



COMUNE DI ORDONA
PROVINCIA DI FOGGIA



"PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGROVOLTAICO AVANZATO CON ANNESSO
ALLEVAMENTO OVINO E RELATIVE OPERE
ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA
COMPLESSIVA DI 57,348MWp - 50,000 MWac
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE "

PROGETTO

MEDITERRANEA

Comune: Ortona (FG)

Fogli: 7 - 8

DITTA

ORDONA SOLAR S.R.L.

ELABORATO: PD_00

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

SCALA: 1 : //

0	EMMISSIONE	09/05/2024
REV	DESCRIZIONE	DATA

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

AGROVOLTAICO

POTENZA: 50,000 MW

Il proponente:

ORDONA SOLAR S.R.L.
VIA L.CARIGLIA,22
P.IVA 04461640718
71121 Foggia FG



IDRI

Il Tecnico:

dott. geol. Michele Pecorelli

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO.....	3
2. AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI E ACQUE SOTTERRANEE.....	5
2.1 ACQUE SUPERFICIALI	5
2.2 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA	6
2.3 RAPPORTI TRA L'INTERVENTO PROPOSTO E LA FALDA SUPERFICIALE	8
3. STUDIO IDRAULICO	9
3.1 PREMESSE.....	9
3.2 FORMAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA.....	9
3.3 ANALISI DEL BACINO IDROGRAFICO.....	10
3.3.1 Descrizione Morfologica del Bacino Idrografico.....	10
3.4 ANALISI DELLA CURVA DI PIOGGIA – MODELLO IDROLOGICO	11
3.4.1 Curve di possibilità pluviometrica	11
3.5 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	12
3.6 CALCOLO DELLA FORMAZIONE DELLA PIENA	13
4. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI ASSETO IDROGEOLOGICO (PAI)	15
5. SINTESI CONCLUSIVA	17

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica della compatibilità idraulica del progetto per la realizzazione di un Progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico avanzato con annesso allevamento ovino e relative opere ed infrastrutture connesse della potenza complessiva di 57,348 MWp – 50,000 MWac e relative opere di connessione.

L'ubicazione dell'intervento è localizzata in contrada Coppa Bianca a Nord e Contrada Marchitto a Sud di Ortona, mentre la linea di connessione alla stazione elettrica ubicata nell'agro di Castelluccio dei Sauri, si svolge lungo le S.P. 85 e S.P. 110.

Il PAI nelle sue determinazioni delimita le aree a rischio in funzione sia del livello di pericolosità idraulica sia geomorfologica, definendole rispettivamente di alta (AP), media (MP), bassa (BP) e molto elevata (PG3), elevata (PG2), media e moderata (PG1).

L'area interessata dal progetto, come già detto, è compresa nelle aree perimetrale ad Alta Pericolosità Idraulica (AP).

L'intervento consiste in lavori per l'ampliamento e la manutenzione straordinaria di una vasca esistente per la raccolta dell'acqua utilizzata per uso irriguo agricolo, ubicata in agro di Manfredonia, alla località "Macchia Rotonda" snc..

Per le verifiche idrauliche le metodologie seguite nella seguente trattazione sono quelle previste dalla Relazione di Piano che è parte integrante del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI).

Le procedure metodologiche per la determinazione degli eventi estremi per l'individuazione delle aree a rischio di inondazione, sono indicate dal D.P.C.M. del 29 settembre 1998 concernente l'Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" che recita: *"Comunque, ove possibile, è consigliabile che gli esecutori 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 VAPI messo a disposizione dal GNDICI-CNR"*.

L'orografia del territorio regionale e specificatamente dell'area del tavoliere, con le sue ondulazioni e i suoi terrazzamenti, individua bacini di dimensioni molto estese caratterizzate da un reticolo idrografico ramificato e spesso meandriforme che si chiudono in mare con argini rettilinei segno evidente di interventi di regimentazione idraulica.

Tali evenienze sono da legare essenzialmente alla presenza di corsi d'acqua a carattere effimero e torrentizio che, stante la totale assenza di rilevazione idrometrografiche, richiedono la definizione di particolari procedure idrologiche aggiornate. L'analisi è ulteriormente complicata dalla particolare natura geologica del territorio caratterizzato da permeabilità variabili che rendono significative e discontinue le caratteristiche di perdita idrologica sull'area dei bacini studiati.

La totale assenza di serie storiche di deflussi impedisce l'applicazione dei metodi regionali per la stima delle portate a prefissato livello di rischio e, impone, la validazione e l'uso di procedure di tipo diverso forse anche di tipo tradizionale.

Lo studio è partito da un puntuale rilievo del sito attraverso la cartografia ufficiale, foto aeree e studi in situ.

L'area oggetto di intervento, posta nella parte bassa del bacino idrografico del Torrente Cervaro, ed è interamente antropizzata con scarsi interventi edificatori e estese coltivazioni agricole a ciclo stagionale.

Tenendo conto della morfologia del rilievo e dell'andamento delle aste torrentizie principali, è stato possibile tracciare i Bacini idrografici di competenza di ciascuna asta. Ciò che emerge dall'analisi del Bacino è che la parte alta è caratterizzata da elevate pendenze, fitta vegetazione e alvei stretti e profondi. Nella parte mediana del bacino, caratterizzata da rilievi modesti e terrazzi alluvionali, è

ancora forte l'antropizzazione che si traduce in ampie coltivazioni olivicole e sparuti insediamenti abitativi per lo più a carattere rurale.

La parte bassa del bacino, dove si inserisce la proposta progettuale, è caratterizzata da una forte antropizzazione con elevata infrastrutturazione agricola.

L'idrografia del sito di intervento è caratterizzata dalla presenza del Torrente Carapelle che scorre in direzione OSO-ENE per altri 30 km prima di sfociare nel Mare Adriatico. In questo tratto e per diversi altri km a monte, lo stesso Torrente ha subito interventi di sistemazione idraulica con regolarizzazione degli argini molto più evidente negli ultimi 20 km dove i meandri sono stati tradotti in anse con apertura compresa tra 120° e 140° capaci di evirare l'erosione spondale. Evidente dall'analisi delle foto aeree la presenza di meandri abbandonati e uno spostamento verso Nord dell'alveo del Torrente.

Tabella 1:1

CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO				
BACINO	Superficie Bacino [km ²]	Perimetro [km]	Densità di drenaggio [km/km ²]	Massima Piena Attesa [mc/sec] ¹
Carapelle	715	284	1.90	283.70

1.1 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto in esame è ubicato in due aree rispettivamente a circa 1,5 Km a Est rispetto al centro abitato e a circa 2 a Sud rispetto al centro abitato del Comune di Ortona.

Le aree interessate dalla realizzazione del campo agrivoltaico sono esterne alle perimetrazioni del PAI

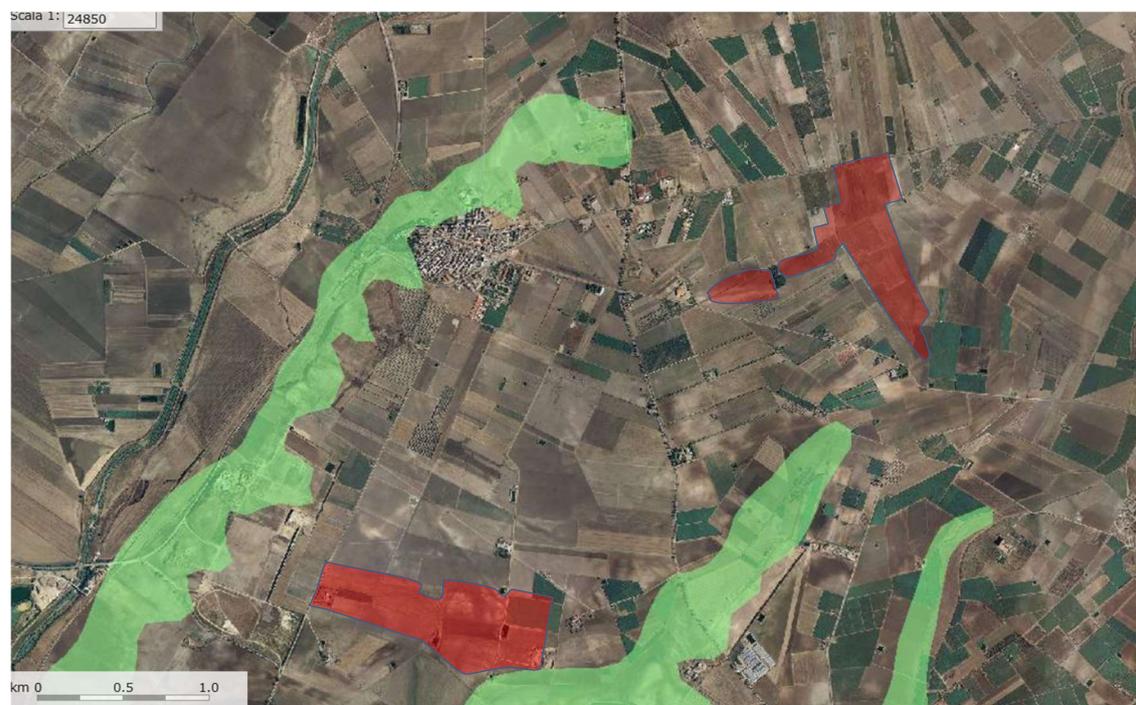


Figura 1:1 - Stralcio della cartografia PAI [WebGIS del PAI Puglia \(distrettoappenninomeridionale.it\)](http://WebGIS.del.PAI.Puglia(distrettoappenninomeridionale.it))

¹ GNDCI Linea 1. Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia

Per quanto attiene il cavidotto, corre attraverso aree a Pericolosità Geomorfologica media e moderata (PG1) e attraversa il Fiume Carapelle in località Ponte Nuovo. La stazione di consegna TERNA nell'agro del Comune di Castelluccio dei Sauri è in area PG1.



Figura 1:2 – Tracciato del cavidotto.

Per quanto attiene alla caratterizzazione morfologica e geolitologica si rimanda alla relazione geologica e geotecnica a corredo della stessa istanza.

2. AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI E ACQUE SOTTERRANEE

2.1 ACQUE SUPERFICIALI

Come già descritto in precedenza nell'area del Tavoliere di Puglia si individua un'idrografia superficiale piuttosto diffusa. Ciò è da mettere in relazione sia alla natura geolitologica, con affioramenti di litologie prevalentemente limo argillose che favoriscono il ruscellamento superficiale sia anche alla collocazione morfologica e geografica, ai piedi di importanti rilievi dove si verificano intense precipitazioni e forti ruscellamenti a causa delle pendenze elevate e degli affioramenti lapidei impermeabili.

Il torrente Cervaro, il Carapelle e il fiume Ofanto rappresentano gli elementi idrografici principali, mentre quelli minori sono rappresentati da canali artificiali e di bonifica dislocati verso la costa (Figura 14).

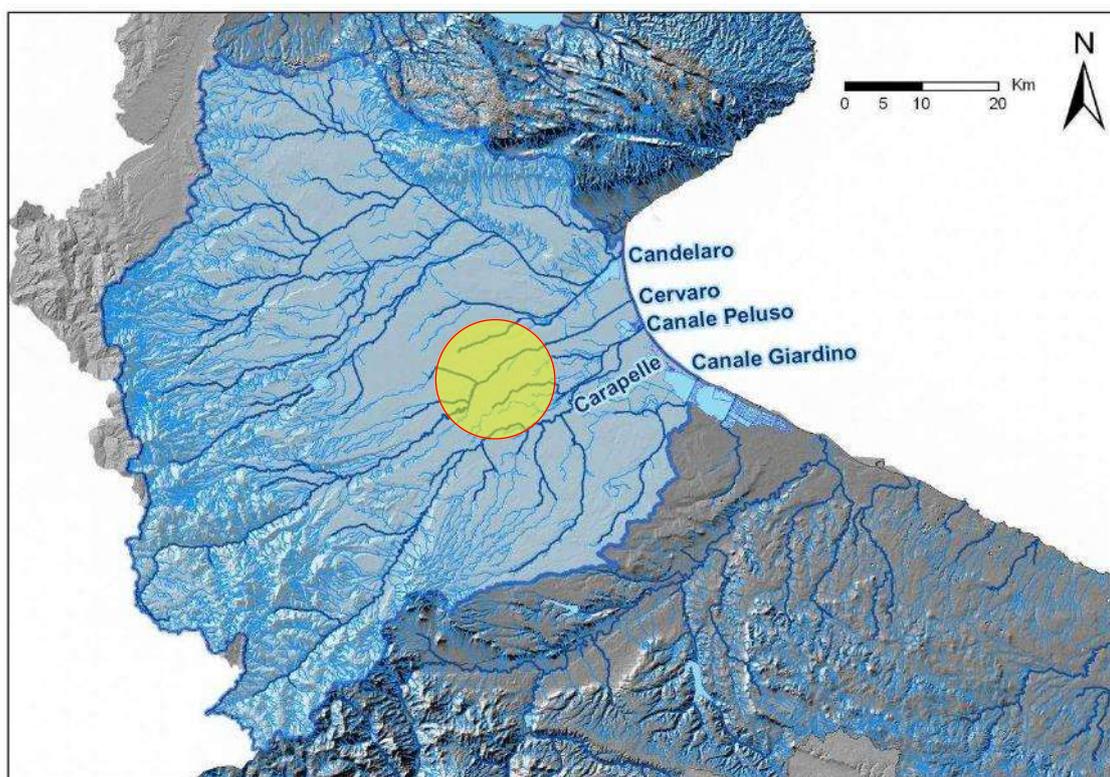


Figura 2:1 – Reticolo idrografico schematico dell'area del Tavoliere di Puglia.

Lo scorrimento idrico in superficie, pertanto, avviene secondo linee di massima pendenza che normalmente seguono una direzione ortogonale alla linea di costa. L'idrografia rivela nel complesso una fase di maturità con un andamento meandriforme e con presenza talora di alvei abbandonati.

Ad eccezione dell'Ofanto, che evidenzia un regime a carattere perenne, i suddetti corsi d'acqua hanno carattere torrentizio e le portate assumono un valore significativo solo a seguito di precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate. Generalmente con le prime forti precipitazioni autunnali non si vengono a determinare deflussi idrici di particolare rilievo, tanto che gli alvei restano privi d'acqua, persino fino a dicembre. Nei periodi piovosi invernali, anche se per breve durata, si possono determinare inaspettate piene con portate e coefficienti di deflusso alquanto elevati, il che è da mettere in relazione con il fatto che i terreni dei bacini imbriferi sono portati a saturazione dalle

precipitazioni liquide e solide più frequenti anche se meno copiose, e con valori di evapotraspirazione molto bassi che non permettono il drenaggio verso l'alto delle acque.

2.2 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTERRANEA

In relazione alle caratteristiche stratigrafico-strutturali dell'area e in funzione della profondità, si identificano tre unità acquifere principali, di seguito elencate, dal basso verso l'alto [Maggiore et alii, 1996] (figura 15).

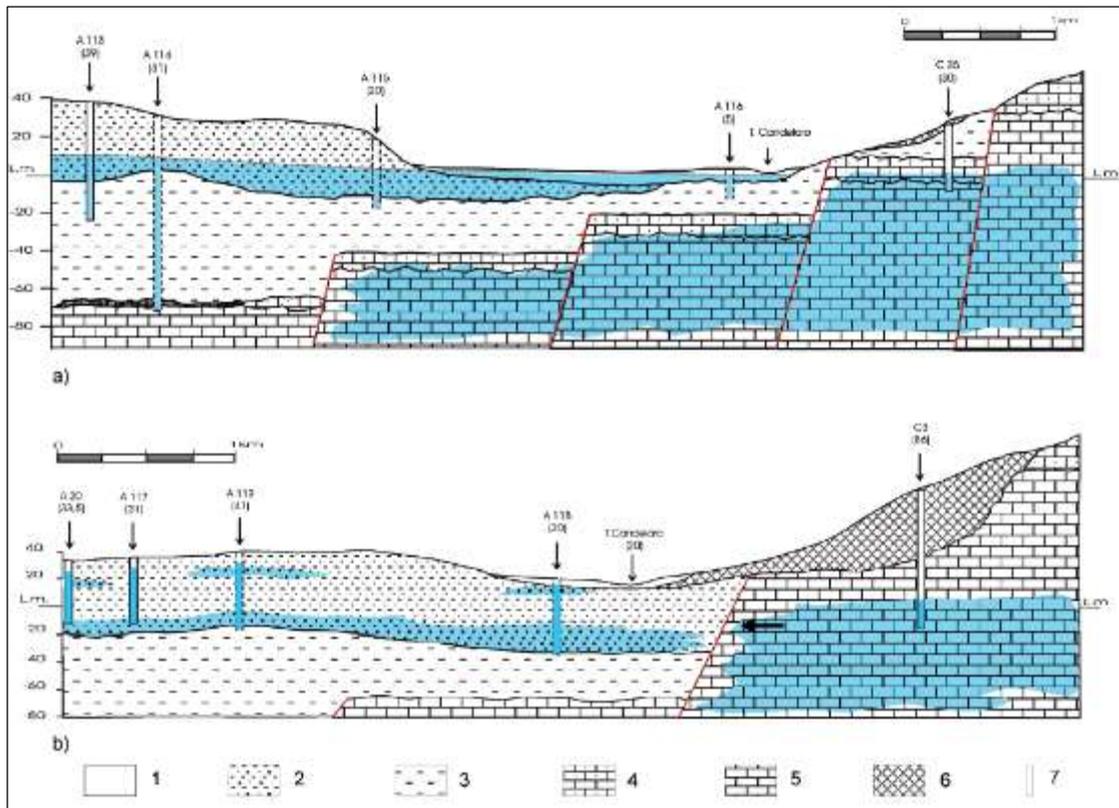


Figura 2:2 – Sezioni idrogeologiche. Legenda 1) Depositi d'alveo (Olocene); 2) depositi della pianura alluvionale (Olocene – Pleistocene sup.); 3) argille grigio- azzurrognole con intercalazioni sabbiose (Pleistocene inf. – Pliocene sup.) 4) Calcarenite (Pliocene sup. – Miocene); 5) calcari della piattaforma carbonatica apula (Cretaceo); 6) Conoidi detritiche (Olocene – Pleistocene sup.) 7) Pozzo (in tratteggio, se proiettato).

Si distinguono, a partire dal basso.

- Acquifero fessurato-carsico profondo, situato in corrispondenza del substrato carbonatico pre-pliocenico.
- Acquifero poroso profondo, situato in corrispondenza delle lenti sabbiose intercalate alle argille plio-pleistoceniche.
- Acquifero poroso superficiale, la cui falda ha sede nei livelli sabbioso ghiaiosi dei depositi marini e alluvionali del Pleistocene sup.-Olocene.

Le principali differenze tra queste tre unità acquifere risiedono nei caratteri della circolazione idrica sotterranea e nelle caratteristiche chimiche delle acque, legate a un diverso grado di mescolamento di tre componenti fondamentali: acque di origine meteorica, acque salate di intrusione marina e acque

connate.

Acquifero poroso superficiale.

Si viene a formare nella porzione più superficiale del sottosuolo negli estesi depositi marini e alluvionali quaternari, che ricoprono con continuità le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. La falda idrica si rinviene a modeste profondità dal piano campagna, variabili da zona a zona e può essere ripartita su più livelli.

Si tratta di un acquifero articolato, costituito da alternanze irregolari di strati ghiaiosi, sabbiosi, argillosi e argilloso-limosi con diverso grado di permeabilità. La presenza di livelli argillosi impermeabili intercalati, in configurazione lenticolare, consente in ogni caso l'interconnessione idraulica tra i vari livelli acquiferi, per cui i caratteri della circolazione idrica sono riferibili a un'unica falda, molto eterogenea, frazionata su più livelli.

L'acquifero è sostenuto dalle argille grigio-azzurre impermeabili di base e la potenza dello stesso è variabile tra i 50 e 80 m, talora superiore, solo nelle aree più interne si riscontrano valori inferiori a 50 m.

Specifici studi di carattere idrogeologico indicano che la morfologia della superficie piezometrica del territorio è notevolmente influenzata da quella del substrato impermeabile. Orientativamente si evidenzia che i corpi sedimentari a granulometria più grossolana (di maggiore permeabilità) prevalgono nelle aree di alta pianura e, man mano verso la costa, la presenza d'intercalazioni argilloso-limose (scarsamente permeabili) aumenta sia come spessore sia in frequenza. Coticché nella fascia pedemontana la falda circola liberamente, mentre, nella parte mediana e bassa è in pressione, in condizioni artesiane.

La particolare configurazione litostratigrafica è tale che le zone di maggiore alimentazione sono quelle dove affioramento i depositi più grossolani, adatti ad assorbire buona parte delle acque meteoriche, destinandole alla circolazione idrica sotterranea.

Come già rilevato lo spessore complessivo di questi terreni, è piuttosto esiguo in corrispondenza del lembo appenninico, aumenta sensibilmente verso est, raggiungendo i 50 m nella zona mediana della pianura e a luoghi i 100 m presso il litorale adriatico.

La superficie piezometrica si rinviene a circa 250 m s.l.m. nelle zone più interne e degrada fino alla costa con gradienti compresi tra 0,15% e 0,25%. Nell'area in studio è compresa tra -18 e - 40 metri rispetto alla quota del piano di campagna.

Acquifero poroso profondo.

L'acquifero poroso profondo, plio-pleistocenico, è situato in corrispondenza degli strati sabbioso-limosi e localmente ghiaiosi intercalati alla successione argillosa dell'avanfossa.

I livelli acquiferi sono rappresentati da corpi discontinui di forma lenticolare, dello spessore di pochi metri, alternati a strati argillosi impermeabili spessi anche alcune decine di metri.

La falda è in pressione ovunque e di solito presenta forti caratteri di artesianità. Le reali caratteristiche di questo sistema acquifero sono poco conosciute, soprattutto riguardo alla geometria e distribuzione spaziale dei corpi acquiferi, alla connessione idraulica tra i diversi livelli e con le altre falde del Tavoliere, alle modalità di alimentazione e di deflusso.

I livelli utilizzati, captati di norma per uso irriguo, sono localizzati a profondità variabili tra 150 m e 500 m dal p.c.; nei livelli sabbiosi più profondi la possibilità di rinvenimento di acque dolci utilizzabili è fortemente condizionata dall'esistenza di acque connate, associate ad accumuli d'idrocarburi.

Acquifero fessurato-carsico profondo.

Dal Torrente Candelaro, procedendo verso ovest, l'acquifero carbonatico mesozoico del Gargano risulta ribassato a gradinata da sistemi di faglie dirette, a direzione appenninica e antiappenninica, che

danno origine nel substrato un'articolata struttura ad horst e graben.

L'interesse pratico per questo acquifero è limitato alle zone dove il substrato è situato a profondità inferiori a qualche centinaio di metri, quali si riscontrano nella fascia pedegarganica del Tavoliere. Questa limitazione è giustificata dal fatto che procedendo verso la parte mediana dell'avanfossa, con la profondità del substrato aumenta notevolmente il contenuto salino delle acque che passano da valori tipici di acque di origine meteorica, più o meno contaminate dagli apporti marini, a valori e chimismo caratteristici delle acque connate associate ai giacimenti di idrocarburi.

Le acque di falda circolano nelle rocce carbonatiche del substrato e sono confinate sotto la successione argillosa o di livelli poco fratturati delle stesse rocce calcaree. La circolazione idrica risente delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero, variabili da zona a zona in funzione del grado di fessurazione e carsismo della roccia. Le modalità di deflusso della falda sono anche influenzate dalla presenza delle numerose faglie del substrato che determinano direttrici di deflusso preferenziali.

2.3 RAPPORTI TRA L'INTERVENTO PROPOSTO E LA FALDA SUPERFICIALE

Una verifica eseguita sulla carta delle isopieze), relativa alla campagna di misura 2002, rileva che i massimi valori del gradiente idraulico si registrano nella parte più interna, corrispondente alla zona di maggiore ricarica dell'acquifero, mentre tendono a diminuire nella parte centrale e ancor più verso il Torrente Carapelle. La particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, innanzitutto, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale più marcata, osservabile verso il Torrente Carapelle che funge da asse drenante.

Come già ampiamente verificato nei paragrafi precedenti, la superficie piezometrica, è stata verificata direttamente misurandone il livello nei diversi pozzi presenti nell'intero comprensorio ed è stata determinata a profondità comprese tra -15 e -20 metri dal piano di campagna, con oscillazioni annuali influenzate dalle precipitazioni locali contenute nel metro.

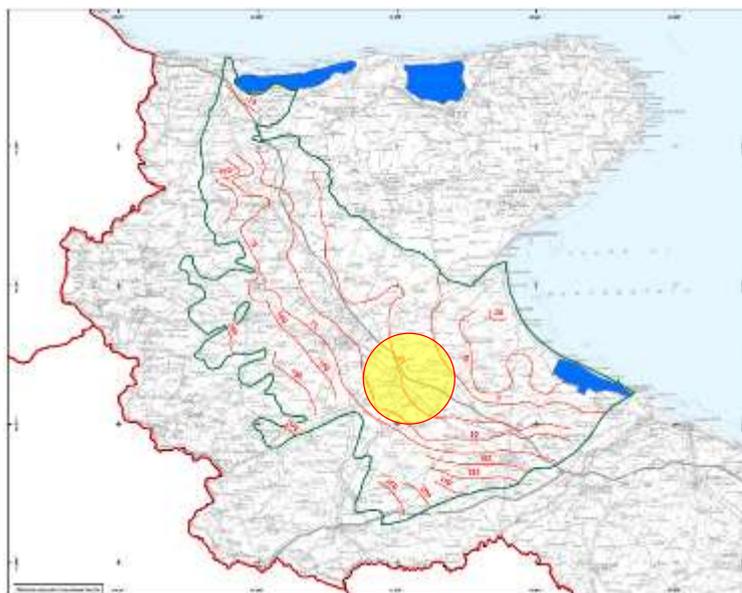


Figura 2:3 – Estratto della Tavola 6.3.1 del PTA Puglia. Distribuzione media dei carichi piezometrici dell'acquifero poroso del Tavoliere.

Tenuto conto che le opere progettate interferiscono solo con i primi metri della successione stratigrafica, in quanto sia le strutture di sostegno dei singoli pannelli che Sottostazione Elettrica saranno fondate a profondità non superiori a -3,50 metri dal p.c, si può concludere che non c'è nessuna interferenza tra le stesse opere fondali e la superficie piezometrica della falda superficiale.

3. STUDIO IDRAULICO

3.1 PREMESSE

Per verificare l'effettivo rischio idraulico, nell'ambito dell'intera area interessata dalla pianificazione, è necessario eseguire lo studio idraulico e idrologico al fine di individuare gli effetti dell'intervento e delle portate al colmo di piena che interessano l'area oggetto di studio.

In sintesi, per la determinazione della portata di piena si è proceduto come segue:

- verifica delle aree di bacino individuate sulla cartografia di base;
- verifica del bacino afferente alle sezioni idrologiche di riferimento con i coefficienti di riduzione;
- verifica delle definizioni delle caratteristiche fisiografiche del bacino (superficie, altitudine massima, media e minima, lunghezza e pendenza media dell'asta principale, pendenza media dei versanti);
- analisi della piovosità sulla base dei dati di regionalizzazione delle precipitazioni intense di assegnato tempo di ritorno definite negli studi "VAPI-Puglia" ed indicate come metodologia di riferimento nel PAI;
- determinazione delle portate di piena per assegnato tempo di ritorno mediante l'utilizzo del metodo razionale;
- definizione delle portate di piena da usare ai fini delle verifiche di compatibilità idraulica.

L'orografia del territorio regionale e specificatamente dell'area del tavoliere, caratterizzata da ondulazioni e terrazzamenti, individua bacini di dimensioni molto estese che sottendono ad un reticolo idrografico con un regime idrografico altamente discontinuo e ruscellamento che si limita a pochi episodi annui.

Tali evenienze, stante la totale assenza di rilevazione idrometrografiche, richiedono la definizione di particolari procedure idrologiche aggiornate. L'analisi è ulteriormente complicata dalla particolare natura geologica del territorio caratterizzato da permeabilità variabili che rendono significative e discontinue le caratteristiche di perdita idrologica sull'area dei bacini studiati.

La totale assenza di serie storiche di deflussi impedisce l'applicazione dei metodi regionali per la stima delle portate a prefissato livello di rischio e, impone, la validazione e l'uso di procedure di tipo diverso forse anche di tipo tradizionale.

Le elaborazioni idrologiche sviluppate nella seguente relazione sono finalizzate alla determinazione delle portate di massima piena, partendo dalle precipitazioni e trasformando gli afflussi meteorici in deflussi, con l'ausilio di modelli che simulano i processi di perdita e di trasferimento verso valle della precipitazione netta. Tale metodo, adotta una procedura che necessita delle caratteristiche geopedologiche riferite all'area del bacino in esame per la determinazione dei parametri di trasformazione degli afflussi, fornendo come risultato l'idrogramma di piena per ciascuna sezione di interesse per ciascuno dei tempi di ritorno considerati.

3.2 FORMAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA

Per la valutazione delle portate al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno si è fatto riferimento al metodo razionale (o cinematico), basato sulla determinazione indiretta delle portate in funzione delle precipitazioni.

A tal proposito è opportuno ricordare come eventi meteorici gravosi di pari probabilità di accadimento possono dare origine ad eventi in alveo notevolmente diversi fra loro, in funzione delle condizioni iniziali del bacino in esame nonché delle caratteristiche spazio-temporali dell'evento stesso.

La scelta delle caratteristiche dell'evento di pioggia deve pertanto essere condotta al fine di considerare, a pari probabilità di accadimento, le condizioni più critiche sul bacino.

Per il calcolo delle portate di piena si è quindi fatto riferimento alla formula di Turazza:

$$Q = \frac{c \times h \times S}{3,6 \times tc}$$

dove:

S = superficie del bacino (Km²);

c = coefficiente medio di deflusso del bacino;

h = altezza massima di precipitazione, determinata a partire dalla curva di possibilità climatica di assegnato tempo di ritorno assumendo una durata dell'evento meteorico pari al tempo di corrivazione (mm);

tc = tempo di corrivazione del bacino (h).

Pertanto, per l'applicazione del metodo sinteticamente si possono riassumere i risultati e che in particolare riguardano:

1. Analisi del bacino idrografico

- a. definizione dei sottobacini;
- b. individuazione delle pendenze;
- c. individuazione dei litotipi affioranti;
- d. individuazione delle colture prevalenti;
- e. determinazione del coefficiente di deflusso

2. Analisi delle curve di pioggia per i seguenti modelli idrologici:

- a. Modello della zona 1 come definita dal PAI Puglia

3. Calcolo dei tempi di corrivazione

4. Calcolo della formazione della piena sulle varie sezioni di controllo dei sottobacini

3.3 ANALISI DEL BACINO IDROGRAFICO

3.3.1 Descrizione Morfologica del Bacino Idrografico

Per quanto riguarda le caratteristiche litologiche e strutturali si fa riferimento alla relazione geologica e geotecnica allegata alla stessa istanza, in questa sede si pone l'accento sulla morfologia del bacino idrografico.

L'area in esame, come già detto, è interamente antropizzata e poco urbanizzata con attività agricole e, in parte minore, ad attività di carattere industriale e artigianale (in primis l'attività estrattiva).

Per quanto attiene alle caratteristiche del Bacino in esame queste sono sintetizzate nella tabella 3.1

Tabella 3:1

TORRENTE CARAPELLE – GRANDEZZE IDROLOGICHE PORTATE DI PIENA							
BACINO	Superficie Bacino [km ²]	Lunghezza Asta [km]	Tempo di Corrivazione [ore]	p.p	m [l(t _r)] [mm/h]	C*	Q [mc/sec]
Carapelle a Carapelle	714.90	80	9.23	0.54	3.31	0.428	662.4

Curve Number (CN)

Il CN rappresenta l'attitudine del bacino in esaminate di produrre deflusso e si stima sulla base di valori tabellati in letteratura² in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale presente nel bacino.

La stima del CN presuppone, inizialmente, la determinazione del gruppo idrologico di ciascun suolo ricadente nel bacino e, all'interno di ciascun gruppo, l'individuazione di aree omogenee per destinazione d'uso, sistemazione e condizione idrica.

A ciascun'area omogenea, di nota superficie, è attribuito l'appropriato CN in conformità a quelli riportati nelle tabelle per ciascun gruppo. Il valore di CN_b dell'intero bacino si ottiene come media pesata, con peso la superficie dei valori stimati per le singole aree omogenee.

Tabella 3:2 - Valori del Curve Number in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli di copertura vegetale per condizioni medie di umidità antecedenti l'evento.

CALCOLO CURVE NUMBER							
Uso del suolo	Condizione Idrica	A	B	C	D	Superficie (%)	Valore CN
Bosco	Buona	25	55	70	77	12,01	9,25
Prati permanenti	Buona	30	58	71	78	77,17	44,76
Oliveti	Buona	62	71	78	81	7,51	5,33
Aree impermeabili		100	100	100	100	3,31	3,31
							62.65

3.4 ANALISI DELLA CURVA DI PIOGGIA – MODELLO IDROLOGICO

3.4.1 Curve di possibilità pluviometrica

L'attribuzione delle curve di possibilità pluviometrica alla parte di territorio garganico esaminato è realizzabile utilizzando due approcci basati sull'analisi statistica delle precipitazioni brevi, condotti utilizzando le distribuzioni probabilistiche LogNormale e TCEV, così come richiamato nelle Linee guida del PAI. Il primo approccio, basato sulla distribuzione log-normale consente di individuare sul territorio regionale zone nelle quali possa ritenersi omogeneo il regime delle piogge di breve durata e grande

² Vito Ferro - La sistemazione dei Bacini Montani - Mc Graw-Hill 2002. -

intensità, permettendo di ricavare per ognuna di esse le espressioni delle corrispondenti curve di possibilità pluviometrica. La metodologia utilizza la funzione di probabilità Log-normale (o di Galton-Gibrat) per esprimere la probabilità di non superamento della pioggia h ricavando l'altezza di precipitazione critica relativa ad un evento avente un prefissato periodo di ritorno.

Un secondo approccio per la stima delle curve di possibilità pluviometrica fa riferimento alla distribuzione probabilistica TCEV con regionalizzazione di tipo gerarchico ed è stato sviluppato in numerose pubblicazioni (Claps et al. 1994). La forma del legame tra l'altezza di precipitazione di assegnata durata e il tempo di ritorno alla quale ci si riporta è quella usuale monomia $h_i(\tau) = a\tau^n$ dove $h_i(\tau)$ è l'altezza di pioggia lorda in mm di durata τ (in ore) e T (in anni) è il tempo di ritorno.

L'intero territorio di competenza del servizio Idrografico regionale è stato diviso in 6 aree pluviometriche omogenee per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica sulla base di specifiche equazioni.



Figura 3:1 – Sottozone Omogenee

Il bacino in studio rientra nella zona 3. Qui la curva di Possibilità pluviometrica vale:

$$x(t,z) = 25,325 t^{[(0,696+0,00531z)/3,178]} \quad (1)$$

Ai valori di intensità di pioggia che si ottengono da tali curve, si devono applicare:

- il coefficiente di crescita $K_T = 0,5648 + 0,415 \ln T$;
- il coefficiente di riduzione areale $K_A = 1 - (1 - e^{-0,0021 a}) e^{-0,53 d^{0,25}}$

Il primo dei coefficienti risulta altresì tabellato in funzione dei tempi di ritorno.

Tabella 3:3

		COEFFICIENTE DI CRESCITA K_T											
T_R (anni)		2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
K_T		0,83	1,39	1,85	2,37	2,55	2,67	2,95	3,15	3,76	4,39	5,22	5,84

3.5 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Nella valutazione del *tempo di corrivazione*, che è alla base del calcolo dell'evento di progetto (per il bacino idrografico considerato), è stato tenuto in particolare conto quanto indicato nel piano stralcio

per l'assetto idrogeologico, in merito alle velocità di percorrenza che vengono attivate nei bacini e nella zona di alveo.

Tale tempo è stato altresì verificato e confrontato con il tempo di ritardo del bacino indicato nella formula razionale.

Per il calcolo del tempo di corrivazione si precisa che sono state utilizzate le formule teoriche proposte da *Giandotti* e che, al fine di ulteriore verifica e controllo, è stata utilizzata anche la relazione del *Ventura*.

Sono stati, infine, mediati i dati ottenuti.

$$t_c = \frac{4 \times \sqrt{S} + 1,5 \times L}{0,8 \times \sqrt{H_{med} - H_{min}}} \quad (2)$$

$$t_c = 0,1272 \times \sqrt{\frac{S}{i}} \quad (3)$$

$$t_c = 0,057 \times \frac{L^{0,58} \times (S+1)^{0,7}}{\sqrt{y}} \quad (4)$$

In quest'ultima, il parametro S rappresenta la massima ritenzione del bacino, funzione del tipo e del grado di saturazione del terreno oltre all'uso del suolo, la cui espressione risulta:

$$S' = 1000/CN - 10$$

dove:

CN è il "*Runoff Curve Number*" parametro caratteristico del metodo di calcolo del Soil Conservation Service (SCS).

Tale parametro è stato calcolato nella misura di 62.65 in condizioni di saturazione parziale e con copertura principalmente di tipo misto.

Il tempo di corrivazione calcolato con la (2) è risultato pari a 15,48 h.

3.6 CALCOLO DELLA FORMAZIONE DELLA PIENA

Per il calcolo della *portata al colmo di piena* è stato utilizzato il metodo Razionale facendo ricorso alla curva di probabilità della zona 1 con determinati tempi di Ritorno.

La formula razionale, riportata nelle determinazioni del PAI, è la seguente:

$$Q = \frac{C * K_A(tr)I(tr) * A}{3,6} \quad (5)$$

dove:

Q = piena annua espressa in mc/sec;

Cp = coefficiente di piena = 0,09 + 0,47 (1-pp)

pp = rapporto fra area ad elevata permeabilità e area complessiva del bacino

tr = tempo di ritardo in ore = 0,344 A^{0,5};

A = superficie del bacino in Km²;

$I(t_r)$ = intensità di precipitazione calcolata con il metodo TCEV (analisi regionalizzata – zona 4) ottenuta dalla relazione $h(t_r)/t_r \cdot kt$

con :

$$kt = 0,5648 + 0.415 \ln T$$

$$h(t) = 22,23 t^{0.247} \quad (\text{zona2 – metodo TCEV})$$

Sulla base di quanto sopra e sulla scorta di quanto pubblicato GNDCl Linea 1. Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia, si ha:

TORRENTE CARAPELLE – GRANDEZZE IDROLOGICHE PORTATE DI PIENA							
BACINO	Superficie Bacino [km ²]	Lunghezza Asta [km]	Tempo di Corrivazione [ore]	p.p	m [I(t _r)] [mm/h]	C*	Q [mc/sec]
Carapelle a Carapelle	714.90	80	9.23	0.54	3.31	0.428	662.4

4. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI ASSETO IDROGEOLOGICO (PAI)

Le aree interessate dalla realizzazione del campo agrivoltaico sono esterne alle perimetrazioni del PAI

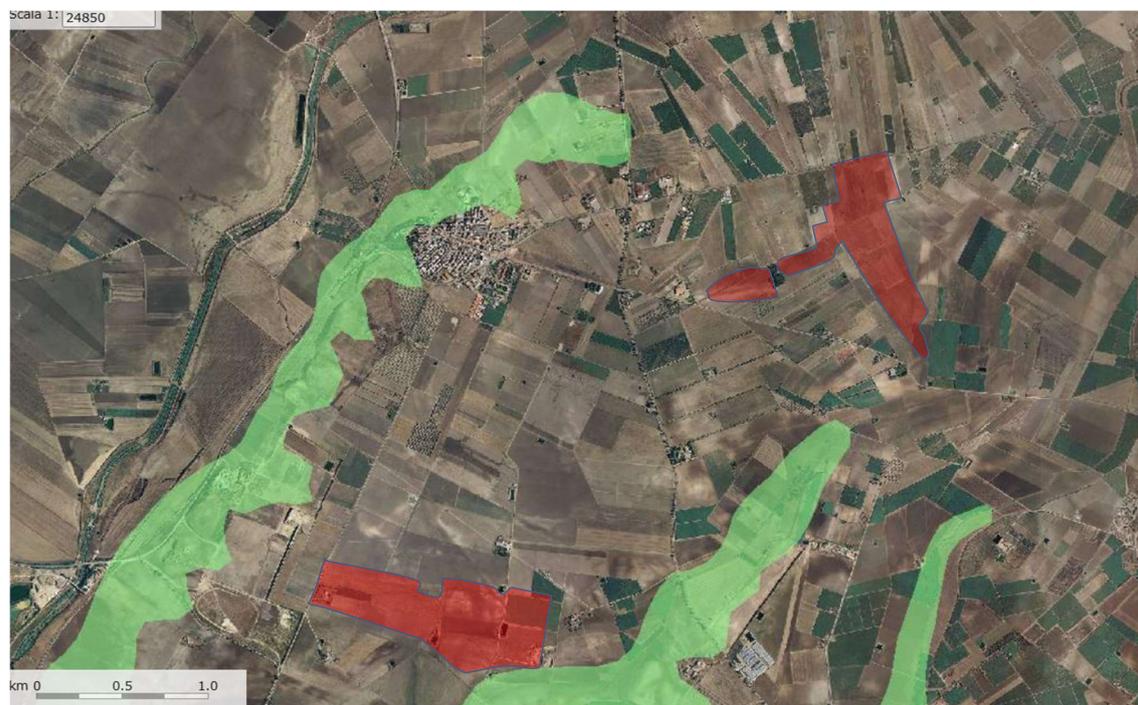


Figura 4:1 – Stralcio della cartografia PAI [WebGIS del PAI Puglia \(distrettoappenninomeridionale.it\)](http://WebGIS del PAI Puglia (distrettoappenninomeridionale.it)).

Per quanto attiene il cavidotto, corre attraverso aree a Pericolosità Geomorfologica media e moderata (PG1) e attraversa il Fiume Carapelle in località Ponte Nuovo. La stazione di consegna TERNA nell'agro del Comune di Castelluccio dei Sauri è in area PG1.



Figura 4:2 – Tracciato del cavidotto.

Il cavidotto interrato si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 9,39 Km in asse con la viabilità. Lungo il percorso interseca il Torrente Carapelle ma, essendo completamente interrato, non modifica in nessun modo l'attuale assetto idraulico. Infatti, l'attraversamento sarà effettuato con la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) e non interferirà in alcun modo con l'elemento idrografico.

5. SINTESI CONCLUSIVA

Nell'ambito del Progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico avanzato con annesso allevamento ovino e relative opere ed infrastrutture connesse della potenza complessiva di 57,348 MWp – 50,000 MWac e relative opere di connessione è stato condotto il presente studio idraulico-idrologico finalizzato alla verifica delle condizioni di sicurezza idraulica nell'area interessata dal manufatto stesso e che la realizzazione della proposta progettuale non sia causa di incremento del livello di pericolosità.

Le aree su cui ricade il campo agrovoltaiico sono esterne alle perimetrazioni del vigente PAI.

La linea di connessione alla stazione TERNA ancora da realizzare interferisce con il reticolo idrografico e segnatamente con il Torrente Carapelle in località Ponte Nuovo sulla S.P. 110 e l'attraversamento avverrà con una Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

In definitiva, la messa in opera di quanto sopra non è causa di aumento di Pericolosità Idraulica e/o di Rischio Idraulico, in quanto, l'attraversamento in TOC esclude ogni interferenza tra il cavidotto e il reticolo.

Vieste, maggio 2024

dott. geol. Michele Pecorelli