



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI CASTELLUCCIO DEI SAURI (FG)



COMUNE DI DELICETO (FG)

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO NELLA LOCALITA' "CATENACCIO" DEL COMUNE DI CASTELLUCCIO DEI SAURI (FG) DELLA POTENZA DI PICCO IN DC PARI A 75.053,04 KWp e MASSIMA IN IMMISIONE IN AC PARI A 55.000 KW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE UBICATE NEL COMUNE DI DELICETO (FG)

**ELABORATO N.
A03.1**

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA DEL
PROGETTO DEFINITIVO - RELAZIONE IDROLOGICA

Scala
-

COMMITTENTE

CATENACCIO SOLAR PARK S.R.L.

VIA ATHENA, 29
84047 - CAPACCIO PAESTUM
P.IVA 06055400656

**FIRMA E TIMBRO
IL TECNICO**
Ing. Leonardo Pio Rosiello



**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	GIUGNO 2022	202100644	MMIT_CSDA_A.3.1	Ing. Leonardo Pio Rosiello	Ing. Giovanni Marsicano

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 1 di 37</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	8
2.1 Generalità	8
2.2 Ubicazione	8
2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto.....	13
3. IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO.....	14
4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA	15
4.1 Ambito territoriale della AdB	15
4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI	15
4.3 Compatibilità idraulica degli interventi	16
5. INTERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO SU CARTA IGM SCALA 1:25000	17
5.1 Impianto fotovoltaico e strade interne di cantiere	17
5.2 Linea elettrica cavo MT per il collegamento tra l'impianto fotovoltaico fino alla sottostazione di trasformazione	18
5.3 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT	19
6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	20
6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area	20
6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici	21
6.3 Geolitologia dei bacini idrografici	25
6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI	28
6.5 USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI	28
7 STUDIO IDROLOGICO	31
7.1 Generalità	31
7.2 ANALISI IDROLOGICA.....	32
7.3 Analisi regionale delle piogge in Puglia	32
7.4 DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	37

MMIT_CSDA_03.3 - ALLEGATO 1 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica

MMIT_CSDA_03.4 - ALLEGATO 2 - 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

MMIT_CSDA_03.5 - ALLEGATO 3 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici

MMIT_CSDA_03.6 - ALLEGATO 4 - Planimetria su CTR con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un $T_r=200$ anni ante operam e post operam

MMIT_CSDA_03.7 - ALLEGATO 5 - Particolari dei punti di attraversamento dei reticoli idrografici con modalità di attraversamento e foto

 <p>M.E. Free S.r.l.</p>	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 2 di 37</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

MMIT_CSDA_03.8 - ALLEGATO 6 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras cpn modellazione delle aree allagabili per ogni sezione di calcolo

MMIT_CSDA_03.9 - 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_CSDA_03.10 - ALLEGATO 8 - Modelli di calcolo HEC-RAS (Cd room)

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 3 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------------------

1. PREMESSA

Il progetto descritto nella presente relazione riguarda la realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di potenza complessiva in AC di 55.000 kW e in DC di 75.053,04 kWp, da installare nel Comune di Castelluccio dei Sauri (FG) e Deliceto in località "Catenaccio" situato a 1 km a sud del centro abitato di Castelluccio dei Sauri e a 7,3 km a Est dal centro abitato di Deliceto, avente opere di connessione ricadenti nello stesso Comune di Ascoli Satriano (FG) presso il futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150 kV della RTN. Proponente dell'iniziativa è la società **Catenaccio Solar Park Srl**. L'impianto fotovoltaico essenzialmente è costituito da 3 CAMPI collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato (detto "cavidotto interno"), di cui due sono ubicati nel Comune di Castelluccio dei Sauri nella località "Catenaccio" e il terzo in località Pascuccio nel Comune di Deliceto (FG) su terreni individuati al **NCT del Comune di Castelluccio dei Sauri al Foglio 18 p. 307, 158,73, 155,43, 40,306,463,249,299 e Foglio 15 p.214,215,47,49,219,34,51,53,108,104,174,46,33,63,64,110,126,156,157,158,205,231,127,111,285,176, 206 e al NCT del Comune di Deliceto al F.28 P. 166,211,575, 576,577,281,272,16,69,470,37,93,92,10**. 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. 5 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 al futuro ampliamento della sottostazione elettrica esistente (SE 380/150 kV di Deliceto) in località **LA MEZZANA**. La SE di Utenza sarà collegata al futuro ampliamento della SE 380/150 kV di DELICETO in antenna a 150 kV, come da preventivo di connessione emesso da Terna ed accettato dal proponente (**STMG cod. id. 202100644**). L'impianto agro fotovoltaico sarà realizzato su un'area complessiva di circa 139 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**. L'Italia intende **accelerare la transizione dai combustibili tradizionali alle fonti rinnovabili**, promuovendo il graduale **abbandono del carbone** per la generazione elettrica a favore di un mix elettrico basato su una quota crescente di **rinnovabili** e, per la parte residua, sul gas. L'Italia, punta a portare la **quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di**

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 4 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------------------

energia al 30%, alla riduzione del 43% dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007, alla riduzione del 33% dei gas serra. La **Phase out dal carbone** al 2025 e la promozione dell'ampio **ricorso a fonti energetiche rinnovabili**, a partire dal settore elettrico, dovrà fare sì che al 2030 si raggiungano i 16 Mtep da FER, pari a 187 TWh di energia elettrica. In ultimo il recente **Decreto Semplificazioni bis** convertito in legge con D.L. 31 maggio 2021, n. 77, come modificato dalla **Legge di Conversione del 29 luglio 2021, n. 108**, ha introdotto rilevanti novità in materia di energia, al fine espresso del **"raggiungimento degli obiettivi nazionali di efficienza energetica contenuti nel PNIEC e nel PNRR con particolare riguardo all'incremento del ricorso alle fonti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili"** prevedendo oltre che una maggiore incentivazione alla realizzazione di impianti di generazione da fonte rinnovabile anche una semplificazione degli iter autorizzativi degli stessi con la creazione di un organismo centrale speciale, composto da professionisti dedicati e incaricato di valutare tutti i progetti PNRR-PNIEC costituisce senz'altro un passo importante verso la razionalizzazione delle valutazioni ambientali e la riduzione delle incertezze legate all'esistenza di tanti centri decisionali a livello regionale. Sulla scia dei traguardi delineati dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (**"PNIEC"**), il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (**"PNRR"**) ha espressamente inserito la realizzazione di impianti agro-voltaici tra le iniziative da attuare nel contesto della transizione ecologica al fine di raggiungere la completa neutralità climatica e lo sviluppo ambientale sostenibile. Il riferimento è, in particolare, alla "missione M2C2, investimento 1.1." denominato "sviluppo agro-voltaico" e il cui obiettivo è installare a regime una capacità produttiva da impianti agro-voltaici di 2GW che produrrebbe circa 2,500 GWh annui, con riduzione delle emissioni di gas serra stimabile in circa 1,5 milioni di tonnellate di CO₂. La missione M2C2 (che, alla luce di quanto attualmente previsto dall'attuale versione dello schema di decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze recante l'assegnazione delle risorse finanziarie per l'attuazione degli interventi del PNRR, dovrebbe ammontare a **oltre 1 miliardo di euro**) si pone il fine di rendere più competitivo il settore agricolo, riducendo i costi di approvvigionamento energetico e migliorando al contempo le prestazioni climatico-ambientali. Grazie in particolare alla significativa crescita di **fotovoltaico** la cui produzione dovrebbe triplicare ed **eolico**, la cui produzione dovrebbe più che raddoppiare, al 2030 il settore elettrico arriverà a coprire il 55,0% dei consumi finali elettrici lordi con energia rinnovabile, contro il 34,1% del 2017. L'obiettivo finale del fotovoltaico è stato portato a 52GW nel 2030, con la tappa del 2025 di 28,5 GW: si prevede dunque che negli ultimi 5 anni vengano installati più di 23 GW dei 30 GW nelle diverse regioni d'Italia vocate per la produzione di energia da fonte rinnovabile, tra cui figura anche la Regione Puglia. In tale scenario l'impianto fotovoltaico di progetto con la sua produzione netta attesa di 128.282 MWh/anno di energia elettrica da fonte rinnovabile e con un abbattimento di emissioni in atmosfera di CO₂ ogni anno pari a 83.383 Ton CO₂/anno risponde pienamente agli obiettivi energetici e climatici del Paese.

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 e per il parallelismo con la linea AT per il collegamento dalla

	<p style="text-align: center;">Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 5 di 37</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

stazione elettrica di utenza a quella di Terna. Mentre per tutte le interferenze del reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale con il cavidotto MT, le stesse verranno superate 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 Puglia, 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" prescritte dalle NTA del PAI Puglia.

L'immagine a seguire (rif. Elab. MMIT_CSDA_A03 – 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 **lxx** i punti di interferenza.

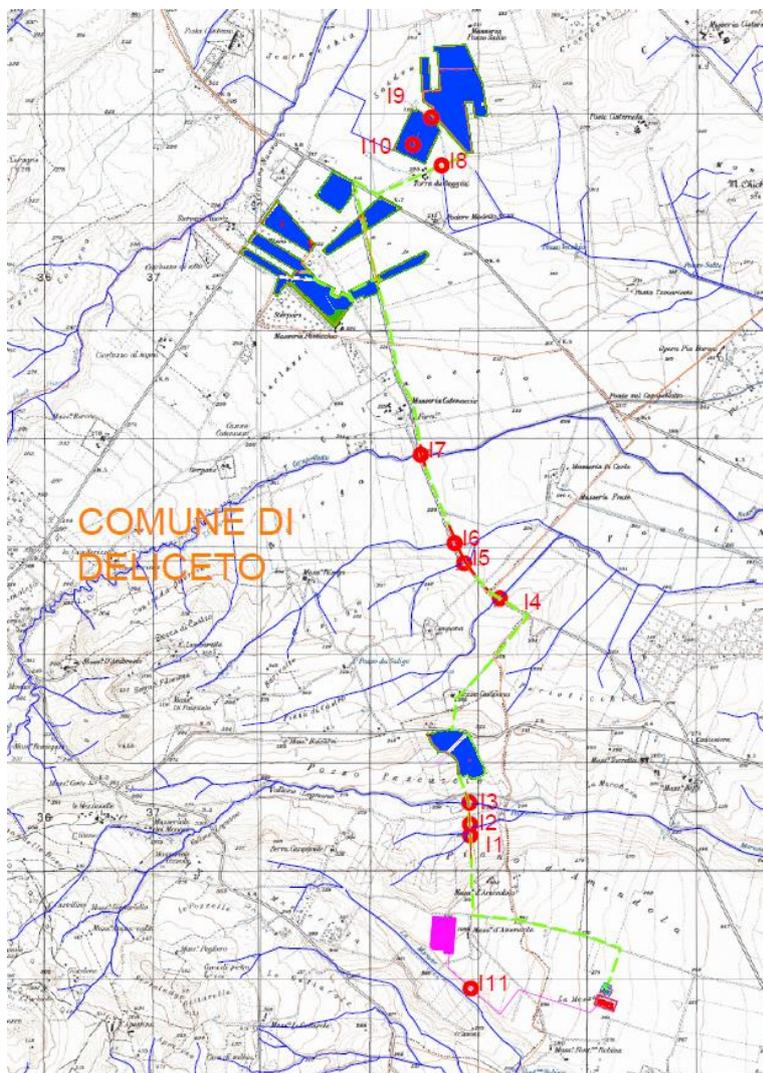
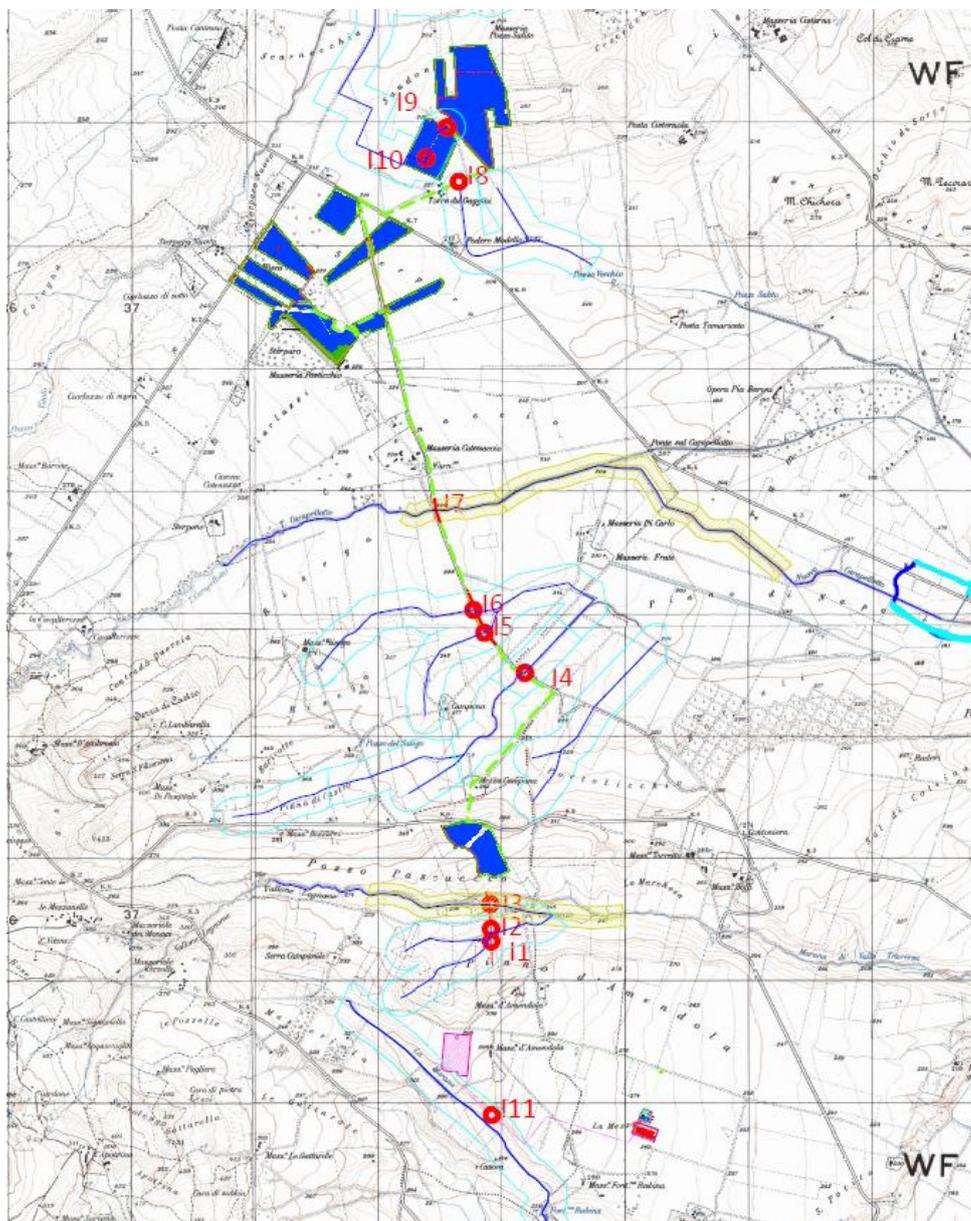


Figura 1 - Individuazione del layout di progetto su carta IGM 1:25000 e individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

La figura 2 (rif. Elab. MMIT_CSDA_A_04 – allegato 2) mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione delle aree a pericolosità idraulica bassa, media e alta perimetrate dal PAI Puglia.



-  Interferenza Reticolo idrografico
-  Reticolo idrografico carta idrogeomorfologica
-  Buffer 75 m alveo in modellamento attivo
-  Buffer 150 m fascia di pertinenza fluviale
-  Perimetrazione PAI Puglia MP
-  Perimetrazione PAI Puglia AP

Figura 2 - Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione della perimetrazione per PAI Puglia

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 8 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------------------

2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Generalità

Il progetto prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva in DC di 75.053,04 kWp a cui corrisponde una potenza di connessione in AC di 55.000 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 137.712 pannelli fotovoltaici monocristallino, per una potenza di picco complessiva di 75.053,04 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. 1904 inseguitori da 64 moduli in configurazione verticale, nr. 113 inseguitori da 48 moduli in configurazione verticale, nr. 229 inseguitori da 32 moduli in configurazione verticale e nr. 194 inseguitori da 16 moduli in configurazione verticale che saranno installati a una distanza di pitch uno dall'altro in direzione est-ovest di 10,596 metri. Il modello di modulo fotovoltaico previsto è "LR5-72 HBD 545 M bifacciale" della LONGI SOLAR da 545 Wp bifacciale in silicio monocristallino. L'impianto fotovoltaico interesserà complessivamente una superficie contrattualizzata di 139 Ha di cui soltanto circa 36,23 Ha saranno occupati dagli inseguitori, dalle cabine di trasformazione e consegna, dalle strade interne, dalla SE di utenza, mettendo così a disposizione ampi spazi per le compensazioni ambientali e di mitigazione degli impatti visivi dell'impianto fotovoltaico oltre che per la coltivazione. L'impianto agro fotovoltaico sarà realizzato in agro del Comune di CASTELLUCCIO DEI SAURI (FG) e DELICETO (FG) in località "CATENACCIO".

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 Castelluccio dei Sauri si inserisce nella parte Settentrionale della Puglia e quindi nell'area dei Monti Dauni Meridionali che costituiscono ovviamente parte del Subappennino Dauno. Esso è in provincia di Foggia a sud-ovest del capoluogo da cui dista circa 20 km. Quest'area della Capitanata, confina a sud-est con la provincia di Bari, a sud con la Basilicata, a sud-ovest con la provincia di Avellino e ad ovest con quella di Benevento. Orograficamente il suo territorio è caratterizzato da pieghe molto blande che si identificano in valli boschive fortemente incise che ospitano il letto di numerosi corsi d'acqua che scorrono verso il Mar Adriatico. Esso è sito tra 110 e 287 m s.l.m con il suo centro urbano collocato all'apice del suo promontorio più importante (284 m s.l.m) e si estende per 51,32 kmq, il contesto geomorfologico è in

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 9 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------------------

continua evoluzione a causa dei i terreni affioranti, della sismicità dell'area, dell'inadeguata copertura arborea. Il reticolo idrografico presente ha un regime torrentizio variabile che interseca da ovest ad est il territorio della Comunità, delineandone parte dei confini, come il torrente Cervaro: lungo più di 90 km , scorre in direzione Nord Ovest – Sud Est quasi a limite del confine comunale assumendo nella media e nella bassa valle andamento a meandri. Tale torrente insieme al bosco dell'Incoronata, l'ultimo presente sul Tavoliere, conferisce all'area un elevato valore naturalistico grazie agli ecosistemi che essi stessi producono. La struttura geo-morfologica del Subappennino Dauno, che si sviluppa al confine campano-lucano, costituisce l'area tettonicamente più attiva della regione. Infatti, si riscontra la presenza di piccole e grandi frane che trovano condizioni predisponenti nella natura dei terreni affioranti, nella sismicità dell'area, nell'acclività dei luoghi, nella mancanza di un'adeguata copertura arborea e nel clima più inclemente rispetto alle altre aree della regione. Il Comune di Deliceto si trova nel [Subappennino Dauno](#) meridionale (territorio a mezza costa tra il [Tavoliere delle Puglie](#) e l'[Appennino campano](#)), a [575 m s.l.m.](#) e a circa 40 km da [Foggia](#). Il territorio montuoso di Deliceto, comprendente le alture di San Quirico (728 metri s.l.m.), Celezza (757 metri s.l.m.), Salecchia (930 metri s.l.m.) e Macchione (846 metri s.l.m.), è disposto a ferro di cavallo e declina verso nord-est portando le [fiumare](#) (compresi il Gavittello e il Fontana che attraversano l'abitato) a scorrere in quella direzione. Più in generale il territorio si estende a grandi linee lungo il bacino idrogeografico della fiumara [Carapellotto](#) ed è caratterizzato da ricchi boschi di [querce](#), da [macchia mediterranea](#), da oliveti e vigneti. Le creste boschive circostanti il comune di Deliceto sono area di rifugio e riproduzione di animali selvatici, di sosta per gli uccelli migratori e ideale terreno di caccia per i predatori. La parte relativamente pianeggiante del territorio di Deliceto (che si estende verso la [Capitanata](#)) è per la maggior parte coltivata a [grano duro](#) e [frumento](#). A causa delle caratteristiche geologiche, morfologiche e climatiche, la provincia di Foggia e, quindi la Puglia nel complesso, risulta soggetta ad una serie di problematiche, prima fra tutte la carenza d'acqua, (e di converso la dipendenza dalle regioni limitrofe Basilicata e Campania), e conseguentemente il sovrasfruttamento della falda idrica sotterranea, che determina una contaminazione salina dell'acquifero carsico profondo e, quindi, la salinizzazione dei suoli; accanto ai suddetti dissesti del suolo non vanno tralasciati quelli del sottosuolo, legati a subsidenza, per effetto dell'eccessivo emungimento di acqua dalla falda sotterranea, o a crolli, per la presenza di vuoti carsici. In prevalenza il territorio, ove non siamo a cavallo dei Monti Dauni, è predominato da coltivazioni di foraggi, per cui si possono ammirare enormi appezzamenti di terra ricchi di vegetazione ma privi di alberature.

Il sito di interesse progettuale è costituito essenzialmente da 2 macro aree in cui sono localizzati i tre campi agrovoltai di progetto. La prima macro area in cui sono ubicati il campo 1 e 2 ricade nel Comune di Castelluccio dei Sauri nella località Catenaccio che confina a nord con il torrente Cervaro e il centro abitato di Castelluccio dei Sauri, a est è delimitato dal complesso collinare-montuoso di Posta Cisternola e Monte Pecoraro, a sud con il Torrente Carapellotto e a est con il complesso collinare-montuoso daunico dei colli Carsogni con il Monte Livagni . Tale sito dista 1,2 km a sud del centro abitato del Comune di Castelluccio

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 10 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

dei Sauri, 9,2 km a nord est del centro abitato del Comune di Bovino, 8 km a nord est del centro abitato del Comune di Deliceto e 9,9 km a nord ovest del centro abitato del Comune di Ascoli Satriano. La seconda macro area in cui è localizzato il Campo 3 ricadente nel Comune di Deliceto nella località Pozzo Pascuccio è posta sul versante sud della Serra di Castro che si estende in direzione ovest-est dal Centro abitato del Comune di Deliceto fino alla valle del Torrente Carapelle. Essa è delimitata a ovest e nord dal Torrente Carapellotto, a Est dal torrente Carapelle, a sud dalla Marana di Valle Traversa e Vallone Legnano . Tale sito dista 7,12 km a est del centro abitato di Deliceto, 7,57 km a sud del Centro abitato di Castelluccio dei Sauri e 7,1 km dal centro abitato di Ascoli Satriano.

In sintesi l'ubicazione dei campi agri voltaici costituenti il progetto in esame è così ripartita :

Campi agri voltaici ricadenti nel Comune di Castelluccio dei Sauri :

Campo 1 – Occupazione area in HA = 68,61

Campo 2 - Occupazione area in HA = 57,72

Campi agri voltaici ricadenti nel Comune di Deliceto :

Campo 3 - Occupazione area in HA = 17,12

Infine l'area di ubicazione della SE di Utenza 30/150 kV e del futuro ampliamento della SE RTN "Deliceto" 380/150 kV ricade a Sud-Ovest della "Capitanata" (distretto storico- geografico dell'Italia Meridionale corrispondente all'attuale territorio della Provincia di Foggia), è posta in prossimità dell'incrocio tra la Strada Regionale n.1 e la Strada Comunale Deliceto – Ascoli nella località la Mezzana a circa 5,7 km a ovest del centro abitato del Comune di Ascoli Satriano e 8,3 km a est del centro abitato di Deliceto. Si tratta di un'area con una morfologia prevalentemente pianeggiante caratteristica dell'area del Tavoliere delimitata a nord dalla Marana di Valle Traversa, a est dal Torrente Carapelle, a sud dal Fosso Viticone e ad Ovest dal fosso La Marana. L' area totale di occupazione della SE di Utenza e dell'ampliamento della futura stazione satellite 150 kV della SE RTN 380/150 kV di Deliceto (Fg) è di circa 2 HA.

L'intero intervento ricade nei fogli 1:25.000 delle cartografie dell'Istituto Geografico Militare (IGM Vecchia Ed.) n.175 IV-NO e IV-SO –"Castelluccio dei Sauri", nei fogli 1: 50.000 – 421 "Ascoli Satriano" e nei fogli 1:100.000 - 175 "Cerignola" .

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

Comune	Campo	Fogli o	Particelle	Ha Tot. Partic elle	Ha	Ha	Coordinat a E (UTM WGS84)	Coordinat a N (UTM WGS84)
					interessati dal progetto fotovoltaico	occupati dalle struttur e		
Castelluc cio dei Sauri (FG)	1	18	F.18 P.307-158- 73-155-43-40- 306-463-249- 108--272-16-69- 470-37-93-92- 10-299	75,58	68,61	15,49	538428	4569270
Castelluc cio dei Sauri (FG)	2	15 - 18	P.15 P. 214-215- 47-49-219-34- 51-53-104-174- 46-33-63-64- 110-126-156- 157-158-205- 231-127-111- 285-176-206- F.18 P.108	51,88	52,72	16,83	539675	4570915
Deliceto (FG)	3	28	F.28 p. 575-166- 211-577-576-	24,65	17,12	3,91	539847	4564874
Ascoli Satriano (FG)	Substat ion	57	86	30	0,79		541157	4562734
				179,1 2				

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 12 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

					139,24	36,23		
--	--	--	--	--	---------------	--------------	--	--

Le aree impegnate dalle opere sono costituite da terreni in parte pianeggianti e in parte collinari con pendenze molte basse rivolti verso sud -sud ovest con elevazione s.l.m. variabili da 225 m. ai 298 m. per ciascun campo fotovoltaico 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 da strade comunali e interpoderali sterrate che dai campi fotovoltaici portano sino sulla SP 104 e SP 106. 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 Deliceto (anche detta SE 380/150 kV di Deliceto nel prosieguo) come previsto nel preventivo di connessione rilasciato da Terna Spa e regolarmente accettato – STMG cod. id. 202100644. L'impianto fotovoltaico sarà collegato tramite un cavidotto interrato di circa 8,5 km totali in media tensione che a partire dal campo 2 più lontano al punto di connessione conetterà tutti i campi fotovoltaici fino alla SE 30/150 kV ubicata al F. 57 p. 86 del Comune di Ascoli Satriano in adiacenza al futuro ampliamento della SE RTN 380/150 KV di Deliceto ubicata nella medesima particella catastale. L'accesso alla nuova stazione satellite a 150 kV di Terna quale ampliamento della esistente SE RTN 380/150 kV di Deliceto avverrà dalla SP 104 in località "La Mezzana". L'intero impianto agro voltaico occupa un'area contenuta e ricadente per quanto riguarda i campi fotovoltaici nel Comune di Castelluccio dei Sauri e Deliceto , mentre per le opere di rete queste saranno realizzate nel Comune di Ascoli Satriano e Deliceto (FG) . Il cavidotto interrato di collegamento dell'impianto alla SE di Utenza è costituito da 5 terne di cavi da 630 mmq in un unico scavo che percorrono a partire dai CAMPI 1 e 2 e 3 i seguenti tratti stradali: SP 104, SP 106 – strada interpodereale in località "Saudone" . Inoltre il cavidotto MT di collegamento tra i campi fotovoltaici e la SE di Utenza 30/150 kV attraverserà le seguenti particelle catastali :

Comune di Castelluccio dei Sauri :

F. 15 p. 129-168-112 (strada Interpodereale in località Saudone)

F.18 p. 102-94-110-45-129-135-131-106 (strada Interpodereale in località Saudone)

Comune di Deliceto :

F. 4 p. 214-213-57-58B

F.28 p. 575-166-576-578-14-635

F.42 p. 167

Comune di Ascoli Satriano :

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 13 di 37</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

F. 57 p. 32-22-23-26-29-27-30-31 (Strada Comunale Ascoli Satriano-Deliceto)

F. 57 p. 17-86

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 a loro volta suddivisi in un totale di 18 sottocampi

N° 17 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

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 14 di 37</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,.

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 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.

Gli articoli 6 e 10 delle N.T.A. del PAI, si riferiscono, rispettivamente, ad "Alvei fluviali in modellamento attivo ed aree golenali" ed a "Fasce di pertinenza fluviale", elementi associati al reticolo idrografico.

L'allegato 2 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 Puglia, ortofoto) e del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Puglia a maglia 8x8 m;
- 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 Puglia 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.

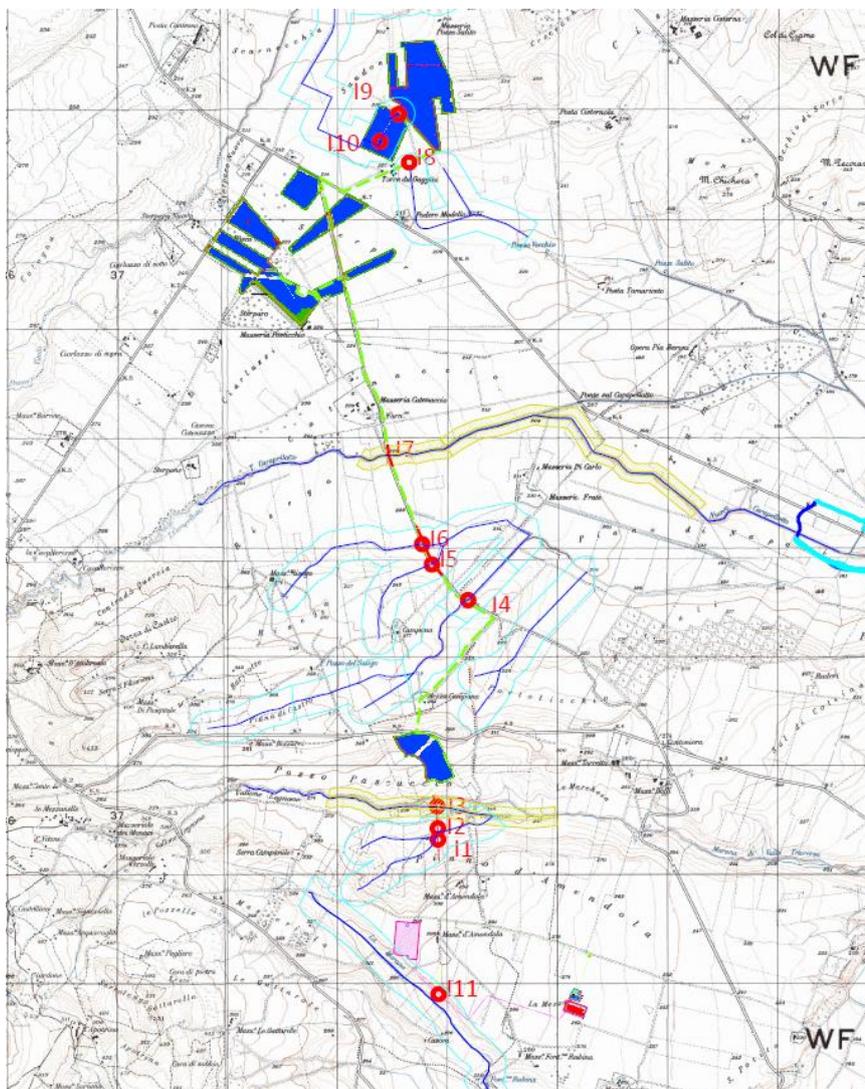
4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA

4.1 Ambito territoriale della AdB

L'intervento progettato ricade nei comuni Castelluccio dei Sauri e Deliceto (FG); inserito nell'elenco dei comuni di competenza della AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia e inquadrati nell'ambito del PAI Puglia.

4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI

Dalla perimetrazione del PAI Puglia e come rilevabile dagli allegati grafici si evince che l'area dove sarà ubicato l'impianto fotovoltaico e la stazione di trasformazione non interessano aree perimetrate a pericolosità idraulica.



	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 16 di 37</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

	Interferenza Reticolo idrografico
	Reticolo idrografico carta idrogeomorfologica
	Buffer 75 m alveo in modellamento attivo
	Buffer 150 m fascia di pertinenza fluviale
	Perimetrazione PAI Puglia MP
	Perimetrazione PAI Puglia AP

Figura 3 - Inquadramento dell'area di intervento con le aree a pericolosità individuate dal PAI Puglia

4.3 Compatibilità idraulica degli interventi

Ai sensi delle NTA del PAI Puglia 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: *"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.

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 17 di 37
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

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 sito di installazione è ubicato nel Comune di Castelluccio dei Sauri e Deliceto (FG) nella Provincia di Foggia. Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in n° 3 campi che presentano le seguenti caratteristiche tecniche:

Campo	Potenza DNC LIMIT- kW	Potenza DC kW	Potenza AC Limit-KVA	DC/AC	Nr. Stringhe	Nr. inverter	Potenza in kVA singolo inverter
1	32.377,36	32.377,36	23.747	1.36	3713	7	Nr. 6 da 3.437+ Nr. 1 da 3.125 kVA
2	34.531,20	34.531,20	24.976,60	1.38	3960	8	Nr.8 da 3.125 kVa
3	8.144,48	8.144,48	6.276,4	1,30	934	2	Nr.1 da 3.125 + Nr. 1 da 3437 kVa
TOTALE	75.489.04	75.489,04	55.000		8657	17	

L'allegato 3 (MMIT_CSDA_A_04– allegato 2), 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 interessano fa fascia di pertinenza fluviale di un retico idrografico privo di denominazione.

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I9_I10	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Impianto fotovoltaico, strade e cabien di campo	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 18 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

5.2 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 10.

Dall'allegato 2 (rif. Elab. MMIT_CSDA_A_04) 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 MT in corrispondenza dei reticoli idrografici rinvenuti dalla cartografia IGM e dalla carta idrogeomorfologica, si utilizzerà la tecnica della trivellazione orizzontale controllata TOC, con inizio e fine esternamente alla fascia di pertinenza fluviale e all'alveo in modellamento attivo come definiti dall'artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.

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
I1	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale
I2	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale
I3	Vallone Legnano rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Vallone Legnano	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale
I4	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale
I5	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale
I6	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 19 di 37
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I7	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale
I8	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale

5.3 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 mentre il cavidotto AT interessa le fasce di pertinenza fluviale senza intersecare il reticolo idrografico. Dall'allegato 2 (rif. elab. MMIT_CSDA_A_04) si evince che la stazione di trasformazione non interessa il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale.

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I11	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT	fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale

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 nei bacini del Torrente Cervaro e del Torrente Carapelle (figura 4)

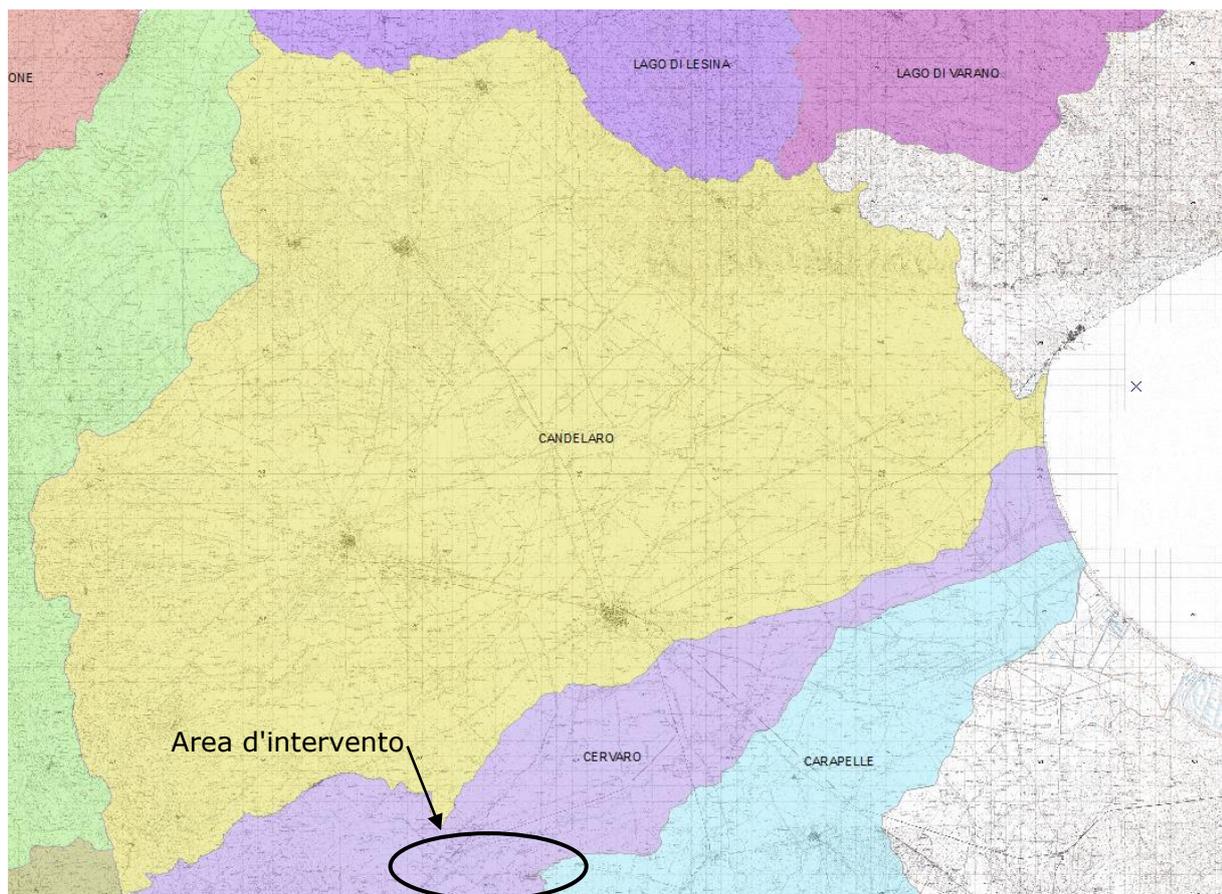


Figura 4 - Individuazione dell'area d'impianto con individuazione del bacino del Torrenten Candelaro

La valle del **Cervaro**, è situata tra l'Appennino Campano e il Subappennino Dauno, a cavallo fra le province di Avellino e Foggia. La valle deve il suo nome all'omonimo fiume, il quale nasce dalle pendici del monte Monte Grossateglia (987 m s.l.m.) nel territorio di Monteleone di Puglia per poi sfociare, dopo aver attraversato dapprima la stessa valle e quindi il Tavoliere delle Puglie, nel Golfo di Manfredonia. La valle del Cervaro è percorsa dalla strada statale 90 delle Puglie (tra la sella di Ariano e il passo di Segezia) e dalla ferrovia Roma-Bari (tra la stazione di valico di Pianerottolo d'Ariano e il posto di movimento Cervaro). La parte alta della valle scorre, con direzione sudest-nordovest, stranamente vicina e parallela alla linea spartiacque, marcando a tratti il confine tra Puglia e Campania. Quest'area, oltre a Monteleone di Puglia, interessa anche i territori comunali di Zungoli e Ariano Irpino e si caratterizza per le colture cerealicole e i pascoli che solo lungo i pendii più ripidi lasciano il campo a boschi e incolti. Nell'alta valle del Cervaro re

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 21 di 37</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

Ruggero II d'Altavilla tenne nel 1140 e poi ancora nel 1142 le Assise di Ariano (la prima sul pianoro di Camporeale, la seconda sull'altipiano della Ferrara nel territorio di Savignano Irpino).

Il **Torrente Carapelle**, nasce in Irpinia alle falde del Monte La Forma (m 864) col nome di torrente Calaggio. Scorre per circa 98km prima di sfociare nel golfo di Manfredonia in località Torre Rivoli, presso Zapponeta(FG).

I principali affluenti del Carapelle sono i valloni Isca e di San Pietro, rispettivamente nelle zone di Bisaccia e Scampitella(AV), e i torrenti Carapellotto e Frugno, che affluiscono in Puglia provenienti da Sant'Agata e Deliceto (FG). Il suo basso corso è interessato come area protetta all'interno della Riserva Statale delle Saline di Margherita di Savoia.

L'assetto idraulico del Torrente Cervaro e del Torrente Carapelle e dei reticolo a questi afferente non è stato completamente definito, a meno delle aree su cui vigono le perimetrazioni del PAI a vario grado di pericolosità idraulica, stabilite in parte in base a criteri storici, in parte sulla scorta di studi di dettaglio.

La zona in cui si prevede la realizzazione del parco rientra è stata pertanto interessata da interventi di bonifica che tramite l'apertura di canali colatori e di drenaggio superficiale, hanno consentito lo scolo naturale nei recettori di valle, in ordine sempre crescente fino al recapito finale rappresentato dai torrenti.

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.

L'idrografia superficiale è costituita da impluvi superficiale e valloni che drenano verso il Torrente Cervaro e il Torrente Carapelle che si sviluppano che costituiscono i corsi d'acqua principali interessate dalle opere in progetto.

Dal punto di vista geomorfologico generale l'area si trova nella fascia, di medio-bassa collina, di raccordo tra i rilievi appenninici e la vasta pianura del Tavoliere tra i rilievi collinari a NE di Ascoli Satriano e Deliceto, sulle pendici dei Monti della Daunia, ai margini orientali dell'Appennino meridionale.

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.

In dettaglio la zona in oggetto è contraddistinta dalla presenza di una serie di dorsali, allungate in direzione all'incirca SSO-NNE interessate dall'azione erosiva di alcuni corsi d'acqua, facenti parte del bacino idrografico del T. Carapelle e del Torrente Cervaro.

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 6 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)

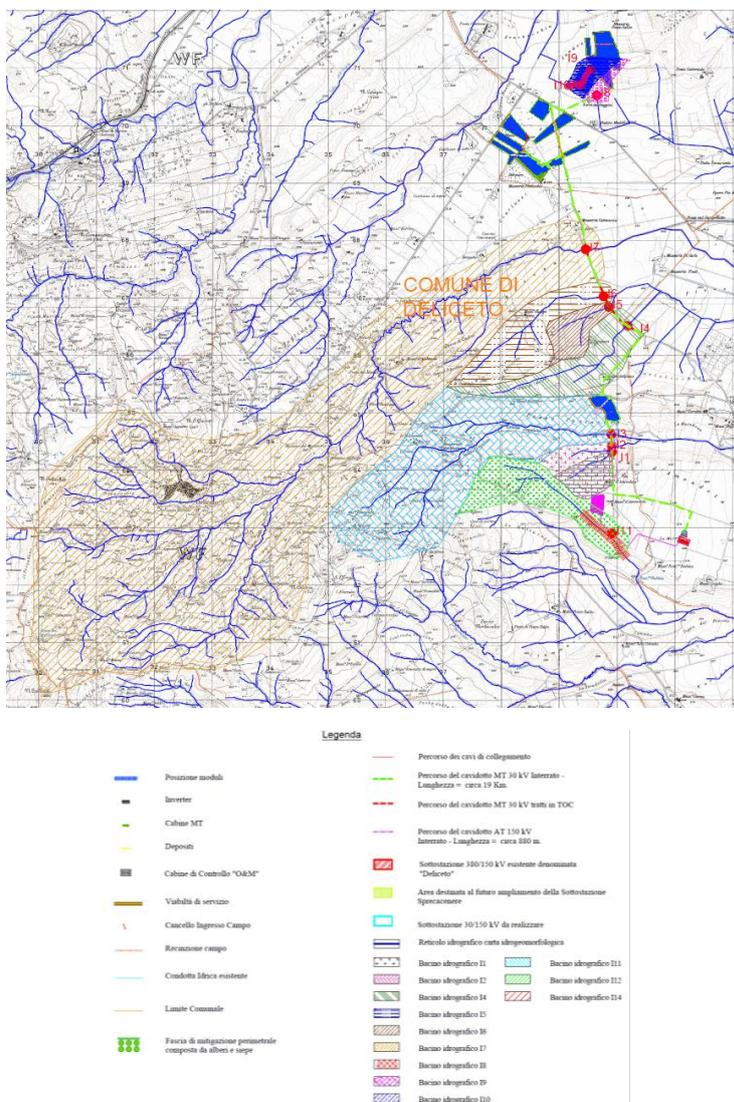


Figura 5 - Inquadramento dei bacini idrografici sottesi ai punti di interferenza su carta IGM 1:25000

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 23 di 37
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

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 I1		
Superficie	0.51	Kmq
Quota max	320.00	m
Quota sez. chiusura	262.00	m
Quota media	291.00	m
Lunghezza asta principale	1280.00	m
Dislivello	58.00	m
Pendenza media	0.05	%

Tabella 1 – Parametri geomorfologici del bacino I1

Bacino Idrografico I2		
Superficie	0.91	Kmq
Quota max	320.00	m
Quota sez. chiusura	253.00	m
Quota media	286.50	m
Lunghezza asta principale	1298.00	m
Dislivello	67.00	m
Pendenza media	0.05	%

Tabella 2 – Parametri geomorfologici del bacino I2.

Bacino Idrografico I3		
Superficie	6.79	Kmq
Quota max	695.00	m
Quota sez. chiusura	253.00	m
Quota media	474.00	m
Lunghezza asta principale	5590.00	m
Dislivello	442.00	m
Pendenza media	0.08	%

Tabella 3 – Parametri geomorfologici del bacino I3.

Bacino Idrografico I4		
Superficie	1.78	Kmq
Quota max	415.00	m
Quota sez. chiusura	223.00	m
Quota media	319.00	m
Lunghezza asta principale	3453.00	m
Dislivello	192.00	m
Pendenza media	0.06	%

Tabella 4 – Parametri geomorfologici del bacino I4.

Bacino Idrografico I5		
Superficie	0.64	Kmq
Quota max	353.00	m
Quota sez. chiusura	228.00	m
Quota media	290.50	m
Lunghezza asta principale	1310.00	m
Dislivello	125.00	m
Pendenza media	0.10	%

Tabella 5 – Parametri geomorfologici del bacino I5

Bacino Idrografico I6		
Superficie	1.94	Kmq
Quota max	405.00	m
Quota sez. chiusura	224.00	m
Quota media	314.50	m
Lunghezza asta principale	3178.00	m
Dislivello	181.00	m
Pendenza media	0.06	%

Tabella 6 – Parametri geomorfologici del bacino I6.

Bacino Idrografico I7		
Superficie	28.27	Kmq
Quota max	1030.00	m
Quota sez. chiusura	225.00	m
Quota media	627.50	m
Lunghezza asta principale	12353.00	m
Dislivello	805.00	m
Pendenza media	0.07	%

Tabella 7 – Parametri geomorfologici del bacino I7.

Bacino Idrografico I8		
Superficie	0.28	Kmq
Quota max	284.00	m
Quota sez. chiusura	211.00	m
Quota media	247.50	m
Lunghezza asta principale	904.00	m
Dislivello	73.00	m
Pendenza media	0.08	%

Tabella 8 – Parametri geomorfologici del bacino I8.

Bacino Idrografico I9_ I10		
Superficie	0.35	Kmq
Quota max	283.00	m
Quota sez. chiusura	210.00	m
Quota media	246.50	m
Lunghezza asta principale	1010.00	m
Dislivello	73.00	m
Pendenza media	0.07	%

Tabella 9 – Parametri geomorfologici del bacino I9_I10.

Bacino Idrografico I11		
Superficie	1.83	Kmq
Quota max	455.00	m
Quota sez. chiusura	267.00	m
Quota media	361.00	m
Lunghezza asta principale	3131.00	m
Dislivello	188.00	m
Pendenza media	0.06	%

Tabella 10 – Parametri geomorfologici del bacino I11.

6.3 Geolitologia dei bacini idrografici

Il territorio dell'area oggetto di studio si localizza nel settore occidentale del Tavoliere delle Puglie, non lontano dai primi rilievi collinari dell'Appennino Dauno. Esso presenta un paesaggio morbido ed ondulato, con rilievi a sommità piatta, dati da depositi terrazzati marini dolcemente digradanti ad oriente, e che raggiungono quote massime non superiori ai 298 metri (*Mass. D'Amendola* m. 298, nel territorio di Deliceto; *Croceccchia* e *Posta Cisternola* max. m 287, nel territorio di Castelluccio dei Sauri, *Mezzana Grande* m. 170 nel territorio di Ascoli), collegati da deboli pendii ad ampie vallate alluvionali tra loro interposte.

Dal punto di vista geostrutturale questo settore appartiene al dominio di Avanfossa adriatica, nel tratto che risulta compreso tra i Monti della Daunia, il promontorio del Gargano e l'altopiano delle Murge. L'Avanfossa, bacino adiacente ed in parte sottoposto al fronte esterno della Catena appenninica, si è formata a partire dal Pliocene inferiore per progressivo colmamento di una depressione tettonica allungata NW-SE, da parte di

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 26 di 37</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

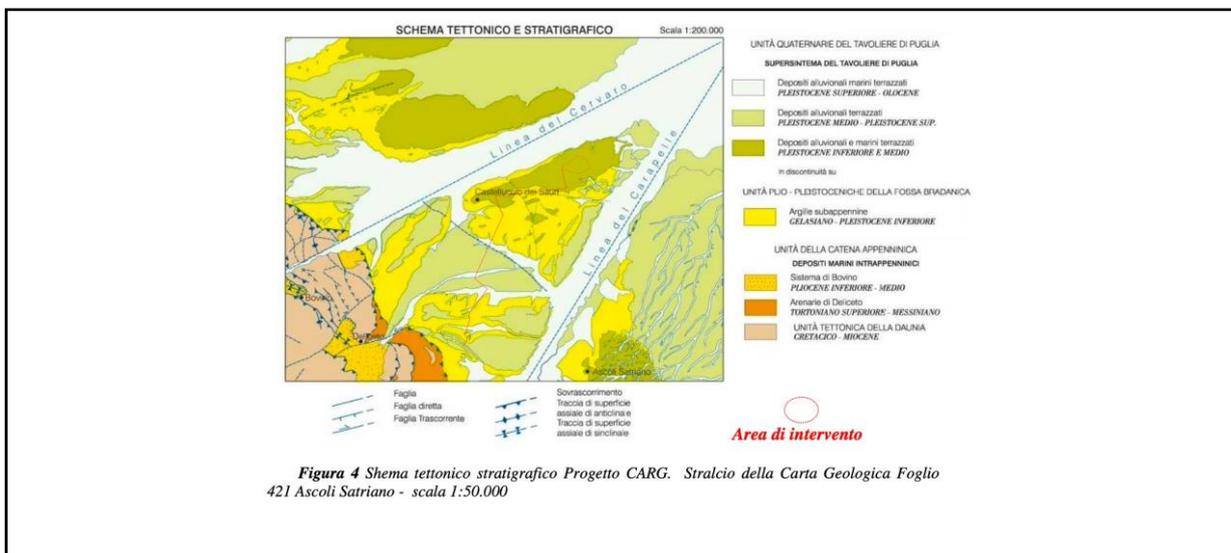
sedimenti clastici; questo processo, sia pure con evidenze diacroniche, si è concluso alla fine del Pleistocene con l'emersione dell'intera area.

Il basamento del Tavoliere come pure dell'intera regione pugliese è costituito da una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie su cui poggiano le coperture plio-pleistoceniche ed oloceniche costituite in particolare da:

- depositi argillosi con livelli di argille sabbiose, con una potenza variabile e decrescente dal margine appenninico verso il Mare Adriatico compresa tra 200 e 1000 metri;
- sedimenti sabbioso-ghiaiosi in lenti con uno spessore che varia da pochi metri a qualche decina di metri;
- depositi terrazzati costituiti da brecce cementate ad elementi calcarei;
- sabbie con faune litorali e dune individuate lungo l'arco del Golfo di Manfredonia.

Più nello specifico, e per quanto riguarda l'area in esame, le diverse litofacies affioranti sono attribuibili alle unità quaternarie del Tavoliere di Puglia che giacciono in discontinuità stratigrafica sull'unità plio-pleistocenica della Fossa Bradanica.

*Geologica d'Italia Foglio 175 "Cerignola" indicate con la sigla **PQa***) su cui poggiano, più o meno in continuità stratigrafica e con contatto regressivo, i Conglomerati e ghiaie sabbioso- limose, del Pleistocene inferiore (**Qc1**), e quindi i depositi alluvionali terrazzati recenti, poco superiori all'attuale alveo dei fiumi, ascrivibili all'Olocene (**Qt3**).



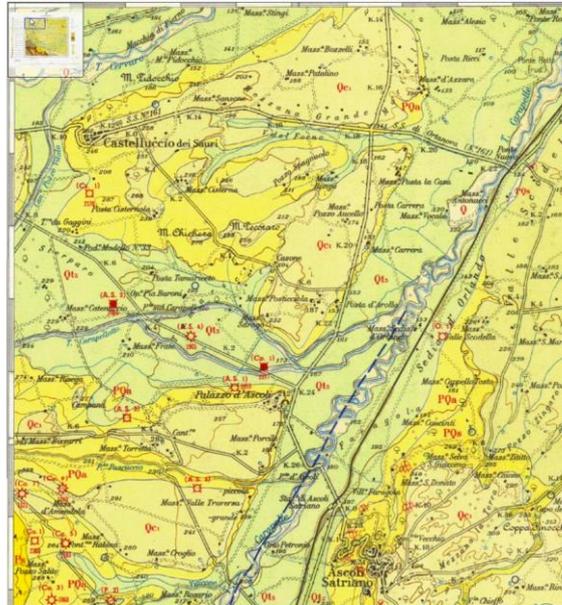


Figura 5
Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio N° 175 "Cerignola" non in scala
Qf₃ - Alluvioni fluviali terrazzate (Olocene);
Qc₁ - Conglomerati e ghiaie sabbioso-limosi (Pleistocene inferiore);
PQ₂ - Argillessubappennine (Plio-Pleistocene);

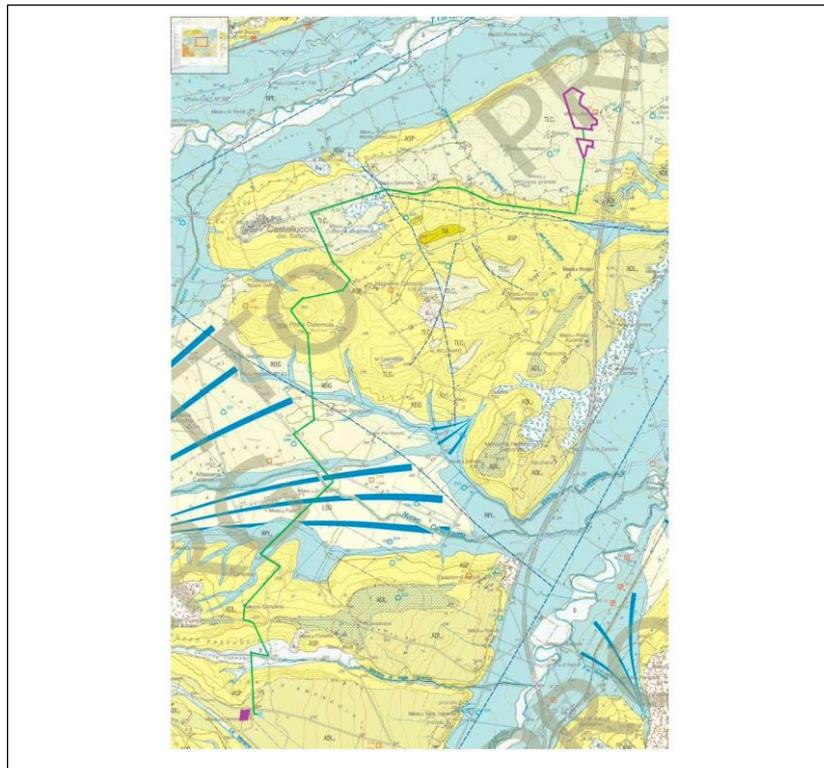


Figura 6 Stralcio della carta geologica d'Italia 1:50.000 "ASCOLI SATRIANO" N 421

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 28 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI

La zona è incisa dal T. Carapellotto e dal Vallone Legnano, e dai canali Fosso Valle dell'Angelo e Fosso Pozzo Vitolo, corsi d'acqua facenti parte del bacino idrografico del T. Carapelle e da una serie di tributari minori (fossi e canali), dal profilo a forma di "V" ampia, dai fianchi alti e poco inclinati, solitamente attivi soprattutto nella stagione invernale.

L'idrografia superficiale è dominata dai due corsi d'acqua principali T. Cervaro e il T. Carapelle, e da una serie di canali, marane, fiumare e fossi che alimentano gli stessi. 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 rappresentata dai depositi di copertura quaternaria in cui sono incise le ampie valli dei corsi d'acqua principali. Tale unità, che presenta uno spessore di circa 50 m, è costituita da una successione di terreni sabbioso-ghiaiosociotolosi, permeabili ed acquiferi con intercalazione di livelli argilloso-siltosi a minore permeabilità, con il ruolo di acquitardi.

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 (argille subappennine) sottostanti. Le variazioni stagionali dei carichi piezometrici, che superano anche il metro, indicano l'esistenza di carichi massimi al termine del periodo invernale.

Interessante è anche la circolazione idrica sotterranea nei depositi marini sabbiosoconglomeratici del ciclo bradanico (sabbie marine e conglomerati di Ascoli Satriano) laddove poggianti sulle argille subappennine. Di un certo rilievo dal punto di vista idrogeologico, è la presenza, all'interno della successione plio-pleistocenica di interstrati costituiti da sabbie e sabbie limose (acquifero poroso profondo) la profondità, tra i 300 e i 500 m, nonché lo spessore di tale successione è estremamente variabile. I livelli acquiferi che esso ospita sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare.

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 7). In particolare i principali utilizzi sono rappresentati da insediamenti produttivi agricoli discontinui, seminativi semplici in aree non irrigue e uliveti.

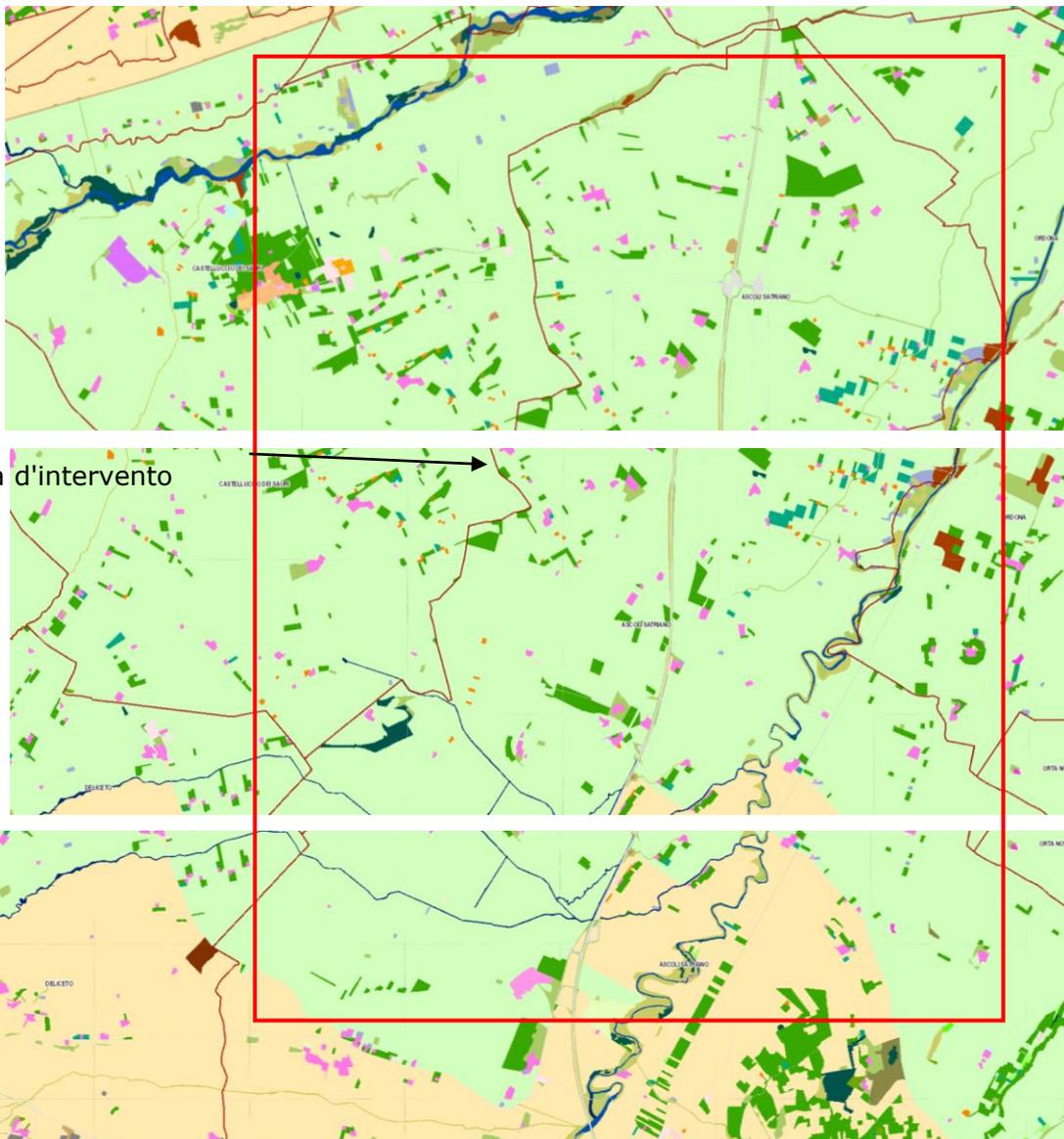


M.E. Free S.r.l.

Studio di compatibilità idrologica e idraulica -
Relazione idrologica

Codice
Revisione
Data
Pagina

MMIT_CSDA_03.1
00
05/07/2020
29 di 37



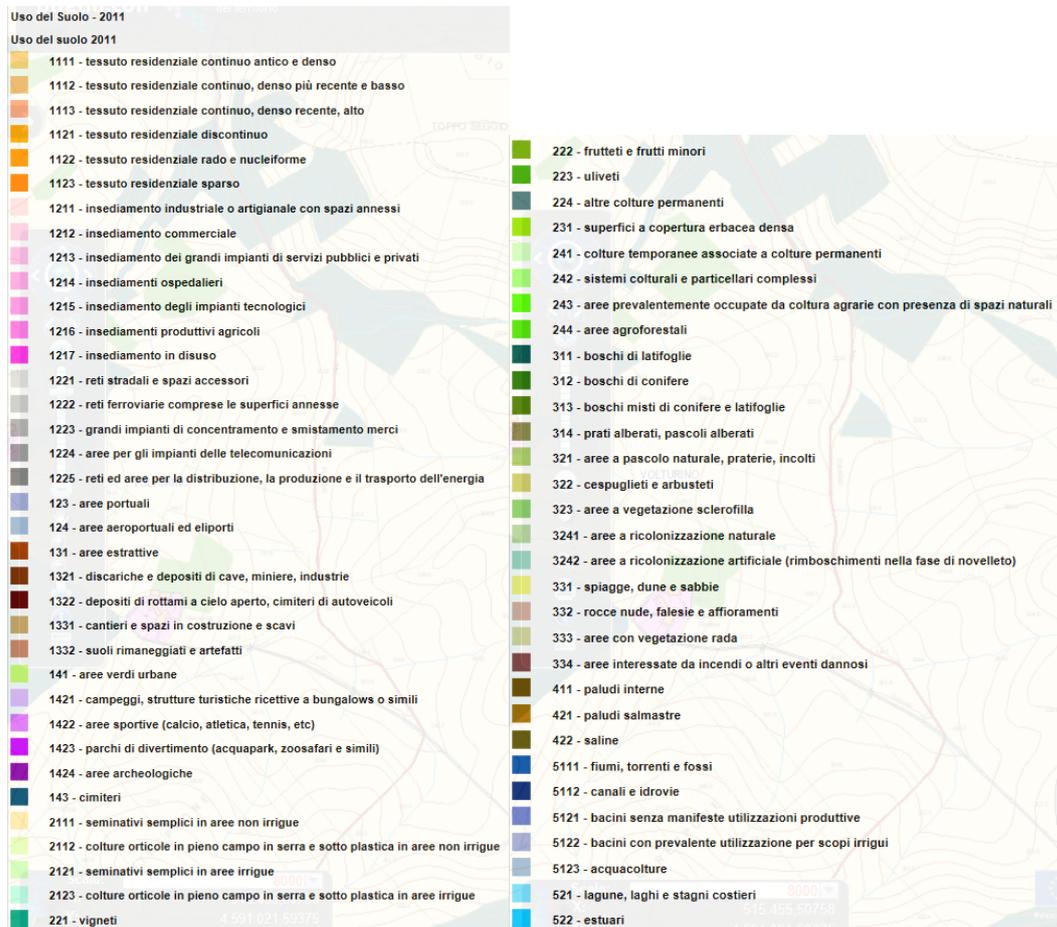


Figura 7 - Carta uso del suolo

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 31 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

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_CSDA_03.1 00 05/07/2020 32 di 37
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

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 in Puglia centro-meridionale** (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque del Politecnico di Bari, 2001).

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.

7.3 Analisi regionale delle piogge in Puglia

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.

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.

	<p>Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica</p>	<p>Codice Revisione Data Pagina</p>	<p>MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 33 di 37</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

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 sottozone 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 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 .

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 34 di 37
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

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 11) 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 11 – 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:

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

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

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

 M.E. Free S.r.l.	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Revisione Data Pagina	MMIT_CSDA_03.1 00 05/07/2020 35 di 37
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------------

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 KT 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 12. Valori di KT 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 8):

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

Tabella 13. 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 8).



Figura 8 - Regione Puglia: zone omogenee al 4° 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 14. - 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 3.

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 3. Il rapporto VAPI Puglia assegna alla Zona 3 la seguente legge di variazione dei valori medi delle altezze di pioggia dei massimi annuali in funzione della durata dell'evento:

$$\text{ZONA 3} \quad \mu(X_d) = 25.325d \frac{0.696 + 0.000531 Z}{3.178}$$

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

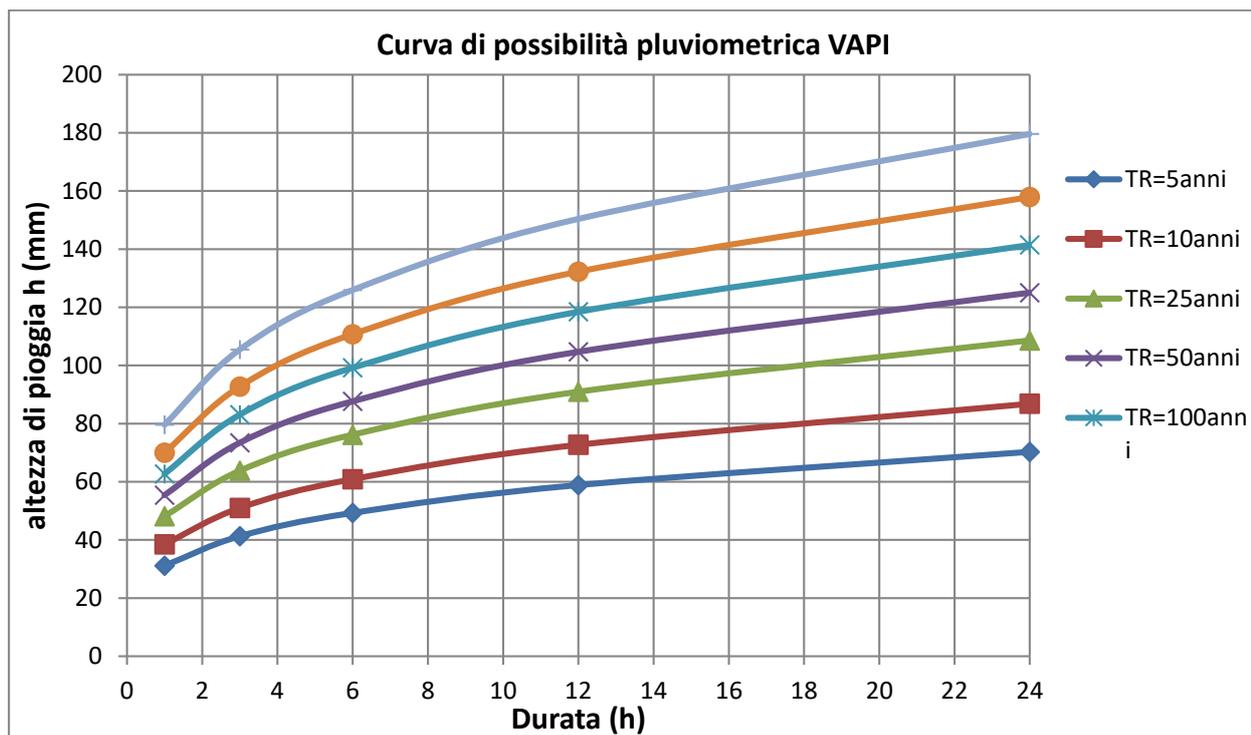


Figura 9 – Legge probabilità pluviometrica zona