

# Impianto eolico di Collinas

## Progetto definitivo

Oggetto:

**COL-23 – Relazione idrologica e idraulica**

Proponente:



**Sorgenia Renewables 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	26/05/2023	Prima Emissione	M. Da Ros	R. Keffer	P. Polinelli
Fase progetto: <b>Definitivo</b>			Formato elaborato: <b>A4</b>		

Nome File: **COL.23 - Relazione idrologica e idraulica.docx**

# Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
1.1	Descrizione del proponente	5
1.2	Contenuti della relazione	5
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGRAFICO</b>	<b>9</b>
3.1	<b>CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI INTERESSATI</b>	<b>9</b>
3.1.1	UNITÀ IDROGRAFICA OMOGENEA FLUMINI MANNU DI PABILLONIS-MOGORO	9
<b>4</b>	<b>STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA</b>	<b>17</b>
4.1	MODELLO TCEV	17
4.2	RISULTATI	20
<b>5</b>	<b>STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO</b>	<b>22</b>
5.1	INDIVIDUAZIONE DEI SOTTO-BACINI CRITICI	22
5.2	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE	31
5.2.1	TEMPO DI CORRIVAZIONE	31
5.2.2	ALTEZZA DI PIOGGIA	32
5.3	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	Error! Bookmark not defined.
5.4	RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	35
<b>6</b>	<b>OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA</b>	<b>36</b>
6.1	OPERE IDRAULICHE IN PROGETTO	36
6.1.1	FOSSI DI GUARDIA	38
6.1.2	ATTRAVERSAMENTI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI DI SCARICO	Error! Bookmark not defined.
6.1.3	CANALETTE TRASVERSALI	Error! Bookmark not defined.
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>40</b>

# Indice delle figure

Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto di Collinas .....	7
Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto eolico Collinas.....	8
Figura 3-1 Inquadramento idrografico -Stralcio della Tav. 2-Idrografia Superficiale del Piano di Tutela delle Acque (PTA).....	9
Figura 3-2 U.I.O. del Mannu di Pabillonis - Mogoro .....	10
Figura 3-3 Piano di Tutela delle acque - stralcio tavola 5/3a-b sull'area di progetto.....	13
Figura 3-4 Legenda tavola 5/3a-b PTA.....	13
Figura 3-5 Grafico piovosità mensile media per la stazione di Villacidro (1922-2007) .....	15
Figura 3-6 Grafico piovosità mensile media per la stazione di Pabillonis (1922-2007) .....	15
Figura 3-7 Grafico piovosità mensile media per la stazione di Sardara (1922-2007) .....	16
Figura 4-1 Ripartizione del territorio regionale in tre sottozone omogenee e area di progetto in rosso.....	18
Figura 4-2 Isoiete della pioggia indice al terzo livello di regionalizzazione.....	19
Figura 4-3 Curve di Possibilità Pluviometrica per l'area di progetto di Collinas.....	21
Figura 5-1 Inquadramento aerogeneratori CO01-CO02-CO03 e bacini locali su DTM.....	23
Figura 5-2 Inquadramento aerogeneratore CO04 e bacini locali su DTM.....	23
Figura 5-3 Inquadramento aerogeneratore CO05 e bacini locali su DTM.....	24
Figura 5-4 Inquadramento aerogeneratore CO06 e bacini locali su DTM.....	24
Figura 5-5 Inquadramento aerogeneratore CO07 e bacini locali su DTM.....	25
Figura 5-6 Inquadramento aerogeneratore CO08 e bacini locali su DTM.....	25
Figura 5-7 Inquadramento sotto-bacini critici per le turbine CO01-CO02-CO03. ....	26
Figura 5-8 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO04. ....	27
Figura 5-9 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO05. ....	27
Figura 5-10 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO06. ....	28
Figura 5-11 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO07. ....	28
Figura 5-12 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO08. ....	29
Figura 5-13 Inquadramento sotto-bacini critici su ortofoto per le turbine CO01, CO02, CO03, CO04.....	29
Figura 5-14 Inquadramento sotto-bacini critici su ortofoto per le turbine CO05, CO06, CO07. ....	30

Figura 5-15 Inquadramento sotto-bacini critici su ortofoto per la turbina CO08.....	30
Figura 5-16 Analisi Curve Number -sottobacini critici turbine CO01, CO02, CO03, CO04. ....	33
Figura 5-17 Analisi Curve Number -sottobacini critici turbine CO05, CO06, CO07.....	34
Figura 5-18Analisi Curve Number -sottobacini critici turbina CO08. ....	34
Figura 6-1 Fossi di guardia tipici.....	38
Figura 6-2 Briglie in legname tipiche. ....	39
Figura 6-3 Attraversamento stradale di scarico tipico. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 6-4 Canaletta di raccolta trasversale tipica.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## 1 PREMESSA

La società Sorgenia Renewables S.r.l, d'ora in avanti il Proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia del Sud Sardegna, in agro del Comune di Collinas.

L'impianto sarà costituito da 8 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6 MW, per una potenza installata complessiva fino a 48 MW.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas in data 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita da un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 380/150/36 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" (nel seguito "nuova SE").

Le opere oggetto del presente progetto sono sintetizzate di seguito:

- parco eolico composto da 8 aerogeneratori, da 6 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 380/150/36 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 380 kV "Ittiri-Selargius";
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto a 150 kV di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 130 GWh/anno (Produzione Media Annuale P50), che consente di risparmiare almeno 24.000 TEP/anno (fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh) e di evitare almeno 64.000 ton/anno di emissioni di CO<sub>2</sub> (fonte ISPRA, 2020: 493,80 gCO<sub>2</sub>/kWh).

## **1.1 Descrizione del Proponente**

Il soggetto Proponente del progetto in esame è Sorgenia Renewables 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 Sorgenia Renewables 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**

La presente relazione costituisce la relazione idrologica e idraulica del progetto definitivo.

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

Nel capitolo 3 viene presentato l'inquadramento idrografico dell'opera in progetto, identificandone i differenti bacini idrografici. Viene fornita una descrizione di ogni bacino interessato.

Il capitolo 4 illustra la metodologia di calcolo per la stima delle curve di possibilità pluviometrica ed i risultati di tale calcolo.

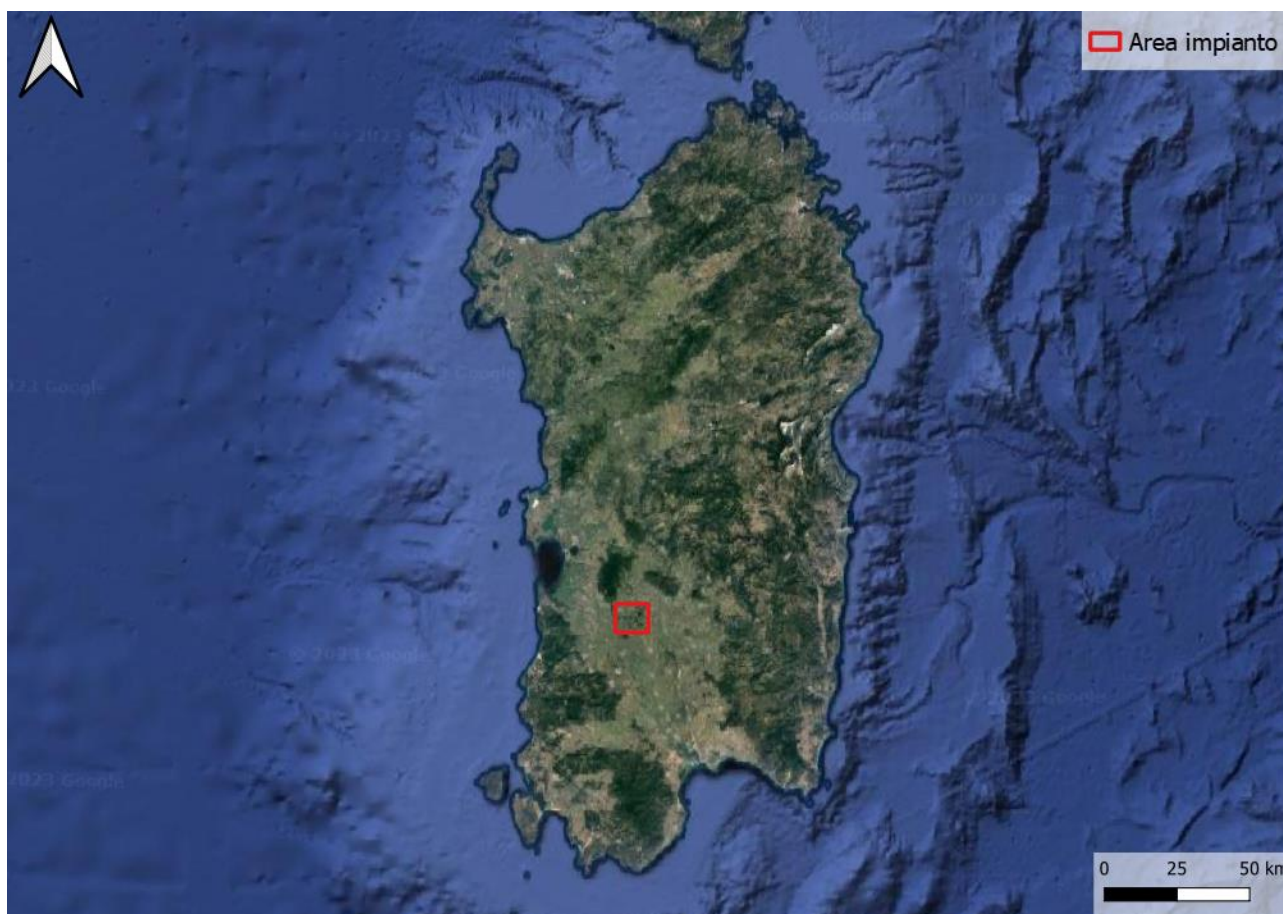
Il capitolo 5 illustra la metodologia di calcolo per la stima delle portate di acque meteoriche da drenare ed i risultati di tale calcolo.

Infine, nel capitolo 6 vengono presentate le opere di progetto finalizzate alla regimazione delle acque meteoriche.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in cui sarà ubicato il parco eolico di nuova costruzione è collocato nel comune di Collinas, nella provincia del Sud Sardegna, nella Regione Sardegna.

L'impianto eolico di Collinas è localizzato a circa 45 km dal capoluogo, a circa 1,2 km dal centro urbano del comune di Collinas, ed a circa 8 km in direzione nord-ovest dal centro abitato del comune di Sanluri.



**Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto di Collinas**

L'impianto eolico di Collinas è situato in una zona prevalentemente collinare non boschiva caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 300 m s.l.m., con sporadiche formazioni di arbusti e la presenza di terreni seminativi/incolti.

Le turbine del parco eolico ricadono all' interno dei seguenti fogli catastali:

- Fogli 1,4, 7, 9, 10, 22 nel Comune di Collinas.

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





**Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto eolico Collinas**

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

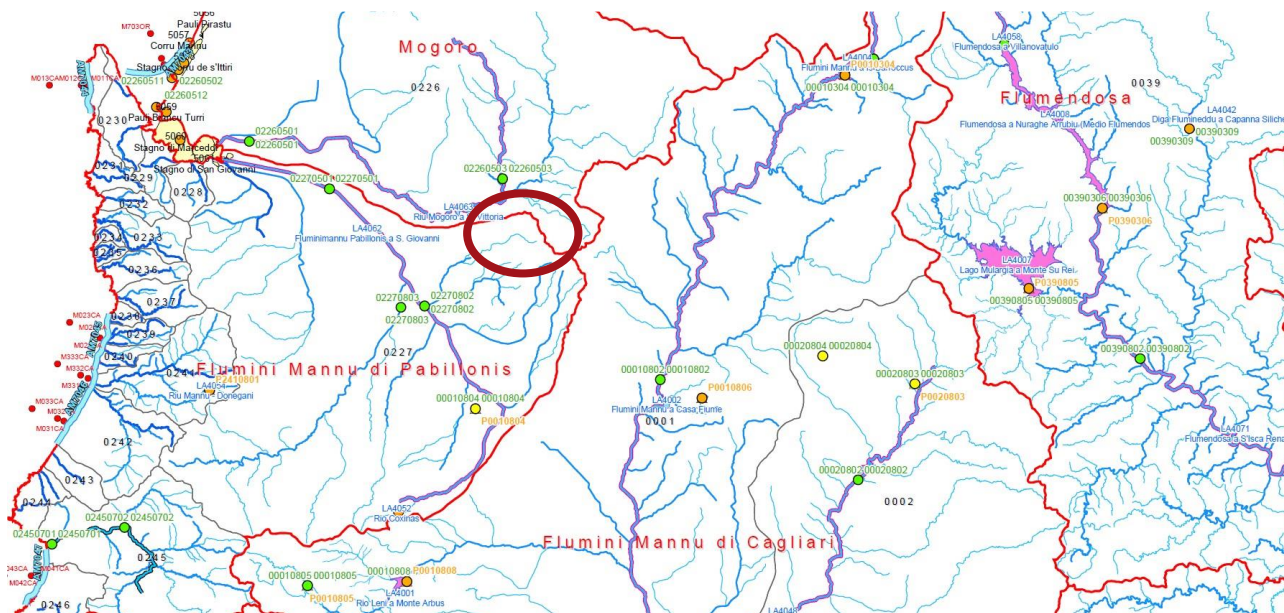
**Tabella 2-1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione**

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]
CO01	Collinas	481841	4388538
CO02	Collinas	482705	4388489
CO03	Collinas	482834	4389529
CO04	Collinas	484824	4390072
CO05	Collinas	485765	4389899
CO06	Collinas	486631	4389443
CO07	Collinas	487941	4388648
CO08	Collinas	487087	4386511

## 3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'impianto eolico Greenfield "Collinas" ricade in corrispondenza dello spartiacque di due bacini:

- Bacino del Flumini Mannu di Pabillonis.
- Bacino di Mogoro.



**Figura 3-1 Inquadramento idrografico -Stralcio della Tav. 2-Idrografia Superficiale del Piano di Tutela delle Acque (PTA)**

I sopracitati bacini fanno parte della stessa Unità Idrografica Omogenea (U.I.O) denominata "Flumini Mannu di Pabillonis - Mogoro".

### 3.1 CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI INTERESSATI

#### 3.1.1 UNITÀ IDROGRAFICA OMOGENEA FLUMINI MANNU DI PABILLONIS- MOGORO

##### 3.1.1.1 Inquadramento territoriale

L' U.I.O. del Mannu di Pabillonis – Mogoro ha un'estensione di circa 1710,25 Km<sup>2</sup>. Essa comprende oltre ai due bacini principali, quello del Flumini Mannu di Pabillonis e quello del Riu Mogoro Diversivo, una serie di bacini costieri che interessano la costa sud - occidentale della Sardegna a partire dal Golfo di Oristano sino ad arrivare a Capo Pecora, nel comune di Buggerru.

La U.I.O. è delimitata a sud dalle pendici settentrionali del massiccio del Linas-Marganai, a nord e a est dalla fossa del Campidano, mentre a ovest troviamo la fascia costiera. Le quote variano da 0 m s.l.m. nelle aree costiere ai 1236 m s.l.m. di Punta Perda de Sa Mesa nel massiccio del Linas.

I corsi d'acqua principali, da cui prendono il nome gli omonimi bacini sono:

- Il Flumini Mannu di Pabillonis,

- Il Riu Mogoro Diversivo.

Altri corsi d'acqua importanti in quest'area sono, oltre al Rio Mannu di Fluminimaggiore, il Rio Naracauli e il Rio Piscinas che drenano le aree minerarie dismesse dell'Arburese – Guspinese. Inoltre, si segnala l'importanza del Riu Merd'e Cani che drena le acque provenienti dalle pendici settentrionali del Monte Arci e finisce il suo corso in un'altra area umida, quella dello Stagno di Santa Giusta. Quest'ultimo, insieme agli stagni di Marceddì, San Giovanni e S'Ena Arrubia ed alcuni corpi idrici minori costituiscono un vasto sistema di aree umide costiere che caratterizzano da nord a sud questa U.I.O.



*Figura 3-2 U.I.O. del Mannu di Pabillonis - Mogoro*

### 3.1.1.2 Morfologia

I rilievi che fanno da sorgente ai diversi ruscelli affluenti di sinistra del Flumini Mannu di Pabillonis sono costituiti da graniti carbonifero-permiani e rocce scistose paleozoiche, nel settore Sud-Ovest, e da rocce effusive andesitiche dell'Oligo-Miocene, nella area occidentale (complesso del Monte Arcuentu).

Il corso del Flumini Mannu di Pabillonis è impostato sulle alluvioni oloceniche, costituite da ghiaie, sabbie, argille e limi, costituenti la pianura del Campidano.

Tra i rilievi e la pianura affiorano estesamente le rocce sedimentarie del Pleistocene, costituite da arenarie eoliche wurmiane.

Sia sulle rocce paleozoiche che su quelle quaternarie il reticolo ha un modello angolato, con un'asta principale sulla quale si innestano ortogonalmente i rami secondari.

Nelle rocce granitiche la densità di drenaggio è elevata e il reticolo ben sviluppato.

Nella parte settentrionale dell'unità, quella relativa al bacino del Riu Mogoro Diversivo, si ha una prevalenza di litologie databili tra l'Eocene e l'Olocene.

Il settore più orientale del bacino è occupato dai depositi marini di arenarie e marne mioceniche e da sedimenti continentali miocenici di conglomerati e arenarie con banchi di selce e livelli tuffici. Tale area è caratterizzata da morfologia collinare.

Nella parte centrale del bacino sorge il rilievo del Monte Arci, formatosi durante le eruzioni post-mioceniche, che hanno dato luogo all'apparato vulcanico di maggiori dimensioni della Sardegna. Le lave sono costituite da espandimenti ignimbrici di rioliti, riodaciti, daciti porfiriche vetrose e bollose del Pliocene e sono sormontati da basalti alcalini e transizionali, andesiti basaltiche, trachiti e fonoliti del Plio-Pleistocene. Le lave più acide sono profondamente incise e danno origine a rilievi accidentati, mentre quelle basaltiche assumono una giacitura tabulare.

Un gradino morfologico separa il versante occidentale del rilievo dalla pianura sedimentaria quaternaria, costituita da depositi eolici pleistocenici e da alluvioni oloceniche.

### **3.1.1.3 Uso del suolo**

Nella U.I.O. del Mannu di Pabillonis – Mogoro i Seminativi costituiscono la tipologia di uso del suolo più diffusa (33,7%), seguito dalle Zone a vegetazione arbustiva e/o erbacea (27%). Di minore entità, ma non trascurabili, sono anche le Zone Agricole Eterogenee (17,9%), tra cui prevalgono i Sistemi Colturali e Particellari Complessi e le Zone Boscate (10,6%).

Nello specifico, nelle aree occupate da Seminativi, circa il 70,5% è interessato da Seminativi in Aree non Irrigue, e quindi circa il 29,5% da Seminativi in Aree Irrigue. Le aree pianeggianti del Campidano sono interessate prevalentemente da aree coltivate, nelle aree collinari lungo le pendici settentrionali del massiccio del Linas sono diffuse anche le Colture Permanenti, che complessivamente occupano il 4% della superficie dell'intera U.I.O.. Tra queste ultime prevalgono i Vigneti (42,2%), seguiti dagli Oliveti (38,7%) e dai Frutteti (19,1%).

### **3.1.1.4 Idrografia**

Il Flumini Mannu ha origine sulle colline ad est di Sardara, dalla confluenza di due torrenti nei pressi di Pabillonis, il rio Belu e il rio Malu; il suo corso si dirige verso nord attraversando il comune di San Nicolò d'Arciano per sfociare nello stagno di S. Giovanni.

Drena una superficie di 593,3 Km<sup>2</sup>, con una lunghezza dell'asta principale di circa 42 km. I suoi affluenti principali sono il Rio Belu e il Rio Sitzerrì che drenano tutta la parte orientale del massiccio dell'Arburensis. Il Rio Belu, che nella parte alta è denominato Terramaistus, ha origine nel gruppo del Linas. Il Rio Sitzerrì, chiamato nel primo tratto Riu di Montevecchio, poichè sorge nei pressi della vecchia miniera di Montevecchio, è stato inalveato nella parte terminale in modo tale da farlo sversare direttamente nello stagno di S. Giovanni.

Il Riu Mogoro Diversivo, che ha le sue sorgenti nelle pendici meridionali del Monte Arci, sfocia anch'esso nella parte meridionale del Golfo d'Oristano nella complessa area umida degli stagni di Marceddì e San Giovanni, in cui si trovano diverse aree dove viene praticata l'itticoltura. Drena un'area di 590 Km<sup>2</sup> e la sua asta principale misura circa 44 km di lunghezza.

Entrambi i corsi d'acqua principali sono definiti "significativi" ai sensi del D.Lgs. 152/99.

Nella tabella successiva vengono elencati i corsi d'acqua secondari del Bacino Flumini Mannu di Pabillonis.

**Tabella 3-1 Elenco dei corsi d'acqua del 2° ordine appartenenti alla U.I.O. Flumini Mannu di Pabillonis- Mogoro**

<b>Cod. Bacino 1° ord. di appart.</b>	<b>Nome Bacino 1°ord. di appartenenza</b>	<b>Codice Corpo Idrico</b>	<b>Nome Corpo Idrico</b>	<b>Lunghezza Asta (km)</b>
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0002	Flumini Bellu	29,78
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0011	Riu Arianna	5,68
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0014	Canale s'Acqua Cotta	8,30
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0020	Riu Trottu	9,68
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0022	Riu Santa Maria Maddalena	7,45
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0025	Riu Bruncu Fenogu	12,44
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0030	Torrente Sitzerrì	16,99
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0036	Riu di Monti Ois	3,48
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0037	Riu Gentilis	5,68
0227	Flumini Mannu di Pabillonis	0041	Riu di Cuccuru Casu	12,96

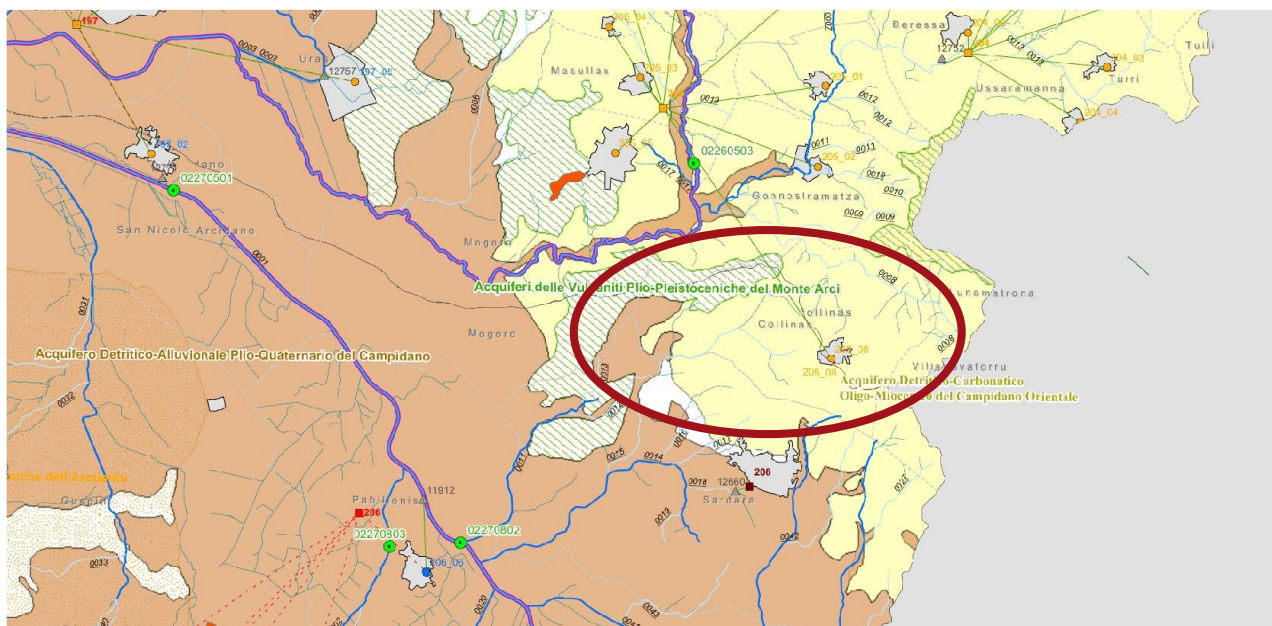


Figura 3-3 Piano di Tutela delle acque - stralcio tavola 5/3a-b sull'area di progetto.

### Legenda

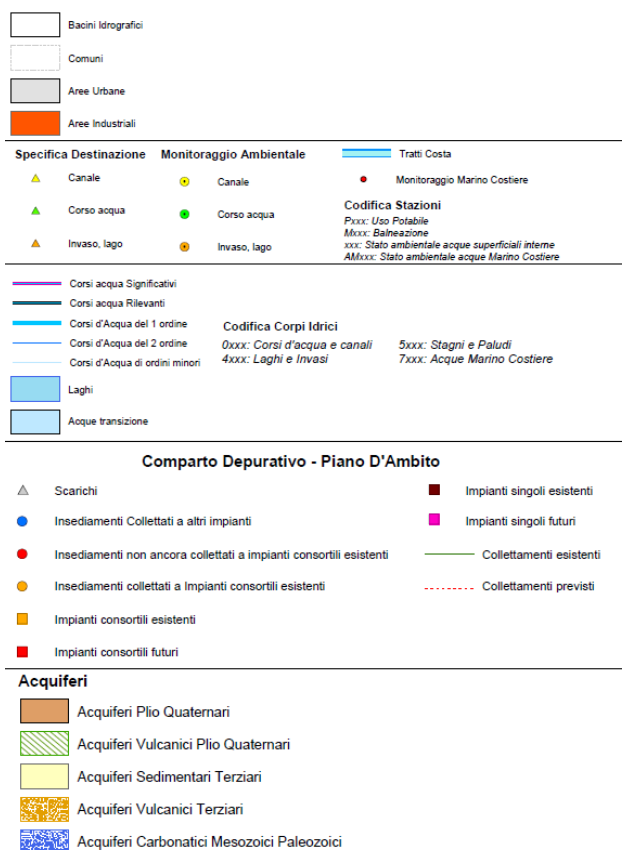


Figura 3-4 Legenda tavola 5/3a-b PTA.

### 3.1.1.5 Pluviometria e climatologia

La caratterizzazione del clima del territorio del bacino dell'U.I.O. del Mannu di Pabillonis – Mogoro è basata sui dati delle stazioni pluviometriche ricadenti all'interno del bacino (Tabella 3-2).

**Tabella 3-2 Elenco delle stazioni pluviometriche nell'U.I.O. del Flumini Mannu di Pabillonis-Mogoro.**

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m.s.l.m.)	COORDINATE
Villacidro	1922-2007	Pluviometro	267	39°27'29.08"N 8°44'32.54"E
Pabillonis	1922-2007	Pluviometro	42	39°35'32.53"N 8°43'18.2"E
Sardara	1922-2007	Pluviometro	163	39°36'50.00"N 8°49'17.43"E

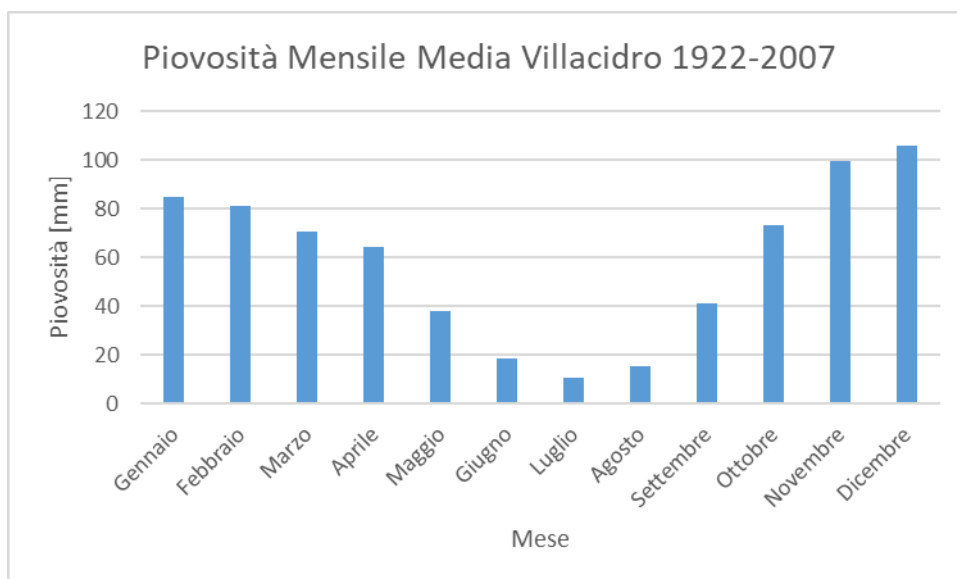
Per l'analisi delle condizioni pluviometriche, si è fatto riferimento ai dati registrati nelle tre stazioni del bacino più vicine al sito di progetto e riportate in Tabella 3-3.

**Tabella 3-3 Piovosità mensile media per le stazioni pluviometriche site all'interno dell' U.I.O. del Flumini Mannu di Pabillonis-Mogoro.**

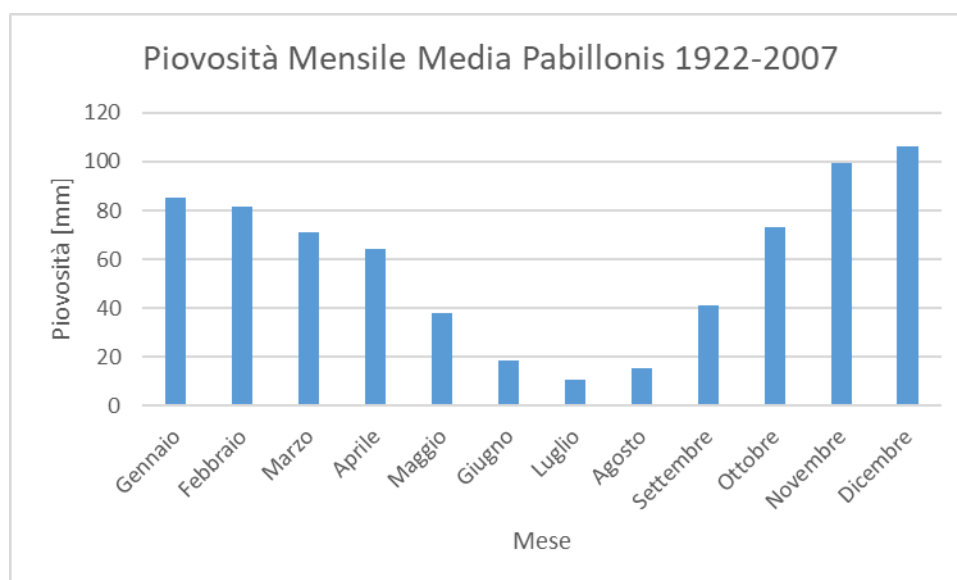
Piovosità mensile media [mm]			
Mese	Stazione di Sardara	Stazione di Villacidro	Stazione di Pabillonis
Gennaio	78	85	66
Febbraio	68	81	62
Marzo	59	71	52
Aprile	60	64	50
Maggio	43	38	34
Giugno	20	18	17
Luglio	12	11	10
Agosto	13	16	13
Settembre	40	41	41
Ottobre	65	73	66
Novembre	83	100	81
Dicembre	89	196	86
<b>Annuale Media</b>	<b>632</b>	<b>795</b>	<b>578</b>

Considerando i dati relativi al periodo compreso tra il 1922 e il 2007, l'analisi del regime pluviometrico evidenzia come il valore di piovosità media annua sia attorno ai 578-795 mm. I mesi più piovosi sono i mesi di novembre e dicembre dove si toccano i 100/200 mm di pioggia media. I mesi estivi si confermano invece come il periodo più asciutto, soprattutto luglio e agosto, in cui i valori medi delle stazioni di riferimento non salgono sopra i 20 mm mensili. È interessante notare che la stazione pluviometrica più piovosa (Villacidro) è localizzata ai piedi dell'area montuosa del Santu Miali, fattore che ne influenza la piovosità con circa 160 mm in più di media all'anno.

Nelle figure riportate in seguito sono riportate le precipitazioni medie mensili in formato grafico.

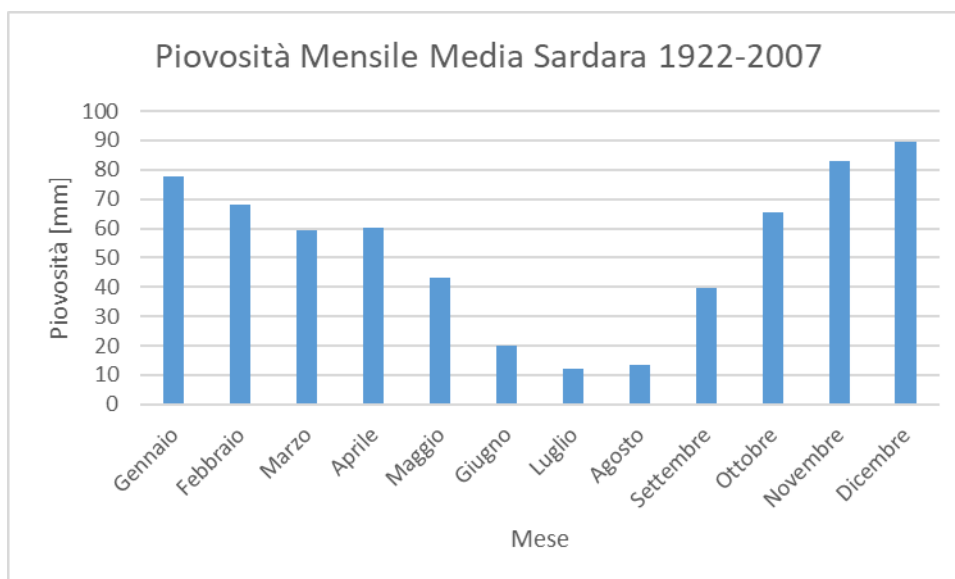


**Figura 3-5 Grafico piovosità mensile media per la stazione di Villacidro (1922-2007)**



**Figura 3-6 Grafico piovosità mensile media per la stazione di Pabillonis (1922-2007)**





**Figura 3-7 Grafico piovosità mensile media per la stazione di Sardara (1922-2007)**

In generale, nell'arco di ogni singolo anno i giorni più piovosi ricadono nel semestre autunno-inverno e, in particolare, nell'intervallo temporale Ottobre-Febbraio mentre le precipitazioni diventano decisamente di scarsa entità nel periodo compreso tra Maggio e Settembre. Analizzando i caratteri pluviometrici riportati, viene delineato un clima di tipo temperato-mediterraneo, ovvero caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunnale-invernale e quasi assenti in quello estivo. Queste caratteristiche influenzano notevolmente il regime delle acque sotterranee; a causa delle piogge concentrate in metà anno, in tale periodo assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale e di infiltrazione tipica dei mesi umidi; mentre si verificano fenomeni di evaporazione e abbassamento dei livelli delle falde nei mesi asciutti.

## 4 STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Nel presente capitolo si è provveduto a definire la curva di possibilità pluviometrica necessaria alla successiva progettazione delle opere idrauliche per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche.

La procedura di definizione è stata derivata dal progetto VAPI 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 Sardegna: Deidda R., Piga E., Sechi G.M.: "Studio regionale delle massime precipitazioni giornaliere in Sardegna", quaderni di ricerca S.I.T., n.9, Cagliari, 1993.

### 4.1 MODELLO TCEV

L'osservazione empirica dei campioni dei massimi annuali delle portate al colmo e delle piogge di assegnata durata ha portato a riconoscere l'esistenza di alcuni valori estremamente più elevati degli altri. Per tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, il modello VAPI si fonda sulla legge di distribuzione di probabilità denominata TCEV - Two Component Extreme Value. Tale distribuzione ipotizza che i massimi annuali provengano da una miscela di due popolazioni di eventi: una "ordinaria" e l'altra "straordinaria", rappresentata dai valori campionari più elevati. Essendo i parametri della distribuzione TCEV pari a 4, risulta elevata l'incertezza della stima ottenuta con le serie storiche in genere disponibili la cui dimensione è spesso limitata. Per ridurre questa incertezza si utilizzano procedure di analisi regionale che permettono di stimare alcuni dei parametri sulla base delle serie storiche di aree indicate come zone e sottozone omogenee.

La procedura VAPI. considera tre diversi livelli di regionalizzazione in zone e sottozone omogenee.

Nel primo livello di regionalizzazione è stata verificata l'ipotesi che tutto il territorio insulare costituisca un'unica zona omogenea, caratterizzato dalla costanza dei parametri regionali della distribuzione che assumono così un valore unico per l'intera regione sarda.

Nel secondo livello di regionalizzazione sono state individuate inizialmente quattro differenti zone che si dipartono dal massiccio del Gennargentu, orientativamente nelle quattro direzioni cardinali. Per la zona settentrionale e quella meridionale è stata tuttavia riscontrata la possibilità di consentire, senza eccessive forzature sui criteri di limitrofia, l'aggregazione dei due gruppi. In definitiva, la Sardegna è stata suddivisa in sole tre sottozone omogenee.

Il risultato finale della delimitazione geografica delle sottozone è riportato nella Figura 4-1.

Al terzo livello di regionalizzazione per la stima del parametro di posizione della distribuzione TCEV è stata utilizzata la metodologia che consiste nel valutare la pioggia indice nei siti non osservati sulla

base di una superficie interpolante i valori di precipitazione media rilevati nelle 200 stazioni di base già utilizzate negli altri livelli di regionalizzazione. Questa superficie è facilmente rappresentabile col tracciamento delle relative isoiete, individuate nella Figura 4-2 con una procedura automatica che utilizza i valori puntuali delle sole 200 stazioni con base dati più ampia.

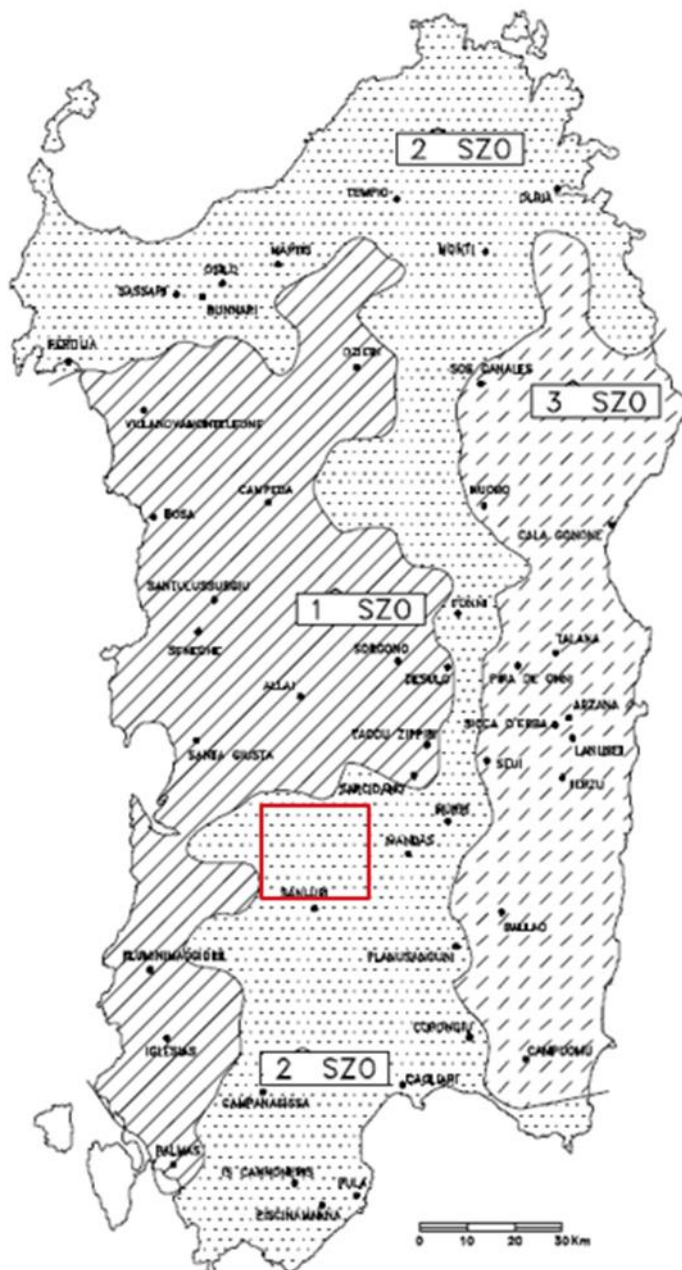


Figura 4-1 Ripartizione del territorio regionale in tre sottozone omogenee e area di progetto in rosso.

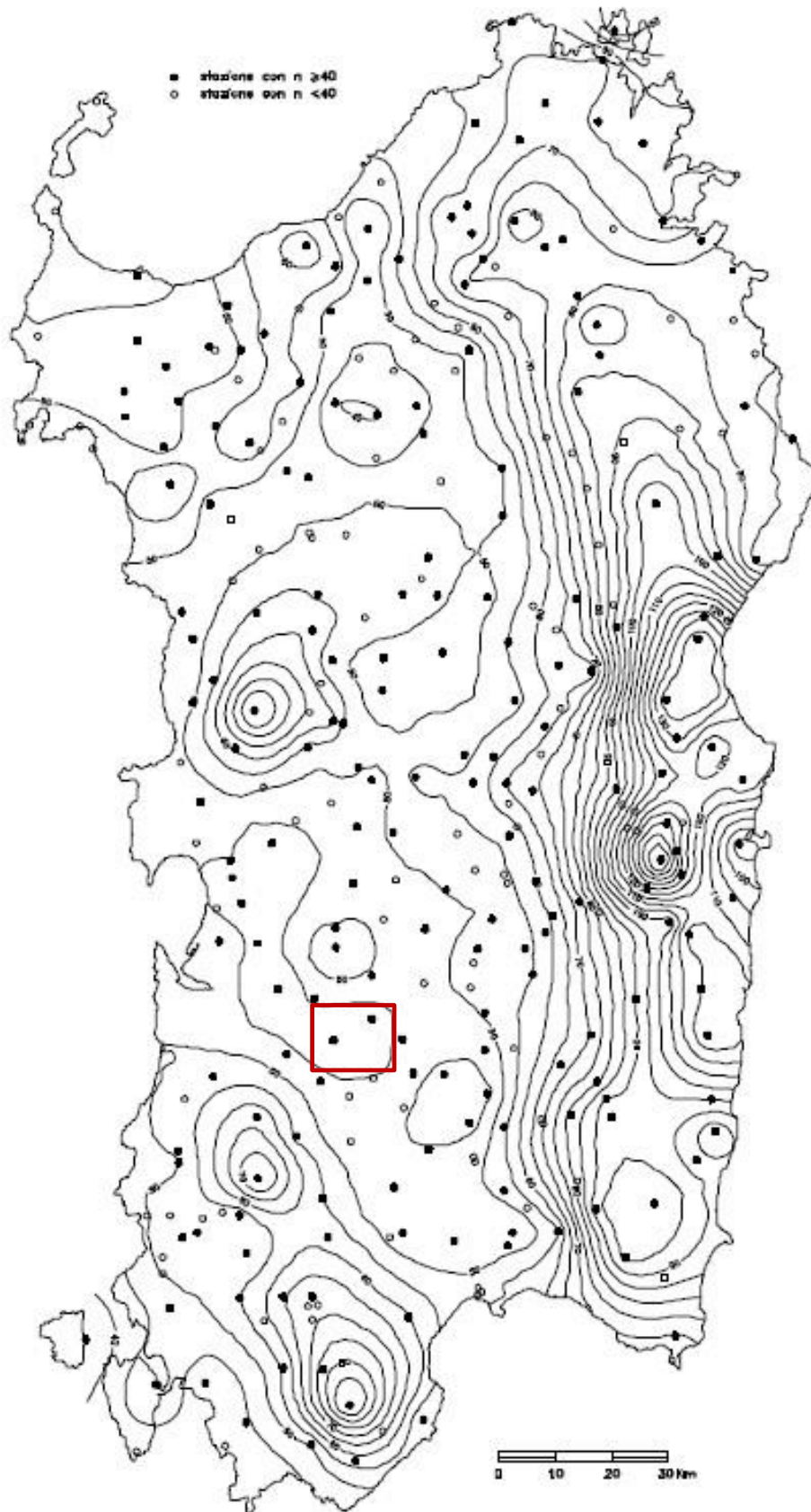


Figura 4-2 Isoiete della pioggia indice al terzo livello di regionalizzazione.

Sono state dunque ottenute le curve segnalatrici di possibilità pluviometriche applicando il modello TCEV, secondo la procedura illustrata di seguito.

Si è proceduto con la determinazione della pioggia indice giornaliera  $\mu_g$  dalle isoiete della pioggia indice.

La pioggia indice  $\mu(\tau)$  di durata  $\tau$  che rappresenta la media dei massimi annui delle piogge di durata  $\tau$  può essere espressa in forma monomia:

$$\mu(\tau) = a_1 \tau^{n_1}$$

Dove i coefficienti  $a_1$  e  $n_1$  si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera  $\mu_g$  con le seguenti formule:

$$a_1 = \mu_g / (0,886 \cdot 24^{n_1})$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log_{10} \mu_g$$

L'altezza di pioggia  $h_T(\tau)$  di durata  $\tau$  con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice  $\mu(\tau)$  per un coefficiente di crescita  $K_T(t) = a_2 \tau^{n_2}$

Che porta ad ottenere la seguente equazione:

$$h_T(\tau) = \mu(t) K_T(\tau) = (a_1 a_2) \tau^{(n_1 + n_2)}$$

dove i coefficienti  $a_2$  e  $n_2$  si determinano per differenti T e  $\tau$ .

Si riportano le sole equazioni relative alla sottozona omogenea SZ02 nella quale si inserisce il progetto in esame.

Per tempi di ritorno  $T \leq 10$  anni:

- $a_2 = 0,64767 + 0,89360 \log_{10} T$
- $n_2 = -6,018910^{-3} + 3,295010^{-4} \log_{10} T$

Per tempi di ritorno  $T > 10$

- $a_2 = 0,44182 + 1,0817 \log_{10} T$
- $n_2 = -0,18676 + 0,24310 \log_{10} T - 3,545310^{-2} (\log_{10} T)^2$  per  $\tau \leq 1$  ora
- $n_2 = -5,659310^{-3} - 4,0872 \cdot 10^{-3} (\log_{10} T)$  per  $\tau \geq 1$  ora

## 4.2 RISULTATI

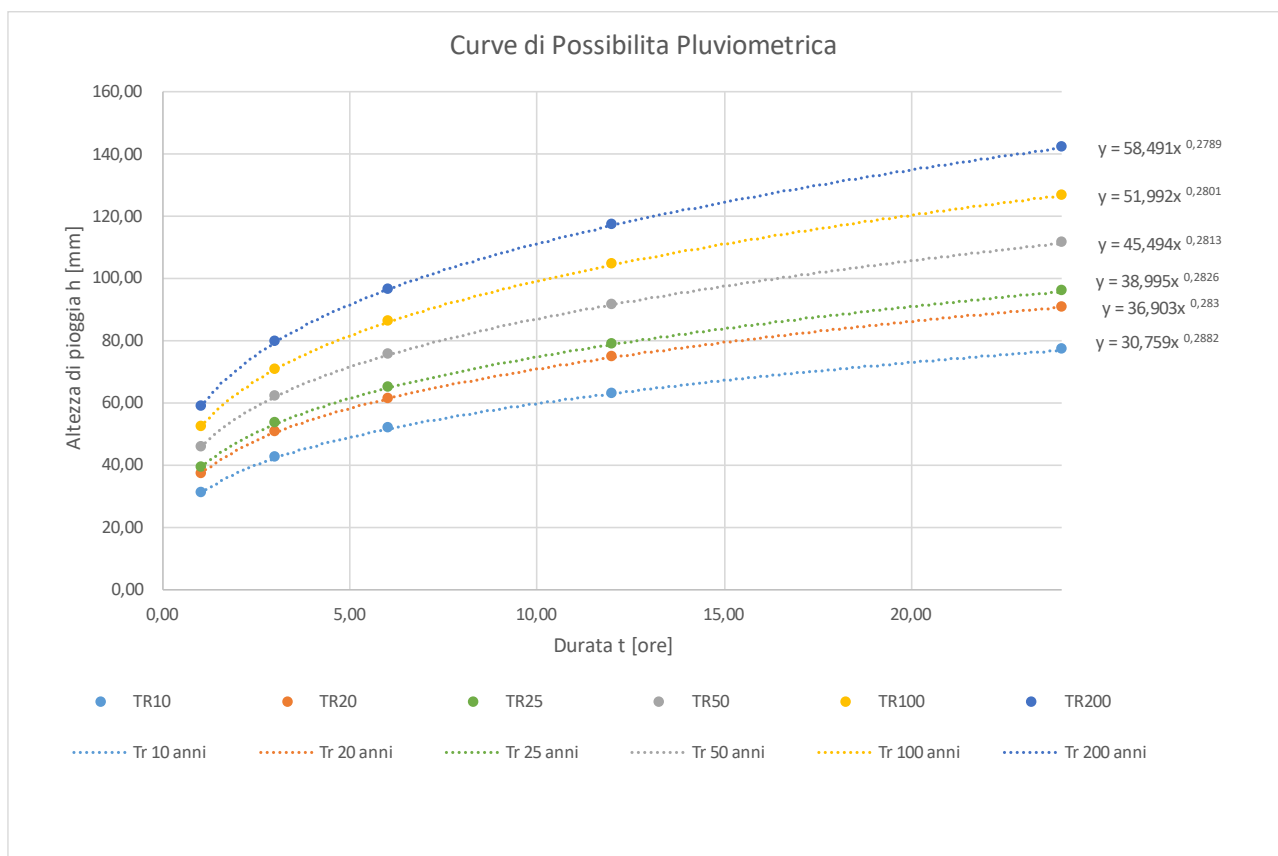
Dall'applicazione del modello TCEV l'area di progetto rientra nella sottozona omogenea SZ02. I

parametri che ne derivano, delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica, vengono riportati in Tabella 4.1.

**Tabella 4-1** Determinazione parametri delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica modello TCEV.

μg (mm)		T<=10		T>10			Tr
45,00					d<= 1 h	d>= 1 h	
a1	n1	a2	n2	a2	n2	n2	
19,96	0,29	1,54	-0,01	-	-	-	10,00
<b>SZO2</b>				1,85	0,07	-0,01	20,00
				1,95	0,08	-0,01	25,00
				2,28	0,12	-0,01	50,00
				2,61	0,16	-0,01	100,00
				2,93	0,19	-0,02	200,00

Di seguito si riportano le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per eventi con tempi di ritorno pari a 10, 20, 25, 50, 100 e 200 anni e durata dell'evento piovoso pari a 1,3,6,12 e 24 ore.



**Figura 4-3** Curve di Possibilità Pluviometrica per l'area di progetto di Collinas.

## 5 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 realizzazione dell'impianto eolico Collinas.

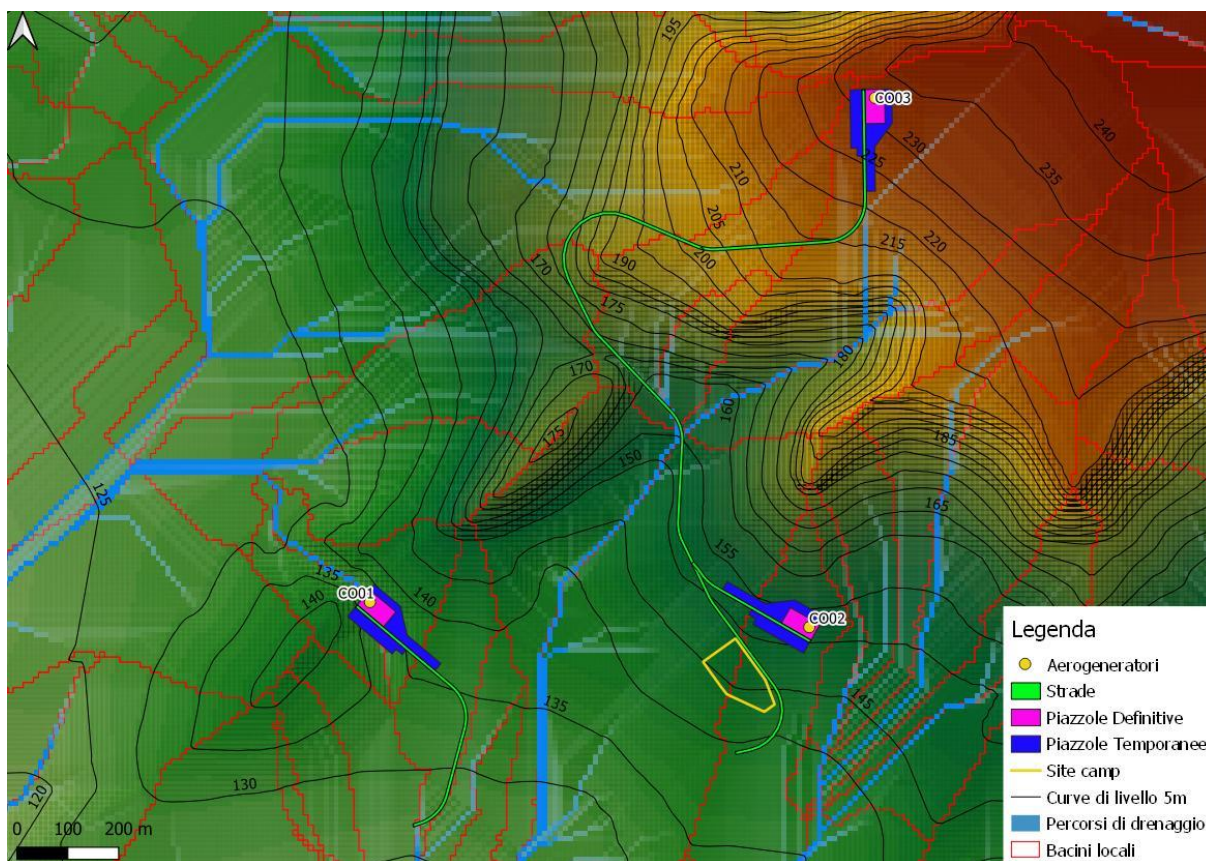
La metodologia identificata per la valutazione della piena di progetto è il metodo razionale e si articola come segue:

- 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 4);
- 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.

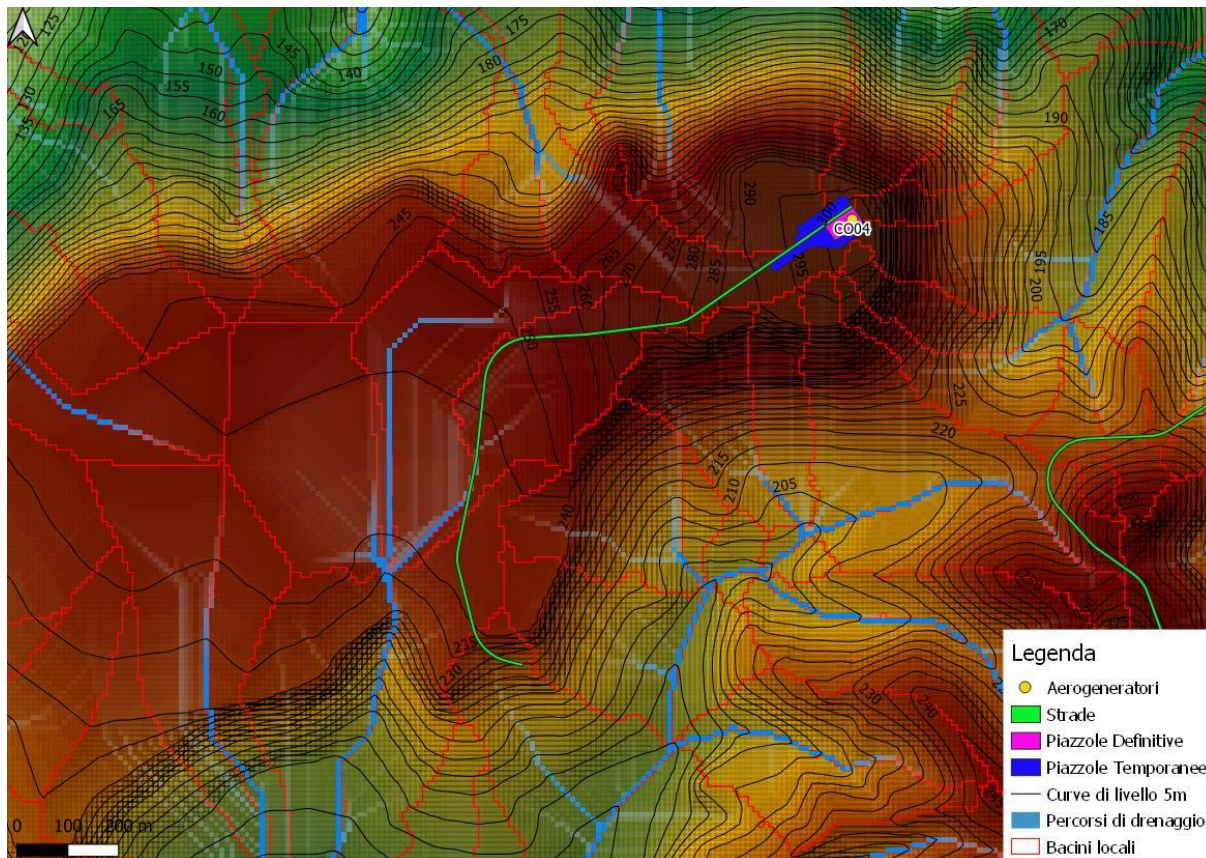
### 5.1 INDIVIDUAZIONE DEI SOTTO-BACINI CRITICI

L'impianto in progetto è ubicato in un'area prevalentemente collinare tra i 50 e i 400 metri s.l.m., con pendii di variabile acclività, in parte ricoperti da vegetazione a macchia e in parte costituiti da terreni spogli adibiti a pascolo o coltivazioni. Il territorio in cui si inseriscono le infrastrutture presenta un reticolo idrico superficiale ramificato, a causa della prevalente componente di deflusso superficiale, rispetto all'infiltrazione, in funzione delle caratteristiche delle formazioni marnose. Tuttavia, gli aerogeneratori in progetto, localizzandosi in corrispondenza delle sommità orografiche, non risultano interferenti con alvei torrentizi di particolare grandezza.

Di seguito si propone un inquadramento dell'impianto eolico su DTM e i bacini idrografici locali che caratterizzano l'intorno delle opere di progetto.

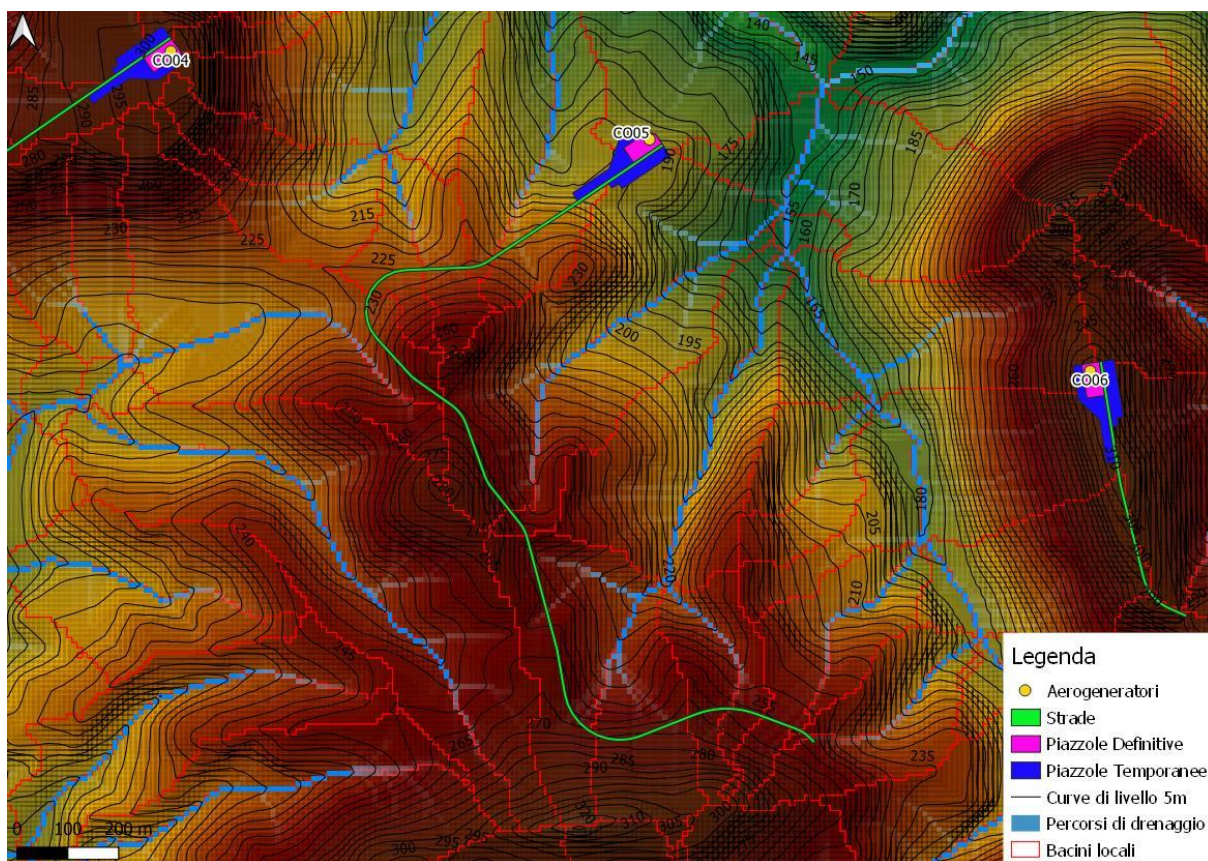


**Figura 5-1** Inquadramento aerogeneratori CO01-CO02-CO03 e bacini locali su DTM.

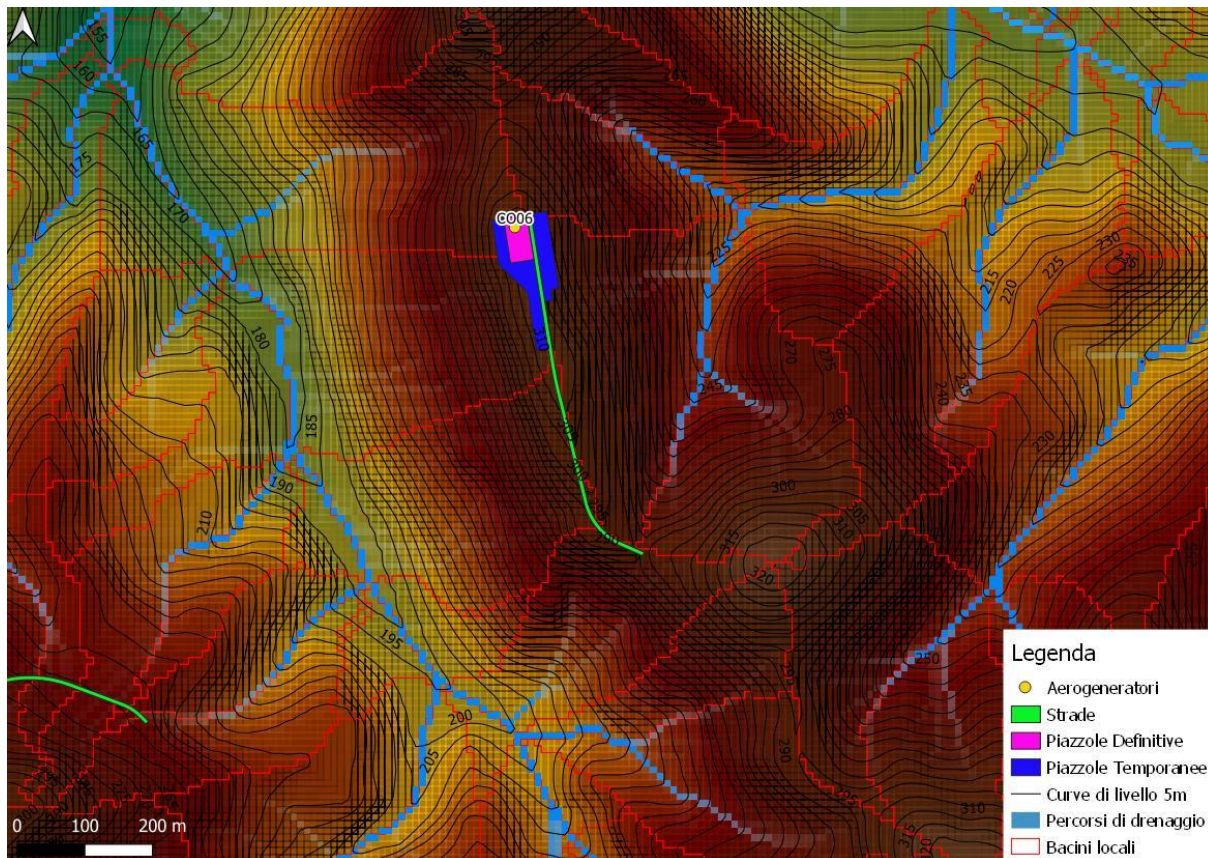


**Figura 5-2** Inquadramento aerogeneratore CO04 e bacini locali su DTM.

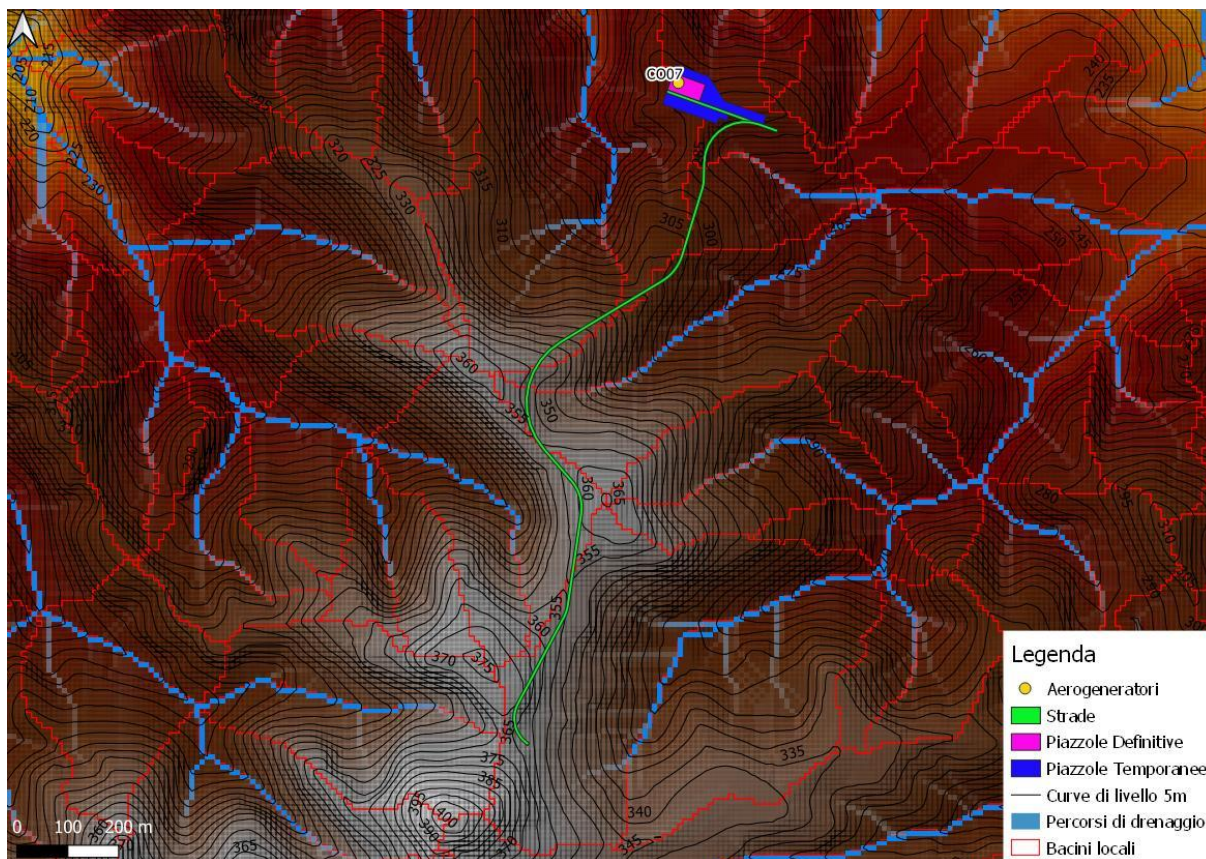




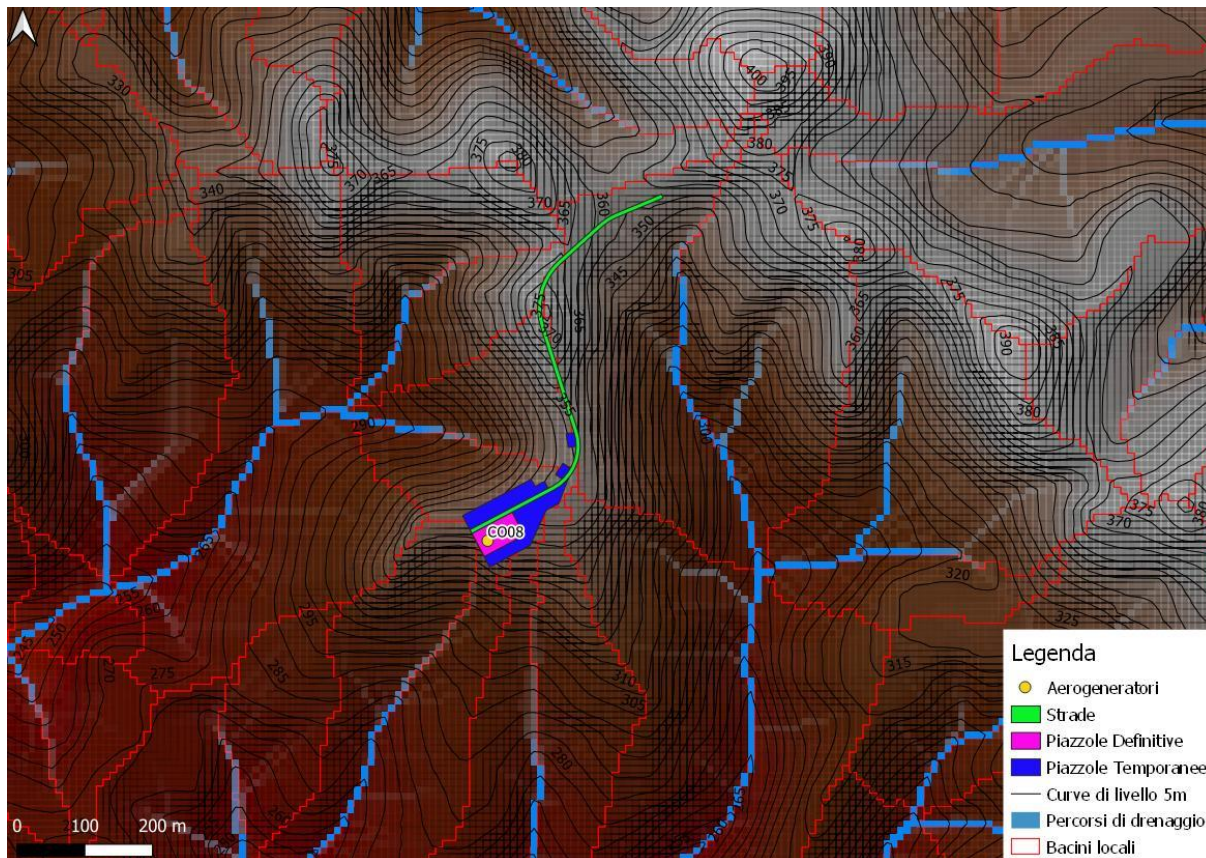
**Figura 5-3** Inquadramento aerogeneratore CO05 e bacini locali su DTM.



**Figura 5-4** Inquadramento aerogeneratore CO06 e bacini locali su DTM.



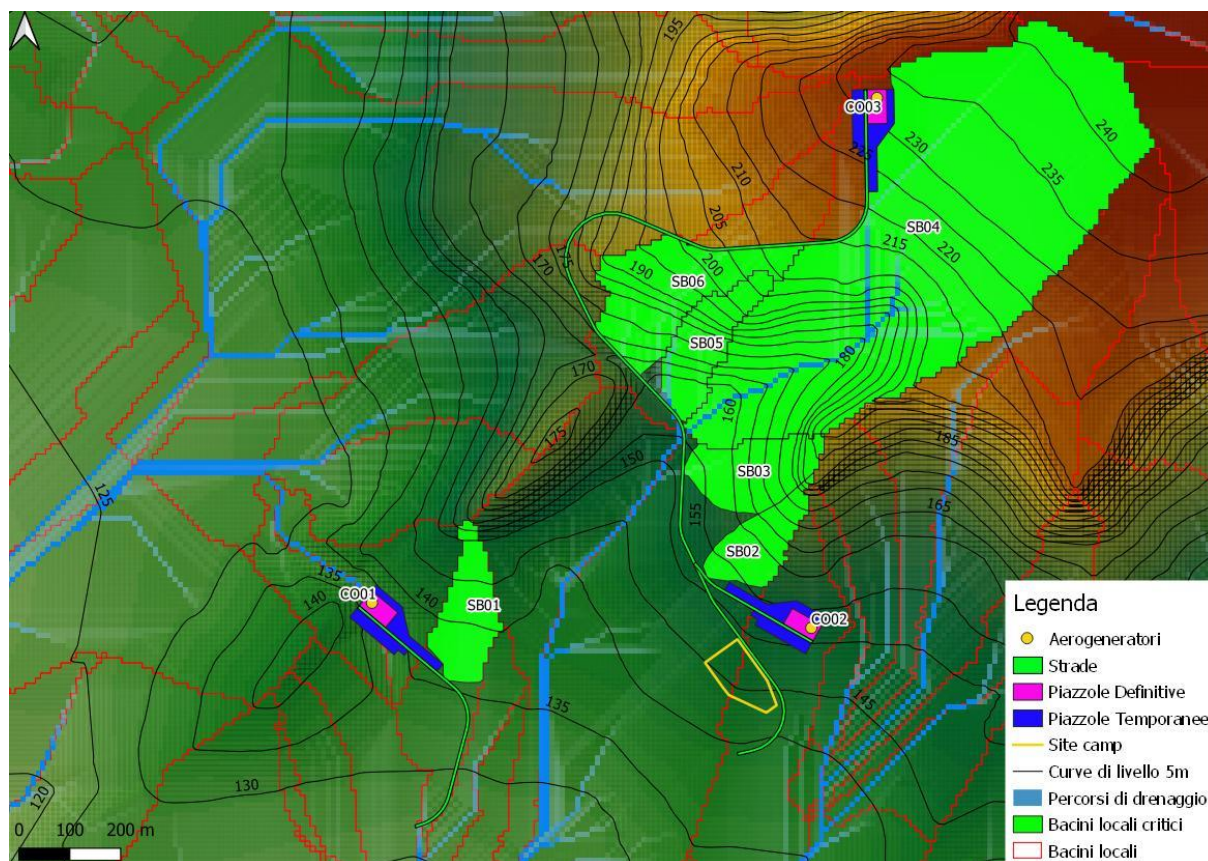
**Figura 5-5 Inquadramento aerogeneratore CO07 e bacini locali su DTM.**



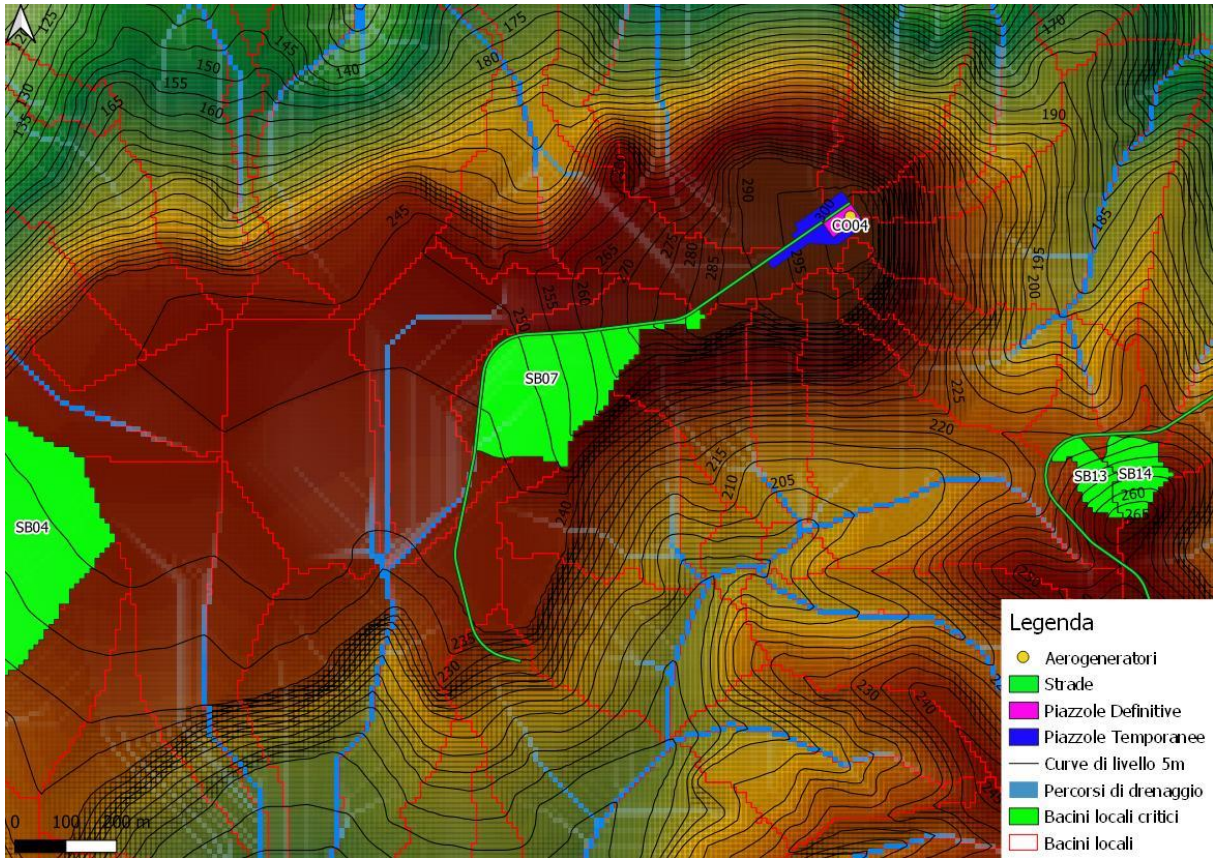
**Figura 5-6 Inquadramento aerogeneratore CO08 e bacini locali su DTM.**

Al fine di dimensionare correttamente le opere idrauliche di progetto è necessario stimare le massime portate convogliate in corrispondenza della viabilità a servizio degli impianti. 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. Si sottolinea che in molti casi, essendo la viabilità di progetto localizzata lungo le linee di displuvio, i bacini che vi conferiscono sono caratterizzati da dimensioni molto limitate e talvolta trascurabili.

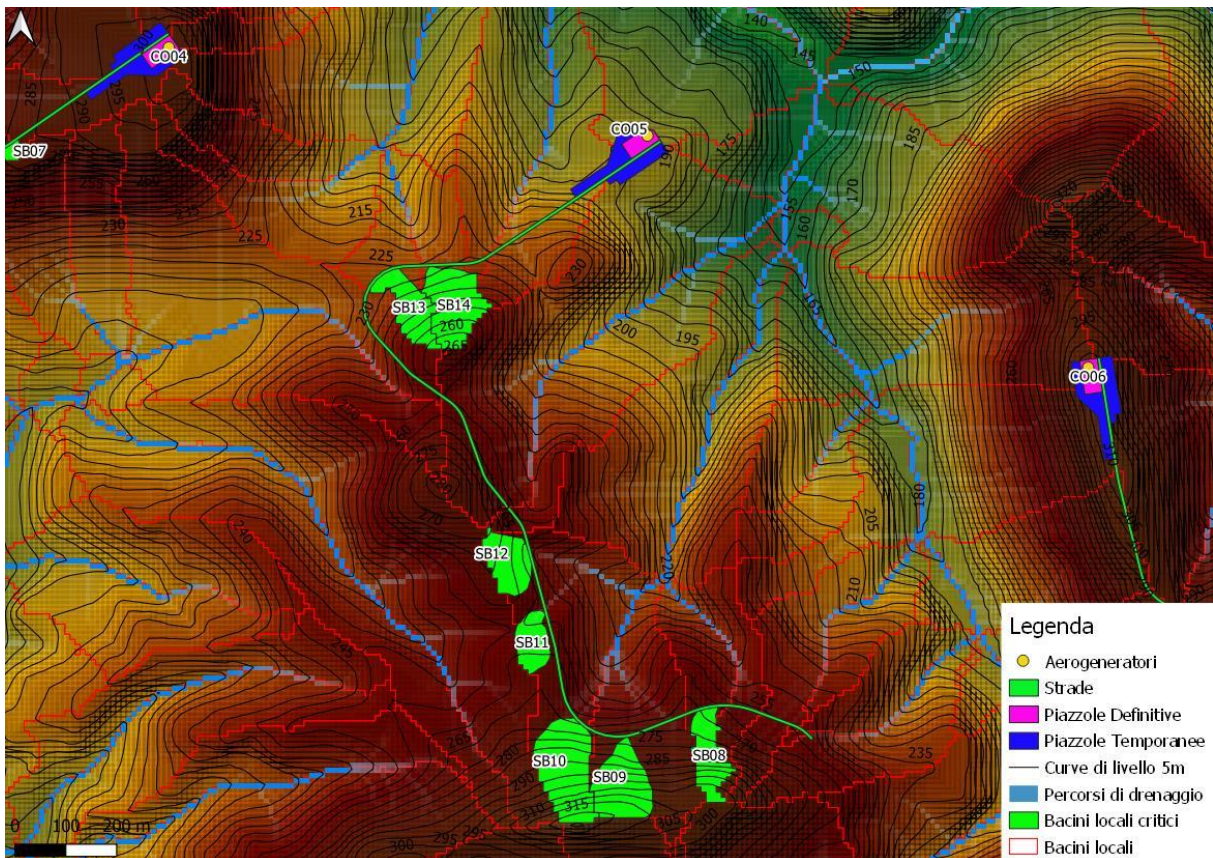
I sottobacini critici sono illustrati nei seguenti inquadramenti, sia su ortofoto che su DTM.



**Figura 5-7 Inquadramento sotto-bacini critici per le turbine CO01-CO02-CO03.**



**Figura 5-8 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO04.**



**Figura 5-9 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO05.**

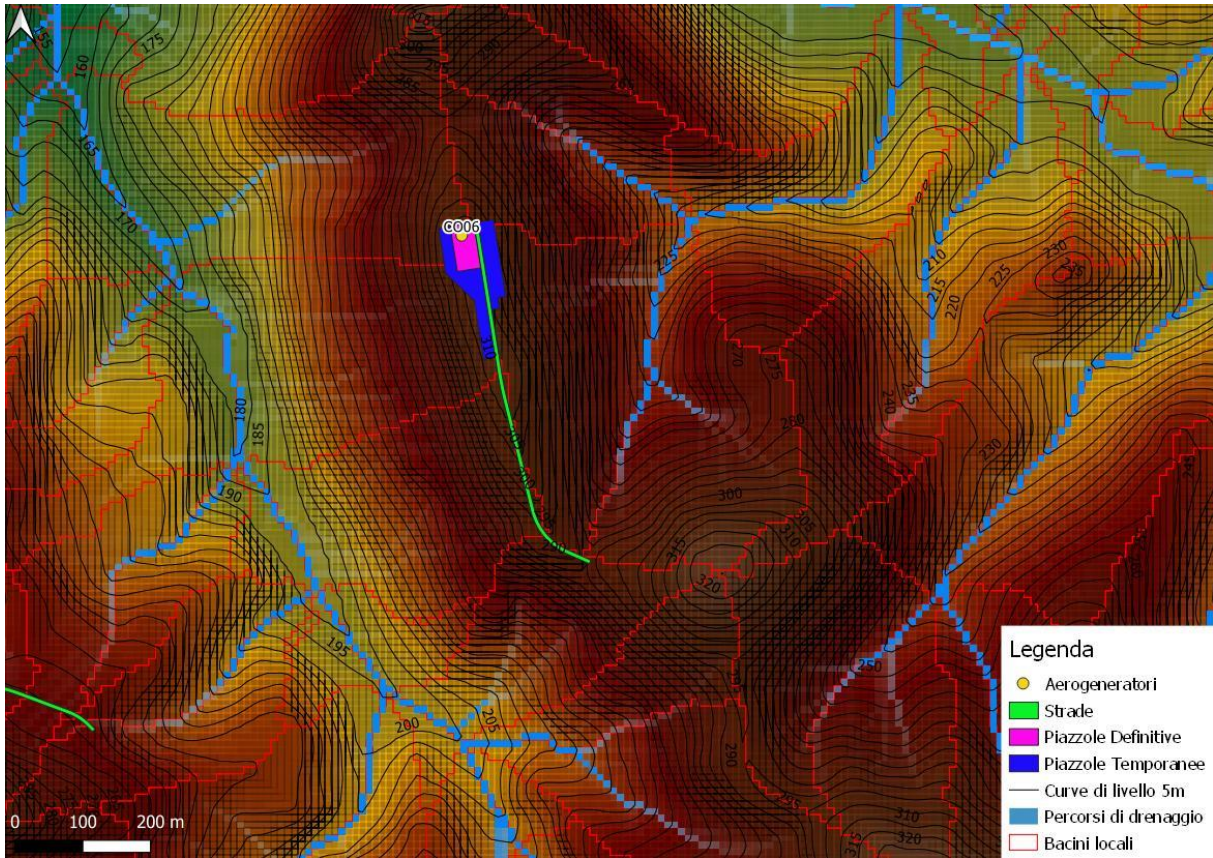


Figura 5-10 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO06.

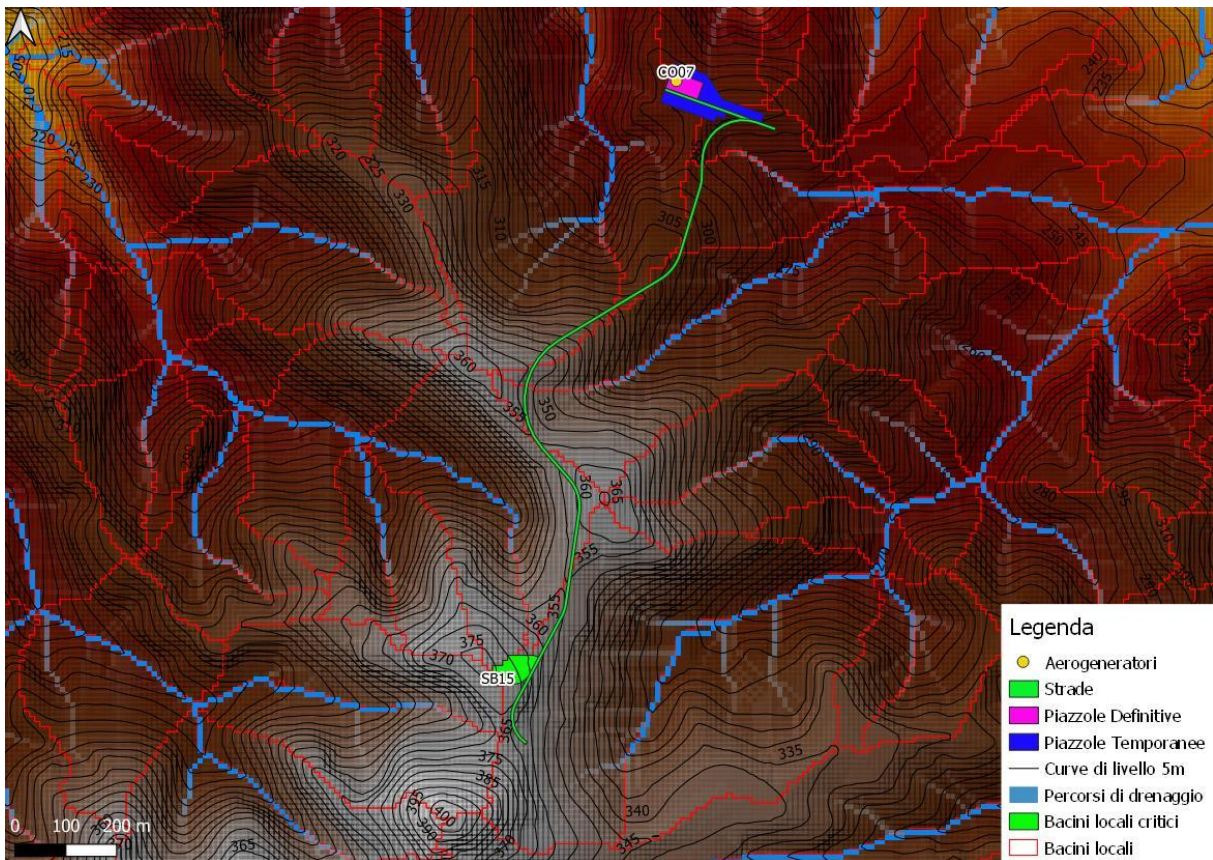
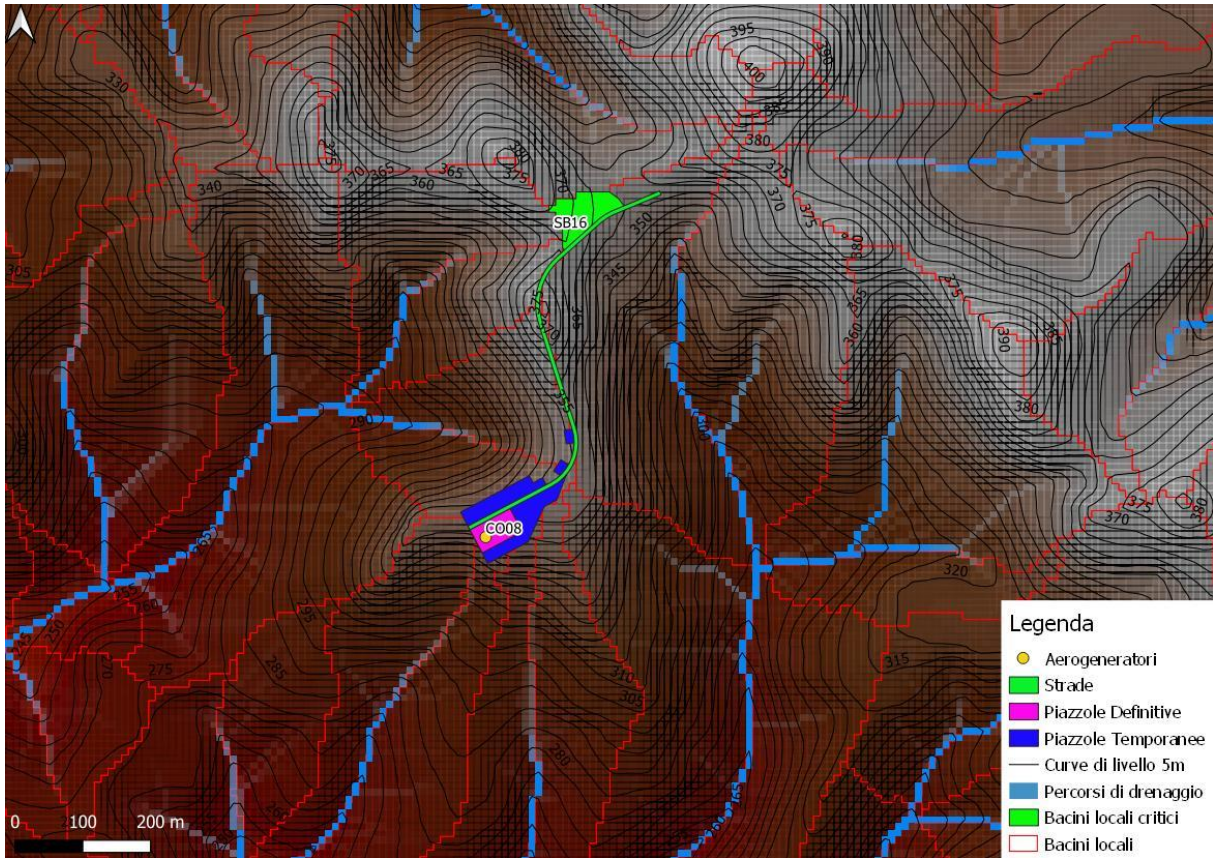
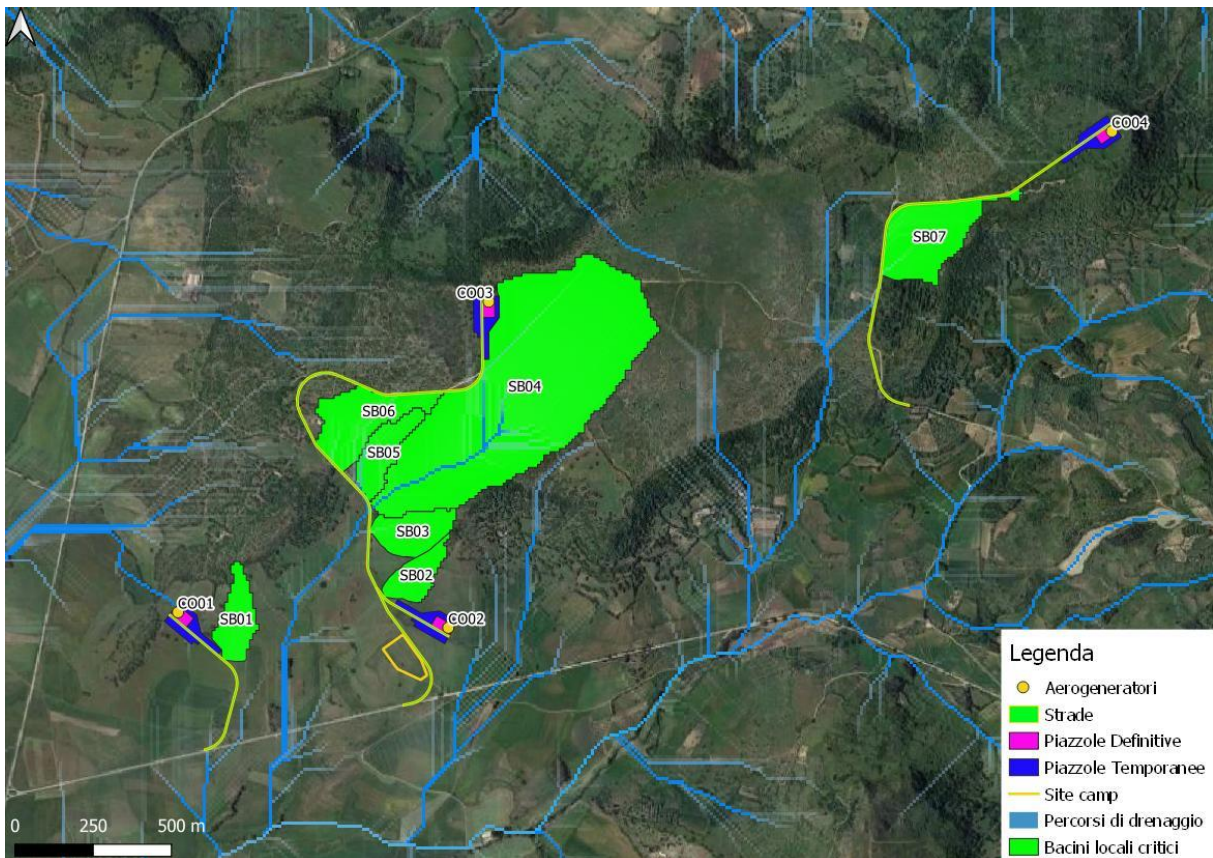


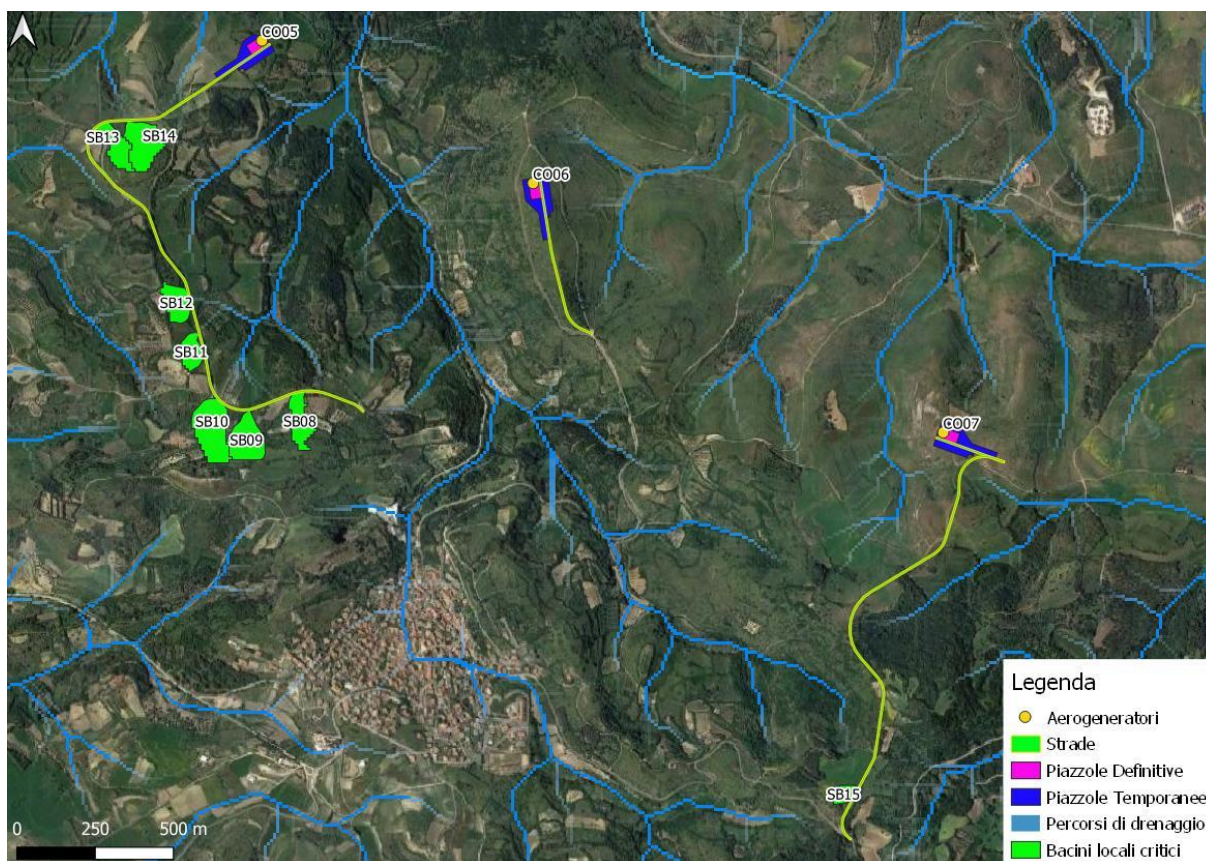
Figura 5-11 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO07.



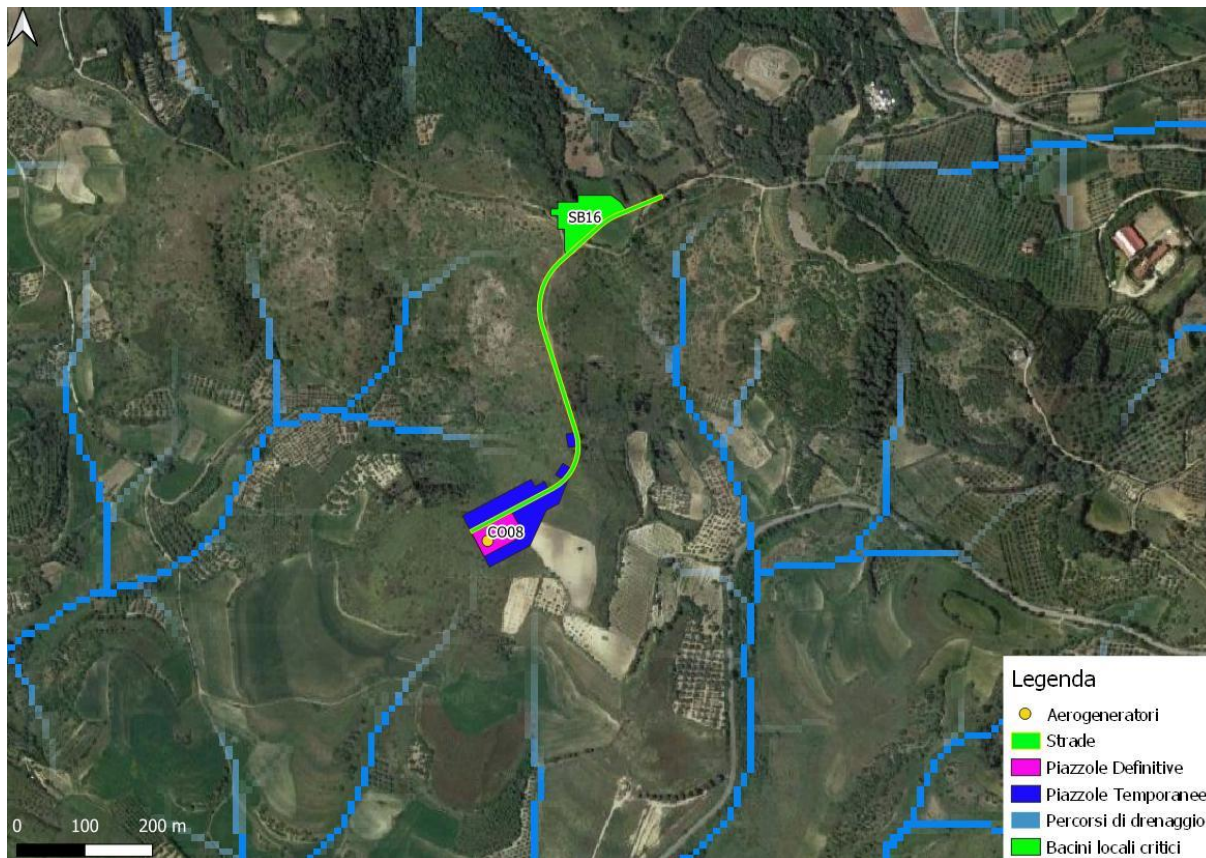
**Figura 5-12 Inquadramento sotto-bacini critici per la turbina CO08.**



**Figura 5-13 Inquadramento sotto-bacini critici su ortofoto per le turbine CO01, CO02, CO03, CO04.**



**Figura 5-14 Inquadramento sotto-bacini critici su ortofoto per le turbine CO05, CO06, CO07.**



**Figura 5-15 Inquadramento sotto-bacini critici su ortofoto per la turbina CO08.**

## 5.2 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE

Per il calcolo delle portate meteoriche di afflusso in occasione di eventi limite si è deciso di adottare il metodo razionale di stima, alla cui base vi sono le seguenti assunzioni:

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

$$Q = A \cdot I_{\text{eff}} \cdot c / d$$

dove:

- $c$  rappresenta il coefficiente di deflusso dal bacino drenato alle opere di progetto;
- $I_{\text{eff}}$ , l'altezza di pioggia efficace per assegnato tempo di ritorno ed una durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino(m);
- $A$  è la superficie del bacino ( $\text{m}^2$ );
- $d$  è la durata della pioggia corrispondente al tempo di corrivazione
- $Q$  è la portata derivante dall'evento ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

### 5.2.1 TEMPO DI CORRIVAZIONE

La determinazione del valore del tempo di corrivazione  $t_c$  per bacini con estensione areale inferiore a  $0,50 \text{ km}^2$  come nel caso in esame è stata effettuata, in funzione delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini, mediante la formula di Ventura :

$$-t_c = 0,1272 \sqrt{ ( A/I) },$$

ove:

- tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino(h);
- $A$  è la superficie del bacino ( $\text{km}^2$ );
- $I$  è la pendenza media del bacino (  $\text{m}/\text{m}$ )

-



### 5.2.2 ALTEZZA DI PIOGGIA

L'altezza di pioggia massima per un assegnato tempo di ritorno e durata è ricavabile dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica ricavate nel Capitolo 4 del presente elaborato. Assegnato un tempo di ritorno di progetto pari a  $T_r = 10$  anni, l'equazione della linea segnalatrice si esprime come:

$$-h = 30,759 t^{0,228}$$

### 5.3 PIOGGIA NETTA EFFICACE

Il bilancio idrologico relativo a ciascun bacino idrografico di interesse è stato stimato mediante il metodo del Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service (1972), il quale si basa sull'assunzione che la altezza di pioggia netta (efficace)  $I_{eff}$  risulta legata all'altezza di pioggia lorda  $I_l$  (pioggia effettiva) caduta nel medesimo intervallo temporale dalla relazione:

$$-I_{eff} = I_l - I_a$$

Per la stima di  $I_a$  viene usata la seguente relazione:

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

In questa espressione  $S$  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.

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

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

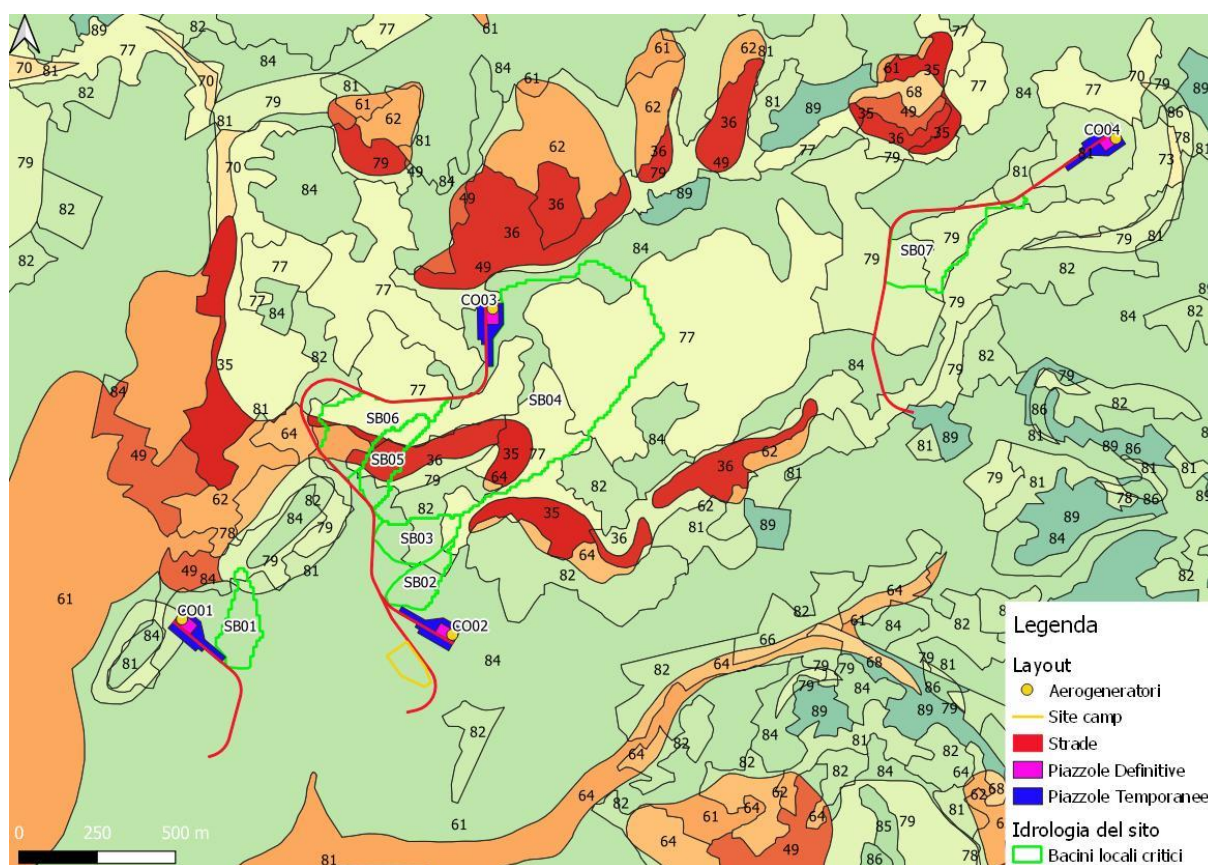
L'indice CN è un numero adimensionale, compreso fra 0 e 100, funzione della permeabilità della litologia superficiale, dell'uso del suolo e del grado di saturazione del terreno prima dell'evento meteorico.

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):

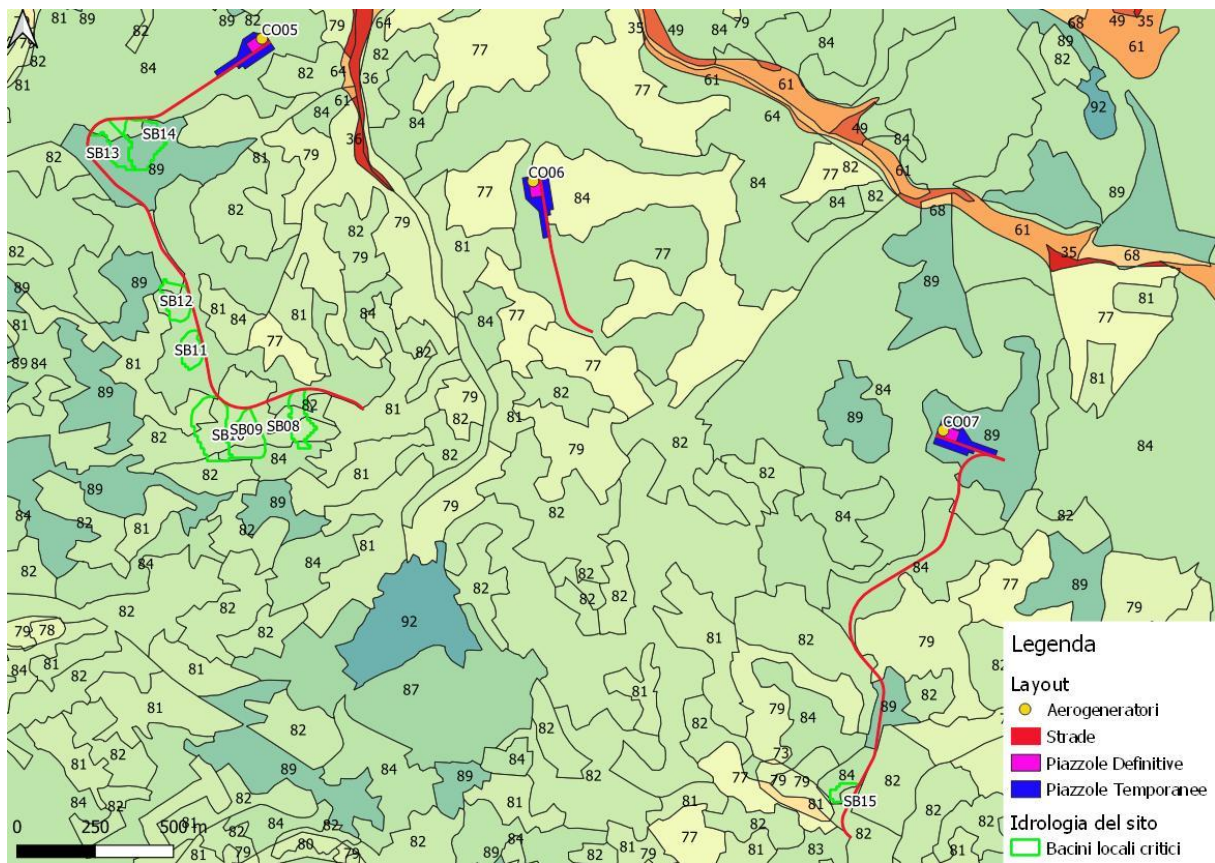
- Gruppo A - Scarsa potenzialità di deflusso: comprende forti spessori di sabbia con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili.
- Gruppo B – Potenzialità di deflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte degli strati sabbiosi meno spessi che nel gruppo 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.

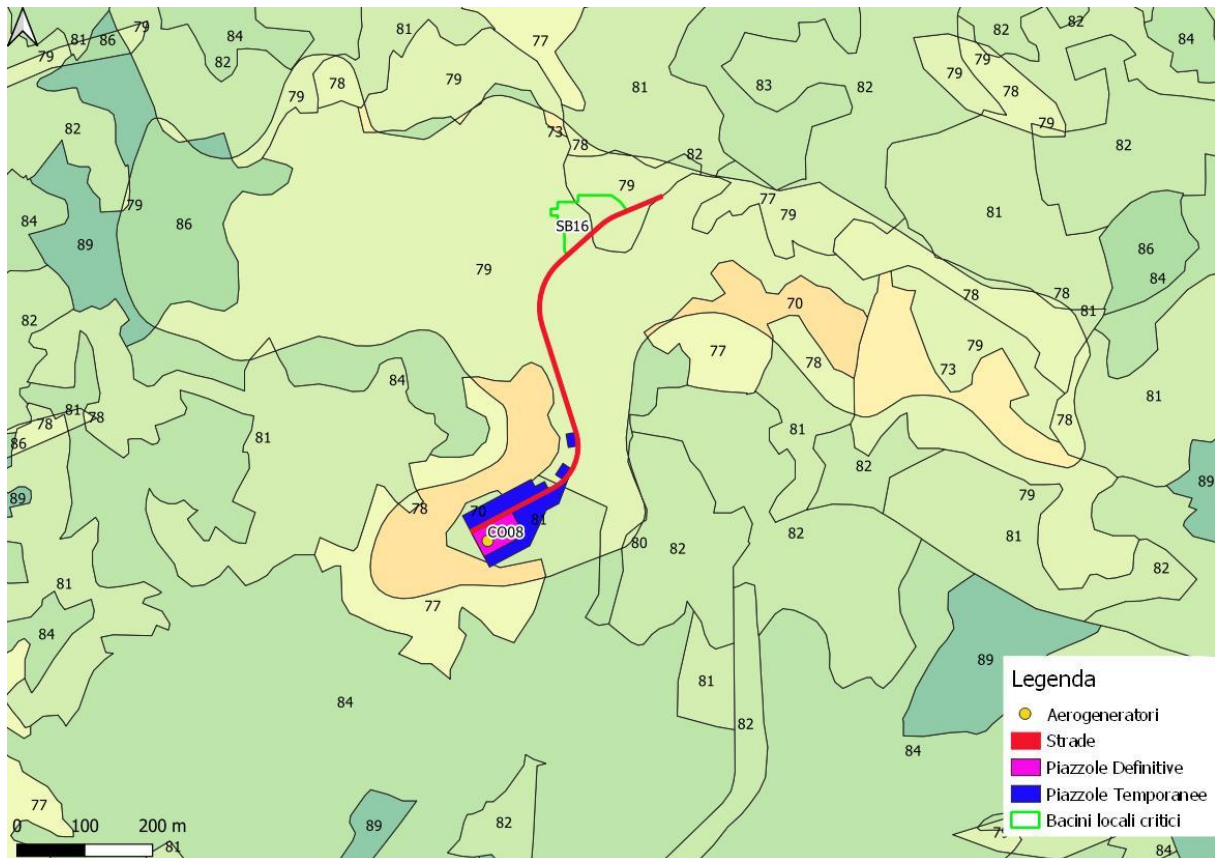
Nel caso in esame si è svolta un'analisi dei Curve Number coinvolti nel sito in progetto tramite una sovrapposizione dei sottobacini critici e le informazioni su tipologia di suolo e permeabilità messe a disposizione dalla regione Sardegna nel geoportale. Nelle seguenti immagini vengono riportati degli stralci cartografici riguardanti i Curve Number utilizzati per il calcolo del deflusso dei bacini critici evidenziati.



**Figura 5-16 Analisi Curve Number -sottobacini critici turbine CO01, CO02, CO03, CO04.**



**Figura 5-17 Analisi Curve Number -soffbacini critici turbine CO05, CO06, CO07.**



**Figura 5-18 Analisi Curve Number -soffbacini critici turbina CO08.**

Al fine della definizione di un CN univoco per ogni bacino è stata calcolata la media pesata sull'area dei valori ottenuti tramite suddetta sovrapposizione. I valori di CN ottenuti sono riportati al paragrafo 5.4.

Infine, una volta calcolata la pioggia netta (efficace alla formazione dell'onda di piena teorica), il coefficiente di deflusso "c", considerato che la maggior parte dell'area è a verde con parti di minore estensione con messa a nudo della roccia sottostante, con pendenza variabile compresa tra 0,04 e 0,20 m/m, è stato stimato pari a 0,50.

## 5.4 RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Di seguito sono riportati i valori delle portate meteoriche per tempo di ritorno pari a 10 anni associate ai sottobacini identificati come contribuenti in termini di impatto idraulico sulle opere di progetto dell'impianto eolico di Collinas.

*Tabella 5-1 Esiti di valutazione delle portate meteoriche relative alle opere in progetto.*

ID	A [km <sup>2</sup> ]	L [km]	i [-]	tc [h]	h(tc,10y)[mm]	CN	Q [m <sup>3</sup> /s]
SB1	0,027	0,12	0,04	0,10	15,84	84	0,231
SB2	0,022	0,06	0,09	0,063	13,86	83	0,168
SB3	0,030	0,10	0,10	0,0696	14,20	82	0,182
SB4	0,365	0,95	0,08	0,213	19,70	73	0,216
SB5	0,028	0,16	0,13	0,059	13,60	80	0,059
SB6	0,052	0,08	0,13	0,08	14,85	80	0,193
SB7	0,062	0,08	0,06	0,129	17,05	80	0,289
SB8	0,009	0,03	0,18	0,028	11,00	83	0,026
SB9	0,014	0,05	0,18	0,035	11,70	83	0,071
SB10	0,019	0,07	0,23	0,037	11,89	82	0,053
SB11	0,006	0,05	0,10	0,031	11,30	84	0,044
SB12	0,009	0,02	0,17	0,029	11,11	84	0,061
SB13	0,010	0,06	0,17	0,031	11,30	87	0,167
SB14	0,014	0,04	0,19	0,035	11,66	88	0,266
SB15	0,004	0,03	0,20	0,018	9,66	87	0,064
SB16	0,005	0,05	0,11	0,027	10,86	84	0,030

Le portate così individuate vengono utilizzate per il dimensionamento delle opere di collettamento e scarico ai recapiti finali.

## 6 OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

Al fine di garantire la longevità della viabilità, delle piazzole e delle opere arginali e di trincea sarà di particolare importanza gestire correttamente la raccolta e lo smaltimento delle 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.
- Conservazione per quanto possibile degli attuali siti di recapito delle acque meteoriche, costituiti dalle scarpate e dai versanti del sistema orografico nel quale sono inserite le opere di progetto; si tratta di distribuire le portate che già attualmente fluiscono lungo i versanti in tempo di pioggia e si raccolgono nelle vallette incise mantenendo l'impostazione di distribuzione diffusa, evitando il collettamento di portate importanti lontano dagli attuali sistemi di recapito, evitando quindi di creare situazioni di sovraccarico idraulico in aree o siti che attualmente non ricevono tali portate. A tal fine si prevede di creare sistemi diffusi di sfioro laterale lungo le scarpate già attualmente oggetto di scorrimento delle portate meteoriche, conservando l'equilibrio con una sostanziale invarianza idraulica.

Le opere di regimazione e smaltimento 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.

### 6.1 OPERE IDRAULICHE IN PROGETTO

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

### **6.1.1 SMALTIMENTO DELLE ACQUE DRENATE NELLE TRATTE IN RILEVATO RISPETTO ALLO STATO ATTUALE DEI SUOLI**

È previsto di scaricare le acque meteoriche delle piattaforme stradali nelle tratte che correranno in rilevato mediante scarico lungo le scarpate nei terreni limitrofi, mantenendo l'attuale sistema di smaltimento senza modificare il comportamento idraulico del territorio.

### **6.1.2 SMALTIMENTO DELLE ACQUE DRENATE NELLE TRATTE A MEZZA COSTA RISPETTO ALLO STATO ATTUALE DEI SUOLI**

È previsto di scaricare le acque meteoriche delle piattaforme stradali nelle tratte che correranno a mezza costa di pendii montani e/o collinari lungo le scarpate poste a valle nei terreni limitrofi.

A tal fine in corrispondenza delle intersezioni tra le scarpate di monte e il corpo stradale saranno realizzate canalette di drenaggio che correranno parallelamente al corpo stradale stesso, intercettando in tal modo le acque provenienti dai terreni posti a quota superiore.

Con cadenza di alcune decine di metri lungo le canalette saranno realizzate camerette di caduta e condotte trasversali interrate di sottopasso del corpo stradale che scaricheranno in camerette di ricezione poste lungo le scarpate di valle; tali camerette saranno dotate di soglie di sfioro tali da distribuire le portate allo scarico su più metri, in modo da evitare scarichi puntiformi.

In questo modo si manterrà sostanzialmente l'attuale sistema di smaltimento senza modificare il comportamento idraulico del territorio.

### **6.1.3 SMALTIMENTO DELLE ACQUE DRENATE NELLE TRATTE IN TRINCEA RISPETTO ALLO STATO ATTUALE DEI SUOLI**

È previsto di scaricare le acque meteoriche delle piattaforme stradali nelle tratte che saranno realizzate in trincea lungo le attuali linee di flusso dell'orografia nelle quali sono inserite le opere.

A tal fine saranno realizzate canaline interne alle scarpate delle trincee che consentiranno di drenare le acque provenienti sia dalle scarpate stesse che dalle piattaforme stradali.

Le acque saranno convogliate seguendo le linee di pendenza dei corpi stradali fino a raggiungere le tratte correnti o a quota del piano campagna esistente e/o le tratte in rilevato.

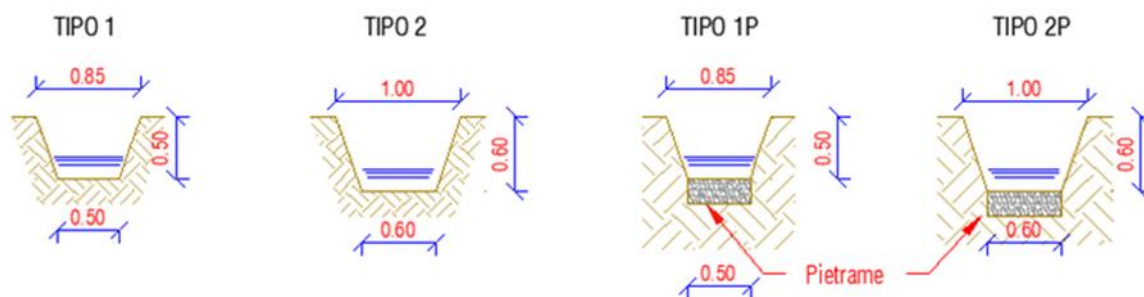
In corrispondenza di queste tratte si provvederà a convogliare e scaricare le acque lungo i versanti orografici del territorio con le medesime tecniche illustrate nei punti precedenti.

Si utilizzeranno canalette laterali aventi anche funzione di soglie di sfioro laterali, al fine di distribuire le portate in arrivo in modo distribuito, rispettando le attuali modalità orografico/territoriali e senza aggravare situazioni locali con incrementi dei deflussi esistenti.

## 6.1.4 CANALETTE E FOSSI DI GUARDIA

Nelle tratte in cui non è possibile lo scarico diretto laterale (tratte in rilevato) e fino al raggiungimento di scarpate adeguate allo sfioro laterale, è previsto l'impiego di quattro tipologie di canalette/ fossi di guardia correnti a lato dei corpi stradali a seconda delle caratteristiche di portata e pendenza di ciascun tratto stradale. In particolare:

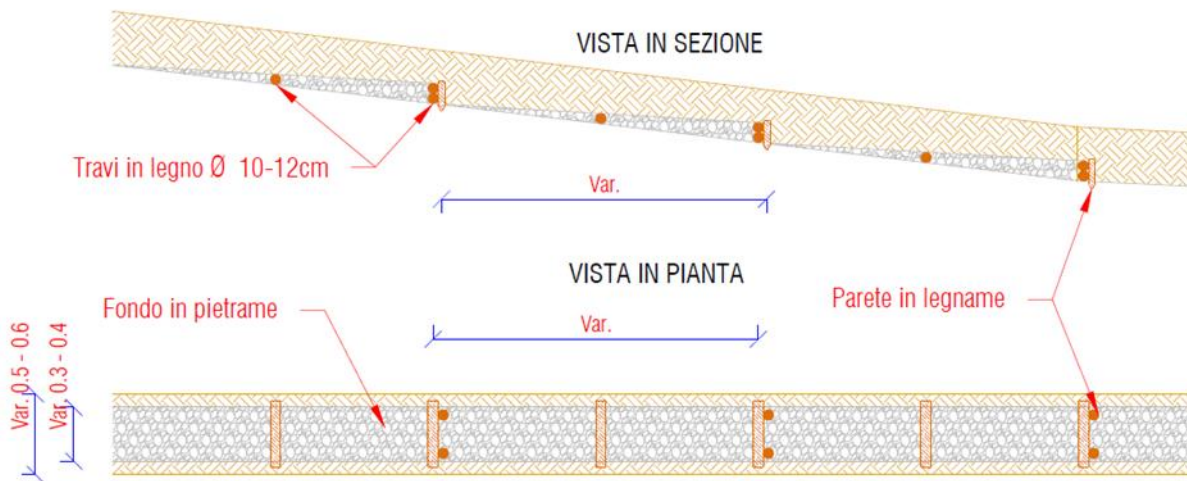
- Fosso di guardia di tipo 1 per  $Q \leq 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $i \leq 6,00\%$ ;
- Fosso di guardia di tipo 1P per  $Q \leq 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $6,00\% < i \leq 11,00\%$ ;
- Fosso di guardia di tipo 2 per  $Q > 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $i \leq 6,00\%$ ;
- Fosso di guardia di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



**Figura 6-1 Fossi di guardia tipici.**

I fossi di guardia di tipo -P presentano il fondo rivestito in pietrame di media pezzatura in modo da ridurre l'azione erosiva delle acque meteoriche intercettate.

Nei tratti caratterizzati da pendenze superiori all'11%, i fossi di guardia presentano briglie in legname, fondo e all'occorrenza anche le sponde 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 6-2 Briglie in legname tipiche.**



## 7 CONCLUSIONI

In conclusione, all'analisi svolta si può affermare che in relazione alle portate meteoriche calcolate non si sono riscontrate situazioni particolarmente critiche dal punto di vista idraulico. Le portate più elevate si sono riscontrate in corrispondenza del sottobacino SB04, caratterizzato da un'estensione areale maggiore ed avente sezione di chiusura lungo la strada in progetto che porta alla CO03.

Con un accurato studio dell'orografia del territorio interessato dalle opere di intervento, una volta definiti in modo puntuale i tracciamenti a seguito di un rilievo topografico di dettaglio integrativo rispetto a quanto attualmente disponibile, sarà possibile predisporre un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche che rispetti l'attuale sistema e non determini situazioni di criticità idraulica.