

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 R03_RI-CG
ELABORAZIONI BLE ENGINEERING S.r.l. Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta P.IVA 04659450615		PAGINE

**PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO DENOMINATO "CASTEL VOLTURNO 2"
LOCALIZZATO NEL COMUNE DI CASTEL VOLTURNO (CE)
DELLA POTENZA DI 55,26 MW**

2022.I.G.CAM 005

OGGETTO VIA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	TITOLO ELABORATO Relazione idraulica, idrologica e di compatibilità geomorfologica
--	---

PROGETTAZIONE BLE ENGINEERING S.r.l. ING. GIOVANNI CAROZZA ORDINE ING. PROV. DI CASERTA N.155 Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta P.IVA 04659450615	GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giovanni Cinà Ing. Giuseppe Esposito Ing. Antonio De Sano Dott. Antonella Pellegrino Dott. Geol. Ferdinando M. Musto
--	---

Nome documento	Revisione nr.	Del	Prodotto da	Approvato da
	Rev. 1	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	4
2.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	5
3. CARATTERISTICHE DI DEFLUSSO E CAPACITA' DI INVASO	10
3.1 PERMEABILITA' DELLA SITUAZIONE ANTE E POST OPERA.....	13
4. CONCLUSIONI	15

1. PREMESSA

La presente relazione idrologica-idraulica costituisce parte integrante del progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nel comune di Castel Volturno (CE) della potenza di 55,26 MWp, integrato con l'agricoltura.

L'impianto sarà suddiviso in 9 blocchi di potenza (sottocampi), ciascuno dei quali invierà l'energia prodotta a delle power station dotate di trasformatore MT/BT. All'interno della power station si eleverà la tensione BT a 400 V fornita in uscita dagli inverter alla tensione MT di 30.000 V per il successivo vettoriamento dell'energia alla Cabina MT Utente posta al confine dell'area utile dell'impianto.

A partire dalla cabina MT è inoltre prevista la realizzazione di un cavidotto MT, parzialmente incidente sul territorio di Castel Volturno e parzialmente sul territorio di Canello ed Arnone, fino al raggiungimento della Stazione Elettrica di utenza, ubicata nel comune di Canello ed Arnone.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED URBANISTICO

2.1 UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

La superficie su cui è previsto l'intervento è rappresentata da terreni interamente situati nel Comune di Castel Volturno, Provincia di Caserta, ed evidenziato nella figura seguente:



Figura 1. Ortofoto con identificazione dell'area di impianto



Figura 2. Ortofoto con identificazione dell'area di impianto e del tracciato del cavidotto

Il luogo dista dal vicino paese di Castel Volturno circa 9 km, ed è raggiungibile tramite una rete viaria comunale asfaltata di buona percorribilità. Il capoluogo provinciale di Caserta è a circa 55 km dal sito in questione in direzione E, mentre i comuni più prossimi sono Cancellò ed Arnone, confinante ad EST con l'area rispetto al quale sarà realizzato il campo di agro-fotovoltaico e Mondragone a circa 1.5 km in direzione NORD.

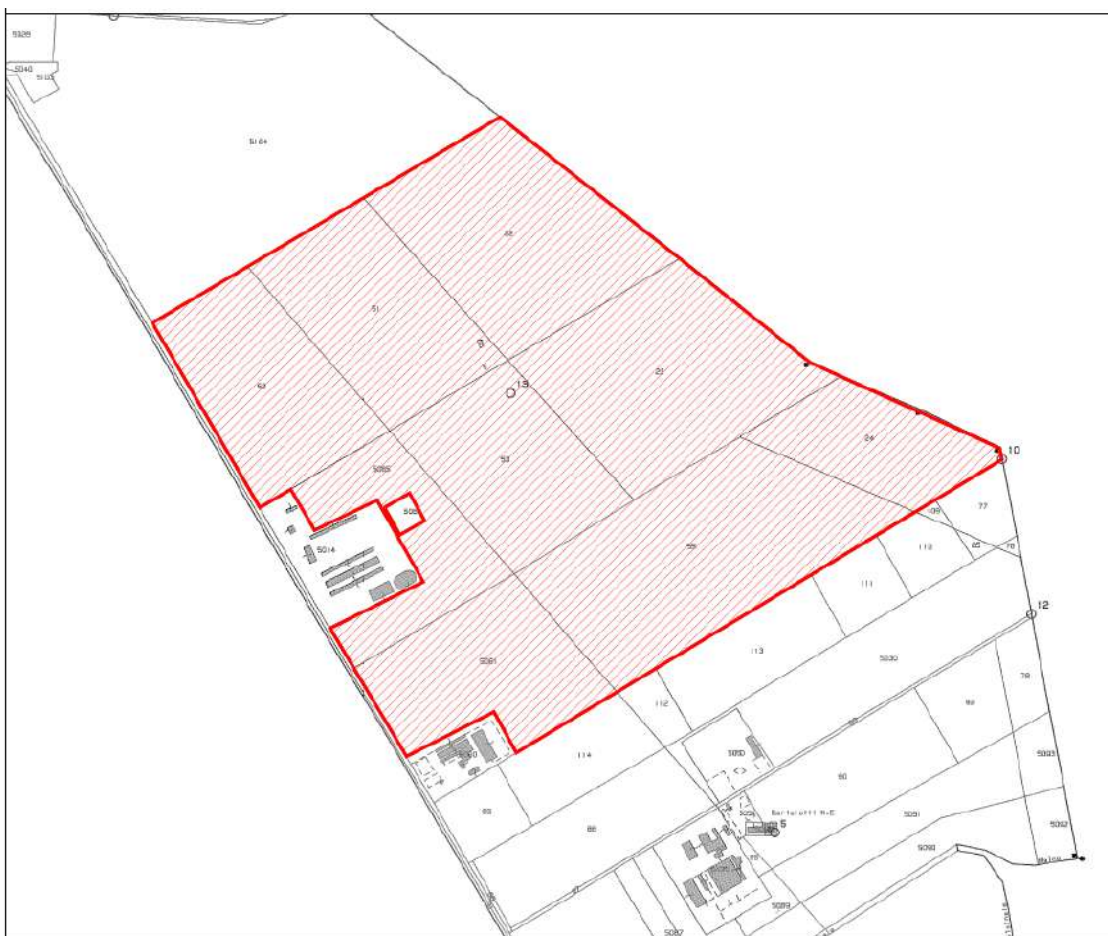


Figura 3. Stralcio catastale con indicato l'area di intervento

L'area in questione è individuabile tramite le seguenti coordinate geografiche di riferimento: lat. 41° 4'58.13"N; long. 13°58'53.69"E, mentre, dal punto di vista catastale, i terreni su cui sarà realizzato l'impianto sono individuati presso il N.C.E.U. del comune di Castel Volturno, al foglio 3, particelle 22, 23, 24, 51, 52, 53, 55, 5061 e 5085.

2.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Secondo il PUC, strumento urbanistico adottato ma non ancora approvato, del comune di Castel Volturno (CE), tutte le particelle catastali costituenti l'area di intervento relativa al campo fotovoltaico, come da Certificato di destinazione urbanistica, rilasciato dall'ufficio Tecnico del Comune, all'interno della "Zona Agricola", di cui si riporta di seguito uno stralcio:

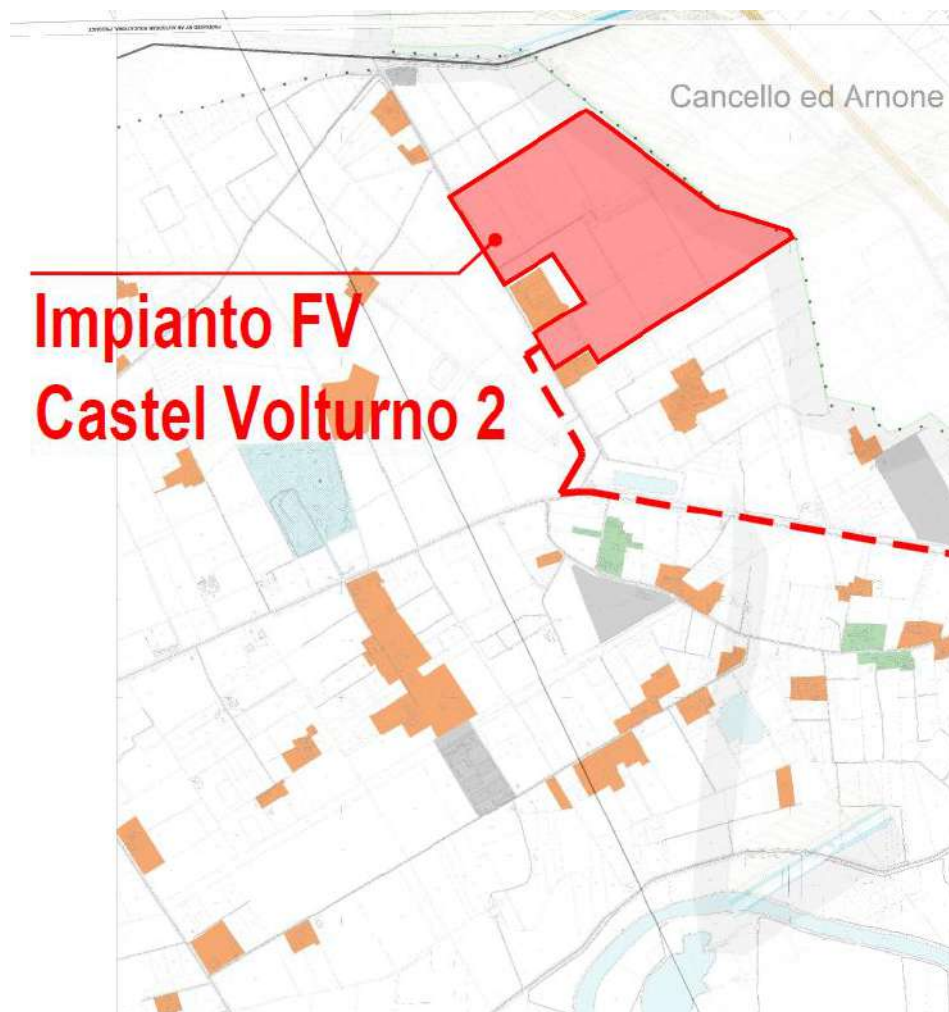


Figura 4. Stralcio dello strumento urbanistico comunale con identificazione dell'area di impianto

Il cavidotto darà inoltre sviluppato su rete stradale già esistente e si diramerà attraverso i comuni di Castel Volturmo e di Canello ed Arnone.

2.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La struttura e la stratigrafia del sottosuolo del territorio di Castel Volturmo 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 nella letteratura specializzata (Corniello et alii, 1998; Esposito L. 1998) nel sottosuolo della Piana Campana (ove è ubicato l'abitato di Capua) è presente una falda idrica sotterranea 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.

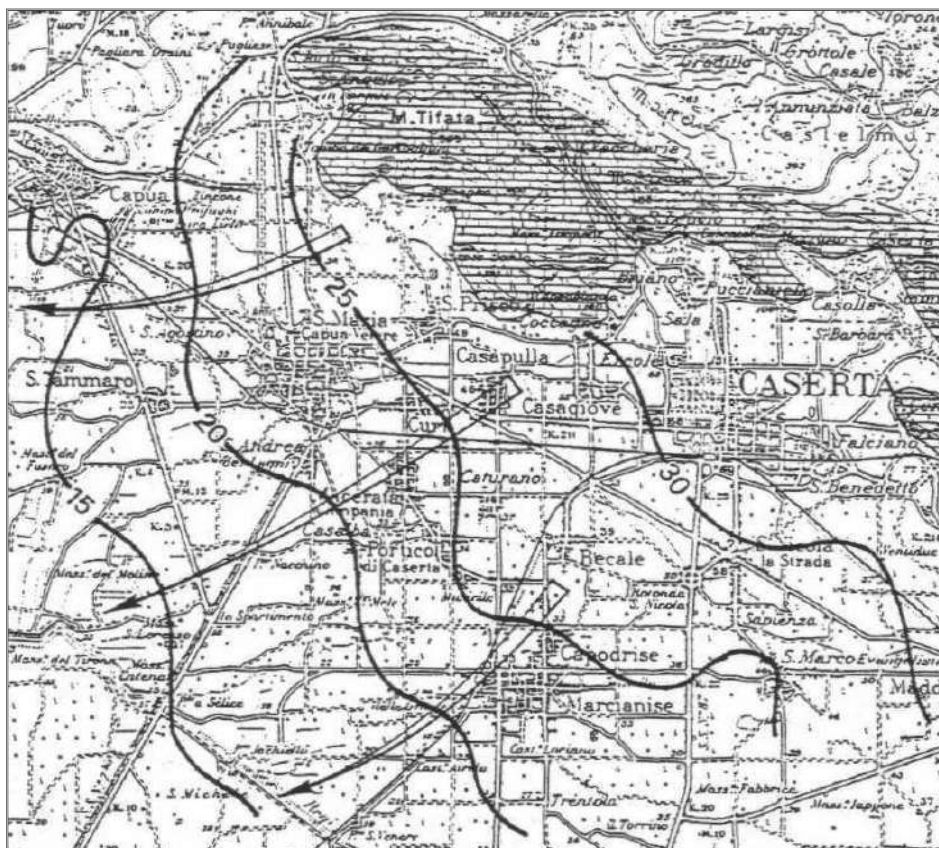


Figura 5. Linee di deflusso e iso-piezometriche della Piana Campana nell'area interessata

Dai dati piezometrici pubblicati dai vari autori, la quota piezometrica della falda rinvenuta nel sottosuolo di Capua è di circa 15 metri s.l.m. Essa tende a digradare dove si hanno quote topografiche più basse.

L'area in oggetto rientra nell'area di competenza Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (dell'ex AdB naz. Liri Garigliano e Volturno) ed è quindi sottoposta alle direttive del Piano Assetto Idrogeologico. In particolare l'area ricade nei territori del Bacino basso Volturno.

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 delle tavole di Rischio per il territorio di Castel Volturno, al fine di evidenziare l'assenza di aree di rischio all'interno del lotto oggetto di intervento.

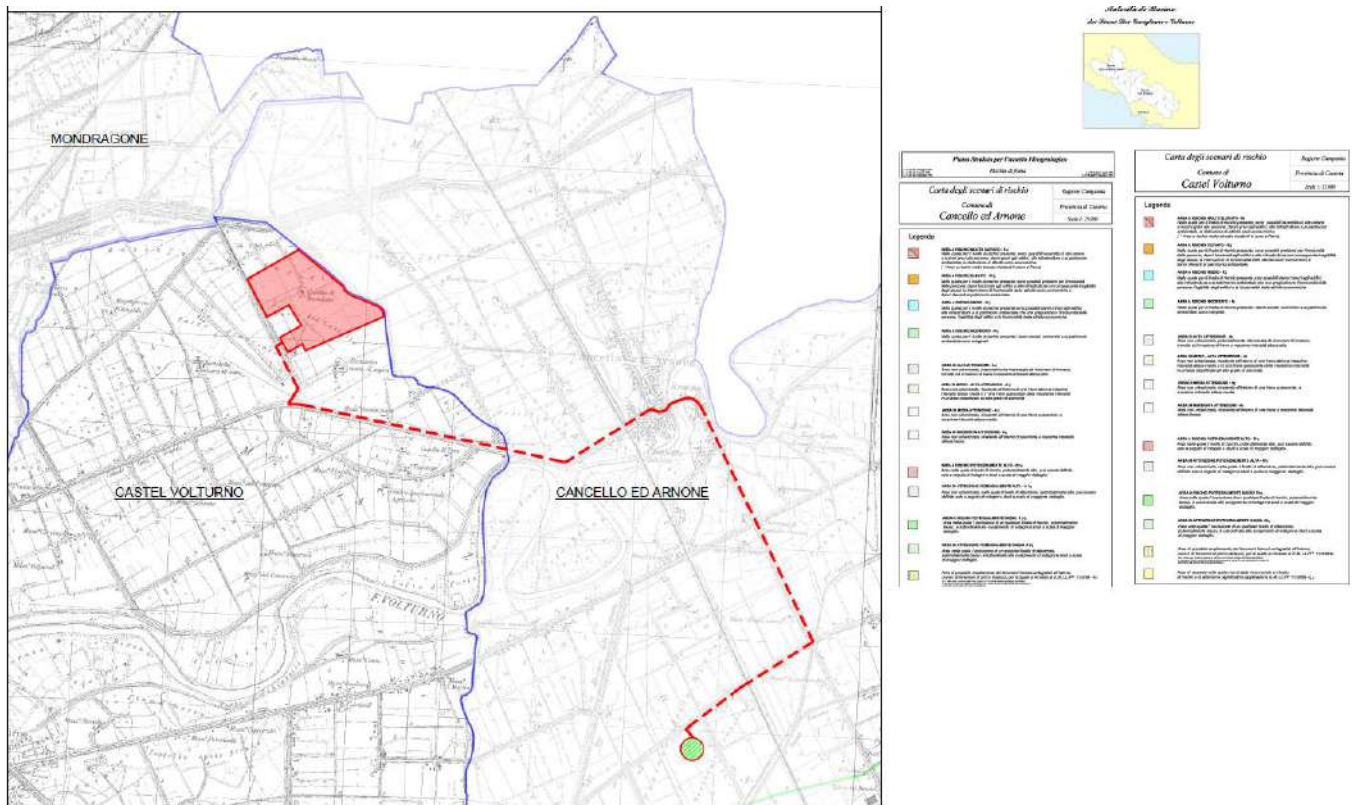


Figura 6. Stralcio della carta degli scenari di rischio del comune di Castel Volturno e Canello ed Arnone con indicazione dell'area di impianto

Con riferimento al Piano Stralcio "Difesa Alluvioni", l'area oggetto di intervento rientra parzialmente nell'Area Retroarginale, denominata "Area R".

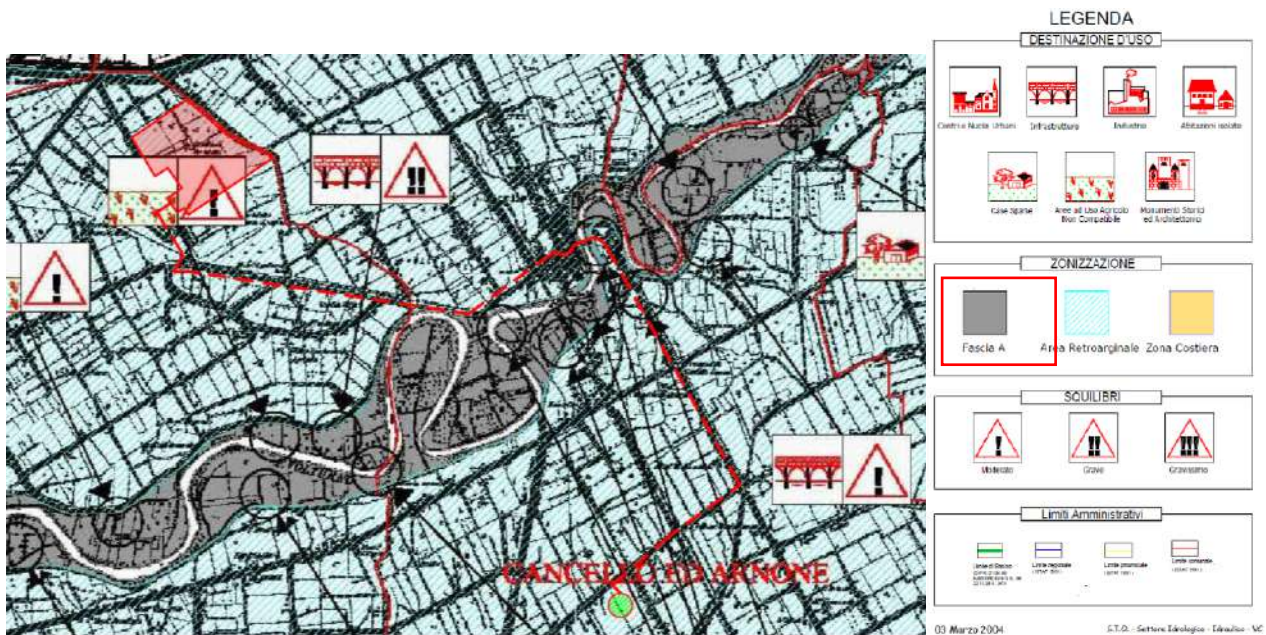
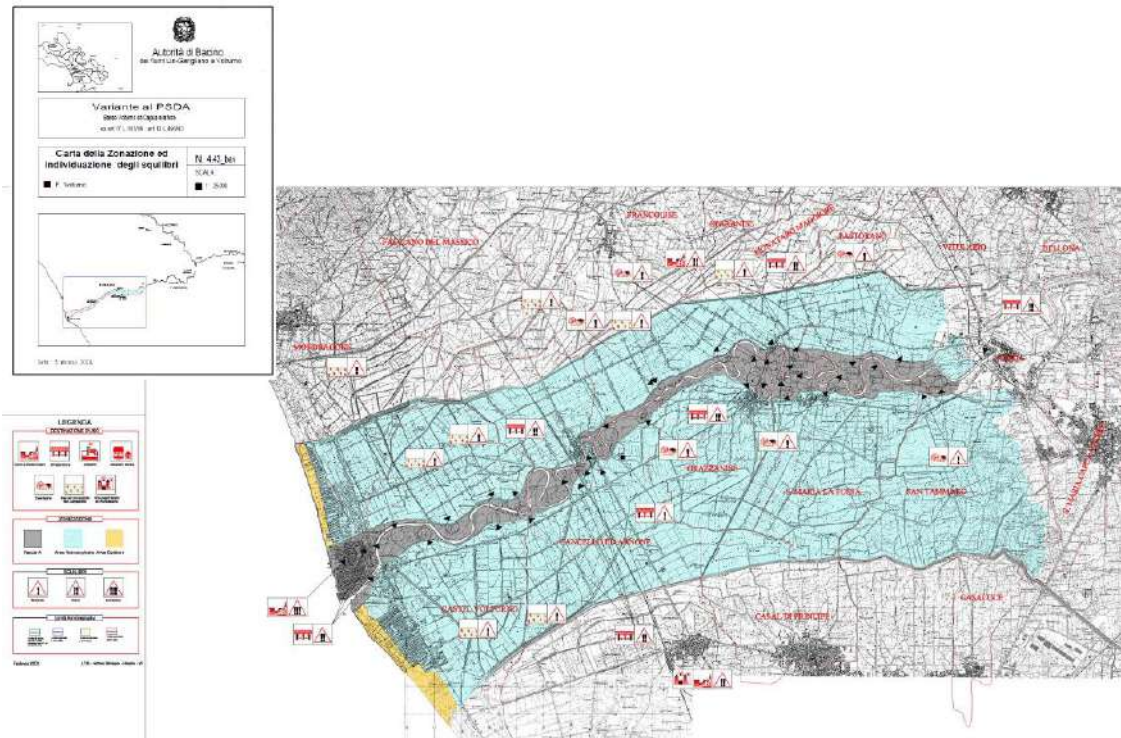


Figura 7. Elaborazione della Carta di Zonazione ed individuazione degli squilibri – Variante PSDA Basso Volturno da Capua alla Foce, con identificazione dell'area di interesse

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), ed essendo un'opera puntuale e sopraelevata dal piano campagna, 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, con tracker monoassiali con distanza minima dei pannelli da terra pari a 100 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, costituiti essenzialmente dalle cabine elettriche.

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, gli stessi moduli, saranno installati con distanza minima da terra pari almeno a 150 cm, al fine di non interferire con il naturale deflusso delle acque.



Figura 7 – Posa tipologica della struttura di sostegno del modulo fotovoltaico

Occorre altresì specificare che non sarà realizzata viabilità interna al lotto, al fine di garantire una percentuale elevata di terreno da destinare all'agricoltura. 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 dalle 9 power station, caratterizzate da una superficie in pianta cad. pari a c.ca 30 mq e pertanto per una superficie totale pari a c.ca 270 mq, rappresentativa di una variazione percentuale di permeabilità trascurabile rispetto all'area totale del sito.

Effettuata la doverosa premessa in merito agli interventi a farsi, si riporta in seguito il metodo utilizzato per la stima degli afflussi/deflussi del "Piano Stralcio Di Difesa Dalle Alluvioni – Fiume Volturno". La formula riepilogativa del modello impiegato, è basato sulla seguente formula:

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

La formulazione in oggetto, 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 (riportati in seguito), 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 0.034%), 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/altimetriche 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 1 – Valori tipici dei coefficienti di permeabilità dei terreni

3.1 PERMEABILITA' DELLA SITUAZIONE ANTE E POST OPERA

Si riportano in seguito le caratteristiche litostratigrafiche del sito di interesse, estrapolati dalla campagna di indagini eseguite per la redazione del PUC.

Dall'elaborato cartografico – Allegato L.2.4 - planimetria con ubicazione delle Indagini, si evidenzia che nelle strette vicinanze dell'area in oggetto ricadono i sondaggi sondaggio S2 ed S10.



Figura 8 – Ubicazione sondaggi eseguiti per l'elaborazione del PUC rispetto all'area considerata

Dall'analisi superficiale del terreno, si denota la presenza di terreno di coltivo superficiale, pertanto si suppone che la successione stratigrafica sia più attinente a quella rinvenuta in corrispondenza del sondaggio S2 (presenza di strato superficiale di terreno vegetale), piuttosto che alla stratigrafica rinvenuta presso il sondaggio S10 (presenza di argilla e limo superficiale). La successione stratigrafica presente nella zona d'interesse, desunta dal sondaggio S2 è caratterizzata pertanto dalla presenza di materiale piroclastico sciolto quale:

- da 0.00 a -0.50 m = terreno vegetale ($k=0.000004$)
- da -0.50 a -7.70 m = materiale argilloso limoso ($k=0.00000001$)
- 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 ($k=0.00000001$)
- 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 ($k=0.00000001$)
- da -19.70 a -30.00 m = alternanza di strati sabbioso-limoso ($k=0.00000001$)

Nel corso del sondaggio è stata inoltre rilevata la falda ad una profondità di circa -1.30 metri dal piano campagna alla data del sondaggio (marzo 2006).

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:

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

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

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

Risulta 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. CONCLUSIONI

In conclusione, considerata l'invariabilità dei parametri di calibrazione del modello afflussi/deflussi utilizzato per la redazione della Variante al P.S.D.A. – Area Volturmo rispetto alla situazione di progetto, nonché considerati 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.