



REGIONE BASILICATA



PROVINCIA di POTENZA



COMUNE DI VENOSA

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto
agrovoltaico e delle relative opere connesse, di
potenza pari a 19,49115 MW DC e 18,00 MW AC

In Località Boreano
nel Comune di Venosa (PZ)

Committenza

**METKA EGN RENEWABLES
DEVELOPMENT ITALY S.r.l.**

Piazza Fontana 6, 20122
Milano (MI) - P. Iva 11737990967

Progettazione

Simec S.r.l.
Società di Ingegneria
Via S. Pertini 35, 71020
Rocchetta Sant' Antonio (FG)

Elaborato redatto da:

Ing. Salvatore Di Croce
Ordine degli Ingegneri prov.
di Potenza, n. iscrizione 1733

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo

Relazione Idrologica e Idraulica

Numero documento				Scala	Formato Stampa
				---	A4
Fase	Tipo doc.	Progr. doc.	Rev.	Nome_file / Identificatore	
D	R	A.3	0	MEKTA_VENOSA01_A3_ Relazione_Idrologica_Idraulica	

Sul presente elaborato sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente.

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	20/10/2021	Redazione			

Sommario

1	Premessa.....	2
1.1	Normativa di riferimento.....	2
2	Inquadramento.....	3
3	Interferenze oggetto di analisi.....	4
3.1	Area occupata dalla centrale fotovoltaica e dalle cabine elettriche.....	4
3.1.1	Analisi Idrologica.....	6
3.1.2	Piena indice.....	9
3.1.3	Analisi idraulica.....	15
3.2	Risultati dell'analisi.....	17
3.3	Cavidotto di vettoriamento.....	18
4	Conclusioni.....	19
5	Elenco appendici.....	20
6	Elenco tavole grafiche.....	20

1 Premessa

La presente relazione descrive lo studio eseguito, con le relative risultanze, nel corso dell'analisi idrologica e idraulica condotta dallo scrivente su un'area ricadente nel Comune di Venosa.

Più precisamente, l'area in esame è ubicata in località "Boreano", in agro di Venosa, ed è interessata dal progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica della potenza di 19.49115 MWp, abbinato alla valorizzazione agricola dello stesso sito attraverso l'impiego di colture agricole di pregio (Parco Agrovoltaiico). L'area impegnata dalla installazione dei tracker fotovoltaici ammonta a circa 25 ettari.

Su incarico della Società Committente si è proceduto ad analizzare gli elementi di progetto che interferiscono con gli elementi idrici superficiali presenti nelle aree in oggetto. In particolare il presente studio ha riguardato:

- **l'area interessata dall'installazione del campo agrovoltaiico** al fine di individuare la presenza di tratti di reticolo idrografico, la loro eventuale pericolosità idraulica nonché le interferenze che gli elementi del parco in oggetto generano con detta rete idrografica;
- **le aree che saranno occupate dalle cabine elettriche** (di sottocampo, di raccolta e di consegna) al servizio dell'impianto con le medesime finalità descritte al punto precedente;
- **il tracciato dei cavidotti di collegamento** tra campo fotovoltaico, cabine e punto di consegna presso la sottostazione MT/AT, al fine di definire le intersezioni tra questi ed il reticolo idrografico nonché la tecnica costruttiva più adeguata per l'attraversamento della stessa.

1.1 Normativa di riferimento

L'area ricade all'interno del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Unit of Management Puglia - Ofanto (ex Autorità Interregionale di Bacino della Puglia); dunque il presente studio è stata condotto, nelle condizioni attuali, assumendo a riferimento i criteri del Piano di Bacino stralcio - Assetto Idrogeologico (PAI), predisposto da detta Autorità ed in particolare le prescrizioni delle Norme Tecniche di Attuazione, emanate con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005.

Nel presente studio è stato inoltre assunto a riferimento il DPCM 29/09/1998 - Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180 (che contiene indirizzi procedurali per l'esecuzione di analisi del rischio idrogeologico).

2 Inquadramento

Il parco agrovoltaico in progetto sarà installato in agro di Venosa, in località "Boreano" e si collegherà tramite un cavidotto di vettoriamento alla stazione Terna da realizzare nel territorio del Comune di Montemilone.

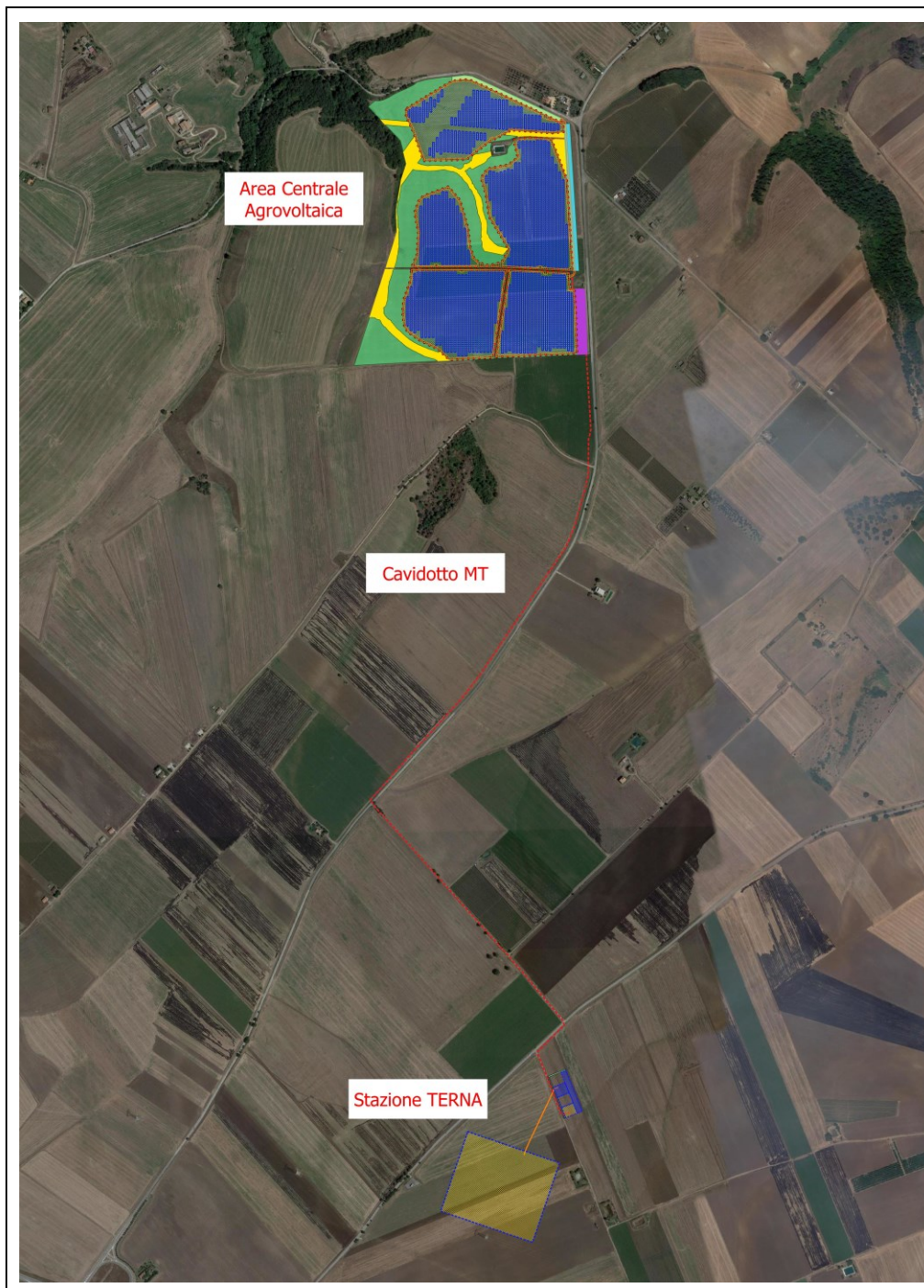


Figura 1 Centrale agrovoltaica e infrastrutture connesse

Avrà una potenza nominale in di DC pari a 19,49115 MWp per una occupazione superficiale complessiva di circa 38,00 ha.

Il cavidotto che collegherà la centrale agrovoltaica alla cabina di consegna e dunque alla sottostazione di trasformazione si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 3,15 km.

3 Interferenze oggetto di analisi

Nel paragrafo vengono analizzati, suddividendoli per categoria, gli elementi che costituiscono il parco agrovoltaico in progetto ed analizzate le interferenze che essi producono con il reticolo idrografico più prossimo.

3.1 Area occupata dalla centrale fotovoltaica e dalle cabine elettriche

L'area della Centrale Agrovoltaica, comprensiva delle cabine di conversione e raccolta, nonché l'area interessata dall'installazione della cabina di consegna, sono lambite da alcuni tratti di reticolo idrografico, della cui presenza, nonché della pericolosità idraulica ad essi associata, si è tenuto conto già nella fase della scelta delle aree di installazione dell'impianto, come mostrato nelle immagini seguenti.

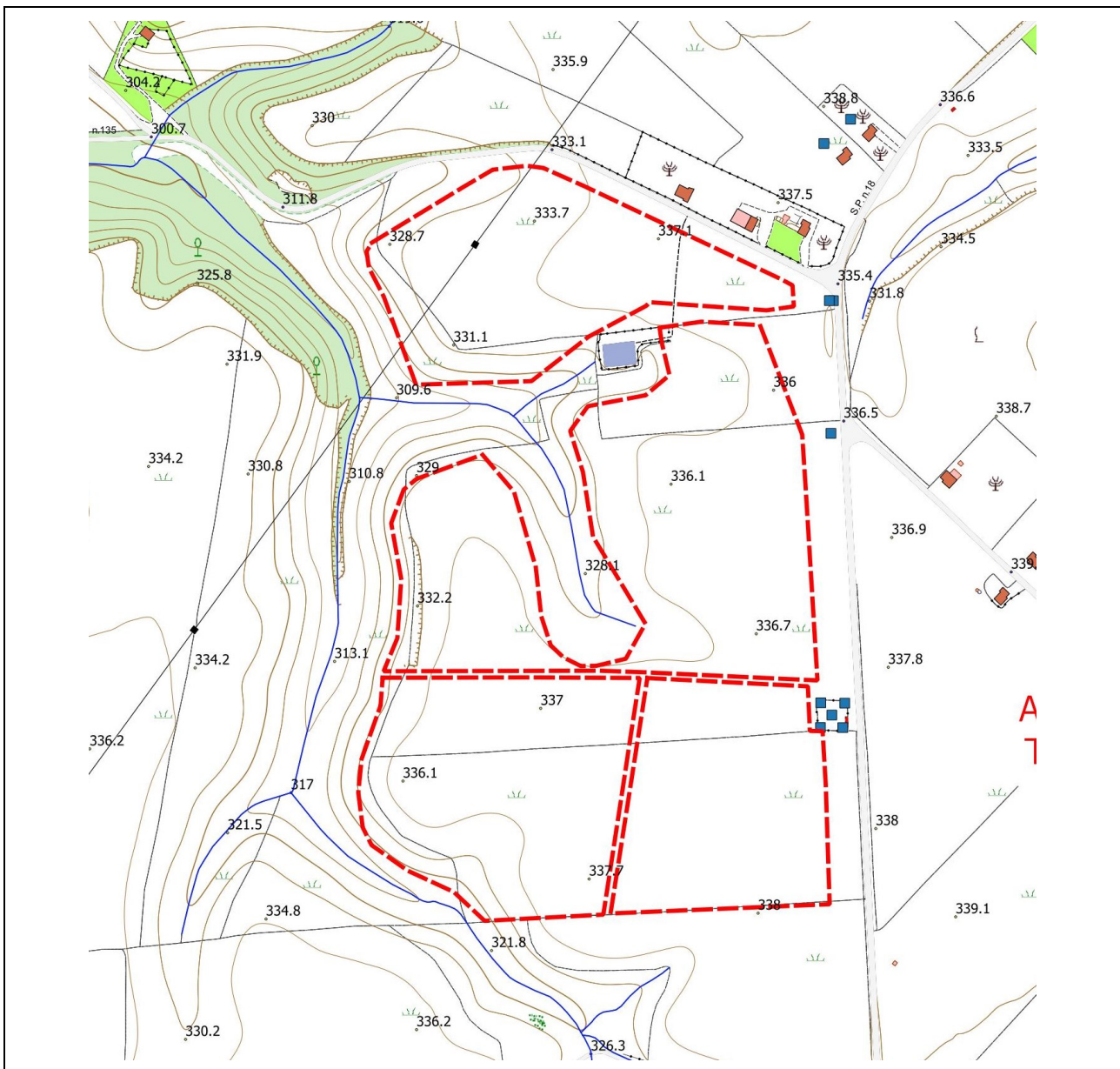
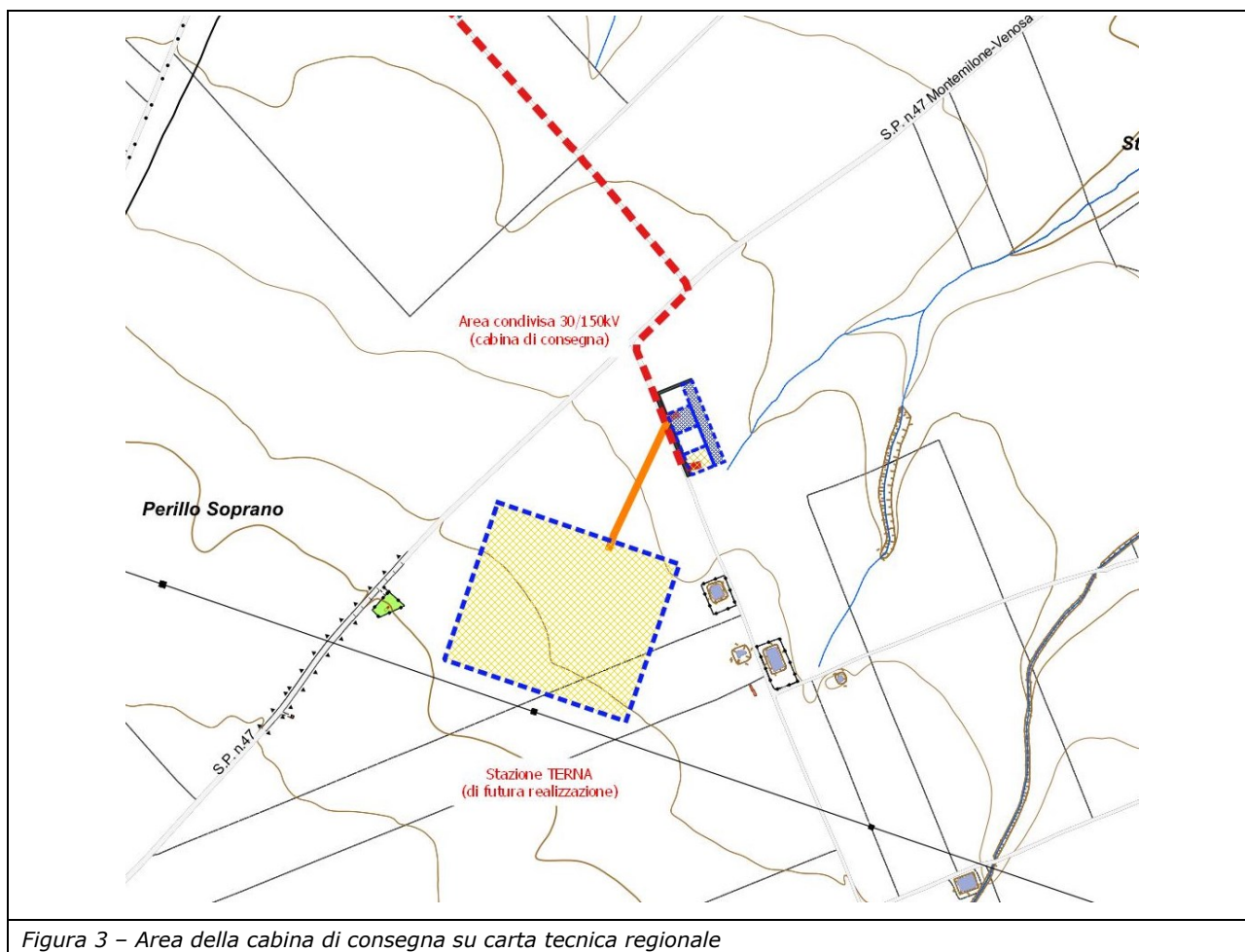


Figura 2. Area della centrale fotovoltaica su carta tecnica regionale



Le aree sopra mostrate rientrano nell'ambito di applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – UoM Puglia, emanate con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30. Novembre 2005.

È stata dunque effettuata un'analisi del comportamento idraulico dei tratti di rete idrografica su menzionata, al fine di valutarne l'effettiva pericolosità.

Lo studio, nelle condizioni attuali, è stato condotto assumendo a riferimento il succitato Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico; le portate di verifica sono state assunte come le portate al colmo di piena corrispondenti ai tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni.

La stima delle stesse è stata condotta sulla scorta delle indicazioni del Progetto VAPI Puglia, sviluppato dai prof. M. Fiorentino e V.A. Copertino nell'ambito del lavoro Valutazione delle Piene in Italia, a cura del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

La modellazione idraulica è stata eseguita sulla scorta di un modello digitale del terreno e di sezioni trasversali rilevate sul campo da tecnici incaricati dalla Società Committente.

L'analisi è stata condotta in condizioni di moto unidirezionale permanente, utilizzando il software HEC-RAS reso disponibile dall'Hydrologic Engineering Center - USA.

La restituzione delle aree soggette ad allagamenti è stata eseguita utilizzando l'interfaccia GIS del software HEC - RAS, il modello digitale del terreno e la base cartografica disponibile per l'area in oggetto.

3.1.1 *Analisi Idrologica*

Reticolo oggetto di studio

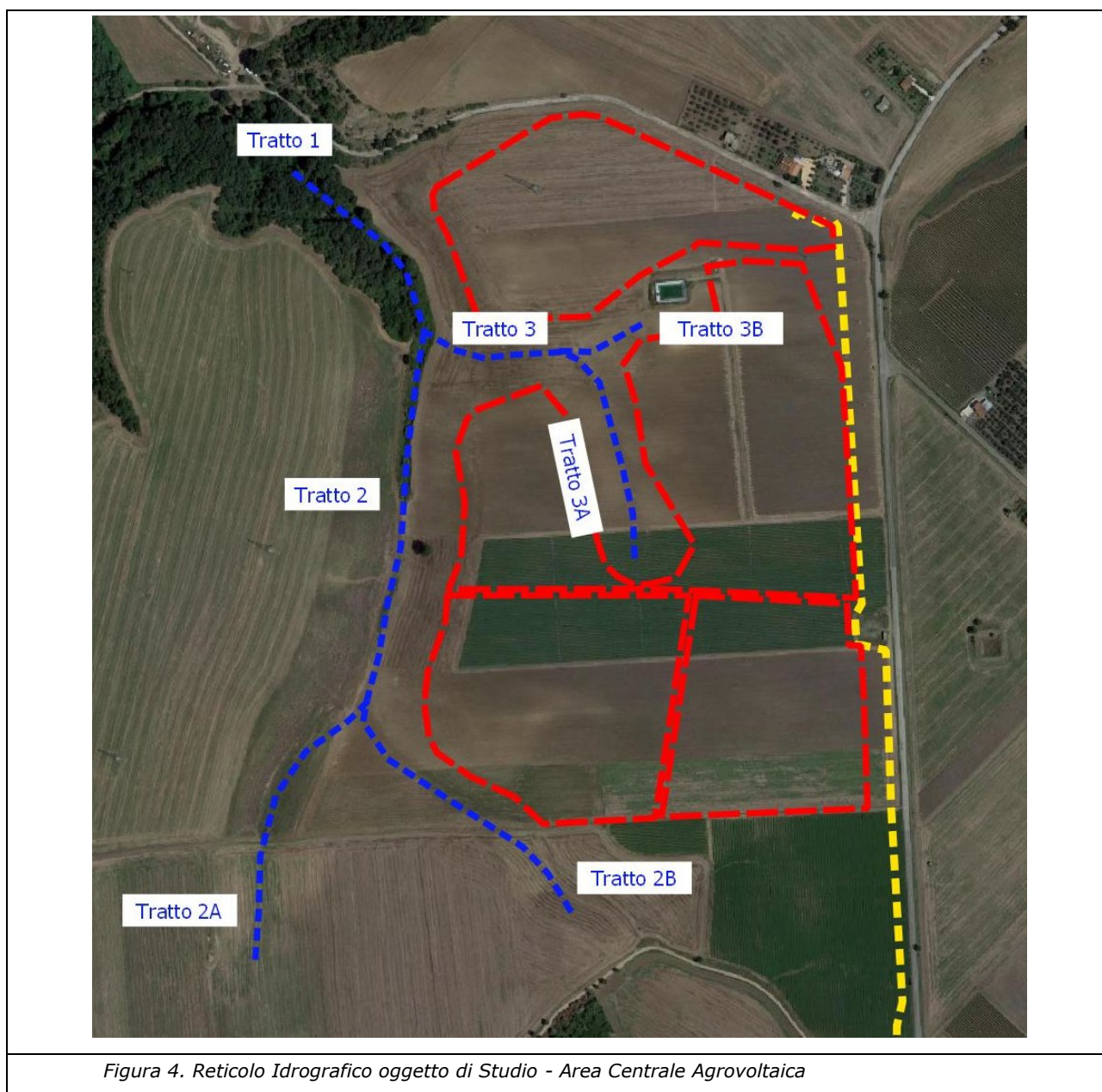
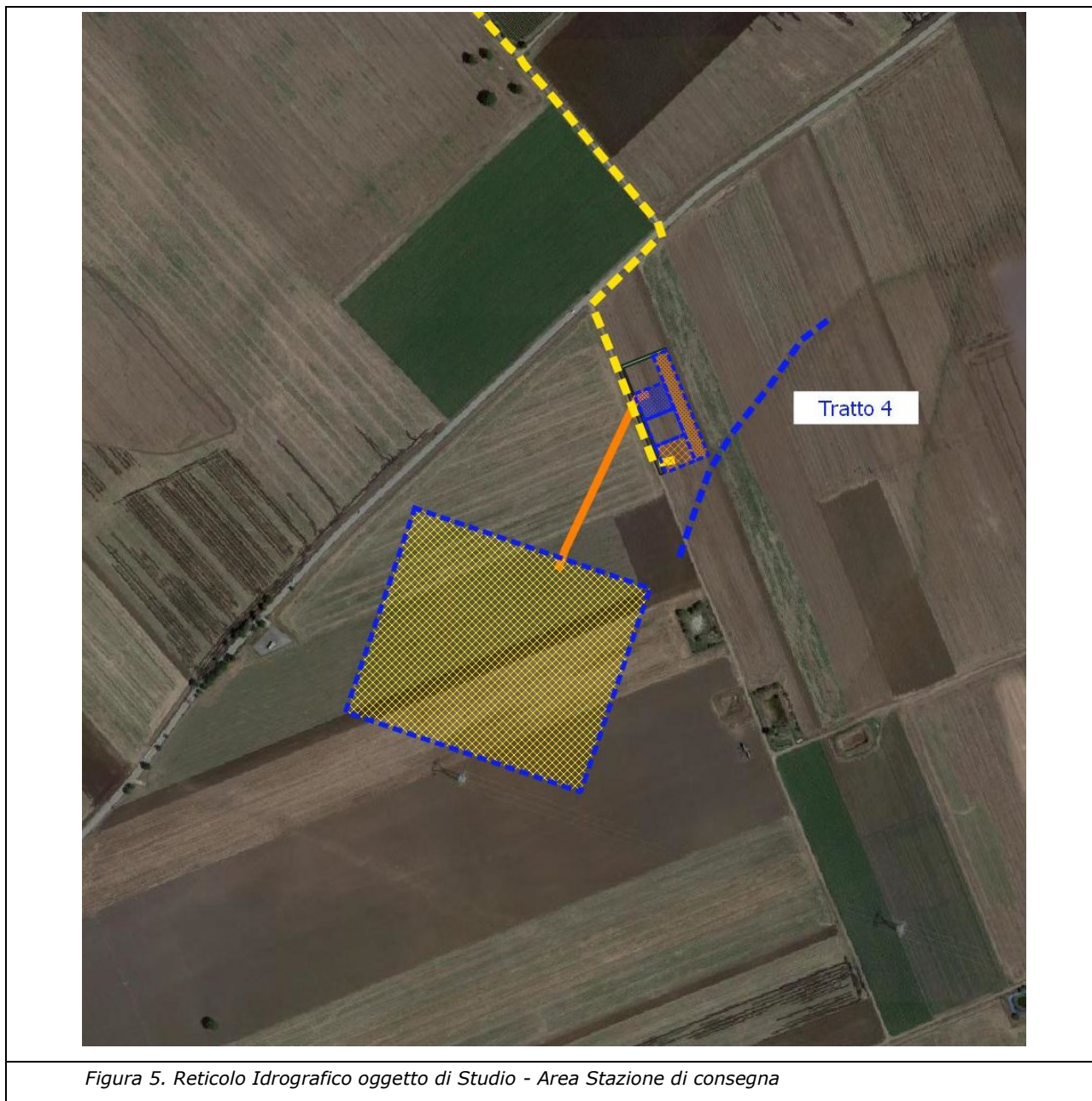


Figura 4. Reticolo Idrografico oggetto di Studio - Area Centrale Agrovoltica



La zona è inquadrata dal punto di vista geografico nell'Elaborato A.3-1 - *Inquadramento e bacini idrografici* - sul quale viene rappresentata l'area in studio sulla cartografia IGM al 25.000, unitamente ai bacini e sottobacini idrografici considerati.

La tabella seguente riporta i principali dati morfometrici dei bacini idrografici considerati.

Id.Bacino	Area	Hmax bacino	Hmin bacino	Hmed bacino	Hmax Asta P.	L Asta P.	Pendenza Asta P.
-	km ²	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m	km	%
Tratto 1	2.28	388.0	302.4	345.2	353.5	2.40	2.13
Tratto 2	1.98	388.0	305.9	346.9	353.5	2.20	2.16
Tratto 2A	0.22	354.2	316.9	335.6	331.0	0.30	4.70
Tratto 2b	1.64	388.0	316.9	352.5	353.5	1.75	2.09
Tratto 3	0.19	339.2	305.9	322.6	332.5	0.40	6.65
Tratto 3A	0.11	339.2	317.5	328.4	332.5	0.24	6.25
Tratto 3B	0.06	337.6	317.5	327.5	327.4	0.10	9.90
Caratteri morfometrici dei bacini idrografici							
Tratto 4	0.32	382.6	356.1	369.4	365.4	2.98	0.31

Stima delle portate al colmo di piena

La stima delle portate di verifica è stata eseguita secondo le procedure proposte dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), nel progetto "Valutazione delle Piene in Italia" (VAPI).

Tali procedure adottano l'ipotesi che i valori delle massime portate al colmo di piena siano distribuiti secondo la legge del valore estremo a doppia componente (TCEV), che è descritta dall'espressione:

$$P(X) = \left[\frac{\lambda_1}{\theta_1} \exp\left(-\frac{X}{\theta_1}\right) + \frac{\lambda_2}{\theta_2} \exp\left(-\frac{X}{\theta_2}\right) \right] \cdot \exp\left[-\lambda_1 \cdot \exp\left(-\frac{X}{\theta_1}\right) - \lambda_2 \cdot \exp\left(-\frac{X}{\theta_2}\right) \right]$$

rappresentando X, nello specifico, il massimo valore annuale delle portate al colmo di piena.

Il legame tra portata e frequenza/probabilità può anche essere espresso in funzione del periodo di ritorno T, attraverso la relazione:

$$Q(T) = \mu(Q) \cdot K_T$$

essendo:

$\mu(Q)$: media campionaria della grandezza Q detta anche "Piena Indice".

K_T : fattore di crescita con il periodo di ritorno T.

$$\text{Con } T = \frac{1}{1 - \exp\left(-\lambda_1 \cdot e^{-\mu \cdot K_T} - \lambda_* \cdot \lambda_1^{1/g_1} \cdot e^{-\mu K_T / g_*}\right)} \quad g_* = \frac{g_2}{g_1} \text{ e } \lambda_* = \frac{\lambda_2}{\lambda_1^{1/g_*}}$$

Il progetto VAPI (cfr. VAPI Puglia – M. Fiorentino e V. Copertino) fornisce le metodologie per eseguire la stima su base regionale dei parametri che compaiono nelle espressioni sopra riportate.

I parametri ricavati a diverso livello di regionalizzazione e forniti per l'intera regione oggetto di studio, sono:

$g_* = 2.654$	$\lambda_* = 0.350$	$\lambda_1 = 5.00$	$\eta = 2.937$
---------------	---------------------	--------------------	----------------

Il VAPI fornisce inoltre direttamente i valori del coefficiente di crescita K_T al variare del tempo di ritorno, ricavati dalla relazione sopra riportata.

ANNI	2	5	10	20	15	40	50	100	200	500	1000
KT	0.83	1.39	1.85	2.37	2.55	2.95	3.15	3.76	4.39	5.22	5.84

Nei casi pratici il K_T può essere effettuata attraverso la relazione semplificata:

$$K_T = -0.4007 + 0.904 \cdot \ln T$$

3.1.2 Piena indice

La Piena indice (valor medio dei massimi annuali delle portate al colmo di piena) è stata valutata a scala di bacino, sempre in accordo con la metodologia proposta dal progetto VAPI, attraverso la formula razionale.

$$\mu(Q) = \frac{C^* \cdot K_A(t_r) \cdot \mu[I(t_r)] \cdot A}{3.6}$$

in cui:

- $C^* = 0,09 + 0,47 \cdot (1 - pp)$ è il coefficiente di piena, con pp frazione ad elevata permeabilità del bacino.
- $t_r = 0,344 \cdot A^{0,5}$ è il tempo di ritardo del bacino idrografico

è la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata pari al tempo di ritardo del bacino, rapportata al tempo di ritardo stesso

- $\mu[I(t_r)]$

$$\mu[I(t_r)] = \mu[h(t)]/t = a \cdot t_r^{n-1}$$

(con $a = 24.7$ $n = 0.256$)

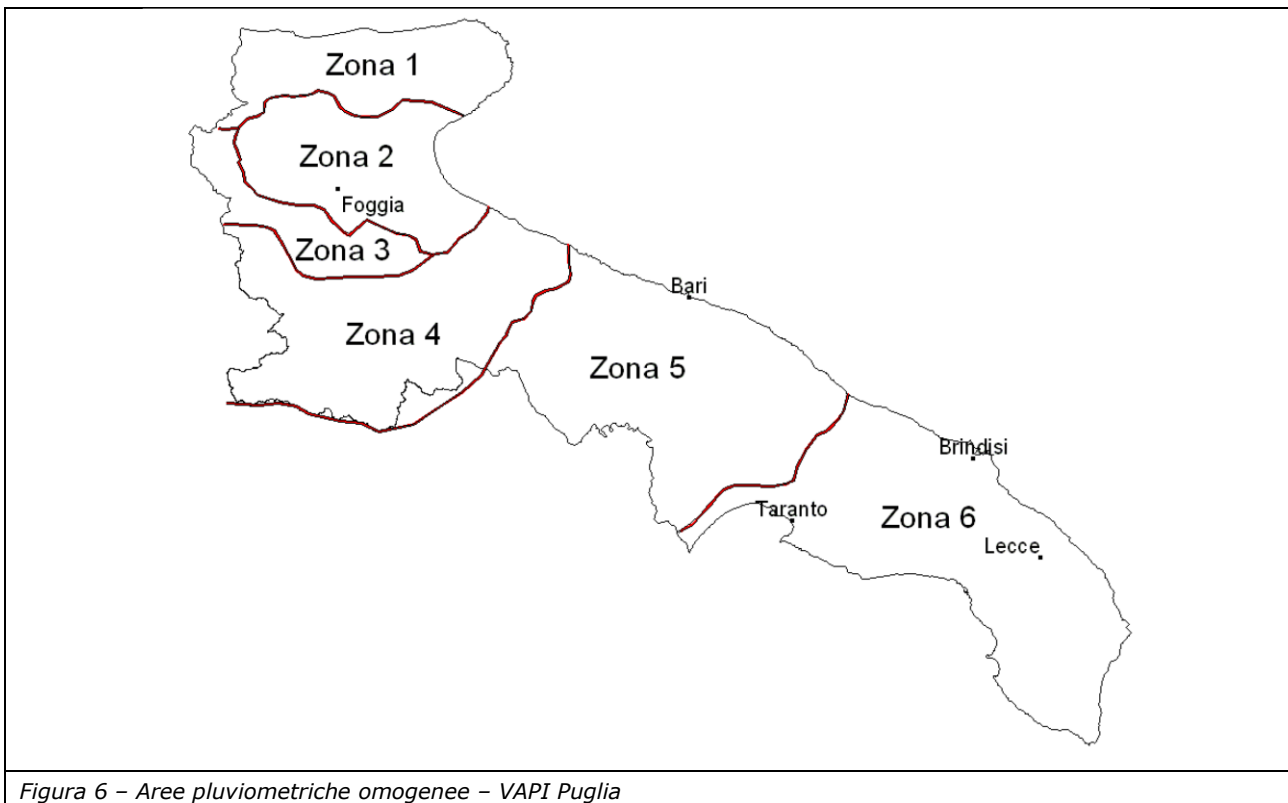
Zona omogenea 4 (cfr. figura seguente)

è il fattore di riduzione areale delle piogge

- $K_A(t_r)$

$$K_A(t_r) = 1 - [1 - \exp(-c_1 \cdot A)] \cdot \exp(-c_2 \cdot t_r^{c_3})$$

(con: $c_1 = 0.0021$ $c_2 = 0.53$ $c_3 = 0.25$)



Per la determinazione della frazione ad elevata permeabilità dei bacini si è fatto riferimento alla tabella seguente, desunta dal Rapporto VAPI, che riporta la classe di permeabilità associata alle diverse formazioni geolitologiche presenti nei bacini sottoposti ad analisi regionale.

Analisi Regionale dei Massimi Annuali delle Portate al Colmo di Piena

241

Tab. 10.6. Litotipi e relative classi di permeabilità.

Litotipo	Classe di permeab.
Dep. lacustri, lagunari, di duna, alluvionali, colluviali ed eluviali (terre rosse) Olocene	PE
Detriti di falda. Olocene	PE
Depositi alluvionali terrazzati. Pleistocene Superiore	PE
Depositi marini terrazzati. Pleistocene Superiore	PE
Depositi fluvio-lacustri dei bacini di Venosa ed Atella. Pleistocene Medio-Inf.	PE
Conglomerato di Irsina. Pleistocene Medio-Inferiore	PE
Piroclastiti e lave del Monte Vulture. Pleistocene	PE
Argille e sabbie di Avanfossa. Pliocene-Pleistocene	I
Calcareniti di Gravina. Pliocene Superiore-Pleistocene Inferiore	PE
Dep. clastici del bac. intermont. dell'alta valle del F.Ofanto. Pliocene Medio-Inf.	I
Formazione di Altavilla Irpina. Messiniano	PE
Formazione della Daunia. Burdigaliano-Serravalliano	PM
Formazione di Serra Palazzo. Langhiano-Serravalliano	PE
Formazione di Gorgoglione. Burdigaliano-Serravalliano	PE
Formazione di Castelvetere. Burdigaliano-Serravalliano	I
Formazione di Stigliano. Aquitaniano-Burdigaliano	PE
Argille varicolori. Cretacico Superiore-Oligocene	I
Depositi carbonatici della Murgia Apula. Cretacico Inferiore-Giura Superiore	PE
Dep. carbonatici dei M.ti Picentini (unità Alburno-Cervati), Cretacico Sup.-Giura Sup.	PE
Zone urbane	I

La quantificazione della estensione delle diverse componenti litologiche presenti nei bacini in studio eseguita mediante l'analisi della Carta Geolitologica riportata di seguito.

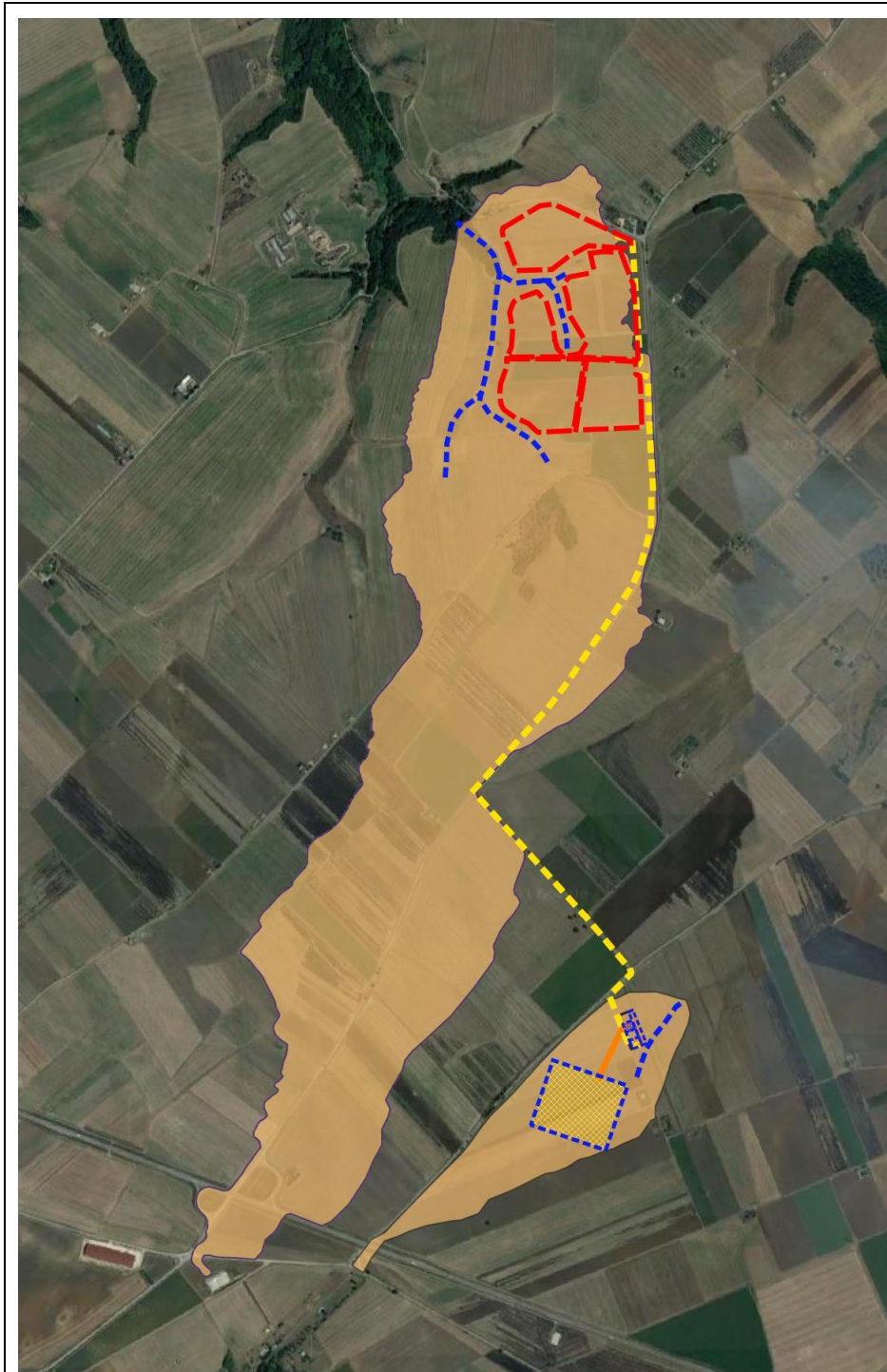


Figura 7 -
Carta geolitologica

Legenda

--- Reticolo Oggetto di Studio

Componente Geolitologiche

■ Conglomerati con alternanza di livelli vari

Come si può notare dall'analisi della Carta Geolitologica le intere aree dei bacini in studio e conseguentemente tutti i sottobacini sono interessati da "Conglomerati con alternanza di livelli vari" per i quali si può ragionevolmente assumere una classe di permeabilità elevata. Di conseguenza il valore del coefficiente di piena assume valore 0.09.

	PP	C*
Bacino in studio	100%	0.09

Di seguito i valori calcolati per la piena indice:

Bacino	A [km²]	C*	t_r [h]	$\mu[I(t_r)]$ [mm/h]	K_A(t_r)	$\mu(Q)$ [m³/s]
Tratto 1	2.28	0.090	0.52	40.20	0.9970	2.29
Tratto 2	1.98	0.090	0.48	42.36	0.9973	2.09
Tratto 2A	0.22	0.090	0.16	95.73	0.9997	0.53
Tratto 2B	1.64	0.090	0.44	45.42	0.9978	1.86
Tratto 3	0.19	0.090	0.15	100.58	0.9997	0.49
Tratto 3A	0.11	0.090	0.12	122.26	0.9998	0.35
Tratto 3B	0.06	0.090	0.08	158.50	0.9999	0.23
Tratto 4	0.32	0.090	0.19	83.59	0.9995	0.67

Portate al colmo di piena per i diversi tempi di ritorno

Sulla scorta dei risultati di cui al punto precedente si è proceduto al calcolo delle portate da utilizzare per le verifiche di pericolosità idraulica, attraverso la citata relazione $Q(T) = \mu(Q) \cdot K_T$

I risultati ottenuti:

Bacino	A [km²]	$\mu(Q)$ [m³/s]	T = 30 anni (K_T = 2.67)	T = 200 anni (K_T = 4.39)	T = 500 anni (K_T = 5.22)
			Q₃₀ [m³/s]	Q₂₀₀ [m³/s]	Q₅₀₀ [m³/s]
Tratto 1	2.28	2.29	6.11	10.03	11.93
Tratto 2	1.98	2.09	5.60	9.19	10.92
Tratto 2A	0.22	0.53	1.42	2.33	2.76
Tratto 2B	1.64	1.86	4.98	8.17	9.71
Tratto 3	0.19	0.49	1.30	2.14	2.54
Tratto 3A	0.11	0.35	0.94	1.54	1.83
Tratto 3B	0.06	0.23	0.60	0.99	1.18
Tratto 4	0.32	0.67	1.78	2.93	3.48

3.1.3 *Analisi idraulica*

Ai fini della esecuzione delle verifiche idrauliche nello stato attuale la modellazione del reticolo in studio è stata eseguita utilizzando le sezioni rilevate da tecnici incaricati direttamente dalla Società Committente. L'ubicazione delle sezioni utilizzate sono riportate nell'elaborato A.3-2 - *Aree soggette ad allagamento*.

Si riportano di seguito alcune immagini riprese nel corso dell'esecuzione del sopralluogo, in corrispondenza di punti maggiormente significativi.



Foto n. 1 - Area di Intervento



Foto n. 2 - Area di Intervento da diversa angolazione. Sullo sfondo il vallone "Tratto 1" del modello idraulico



Foto n. 3 Vallone "Tratto 2" del modello idraulico



Foto n. 4 Impluvio Tratto 3 del modello idraulico

L'analisi del comportamento idraulico in corrispondenza degli eventi di piena è stata eseguita in condizioni di moto permanente, utilizzando il software HEC-RAS, dell'Hydrologic Engineering Center - USA.

Il software esegue la simulazione del moto idraulico che si ha in corrispondenza di portate di valore assegnato, ricostruendone il profilo di corrente in condizioni di moto permanente. Le quote del profilo ricostruito consentono l'individuazione delle aree soggette a inondazione per gli assegnati periodi di ritorno.

Nella simulazione idraulica, quali condizioni al contorno sono state imposte **condizioni di moto uniforme nelle sezioni di monte e di valle** in regime di Mixed Flow, in maniera tale da consentire al software la determinazione del regime di corrente.

3.2 Risultati dell'analisi

I risultati della simulazione idraulica in termini di aree soggette ad allagamento sono mostrati nell'elaborato A.3-2 - *Aree soggette ad allagamento*.

Come si può vedere dalla stessa tavola l'area interessata dalla centrale fotovoltaica e dalla cabina di consegna sono state scelte in modo da non interessare aree classificabili AP: Alta pericolosità idraulica o MP: Media pericolosità idraulica; non interessano altresì aree a Bassa Pericolosità Idraulica.

3.3 Cavidotto di vettoriamento

Il percorso del cavidotto, seguendo le strade esistenti, interseca il reticolo idrografico in 1 solo punto, come mostrato nell'immagine seguente.



Figura 8. Interferenza tra cavidotto e reticolo idrografico.

(l'interferenza è rappresentate a scala adeguata nell'elaborato A.12.A.21)

Coordinate UTM - WGS84	
X	Y
576.028,55	4.540.728,72

La tecnica di attraversamento prescelta consiste nella trivellazione orizzontale controllata (TOC).

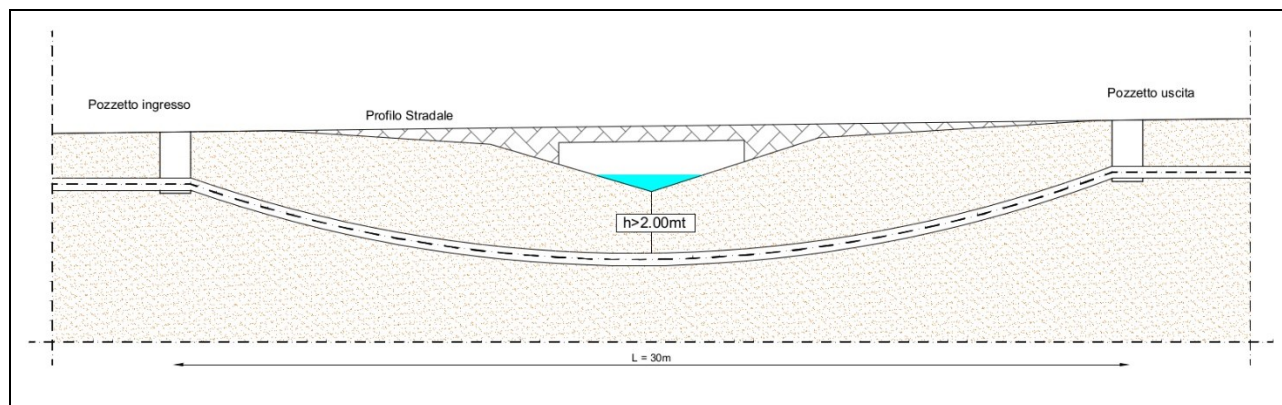


Figura 9 – Profilo Trivellazione Orizzontale Controllata
(cfr. Elaborato A.12.a.17 – Particolari e sezioni tipo delle opere)

Nella realizzazione della trivellazione particolare cura sarà posta nella scelta della profondità, in modo da proteggere il cavidotto da potenziali fenomeni di erosione. Tale profondità in nessun caso sarà essere inferiore a mt 2.00 al di sotto del fondo alveo.

4 Conclusioni

In ottemperanza all'incarico conferito allo scrivente dalla società committente, avente per oggetto la verifica delle condizioni di compatibilità delle opere in progetto con i contenuti e le prescrizioni del PAI, il sottoscritto ha effettuato la ricognizione dello stato dei luoghi interessati dal progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza elettrica di 19,49115MWp (da ubicarsi nel Comune Venosa, in località Boreano) e delle relative opere ed infrastrutture connesse che interessano i Comuni di Venosa e Montemilone.

Le opere in oggetto sono classificabili come opere di pubblico interesse (art. 12 D.Lgs 387/2003) non altrove localizzabili e sono dunque comprese tra le opere elencate nell'art. 17 delle Norme Tecniche attuative del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (ex Autorità del bacino Interregionale del Fiume Saccione).

Sono stati individuate diversi tratti di reticolo idrografico nei pressi delle opere in progetto, per i quali è stata eseguita una simulazione idraulica finalizzata a verificare i livelli di pericolosità ad essi associati.

Sulla scorta dei riscontri effettuati, in termini di interferenze delle opere con le aree a pericolosità idraulica e/o del reticolo idrografico, si ritiene che dette opere sono compatibili con i contenuti e con le prescrizioni del Piano Stralcio – Assetto idrogeologico – dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – UoM Puglia.

5 Elenco appendici

Appendice A - Risultati simulazione idraulica

6 Elenco tavole grafiche

A.3.1 – Inquadramento e bacini idrografici

A.3.2 – Aree soggette ad allagamento

Appendice A. Risultati simulazione Idraulica

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chi
2	4	460	Q30	1.78	363.68	363.79	363.80	363.84	0.027031	0.97	1.96	28.78	1.13
2	4	460	Q200	2.93	363.68	363.82	363.83	363.88	0.027001	1.13	2.76	31.97	1.18
2	4	460	Q500	3.48	363.68	363.83	363.84	363.90	0.027013	1.21	3.08	32.52	1.20
2	4	450	Q30	1.78	362.40	362.57	362.58	362.63	0.026839	1.13	1.58	16.74	1.18
2	4	450	Q200	2.93	362.40	362.60	362.62	362.69	0.025729	1.30	2.26	18.88	1.20
2	4	450	Q500	3.48	362.40	362.62	362.64	362.71	0.025372	1.37	2.55	19.54	1.21
2	4	440	Q30	1.78	360.99	361.21	361.22	361.29	0.019870	1.27	1.47	11.86	1.08
2	4	440	Q200	2.93	360.99	361.26	361.28	361.37	0.019008	1.46	2.15	13.86	1.10
2	4	440	Q500	3.48	360.99	361.28	361.30	361.40	0.019474	1.55	2.42	14.58	1.13
2	4	430	Q30	1.78	359.81	360.08	360.09	360.17	0.021043	1.32	1.34	9.37	1.12
2	4	430	Q200	2.93	359.81	360.14	360.15	360.25	0.020483	1.49	1.96	11.19	1.14
2	4	430	Q500	3.48	359.81	360.16	360.18	360.29	0.020877	1.57	2.21	11.85	1.16
2	4	420	Q30	1.78	358.08	358.29	358.31	358.40	0.027015	1.47	1.21	8.62	1.26
2	4	420	Q200	2.93	358.08	358.34	358.38	358.49	0.026679	1.71	1.72	9.77	1.30
2	4	420	Q500	3.48	358.08	358.36	358.41	358.53	0.026603	1.79	1.94	10.23	1.31
2	4	410	Q30	1.78	356.05	356.30	356.32	356.41	0.026449	1.50	1.19	8.11	1.25
2	4	410	Q200	2.93	356.05	356.36	356.39	356.51	0.025785	1.70	1.72	9.62	1.28
2	4	410	Q500	3.48	356.05	356.38	356.42	356.54	0.025705	1.78	1.95	10.14	1.29
1	2A	225	Q30	1.42	331.35	331.47	331.49	331.53	0.034983	1.10	1.29	17.45	1.29
1	2A	225	Q200	2.33	331.35	331.50	331.52	331.59	0.035028	1.31	1.77	18.32	1.35
1	2A	225	Q500	2.76	331.35	331.51	331.54	331.61	0.035013	1.40	1.98	18.68	1.37
1	2A	224	Q30	1.42	327.47	327.68	327.71	327.78	0.034556	1.40	1.02	9.50	1.36
1	2A	224	Q200	2.33	327.47	327.72	327.76	327.86	0.034603	1.63	1.43	10.58	1.42
1	2A	224	Q500	2.76	327.47	327.74	327.78	327.89	0.034450	1.73	1.60	10.84	1.43
1	2A	223	Q30	1.42	324.22	324.44	324.48	324.57	0.048284	1.64	0.86	8.12	1.61
1	2A	223	Q200	2.33	324.22	324.48	324.53	324.66	0.047592	1.87	1.24	9.50	1.65
1	2A	223	Q500	2.76	324.22	324.49	324.56	324.69	0.047175	1.97	1.40	9.85	1.67
1	2A	222	Q30	1.42	321.80	321.99	322.03	322.12	0.043250	1.61	0.88	7.85	1.54
1	2A	222	Q200	2.33	321.80	322.03	322.08	322.21	0.043478	1.87	1.25	8.92	1.60
1	2A	222	Q500	2.76	321.80	322.05	322.11	322.25	0.043495	1.97	1.40	9.25	1.62
1	2A	221	Q30	1.42	318.01	318.16	318.21	318.34	0.071816	1.91	0.74	7.49	1.94
1	2A	221	Q200	2.33	318.01	318.19	318.27	318.45	0.070436	2.25	1.03	8.04	2.00
1	2A	221	Q500	2.76	318.01	318.21	318.30	318.50	0.070359	2.38	1.16	8.26	2.03
1	2B	230	Q30	4.98	323.49	323.78	323.88	324.09	0.052034	2.44	2.04	11.25	1.83
1	2B	230	Q200	8.17	323.49	323.86	323.98	324.25	0.051993	2.79	2.93	13.11	1.89
1	2B	230	Q500	9.71	323.49	323.88	324.02	324.32	0.052007	2.93	3.32	13.85	1.91
1	2B	229	Q30	4.98	321.84	322.15	322.18	322.32	0.020842	1.80	2.77	12.06	1.20
1	2B	229	Q200	8.17	321.84	322.24	322.29	322.47	0.020798	2.12	3.86	13.13	1.25
1	2B	229	Q500	9.71	321.84	322.27	322.33	322.53	0.021040	2.25	4.32	13.56	1.27
1	2B	228	Q30	4.98	319.49	319.84	319.89	320.04	0.024461	2.01	2.48	10.34	1.31
1	2B	228	Q200	8.17	319.49	319.93	320.00	320.21	0.024285	2.32	3.52	11.76	1.35
1	2B	228	Q500	9.71	319.49	319.97	320.05	320.27	0.024169	2.43	3.99	12.34	1.37
1	2B	227	Q30	4.98	318.15	318.56	318.58	318.71	0.016879	1.73	2.87	11.30	1.10
1	2B	227	Q200	8.17	318.15	318.66	318.69	318.87	0.017228	2.01	4.06	13.00	1.15
1	2B	227	Q500	9.71	318.15	318.70	318.74	318.93	0.016509	2.09	4.65	13.59	1.14
1	2B	226	Q30	4.98	317.49	317.86	317.88	317.99	0.017193	1.56	3.19	14.90	1.08
1	2B	226	Q200	8.17	317.49	317.94	317.97	318.11	0.017867	1.82	4.48	17.08	1.14
1	2B	226	Q500	9.71	317.49	317.98	318.01	318.17	0.018066	1.92	5.05	17.96	1.16
1	3A	335	Q30	0.94	331.55	331.64	331.66	331.71	0.071068	1.18	0.80	16.61	1.71
1	3A	335	Q200	1.54	331.55	331.65	331.68	331.75	0.070988	1.37	1.13	18.67	1.78
1	3A	335	Q500	1.83	331.55	331.66	331.70	331.77	0.071041	1.44	1.27	19.51	1.80
1	3A	334	Q30	0.94	328.54	328.67	328.70	328.78	0.061732	1.43	0.66	9.10	1.71
1	3A	334	Q200	1.54	328.54	328.70	328.74	328.84	0.060973	1.66	0.93	10.27	1.76
1	3A	334	Q500	1.83	328.54	328.71	328.76	328.87	0.060786	1.74	1.05	10.74	1.78
1	3A	333	Q30	0.94	324.72	324.92	324.96	325.05	0.051115	1.61	0.58	5.86	1.64
1	3A	333	Q200	1.54	324.72	324.96	325.01	325.13	0.050332	1.82	0.85	7.07	1.67
1	3A	333	Q500	1.83	324.72	324.98	325.04	325.16	0.050642	1.90	0.96	7.54	1.70
1	3A	332	Q30	0.94	320.38	320.57	320.62	320.73	0.062607	1.78	0.53	5.33	1.81
1	3A	332	Q200	1.54	320.38	320.61	320.68	320.83	0.061919	2.07	0.74	5.91	1.87
1	3A	332	Q500	1.83	320.38	320.63	320.70	320.87	0.061892	2.19	0.84	6.15	1.89
1	3A	331	Q30	0.94	318.21	318.35	318.39	318.50	0.078963	1.71	0.55	7.00	1.96
1	3A	331	Q200	1.54	318.21	318.38	318.44	318.58	0.080314	2.00	0.77	7.91	2.04
1	3A	331	Q500	1.83	318.21	318.39	318.46	318.62	0.080616	2.11	0.87	8.22	2.08
1	3B	337	Q30	0.60	325.77	325.86	325.89	325.99	0.110065	1.61	0.37	6.68	2.18
1	3B	337	Q200	0.99	325.77	325.88	325.93	326.06	0.110059	1.92	0.52	7.11	2.28
1	3B	337	Q500	1.18	325.77	325.88	325.95	326.10	0.110110	2.04	0.58	7.30	2.31

HEC-RAS Plan: Plan 01 (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chi
1	3B	336	Q30	0.60	319.06	319.14	319.18	319.27	0.102938	1.62	0.37	6.24	2.13
1	3B	336	Q200	0.99	319.06	319.16	319.22	319.35	0.102797	1.93	0.51	6.69	2.22
1	3B	336	Q500	1.18	319.06	319.17	319.23	319.38	0.102841	2.05	0.58	6.88	2.26
1	3	33	Q30	1.30	316.21	316.30	316.44	318.31	2.046382	6.27	0.21	4.34	9.17
1	3	33	Q200	2.14	316.21	316.33	316.49	318.39	1.523222	6.36	0.34	5.53	8.23
1	3	33	Q500	2.54	316.21	316.34	316.51	318.43	1.380748	6.40	0.40	6.00	7.95
1	3	32	Q30	1.30	311.24	311.48	311.54	311.67	0.058798	1.95	0.67	5.63	1.80
1	3	32	Q200	2.14	311.24	311.53	311.60	311.78	0.059205	2.21	0.97	6.78	1.87
1	3	32	Q500	2.54	311.24	311.55	311.63	311.82	0.059709	2.33	1.09	7.09	1.90
1	3	31	Q30	1.30	309.33	309.43	309.47	309.56	0.081921	1.58	0.82	12.13	1.94
1	3	31	Q200	2.14	309.33	309.46	309.51	309.64	0.083504	1.90	1.12	12.80	2.05
1	3	31	Q500	2.54	309.33	309.47	309.53	309.67	0.083499	2.02	1.26	13.08	2.08
1	2	26	Q30	5.60	316.47	316.66	316.83	317.88	0.495796	4.89	1.14	12.01	5.06
1	2	26	Q200	9.19	316.47	316.71	316.92	318.00	0.356251	5.04	1.83	14.33	4.50
1	2	26	Q500	10.92	316.47	316.73	316.95	318.05	0.319663	5.09	2.15	15.28	4.34
1	2	25	Q30	5.60	314.24	314.80	314.87	315.06	0.025373	2.25	2.49	8.97	1.36
1	2	25	Q200	9.19	314.24	314.92	315.01	315.22	0.025078	2.42	3.79	12.09	1.38
1	2	25	Q500	10.92	314.24	314.97	315.06	315.29	0.024929	2.50	4.37	13.24	1.39
1	2	24	Q30	5.60	311.87	312.27	312.35	312.55	0.030659	2.33	2.40	9.46	1.48
1	2	24	Q200	9.19	311.87	312.37	312.49	312.74	0.029912	2.67	3.44	10.86	1.51
1	2	24	Q500	10.92	311.87	312.42	312.54	312.82	0.029827	2.80	3.90	11.42	1.53
1	2	23	Q30	5.60	309.18	310.05	310.18	310.47	0.024489	2.87	1.95	4.46	1.38
1	2	23	Q200	9.19	309.18	310.25	310.39	310.75	0.022339	3.13	2.93	5.46	1.37
1	2	23	Q500	10.92	309.18	310.33	310.48	310.87	0.021994	3.25	3.36	5.84	1.37
1	2	22	Q30	5.60	308.25	309.08	309.10	309.31	0.014698	2.12	2.65	6.76	1.08
1	2	22	Q200	9.19	308.25	309.24	309.29	309.53	0.014689	2.37	3.88	8.37	1.11
1	2	22	Q500	10.92	308.25	309.35	309.35	309.61	0.011901	2.27	4.82	9.49	1.02
1	2	21	Q30	5.60	306.24	306.70	306.82	307.09	0.035568	2.76	2.03	6.85	1.62
1	2	21	Q200	9.19	306.24	306.82	306.98	307.34	0.034708	3.22	2.86	7.51	1.66
1	2	21	Q500	10.92	306.24	306.86	307.04	307.45	0.034309	3.38	3.23	7.78	1.68
1	1	4	Q30	6.11	305.66	305.99	306.24	307.02	0.141576	4.49	1.36	6.28	3.08
1	1	4	Q200	10.03	305.66	306.10	306.40	307.28	0.108330	4.80	2.09	7.14	2.83
1	1	4	Q500	11.93	305.66	306.15	306.47	307.38	0.099066	4.91	2.43	7.47	2.75
1	1	3	Q30	6.11	303.38	304.12	304.25	304.58	0.025281	3.00	2.04	4.49	1.42
1	1	3	Q200	10.03	303.38	304.32	304.48	304.88	0.023792	3.33	3.01	5.39	1.42
1	1	3	Q500	11.93	303.38	304.40	304.57	305.01	0.023221	3.45	3.46	5.75	1.42
1	1	2	Q30	6.11	301.66	302.26	302.37	302.63	0.027866	2.69	2.27	6.58	1.46
1	1	2	Q200	10.03	301.66	302.39	302.54	302.89	0.028864	3.12	3.21	7.62	1.53
1	1	2	Q500	11.93	301.66	302.45	302.61	303.00	0.029168	3.31	3.61	7.90	1.56
1	1	1	Q30	6.11	300.58	301.10	301.15	301.33	0.021101	2.15	2.84	9.51	1.26
1	1	1	Q200	10.03	300.58	301.21	301.29	301.54	0.021270	2.53	3.97	10.45	1.31
1	1	1	Q500	11.93	300.58	301.25	301.35	301.62	0.021542	2.68	4.45	10.84	1.34

