



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR05200

PAGE

1 di/of 91

TITLE: Relazione idrologica-Idraulica

AVAILABLE LANGUAGE: IT

“IMPIANTO EOLICO ACRÌ”

COMUNI DI ACRÌ, SAN DEMETRIO CORONE, TERRANOVA DA SIBARI, CORIGLIANO – ROSSANO E CASALI DEL MANCO (CS)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

File: C24FSTR001WR05200_Relazione Idrologica-Idraulica

00	26/07/2024	PRIMA EMISSIONE	V. Bertucci	P.E.	L. Sblendido
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
VALIDATION					
<i>NOME</i>		<i>NOME</i>		<i>NOME</i>	
COLLABORATORS		VERIFIED BY		VALIDATED BY	
PROJECT / PLANT ACRI EO		INTERNAL CODE			
		C24FSTR001WR05200			
CLASSIFICATION: COMPANY		UTILIZATION SCOPE			



INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
2.1	Idrografia.....	8
2.1.1	Individuazione dei sottobacini idrografici.....	12
3	INQUADRAMENTO NORMATIVO DI SETTORE	19
3.1	Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Calabria (PAI) e Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	19
4	ANALISI IDROLOGICA	42
4.1	Caratterizzazione climatica	42
4.2	Distribuzione statistica TCEV secondo la metodologia VAPI	45
4.3	Stima delle curve di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora (Bell).....	50
4.4	Trasformazione afflussi-deflussi	52
4.4.1	Metodo razionale	52
4.4.2	Metodo CN - SCS	53
5	ANALISI IDRAULICA	57
5.1	Stima del Curve Number	57
5.2	Definizione della scabrezza	61
5.3	Stima dello ietogramma di progetto.....	63
5.4	Risultati della simulazione idraulica.....	64
6	RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE CON ELEMENTI IDRICI, ATTRAVERSAMENTI STRADALI E AREE A RISCHIO IDRAULICO.....	68
7	PREDIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO STRADALE.....	76
7.1	Individuazione dei bacini di influenza	76
7.2	Calcolo della portata al colmo di piena	80
7.3	Dimensionamento delle cunette di raccolta	81
8	CONCLUSIONI	90



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR05200

PAGE

3 di/of 91

1 PREMESSA

Il presente documento si propone l'obiettivo di determinare le caratteristiche idrologiche e idrauliche relative alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto eolico, comprensivo delle opere di connessione alla futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150/36 kV, proposto da Hergo Renewables S.p.A., nei territori comunali di Acri, San Demetrio Corone, Terranova da Sibari, Corigliano – Rossano e Casali del Manco, nella provincia di Cosenza, Calabria.

Il parco eolico è costituito da n.23 aerogeneratori di potenza nominale singola paria 4,5 MW per una potenza nominale complessiva pari a 103,5 MW.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata dall'impianto, mediante cavi interrati di tensione 36 kV, su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Laino – Rossano TE".

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto 36 kV per il collegamento in antenna dell'impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo di arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto concorrerà al raggiungimento dell'obiettivo di incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, coerentemente con gli accordi siglati a livello comunitario dall'Italia.

L'impianto sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete.



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR05200

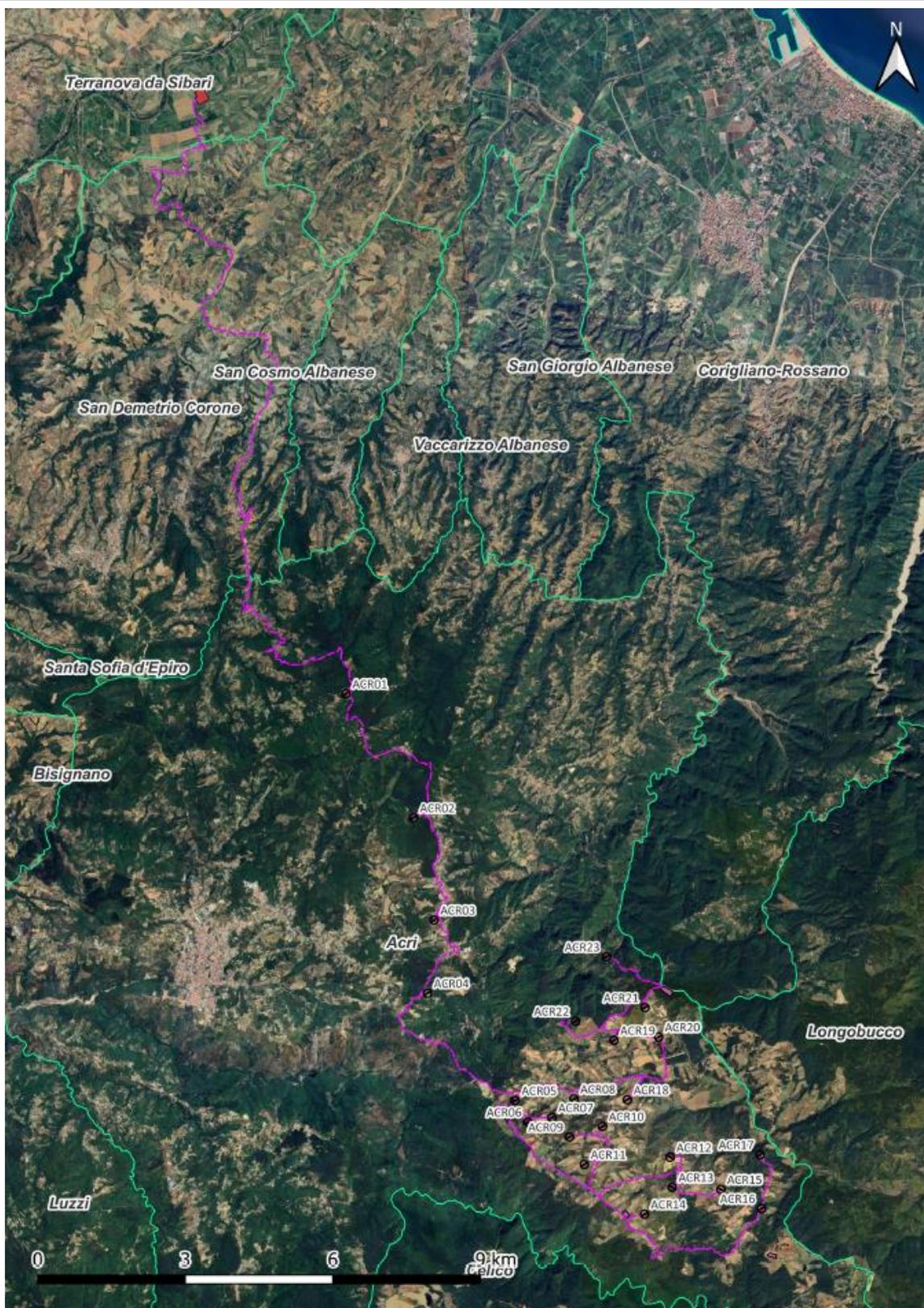
PAGE

4 di/of 91

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori è situata nel territorio comunale di Acri mentre il tracciato del cavidotto, oltre ad interessare il comune di Acri, attraversa i territori di Corigliano-Rossano, San Demetrio Corone e Terranova da Sibari. Per quanto riguarda la futura Stazione Elettrica (SE), la cui trattazione esula dai contenuti della presente trattazione, sarà realizzata nel comune di Terranova da Sibari.

Di seguito l'inquadramento del layout di progetto rispetto ai territori e confini dei comuni interessati:



Aerogeneratori



Aree di stoccaggio

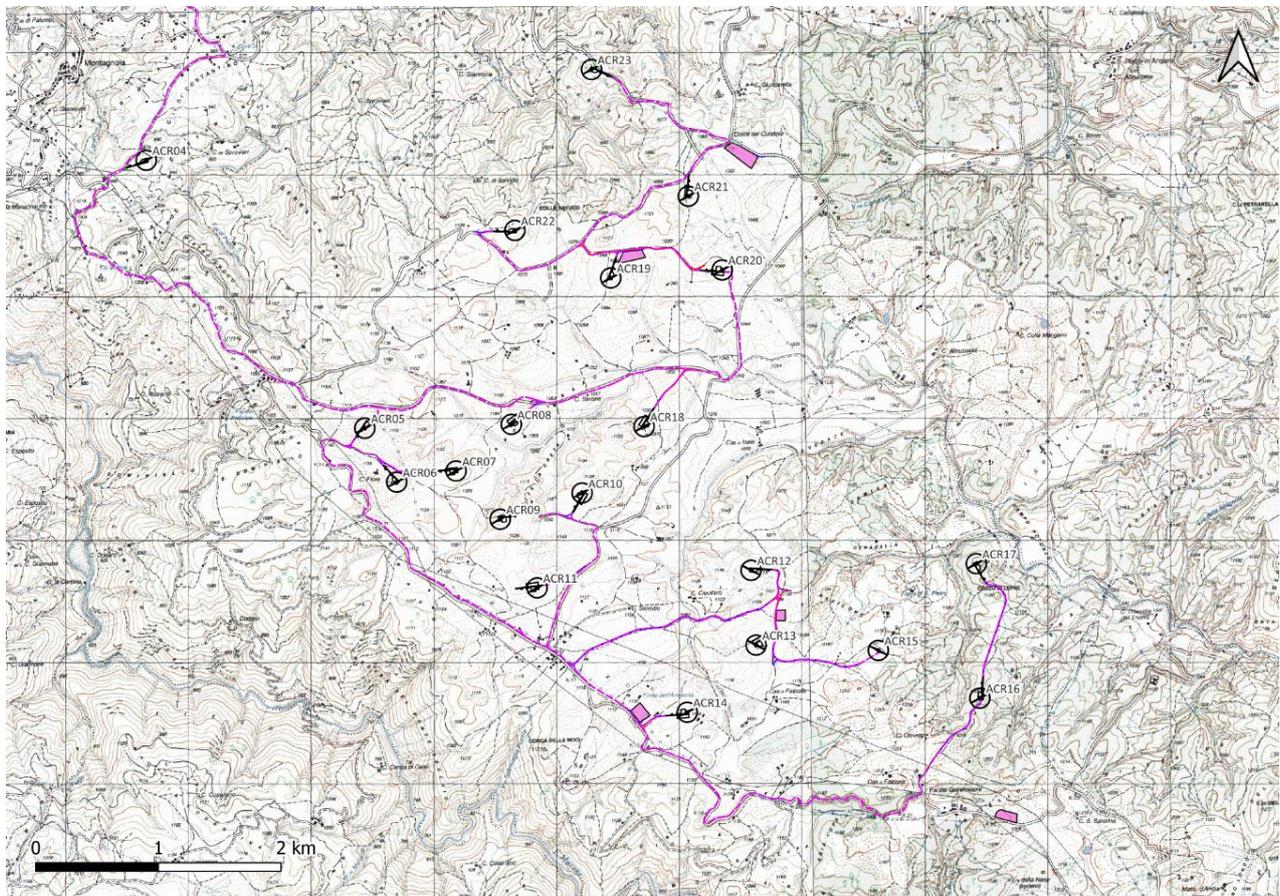


Cavidotto 36 kV



Futura Stazione Elettrica
(SE) RTN 380/150/36 kV

Figura 1 - Inquadramento del layout di impianto rispetto ai limiti amministrativi comunali su base satellitare - Fonte: Google Earth



- | | | | |
|---|-------------------------------|---|---------------------------------|
|  | Aerogeneratori |  | Pista esistente da adeguare |
|  | Piazzole |  | Viabilità esistente da adeguare |
|  | Cavidotto 36 kV |  | Cabina di raccolta |
|  | Strade di nuova realizzazione |  | Aree di stoccaggio |

Figura 2 - Inquadramento del layout di impianto rispetto ai limiti amministrativi comunali su base IGM - Fonte: IGM

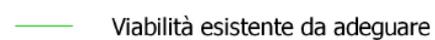
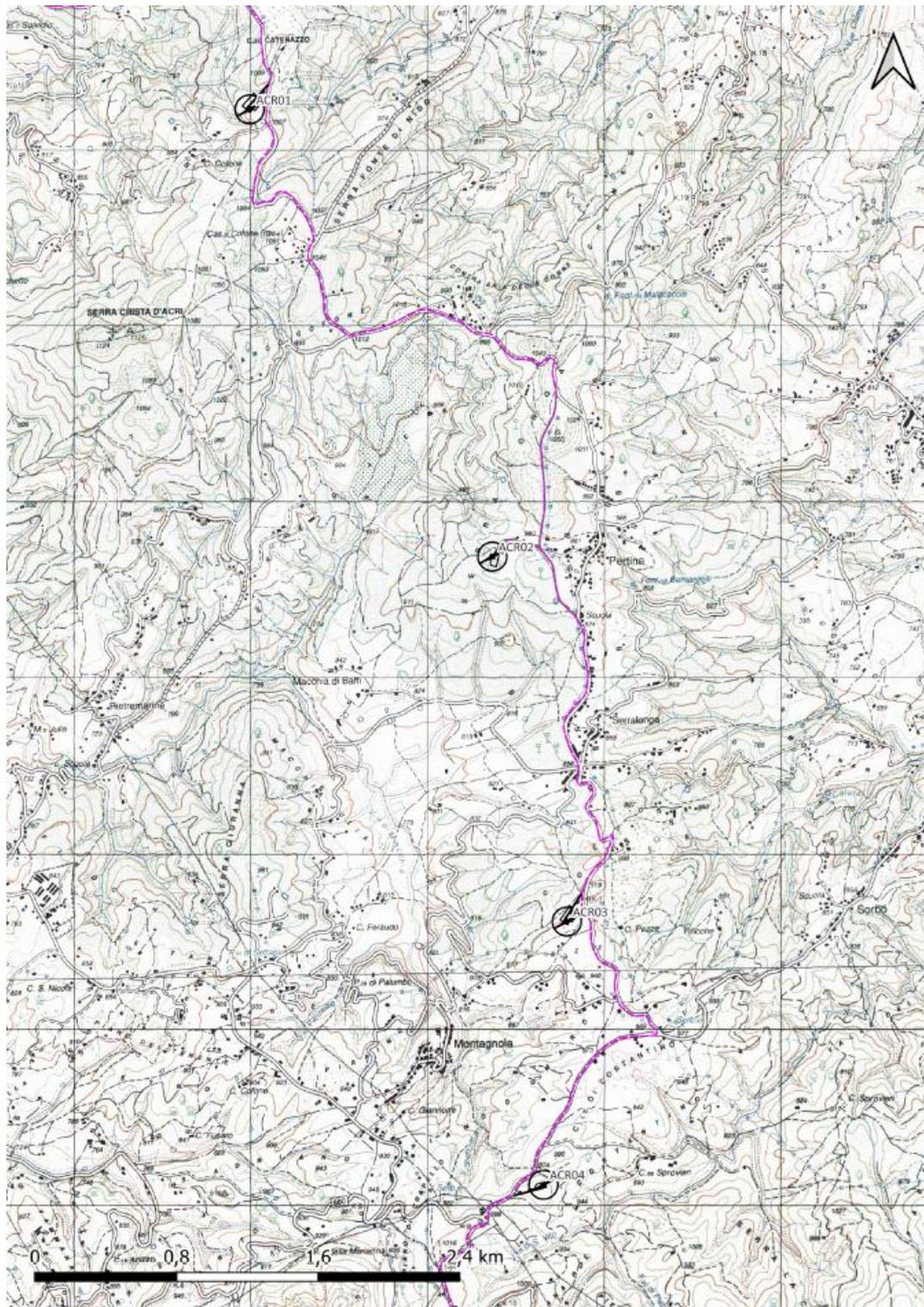


Figura 3 - Inquadramento del layout di impianto rispetto ai limiti amministrativi comunali su base IGM - Fonte: IGM



Le coordinate delle WTG in progetto, espresse nel sistema di riferimento UTM - WGS84 (fuso 33) risultano essere le seguenti:

Tabella 1 - Coordinate delle WTG in progetto

ID Aerogeneratore	WGS84 - 33N	
	Coord X	Coord Y
ACR01	621936,95	4378032,89
ACR02	623308,41	4375489,28
ACR03	623728,88	4373420,95
ACR04	623596,88	4371922,95
ACR05	625378,97	4369725,02
ACR06	625638,74	4369282,35
ACR07	626122,61	4369374,22
ACR08	626573,73	4369756,20
ACR09	626482,14	4368978,23
ACR10	627150,42	4369194,00
ACR11	626783,59	4368415,27
ACR12	628528,01	4368559,40
ACR13	628568,58	4367945,86
ACR14	628007,19	4367394,52
ACR15	629557,60	4367901,98
ACR16	630385,14	4367510,05
ACR17	630356,33	4368613,53
ACR18	627655,76	4369738,54
ACR19	627383,56	4370957,63
ACR20	628292,49	4371023,20
ACR21	628016,15	4371628,51
ACR22	626602,54	4371347,56
ACR23	627226,56	4372667,81

2.1 Idrografia

Dal punto di vista idrografico la maggior parte degli aerogeneratori in progetto ricade all'interno del bacino del fiume Trionto, in particolare 19 WTG su 23 verranno collocate nel territorio dove il fiume ha origine, mentre le restanti 4 si trovano lungo la linea spartiacque che divide il bacino del fiume Crati da quelli del torrente Coriglianeto, del torrente Malfrancato e del torrente San Mauro.

Escludendo il Neto, che, pur drenando nella propria rete idrografica le acque di parte dell'altopiano della Sila, versa poi le sue acque nel mare Ionio in provincia di Crotone, il fiume Trionto è il più meridionale dei fiumi della provincia di Cosenza nel versante orientale.



L'antica storiografia identifica l'attuale fiume Trionto con il Traeis, noto perché nei suoi pressi si svolse la battaglia decisiva del 510 a.C. fra i Sibariti e i Crotoniati che, con un esercito di 100.000 uomini, sconfissero l'esercito sibarita, forte di 300.000 soldati e ne distrussero la città.

Il Trionto nasce nei pressi di contrada Difesa sul Trionto al confine dei comuni di Longobucco e Acri, a un'altitudine di 1467 metri. La lunghezza dell'asta principale è di circa 35 km e il suo bacino imbrifero misura 290 kmq. Da un punto di vista geografico il bacino confina a Nord con i bacini idrografici del Coserie, del Cino, del Colognati, del Corigliameto e il mar Ionio, a Est con i bacini idrografici del Fiumarella, dell'Arso e del Nicà, a Sud con i bacini idrografici del Crati e del Neto e a Ovest con il bacino idrografico del Crati. I principali centri abitati ricadenti nel bacino sono Acri, Bocchigliero, Calopezzati, Crosia, Longobucco, Pietrapaola e Rossano.

Il fiume presenta lungo il suo corso numerosi affluenti di piccole dimensioni e il bacino si presenta ampio nella parte montana, per poi subire un brusco restringimento nella parte valliva e collinare fino al suo sbocco a mare.

La natura geologica del bacino nel suo complesso è scarsamente rocciosa, con prevalenza di affioramenti granitici in formazioni filladiche. La pendenza del territorio è molto accentuata, il che tende a rendere il fenomeno erosivo alquanto diffuso. Le condizioni climatiche che interessano il bacino sono state desunte dalle analisi dei dati pluviometrici di nove stazioni presenti nei territori limitrofi, essendo scarse quelle presenti nel bacino. Per quanto riguarda le precipitazioni, i dati pluviometrici mettono in evidenza una variabilità delle stesse in funzione dell'altitudine. Una buona uniformità delle piogge si riscontra, invece, nel senso di variabilità stagionale; infatti, il 74% delle precipitazioni si riscontra nel periodo autunnale e invernale, il 21% nella stagione primaverile e il restante 5% in quella estiva. Nel periodo invernale, sono frequenti e abbondanti le precipitazioni a carattere nevoso il cui scioglimento in genere è rapido, anche se, non trattandosi di nevi perenni, non c'è influenza sui deflussi estivi.

Si riporta di seguito un inquadramento dell'area di progetto in relazione ai bacini interessati dal progetto e successivamente un inquadramento degli elementi idrici:

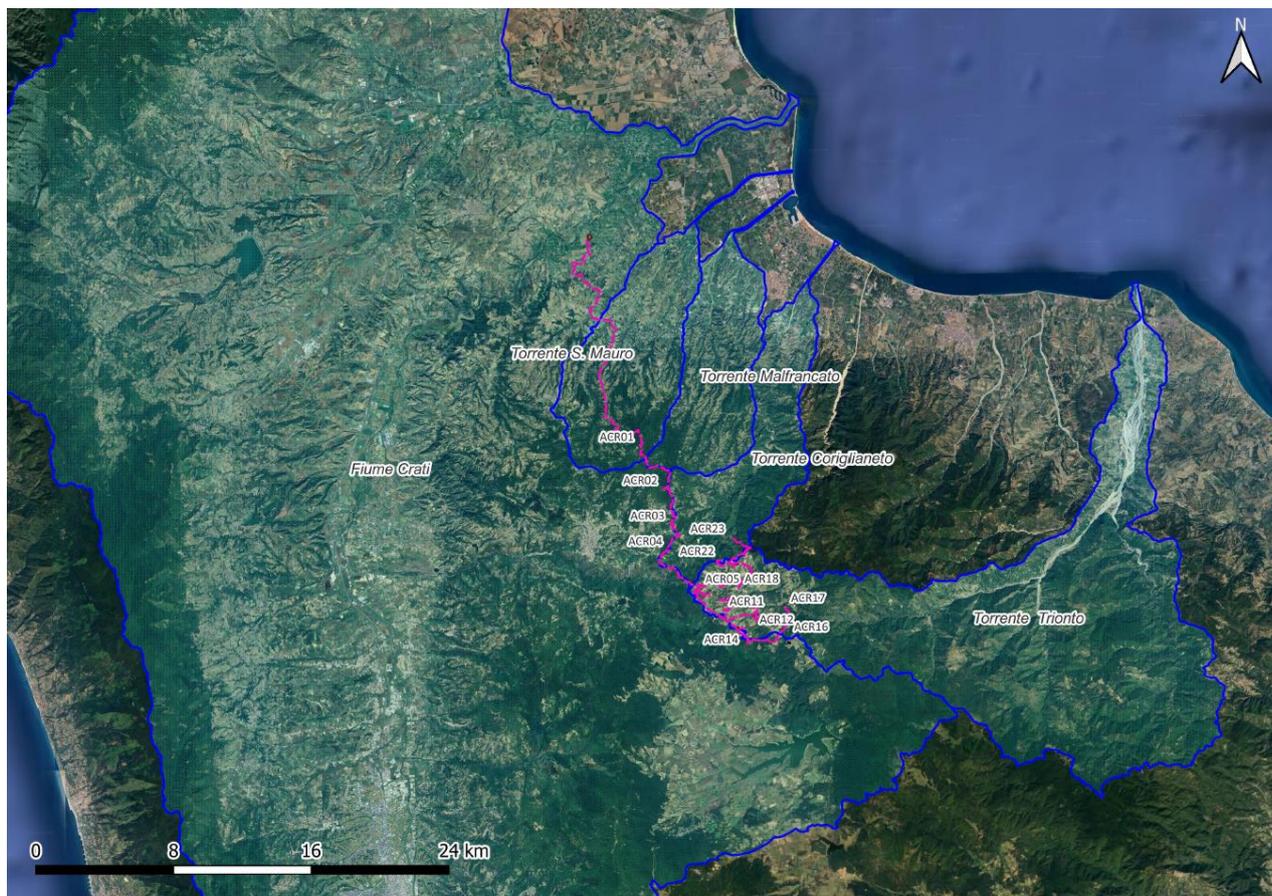
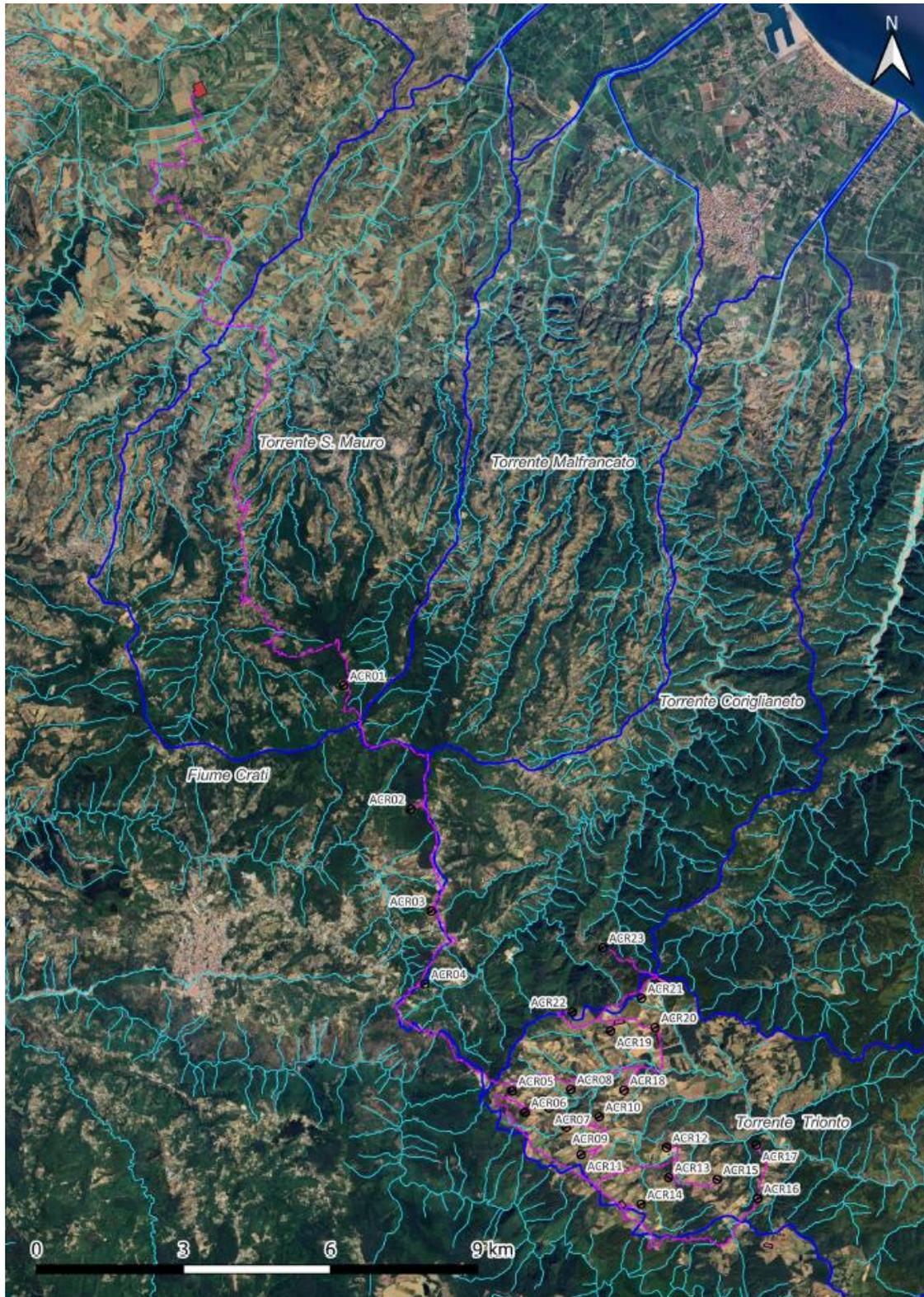


Figura 4 - Inquadramento dei bacini idrografici interessati dall'impianto in progetto.



- | | | | |
|---|---|---|----------------------|
|  | Cavidotto 36 kV |  | Reticolo idrografico |
|  | Aree di stoccaggio |  | Bacini interessati |
|  | Futura Stazione Elettrica
(SE) RTN 380/150/36 kV | | |

Figura 5 - Inquadramento dell'area in esame con evidenza degli elementi idrici (Fonte: Geoportale Nazionale)

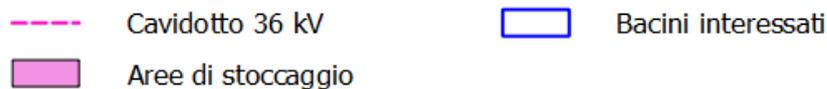
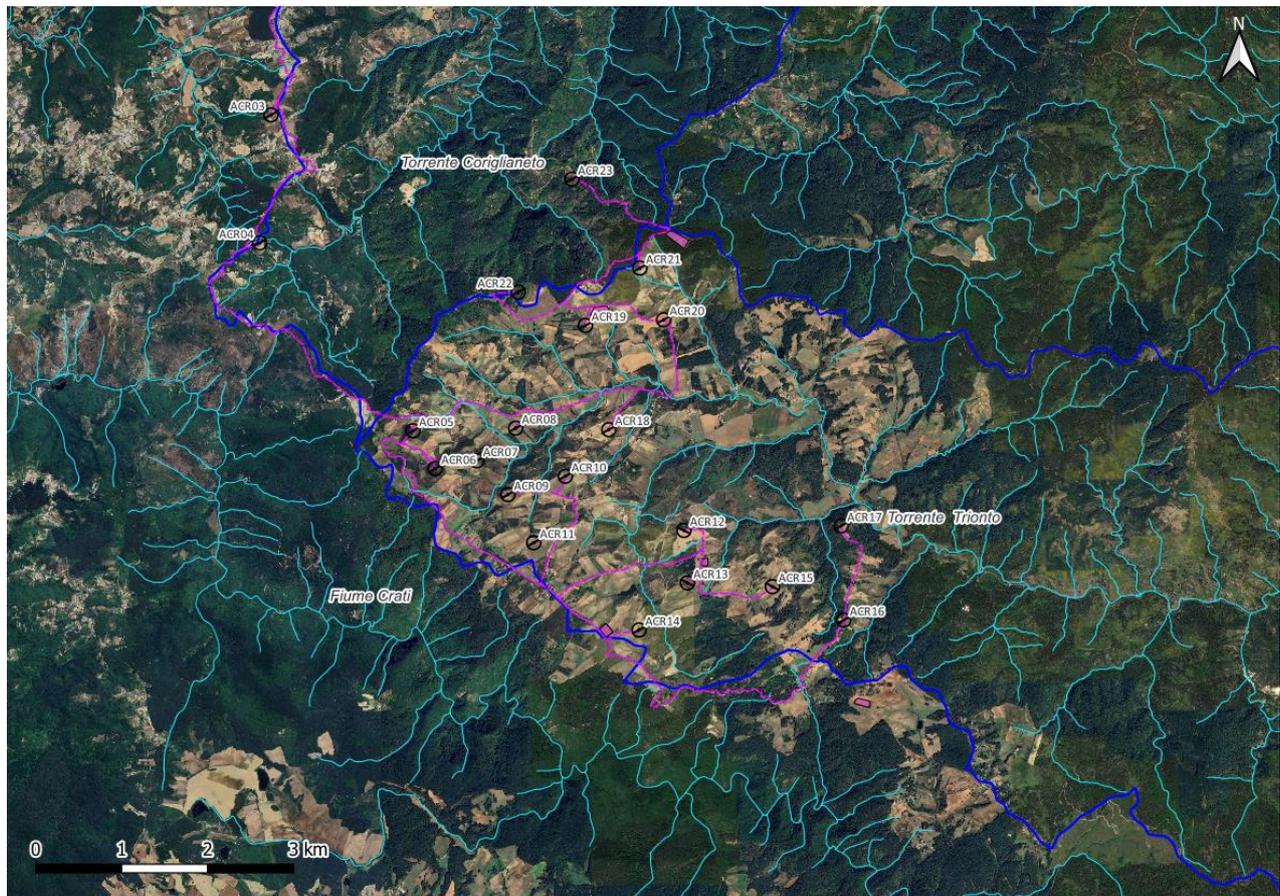


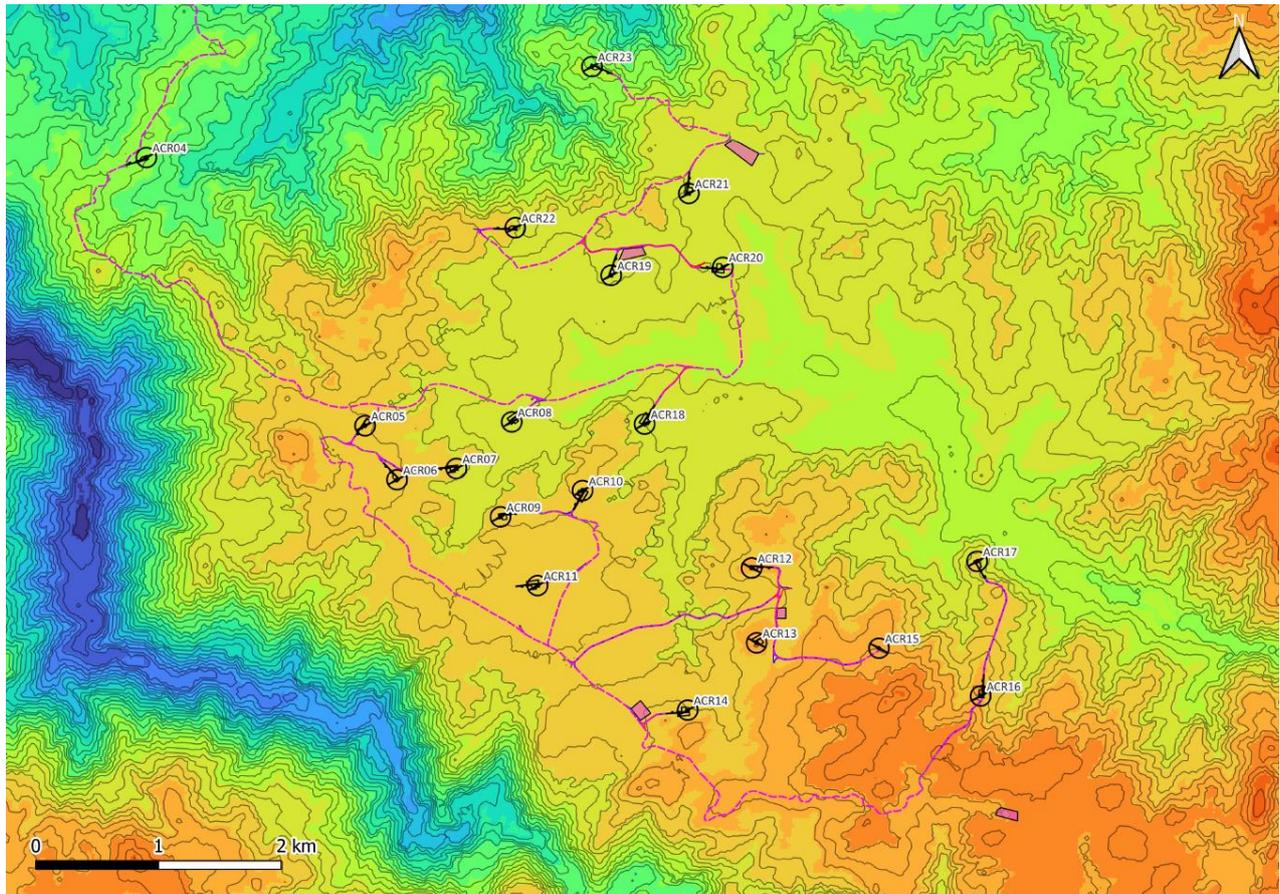
Figura 6 - Particolare del reticolo idrografico dell'area occupata dalle WTG ricadenti all'interno del bacino del torrente Trionto.

2.1.1 Individuazione dei sottobacini idrografici

L'area su cui sorgeranno gli aerogeneratori è caratterizzata da una morfologia collinare con pendenze moderate che vede il susseguirsi di diversi impluvi e displuvi.

Le WTG in progetto andranno a collocarsi principalmente su un altopiano il cui deflusso superficiale da origine successivamente al fiume Trionto, per quanto riguarda gli aerogeneratori ACR01, ACR02, ACR03 e ACR04 andranno a collocarsi sulla linea spartiacque dei bacini principali della zona in esame. Si ritiene perciò non necessaria una simulazione idraulica per queste ultime, dato che è plausibile considerare alcuna criticità in merito ad aree allagabili.

Le immagini che seguono mostrano le caratteristiche morfologiche della zona indagata:



 Aerogeneratori

 Piazzole

 Cavidotto 36 kV

 Strade di nuova realizzazione

 Pista esistente da adeguare

 Viabilità esistente da adeguare

 Cabina di raccolta

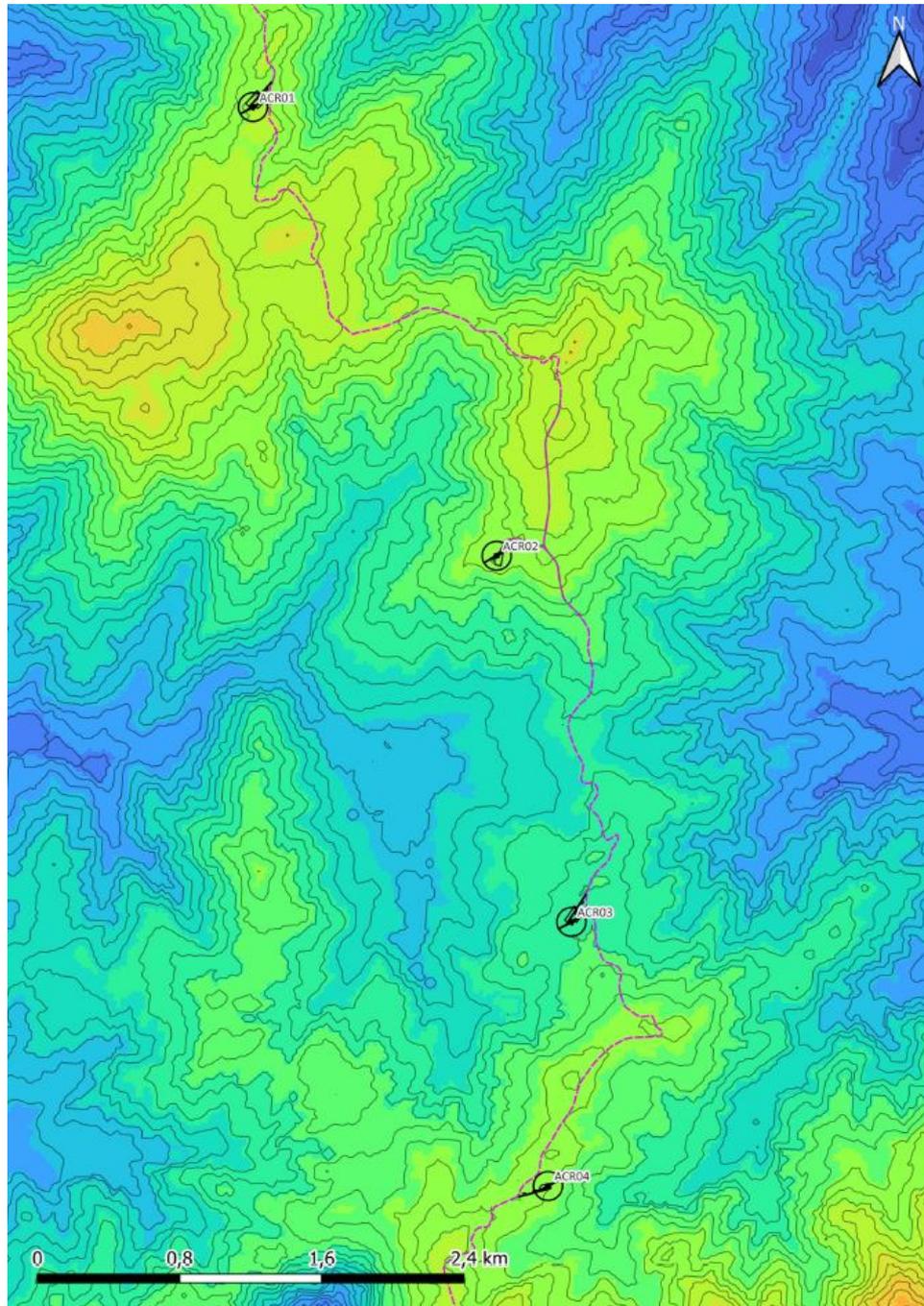
 Aree di stoccaggio

Quote altimetriche [m.s.l.m.]

	<= 550
	550 - 600
	600 - 650
	650 - 700
	700 - 750
	750 - 800
	800 - 850
	850 - 900
	900 - 950
	950 - 1000

	1000 - 1050
	1050 - 1100
	1100 - 1150
	1150 - 1200
	1200 - 1250
	1250 - 1300
	1300 - 1350
	1350 - 1400
	1400 - 1450
	> 1450

Figura 7 - Inquadramento dell'area in esame con evidenza delle quote altimetriche (Fonte: Elaborazioni GIS)



-  Aerogeneratori
-  Piazzole
-  Cavidotto 36 kV
-  Viabilità esistente da adeguare

Quote altimetriche [m.s.l.m]

-  <= 550
-  550 - 600
-  600 - 650
-  650 - 700
-  700 - 750
-  750 - 800
-  800 - 850
-  850 - 900
-  900 - 950
-  950 - 1000

-  1000 - 1050
-  1050 - 1100
-  1100 - 1150
-  1150 - 1200
-  1200 - 1250
-  1250 - 1300
-  1300 - 1350
-  1350 - 1400
-  1400 - 1450
-  > 1450

Figura 8 - Inquadramento dell'area in esame con evidenza delle quote altimetriche (Fonte: Elaborazioni GIS)

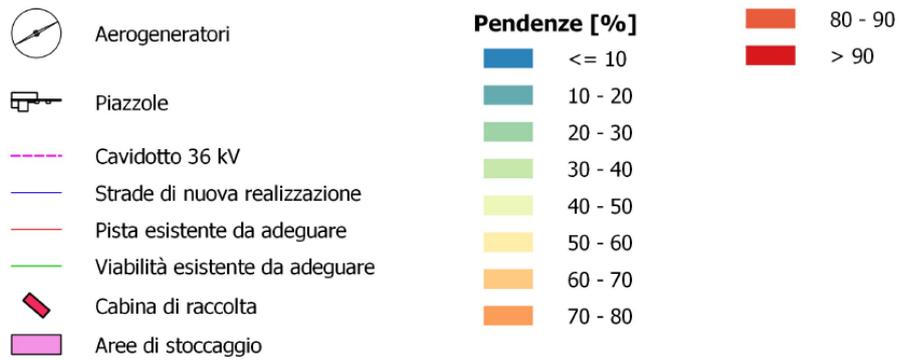
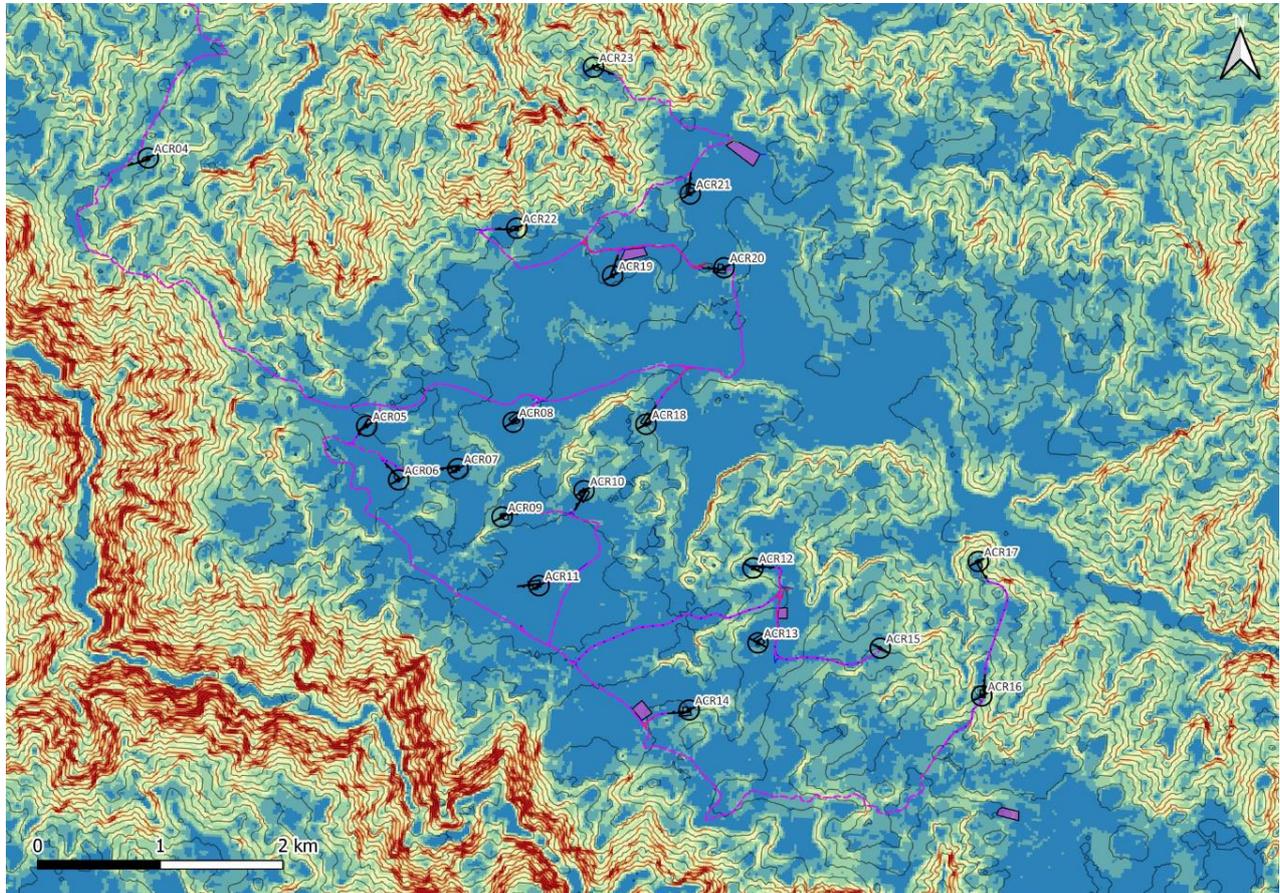


Figura 9 - Inquadramento dell'area in esame con evidenza delle pendenze (Fonte: Elaborazioni GIS)

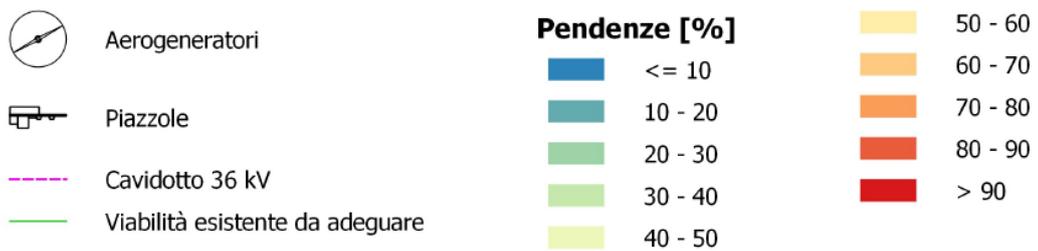
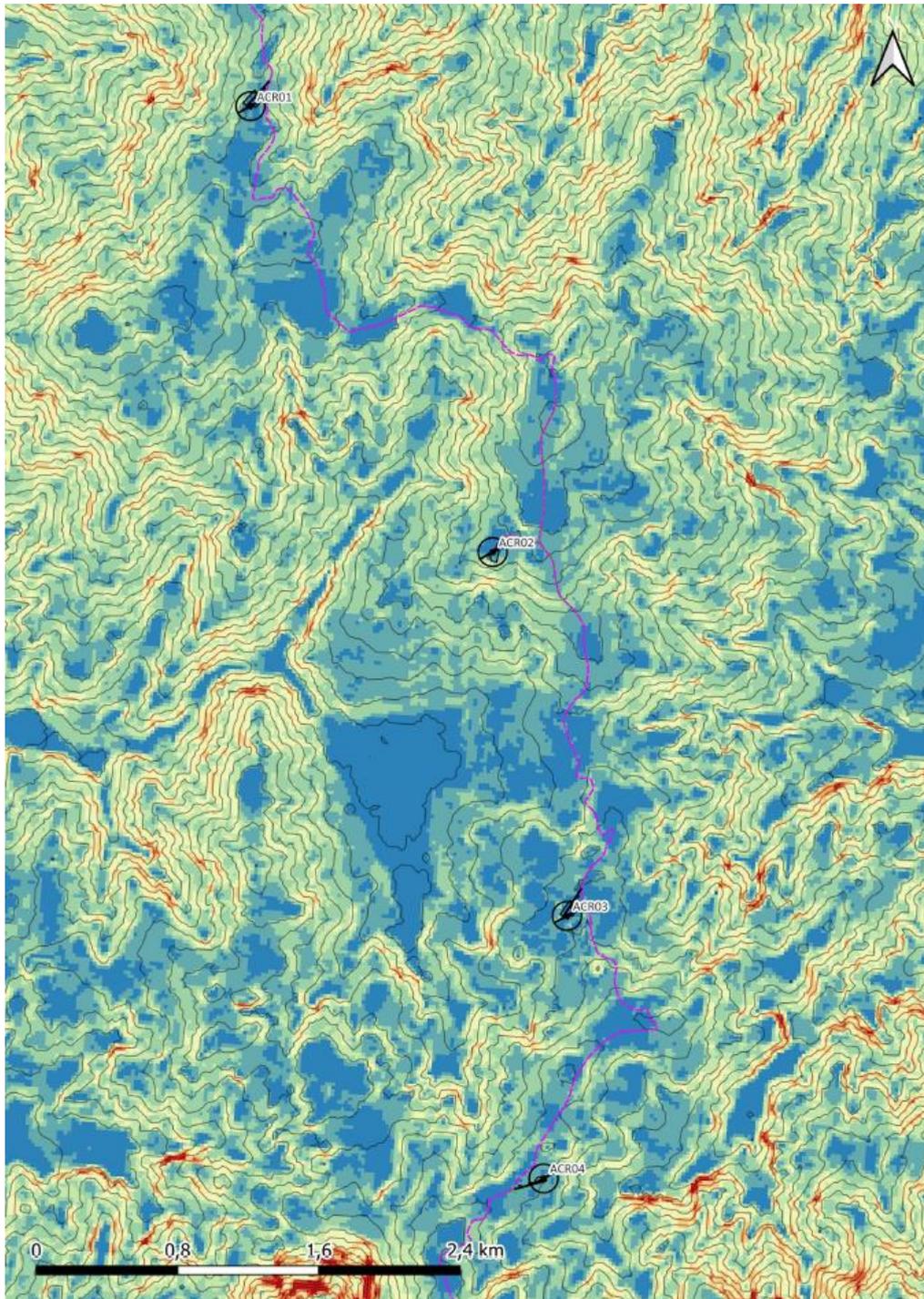


Figura 10 - Inquadramento dell'area in esame con evidenza delle pendenze (Fonte: Elaborazioni GIS)

Grazie agli strumenti offerti dal software QGIS è stato possibile estrarre, dal modello digitale del terreno con risoluzione 5 m, tre sottobacini all'interno dei quali si collocano gli aerogeneratori in progetto:

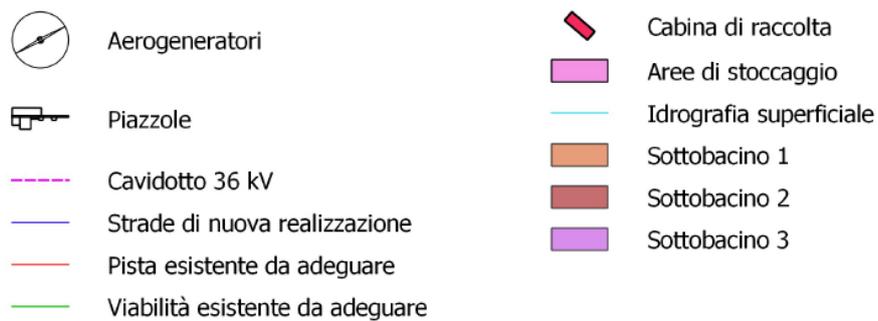
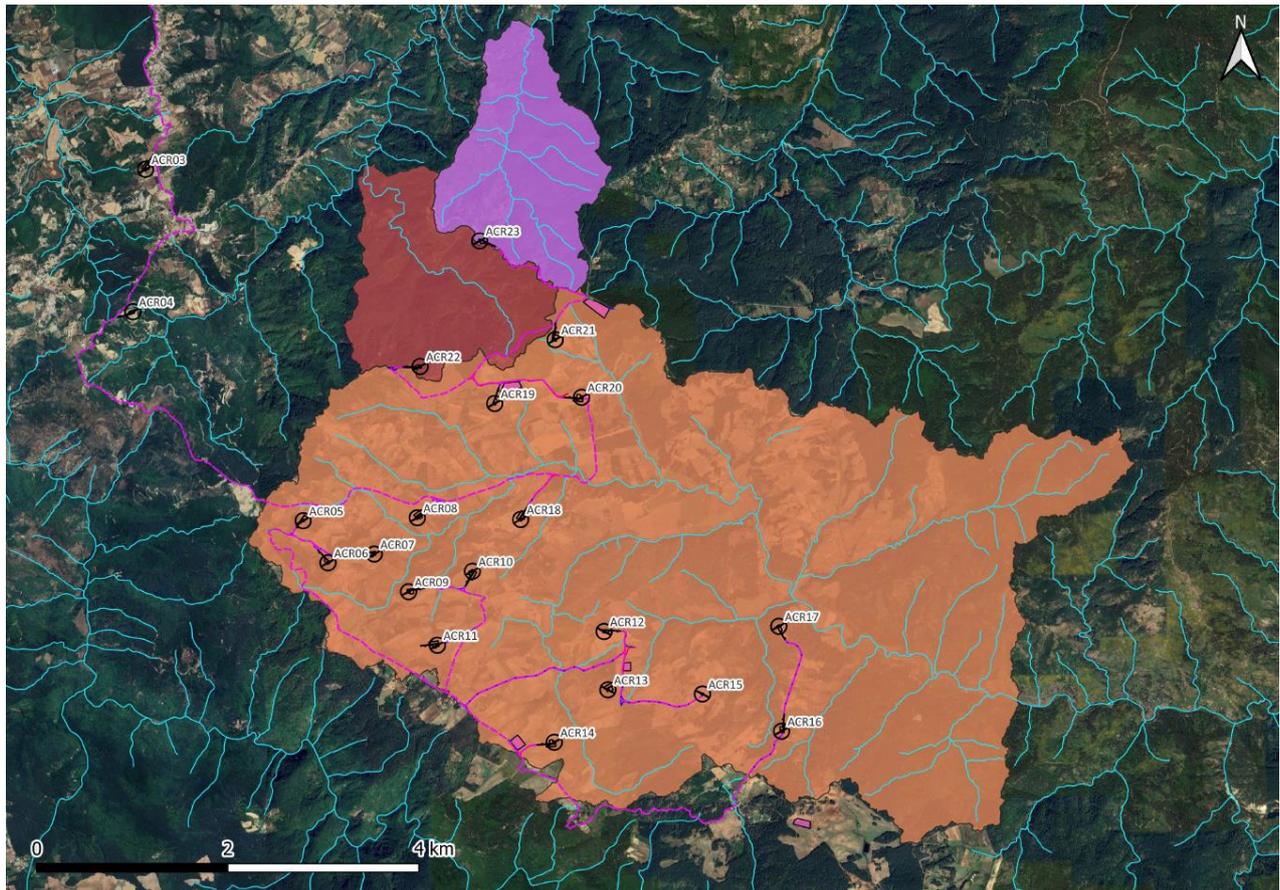


Figura 11 - Inquadramento dei sottobacini di interesse (Elaborazioni GIS)

Di seguito si riportano le caratteristiche morfologiche dei sottobacini considerati:



Tabella 2 - Caratteristiche morfologiche dei sottobacini

	Area [km ²]	Lunghezza asta principale [km]	Pendenza asta principale	Pendenza media bacino	Quota massima [m.s.l.m.]	Quota minima [m.s.l.m.]	Quota media [m.s.l.m.]
Sottobacino 1	3	3.68	7.98%	48.06%	1465.00	980.65	1110.97
Sottobacino 2	3.1	4.05	7.86%	45.75%	1150.00	684.20	966.48
Sottobacino 3	31.3	12	0.82%	22.31%	1095.51	605.78	884.17



3 INQUADRAMENTO NORMATIVO DI SETTORE

3.1 Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Calabria (PAI) e Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Il *Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI 2001)*, approvato con Delibera di Consiglio Regionale n. 115 del 28/12/2001 persegue le finalità del DL 180/98 emanato per accelerare quanto già previsto dalla legge organica ed ordinaria sulla difesa del suolo n.183/89. Il Piano è finalizzato alla valutazione del rischio di frana ed alluvione (la Calabria ha poi aggiunto il rischio di erosione costiera).

Con Delibera n. 3/2016 dell'11 Aprile 2016 è stato avviato il processo di aggiornamento del PAI Calabria (PAI 2016) e con la stessa è stata avviata, prima dell'adozione del progetto di piano, una fase di consultazione con i Comuni di competenza dell'Autorità di Bacino della Regione Calabria. Alla data di emissione del presente documento non è reperibile alcuna delibera di approvazione dell'aggiornamento al Piano di Assetto Idrogeologico.

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo o di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, all'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo di inondazione, all'assetto della costa, relativo alla dinamica della linea di riva e al pericolo di erosione costiera.

Le finalità del PAI sono perseguite mediante:

- l'adeguamento degli strumenti urbanistici e territoriali;
- la definizione del rischio idrogeologico e di erosione costiera in relazione ai fenomeni di dissesto considerati;
- la costituzione di vincoli e prescrizioni, di incentivi e di destinazioni d'uso del suolo in relazione al diverso livello di rischio;
- l'individuazione di interventi finalizzati al recupero naturalistico e ambientale, nonché alla tutela e al recupero dei valori monumentali e ambientali presenti e/o alla riqualificazione delle aree degradate;
- l'individuazione di interventi su infrastrutture e manufatti di ogni tipo, anche edilizi, che determinino rischi idrogeologici, anche con finalità di rilocalizzazione;
- la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle



infrastrutture adottando modalità di intervento che privilegino la conservazione e il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;

- la moderazione delle piene, la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione dei programmi di manutenzione;
- l'approntamento di adeguati sistemi di monitoraggio;
- la definizione degli interventi atti a favorire il riequilibrio tra ambiti montani e costieri con particolare riferimento al trasporto solido e alla stabilizzazione della linea di riva.

Come riportato nell'art. 8 delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia (Testo aggiornato con Delibera del CI n. 27 del 02/08/2011) il "*rischio idrogeologico viene definito dall'entità attesa delle perdite di vite umane, feriti, danni a proprietà, interruzione di attività economiche, conseguentemente al verificarsi di frane, inondazioni o erosione costiera*". Il PAI individua il rischio laddove nell'ambito delle aree in frana, inondabili, oppure soggette ad erosione costiera, si rileva la presenza di elementi esposti, costituiti dall'insieme delle presenze umane e di tutti i beni mobili e immobili, pubblici e privati, che possono essere interessati e coinvolti dagli eventi di frana, inondazione ed erosione costiera.

Nelle finalità del Piano, le situazioni di rischio vengono raggruppate ai fini della programmazione degli interventi, in tre categorie:

- Rischio di frana;
- Rischio di inondazione;
- Rischio di erosione costiera.

Per ciascuna categoria di rischio, in conformità al DPCM 29 Settembre 1998, sono definiti quattro livelli:

- Rischio molto elevato R4: quando esistono condizioni che determinano la possibilità di perdita di vite umane o lesioni gravi alle persone; danni gravi agli edifici e alle infrastrutture; danni gravi alle attività socio-economiche;
- Rischio elevato R3: quando esiste la possibilità di danni a persone o beni; danni funzionali ad edifici ed infrastrutture che ne comportino l'inagibilità; interruzione di attività socio-economiche;
- Rischio medio R2: quando esistono condizioni che determinano la possibilità di danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale senza pregiudizio diretto per l'incolumità delle persone e senza comprometterne l'agibilità e la funzionalità delle attività economiche;



- Rischio basso R1: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono limitati.

Per quanto riguarda le aree a rischio alluvione, il Primo Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale PGRA DAM è stato adottato, ai sensi dell'art. 66 del D.lgs. 152/2006, con Delibera n.1 del Comitato Istituzionale Integrato del 17 Dicembre 2015. È stato successivamente approvato dal Comitato Istituzionale Integrato in data 3 Marzo 2016: con l'emanazione del DPCM in data 27/10/2016 si è concluso il I Ciclo di Gestione.

Il panorama normativo che ha reso possibile la pianificazione del rischio idrogeologico (frane e alluvioni) attraverso l'individuazione dei vari livelli di pericolosità e rischio, trova un fondamento nella Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 Ottobre 2000, che introduce l'obbligo di predisporre piani di gestione dei distretti idrografici al fine di realizzare un buono stato ecologico e chimico delle acque e contribuirà a mitigare gli effetti delle alluvioni.

In Italia, tale direttiva è stata recepita con il D.lgs. 3 Aprile 2006, n.152 e s.m.i. che ripropone sostanzialmente lo schema dei Piani Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico già previsti dal vigente quadro normativo e dispone che le Autorità di Bacino adottino i Piani Stralcio di Distretto per l'Assetto Idrogeologico contenenti, in particolare, l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico, la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia e la determinazione delle misure medesime. La successiva Direttiva 2007/60/CE si occuperà di introdurre il concetto di un quadro per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all'interno della Comunità. Tale direttiva comunitaria è stata recepita in Italia dal D.lgs. 49/2010 che ha introdotto a pieno titolo il Piano di Gestione Rischio Alluvioni PGRA da predisporre per ciascuno dei distretti idrografici individuati nell'art. 64 del D.lgs. 152/2006 e che contiene il "quadro di gestione delle aree soggette a pericolosità e rischio individuate nei distretti, delle aree dove possa sussistere un rischio potenziale significativo di alluvioni e dove si possa generare in futuro, nonché delle zone costiere soggette ad erosione".

Il II Ciclo del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2016-2021 ha proposto l'aggiornamento e/o modifica di perimetrazioni e/o classificazione della pericolosità e rischio dei Piani di assetto idrogeologico alle nuove mappe del PGRA. Le nuove mappe di aggiornamento del PAI sono state inizialmente adottate con Decreto del Segretario Generale n.540 del 13/10/2020 con annesse misure di salvaguardia per le sole nuove aree non soggette ad alcuna specifica regolamentazione. Successivamente è stato approvato il primo aggiornamento del PGRA II Ciclo con DPCM 1 dicembre 2022 e pubblicazione in Gazzetta Ufficiale Serie generale n. 32 del 8 febbraio 2023 di cui l'art.3 recita:



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR05200

PAGE

22 di/of 91

“1. Il Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell’Appennino meridionale - Il ciclo di gestione, di cui all’art. 1, costituisce stralcio funzionale del Piano di bacino del distretto idrografico dell’Appennino meridionale e ha valore di piano territoriale di settore”.

Pertanto, sono approvate le nuove mappe di rischio e pericolosità idraulica del PAI e applicate le NTA dello stesso.

Si riporta di seguito uno stralcio cartografico ricostruito mediante i dati vettoriali messi a disposizione dal distretto dell’Appennino Meridionale per quanto concerne le nuove perimetrazioni relative alle aree a rischio idraulico.

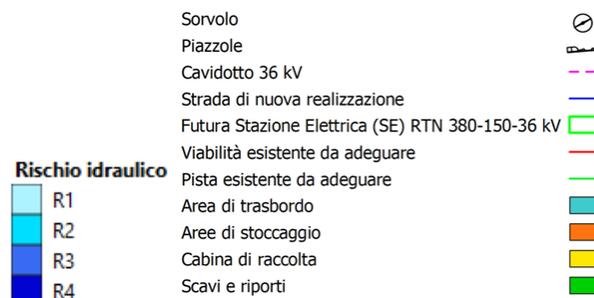
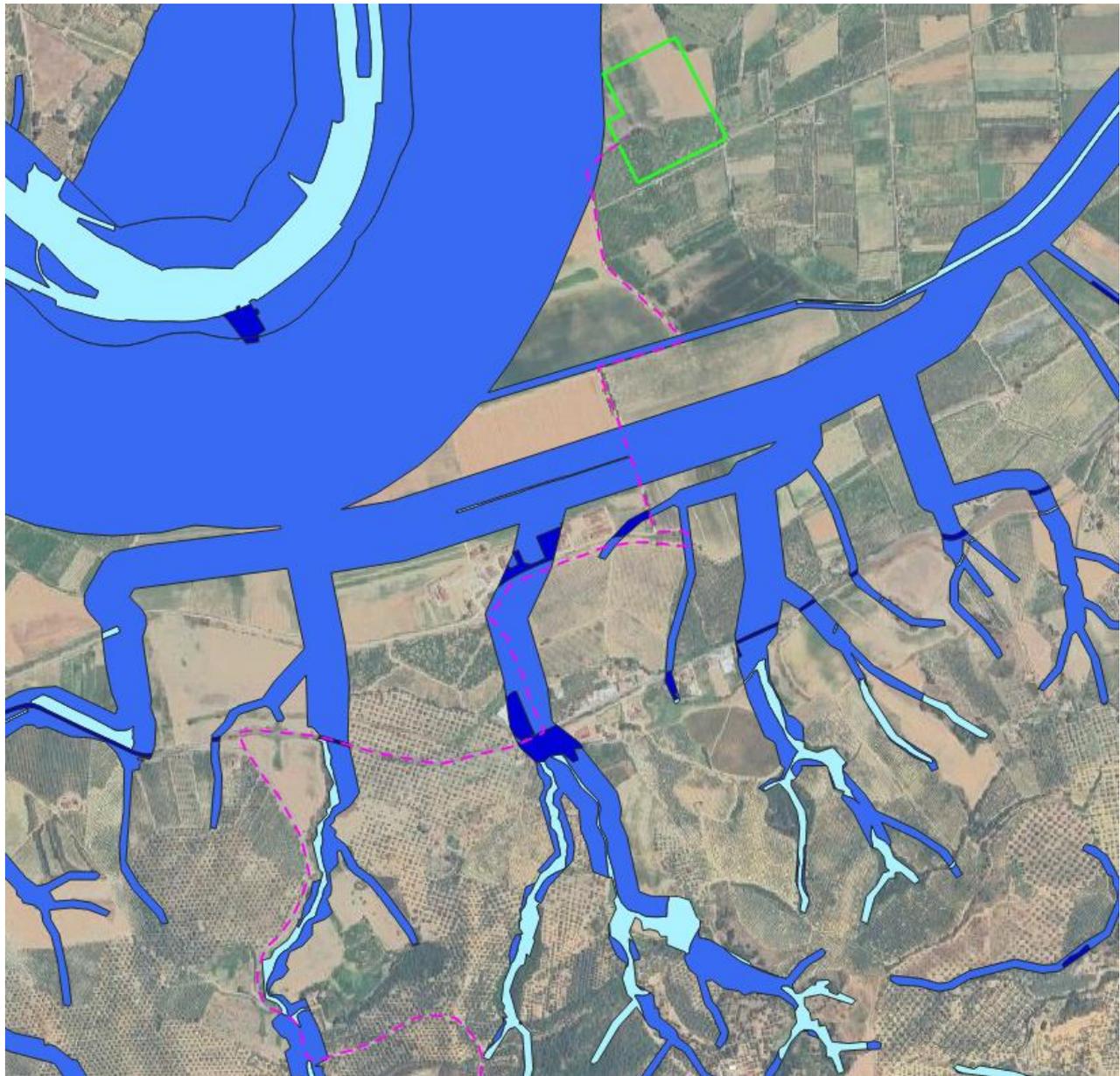


Figura 12 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

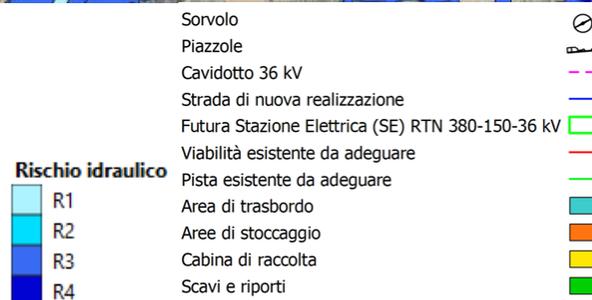
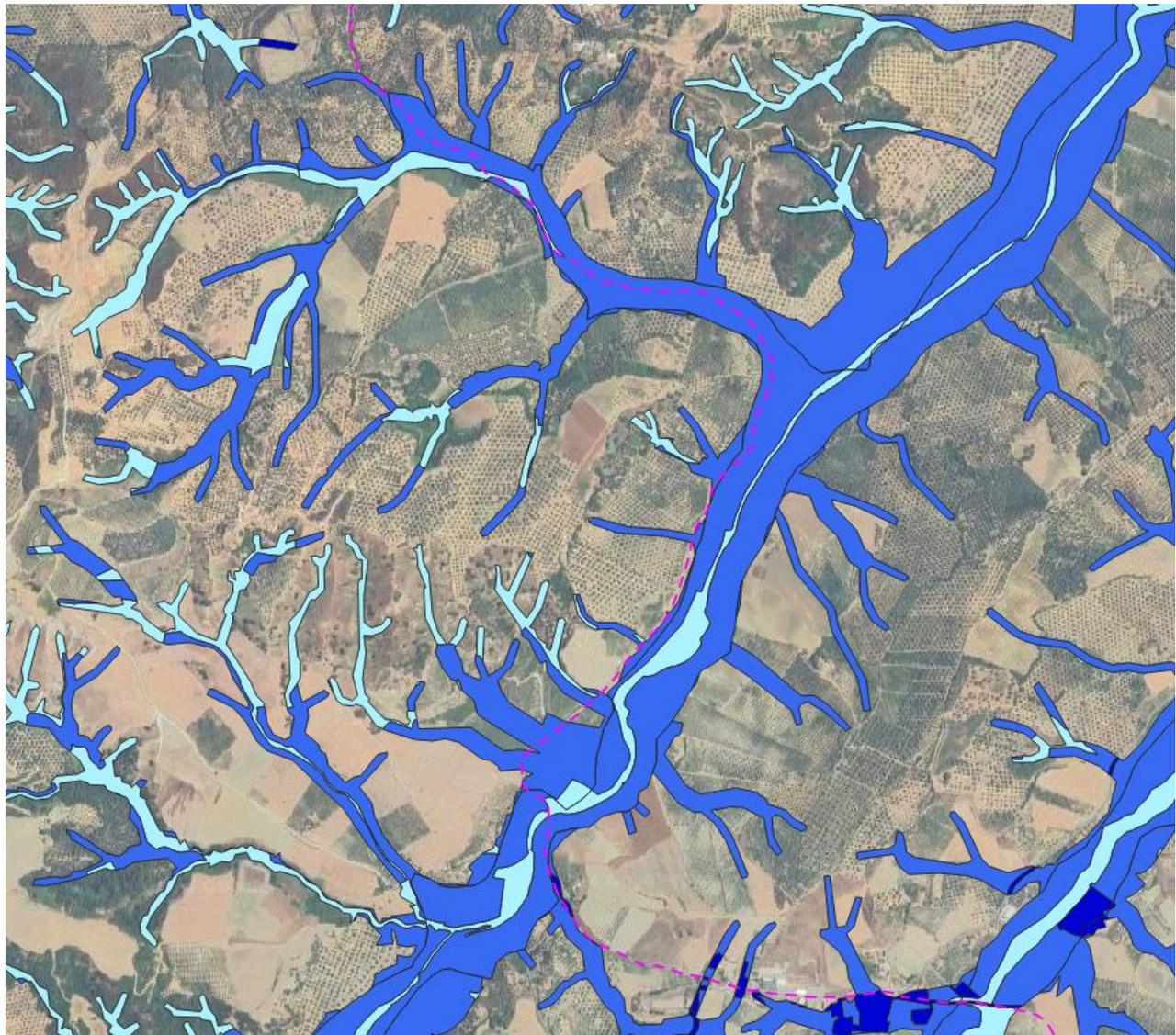


Figura 13 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

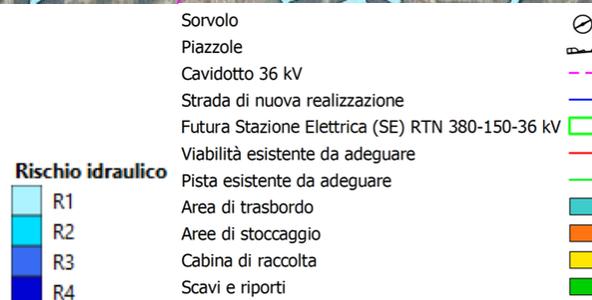
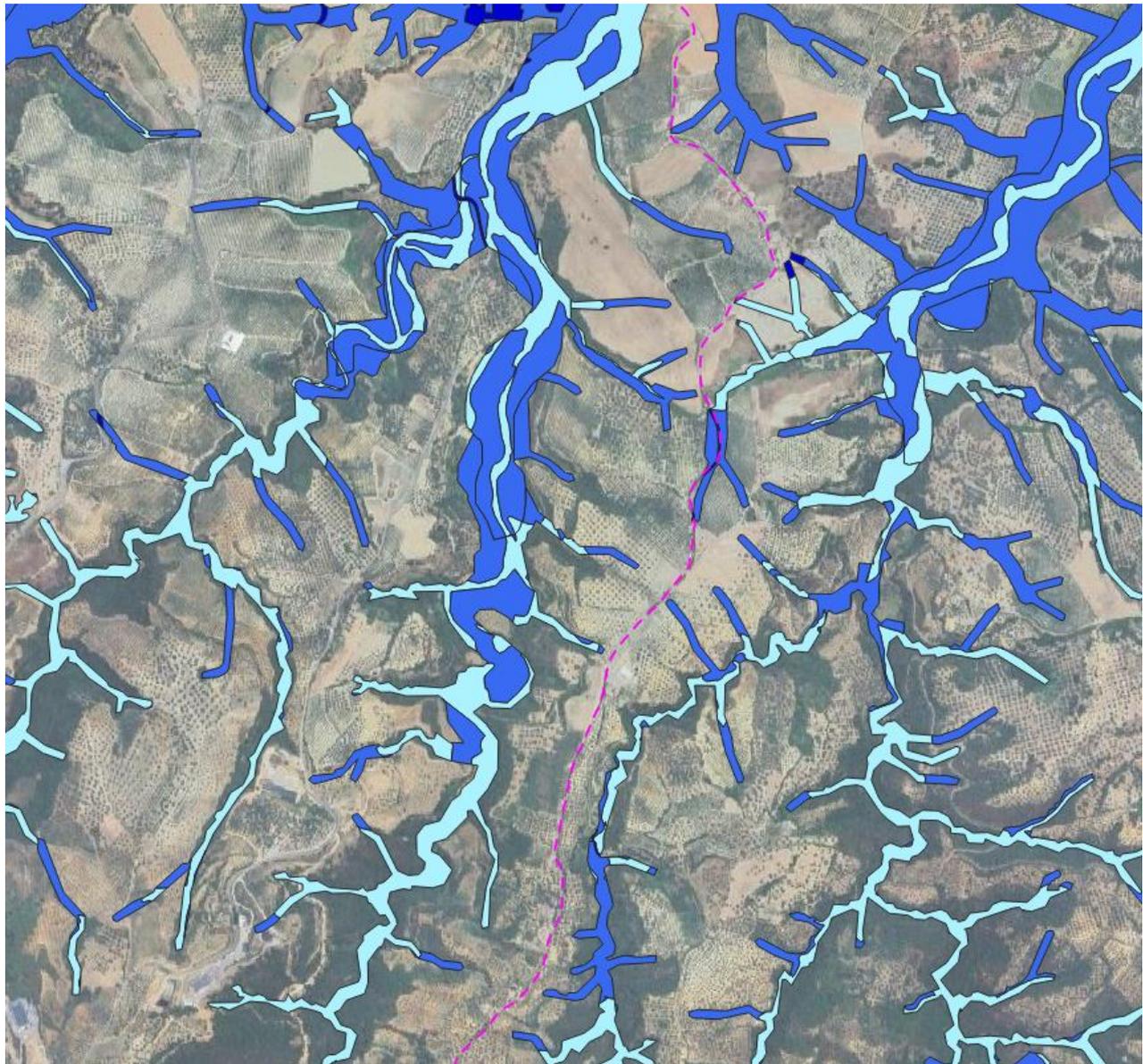


Figura 14 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

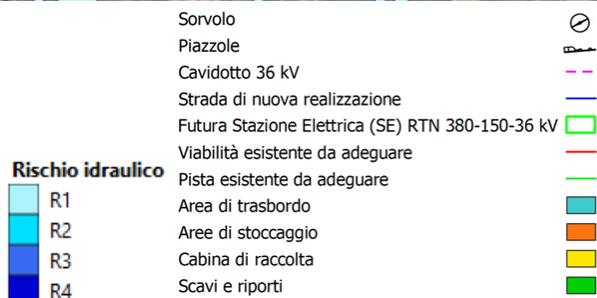
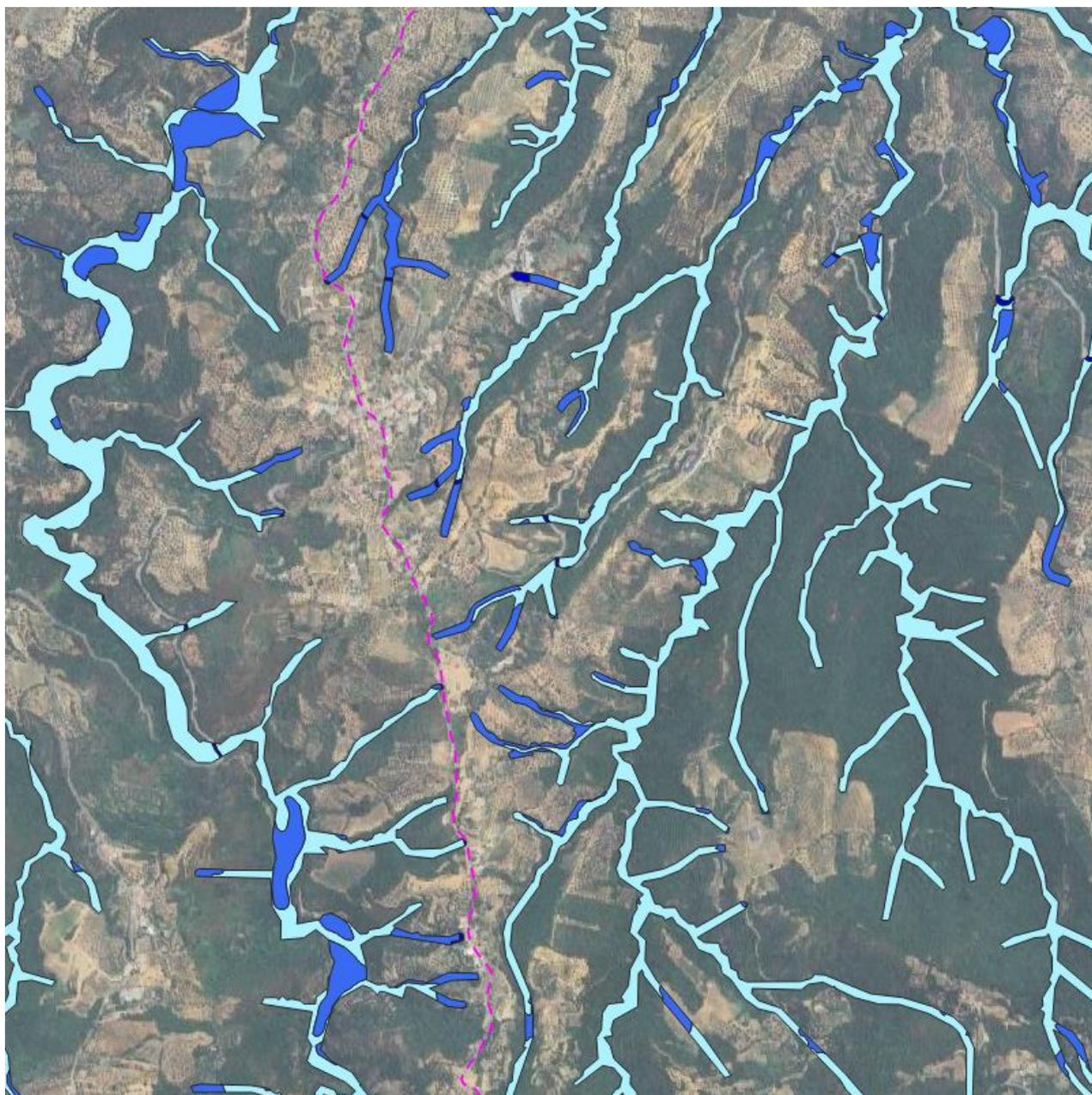


Figura 15 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

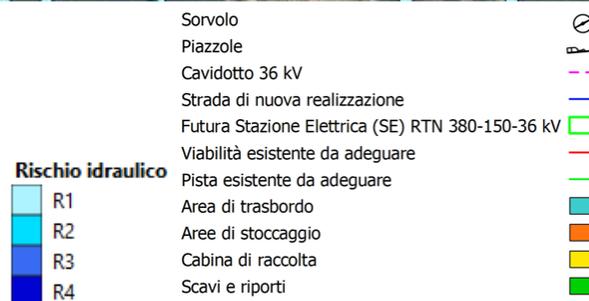
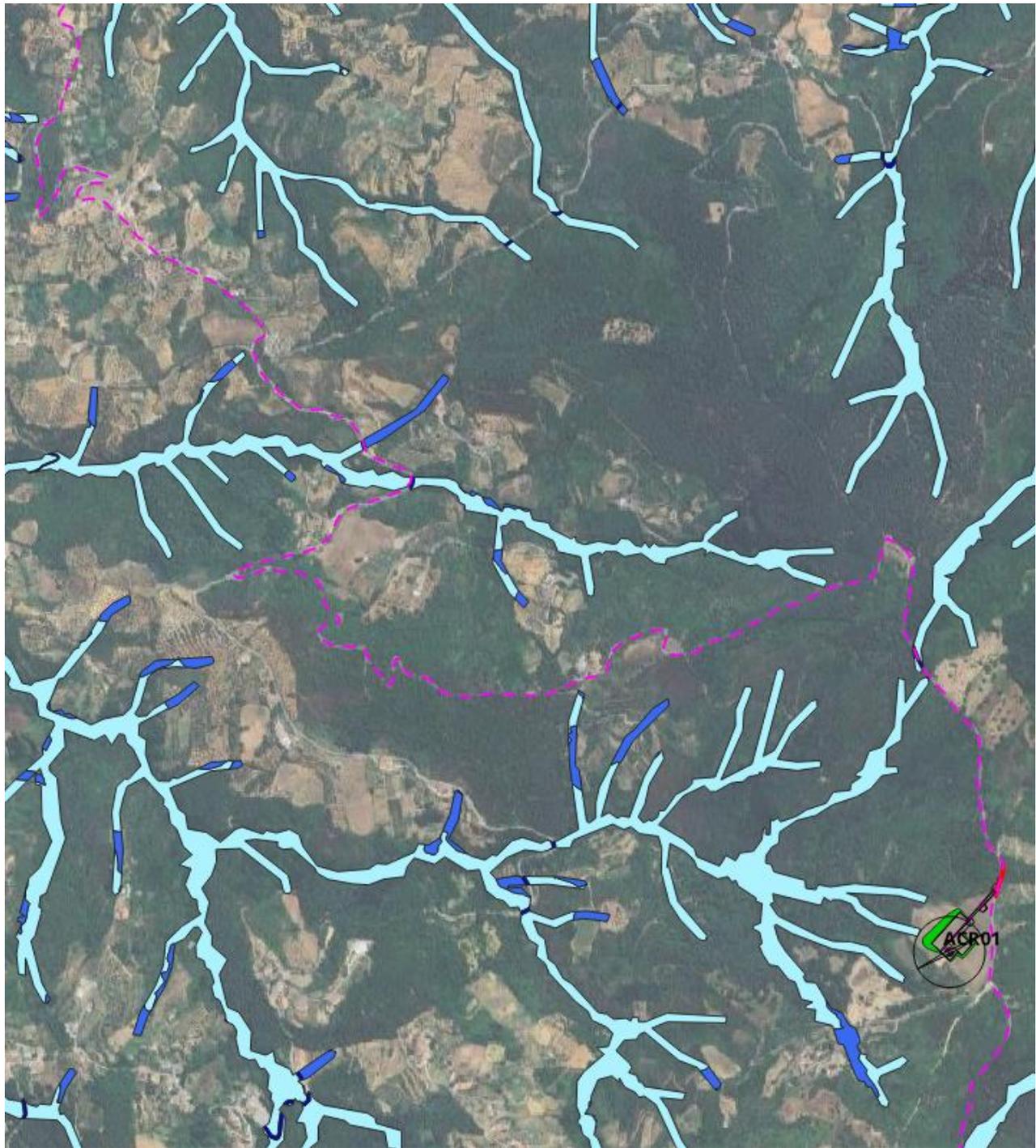


Figura 16 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

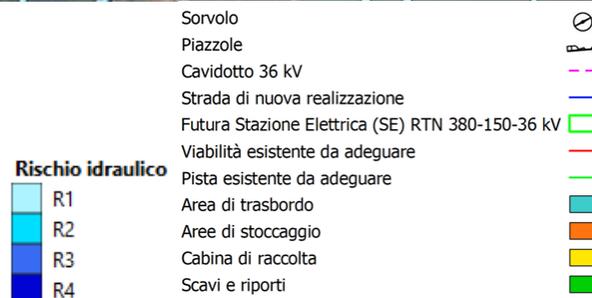
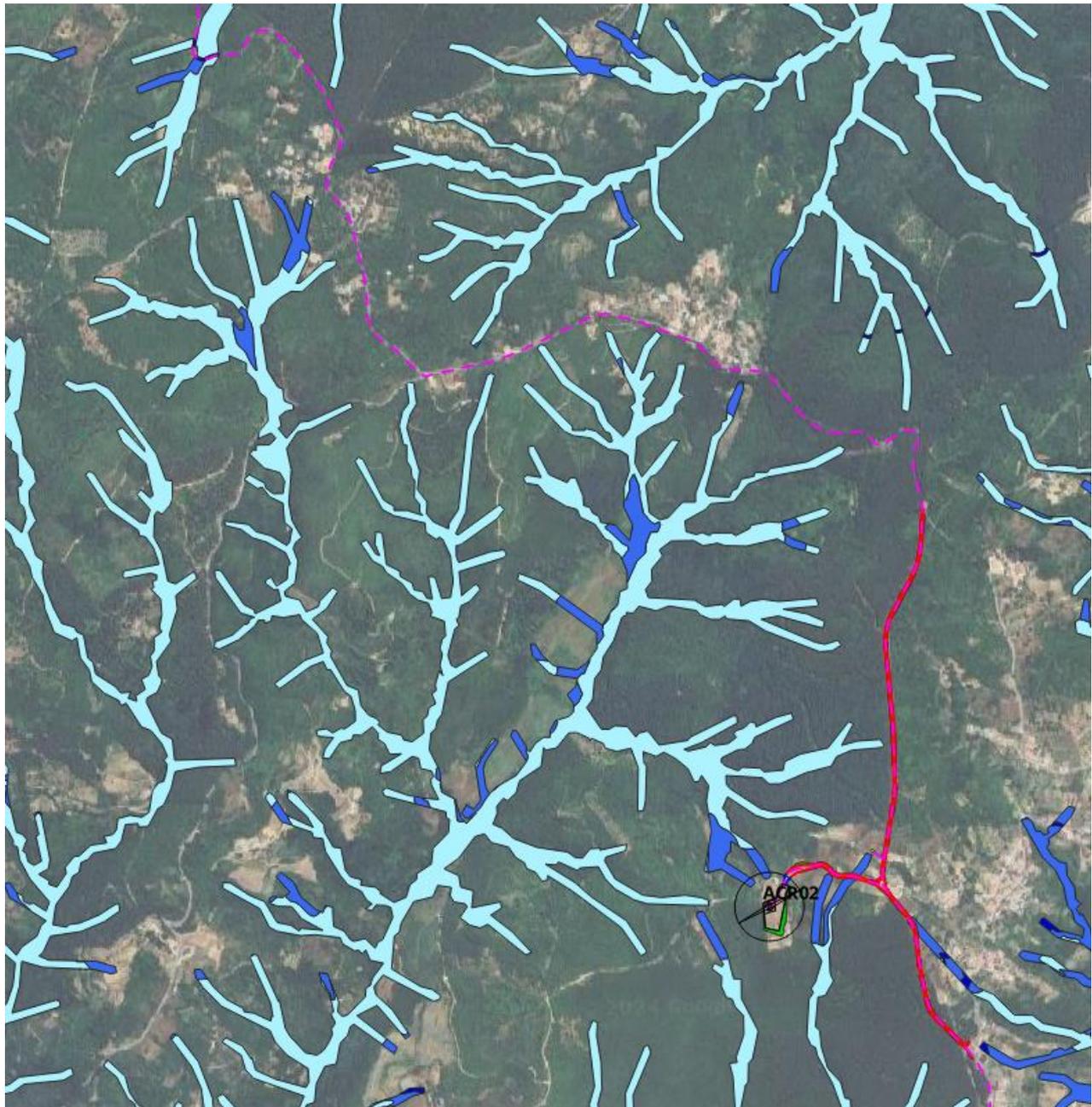


Figura 17 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

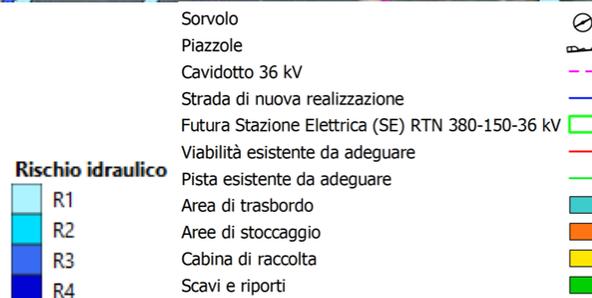
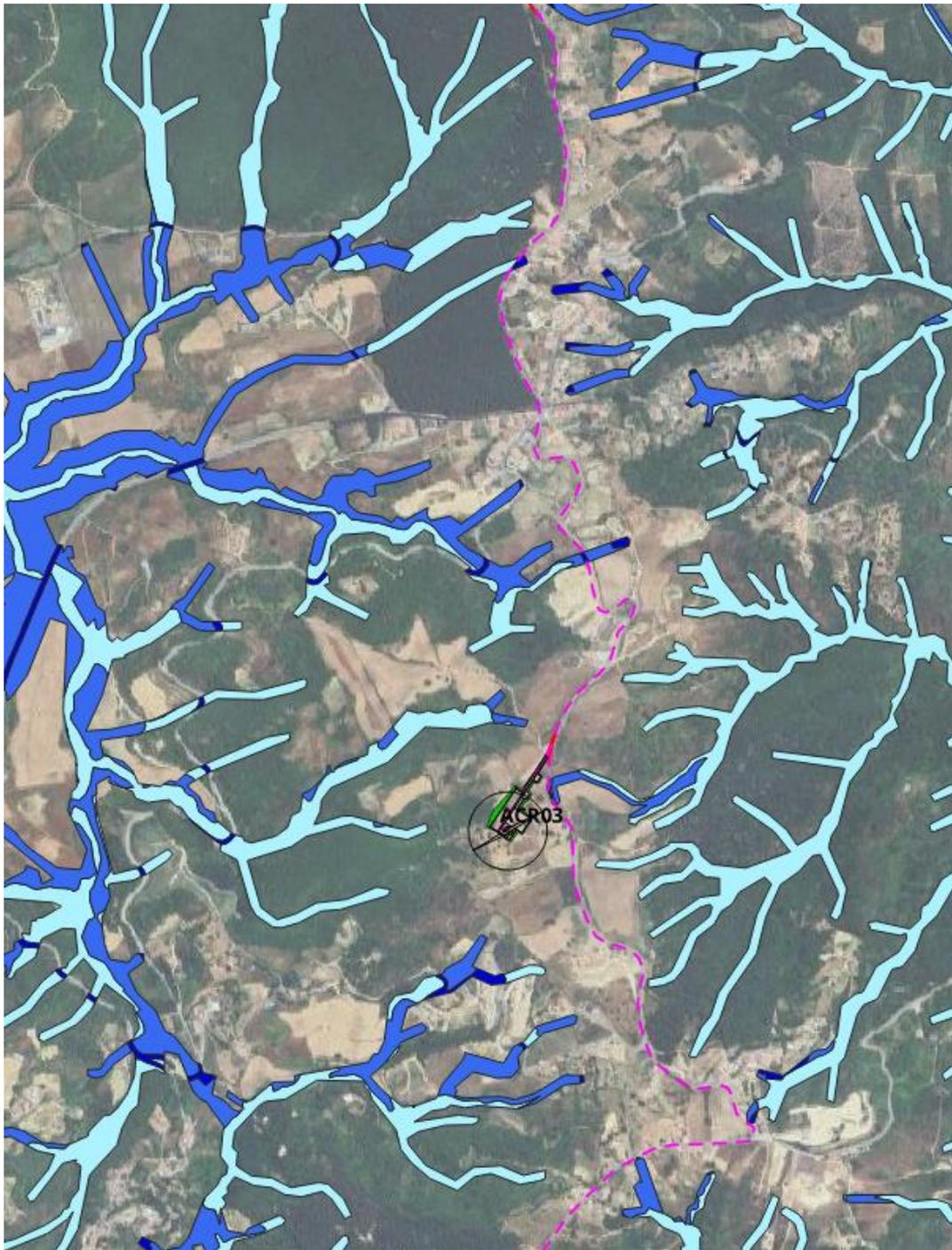


Figura 18 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

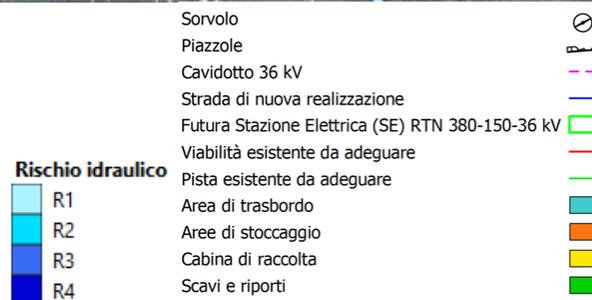
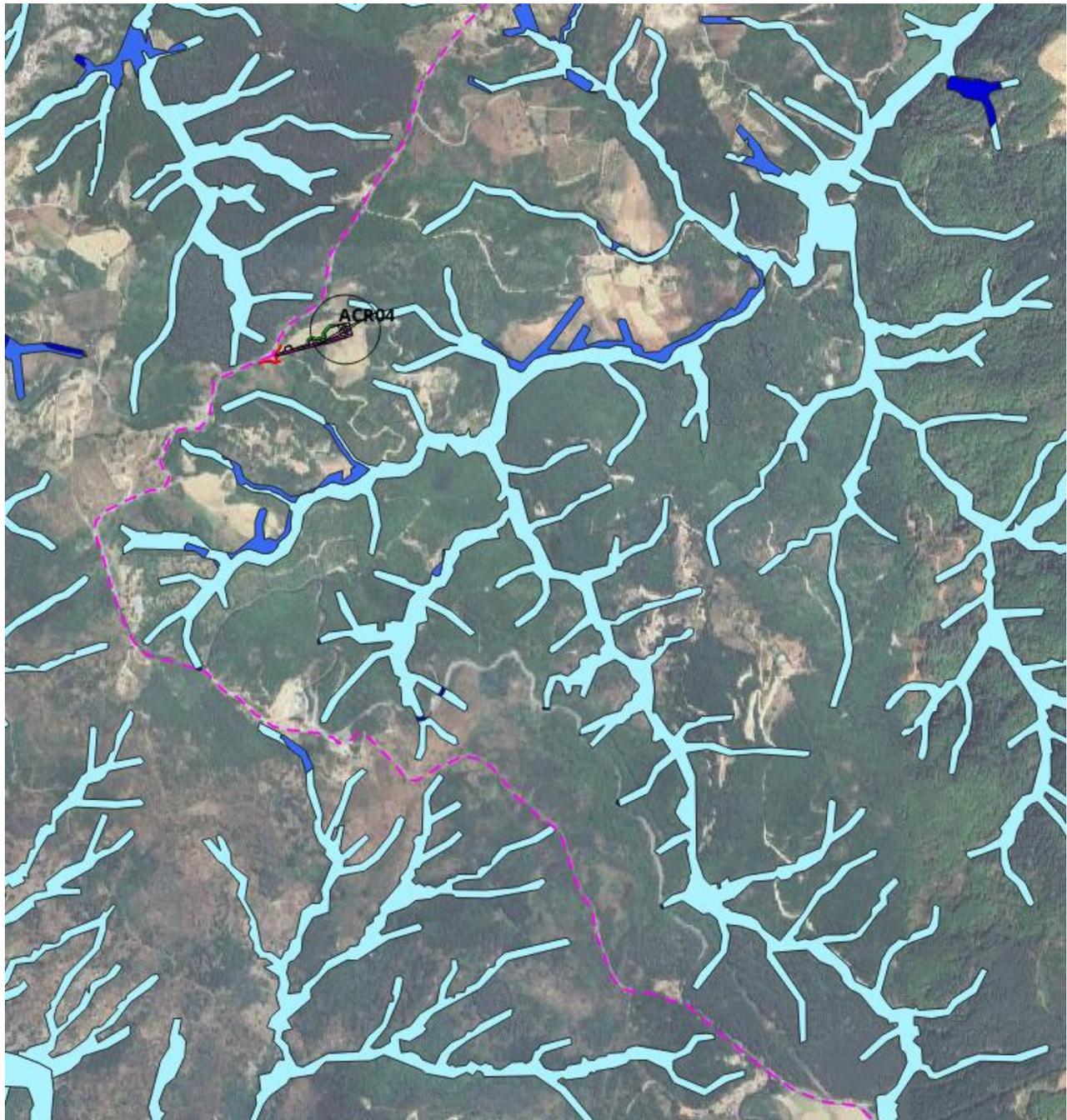
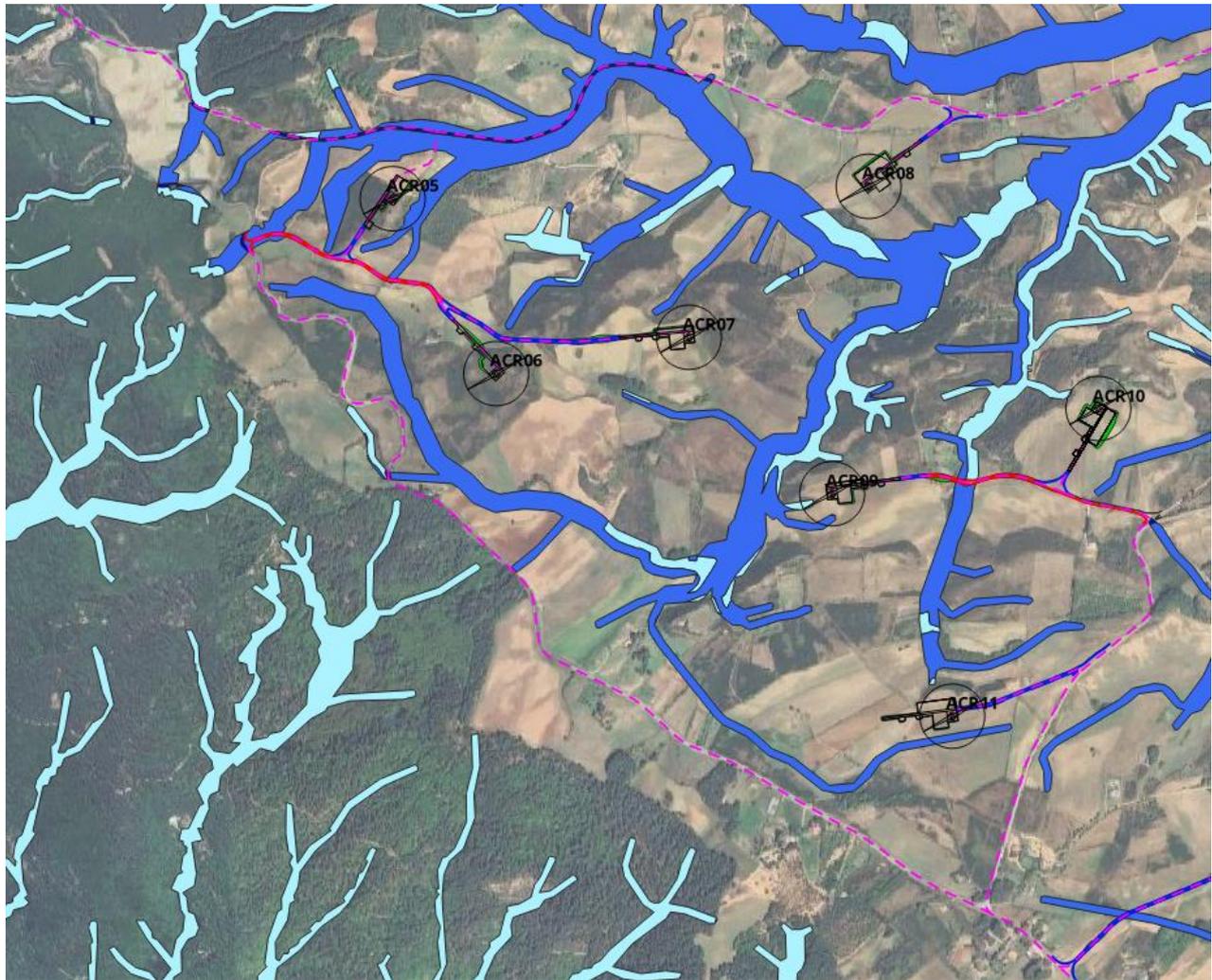
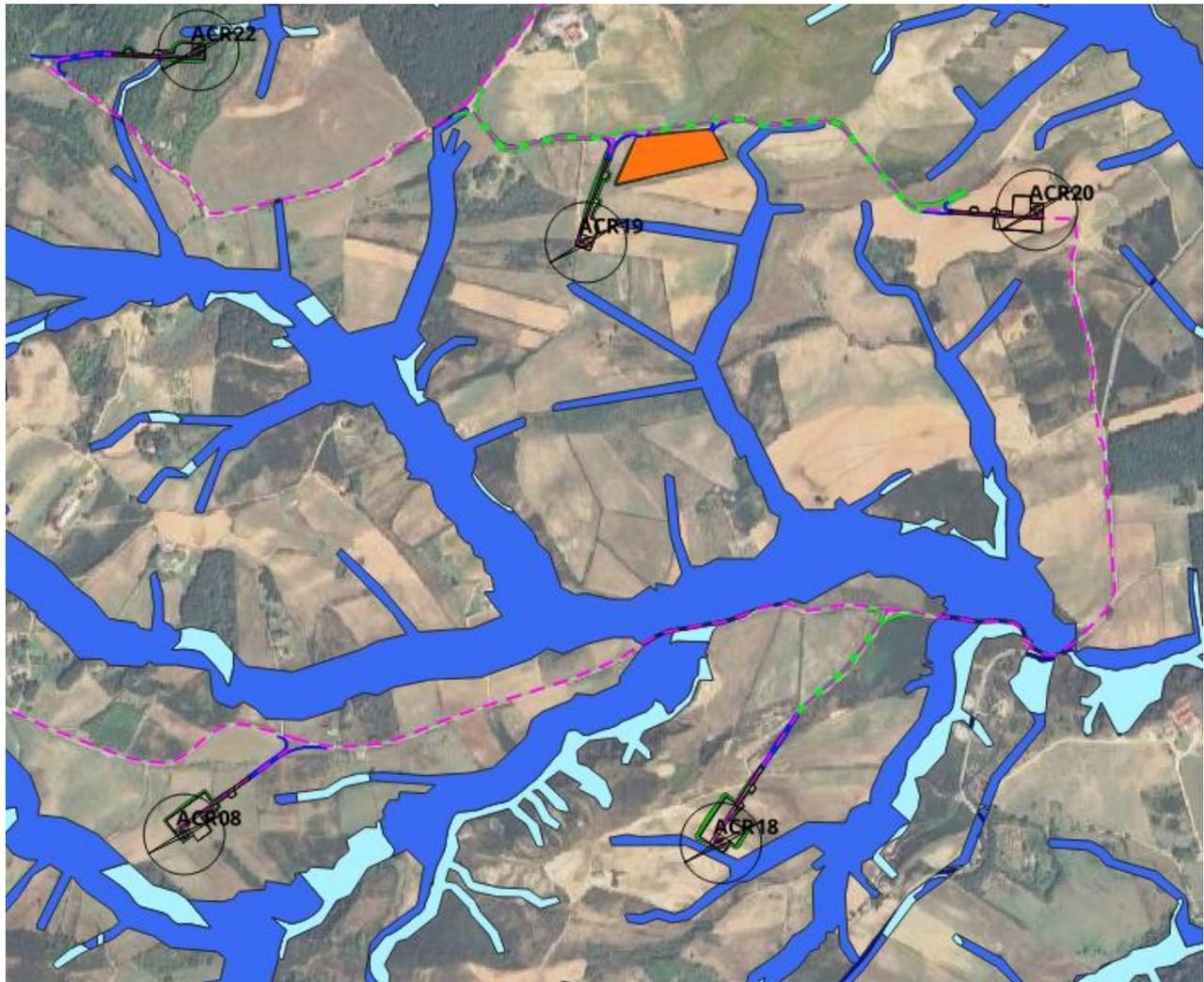


Figura 19 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)



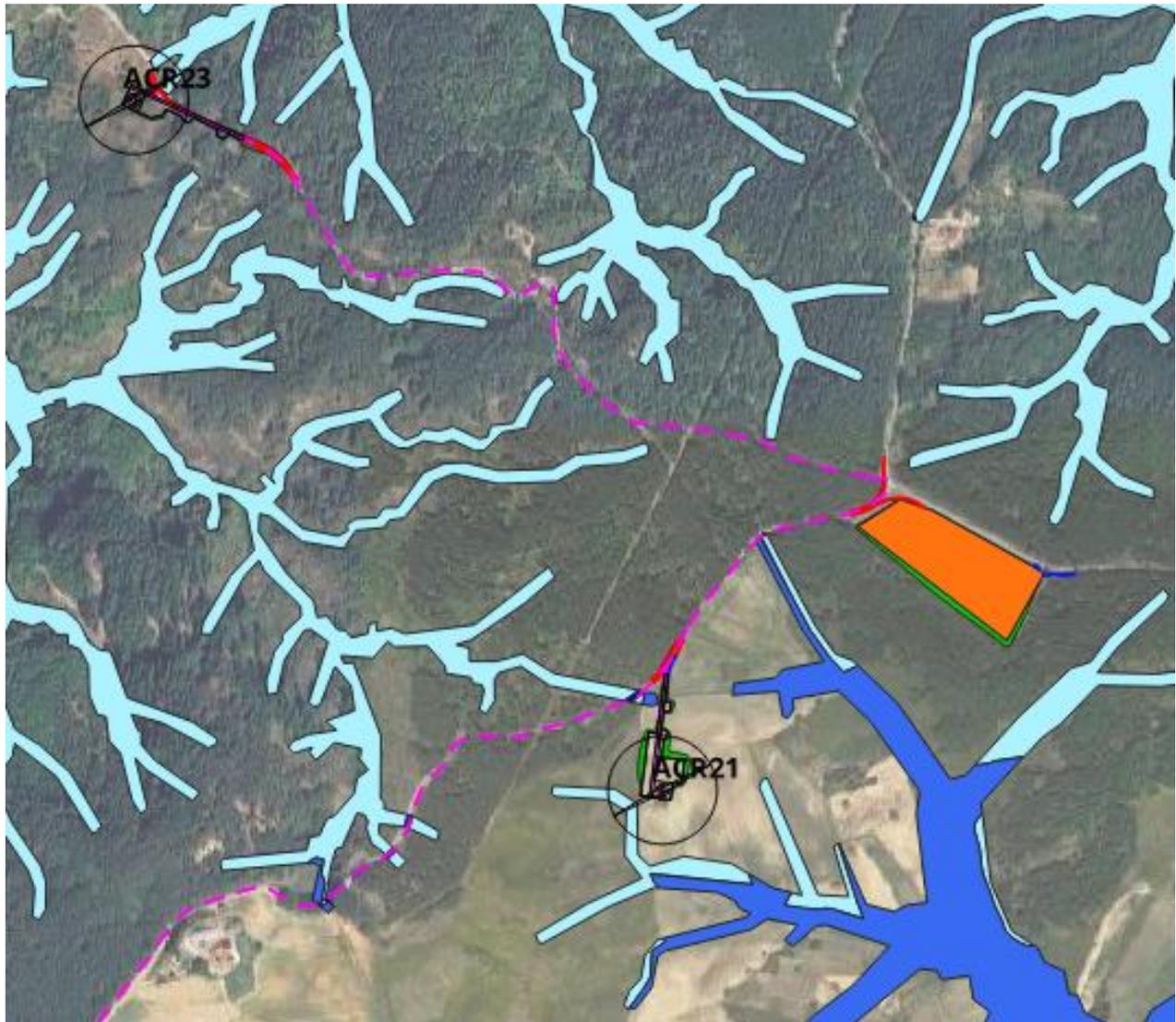
	Sorvolo	
	Piazzole	
	Cavidotto 36 kV	
	Strada di nuova realizzazione	
	Futura Stazione Elettrica (SE) RTN 380-150-36 kV	
	Viabilità esistente da adeguare	
	Pista esistente da adeguare	
Rischio idraulico	Area di trasbordo	
	R1	
	R2	
	R3	
	R4	
	Aree di stoccaggio	
	Cabina di raccolta	
	Scavi e riporti	

Figura 20 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)



	Sorvolo	
	Piazzole	
	Cavidotto 36 kV	
	Strada di nuova realizzazione	
	Futura Stazione Elettrica (SE) RTN 380-150-36 kV	
	Viabilità esistente da adeguare	
	Pista esistente da adeguare	
Rischio idraulico	Area di trasbordo	
	R1	
	R2	
	R3	
	R4	
	Area di stoccaggio	
	Cabina di raccolta	
	Scavi e riporti	

Figura 21 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)



	Sorvolo	
	Piazzole	
	Cavidotto 36 kV	
	Strada di nuova realizzazione	
	Futura Stazione Elettrica (SE) RTN 380-150-36 kV	
	Viabilità esistente da adeguare	
	Pista esistente da adeguare	
Rischio idraulico	Area di trasbordo	
	R1	
	R2	
	R3	
	R4	
	Area di stoccaggio	
	Cabina di raccolta	
	Scavi e riporti	

Figura 22 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

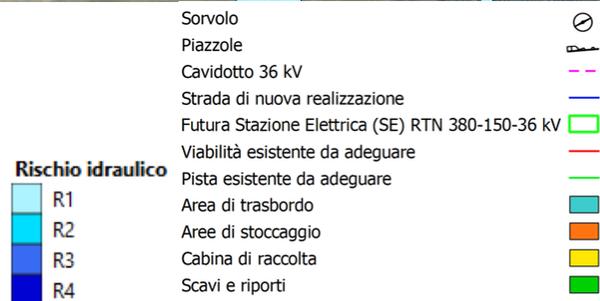
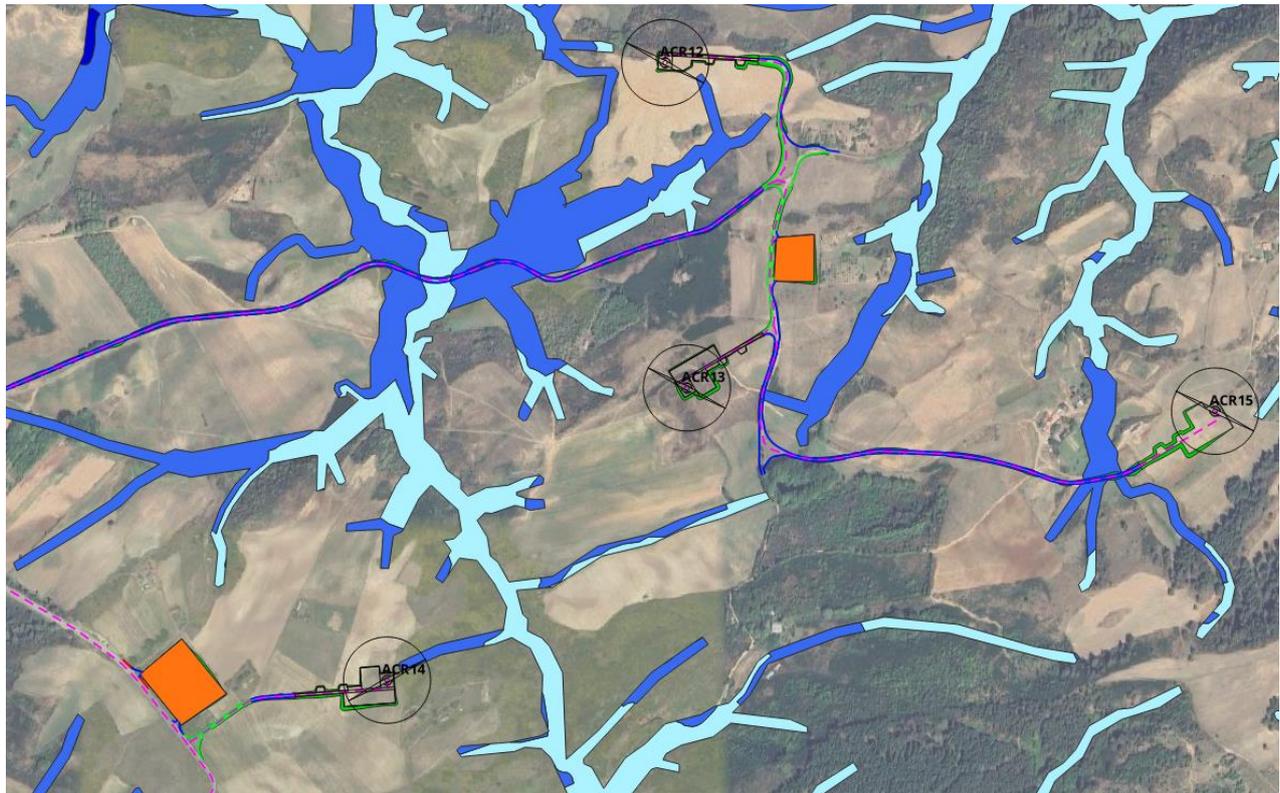


Figura 23 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

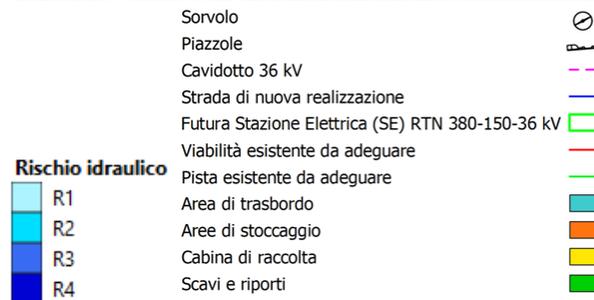


Figura 24 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

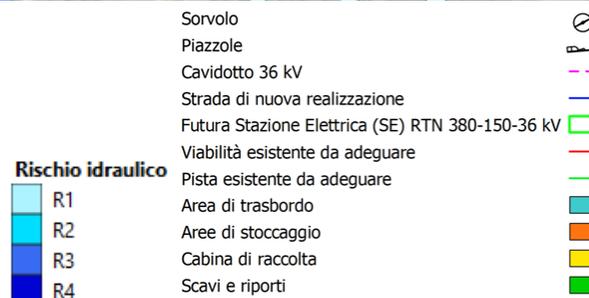
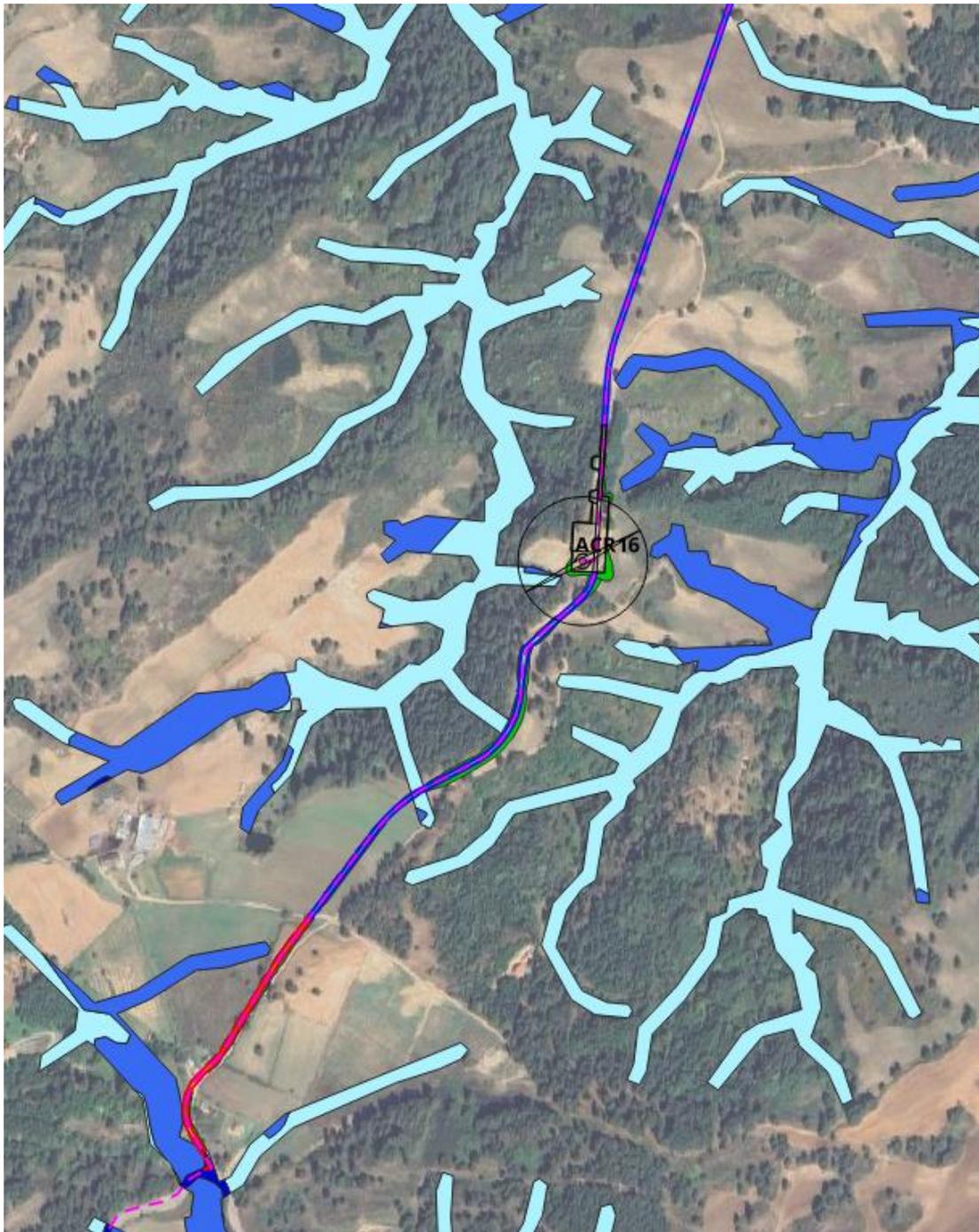


Figura 25 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

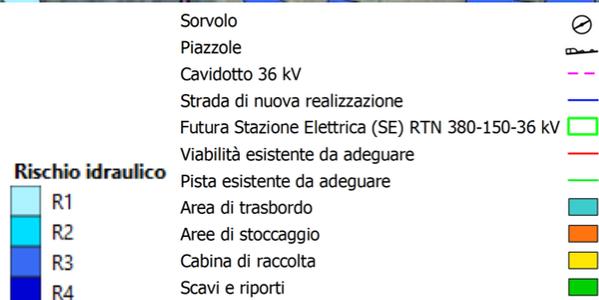
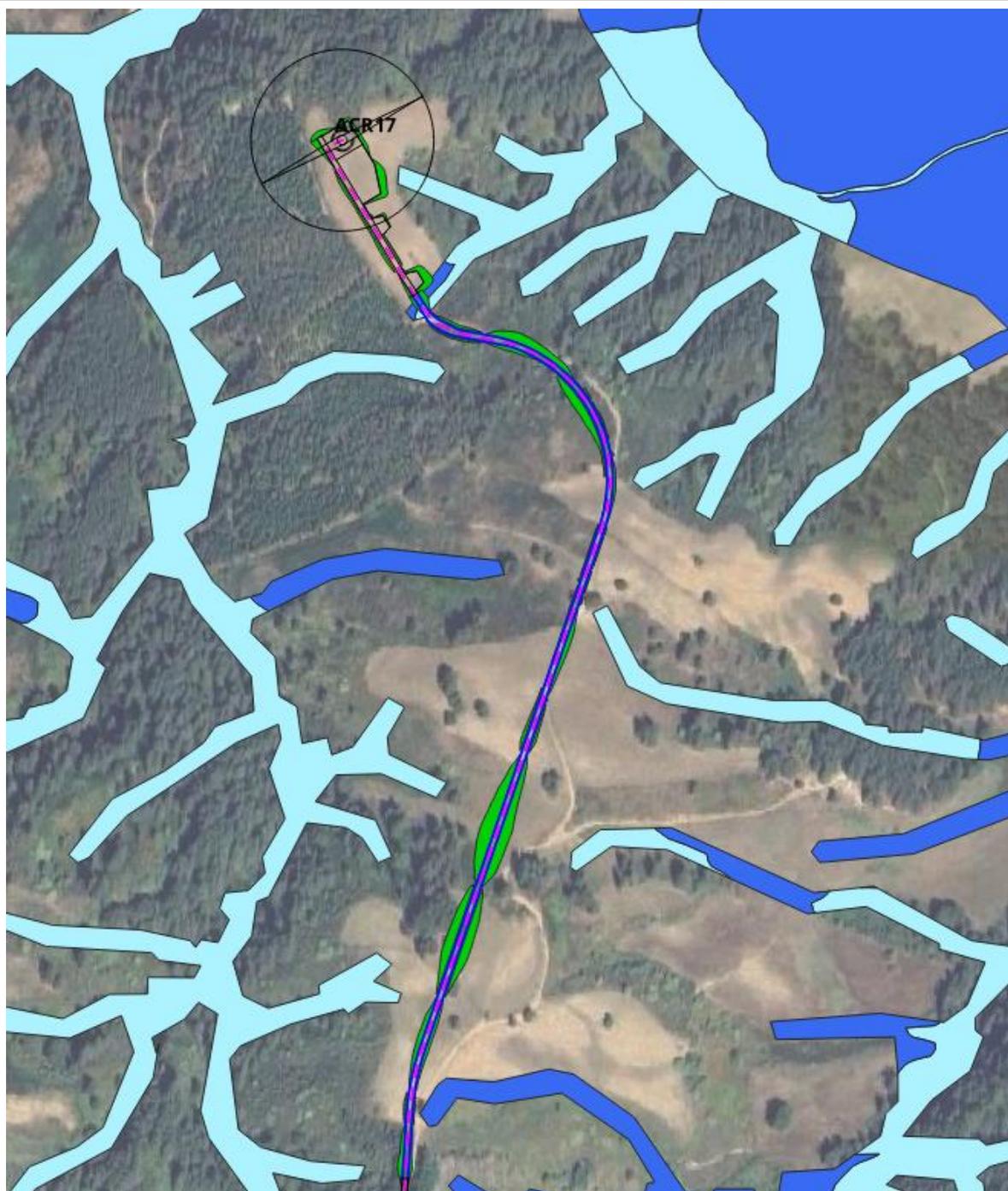
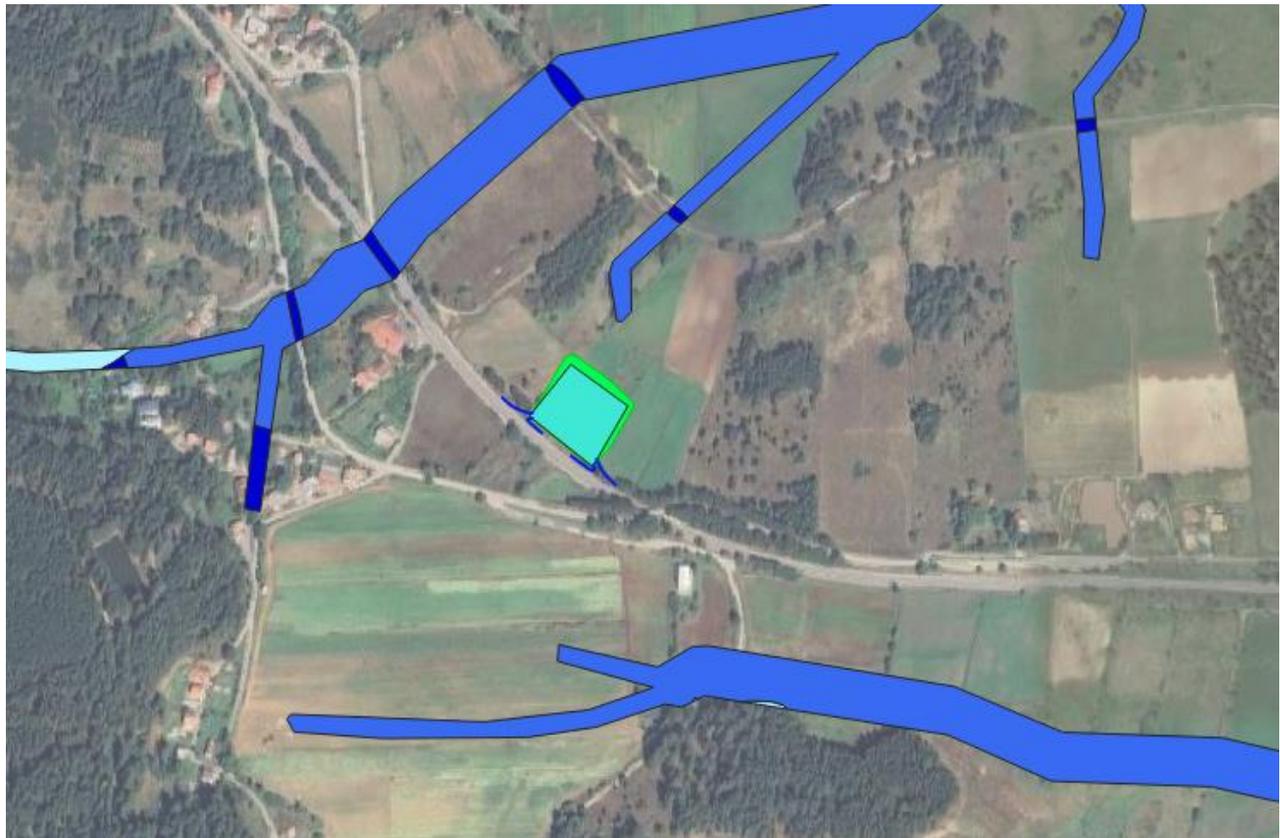
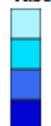


Figura 26 Sovrapposizione del layout di impianto sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)


Rischio idraulico


R1

R2

R3

R4

 **Strada di nuova realizzazione**
 **area di trasbordo**
 **Scavi e riporti**

Figura 27 Sovrapposizione dell'area di trasbordo sulla perimetrazione delle aree a rischio idraulico (Fonte: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu>)

Di seguito si riporta in sintesi tabellare le interferenze degli elementi in progetto con le aree a rischio idraulico.

ELEMENTO IN PROGETTO	INTERFERENZA
Cavidotto a 36 kV	R1
	R3
	R4
Viabilità esistente da adeguare	R3
	R4
Strada di nuova realizzazione	R1
	R3



L'art.23 delle NTA disciplina le aree a rischio inondazione R1 e R2:

1. *Nelle aree a rischio R2 e R1 non è consentita la realizzazione di locali sotterranei e/o seminterrati ad uso abitativo e commerciale.*
2. *Per gli interventi da realizzare in area R1 ed R2, esclusi quelli finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico, non è previsto il parere dell'ABR*

L'art.22 delle NTA disciplina le aree a rischio inondazione R3:

"1. Nelle aree predette, il PAI persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza idraulica, mantenendo o aumentando le condizioni d'invaso delle piene con tempo di ritorno di 200 anni, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

2. In tali aree sono vietate tutte le opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico e edilizio, ad esclusiva eccezione di quelle di seguito elencate:

- a) *tutti gli interventi consentiti nelle aree a rischio R4;*
- b) *gli interventi di cui alla lettera d) dell'art. 31 della L. 457/1978, a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione dell'attuale capacità d'invaso delle aree stesse senza aumento di superficie e volume;*
- c) *gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per necessità di adeguamento igienicosanitario;*
- d) *i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattive autorizzate, da realizzarsi secondo le modalità prescritte dai dispositivi di autorizzazione".*

Gli interventi consentiti nelle aree a rischio R4 riportate all'art.21 sono i seguenti:

"[...]

- a) *interventi di demolizione senza ricostruzione;*
- b) *interventi sul patrimonio edilizio esistente, di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti dall'articolo 31, lettere a), b) e c) della legge 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superfici e di volumi;*
- c) *interventi di adeguamento del patrimonio edilizio esistente per il rispetto delle norme in materia di sicurezza e igiene del lavoro, di abbattimento delle barriere architettoniche, nonché interventi di adeguamento o miglioramento sismico o di riparazione o intervento locale così come definiti nel Cap. 8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 approvate con D.M. 14.01.2008;*
- d) ***interventi finalizzati alla manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture, delle reti idriche e tecnologiche, delle opere idrauliche esistenti e delle reti viarie;***
- e) *interventi idraulici volti alla mitigazione o rimozione del rischio che non pregiudichino le attuali*



condizioni di sicurezza a monte e a valle dell'area oggetto dell'intervento, nonché la sola realizzazione di nuove infrastrutture lineari di trasporto (strade, ferrovie e canali); f) interventi volti a diminuire il grado di vulnerabilità dei beni e degli edifici esistenti esposti al rischio, senza aumento di superficie e di volume;

g) ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o d'interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete (energetiche, di comunicazione, acquedottistiche e di scarico) non altrimenti localizzabili, compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano ostacolo al libero deflusso, o riduzione dell'attuale capacità d'invaso;

h) le pratiche per la corretta attività agraria, con esclusione di ogni intervento che comporti modifica della morfologia del territorio o che provochi ruscellamento ed erosione;

i) interventi volti alla bonifica dei siti inquinati, ai recuperi ambientali e in generale alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati e all'eliminazione dei fattori d'interferenza antropica;

j) occupazioni temporanee, se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non recare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;

k) interventi di manutenzione idraulica ordinaria (esclusa la risagomatura dell'alveo), di idraulica forestale, di rinaturazione come definiti nelle linee guida predisposte dall'ABR; l) interventi di manutenzione idraulica straordinaria come definiti nelle linee guida predisposte dall'ABR;"

Per quanto riguarda il caviodotto, che interferisce lungo il suo sviluppo in vari punti, verrà realizzato su viabilità esistente, interrato, e laddove necessario in fiancheggiamento al ponte esistente attraverso canaletta, o in TOC per superare l'interferenza con il reticolo idrografico, senza comportare aggravio delle condizioni idrauliche, e non ostacolando il deflusso naturale delle acque si rimanda per dettagli e approfondimenti agli elaborati "C24FSTR001WR01700_ Relazione risoluzioni interferenze" e "C24FSTR001WD01600_ Planimetria delle interferenze".

Per quanto riguarda la viabilità di impianto, sia di nuova realizzazione che adeguamento a quella esistente, lo sviluppo avverrà preservando il deflusso delle acque, la stabilità dell'area e non aggravando il rischio idraulico, realizzando ove necessario opere idrauliche opportunamente dimensionate.

Le area di trasbordo che interferiscono, saranno soltanto temporanee e funzionali alla fase cantiere, realizzate preservando il deflusso delle aree e non aggravando il rischio idraulico.

Infine, per quanto riguarda i sorvoli degli aerogeneratori, l'interferenza sarà solo planimetrica ma non si avrà all'effettivo alcun ostacolo con potenziali impluvi o convergenze delle acque.



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR05200

PAGE

41 di/of 91

Alla luce dei fatti appena esposti, il presente documento si pone l'obiettivo di dimostrare la compatibilità idraulica dell'intervento, che pertanto risulta non in contrasto con il piano.

4 ANALISI IDROLOGICA

4.1 Caratterizzazione climatica

Il territorio del comune di Acri è caratterizzato da estati brevi, calde, asciutte e prevalentemente serene e gli inverni sono lunghi, molto freddi, piovosi e parzialmente nuvolosi. Durante l'anno, la temperatura in genere va da 3 °C a 26 °C ed è raramente inferiore a -1 °C o superiore a 31 °C.

La *stagione calda* dura 2,9 mesi, dal 13 giugno al 9 settembre, con una temperatura giornaliera massima oltre 23 °C. Il mese più caldo dell'anno è *agosto*, con una temperatura media massima di 26 °C e minima di 18 °C.

La *stagione fresca* dura 4 mesi, dal 23 novembre a 23 marzo, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 12 °C. Il mese più freddo dell'anno è *febbraio*, con una temperatura media massima di 3 °C e minima di 8 °C.

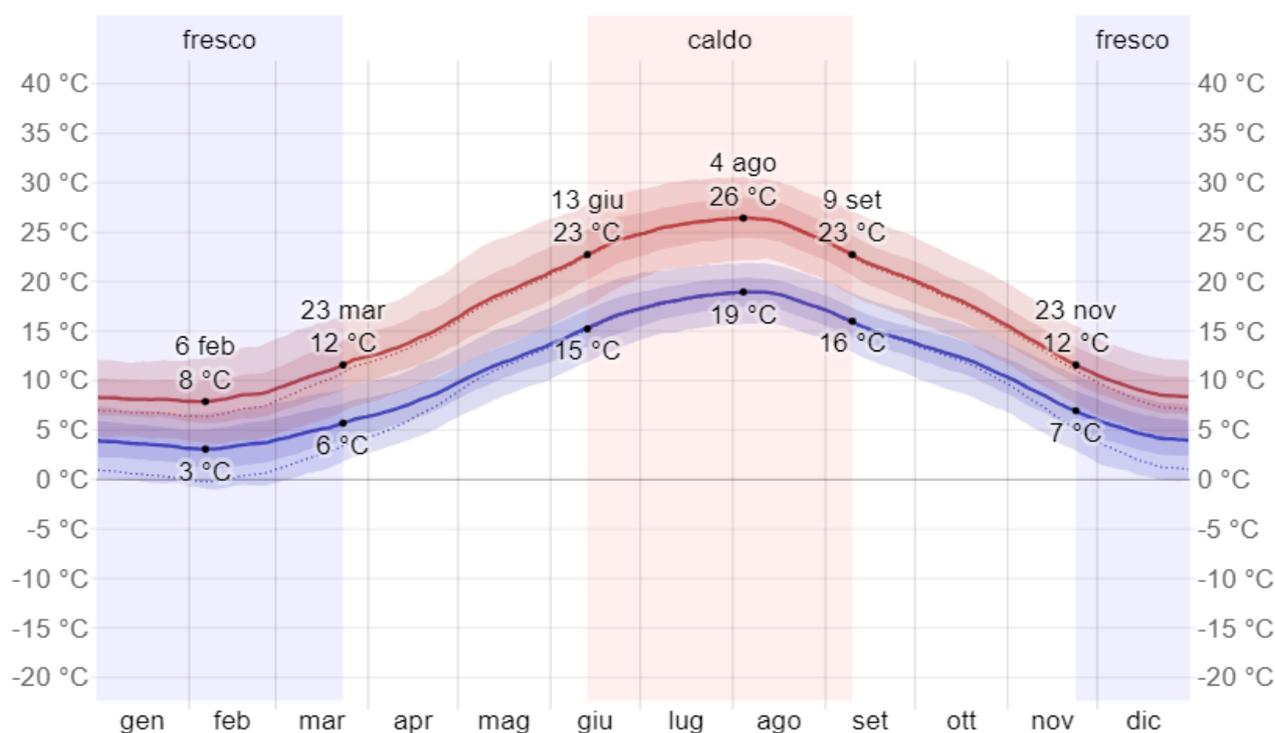


Figura 28 - Temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliere medie, con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. Le righe sottili tratteggiate rappresentano le temperature medie percepite (fonte: <https://weatherspark.com/>)

La figura a seguire mostra una caratterizzazione compatta delle temperature medie orarie per tutto l'anno. L'asse orizzontale rappresenta il giorno dell'anno, l'asse verticale rappresenta l'ora del giorno, e il colore rappresenta la temperatura media per quell'ora e giorno.

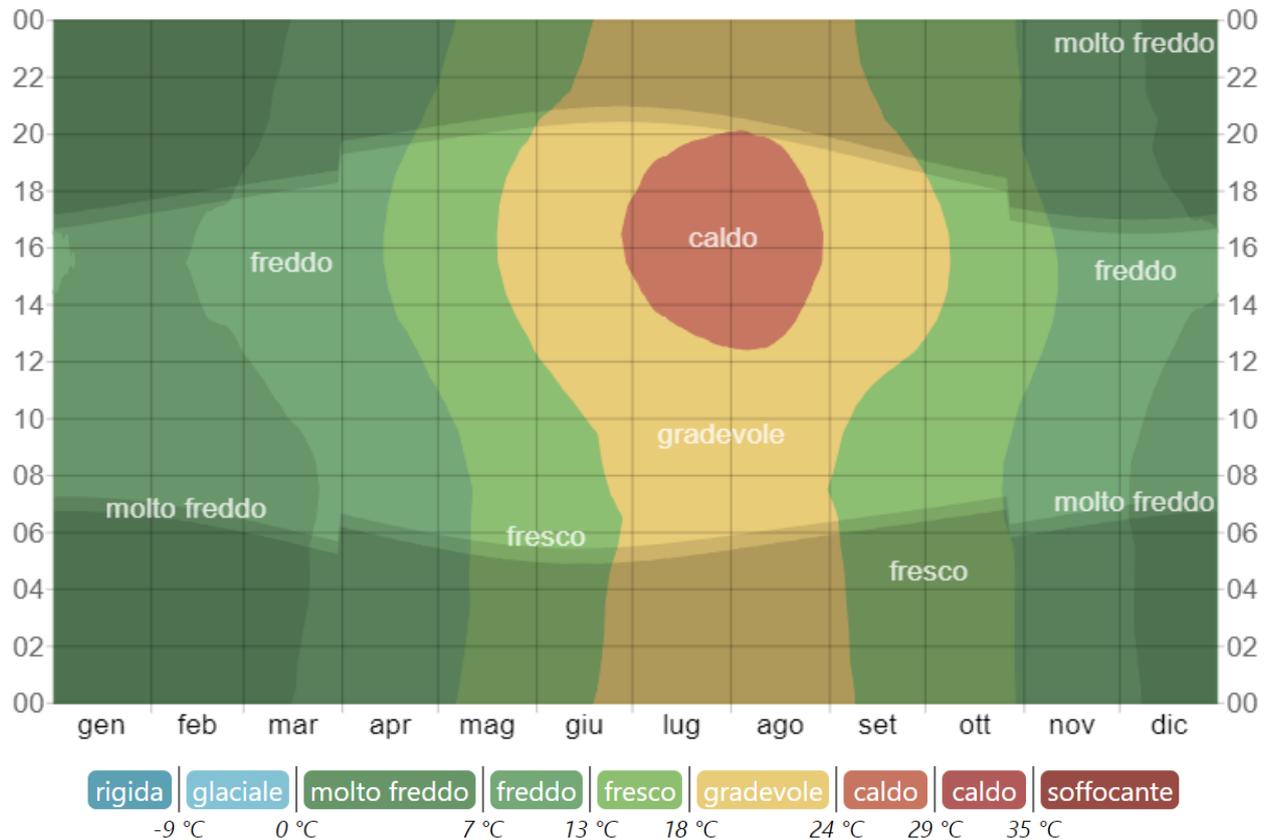


Figura 29 - Temperatura oraria media, con fasce di diversi colori. L'ombreggiatura indica la notte e il crepuscolo civile
(fonte: <https://weatherspark.com/>)

Per quanto riguarda le precipitazioni, la stagione *più piovosa* dura *7,3 mesi*, dal *20 settembre* al *30 aprile*, con una probabilità di oltre *22%* che un dato giorno sia piovoso. Il mese con il maggiore numero di giorni piovosi è *dicembre*, con in media *10,7 giorni* di almeno *1 millimetro* di precipitazioni.

La stagione *più asciutta* dura *4,7 mesi*, dal *30 aprile* al *20 settembre*. Il mese con il minor numero di giorni piovosi è *luglio*, con in media *2,4 giorni* di almeno *1 millimetro* di precipitazioni.

Fra i giorni piovosi, si fa la differenza fra giorni con *solo pioggia*, *solo neve*, o un *misto* dei due. Il mese con il numero maggiore di giorni di *solo pioggia* è *novembre*, con una media di *10,1 giorni*. In base a questa categorizzazione, la forma più comune di precipitazioni durante l'anno è *solo pioggia*, con la massima probabilità di *37%* il *20 novembre*.

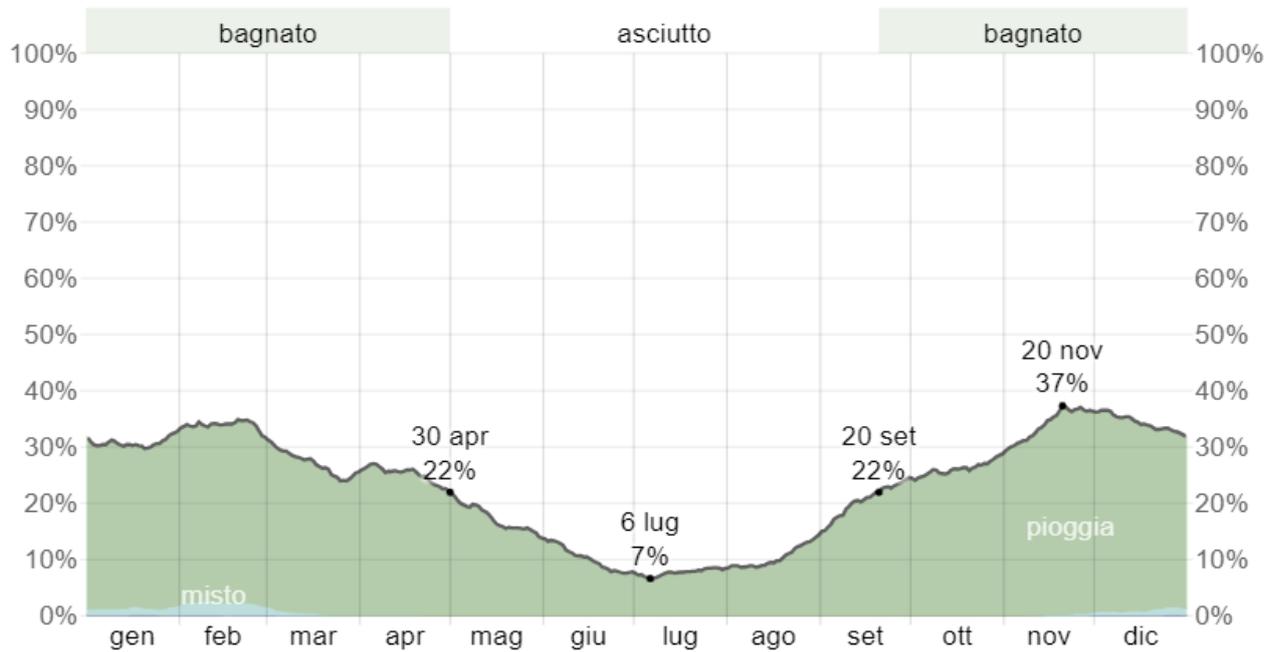


Figura 30 - Probabilità giornaliera di precipitazioni (fonte: <https://weatherspark.com/>)

Per mostrare le variazioni nei mesi e non solo il totale mensile, viene riportata la pioggia accumulata in un periodo mobile di 31 giorni centrato su ciascun giorno. Il territorio del comune di Acri ha *significant* variazioni stagionali di piovosità mensile.

La pioggia cade in tutto l'anno e il mese con la maggiore quantità di pioggia è *febbraio*, con piogge medie di *93 millimetri*. Il mese con la minore quantità di pioggia è *luglio*, con piogge medie di *13 millimetri*.

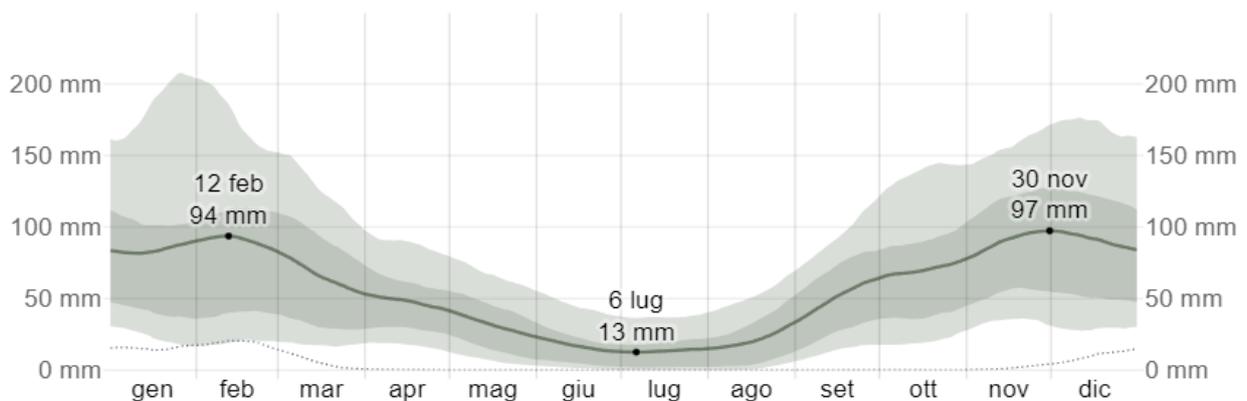


Figura 31 - Precipitazioni mensili medie (fonte: <https://weatherspark.com/>)



4.2 Distribuzione statistica TCEV secondo la metodologia VAPI

La stima della pioggia di massima intensità per un dato tempo di corrivazione e per un dato tempo di ritorno, viene sviluppata secondo i criteri sviluppati dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche pubblicati nel rapporto “La valutazione delle piene in Calabria”.

Il Progetto VAPI sulla Valutazione delle Piene in Italia ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali. La metodologia adottata nel progetto VAPI fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione dei massimi annuali delle portate di piena e quindi non esiste un valore massimo assoluto, ma ad ogni valore della portata di piena viene associato una probabilità che si verifichino eventi di piena con valori superiori. Per ridurre le incertezze legate alla presenza di eventi estremi molto rari, si adotta una metodologia di analisi regionale che consente di utilizzare non solo tutta l'informazione idrometrica ma anche tutta quella pluviometrica posseduta su un dato territorio.

Nell'ambito di tale studio si è utilizzata l'informazione pluviografica raccolta dal Servizio Idrografico Italiano e, in particolare, sono stati utilizzati i risultati dell'analisi statistica a scala regionale ed applicando la legge di distribuzione a doppia componente su tre livelli successivi di regionalizzazione, basato sulla seguente formula:

$$F_X(x) = \exp\left\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp\left[-x/(\theta_* \theta_1)\right]\right\} \quad x \geq 0$$

Il modello a doppia componente appena citato è denominato TCEV (acronimo di Two Components Extreme Value): i parametri della TCEV sono 4 ed è quindi molto elevata l'incertezza della stima ottenuta con le serie storiche disponibili la cui dimensione campionaria è in genere inferiore a 80. Per ridurre tale incertezza, si utilizzano tecniche di analisi regionale che consentono di stimare almeno alcuni dei parametri sulla base di tutte le serie storiche ricadenti all'interno di vaste aree indicate come zone e sottozone omogenee. In particolare:

- Al I livello di regionalizzazione per i due parametri di forma θ^* e Λ^* si può assumere un valore costante all'interno di ampie zone omogenee;
- Al II livello di regionalizzazione, oltre ai valori costanti dei parametri θ^* e Λ^* nelle zone omogenee, all'interno di queste è possibile identificare sottozone omogenee, entro cui si può ritenere costante anche il parametro di scala Λ_1 ;
- Al III livello di regionalizzazione, oltre ai parametri θ^* , Λ^* e Λ_1 di cui si può assumere un valore regionale, si persegue in modo regionale anche la stima del quarto parametro che sia θ_1 o η in relazione all'approccio che si intende adottare.

In generale, poiché le stazioni idrometriche sono molto meno numerose rispetto a quelle pluviometriche, l'analisi delle piene in Calabria, come d'altronde nelle altre regioni italiane, è stata preceduta dall'analisi delle piogge estreme e, in particolare, l'analisi dei massimi annuali di pioggia giornaliera fornisce utili indicazioni circa l'identificazione delle sottozone idrometriche che si ammette coincidano in prima approssimazione con le sottozone pluviometriche.

Nell'ipotesi che la Calabria possa essere considerata come un'unica zona pluviometrica omogenea, i due parametri del primo livello di regionalizzazione sono i seguenti:

$$\theta^* = 2.154, \quad \Lambda^* = 0.418$$

Al secondo livello di regionalizzazione è stato verificato che la Calabria può essere suddivisa in 3 sottozone omogenee denominate rispettivamente: Tirrenica, Centrale, Jonica e caratterizzate dai valori di Λ_1 e η riportati nella seguente tabella:

Tabella 3 - Valori regionali dei parametri TCEV relativi al 1° e 2° livello di regionalizzazione

	Piogge giornaliere	Portate
1° LIVELLO		
θ_*	2.154	2.654
Λ_*	0.418	0.350
2° LIVELLO		
Λ_1 TIRRENO	48.914	10.147
Λ_1 CENTRO	22.878	5.519
Λ_1 IONIO	10.987	3.047
η TIRRENO	5.183	3.651
η CENTRO	4.423	3.042
η IONIO	3.690	2.448

Al terzo livello di regionalizzazione il territorio calabrese è suddiviso in ulteriori sottozone omogenee come mostrate di seguito:

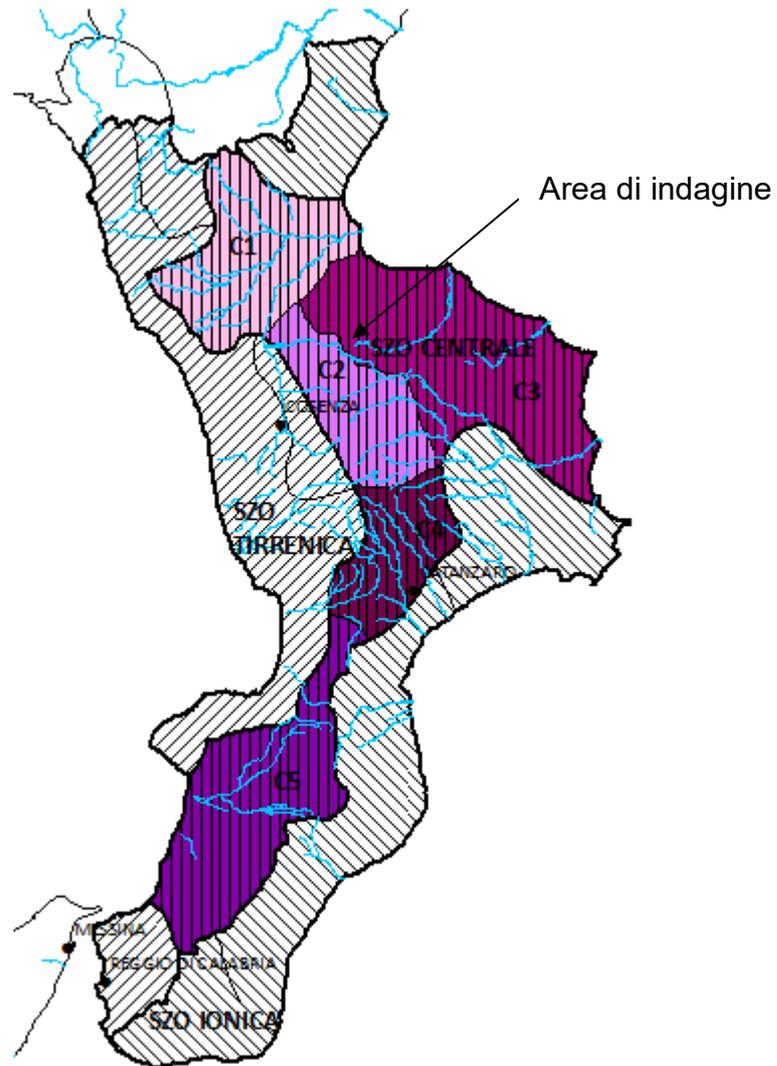


Figura 32 - Sottozone e aree omogenee individuate nel progetto VAPI Calabria

Tabella 4 - Valori dei parametri al 3° livello di regionalizzazione delle piogge estreme per singola area omogenea

3° LIVELLO - Piogge giornaliere ed orarie				
Area omogenea	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
T1	0.00014	1.907	27.79	0.521
T2	0.00021	1.683	23.75	0.365
T3	0.00022	1.769	26.61	0.402
T4	0.00028	1.736	16.73	0.367
C1	0.00049	1.690	21.73	0.411
C2	0.00021	1.683	23.75	0.365
C3	0.00016	1.951	31.02	0.517
C4	0.00032	1.840	33.22	0.377
C5	0.00036	1.815	34.99	0.329
I1	0.00026	1.778	24.37	0.449
I2	0.00025	1.922	30.97	0.489
I3	0.00043	1.953	39.58	0.414
I4	0.00027	1.817	34.13	0.342

Come è possibile evincere dall'immagine precedente, i sottobacini considerati ricadono nella sottozona omogenea C3.

Di seguito si riportano le curve di possibilità pluviometrica e i relativi parametri *a* e *n*, per il sottobacino 1, ritenuto il più rappresentativo della zona esaminata in riferimento a tempi di ritorno $T = 10, 25, 50, 100$ e 200 anni:

Tabella 5 - Altezze di pioggia [mm] calcolate per diverse durate e diversi periodi di ritorno utilizzando la metodologia VAPI

	d [ore]	T [anni]				
		10	25	50	100	200
h [mm]	1	43.12	53.91	62.69	71.84	81.20
	3	70.35	87.94	102.26	117.19	132.46
	6	95.61	119.52	138.99	159.29	180.04
	12	129.68	162.11	188.52	216.04	244.19
	24	177.05	221.33	257.38	294.96	333.39

I risultati sono stati espressi sotto forma di *curve di probabilità pluviometrica*, rappresentate in forma esponenziale secondo la seguente espressione:

$$h = a \cdot d^n$$

Dove h è l'altezza di pioggia espressa in millimetri, a è un coefficiente espresso in mm/ora che determina la dipendenza della relazione al tempo di ritorno TR , d è la durata della pioggia espressa in ore ed n un parametro di forma non dipendente dal tempo di ritorno.

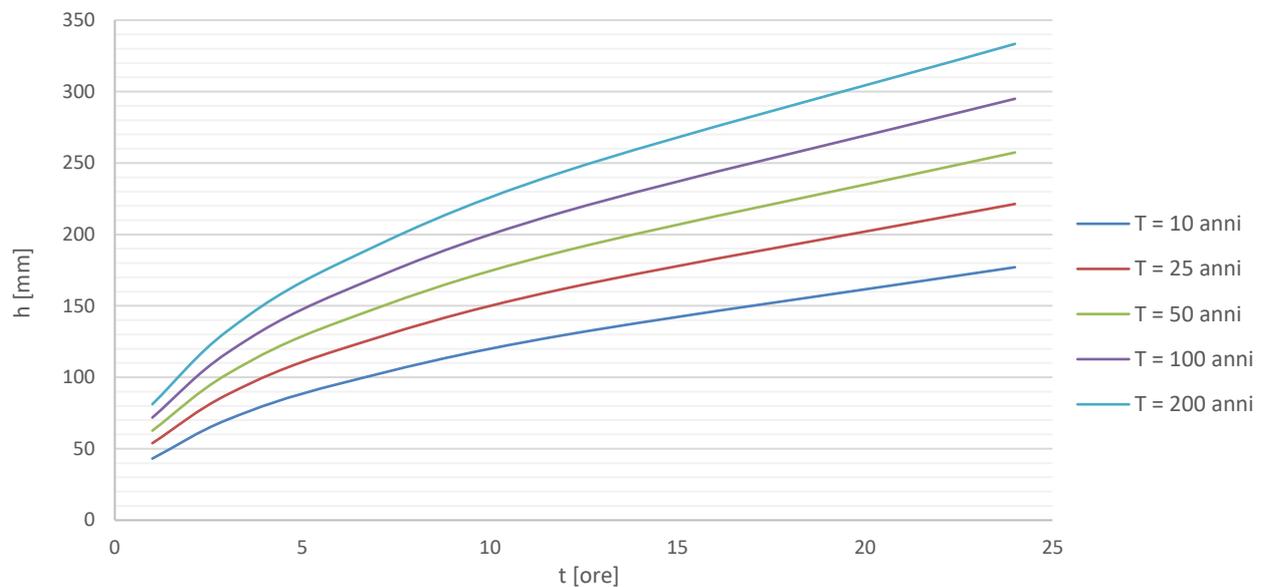


Figura 33 - Curve di possibilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno stimati con l'approccio VAPI

Tabella 6 - Parametri delle curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno stimati con l'approccio VAPI

		a	n
T [anni]	10	43.143	0.4439
	25	53.932	0.4439
	50	62.718	0.4439
	100	71.874	0.4439
	200	81.238	0.4439



4.3 Stima delle curve di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora (Bell)

Nel caso in cui si dovessero trattare bacini imbriferi molto piccoli, caratterizzati da tempi di corrivazione inferiori all'ora, la stima dello ietogramma di progetto potrebbe risultare sovradimensionata perciò si procede ad un adattamento dei parametri della curva di possibilità pluviometrica al fine di stabilire portate di pioggia più corrette.

Bell ha osservato che i rapporti $r\delta$ tra le altezze di durata τ molto breve ed inferiori alle due ore e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località in cui si verificano. Lo *U.S. Water Bureau* raccomanda per tempi di pioggia inferiore a mezz'ora l'adozione di una relazione empirica, derivata interamente da dati di breve durata. Tale relazione mostra che il tempo in minuti in pioggia ha un rapporto costante con la pioggia della durata di 1 ora per lo stesso tempo di ritorno così come segue:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0.54 \cdot t^{0.25} - 0.50$$

dove:

- $h_{t,T}$ = Altezza di pioggia [mm] di una durata t e tempo di ritorno T ;
- $h_{60,T}$ = Altezza di pioggia di durata 1 ora con determinato tempo di ritorno T ;
- t = Durata di pioggia [min].

Questa formula consente di calcolare l'altezza di pioggia di durata inferiore ai 60 minuti e tempo di ritorno a partire dal valore di $h_{60,T}$ ottenuto dalla curva di probabilità pluviometrica relativa allo stesso tempo di ritorno T .

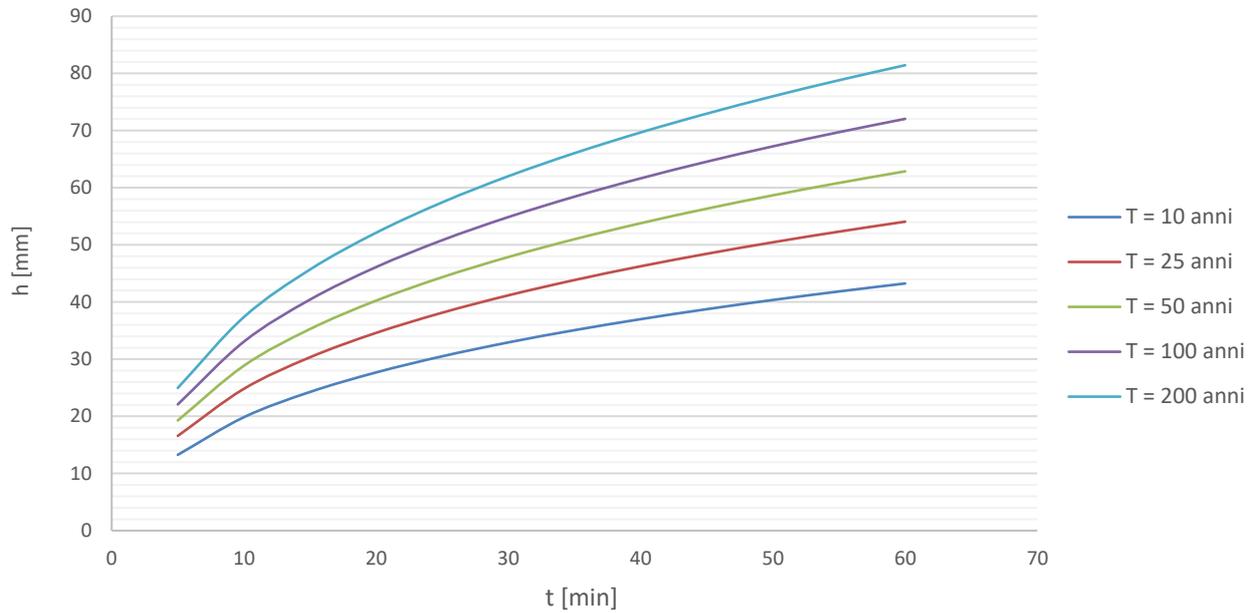


Figura 34 - Curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora.

Tabella 7 - Parametri della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora.

TR	a	n
10	6.6824	0.4638
25	8.3536	0.4638
50	9.7144	0.4638
100	11.133	0.4638
200	12.583	0.4638



4.4 Trasformazione afflussi-deflussi

La stima della portata di piena per un assegnato tempo di ritorno viene condotta attraverso l'impiego di modelli afflussi-deflussi che trasformano l'input pluviometrico in deflusso superficiale.

Tra i modelli afflussi-deflussi disponibili in letteratura si farà riferimento in particolare a due metodi che trovano ampia diffusione a livello nazionale e internazionale:

- Il *Metodo Razionale*, che rappresenta a livello nazionale la formulazione più utilizzata a livello operativo per la stima della portata al colmo in bacini idrografici di piccola e media dimensione
- Il metodo proposto dal Soil Conservation Service americano [1972], nel seguito indicato come *Metodo S.C.S.*

4.4.1 Metodo razionale

Il modello razionale ipotizza una pioggia costante nel tempo ed uniforme nello spazio, avente un'altezza h'_{T_c} (mm) ed una durata pari al tempo di corrivazione T_c (ore) del bacino. Si suppone inoltre che a tale precipitazione consegue un idrogramma triangolare con durata pari a $2 \cdot T_c$. La portata al colmo Q vale di conseguenza:

$$Q = \frac{\varphi \cdot h'_{T_c} \cdot A}{3.6 \cdot T_c}$$

Dove A è l'area del bacino in km^2 e φ il coefficiente di deflusso, che stabilisce la quota di afflusso meteorico efficace ai fini del deflusso superficiale.

Per l'applicazione del metodo razionale è necessario specificare l'intensità di pioggia di assegnato tempo di ritorno con durata pari al tempo di corrivazione del bacino.

Tale intensità può essere valutata a partire dalla curva di possibilità pluviometrica da stimare in relazione al sito cui la verifica si riferisce.

La determinazione dei coefficienti di deflusso è di fondamentale importanza e si può svolgere secondo diversi approcci. Si può avere una prima valutazione approssimativa dei coefficienti di deflusso da indicazioni di letteratura. In generale, i coefficienti di deflusso sono un elemento altamente soggettivo e dipendente dalle scelte fatte dal progettista, anche se esistono riscontri sperimentali che individuano il range dei valori plausibili. La rilevanza dei coefficienti di deflusso ai fini della stima delle portate richiama l'attenzione sul fatto che occorre una valutazione esperta caso per caso. In assenza di indicazioni specifiche, viene usualmente adottato un coefficiente di deflusso pari a 0,7.



Altro parametro fondamentale è il tempo di corrivazione definito come il “tempo necessario ad una particella di acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino lungo il percorso idraulicamente più lungo”; nel metodo cinematico tale tempo è indipendente dalla forma del bacino e della sua rete drenante: quindi, più che grandezza fisica, esso ha un significato modellistico di parametro di taratura.

4.4.2 Metodo CN – SCS

Questo metodo, messo a punto dal Dipartimento dell’Agricoltura degli Stati Uniti [Soil Conservation Service, S.C.S.], nel 1972, è una procedura con ampia diffusione in ambiente americano e che consente la ricostruzione delle piene in bacini idrografici di superficie medio piccola, in genere non superiore a 20-30 km². Il metodo, noto anche come metodo “*del numero di curva*” dalla denominazione inglese di Curve Number, terminologia che deriva dal simbolo usato per la sua parametrizzazione, consente sia la determinazione del volume della piena e della sua portata al colmo sia, qualora di interesse, la completa ricostruzione dell’idrogramma.

La procedura di calcolo che viene prevista dal metodo in trattazione viene illustrata nei seguenti passaggi, sintetizzati per punti:

- Stima del Curve Number, relativo a condizioni di elevata umidità (CN(III)), utilizzando la seguente formula:

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{(0.43 + 0.0057 \cdot CN(II))}$$

Dove:

CN(II) = Curve Number, relativo a condizioni di umidità media, desumibile dalla seguente tabella in funzione di diversi tipi di suolo e copertura:

Corine LIVELLO 3	SCS-CN per diversi HSG				Rif. USDA 1986
	A	B	C	D	
111 - Tessuto urbano continuo	89	92	94	95	Commercial and business (85% imp.)
112 - Tessuto urbano discontinuo	77	85	90	92	1/8 acre or less (town houses) (65% imp.)/small>
121 - Unità industriali o commerciali	81	88	91	93	Industrial (72% imp.)
122 - Reti di strade e binari e territori associati	98	98	98	98	Paved parking lots, roofs, driveways, etc.
123 - Aree portuali	98	98	98	98	Paved parking lots, roofs, driveways, etc.
124 - Aeroporti	98	98	98	98	Paved parking lots, roofs, driveways, etc.
131 - Luoghi di estrazioni di minerali	76	85	89	91	Gravel (including right of way)
132 - Discariche	81	88	91	93	Industrial (72% imp.)
133 - Luoghi di costruzione	77	86	91	94	Newly graded areas (pervious areas only, no vegetation)
141 - Aree di verde urbano	49	69	79	84	Fair condition (grass cover 50 to 75%)
142 - Strutture di sport e tempo libero	68	79	86	89	Poor condition (grass cover <50%)



211 - Seminativi non irrigati	61	73	81	84	Contoured (C)
212 - Suolo permanentemente irrigato	67	78	85	89	Straight row (SR)
213 - Risaie	62	71	78	81	Contoured & terraced (C&T)
221 - Vigneti	76	85	90	93	Crop residue cover
222 - Frutteti e frutti minori	43	65	76	82	Woods—grass combination (orchard or tree farm)
223 - Oliveti	43	65	76	82	Woods—grass combination (orchard or tree farm)
231 - Pascoli	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.
241 - Colture annuali associate a colture permanenti	61	73	81	84	Small grain
242 - Coltivazione complessa	61	73	81	84	Small grain
243 - Suoli principalmente occupati dall'agricoltura	61	73	81	84	Small grain
244 - Aree di agro-selvicoltura	43	65	76	82	Small grain
311 - Foreste a latifoglie	36	60	73	79	Woods
312 - Foreste a conifere	36	60	73	79	Woods
313 - Foreste miste	36	60	73	79	Woods
321 - Prateria naturale	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.
322 - Lande e brugheria	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.
323 - Vegetazione sclerofila	35	56	70	77	Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element
324 - Transizione suolo boscoso/arbusti	35	56	70	77	Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element
331 - Spiagge, dune e piani di sabbia	46	65	77	82	12% imp.
332 - Roccia nuda	96	96	96	96	Artificial desert landscaping
333 - Aree scarsamente vegetate	63	77	85	88	Natural desert landscaping (pervious area only)
334 - Aree bruciate	63	77	85	88	Natural desert landscaping (pervious area only)
335 - Ghiacciai e nevi perenni	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
411 - Paludi interne	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
412 - Torbiere	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
421 - Paludi di sale	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
422 - Saline	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
423 - Piani intertidali	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
511 - Corsi d'acqua	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
512 - Corpi d'acqua	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
521 - Lagune costiere	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
522 - Estuari	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
523 - Mare	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies

Tabella 8 - Valori del parametro CN per diverse combinazioni di suolo e copertura, considerando condizioni di media umidità CN(II). (Fonte: https://www.regione.toscana.it/documents/10180/12745809/Parametri_HMS.pdf/fd3b35dc-98d9-463b-aa87-ed3e3eaf6da89)



Tabella 9 - Tipi idrologici di suolo da considerare nella scelta del parametro CN. (Fonte: http://www.idrologia.polito.it/didattica/Idrologia/2011/Argomento_7/produsz_deflusso_superficiale.pdf)

Tipo di suolo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
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.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in superficie.

- Stima del volume specifico di saturazione del terreno con la seguente formula:

$$V_s = 25.4 \left(\frac{1000}{CN(III)} - 10 \right)$$

dove:

V_s = Volume specifico di saturazione del terreno [mm];

CN(III) = Parametro numerico precedentemente calcolato.

- Stima della pioggia efficace con la seguente formula:

$$P_e = \frac{(P - 0.2 \cdot V_s)^2}{(P + 0.8 \cdot V_s)}$$

dove:

P_e = Pioggia efficace [mm];

P = Pioggia totale [mm], esprimibile sulla base delle curve di probabilità pluviometrica risultanti dall'analisi idrologica e riferibile ad una durata pari al tempo di corrivazione del bacino (t_c);

V_s = Volume specifico di saturazione del terreno [mm], precedentemente calcolato.

- Calcolo del tempo di accumulo nel bacino (t_a) in ore, in funzione del tempo efficace (t_{eff}) in ore e del tempo di ritardo (t_r) in ore, usando le seguenti formule:

$$t_a = 0.5 \cdot t_{eff} + t_r$$



$$t_{eff} = T_c \left(1 - \frac{0.2 S}{h_{T_c, T}} \right)$$

$$t_r = 0.6 \cdot T_c$$

dove:

$h_{T_c, T}$ (mm) = Altezza di pioggia esprimibile sulla base delle curve di possibilità pluviometrica in funzione del tempo di ritorno (T) e del tempo totale di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione del bacino (T_c);

T_c (ore) = Tempo di corrivazione del bacino considerato.

- Calcolo dell'idrogramma unitario, usando la seguente formula:

$$Q_p = 0.208 \cdot \frac{P_e \cdot S}{t_a}$$

dove:

Q_p = Portata di picco dell'idrogramma unitario [$m^3/sec \cdot mm$];

P_e = Pioggia efficace [mm];

S = Estensione del bacino [km^2];

t_a = Tempo di accumulo [ore].

- Calcolo della portata al colmo, usando la seguente formula:

$$Q = Q_p \cdot h_{T_c, T}$$

dove:

Q = Portata al colmo [m^3/s];

Q_p = Portata di picco dell'idrogramma unitario [$m^3/sec \cdot mm$];

$h_{T_c, T}$ = Altezza di pioggia calcolata sulla base della curva di probabilità pluviometrica in relazione ad un evento di durata pari al tempo di corrivazione (t_c) e di fissato tempo di ritorno (T).



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR05200

PAGE

57 di/of 91

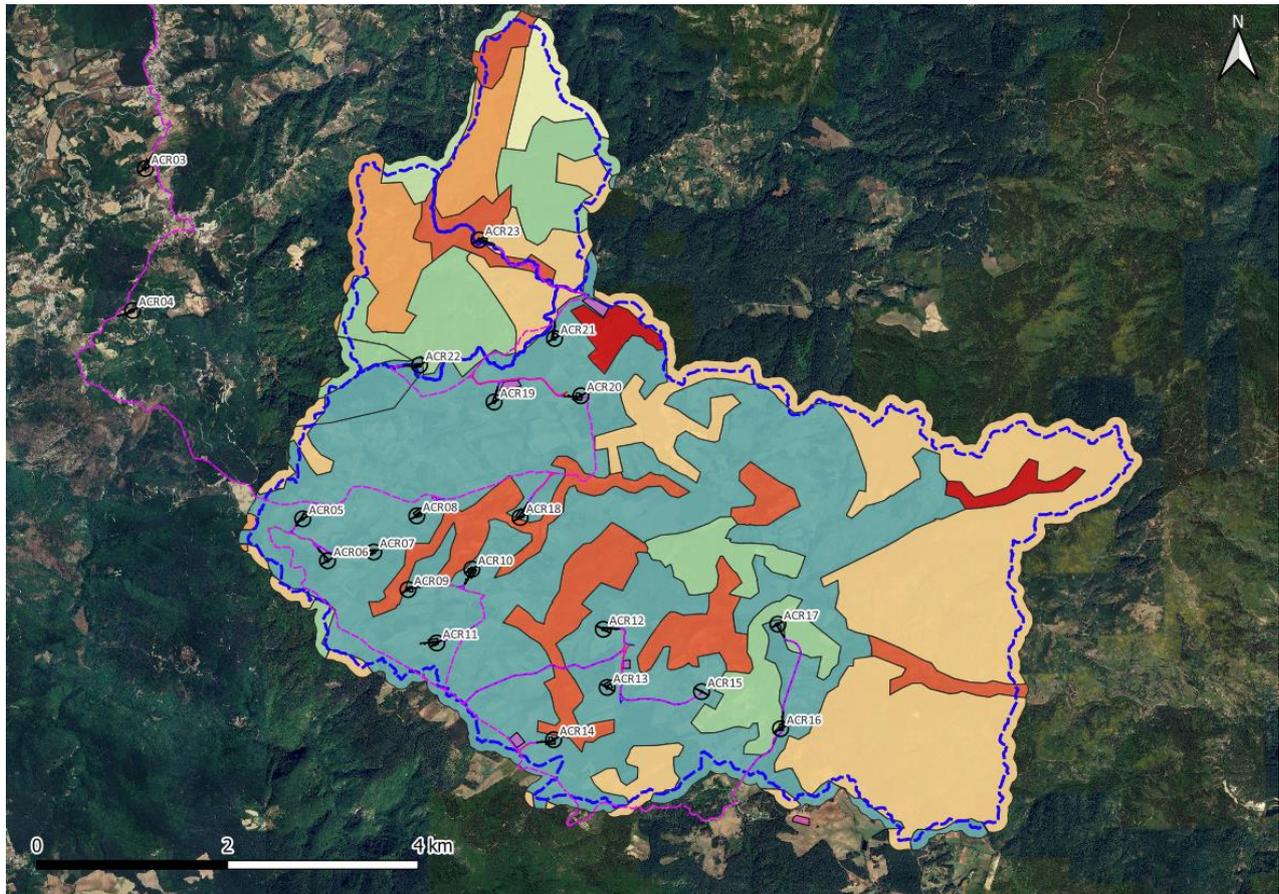
5 ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica verrà svolta utilizzando il software HEC-RAS 6.2, sviluppato all'Hydrologic Engineering Center (HEC) della U.S. Army Corps of Engineers (USACE), utilizzato per la modellazione mono e bidimensionale di reti di canali naturali e artificiali.

A livello operativo, la modellazione idraulica verrà estesa ai sottobacini idrografici considerati all'interno dei quali ricadono le WTG, utilizzando la pioggia come condizione al contorno e modellando i sottobacini inserendo le informazioni riguardanti il valore del Curve Number per tenere conto della capacità di deflusso del terreno e il valore del coefficiente di Manning per tenere conto della scabrezza dei suoli.

5.1 Stima del Curve Number

Per calcolare il Curve Number per il sottobacino di interesse secondo il metodo SCS si considerano le tematiche relative all'uso del suolo e alla litologia dell'area in esame riportate nel seguito:



Aerogeneratori



Piazzole

--- Cavidotto 36 kV

— Strade di nuova realizzazione

— Pista esistente da adeguare

— Viabilità esistente da adeguare

▭ Cabina di raccolta

▭ Aree di stoccaggio

▭ Linea spartiacque sottobacini

Uso del suolo



Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione



Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti



Boschi a prevalenza di castagno



Boschi a prevalenza di pini montani e oromediterranei (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)



Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro o roverella o farnetto o rovere o farnia)



Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di castagno

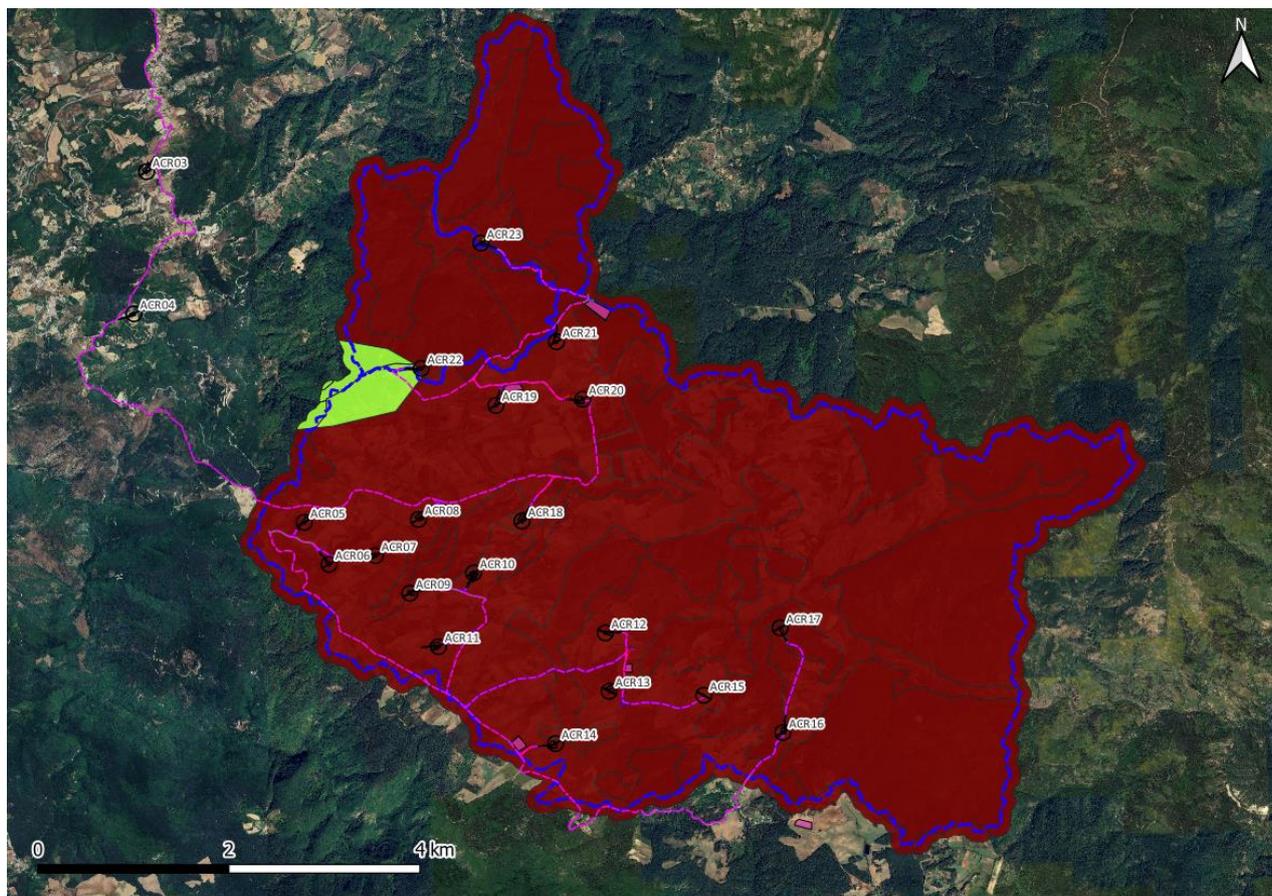


Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini montani e oromediterranei



Colture intensive

Figura 35 - Uso del suolo per i sottobacini di interesse



Aerogeneratori



Piazzole



Cavidotto 36 kV



Strade di nuova realizzazione



Pista esistente da adeguare



Viabilità esistente da adeguare



Cabina di raccolta



Aree di stoccaggio



Linea spartiacque sottobacini

Tipo di suolo



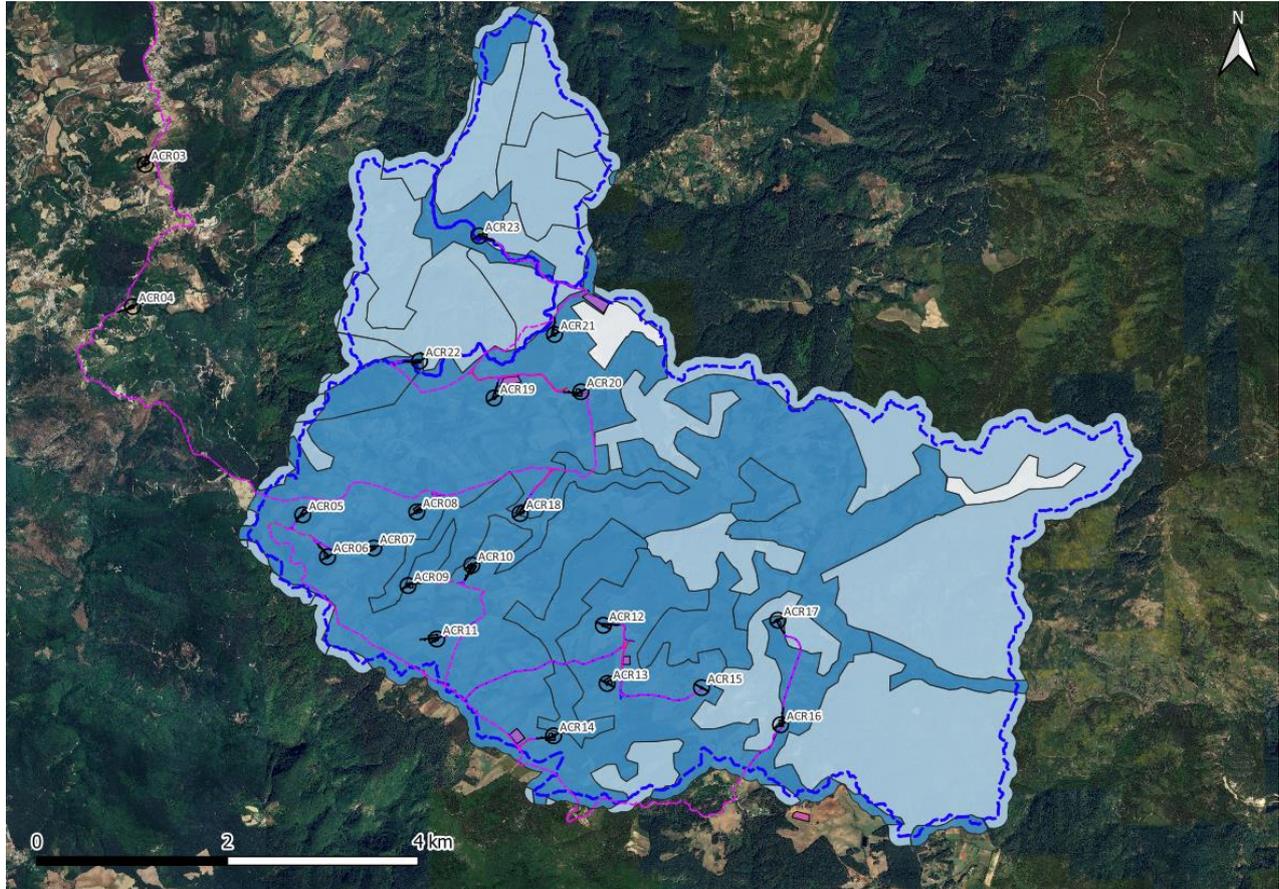
Graniti e granodioriti (Tipo C)



Micasisti e paragneiss con anfiboliti, filladi quarziti e marmi (Tipo C)

Figura 36 - Tipologia di suolo per i sottobacini di interesse

Dalla combinazione delle informazioni sopra riportate, in relazione ai valori riportati in Tabella 8 e Tabella 9, viene assegnato un valore univoco del Curve Number.



Aerogeneratori



Piazzole

----- Cavidotto 36 kV

----- Strade di nuova realizzazione

----- Pista esistente da adeguare

----- Viabilità esistente da adeguare



Cabina di raccolta



Aree di stoccaggio



Linea spartiacque sottobacini

Curve Number

□ 70

□ 73

□ 81

Figura 37 - Curve Number dei sottobacini di interesse



5.2 Definizione della scabrezza

La stima della scabrezza viene effettuata in relazione all'uso del suolo, associando ad ogni tipologia di destinazione d'uso un parametro caratteristico definito coefficiente di Manning [$m^{-1/3}/s$] e mostrato nella tabella di seguito:

Tabella 10 - Coefficienti di Manning e categorie di uso del suolo associate (Fonte:

<https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/r2dum/latest/developing-a-terrain-model-and-geospatial-layers/creating-land-cover-mannings-n-values-and-impervious-layers>)

C-CAP Class	C-CAP Value	C-CAP Land Cover Type	Range of n (HEC-RAS 2D Manual)	Suggested Initial n	Percent Impervious
Nodata	0	N/A	N/A	N/A	N/A
Unclassified	1	N/A	N/A	N/A	N/A
Developed Land	2	Developed, High Intensity	0.12 - 0.20	0.15	90
	3	Developed, Medium Intensity	0.08 - 0.16	0.12	65
	4	Developed, Low Intensity	0.06 - 0.12	0.08	35
	5	Developed, Open Space	0.03 - 0.05	0.035	10
Agricultural Land	6	Cultivated Crops	0.020 - 0.05	0.05	0
	7	Pasture/Hay	0.025 - 0.05	0.045	0
Grassland	8	Grassland/Herbaceous	0.025 - 0.05	0.04	0
Forest Land	9	Deciduous Forest	0.10 - 0.20	0.10	0
	10	Evergreen Forest	0.08 - 0.16	0.15	0
	11	Mixed Forest	0.08 - 0.20	0.12	0
Scrub Land	12	Shrub/Scrub	0.07 - 0.16	0.08	0
Palustrine Forested Wetlands	13	Palustrine Forested Wetland	0.045 - 0.15	0.08	50
	14	Palustrine Scrub/Shrub Wetland	0.045 - 0.15	0.08	50
	15	Palustrine Emergent Wetland (Persistent)	0.05 - 0.085	0.06	75
Estuarine Wetlands	16	Estuarine Forested Wetland	0.045 - 0.15	0.08	50
	17	Estuarine Scrub/Shrub Wetland	0.045 - 0.15	0.08	50
	18	Estuarine Emergent Wetland	0.05 - 0.085	0.06	75
Barren Land	19	Unconsolidated Shore	0.023 - 0.03	0.03	0
	20	Barren Land (Rock/Sand/Clay)	0.023 - 0.03	0.03	0
	24	Tundra	0.023 - 0.03	0.03	0
	25	Perennial Ice/Snow	0.023 - 0.03	0.03	50
Water and Submerged Lands	21	Open Water	0.025 - 0.05	0.035	100
	22	Palustrine Aquatic Bed	0.025 - 0.05	0.035	100
	23	Estuarine Aquatic Bed	0.025 - 0.05	0.035	100

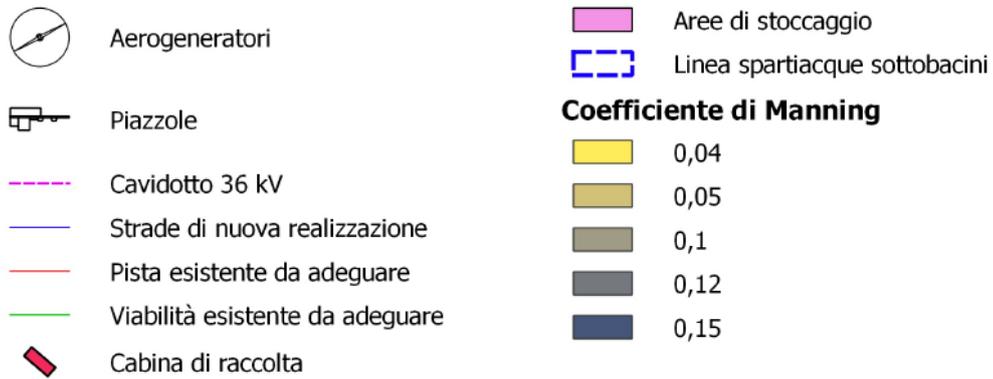
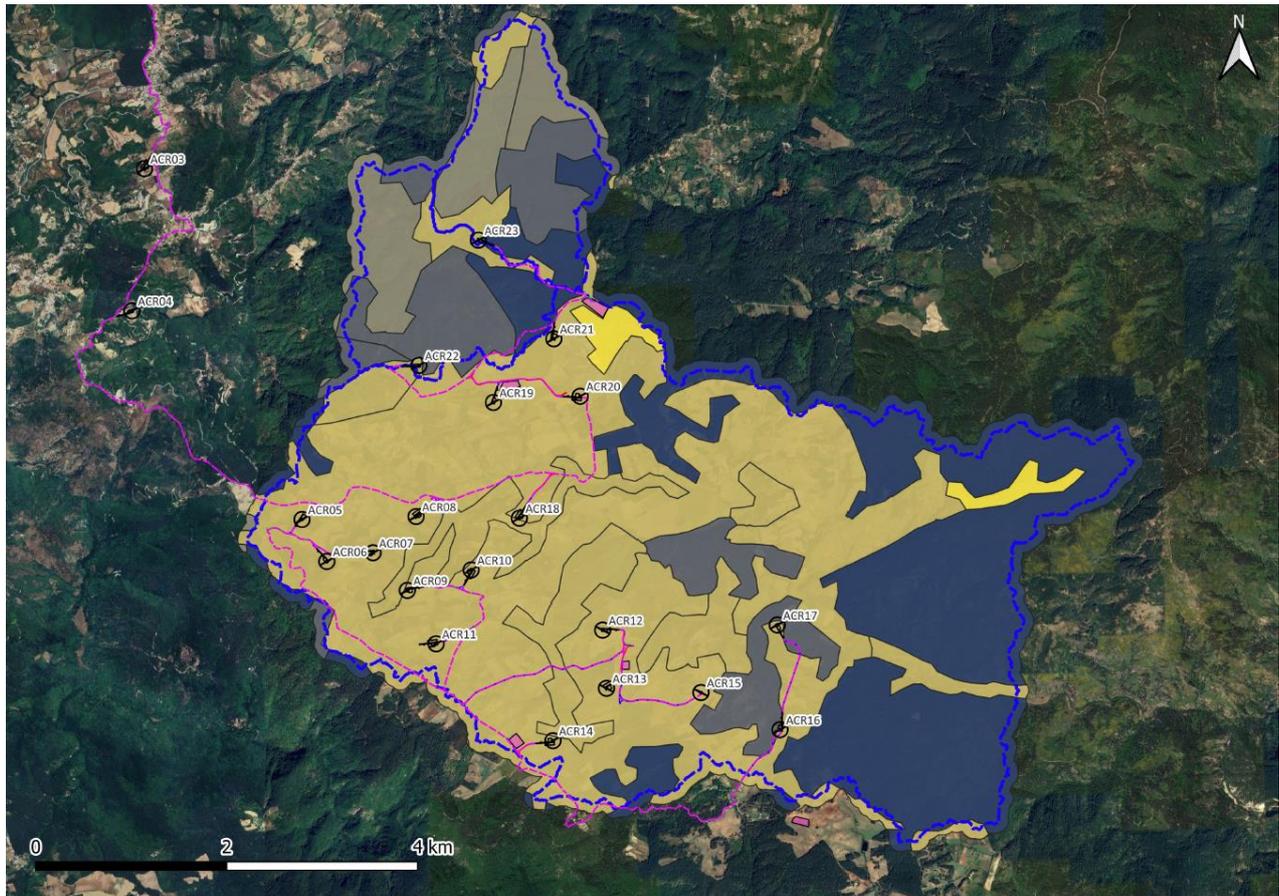


Figura 38 - Classificazione dei sottobacini di interesse secondo il valore del coefficiente di Manning

5.3 Stima dello ietogramma di progetto

Per ietogramma (spesso definito anche come pioggia di progetto) si intende una certa distribuzione temporale della precipitazione da utilizzare per la progettazione o per la verifica in condizioni estreme di specifiche opere.

Più in generale si può dire che uno ietogramma sia un modello, cioè una schematizzazione, più o meno complessa, ideata per ottenere, in maniera univoca e riproducibile, l'evoluzione temporale di un singolo evento di pioggia.

Lo ietogramma di progetto è stato costruito seguendo il cosiddetto modello Chicago in base alla curva di possibilità pluviometrica estratta dal metodo VAPI con tempo di ritorno $T_r = 200$ anni e una durata di 3 ore:

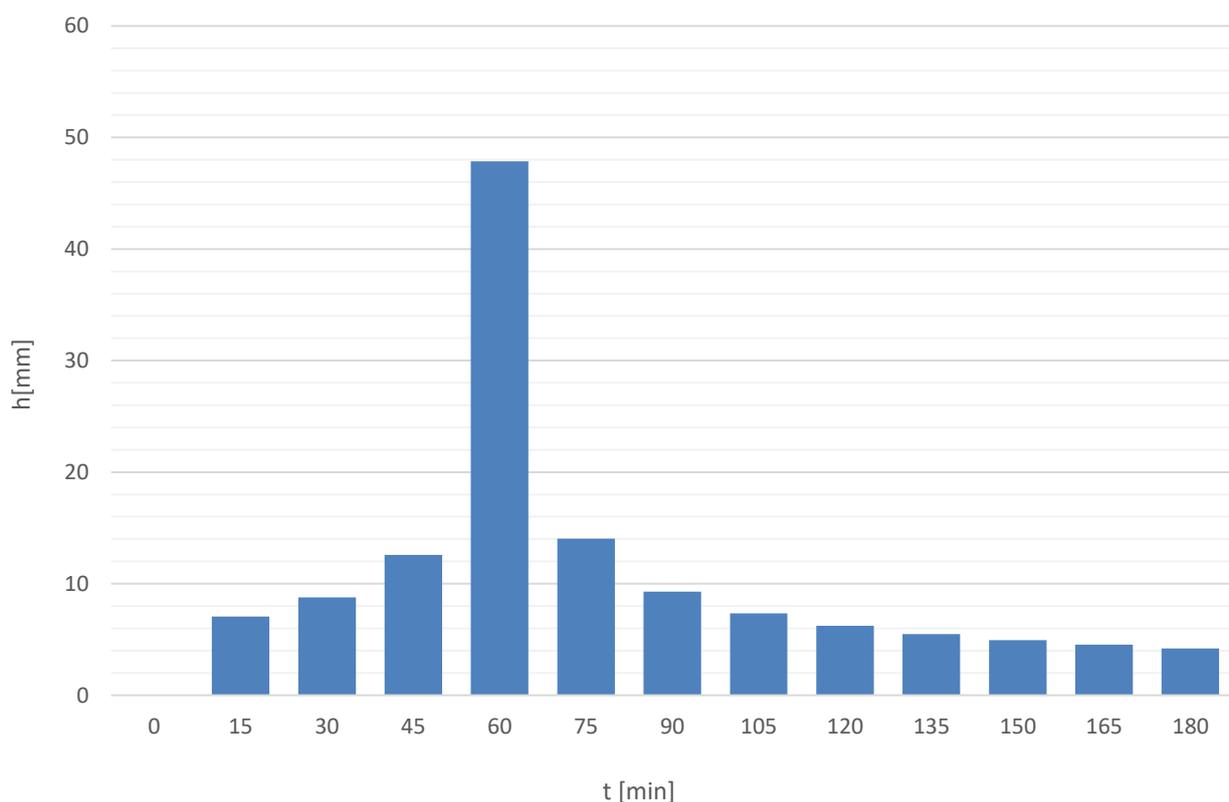


Figura 39 - Ietogramma di progetto

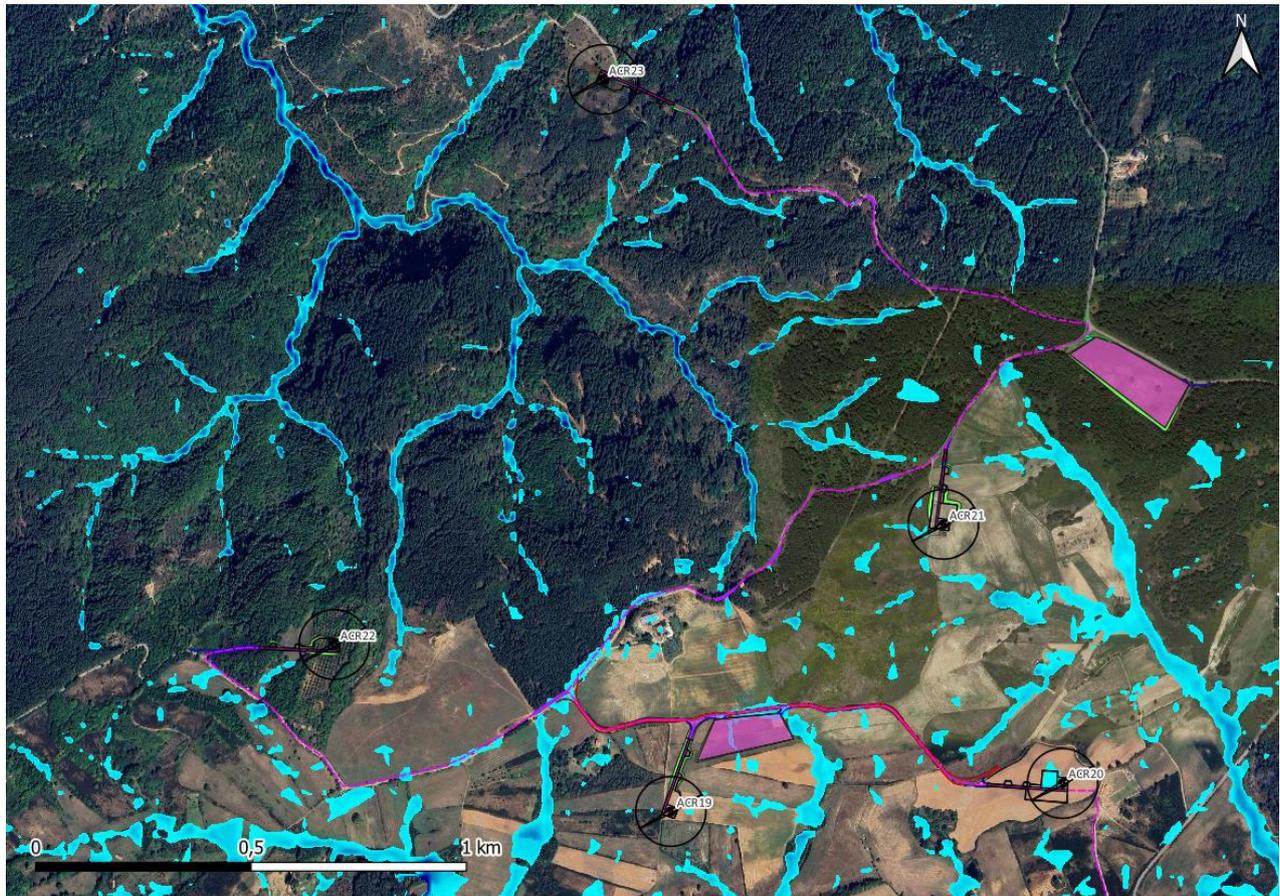


5.4 Risultati della simulazione idraulica

La simulazione idraulica è stata eseguita in condizioni di moto vario considerando una durata dell'evento di piena pari a 5 ore, tempo maggiore rispetto a quello usato per costruire lo ietogramma di progetto, così da permettere il completo deflusso delle acque meteoriche e ottenere risultati più precisi.

A livello geometrico è stato implementato un modello bidimensionale inserendo delle aree a deflusso 2D con celle di calcolo di 20 m per ogni sottobacino considerato, aggiungendo delle *breaklines* lungo gli elementi idrici principali che infittiscono le celle di calcolo al fine di migliorare i risultati della simulazione.

Si riportano di seguito gli inquadramenti di dettaglio con i risultati della simulazione



Aerogeneratori



Piazzole



Cavidotto 36 kV



Cavidotto 36 kV in TOC



Strade di nuova realizzazione



Pista esistente da adeguare



Viabilità esistente da adeguare



Scavi e riporti



Aree di stoccaggio

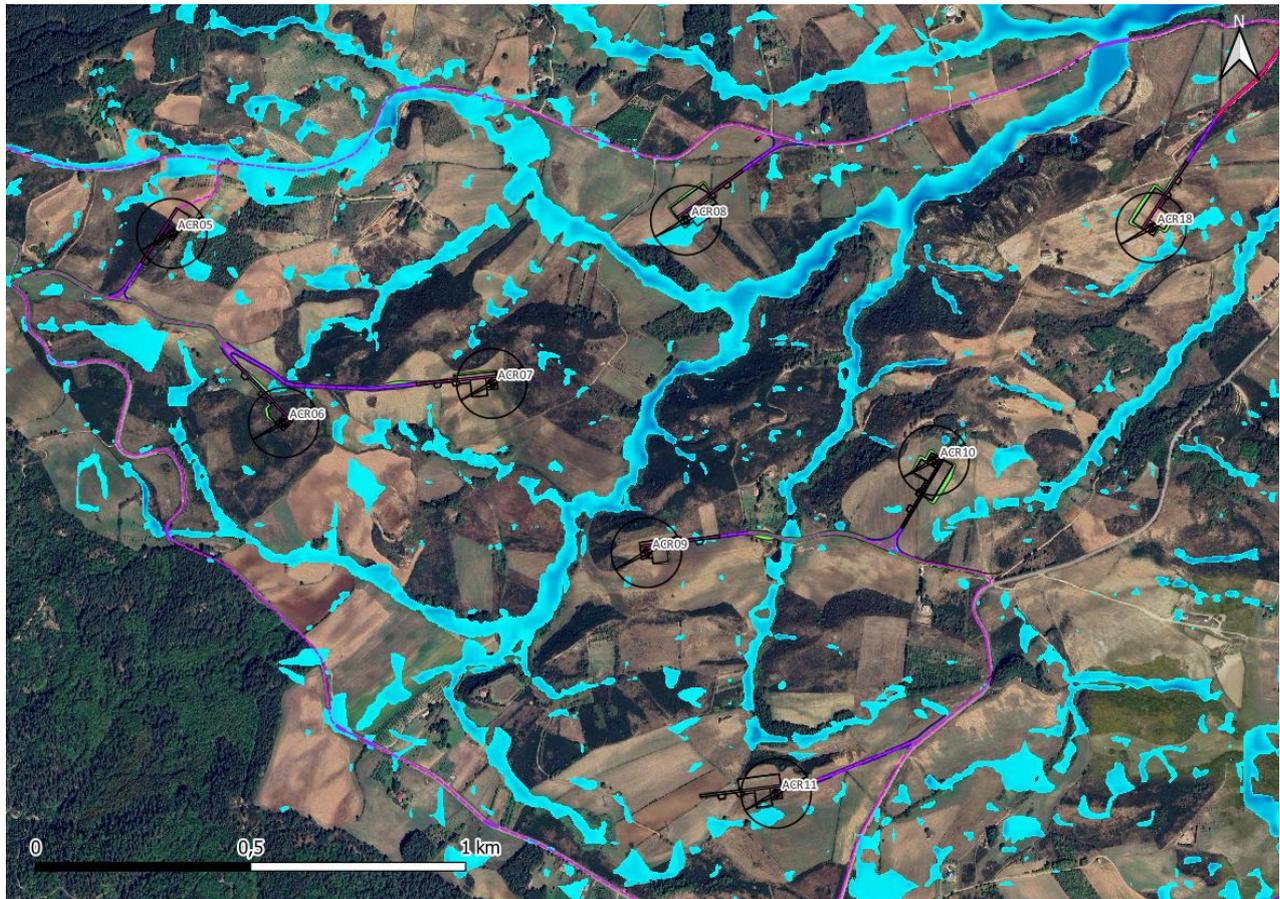
Tirante idrico [m]



3

0

Figura 40 - Inquadramento di dettaglio (1 di 3) del layout di impianto e del tirante idrico



Aerogeneratori



Piazzole



Cavidotto 36 kV



Cavidotto 36 kV in TOC



Strade di nuova realizzazione



Pista esistente da adeguare



Viabilità esistente da adeguare



Cabina di raccolta



Scavi e riporti

Tirante idrico [m]



3

0

Figura 41 - Inquadramento di dettaglio (2 di 3) del layout di impianto e del tirante idrico

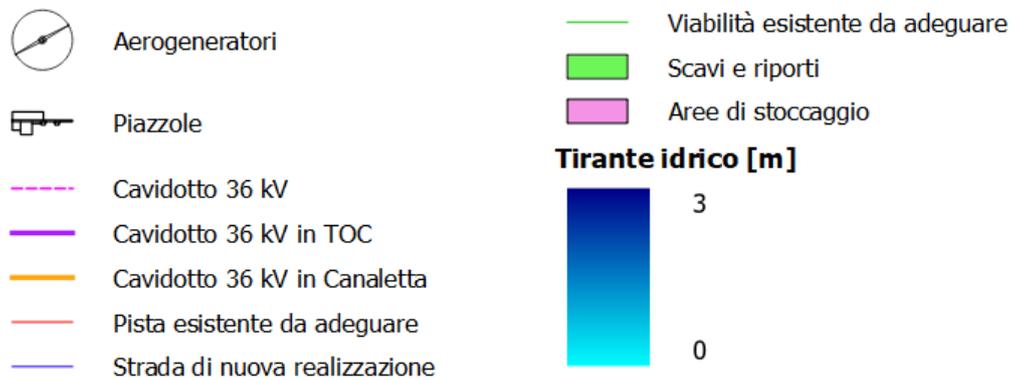
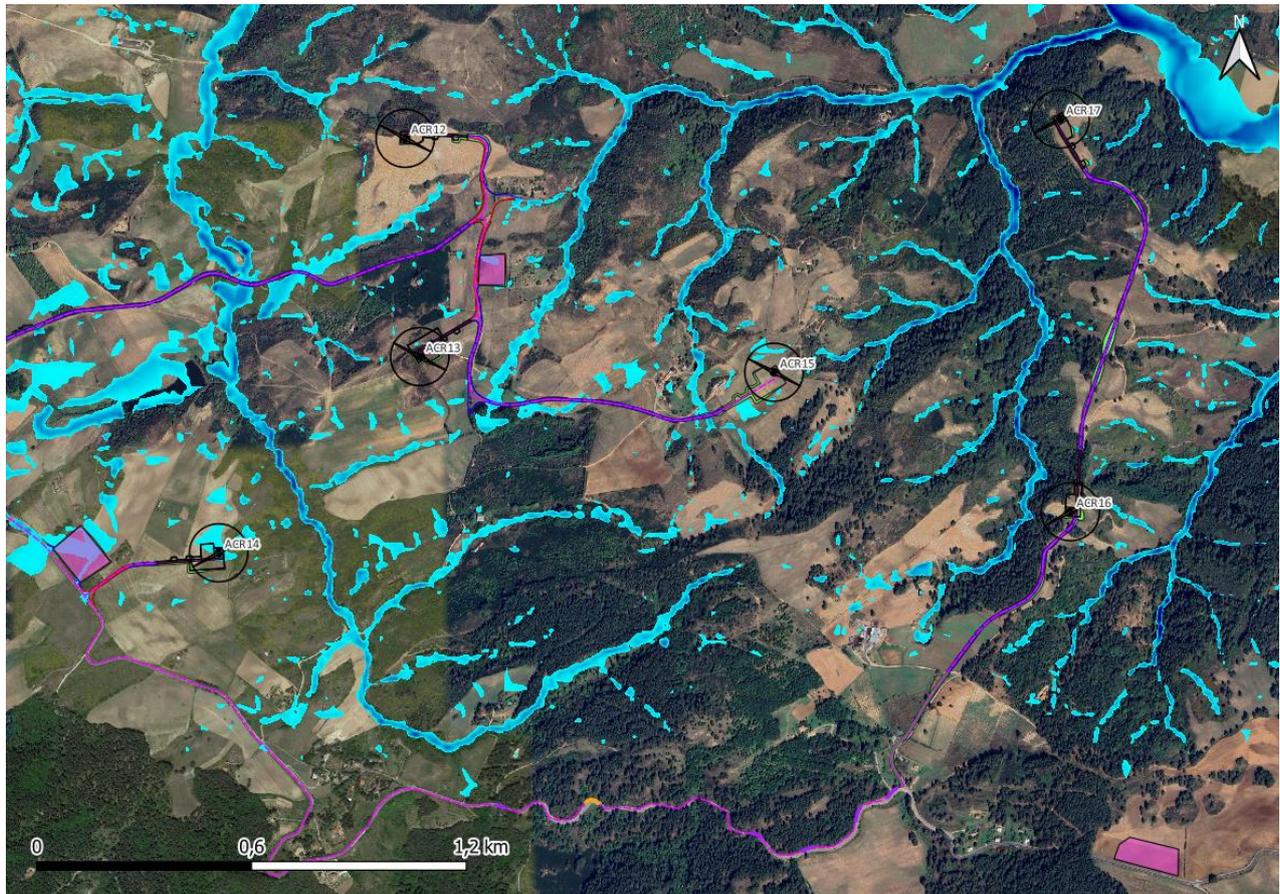


Figura 42 - Inquadramento di dettaglio (3 di 3) del layout di impianto e del tirante idrico

Alla luce di quanto sopra riportato non si riscontrano particolari criticità tra l'impianto in progetto e le superfici interessate dall'inondazione per l'evento meteorico preso in considerazione a parte alcuni tratti interessati dal passaggio del cavidotto che verranno discusse nel paragrafo successivo.



6 RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE CON ELEMENTI IDRICI, ATTRAVERSAMENTI STRADALI E AREE A RISCHIO IDRAULICO

Il percorso del cavidotto AT si sviluppa dall'area di impianto fino alla Cabina di raccolta per una lunghezza di circa 43 km, quindi alla futura SE 380/150/36 kV per una lunghezza di circa 21 km.

Il tracciato è stato scelto in modo da limitare al minimo l'impatto in quanto realizzato lungo la viabilità di servizio dell'impianto e lungo la viabilità esistente.

Nei tratti in cui i cavidotti AT interferiscono con elementi idrici o piccole opere di drenaggio stradale sarà previsto l'attraversamento in T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata). Laddove invece le dimensioni dell'attraversamento stradale lo consentano, sarà previsto il fiancheggiamento al manufatto in canaletta.

Per l'individuazione dei tratti in T.O.C. si rinvia agli elaborati "C24FSTR001WD03300_Planimetria cavidotti e sezioni tipiche" e "C24FSTR001WD01600_Planimetria delle interferenze".

La tecnica di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.), permette il superamento e la posa delle tubazioni in condizioni dove sarebbe difficile se non impossibile intervenire con scavi a cielo aperto.

La tecnica T.O.C., supportata da precisi studi Geologici del sottosuolo (rimandati alla fase esecutiva), è molto utilizzata nei seguenti casi:

- 1) Superamento di alvei di fiumi;
- 2) Superamento di infrastrutture interferenti quali fognature e tubazioni idriche di grosse dimensioni, metanodotti, gasdotti;
- 3) Superamento di ferrovie;
- 4) Superamento di incroci e strade ad elevato traffico veicolare.

Le fasi operative per la posa di una tubazione mediante trivellazione orizzontale controllata sono essenzialmente quattro:

- 1) Apertura buche di immersione e di emersione
- 2) Esecuzione del foro pilota;
- 3) Alesatura e pulizia del foro;
- 4) Tiro e posa delle tubazioni.

L'esecuzione del foro pilota è la più delicata delle fasi di lavoro. La trivellazione avviene mediante l'inserimento nel terreno di una serie di aste flessibili rotanti, la prima delle quali collegata ad una testa di trivellazione orientabile. L'asportazione del terreno in eccesso avviene per mezzo di fanghi bentonitici e vari polimeri biodegradabili che, passando attraverso le aste di perforazione e

fuoriuscendo dalla testa, asporta il terreno facendolo defluire a ritroso lungo il foro, fino alla buca di partenza (immersione) sotto forma di fango.

Il controllo della testa di trivellazione, generalmente, avviene ad onde radio o via cavo per mezzo di una speciale sonda che, alloggiata all'interno della testa, è in grado di fornire in ogni istante dati multipli su profondità, inclinazione e direzione sul piano orizzontale. Di frequente utilizzo, in casi in cui non è possibile guidare la testa della trivella con uno dei metodi descritti precedentemente, si ricorre ad un sistema di guida denominato Para Track. Tale sistema consiste nel guidare la testa rotante tramite un segnale GPS di estrema precisione, permettendo così di ridurre ulteriormente eventuali deviazioni della trivellazione.

Una volta realizzato il foro pilota, la testa di trivellazione viene sostituita con particolari alesatori di diverso diametro che vengono trascinati a ritroso all'interno del foro, i quali, ruotando grazie al moto trasmesso dalle aste, esercitano un'azione fresante e rendono il foro del diametro richiesto, sempre coadiuvati dai getti di fango per l'asportazione del terreno e la stabilizzazione delle pareti del foro (generalmente il diametro dell'alesatura deve essere del 20- 30% più grande del tubo da posare).

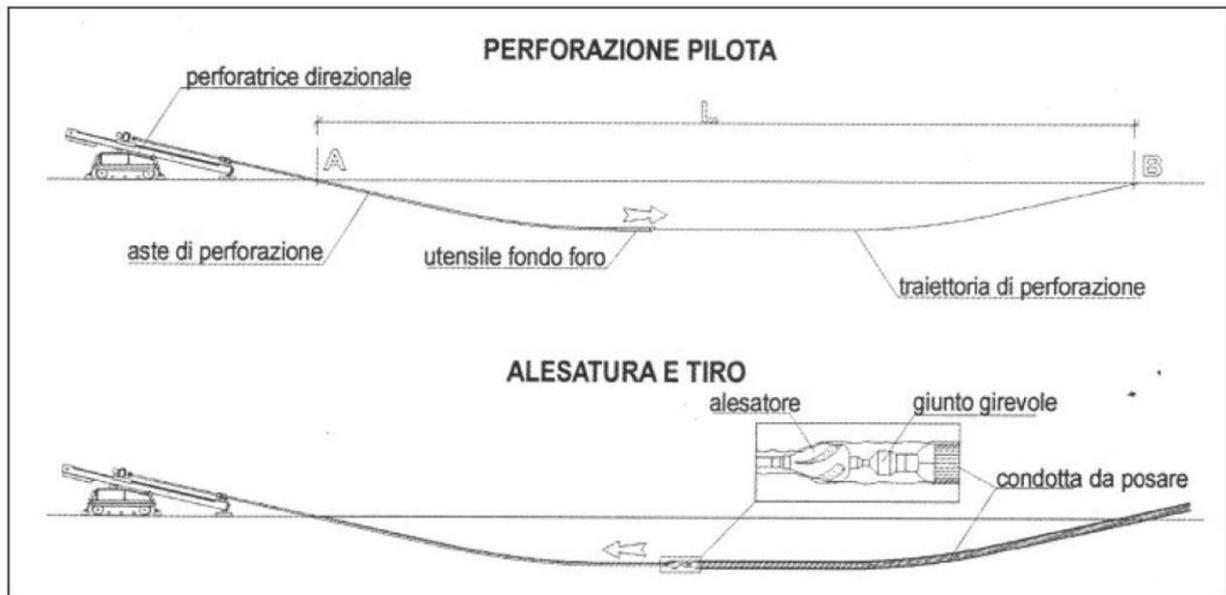


Figura 43 - Fasi tipiche della realizzazione di una TOC

Terminata la fase di alesatura, viene agganciato il tubo o il fascio di tubi (PEAD) dietro l'alesatore stesso per mezzo di un giunto rotante (per evitare che il moto di rotazione sia trasmesso al tubo stesso) e viene trainato a ritroso fino al punto di partenza.

Per quanto riguarda la presente tipologia di lavorazione, sono necessarie delle specifiche aree di lavoro per il posizionamento della macchina per la realizzazione delle T.O.C.. Le aree di lavoro si riferiscono a:

- 1) Ingombro della trivella
- 2) Buca di immersione delle aste
- 3) Area di lavoro degli operatori
- 4) Buca di emersione delle aste
- 5) Area per la termosaldatura delle tubazioni PEAD

Nel caso in cui i cavidotti AT percorrano o interferiscano con strade statali e/o provinciali i cavi interrati verranno posati in corrugati. Si si rinvia agli elaborati “C24FSTR001WD03300_Planimetria cavidotti e sezioni tipiche” e “C24FSTR001WD01600_Planimetria delle interferenze”.

Nei casi in cui il tracciato del cavidotto va ad interessare cavalcavia e/o ponti esistenti di adeguate dimensioni, si prevede l'installazione di mensole di appoggio mediante staffaggio laterale che sosterranno le canalette in lamiera per consentire il passaggio dei cavi.

Di seguito è illustrato un tipologico della sezione con particolare di staffaggio delle mensole di appoggio per il passaggio dei cavi in corrispondenza degli attraversamenti idraulici.

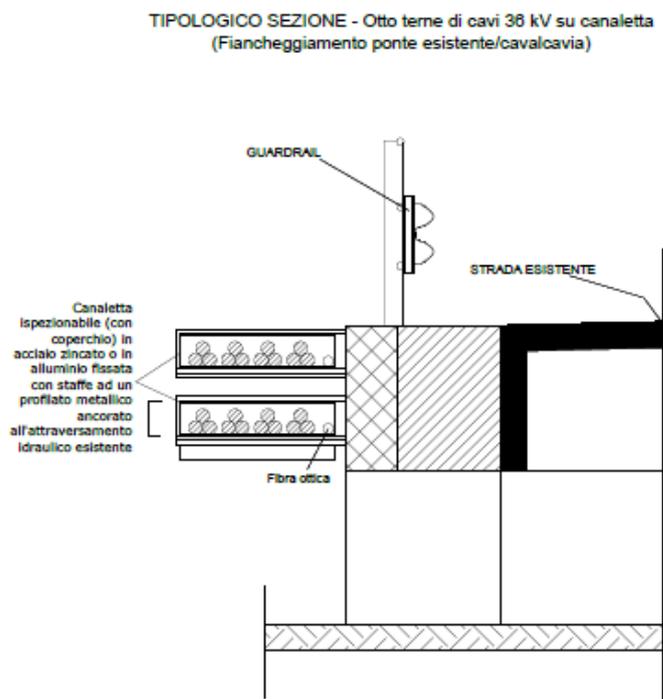


Figura 44 - Sezione trasversale cavidotto AT in fiancheggiamento al ponte o cavalcavia.

SEZIONE LONGITUDINALE CAVIDOTTO AT IN FIANCHEGGIAMENTO (Posa in
canaletta in fiancheggiamento al ponte o cavalcavia)

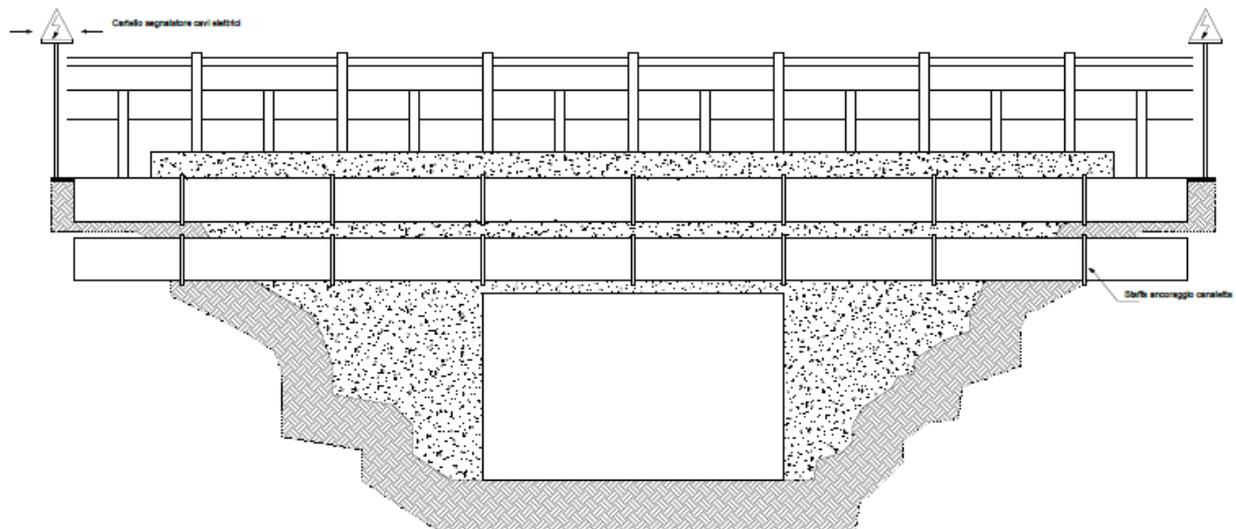


Figura 45: Sezione longitudinale cavidotto AT in fiancheggiamento al ponte o cavalcavia.

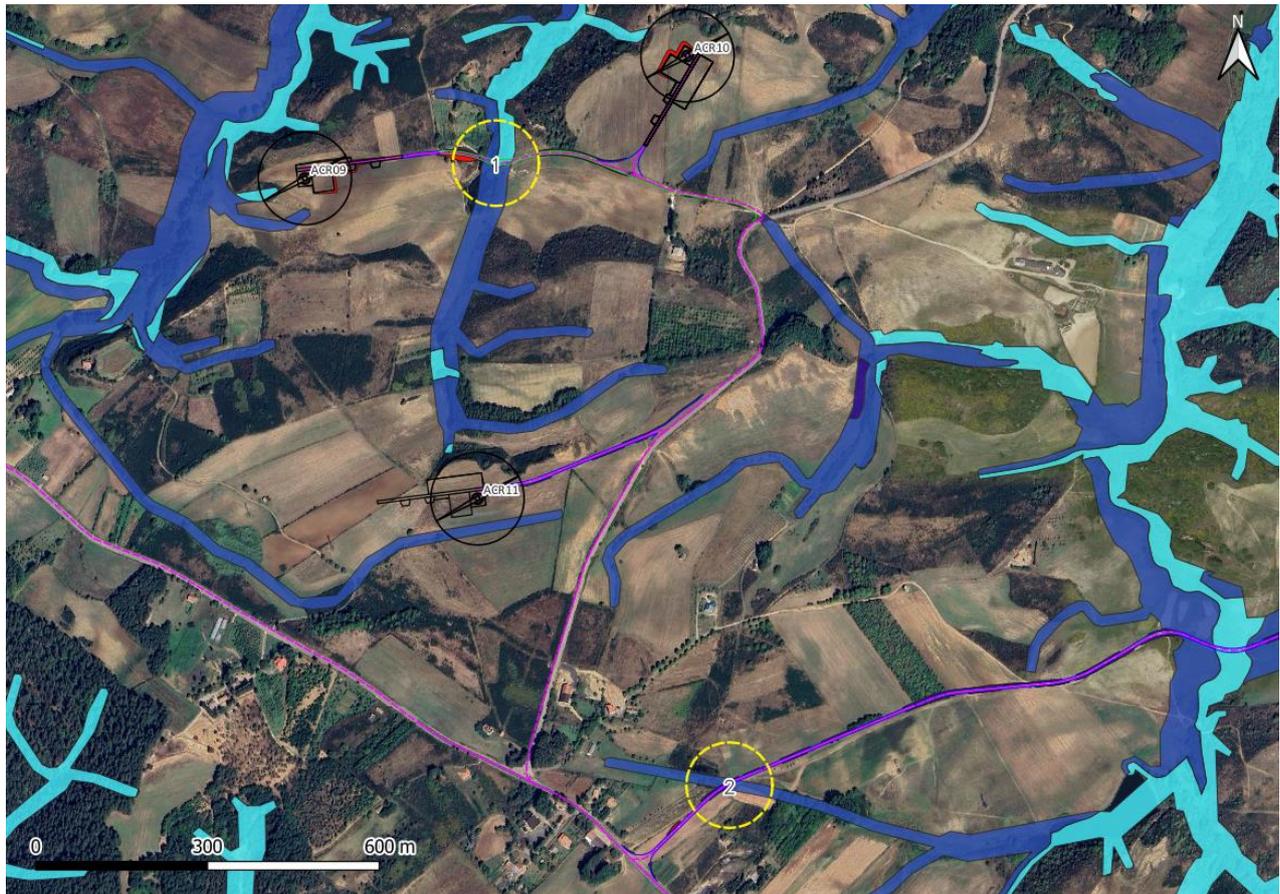
Per maggiori dettagli si rimanda “C24FSTR001WD03300_Planimetria cavidotti e sezioni tipiche”.

Per quanto riguarda la risoluzione delle interferenze con le aree a rischio idraulico perimetrate dal PGRA, la soluzione che si propone è la costruzione di un tombino in lamiera grecata costituito da più piastre metalliche ondulate opportunamente curvate e unite tra loro mediante giunzioni bullonate, in modo da lasciare inalterato il transito del deflusso superficiale.

Si tratta di strutture portanti metalliche flessibili che si basano sullo sfruttamento dell'interazione terreno – struttura che si instaura tra il profilo strutturale metallico e il rilevato tecnico circostante, il quale gioca un ruolo fondamentale nel garantire la stabilità strutturale.

La pendenza del tombino dovrà essere compresa tra l'1% e 4% per consentire lo smaltimento dei materiali eventualmente trasportati dalla corrente.

Di seguito si riportano gli inquadramenti della viabilità interferente con le perimetrazioni del PGRA per le quali verranno dimensionati i tombini:



-  Aerogeneratori
-  Piazzole
-  Cavidotto 36 kV
-  Strada di nuova realizzazione
-  Viabilità esistente da adeguare

-  Scavi
- Classi di rischio PGRA**
-  R1
-  R3
-  R4

Figura 46 - Inquadramento del layout di impianto con evidenza dei punti di interferenza con le perimetrazioni del PGRA

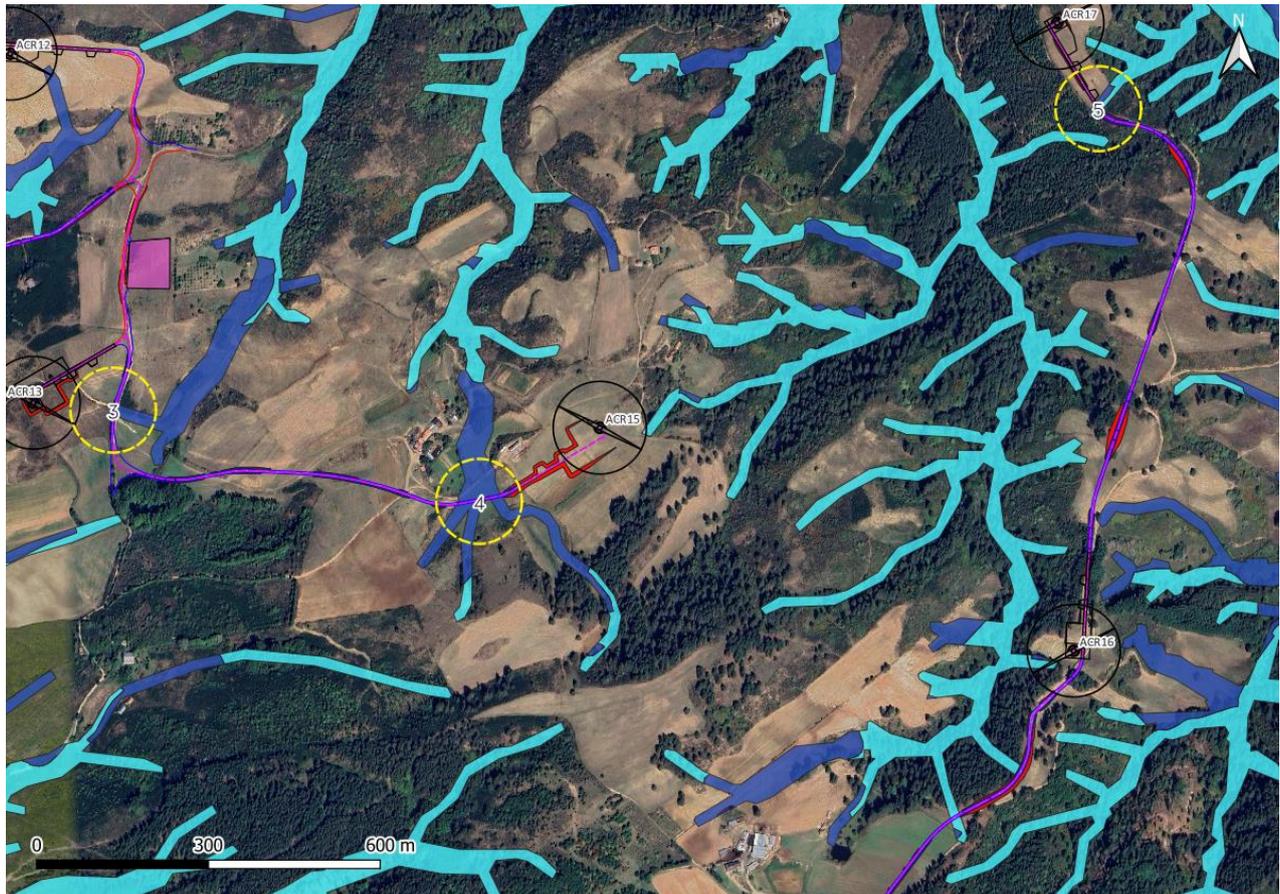


Figura 47 - Inquadramento del layout di impianto con evidenza dei punti di interferenza con le perimetrazioni del PGRA

Il dimensionamento viene condotto confrontando il valore della portata di picco degli idrogrammi di piena ricavati dalla simulazione idraulica per un evento meteorico con tempo di ritorno di 50 anni con il valore di portata ricavato dall'equazione di continuità di Gauckler-Strickler:

$$Q = A_m K_s R^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

con R, pari al raggio idraulico, così definito:

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

- Q = portata del canale in m³/s;
- A_m = area bagnata in m²;
- K_s = coefficiente di resistenza di Strickler in (m^{1/3} / s) posto pari a 65 m^{1/3} / s per le superfici in cemento;
- i = pendenza longitudinale del tombino posta pari a 2%.

Una volta ottenuta la portata di progetto, le dimensioni del tombino vengono scelte con un metodo iterativo, in modo da ottenere un grado di riempimento (h/D) della sezione inferiore all'85%.

La verifica idraulica viene eseguita ricercando il tirante idrico della sezione per il quale si verifica la portata nota.

In questo contesto, dunque si fa affidamento alla seguente espressione:

$$y(h) = A_m \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{i} - Q_p$$

Dove Q_p è la portata di picco degli idrogrammi di piena.

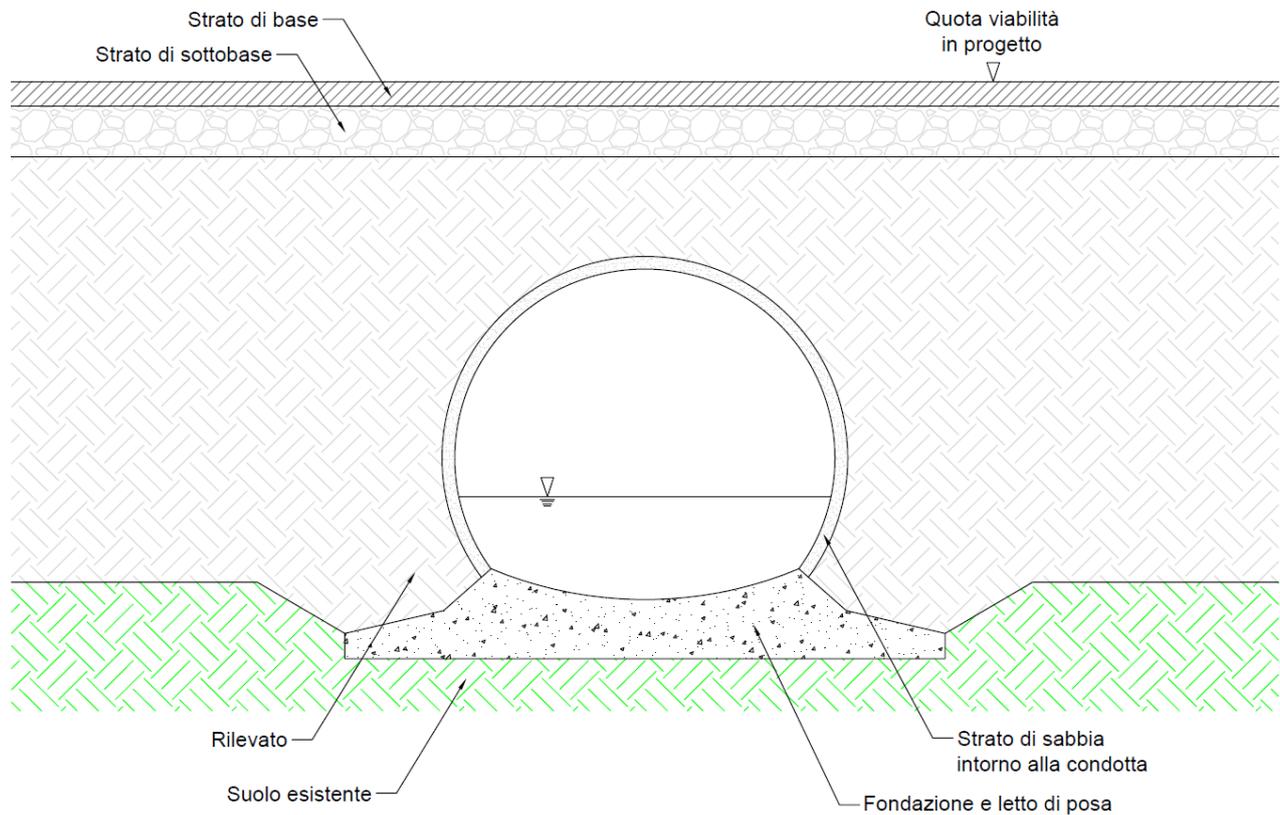
Quello che si vuole ricercare è il tirante idrico h per il quale la funzione y(h) è uguale a zero.

Di base si è deciso di stabilire una dimensione minima della tubazione del tombino pari a circa 1,5 m, così da assicurare il transito del deflusso naturale dell'impluvio ed evitare l'occlusione della luce.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dei risultati ottenuti:

Id tombini	Q _{progetto} [m ³ /s]	D [m]	h [m]	Ab (mq)	Pm (m)	R	i	Ks	h/D
1	2.07	1.5	0.24	0.186	0.14	1.33	2%	65	16.20%
2	0.3	1.5	0.07	0.027	0.02	1.33	2%	65	4.36%
3	0.06	1.5	0.02	0.005	0.00	1.33	2%	65	1.48%
4	0.95	1.5	0.14	0.085	0.06	1.33	2%	65	9.50%
5	0.02	1.5	0.01	0.002	0.00	1.33	2%	65	0.71%

L'immagine di seguito rappresenta un tipologico dei tombini in progetto:



Le opere appena dimensionate si prefiggono l'obiettivo di garantire la compatibilità idraulica della viabilità in progetto non alterando il normale deflusso dei corsi d'acqua interessati.

7 PREDIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO STRADALE

La rete per l'evacuazione delle acque meteoriche dal corpo stradale, viene progettata in maniera da captare la totalità delle acque piovane che cadono all'interno dell'area scolante per i tratti stradali in scavo.

In sostanza la rete è costituita da una cunetta laterale, situata al bordo della carreggiata, che intercetta le acque piovane che provengono dalle scarpate laterali. Gli elementi che costituiscono la rete sono quindi le cunette laterali alla carreggiata.

7.1 Individuazione dei bacini di influenza

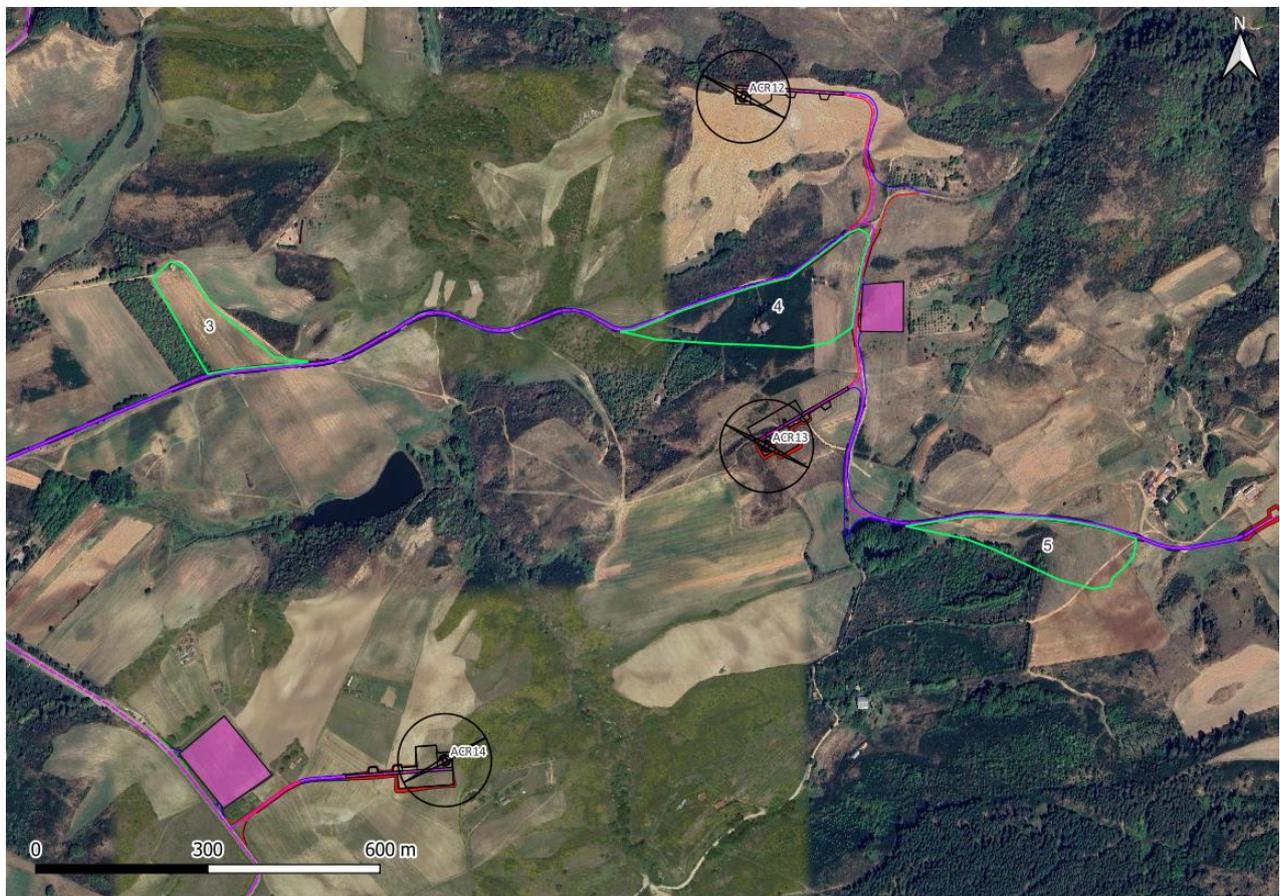
La delimitazione dei bacini di influenza relativi alle cunette stradali da realizzare è stata ottenuta studiando la morfologia del terreno tramite l'utilizzo dell'algoritmo r.watershed presente nel software QGis inserendo come input il DTM (Digital Terrain Model) relativo all'area di studio.

Di seguito si riportano gli inquadramenti dei bacini individuati:



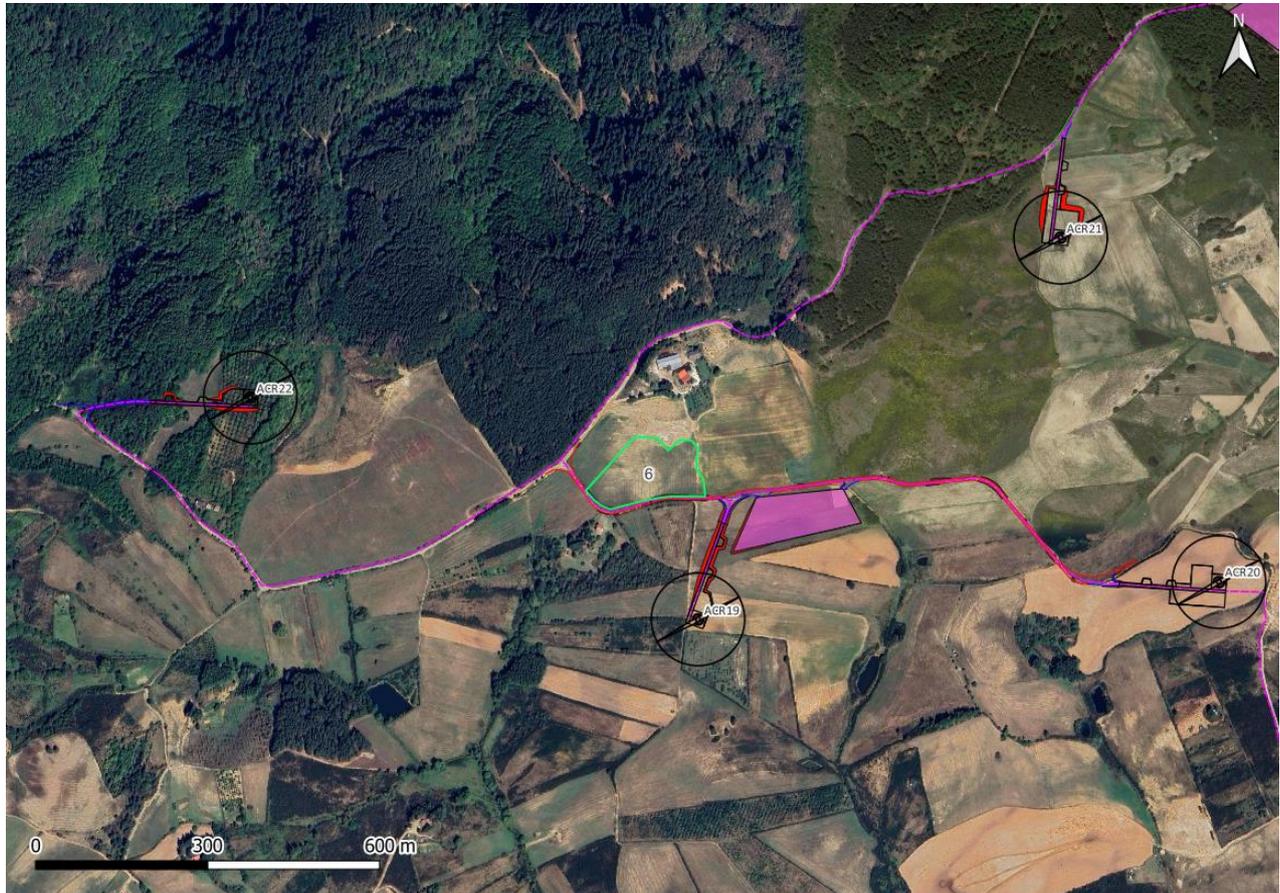
- | | | | |
|---|-----------------|---|---------------------------------|
|  | Aerogeneratori |  | Strada di nuova realizzazione |
|  | Piazzole |  | Viabilità esistente da adeguare |
|  | Cavidotto 36 kV |  | Scavi |
| | |  | Sottobacini Cunette |

Figura 48 - Inquadramento dei bacini di raccolta per i tratti di viabilità in scavo (1 di 4)



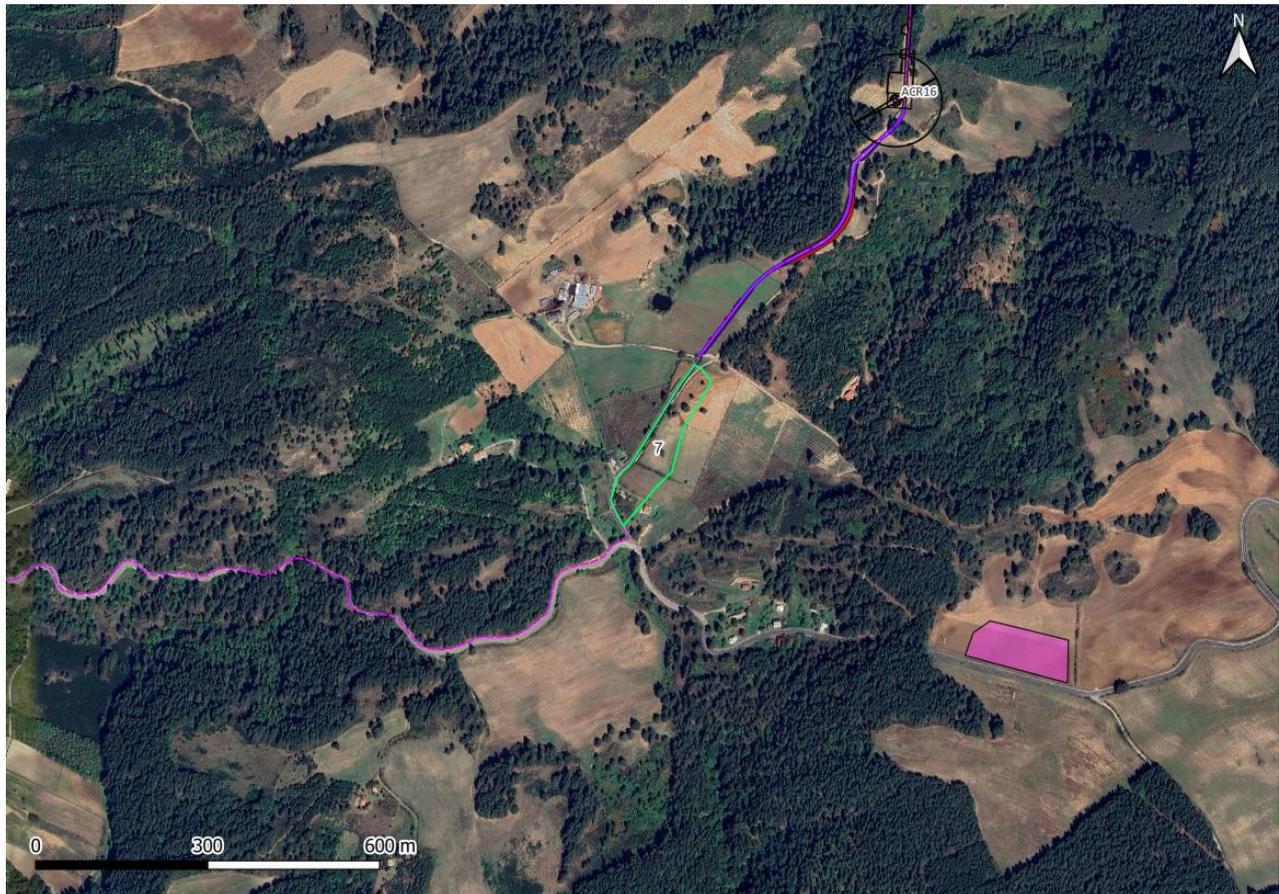
- | | | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------|
|  | Aerogeneratori |  | Strada di nuova realizzazione |
|  | Piazzole |  | Viabilità esistente da adeguare |
|  | Cavidotto 36 kV |  | Aree di stoccaggio |
|  | Pista esistente da adeguare |  | Scavi |
| | |  | Sottobacini Cunette |

Figura 49 - Inquadramento dei bacini di raccolta per i tratti di viabilità in scavo (2 di 4)



- | | | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------|
|  | Aerogeneratori |  | Strada di nuova realizzazione |
|  | Piazzole |  | Viabilità esistente da adeguare |
|  | Cavidotto 36 kV |  | Aree di stoccaggio |
|  | Pista esistente da adeguare |  | Scavi |
| | |  | Sottobacini Cunette |

Figura 50 - Inquadramento dei bacini di raccolta per i tratti di viabilità in scavo (3 di 4)



- | | | | |
|---|-------------------------------|---|---------------------------------|
|  | Aerogeneratori |  | Viabilità esistente da adeguare |
|  | Piazzole |  | Aree di stoccaggio |
|  | Cavidotto 36 kV |  | Scavi |
|  | Strada di nuova realizzazione |  | Sottobacini Cunette |

Figura 51 - Inquadramento dei bacini di raccolta per i tratti di viabilità in scavo (4 di 4)

Di seguito si riportano le caratteristiche morfologiche dei bacini in esame:

Tabella 11 - Caratteristiche dei bacini in esame

id	Area	Area [ha]	L [m]	Pendenza strada	Pendenza bacino [-]
1	5342.01	0.53	188.44	6.80%	12.22%
2	5512.86	0.55	165.96	3.20%	3.77%
3	38849.60	3.89	484.43	6.20%	7.83%
4	25951.39	2.60	533.73	8.00%	16.48%
5	17401.83	1.74	426.50	8.60%	18.41%
6	17228.08	1.72	221.27	6.50%	14.10%
7	15323.77	1.53	333.85	8.60%	14.21%

7.2 Calcolo della portata al colmo di piena

Il calcolo della portata al colmo di piena per i vari bacini di scolo è stato ottenuto applicando la formula del Metodo Razionale (paragrafo 4.4.1) per un evento pluviometrico con tempo di ritorno di 10 anni.

Il coefficiente di deflusso è stato scelto in base alla copertura di suolo per ogni bacino considerato, tenendo conto della vocazione agricola della zona in esame.

Per il calcolo del tempo di corrivazione si è fatto riferimento alla formula di Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \cdot L^{0.77} \cdot i_v^{-0.385}$$

dove:

- t_c = Tempo di corrivazione [ore];
- L = Lunghezza della canaletta in progetto [m];
- i_v = Pendenza media della superficie scolante [-].

I risultati sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 12 - Calcolo della portata al colmo di piena

id	L [km]	C	Tc [ore]	Tc [min]	Q _{progetto} [m ³ /s]
1	0.188	0.2	0.041	2.47	0.073
2	0.166	0.2	0.059	3.53	0.062
3	0.484	0.2	0.101	6.07	0.329
4	0.534	0.2	0.082	4.92	0.246
5	0.426	0.2	0.066	3.96	0.185
6	0.221	0.2	0.044	2.65	0.228
7	0.334	0.2	0.060	3.63	0.171

7.3 Dimensionamento delle cunette di raccolta

Le cunette proposte per il drenaggio stradale hanno una sezione trasversale di tipo trapezoidale rivestite in geostuoia con inerbimento a idrosemina.

Il dimensionamento viene condotto confrontando il valore di portata proveniente dal calcolo del Metodo Razionale, con il valore di portata ricavato dall'equazione di continuità di Manning.

Di seguito si riporta un tipologico della cunetta in progetto:

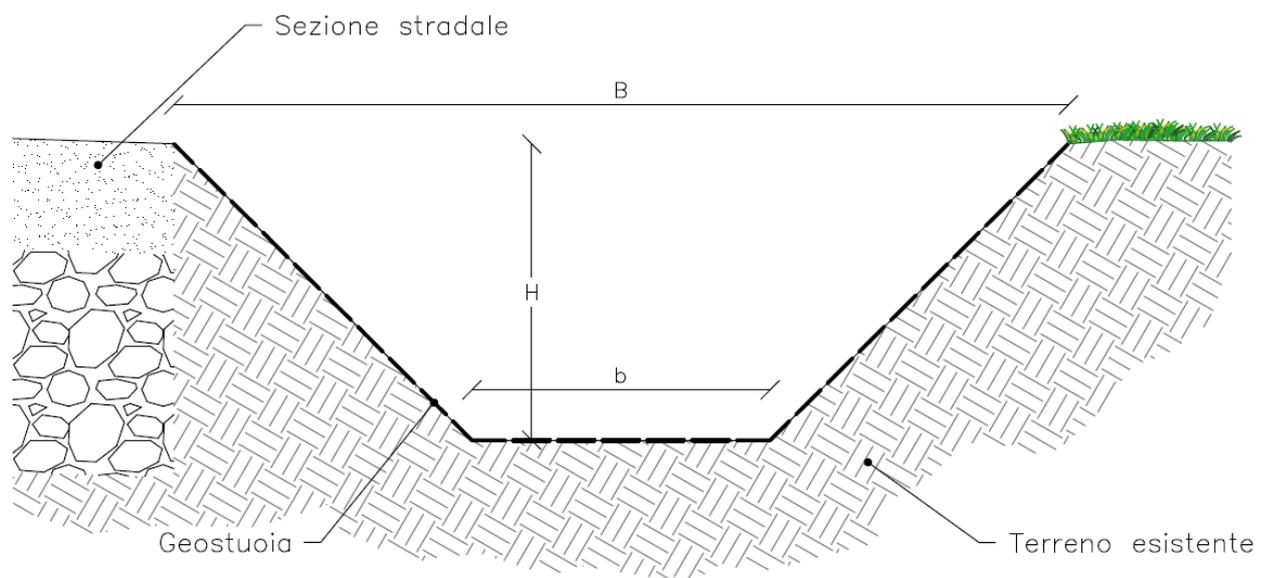


Figura 52 - Tipologico cunetta stradale

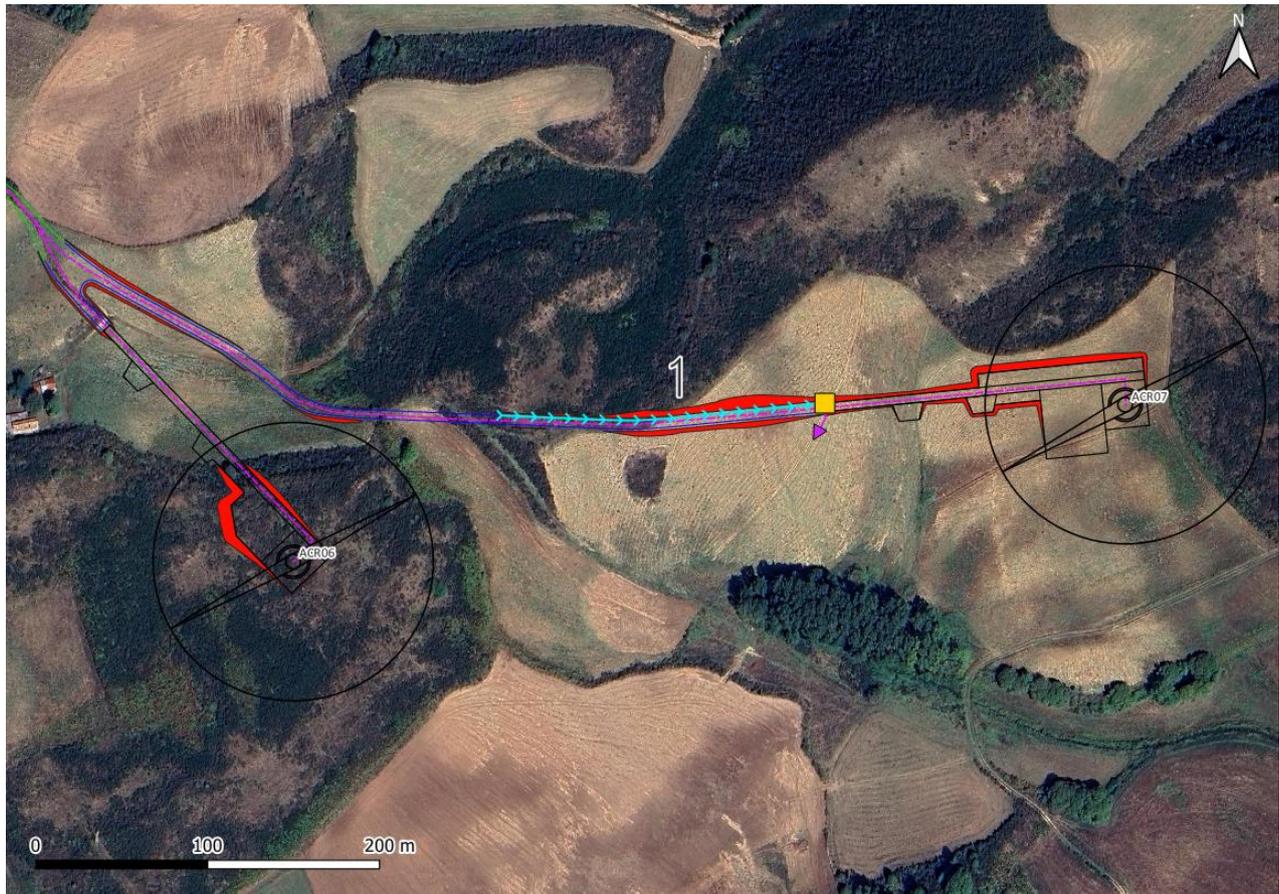


Tabella 13 - Risultati del dimensionamento delle cunette stradali

id	B [m]	b [m]	H [m]	h [m]	Bb [m]	Ab [m ²]	Pb [m]	R	i	Ks	Ab/A	v [m/s]
1	0.6	0.2	0.2	0.14	0.47	0.05	0.59	0.08	6.80%	33	57.88%	1.58
2	0.6	0.2	0.2	0.15	0.51	0.05	0.64	0.09	3.20%	33	68.02%	1.15
3	1.2	0.4	0.4	0.23	0.87	0.15	1.06	0.14	6.20%	33	46.43%	2.21
4	1.2	0.4	0.4	0.19	0.77	0.11	0.93	0.12	8.00%	33	34.24%	2.25
5	0.9	0.3	0.3	0.18	0.66	0.09	0.80	0.11	8.60%	33	47.44%	2.17
6	0.9	0.3	0.3	0.21	0.73	0.11	0.91	0.12	6.50%	33	61.22%	2.07
7	0.9	0.3	0.3	0.17	0.64	0.08	0.78	0.10	8.60%	33	44.75%	2.12

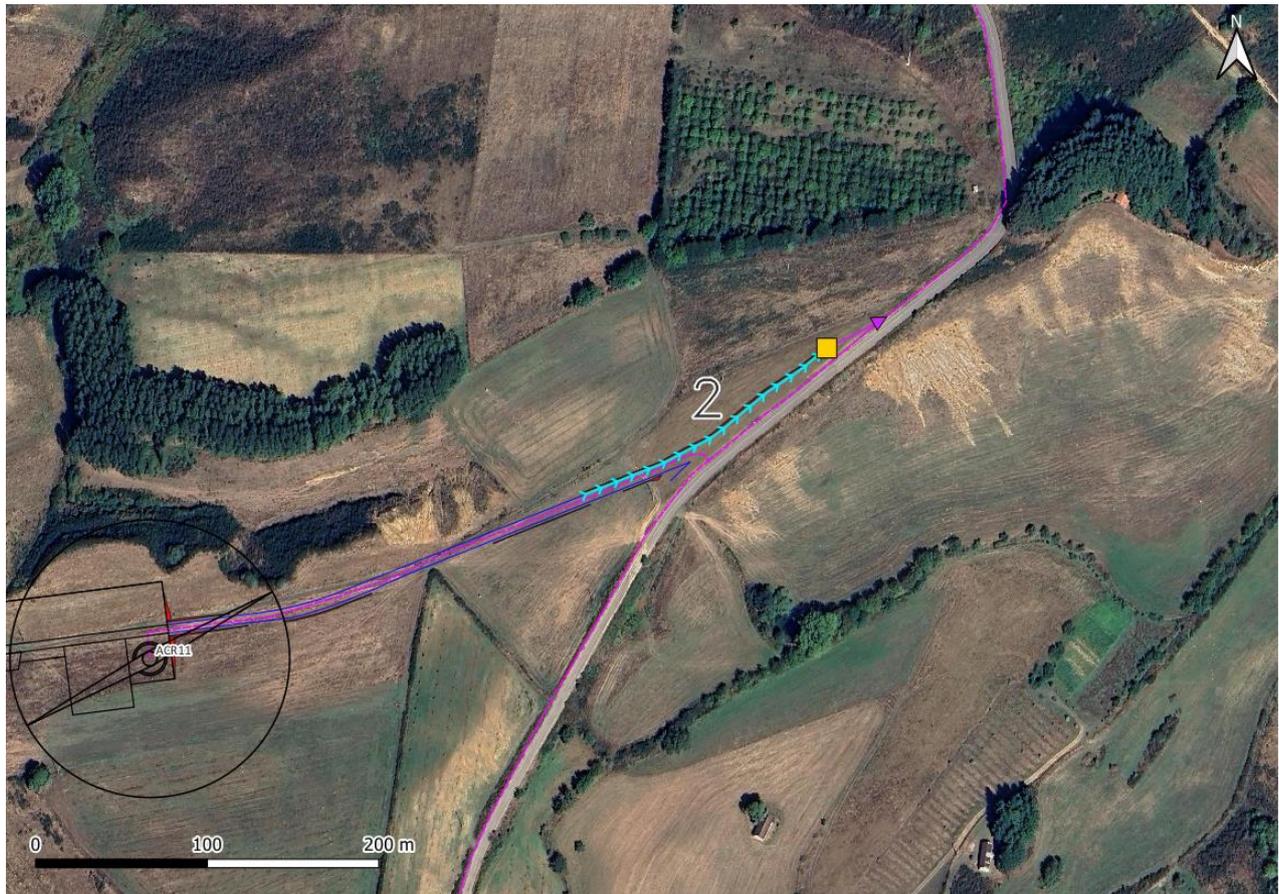
La tabella sopra riportata mostra che le dimensioni ipotizzate per le cunette risultano idonee a convogliare la portata di progetto.

Si riportano di seguito gli inquadramenti su base satellitare del sistema di drenaggio delle cunette in progetto con evidenziazione della direzione del flusso idrico, dei pozzetti di raccolta e delle tubazioni interrate.



- | | | | |
|---|-------------------------------|---|----------------------|
|  | Aerogeneratori |  | Scavi |
|  | Piazzole |  | Pozzetti di raccolta |
|  | Cavidotto 36 kV |  | Cunetta stradale |
|  | Strada di nuova realizzazione |  | Tubazioni interrato |

Figura 53 - Inquadramento delle cunette in progetto (1 di 6)



Aerogeneratori



Scavi



Piazzole



Cunetta stradale



Cavidotto 36 kV

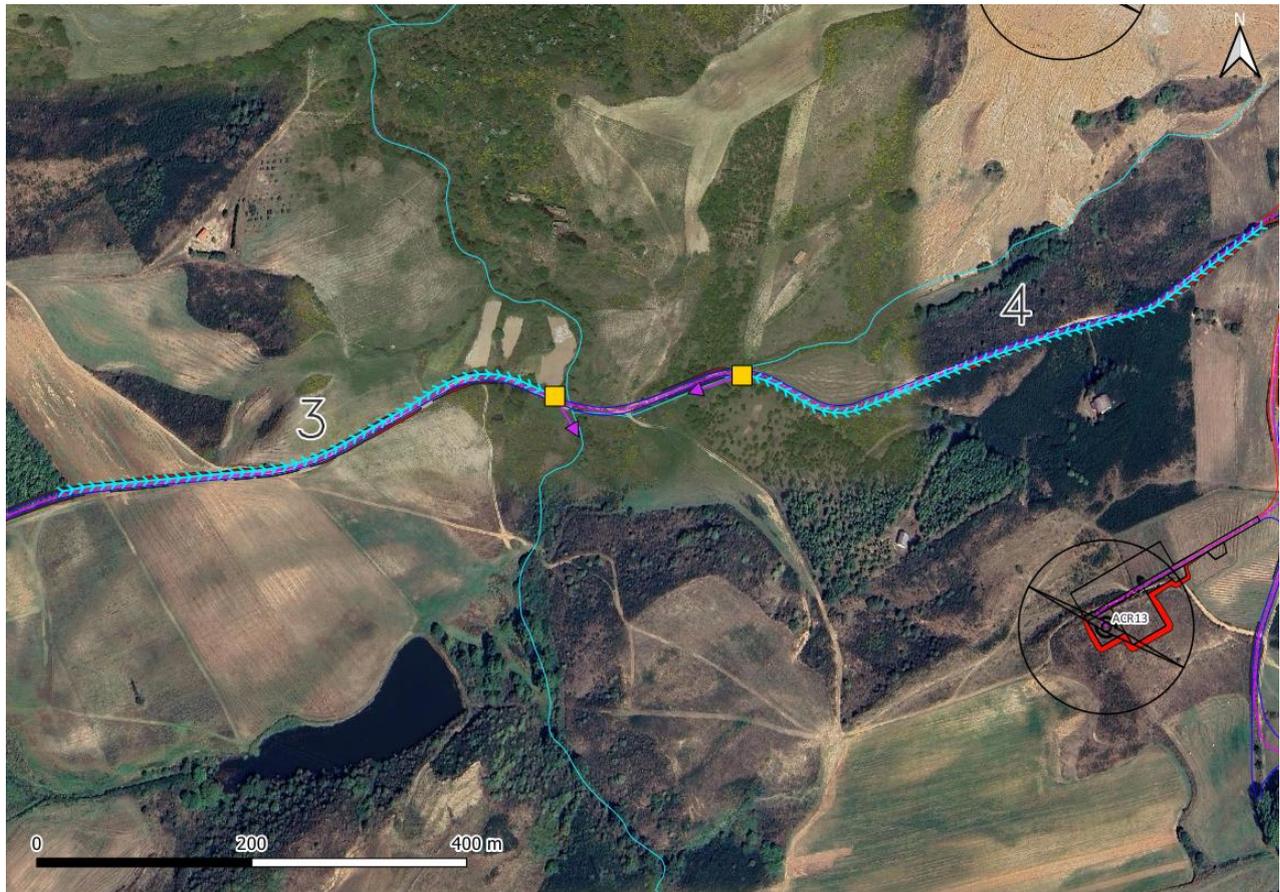


Tubazioni interrato



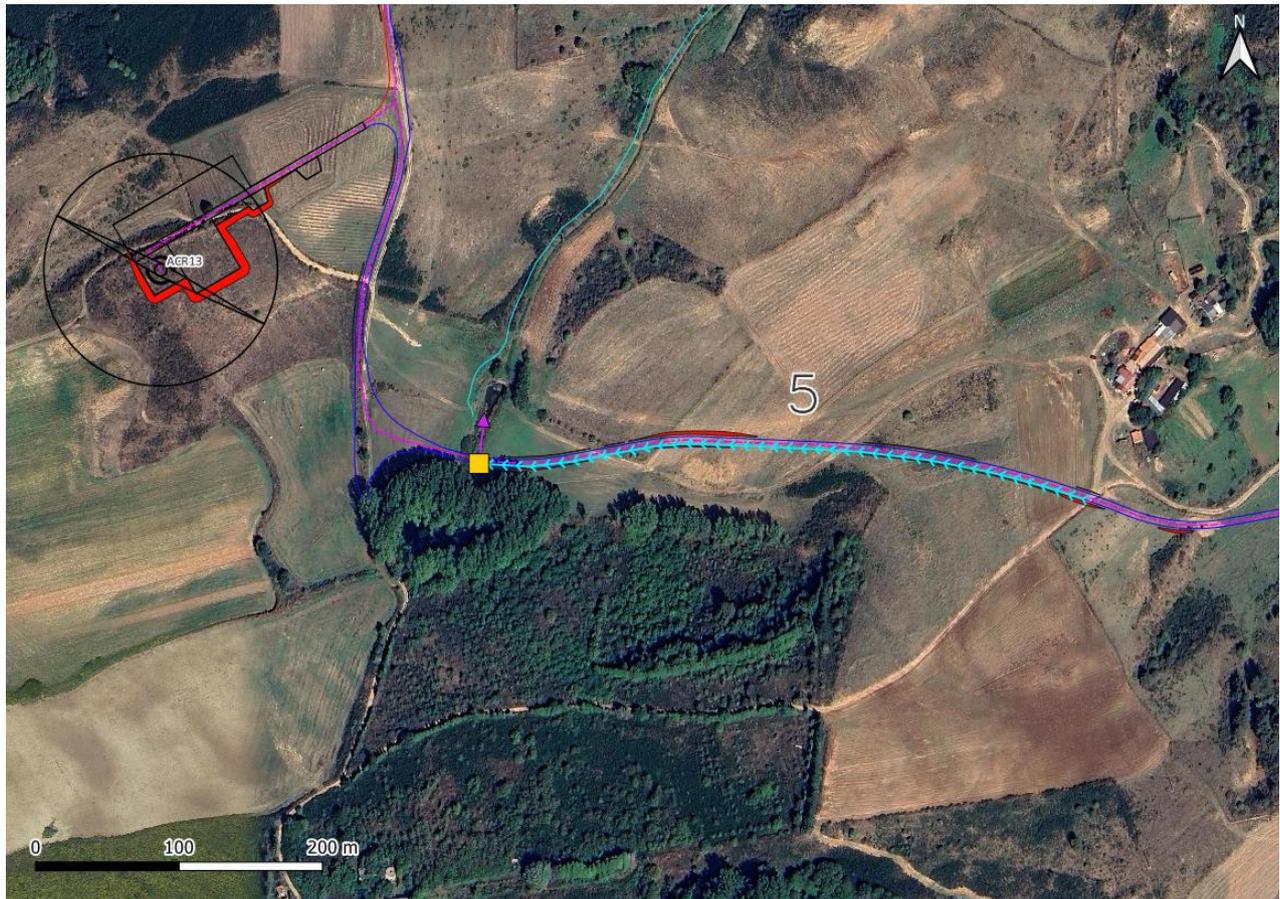
Strada di nuova realizzazione

Figura 54 - Inquadramento delle cunette in progetto (2 di 6)



- | | | | |
|---|-------------------------------|---|-----------------------|
|  | Aerogeneratori |  | Aree di stoccaggio |
|  | Piazzole |  | Scavi |
|  | Cavidotto 36 kV |  | Idrografia superficia |
|  | Pista esistente da adeguare |  | Pozzetti di raccolta |
|  | Strada di nuova realizzazione |  | Cunetta stradale |
| | |  | Tubazioni interrate |

Figura 55 - Inquadramento delle cunette in progetto (3 di 6)



Aerogeneratori



Piazzole



Cavidotto 36 kV



Pista esistente da adeguare



Strada di nuova realizzazione



Aree di stoccaggio



Scavi



Idrografia superficia



Pozzetti di raccolta

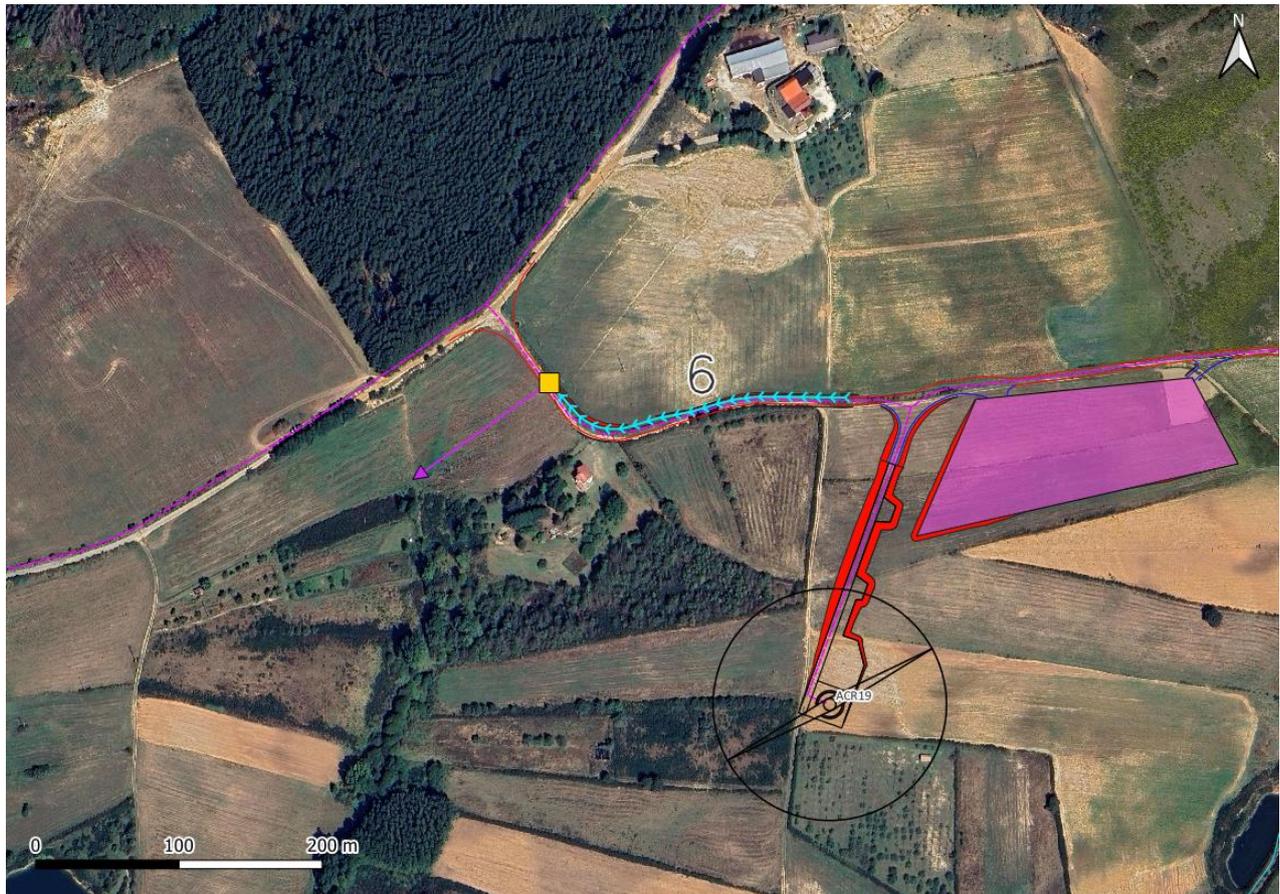


Cunetta stradale



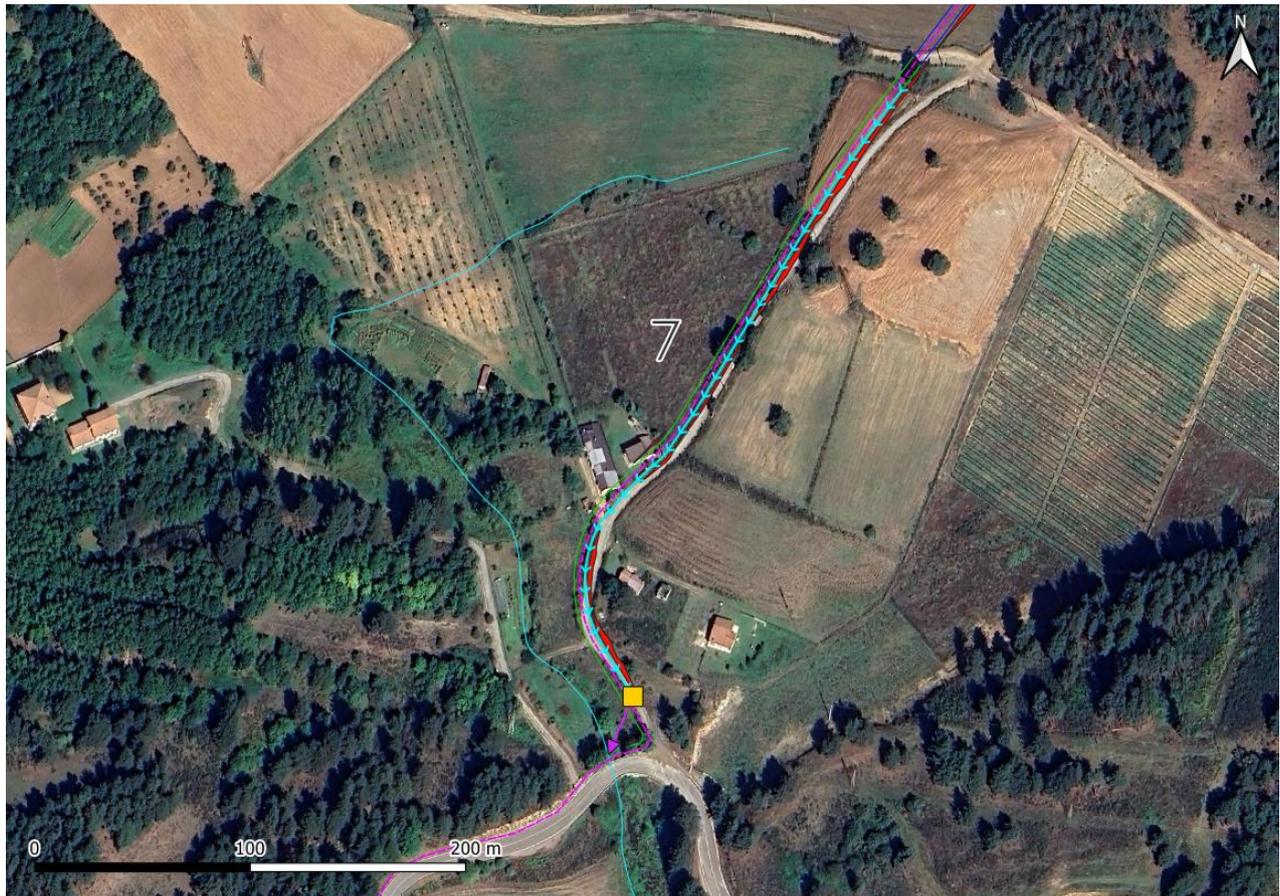
Tubazioni interrato

Figura 56 - Inquadramento delle cunette in progetto (4 di 6)



- | | | | |
|---|-------------------------------|--|----------------------|
|  | Aerogeneratori |  | Aree di stoccaggio |
|  | Piazzole |  | Scavi |
|  | Cavidotto 36 kV |  | Pozzetti di raccolta |
|  | Pista esistente da adeguare |  | Cunetta stradale |
|  | Strada di nuova realizzazione |  | Tubazioni interrato |

Figura 57 - Inquadramento delle cunette in progetto (5 di 6)



- | | | | |
|---|---------------------------------|---|----------------------|
|  | Cavidotto 36 kV |  | Pozzetti di raccolta |
|  | Strade di nuova realizzazione |  | Cunetta stradale |
|  | Viabilità esistente da adeguare |  | Tubazioni interrato |

Figura 58 - Inquadramento delle cunette in progetto (6 di 6)

Le tubazioni interrato recapitano le acque raccolte dalle cunette stradali negli impluvi naturali più prossimi oppure, laddove possibile, nei sistemi di raccolta delle acque già esistenti come nel caso mostrato in Figura 54.

Il dimensionamento di tali tubazioni di riferisce, come portata di progetto, a quella riportata in Tabella 12 poiché sarà quella quantità che la tubazione dovrà essere in grado di smaltire.

Il procedimento per il dimensionamento prevede come primo passo la raccolta dei dati iniziali necessari al calcolo i quali, per facilità di lettura vengono riportati nella tabella che segue:

Tabella 14 - Dati iniziali per il dimensionamento delle tubazioni.

Tubazione	Q progetto [m ³ /s]	Pendenza collettore [m/m]	n [s/m ^{1/3}] coefficiente di scabrezza di manning	ε [m] Scabrezza equivalente in sabbia
1	0.073	0.068	0.0125	1.09E-03
2	0.062	0.038	0.0125	1.09E-03
3	0.329	0.050	0.0125	1.09E-03
4	0.246	0.035	0.0125	1.09E-03
5	0.185	0.010	0.0125	1.09E-03
6	0.228	0.090	0.0125	1.09E-03
7	0.171	0.085	0.0125	1.09E-03

Per il calcolo del diametro della tubazione si farà riferimento alla formula di Gauckler-Strickler secondo la seguente espressione ottimizzata per le tubazioni a sezione circolare:

$$D = 1,55 \cdot \left(\frac{n \cdot Q_{progetto}}{\sqrt{i}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Ottenuti i diametri si dovrà scegliere il diametro commerciale superiore verificando che il grado di riempimento rimanga al di sotto dell'85%:

Tabella 15 - Diametri commerciali e caratteristiche del moto nelle tubazioni

Tubazione	D [m]	DN	Grado di riempimento γ_n	Tirante idrico h_m [m]
1	0.186	Ø250	50.34%	0.12
2	0.196	Ø250	54.63%	0.13
3	0.346	Ø400	65.65%	0.25
4	0.332	Ø400	60.60%	0.23
5	0.378	Ø400	81.33%	0.31
6	0.270	Ø315	64.43%	0.19
7	0.245	Ø315	54.18%	0.16

I diametri commerciali scelti soddisfano le condizioni imposte relative al grado di riempimento.



8 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto sopra esposto si può concludere che:

- L'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori è situata nel territorio comunale di Acri mentre il tracciato del cavidotto, oltre ad interessare il comune di Acri, attraversa i territori di Corigliano-Rossano, San Demetrio Corone e Terranova da Sibari.
- Dal punto di vista idrografico la maggior parte degli aerogeneratori in progetto ricade all'interno del bacino del fiume Trionto, in particolare 19 WTG su 23 verranno collocate nel territorio dove il fiume ha origine, mentre le restanti 4 si trovano lungo la linea spartiacque che divide il bacino del fiume Crati da quelli del torrente Coriglianeto, del torrente Malfrancato e del torrente San Mauro.
- Grazie agli strumenti offerti dal software QGIS è stato possibile estrarre, dal modello digitale del terreno con risoluzione 5 m, tre sottobacini all'interno dei quali si collocano gli aerogeneratori in progetto;
- Il progetto, secondo quanto disposto dalle NTA del PAI, non si pone in contrasto con il piano anche a seguito delle misure di compensazione del rischio idraulico.
- Per quanto concerne l'analisi statistica degli estremi idrologici, è stata condotta utilizzando la distribuzione TCEV secondo la metodologia VAPI;
- L'analisi idraulica è stata svolta utilizzando il software HEC-RAS 6.2, sviluppato all'Hydrologic Engineering Center (HEC) della U.S. Army Corps of Engineers (USACE), utilizzato per la modellazione mono e bidimensionale di reti di canali naturali e artificiali. A livello operativo, la modellazione idraulica è stata estesa ai sottobacini idrografici considerati all'interno dei quali ricadono le WTG, utilizzando una pioggia di 3 ore e tempo di ritorno di 200 anni come condizione al contorno e modellando i sottobacini inserendo le informazioni riguardanti il valore del Curve Number per tenere conto della capacità di deflusso del terreno e il valore del coefficiente di Manning per tenere conto della scabrezza dei suoli;
- Non si riscontrano particolari criticità tra l'impianto in progetto e le superfici interessate dall'inondazione per l'evento meteorico preso in considerazione.
- Per quanto riguarda le interferenze del cavidotto a 36 kV con elementi idrici e attraversamenti stradali saranno previste due modalità di risoluzione rispettivamente, il metodo della trivellazione orizzontale controllata (TOC) e il fiancheggiamento in canaletta.
- Per quanto riguarda il sistema di drenaggio stradale sarà prevista l'installazione di cunette a sezione trapezoidale a bordo strada nei tratti in scavo. Le tubazioni interrato recapitano le acque raccolte dalle cunette stradali negli impluvi naturali più prossimi oppure, laddove possibile, nei sistemi di raccolta delle acque già esistenti



Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

A handwritten signature in blue ink, "Leonardo Sblendido", is written over a circular professional stamp. The stamp is from the "ORDINE INGEGNERI COSENZA" (Order of Engineers of Cosenza) and identifies the engineer as "Ingegnere LEONARDO SBLENDIDO". It also includes the text "L. n. 109 del 1998", "Sezione Art. 1947", and "Settori: Civile - Ambientale - Industriale - Informazione".