_FGA_A_03) si evince che la stazione di trasformazione non interessa il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale. Anche il cavidotto AT ricade al di fuori di tali ambiti.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 26 di 45
---	---	---------------------------------------	---

4 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

Per la verifica idraulica delle opere interferenti descritte nei paragrafi precedenti è stata seguita la procedura sintetizzata di seguito.

In particolare per ciascuna delle sezioni di attraversamento si determina:

- il bacino idrografico sotteso ad ogni sezione di attraversamento (rif. relazione idrologica elab. IT.FGA._A_01); il valore della portata media secondo la metodologia suggerita dal rapporto GNDC – VAPI Puglia - utilizzando il Modello Razionale;
- il valore della portata per periodi di ritorno $T_r=200$ anni;
- il tirante idrico nella sezione attraversata in corrispondenza degli eventi di piena con $T = 200$ anni utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS in regime di moto permanente.

Si precisa che le sezioni di calcolo sono state ricavate dalla cartografia digitale prelevata dal sito della Regione Puglia (DTM o modello digitale del Terreno) che meglio fornisce la morfologia del territorio rispetto alla cartografia IGM 25000. Le sezioni ottenute dal DTM sono state integrate ed associate con rilievi metrici eseguiti in sito necessari per individuare più in particolare l'effettiva entità del reticolo idrografico.

Per tutti gli attraversamenti inoltre sono stati eseguiti dei sopralluoghi con riprese fotografiche le quali sono state riportate nelle descrizioni di ogni attraversamento che sono esposte nei paragrafi successivi.

4.1 Stima della piena indice: modello razionale

In genere ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono di solito deflussi di piena nella sezione terminale del bacino dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica. Il bilancio idrologico del bacino, durante i fenomeni di piena, può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi di ingresso e quelli di uscita si stabilisce una relazione per effetto della concomitante trasformazione subita dai due sottosistemi che costituiscono il bacino: sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione; nella rete idrografica l'aliquota delle piogge efficaci derivanti dai versanti viene invasata e trasportata nella sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha generato.

Il rapporto tra tali volumi (volume di piena e precipitazioni totali), in un prefissato intervallo di tempo, si definisce coefficiente probabilistico di piena C^* . Tale coefficiente può essere assunto a caratterizzare la risposta del bacino nei riguardi delle perdite per infiltrazione nelle seguenti ipotesi:

- la formazione del deflusso superficiale avviene per eccesso di infiltrazione ovvero con prevalente meccanismo hortoniano, non lineare ma a soglia alla scala puntuale;
- la capacità di infiltrazione è fortemente variabile, in maniera casuale, da un punto all'altro del bacino; ciò rende la trasformazione globale del bacino, da pioggia totale a pioggia efficace più

 <p>M.E. Free S.r.l.</p>	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 27 di 45</p>
---	---	---	---

lineare;

- il coefficiente C^* schematizza, con una relazione di proporzionalità diretta, la relazione capacità di infiltrazione areale - intensità di pioggia areale, che viene linearizzata nel campo dei valori di intensità di pioggia di interesse.

Il comportamento della rete idrografica, considerata alla stregua di un operatore lineare, è noto quando si conosca la risposta ad un ingresso impulsivo unitario detto anche IUH (Instantaneous Unit Hydrograph). Nell'ipotesi di adottare un pluviogramma rettangolare, l'idrogramma di piena corrispondente ha ordinata al colmo proporzionale all'intensità di pioggia per mezzo di un coefficiente di attenuazione di piena $S(d)$ (Wood & Hebson, 1986) che ha la seguente espressione analitica:

$$S(d) = \int_{t_p-d}^d u(\tau) d\tau$$

ove $\mu(\tau)$ è IUH del bacino, mentre t_p l'istante in cui avviene il picco, misurato a partire dal momento di inizio della pioggia.

La portata al colmo di piena per ciascuna unità di area risulta, quindi, proporzionale al prodotto tra il coefficiente di attenuazione della piena e il valore dell'intensità di pioggia al variare della durata d . Va evidenziato che, all'aumentare della durata d , mentre il valore dell'intensità di pioggia tende a diminuire, quello del coefficiente di attenuazione tende ad aumentare, per cui esiste un valore della durata che rende massimo tale prodotto e definisce il valore t_r che ha il significato di tempo di ritardo del bacino.

Il tempo di ritardo di un evento di piena rappresenta quindi la distanza temporale tra i baricentri dell'idrogramma di piena superficiale e lo ietogramma efficace che lo ha generato.

Ne rinviene che la piena indice può essere definita come segue:

$$\mu(Q) = \frac{C^* K_A(t_r) \mu[I_A(t_r)] A}{3.6}$$

ove A la superficie del bacino espressa in Km^2 e il fattore 3.6 tiene conto delle unità di misura normalmente utilizzate nella valutazione delle grandezze di interesse.

I parametri del modello, cioè il coefficiente di piena C^* e il tempo di ritardo del bacino t_r possono essere valutati in base alle seguenti espressioni valide su base regionale:

$$C^* = 0.09 + 0.47 (1 - PE)$$

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

nelle quali PE è la percentuale di superficie del bacino caratterizzata da permeabilità medioelevata.

La valutazione dell'intensità della pioggia media sull'intero bacino viene effettuata attraverso il coefficiente di riduzione areale $K_A(d)$ che ha espressione:

$$K_A(d) = 1 - \left[1 - e^{-c_1 d} \right] e^{-c_2 d^{c_3}}$$

ove i coefficienti c_1 , c_2 e c_3 valgono rispettivamente 0.0021, 0.53 e 0.25.

4.2 Valutazione del fattore probabilistico di crescita delle portate

Alla stregua di quanto già condotto in merito alle precipitazioni, è necessario al fine di valutare le portate di piena al variare del tempo di ritorno, stimare il valore assunto dal fattore probabilistico al variare dei parametri individuati nella stima dei due primi livelli di regionalizzazione. In particolare per la Puglia, l'analisi regionale delle portate conduce all'individuazione di un'unica zona omogenea ai primi due livelli. Essa è caratterizzata dai seguenti valori dei parametri della TCEV:

$$\theta^* = 2.654$$

$$\Lambda^* = 0.350$$

$$\Lambda_1 = 5$$

$$\eta = 2.937$$

Tali valori permettono, attraverso la (1), di ottenere numericamente i valori dei coefficienti probabilistici di piena al variare del tempo di ritorno. Alcuni di essi sono riportati a seguire.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
$K_T(Q)$	0.83	1.39	1.85	2.37	2.55	2.95	3.15	3.76	4.39	5.22	5.84

Analogamente a quanto già effettuato con le piogge, il fattore probabilistico di crescita delle portate può essere approssimati con una relazione avente espressione:

$$K_T(Q) = -0.4007 + 0.904 \ln T \quad (1)$$

che determina errori nella stima di $K_T(Q)$ sempre inferiori al 10%.

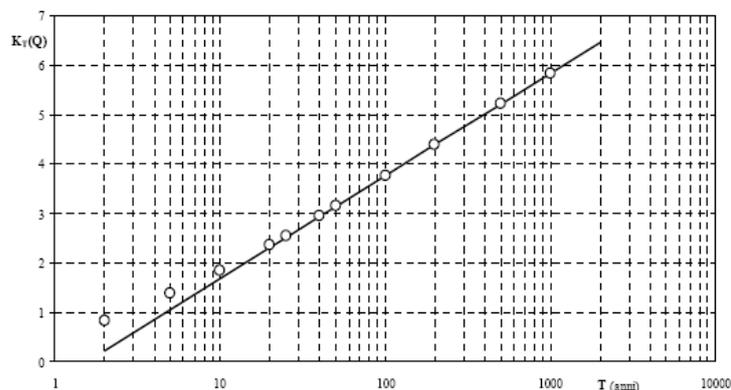


Figura 9 - Fattore probabilistico di crescita delle portate

4.3 Valutazione delle piene indice e delle portate di piena dei bacini sottesi alle sezioni di calcolo

A seguire sono riportati i valori delle portate massime che interessano i bacini in esame, calcolate con le metodologie illustrate in precedenza. Allo scopo si sono considerati tempi di ritorno variabili tra i 5 e 500

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 29 di 45
--	---	---------------------------------------	---

anni, calcolando contestualmente il coefficiente udometrico u (in l/s ha), ottenuto dai valori delle suddette portate massime qualora divise per la superficie del bacino.

I valori delle portate massime così calcolate hanno costituito la base per le verifiche successive.

In particolare, si è scelto di fare riferimento, nei calcoli idraulici, al **modello razionale**. Va osservato che l'informazione geomorfologia del bacino in esame è stata derivata, in via informatica, avvalendosi della base cartografica CTR 5.000 attraverso sistema informativo territoriale (rif. elab. IT_FGA_A_A01 relazione idrologica).

MODELLO RAZIONALE

$Q_T = k_T Q_m$
 $Q_m = C \cdot k_A(t_r) I(t_r) A / 3,6$ mc/s
 $C = 0,09 + 0,47(1 - PE)$
 PE rapporto tra area ad elevata-media permeabilità e area totale del bacino
 t_r tempo di ritardo del bacino, valutato secondo la relazione
 $t_r = 0,344 A^{0,5}$
 A area del bacino in kmq
 k_A coefficiente di riduzione areale, variabile di A (kmq) e t_r (durata dell'evento di pioggia)
 $k_A = 1 - (1 - e^{-(0,021A)}) e^{-(0,53t_r^{0,25})}$
 $I(t_r)$ intensità di pioggia da ricavare come rapporto tra $h(t_r)/t_r$
 $h(t_r)$ legge di variazione pluviometrica valida per il bacino
 k_T fattore di crescita dipendente dal tempo di ritorno T dell'evento di piena
 $k_T = -0,4007 + 0,904 \ln T$

Con l'utilizzo del modello razionale sono stati ricavati, per differenti tempi di ritorno e per ciascun bacino per il quale è stata necessaria la verifica idraulica, i valori riportati nelle tabelle seguenti ed in cui:

T = tempo di ritorno; k_T = fattore di crescita dipendente dal tempo di ritorno T dell'evento di piena; u = coefficiente udometrico;
 Q_i = Portata indice; Q = Portata massima per fissato periodo di ritorno;

Portate Interferenza Impluvio I1_I2				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	173.57	182.98	5.84
10.00	1.68	173.57	291.74	9.32
25.00	2.51	173.57	435.50	13.91
50.00	3.14	173.57	544.26	17.38
100.00	3.76	173.57	653.02	20.85
200.00	4.39	173.57	761.78	24.33
500.00	5.22	173.57	905.54	28.92

Tabella 1: Portate massime che interessano il bacino I1_I2

Portate Interferenza Impluvio I3 – Torrente Laccio				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	51.43	54.22	16.77
10.00	1.68	51.43	86.45	26.74
25.00	2.51	51.43	129.05	39.92
50.00	3.14	51.43	161.27	49.89
100.00	3.76	51.43	193.50	59.86
200.00	4.39	51.43	225.73	69.83
500.00	5.22	51.43	268.33	83.01

Tabella 2: Portate massime che interessano il bacino I3

Portate Interferenza Impluvio I4				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	10.56	11.13	45.96
10.00	1.68	10.56	17.75	73.28
25.00	2.51	10.56	26.50	109.39
50.00	3.14	10.56	33.12	136.70
100.00	3.76	10.56	39.74	164.02
200.00	4.39	10.56	46.35	191.34
500.00	5.22	10.56	55.10	227.45

Tabella 3: Portate massime che interessano il bacino I3

Portate Interferenza Impluvio I5				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	24.21	25.52	27.49
10.00	1.68	24.21	40.69	43.83
25.00	2.51	24.21	60.75	65.43
50.00	3.14	24.21	75.92	81.76
100.00	3.76	24.21	91.09	98.10
200.00	4.39	24.21	106.26	114.44
500.00	5.22	24.21	126.31	136.04

Tabella 4: Portate massime che interessano il bacino I4

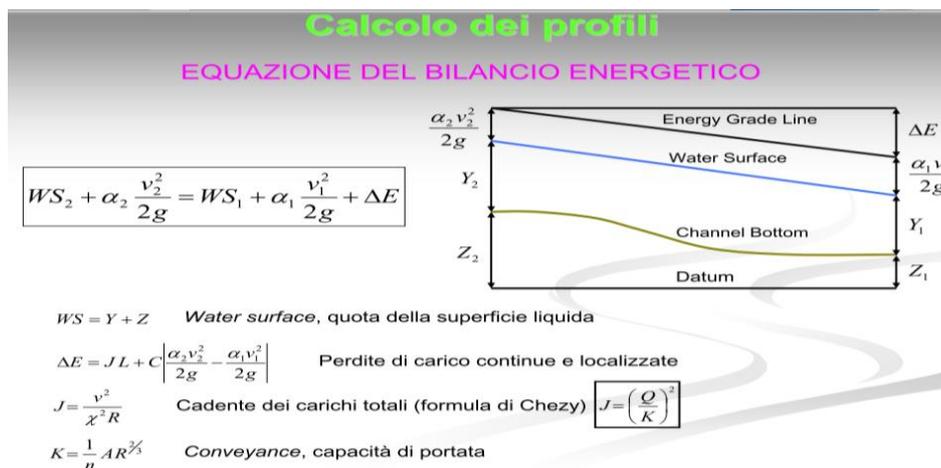
Portate Interferenza Impluvio I6				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	10.73	11.31	45.52
10.00	1.68	10.73	18.03	72.58
25.00	2.51	10.73	26.92	108.34
50.00	3.14	10.73	33.64	135.40
100.00	3.76	10.73	40.36	162.45
200.00	4.39	10.73	47.09	189.51
500.00	5.22	10.73	55.97	225.28

Tabella 5: Portate massime che interessano il bacino I6

4.4 Metodologia utilizzata per le verifiche idrauliche

Al precedente paragrafo sono state valutate le portate indice e le portate massime per fissati tempi di ritorno sui sottobacini di interesse adottando il modello razionale.

Per le opere in progetto che interessano aree tutelate come definite dagli art. 6 e 10 delle NTA del PAI, sono state eseguite verifiche idrauliche in regime di moto permanente utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS, ai sensi dell'art. 36 delle NTA del PAI. Il software HEC-RAS è il frutto di una lunga evoluzione dei codici di calcolo, finalizzati allo studio della propagazione delle piene nei corsi d'acqua del HEC. Il software HEC-RAS permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un corso d'acqua utilizzando uno schema unidimensionale sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario. Il sistema di calcolo è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni dai corsi d'acqua, determinando la variazione del pelo libero per condizioni di moto permanente o gradualmente variato. La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica.



4.5 Descrizione interferenze e verifiche idrauliche

La tabella seguente fornisce uno schema sintetico sulle verifiche idrauliche eseguite nel presente studio:

Attraversamenti	Verifiche idraulica	Note
I1 - I2 - I3 - I4 - I5 - I6	Eseguita	

Di seguito, per ciascuna interferenza con il reticolo idrografico, si riportano la descrizione dell'attraversamento e la verifica idraulica eseguita.

Ai sensi delle NTA della su richiamata AdB ed in particolare dell'art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" è necessario verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica.

Il comma 2 dell'art. 10 così recita:

2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino

L'art. 36 delle NTA definisce la sicurezza idraulica come :

condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.

Pertanto nel capitolo successivo si espongono le verifiche idrauliche effettuate ai sensi delle NTA del PAI sopra richiamate al fine di verificare la compatibilità idrologica ed idraulica.

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 33 di 45</p>
---	---	---	---

4.5.1 Verifica idraulica interferenza I1_I2

Dall'uscita dalla stazione elettrica il cavidotto MT percorre verso est la strada di cantiere fino a raggiungere una strada esistente asfaltata per poi deviare verso nord. Il cavidotto MT esterno percorre una strada asfaltata esistente continuando il suo percorso verso nord e segue parallelamente il Torrente Celone denominazione individuato con interferenza I1_I2 fino ad incrociarlo.

Il torrente Celone l'interferenza I1_I2 è riportato su carta IGM 1:25000. Per l'interferenza I1_I2 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con Tr 200 anni. In corrispondenza dell'interferenza I1_I2 è presente opera idraulica con n.3 archi.

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I1_I2:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,20 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica in mattoni presente. Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 35 di 45
--	---	---------------------------------------	---

pregiudicare la funzionalità idraulica attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine all'interferenza:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
3_3'	761,78	0,01	0,03	4,71
4_4'	761,78	0,01	0,03	4,90
5_5	761,78	0,01	0,20	4,82
5.1_5.1'	761,78	0,01	0,20	10,70
6.1_6.2'	761,78	0,01	0,03	10,88
6_6'	761,78	0,01	0,03	10,88
21_21'	761,78	0,01	0,03	10,22
22_22'	761,78	0,01	0,03	10,17
23_23'	761,78	0,01	0,03	10,10
24_24'	761,78	0,01	0,03	10,04
25_25'	761,78	0,01	0,03	9,98

L'allegato 6 - Interferenza I1_I2, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 7 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.5.2 Descrizione interferenza I3 – Torrente Laccio

Il cavidotto MT lungo il suo percorso su strada asfaltata incrocia una linea d'impiuvio priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I3 Torrente Laccio. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 (allegato 2 – rif. elab. IT_FGA_A_03).

Per l'interferenza I3 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con T_r 200 anni. In corrispondenza dell'interferenza I3 è presente opera idraulica di forma rettangolare in calcestruzzo armato 6mx5,50 m.

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I3:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato

secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,20 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica in mattoni presente. Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

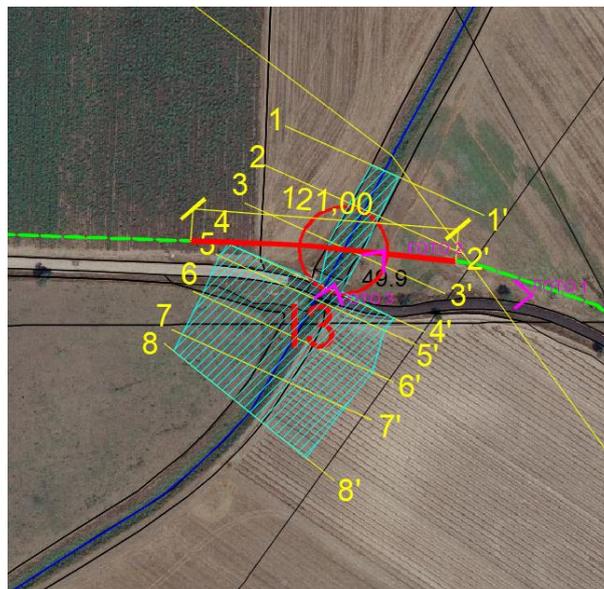


Figura 11 – individuazione dell'area allagabile determinata con Tr 200 anni. In verde il cavidotto MT interrato e in rosso il cavidotto MT con tecnica di scavo TOC.

Dalla verifica idraulica eseguita, si evince che il cavidotto MT per alcuni tratti è esteso all'area allagabile determinata con Tr 200 anni in regime di moto permanente mentre per altri è interno all'area allagabile con Tr 200 anni; per tali tratti il cavidotto interno MT verrà posato mediante TOC della lunghezza di 121,00 m con ingresso e uscita TOC esternamente alla fascia di pertinenza fluviale. La profondità di posa della TOC verrà eseguita ad una profondità di 4,50 m al di sotto dell'area allagabile in modo da non pregiudicare la funzionalità idraulica attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Per tale interferenza si sottolinea che il cavidotto verrà posato all'interno della strada esistente e in corrispondenza dell'incrocio con il reticolo idrografico verrà posato con TOC quindi senza variare la morfologia dei luoghi e senza variare il regime idraulico attuale.

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine all'interferenza:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	l pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
3_3'	225,73	0,01	0,03	4,55
4_4'	225,73	0,01	0,03	4,69
4.1_4.1'	225,73	0,01	0,20	7,39
5.1_5.1'	225,73	0,01	0,20	7,79
5_5'	225,73	0,01	0,03	7,79
6_6'	225,73	0,01	0,03	7,59

L'allegato 6 - Interferenza I3, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 7 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.5.3 Descrizione interferenza I4

Il cavidotto MT lungo il suo percorso su strada asfaltata incrocia una linea d'impluvio priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I4. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 (allegato 2 – rif. elab. IT_FGA_A_03).

Per l'interferenza I4 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con T_r 200 anni. In corrispondenza dell'interferenza I4 è presente opera idraulica di forma rettangolare in calcestruzzo armato 3.50mx3,00 m.

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I4:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,20 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica in mattoni presente. Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

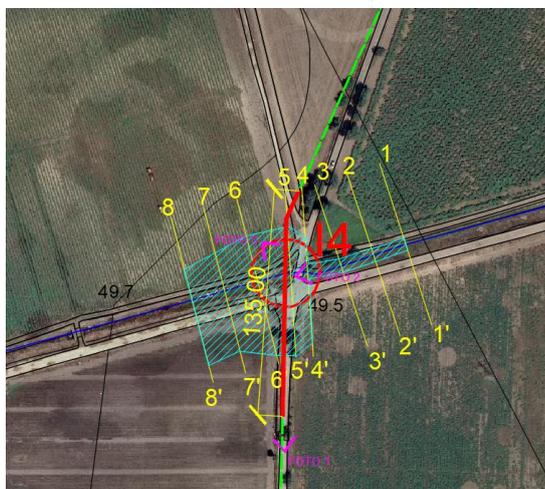


Figura 12 – individuazione dell'area allagabile determinata con T_r 200 anni. In verde il cavidotto MT interrato e in rosso il cavidotto MT con tecnica di scavo TOC.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 38 di 45
---	---	---------------------------------------	---

Dalla verifica idraulica eseguita, si evince che il cavidotto MT per alcuni tratti è esteso all'area allagabile determinata con Tr 200 anni in regime di moto permanente mentre per altri è interno all'area allagabile con Tr 200 anni; per tali tratti il cavidotto interno MT verrà posato mediante TOC della lunghezza di 135,00 m con ingresso e uscita TOC esternamente alla fascia di pertinenza fluviale. La profondità di posa della TOC verrà eseguita ad una profondità di 4,50 m al di sotto dell'area allagabile in modo da non pregiudicare la funzionalità idraulica attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Per tale interferenza si sottolinea che il cavidotto verrà posato all'interno della strada esistente e in corrispondenza dell'incrocio con il reticolo idrografico verrà posato con TOC quindi senza variare la morfologia dei luoghi e senza variare il regime idraulico attuale.

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine all'interferenza:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
3_3'	761,78	0,01	0,03	2,57
4_4'	761,78	0,01	0,03	2,64
4.1_4.1'	761,78	0,01	0,20	3,97
5.1_5.1'	761,78	0,01	0,20	4,19
5_5'	761,78	0,01	0,03	4,19
6_6'	761,78	0,01	0,03	4,10

L'allegato 6 - Interferenza I4, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con Tr=200 anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 7 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con Tr=200 anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.5.4 Descrizione interferenza I5 e I6

Il cavidotto MT continua il suo percorso verso nord su strada asfaltata fino a deviare verso est ed imboccare una strada sterrata esistente ed incrocia una linea d'impluvio priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I5 e I6. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 (allegato 2 – rif. elab. IT_FGA_A_03).

Per l'interferenza I5 e I6 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con Tr 200 anni. In corrispondenza dell'interferenza I5 è presente opera idraulica di forma rettangolare in calcestruzzo armato 5.00mx2,50 m.

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I5:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I6:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,01.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,20 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica in calcestruzzo armato presente. Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

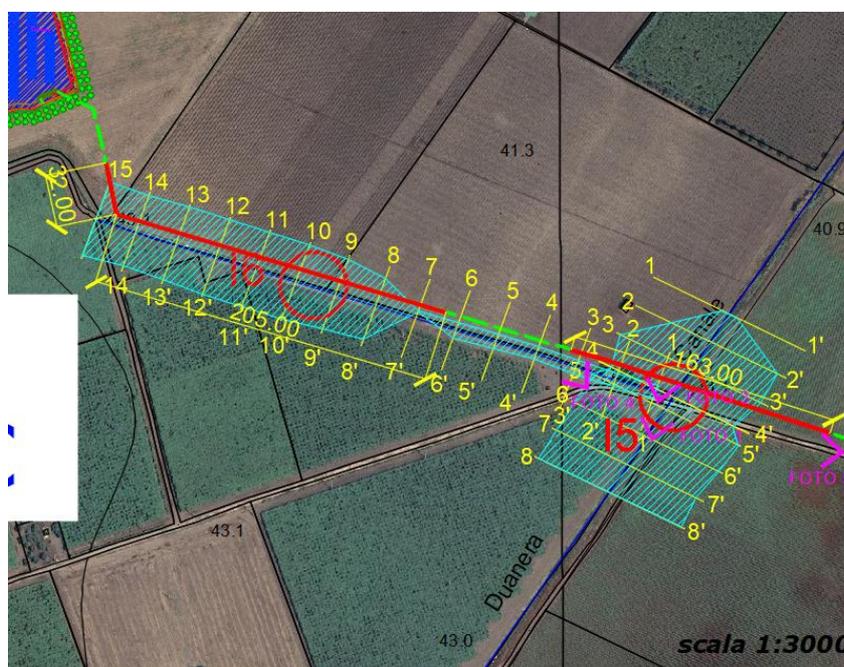


Figura 13 – individuazione dell'area allagabile determinata con Tr 200 anni. In verde il cavidotto MT interrato e in rosso il cavidotto MT con tecnica di scavo TOC.

Dalla verifica idraulica eseguita, si evince che il cavidotto MT per alcuni tratti è esteso all'area allagabile determinata con Tr 200 anni in regime di moto permanente mentre per altri è interno all'area allagabile con Tr 200 anni; per tali tratti il cavidotto interno MT verrà posato mediante TOC della lunghezza di 163,00 m per l'interferenza I5 e 237,00 m per l'interferenza I6 con ingresso e uscita TOC esternamente alla fascia di pertinenza fluviale. La profondità di posa della TOC verrà eseguita ad una profondità di 4,50 m al di sotto dell'area allagabile in modo da non pregiudicare la funzionalità idraulica attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 40 di 45
--	---	---------------------------------------	---

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine all'interferenza I5:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
3_3'	106,26	0,01	0,03	4,23
4_4'	106,26	0,01	0,03	4,26
4.1_4.1'	106,26	0,01	0,20	3,97
5.1_5.1'	106,26	0,01	0,20	4,26
5_5'	106,26	0,01	0,03	4,55
6_6'	106,26	0,01	0,03	4,52

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine all'interferenza I6:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
7_7'	47,09	0,01	0,03	2,50
8_8'	47,09	0,01	0,03	2,78
9_9'	47,09	0,01	0,03	2,89
10_10'	47,09	0,01	0,03	2,98
11_11'	47,09	0,01	0,03	3,02
12_12'	47,09	0,01	0,03	3,05

L'allegato 6 - Interferenza I5 e I6, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 7 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.6 Tratto di posa cavidotto interne ed esterno in corrispondenza delle aree tutelate connesse a reticoli cartografati su IGM - scavi con TOC

Al fine di assicurare che la posa dei cavi interrati non alteri l'attuale equilibrio dei materiali che costituiscono il fondo delle aree interessate dal transito delle piene bicentinarie, lungo i tratti di intersezione gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., che si articola secondo tre fasi operative:

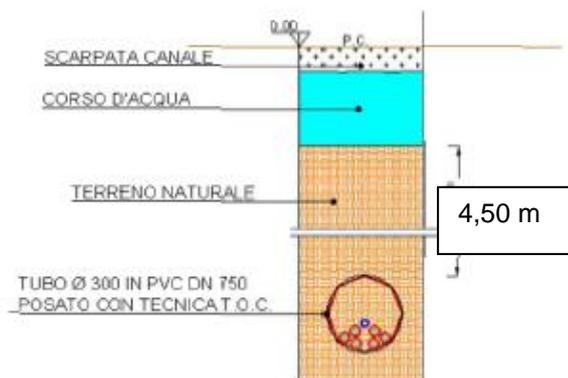
- 1) esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;

- 2) trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;
- 3) tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point. Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata.

In particolare, in corrispondenza delle interferenze del reticolo idrografico prima indicate, l'attraversamento del reticolo idrografico avverrà ad una profondità maggiore di 4,50 m dal punto depresso del terreno in prossimità del reticolo idrografico, le operazioni di scavo direzionale inizieranno e termineranno esternamente all'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni in maniera tale da lasciarne inalterato il fondo.

A seguire si restituiscono alcuni schemi semplificativi della TOC.

SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO CON T.O.C.



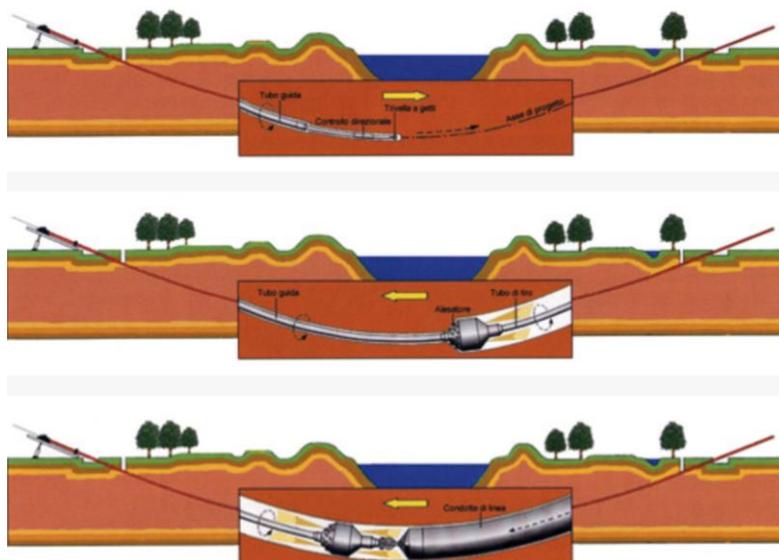


Figura 14 - Operazioni di scavo direzionali con TOC

4.7 Calcolo erosione

Il calcolo dell'erosione è stato eseguito per i seguenti reticoli in quanto sono i reticoli di maggiore importanza e per i quali si hanno le portate più significative per i punti d'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto interno ed esterno:

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	parte opera che interferisce
I1_I2	Torrente Celone	Strada asfaltata esistente

Per avere garanzie sulla bontà della scelta di assicurare 4,50 m di profondità per la posa del cavo al disotto del punto più depresso delle aree allagabili, sono state individuate le azioni di trascinamento che la corrente può esplicare in corrispondenza dei tratti di attraversamento dei reticoli sopra prima indicati, in modo tale da verificare che la relativa profondità di escavazione non possa raggiungere il cavo stesso.

In generale, la corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta ossia, erode il letto fluviale mobile. L'erosione può provocare l'abbassamento del letto e/o il crollo delle sponde con allargamento e spostamento (migrazione) dell'alveo.

Si distinguono pertanto i seguenti fenomeni:

- Erosione locale, dovuta principalmente ad eventi intensi associati a precipitazioni eccezionali: si esplica in prossimità di singolarità idrauliche, come pile o spalle di ponti, ovvero salti e scivoli che comportano perturbazioni alla corrente, ove la turbolenza risulta particolarmente intensa. Il

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 43 di 45
---	---	---------------------------------------	---

fenomeno ha decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;

- Erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie: si sviluppa quando la portata di sedimento immessa da monte non è sufficiente a saturare la capacità di trasporto della corrente idrica; la saturazione della capacità di trasporto avviene prelevando materiale d'alveo, ossia erodendo il letto; questa può procedere uniformemente o localmente ma in maniera graduale.

Il caso in esame, dove gli attraversamenti delle aree allagabili sono previsti lungo tratti indisturbati dell'alveo in modellamento attivo, privi di opere puntuali, è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata.

Al fine di garantire il cavidotto dal fenomeno dell'erosione lo stesso sarà posto a 4.50 m al di sotto del fondo dell'alveo, che è un profondità molto cautelativa. Infatti dai calcoli di seguito riportati si stimano abbassamenti del letto inferiori ai 4,50 m.

La profondità della erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può essere definita con delle formulazioni empiriche.

Infatti la sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinarsi della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico individuato.

Per le valutazioni più speditive si può ricavare la profondità di erosione δ come differenza tra il tirante d'acqua h antecedente alla erosione e il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h - h_e$$

dove:

- h_e : tirante successivo all'erosione (calcolato con le formule empiriche di Blench)
- h : tirante antecedente all'erosione.

Il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto si ricava da formule del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dall'equilibrio dei canali a regime.

La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0.379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \quad \text{per sabbia e limo} \quad \text{con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

$$h_e = 0.692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \quad \text{per sabbia e ghiaia} \quad \text{con } 0.002 < d_{50} \text{ (m)}$$

la formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$h_e = 0.365 q^{0.784} d_{50}^{-0.157} \quad \text{per sabbia e ghiaia con} \quad d_{75} \text{ (m)} < 0.006$$

dove per q = portata nell'unità di larghezza del canale.

Per il calcolo di "q" si utilizza il tirante e velocità forniti dal modello idraulico lungo le sezioni stesse. Si valuta a seguire il fenomeno per l'interferenza I1_I2 Torrente Celone. Si è assunto, in maniera cautelativa, che detti valori massimi, misurati in corrispondenza delle sezioni di attraversamento prossime all'interferenza, possano definire le suddette portate per unità di larghezza del canale q se li si considera rappresentativi per tutta la sezione stessa, fissando, in questo modo, una sezione rettangolare per gli alvei. Questa posizione è, di fatto, ampiamente cautelativa in quanto in una sezione mistilinea i valori di tirante e velocità variano dai valori massimi adottati fino a quelli molto più modesti che si ritrovano lungo i bordi delle aree

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 44 di 45</p>
---	---	---	---

allagabili.

Erosione Interferenza I1_I2 Torrente –sezione di controllo 7-7'

Tirante = 4,82 m

Velocità =5,2 m/sec

d50=0,002 (sabbie e limi)

Portata unitaria q = 25,16 m²/sec

he= 9,16 m

$\delta = 9,16 - 4,82 = 4,34 \text{ m}$

Per quanto appena esposto il cavidotto interrato MT in corrispondenza degli attraversamenti verrà realizzato con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 4,50 m è superiore alla profondità di escavazione esplicabile dalla corrente. Peretanto, a tale profondità il cavidotto non potrà essere interessato da fenomeni erosivi.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Revisione Data Pagina	IT_FGA_A_02 00 30/06/2021 45 di 45
---	---	---------------------------------------	---

5 CONCLUSIONI

Le verifiche idrauliche eseguite in corrispondenza dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici hanno permesso di individuare le aree inondabili con tempi di ritorno $Tr=200$ anni, così come richiesto dalla NTA del PAI Puglia.

I risultati ottenuti, posti alla base della progettazione, assicurano che le opere in progetto, come rappresentato negli elaborati grafici, sono assolutamente congruenti con l'assetto idraulico del territorio e con le relative condizioni di sicurezza. In sintesi, alla luce delle analisi e delle verifiche effettuate si sono delineate le seguenti conclusioni:

- L'impianto fotovoltaico è esterno sono esterni alle aree allagabili determinate in condizione di moto permanente con $Tr=200$ anni con il software HEC-RAS;
- il cavidotto interrato MT nel suo percorso interseca in più punti le aree ad alta, media e bassa pericolosità idraulica individuate dal PAI Puglia, e per tali interferenze si sono determinate le aree allagabili con Tr 200 anni e per tutti gli attraversamenti verranno eseguiti con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 4,50 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi, si precisa che il cavidotto nelle aree perimetrare a pericolosità idraulica lo stesso verrà posato su strada asfaltata esistente senza compromettere la morfologia e l'attuale regimentazione idraulica;
- la stazione di trasformazione di utenza e il cavidotto AT ubicati nel comune di Foggia (FG) non interessano nessuna area tutelata.

Assodato che gli studi condotti hanno interessato un ampio territorio, delimitando i bacini di studio in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste. L'impianto fotovoltaico in progetto non interferisce con il reticolo idrografico e con le connesse aree di allagamento e le relative aree golenali e fasce di pertinenza fluviale come definite dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI, il cavidotto interrato MT viene eseguito su strade esistenti senza variare la morfologia attuale e il regime idraulico attuale, mentre per le interferenze del cavidotto MT con i reticoli idrografici sarà posato con tecniche idonee per non alterare l'equilibrio del materiale costituente gli alvei, dove li attraversa, ed a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.

Pertanto, avendo riferito tutte le valutazioni agli eventi bicentenari, definite le fasce di pertinenza fluviale di ogni reticolo idrografico, l'impianto risulta essere in condizioni di "sicurezza idraulica".