



REGIONE MOLISE



PROVINCIA DI CAMPOBASSO



COMUNE DI MONTENERO DI BISACCIA (CB)



COMUNE DI TAVENNA (CB)



COMUNE DI MONTECILFONE (CB)



COMUNE DI PALATA (CB)

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO "AGRIVOLTAICO" NELLE LOCALITA' "MASS. BOZZELLI" "MASS. BOZZELLI" "LOC. PETICONE" "LOC. GUARDIOLA" DEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA (CB) E TAVENNA (CB) DELLA POTENZA DI PICCO IN DC PARI A 54.500,74 KWp e MASSIMA IN IMMISIONE IN AC PARI A 45.000 KW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE UBICATE NEL COMUNE DI MONTECILFONE (CB) E PALATA (CB)

ELABORATO N.

A03.1

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E
IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA

SCALA

-

COMMITTENTE

TAVENNA SOLAR PARK S.R.L.

VIA FRANCESCO RESTELLI N.3/7
20124 MILANO
P.IVA 06055410655

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

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI

Aggiornamenti	N°	Data	Cod. Stmg	Nome File	Eseguito da	Approvato da
	Rev 0	OTTOBRE 2022	202101387	MMIT.MTM.A03.1	Ing. Leonardo Pio Rosiello	Ing. Giovanni Marsicano



Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	7
2.1 Generalità.....	7
2.2 Ubicazione.....	9
2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto	13
3. IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO.....	15
4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO MERIDIONALE TERRITORIO DI COMPETENZA EX ADB DEL FIUME TRIGNO	16
4.1 Ambito territoriale della AdB	16
4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI.....	18
4.3 Compatibilità idraulica degli interventi.....	18
5. INTERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO SU CARTA IGM SCALA 1:25000	19
5.1 Impianto fotovoltaico e strade interne di cantiere	19
5.2 Linea elettrica cavo MT per il collegamento tra l'impianto fotovoltaico fino alla sottostazione di trasformazione.....	20
5.3 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT e stazione di terna	20
6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	21
6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area	21
6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici	21
6.3 Geolitologia dei bacini idrografici	24
6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI.....	25
6.5 USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI	26
7 STUDIO IDROLOGICO	28
7.1 Generalità.....	28
7.2 ANALISI IDROLOGICA.....	29
7.3 Analisi regionale delle piogge	29
7.4 DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	34

MMIT_MTM_A03.3 - ALLEGATO 1 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000

MMIT_MTM_A03.4 - ALLEGATO 2 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione delle perimetrazioni delle fasce fluviali AdB del Distretto dell'Appennino Meridionale competenza ex AdB dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore

MMIT_MTM_A03.5 - ALLEGATO 3 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici

MMIT_MTM_A03.6 - ALLEGATO 4 - Planimetria su IGM con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un $T_r=200$

MMIT_MTM_A03.7 - ALLEGATO 5 - Particolari dei punti di attraversamento dei reticoli idrografici con modalità di attraversamento e foto

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 2 di 34</p>
---	--	---	---

MMIT_MTM_A03.8 - ALLEGATO 6 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras con modellazione delle aree allagabili per ogni sezione di calcolo

MMIT_MTM_A03.9 - ALLEGATO 7 - 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)

MMIT_MTM_A03.10 - ALLEGATO 8 - Modelli di calcolo HEC-RAS (Cd room)

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 3 di 34
---	--	---------------------------------------	---

1. PREMESSA

Il progetto descritto nella presente relazione riguarda la realizzazione di un impianto di 54.500,74 kWp, da installare nei Comuni di TAVENNA (CB) e MONTENERO DI BISACCIA nelle località “Colle Peticone e Masseria Bozzelli” con relative opere di rete nel Comune di Montecilfone in località Masseria Liberatore . Il sito di ubicazione dell’impianto agrivoltaico è situato a 1,4 km a nord del centro abitato di Tavenna e a 2,1 km a sud est del centro abitato di Montenero di Bisaccia mentre le opere di connessione sono previste nel Comune di Montecilfone in prossimità dell’area dove sarà realizzata la futura stazione Terna 380/150 kV di Montecilfone ubicata a 2,3 km a ovest del centro abitato di Montecilfone (Cb). Proponente dell’iniziativa è la società TAVENNA SOLAR PARK SRL. L’impianto agrivoltaico essenzialmente è costituito da 3 CAMPI collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato (detto “cavidotto interno”) di cui il Campo 1 sarà ubicato in località Masseria Bozzelli nel Comune di Montenero di Bisaccia mentre il Campo 2 e il Campo 3 saranno ubicati in località Colle Peticone nel Comune di Tavenna. Dai campi fotovoltaici denominati “CAMPO 1” “CAMPO 2” e “CAMPO 3” è prevista la posa di un cavidotto interrato (detto “cavidotto esterno”) costituito da nr. 4 terne di cavi in MT da 30 kV per il collegamento dell’impianto alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV di progetto (SE di Utenza) collocata in adiacenza della futura stazione elettrica di trasformazione (SE 380/150 kV di Montecilfone in località Masseria Liberatore. La SE di Utenza sarà collegata alla futura SE 380/150 kV di Montecilfone in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV della futura stazione 380/150 kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN 380 kV esistente “Larino-Gissi”, come da preventivo di connessione emesso da Terna ed accettato dal proponente (STMG cod. id. 202101387). L’impianto fotovoltaico sarà realizzato per un’area complessiva di circa 80,55 Ha e la sua realizzazione comporterà un significativo contributo alla produzione di energie da fonte rinnovabili. Il progetto si inquadra in quelli che sono i programmi Nazionali e Internazionali per la transizione verso un’economia globale a impatto climatico zero entro il 2050. In occasione della Conferenza sul clima tenutasi a fine 2015 a Parigi è stato stipulato un nuovo accordo sul clima per il periodo dopo il 2020 che, per la prima volta, impegna tutti i Paesi, compreso l’Italia a ridurre le proprie emissioni di gas serra. In tal modo è stata di fatto abrogata la distinzione di principio tra Paesi industrializzati e Paesi in via di sviluppo. Nell’ambito di tale accordo l’Italia ha elaborato un **Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC)** in cui l’Italia fissa degli obiettivi vincolanti al 2030 sull’**efficienza energetica**, sulle **fonti rinnovabili** e sulla **riduzione delle emissioni di CO2**. Stabilisce inoltre il target da raggiungere in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell’energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, definendo precise misure che garantiscano il raggiungimento degli obiettivi definiti con l’[accordo di Parigi](#) e la transizione verso un’**economia a impatto climatico zero entro il 2050**. 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 per le interferenze del reticolo idrografico nei pressi del campo fotovoltaico mentre per le interferenze del cavidotto MT di collegamento tra gli impianti fotovoltaici e fino alla stazione di utenza con il reticolo idrografico si prevede il superamento

con TOC (Trivellazione orizzontale controllata) con inizio e fine esternamente alle fasce di pertinenza fluviale.

Di seguito sono dapprima descritte le varie fasi del lavoro di ricostruzione del quadro conoscitivo, con particolare riferimento all'uso del suolo, alla permeabilità e alla determinazione dei bacini idraulici afferenti le sezioni di chiusura in corrispondenza degli attraversamenti per la valutazione delle relative portate e quindi della verifica degli stessi. In particolare, si forniranno approfondimenti utili a chiarire alcuni aspetti progettuali in rapporto all'assetto idraulico del territorio, come l'insistenza di alcune opere nelle aree golenali e nelle fasce di pertinenza fluviale del reticolo idrografico e si descriveranno le modalità di attraversamento. In fase di impostazione dello studio, per l'individuazione dei reticoli idrografici si è fatto riferimento alla cartografia I.G.M. 1:25000. Successivamente per meglio definire la morfologia delle aree interessate dalle opere in progetto e dei reticoli idrografici individuati, sono state prese in considerazione la Carta idrogeomorfologica e la Carta tecnica Regione Molise, in quanto rappresentano meglio lo stato dei luoghi. 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".

L'area interessata dall'intervento, ubicata nella Regione Puglia, ricade all'interno dell'ambito territoriale del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore. In particolare, le opere di progetto ricadono nel bacino idrografico del Fiume Trigno.



Figura 1- Bacini idrografici dell'AdB dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore: nel cerchio nero l'area impegnata dagli aerogeneratori, nel cerchio in rosso l'area occupata dalle opere di connessione.

L'immagine a seguire (rif. Elab. MMIT_MTM_A03.3 – allegato 1) 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.

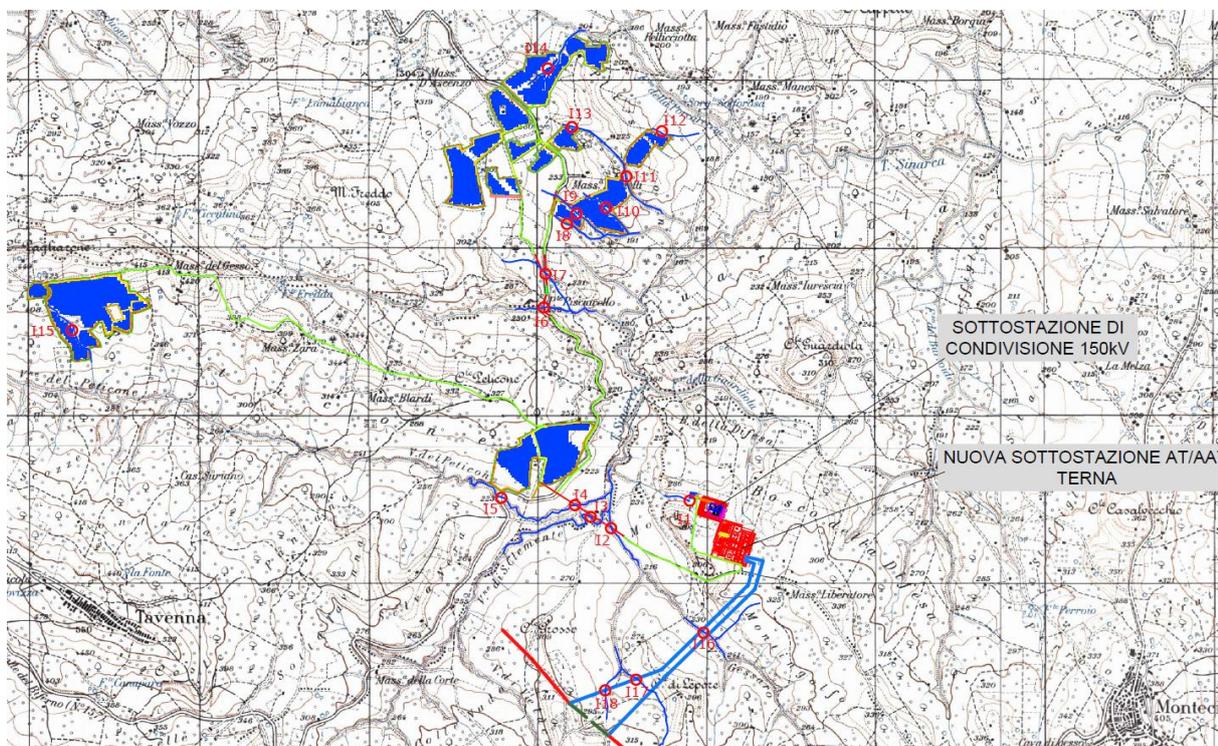
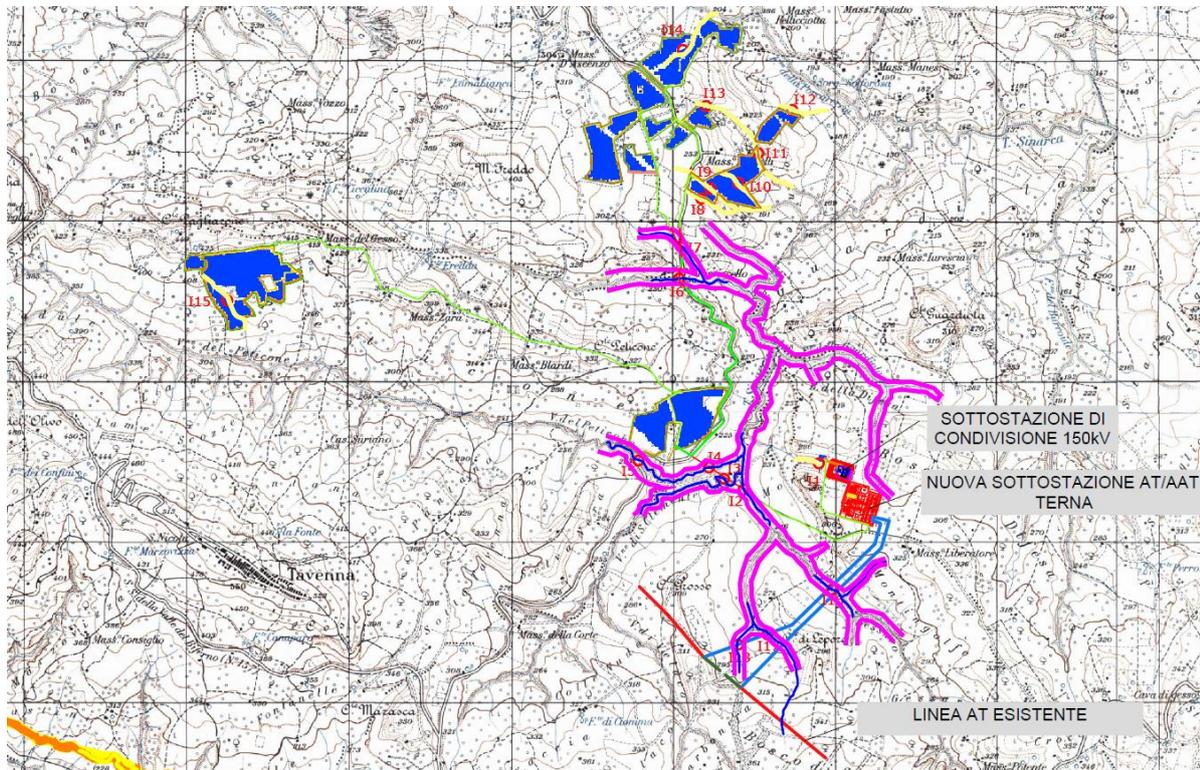


Figura 2 - Individuazione del layout di progetto su carta IGM 1:25000 e individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

La figura 3 (rif. Elab. MMIT_MTM_A03.4 – allegato 2) mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione delle aree a pericolosità idraulica perimetrate dal PAI alla Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Meridionale territorio di competenza ex AdB dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore e le fasce di riassetto fluviale misurata dai limiti dell'alveo attuale per i reticoli minuti e i reticoli minori come definiti dall'art. 16 delle NTA del PAI.

Dall'analisi della cartografia riguardante l'assetto idraulico delle aree a pericolosità e rischio idraulico del Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) del Trigno, redatto dalla Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore è emerso che l'area di interesse individuata in precedenza, non è interessata da fasce di riassetto fluviale, pertanto non è soggetta né a vincolo per pericolosità idraulica, né a vincolo per rischio idraulico.



Legenda Piano Gestione Rischio Alluvioni

-  R1
-  R2
-  R3
-  R4

Fascia di riassetto fluviale, misurata dai limiti dell'alveo attuale come definito all'art. 7

-  Reticolo **minimo** buffer 10 m (corsi d'acqua distinguibili sulla cartografia IGM scala 1:25.000 ma privi di una propria denominazione)
-  Reticolo **minore** buffer 20 m (corsi d'acqua identificabili sulla cartografia IGM scala 1:25.000 con propria denominazione)

Figura 3 - Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione della perimetrazione ex AdB dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 7 di 34
---	--	---------------------------------------	---

2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Generalità

Il progetto prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva in DC di **54.500,74 kWp** a cui corrisponde un potenza di connessione in AC di **45.000 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 81.956 pannelli fotovoltaici monocristallino, per una potenza di picco complessiva di 54.500,74 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. 2927 inseguitori da 28 moduli in configurazione verticale a una distanza di pitch uno dall'altro in direzione est-ovest di 9 metri. Il modello di modulo fotovoltaico previsto è **"CS7N-665MS (1500V) bifacciale"** della **CANADIAN SOLAR** da **665 Wp** bifacciale in silicio monocristallino. L'impianto fotovoltaico interesserà complessivamente una superficie contrattualizzata di 69,4 Ha di cui soltanto 30,85 Ha saranno occupati dagli inseguitori, dalle cabine di trasformazione e consegna mettendo così a disposizione ampi spazi per le compensazioni ambientali e di mitigazione degli impatti visivi dello stesso impianto. L'impianto fotovoltaico sarà realizzato in agro dei Comuni di Tavenna, Montenero di Bisaccia e Montecilfone sui seguenti suoli individuati al NCT di tali Comuni così individuati :

Campo 1 – Comune di Montenero di Bisaccia –

F.73-P.21,41,109,138,99,62,164,165,17,6,111,15,71,72,7,8,231,234,22

,80,81,82,83,129,130,22,12,9,10,124,123,20,40,42,298,147,152,153,154,149,151,150,269,274,27,299,308,294,54,11

F.77-P.119

F.78 -P.51,102,46,52,108,118,91,47

Campo 2- Comune di Tavenna –

F.8 p. 486,480,484,474,477,481,482,490,491,493,473,476,485,487,488,489,483,479

F.7 p. 108

Campo 3 – Comune di Tavenna –

F.8 p. 486,480,484,474,477,481,482,490,491,492,493,473,476,485,487,488,489,479

F.7 p. 108

Sottostazione Utente – Comune di Montecilfone F. 8 p. 35

Stazione Condivisione Barra 150 kV con altri produttori – Comune di Montecilfone –

F.8 p. 43-39

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 8 di 34
---	--	---------------------------------------	---

Sottostazione Terna 380/150 kV – Comune di Montecilfone –

F. 8 p. 218,216,94,219,97,133,137,141,179,180,181,183,210,96,98,99,91,100,170,101,102

Raccordi sottostazione Terna –

F.8 p. 179,146,180,182,147,183

**F.3 p.108,242,110,243,119,243,118,116,115,129,68,69,66,236,67,64,65,52,268,53,304,55,437,
38,105,42**

L'impianto fotovoltaico è essenzialmente suddiviso in 3 CAMPI aventi le seguenti estensioni, ubicazioni catastali e coordinate geografiche di riferimento.

Le aree impegnate dalle opere sono costituite da terrazzamenti sub-pianeggianti e da aree con versanti a quote tra 450 e i 250 m.s.l.m. con pendenza non superiore all'11% in direzione sud 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 rete di viabilità esistente costituita dalla SP 13 che costeggia i CAMPI 1 E 2 ,dalla strada comunale Colle Peticone asfaltata che costeggia i CAMPI 2 e 3. La connessione dell'impianto alla RTN è prevista in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV della futura stazione elettrica di trasformazione SE 380/150 kV di Montecilfone come previsto nel preventivo di connessione rilasciato da terna e regolarmente accettato – STMG cod. id. 202101387-. L'impianto fotovoltaico sarà collegato tramite un cavidotto interrato di circa 9,7 km in media tensione che abbraccia tutte le cabine di consegna dei Campi fotovoltaici e giunge sino alla sottostazione di trasformazione 30/150 kV (anche detta SE di Utenza nel prosieguo), prevista in adiacenza della futura SE 380/150 kV di Terna e precisamente al F. 8 p. 35 del Comune di Montecilfone (Cb). L'accesso alla SE di Utenza avviene dalla strada Comunale La Guardiola nel Comune di Montecilfone. Il collegamento in antenna a 150 kV sarà effettuato tramite un cavidotto interrato a 150 kV di lunghezza totale pari a circa 330 metri che sarà posato lungo le strade interpoderali che costeggiano la SE di Utenza e la futura SE RTN 380/150 kV di Montecilfone sino ad arrivare allo stallo di connessione assegnato da Terna Spa all'interno della stessa SE RTN 380/150 kV attraverso un'area comune a più produttori ubicata sempre AL F. 8 P. 43 del Comune di Montecilfone ove sarà prevista la realizzazione del sistema elettromeccanico di condivisione dello stallo di partenza a 150 kV e di arrivo al su detto stallo di connessione a 150 kV. Tale area di condivisione si rende necessaria in quanto Terna Spa ha comunicato a mezzo **pec prot. P20220037723 in data 04/05/2022 (Allegata alla presente relazione) alla società Tavenna Solar Park Srl** oltre alla planimetria della futura Stazione Elettrica (SE) RTN a 380/150 kV dalla quale si evince l'ubicazione dello stallo assegnato e l'intero progetto della stessa benestariato da Terna Spa , che:" **Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle infrastrutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con l'impianto codice pratica 202100225 della società Green Venture Montenero S.r.l., con l'impianto codice pratica 202001412 della società Voltalia Italia S.r.l., con l'impianto codice pratica 202101387 della società Tavenna Solar Park S.r.l. e con ulteriori utenti della RTN** ".L'intero impianto fotovoltaico occupa un'area contenuta e ricadente completamente nei territori comunali di Montenero di Bisaccia e Tavenna

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 9 di 34
---	--	---------------------------------------	---

mentre nel **Comune di Montecilfone (Cb) e Palata(Cb)** ricadranno le sole opere di rete per il collegamento alla RTN e della SE di Utenza oltre che della stazione di condivisione a 150 kV . Il cavidotto interrato di collegamento dell'impianto alla SE di Utenza è costituito da 4 terne di cavi da 630mmq in un unico scavo che percorrono a partire dai **CAMPI 1** la SP 13, la strada comunale Colle Peticone, la strada Comunale la Guardiola e brevi tratti di strade interpoderali. Si tratta della maggior parte di strade asfaltate escluse le strade interpoderali che risultano imbrecciate. Esso interesserà i territori comunali di Montenero di Bisaccia, Palata, Montecilfone e Palata.

2.2 Ubicazione

Il sito di interesse progettuale è ubicato tra i comuni di Montenero di Bisaccia, Palata e Montecilfone nel Basso Molise in Provincia di Campobasso. Il territorio di aria vasta nel raggio di 10 km dall'area di interesse progettuale è confinato a ovest e nord ovest con il Fiume Trigno a nord e ad est con l'area costiera dei comuni di Petacciato e san Giacomo degli Schiavoni e a sud sud ovest con il lago di Guardialfiera e il Fiume Biferno. Il territorio di tale area vasta è caratterizzato prevalentemente da una serie di dorsali collinari con pendenze molto addolcite che partendo dalle dorsali collinari prevalenti in direzione nord-sud del Colle Peticone, Monte la Teglia , Colle Gessaro su cui sorgono i centri urbani di Montenero di Bisaccia , Tavenna, Mafalda e Palata degnano poi in direzione est verso il mare e ovest verso la valle del Fiume Trigno alternandosi a valloni e aree sub pianeggianti solcate da torrenti, fossi e canali. Il Comune di Montenero di Bisaccia con 6.300 abitanti e un territorio di 93 kmq , interessato dall'iniziativa progettuale e in particolare dall'ubicazione del CAMPO AGRIVOLTAICO 1 in località Sterparone a sud del centro abitato è caratterizzato da un'orografia prevalentemente collinare che spazia in altitudine dai 273 metri del centro urbano sino a raggiungere il livello del mare. Il centro abitato è situata in posizione baricentrica rispetto al territorio comunale a ridosso del Colle Gessaro. I confini naturali del territorio sono a Nord il Fiume Trigno che rappresenta anche il confine regionale tra Molise ed Abruzzo, a est il Mar Adriatico e il Fosso del Tratturello , a sud il Torrente Sinarca e il Colle Guardiola di Montenero, a ovest il Colle Peticone e il fosso Caracciolo. Il Comune di Tavenna con 603 abitanti e un territorio di 21,95 kmq interessato dall'iniziativa progettuale ed in particolare dall'ubicazione dei Campi Agrovoltai 2 e 3 in località Colle Peticone e Colle Pagliarone a ovest del centro abitato è caratterizzato da un'orografia anch'essa collinare che spazia tra i 550 metri e i 250 metri slm . Il centro abitato sorge in posizione quasi centrale rispetto al territorio comunale sulla cresta del colle dell'Olivo a 550 metri sul livello del mare. I confini naturali del territorio comunale sono a Nord il crinale collinare Granciarà, a Est il Colle Pagliarone e il Colle Peticone , a sud il Vallone di Tavenna e Vallone San Clemente e a Ovest il Piano del Molino. La stazione SE di Utenza 30/150 kV, la stazione di Condivisione a 150 kV e la SE RTN 380/150 kV di Terna ricadono nel territorio comunale di Montecilfone nella località la Guardiola ubicata a nord ovest del centro urbano di Montecilfone in prossimità dei confini comunali con i Comuni di Palata e Montenero di Bisaccia . I raccordi a 380 kV della futura stazione SE 380/150 kV della RTN di Terna con la esistente linea 380 kV "Larino -Gissi" interessano i territori comunali di Montecilfone in località la Guardiola e di Palata in località Colle di Lepore a nord est del centro abitato.

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 10 di 34
--	--	---------------------------------------	--

Topograficamente è ubicato sull'I.G.M. in scala 1: 25.000 al **F. 154 I NO (MONTENERO DI BISACCIA) F. 154 I SO (PALATA) - F. 154 I – SE (GUGLIONESI)–** della Carta d'Italia, in scala 1:50.000 al **F. 381 (LARINO)**, in scala 1:100.000 al **F. 154 (LARINO)** .

Il sito di installazione è ubicato nei Comuni di **Montenero di Bisaccia(Cb)**, Tavenna (Cb), Montecilfone (Cb) e Palata (Cb) nella Provincia di Campobasso a 2 km in direzione sud dal centro abitato di Montenero di Bisaccia nella località “ Masseria Bozzelli ”, a 1,2 Km a est del centro abitato di Tavenna, a 3,2 a sud-est del Comune di Montecilfone. L'area ha un'estensione complessiva di 139,04 Ha ed è suddivisa in 6 CAMPI recintati aventi rispettivamente le seguenti dimensioni e coordinate geografiche :

Comune	Campo	Foglio	Particelle	Ha interessati dal progetto fotovoltaico	Ha occupati dalle strutture	Coordinata E (UTM WGS84)	Coordinata N (UTM WGS84)
MONTENERO DI BISACCIA	1	73	21,41,109,138,99,62,164,1 65,17,6,111,15,71,72,7,8,2 31,234,22 ,80,81,82,83,129,130,22,1 2,9,10,124,123,20,40,42,2 98,147,152,153,154,149,1 51,150,269,274,27,299,30 8,294,54,11	34,21	13,40	483029	4642389
MONTENERO DI BISACCIA	1	77	119				
MONTENERO DI BISACCIA	1	78	51,102,46,52,108,118,91,4 7				
TAVENNA	2	8	486,480,484,474,477,481, 482,490,491,493,473,476, 485,487,488,489,483,479	15,56	5,22	482966	4640557
TAVENNA	2	7	108				
TAVENNA	3	8	486,480,484,474,477,481, 482,490,491,492,493,473, 476,485,487,488,489,479				
TAVENNA	3	7	108	19,63	7,05	480274	4641515

Comune	Campo	Foglio	Particelle	Ha interessati dal progetto fotovoltaico	Ha occupati dalle strutture	Coordinata E (UTM WGS84)	Coordinata N (UTM WGS84)
MONTECILFON E	Sottostazione di UTENZA	8	35	0,13	0,13	483053	4640336
MONTECILFON E	Sottostazione di CONDIZIONE	8	43-39	0,20	0,20	483987	4640241
MONTECILFON E	Sottostazione TERNA 380/150 KV	8	218,216,94,219,97,133,137,141,179,180,181,183,210,96,98,99,91,100,170,101,102	0,477	0,47	483987	4640241
MONTECILFON E	Raccordi di linea 380 kV	8	179,146,180,182,147,183				
TAVENNA	Raccordi di linea 380 kV	3	108,242,110,243,119,243,118,116,115,129,68,69,66,236,67,64,65,52,268,53,304,55,437,38,105,42				
			Totale	70,207	26,470		

Dal punto di vista catastale, i CAMPI costituenti l'impianto fotovoltaico ricadono sulle seguenti particelle dei comuni di Montenero di Bisaccia e Tavenna :

Comune	Campo	Foglio	Particelle
MONTENERO DI BISACCIA	1	73	21,41,109,138,99,62,164,165,17,6,111,15,71,72,7,8,231,234,22,80,81,82,83,129,130,22,12,9,10,124,123,20,40,42,298,147,152,153,154,149,151,150,269,274,27,299,308,294,54,11

Comune	Campo	Foglio	Particelle
MONTENERO DI BISACCIA	1	77	119
MONTENERO DI BISACCIA	1	78	51,102,46,52,108,118,91,47
TAVENNA	2	8	486,480,484,474,477,481,482,490,491,493, ,473,476,485,487,488,489,483,479
TAVENNA	2	7	108
TAVENNA	3	8	486,480,484,474,477,481,482,490,491,492, ,493,473,476,485,487,488,489,479
TAVENNA	3	7	108
MONTECILFONE	Sottostazione di UTENZA	8	35
MONTECILFONE	Sottostazione di CONDIVISIONE	8	43-39
MONTECILFONE	Sottostazione TERNA 380/150 KV	8	218,216,94,219,97,133,137,141,179,180,1 81,183,210,96,98,99,91,100,170,101,102
MONTECILFONE	Raccordi linea 380 kV	8	179,146,180,182,147,183
TAVENNA	Raccordi linea 380 kV	3	108,242,110,243,119,243,118,116,115,129, ,68,69,66,236,67,64,65,52,268,53,304,55,4 37,38,105,42

Il cavidotto MT di collegamento tra le cabine di Consegna e la SE di Utenza percorre per intero strade interpoderali, comunali e provinciali.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 13 di 34
---	--	---------------------------------------	--

La sottostazione elettrica SE di Utenza interessa la particella del seguente foglio catastale:

Comune di **Montecilfone** : foglio 8 Particella 35

La SE a 150 kV di condivisione con altri produttori sarà ubicata al F. 8 p. 43 del Comune di **Montecilfone**

Il cavidotto interrato in AT a 150 kV si dipartirà dalla particella 135 del F. 8 del Comune di Montecilfone e percorrendo una strada interpodereale in località la Guardiola prima giungerà all'interno della stazione di condivisione a 150 kV al F. 8 p.43 e poi da qui arriverà allo stallo assegnato da Terna all'interno della futura stazione Stazione RTN 380/150 kV di Terna ubicata nelle particelle **218,216,94,219,97,133,137,141,179,180,181,183,210,96,98,99,91,100,170,101,**

102 del F.8 del Comune di Montecilfone . L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e dalla relative fasce di asservimento è riportato nel Piano Particellare di Esproprio allegato al progetto.

Il sito di installazione della centrale fotovoltaica ricade rispetto allo strumento urbanistico PRG vigente dei Comuni di Montenero di Bisaccia e Tavenna in Zona E "Agricola" come tra l'altro attestato nei CDU rilasciati dagli Uffici Tecnici Comunale (**Vedi CDU allegati alla presente relazione**). La sottostazione SE di Utenza e le relative opere di rete ricadono secondo il PRG del Comune di Montecilfone in Zona omogena " E-agricola" come riportato nel CDU rilasciato dall'ufficio tecnico comunale (**Vedi CDU allegato alla presente relazione**).

2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto

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

- L'impianto fotovoltaico sarà essenzialmente costituito da:
- N° 3 Campi di generazione fotovoltaica
- N° 18 cabine inverter e trasformazione o di sottocampo
- N° 6 cabine di raccolta
- Cavidotti di collegamento in MT tra i campi realizzati con cavi di MT da 30kV in alluminio (lunghezza complessiva 9531 m)
- Cavidotto di collegamento esterno realizzato con 3 terne di cavi di MT da 30 kV in alluminio che giungono sino alla SE di Utenza (lunghezza complessiva 2.796m.)
- Una sottostazione elettrica di Utenza 30/150 kV da ubicarsi in prossimità della sottostazione della futura Stazione Elettrica Terna di Montecilfone 150/380 kV
- Una stazione elettrica di condivisione della barra a 150 kV da ubicarsi in prossimità della sottostazione della futura Stazione Elettrica Terna di Montecilfone 150/380 kV

 <p>M.E. Free S.r.l.</p>	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 14 di 34
---	--	---------------------------------------	--

- Un cavidotto interrato in AT a 150 kV di collegamento tra la sottostazione SE di Utenza e la stazione di Condivisione a 150 kV e tra questa e la futura sottostazione Terna 150/380 kV di Montecilfone (lunghezza complessiva 325 m)
- Impianto di terra
- Impianto di illuminazione
- Impianto di videosorveglianza

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 15 di 34</p>
---	--	---	--

3. IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO

Gli approfondimenti sull'assetto idraulico delle aree in esame saranno svolti con riferimento a tutte le opere elencate al paragrafo precedente, ad eccezione dei tratti di strada esistenti, in quanto consentiranno il solo transito dei mezzi per il trasporto speciale in fase di montaggio dell'aerogeneratore e ove necessario saranno solo oggetto di sistemazione senza incidere sul regime idraulico preesistente. A tutt'oggi, diversamente dalle aree a pericolosità idraulica, il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI, per cui è uso consolidato presso l'Autorità di Bacino intendere "reticolo idrografico", al quale applicare i relativi articoli delle NTA del PAI stesso, tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000.

L'allegato 1 riporta l'ubicazione degli interventi da realizzare con l'individuazione dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000.

Al fine di definire il grado di interferenza tra le opere in progetto e le linee di impluvio che insistono sul territorio, si è ritenuto di dover procedere con uno studio idraulico, a scala di bacino, volto non soltanto a caratterizzarne il regime idraulico, ma, soprattutto, a definirne con la maggiore accuratezza possibile l'andamento sul territorio in relazione agli eventi che stabiliscono le condizioni di "sicurezza idraulica" secondo quanto stabilito dalle N.T.A. del PAI.

Pertanto, si è scelto di pervenire alla completa definizione dell'assetto idraulico per eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

Di seguito si illustrano le fasi previste per la redazione dello studio:

- Reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, carta idrogeomorfologica, rilievi aerofotogrammetrici della nuova cartografia CTR 1:5.000 della Regione Campania, ortofoto) e del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Molise;
- Integrazione dei dati con un rilievo metrico in sito necessario per definire la geometria del reticolo indagato, come da traccia delle sezioni riportate nell'elaborato grafico allegato 5;
- Individuazione e caratterizzazione dei bacini idrografici che abbracciano i rami del reticolo idrografico oggetto di approfondimento;
- Studio della pluviometria con i tempi di ritorno di 200 anni, di riferimento per le condizioni di sicurezza idraulica, tramite procedure di regionalizzazione proprie del progetto VAPI Campania in modo da determinare il valore delle portate per tempi di ritorno che vanno da 5 a 200 anni;
- Individuazione delle aree interessate dal transito dei deflussi bicentenari in regime di moto permanente con tempo di ritorno di 200 anni utilizzando il software Hec-Ras.

4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO MERIDIONALE TERRITORIO DI COMPETENZA EX ADB DEL FIUME TRIGNO

4.1 Ambito territoriale della AdB

In relazione al progetto di impianto fotovoltaico e le opere necessarie alla loro realizzazione dello stesso, la cabina di utenza e la stazione di terna e la connessione in AT ricadono nel bacino idrografico del Trigno.



Figura 4- Bacini idrografici dell'AdB dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore: nel cerchio nero l'area impegnata dall'impianto fotovoltaico e le relative opere di connessione.

Dalle cartografie di Piano si evince che l'intervento non interessa aree a pericolosità idraulica cartografate dal PAI.

Nei "Tratti fluviali non studiati", per le quali non sono disponibili la zonazione di pericolosità e la individuazione della fascia di rispetto fluviale, è stata stabilita una fascia di rispetto, misurata ai limiti dell'alveo attuale come definito dall'art. 7 delle norme di Piano, desunta da quanto disciplinato all'art.12 e pari a:

- 1) 20 metri di buffer per il reticolo minore, affluenti del reticolo principale identificabili sulla cartografia IGM scala 1:25000;
- 2) 10 metri per i reticoli minuti, privi di una propria denominazione.

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 17 di 34</p>
---	--	---	--

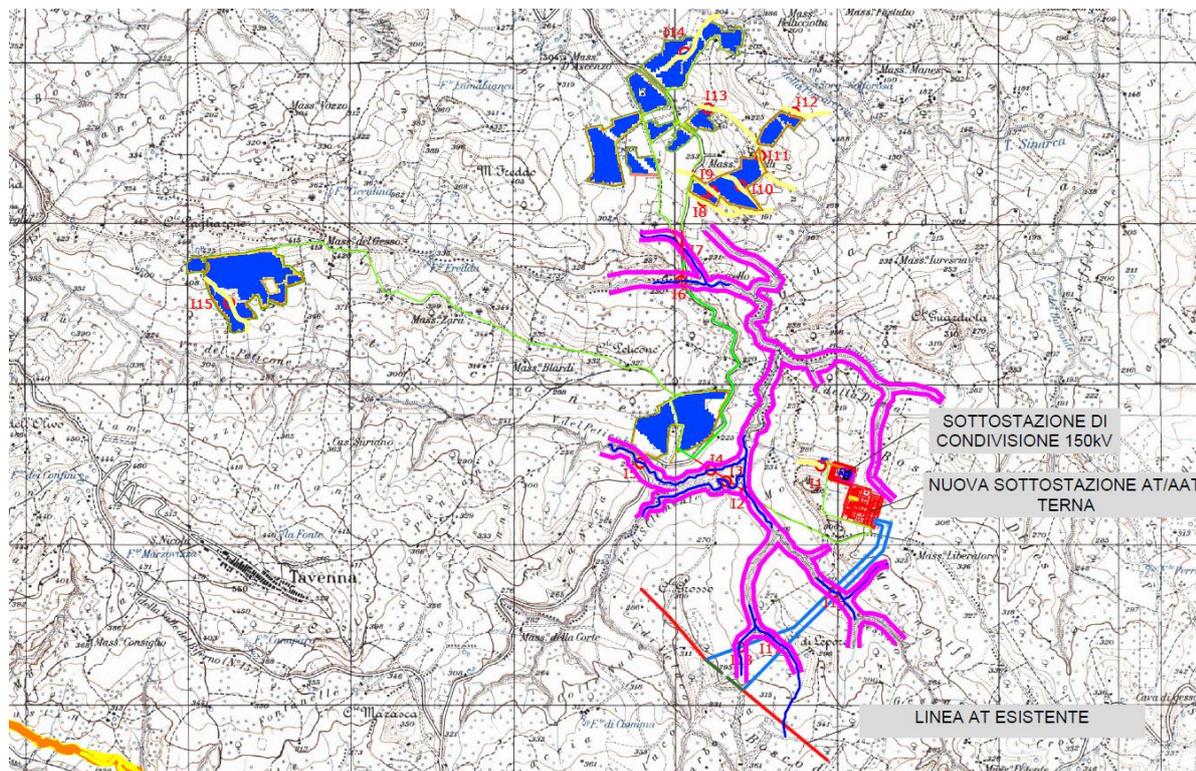
Si specifica che alcune piccole porzioni dell'impianto fotovoltaico sono interne alle fasce di rispetto sopra elencate. Mentre le opere di connessione stazione di utenza, stazione di Terna e il collegamento in AT sono esterne alle fasce di rispetto. Mentre per il cavidotto MT si prevede il superamento per mezzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), per cui non si rileva alcuna interferenza con la dinamica fluviale e/o con l'assetto del reticolo idrografico esistente.

In ogni caso la posata dei cavi a mezzo TOC sarà eseguita ad opportuna profondità al fine di evitare interferenze con futuri interventi che dovessero essere pianificati dalle autorità pubbliche.

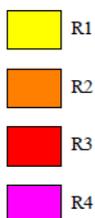
L'approfondimento del cavidotto sarà effettuato per tutta la larghezza dell'alveo attivo, escludendo lo scavo a sezione nelle aree golenali interne alla fascia di riassetto fluviale.

4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI

Dalla perimetrazione dell'ex AdB del Fime Trigno si evince che l'area dove sarà ubicato l'impianto fotovoltaico e la stazione di trasformazione non interessano aree perimetrate a pericolosità idraulica.



Legenda Piano Gestione Rischio Alluvioni



Fascia di riassetto fluviale, misurata dai limiti dell'alveo attuale come definito all'art. 7

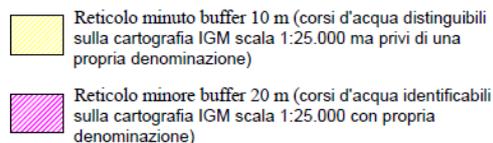


Figura 5 - Inquadramento dell'area di intervento con le aree a pericolosità individuate dal PAI ex ADB Trigno

4.3 Compatibilità idraulica degli interventi

La condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Al fine di definire le aree in sicurezza idraulica si sono definite le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 19 di 34
--	--	---------------------------------	--

5. INTERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO SU CARTA IGM SCALA 1:25000

5.1 Impianto fotovoltaico e strade interne di cantiere

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in n° 3 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	28.451,36	28.451,36	1.138	1.528	10	Nr. 10 da 2.500
2	11.078,9	11.078,9	1.477	595	3	Nr.3 da 2.500
3	14.970,48	14.970,48	1.197	804	5	Nr.5 da 2.500
TOTALE	54.500,74	54.500,74		2.927	18	

L'allegato 1 (MMIT_MTM_A03.1), riporta il layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM SCALA 1:25000. Si evince che l'area interessata dall'impianto fotovoltaico e le strade di cantiere interessano fa fascia di rispetto alcuni retici idrografico privo di denominazione.

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I5	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio con propria denominazione	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 20 m un reticolo minore
I8	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio priva di denominazione	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minuto
I9	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio priva di denominazione	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Interno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minuto
I10	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio priva di denominazione	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Interno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minuto
I11	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio priva di denominazione	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Interno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minuto
I12	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio priva di denominazione	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minuto
I13	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio priva di denominazione	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Interno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minuto
I14	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio priva di denominazione	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Interno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minuto

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 20 di 34
---	--	---------------------------------------	--

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I15	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio priva di denominazione	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Interno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minuto

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

Il cavidotto MT interferisce in più punti con il reticolo idrografico, interferenza I1. Il superamento dell'interferenza verrà eseguito con TOC con inizio e fine della TOC esternamente alle fasce di rispetto come definite dall'art.16 delle NTA del PAI.

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I2	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio con propria denominazione-Vallone di San Clemente	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 20 m un reticolo minore
I3	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio con propria denominazione-Vallone di San Clemente	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 20 m un reticolo minore
I4	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio con propria denominazione-Vallone di San Clemente	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 20 m un reticolo minore
I6	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio con propria denominazione-Fosso della Guardiola	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Interno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minore
I7	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio con propria denominazione-Fosso della Guardiola	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 10 m un reticolo minore

5.3 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT e stazione di terna

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. Il cavidotto AT per il collegamento della stazione di Terna alla linea AT esistente interseca in più punti il reticolo idrografico.

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I16	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio con propria denominazione-Torrente Sinarca	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 20 m un reticolo minore
I17	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio con propria denominazione-Torrente Sinarca	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 20 m un reticolo minore
I18	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio con propria denominazione-Torrente Sinarca	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	Esterno alla fascia di rispetto di 20 m un reticolo minore

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 21 di 34</p>
---	--	---	--

6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area

L'impianto eolico ricade nel bacino del Fiume Trigno.

Il corso d'acqua nasce dalle falde del Monte Capraro, a circa 1.150 m s.l.m., in località Capo Trigno nel comune di Vastogirardi, in provincia di Isernia; entrato in provincia di Campobasso, il fiume segna il confine con l'Abruzzo (provincia di Chieti) discostandosene solo per due brevi tratti: il primo nel comune di Trivento, il secondo nel comune di Montenero di Bisaccia, dove sfocia nel mare Adriatico al termine di un corso lungo 85 km.

6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici

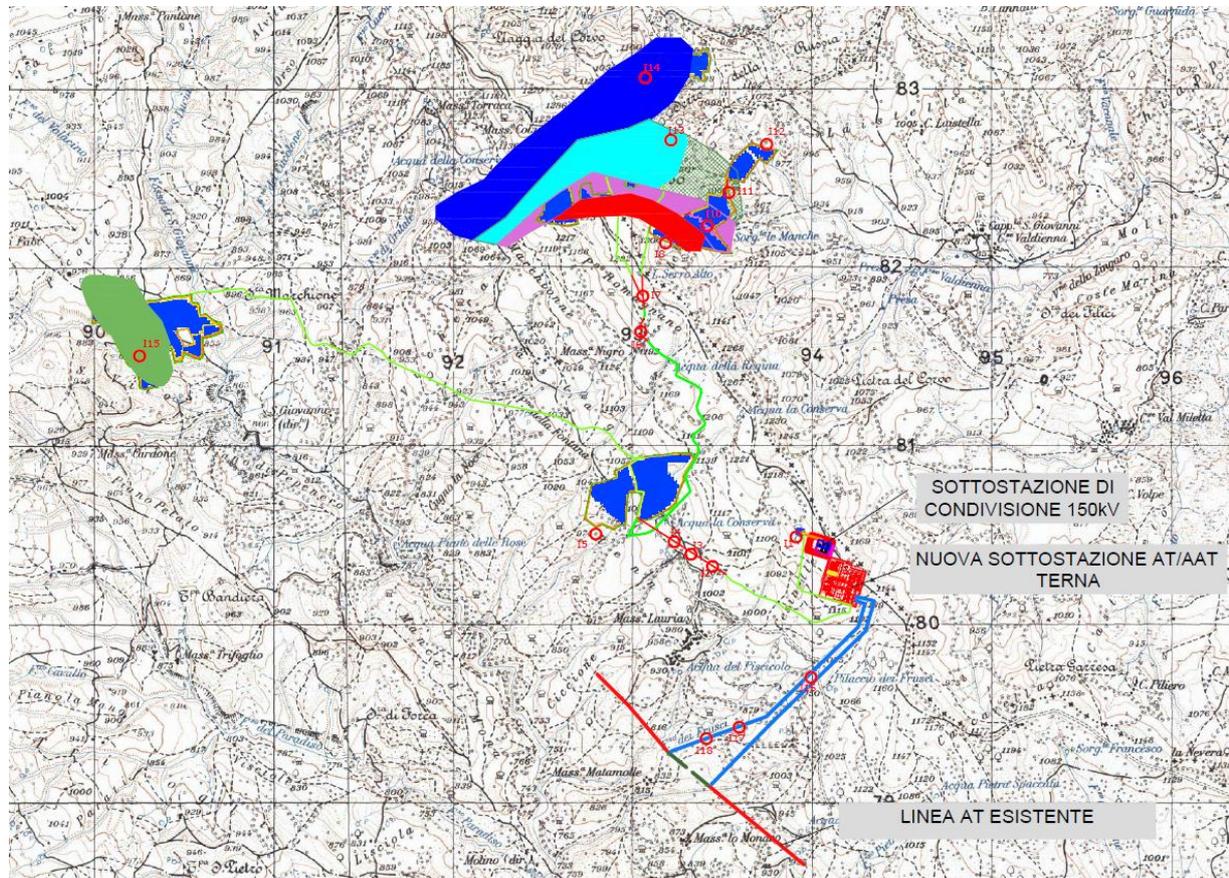
A partire da un ampio territorio, si sono delimitati i bacini di studio, in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste. Tale posizione, in considerazione della presenza di infrastrutture stradali esistenti che, pur non interessando direttamente i siti di intervento, possono condizionare il regime idraulico del reticolo che le interseca, in quanto gli attraversamenti avvengono a raso, in assenza di qualunque manufatto di scavalco.

La morfologia dell'area interessata dai bacini idrografici è variabile con l'alternanza di ampie distese pianeggianti ad aree con andamento collinare. Le pendenze, che in taluni casi si azzerano quasi, raggiungono anche valori superiori al 15%. Le opere di progetto sono tutte previste su aree con pendenze relativamente basse.

La morfologia dei luoghi è tipica delle aree collinari caratterizzate da sagome dolci, in relazione alla natura prevalentemente argillosa dei terreni (con litologia facilmente erodibile), associate a forme più aspre in corrispondenza dei rilievi formati da formazioni più resistenti (arenarie, calcari e brecce), in relazione alla natura dei terreni e alle azioni subite dagli agenti geodinamici, primo fra tutti quello tettonico.

I corsi d'acqua, attivi soprattutto nella stagione invernale, presentano un profilo delle valli a forma di "V" ampia, dai fianchi alti e poco inclinati.

Le operazioni cartografiche sono state effettuate attraverso l'applicazione di software GIS, costruendo il DEM (Digital Elevation Model) successivamente integrato da rilievi metrici in modo da definire la geometria del reticolo idrografico interessato. La figura 4 mostra i bacini idrografici individuati ed aventi la medesima numerazione dei Punti di interferenza I per i quali sono stati eseguite le verifiche idrauliche (rif. Allegato 3)



Legenda Bacini Idrografici

-  Bacino Idrografico I9
-  Bacino Idrografico I10
-  Bacino Idrografico I11
-  Bacino Idrografico I13
-  Bacino Idrografico I14
-  Bacino Idrografico I15

Figura 6 - Inquadramento dei bacini idrografici sotesi ai punti di interferenza su carta IGM 1:25000

Le caratteristiche fisiografiche dei bacini così definiti (nell'ordine: superficie, pendenza media dei versanti, quota minima, massima e media s.l.m., lunghezza totale dell'asta alla cresta spartiacque) sono riportate nelle tabelle a seguire.

Bacino Idrografico I9		
Superficie	0.10	Kmq
Quota max	403.00	m
Quota sez. chiusura	203.00	m
Quota media	303.00	m
Lunghezza asta principale	891.00	m
Dislivello	200.00	m
Pendenza media	0.22	%

Tabella 1 – Parametri geomorfologici del bacino I9

Bacino Idrografico I10		
Superficie	0.15	Kmq
Quota max	403.00	m
Quota sez. chiusura	200.00	m
Quota media	301.50	m
Lunghezza asta principale	1505.00	m
Dislivello	203.00	m
Pendenza media	0.13	%

Tabella 2 – Parametri geomorfologici del bacino I10.

Bacino Idrografico I11		
Superficie	0.35	Kmq
Quota max	403.00	m
Quota sez. chiusura	203.00	m
Quota media	303.00	m
Lunghezza asta principale	1665.00	m
Dislivello	200.00	m
Pendenza media	0.12	%

Tabella 3 – Parametri geomorfologici del bacino I11.

Bacino Idrografico I13		
Superficie	0.24	Kmq
Quota max	403.00	m
Quota sez. chiusura	238.00	m
Quota media	320.50	m
Lunghezza asta principale	1262.00	m
Dislivello	165.00	m
Pendenza media	0.13	%

Tabella 4 – Parametri geomorfologici del bacino I13.

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 24 di 34
--	--	---------------------------------------	--

Bacino Idrografico I14		
Superficie	0.24	Kmq
Quota max	403.00	m
Quota sez. chiusura	205.00	m
Quota media	304.00	m
Lunghezza asta principale	1669.00	m
Dislivello	198.00	m
Pendenza media	0.12	%

Tabella 5 – Parametri geomorfologici del bacino I14.

Bacino Idrografico I15		
Superficie	0.17	Kmq
Quota max	442.00	m
Quota sez. chiusura	335.00	m
Quota media	388.50	m
Lunghezza asta principale	707.00	m
Dislivello	107.00	m
Pendenza media	0.15	%

Tabella 6 – Parametri geomorfologici del bacino I15.

6.3 Geolitologia dei bacini idrografici

Dal punto di vista geologico generale, il sito in esame è parte integrante dei terreni situati tra i rilievi collinari ai margini orientali dell' Appennino meridionale molisano, caratterizzato da una morfologia dolce con ampie spianate, pianalti, debolmente inclinati verso verso N-NE, che digradano verso la costa raccordandosi con la piana del Tavoliere, intervallati da ampie valli, con versanti dolci e poco inclinati, incise dai principali corsi d' acqua e dai loro affluenti minori.

Dal punto di vista geologico-strutturale si trova in prossimità del limite Catena-Avanfossa dell' Appennino meridionale: i differenti domini strutturali che li caratterizzano sono da riferirsi rispettivamente agli assetti stratigrafico-strutturali del margine esterno della Catena e a quelli dell' Avanfossa (Fossa bradanica).

Il complesso delle formazioni affioranti è caratterizzato da uno stile tettonico a pieghe successive, ad assi ravvicinati, circa paralleli od incrociandosi sotto piccoli angoli, e disposti, generalmente, secondo la direzione appenninica (NO-SE).

L' area in esame è situata nella Regione Molise, in provincia di Campobasso, ed è rappresentata nel foglio geologico n° 154 "LARINO" della carta geologica d' Italia, scala 1:100.000.

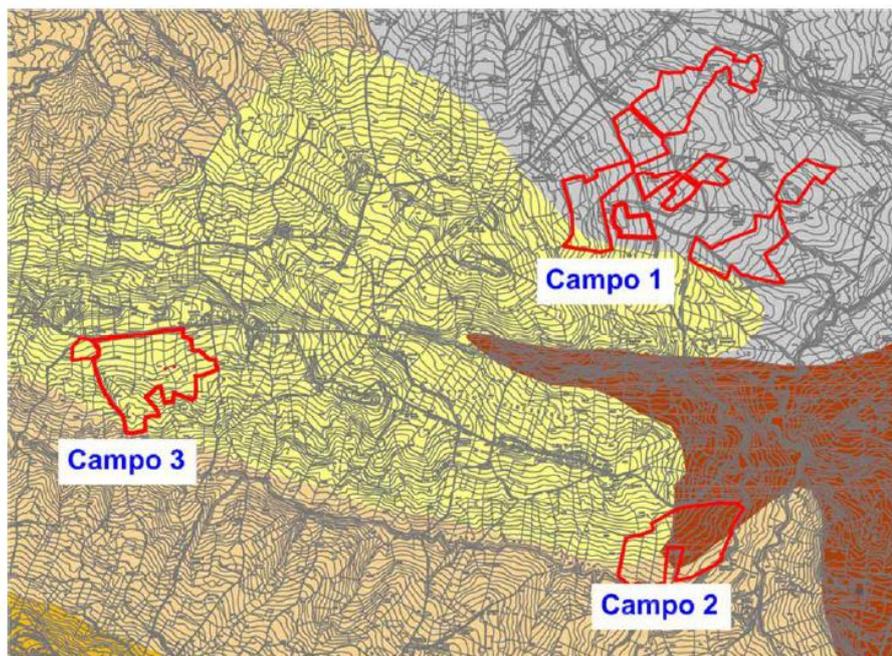


Fig. 4 – Stralcio CARTA GEOLITOLOGICA 1:25.000



Figura 7 Stralcio della carta geologica d'Italia 1:100.000

Dalla carta geolitologica elaborata si evince che i campi di progetto ricadono in diverse formazioni geologiche, ma, il volume significativo, che investe la tipologia di fondazione dell' impianto agrovoltaico, è rappresentato, per tutti i campi, da una coltre superficiale limo argillosa moderatamente consistente.

6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI

Dal punto di vista geomorfologico generale l' area si trova nella fascia, di medio-bassa collina, di raccordo tra i rilievi appenninici molisani, e la costa, raccordandosi con la piana del Tavoliere.

Gli elementi morfologici sono direttamente connessi ai caratteri litologici ed agli assetti tettonici dell' area. L' orografia dell' area appenninica, caratterizzata da una morfologia dolce con ampie spianate, pianalti, debolmente inclinati verso verso N-NE, che digradano verso la costa raccordandosi con la piana del Tavoliere, con quote comprese tra 210 e i 400 m.s.l.m con pendenza non superiore all' 11% intervallati da ampie valli, con versanti dolci e poco inclinati, incise dai corsi d' acqua F. Trigno, Vallone Del Peticone,

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 26 di 34
---	--	---------------------------------------	--

Vallone di san Clemente, Fosso Capo Della Serra, Fosso Della Porcareccia, Fosso Della Guardiola, T. Delle Torri, Fosso Acquanera, T. Sinarca Fosso Piscone Fosso Pisciarello e dai loro affluenti minori.

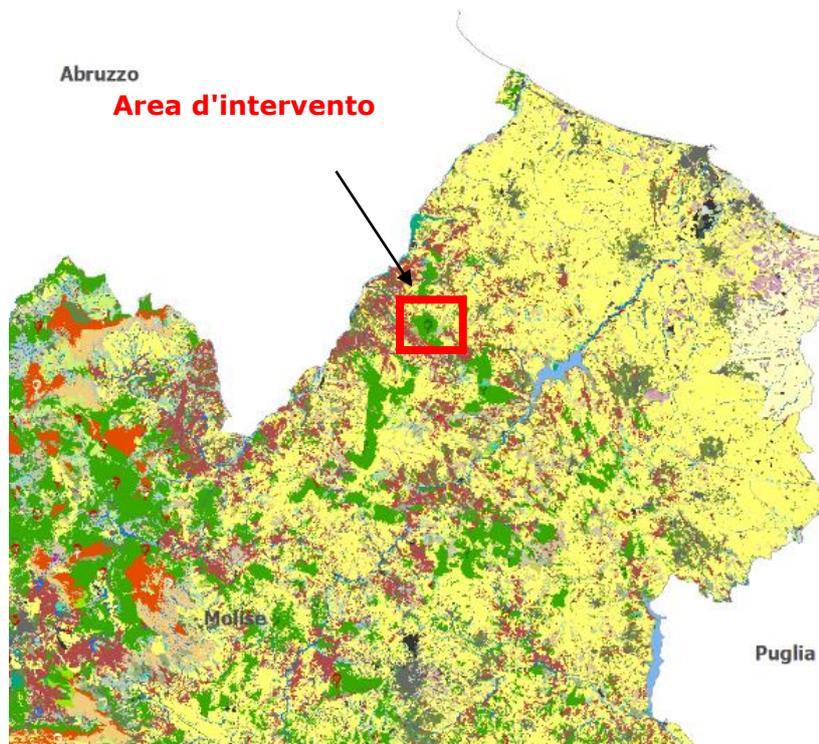
Le aree impegnate dalle opere sono costituite da terrazzamenti sub-pianeggianti e da aree con versanti a quote tra 210 e i 400 m.s.l.m. in direzione sud tali da avere un' esposizione ottimale e una conformazione morfologica ideale per il posizionamento delle strutture di tracker ad inseguimento est-ovest L'aspetto morfologico dell'area è caratterizzata da un andamento piuttosto dolce e regolare del versante con ondulazioni blande pressoché sub-pianeggiante su cui si sviluppa l'area in esame.

L' idrografia superficiale è dominata dai corsi d' acqua F. Trigno, Vallone Del Peticone, Vallone di san Clemente, Fosso Capo Della Serra, Fosso Della Porcareccia, Fosso Della Guardiola, T. Delle Torri, Fosso Acquanera, T. Sinarca Fosso Piscone Fosso Pisciarello e dai loro affluenti minori.

Il regime idraulico è stagionale e strettamente legato all' andamento delle precipitazioni. Dal punto di vista idrogeologico, la permeabilità è strettamente condizionata dalla situazione litostratigrafica. Possiamo pertanto definire diverse unità idrogeologiche. L' unità idrogeologica principale, l' acquifero poroso superficiale, è rappresentato dai depositi di copertura quaternaria in cui sono incise le ampie valli dei corsi d' acqua principali. Tale unità, che presenta uno spessore fino a circa 20 m, è costituita da una successione di terreni prevalentemente argillosi e limo argillosi poco permeabili con livelli sabbiosi a media permeabilità e pelitici impermeabili. In questa unità l' acqua si rinviene essenzialmente in condizioni di falda libera e coincide, nella parte alta, con la zona di preferenziale ricarica. L' unità impermeabile di base è rappresentata dalle argille grigio azzurre sottostanti. In virtù dell' inclinazione, che la formazione argillosa presenta, la direzione di scorrimento delle acque sotterranee dovrebbe evolversi, preferibilmente, verso NE. Il drenaggio superficiale, impostato lungo linee di massima pendenza contribuisce a regolare l' evoluzione dei versanti attraverso l' intenso ruscellamento superficiale durante i periodi piovosi. Infatti, la permeabilità del substrato, costituito da un' elevata frazione sottile, è molto bassa e conseguentemente lo è anche il coefficiente di infiltrazione potenziale che fa, di contro, aumentare la frazione percentuale delle acque meteoriche in ruscellamento. Durante i sondaggi non sono state intercettate falde superficiali ma, la presenza di strati a matrice limo-argilloso, potrebbe determinare accumuli di acque meteoriche di infiltrazione e conseguenti accumuli freatici sospesi.

6.5 USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI

Dalla carta dell'uso del suolo del territorio interessato dai bacini idrografici si evince che le aree sono utilizzate per la maggior parte per scopi agricoli (figura 8). In particolare i principali utilizzi sono rappresentati da insediamenti produttivi agricoli discontinui, seminativi semplici in aree non irrigue e uliveti.



Legenda

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 13-Foci fluviali 15.5-Ambienti salmastrini mediterranei con vegetazione alofita perenne erbacea 15.72-Cespuglieti alo-nitrofilii mediterranei 15.81-Steppe salate a Limonium 16.11-Spiagge sabbiose prive di vegetazione 16.12-Spiagge sabbiose con vegetazione annuale 16.21-Dune mobili 16.22-Dune stabili con vegetazione erbacea 16.27-Dune stabili a ginepri 16.28-Dune stabili con macchia a sclerofille 16.29-Dune alberate 16.3-Depressioni umide interdunali 17.1-Spiagge ghiaiose e ciottolose prive di vegetazione 21.1_m-Lagune e laghi salmastrini costieri 22.1_m-Laghi di acqua dolce con vegetazione scarsa o assente 22.2_m-Sponde e fondali di laghi periodicamente sommersi con vegetazione scarsa o assente 22.4-Laghi e stagni di acqua dolce con vegetazione 24.1_m-Corsi d'acqua con vegetazione scarsa o assente 24.221_m-Greti temperati 24.225_m-Greti mediterranei 24.4-Corsi d'acqua con vegetazione 24.53-Sponde, banchi e letti fluviali fangosi con vegetazione a carattere mediterraneo 31.43-Brughiere a ginepri prostrati 31.81-Cespuglieti temperati a latifoglie decidue dei suoli ricchi 31.944-Cespuglieti a ginestre collinari e montani italiani 31.863-Campi a Pteridium aquilinum 31.87-Aree recentemente disboscate da incendi, valanghe o eventi meteorici estremi 31.88_m-Ginepri collinari e montani 31.8A-Roveti 32.23-Steppe e garighe a Ampelodesmos mauritanicus 32.3_m-Macchia mediterranea 32.4_m-Garighe termo e mesomediterranee 32.6-Garighe supramediterranee 32.A-Ginestreti a Spartium Junceum 34.32-Praterie mesiche temperate e supramediterranee 34.5-Praterie aride mediterranee 34.6-Steppe di alte erbe mediterranee 34.74-Praterie aride temperate e submediterranee dell'Italia centrale e meridionale 34.8_m-Praterie subnitrofile 36.436-Praterie discontinue alpine calcifile dell'Appennino 37.1-Praterie umide pianiziali, collinari e montane a alte erbe 37.4_m-Praterie umide mediterranee ad alte erbe 37.8_m-Praterie umide alpine ad alte erbe 37.A_n-Praterie umide a canne 38.1-Praterie mesofite pascolate 38.2-Praterie da sfalcio pianiziali, collinari e montane 41.18-Faggete dell'Italia meridionale 41.4-Boschi misti di fore, scarpate e versanti umidi 41.731-Querceti temperati a roverella 41.732-Querceti mediterranei a roverella 41.741-Querceti temperati a cerro 41.7511-Querceti mediterranei a cerro | <ul style="list-style-type: none"> 41.7512-Querceti a cerro e farnetto 41.81-Boschi di Ostrya carpinifolia 41.88_m-Boschi a frassini, aceri e carpini 41.9-Boschi a Castanea sativa 41.D-Boschi a Populus tremula 41.F1-Boschi e boschaglie a Ulmus minor 41.L_n-Boschi e boschaglie di latifoglie alloctone o fuori dal loro areale 42.15-Abetine dell'Appennino meridionale 42.G_n-Boschi di conifere alloctone o fuori dal loro areale 44.11-Saliceti arbustivi ripariali temperati 44.12-Saliceti arbustivi ripariali mediterranei 44.13-Boschi ripariali temperati di salici 44.14-Boschi ripariali mediterranei di salici 44.61-Boschi ripariali a pioppi 44.63-Boschi ripariali a Fraxinus angustifolia 44.D1_n-Cespuglieti ripariali di specie alloctone invasive 44.D2_n-Boschi e boschaglie ripariali di specie alloctone invasive 45.31-Leccete termo e mesomediterranee 45.32-Leccete supramediterranee 4D_n-Boschi e boschaglie sinantropici 53.1-Canneti a Phragmites australis e altre eliofite 53.3-Cladieti 53.6-Canneti mediterranei 54.4-Torbiere basse acide 61.381-Ghialoni carbonatici della penisola italiana e delle isole tirreniche 61.81_n-Campi di massi a litologia carbonatica 62.11-Rupi carbonatiche mediterranee 62.14-Rupi carbonatiche dell'Italia peninsulare e insulare 62.28_m-Rupi silicatiche mediterranee 62.311_m-Affioramenti rocciosi carbonatici in lastre e cupoliformi 62.312_m-Affioramenti rocciosi silicatici in lastre e cupoliformi 67.1_n-Pendio in erosione accelerata con copertura vegetale rada o assente 67.2_n-Pendio terrigeno in frana e corpi di frana attiva 81-Prati antropici 82.1-Culture intensive 82.3-Culture estensive 83.11-Oliveti 83.15_m-Frutteti 83.21-Vigneti 83.31_m-Plantagioni di conifere 83.321-Coltivazioni di pioppo 83.325_m-Plantagioni di latifoglie 84-Orti e sistemi agricoli complessi 85-Parchi, giardini e aree verdi 86.1_m-Centri abitati e infrastrutture viarie e ferroviarie 86.31-Cave, sbancamenti e discariche 86.32-Siti produttivi, commerciali e grandi nodi infrastrutturali 86.41_m-Cave dismesse e depositi detritici di risulta 86.6-Siti archeologici e ruderi 87-Prati e cespuglieti ruderali periurbani 89.2-Canali e bacini artificiali di acque dolci |
|--|---|

Figura 8 - Carta uso del suolo

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 28 di 34
---	--	---------------------------------------	--

7 STUDIO IDROLOGICO

7.1 Generalità

Effettuato lo studio morfologico, la metodologia da utilizzare per le analisi idrologiche deve essere individuata in base alle peculiarità del bacino e del reticolo idrografico che lo drena.

L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena e dei relativi volumi che, per prefissati tempi di ritorno, interessano il bacino idrografico e, di conseguenza, il territorio e tutti gli elementi vulnerabili in esso presenti.

In congruenza con le finalità dello studio, volto a definire un assetto idraulico dei luoghi di interesse adeguato allo stato di fatto, si deve fare riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 200 anni, attraverso i quali si stabiliscono le condizioni di sicurezza idraulica.

Il D.P.C.M. 29.09.1998, in materia di difesa del suolo, stabilisce che "*Ove possibile è consigliabile che si traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, dalle elaborazioni eseguite dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, oppure dai rapporti tecnici del progetto Va. Pi. messo a disposizione dal G.N.D.C.I. - C.N.R.*".

Il progetto VAPI sulla valutazione delle piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, si prefigge l'obiettivo di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali. Scopo di tale rapporto è quello di fornire uno strumento ed una guida ai ricercatori ed ai tecnici operanti sul territorio, per comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e per effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino naturale con il minimo possibile di incertezza.

La metodologia propria del progetto Va.Pi. effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse.

Il presente studio idrologico è stato condotto rifacendosi alle procedure individuate dal Gruppo Nazionale Difesa della Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la "*Valutazione delle Piene in Puglia*" (a cura di Vito Antonio Copertino e Mauro Fiorentino, 1994), nel seguito, denominato "**VAPI Puglia**", che, nella sua stesura originaria, era concentrato al territorio a nord del fiume Ofanto e che, in fase successiva, è stato allargato all'intero territorio regionale nell'ambito degli studi per l'**Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale** (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica del Politecnico di Bari, 2001). La procedura adottata e i calcoli effettuati sono ampiamente descritti nei paragrafi successivi.

Per quanto concerne, invece, la valutazione dei deflussi naturali del corso d'acqua in esame si è fatto ricorso all'analisi comparata dei risultati derivati dall'applicazione di alcuni modelli di trasformazione afflussi-deflussi. In particolare si sono utilizzati i risultati rinvenuti dall'applicazione a scala regionale di due diversi approcci che si sono sinteticamente definiti con il nome di modello empirico e modello razionale e le cui peculiarità e limiti di applicabilità saranno dettagliatamente illustrati nel seguito.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 29 di 34
---	--	---------------------------------------	--

I valori derivati dall'applicazione delle due metodologie su descritte sono stati successivamente confrontati con i risultati ottenuti dall'applicazione di formule semplificate basate sulla stima, di carattere geomorfologico, dei tempi di concentrazione propri del bacino.

7.2 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica dell'area in oggetto è stata condotta utilizzando il metodo VAPI elaborato dal Gruppo Nazionale Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per l'**Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni**.

I valori dei tempi di ritorno (**TR**) utilizzati per la definizione delle curve di possibilità climatica e, di conseguenza, per la stima degli eventi di piena sono 5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni. Visto che non è presente un progetto VAPI Molise si è preso in considerazione per l'analisi idrologica il progetto VAPI Puglia che in parte interessa alcuni territori del Molise.

7.3 Analisi regionale delle piogge

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica, è noto come "*analisi regionale*".

Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico, che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica.

La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto, la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura.

Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri, noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson,1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace,1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese *Two Component Extreme Value*, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro. Ciò implica che, se in un punto eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, questo non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 30 di 34
---	--	---------------------------------------	--

In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie fasi della procedura di regionalizzazione del territorio pugliese settentrionale, territorio nel quale ricade il bacino oggetto di studio.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del compartimento di Bari del S.I.I., le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale con un'elevata densità territoriale.

Le osservazioni pluviometriche, utilizzate per la regionalizzazione, interessano il periodo dal 1940 al 2000 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere ed orarie. Le serie sono variabili da un minimo di 19 ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, tutte appartenenti alla Puglia centromeridionale.

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti, quella straordinaria e ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri θ^* e Λ^* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottoregioni omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. La procedura prevede che si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri θ^* e Λ^* . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 66 stazioni come appartenenti ad un'unica zona al primo livello. I risultati ottenuti dall'analisi del I° livello e II° livello di regionalizzazione sono stati ricavati con riferimento ad un'ipotesi di invarianza dei parametri θ^* e Λ^* .

L'analisi del primo livello suggerisce la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione.

Analogamente alla procedura operata al primo livello di regionalizzazione, la successiva verifica dell'ipotesi di un'unica zona omogenea è stata effettuata attraverso il confronto delle distribuzioni di frequenza

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 31 di 34
--	--	---------------------------------------	--

cumulata dei valori osservati del coefficiente di variazione CV e di quelli generati, ottenendo un ottimo risultato che convalida ulteriormente l'ipotesi di intera regione omogenea con un valore costante di Λ 1. Alla luce di tali risultati, è stato possibile assumere realistica l'ipotesi di un'unica zona omogenea al primo e al secondo livello di regionalizzazione.

Nel riquadro a seguire (tabella 7) si riportano i valori numerici dei parametri di interesse per lo studio.

	θ^*	Λ^*	Λ_1
Puglia settentrionale	2.3515	0.7721	44.629

Tabella 7– Parametri d'interesse.

La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata $X_{d,TR}$ viene espressa in funzione di una quantità K_{TR} , detta *fattore probabilistico di crescita*, funzione del periodo di ritorno T_R e indipendente dalla durata.

Tale fattore è, in generale, funzione del tempo di ritorno T_R ed è definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T_R})}$$

essendo $X_{d,TR}$ il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno. La curva di distribuzione di probabilità di tale rapporto ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della $X_{d,TR}$. Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno T_R ed il fattore di crescita K_{TR} , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata. Infatti, calcolando, nelle stazioni disponibili, le medie pesate dei coefficienti di asimmetria e dei coefficienti di variazione alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria.

L'indipendenza dalla durata di K_{TR} autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione. Sulla scorta dei valori regionali dei parametri θ^* , Λ^* e Λ_1 , è possibile calcolare la curva di crescita per la Puglia settentrionale, anche se tale fattore può essere calcolato in funzione di T_R attraverso la approssimazione asintotica della curva di crescita, che ha la seguente forma:

$$K_{TR} = a + b * \ln(T_R)$$

in cui i parametri a e b sono esprimibili in funzione dei valori regionali di θ^* , Λ^* e Λ_1 .

Per la Puglia settentrionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, quindi, la seguente:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 * \ln T_R$$

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 32 di 34
--	--	---------------------------------------	--

Per la Puglia centro-meridionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, invece, la seguente:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 * \ln T_R$$

anche se va rimarcato come l'utilizzo di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T < 50$ anni e superiori al 5% per $T < 100$ anni.

I valori di K_T utilizzati nel caso in esame sono riportati nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)	50	200	500	5	10	25	100
K(T) Zona 1-2-3-4	2,188	2,764	3,144	1,233	1,520	1,901	2,476
K(T) Zona 5-6	2,181	2,897	3,370	0,991	1,349	1,823	2,539

Tabella 8. Valori di K_T al variare della zona e del tempo di ritorno.

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_d) = ad^n$$

essendo **a** ed **n** due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di *curva di probabilità pluviometrica*. Per l'intera regione pugliese si hanno le seguenti zone omogenee di 3° livello:

- nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera $\mu(X_g)$ e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori $\mu(X_g)$ e le quote sul mare h (tabella 9):

ZONA 1-3	$\mu(h,t) = at^{(ch+D+\ln a - \ln a)/\ln 24}$
ZONA 2-4	$\mu(h,t) = at^n$

Tabella 9. Correlazione tra $\mu(X_g)$ e la durata di precipitazione

in cui C e D sono parametri che dipendono dall'area omogenea;

- nell'area centro-meridionale della Puglia, il VAPI fornisce l'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota sul livello medio mare per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese - Murgia Centrale e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale (figura 9).

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT.MTM.A03.1 00 24/10/2022 33 di 34
--	--	---------------------------------------	--

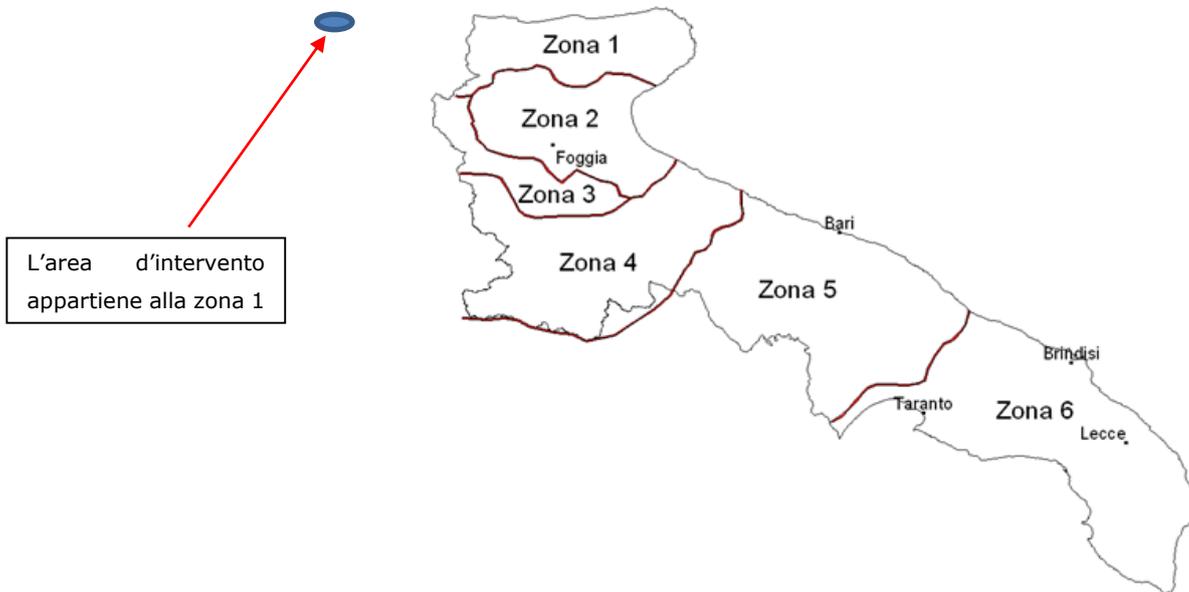


Figura 9 - Regione Puglia: zone omogenee al 3° livello.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

$$\mu(X_d) = a d^{(Ch+D+\ln \alpha - \ln a) / \ln 24}$$

in cui a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_d)$ relativi alle serie con $N \geq 10$ anni ricadenti in ciascuna zona omogenea e $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e quelle di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente α è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D rappresentano invece i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per le zone individuate, i valori dei parametri sono riportati nel riquadro a seguire.

Zona	α	a	C	D	N
1	0,89	28,66	0,000503	0,720	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	0,696	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	0,628	-
6	0,89	33,7	0,0022	0,666	-

Tabella 10. - Coefficienti del terzo livello di regionalizzazione

Quindi, per ottenere l'altezza di precipitazione della zona di interesse si deve moltiplicare il fattore di crescita (K_T) per la precipitazione media:

$$h = K_T \cdot \mu(X_d)$$

I bacini idrografici determinati ricadono all'interno della zona 1.

7.4 DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Le procedure di regionalizzazione descritte in precedenza hanno consentito, quindi, di determinare le curve di possibilità climatiche al variare del tempo di ritorno.

In particolare ricadono i bacini idrografici ricadono interamente nella Zona 1. Il rapporto VAPI assegna alla Zona 1 la seguente legge di variazione dei valori medi delle altezze di pioggia dei massimi annuali in funzione della durata dell'evento:

$$h = 28.66 t^{(Ch+D+ln\alpha - ln\alpha)/ln24}$$

Il metodo precedentemente spiegato porta all'individuazione delle seguenti curve di possibilità climatiche.

