

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

ELABORAZIONI
BLE ENGINEERING S.r.l.

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



**Sun
Investment
Group**

COD. ELABORATO

FVCN.RE.06

PAG.

/

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO, INTEGRATO CON
AGRICOLTURA, DENOMINATO "CANCELLO ED ARNONE 2",
DELLA POTENZA NOMINALE DI 33,74 MW, E DELLE RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI
COMUNI DI CANCELLO ED ARNONE (CE) E DI MONDRAGONE (CE)**

2022.I.G.CAM.004 - CANCELLO ED ARNONE 2

OGGETTO

**CAMPO FOTOVOLTAICO ED
OPERE DI CONNESSIONE**

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE COMPATIBILITA' IDRAULICA

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

PROGETTAZIONE

SIG PROJECT ITALY 1 SRL
Largo degli Obizzi 1915
35020 Alpodrasago (PD)
P.I. 11503980960

S.T.E. Studio Tecnico Ing. Esposito
Progettazione e Consulenza
Viale Kennedy, 11 - 81040 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 COMPATIBILITA' IDRAULICA

0

DICEMBRE 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 IDROGEOLOGICO.....	7
2.3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO.....	8
3. CARATTERISTICHE DI DEFLUSSO E CAPACITA' DI INVASO	9
3.1 PERMEABILITA' DELLA SITUAZIONE ANTE E POST OPERA.....	12
4. INQUADRAMENTO PLUVIOMETRICO DELL'AREA.....	14
5. CONCLUSIONI	18

1. PREMESSA

La presente relazione idrologica-idraulica costituisce parte integrante del progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nel comune di Cannello ed Arnone (CE) e parzialmente all'interno del comune di Mondragone (CE), della potenza di 33,74 MWp, integrato con l'agricoltura.

L'impianto sarà suddiviso in 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 che partendo dal territorio di Cannello ed Arnone, attraverserà per un piccolo tratto il Comune di Castel Volturno, fino al raggiungimento della Stazione Elettrica di utenza ubicata anch'essa nel Comune di Cannello ed Arnone.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED URBANISTICO

2.1 UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area d'intervento risulta ubicata nella porzione Nord - Ovest del territorio comunale di Cannello ed Arnone(CE), a circa 5 km dall'omonimo centro abitato, e, parte dell'area d'intervento, insiste nel territorio comunale di Mondragone. L'area in esame è raggiungibile tramite la Strada Provinciale 158.

Nel complesso, il Sito presenta un'orografia pianeggiante ed un'altitudine media compresa tra i 25 m s.l.m. e gli 7 m s.l.m. Le condizioni di utilizzo dell'ambito di riferimento si caratterizzano per la presenza di seminativi e, entro un ambito circoscritto, di formazioni arboree.

Le aree interessate dal presente intervento ricadono all'interno della Piana del Fiume Volturno, ubicata 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 Sud 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 4 km, verso Sud, dall'Area SIC IT8010027 "Fiumi Volturno e Calore Beneventano".

Le particelle interessate dalla realizzazione del campo agro-FV hanno un'estensione pari a c.ca circa 550.000 m².

L'impianto sarà costituito da 44.884 moduli in silicio monocristallino da 660 Wp cad. di potenza nominale di picco, posizionati su inseguitori mono assiali. L'impianto fotovoltaico sarà così organizzato:

- N. 1504 tracker da n. 28 pannelli (1 stringa), per un totale di 42.112 pannelli;
- N. 198 tracker da n.14 pannelli (1/2 stringa), per un totale di 2.772 pannelli;

- Inverter n. 150 da 225 kW;
- Cabine da campo n. 12 (Power Station) da 3000kVA;
- Batterie di accumulo n. 4;
- Cabine utente n.2;
- Power Conversion Storage n.1.

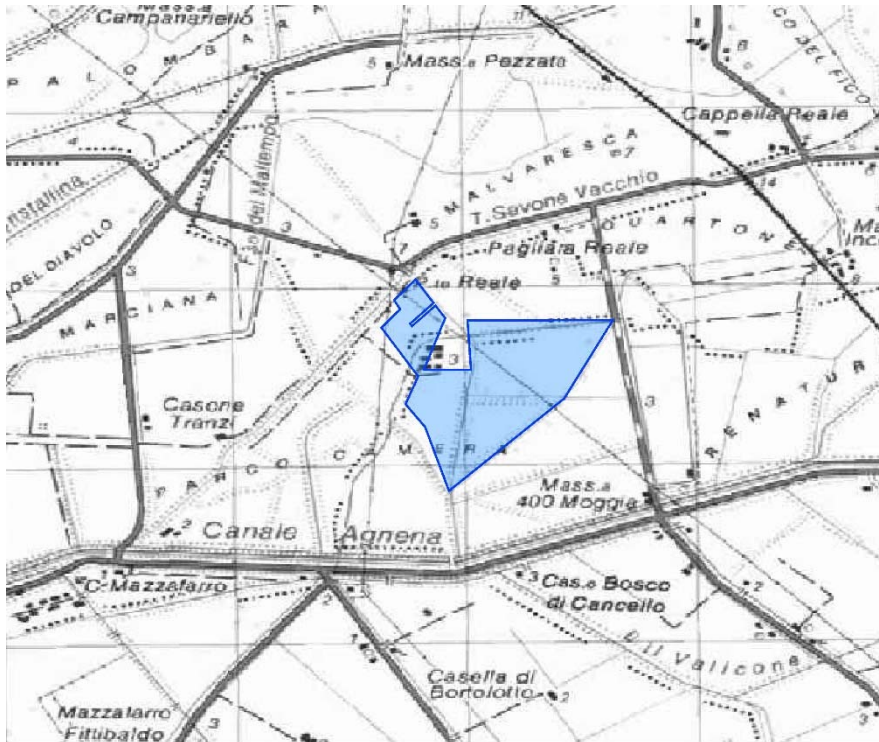


Figura 1 - Inquadramento dell'area di intervento su cartografia IGM

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



Figura 2 - Inquadramento dell'area di intervento su ortofoto

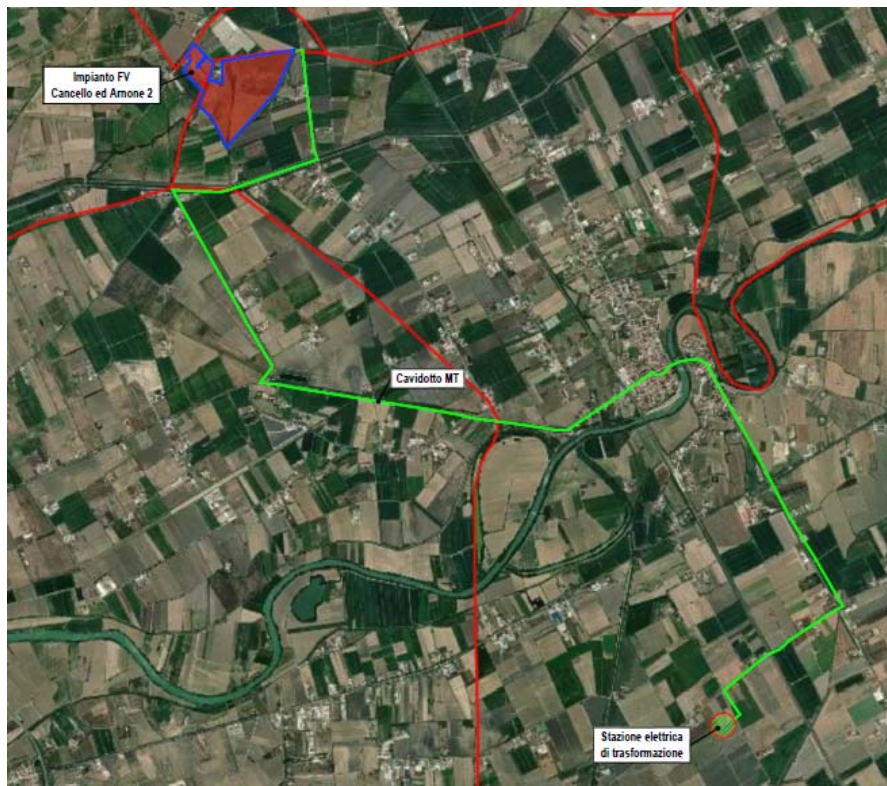


Figura 3. Inquadramento del lotto e del cavidotto su ortofoto

Come anticipato, l'area adibita all'installazione dei moduli fotovoltaici ricade parzialmente all'interno dei confini del comune di Canello ed Arnone in area identificata, secondo lo strumento urbanistico vigente, come "Zona Agricola E", ed in parte all'interno dei confini del comune di Mondragone in aree censite secondo lo strumento regolatore vigente come "Zona Agricola – E1 area boschiva e pascoliva involta". Nello specifico le particelle catastali interessate dall'intervento e facenti parte del comune di Canello ed Arnone, sono censite presso il N.C.E.U. del comune stesso con i seguenti riferimenti catastali:

Tabella 1 – Riferimenti catastali comune di Canello ed Arnone

COMUNE N.C.E.U.	FOGLIO	PARTICELLA
CANCELLO ED ARNONE	2	3
CANCELLO ED ARNONE	2	6
CANCELLO ED ARNONE	2	7
CANCELLO ED ARNONE	2	40
CANCELLO ED ARNONE	2	41
CANCELLO ED ARNONE	2	42
CANCELLO ED ARNONE	2	43
CANCELLO ED ARNONE	2	44
CANCELLO ED ARNONE	2	45
CANCELLO ED ARNONE	2	46
CANCELLO ED ARNONE	2	47
CANCELLO ED ARNONE	2	48
CANCELLO ED ARNONE	2	5019

Invece, le particelle catastali interessate dall'intervento e facenti parte del comune di Mondragone, sono censite presso il N.C.E.U. del comune stesso con i seguenti riferimenti catastali:

Tabella 2 – Riferimenti catastali comune di Mondragone

COMUNE N.C.E.U.	FOGLIO	PARTICELLA
MONDRAGONE	51	42
MONDRAGONE	51	43
MONDRAGONE	51	44
MONDRAGONE	51	45
MONDRAGONE	51	48
MONDRAGONE	51	51
MONDRAGONE	51	58
MONDRAGONE	51	59
MONDRAGONE	51	60
MONDRAGONE	51	5004

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

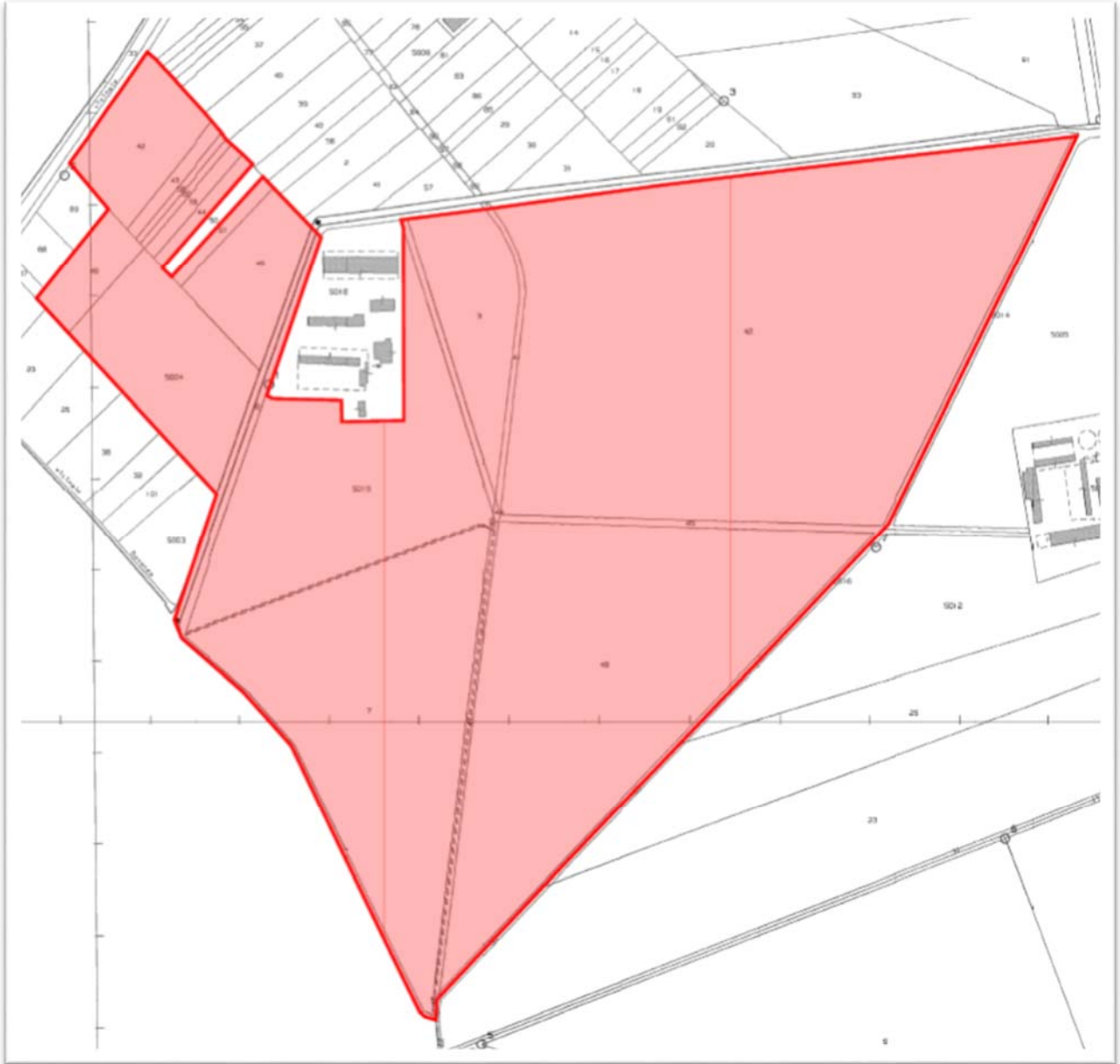


Figura 4. Inquadramento dell'area di impianto si stralcio catastale

2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La struttura e la stratigrafia del sottosuolo del territorio in oggetto 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.

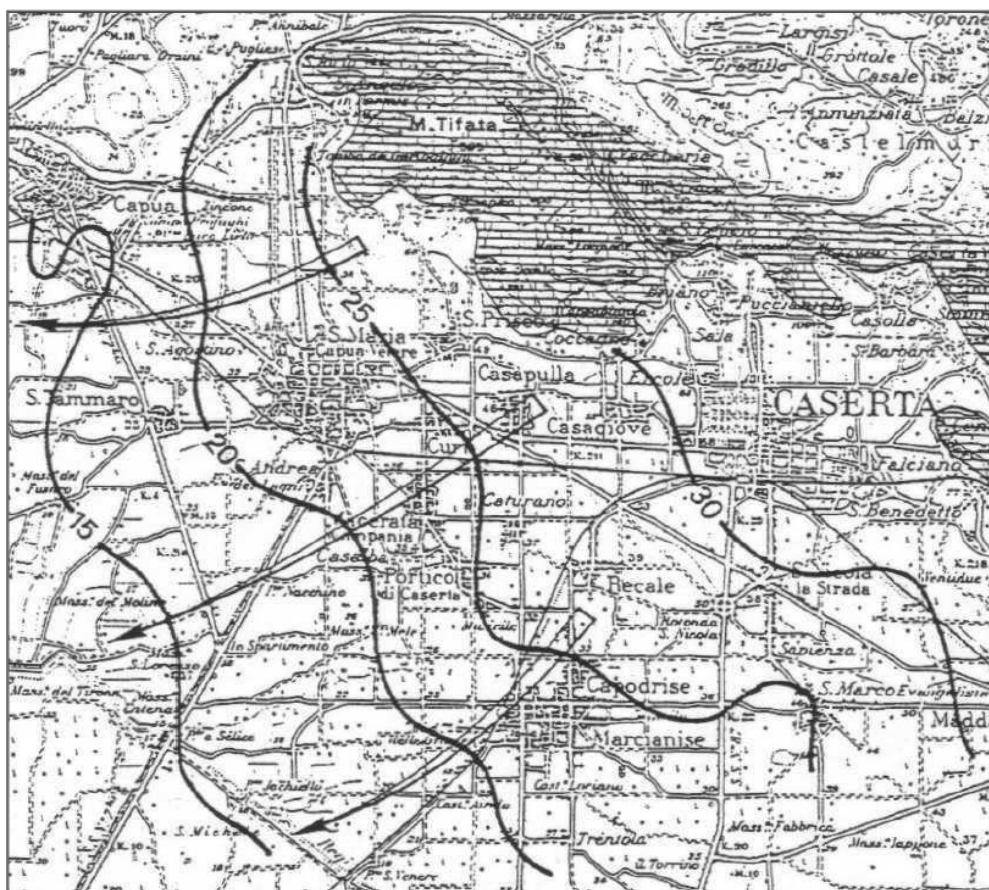


Figura 5. Linee di deflusso e iso-piezometriche della Piana Campana nell'area interessata

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

2.3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'area in oggetto non rientra nell'area di competenza Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (dell'ex AdB naz. Liri Garigliano e Volturno), non 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 il territorio di Cancellò ed Arnone e di Mondragone, al fine di evidenziare l'assenza di aree di rischio all'interno del lotto oggetto di intervento.

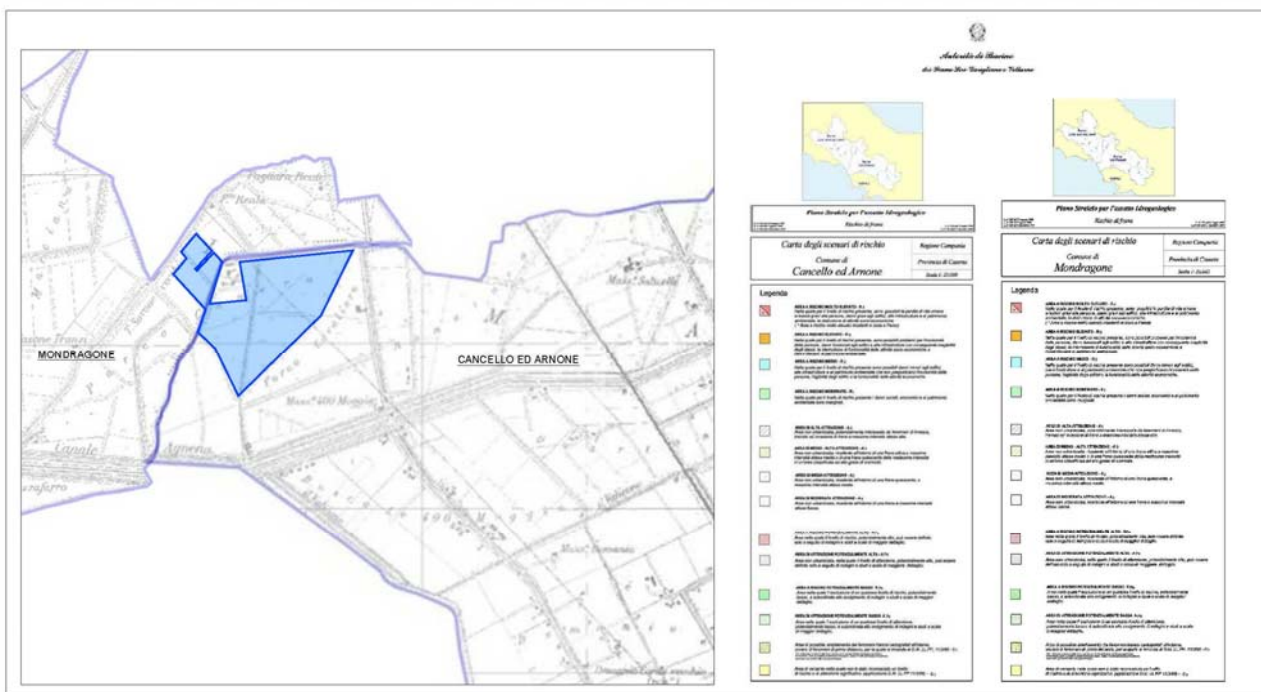


Figura 6. Elaborazione della Carta degli scenari di rischio – Rischio Frana e Rischio Idraulico, con identificazione dell'area di impianto interessata

L'area oggetto di intervento ricade altresì al di fuori della perimetrazione evidenziata dalla *Carta di Zonazione ed individuazione degli squilibri* allegata al *Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni*, e nella fattispecie al di fuori dell'area individuata come retroarginale.

Si riporta in seguito stralcio del piano in oggetto con individuazione dell'area interessata dall'intervento.

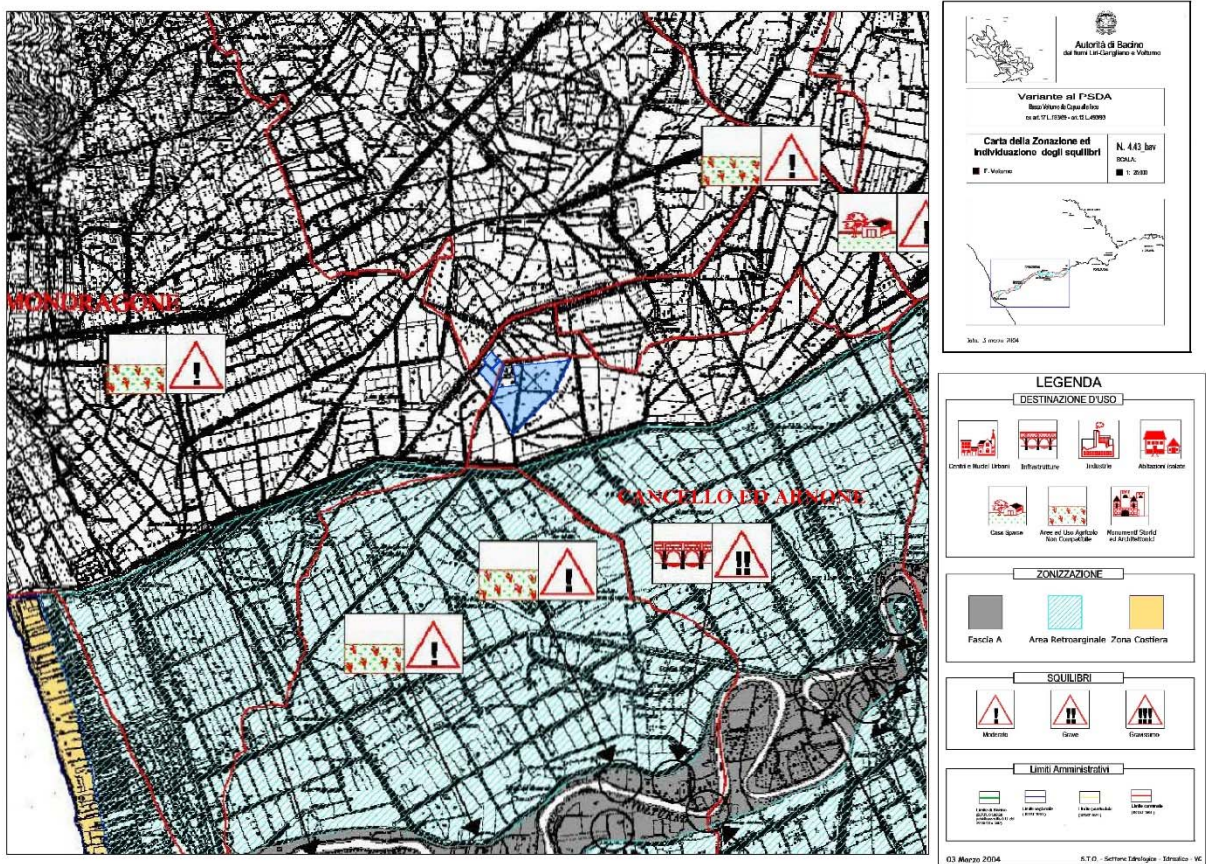


Figura 7. Elaborazione della Carta di Zonazione ed individuazione degli squilibri – Variante PSDA Basso Volturno da Capua alla Foce, con identificazione dell'area di interesse

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 in sito, 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

- 12 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 180 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: 309 mq, rappresentativa di una variazione percentuale di permeabilità pari a c.ca lo 0.056%.

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 0.056%), 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 3 – 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.

Dall'elaborato cartografico - A36 Geo05 Carta delle indagini approvazione - si riporta la planimetria con ubicazione delle Indagini, ricedenti nell'area.

Nell'area in oggetto ricade il sondaggio **S21**.

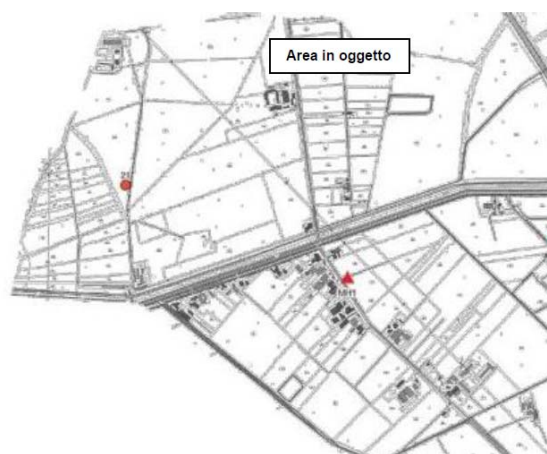


Figura 9 – Planimetria con ubicazione delle indagini

Si riporta quindi la stratigrafia allegata al PUC

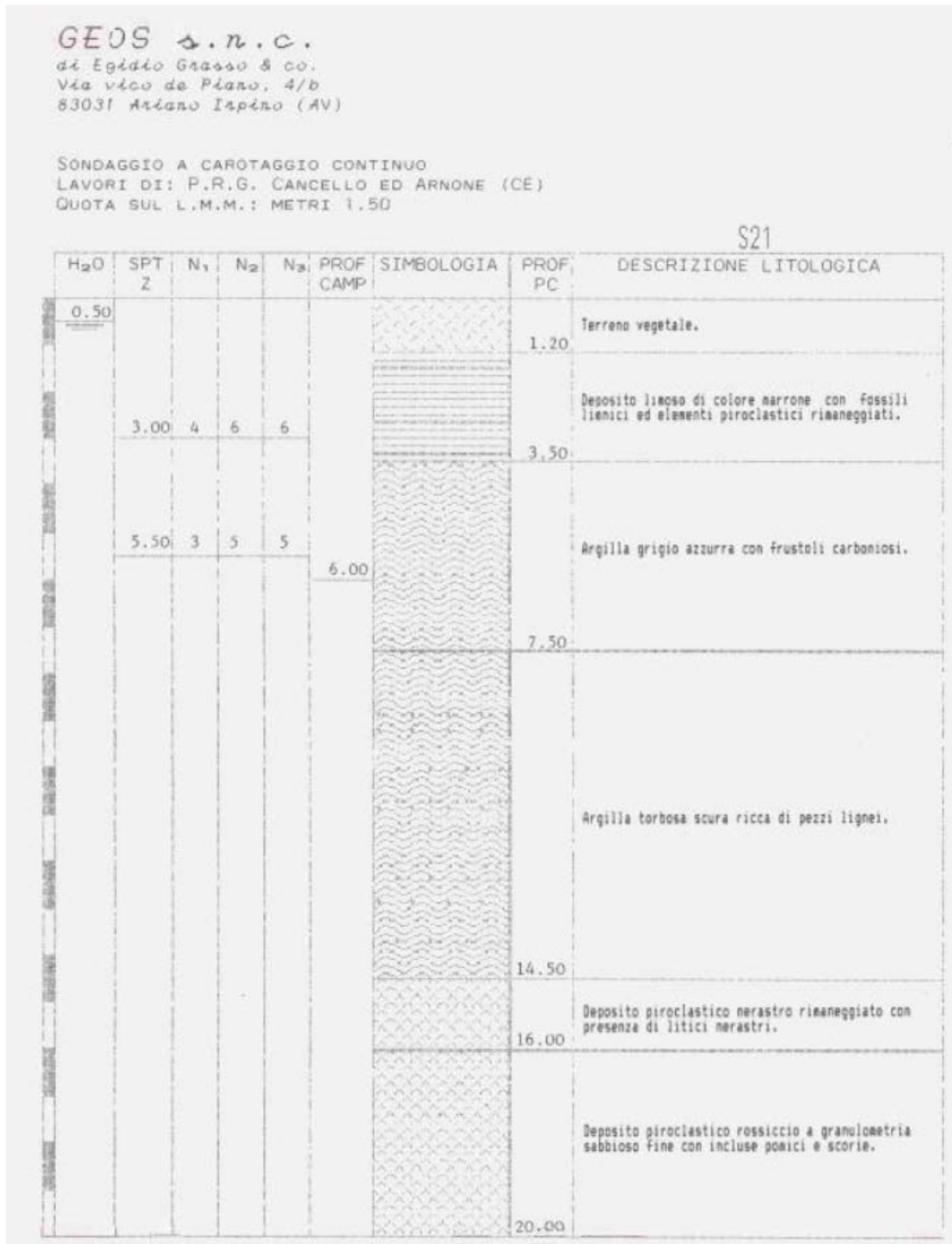


Figura 10 – Stratiografia indagini

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 1.20 m = terreno vegetale ($k=0.00004$)
- da 1.20 a 3.50 m = materiale argilloso-limoso ($k=0.000001$)
- da 3.50 a 7.00 m = argilla di colore grigio azzurro ($k=0.0000001$)
- da 7.00 a 14.50 m = argilla torbosa scusa ricca di pezzi lapidei ($k=0.000001$)
- da 14.50 a 16.00 m = deposito piroclastico nerastro rimaneggiato con presenza di litici ($k=0.00000001$)
- da 16.00 a 20.00 m = deposito piroclastico rossiccio a granulometria sabbioso fine con incluse pomici e scorie ($k=0.00000001$)

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

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

$K_H=0,00000291025$

$K_V=0,00000003362$

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 (I₀)** $\left[\frac{mm}{h}\right]$ = 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	$m[l_0]$ (mm/ora)	d_c (ore)	C	$D \cdot 10^5$
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	$\theta_* = 2.136$	$\Lambda_* = 0.224$	$\Lambda_1 = 41$	$\eta = 4.688$
---------------	--------------------	---------------------	------------------	----------------

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.