

Regione: PUGLIA
Provincia: BRINDISI
Comune: BRINDISI

IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO DELLA POTENZA NOMINALE DI 50,62 MWp

CODICE IDENTIFICATIVO PRATICA AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE: 1G8YS61

BETA LIBRA S.r.l.
Via Mercato, 3
20121 Milano (MI)
P.IVA: 11039750960

Titolo dell'Elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA

Denominazione del file dell'Elaborato:

REL 13.pdf

Elaborato:

REL13

Relatore:

Dott.ssa Geol. Silvia Ciurlia
Via M. Bernardini n.9
73100 Lecce
Mail: studiociurlia@gmail.com
PEC: studiociurlia@epap.sicurezzapostale.it

Visti / Firme / Timbri:



SVILUPPO PROGETTO

NEXTA PROJECT HOLDCO
2 Hilliards Court, Chester Business Park
Chester, United Kingdom, CH4 9PX



APULIA ENERGIA S.r.l.
Via Sasso, 15
72023 Mesagne (BR)



Scala N.A.

Data	Revisione	DESCRIZIONE	Elaborazione	Verifica e controllo
01.07.2021	0	PRIMA EMISSIONE	Dott.ssa Silvia Ciurlia	Dott.ssa Silvia Ciurlia
REVISIONI				

Sommario

1	INTRODUZIONE.....	2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
3	CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE	7
4	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	7
5	CARATTERI IDROGEOLOGICI	10
5.1	CARATTERI DI PERMEABILITA'	13
5.2	VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI	14
6	CARATTERI IDROGRAFICI.....	15
7	INQUADRAMENTO CLIMATICO	17
7.1	TEMPERATURA.....	17
7.2	PRECIPITAZIONE	20
8	CONFORMITÀ DELL'INTERVENTO CON IL PAI (PIANO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)	22
9	ANALISI IDROLOGICA	24
9.1	CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI	24
9.2	VALUTAZIONE DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE	33
9.3	VALUTAZIONE DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA – METODO VAPI PUGLIA	33
10	CONCLUSIONI.....	36

1 INTRODUZIONE

Con la presente la sottoscritta Dott.ssa Geol. Silvia Ciurlia ha redatto uno Studio Idrologico nell'ambito del progetto per la realizzazione e messa in esercizio di un Impianto Agrofotovoltaico della potenza nominale di 50,62 MWp integrato sul lato di Media Tensione da un Sistema di Accumulo della potenza di 10 MW (41,60 MWh) in agro del Comune di Brindisi (BR), con impianti di utenza, inclusa la necessaria Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) di elevazione M.T./A.T., e di rete per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) ricadenti anch'essi nel Comune di Brindisi (BR). La Società BETA LIBRA S.r.l., con sede in Via Mercato, 3 – 20121 Milano (MI), risulta soggetto Proponente.

L'intera area di realizzazione dell'impianto di produzione, ricadente nel territorio del Comune di Brindisi (BR), ha una superficie lorda di circa 893.000 m e si trova a circa 6 km ad OVEST del relativo centro abitato. Essa è ubicata nello specifico in Zona E – Agricola del vigente PRG del Comune medesimo. Tale area, essendo formata da terreni non necessariamente contigui, è stata scomposta, anche dal punto di vista impiantistico in due Aree: Area 1 ed Area 2, come rappresentato negli specifici elaborati planimetrici. Le figure 1A e 1B rappresentano l'area dell'impianto di produzione e le opere infrastrutturali di distribuzione e per la connessione ad esso correlate:

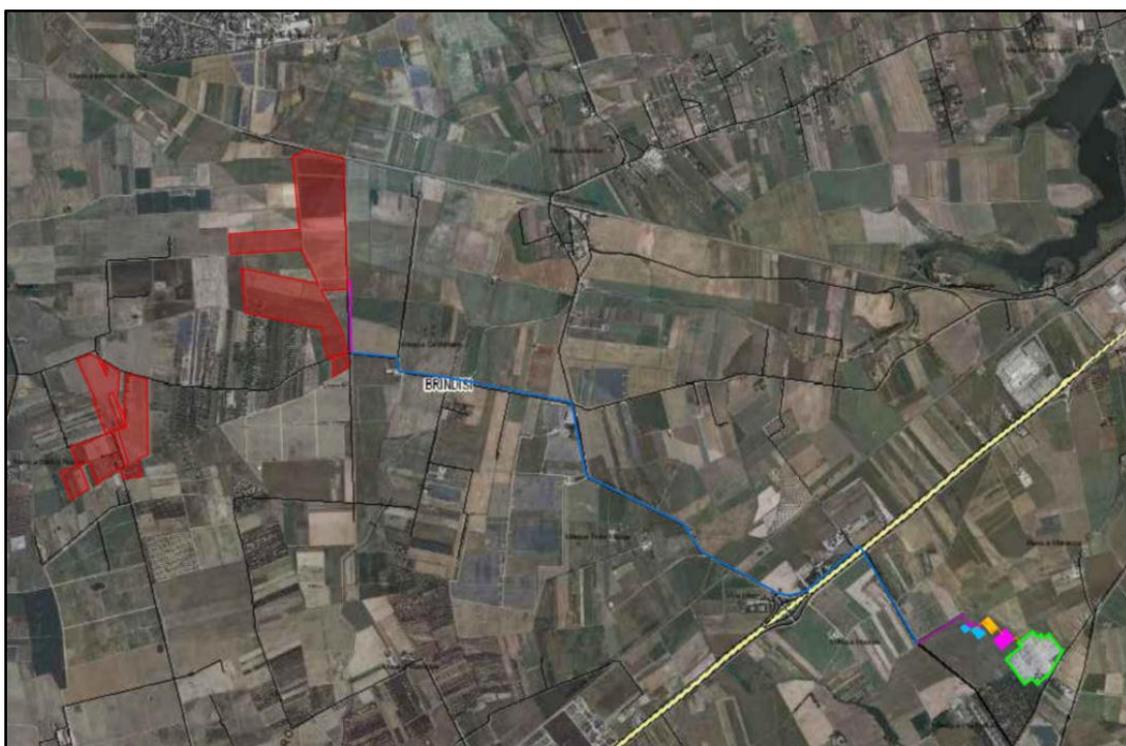


FIG 1A - Localizzazione dell'area di intervento su ortofoto

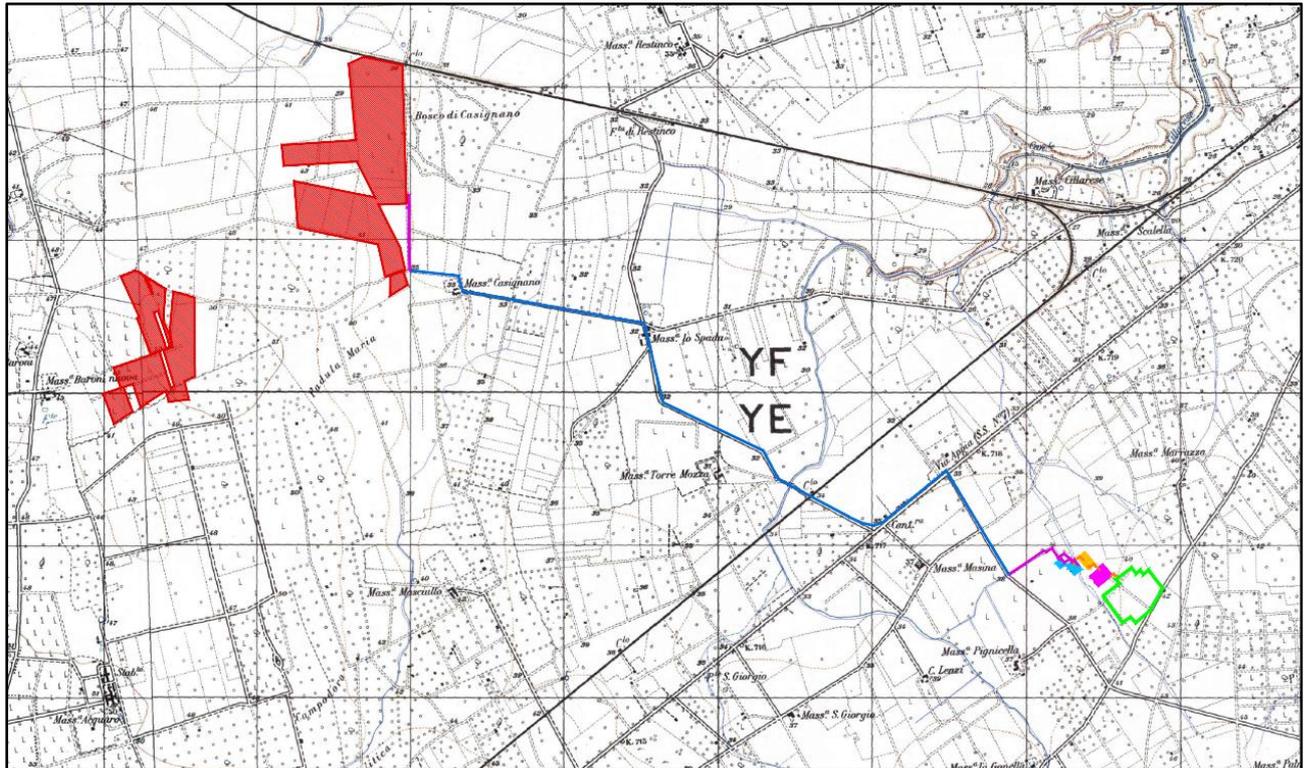


FIG 1B - Localizzazione dell'area di intervento su IGM 1:25000

La connessione dell'impianto alla RTN avverrà su uno Stallo assegnato da TERNA S.p.A. nell'ampliamento della sezione a 150 kV della Stazione Elettrica RTN "BRINDISI", grazie ad un apposito accordo di condivisione dello Stallo medesimo tra più Produttori, inclusa la Proponente. L'intera opera consiste dunque nell'impianto di produzione agrofotovoltaico, nell'elettrodotto di vettoriamento dell'energia elettrica in M.T., nel Sistema di Accumulo e negli impianti di utenza per la connessione (Sottostazioni Elettriche Utente in condivisione, collegamenti in A.T.) e di rete per la connessione (Ampliamento della Stazione Elettrica RTN e Stallo in Stazione Elettrica RTN).

Per le informazioni progettuali di dettaglio si rimanda alla documentazione tecnica specifica prodotta.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'assetto geologico e strutturale ad ampia scala è rappresentato da potenti successioni carbonatiche di origine marina costituite da strati e banchi di calcari e dolomie del Cretaceo. Tali successioni, che rappresentano i depositi più antichi dell'area, comprendono (secondo la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (foglio 203 "Brindisi") le Dolomie di Galatina e l'unità dei Calcari di Melissano. Per le analogie nei caratteri di litofacies e in accordo con la bibliografia geologica più recente (sensu Ricchetti 1988) quest'ultima formazione verrà indicata nel presente studio con il termine Calcari di Altamura.

Ai depositi cretacei si addossano lungo le scarpate, o si sovrappongono, in trasgressione, sedimenti miocenici terrigeni, tra loro parzialmente eteropici, costituiti dalla cosiddetta "Pietra leccese" e dalle Calcareniti di Andrano. Notevole diffusione hanno anche sedimenti pliocenici e pleistocenici, sia in facies costiera che continentale, rappresentati principalmente dalle Sabbie di Uggiano e dalle Calcareniti di Gravina (sensu Ricchetti 1988) (o Calcareniti del Salento (sensu CGI 1968)), anch'essi trasgressivi sui depositi più antichi. I depositi continentali olocenici sono in genere rappresentati da lembi poco estesi e potenti (sabbie, depositi eluviali e di "terra rossa"), crescenti in spessore e ampiezza procedendo verso la fascia costiera.

Il quadro geologico attuale è il risultato degli eventi tettonici che si sono succeduti a partire dal Cretaceo e che a più riprese hanno interessato l'intera Penisola Salentina. Il basamento carbonatico della penisola salentina, che come già detto in precedenza, è costituito dai Calcari di Altamura, rappresenta il settore della piattaforma apula che ha subito la maggiore attività tettonica. La penisola salentina ha subito una tettonica distensiva dando origine ad un sistema di faglie all'interno del basamento, e generando un sistema strutturale di dorsali e depressioni tettoniche tipo horst e graben di varia grandezza ed estensione. Tali strutture hanno un andamento prevalentemente orientato in direzione Nord Ovest – Sud Est, e morfologicamente corrispondono, rispettivamente, alle attuali "serre salentine" e alle depressioni che le separano.

Nel Miocene i movimenti tettonici hanno riportato in condizioni di sommersione le terre emerse, favorendo la sedimentazione di estesi corpi calcarenitici. Le fasi tardo mioceniche e plioceniche hanno riattivato le faglie cretacee interessando anche i terreni del Miocene. Nel corso di questi due ultimi periodi e del Pleistocene inferiore, ripetuti fenomeni di subsidenza e innalzamento hanno portato più volte ampie zone del Salento al di sotto e al di sopra del livello marino, determinando, rispettivamente, la deposizione di materiali terrigeni e l'erosione delle coperture più recenti. Nel Pleistocene medio una nuova fase tettonica ha conferito alla regione una configurazione simile all'attuale, mentre i fenomeni di ingressione e regressione marina conseguenti alle fasi glaciali (in particolare del Riss e del Wurm) hanno determinato il deposito dei sedimenti costieri in aree marginali.

Dal punto di vista litostratigrafico l'area del Comune di Mesagne e dei comuni limitrofi risulta costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti litotipi:

Depositi marini

- Calcari di Altamura (Turoniano sup. –Maastrichtiano)
- Calcarenite di Gravina (Pliocen sup.- Pleistocene inf.)
- Argille Subappennine (Pleistocene inf.)

- Depositi Marini Terrazzati (pleistocene med.-sup.)

Depositi continentali

- Coltre eluvio-colluviale (Olocene)

Calcari di Altamura

La formazione dei Calcari di Altamura è costituita prevalentemente da calcari bioclastici di colore chiaro, talora biancastro, compatti e a frattura irregolare. Associati ad essi si rinvencono calcari più scuri, calcari chiari subcristallini a frattura concoide e calcari detritici o leggermente marnosi. A tali litotipi si intercalano in modo irregolare calcari dolomitici color nocciola e subcristallini, con subordinate dolomie calcaree. Tali intercalazioni sono particolarmente evidenti nella zona a Nord del centro urbano di Nardò. Dal punto di vista petrografico, i calcari in oggetto sono costituiti prevalentemente da micriti più o meno fossilifere, talora dolomitizzate, e da subordinate biomicriti. Il contenuto macropaleontologico è scarso; sono presenti gusci e frammenti di rudiste, in particolare *Apricardia carantonensis* (D'ORB.), e rari *Cerithium*, *Pecten*, *Cardium*. Il contenuto di carbonato di calcio subisce in genere deboli oscillazioni e può arrivare al 98-99% nei calcari, nelle dolomie calcaree invece scende fino al 60%. La stratificazione è sempre evidente, ad eccezione dei casi in cui sia presente uno sviluppato carsismo superficiale. Gli strati presentano una potenza variabile da circa 15-20 cm all'ordine del metro. Talora si nota una evidente laminazione parallela, come, ad esempio, in alcuni affioramenti della Serra di Nardò. L'ambiente di sedimentazione è di piattaforma carbonatica interessata da limitate ed episodiche emersioni. Il limite inferiore non è affiorante; il limite superiore è inconforme e discordante con le formazioni più recenti.

Calcarenite di Gravina

Depositi calcarenitici e calciruditi bioclastici di ambiente litorale. La formazione è direttamente trasgressiva sui calcari cretaci. Sono localmente rappresentate da calcareniti e calciruditi passanti a materiali sabbiosi con inclusi ciottoli che si rinvencono in spessori molto esigui. Al contatto con i calcari spesso si trovano abbondanti affioramenti di materiali residuali rossastri (terre rosse) testimoni di una lunga fase di emersione che ha preceduto la trasgressione marina quaternaria.

Argille Subappenniniche

Argille limose, argille sabbiose ed argille marnose di colore grigio-azzurro, subordinatamente giallastre con sparsi, nella parte alta, ciottoli di natura calcarea o calcarenitica. Questi depositi poggiano in continuità di sedimentazione sulle Calcarenite di Gravina e localmente giacciono, lungo superfici trasgressive, direttamente sui depositi mesozoici del Calcare di Altamura. Questi depositi non affiorano e si trovano in estese aree nel sottosuolo. Dati litostratigrafici desunti da sondaggi e pozzi eseguiti nell'area confermano la presenza al di sotto dei Depositi Marini Terrazzati. Le Argille subappenniniche rappresentano il substrato impermeabile che sostiene l'acquifero superficiale della Piana di Brindisi. Da

3 CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

La ricostruzione del modello litostratigrafico del sottosuolo è stata effettuata mediante l'utilizzo dei dati rilevati dalle indagini eseguite nonché dal censimento di dati stratigrafici esistenti.

Di seguito il modello litostratigrafico in corrispondenza dell'area di impianto:

Strato	Profondità dal P.C.		Descrizione
Livello A	0.0 m– 0.8/1.2 m		Copertura superficiale assimilabile a limi sabbiosi e argillosi
Livello B	0.8/1.2 m – 2.5/4.0 m		Materiale compatto assimilabile a depositi argillosi e sabbiosi
Livello C	> 4 m		Materiale più compatto assimilabile a depositi argillosi alternati a calcareniti

4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il territorio comunale di Brindisi è ubicato nella parte orientale dell'altopiano murgiano e si estende nell'area al limite tra la porzione nord-occidentale delle Murge Tarantine e quella sudorientale delle Murge Baresi. La morfologia di questo settore pugliese è caratterizzata dalla presenza di dorsali, alture ed altipiani, che raramente si elevano a più di poche decine di metri sulle aree circostanti e che prendono il nome di "Serre". La fisiografia generale è controllata dalle caratteristiche tettoniche e strutturali dei terreni affioranti. In particolare le zone rilevate coincidono con alti strutturali di origine disgiuntiva (horst) e plicativa (pieghe anticlinali), delimitati da scarpate morfologiche impostate sui piani di faglia o sui fianchi delle anticlinali, ed il cui andamento principale è in direzione NW- SE. I terreni più giovani, datati al Pleistocene ed all'Olocene, sono di natura alluvionale e di spiaggia, riferibili a numerose unità litostratigrafiche; esse occupano le aree più depresse (piana di Brindisi) o poggiano sulle superfici di scarpata morfologica, raccordandosi ad esse e seguendone l'andamento e l'immersione. La presenza di incisioni deboli in un sistema carsico diffuso, costituisce l'unico esempio di idrografia organizzata a regime perenne nel territorio comunale di Mesagne e in quello dei Comuni vicini. Le incisioni fluvio-carsiche minori hanno orientazioni variabili NNO-SSE e Ovest-Est e spesso recapitano le acque in aree cieche o in doline.

Di seguito si riporta uno stralcio della "Carta Idrogeomorfologica " della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia (AdB), oggi "Autorità di Bacino del distretto idrografico dell'appennino meridionale – Sede Puglia" (Fig.3). Nell'area oggetto di intervento, sita sud-ovest dell'abitato di Brindisi, gli elementi geomorfologici di rilievo sono rappresentati dalla presenza dall'attraversamento di vari tratti di reticolo in corrispondenza degli elettrodotti, che rimangono comunque confinati nella viabilità esistente.

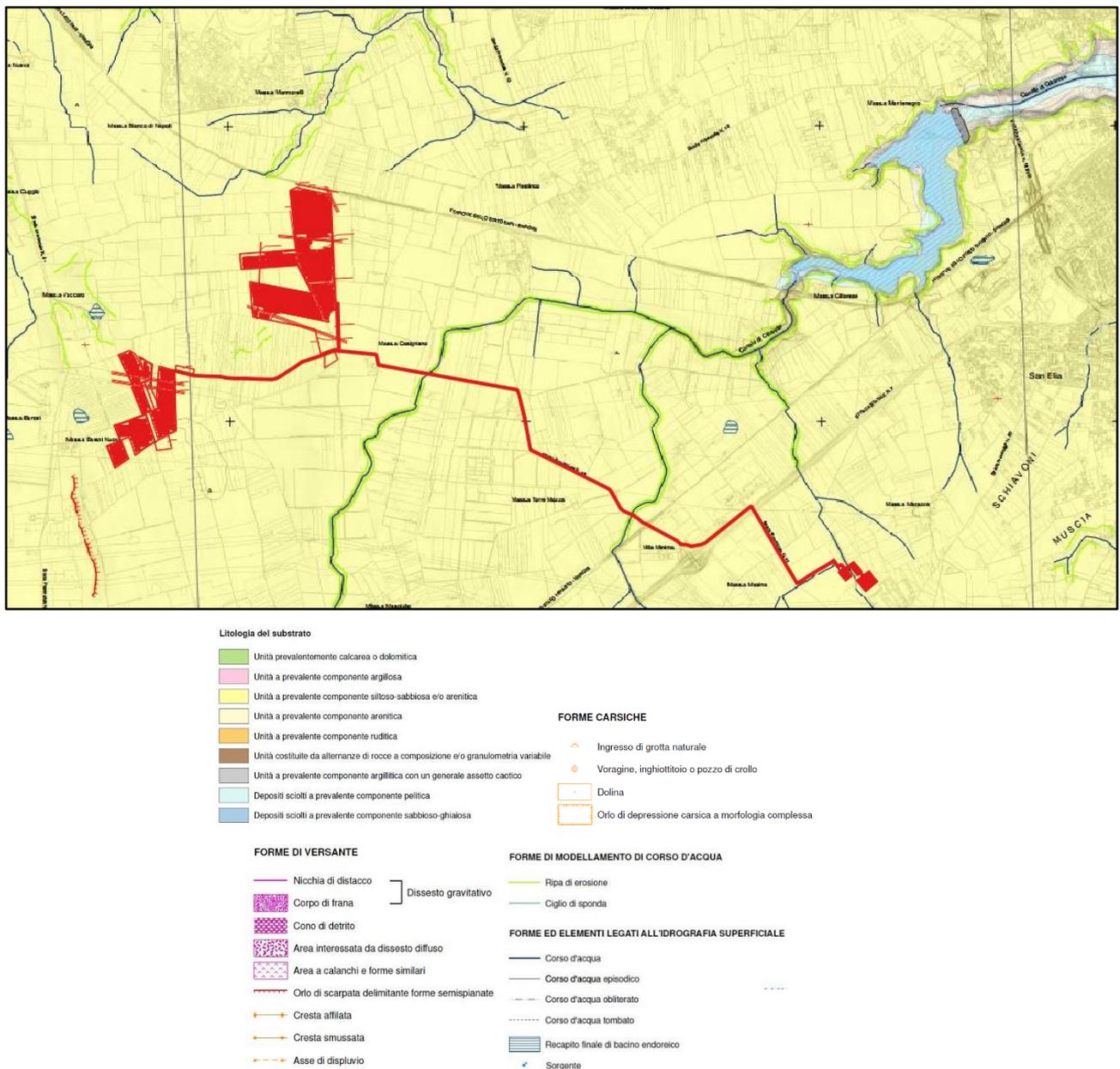


FIG 3 – Stralcio Carta Idrogeomorfologica Regione Puglia. In colore rosso l'impianto e le opere di connessione

Dall'analisi delle quote mediante profili altimetrici e carta delle pendenze estrapolati da un modello digitale del terreno (DTM) tramite dati della Regione Puglia, ed elaborato con software GIS, è stato

possibile implementare un'analisi geomorfologica del terreno oggetto di intervento e di quelli limitrofi. Dall'andamento topografico del terreno è possibile verificare come le quote, in corrispondenza e in prossimità dell'area di progetto, tendono a variare da un minimo di 30 m s.l. m.m. ad un massimo di circa 55 m s.l. m.m. (Fig.4 e 5)

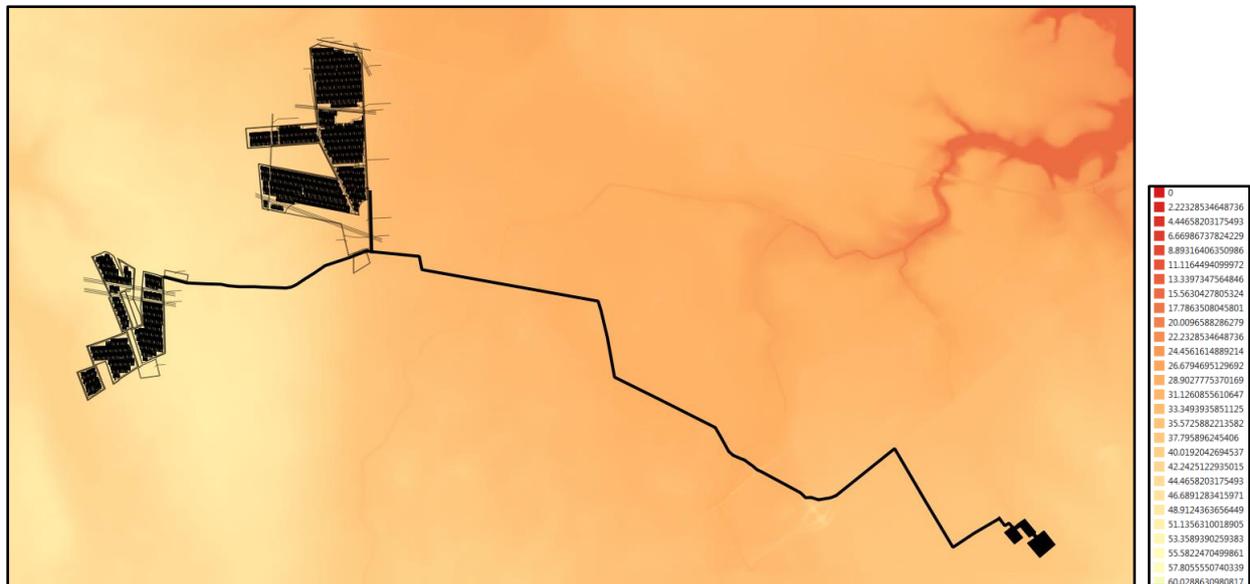


FIG 4 – Impianto su modello digitale del terreno (DTM)

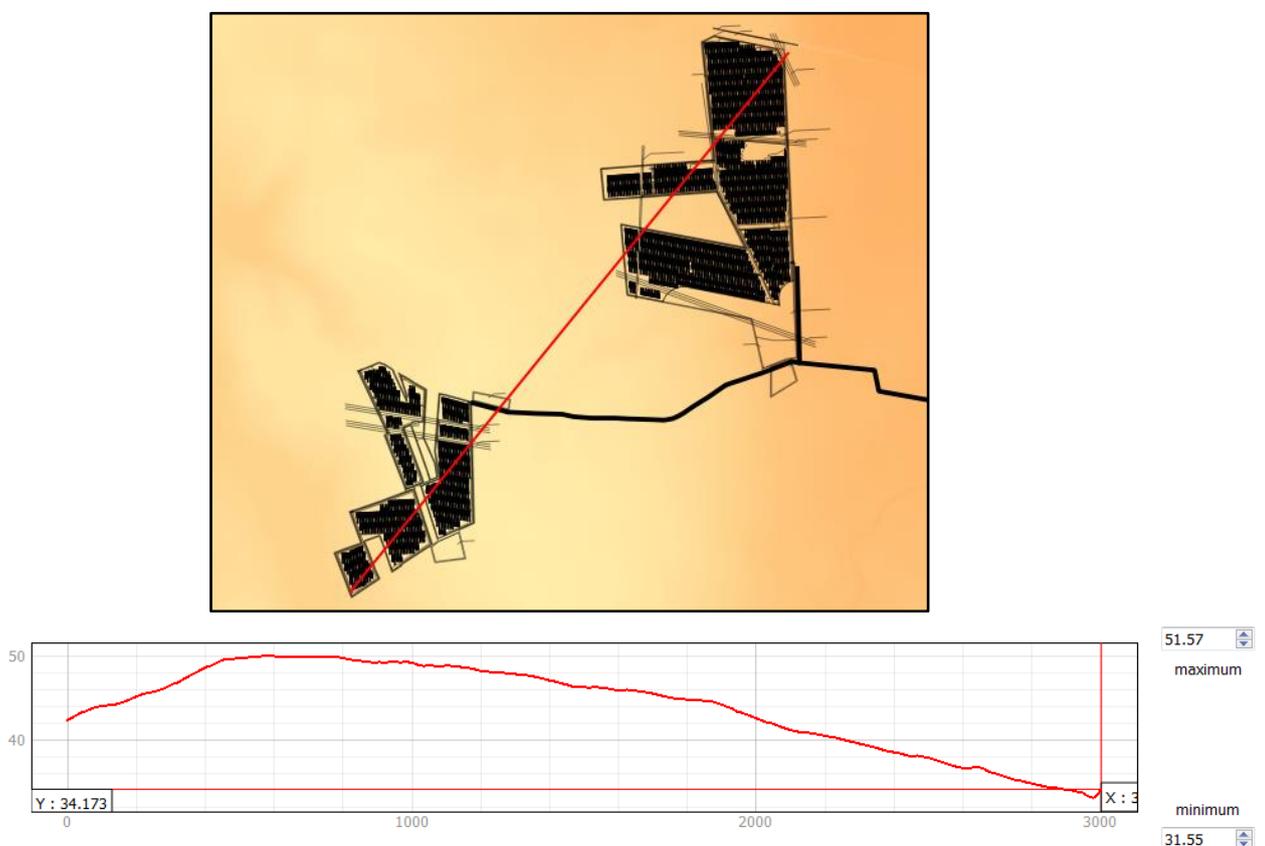


FIG 5 – Andamento topografico del terreno su sezione trasversale nell'area di progetto

Il DTM disponibile è stato utilizzato per l'elaborazione della carta delle pendenze che nell'area di progetto hanno valori inferiori al 10% (Fig.6).

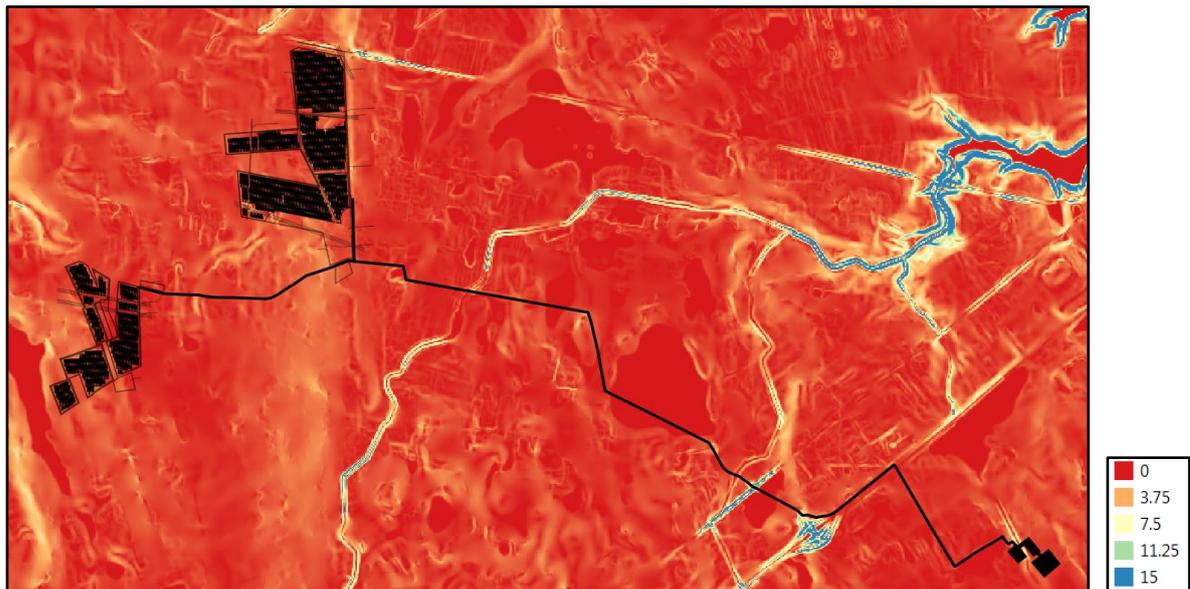


FIG 6 – Carta delle pendenze nell'area di intervento (valori espressi in %)

5 CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'area di intervento è sita a sud-ovest dell'abitato di Brindisi (BR). L'assetto geologico-strutturale determina la geometria e le caratteristiche dei corpi idrici sotterranei, influenzando sia sulle modalità di circolazione e di efflusso a mare, sia sulle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee. Nelle formazioni geologiche dell'area oggetto di intervento, come in gran parte del territorio brindisino e salentino, è possibile distinguere un acquifero profondo, avente sede nell'ammasso carbonatico fessurato e carsificato e sostenuto alla base dall'acqua marina di invasione continentale e, negli strati geologicamente più recenti, Pleistocenici, un acquifero superficiale, sostenuto alla base dalla Formazione delle Argille subappennine (Fig.7). L'area di interesse è compresa nell'area dell'acquifero superficiale poroso dell'Area Brindisina (Fig.8).

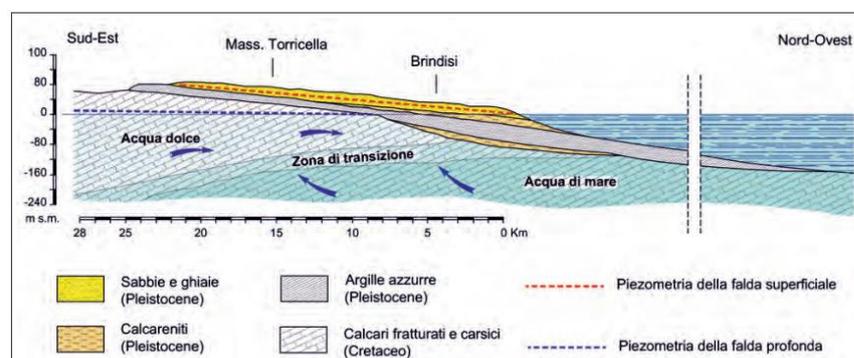


FIG 7 – Sezione idrogeologica schematica della Piana di Brindisi perpendicolare al litorale adriatico.

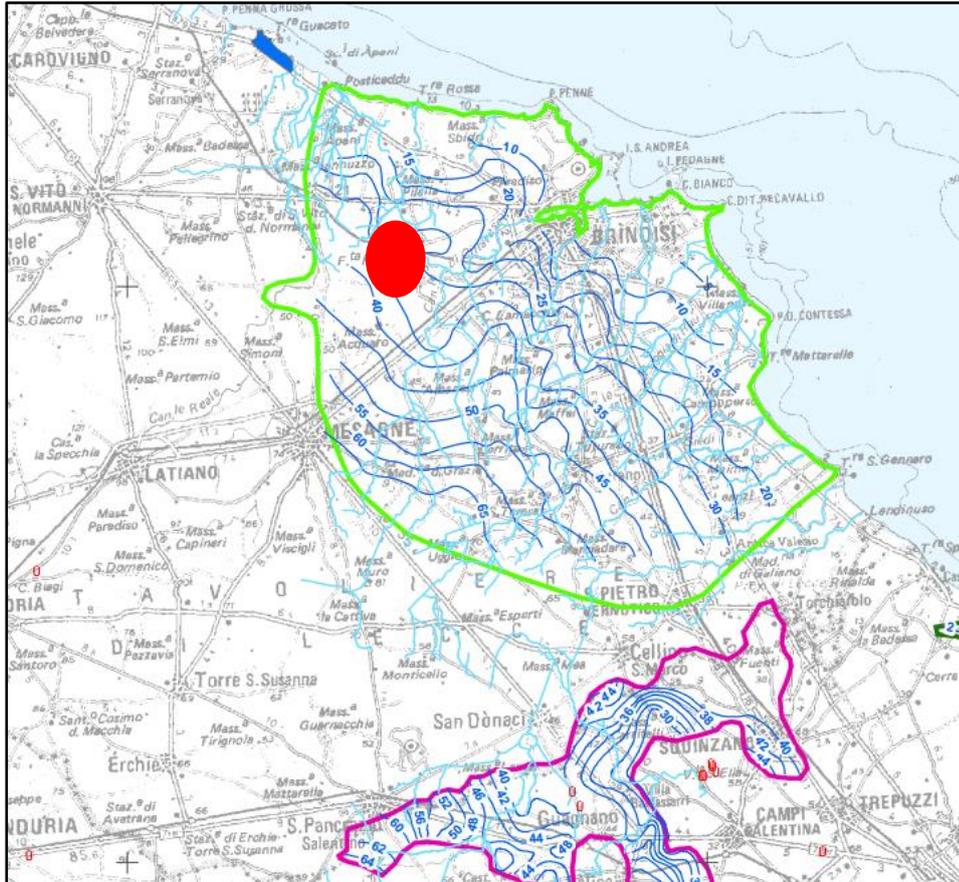


FIG 8 – Stralcio della Tavola n.6.3 del Piano Tutela Acque della Puglia – “Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi porosi del Brindisino, Tarantino e Salento”, contenente l’area di intervento (tondo colore rosso)

L’acquifero profondo è presente principalmente nel basamento calcareo mesozoico, permeabile per fessurazione e carsismo, e subordinatamente (lì dove presenti e poco compatti) nei depositi appartenenti alla sovrastante Formazione delle Calcareniti di Gravina. Si tratta dunque di un acquifero localmente passante a due strati a differente permeabilità, con i depositi calcarenitici generalmente a permeabilità ridotta rispetto ai calcari di base. All’interno del mezzo poroso roccioso le acque dolci, più leggere, tendono a “galleggiare” sulle sottostanti acque marine dando origine, in assenza di fenomeni di perturbazione della falda, ad una situazione di equilibrio idrostatico che permette una netta sovrapposizione delle due diverse masse idriche e ne evita il miscelamento idraulico (Fig. 9).



FIG 9 - Sezione idrogeologica schematica della Penisola Salentina

L'interfaccia tra acque dolci e marine è rappresentata da un sottile livello idrico di transizione, denominato "zona di diffusione" e caratterizzato da un rapido incremento verticale del contenuto salino. Lo spessore del livello delle acque dolci può essere stimato approssimativamente utilizzando la legge di Ghyben-Herzberg esprimibile nella forma:

$$H = [Dd/(Dm-Dd)]*h$$

dove:

H rappresenta la profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata;

Dd rappresenta la densità dell'acqua dolce e risulta pari a circa 1,0028 g/cm³;

Dm rappresenta la densità dell'acqua marina pari a circa 1,028 g/cm³;

h rappresenta la quota del livello statico.

Sostituendo tali valori nell'espressione sopra indicata si ottiene un risultato pari a circa: $H=40h$. Nella pratica si adottano formule con coefficienti minori di 40 (generalmente $H=33h$ e comunque compresi tra 30 e 35) che, tenendo conto anche della presenza della zona di diffusione, permettono di valutare più realisticamente lo spessore delle acque dolci.

Il deflusso della falda profonda è quindi sostanzialmente di tipo radiale divergente, si esplica cioè dall'entroterra in direzione del mare, dove le acque di falda normalmente si riversano, in maniera diffusa o concentrata, attraverso sorgenti costiere e/o polle sottomarine. La falda assume, su grande scala, una forma pseudo-lenticolare con spessori che, massimi nella parte centrale della penisola, si assottigliano progressivamente in direzione della costa; dallo spessore delle acque dolci dipendono i valori dei carichi idraulici, che sono più elevati nell'entroterra. L'alimentazione della falda profonda avviene a Nord-Ovest della Piana di Brindisi, in corrispondenza dell'altopiano murgiano.

Come si desume da alcune stratigrafie di pozzi perforati nelle vicinanze dell'area di intervento il livello statico medio misurato della falda profonda è a circa 75-80 m di profondità dal p.c.

Di seguito lo stralcio della carta delle isofreatiche della falda profonda, allegata al Piano Regionale di Tutela delle Acque (PTA), contenente l'area di intervento (Fig.10).

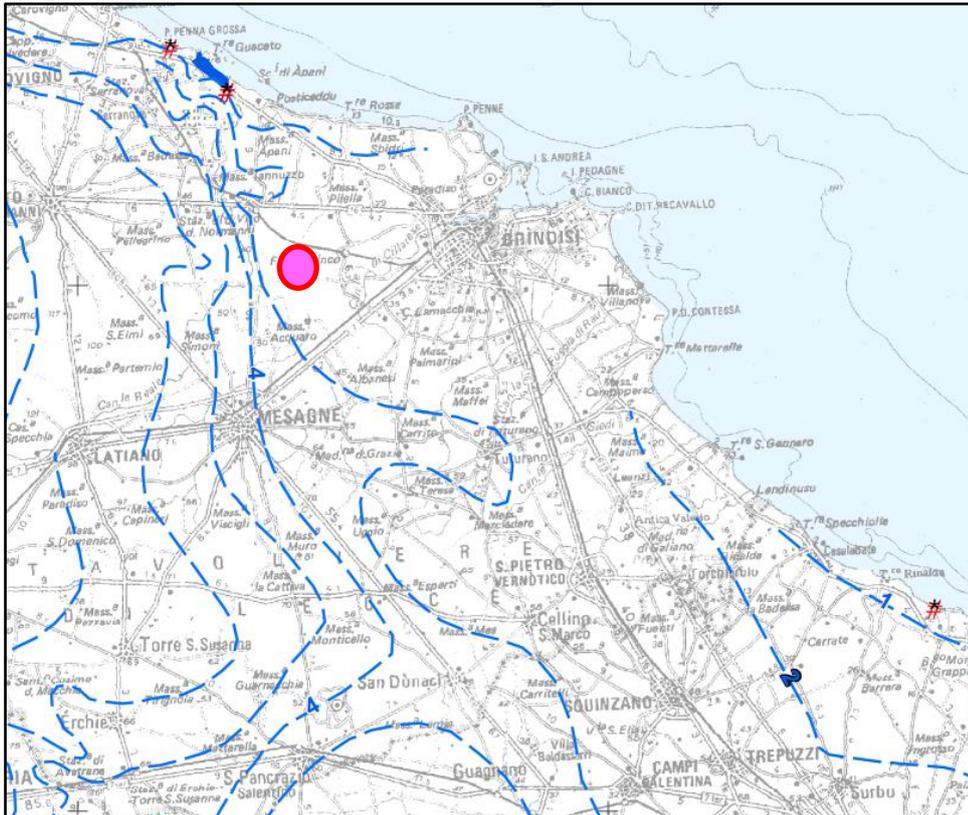


FIG 10 – Stralcio della Tavola n.6.2 del Piano Tutela Acque della Puglia – “Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento”, contenente l’area di intervento.

5.1 CARATTERI DI PERMEABILITA’

In base ai caratteri di permeabilità le rocce sono suddivise in:

- rocce permeabili per porosità interstiziale e fessurazione;
- rocce impermeabili o poco permeabili

La permeabilità per porosità di interstizi e fessurazione è tipica delle rocce granulari, in quanto esse contengono dei vuoti intercomunicanti che possono riempirsi di acqua e permettere il deflusso in presenza di un gradiente idraulico. Queste rocce corrispondono ai depositi calcarei e calcarenitici. In funzione del grado di cementificazione e del grado di carsificazione e fessurazione presente, queste formazioni hanno un grado di permeabilità da medio-basso a medio-alto. Le rocce impermeabili o poco permeabili sono quelle che per i loro caratteri granulometrici non consentono, o consentono in parti esigue, il passaggio e l’accumulo di acqua.

Le rocce del Cretaceo, costituenti l’acquifero profondo, sono permeabili per fratturazione e carsismo. Il coefficiente di permeabilità dell’acquifero profondo, calcolato a partire da risultati di prove di portata, nell’area di intervento ha valori che indicano una permeabilità medio-alta, dell’ordine $10^{-2} \div 10^{-1}$ cm/s.

I valori più bassi del coefficiente di permeabilità si osservano presso costa; a Sud-Est, lungo l'allineamento Tutorano-Cellino S. Marco, e a Nord, in prossimità di Serranova, sono presenti valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di 1 cm/s.

La piezometria della falda profonda indica che il deflusso idrico sotterraneo, proveniente dalla contigua Murgia, ha prevalentemente direzione NW-SE. Un importante asse di drenaggio si rileva nell'area fra Tutorano e Cellino S. Marco, coerentemente con gli elevati valori del coefficiente di permeabilità ivi registrati.

Le altezze piezometriche subiscono variazioni nel tempo in ragione del regime idrologico della falda, delle variazioni del livello mare e degli attingimenti in corso. In generale i minimi carichi piezometrici sono osservati nel periodo estivo, quando la falda si trova nel suo periodo di magra ed è soggetta ad intensa estrazione, ad uso prevalentemente irriguo. Le oscillazioni periodiche e aperiodiche del livello mare influenzano, in prossimità della costa, le altezze piezometriche della falda profonda.

5.2 VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

Per vulnerabilità si intende la facilità o meno con cui le sostanze inquinanti si possono introdurre, propagare e persistere in un acquifero. La maggiore o minore vulnerabilità degli acquiferi dipende quindi da numerosi fattori sia naturali che artificiali.

Il fattore naturale determinante è rappresentato dalla litologia e dalle conseguenti caratteristiche idrogeologiche, con particolare riferimento alla permeabilità e alla velocità di deflusso delle acque. Un altro elemento importante è costituito dallo spessore della zona di aerazione che rappresenta il percorso che un inquinante deve effettuare prima di arrivare in falda.

I fattori artificiali sono quelli connessi direttamente e indirettamente all'attività umana. La contaminazione delle acque può avvenire a causa di scarichi industriali (acque di vegetazione delle industrie olearie), scarichi di reflui urbani, ed infine, ma non ultimo, da emungimenti incontrollati. Sono fonte di inquinamento idrico sotterraneo diffuso anche i prodotti usati in agricoltura (pesticidi, fertilizzanti, diserbanti, etc).

Un ulteriore fattore di inquinamento è costituito dalle rotture locali dell'equilibrio acqua dolce di falda-acqua marina di intrusione continentale con conseguente aumento della salinità nella falda profonda.

Un particolare tipo di inquinamento è quello legato alla presenza di discariche di rifiuti non opportunamente impermeabilizzate che rilasciano nel tempo percolati con elevati carichi inquinanti. Queste, insieme alle cave dismesse (potenziale ricettacolo di rifiuti di ogni genere), costituiscono aree di forte contaminazione puntuale.

La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi implica la conoscenza di tutti questi fattori ed i fenomeni connessi all'interazione di un inquinante con il mezzo acquifero. L'infiltrazione degli inquinanti nel sottosuolo, ad opera delle acque superficiali, avviene essenzialmente per gravità ed è direttamente connessa alla permeabilità dei litotipi attraversati. Un inquinante può così giungere rapidamente in falda attraverso discontinuità di origine tettonica o carsica, oppure impiegare periodi più o meno lunghi in rocce permeabili per porosità di interstizi.

I depositi presenti nell'area di intervento sono caratterizzati da medio-bassa permeabilità e, conseguentemente, da medio-bassa vulnerabilità.

6 CARATTERI IDROGRAFICI

Il territorio della provincia di Brindisi occupa il margine sud orientale dell'altopiano delle Murge e la propaggine settentrionale della Penisola Salentina, ponendosi a cavallo di due distinti distretti geomorfologici. Dal punto di vista morfologico è quindi possibile distinguere una zona collinare, che occupa prevalentemente la parte nord-occidentale del territorio, e una zona sub-pianeggiante che occupa invece quella meridionale. La zona collinare è caratterizzata dalla presenza di rocce calcaree affioranti e numerose depressioni (manifestazione carsiche superficiali) parzialmente riempite da "terra rossa". La zona sub-pianeggiante, occupata in gran parte dalla Piana Messapica, evidenzia una morfologia ancora più dolce caratterizzata da una serie di terrazzi Plio-Pleistocenici, raccordati da scarpate debolmente acclivi, che si estendono con una certa approssimazione parallelamente alla costa e a quote progressivamente decrescenti. La blanda morfologia del paesaggio brindisino risulta essere interrotta da incisioni erosive (solchi, lame e canali) che nascono in larga misura nella zona collinare e si sviluppano, assecondando la direzione di maggiore acclività della superficie, principalmente in direzione NE-SW perpendicolarmente alla linea di costa (Fig. 11).

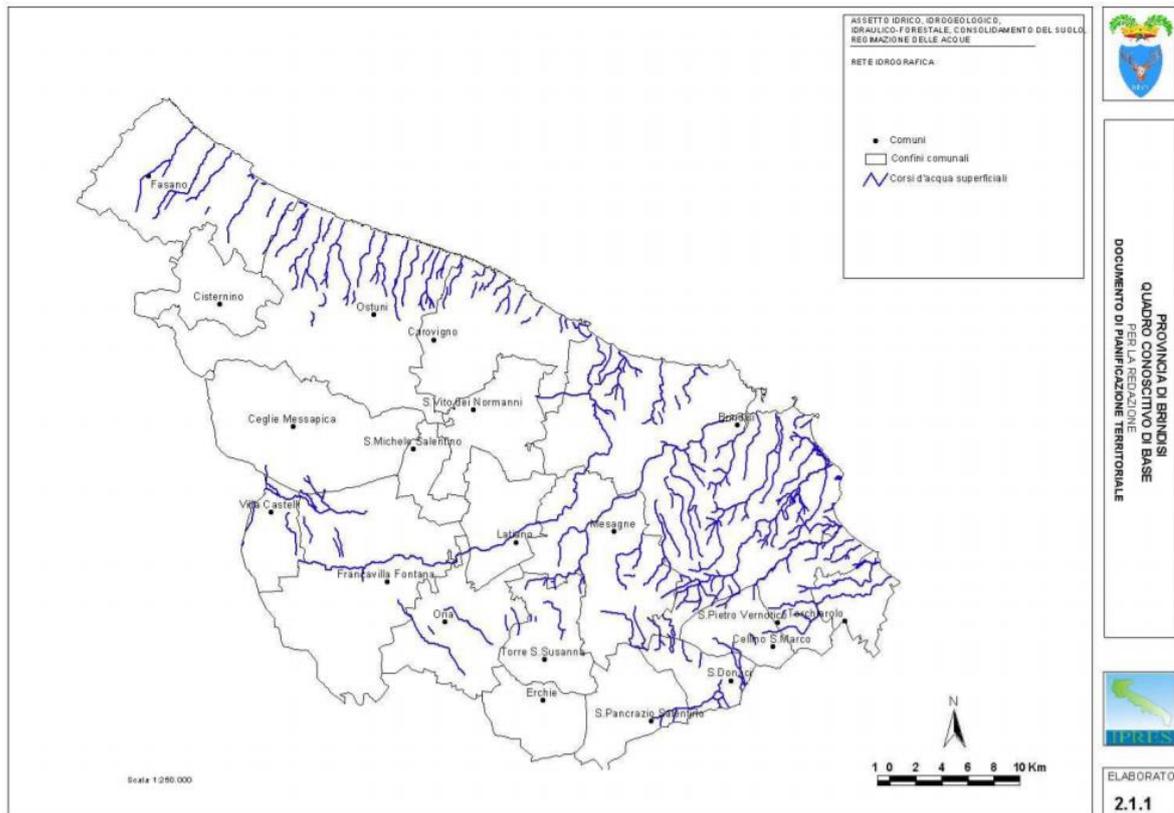


FIG 11 – Idrografia del territorio della provincia di Brindisi

Il reticolo presente è formato da corsi d'acqua a regime torrentizio, caratterizzati generalmente da portate modeste o nulle per gran parte dell'anno, che in occasione di eventi meteorici estremi sono interessati da portate tali da non poter essere contenute negli alvei, con conseguente esondazione degli stessi. In generale in tutto il territorio in esame i corsi d'acqua presenti, piuttosto modesti e poco gerarchizzati, evidenziano uno scarso sviluppo della rete idrografica imputabile sia alla dinamica delle acque marine nel corso dei tempi geologici che alla elevata permeabilità delle rocce affioranti nell'area. La presenza in affioramento di rocce altamente permeabili per fessurazione e carsismo (calcarei) o per porosità interstiziale (calcareniti) favorisce la rapida infiltrazione delle acque meteoriche in profondità impedendo, nel contempo, un prolungato ruscellamento superficiale delle stesse e di conseguenza lo sviluppo di un reticolo idrografico con caratteri permanenti.

L'area oggetto di intervento è interessata dalla presenza di reticolo (Fig.12).

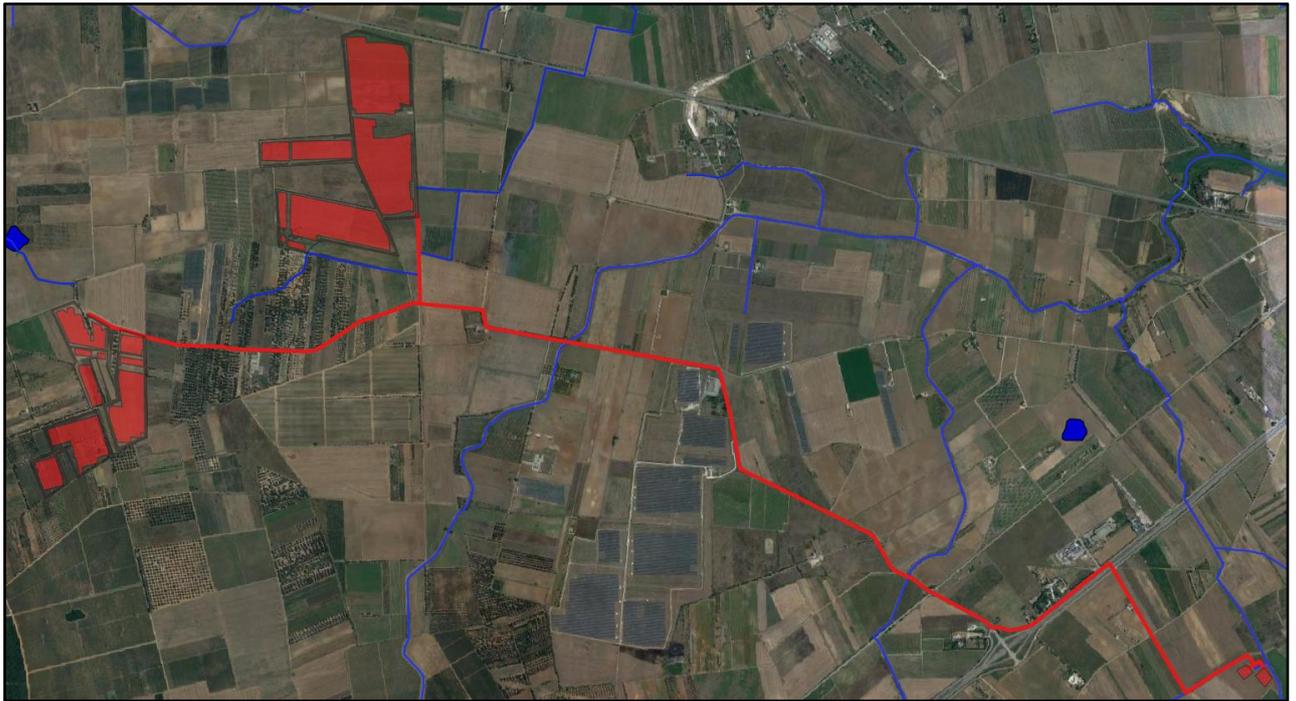


FIG 12 – Reticolo idrografico che intercetta l'area di impianto

7 INQUADRAMENTO CLIMATICO

I dati di inquadramento climatico e relativi alla stazione di misura di Brindisi, sono stati estrapolati dallo studio preliminare al PTCP della Provincia di Brindisi.

7.1 TEMPERATURA

In linea generale il territorio pugliese è caratterizzato da un clima tipicamente mediterraneo con inverno mite e poco piovoso alternato ad una stagione estiva calda e secca. Il territorio brindisino gode delle condizioni climatiche tipiche della regione mediterranea, con accenno tuttavia alla continentalizzazione man mano che, con il crescere della altimetria, si procede verso l'interno.

Le temperature medie più elevate si riscontrano, in genere, in luglio mentre le più basse, in genere in gennaio. Analogo il comportamento delle precipitazioni: il massimo di piovosità si verifica, in genere, fra novembre e dicembre, il minimo in luglio. I dati medi non esprimono, tuttavia, la estrema variabilità dell'andamento pluviometrico, che può presentare deficit che si protraggono per più anni, investendo anche stagioni tradizionalmente generose, come l'autunno e l'inverno. All'opposto, eventi eccezionali possono comportare la caduta anche di centinaia di millimetri di pioggia in poche ore persino nei mesi estivi, come sta accadendo con sempre maggiore frequenza nel corso degli ultimi anni.

L'unica vera costante climatica è rappresentata dalla presenza di un periodo arido, caratterizzato dalla concorrenza di precipitazioni scarse, temperature elevate e lungo irraggiamento solare. L'inizio del periodo di aridità varia molto a seconda delle annate (da marzo-aprile a maggio-giugno), concludendosi in genere fra settembre ed ottobre. L'aridità climatica va a sua volta a sovrapporsi all'aridità pedologica, dovuta alla natura calcarea del territorio. I periodi di gelo e di neve sono costanti ma di breve durata nella Murgia, rari lungo la costa, ove tuttavia le brine possono verificarsi improvvisamente anche in marzo e finanche in aprile, con notevoli danni per le coltivazioni ed una vegetazione che ha appena ripreso la crescita dopo la pausa invernale.

La classificazione fitoclimatica di Mayr-Pavari suddivide il territorio italiano in 5 zone, ciascuna associata al nome di una specie vegetale rappresentativa. Secondo tale classificazione, l'area di studio è inquadrabile nella zona fitoclimatica del Lauretum. All'interno di tale zona sono ulteriormente individuate le seguenti sottozone:

- sottozona calda del Lauretum;
- lauretum delle aree collinari che comprende la sottozona calda e fredda del 2° tipo (con siccità estiva);
- sottozona fredda del Lauretum del 1° tipo (con piogge uniformemente distribuite nel corso dell'anno).

L'area di studio si colloca nella seconda sottozona "Lauretum caldo" caratterizzata essenzialmente dalla presenza di siccità estiva.

La Puglia è caratterizzata da tre ben distinte zone termiche che si localizzano approssimativamente a Nord e a Sud della linea Bari-Taranto e sulla fascia preappenninica. In generale la parte settentrionale è caratterizzata da una temperatura media annuale che si mantiene tra 15°C e 16°C, mentre a Sud essa oscilla tra 16°C e 17,5°C.

L'area in esame presenta un clima particolarmente mite. Gli effetti del grande apporto termico proveniente dal versante jonico nel periodo freddo si fanno sentire fino a raggiungere l'opposta sponda adriatica. I valori medi annui delle temperature nei territori di Mesagne e Brindisi si posizionano sull'isolinea di 16°C, con valore medio del mese più freddo (gennaio) di 9,55 °C. Le temperature massime mensili si registrano nei mesi di luglio e agosto con valori medi che oscillano tra i 24.8°C e i 25.1 °C. Di seguito si riportano le tabelle con i valori delle temperature registrate nella stazione di Brindisi.

Tabella 1 – Temperature medie mensili

stazioni	Avetrana	Brindisi	Fasano	Grottaglie	Latiano
gennaio	8,71	9,55	9,52	8,69	8,00
febbraio	9,21	9,94	9,71	9,11	8,51
marzo	10,72	11,68	11,58	11,18	10,62
aprile	12,99	14,32	14,18	14,24	13,54
maggio	17,40	18,27	18,56	18,70	18,30
giugno	21,14	22,22	22,19	23,06	22,36
luglio	23,90	24,79	24,88	25,84	25,12
agosto	23,77	25,12	24,94	26,25	25,03
settembre	21,01	22,04	22,00	22,38	21,68
ottobre	16,69	18,17	17,93	17,90	17,20
novembre	12,39	14,10	13,66	13,37	12,64
dicembre	9,40	11,00	10,85	10,02	9,34

Tabella 2 – Temperature minime mensili

stazioni	Avetrana	Brindisi	Fasano	Grottaglie	Latiano
gennaio	5.00	6.06	7.00	5.06	4.04
febbraio	5.07	6.08	7.00	5.08	4.08
marzo	6.09	8.03	8.05	7.05	6.05
aprile	8.09	10.05	10.08	10.00	8.07
maggio	12.08	14.03	14.09	13.09	12.09
giugno	16.00	18.02	18.04	18.00	16.07
luglio	18.04	21.00	21.01	20.07	19.04
agosto	18.06	21.03	21.03	21.02	19.05
settembre	16.02	18.04	18.05	18.00	16.06
ottobre	12.04	14.08	14.09	14.02	12.08
novembre	8.05	10.09	10.09	10.01	8.08
dicembre	5.07	8.01	8.04	6.09	5.08

Tabella 3 – Temperature massime mensili

stazioni	Avetrana	Brindisi	Fasano	Grottaglie	Latiano
gennaio	12,4	12,5	12,0	11,7	11,6
febbraio	12,7	13,1	12,4	12,5	12,2
marzo	14,6	15,1	14,6	14,9	14,8
aprile	17,1	18,1	17,6	18,5	18,3
maggio	22,0	22,2	22,2	23,5	23,7
giugno	26,2	26,2	26,0	28,2	28,0
luglio	29,4	28,6	28,6	31,0	30,8
agosto	29,0	29,0	28,6	31,3	30,5
settembre	25,8	25,7	25,5	26,8	26,8
ottobre	21,0	21,5	21,0	21,6	21,6
novembre	16,3	17,3	16,4	16,7	16,4
dicembre	13,1	13,9	13,3	13,2	12,9

Tabella 4 – Temperature medie annue

Stazioni termometriche	Bacino	quota (m s.l.m.)	n.ro anni di osservazione	Temperatura media annua (°C)
Fasano	Murgia	30	111	16.07
Locorotondo	Murgia	44	420	14.04
Brindisi	Salento	44	28	16.08
S.Pietro Vermotico	Salento	43	36	16.08
Grottaglie	Salento	41	133	16.07
Avetrana	Salento	25	62	15.06
Mass. Monteruga	Salento	16	72	16.01
Manduria	Salento	44	79	16.06
Latiano	Salento	42	98	16.00
Ostuni	Murgia	36	237	15.06

7.2 PRECIPITAZIONE

Nella Provincia di Brindisi i valori di precipitazione, oltre che dalla quota topografica (con la quale risultano comunque essere in linea di massima positivamente correlati), sono significativamente influenzati da altri fattori locali, quali ad esempio la distanza dal mare. La forte influenza di quest'ultimo è osservabile nei comuni di Villa Castelli e Francavilla Fontana dove i valori di precipitazione media annua risultano essere i più bassi dell'intera provincia (compresi tra 450 e 550 mm), inferiori anche a quelli registrati nelle zone costiere (generalmente compresi tra 550 e 650 mm, con i valori minimi localizzati lungo la costa settentrionale del comune di Fasano, lungo quella più meridionale del comune di Carovigno e nella parte settentrionale del comune di Brindisi). I maggiori valori di precipitazione media annua sono invece osservabili principalmente al di sopra dei 200 m s.l.m., all'interno dei territori comunali di Fasano, Cisternino, Ceglie Massapica, Ostuni e Carovigno. Di seguito si riporta la carta della distribuzione della precipitazione media annua nella Provincia di Brindisi (Fig.13).

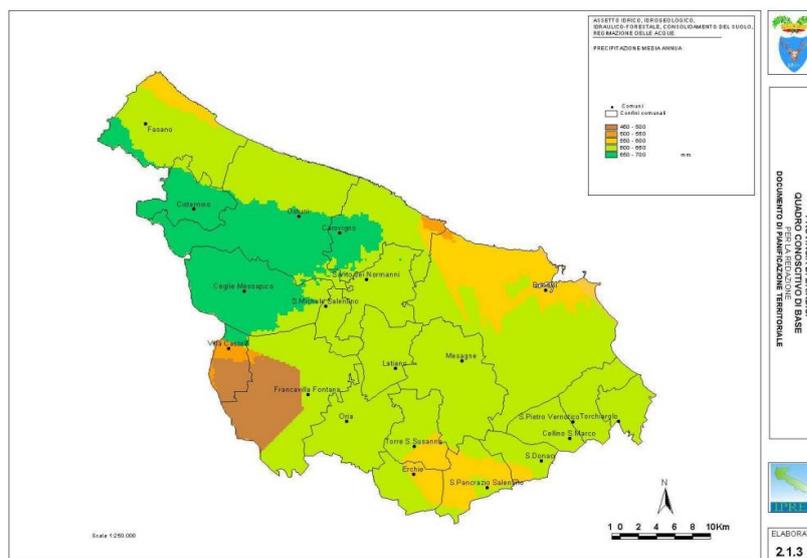


FIG 13 – Distribuzione della precipitazione media annua nella Provincia di Brindisi

Nel Comune di Brindisi la piovosità è, come detto, relativamente scarsa (600 mm di pioggia: somma annuale), caratterizzata dalle frequenze maggiori di precipitazione nei mesi invernali: ottobre (75,1 mm), novembre (80,1 mm) e dicembre (72,8 mm) e le minori, con una piovosità molto bassa, in estate nei mesi di giugno (19,4 mm), luglio (14,8 mm) e agosto (25,4 mm).

Di seguito si riportano le tabelle con i valori normali delle precipitazioni mensili registrate nei Comuni della Provincia di Brindisi, tra cui Brindisi stesso.

Tabella 5 – Valori medi delle precipitazioni mensili

Stazioni pluviometriche	Latiano	Manduria	Mass. Monteruga	Brindisi	S.Pancrazio Salentino	S.Pietro Vernotico
Gennaio	72,9	69,1	64,2	65,4	71,1	71,0
Febbraio	63,9	61,2	63,2	64,4	57,9	62,7
Marzo	65,0	65,3	64,5	62,2	68,2	63,1
Aprile	45,3	41,9	40,5	43,8	40,5	43,1
Maggio	32,2	30,9	31,8	29,3	38,8	34,9
Giugno	28,1	21,4	18,8	19,4	22,5	19,4
Luglio	17,0	27,2	20,4	14,8	19,2	16,1
Agosto	22,9	26,3	26,0	25,4	27,1	22,6
Settembre	42,9	47,7	48,7	47,4	46,0	49,3
Ottobre	77,0	70,5	79,8	75,1	83,3	82,8
Novembre	87,4	84,6	84,5	80,1	85,3	93,8
Dicembre	78,3	74,6	73,2	72,8	80,1	73,7

Le statistiche meteo-climatiche riportate di seguito sono reperibili sul sito web https://www.politicheagricole.it/flex/FixedPages/Common/miepfy700_province.php/L/IT?name=00103&%20name1=16 e sono stimate con i dati delle serie storiche meteorologiche giornaliere delle stazioni della RAN, del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e dei servizi regionali italiani. La stima delle statistiche meteo-climatiche delle zone o domini geografici d'interesse è eseguita con un modello geostatistico non stazionario che tiene conto sia della localizzazione delle stazioni sia della tendenza e della correlazione geografica delle grandezze meteorologiche. Le statistiche meteorologiche e climatiche sono archiviate nella Banca Dati Agrometeorologica Nazionale.

Nella tabella sottostante è riportato il dato relativo alla Provincia di Brindisi riferita all'intervallo temporale 2009-2018.

Tabella 6 – Statistiche meteo-climatiche Provincia di Brindisi anni 2009-2018

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Precipitazione	788,1	744,0	617,7	690,0	614,6	679,5	648,8	596,7	464,9	-
Media climatica	601,0	601,0	601,0	601,0	601,0	601,0	601,0	601,0	601,0	601,0
Scarto dal clima	31,1	23,8	2,8	14,8	2,3	13,1	7,9	-0,7	-22,6	-

8 CONFORMITÀ DELL'INTERVENTO CON IL PAI (PIANO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)

La Regione Puglia, nella veste dell'Autorità di Bacino che ha redatto il PAI (Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico), ha provveduto alla perimetrazione delle aree a pericolosità/rischio idraulici e geomorfologici. Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (PAI), approvato in data 30.11.2005 e successivamente aggiornato con nuove perimetrazioni, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI costituisce il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, oggi "Autorità di Bacino del distretto idrografico dell'Appennino Meridionale".

Nell'ambito del PAI sono state individuate aree a:

- Alta Pericolosità (AP), Media Pericolosità (MP) e Bassa Pericolosità (BP) idraulica, in funzione dei tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni;
- Elevata Pericolosità (PG3), Media Pericolosità (PG²) e Moderata Pericolosità (PG1) al dissesto geomorfologico;
- Rischio moderato R1, medio R2, elevato R3, molto elevato R4 in funzione dei danni che sono stati causati e che potrebbero essere causati da fenomeni di allagamento e/o frana.

La zona di progetto non è interessata da perimetrazione di aree soggette a pericolosità idraulica e/o geomorfologica; solo a margine di un tratto di elettrodotto vi è la presenza di un'area ad alta pericolosità idraulica, all'interno della quale non sono previste opere (Fig. 15).

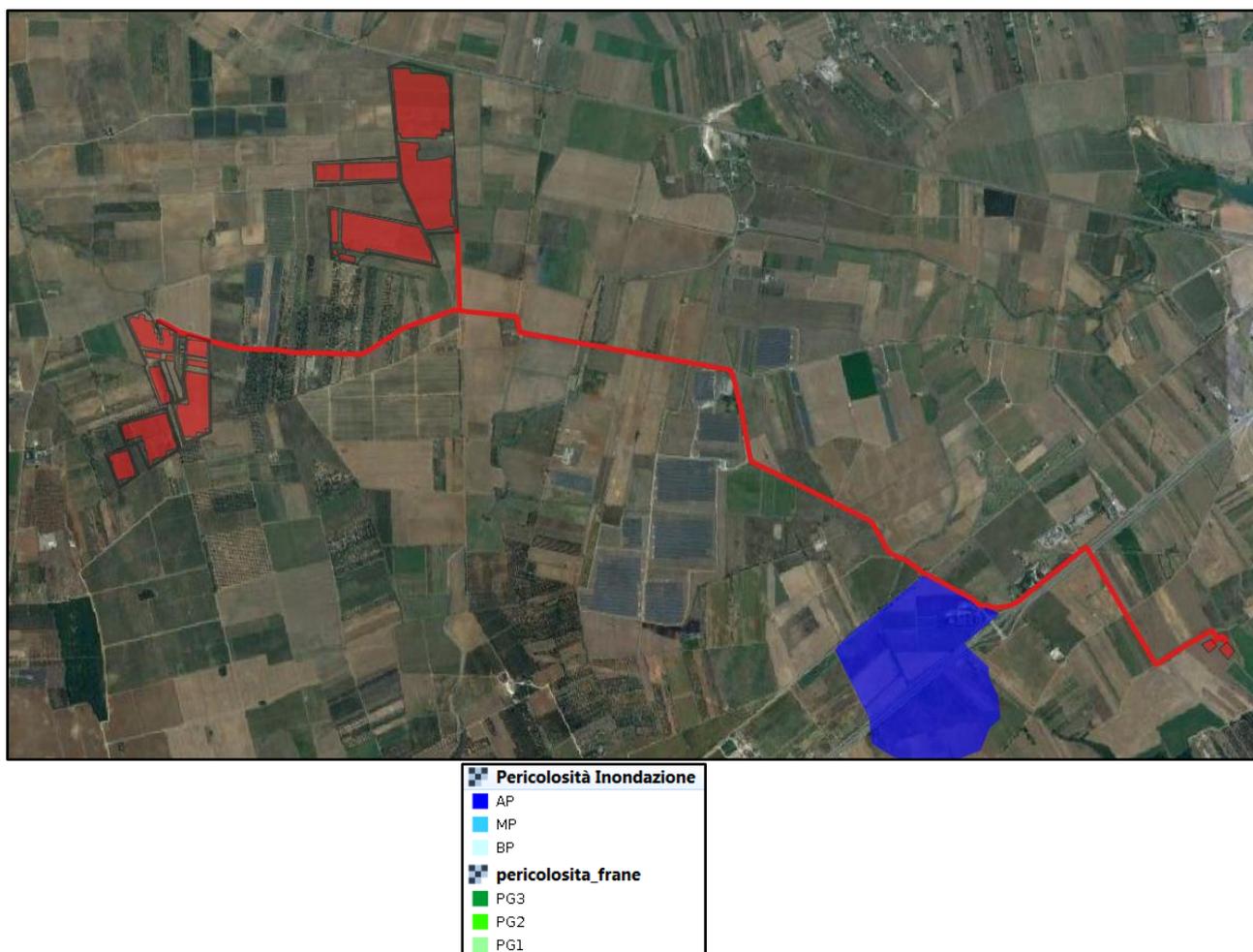


FIG 15 – Stralcio PAI AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale con la rappresentazione dell'area di intervento e degli elettrodotti

Dalla carta idrogeomorfologica regionale e dalla cartografia del piano paesaggio comunale (Fonte: SIT Brindisi) è evidente la presenza di un reticolo idrografico in prossimità e in corrispondenza di alcune opere progettuali. Con riferimento alle NTA del PAI, applicando i relativi buffer di 75 m per la definizione dell'alveo fluviale in modellamento attivo e aree golenali (Art. 6 delle NTA) e di ulteriori 75 m per le fasce di pertinenza fluviale (Art. 10 delle NTA), si ottengono le fasce di sovrapposizione come rappresentato in Fig.16. Con riferimento alle NTA, nei primi 75 m vige un vincolo di inedificabilità, mentre nei successivi 75 m la realizzazione di interventi è possibile, previa verifica della sicurezza idraulica in uno studio di compatibilità idrologica-idraulica subordinato al parere favorevole di ADB.

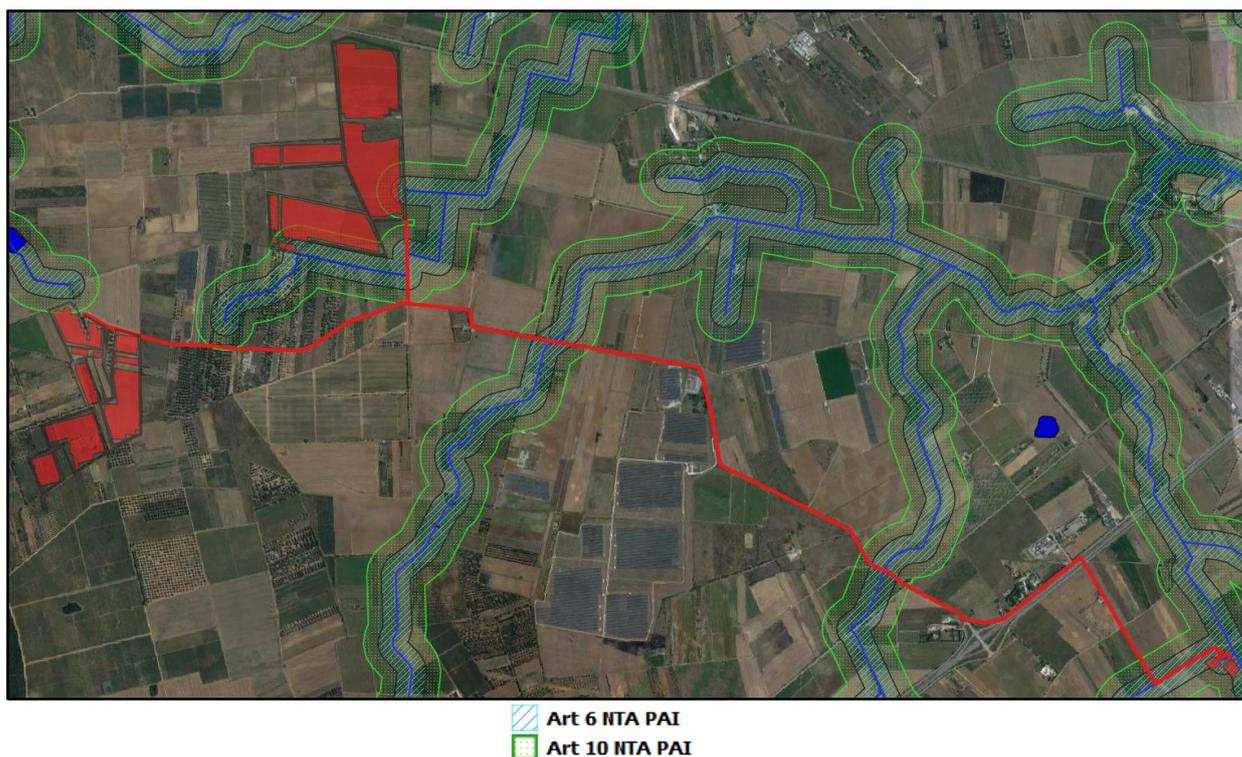


FIG.16 – Art.6 e Art.10 delle NTA del PAI in prossimità del lotto di intervento di impianto

9 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica è stata effettuata per la determinazione delle portate al colmo di piena per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni, ai sensi del PAI. Le portate al colmo sono state calcolate sulla base del metodo VAPI Puglia, come consigliato dalla "Relazione di Piano" del PAI.

9.1 CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI

Poiché l'obiettivo dell'analisi idrologica consiste nel valutare le portate al colmo di piena per i tempi di ritorno di riferimento, sono stati individuati i bacini idrografici comprendenti l'area di impianto e i reticoli che intersecano l'elettrodotto di collegamento con la Sotto Stazione Utente. I bacini individuati sono n.6 (Bacino 1, Bacino 2, Bacino 3, Bacino 4, Bacino 5, Bacino 6) (Fig. 17).

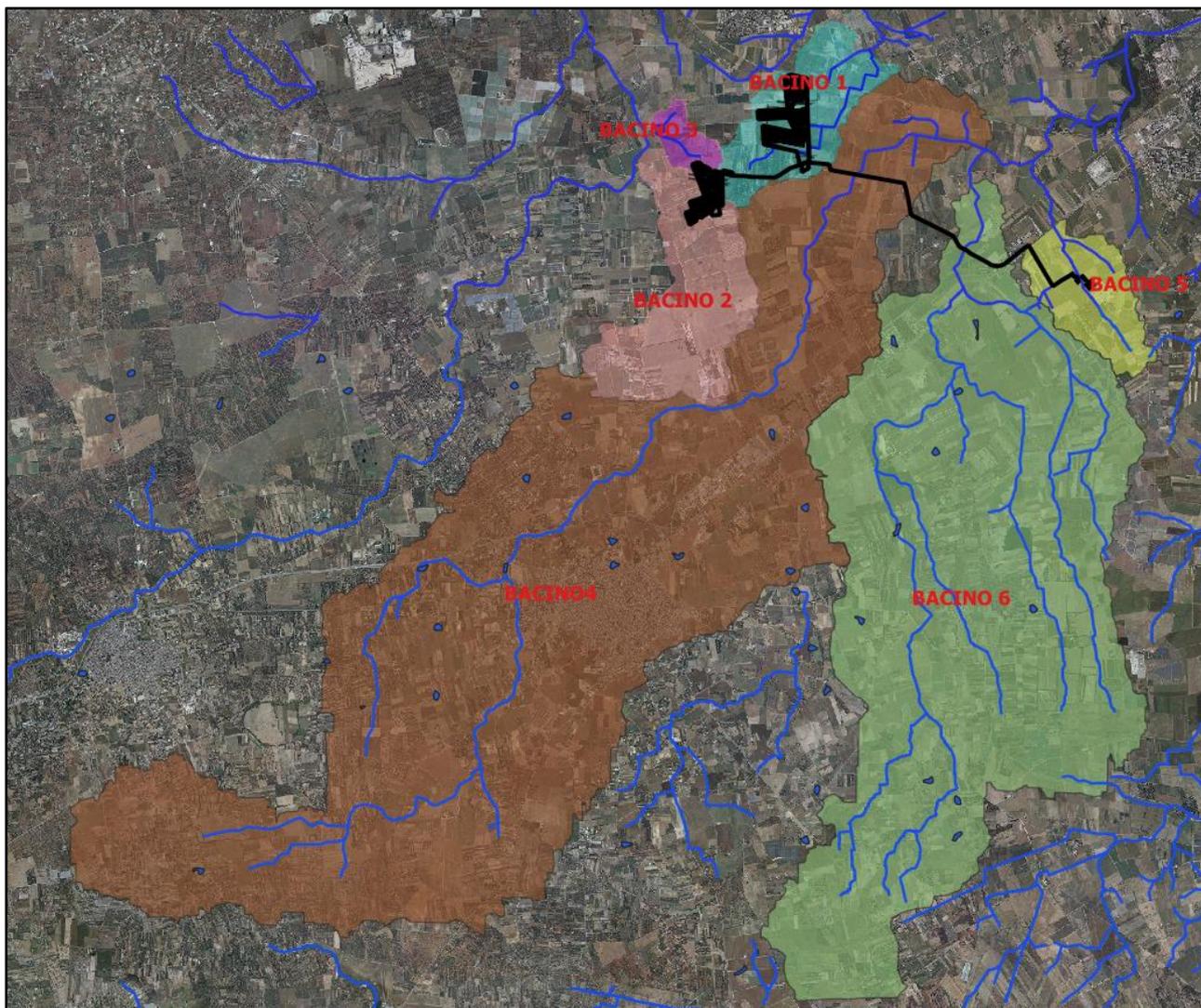


FIG 17 – Bacini idrografici afferenti l'area di realizzazione di impianto e il reticolo che interseca l'elettrodotto di collegamento con la Sotto Stazione Utente

Con l'obiettivo di estrarre i dati morfologici e altimetrici dei bacini idrografici afferenti l'area di interesse, è stato implementato un progetto GIS nel quale sono stati inseriti i dati cartografici presenti nella zona e, in particolare,

- cartografia aerofotogrammetrica ufficiale (CTR/2008), alla scala 1:5000;
- modello digitale del terreno (DTM) ricavato dai dati della CTR regionale;
- modello digitale del terreno (DTM) ad alta risoluzione, ricavato dai dati Lidar;
- cartografia relativa all'uso del suolo, geologia e litologia
- rilievi in situ.

Il bacino idrografico è la superficie topografica dalla quale le acque di pioggia, defluendo naturalmente, confluiscono nella sezione d'interesse chiamata sezione di chiusura. La linea che delimita un bacino idrografico è una linea sempre ortogonale alle curve di livello e passante per i punti singoli di displuvio.

Tale linea è costituita dalla congiungente i punti di massima curvatura delle curve di livello in corrispondenza dei quali le stesse volgono la convessità verso le quote decrescenti.

L'identificazione dei bacini è stata eseguita dopo aver individuato la rete idrografica, costituita dalle linee di impluvio (o compluvio) secondo le quali defluiscono naturalmente le acque che si raccolgono nel bacino stesso. La rete dei canali è costituita da linee di massima pendenza ortogonali alle curve di livello e passanti per i punti di massima curvatura di esse in corrispondenza dei quali le stesse volgono la convessità verso le quote crescenti.

I dati di "elevazione del terreno" sono stati elaborati in ambiente GIS mediante l'applicazione degli algoritmi "FillSinks, Catchment Area, Channel Network, WatershedBasins, VectorizeRasterLayer"; i risultati ottenuti sono stati poi rettificati mediante l'utilizzo della fotointerpretazione da ortofoto e confrontati con i rilievi effettuati in campo.

Le caratteristiche fisiografiche dei bacini idrografici sono state ricavate mediante l'applicazione di strumenti analitici in ambiente GIS.

Superficie Bacino: è stata calcolata dal menù richiamabile dalla finestra del database associato agli oggetti vettoriali.

Quote minima, media e massima del bacino: sono state individuate consultando le proprietà relative alla matrice ottenuta ritagliando il DEM utilizzando come maschera di selezione l'estensione del bacino in formato raster.

Lunghezza dell'asta fluviale principale: è stata ottenuta tramite l'applicazione "Lenght" disponibile nel menù richiamabile dalla finestra del database associato agli oggetti vettoriali.

Pendenza media dell'asta fluviale: è stata valutata come media delle pendenze dei singoli tratti componenti l'asta principale; queste ultime, ricavate tramite le quote corrispondenti ad ogni nodo, sono state valutate come rapporto tra la variazione di quota tra le estremità di ciascun tratto e la lunghezza dello stesso.

Quota della sezione di chiusura: è stata valutata semplicemente tramite interrogazione diretta del DEM in corrispondenza della sezione di chiusura prefissata.

Nella seguente tabella sono indicate le caratteristiche fisiografiche dei bacini di interesse individuati.

CARATTERISTICHE FIOGRAFICHE	BACINO 1	BACINO 2	BACINO 3	BACINO 4	BACINO 5	BACINO 6
Superficie Bacino in Km ² (S _b)	3,97	5,98	0,79	61,89	2,9	43,92
Perimetro Bacino in Km	13,07	17,33	5,30	77,63	10,62	50,87
Quota massima bacino in m s.l.m. (q _{max})	50,61	61,51	50,41	110,70	47,23	81,21
Quota media bacino in m s.l.m. (q _{med})	37,15	48,34	46,22	70,06	39,29	55,08
Quota minima bacino in m s.l.m. (q _{min})	27,69	38,68	39,44	24,28	33,52	27,05
Lunghezza asta principale in Km (L)	4,20	4,74	1,29	22,97	2,7	15,66
Pendenza media dell'asta principale (%) (i _a)	0,54	0,48	0,84	0,75	0,62	0,80
Pendenza media del bacino (%)	1,22	1,15	1,72	1,69	1,63	1,65
Quota sezione di chiusura del bacino in m s.l.m. (q ₀)	27,69	46,7	39,95	27,57	33,55	27,63
CN	72	71	72	75	71	72
Coefficiente di deflusso	0,30	0,30	0,30	0,45	0,30	0,40

Il Curve Number

Per la definizione del Curve Number (CN) è stato utilizzato il metodo SCS-CN del Soil Conservation Service (1972). Il CN è un numero adimensionale, i cui valori sono compresi tra 100 e 0, che rappresenta l'attitudine del bacino a produrre deflusso e si stima in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale. Il CN viene di prassi stimato sulla base di tabelle funzioni della permeabilità e degli usi del suolo ed effettuando delle valutazioni medio ponderate sui bacini idrografici oggetto di indagine.

Il metodo, detto Metodo Curve Number, si basa sulla assunzione che il volume specifico (altezza) di pioggia netta (efficace) P_{net} risulta legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda P (pioggia effettiva) caduta nel medesimo intervallo temporale dalla relazione:

$$P_{net} = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S)$$

nella quale S è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione ed I_a è la cosiddetta perdita iniziale, vale a dire quel valore limite di altezza di pioggia che il terreno può trattenere nella fase iniziale del fenomeno senza che si abbia creazione di deflusso. Il parametro S corrisponde al volume idrico trattenuto dal terreno e dalla vegetazione, e quindi sottratto al deflusso superficiale dopo l'istante in cui si ha P > I_a; fino all'istante in cui non si ha P > I_a il deflusso superficiale è da ritenersi praticamente assente.

Con l'introduzione della perdita iniziale I_a si vuole tenere conto anche di quel complesso di fenomeni, quali l'intercettazione da parte della vegetazione e l'accumulo nelle depressioni superficiali del terreno, che ritardano il verificarsi del deflusso superficiale. Per la stima di I_a si può fare ricorso alla seguente relazione:

$$I_a = 0,2 * S$$

che risulta verificata in buona approssimazione. La valutazione del valore di S può invece essere ricondotta a quella dell'indice CN (Curve Number), a cui risulta legato dalla relazione:

$$S = S_0 \cdot (100/CN - 1)$$

dove S_0 è un fattore di scala pari a 254 se la pioggia viene espressa in mm. L'indice CN è un numero adimensionale, compreso fra 0 e 100, funzione della permeabilità della litologia superficiale, dell'uso del suolo e del grado di saturazione del terreno prima dell'evento meteorico. Il Soil Conservation Service (SCS) sulla base della capacità di assorbimento del terreno nudo a seguito di prolungato adacquamento, ha classificato i vari tipi di suolo in quattro gruppi (A, B, C, D):

Per il calcolo del CN nell'ambito del presente studio si è fatto riferimento a:

- Carta geo-litologica della Puglia 1:250.000, impostata sulla elaborazione e sintesi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, elemento della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia (delibera n. 48/2009)
- Carta di Uso del Suolo della Carta Tecnica Regionale del SIT Puglia aggiornata al 2011 e a IV livello della Corine Land Cover.

Le quattro classi di permeabilità (A, B, C, D) del metodo SCS-CN sono state attribuite alle unità geolitologiche dell'area, così come descritte nella Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia (delibera n. 48/2009), pubblicata sul portale internet della stessa Autorità (www.adb.puglia.it). Il livello di permeabilità è stato associato a ciascuna unità valutando in maniera qualitativa porosità, fessurazione, fratturazione, carsismo e pendenza. In Fig. 11 lo stralcio della carta geolitologica relativa ai bacini idrografici di riferimento

Di seguito la descrizione delle 4 classi di permeabilità:

- 1) **A:** permeabilità alta, bassa capacità di deflusso, suoli con elevata capacità di infiltrazione anche se completamente saturi, sabbie e ghiaie profonde ben drenate; notevole conducibilità idrica.
- 2) **B:** permeabilità medio-alta, suoli con moderata capacità di infiltrazione se saturi, suoli con tessitura medio-fine e bassa capacità di infiltrazione, conducibilità idrica media.
- 3) **C:** permeabilità medio-bassa, suoli con bassa capacità di infiltrazione se saturi, suoli con tessitura medio-fine e bassa capacità di infiltrazione, conducibilità idrica bassa.
- 4) **D:** permeabilità bassa, capacità di deflusso elevata, suoli con capacità di infiltrazione ridottissima in condizioni di saturazione, suoli ricchi di argilla rigonfianti, conducibilità idrica estremamente bassa.

UNITA' GEOLITOLOGICA	Classe permeabilità
Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica	B
Unità a prevalente componente arenitica	B
Unità prevalentemente calcarea o dolomitica	A

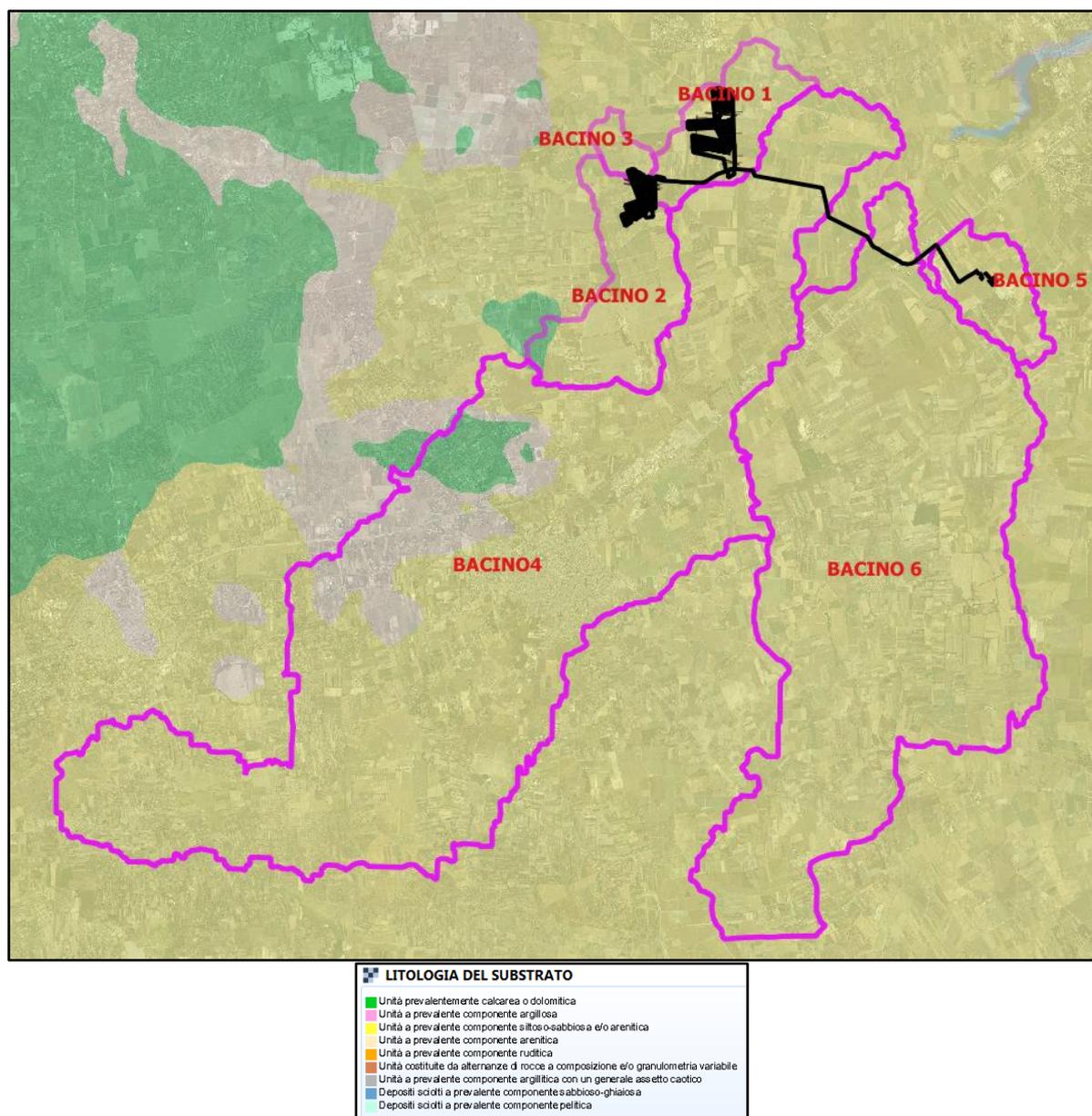
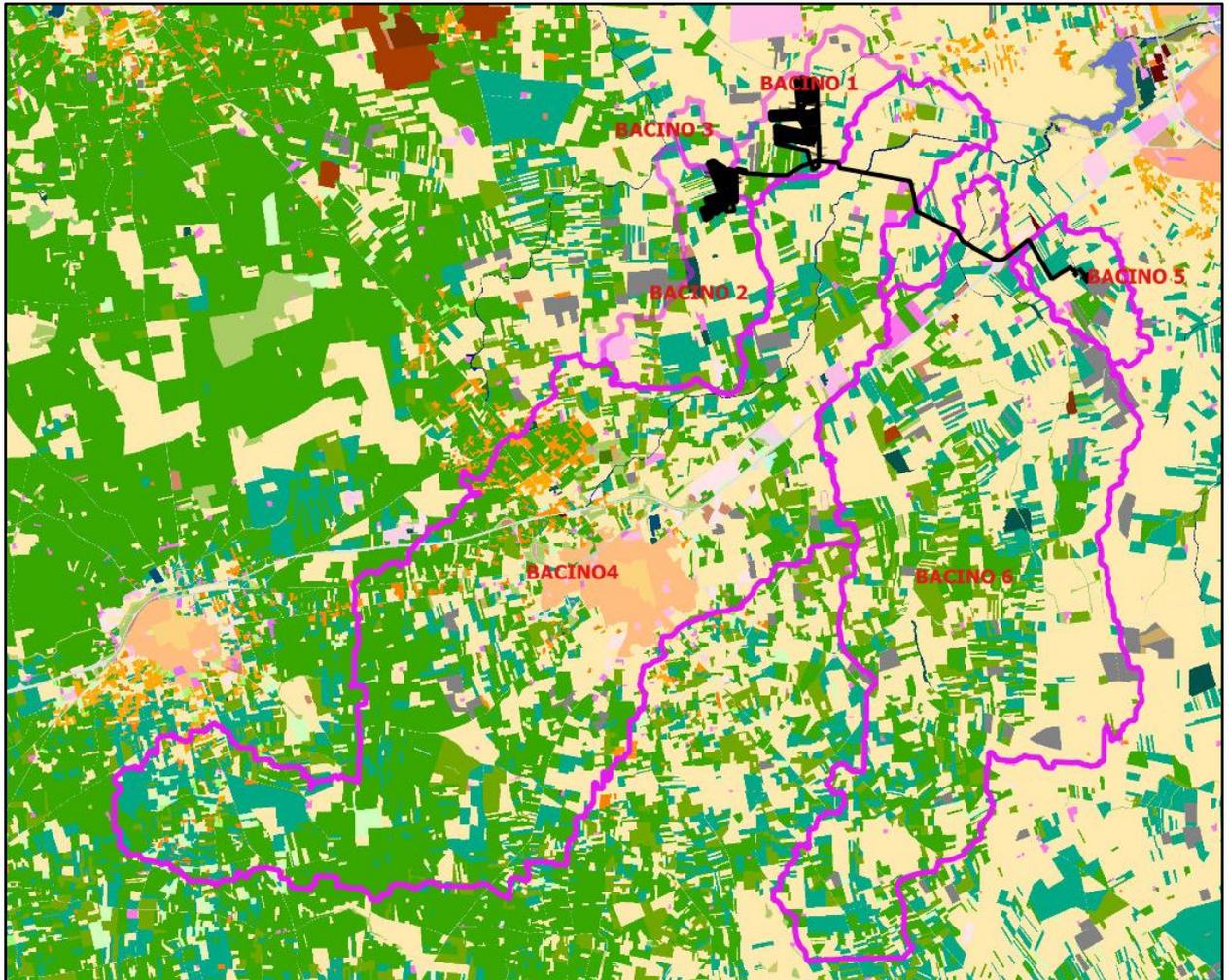


FIG 18 – Carta geolitologica relativa ai bacini idrografici di riferimento

Per la definizione del CN sono state anche associate alle diverse tipologie di uso del suolo le classi di permeabilità. In Fig. 19 lo stralcio della carta di uso del suolo della Regione Puglia (2011) relativa ai bacini idrografici di riferimento

CATEGORIA DI USO DEL SUOLO	Classi permeabilità	
	A	B
Aree a pascolo naturale, praterie, incolti	68	79
Aree a vegetazione sclerofilla	45	66
Boschi di conifere	45	66
Colture temporanee associate a colture permanenti	62	71
Frutteti e frutti minori	62	71
Prati alberati, pascoli alberati		
Insedimenti produttivi agricoli	68	79
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali	62	71
Reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	92	93
Reti stradali e spazi accessori	98	98
Aree per gli impianti delle telecomunicazioni	92	93
Suoli rimaneggiati e artefatti	89	92
Seminativi semplici in aree non irrigue	72	81
Uliveti	62	71
Vigneti	62	71
Tessuto residenziale sparso	78	80



1111 - tessuto residenziale continuo antico e denso	311 - boschi di latifoglie
1112 - tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	312 - boschi di conifere
1113 - tessuto residenziale continuo, denso recente, alto	313 - boschi misti di conifere e latifoglie
1121 - tessuto residenziale discontinuo	314 - prati alberati, pascoli alberati
1122 - tessuto residenziale rado e nucleiforme	321 - aree a pascolo naturale, praterie, incolti
1123 - tessuto residenziale sparso	322 - cespuglieti e arbusteti
1211 - insediamento industriale o artigianale con spazi annessi	323 - aree a vegetazione sclerofilla
1212 - insediamento commerciale	3241 - aree a ricolonizzazione naturale
1213 - insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	3242 - aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelletto)
1214 - insediamenti ospedalieri	331 - spiagge, dune e sabbie
1215 - insediamento degli impianti tecnologici	332 - rocce nude, falesie e affioramenti
1216 - insediamenti produttivi agricoli	333 - aree con vegetazione rada
1217 - insediamento in disuso	334 - aree interessate da incendi o altri eventi dannosi
1221 - reti stradali e spazi accessori	411 - paludi interne
1222 - reti ferroviarie comprese le superfici annesse	421 - paludi salmastre
1223 - grandi impianti di concentrazione e smistamento merci	422 - saline
1224 - aree per gli impianti delle telecomunicazioni	5111 - fiumi, torrenti e fossi
1225 - reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	5112 - canali e idrovie
123 - aree portuali	5121 - bacini senza manifeste utilizzazioni produttive
124 - aree aeroportuali ed eliporti	5122 - bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui
131 - aree estrattive	5123 - acquaculture
1321 - discariche e depositi di cave, miniere, industrie	521 - lagune, laghi e stagni costieri
1322 - depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	522 - estuari
1331 - cantieri e spazi in costruzione e scavi	
1332 - suoli rimaneggiati e artefatti	
141 - aree verdi urbane	
1421 - campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows o simili	
1422 - aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	
1423 - parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)	
1424 - aree archeologiche	
143 - cimiteri	
2111 - seminativi semplici in aree non irrigue	
2112 - colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	
2121 - seminativi semplici in aree irrigue	
2123 - colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue	
221 - vigneti	
222 - frutteti e frutti minori	
223 - uliveti	
224 - altre colture permanenti	
231 - superfici a copertura erbacea densa	
241 - colture temporanee associate a colture permanenti	
242 - sistemi colturali e particellari complessi	
243 - aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali	
244 - aree agroforestali	

FIG 19 – Carta di uso del suolo della Regione Puglia (2011) relativa ai bacini idrografici di riferimento

I valori del CN riportati nella tabella precedente si riferiscono ad una condizione di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico di tipo standard, precisamente quella intermedia indicata come AMC II (Antecedent Moisture Condition II). Per condizioni iniziali differenti vengono utilizzate delle relazioni di trasformazione del valore CN (II), relativo a AMC I, CN (I), ed in quello relativo a AMC III, CN (III). Nella tabella successiva la definizione delle condizioni di umidità antecedenti l'evento (AMC).

CLASSE AMC	Precipitazioni nei dieci giorni precedenti (mm)
I (Terreno secco)	$0 < P < 50$
II (Umidità media)	$50 < P < 110$
III (Terreno da mediamente umido a secco)	$P > 110$

Considerata l'entità degli interventi e l'importanza degli stessi alla luce di eventi catastrofici che sfortunatamente si ripetono negli anni, si preferisce adottare un valore di Curve Number pari al CN(III) per le aree non urbanizzate considerando un CN 100 per le aree urbane.

Il Coefficiente di deflusso

Per tutti i bacini analizzati è stato definito il coefficiente di deflusso (Cd) in funzione della permeabilità dei litotipi affioranti, delle caratteristiche morfologiche dei terreni e dell'uso del suolo.

Nella tabella successiva la correlazione tra i codici dell'uso del suolo e i valori del coefficiente di deflusso (Cd):

Codice Uso del Suolo	Descrizione	Cd(-)
111	Tessuto urbano continuo	0.90
112	Tessuto urbano discontinuo	0.80
121	Aree industriali e commerciali	0.80
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	0.80
124	Aeroporti	0.80
131	Aree ad attività estrattiva	0.60
133	Cantieri	0.40
141	Aree verdi urbane	0.30
142	Aree ricreative	0.50
211	Seminativi in aree non irrigue	0.35
212	Seminativi in aree irrigue	0.40
213	Risaie	0.35
221	Vigneti	0.50
222	Frutteti e frutti minori	0.45
223	Oliveti	0.45
231	Prati stabili	0.30
241	Colture temporanee associate a colture permanenti	0.35

242	Sistemi colturali e particellari complessi	0.35
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali	0.35
311	Boschi di latifoglie	0.25
312	Boschi di conifere	0.25
313	Boschi misti	0.25
321	Aree a pascolo naturale e praterie di alta quota	0.40
322	Brughiere e cespugliete	0.45
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	0.45
331	Spiagge, dune, sabbie	0.10
332	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	0.65
333	Aree con vegetazione rada	0.50
335	Ghiacciai e nevi perenni	0.80
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	1.00
512	Bacini d'acqua	0.80

9.2 VALUTAZIONE DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione di un bacino idrografico (T_c) rappresenta il tempo che una goccia d'acqua impiega per raggiungere la sezione di chiusura del bacino a partire dal punto idraulicamente più lontano da essa. Il tempo di corrivazione è comunemente espresso attraverso relazioni che contengono i parametri morfometrici del bacino. Tra le varie relazioni che possono essere utilizzate nella valutazione del tempo di corrivazione quella del Soil Conservation Service (SCS) è sicuramente la più adatta alle caratteristiche di estensione e morfometria dei bacini considerati.

TEMPO DI CORRIVAZIONE (T_c) IN ORE	BACINO 1	BACINO 2	BACINO 3	BACINO 4	BACINO 5	BACINO 6
	0,44	0,38	0,11	1,39	0,28	1,11

9.3 VALUTAZIONE DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA – METODO VAPI PUGLIA

La valutazione della massima precipitazione al variare del tempo di ritorno è stata svolta, rifacendosi alla metodologia proposta dal Gruppo Nazionale Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la "Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centromeridionale".

Per la stima delle portate al colmo di piena si è fatto riferimento al rapporto VAPI relativo alla Regione Puglia, come suggerito dalle Norme di Attuazione del “Piano di Bacino Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI)” redatto dall’ Autorità Interregionale di Bacino della Puglia. Secondo tale rapporto il territorio di competenza dell’ADB della Puglia è stato suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee; la porzione di territorio oggetto di intervento ricade nella zona 6 (Fig. 13).

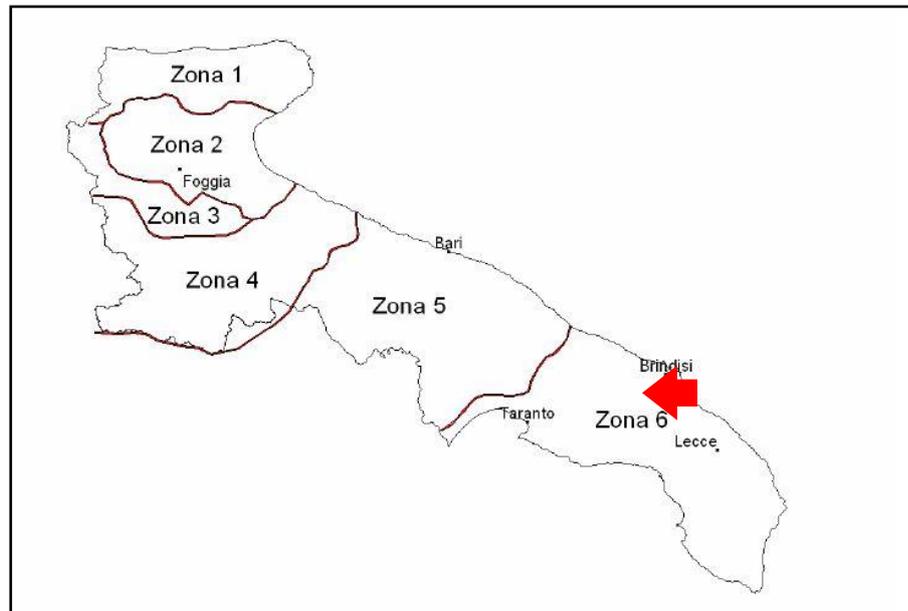


FIG 13 - Aree pluviometriche omogenee nella Regione Puglia

Il metodo suddetto prevede il calcolo delle altezze critiche di precipitazione utilizzando la seguente espressione (valida all’interno della “zona 6”):

$$X(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]} = a' t^n$$

dove:

“z” (m.s.l.m.): quota caratteristica del bacino;

“t” (h): tempo di corrivazione del bacino.

A seconda del tempo di ritorno considerato in seguito l’altezza di pioggia deve essere moltiplicata per un coefficiente di crescita dato dalla seguente espressione:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 \ln(T)$$

Nella seguente tabella il calcolo dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica e le altezze di precipitazione critica “h” per i tempi di ritorno di riferimento di 30 e 200 anni per i bacini idrografici di riferimento.

Curve di possibilità pluviometrica ed altezze di precipitazione (VAPI, zona 6)										
Bacino Idrografico	K30 (-)	K200 (-)	K500 (-)	a' (mm)	a30 (-)	a200 (-)	a500 (-)	n (-)	h30 (mm)	h200 (mm)
1	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,18	34,05	51,44
2	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,19	29,64	44,77
3	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,18	8,57	12,94
4	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,20	109,90	166,09
5	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,18	21,67	32,75
6	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,19	86,99	131,40

Le portate di piena sono state calcolate utilizzando il Metodo Razionale o formula di Turazza:

$$Q = (K S c i) / 3.6 = (K S c a t^{n-1}) / 3.6 = (K S c K_T a' t^{n-1}) / 3.6$$

dove:

“K” (-) = fattore di riduzione areale

“S” (km²) = superficie del Bacino

“i” (mm/h) = intensità di precipitazione

“c” (-) = coefficiente di deflusso

Per il calcolo del fattore di riduzione areale, come consigliato dalla Relazione di Piano del PAI, è stata utilizzata la formula dello *US Weather Bureau* che esprime tale fattore in funzione della superficie “S” e del tempo di corrivazione del bacino “t”:

$$K = 1 - (1 - e^{-0.0021 S}) e^{-0.53 t^{0.25}}$$

Nelle tabelle seguenti i valori delle portate al colmo di piena per i tre tempi di ritorno di riferimento.

Bacino Idrografico	Portate al colmo di piena (VAPI, zona 6)	
	Q30 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)
1	8,28	12,51
2	11,26	17,01
3	0,52	0,79
4	289,92	438,14

5	4,30	6,50
6	181,89	274,73

10 CONCLUSIONI

Con la presente la sottoscritta Dott.ssa Geol. Silvia Ciurlia ha redatto uno Studio Idrologico nell'ambito del progetto per la realizzazione e messa in esercizio di un Impianto Agrofotovoltaico della potenza nominale di 50,62 MWp integrato sul lato di Media Tensione da un Sistema di Accumulo della potenza di 10 MW (41,60 MWh) in agro del Comune di Brindisi (BR), con impianti di utenza, inclusa la necessaria Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) di elevazione M.T./A.T., e di rete per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) ricadenti anch'essi nel Comune di Brindisi (BR). La Società BETA LIBRA S.r.l., con sede in Via Mercato, 3 – 20121 Milano (MI), risulta soggetto Proponente.

Dallo studio è emerso che:

- dal punto di vista geologico l'area di progetto è caratterizzata dalla presenza di materiali a prevalente composizione argillosa e sabbiosa nello strato fondazionale;
- la successione litostratigrafica ricostruita è la seguente (profondità rispetto al piano campagna):
 - ✓ strato superficiale fino a 2.7 m circa di profondità;
 - ✓ presenza di materiale compatto assimilabile a depositi argillosi e sabbiosi 5.5/7.0 m circa di profondità;
 - ✓ presenza di materiale più compatto assimilabile a depositi argillosi alternati a calcareniti;
- le opere di progetto, che non comportano modifiche o aumenti delle superfici impermeabilizzate al piano campagna, manterranno inalterata la caratteristica di vulnerabilità della falda;
- il quantitativo di pioggia, sia in condizioni normali che in condizioni critiche, è compatibile con i lavori di progetto;
- la natura dell'intervento non varia il regime di ruscellamento delle acque;
- In fase progettuale non è prevista l'apertura di nuovi pozzi o il rilascio di nuove concessioni per il prelievo delle acque dolci di falda da utilizzare per fini irrigui o industriali.
- Le opere di impianto verranno realizzate nel rispetto del piano della falda