

Integrale ricostruzione dell'impianto eolico VRG-040

Progetto definitivo

Oggetto:

040-21 - Relazione idraulica

Proponente:

VRgwind040

VRG Wind 040 S.r.l.
Via Algardi 4,
Milano (MI)

Progettista:



Stantec S.p.A.
Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova
Segrate (Milano)

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	17/06/2022	Prima Emissione	M. Da Ros	M. Terzi	L. Lavazza
01	31/10/2022	Integrati Commenti	M. Da Ros	M. Carnevale	P. Polinelli
02	19/04/2024	Integrazioni volontarie	M. Da Ros	M. Carnevale	P. Polinelli
03	17/05/2024	Integrazioni volontarie	M. Da Ros	M. Carnevale	P. Polinelli

Fase progetto: **Definitivo**

Formato elaborato: **A4**

Nome File: **040-21.03 - Relazione Idraulica.docx**

Indice

1	PREMESSA	4
1.1	Descrizione del proponente	4
1.2	Contenuti della relazione	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	6
3	RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA LOCALE.....	8
4	STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO	9
4.1	IDENTIFICAZIONE DEI SOTTO-BACINI CRITICI.....	9
4.2.1	TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	17
4.2.2	ALTEZZA DI PIOGGIA.....	17
4.3	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	18
4.4	RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	20
5	OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA	22
5.1	OPERE IDRAULICHE DI PROGETTO	22
5.1.1	FOSSI DI GUARDIA.....	22
5.1.2	ATTRAVERSAMENTI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI DI SCARICO.....	24
6	RELAZIONE DEL PROGETTO CON IL PAI.....	27
6.1	IDRAULICO.....	27

Indice delle figure

Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto VRG-040	6
Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto VRG-040 nel suo stato di fatto e nello stato di progetto. In evidenza i settori nei comuni di Villafrati (sopra) e Campofelice di Fitalia (sotto).	7
Figura 3-1 Curve di Possibilità Pluviometrica per TR 10 ,20, 25, 50, 100, 200 anni nell'area di progetto VRG-040	8
Figura 4-1 Inquadramento aerogeneratori VF-04_r, VF-01_r, e bacini locali su DTM.	10
Figura 4-2 Inquadramento aerogeneratori VF-02_r, VF-03_r e bacini locali su DTM.	10
Figura 4-3 Inquadramento aerogeneratori CF-06_r e CF-01_r e bacini locali su DTM.	11
Figura 4-4 Inquadramento aerogeneratori CF-07_r, CF-03_r, CF-02_r e bacini locali su DTM.	11
Figura 4-5 Inquadramento aerogeneratori CF-03_r, CF-04_r e CF-05_r e bacini locali su DTM.	12
Figura 4-6 Individuazione dei sottobacini critici SB01, SB02, SB03, SB04, SB05 su DTM.	13
Figura 4-7 Individuazione dei sottobacini critici SB06, SB22, SB23, SB24 su DTM.	13
Figura 4-8 Individuazione dei sottobacini critici interessanti CF-06_r e CF-01_r su DTM (assenti).	14
Figura 4-9 Individuazione dei sottobacini critici dal SB07 al SB21 su DTM.	14
Figura 4-10 Individuazione dei sottobacini critici SB11, SB12, SB13, SB14, SB15, SB16, SB17 e sottobacini critici interessanti CF-04_r e CF-05_r (assenti) su DTM.	15
Figura 4-11 Inquadramento generale sottobacini critici su ortofoto, parte 1.	16
Figura 4-12 Inquadramento generale sottobacini critici su ortofoto, parte 2.	16
Figura 13 Immagine esemplificativa del tipo di copertura dell'area di progetto.	20
Figura 5-1 Fossi di guardia tipici.	23
Figura 5-2 Briglie in legname tipiche.	23
Figura 5-3 Attraversamento stradale di scarico tipico a mezza costa.	24
Figura 4 Attraversamento stradale tipico in scavo.	25
Figura 5 Attraversamento stradale tipico in rilevato.	25
Figura 6 Attraversamento con dissipatore tipico.	26
Figura 7 Relazione del progetto con il PAI idraulico.	28

1 PREMESSA

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Sorgenia S.p.A. di redigere il progetto definitivo per il potenziamento dell'esistente impianto eolico ubicato nei Comuni di Campofelice di Fitalia (PA), Villafrati (PA) e Ciminna (PA), costituito da 35 aerogeneratori di potenza 0,85 MW ciascuno, con una potenza complessiva dell'impianto pari a 29,75 MW installati.

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto viene convogliata tramite cavidotto interrato MT da 20 kV, alla Sottostazione Utente, ubicata nel comune di Ciminna. L'allacciamento dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) avviene attraverso un collegamento direttamente alla Cabina Primaria di Ciminna di Enel Distribuzione, la quale a sua volta è collegata in entra-esce sulla linea esistente AT a 150 kV "Ciminna-Castronovo".

L'intervento in progetto consiste nella sostituzione delle 35 turbine eoliche dell'impianto esistente con 11 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6 MW ciascuno. Si prevede di collegare gli 11 aerogeneratori di progetto alla Sottostazione di trasformazione MT/AT del comune di Ciminna mediante un cavo interrato MT da 33 kV. Il seguente progetto di repowering consente di aumentare notevolmente la potenza complessivamente prodotta dall'impianto, riducendo gli impatti sul territorio grazie al più ridotto numero di aerogeneratori impiegati. Inoltre, la maggior efficienza dei nuovi aerogeneratori comporta un aumento considerevole dell'energia specifica prodotta, riducendo in maniera proporzionale la quantità di CO₂ equivalente.

1.1 Descrizione del proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è VRG Wind 040 S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia Spa, uno dei maggiori operatori energetici italiani.

Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4.750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400.000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca. 33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%.

Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali VRG Wind 040 S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

1.2 Contenuti della relazione

Il presente documento costituisce revisione dell'elaborato depositato in fase di prima istanza per una modifica di layout sopraggiunta a seguito di approfondimenti sulle caratteristiche ed il rischio geomorfologico del sito che hanno portato ad una ottimizzazione della localizzazione degli aerogeneratori e delle relative opere, volta a garantire la stabilità idrogeomorfologica dei versanti, nonché alla minimizzazione dell'entità di scavi e riporti.

La presente relazione rappresenta la relazione idraulica del progetto definitivo.

Il capitolo 2 definisce l'inquadramento territoriale dell'opera.

Nel capitolo 3 si definisce l'inquadramento idrografico dell'opera in progetto, richiamando le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica.

Il capitolo 4 illustra la metodologia di calcolo per la stima delle portate di piena di progetto ed i risultati di tale calcolo.

Nel capitolo 5 vengono presentate le opere di progetto finalizzate alla regimazione delle acque meteoriche.

Infine, il capitolo 6 riporta la situazione attuale del Piano per l'Assetto Idrogeologico - Idraulico nell'intorno delle aree di progetto.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in cui è ubicato il parco eolico oggetto di Repowering, denominato VRG-040, è collocato nei comuni di Villafrati, Ciminna, Campofelice di Fitalia e Mezzojuso, nella provincia di Palermo, in Sicilia.

L'impianto VRG-040 è localizzato a circa 30 km a Sud dal capoluogo, a 2 km in direzione Sud-Est rispetto al centro urbano del Comune di Villafrati ed a 0,8 km in direzione Sud/Sud-Ovest rispetto al centro storico di Campofelice di Fitalia.

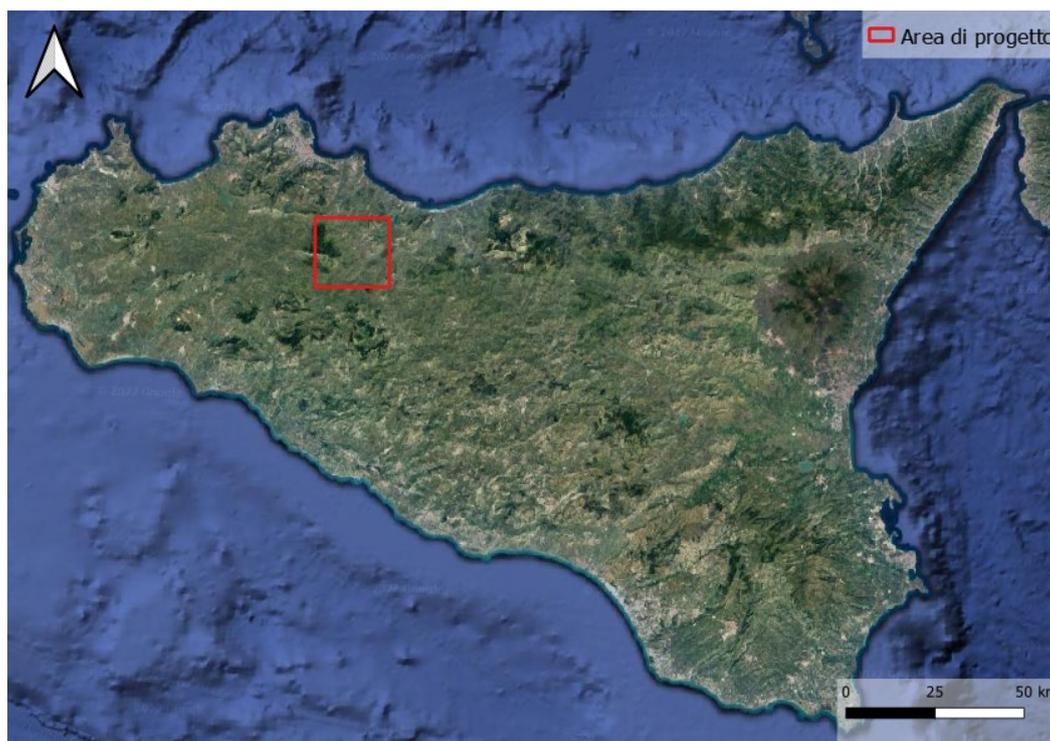


Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto VRG-040

L'impianto eolico VRG-040 è situato in una zona prevalentemente collinare non boschiva caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 700 m, ma con rilievi montuosi non trascurabili, con sporadiche formazioni di arbusti e la presenza di terreni seminativi/incolti.

Gli aerogeneratori di progetto ricadono all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Fogli 5, 8, 11, 13 nel comune di Campofelice di Fitalia;
- Fogli 15, 16, 17, 18 nel comune di Villafrati;
- Foglio 28 nel comune di Mezzojuso.

L'intervento di integrale ricostruzione e potenziamento dell'impianto consiste nello smantellamento dei 35 aerogeneratori esistenti e la relativa sostituzione con 11 turbine eoliche di potenza ed efficienza maggiore.

In Figura 2-2 è riportato l'inquadramento territoriale dell'area, con la posizione degli aerogeneratori su ortofoto nel suo stato di fatto e nel suo stato di progetto.

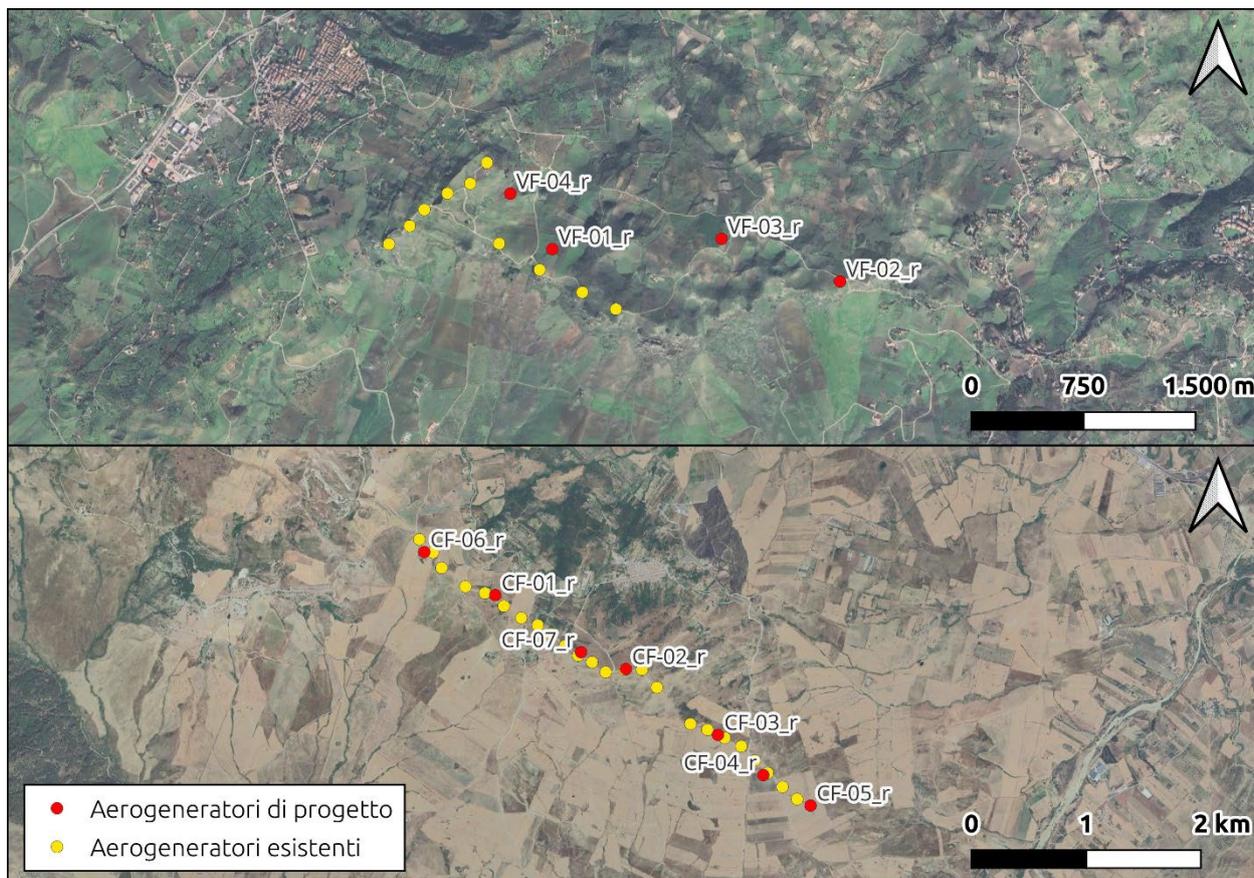


Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto VRG-040 nel suo stato di fatto e nello stato di progetto. In evidenza i settori nei comuni di Villafrati (sopra) e Campofelice di Fitalia (sotto).

Si riporta in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione degli aerogeneratori di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33 N:

Tabella 1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]
VF-01_r	Villafrati	368426	4195457
VF-02_r	Villafrati	370351	4195239
VF-03_r	Villafrati	369560	4195527
VF-04_r	Villafrati	368145	4195831
CF-01_r	Mezzojuso	365474	4187475
CF-02_r	Campofelice di Fitalia	366612	4186827
CF-03_r	Campofelice di Fitalia	367414	4186249
CF-04_r	Campofelice di Fitalia	367808	4185895
CF-05_r	Campofelice di Fitalia	368221	4185627
CF-06_r	Campofelice di Fitalia	364855	4187855
CF-07_r	Campofelice di Fitalia	366221	4186975

3 RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA LOCALE

Il presente capitolo richiama le curve di possibilità pluviometrica ricavate nella 040-20 - Relazione Idrologica e necessarie alla successiva progettazione delle opere idrauliche per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche.

La procedura di definizione è stata derivata dal progetto VA.PI. sulla Valutazione delle Piene in Italia sviluppato dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio nazionale delle Ricerche. Esso ha l'obiettivo di regionalizzare le piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei. Nel caso in esame si è fatto riferimento allo studio condotto nella Regione Sicilia: Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V. "Valutazione delle piene in Sicilia" CNR-GNDICI, Palermo 1993.

Di seguito si riportano le curve di possibilità pluviometrica per eventi con tempi di ritorno pari a 10, 20, 25, 50, 100 e 200 anni.

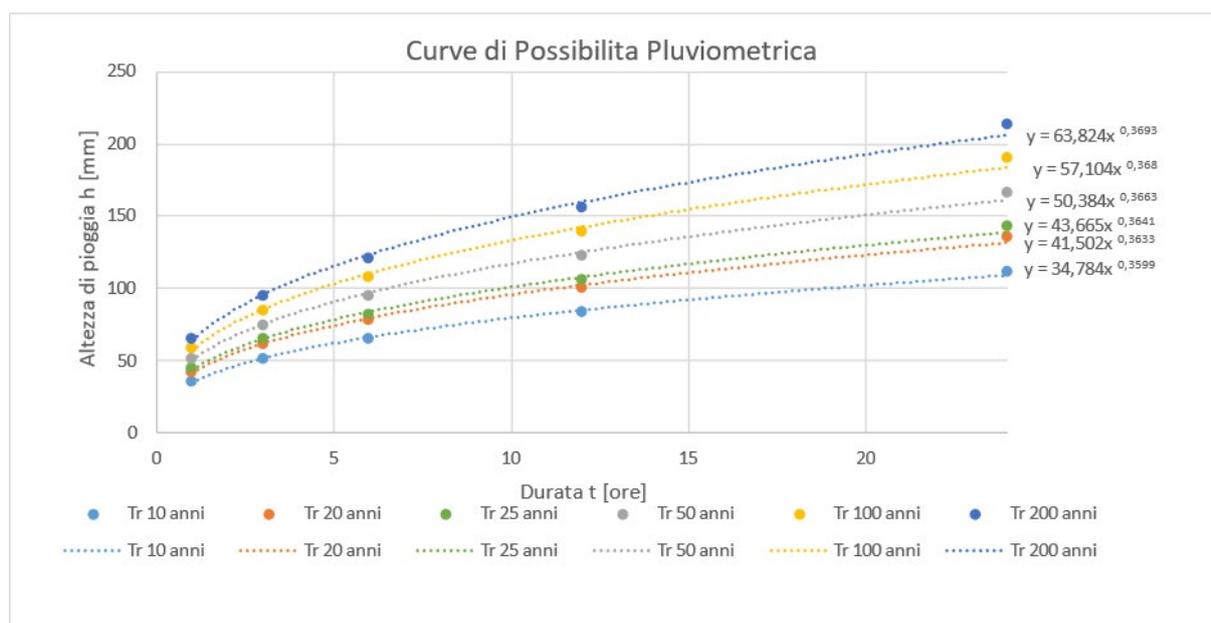


Figura 3-1 Curve di Possibilità Pluviometrica per TR 10 ,20, 25, 50, 100, 200 anni nell'area di progetto VRG-040

4 STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO

Scopo del presente capitolo è la definizione delle portate di piena corrispondenti a tempi di ritorno di progetto per quanto riguarda i bacini scolanti identificati come critici ai fini della regimazione delle acque per la ricostruzione dell'impianto eolico VRG 040.

La metodologia identificata per la valutazione della piena di progetto è il metodo razionale e si articola come segue:

- a) Delimitazione dei sottobacini idrografici di interesse sulla base della morfologia del territorio e della nuova viabilità interna d'impianto;
- b) Definizione dei parametri morfologici quali superficie del bacino sotteso, lunghezza e pendenza dell'asta principale, quota massima, minima e media del bacino, copertura vegetale e uso del suolo;
- c) Definizione dei tempi di corrivazione in base a diverse formule teorico-sperimentali e attribuzione dei valori di riferimento;
- d) Definizione della curva segnalatrice di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno (vedi Capitolo 3);
- e) Analisi dei dati di copertura e vegetazione per la valutazione del coefficiente di deflusso;
- f) Calcolo della portata di massima piena per diversi tempi di ritorno.

4.1 IDENTIFICAZIONE DEI SOTTO-BACINI CRITICI

L'impianto eolico in progetto è ubicato in un'area prevalentemente collinare, con pendii dolci e quasi completamente privi di alberi, caratterizzato da un utilizzo del suolo a fini agricoli e pastorali. Le zone interessate dalle opere civili in progetto, con una quota su livello del mare che varia tra i 300 m e i 1300 m, presentano una morfologia collinare in cui i versanti sono contraddistinti da un rimodellamento secondario ad opera degli agenti atmosferici e delle acque di ruscellamento.

In questa configurazione morfologica, gli aerogeneratori sono disposti in corrispondenza o in prossimità dei crinali dei rilievi. Una conseguenza dell'orografia del sito è che le superfici scolanti a monte dell'impianto in progetto sono poche e di limitata estensione. Si propone di seguito un inquadramento dell'impianto eolico su DTM, avente risoluzione pari a 2 m e i bacini idrografici locali che caratterizzano l'intorno delle opere di progetto.

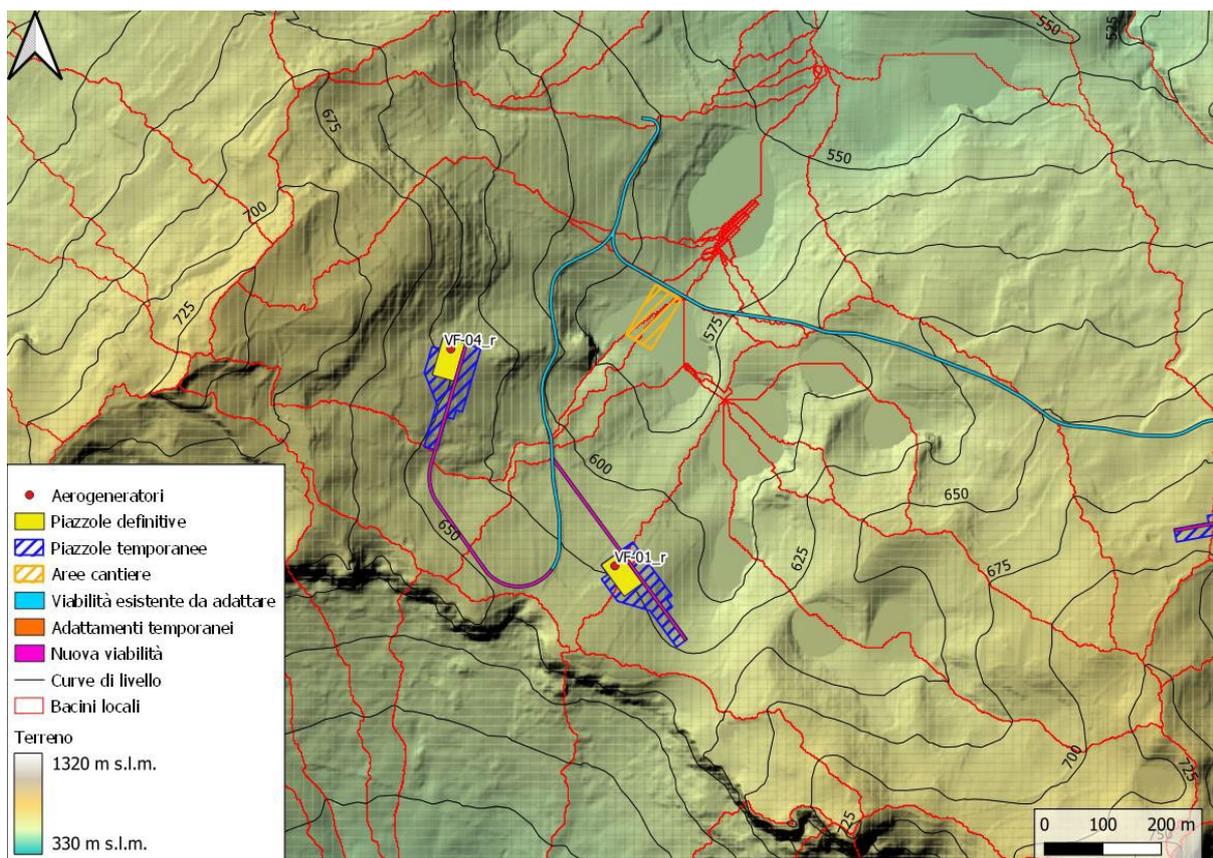


Figura 4-1 Inquadramento aerogeneratori VF-04_r, VF-01_r, e bacini locali su DTM.

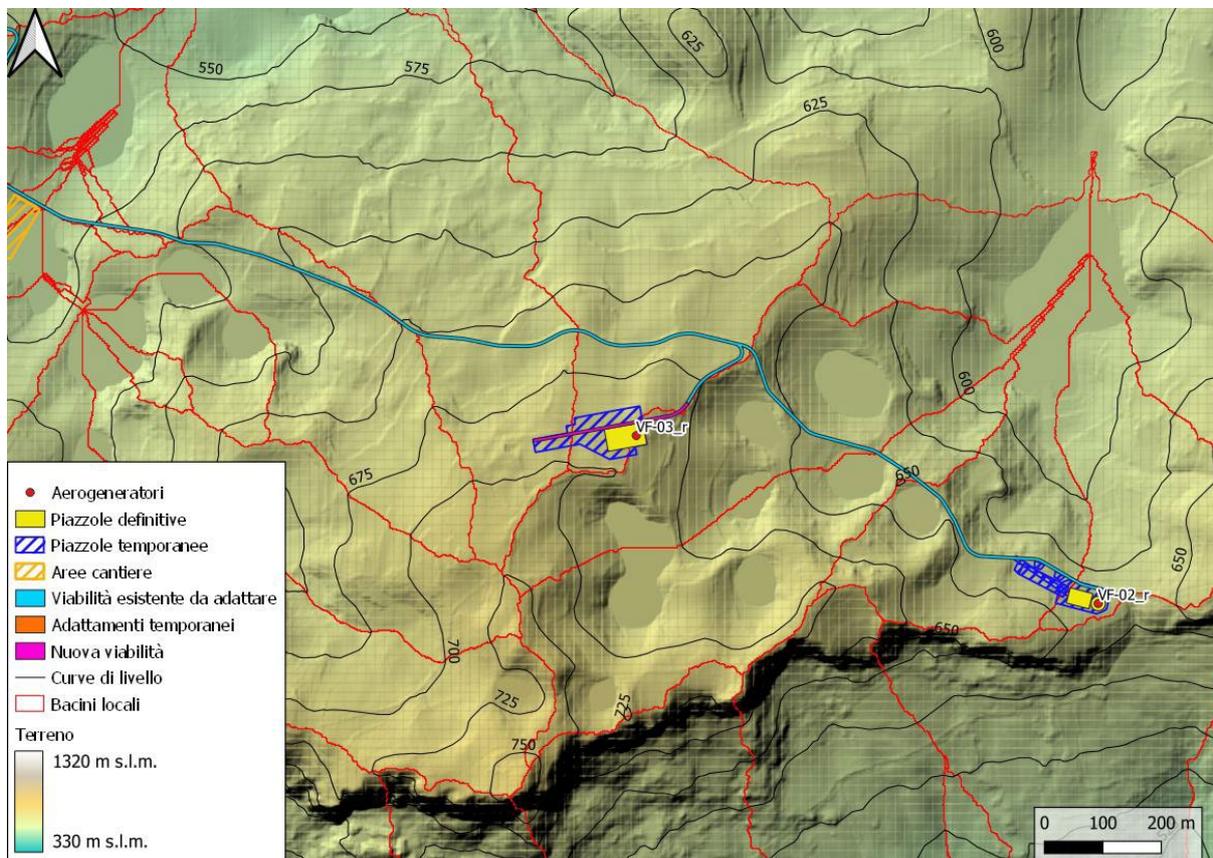


Figura 4-2 Inquadramento aerogeneratori VF-02_r, VF-03_r e bacini locali su DTM.

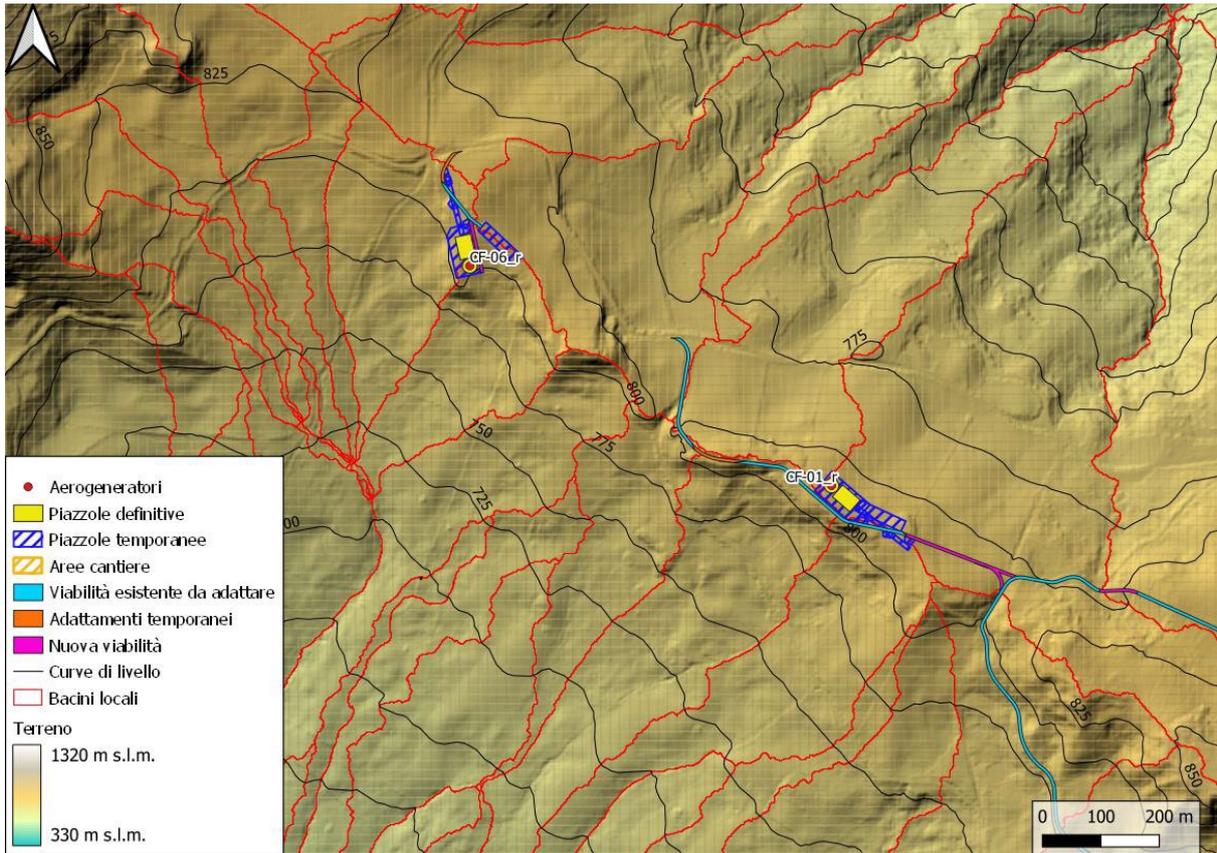


Figura 4-3 Inquadramento aerogeneratori CF-06_r e CF-01_r e bacini locali su DTM.

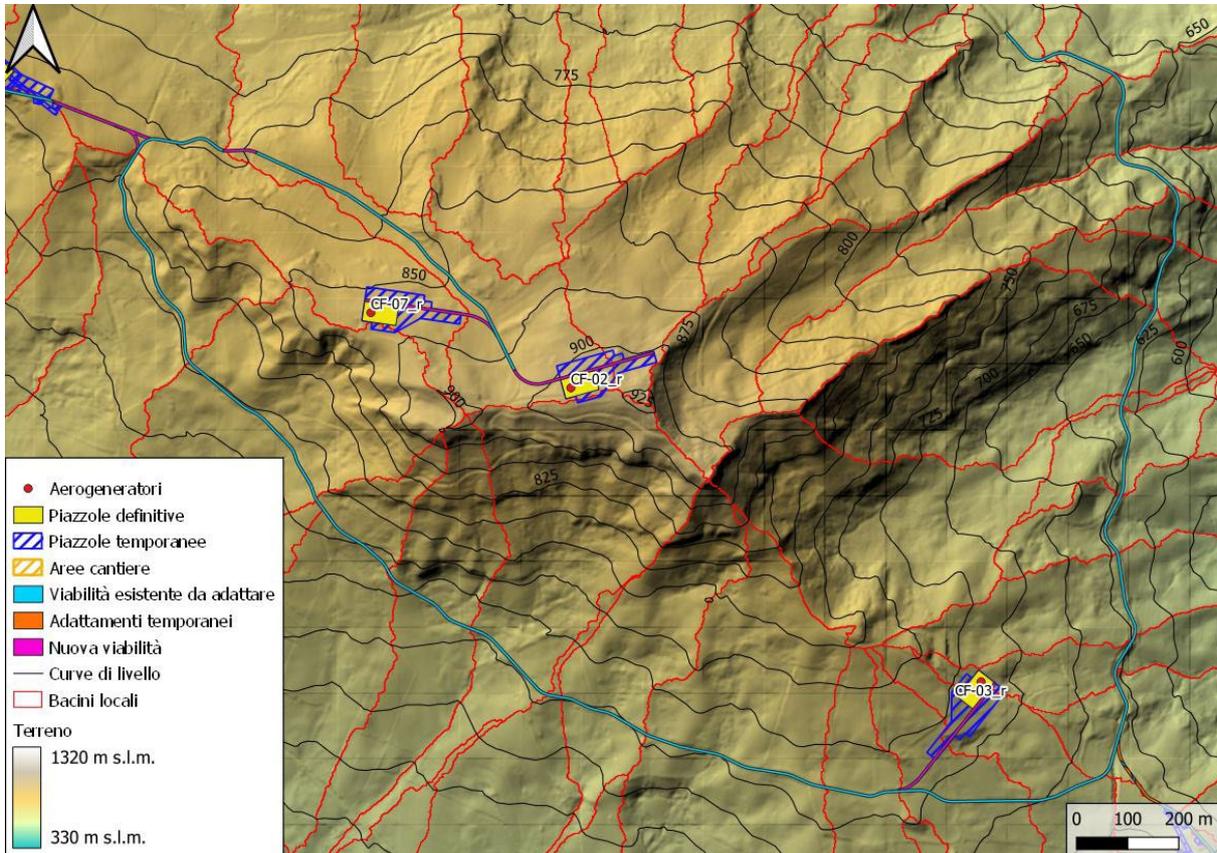


Figura 4-4 Inquadramento aerogeneratori CF-07_r, CF-03_r, CF-02_r e bacini locali su DTM.

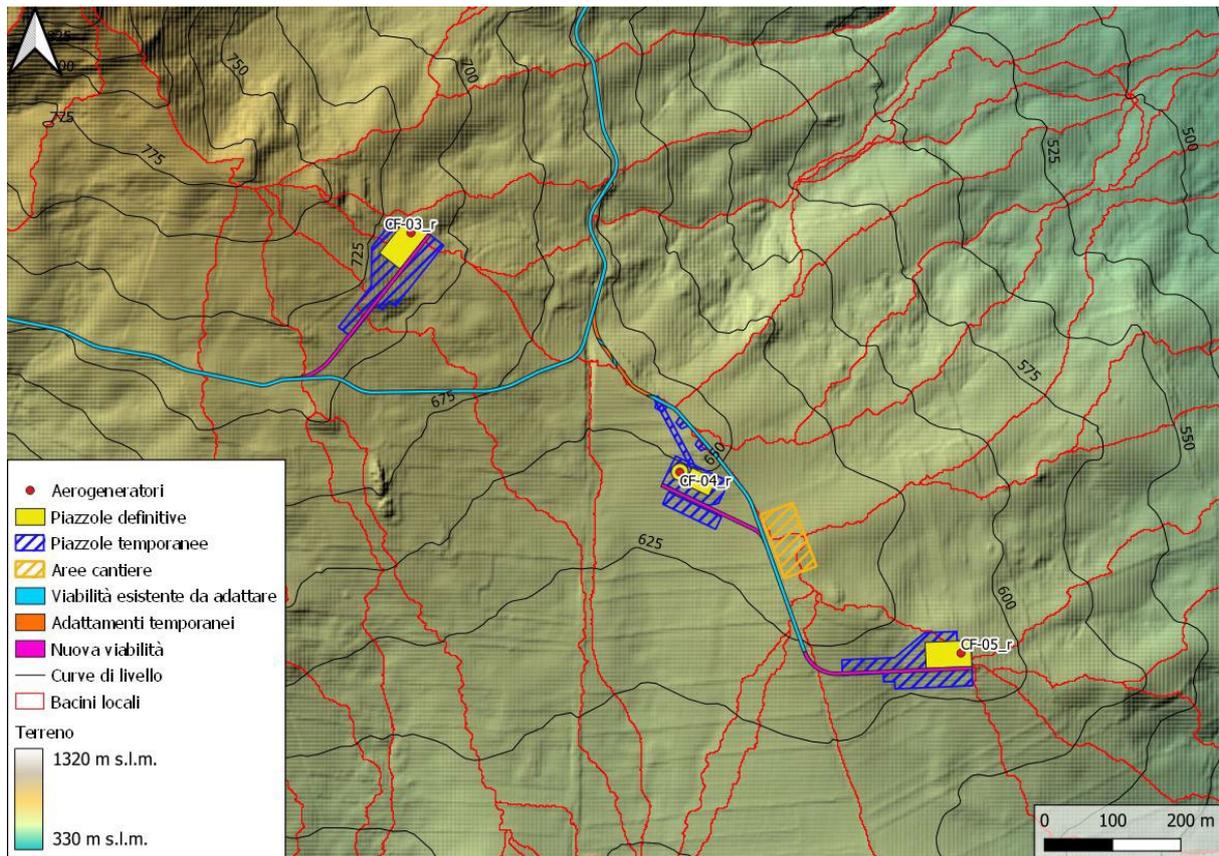


Figura 4-5 Inquadramento aerogeneratori CF-03_r, CF-04_r e CF-05_r e bacini locali su DTM.

Al fine di dimensionare correttamente le opere idrauliche di progetto è necessario stimare le massime portate convogliate in corrispondenza della viabilità interna all'impianto. Tale stima prevede, in primo luogo, l'individuazione dei sottobacini caratterizzati dall'aver sezioni di chiusura lungo la viabilità di progetto oltre che le maggiori estensioni areali.

I sottobacini critici sono illustrati nei seguenti inquadramenti, sia su ortofoto che su DTM, avente risoluzione pari a 2 m.

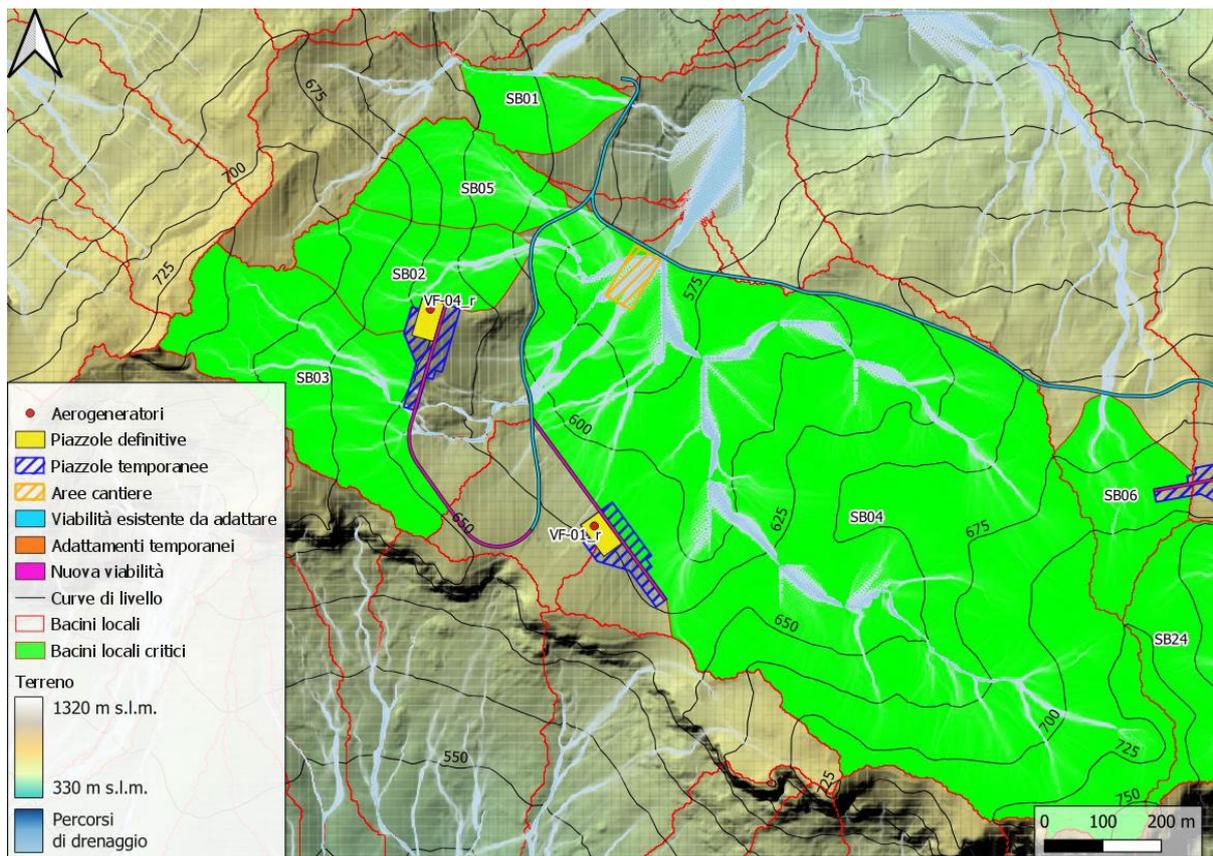


Figura 4-6 Individuazione dei sottobacini critici SB01, SB02, SB03, SB04, SB05 su DTM.

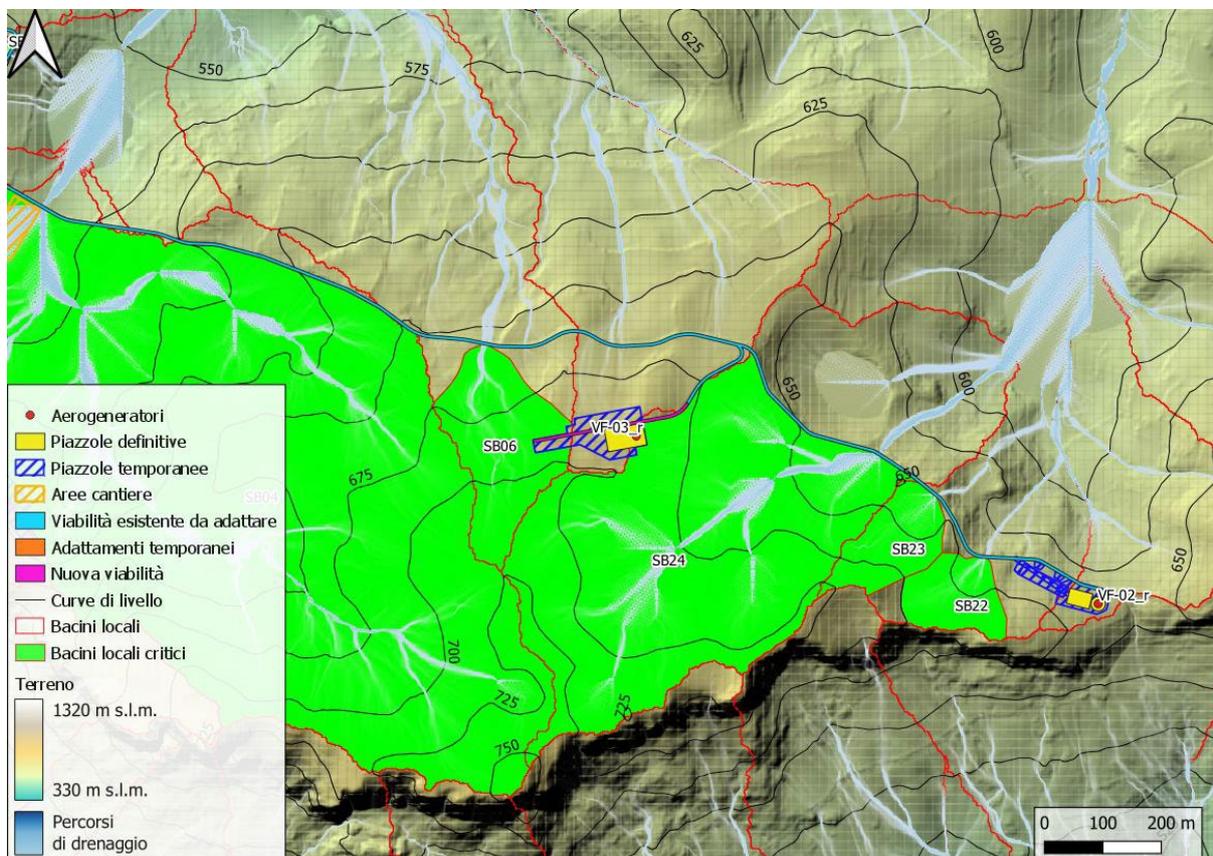


Figura 4-7 Individuazione dei sottobacini critici SB06, SB22, SB23, SB24 su DTM.

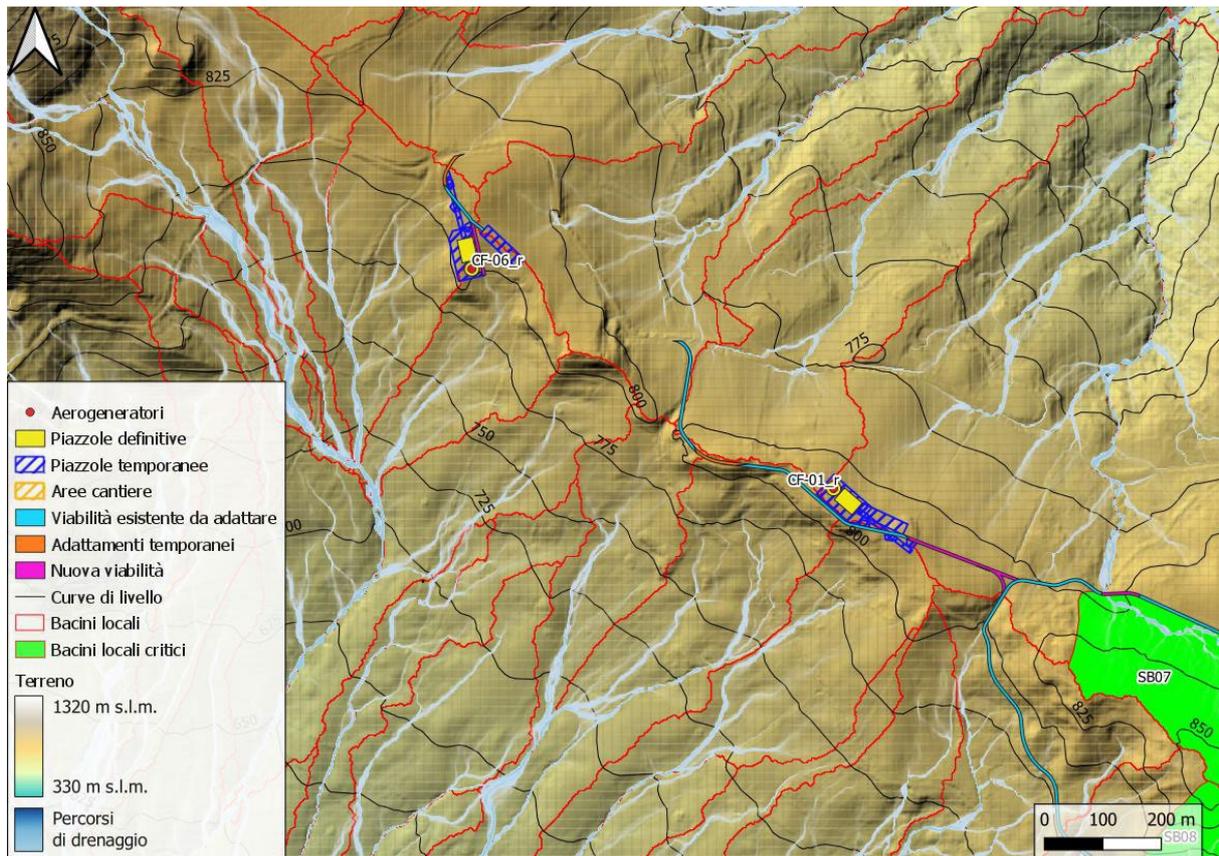


Figura 4-8 Individuazione dei sottobacini critici interessanti CF-06_r e CF-01_r su DTM (assenti).

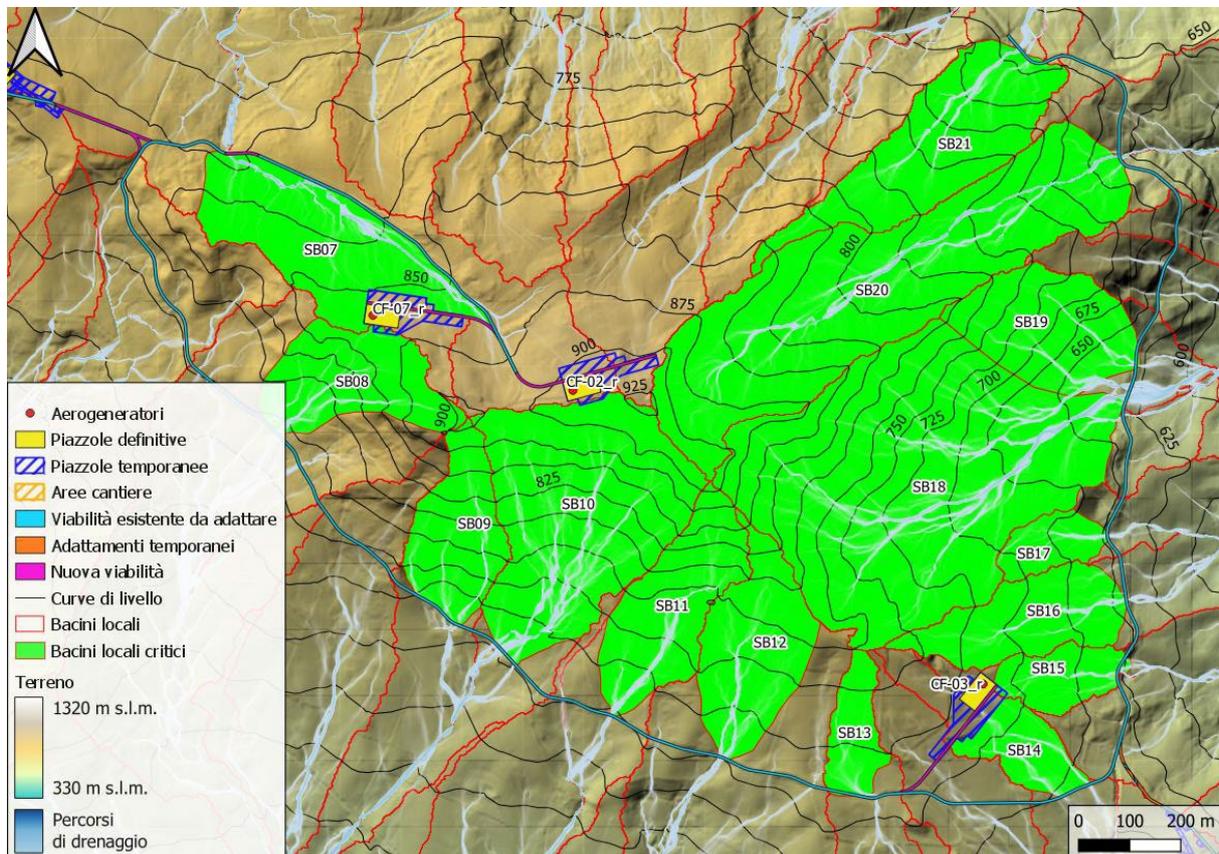


Figura 4-9 Individuazione dei sottobacini critici dal SB07 al SB21 su DTM.

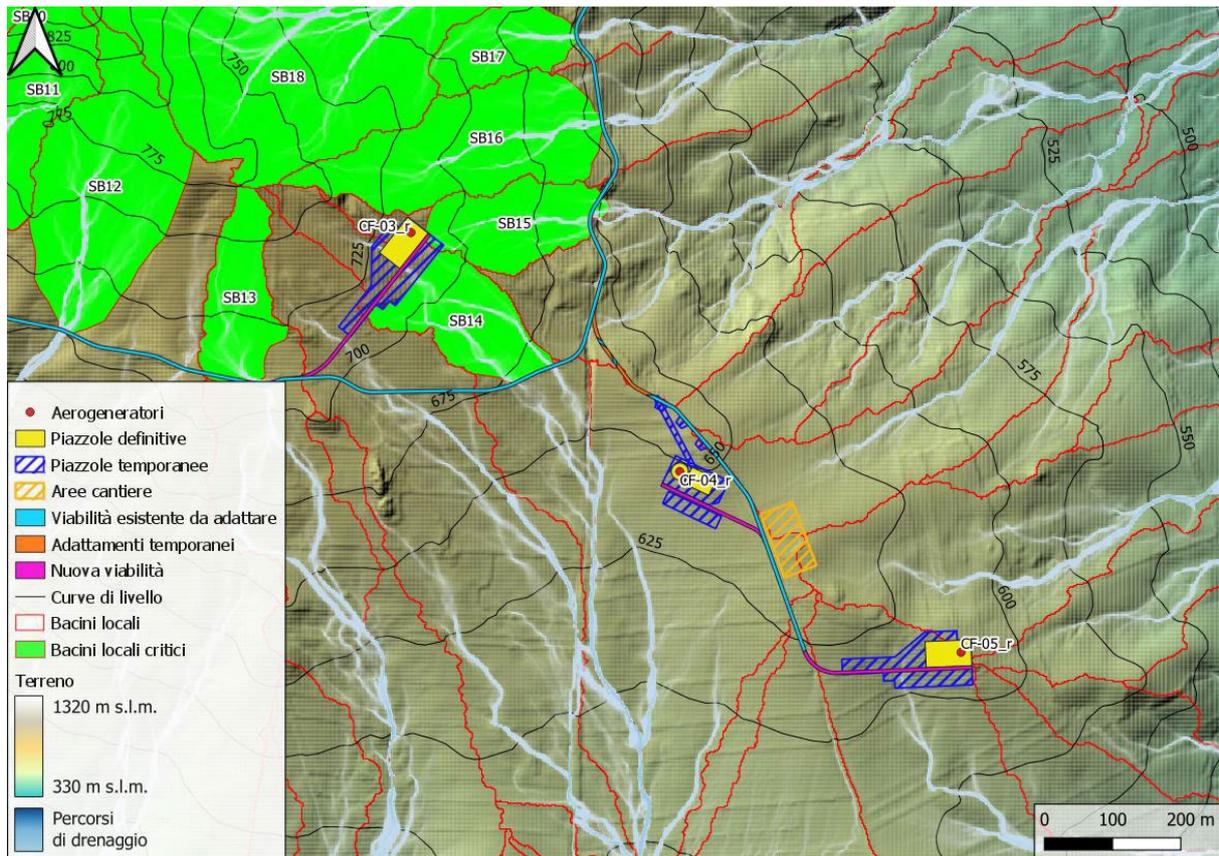


Figura 4-10 Individuazione dei sottobacini critici SB11, SB12, SB13, SB14, SB15, SB16, SB17 e sottobacini critici interessanti CF-04_r e CF-05_r (assenti) su DTM.

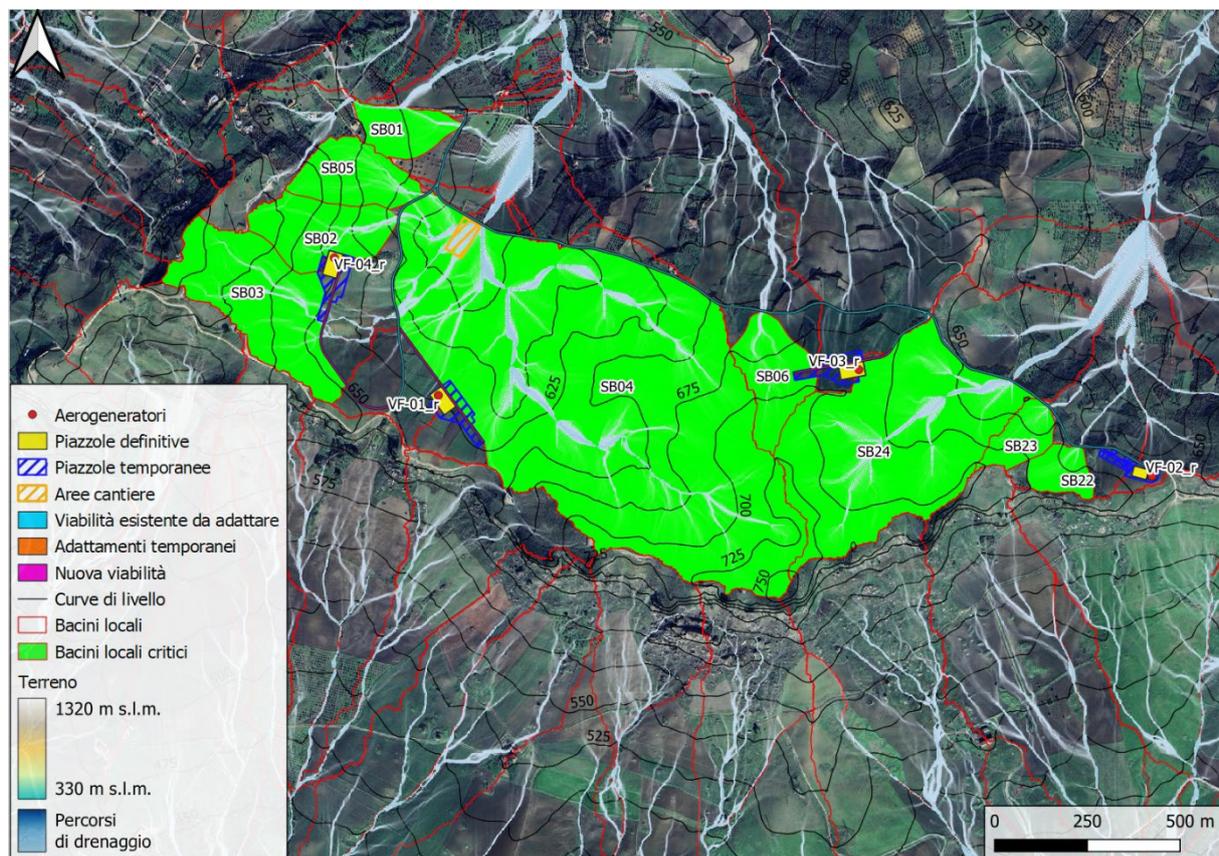


Figura 4-11 Inquadramento generale sottobacini critici su ortofoto, parte 1.

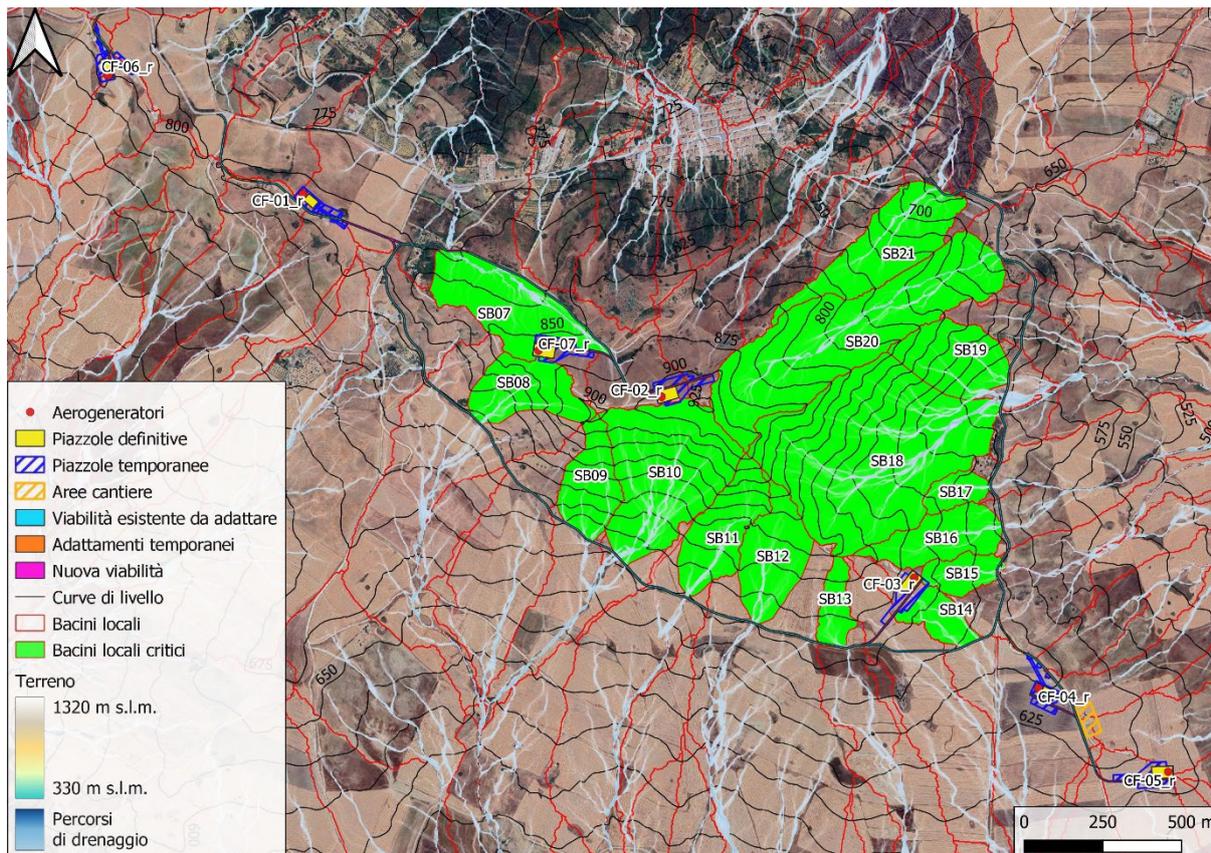


Figura 4-12 Inquadramento generale sottobacini critici su ortofoto, parte 2.

4.2 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE

Per il calcolo delle portate di piena si è deciso di adottare il metodo razionale di stima, alla cui base vi sono le seguenti assunzioni:

- La massima piena avviene per precipitazioni meteoriche con durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- Il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- La formazione delle piene ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avviene senza la formazione di invasi significativi;

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot A}{3,6 \cdot t_c} \text{ in m}^3/\text{s}$$

dove:

- c rappresenta il coefficiente di deflusso del bacino;

- h , l'altezza di massima pioggia per assegnato tempo di ritorno ed una durata pari al tempo di corrivazione del bacino (mm);
- A è la superficie del bacino (km^2);
- t_c tempo di corrivazione del bacino (h).

4.2.1 TEMPO DI CORRIVAZIONE

La determinazione del valore del tempo di corrivazione per bacini con estensione areale inferiore ai 20 km^2 come nel caso in esame è stata effettuata, in funzione delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini, mediante le formule di Pezzoli, Kirpich e Viparelli. Il tempo di corrivazione di progetto è stato poi calcolato come media dei valori ottenuti.

4.2.2 ALTEZZA DI PIOGGIA

L'altezza di pioggia massima di assegnato tempo di ritorno e durata è ricavabile dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica ricavate nel Capitolo 3 del presente elaborato. Assegnato un tempo di ritorno di progetto pari a $T_r = 25$ anni, l'equazione della linea segnalatrice si esprime come:

$$h(t, 25) = 43,665 \cdot t^{0,3641}$$

tuttavia, tale equazione ricavata mediante il modello VAPI, trova applicazione per eventi meteorici di durata maggiore ad 1 ora. Nel presente caso, trattandosi di piccoli bacini con brevi tempi di corrivazione, l'equazione di calcolo della precipitazione massima per gli eventi di breve durata si esprime:

$$h(t) = 0,208 \cdot h(1) \cdot t^{0,386} \text{ in cui } t \text{ è espresso in minuti.}$$

Tale espressione, disponibile in letteratura, è stata ricavata analizzando i dati forniti nella Tab. V degli Annali Idrologici, relativi alle precipitazioni di breve durata e notevole intensità (Ferreri G. B. & Ferro V. – 1996 – Rainfall intensity-duration-frequency relationship for South Italy. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 95).

Infine, andrebbe considerato il fatto che piogge di elevata intensità si concentrano in aree piccole, e che, a parità di durata e tempo di ritorno, l'altezza di precipitazione decresca al crescere dell'area. Per tener conto di tale fenomeno, l'altezza di pioggia stimata andrebbe rapportata secondo un fattore di riduzione areale - ARF. Tuttavia, nel caso in esame, le aree dei bacini sono inferiori ad 1 km^2 e pertanto il valore di ARF è assunto pari a 1.

4.3 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso relativo a ciascun bacino idrografico di interesse è stimato mediante il metodo del Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service (1972), il quale si basa sull'assunzione che il volume specifico (altezza) di pioggia netta (efficace) P_{net} risulta legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda P (pioggia effettiva) caduta nel medesimo intervallo temporale dalla relazione:

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

nella quale S è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione ed I_a è la cosiddetta perdita iniziale, vale a dire quel valore limite di altezza di pioggia che il terreno può trattenere nella fase iniziale del fenomeno senza che si abbia creazione di deflusso. In mancanza di adeguate osservazioni utili, per la stima di I_a si può fare ricorso alla seguente relazione:

$$I_a = 0,2 \cdot S$$

che risulta verificata in buona approssimazione.

La valutazione del valore di S può invece essere ricondotta a quella dell'indice CN (Curve Number), cui esso risulta legato dalla relazione:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

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

- Gruppo A - Scarsa potenzialità di deflusso: comprende forti spessori di sabbia con scarissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili.
- Gruppo B – Potenzialità di deflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte degli strati sabbiosi meno spessi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
- Gruppo C – Potenzialità di deflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

- Gruppo D - Potenzialità di deflusso molto elevata: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Per tali gruppi si riportano i valori del parametro CN corrispondenti a diverse tipologie di utilizzo del suolo per condizioni di umidità iniziale medie.

Tabella 2: CN in funzione di uso e tipo del suolo (Soil Conservation Service)

Tipologia di Uso del Territorio	Tipo idrologico Suolo			
	A	B	C	D
Terreno coltivato				
in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
Terreno a pascolo				
in cattive condizioni	68	79	86	89
in buone condizioni	39	61	74	80
Terreni boscosi o forestati				
in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti, prati rasati, parchi				
con copertura erbosa superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
con copertura erbosa compresa tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
con copertura erbosa inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
Aree commerciali (area impermeabile 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (area impermeabile 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali				
impermeabilità media 65%	77	85	90	92
impermeabilità media 38%	61	75	83	87
impermeabilità media 30%	57	72	81	86
impermeabilità media 25%	54	70	80	85
impermeabilità media 20%	51	68	79	84
impermeabilità media 12%	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade	98	98	98	98
Strade				
pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
con letto in ghiaia	76	85	89	91
battute in terra	72	82	87	89

Al fine di definire il valore di CN per i bacini in studio, le risultanze a seguito del sopralluogo e della *040-18.00 - Relazione geologica e geotecnica* mostrano un terreno avente tipologia di uso "Terreno a pascolo in buone condizioni" e "Spazi aperti, prati rasati, parchi con copertura erbosa superiore al 75% dell'area" e un tipo idrologico di suolo di classe C. Ne consegue un valore di CN pari a 74.



Figura 13 Immagine esemplificativa del tipo di copertura dell'area di progetto.

Una volta calcolata la pioggia netta (efficace), il coefficiente di deflusso è pari a:

$$c = \frac{P_{netta}}{P}$$

4.4 RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Di seguito sono riportati i valori di massima piena per tempo di ritorno pari a 25 anni associate ai sottobacini identificati come critici in termini di sollecitazione sulle opere di progetto dell'impianto eolico VRG 040.

Tabella 3 Esiti di valutazione delle piene di progetto.

Sottobacino	A [km ²]	L [km]	i [-]	tc [h]	h(T=25y, t=tc) [mm]	C (SCS- CN)	Q [m ³ /s]
SB1	0,030	0,304	0,135	0,04	13	0,08	0,223
SB2	0,056	0,395	0,281	0,05	15	0,09	0,386
SB3	0,112	0,414	0,184	0,07	16	0,10	0,722
SB4	0,687	1,373	0,114	0,16	22	0,13	3,502
SB5	0,046	0,222	0,171	0,04	13	0,08	0,343
SB6	0,048	0,261	0,169	0,05	14	0,09	0,345
SB7	0,091	0,622	0,109	0,11	19	0,12	0,517
SB8	0,059	0,335	0,346	0,05	14	0,09	0,423
SB9	0,051	0,322	0,447	0,04	13	0,08	0,382
SB10	0,155	0,484	0,370	0,07	16	0,10	1,001
SB11	0,067	0,444	0,324	0,06	15	0,09	0,459
SB12	0,067	0,356	0,258	0,06	15	0,10	0,450
SB13	0,024	0,198	0,202	0,04	12	0,08	0,185
SB14	0,026	0,244	0,164	0,05	14	0,09	0,190
SB15	0,026	0,240	0,225	0,04	13	0,08	0,190
SB16	0,055	0,438	0,247	0,06	15	0,10	0,369
SB17	0,020	0,126	0,230	0,02	11	0,07	0,169
SB18	0,297	0,840	0,257	0,12	20	0,12	1,653
SB19	0,066	0,248	0,379	0,04	13	0,08	0,497
SB20	0,227	0,996	0,217	0,12	20	0,12	1,248
SB21	0,095	0,404	0,265	0,07	16	0,10	0,612
SB22	0,020	0,120	0,058	0,03	12	0,07	0,160
SB23	0,023	0,171	0,146	0,03	12	0,08	0,184
SB24	0,245	0,701	0,103	0,12	20	0,12	1,344

Le portate così individuate vengono utilizzate per il dimensionamento delle tubazioni relative agli attraversamenti in corrispondenza dei punti di scarico al fine di convogliare le portate critiche intercettate a monte della viabilità in progetto in favore degli impluvi esistenti a valle.

5 OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

Al fine di garantire la longevità della viabilità e delle piazzole sarà di particolare importanza gestire correttamente le acque meteoriche attraverso un congruo ed efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle stesse.

Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

- Mantenimento delle condizioni di “equilibrio idrologico-idraulico” preesistenti agli interventi di potenziamento dell'impianto eolico attualmente in esercizio;
- Regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco in progetto, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le infrastrutture del parco eolico.

Le opere di regimazione sono state definite a partire dal DTM – Modello Digitale del Terreno dell'area in esame e dalla progettazione della viabilità del parco, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi interferenti con le opere in progetto e le caratteristiche planimetriche ed altimetriche della nuova viabilità interna all'impianto.

5.1 OPERE IDRAULICHE DI PROGETTO

Questo paragrafo presenta le opere idrauliche che verranno implementate per una adeguata gestione dei deflussi superficiali.

5.1.1 FOSSI DI GUARDIA

È previsto l'impiego di quattro tipologie di fossi di guardia a seconda delle caratteristiche di portata e pendenza di ciascun tratto stradale. In particolare:

- Fosso di guardia di tipo 1 per $Q \leq 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ e $i \leq 6,00\%$;
- Fosso di guardia di tipo 1P per $Q \leq 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ e $6,00\% < i \leq 11,00\%$;
- Fosso di guardia di tipo 2 per $Q > 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ e $i \leq 6,00\%$;
- Fosso di guardia di tipo 2P per $Q > 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ e $6,00\% < i \leq 11,00\%$.

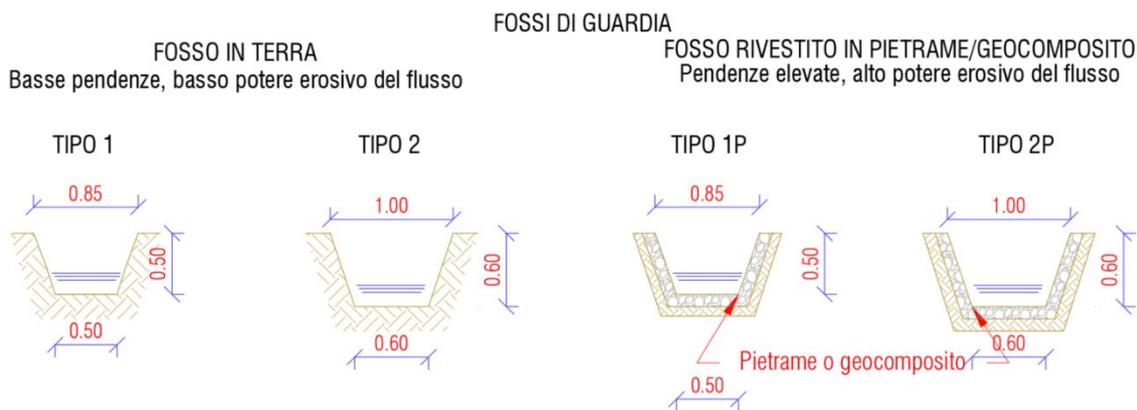


Figura 5-1 Fossi di guardia tipici.

I fossi di guardia di tipo -P presentano il fondo rivestito in pietrame di media pezzatura, o in alternativa, da un geocomposito costituito dall'accoppiamento di una geostuoia sul lato superiore, un tessuto non-tessuto intermedio e una pellicola impermeabile sul lato inferiore, in modo da ridurre l'azione erosiva delle acque meteoriche intercettate nei tratti più pendenti.

Nei tratti caratterizzati da pendenze superiori all'11% e nel caso in cui si utilizzi il pietrame al posto del geocomposito, i fossi di guardia potranno presentare briglie in legname con sponde e fondo in pietrame. Tali briglie, poste in opera con una distanza variabile in funzione delle caratteristiche del tratto stradale, avranno lo scopo di ridurre la pendenza del fosso di guardia attraverso la naturale deposizione di materiale solido limitando così l'azione erosiva dell'acqua.

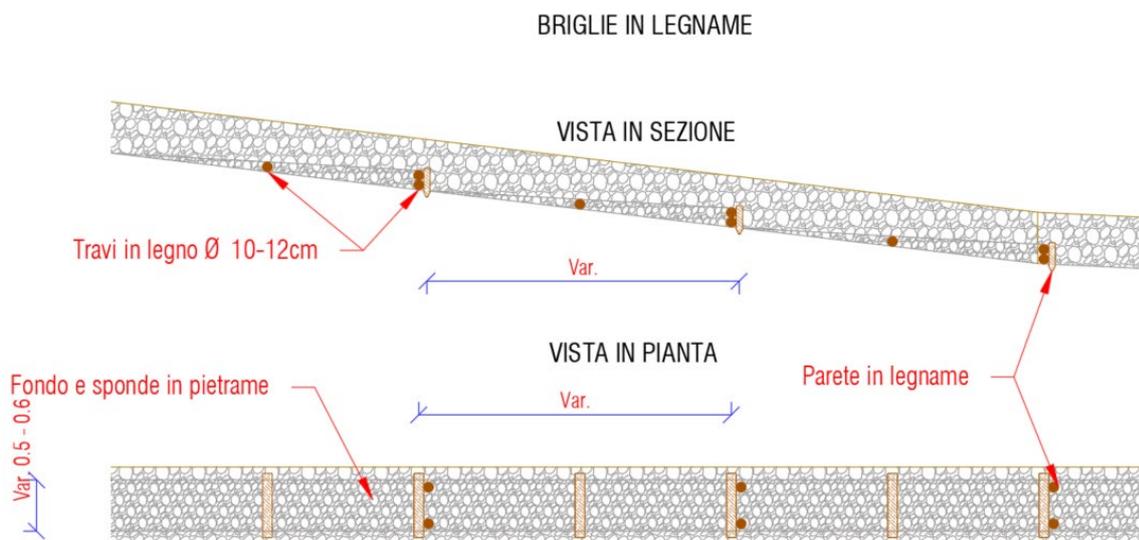


Figura 5-2 Briglie in legname tipiche.

5.1.2 ATTRAVERSAMENTI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI DI SCARICO

Si tratta di attraversamenti del rilevato stradale resi necessari per lo scarico, presso gli impluvi esistenti, delle acque meteoriche intercettate dai bacini idrologici con sezione di chiusura lungo la viabilità e dai fossi di guardia. Si prevede la posa degli attraversamenti in corrispondenza delle sezioni di chiusura ricadenti lungo la viabilità di progetto per quanto riguarda i bacini critici evidenziati ai capitoli precedenti. Inoltre si prevede un attraversamento ogni 500 metri di fosso di guardia.

Gli attraversamenti sono realizzati con tubazioni in HDPE corrugato SN8 di diametro variabile e prevedono in ingresso un pozzetto per ispezione e raccordo con il fosso di guardia ed in uscita lo scarico diretto presso gli impluvi esistenti, previa opera di dissipazione in pietrame.

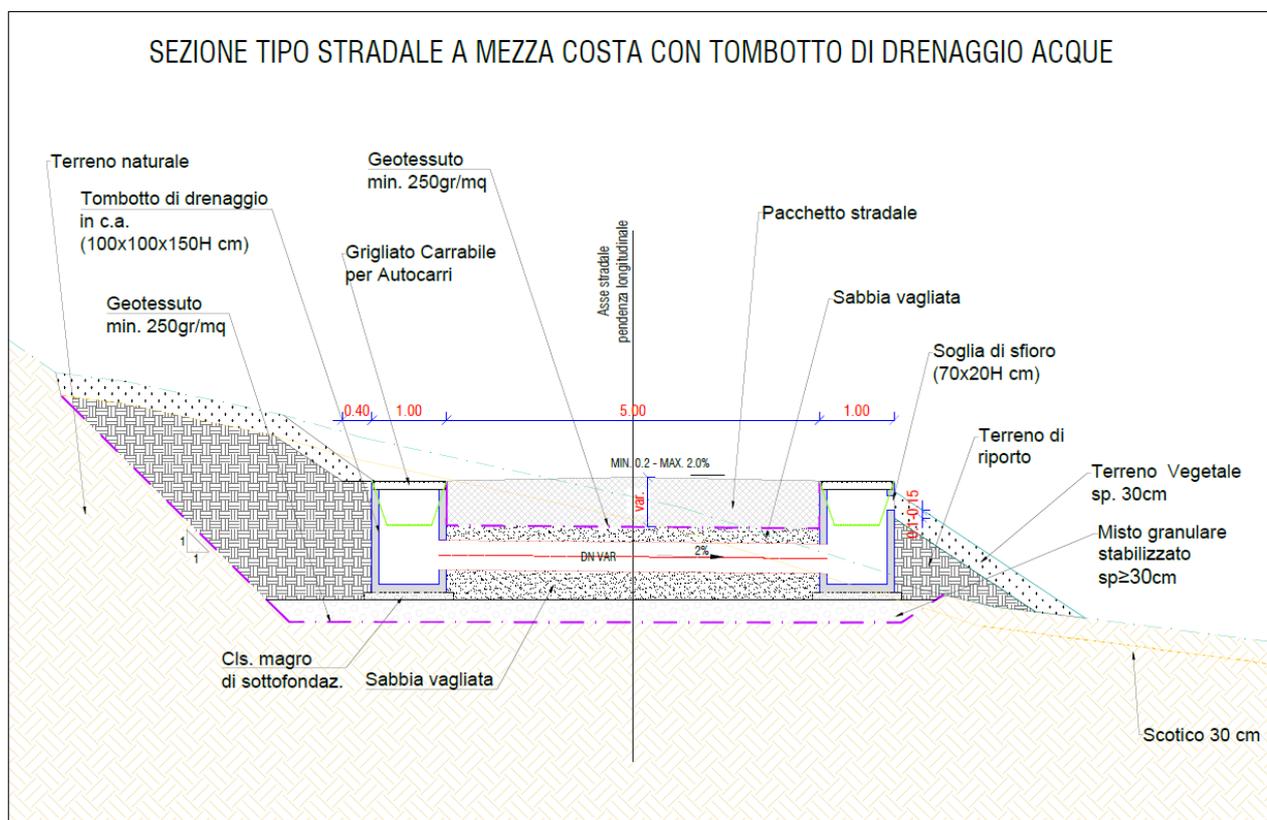


Figura 5-3 Attraversamento stradale di scarico tipico a mezza costa.

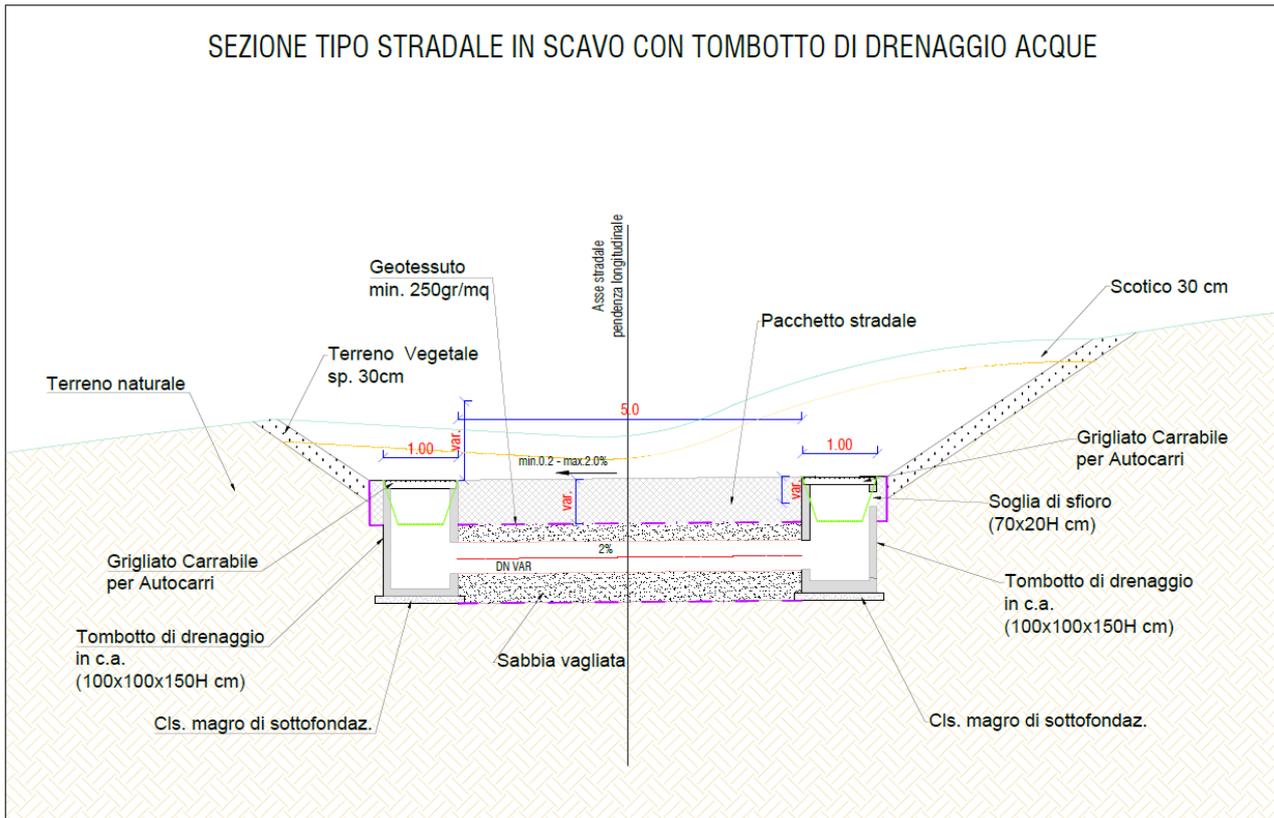


Figura 4 Attraversamento stradale tipico in scavo.

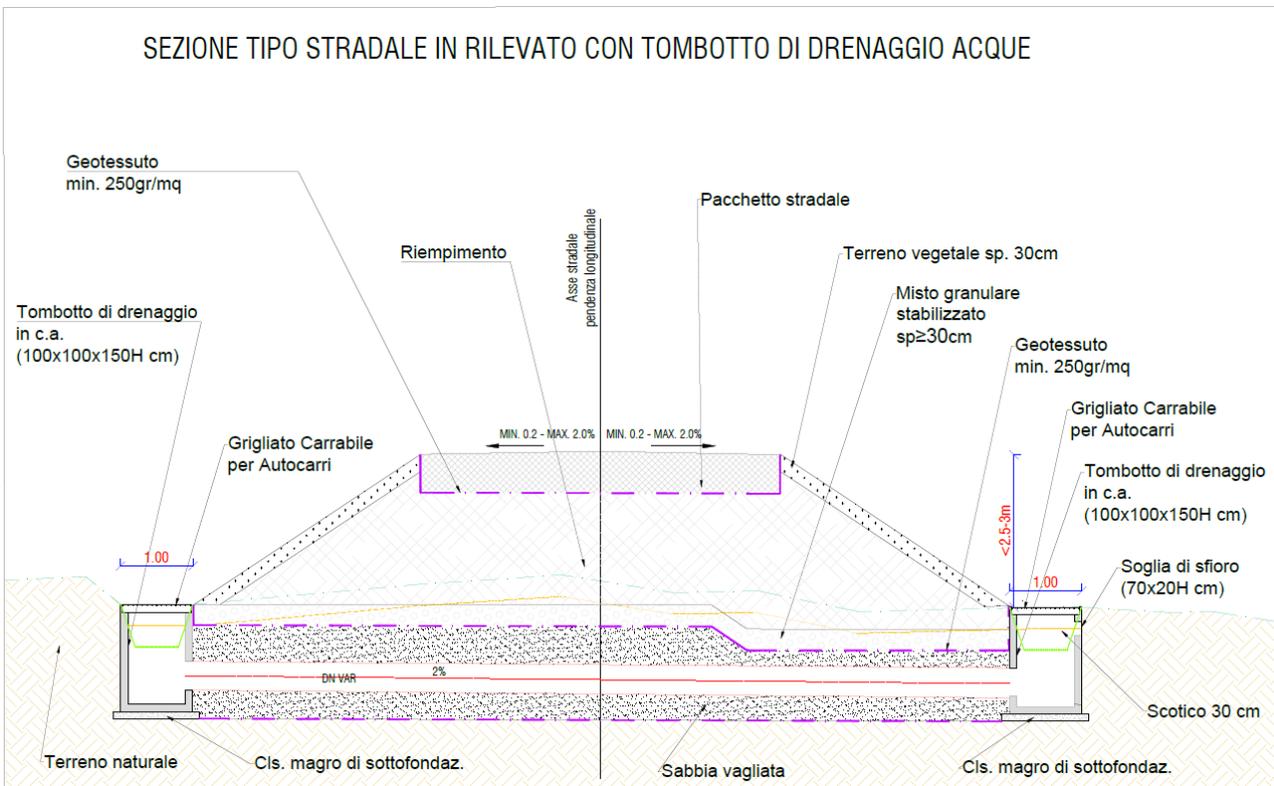


Figura 5 Attraversamento stradale tipico in rilevato.

SEZIONE TIPO ATTRAVERSAMENTO STRADALE CON TUBAZIONE IN HDPE

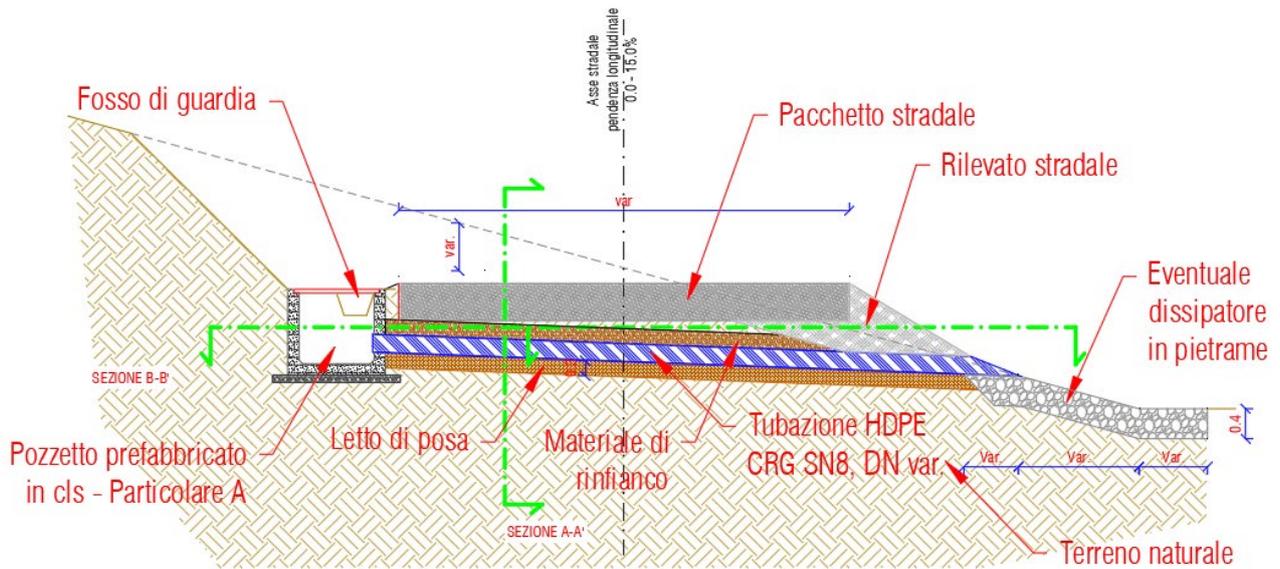


Figura 6 Attraversamento con dissipatore tipico.

Le opere di dissipazione sono poste al termine degli scarichi, in modo tale da ridurre l'energia della corrente idrica reimpressa negli impluvi naturali e limitare quindi l'erosione dei versanti. Sono previste opere di dissipazione con pietrame di differente geometria in funzione delle caratteristiche della corrente in uscita e del corpo idrico ricettore.

6 RELAZIONE DEL PROGETTO CON IL PAI

6.1 IDRAULICO

Nel seguito si propone un inquadramento degli aerogeneratori e delle opere civili rispetto al Piano per l'Assetto Idrogeologico – idraulico della regione Siciliana.



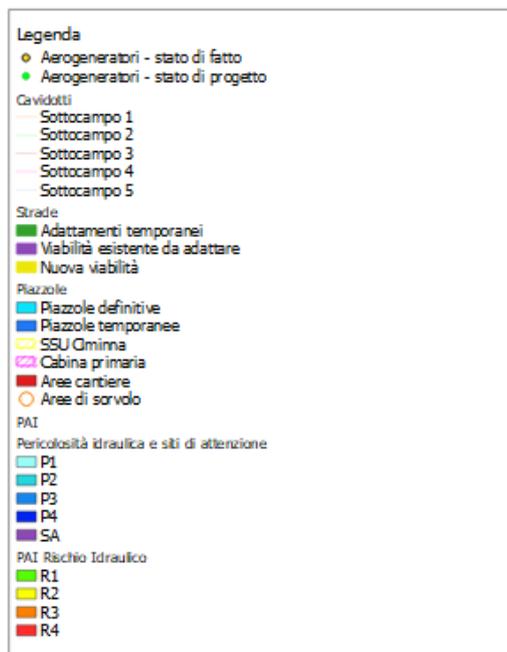


Figura 7 Relazione del progetto con il PAI idraulico.

Come si può notare, le aree interessate dal progetto sono esterne alle fasce perimetrare dal PAI, sia dal punto di vista della pericolosità, sia del rischio.

Per una visualizzazione di dettaglio si prenda visione dell'elaborato 040-57 – *Carta del Pai*.