

PROPONENTE SIG PROJECT ITALY 1 S.r.l. Via Borgogna 8, 20122 Milano p.iva e cod. fiscale 11503980960 email: info@suninvestmentgroup.com pec: sigproject@legalmail.it		COD. ELABORATO FVCN.RE.06
ELABORAZIONI BLE ENGINEERING S.r.l. Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta P.IVA 04659450615		PAGINE /

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO, INTEGRATO CON AGRICOLTURA, DENOMINATO "MONDRAGONE", DELLA POTENZA DI 18,585 MW, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI MONDRAGONE (CE)

2022.I.G.CAM.006

OGGETTO CAMPO FOTOVOLTAICO ED OPERE DI CONNESSIONE	TITOLO ELABORATO RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
---	---

PROGETTAZIONE

BLE ENGINEERING S.r.l.

ING. GIOVANNI CAROZZA
Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta
P.IVA 04659450615

BLE Engineering srl
Viale Cappiello 50
81100 CASERTA (CE)
P. IVA 04659450615

SIG PROJECT ITALY 1 SRL
Largo degli Orizzonti 19/5
35070 Albino (PD)
P.IVA 11503980960

S.T.E. Studio Tecnico Ing. Esposito
Progettazione e Consulenze
Viale Kennedy, 11 - 81043 CURTI (CE)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. Giuseppe Esposito
dott. Antonella Pellegrino
Ing. Giuseppe Nasto
Ing. Antonio Cotena
Ing. Salvatore D'Aiello
Ing. Giovanni Scarciglia



Nome documento	Revisione nr.	Del
FVCN.RE.06 - RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	0	Ottobre 2022

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della BLE S.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione

Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED URBANISTICO	2
2.1 UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO	2
2.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO E NORME DI TUTELA DEL TERRITORIO.....	4
2.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	9
3. CARATTERISTICHE DI DEFLUSSO E CAPACITA' DI INVASO	15
3.1 PERMEABILITA' DELLA SITUAZIONE ANTE E POST OPERA.....	17
4. INQUADRAMENTO PLUVIOMETRICO DELL'AREA.....	20
5. CONCLUSIONI	23

1. PREMESSA

La presente relazione idrologica-idraulica costituisce parte integrante del progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nel comune di Mondragone (CE), in località Mazzafarro, della potenza di 18,585 MWp, integrato con l'agricoltura.

L'impianto sarà collegato alla Rete Elettrica Nazionale TERNA spa attraverso un cavo di vettoriamento in Media Tensione, MT, interrato, dal campo di produzione fino alla nuova sottostazione Alta Tensione, AT/MT (150/20 kV), in zona di Canello ed Arnone, (Ce) ove nascerà la nuova infrastruttura di connessione Stazione Elettrica 380/150 kV della RTN denominata "Canello 380" (Terna spa).

La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede, in particolare, che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN da collegare in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Garigliano ST – Patria".

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED URBANISTICO

2.1 UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Le aree interessate dal presente studio ricadono all'interno della Piana del Fiume Garigliano, che, insieme alla piana del Fiume Volturno, si inserisce nella porzione settentrionale della Piana Campana.

Quest'ultima, con una superficie di 1350 kmq, costituisce la più vasta delle pianure costiere del Margine Tirrenico Meridionale; presenta una forma sub-rettangolare con ampiezza pari a circa 50 Km, e lunghezza pari a 150 km che si sviluppa in direzione NW-SE (Brancaccio et al., 1995).

L'area sulla quale sorgerà l'impianto è lambita a nord dal Canale Agnena (Aree di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle Acque Pubbliche, vincolate ai sensi dell'art.142 c. 1 lett. a), b), c) del Codice D.lgs. 42/04); essa dista circa 3,3 km, verso Sud, dall'Area SIC IT8010027 "Fiumi Volturno e Calore Beneventano".

Le particelle interessate dalla realizzazione del campo agro-FV hanno un'estensione di circa 30 ha e sono adiacenti all'idrovora Mazzafarro, presso l'omonimo Collettore Mazzafarro, gestito dal Consorzio Generale di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno.

Il generatore FV è costituito da 28.168 moduli cristallini bifacciali da 660 Wp cad. di potenza nominale di picco, posizionati su inseguitori mono assiali, in configurazione 2P, 2 portrait. L'impianto fotovoltaico sarà così organizzato:

- Tracker da n. 28 pannelli (1 stringa), per un totale di 932 pannelli;
- Tracker da n.14 pannelli (1/2 stringa), per un totale di 148 pannelli;
- Inverter n. 84 da 225 kW;
- Cabine da campo n. 7 (Power Station) da 3000kVA;
- Batterie di accumulo n.4;
- Cabine utente n.2;
- Power Conversion Storage n.1.

Si riporta di seguito stralcio di inquadramento su ortofoto dell'area:



Figura 1. Ortofoto di inquadramento

L'area d'intervento è estesa complessivamente per circa 30 ha e le superfici interessate sono classificate come "Zona Agricola E" ai sensi del PRG di Mondragone e sono censite presso il N.C.E.U. del comune Mondragone con i seguenti riferimenti catastali:

Tabella 1 – Riferimenti catastali comune di Mondragone

COMUNE N.C.E.U.	FOGLIO	PARTICELLA
MONDRAGONE	55	115
MONDRAGONE	55	5028
MONDRAGONE	55	5033

Si riporta quindi uno stralcio catastale con evidenziate le particelle oggetto di intervento:

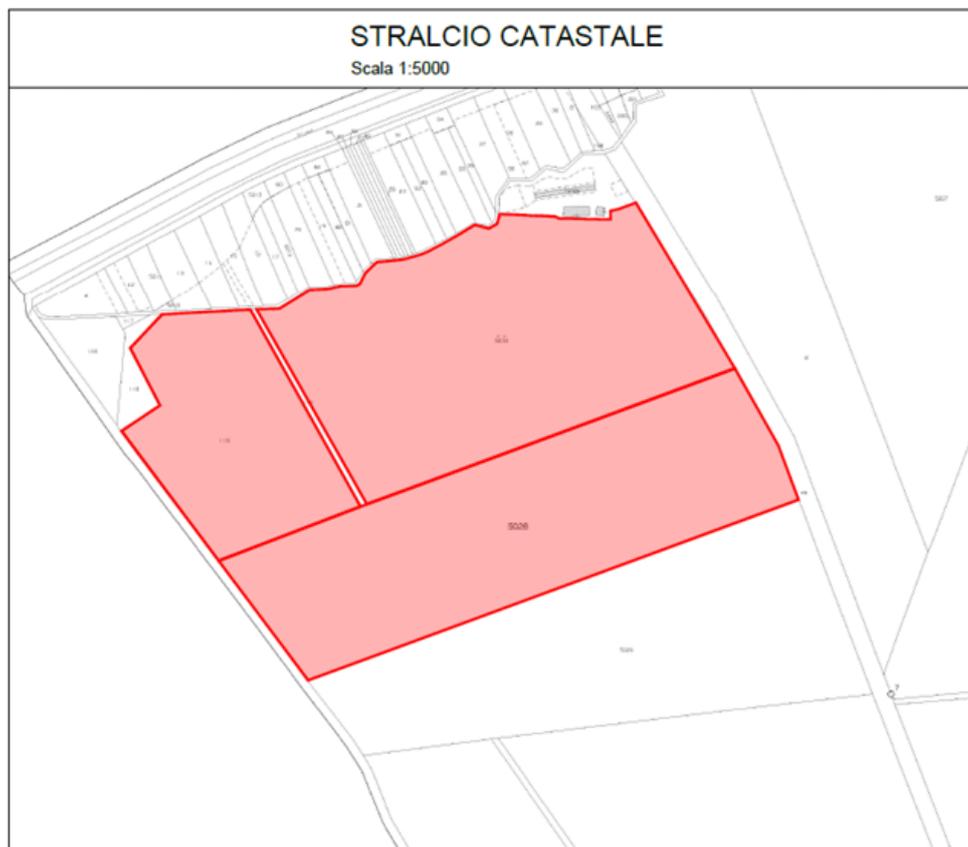


Figura 2. Inquadramento dell'area di impianto si stralcio catastale

2.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO E NORME DI TUTELA DEL TERRITORIO

Secondo lo strumento urbanistico vigente del comune di Mondragone (CE), tutte le particelle catastali costituenti l'area di intervento relativa al campo fotovoltaico, si trovano all'interno delle "Aree Agricole", nello specifico in area "E1- Aree boschive, pascolive e incolte "disciplinate come segue:

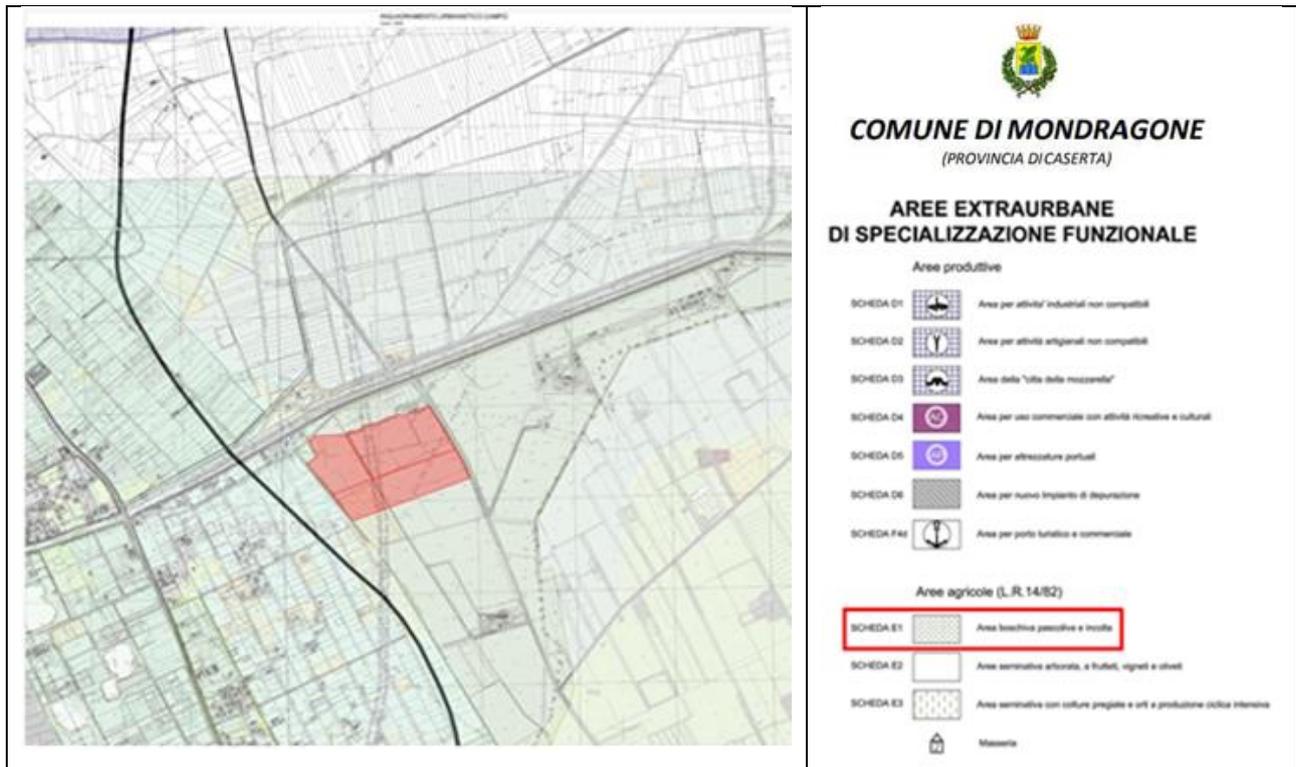


Figura 3. Stralcio dello strumento urbanistico comunale con identificazione dell'area di impianto

Prescrizioni valide per tutte le zone "E" aree a prevalente uso agricolo – norme generali

"Il P.R.G. individua parti del territorio destinate ad usi agricoli ed a tutte le attività connesse-corrispondenti a z.t.o. E del D.M. 02.04.68 n.1444 - perimetrare negli elaborati grafici del P.R.G. in scala 1/5.000, con lo specifico obiettivo di tutela e salvaguardia degli spazi agricoli e di edifici di particolare valore storico in esse incluse e di incentivo delle attività che in esse si svolgono.

Nelle aree a prevalente uso agricolo gli interventi si attuano mediante intervento diretto.

sub-articolazione

Le aree agricole del territorio extraurbano si articolano in:

- ✓ SCHEDA E1 – area boschiva e pascoliva incolta
- ✓ SCHEDA E2 – area seminativa arborata, a frutteti, vigneti e oliveti
- ✓ SCHEDA E3 – area seminativa con colture pregiate ed orti e produzione ciclica intensiva

All'atto della richiesta di concessione il titolare, proprietario coltivatore diretto o conduttore in economia ovvero proprietario concedente o affittuario o mezzadri considerati imprenditori agricoli a titolo principale, devono presentare adeguata documentazione atta a certificare le caratteristiche colturali ed aziendali in atto al momento della richiesta, di cui alla LR n.14/1981. Gli indici da applicare sono desunti da certificazione, a cura di tecnico abilitato.

Il P.R.G. individua alcuni di questi perimetri desunti dalla carta dell'uso del suolo, quando l'area non è interessata da particolari esigenze di salvaguardia, e rimanda dette aree a specifica normativa, fermo restando che qualora sia presentata documentazione comprovante differenti caratteristiche colturali in atto, ai fini delle norme ed indici da applicare prevale questa sulla perimetrazione del P.R.G.

Per ciascuna sottozona vengono individuate normative specifiche relative al tipo di coltura da desumere dalla carta dell'uso del suolo e da particolari caratteristiche di salvaguardia da adottare in aree specificamente individuate.

Prescrizione generali valide per tutte le zone E

Al fine di non incentivare il frazionamento dei fondi rustici che non abbia lo scopo di migliorare l'assetto fondiario ai fini produttivi, gli interventi edilizi, anche se di carattere conservativo, sono ammessi solo ove non comportino ulteriore suddivisione del fondo, salvo che allo scopo di accorpate la parte frazionata alla base produttiva di contigue aziende agricole operanti. Il frazionamento è sottoposto ad Autorizzazione comunale ed è ammesso solo nel caso di rettifiche e/o spostamento dei confini.

Sono vietati terrazzamenti, ovvero l'interruzione artificiale di pendii mediante banchine suborizzontali, con superfici terrazzate maggiori di 10 m ed altezza superiore di 1,5 m. Qualora il tipo di coltura o la clivometria del suolo richiedano tagli di dimensioni maggiori è richiesta documentazione comprovante la necessità di detti interventi e la verifica tecnico geologica ed il parere positivo della Commissione edilizia integrata. In ogni caso occorre relazione geologica che verifichi l'opportunità della realizzazione in programma. I terrazzamenti devono essere realizzati con l'ausilio di muri a secco o gabbionate oppure semplice inerbimento o piantumazione della parete esterna del terrapieno. È vietato l'uso di cemento armato.

Ai fini dell'edificabilità di nuove costruzioni agricole, ad uso dell'imprenditore agricolo a titolo principale, è consentito l'accorpamento di più aree non contigue, ovvero l'asservimento di superfici confinanti anche se di diverso proprietario a condizione che sull'area asservita venga trascritto, presso la competente Conservatoria Immobiliare, vincolo di inedificabilità a favore del Comune riportato su apposita mappa catastale depositata presso l'U.T.C. In ogni caso l'asservimento non potrà consentirsi per volumi superiori a 500 mc.

Per le abitazioni agricole esistenti alla data di adozione del P.R.G. sono ammessi ampliamenti del 20% della Sun, a meno di norme specifiche di sottozona e fatta eccezione per i fabbricati che ricadono in fasce di rispetto. In tal caso è ammesso il solo ampliamento del 10 % della Sun per gli adeguamenti tecnologici ed igienico-sanitari da realizzare sul lato opposto dell'infrastruttura da salvaguardare. Gli incrementi innanzi menzionati, come disposto dalla L.R. 14/82, sono consentiti sempreché siano direttamente utilizzati per la conduzione del fondo, opportunamente documentata.

Nel caso di conversione ad uso agriturismo sono ammessi gli ampliamenti di cui a LR 41/84, entro i limiti volumetrici consentiti per la specifica zona agricola. I suddetti ampliamenti possono essere eseguiti una sola volta per tutto il periodo di validità del P.R.G. Gli interventi di conservazione ad uso agriturismo, da eseguirsi nel rispetto dell'indicazione contenute nella L. R. 41/84e della Legge 730/1985, sono autorizzabili solo a condizione che il titolare abbia i requisiti e sia iscritto nell'elenco di cui alla citata L. R. 41/84".

Per Unità Minima d'Intervento si intende l'intera azienda agricola / le parti destinate ad abitazione e/o i fabbricati di servizio o produzione e lavorazione dei prodotti agricoli.

Il P.R.G. individua manufatti singoli (cfr. tav.1/5.000- masserie) appartenenti al territorio agricolo per i quali sono ammessi i soli interventi volti alla tutela del carattere storico-tipologico-documentario: manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo. Tali interventi dovranno rispettare i caratteri tipologici e morfologici dell'edificato rurale sia nel caso di sopraelevazione che nel caso di ampliamento e dovranno essere supportati da adeguata documentazione.

Negli interventi di conversione agrituristica è ammessa, l'utilizzazione, mediante modifica della destinazione d'uso, dei fabbricati di servizio (stalle, ...). È prescritta la conservazione di tutti gli elementi esistenti annessi all'attività agricola (pozzi, forni, fienili, ...) e delle alberature esistenti.

Per tutta la restante edificazione sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, sostituzione edilizia, demolizione con e senza ricostruzione, nuova edificazione.

In generale vanno rispettate le seguenti prescrizioni sulle distanze:

- da strade m 20 per Ls <7,50
m 30 per Ls >7,50;
- valgono le prescrizioni concernenti l'adeguamento antisismico delle strutture edilizie di cui al Regolamento Edilizio;
- le preesistenze volumetriche vanno accertate attraverso rilevazioni oggetto di perizia asseverata;
- negli interventi di conversione agrituristica è ammesso, il recupero delle superfici poste al di sotto delle strutture di copertura (sottotetti), per le quali è consentita l'apertura di finestre o abbaini al fine di assicurare l'osservanza dei requisiti di aerilluminazione secondo le vigenti norme igienico-sanitarie. È possibile, modificare la quota d'imposta del solaio al fine di migliorare l'abitabilità dei suddetti locali. Non è consentito modificare l'inclinazione o la quota d'imposta del tetto. Qualora l'altezza interna non fosse sufficiente suddetti locali potranno essere destinati a funzioni accessorie.

Sono da rispettarsi le seguenti prescrizioni sull'uso dei materiali di finitura:

- recinzioni dei fondi agricoli sono da realizzarsi con filo metallico e pali di legno oppure con siepi ed arbusti di essenze tipiche del luogo.

Modalità d'uso

La disciplina di uso fa riferimento alle attività esercitabili in tutte le zone E dove sono ammessi i seguenti usi, a meno di specifiche norme di sottozona: abitazioni agricole riservate ai soggetti di cui alla L.14/82, edifici colonici recuperati o recuperabili ad uso abitativo, fabbricati di servizio aziendale, serre, allevamenti zootecnici, impianti per la raccolta e produzione di prodotti agricoli e zootecnici ed annesse aziende per la lavorazione, stoccaggio e commercializzazione di prodotti agricoli, impianti tecnici di servizio. È ammessa l'attività agroturistica, di cui alla LR 41/84, da parte dell'imprenditore agricolo nell'ambito della propria azienda, anche attraverso forme di associazionismo e cooperazione.

A tal fine i suddetti soggetti possono accedere a contributi regionali per:

- *il recupero, riattamento, riqualificazione funzionale ed ampliamento, per un massimo di 12 posti letto, di edifici ed alloggi da destinare ad utilizzazione agrituristica e miglioramento delle opere igienico-sanitarie, termiche ed idriche e sistemazione ed arredamento degli alloggi e servizi;*
- *la sistemazione di locali, con relativa attrezzatura, da destinare alla vendita ed al consumo di prodotti propri dell'azienda, in collegamento funzionale con le strutture ricettive agrituristiche;*
- *l'allestimento di agricampeggi attraverso la delimitazione di aree per la sosta di tende e roulotte, per un massimo di tre tende e di tre roulotte.*

Installazioni quali elettrodotti, metanodotti, gasdotti, oleodotti, elettrodotti e relative stazioni di trasformazione e pompaggio possono essere eseguite previa approvazione del Consiglio Comunale.

Per le zone riparie e le foci dei corsi d'acqua è prescritta la conservazione del giunco d'acqua, tifeto, salix viminalis e populus tremula. Le integrazioni sono da riferirsi a macchie delle stesse essenze e comunque in generale ad essenze autoctone. Eventuali sistemazioni delle sponde vanno eseguite con materiale permeabile, favorevole alla formazione del biotopo golenico (murature a secco, con ciottoli di pietra locale o elementi lignei tipo viminata).

“Zone agricole “E1” Area boschiva e pascoliva incolta

Il P.R.G. individua aree del territorio utilizzate per scopi agricoli di tipo pascolivo o semplicemente ad incolto localizzati in una parte del paesaggio collinare e soprattutto in una vasta zona della piana a sud. I perimetri di dette aree hanno carattere indicativo in quanto fa fede esclusivamente la certificazione comprovante, all'atto della richiesta di concessione, le caratteristiche colturali e lo specifico uso agricolo.

Per le aree certificate come uso boschivo, a pascolo o incolte vale l'indice di fabbricabilità fondiaria di 0.003 mc/mq, relativo all'uso abitativo. Per le costruzioni accessorie per la produzione agricola, stalle, silos, magazzini e locali per la lavorazione dei prodotti agricoli, impianti per la raccolta e la lavorazione dei prodotti lattiero-caseari, ed ogni altra costruzione che si identifichi come necessaria per l'esercizio dell'azienda, va rispettato l'indice di fabbricabilità fondiaria di 0,10 mc/mq.

Valgono inoltre le seguenti prescrizioni:

- ✓ *Altezza massima m 8.00*
- ✓ *Indice di copertura 0.05*
- ✓ *Distanza dai confini non inferiore a m 10 da altri fondi”*

Il cavidotto si svilupperà invece parzialmente nei comuni di Mondragone (CE), Castel Volturno (CE) e Cancellò ed Arnone (CE), al di sotto delle viabilità provinciali e comunali.

2.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La struttura e la stratigrafia del sottosuolo del territorio di Mondragone presentano caratteristiche di complessità peculiari delle aree vulcaniche, a causa delle frequenti variazioni, (laterali e in verticale) della granulometria dei vari orizzonti eruttivi e del loro grado di addensamento e/o litificazione.

Nelle aree di pianura la ricostruzione dello schema di circolazione idrica sotterranea si basa su rilevamento di quote piezometriche in fori di sondaggio, alla luce delle stratigrafie del sottosuolo e della collocazione del sito di interesse rispetto a strutture idrogeologiche limitrofe. Queste, infatti possono rappresentare altrettanti bacini di alimentazione ai quali far riferimento per l'interpretazione del "disegno" piezometrico locale. In base a quanto descritto in letteratura nel settore sud-occidentale della piana l'acquifero è prevalentemente costituito da depositi alluvionali a diversa granulometria, da piroclastiti dilavate dalle falde del Roccamonfina e da sabbie di spiaggia e di duna costiera. Nella zona centrale affiorano in prevalenza tufi e piroclastiti sciolte, spesso rimaneggiate. Nella fascia nord orientale, posta ai margini della caldera del Roccamonfina, prevalgono, invece, le lave ed il "tufo grigio campano".

Così come è stato evidenziato attraverso sondaggi profondi e prospezioni geoelettriche, le strutture carbonatiche affioranti ai margini si approfondiscono rapidamente.

L'acquifero è caratterizzato dalla presenza di una falda superficiale e di più falde profonde sovrapposte appartenenti ad una unica circolazione idrica sotterranea. Nella parte bassa della piana, ove affiorano i depositi a granulometria più sottile, la falda profonda si rinviene quasi sempre artesianiana. La falda idrica sotterranea è alimentata per gran parte da travasi provenienti dalle strutture carbonatiche che bordano la piana con una circolazione idrica che dai massicci carbonatici defluisce verso il mare.

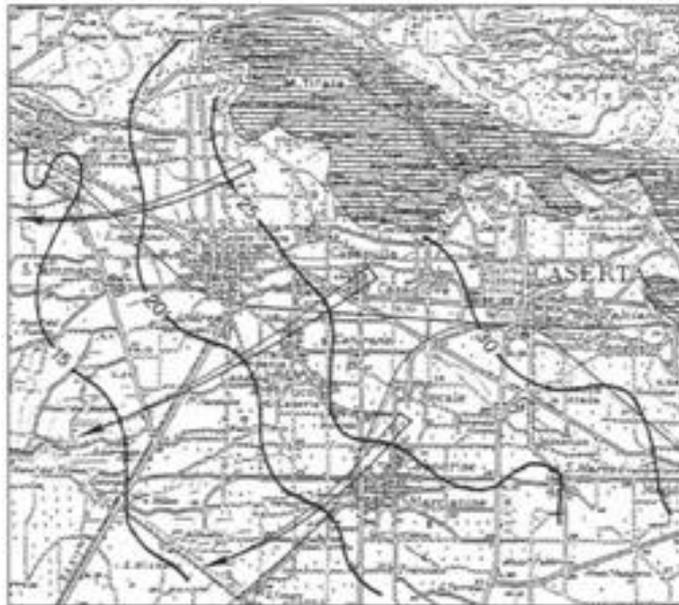


Figura 4. Linee di deflusso e iso-piezometriche della Piana Campana nell'area interessata

L'area in studio rientra nell'area di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex AdB Liri-Garigliano-Volturno) ed è quindi sottoposta alle direttive del Piano Assetto Idrogeologico. L'area in oggetto non ricade all'interno delle perimetrazioni interessate da Rischio e Pericolosità Idraulica e da Rischio Frana.

Si riporta in seguito uno stralcio dell'elaborato del Rischio Frana per i territori di Mondragone, Castel Volturno e Canello ed Arnone, al fine di evidenziare l'assenza di aree di rischio all'interno del lotto oggetto di intervento. Non è disponibile, tuttavia, alcuno stralcio che attesti l'assenza di Rischio Idraulico, poiché l'area in oggetto risulta completamente esterna rispetto agli stralci grafici presenti.

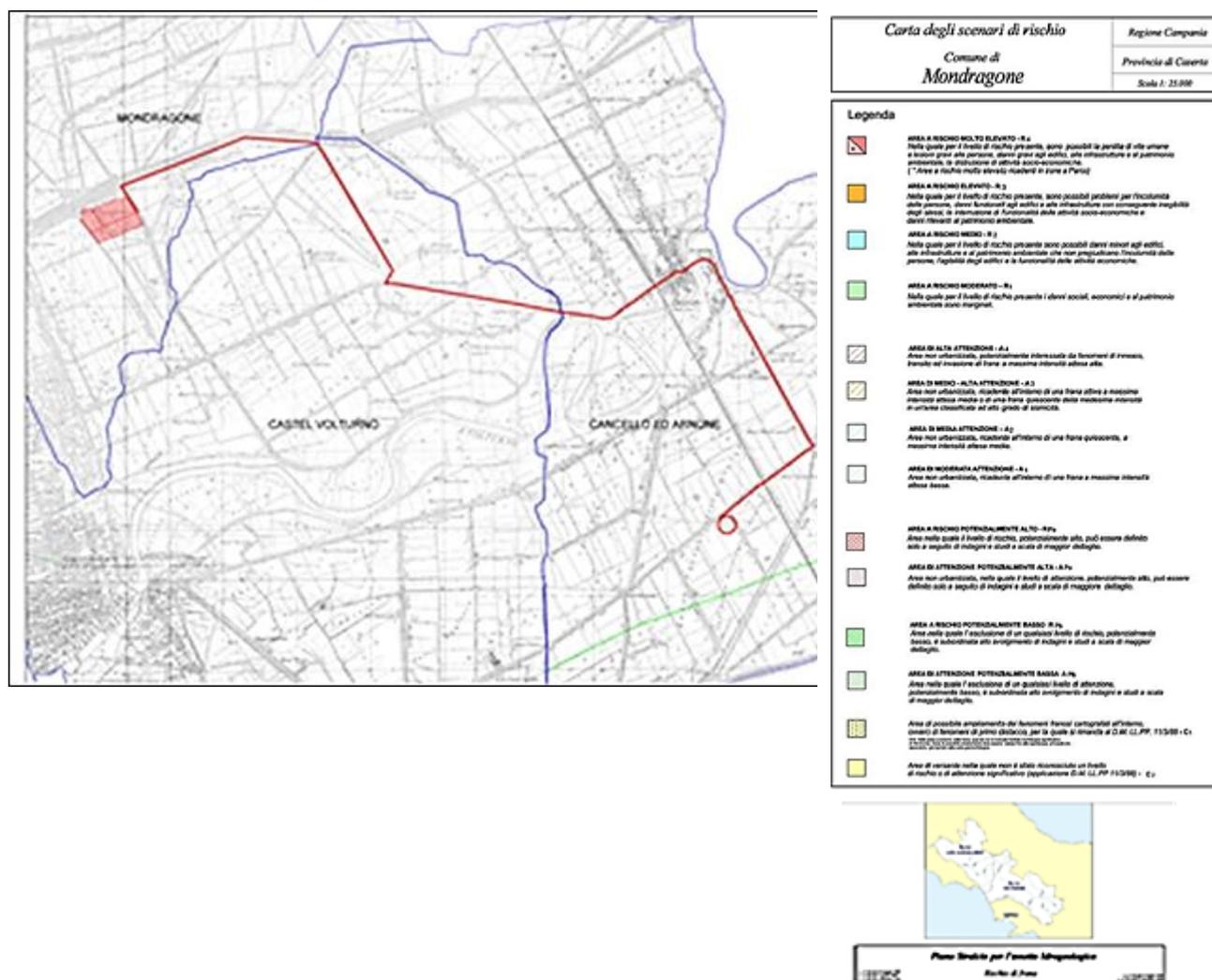


Figura 5. Stralcio Carta della Zonizzazione ed individuazione degli squilibri

Dalla cartografia del Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex AdB Liri-Garigliano-Volturno) – Tav. PSDA_4_43bav -, l'area oggetto di intervento rientra nella zonizzazione di "area retroarginale" denominata anche "Area R".

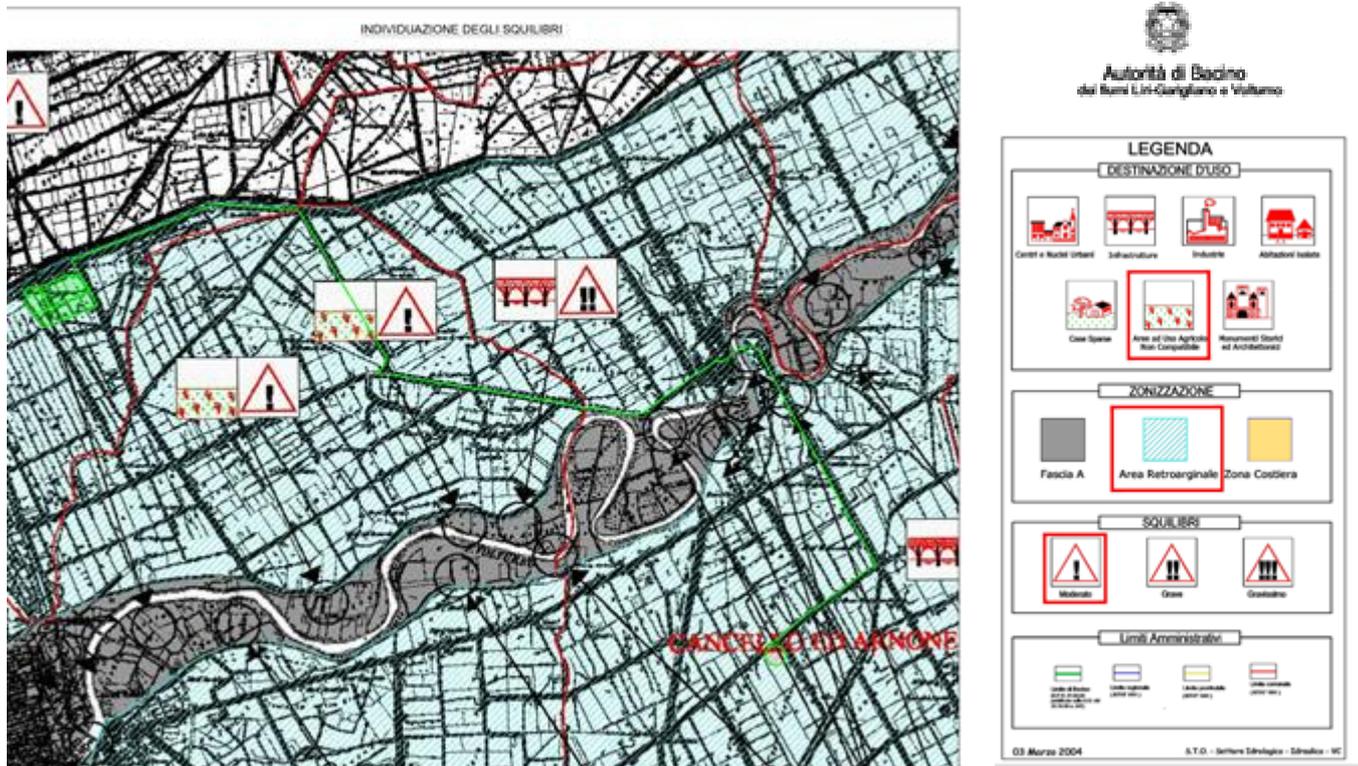


Figura 6. Stralcio Carta della Zonizzazione ed individuazione degli squilibri

Tali aree retroarginali sono assoggettate all'art. 7 delle Norme di Attuazione, di seguito riportate:

“Art.7 – Area R

1. *Nelle aree R il Piano persegue gli obiettivi di mitigazione del rischio idraulico attraverso la definizione e la predisposizione degli strumenti di Protezione Civile e l'individuazione e la realizzazione degli interventi strutturali. Contestualmente vengono regolamentate le attività compatibili sul territorio, in rapporto all'uso consolidato ed al contenimento del rischio.*

2. *Nelle aree R, salvo quanto ulteriormente riportato all'articolo 13, sono esclusivamente consentiti:*

a) *Gli interventi consentiti nella fascia A e riportati al precedente articolo 6;*

b) *La realizzazione di impianti sportivi, per attività all'aperto, e nel rispetto di quanto contenuto nella normativa tecnica riportate all'art. 16. L'utilizzo di tali impianti, in caso di eventi atmosferici di particolare intensità, deve essere espressamente regolamentato dall'Amministrazione Comunale competente o da Commissione istituzionalmente preposta.*

c) *ogni opera a servizio di infrastrutture di trasporto e/o di servizio (caselli autostradali, stazioni ferroviarie, intersezioni, svincoli ecc.), con le prescrizioni contenute nell'allegato C delle Norme di Attuazione del PSDA.*

d) *Per i Comuni dotati di strumento urbanistico vigente:*

- *le nuove edificazioni, realizzate in attuazione degli strumenti urbanistici per le porzioni di territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storicoartistico di particolare pregio, per quelle totalmente o parzialmente edificate (zone A, B così come indicate dal D.M. 1444/68) e per quelle da destinare a nuovi complessi insediativi (zone C così come indicate dal D.M. 1444/68) limitatamente a quelle indicate come edilizia economica abitativa;*
- *le nuove edificazioni in attuazione degli strumenti urbanistici, diverse da quelle indicate al punto precedente, ad esclusione di quelle ad uso residenziale e produttivo;*

e) *Per i Comuni non dotati di strumento urbanistico:*

- *le nuove edificazioni al di fuori del perimetro dei centri abitati con le limitazioni di cui all'articolo 41 quinquies della legge 1150/42 così come modificato dall'art. 4 della legge 10/77; in particolare: l'edificazione a scopo residenziale non può superare l'indice di mc 0.03 per metro quadrato di area edificabile; le superfici coperte degli edifici non possono superare un decimo dell'area di proprietà; gli edifici non possono comprendere più di tre piani; l'altezza di ogni edificio non può essere superiore alla larghezza degli spazi pubblici o privati su cui esso prospetta e la distanza dagli edifici vicini non può essere inferiore all'altezza di ciascun fronte dell'edificio da costruire;*

f) *tutte le opere previste in Piani integrati e sovracomunali nonché le opere pubbliche non delocalizzabili, previo studio di compatibilità idraulica e parere dell'Autorità di Bacino che si esprimerà, in relazione a quanto definito dalla variante al piano, sulla compatibilità medesima;*

- g) gli impianti di depurazione e di disinquinamento tesi al miglioramento della qualità delle acque e del suolo, di cui sia dimostrata l' idoneità della localizzazione in rapporto alle condizioni geomorfologiche e al rischio idraulico, l' adeguatezza del dimensionamento, la sicurezza ai fini del rischio tecnologico, nonché gli interventi diretti ad adeguare impianti esistenti alla normativa di sicurezza;*
- 3. Tutti gli interventi previsti nel precedente comma sono sottoposti alle prescrizioni contenute nella normativa tecnica di cui all' articolo 16, salvo maggiori prescrizioni imposte dai Piani di Protezione Civile*
- 4. In aggiunta a quanto riportato al comma precedente, la realizzazione degli interventi di cui ai punti f e g del comma 2 è ulteriormente subordinata alla presentazione di un studio geomorfologico che dimostri la presenza di una condizione morfologica compatibile con il rischio idraulico. In tal caso non è obbligatorio il rispetto delle condizioni di cui alle lettere a) e b) dell' articolo 16 comma 1."*

Le norme di Attuazione del Piano Stralcio di Difesa dalla Alluvioni, ai sensi dell' art. 10, nell' area suddetta consentono la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, di trasporto o di servizi di competenza degli organi statali, regionali o degli altri enti territoriali a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce, costituendo ostacolo al deflusso, e non limitino la capacità di invaso. Si ricorda che ai sensi dell' art. 12 co. 1 del D. Lgs 387/2003 "le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all' esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti".

Vale inoltre la pena sottolineare che l' opera in esame è temporanea (la durata di un impianto fotovoltaico si aggira intorno ai 25-30 anni), non prevede la concentrazione o la presenza continuata di persone ed essendo un' opera puntuale non costituisce un ostacolo né al deflusso né alla capacità di invaso del Fiume Volturno. Inoltre, nel rispetto dell' art.16 co.1, le strutture a supporto dei moduli saranno in acciaio zincato a caldo, del tipo tracker monoassiali con distanza minima da terra pari 150 cm.

La distanza minima da terra sarà pari invece a 150 cm da terra, così come riportato dall' art. 16, comma 1, lett. a) delle Norme Tecniche di Attuazione della Variante al PSDA – Basso Volturno, per i manufatti presenti all' interno dell' opera. Si riporta in seguito uno stralcio ortofotografico del lotto, con sovrapposizione delle aree interessate dal vincolo retroarginale precedentemente menzionato.

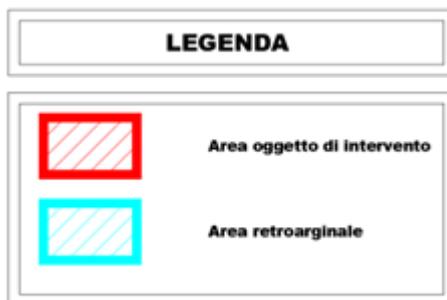


Figura 7 – Sovrapposizione area retroarginale su area oggetto di intervento

3. CARATTERISTICHE DI DEFLUSSO E CAPACITA' DI INVASO

Allo scopo di verificare che gli interventi in progetto non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce, costituendo ostacolo al deflusso, e non limitino la capacità di invaso, si analizzeranno di seguito la situazione ante e post-intervento.

Occorre anzitutto definire che l'intervento in oggetto, prevede l'installazione di moduli fotovoltaici, installati semplicemente per infissione nel terreno, ovvero caratterizzando un'installazione di tipo puntuale e non areale, senza pertanto necessità di posa in opera di fondazioni, né superficiali, né tantomeno profonde, che potrebbero modificare la permeabilità dell'area d'interesse (si riporta a seguito immagine tipologica riportante la posa del montante di supporto dei moduli). Inoltre, i pali di sostegno saranno infissi nel terreno fino ad ottenere un'altezza di picco del palo da terra pari a 220 cm, al fine ottenere un'altezza minima dal p.c., dovuta alla rotazione dei pannelli fotovoltaici, pari a c.ca 150 cm.

In particolare, è stato previsto quanto segue:

- Altezza libera dal p.c. a +/- 55° = da 1,50 mt (min.) a 3,47 mt (max)
- Palo da 4,50 mt, di cui 2,20 mt esterni (+ 0,20 mt rotore) e 2,30 mt interrati
- Interdistanza W-E tra i tracker 6,150 mt, fascia libera tra inseguitori 3,766 mt



Figura 8 – Posa tipologica della struttura di sostegno del modulo fotovoltaico

Occorre altresì specificare che non sarà realizzata una vera e propria viabilità interna al lotto, al fine di garantire una percentuale elevata di terreno da destinare all'agricoltura. Gli spazi liberi del lotto saranno utilizzati anche per il transito dei mezzi agricoli.

Esclusivamente lungo il perimetro dei confini del lotto, si provvederà alla costipazione del terreno, al fine di garantire quantomeno il raggiungimento dei moduli fotovoltaici per l'effettuazione della regolare manutenzione.

La costipazione del terreno sarà ottenuta mediante rullatura e senza apporto di materiale estraneo, al fine di evitare di modificare la stratigrafia del terreno, che permarrà pertanto mantenendo le medesime caratteristiche litostratigrafiche ante e post opera.

Pertanto, gli unici elementi impermeabili da installare in sito saranno costituiti da

- 7 cabine MT utente (Power Station) (cad. 2,45 x 6,10 x 2,90 mt)
 - ✓ superficie in pianta cad.: c.ca 15 mq
 - ✓ superficie totale: c.ca 105 mq,
- n. 2 Cabina MT Utente (6,7 x 2,5 x 2,6 mt cad.) posta al confine dell'area utile dell'impianto
 - ✓ superficie in pianta cad: pari a c.ca 17 mq
 - ✓ superficie totale: c.ca 34 mq
- n. 4 batterie di accumulo (9,35 x 1,73 x 2,60 cad.)
 - ✓ superficie in pianta cad: pari a c.ca 16 mq
 - ✓ superficie totale: c.ca 65 mq
- n. 1 PCS – Power Conversion Station (12,2 x 2,45 x 2,90)
 - ✓ superficie in pianta: c.ca 30 mq

per un totale di: 234 mq, rappresentativa di una variazione percentuale di permeabilità pari a c.ca lo 0.0008%.

Considerando che uno dei metodi impiegati per la stima del modello di afflussi/deflussi, è basato sulla seguente formula:

$$\mu(Q) = C_f S(d^*) K_A(d^*) \mu[I(d^*)] A$$

Si ha che tale formula, oltre che essere espressa in funzione dei parametri pluviometrici di zona, che resteranno ovviamente immutati nella situazione ante e post intervento, è funzione del coefficiente di afflusso C_f e del tempo di ritardo t_r , di cui si riporta in seguito la formulazione impiegata:

$$C_f = C_{f1} \frac{A_1}{A} + C_{f2} \frac{A_2}{A}$$

$$t_r = \frac{C_{f1} A_1}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_1}}{3.6 c_1} + \frac{C_{f2} A_2}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_2}}{3.6 c_2}$$

Considerato che per i parametri C_{f1} , C_{f2} , c_1 e c_2 sono stati utilizzati valori costanti, è quindi possibile evincere che entrambi i coefficienti, risultino funzione dei parametri A , A_1 ed A_2 .

$$C_{f1} = 0.42$$

$$C_{f2} = 0.56$$

$$c_1 = 0.23 \text{ m/s}$$

$$c_2 = 1.87 \text{ m/s}$$

I parametri in oggetto rappresentano rispettivamente:

- A: la superficie del bacino;
- A1: la superficie carbonatica del bacino non coperta da bosco;
- A2: la superficie non carbonatica del bacino;

Nel caso in oggetto, restando invariata la superficie del bacino, e, risultando pressoché immutato il rapporto di superficie non carbonatica e carbonatica del bacino (variazione percentuale pari allo 0.0008%), ne conviene che i parametri di coefficiente di afflusso C_f e del tempo di ritardo t_r derivanti dall'area in oggetto, risultino perfettamente invariati, comportando conseguentemente immutabilità nelle caratteristiche di afflussi/deflussi per la situazione ante e post intervento.

A supporto di quanto riportato in precedenza, si analizzeranno, nei paragrafi a seguire, i coefficienti di permeabilità della situazione ante e post-intervento, al fine di dimostrare, oltre all'invariabilità del deflusso delle acque superficiali, in quanto non saranno apportate modifiche plano/altemetriche rispetto alla situazione esistente, anche l'invariabilità del gradiente di infiltrazione delle acque.

In particolare, si assocerà alla litografia di stato e di progetto, un coefficiente di permeabilità (dati estratti da informazioni presenti in letteratura), al fine di determinare le eventuali differenze di permeabilità verticale ed orizzontale della situazione ante e post opera.

TIPO DI TERRENO	k (m/s)
Ghiaia pulita	$10^{-2} - 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} - 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} - 10^{-4}$
Limo e sabbia argillosa	$10^{-9} - 10^{-5}$
Limo	$10^{-8} - 10^{-6}$
Argilla omogenea sotto falda	$< 10^{-9}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} - 10^{-4}$
Roccia non fessurata	$10^{-12} - 10^{-10}$

Tabella 2 – Valori tipici dei coefficienti di permeabilità dei terreni

3.1 PERMEABILITA' DELLA SITUAZIONE ANTE E POST OPERA

Allo scopo di avere elementi utili per la descrizione della stratigrafia dei litotipi formanti il substrato dell'area in oggetto, sono stati esaminati i sondaggi eseguiti durante la campagna di indagini per la redazione del PUC del comune adiacente. Dall'elaborato cartografico – Allegato L.2.4 - planimetria con ubicazione delle Indagini, si evidenzia che nelle strette vicinanze dell'area in oggetto ricade il sondaggio S2.

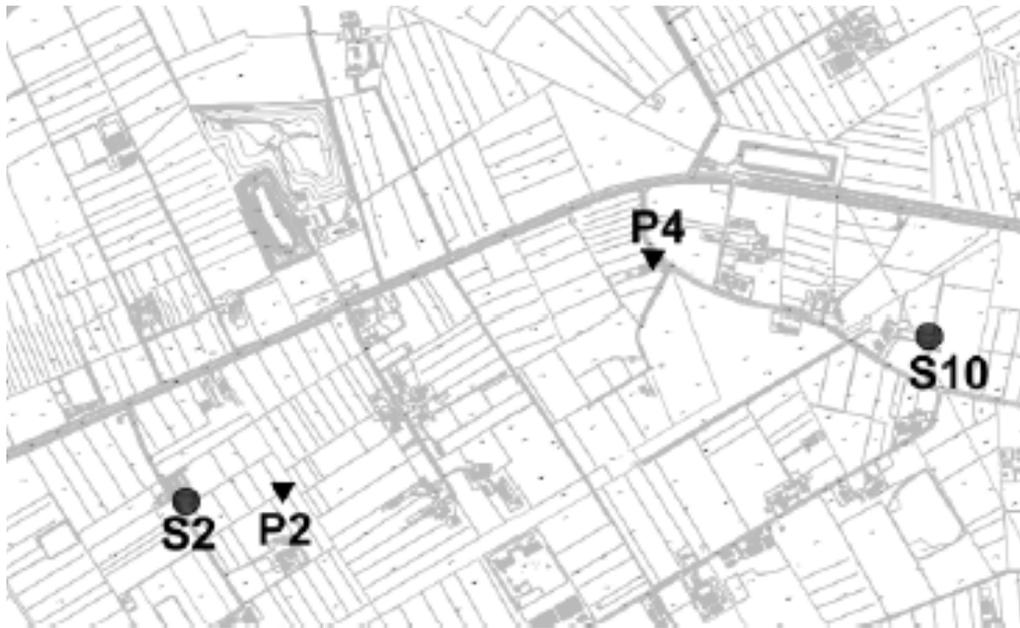


Figura 9 – Planimetria con ubicazione delle indagini

L'area oggetto di intervento, allo stato attuale, è contraddistinta dalla stratigrafia riportata in seguito, di cui si riportano le caratteristiche di permeabilità, secondo la tabella precedentemente riportata:

- [da 0.00 a -0.50 m = terreno vegetale ($k=0.000004$)
- da -0.50 a -7.70 m = materiale argilloso - limoso ($k=0.000001$)
- da -7.70 a -8.80 m = sabbia debolmente limosa poco addensata ($k=0.0001$)
- da -8.80 a -13.70 m = alternanza di argilla sabbiosa – limosa da poco consistente a moderata consistenza ($k=0.0000001$)
- da -13.70 a -16.20 m = torba ($k=0.000001$)
- da -16.20 a -19.40 m = ghiaia con sabbia ($k=0.0001$)
- da -19.40 a -19.70 m = limo sabbioso ($k=0.0000001$)
- da -19.70 a -30.00 m = alternanza di strati sabbioso-limoso ($k=0.0000001$)

Sulla base della stratigrafia del sito e dei valori di permeabilità ricavabili in letteratura, e di seguito riportati, si determineranno i coefficienti di permeabilità verticale e orizzontale ante opera, ricavati mediante le seguenti formule:

$$k_H = \frac{v}{i} = \frac{\sum q_i}{H \cdot i} = \frac{\sum v_i \cdot H_i}{H \cdot i} = \frac{\sum k_{hi} \cdot H_i}{H}$$

$$k_V = \frac{v}{h} = \frac{h}{H} \cdot \frac{1}{\sum \frac{H_i}{k_{vi}}} = \frac{H}{\sum \frac{H_i}{k_{vi}}}$$

In cui:

- k_H =coefficiente di permeabilità medio in direzione orizzontale;
- k_V =coefficiente di permeabilità medio in direzione verticale;
- H = spessore totale del banco di terreno considerato;
- H_i = spessore dell' i -esimo strato di terreno

Risulterà pertanto nello stato dei luoghi, un coefficiente di permeabilità verticale ed orizzontale ante opera pari a:

$K_H=0,0000144918$

$K_V=0,00000001335905$

Poiché in seguito agli interventi progettuali, non verranno apportate modifiche litostratigrafiche in sito, si può affermare che i parametri di permeabilità verticale ed orizzontale rimarranno invariati.

4. INQUADRAMENTO PLUVIOMETRICO DELL'AREA

Ai fini della determinazione dei parametri pluviografici di zona, verranno utilizzati i risultati emersi dal Progetto VAPI. La sintesi è stata articolata con riferimento alle indagini effettuate nella modellazione dei dati pluviometrici ed idrometrici della regione, contenute nel Rapporto Regionale pubblicato, Valutazione delle Piene in Campania [Rossi e Villani, 1995] [1]. La rete pluviometrica del SIMI al 1980 risultava composta da 319 stazioni di misura delle piogge con almeno 10 anni di osservazione, di cui 227 ricadono all'interno dell'area di studio; in particolare, 44 di esse posseggono anche 10 o più anni di osservazioni pluviografiche relative ai massimi annuali delle altezze di pioggia di durata inferiore al giorno.

Scopo dell'analisi pluviometrica è la determinazione dello "ietogramma di progetto", cioè della pioggia tipo di progetto che dovrà sollecitare la rete, determinata sulla base delle "curve di probabilità pluviometrica" adottate. Le "curve di probabilità pluviometrica" (CPP), idonee ad interpretare le variabili casuali di tipo "estremo", sono ottenute da considerazioni di tipo statistico, basate sulle osservazioni elaborate dal Servizio Idrografico Italiano o da associazioni/società pubbliche o private per stazioni pluviometriche prossime al bacino in esame. Utilizzare le CPP significa considerare le altezze di precipitazione come una variabile casuale che, quindi, deve essere stimata in relazione ad un livello di probabilità "P" che essa ha di non essere superata, relazionandola ad un periodo di tempo T (detto tempo di ritorno) che intercorre mediamente tra due eventi nei quali il valore di tale portata è superato [2]. La relazione che lega la probabilità con il tempo di ritorno è la seguente:

$$T = \frac{1}{1-P}$$

Le "curve di probabilità pluviometrica", ognuna delle quali è ottenuta in corrispondenza di un preordinato tempo di ritorno T, descrivono la variabile casuale "massima altezza annuale di precipitazione di assegnata durata" e vengono approssimate con espressioni monomie del tipo:

$$h = a * \theta^n$$

Dove:

- **h** = l'altezza di una pioggia di durata θ ;
- **a, n** = parametri che dipendono dal tempo di ritorno assegnato.

Le leggi di probabilità pluviometriche definiscono come varia la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia su una fissata durata d, $m[I(d)]$, con la durata stessa. Tali leggi devono essere strettamente monotone, in quanto mediamente l'intensità di pioggia media per una durata superiore deve essere necessariamente minore di quella per una durata inferiore. Inoltre, per una durata molto piccola devono raggiungere un valore finito, rappresentante al limite per **d** che tende a zero, la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia istantanea. Per la Campania è stata adottata una espressione del tipo:

$$m[I(d)] = \frac{m(I_0)}{\left(1 + \frac{d}{dc}\right)^\beta}$$

Dove:

- $d [h]$ = durata;
- $m [I(d)] \left[\frac{mm}{h} \right]$ = media del massimo annuale dell'intensità di pioggia;
- $m (I_0) \left[\frac{mm}{h} \right]$ = limite dell'intensità di pioggia per d che tende a 0 il cui valore è costante

per ogni area pluviometrica omogenea;

All'interno di questa formula compare il parametro esponenziale β :

$$\beta = C - D * z$$

Dove:

- z = altezza media del sito;
- C/D = parametri costanti per ogni area pluviometrica omogenea;
- d_c = parametri costanti per ogni area pluviometrica omogenea.

La Campania è suddivisa in 6 zone pluviometricamente omogenee, come è possibile vedere in figura 10.

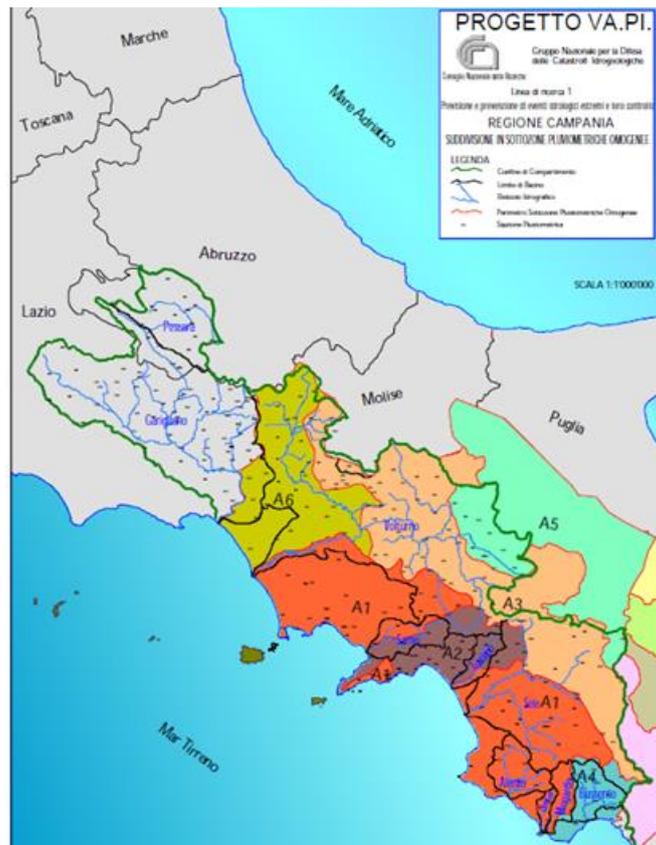


Figura 10 –Aree omogenee della Campania

Dalla *tabella 3*, riportata in seguito, si possono vedere i diversi parametri in funzione delle diverse aree pluviometricamente omogenee.

Nello specifico l'area oggetto di intervento ricade nella sottozona omogenea classificata come A6, di cui si riportano i parametri impiegabili.

Area omogenea	n. stazioni	m[l _o] (mm/ora)	d _c (ore)	C	D*10 ⁵
1	14	77.08	0.3661	0.7995	3.6077
2	12	83.75	0.3312	0.7031	7.7381
3	5	116.7	0.0976	0.7380	8.7300
4	3	78.61	0.3846	0.8100	24.874
5	6	231.8	0.0508	0.8351	10.800
6	4	87.87	0.2205	0.7265	8.8476

Tabella 3. parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della sottozona pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di crescita K_T:

$$T = \frac{1}{1-F_k} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{\frac{1}{\theta_*}} e^{-\frac{\eta k}{\theta_*}})}$$

I parametri ottenuti per l'intero compartimento di Napoli sono riportati nella *Tabella 2* di seguito.

Piogge	θ* = 2.136	Λ* = 0.224	Λ₁ = 41	η = 4.688
---------------	-------------------	-------------------	---------------------------	------------------

Tabella 4. Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Campania

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della precedente, per cui, fissato un valore T del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita K_T. Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, nella *Tabella 3*, i valori di K_T ottenuti numericamente dalla formula precedente per alcuni valori del periodo di ritorno.

Tabella 5. Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge in Campania, per alcuni valori del periodo di ritorno T

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K _T (piogge)	0.93	1.22	1.43	1.65	1.73	1.90	1.98	2.26	2.55	2.95	3.26

Considerando infine che in caso di bacini di ridotte dimensioni si può far riferimento a procedure semplificate in cui la portata è calcolata con la seguente formula:

$$Q_T = \frac{\varphi \cdot m_{i\delta T} \cdot A}{360}$$

In cui:

- Q_T [m³/s] = portata meteorica di progetto;
- φ = coefficiente di afflusso;
- $m_{i\delta T}$ [mm] = intensità di pioggia per assegnato periodo di ritorno;
- A [ha] = superficie del bacino.

e, che, come precedentemente anticipato il coefficiente di afflusso pre e post-intervento risulta pressoché invariato, si può ritenere altrettanto invariato l'apporto di portata meteorica di progetto.

5. CONCLUSIONI

In conclusione, considerata l'invariabilità dei parametri di calibrazione del modello afflussi/deflussi rispetto alla situazione di progetto, nonché considerati pressoché invariati i coefficienti di permeabilità verticale ed orizzontale dell'area in oggetto, confrontando la situazione ante intervento e post intervento, è possibile affermare che le opere in progetto non modificheranno i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nell'area interessata dall'intervento, né tantomeno costituiranno ostacolo al deflusso o limiteranno la sua capacità di invaso.

Altrettanto può affermarsi per le opere di connessione, in quanto, seppur realizzate con attraversamento delle opere pluviali, non prevedono interventi di urbanizzazione, in quanto da realizzare su strade esistenti con modalità di posa interrata, avendo cura di realizzare attraversamenti su ponti e viadotti mediante impiego di passerelle metalliche, ubicate in modo tale da non interferire con il regolare deflusso delle acque.