

PROPONENTE

Repower Renewable Spa

Via Lavaredo, 44
30174 Mestre (VE)



PROGETTAZIONE



Sinergo Spa - via Ca' Bembo 152
30030 - Maerne di Martellago - Venezia - Italy
tel 041.3642511 - fax 041.640481
sinergospa.com - info@sinergospa.com
Numero di commessa interno progettazione: 20041



Tenproject Srl - via De Gasperi 61
82018 S. Giorgio del Sannio (BN)
t +39 0824 337144 - f +39 0824 493116
tenproject.it - info@tenproject.it

Progettista :
Ing. Nicola Forte

N° COMMESSA

1416

NUOVO PARCO EOLICO "SERRACAPRIOLA "
PROVINCIA DI FOGGIA E CAMPOBASSO
COMUNI DI SERRACAPRIOLA (FG) E ROTELLO (CB)

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE



ELABORATO

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA -
RELAZIONE IDROLOGICA**

CODICE ELABORATO

0.5.0

NOME FILE

1416-PD_A_0.5.0_DOC_r00

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	31/10/2020	PRIMA EMISSIONE	LR	NF	NF

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 1 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

Sommario

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	7
2.1 Generalità	7
2.2 Ubicazione	7
2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto	9
3. IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO	11
4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DEL MOLISE FORTORE E SACCIONE	12
4.1 Ambito territoriale della AdB	12
5. INTERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO SU CARTA IGM SCALA 1:25000	14
5.1 Aerogeneratori e Piazzole	14
5.2 Viabilità a servizio del parco eolico	14
5.3 Linea elettrica cavo MT per il collegamento degli aerogeneratori (cavidotto MT interno)	15
5.4 Linea elettrica cavo MT per il collegamento della cabina di raccolta alla sottostazione di trasformazione (cavidotto MT esterno)	16
5.5 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT	18
5.6 Area di cantiere	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	23
6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI	28
6.5 USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI	30
7 STUDIO IDROLOGICO	32
7.1 Generalità	32
7.2 ANALISI IDROLOGICA	33
7.3 Analisi regionale delle piogge in Puglia	33
7.4 DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	38

1416-PD_A_0.7.1_TAV_r00 - ALLEGATO 1 - Layout di progetto su carta IGM 1:25000

1416-PD_A_0.7.2_TAV_r00 - ALLEGATO 2 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica

1416-PD_A_0.7.3_TAV_r00 - ALLEGATO 3 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione delle fasce di rispetto fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e indicazione dei punti di interferenza delle opere in progetto con i reticoli idrografici

1416-PD_A_0.7.4_TAV_r00 - ALLEGATO 4 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici

1416-PD_A_0.7.5_TAV_r00 - ALLEGATO 5 - Planimetria su CTR con l'individuazione delle aree allagabili determinate in regime di moto permanente considerando un $T_r=200$ anni

1416-PD_A_0.7.6_TAV_r00 - ALLEGATO 7 - Particolari dei punti di attraversamento dei reticoli idrografici con modalità di attraversamento e foto

1416-PD_A_0.7.7_TAV_r00 - ALLEGATO 8 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras con modellazione delle aree allagabili per ogni sezione di calcolo

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 2 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

1. PREMESSA

Il progetto descritto nella presente relazione riguarda la realizzazione di un impianto eolico costituito da nove aerogeneratori della potenza di 6,00 MW ciascuno, per una potenza complessiva di 54 MW, da installare nel comune di Serracapriola (FG) in località “San Leucio - Alvanella” e con opere di connessione ricadenti anche nel comune di Rotello (CB).

Proponente dell’iniziativa è la società Repower Renewable SpA.

Catastalmente l’area si inquadra tra i fogli nn. 19, 20, 29, 30, 40 del comune di Serracapriola.

Il sito è ubicato ad est del centro abitato di Serracapriola, dal quale l’aerogeneratore più vicino dista come minimo circa 2,4 km.

Gli aerogeneratori sono collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato (detto “cavidotto interno”) che collega l’impianto alla cabina di raccolta di progetto prevista in adiacenza alla strada vicinale Monte Vecchio, nei pressi dell’aerogeneratore denominato S08.

Dalla cabina di raccolta è prevista la posa di un cavidotto interrato (detto “cavidotto esterno”) per il collegamento dell’impianto alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 kV di progetto (in breve SE di utenza), prevista in agro di Rotello in prossimità della Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN a 380/150 kV di Rotello di Terna SpA (in breve SE Terna). Il cavidotto esterno segue per la quasi totalità strade esistenti.

La stazione di utenza sarà collegata in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV della SE Terna di Rotello, previo ampliamento della stessa.

Completano il quadro delle opere da realizzare una serie di adeguamenti temporanei alle strade esistenti necessari a consentire il passaggio dei mezzi eccezionali di trasporto delle strutture costituenti gli aerogeneratori. In fase di realizzazione dell’impianto sarà necessario predisporre due aree logistiche di cantiere con le funzioni di stoccaggio materiali e strutture, ricovero mezzi, disposizione dei baraccamenti necessari alle maestranze (fornitore degli aerogeneratori, costruttore delle opere civili ed elettriche) e alle figure deputate al controllo della realizzazione (Committenza dei lavori, Direzione Lavori, Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione, Collaudatore).

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 Fortore.



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

L'immagine a seguire (rif. Elab. 0.7.1 – allegato 1) mostra l'inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000.

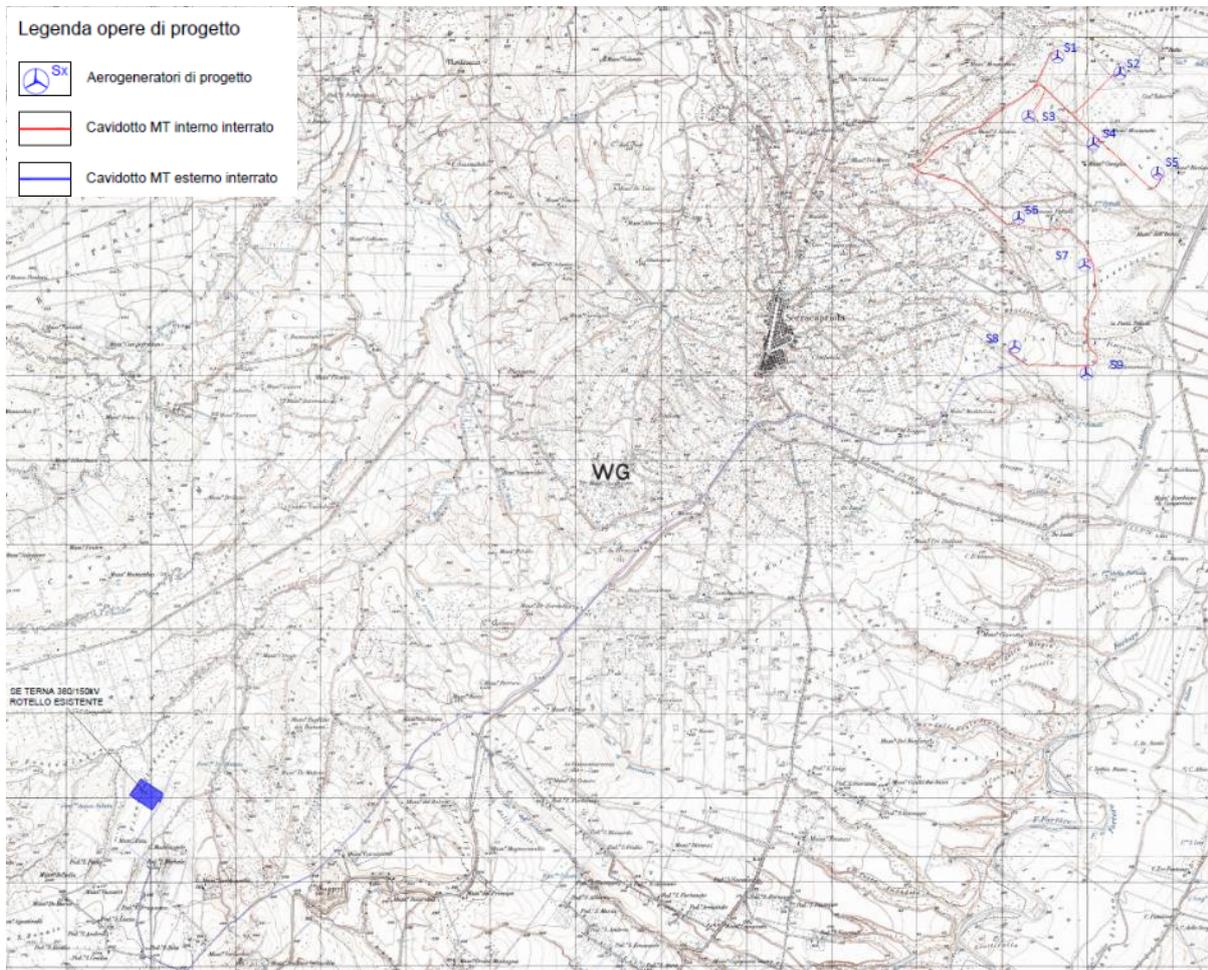


Figura 2 - Layout di progetto

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

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 tecnica Regionale, in quanto rappresenta 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

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 5 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

modo da poter valutare la sussistenza delle condizioni di “sicurezza idraulica” prescritte dalle NTA del PAI dell’AdB.

L’immagine a seguire (rif. Elab. 0.7.2 – allegato 2) mostra l’inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000 dove in blu sono individuati i reticoli idrografici e con l’indicazione **Ixx** i punti di interferenza.

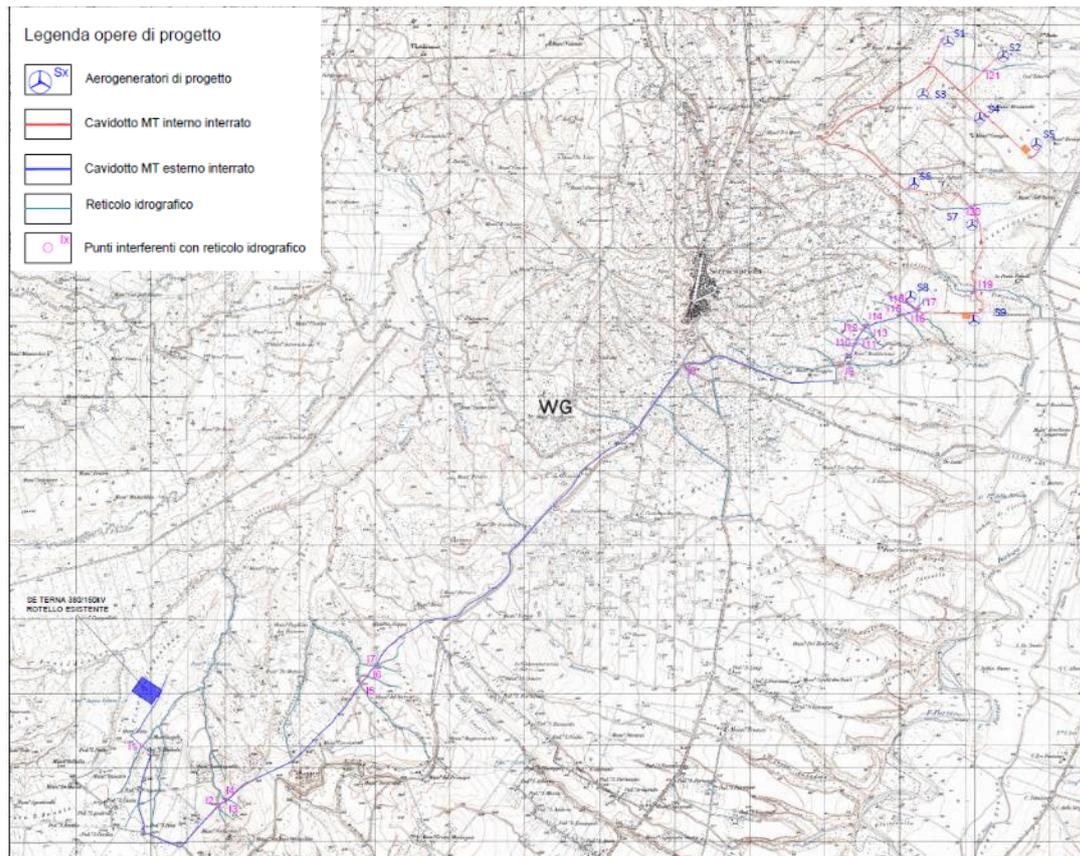


Figura 3 - Individuazione del layout di progetto su carta IGM 1:25000 e individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

La figura 4 (rif. Elab. 0.7.3 – allegato 3) mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione delle fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM scala 1:25000 e la perimetrazione dell’AdB .

Dall’analisi della cartografia riguardante l’assetto idraulico delle aree a pericolosità e rischio idraulico del Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) del Fortore, redatto dalla Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (cfr. figura 2) 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 (cfr. Relazione idraulica).

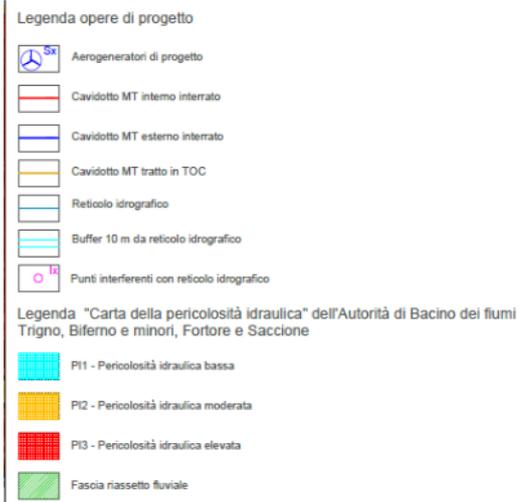
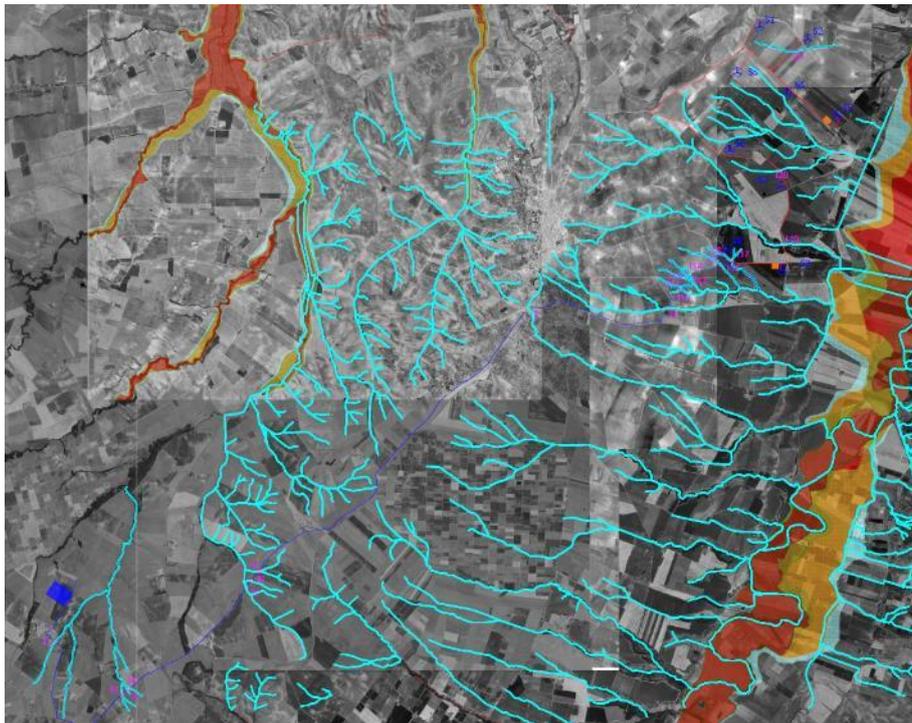


Figura 4 - Layout delle opere in progetto con individuazione delle fasce di pertinenza fluviale e perimetrazione pericolosità inondazione AdB Fortore e Saccione

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 7 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Generalità

Il progetto prevede l'installazione di 9 aerogeneratori ognuno di potenza nominale pari a 6,00 MW per una potenza complessiva dell'impianto di 54 MW.

L'aerogeneratore previsto in progetto è il modello V150-6.0 MW della Vestas con altezza al mozzo pari a 125 metri e diametro del rotore pari a 150 metri.

2.2 Ubicazione

Gli aerogeneratori, denominati con le sigle S01, S02, S03, S04, S05, S06, S07, S08, S09, ricadono tutti sul territorio di Serracapriola (FG) in località "San Leucio - Alvanella" (rif. elaborati sezione 1).

Il layout d'impianto si sviluppa su un leggero declivio che affaccia sulla valle del fiume Fortore ad est dei centri abitati di Serracapriola e Chieuti (rif. elaborati della sezione 3.1).

Le aree d'impianto sono servite da una buona viabilità esistente costituita da strade provinciali, comunali e da strade vicinali imbrecciate. Il sito di impianto è raggiungibile da nord dalla strada statale n. 16 e successivamente da strade provinciali e locali che necessitano solo di pochi puntuali adeguamenti. Gli aerogeneratori saranno poi serviti da piste di nuova realizzazione a partire dalle suddette strade esistenti.

In prossimità di ogni postazione di macchina è prevista la realizzazione di una piazzola di montaggio, una piazzola temporanea di stoccaggio e aree temporanee di manovra e di appoggio finalizzate alla erezione delle strutture costituenti gli aerogeneratori (rif. elaborato n. 6.8). È prevista per la sola fase di cantiere la realizzazione di aree logistiche con le funzioni di stoccaggio materiali e mezzi e di ubicazione dei baraccamenti necessari alle maestranze e alle figure deputate al controllo della realizzazione. Si specifica che al termine dei lavori di realizzazione del parco eolico, le piazzole di stoccaggio, le aree per il montaggio del braccio gru e le aree di cantiere saranno dismesse prevedendo la rinaturalizzazione delle aree e il ripristino allo stato ante operam.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto MT interrato denominato "cavidotto interno". Quest'ultimo giungerà ad una cabina di raccolta a partire dalla quale si svilupperà un cavidotto MT interrato, denominato "cavidotto esterno", per il collegamento dell'impianto alla SE di utenza.

Il cavidotto interno sarà realizzato lungo la viabilità esistente e di nuova realizzazione prevista a servizio dell'impianto eolico. Solo brevissimi tratti sono previsti su terreni posti a seminativo.

La cabina di raccolta/smistamento è prevista in prossimità della strada vicinale Monte Vecchio in prossimità dell'aerogeneratore S8. Da qui parte il cavidotto esterno, che per un primo tratto di circa 210 metri resta sulla strada vicinale Monte Vecchio. Il cavidotto esterno si sviluppa, poi, lungo la strada comunale Maddalena-Ischia per 3,3 km, per poi seguire sulla Strada Statale 16ter per 520 metri fino allo svincolo con la strada provinciale n. 45 e la strada statale n. 376. Superato lo svincolo il cavidotto percorre per circa 950 metri la strada statale n. 376 e quindi per circa 150 metri la strada statale n.480. Da quest'ultima il cavidotto prosegue sulla strada comunale Vecchia Santa Croce Magliano per circa 1,47 km per ritornare sulla strada statale n. 376 per circa 960 metri e nuovamente sulla strada comunale Vecchia Santa Croce Magliano per

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 8 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

circa 6 km. Da questa il cavidotto si sviluppa lungo la strada comunale Piano Palazzo per circa 515 metri fino all'imbocco di viabilità locale priva di denominazione che viene seguita per circa 1050 metri. Da questa strada il cavidotto segue un percorso su terreno in seminativo per circa 420 metri fino a raggiungere la strada della Fontana Cannuccia che viene percorsa per circa 960 metri. Da tale strada il cavidotto entra poi nella stazione di utenza.

L'accesso alla stazione è previsto dalla strada della Fontana Cannuccia, come illustrato sugli elaborati grafici allegati.

Gli aerogeneratori di progetto ricadono tutti sul territorio comunale di Serracapriola in località San Leucio - Alvanella, su un'area posta ad est del centro urbano ad una distanza di circa 2,4 km in linea d'aria da esso.

Il tracciato del cavidotto esterno attraversa anche il territorio di Rotello in Molise.

La sottostazione di trasformazione e le infrastrutture di rete ricadono sul territorio di Rotello.

Dal punto di vista cartografico l'intervento si inquadra sui seguenti fogli IGM in scala 1:25000:

- 382 II-SE (Chieuti)
- 395 IV-SE (Rotello)

Rispetto alla cartografia dell'IGM in scala 1:50000, l'intervento si inquadra sui fogli:

- 395 Torremaggiore
- 382 Campomarino

Dal punto di vista catastale, la base degli aerogeneratori ricade sulle seguenti particelle del comune di Serracapriola:

- Aerogeneratore S01 foglio 20 p.IIa 1
- Aerogeneratore S02 foglio 20 p.IIa 6
- Aerogeneratore S03 foglio 19 p.IIe 200-201
- Aerogeneratore S04 foglio 19 p.IIa 116
- Aerogeneratore S05 foglio 20 p.IIa 57
- Aerogeneratore S06 foglio 19 p.IIa 180
- Aerogeneratore S07 foglio 19 p.IIa 19
- Aerogeneratore S08 foglio 29 p.IIe 73-104
- Aerogeneratore S09 foglio 40 p.IIa 265.

Il cavidotto interno attraversa i seguenti fogli catastali:

- Comune di Serracapriola: fogli nn. 13 – 18 – 19 – 20 – 29 – 30.

Il cavidotto esterno attraversa i seguenti fogli catastali:

- Comune di Serracapriola: fogli nn. 37 – 38 – 39 – 40 – 43 – 44 – 46 – 52.
- Comune di Rotello: fogli nn. 30 – 31 – 43 – 45 – 46.

La SE di utenza ricade sul foglio 30 del comune di Rotello.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 9 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

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

2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto

Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

- 9 aerogeneratori;
- 9 cabine di trasformazione poste all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- Opere di fondazione degli aerogeneratori;
- 9 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- Opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- 2 aree temporanee di cantiere e manovra;
- Nuova viabilità per una lunghezza complessiva di circa 5276 m;
- Viabilità esistente da adeguare;
- Una cabina di raccolta/smistamento;
- Un cavidotto interrato interno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori alla cabina di raccolta/smistamento;
- Un cavidotto interrato esterno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dalla cabina di raccolta alla stazione di trasformazione di utenza 30/150 kV da realizzarsi nel comune di Rotello (CB);
- Una stazione elettrica di trasformazione da realizzarsi in prossimità della stazione elettrica RTN "Rotello";
- Un cavidotto interrato AT a 150 kV per il collegamento della sottostazione di trasformazione con il futuro ampliamento della stazione RTN "Rotello";
- Lo stallo AT a 150 kV previsto per il futuro ampliamento della sezione a 150 kV della stazione elettrica di Terna S.p.A.

L'energia elettrica viene prodotta da ogni singolo aerogeneratore a bassa tensione trasmessa attraverso una linea in cavo alla cabina MT/BT posta alla base della torre stessa, dove è trasformata a 30kV. Le linee MT in cavo interrato collegheranno fra loro i gruppi di cabine MT/BT e quindi proseguiranno dapprima alla cabina di raccolta ed in seguito alla stazione di Trasformazione 30/150 kV (di utenza) da realizzare.

Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

- **Opere civili:** plinti di fondazione delle macchine eoliche; realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, ampliamento ed adeguamento della rete viaria esistente e realizzazione della viabilità interna all'impianto; realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici; realizzazione della cabina di raccolta dell'energia elettrica prodotta e della stazione elettrica di trasformazione, realizzazione dell'area temporanea di cantiere.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 10 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

- Opere impiantistiche:** installazione degli aerogeneratori con relative apparecchiature di elevazione/trasformazione dell'energia prodotta; esecuzione dei collegamenti elettrici, tramite cavidotti interrati, tra gli aerogeneratori la cabina e la stazione di trasformazione. Realizzazione degli impianti di terra delle turbine e della cabina di raccolta. Realizzazione delle opere elettriche ed elettromeccaniche per la stazione elettrica di trasformazione e per le opere e le infrastrutture di rete per la connessione.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 11 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

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 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, rilievi aerofotogrammetrici della nuova cartografia CTR 1:5.000, ortofoto);
- Integrazione dei dati con un rilievo metrico in sito necessario per definire la geometria del reticolo indagato;
- 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 le procedure riportate sulle NTA dell'autorità di Bacino del Fortore e del Saccione in modo da determinare il valore delle portate per tempi di ritorno che vanno da 10 a 500 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.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 12 di 38
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DEL MOLISE FORTORE E SACCIONE

4.1 Ambito territoriale della AdB

In relazione al progetto di impianto eolico, tutti gli aerogeneratori e le opere necessarie alla loro realizzazione, la cabina di consegna, le aree temporanee di cantiere, il cavidotto interno e parte del cavidotto esterno, ricadono nel bacino idrografico del Fortore. Parte del cavidotto esterno, la stazione di utenza e le opere di rete per la connessione ricadono nel bacino idrografico del Saccione.



Figura 5- Bacini idrografici dell'AdB dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore: nel cerchio nero l'area impegnato dagli aerogeneratori, nel cerchio in rosso l'area occupata dalle 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.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 13 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Si specifica che, le opere sono state poste sempre al di fuori delle fasce di rispetto sopra elencate, superate 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.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 14 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

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

5.1 Aerogeneratori e Piazzole

Gli aerogeneratori in progetto sono tutti esterni alle aree a pericolosità idraulica e alle fasce di pertinenza fluviale (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 delle NTA.

Di seguito sono riportate le coordinate degli aerogeneratori nel sistema UTM-WGS84 FUSO 33,

	X_UTM-WGS84	Y_UTM-WGS84
S1	516583.6237	4631573.5165
S2	517317.9487	4631378.9270
S3	516242.5467	4630868.1350
S4	517005.6890	4630545.9895
S5	517760.8192	4630199.2578
S6	516127.1751	4629670.2970
S7	516901.8736	4629112.6032
S8	516083.1241	4628147.2534
S9	516926.4867	4627825.6383

5.2 Viabilità a servizio del parco eolico

L'impianto è servito in parte da viabilità esistente e in parte da nuova viabilità; le opere di nuova viabilità, ad eccezione di brevi tratti indicati nella tabella seguente, non interferiscono con le aree a pericolosità idraulica e relative fasce di rispetto.

Per quanto riguarda la viabilità esistente non è stata eseguita alcuna verifica idraulica in quanto non si prevede la realizzazione di nessun intervento, se non quelli relativi alla sistemazione della sede stradale esistente, in quanto consentiranno il solo passaggio delle macchine che trasporteranno gli aerogeneratori in fase di montaggio.

Per quanto riguarda i tratti di viabilità di progetto interferente con le fasce di pertinenza fluviale, è stato eseguito studio idraulico nelle condizioni ante operam e post operam in modo da poter determinare le opere idrauliche necessarie per lo smaltimento delle portata determinata con Tr 200 anni

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 15 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata	Fascia di rispetto assunta nel progetto
I21	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio	Strada di collegamento aerogeneratore S1	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto, a favore di sicurezza, si assume come ampiezza della fascia di rispetto il doppio dell'ampiezza della fascia di rispetto così come definita dall'art.16 delle NTA, ovvero 20m in destra e in sinistra dalle sponde dell'alveo attuale.

5.3 Linea elettrica cavo MT per il collegamento degli aerogeneratori (cavidotto MT interno)

Il cavidotto interno MT interrato 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 3 (rif. Elab. 0.7.3) si evince che il cavidotto interno interferisce in più punti con il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale.

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

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

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

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata	Fascia di rispetto assunta nel progetto
I19	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT interno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra idraulica dell'alveo attuale come definito all'art. 7	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I19	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 – Canale Pisciarello	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT interno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra idraulica dell'alveo attuale come definito all'art. 7	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 16 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata	Fascia di rispetto assunta nel progetto
I20	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT interno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra idraulica dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.

5.4 Linea elettrica cavo MT per il collegamento della cabina di raccolta alla sottostazione di trasformazione (cavidotto MT esterno)

Il cavidotto esterno MT interrato interferisce con il reticolo idrografico e la fascia di rispetto così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI (rif.elab.0.7.3 – allegato 3).

In particolare, per tutti gli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza sia delle aree perimetrare, sia delle aree allagabili connesse a reticoli risalenti alla cartografia IGM, si utilizzerà la tecnica della trivellazione orizzontale controllata TOC. Le interferenze del cavidotto esterno da realizzare con il reticolo idrografico sono di seguito elencate:

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata	Fascia di rispetto assunta nel progetto
I1	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio	Cavidotto MT esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art. 16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I2	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio	Cavidotto MT esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art. 16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I3	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio	Cavidotto MT esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art. 16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I4	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio	Cavidotto MT esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art. 16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata	Fascia di rispetto assunta nel progetto
I6	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT i esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I6	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I7	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I8	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I9	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT i esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I10	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I11	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT i esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata	Fascia di rispetto assunta nel progetto
I12	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I13	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT i esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I14	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT i esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I15	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT in esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene Individuata in 10m in destra e in sinistra dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I16	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT i esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene individuata in 10m in destra e in sinistra idraulica dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.
I17	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 privo di denominazione	Linea di impluvio Reticolo minore	Cavidotto MT i esterno	Fascia di rispetto da NTA Secondo l'art.16 delle NTA la fascia di rispetto viene individuata in 10m in destra e in sinistra idraulica dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA	Fascia di rispetto assunta Nel progetto si assume, come previsto dall'art.16 delle NTA, una fascia di rispetto di 10m in destra e in sinistra idraulica calcolata dalle sponde dell'alveo attuale.

5.5 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT

In fase di progettazione definitiva si è tenuto in debito conto delle fasce di rispetto fluviale e si è ubicata la stazione di trasformazione in modo da non interferire con il reticolo idrografico esistente e da non interessare le relative fasce di rispetto fluviale. Anche il cavidotto AT ricade al di fuori di tali ambiti.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 19 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

L'allegato 3 (rif. elab. 0.7.3) mostra che la stazione di trasformazione e il cavo AT non interessano il reticolo idrografico e le relative fasce di rispetto.

5.6 Area temporanee di cantiere

In fase di progettazione definitiva si è tenuto in debito conto delle fasce di rispetto fluviale e si sono ubicate le aree temporanee di cantiere in modo da non interferire con il reticolo idrografico esistente e da non interessare le relative fasce di rispetto fluviale. L'allegato 3 (rif. elab. 0.7.3) mostra che le aree di cantiere non interessano reticoli idrografici.

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

6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area

In relazione al progetto di impianto eolico, tutti gli aerogeneratori e le opere necessarie alla loro realizzazione, la cabina di consegna, le aree temporanee di cantiere, il cavidotto interno e parte del cavidotto esterno, ricadono nel bacino idrografico del Fortore. Parte del cavidotto esterno, la stazione di utenza e le opere di rete per la connessione ricadono nel bacino idrografico del Saccione.



Figura 6- Bacini idrografici dell'AdB dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore: nel cerchio nero l'area impegnato dagli aerogeneratori, nel cerchio in rosso l'area occupata dalle opere di connessione.

Il Fortore è un fiume lungo 110 km che scorre nelle province di Benevento, Campobasso e Foggia. È il secondo fiume pugliese per lunghezza e portata dopo l'Ofanto.

Il Fortore nasce presso Montefalcone di Val Fortore in provincia di Benevento a 720 m di altezza. Scorre verso nord, separando i monti della Daunia dalla catena principale dell'Appennino. È lungo 86 km e solo per 61 attraversa la provincia di Campobasso. Dalla confluenza del torrente Tona sino alla foce scorre in territorio pugliese.

Il suo corso è lungo e tortuoso. Nella prima parte ha forti pendenze e scarsa portata. Nella valle, poi, si allarga tra le tenere formazioni argillose e scistose e forma la cosiddetta Valle del Fortore. Durante il percorso, le sue acque sono aumentate da altri piccoli fiumi quali: La Canonica, Scannamadre, Catola, Loreto, il fiume della Cantara, il Tiano, il Tona. A valle del comune di Carlantino l'acqua del fiume Fortore

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 21 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

è raccolta dalla imponente diga di Occhito (con capacità totale 333 milioni di mc). Essa serve sia per l'approvvigionamento idrico, sia per l'irrigazione della Capitanata, dopo essere stata depurata.

Il Fortore sfocia nel mare Adriatico tra il lago di Lesina e Chieti.

Il torrente Saccione nasce in una zona compresa tra Montelongo e Montorio nei Frentani ed è lungo circa 38 km. Alla sorgente raccoglie le acque di diversi piccoli affluenti, bagnando così nei suoi primi chilometri i territori Molisani di Montelongo, Rotello, per poi stabilizzarsi, nella zona pianeggiante più a valle, per un buon tratto, come confine tra il Molise e la Puglia. Sfocia nell'Adriatico tramite un bacino artificiale o piuttosto un largo canale adattato come porticciolo per piccole imbarcazioni e barche da diporto. Oltre a Montelongo e Rotello, il Saccione tocca i confini dei territori dei comuni molisani di San Martino in Pensilis e Campomarino, e quelli pugliesi di Serracapriola e Chieti. Non attraversa nessun centro abitato.

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.

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.

Il settore di Tavoliere in cui ricade il comune di Serracapriola è interessato da affioramenti di terreni con diverse granulometrie, dai terreni argillosi a quelli sabbiosi e conglomeratici. Tali caratteristiche litologiche e granulometriche influiscono sulla permeabilità dei terreni: la densità di drenaggio è generalmente bassa in corrispondenza dei terreni argillosi, alta in presenza di depositi sabbiosi.

I fiumi Saccione, ad Ovest, e Fortore, ad Est, sono i principali corsi d'acqua che incidono il territorio con andamento SW-NE sub-parallelo tra loro, con il centro abitato che sorge sullo spartiacque tra i due bacini imbriferi. Nei terreni argillosi l'andamento dei corsi d'acqua è di tipo dendritico, per diventare parallelo nei terreni sabbiosi ed infine meandriforme in prossimità della foce.

I corsi d'acqua secondari sono numerosi: hanno portata tipicamente stagionale e durante la stagione secca possono completamente prosciugarsi, per poi avere, invece, importanti portate idriche e solide durante la stagione piovosa.

Di seguito si riporta un estratto cartografico del Piano di Tutela della Acque della Regione Puglia, in cui è riportato il reticolo idrografico dell'area nord-occidentale del Tavoliere su ortofoto dell'area in esame. Si nota come l'idrografia di superficie sia piuttosto sviluppata, seppure la gran parte dei corsi d'acqua riportati abbia natura episodica.

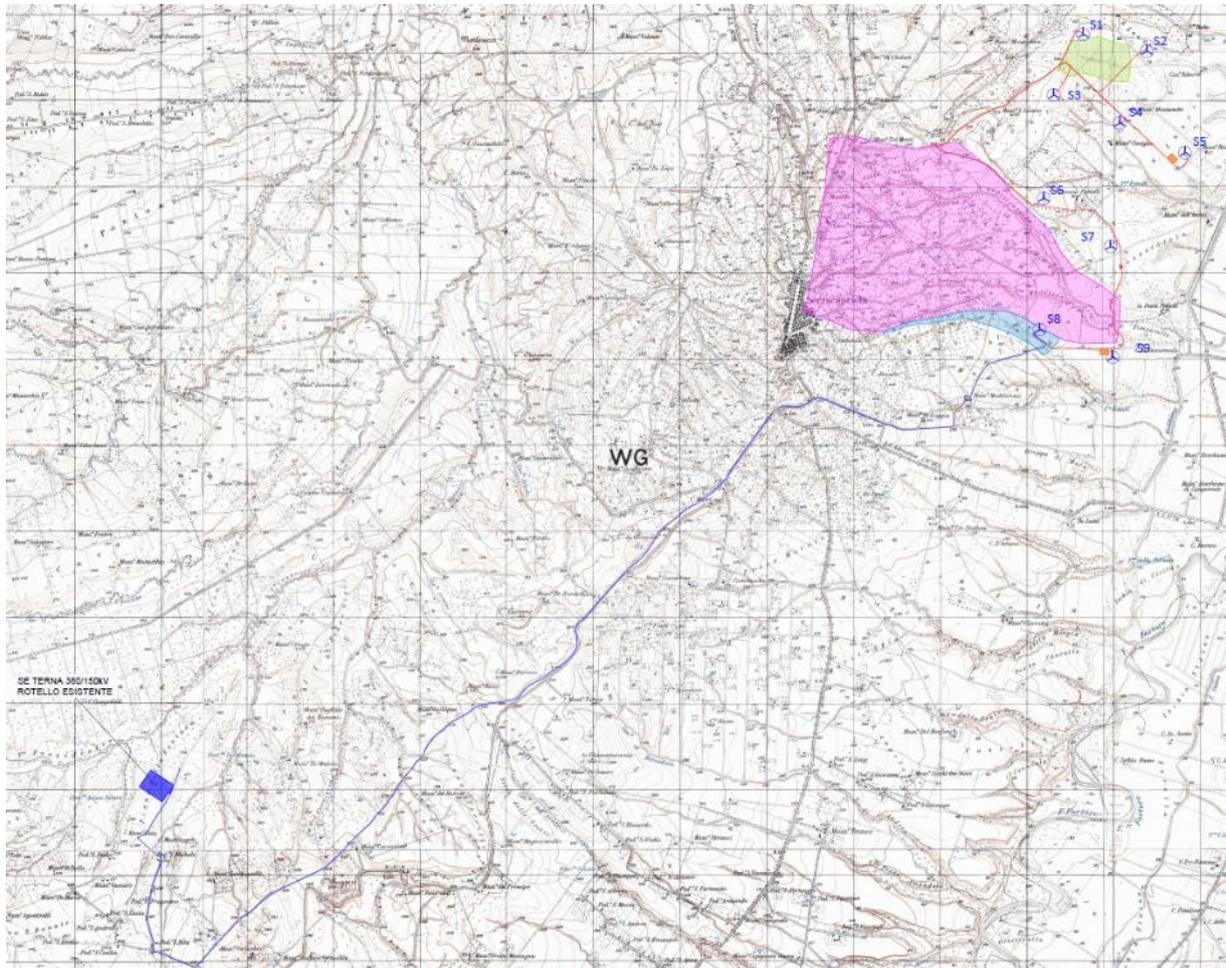


Figura 7 - Inquadramento dei bacini idrografici sottesi ai punti di interferenza su carta IGM 1:25000

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 I16_I18		
Superficie	0.27	Kmq
Quota max	225.77	m
Quota sez. chiusura	70.00	m
Quota media	147.89	m
Lunghezza asta principale	2071.00	m
Dislivello	155.77	m
Pendenza media	0.08	%

Tabella 1 – Parametri geomorfologici del bacino I16_I18

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 23 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Bacino Idrografico I19 – Canale Pisciarello		
Superficie	5.34	Kmq
Quota max	423.00	m
Quota sez. chiusura	414.00	m
Quota media	418.50	m
Lunghezza asta principale	163.00	m
Dislivello	9.00	m
Pendenza media	0.06	%

Tabella 2 – Parametri geomorfologici del bacino I19

Bacino Idrografico I21		
Superficie	0.33	Kmq
Quota max	140.00	m
Quota sez. chiusura	85.60	m
Quota media	112.80	m
Lunghezza asta principale	785.00	m
Dislivello	54.40	m
Pendenza media	0.07	%

Tabella 3 – Parametri geomorfologici del bacino I21

Le superfici sottese dai bacini, ancorché scelti in maniera più ampia di quelli strettamente riguardanti le aree di interesse, risultano assai modeste, nell'ordine dei 5 Km².

6.3 Geolitologia dei bacini idrografici

Il territorio comunale di Serracapriola rientra nel distretto geologico del Subappennino dauno e del Tavoliere di Puglia, rispetto al quale si trova nell'estrema porzione nord-occidentale. Il Tavoliere rappresenta un'estesa pianura alluvionale solcata da numerosi corsi d'acqua a carattere torrentizio, limitata a nord dal Fiume Fortore ed a sud dal Fiume Ofanto. Dal punto di vista morfologico, è caratterizzato da strette ed allungate colline a tetto piatto cui si interpongono larghe valli solcate da numerosi corsi d'acqua che scorrono da ovest verso est, con tracciati paralleli fra loro. Anche la forma dei bacini imbriferi è stretta ed allungata, con linee di spartiacque anch'esse subparallele, isorientate rispetto agli assi dei corsi d'acqua.

Dal punto di vista geologico, il Tavoliere di Puglia rappresenta il settore più settentrionale della Fossa Bradanica, limitato ad ovest dal Subappennino dauno e ad est dal Promontorio del Gargano. Di seguito si riporta schema geologico dell'Italia meridionale, in cui sono riportate le diffusioni areali delle unità dell'Avampese Apulo, della Fossa Bradanica e della Catena Appenninica.

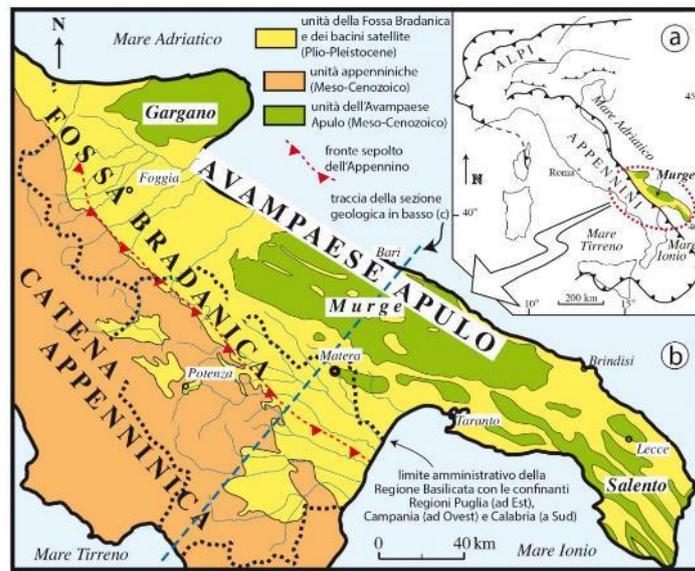


Figura 8 – Schema geologico dell'Italia meridionale (modificato da Pieri et al., 1997)

La regione nel corso del Pliocene e del Quaternario è stata interessata da diverse fasi evolutive:

- Mesozoico – Paleogene: formazione della Piattaforma Carbonatica Apula.
- Successivamente al Miocene: frammentazione della Piattaforma e susseguente individuazione dell'Avanfossa.
- Pliocene – Pleistocene inferiore: marcata subsidenza, connessa alla subsidenza del margine interno della piattaforma apula. In questa fase si è avuta la sedimentazione della Formazione della Calcarenite di Gravina, la quale passa verso l'alto e lateralmente alle Argille subappennine, una spessa successione siltoso-argilloso-sabbiosa.
- Pleistocene inferiore – Pleistocene medio-superiore: sollevamento, legato o ad un riassetto isostatico post-orogénico (Ricchetti et al., 1988) o ad un fenomeno di buckling dell'avampaese per resistenza alla subduzione (Doglioni et al., 1994). Questo stadio è segnato da depositi regressivi e da depositi terrazzati.

Il basamento pre-pliocenico del Tavoliere è composto da un potente pacco di rocce carbonatiche mesozoiche di facies di piattaforma che localmente possono presentarsi trasgressive coi depositi paleogenici delle 'Calcareniti di Peschici'. Dal Miocene, durante l'intensa fase di tettonogenesi appenninica, si sono formati l'horst del Gargano (avampaese) ed il semigraben del Tavoliere (avanfossa). In seguito, si è avuto il riempimento dell'Avanfossa con sedimenti prevalentemente pelitici e sabbiosi provenienti dalla catena sita a nord-ovest sotto forma di flussi torbiditici (facies bacinale o distale). Tale fase è accompagnata da una tettonica prevalentemente compressiva e da una tendenza alla subsidenza dell'Avanfossa, favorita dal peso del crescente pacco sedimentario.

A partire dal Pliocene superiore si ha la suddivisione dell'Avanfossa in più bacini sedimentari e si ha il completamento del riempimento sedimentario, con terreni riconducibili alla regressione marina del Plio-Pleistocene.

Dal Quaternario si registra un innalzamento tettonico, affiancato da una variazione glacio-eustatica del livello del mare, con terrazzi marini ancora oggi a quote di 400 metri sul livello del mare. In seguito si sono registrate fasi di regressione marina che hanno comportato sedimentazione continentale di facies fluvio-lacustre, spesso disposta fino a quattro ordini di terrazzi, rispetto al fondovalle attuale dei corsi d'acqua. Ogni terrazzo vede la sua superficie di base inclinata verso est con angoli compresi tra 0.5 e 2.5°, con valori sempre più bassi andando verso valle.

Per quanto concerne l'area di interesse, di seguito si riporta uno stralcio della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100'000, foglio 155 San Severo e la sezione geologica schematica riguardante l'area del Tavoliere-Gargano tratta dalla Carta Geologico-Strutturale Tavola 1 allegata alla "Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, vol. XCII".

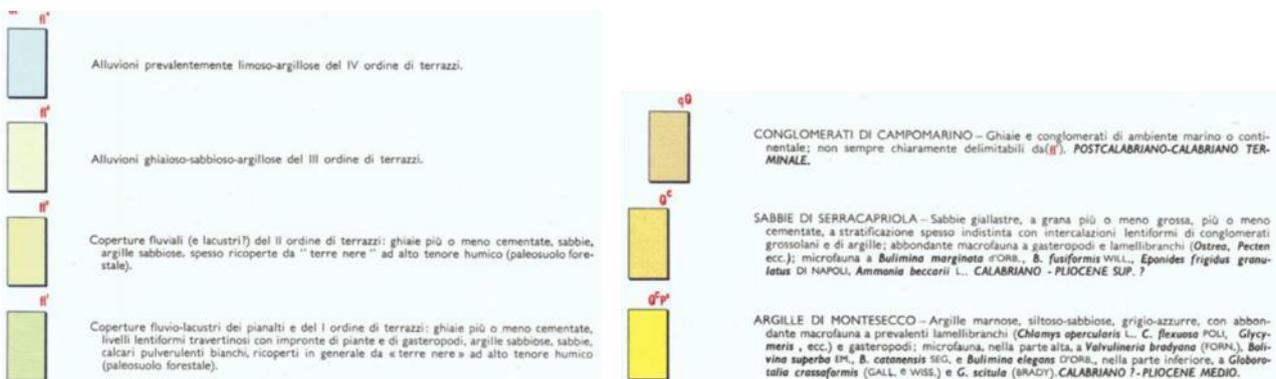
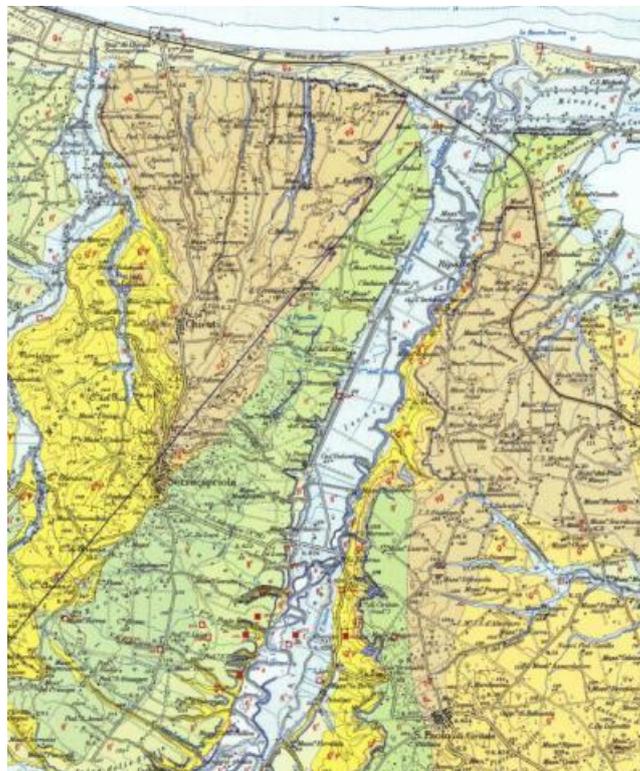


Figura 9 – Stralcio carta geologica d'Italia e legenda litologica – foglio 155 San Severo (fonte: ISPRA)

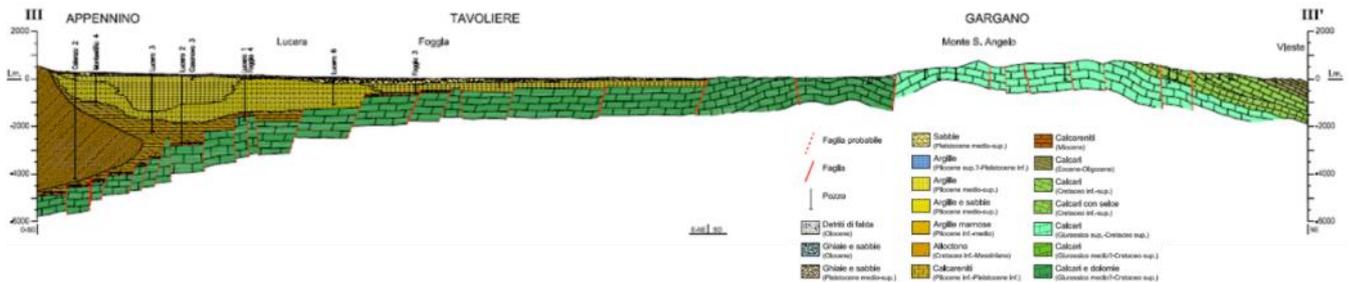


Figura 10 – Sezione geologica schematica Tavoliere - Gargano

Nell'area affiorano prevalentemente terreni di età Pliocenica e Pleistocenica. La successione stratigrafica prevista dalla Carta Geologica d'Italia, dal basso verso l'alto, è la seguente:

- Argille di Montesecco** (Pliocene Superiore – Pleistocene Inferiore)

Argille marnose e siltoso-sabbiose di colore grigio-azzurro, di genesi marina. In superficie possono presentarsi alterate dagli agenti meteorici, di colore giallastro. Presentano intercalazioni sabbiose che procedendo verso l'alto diventano più frequenti, per poi passare alle sovrastanti Sabbie di Serracapriola. Possono assumere tipiche forme erosive a calanchi.

Da dati di perforazione si è ottenuto che lo spessore della formazione potrebbe essere dell'ordine di 500 metri nell'area di interesse.

Nel territorio comunale di Serracapriola, tali argille affiorano diffusamente nei settori a Nord e ad Ovest ed in corrispondenza di alcuni corsi d'acqua.
- Sabbie di Serracapriola** (Pliocene Superiore – Pleistocene Inferiore)

Dalle argille sottostanti si passa gradualmente a delle sabbie, più o meno cementate, a grana più o meno grossolana con lenti di conglomerati ed argille. Sono giallastre quarzose in grossi banchi ed a luoghi sono presenti intercalazioni di arenarie ben cementate o di argille biancastre o verdognole o di livelli conglomeratici. Poggiano in discordanza sulle Argille di Montesecco ed il limite è convenzionalmente posto alla base dei banchi di sabbia. La formazione ha spessore di circa 30 metri ed affiora diffusamente in corrispondenza del centro abitato di Serracapriola.
- Conglomerati di Campomarino** (Pleistocene medio)

Ghiaie e conglomerati di facies marina al letto della formazione e continentale al top della stessa. Si compongono di lenti e letti di ghiaie, più o meno cementate, talvolta con livelli di conglomerati compatti, mentre a luoghi sono presenti sabbie a stratificazione incrociata ed intercalazioni di argille verdastre. I conglomerati presentano clasti arrotondati ed appiattiti.

Il passaggio dalle Sabbie di Serracapriola ai Conglomerati di Campomarino è concordante e graduale, con cenni di discordanza solo nelle aree più pendenti interne. In prossimità della linea di costa lo spessore della formazione è di circa 20 metri. Questa formazione chiude la successione di facies marina ed in transizione si passa alla facies continentale-alluvionale. Si rileva nei settori nord-orientali del territorio comunale.
- Coperture Fluvio-Lacustri dei Pianalti e del I° Ordine dei Terrazzi** (Pleistocene Medio)

Depositi di origine continentale, composti da ghiaie poco cementate, livelli lentiformi di travertino, argille sabbiose, sabbie, calcari pulverulenti bianchi ricoperti in genere da 'terre nere' ad alto tenore humico. La genesi dei depositi è evidentemente fluviale e/o lacustre, con alternanza di facies fluviale, deltizia e lacustre. Il I° Ordine di Terrazzi affiora soprattutto nel settore orientale del territorio comunale, parallelamente al Fiume Fortore, a quote di circa 100 metri sul livello del mare.

- **Coperture Fluviali del II° Ordine dei Terrazzi** (Pleistocene Medio - Olocene)

Da un punto di vista litologico, i sedimenti di questo ordine di terrazzi sono molto simili a quelli dell'ordine precedente, ma sono posti a quote inferiori, generalmente al di sotto dei 100 metri sul livello del mare. La zona di affioramento è la medesima.

- **Alluvioni ghiaioso-sabbioso-argillose del III° Ordine dei Terrazzi** (Pleistocene Medio – Olocene) Comprendono depositi più fini con prevalenza di sabbie e argille con rari livelli ghiaiosi. La zona di affioramento è sempre quella del settore orientale del territorio comunale, parallelamente il corso del Fiume Fortore.

- **Alluvioni prevalentemente limoso-argillose del IV° Ordine dei Terrazzi** (Pleistocene Medio – Olocene)

In questo ordine di terrazzi si ritrovano limi, argille e sabbie provenienti dall'erosione dei sedimenti compresi nei precedenti ordini di terrazzi. Hanno potenza di oltre 10 metri e sono posti ad una quota di 10 metri sul livello del mare, gradualmente degradante verso la linea di costa. Affiorano lungo il corso attuale e recente del fondovalle del Fiume Fortore. Localmente l'erosione operata da alcuni affluenti dello stesso fiume ha fatto affiorare i terreni sottostanti ascrivibili alle Sabbie di Serracapriola ed Argille di Montesecco.

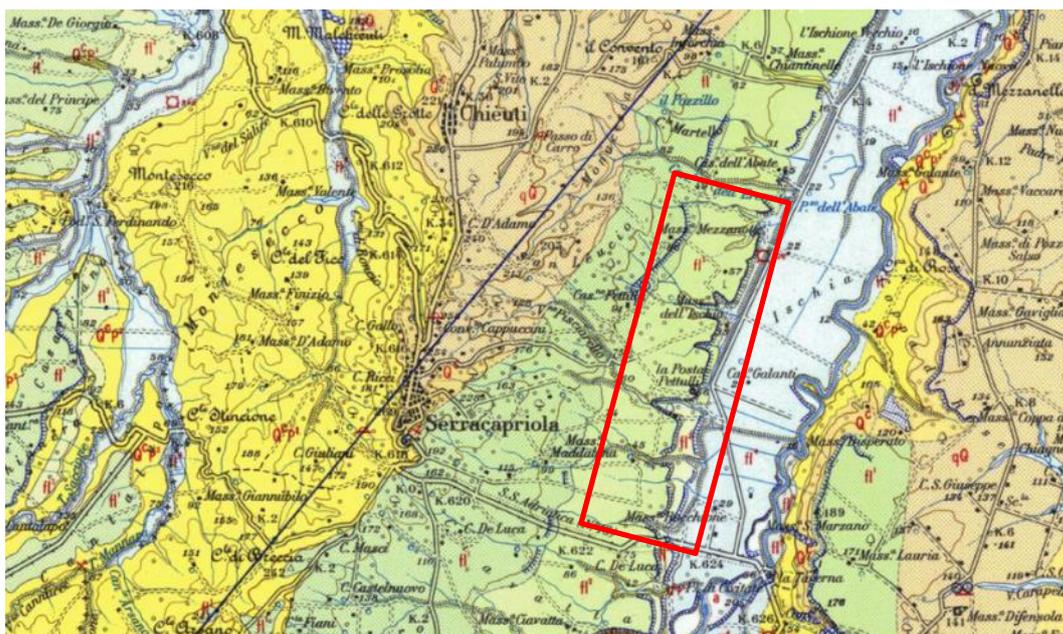


Figura 11 – Stralcio carta geologica d'Italia – dettaglio dell'area di progetto (fonte: ISPRA)

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 28 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

La successione sopra esposta riprende il contesto generale caratterizzato da una fase di progressiva regressione marina, accompagnata da innalzamento tettonico, dimostrato dal fatto che i Conglomerati di Campomarino si rinvengono solo su alcuni alti topografici, a causa della loro erosione o mancata deposizione in aree a quote inferiori. Con la regressione marina si sviluppa il reticolo idrico superficiale, testimoniato dalla presenza di depositi fluviali o lacustri in larghi affioramenti, con i primi disposti su quattro ordini di terrazzi. Infine, sulla fascia costiera si ha la deposizione di depositi tipici di ambiente intermedio marino-continentale.

Il modello geologico e geotecnico locale, ricavato a seguito delle indagini in situ e di laboratorio eseguite, è esplicitato nel relativo paragrafo della presente relazione.

6.4 Caratteristiche idrogeologiche dei bacini idrografici

La particolare conformazione strutturale e stratigrafica del Tavoliere definisce tre unità acquifere principali, situate a differenti profondità (Maggiore et al., 1996):

- **Acquifero fessurato-carsico profondo**, costituito da calcari fratturati e carsificati del substrato pre-pleiocenico dell'Avanfossa appenninica. Il corpo idrico è molto esteso ed è collegato lateralmente alle falde idriche del Gargano e delle Murge. La circolazione all'interno dell'acquifero è regolata soprattutto dagli elementi strutturali che determinano le direttrici di flusso preferenziali. Fenomeno importante è quello dell'intrusione salina, la quale causa un forte aumento della salinità della falda all'aumentare della profondità del substrato carbonatico. Tale azione nella zona in esame è contrastata dallo spessore di terreni impermeabili dell'Avanfossa appenninica.
- **Acquifero poroso profondo**, rappresentato dagli interstrati di sabbie limose e subordinatamente di ghiaie, presenti a diverse altezze all'interno della successione argillosa plio-pleistocenica. La geometria di tale acquifero è poco nota, così come la sua distribuzione spaziale. Si hanno pochi dati anche circa le modalità di alimentazione e deflusso dell'acquifero e relativamente alla connessione idraulica tra i diversi livelli e le altre falde del Tavoliere. I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare, localizzati a profondità variabili tra i 150 m e i 500 m dal piano campagna ed il loro spessore non supera le poche decine di metri. La falda è ovunque in pressione e presenta quasi sempre caratteri di artesianità.
- **Acquifero poroso superficiale**, rinvenuto nei depositi quaternari che ricoprono con notevole continuità laterale la sottostante formazione delle Argille subappennine. Si evidenzia l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaioso-ciottolosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi, a luoghi sabbiosi, a minore permeabilità. I diversi livelli in cui l'acqua fluisce non costituiscono orizzonti separati ma idraulicamente interconnessi, dando luogo ad un unico sistema acquifero. Procedendo verso costa si fanno sempre più frequenti e di spessore maggiore le intercalazioni limoso-sabbiose, che svolgono il ruolo di acquitardo. Ne risulta che l'acqua circola in condizioni freatiche nella fascia pedemontana ed in pressione nella zona medio-bassa.

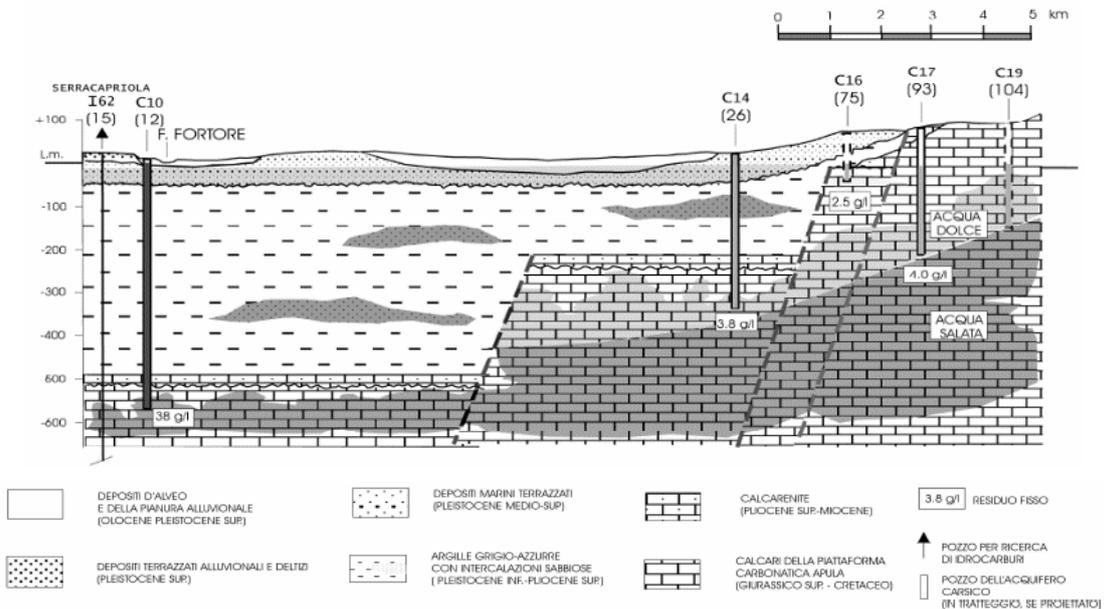


Figura 12 – Sezione idrogeologica (Maggiore et al., 2004)

Per quanto concerne l'area del comune di Serracapriola, come è possibile evincere dalla precedente sezione idrogeologica, l'acquifero fessurato-carsico profondo risulta essere presente ad una profondità molto elevata, di circa 700 metri. Per la zona è stato definito il complesso idrogeologico sotterraneo alluvionale del Fortore, come indicato con il numero 9 e retino magenta nella relativa cartografia del PTA della Puglia.

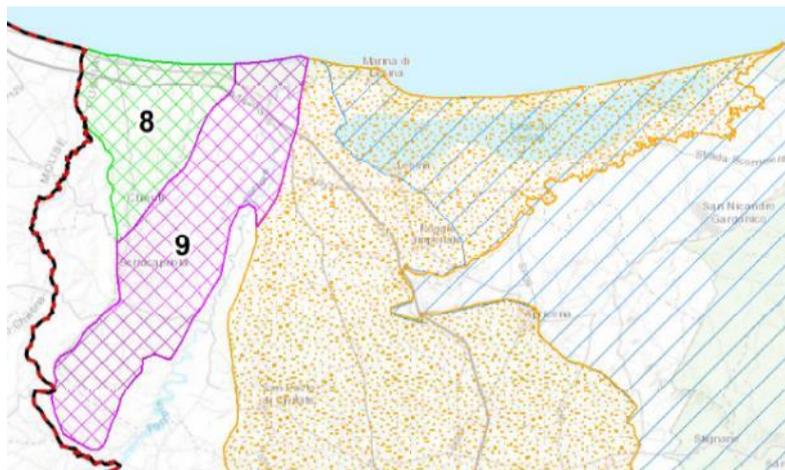


Figura 13 – Stralcio cartografia complessi idrogeologici PTA Puglia

Passando ad esaminare nello specifico l'area di progetto, analizzando la Carta Idrogeologica del PUG comunale di Serracapriola si evince come l'area di interesse sia interessata da una media permeabilità per porosità, con coefficiente di permeabilità K compreso tra 10^{-4} ed 1 cm/s. Inoltre la direzione di flusso della

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 30 di 38
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

falda segue indicativamente il decrescere della quota, in direzione Ovest-Est, diretta verso il corpo idrico superficiale del Fortore.

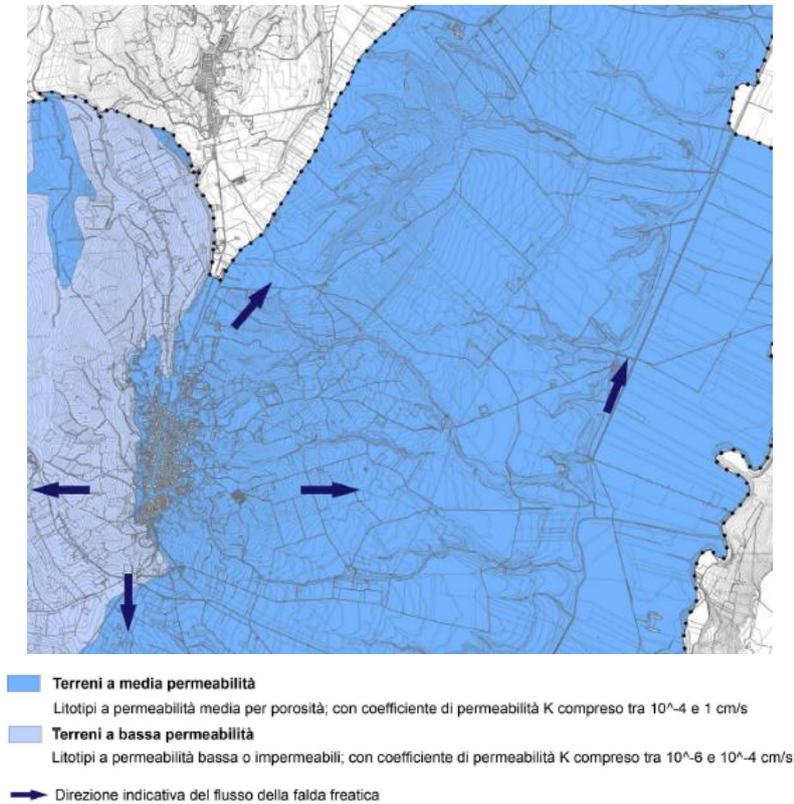


Figura 14 – Estratto Carta Idrogeologica (PUG Serracapriola)

Infine, per quanto concerne il livello piezometrico, secondo quanto riportato nel Piano Urbanistico Generale comunale, questo risulta attestarsi al di sopra del tetto della Argille di Montesecco, profondo da pochi metri fino a circa 20-30 metri dal piano campagna.

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.

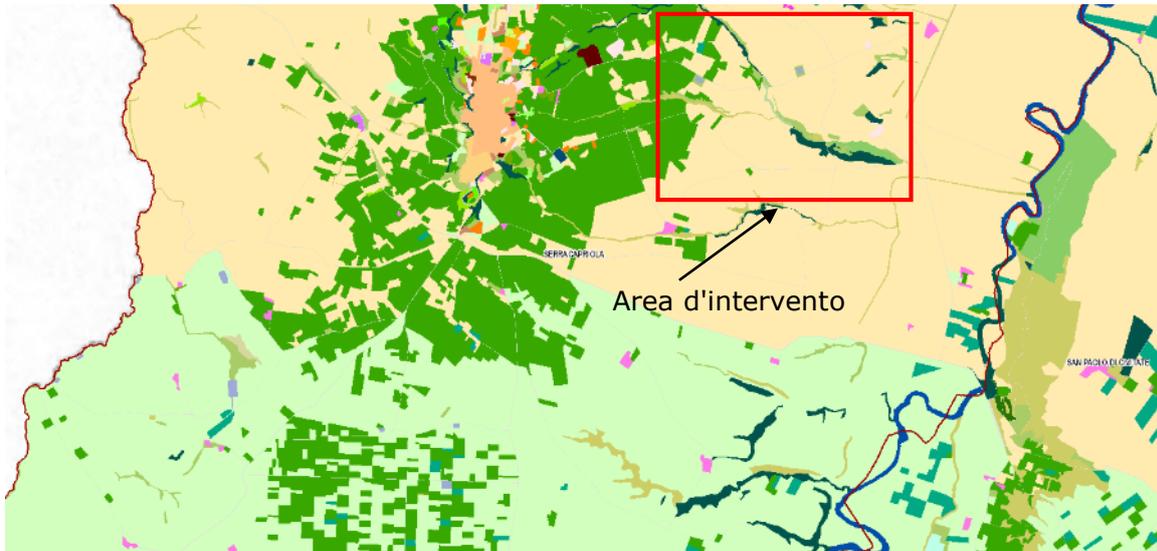


Figura 15 - Carta uso del suolo

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 32 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

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.

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.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 33 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

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.

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.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 34 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

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 $\Lambda = 1$. 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 4) si riportano i valori numerici dei parametri di interesse per lo studio.

 	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idrologica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	1416-PD_A.5.0_DOC_r00 30/09/2020 15/12/2020 00 35 di 38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

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

Tabella 4– 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:

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

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 5. 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 6):

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

Tabella 6. 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 16 - 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 7. - 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 Puglia 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:

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

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

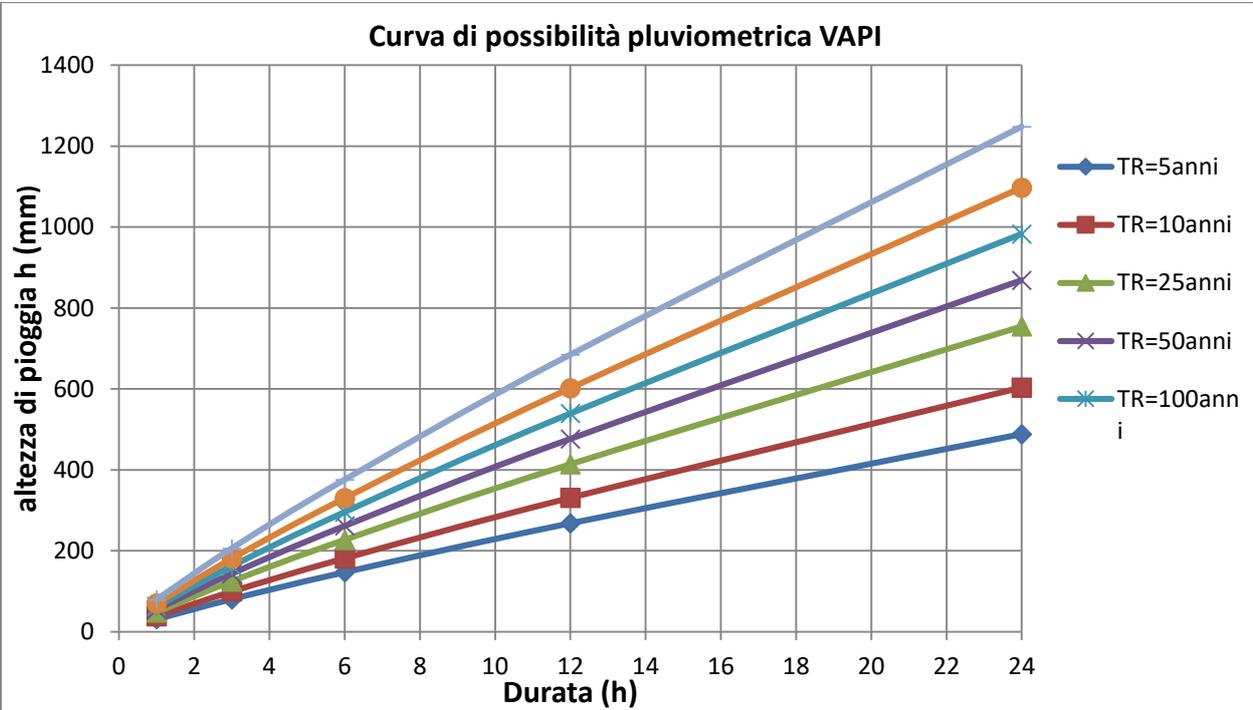


Figura 17 – Legge probabilità pluviometrica zona 1