



AGOSTO 2023

PACECO S.R.L.

IMPIANTO EOLICO “PACECO WIND”

LOCALITÀ LA PERGOLA

**COMUNE di PACECO (TP), MISILISCEMI (TP) e
TRAPANI (TP)**

Mantana

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R09

RELAZIONE IDRAULICA

Progettista

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n. 1726

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Lorenzo Griso

Codice elaborato

2995_5531_PAC_PFTE_R09_Rev0_RELAZIONEIDRAULICA.docx

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2995_5531_PAC_PFTE_R09_Rev0_REL AZIONEIDRAULICA.docx	08/2023	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	A.Angeloni

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Eleonora Lamanna	Coordinamento Generale, Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Lorenzo Griso	Coordinamento Dati Territoriali – Senior GIS Expert	
Ali Basharзад	Ingegnere Civile - Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Vincenzo Ferrante	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Filippo Di Pietra	Geologo	Ord. Reg. Sicilia - n. 3362 sez. A
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Marco Iannotti	Ingegnere Civile Idraulico - Progettazione Civile	
Carla Marcis	Ingegnere per l’Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Simone Demonti	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Alessia Papeti	Esperto Ambientale – Geologo - GIS Junior	
Ricardo Coronati	Geourbanista – Pianificatore junior	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com



INDICE

1. PREMESSA	6
2. DATI DI RIFERIMENTO	8
2.1 DATI DI RIFERIMENTO	8
2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	8
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	9
3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	9
3.2 COPERTURA DEL SUOLO	11
3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	13
3.3.1 Cenni geomorfologici.....	14
3.3.2 Caratteristiche geotecniche delle terre e rocce da scavo	15
3.3.3 Inquadramento geologico e idrogeologico	16
3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO.....	20
3.4.1 Idrografia superficiale	20
3.5 INQUADRAMENTO QUALITÀ DELLE ACQUE	23
3.5.1 Acque superficiali.....	24
3.5.2 Acque sotterranee	29
4. STUDIO PRELIMINARE DELLA COMPATIBILITÀ E INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO	32
4.1 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	32
4.2 PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	33
4.3 INVARIANZA IDRAULICA.....	34
4.4 CONCLUSIONI	36
5. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI	37
5.1 AEROGENERATORI.....	37
5.2 VIABILITÀ	38
5.3 PIAZZOLE	39
6. STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO	41
6.1 CRITERI DI PROGETTO	41
6.2 CALCOLI IDROLOGICI	42
6.2.1 Considerazioni climatiche.....	42
6.2.2 Scelta del tempo di ritorno.....	43
6.2.3 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense	44
6.2.4 Valutazione della pioggia efficace (netta)	50
6.2.5 Valutazione post-operam e fase di cantiere	51
6.2.6 Modello di trasformazione afflussi/deflussi – stima delle portate di progetto post-operam	52
6.3 CALCOLI E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	52
6.3.1 Fosso di guardia e tubazioni.....	53
6.3.2 Trincea drenante.....	54
6.4 SISTEMA DI GESTIONE ACQUE METEORICHE - VIABILITÀ	55
6.4.1 Sistema di gestione acque meteoriche: strade	55
6.4.2 Tipologico - fosso di guardia e tubazioni	57



6.4.3 Risoluzione delle potenziali interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali	59
6.5 SISTEMA DI GESTIONE ACQUE METEORICHE - PIAZZOLE	60
6.5.1 Fase di cantiere/montaggio	60
6.5.2 Piazzole definitive	61
7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	63
7.1 STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	63
7.2 INTERFERENZE CON VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE	63
7.2.1 Viabilità di accesso alla WTG PAC06 – Interferenza n.7	63
7.2.2 Viabilità di accesso alla WTG PAC04 – Interferenza n.9	65
7.2.3 Viabilità di accesso alla WTG PAC03 – Interferenza n.12	67
7.2.4 Viabilità di accesso alla WTG PAC01 – Interferenza n.13	69
7.2.5 Viabilità di accesso alla WTG PAC01 – Interferenza n.14	70
7.2.6 Viabilità di accesso alla WTG PAC10 – Interferenza n.15	72
7.2.7 Viabilità di accesso alla WTG PAC12 – Interferenza n.25	73
7.2.8 Viabilità di accesso alla WTG PAC12 – Interferenza n.26	75
7.3 INTERFERENZE CON VIABILITÀ ESISTENTE DA ADEGUARE	77
7.4 INTERFERENZE CON IL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO DI CONNESSIONE	77
7.5 INTERFERENZE CON PIAZZOLE DI CANTIERE E DEFINITIVE	81
8. CONCLUSIONE	82

ELABORATI GRAFICI

TAVOLA 01 2995_5531_PAC_PFTE_R09_T01_Rev0_PLANIMETRIADRENAGGI

TAVOLA 02 2995_5531_PAC_PFTE_R09_T02_Rev0_ATTRAVERSAMENTIIDRAULICI

1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di potenza complessiva di **108 MW**, che prevede l'installazione di **n. 15 aerogeneratori da 7,2 MW** da installarsi nel territorio comunale di Paceco, Misiliscemi e Trapani, e relative opere di connessione in comune di Misiliscemi, Trapani e Marsala, nel territorio provinciale di Trapani.

La Società Proponente è la Paceco S.R.L., con sede legale in Via Carlo Angelo Fumagalli 6, 20143 Milano (MI).

Tale opera si inserisce nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato venga collegata in antenna a 220 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna", previa:

- realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV "Fulgatore - Partinico", di cui al Piano di Sviluppo Terna;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione a 220kV con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto da:

- N° 15 aerogeneratori della potenza nominale di 7,2 MW ciascuno;
- dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti;
- dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche
- dalle opere di collegamento alla rete elettrica
- dalla viabilità di servizio interna;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco e dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco

A tal fine il presente documento costituisce la **Relazione Idraulica** del progetto, in cui vengono analizzate le eventuali interferenze dei diversi componenti con le aree a pericolosità idraulica e identificando, nel caso, la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse. Nel caso di interferenze con canali irrigui/corsi d'acqua naturali si è inoltre valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

Lo studio Idrologico e idraulico relativo al reticolo idrografico superficiale, ai principali solchi vallivi o aree depresse e alle aree allagabili è riferito alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata

negli ultimi aggiornamenti del Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).

Il progetto affronta lo studio idrologico e idraulico delle aree scolanti interessate dalle opere del progetto con valutazioni in merito alle possibili variazioni ante-operam – post-operam, analizzando quindi il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione invarianza idraulica, valutazione delle variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione delle variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

Tale studio è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Sicilia, ed è costituito da:

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI);
- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
- determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

Il Capitolo 6 riporta la descrizione dei sistemi di gestione acque meteoriche delle opere in progetto.

2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 DATI DI RIFERIMENTO

Attraverso la fonte ufficiale Regione Sicilia è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 2x2 metri di tutta l'area di progetto.

2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO

I seguenti documenti sono stato utilizzati come principali riferimenti per lo studio:

- Progetto VAPI Sicilia – Valutazione delle Piene in Sicilia;
- D. Lgs. 152/06 e smi;
- D.D.G. 102/2021 Regione Sicilia – Allegato 1 “indirizzi applicativi invarianza idraulica ed idrologica”;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D. Lgs. 49/2010;
- Regione Sicilia – Servizio Protezione Civile – Centro Funzionale Regionale. Precipitazioni medie Annali 1921-2002;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme Tecniche di Attuazione – Relazione Generale;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme Tecniche di Attuazione;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Allegati Cartografici;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) della regione Siciliana;
- Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione – Hoepli, CSDU;
- La sistemazione dei bacini idrografici Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Spate irrigation – FAO – HR Wallinford;
- Urban Drainage Design Manual pubblicato da FHWA (Federal Highway Administration – US Department of transportation).
- Bischetti, Gian Battista. Linee Guida per La Progettazione Della Viabilità Agro-Silvo-Pastorale in Lombardia - Criteri Generali. Parte 1, Istituto di Idraulica Agraria dell'Università Degli Studi Di Milano, 2005.

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nella provincia di Trapani e prevede l'installazione di n. 15 aerogeneratori territorialmente così collocati:

- n. 2 aerogeneratori nel comune di Misiliscemi (PAC03, PAC10);
- n. 6 aerogeneratori nel comune di Paceco (PAC01, PAC02, PAC06, PAC05, PAC7, PAC11);
- n. 7 aerogeneratori nel comune di Trapani (PAC04, PAC14, PAC12, PAC08, PAC09, PAC13, PAC15);

mentre le opere di connessione sono collocate nei comuni di Paceco, Misiliscemi e Trapani, sempre nel territorio provinciale di Trapani (Figura 3.1).

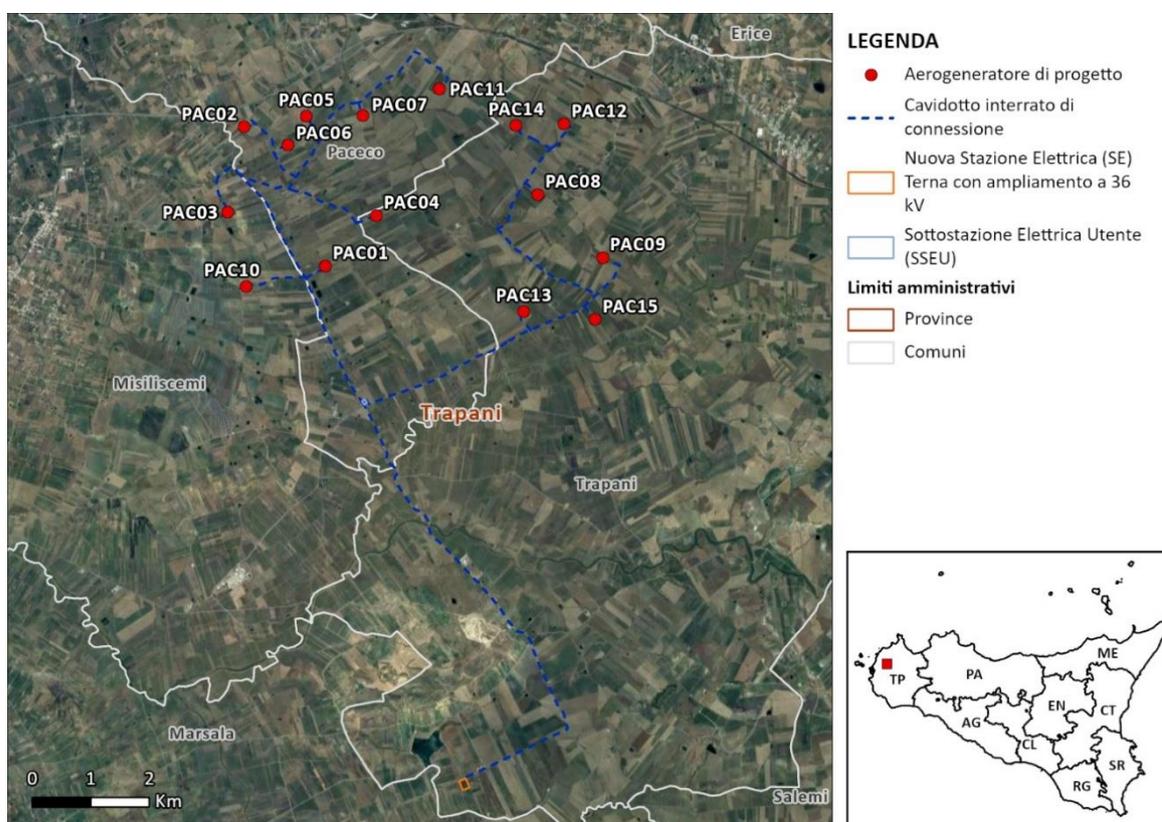


Figura 3.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto.

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in Tabella 3.1.

Tabella 3.1: Coordinate aerogeneratori in Gradi Decimali.

WTG	WGS 1984 UTM ZONE 33N	
	LONGITUDINE E	LATITUDINE N
PAC01	12,60529	37,92548
PAC02	12,58898	37,94689
PAC03	12,58609	37,93313

WTG	WGS 1984 UTM ZONE 33N	
	LONGITUDINE E	LATITUDINE N
PAC04	12,61505	37,93346
PAC05	12,60092	37,94885
PAC06	12,59752	37,94419
PAC07	12,61202	37,94899
PAC08	12,64631	37,93719
PAC09	12,65913	37,92763
PAC10	12,58992	37,92213
PAC11	12,62683	37,95335
PAC12	12,65120	37,94827
PAC13	12,64398	37,91901
PAC14	12,64180	37,94794
PAC15	12,65794	37,91794

L'accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e provinciale partendo dal vicino porto di Trapani, per poi percorrere le principali strade statali del territorio fino ad arrivare all'area di progetto (Figura 3.2).

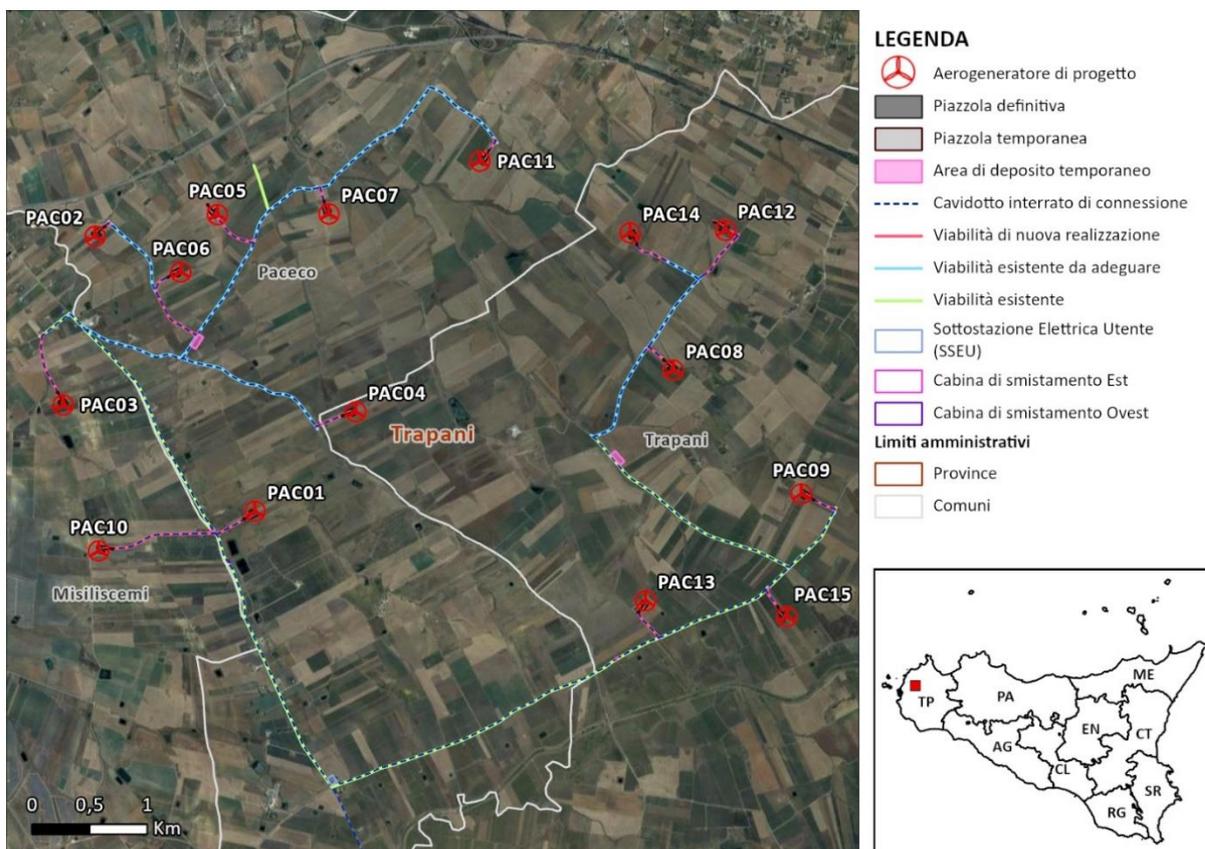


Figura 3.2: Inquadramento della viabilità di progetto.

3.2 COPERTURA DEL SUOLO

Nell'ambito dello studio idrologico e del calcolo è stata valutata sia la copertura del terreno sia l'uso del suolo dell'area di ubicazione delle opere dell'impianto eolico.

In Figura 3.3 si illustra la carta dell'uso del suolo aggiornata al 2018 secondo il progetto Corine Land Cover. L'area di interesse è occupata da seminativi semplici e colture erbacee estensive, oliveti e vigneti.

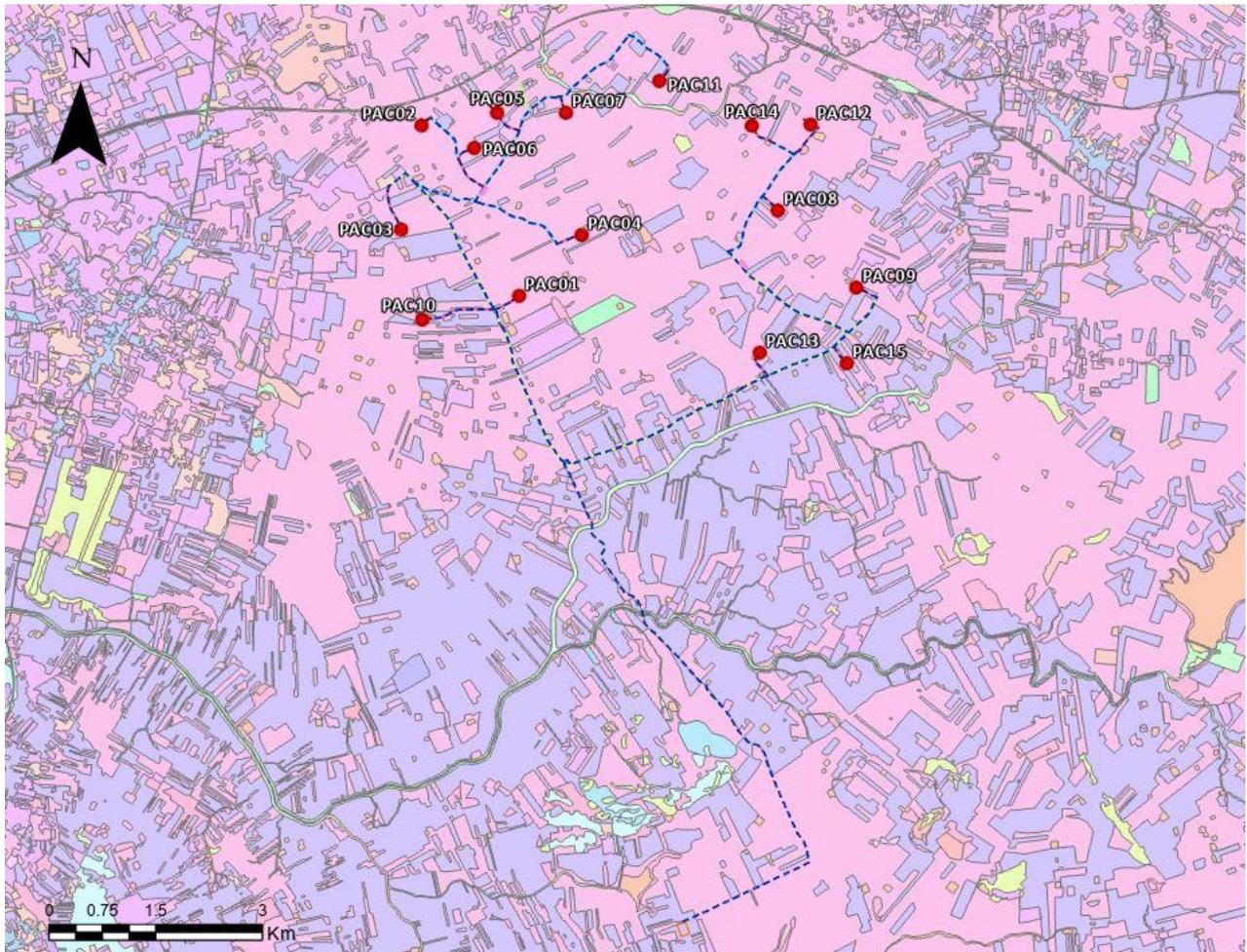


Figura 3.3: Stralcio carta uso del suolo 2018, CORINE Land Cover.

3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il sito studiato le cui quote medie oscillano tra 50 a 150 metri rispetto al livello medio del mare, è compreso all'interno dei territori dei comuni di Trapani, Paceco e Misiliscemi. Nella cartografia ufficiale dello stato italiano rientra nella Tavoleta I.G.M. F° 257 IV N.E. (Dattilo). Inoltre l'area investigata si estende nella Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) alle sezioni n° 605040 e 605080.

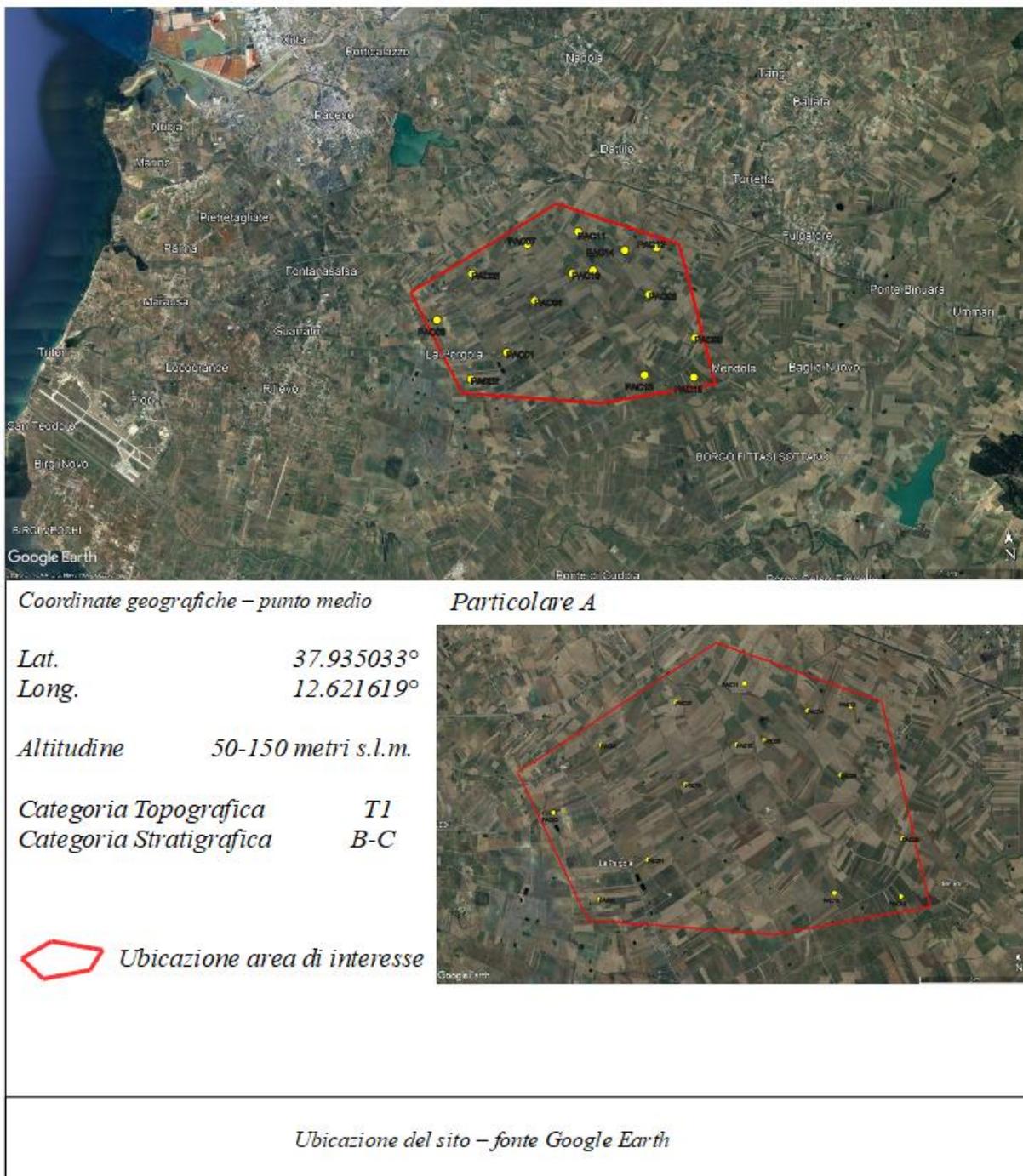


Figura 3.4: Ubicazione del sito-fonte Google Earth

Secondo le NTC 2018, il sito ricade nella categoria topografica T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°). Le condizioni topografiche sono tali da consentire una efficiente rete di collegamenti stradali con i centri abitati e con la rete autostradale.

Per l'inquadramento geologico a vasta scala della Sicilia si rimanda alla relazione 08 del progetto con relativi allegati (2995_5531_PAC_PFTE_R08_Rev0_RELGEO).

3.3.1 Cenni geomorfologici

I territori ricadono nelle cartografie del "Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia", nel Bacino idrografico del Fiume Birgi (051) ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (050) C.T.R. 605040 e 605080 approvato con D.P.R.S. N° 314 del 16/07/07 Pubbl. in G.U.R.S. n.47 del 05/10/2007 e ss.mm.ii..

Il paesaggio è dominato da un'area collinare interna debolmente ondulata e da un'ampia fascia costiera pianeggiante. L'area collinare è caratterizzata da un paesaggio debolmente ondulato costituito dall'alternanza di piccoli rilievi isolati, con cime arrotondate e versanti blandamente inclinati, e di dolci depressioni fluviali, appena accennate; i fondovalle di queste ultime appaiono per lo più pianeggianti, lungo le valli delle aste di ordine maggiore, oppure mostrano dei declivi profili a conca o, più raramente, brusche terminazioni a "V", nel caso delle valli dei piccoli corsi d'acqua tributari.

Da ciò ne deriva che i fenomeni morfologici riscontrati sono riconducibili principalmente ai processi di ruscellamento, da movimenti lenti del regolite e dalla stessa erosione fluviale operata da piccoli affluenti dei corsi d'acqua principali. Le forme che vi si osservano sono infatti: superfici dilavate, rivoli e solchi di ruscellamento, lobi e terrazzette da soliflusso o soil creep e piccole incisioni fluviali.

Nel settore di Timpone della Campana le forme strutturali derivate (due valli di anticlinale e una valle di sinclinale) potrebbero essere state originate dai processi di denudazione, che hanno agito in modo selettivo in seguito all'aumento dell'energia del rilievo prodottosi successivamente all'incisione fluviale degli attuali torrenti Verderame e Misiliscemi.

Nelle aree interessate alla realizzazione delle torri eoliche non si riscontrano dissesti per franosità.

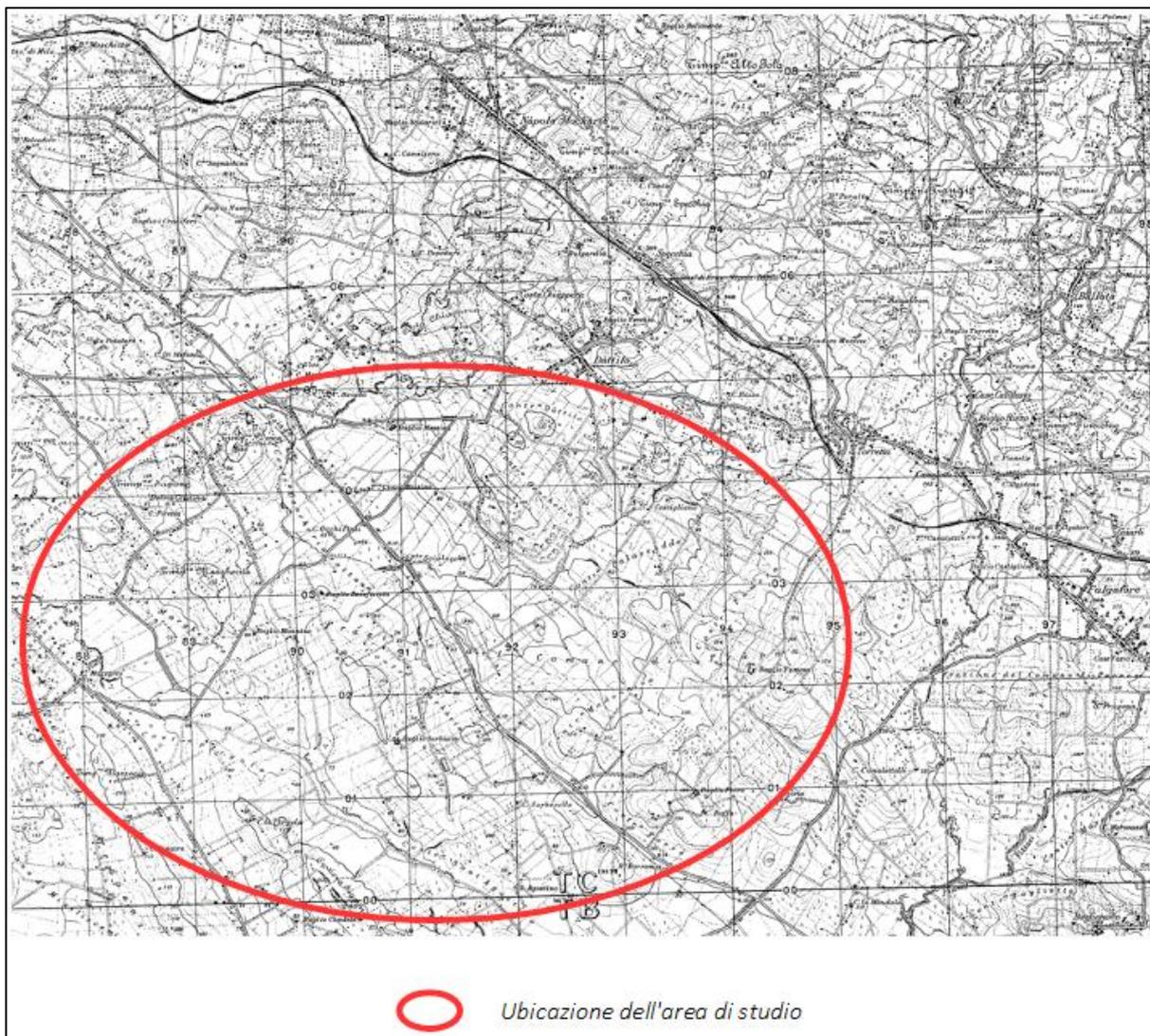


Figura 3.5: Stralcio della Tavoletta I.G.M. F° 257 IV N.E. (Dattilo) della carta d'Italia dell'I.G.M.I. - Scala 1:25.000

3.3.2 Caratteristiche geotecniche delle terre e rocce da scavo

La successione litostratigrafica tipo può essere così definita:

I° strato 0.00 a 0.90 m dal p.c.
Terreno agrario

II° strato 0.90 a 3.40 m dal p.c.
Argille siltose, sabbiose, umide e plastiche (Oligocene sup-Miocene medio).

III° strato da 3.40 a spessore indefinito
Calcareni torbididiche passanti a marne (Cretaceo - Eocene)

<i>Coesione drenata</i>	$(c') = 0,00 \text{ KPa}$
<i>Angolo di attrito interno</i>	$(\varphi) = 36^\circ$
<i>Peso di volume</i>	$(\gamma) = 19,60 \text{ KN/m}^3$
<i>Coefficiente di Poisson</i>	$(\nu) = 0,30$

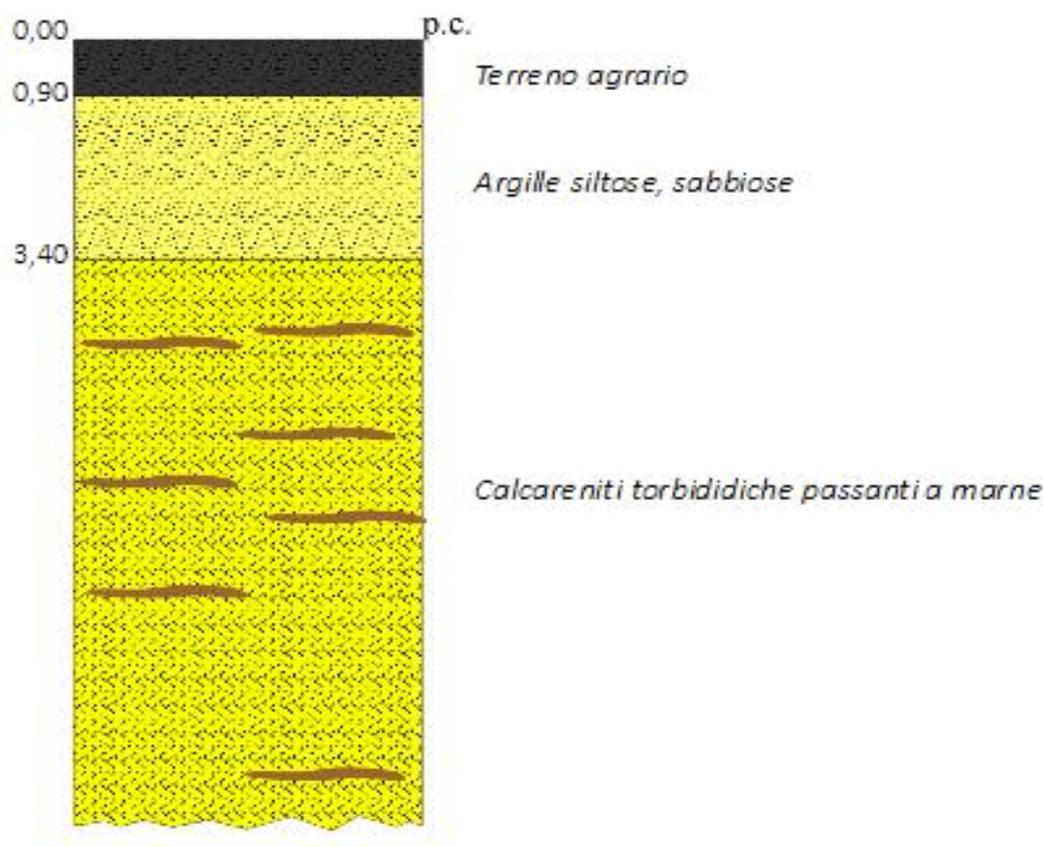


Figura 3.6: Colonna litostratigrafica tipo

3.3.3 Inquadramento geologico e idrogeologico

Il bacino del Fiume Birgi e l'Area Territoriale compresa tra il bacino del Fiume Birgi ed il Bacino del Fiume Lenzi Baiata, situati nell'estremo settore occidentale della Sicilia, ricadono in una zona il cui contesto geologico generale riguarda terreni affioranti in unità e successioni più superficiali, di età quaternaria ed olocenica, trasgressive sul basamento originario, costituito da terreni ascrivibili al periodo compreso tra il Triassico ed il Pliocene.

L'ampia piana costiera, che si sviluppa tra gli abitati di Trapani e di Marsala, è caratterizzata prevalentemente dai depositi di natura calcarenitica di età quaternaria e, in subordine, da terreni di natura argillosa, argilloso-marnosa ed arenacea di età compresa tra il Miocene ed il Pliocene. Le unità stratigrafiche, affioranti nelle aree più interne, sono essenzialmente riconducibili a terreni afferenti al Dominio Trapanese e al Complesso Postorogeno. In ordine stratigrafico, dal basso verso l'alto, nell'area in esame si possono individuare i seguenti depositi:

- Unità "Nord Trapanesi";
- Calcari e calcari dolomitici (*Lias inf.-Trias sup.*);
- Calcari da compatti a nodulari (*Dogger Malm*);
- Calcilutiti passanti a calcari nodulari (*Titonico-Neocomiano*);
- Marne e calcari marnosi (*Barremiano-Albiano*);
- Calcilutiti marnose tipo "Scaglia" (*Cretaceo sup.-Oligocene*);

- Argille ed argilliti siltose brune con intercalzioni quarzarenitiche (*Oligocene sup. – Miocene inf.*)
- Quarzareniti e calcareniti glauconitiche (*Burdigaliano-Langhiano basale*);
- Argille e argille sabbiose con glauconite (*Langhiano sup.-Tortoniano inf.*);
in discordanza con:
- Sabbie argillose, arenarie e conglomerati – Fm. di Cozzo Terravecchia - (*Tortoniano - Messiniano*);
- Calcari a *porites* e calcari con intercalazioni marnose –Fm. Baucina- (*Messiniano inf.*);
In discordanza con:
- Gessi selenitici (Messiniano sup.)
In discordanza con:
- Marne e calcari marnosi a Globigerine – Trubi - (*Pliocene inf.*);
- Argille marnose ed argille sabbiose con intercalazioni arenacee – Fm. Marnoso Arenacea della Valle del Belice (*Pliocene medio – sup.*).
In trasgressione sui depositi sopraccitati si rinvengono:
- Calcareniti giallo-biancastre ben cementate – Calcareniti di Marsala - (*Pleistocene inf.*);
- Depositi marini terrazzati costituiti di calcareniti fortemente cementate – Grande Terrazzo Superiore G.T.S. - (*Pleistocene medio*);
- Terrazzi marini costieri di natura calcarenitica e conglomeratici (*Tirreniano*).

Per quanto riguarda l'aspetto idrografico l'asta principale è rappresentata dal sottobacino del F. della Cuddia che confluisce con il ramo settentrionale del Birgi denominato F. di Bordino, proseguendo, sempre con direzione E-O, con il nome di F. di Borrania prima e F. della Marcanzotta poi.

Il bacino imbrifero principale è rappresentato del Fiume Birgi nel complesso presenta una forma approssimativamente rettangolare, il reticolo idrografico è di tipo subdendritico, con una densità maggiore nelle aree argillose, mentre è poco ramificato in corrispondenza dei terreni permeabili.

Il Fiume della Cuddia è un torrente che sottende un bacino di circa 108 Km² e che si sviluppa per circa 23 Km di lunghezza attraversando, con direzione prevalente E-W, la porzione sud-orientale del territorio comunale di Trapani.

Il corso d'acqua nel tratto di monte, dove prende il nome di T. Fastaia, riceve numerosi valloni che traggono origine da M. Ritto, M. Petrafiore, M. Domingo e Monte Bernardo. Poco prima della confluenza, in sinistra idrografica, con il Fosso della Collura, il torrente Fastaia è stato sbarrato per la realizzazione di un invaso denominato Lago Rubino; la maggior parte dei deflussi dei torrenti Fastaia e Collura viene raccolta nel serbatoio Rubino le cui acque vengono utilizzate poi per uso irriguo.

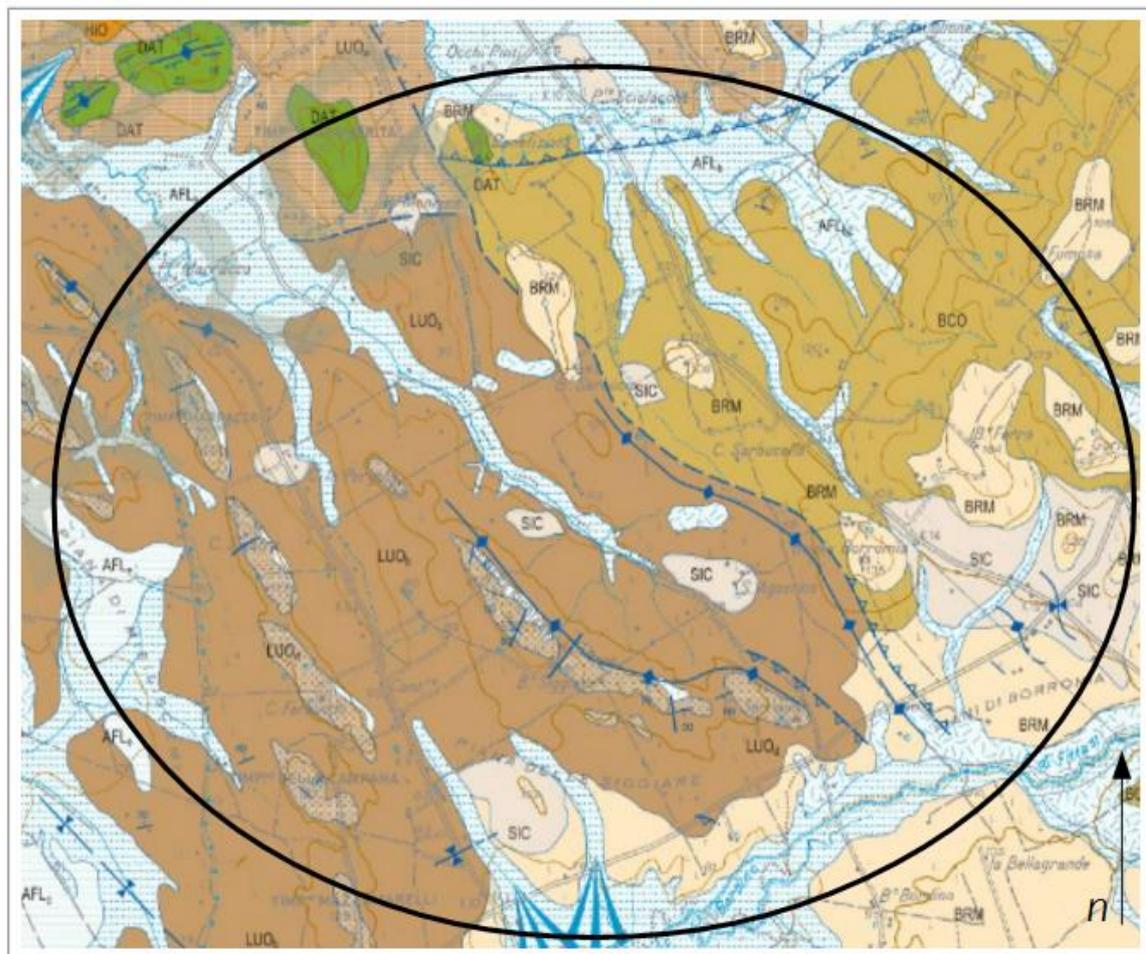
Tale corso d'acqua ha un regime idrologico di tipo torrentizio, caratterizzato da lunghi periodi di magra in cui i deflussi superficiali sono esigui o del tutto assenti.

Il deflusso delle acque meteoriche trattandosi di terreni prevalentemente argillosi impermeabili avviene in misura prevalente per ruscellamento superficiale. Si è fatto riferimento a specifiche prove di laboratorio per la determinazione del coefficiente di permeabilità (K) che è risultato compreso fra 10⁻⁶ e 10⁻⁸ m/sec. L'infiltrazione è agevolata in misura ridottissima nei primi decimetri dove il grado di permeabilità della copertura agraria è più elevato in quanto trattasi di suolo aerato.

Non sono state riscontrate falda acquifere superficiali né tantomeno l'esistenza di pozzi o sorgenti sulla base dei quali potere elaborare una carta isopiezometrica. Alla luce di tutto ciò la parte a cui è stata posta maggiore attenzione è risultata quella relativa alle precipitazioni che rappresenta il fattore climatico più interessante e di maggiore influenza per la diretta dipendenza e valutazione fra afflussi e deflussi. Il regime di circolazione idrica nel sottosuolo è condizionato dalle litologie affioranti e dalle geometrie degli affioramenti. Le litologie delle Unità più superficiali (limi argillosi e limi debolmente sabbiosi marrone-giallastro) classificabili da poco coerenti a pseudocoerenti, di natura coesiva,



determinano una scarsa permeabilità della formazione inalterata individuata dalle argille grigie coesive. Inoltre si ricorda che in applicazione delle norme che regolano la tutela del regime dei corsi d'acqua, si obbliga in questa fase di fattibilità delle opere a mantenere una distanza non inferiore a 10 metri dal limite delle sponde degli impluvi esistente per consentire una pulizia periodica del canale.



Legenda

-  *Brm - ALLUVIONI Limi, sabbie e ghiaie a clasti poligenici ed eterometrici, a grana da media a grossolana. (Pleistocene medio-sup)*
-  *Sic – Peliti sabbiose e marne argillose grigio-verdastre con lenti di arenarie marnose e calcareniti (Langhiano-Tortoniano inf)*
-  *LUO – BCO Biocalcareni torbiditiche e calcareniti con glauonite (LUO) passanti a argilliti siltose di colore dal grigio-piombo al giallo-ocra e arenarie quarzose a grana medio-fine (BCO) (Oligocene sup. Miocene medio)*
-  *DAT – Calcilutiti e marne bianche con intercalazioni di brecce carbonatiche (Cretaceo sup- Oligocene)*
-  *Ubicazione area di studio*
-  *– Traccia di superficie assiale di anticlinale*
-  *– Traccia di superficie assiale di sinclinale*
-  *– Faglia inversa*

Figura 3.7: Carta geologica-strutturale - scala 1: 50.000

3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

3.4.1 Idrografia superficiale

La Sicilia, estesa complessivamente 25,707 km², è stata suddivisa in 102 bacini idrografici e aree territoriali intermedie, oltre alle isole minori. Nel caso in esame l'area di interesse per il progetto ricade all'interno del "Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (049)", dell'"Area tra il Fiume Lenzi e il Fiume Birgi (050)" e del "Bacino Idrografico del Fiume Birgi (051)" (Figura 3.8).

Il bacino del Fiume Lenzi-Baiata è ubicato all'estremità occidentale dell'Isola, a Nord del bacino del Fiume Birgi, e si sviluppa interamente nel territorio della Provincia di Trapani con una estensione di circa 130 km². Esso comprende i territori comunali di Trapani, Erice, Valderice, Paceco e Buseto Palizzolo.

I corsi d'acqua che ricadono nell'area sono il Torrente Verderame e l'antico tratto finale del Fiume Birgi, escluso dal corso di quest'ultimo da opere di canalizzazione che hanno deviato le acque del Birgi nel Chinisia-Marcanzotta.

Il Torrente Verderame nasce nel Territorio del comune di Paceco e si sviluppa per circa 16 km attraverso lo stesso territorio comunale, costituendo poi, per un lungo tratto, il limite amministrativo con il comune di Trapani.

I bacini confinanti con quello del Torrente Verderame sono il Bacino del Fiume Lenzi Baiata a Nord ed il Bacino del Fiume Birgi a Sud; a SO del Bacino del Torrente Verderame si estende invece il resto dell'Area Territoriale in studio. L'area Territoriale interessa, da un punto di vista amministrativo, il territorio della provincia di Trapani e, in particolare, i territori di tre comuni (Marsala, Paceco, Trapani).

Il bacino del Fiume Birgi si localizza nella estrema porzione occidentale della Sicilia ed occupa una superficie complessiva di circa 336 km², in particolare ricade interamente nel territorio della provincia di Trapani. I centri abitati ricadenti all'interno del bacino sono quello di Paceco e, in parte, quelli di Trapani, Erice e Valderice, oltre a numerose frazioni e borgate (Dattilo, Napola-Mockarta, Xitta etc.).

Il Fiume Birgi nasce con il nome di Fiume Fittasi nel Territorio del comune di Buseto Palizzolo e si sviluppa, per circa 43 km, attraverso il territorio comunale di Trapani e marginalmente quello di Paceco.

I bacini confinanti con quello del Fiume Birgi sono il Bacino del Fiume Lenzi a Nord ed il Bacino del F. Màzaro a Sud-Est. A Nord-Est il Bacino è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del Fiume Lenzi Baiata mentre a SO è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del Fiume Màzaro (052).

Il bacino si sviluppa nella estrema porzione nord-occidentale della Sicilia, interessando, da un punto di vista amministrativo, il territorio della provincia di Trapani e, in particolare, i territori di otto comuni (Buseto Palizzolo, Calatafimi, Erice, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco, Salemi, Trapani). Di questi comuni, all'interno dell'area non cade nessun centro abitato ma i soli nuclei abitati di Ballata (comune di Erice), Fulgatore e Ummari (comune di Trapani), Dara (comune di Marsala).

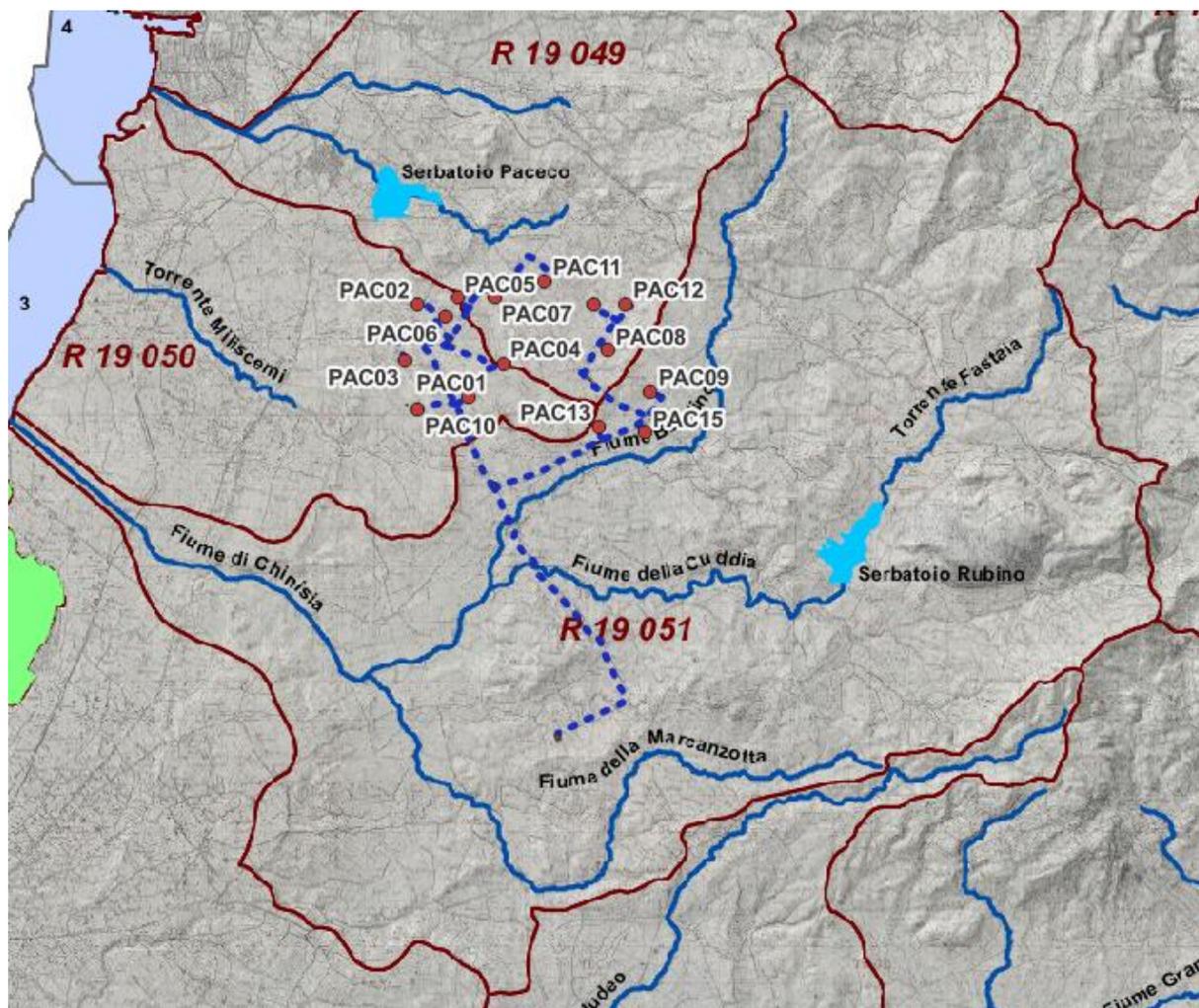


Figura 3.8: Area di progetto e stralcio dei bacini idrografico del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia del fiume Lenzi (049), dei Bacini minori fra i fiumi Lenzi e Birgi (050) e del fiume Birgi (051) (in rosso le WTGs, in blu il tracciato del cavidotto di connessione).

Il Fiume Lenzi trae origine dai versanti collinari presenti a Sud-Est di Valderice e a SudSud-Ovest di Buseto Palizzolo, tra i quali emerge il rilievo del Monte Luziano e, con uno sviluppo complessivo di circa 18 Km e andamento abbastanza regolare, scorre con direzione prevalente Est-Ovest. L'affluente principale è il Torrente Lenzi, suo tributario di destra, che drena l'area settentrionale del bacino imbrifero, confluendo nell'asta principale nel tratto mediano del bacino, poco ad Ovest della borgata di Napola-Mockarta. Dopo l'immissione del Torrente Lenzi, il Fiume Lenzi prosegue, sempre verso Ovest, in direzione della linea di costa. Il tratto terminale del fiume, a partire dall'abitato di Xitta e fino alla foce, è canalizzato artificialmente (Canale di Xitta).

L'altra asta fluviale principale, il Fiume Baiata, si origina dalle pendici collinari poste ai margini meridionali del bacino idrografico e, nel suo basso corso, è anch'esso canalizzato. Esso convoglia le acque provenienti dalla zona meridionale del bacino e riversa le sue acque nel tratto prefociale canalizzato del Canale di Baiata, pochi chilometri ad Ovest del paese di Paceco. Lungo il suo corso è stato realizzato un invaso, denominato Paceco, che raccoglie parte dei deflussi del bacino del Baiata e parte del bacino indiretto del Lenzi. L'invaso artificiale, oltre a consentire l'accumulo di risorse idriche per usi irrigui, ha la funzione di laminare le piene a salvaguardia della città di Trapani e del suo retroterra.

Il Fiume Birgi, dopo il primo tratto, in cui prende il nome di F. Fittasi, prosegue prima con il nome di Fiume Bordino e poi con quello di Fiume Borronia. In questo tratto centrale il corso d'acqua riceve, in

sinistra idrografica, dapprima gli apporti del Torrente della Cuddia e poi quelli della Fiumara Pellegrino, proseguendo poi con il nome di Fiume della Marcanzotta.

L'ultimo tratto del Fiume Birgi è stato deviato ed incanalato nel Fiume Chinisia, che sfocia poco a Nord di Torre San Teodoro. In conseguenza di ciò, del vecchio corso del Fiume Birgi resta un ramo molto breve, a nord della foce del Fiume Chinisia.

All'interno del bacino è presente l'invaso artificiale costituito dal Lago Rubino, realizzato sul Torrente della Cuddia mediante uno sbarramento di materiale sciolto, alto circa 30 m, con nucleo centrale di tenuta di materiale argilloso. Il serbatoio Rubino, in esercizio da diversi anni, è situato nell'area a monte del Bacino del Birgi, sul lato occidentale di Montagna Grande, ed ha una capacità utile di progetto di 10.2 Mm³ d'acqua, con funzione di accumulo e modulazione dei deflussi naturali a servizio della vasta piana sottostante. Le acque del Fiume Birgi sono utilizzate prevalentemente per uso irriguo, con richieste di derivazione concentrate nella parte alta del suo corso.

Inoltre, è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno, ottenuto dal portale Regione Sicilia. Lo studio del DEM ha permesso di identificare le principali informazioni idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto. La simulazione è stata condotta mediante algoritmi TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models – Utah State University) e successivamente rielaborata in ambiente GIS.

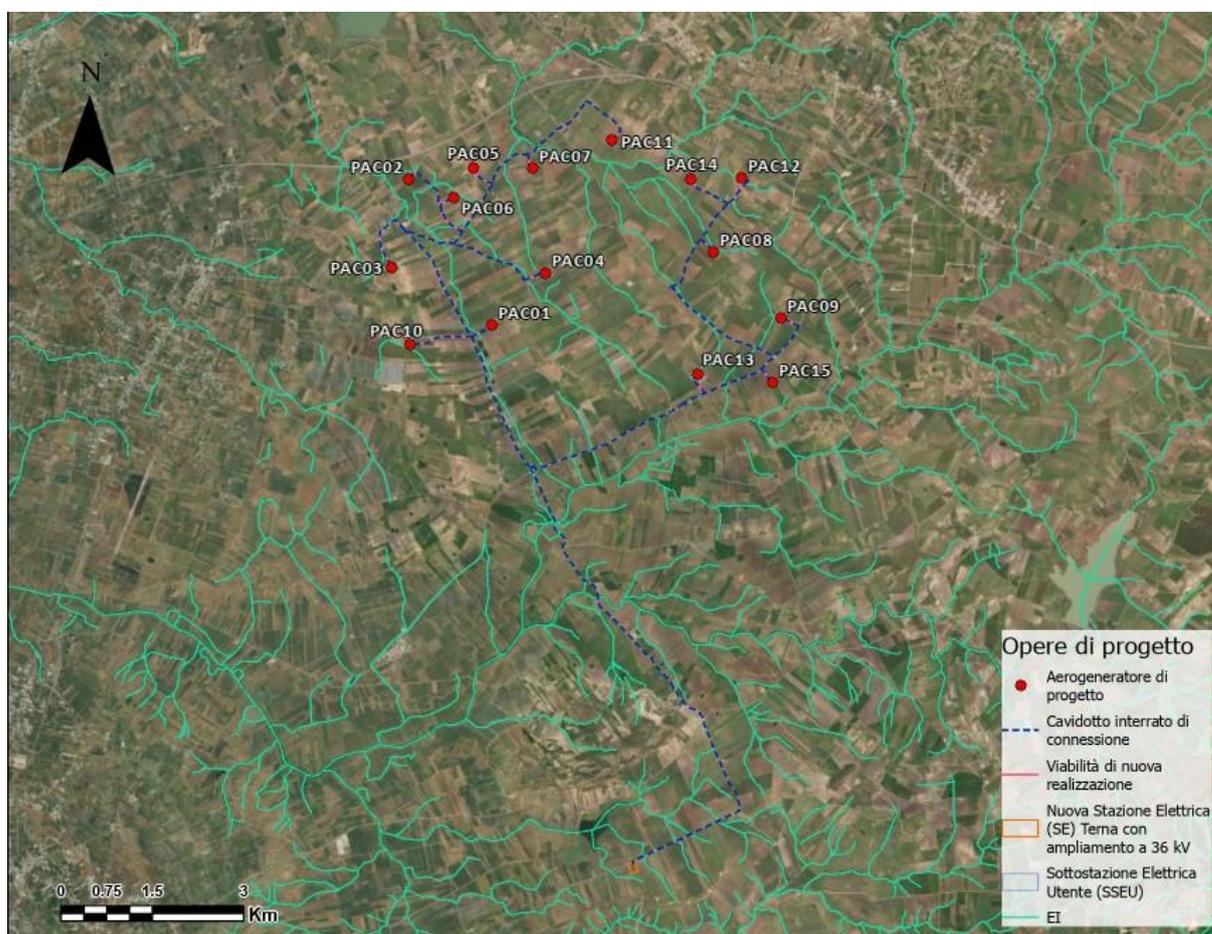


Figura 3.9: Area di progetto stralcio del reticolo idrografico.

3.5 INQUADRAMENTO QUALITÀ DELLE ACQUE

Il tema della qualità delle acque superficiali e sotterranee è trattato nel Piano regionale denominato Piano di Tutela delle Acque (PTA) e nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico (PdG DIS).

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA), conformemente a quanto previsto dal D. Lgs. 152/06 e s.m.e i. e dalla Direttiva europea 2000/60 (Direttiva Quadro sulle Acque), è lo strumento regionale volto a raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne (superficiali e sotterranee) e costiere della Regione Siciliana ed a garantire nel lungo periodo un approvvigionamento idrico sostenibile. La Struttura Commissariale Emergenza Bonifiche e Tutela delle Acque ha adottato con Ordinanza n. 637 del 27/12/07 (GURS n. 8 del 15/02/08), il Piano di Tutela delle Acque (PTA).

Il testo del Piano di Tutela delle Acque, corredato delle variazioni apportate dal Tavolo tecnico delle Acque, è stato approvato definitivamente (art.121 del D.lgs 152/06) dal Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque - Presidente della Regione Siciliana - con ordinanza n. 333 del 24/12/08.

Il Piano di Tutela delle Acque ha lo scopo principale di costituire uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Esso contiene gli interventi volti alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico e a garantire:

- A. il raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D.Lgs. 152/99 e suoi collegati per i diversi corpi idrici e raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso;
- B. il recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive e, in particolare, di quelle turistiche;
- C. il raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche, attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;
- D. la lotta alla desertificazione.

Contiene, inoltre:

- A. i risultati dell'attività conoscitiva;
- B. l'individuazione degli obiettivi ambientali e per specifica destinazione;
- C. l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;
- D. le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico;
- E. il programma di attuazione e verifica dell'efficacia degli interventi previsti.

Il Servizio Idrografico Regionale ha suddiviso l'intero territorio Regionale in 102 bacini e ne ha cartografati i contorni e il reticolo idrografico. Sono stati poi accorpati i bacini idrografici dei corsi d'acqua minori, il cui corso è nel suo insieme prossimo alla costa, ai bacini idrografici dei fiumi maggiori oppure accorpendoli fra di loro, laddove non era possibile fare altrimenti, per ottenere comunque porzioni di territorio con superfici non troppo ridotte. Sono quindi stati individuati 41 bacini significativi.

Le WTGs di progetto e il tracciato della connessione ricadono all'interno del "Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (049)", dell'Area tra il Fiume Lenzi e il Fiume Birgi (050)" e del "Bacino Idrografico del Fiume Birgi (051)"

Il 7 aprile 2021, con Delibera n. 1, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha adottato il secondo riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del distretto idrografico della Sicilia (terzo ciclo di pianificazione 2021-2027), ai fini delle successive procedure di approvazione, previste dalla L.R. 19/2006 e dall'articolo 117 del DLgs 152/2006.

Il Piano fornisce un quadro dei cosiddetti centri di pericolo (CDP), reali e/o potenziali più importanti a livello regionale, che possono incidere sul livello qualitativo della risorsa idrica, ordinandoli secondo le seguenti classi:

- insediamenti industriali;
- discariche di rifiuti e assimilabili;
- attività minerarie ed estrattive;
- insediamenti urbani;
- vie di comunicazione e infrastrutture di collegamento;
- attività agricole;
- attività zootecniche;
- attività antropiche diverse che possono inquinare i corpi idrici.

3.5.1 Acque superficiali

Caratteristiche qualitative delle acque superficiali

L'obiettivo del monitoraggio dei Corpi Idrici Superficiali è quello di stabilire un quadro generale coerente ed esauriente dello Stato di Qualità (Ecologico e Chimico) delle acque all'interno di ciascun bacino idrografico.

Ai sensi del D.M 260/2010, la programmazione del monitoraggio dei Corpi Idrici Superficiali avviene per cicli sessennali, strettamente connessi ai cicli della programmazione dei Piani di Tutela delle Acque. Il monitoraggio si articola in monitoraggio di sorveglianza e monitoraggio operativo.

Il monitoraggio di sorveglianza ha come principale obiettivo la validazione degli impatti imputabili alle pressioni puntuali e diffuse, la calibrazione dei successivi piani di monitoraggio e di permettere la classificazione dei Corpi Idrici Superficiali in accordo a quanto previsto dalle più recenti norme sull'argomento. Il monitoraggio di sorveglianza deve avere una durata di almeno 1 anno per ogni ciclo di monitoraggio, ad eccezione dei siti facenti parte la rete nucleo per il quale il monitoraggio deve avvenire con cadenza triennale.

Il monitoraggio operativo viene definito per i corpi idrici a rischio di non soddisfare gli obiettivi ambientali previsti dal D.Lgs. 152/2006 e si sviluppa con un ciclo triennale.

Si riporta di seguito uno schema sintetico dei passaggi previsti dal citato decreto per la definizione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico.

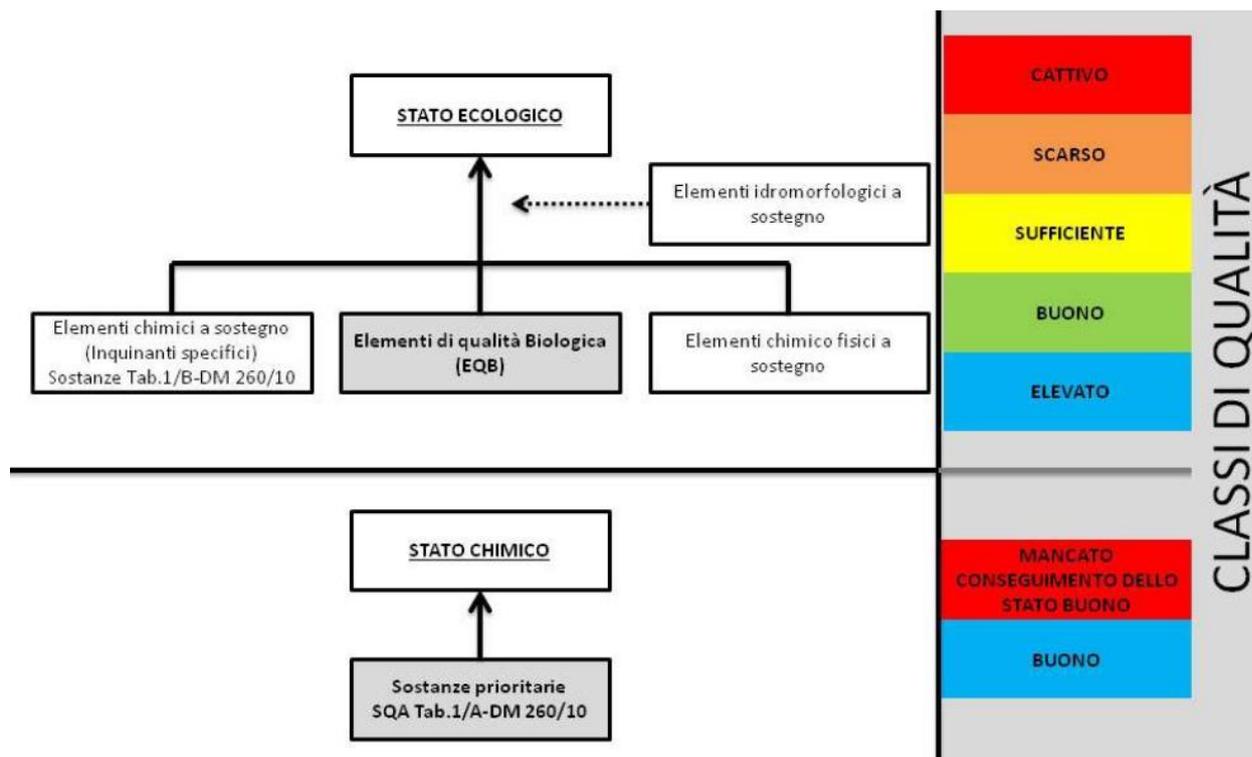


Figura 3.10: Schema di definizione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico

Lo Stato Ecologico è espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali.

Alla sua definizione concorrono i seguenti elementi di qualità (EQ):

- Elementi Biologici (EQB);
- Elementi idromorfologici, a sostegno degli elementi biologici;
- Elementi fisico – chimici e chimici, a sostegno degli elementi biologici.

Per ogni categoria di acque, e per ognuno degli Elementi di Qualità (EQ), il D.M. 260/2010 individua le metriche e/o gli indici da utilizzare, le metodiche per il loro calcolo, i valori di riferimento e i limiti di classe (soglie) per i rispettivi stati di qualità (Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso e Cattivo). In seguito alla valutazione di ogni singolo EQ, determinata utilizzando i dati di monitoraggio, lo Stato Ecologico di un Corpo Idrico Superficiale viene quindi classificato in base alla classe più bassa riscontrata per gli:

- elementi biologici;
- elementi fisico-chimici a sostegno;
- elementi chimici a sostegno.

Lo Stato Chimico di ogni Corpo Idrico Superficiale viene attribuito in base alla conformità dei dati analitici di laboratorio rispetto agli Standard di Qualità Ambientale fissati per un gruppo di sostanze pericolose inquinanti, definite prioritarie.

Il monitoraggio dei corpi idrici (fiumi) è effettuato ai sensi della Direttiva quadro europea sulle acque (2000/60/CE), recepita in Italia dal D.Lgs. 152/2006 (come modificato dal DM 260/2010 e dal D.Lgs. 172/2015) e smi, prevede la valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici significativi sulla base di parametri e indicatori ecologici, idromorfologici e chimico-fisici. La Direttiva individua, tra gli obiettivi minimi di qualità ambientale, il raggiungimento per tutti i corpi idrici dell'obiettivo di qualità corrispondente allo stato "buono" e il mantenimento, se già esistente, dello stato "elevato". Gli Stati Membri hanno l'obbligo di attuare le disposizioni di cui alla citata Direttiva, attraverso un processo di

pianificazione strutturato in 3 cicli temporali: “2009-2015” (1° Ciclo), “2015-2021” (2° Ciclo) e “2021-2027” (3° Ciclo), al termine di ciascuno dei quali, viene richiesta l’adozione di un Piano di Gestione.

La Regione siciliana, al fine di dare seguito alle disposizioni sopra citate, ha redatto l’aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia del 2010, relativo al 2° Ciclo di pianificazione (2015-2021).

L’adozione del Piano di Gestione di distretto, impegna fortemente tutti gli enti per competenza, sulla base dello stato dei corpi idrici, a mettere in campo tutte le azioni e le misure necessarie atte al mantenimento e/o al raggiungimento dello stato di qualità “buono”.

Nei casi in cui non è stato possibile raggiungere tale obiettivo nel 2015 – termine stabilito dalla direttiva – era prevista sia la possibilità di prorogare questi termini al 2021 o al 2027, sia la possibilità di derogare per mantenere obiettivi ambientali meno rigorosi, motivandone le scelte.

Il Piano di gestione del Distretto idrografico della Sicilia del 2010 identifica 256 corpi idrici fluviali significativi. Tra questi, 71 si trovano in una naturale condizione di elevata mineralizzazione delle acque (salati), per le caratteristiche delle rocce sulle quali scorrono, e pertanto sono stati attualmente esclusi dal monitoraggio per mancanza di metriche di valutazione. Tra i rimanenti è stata definita una rete ridotta di monitoraggio costituita da 74 corpi idrici.

Le WTGs di progetto e il tracciato della connessione ricadono all’interno del “Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (049)”, dell’”Area tra il Fiume Lenzi e il Fiume Birgi (050)” e del “Bacino Idrografico del Fiume Birgi (051)”

Nel bacino idrografico del Fiume Lenzi (049) sono stati individuati tre corpi idrici significativi ai sensi del decreto 131/2008 ed è stata individuata una stazione di monitoraggio solo sul canale di Xitta-Lenzi. Come si può osservare, lo stato ecologico è valutato “Scarso”, mentre lo stato chimico è “Buono”.

Gli altri due corpi idrici significativi del bacino (IT19RW04902 e IT19RW04903) sono attualmente esclusi dalla rete di monitoraggio perché interamente cementificati, condizione che naturalmente limita la possibilità di sviluppo delle comunità biologiche; presentano, inoltre, anche acque fortemente mineralizzate.

Tabella 3.2: Stazione di monitoraggio nel Bacino del Fiume Lenzi 2014-2019 e relativi risultati (fonte: ARPA Sicilia).

wise_code	swbname	denominazione stazione	coordinate (UTM WGS84)		Stato Ecologico	Stato Chimico	Livello Confidenza
			x	y			
IT19RW04901	Canale di Xitta-Lenzi	Canale di Xitta	284538	4207987	scarso	buono	Alto

Nell’area tra il Fiume Lenzi e il Fiume Birgi (050) è stato individuato un solo corpo idrico significativo ai sensi del decreto 131/2008 che, tuttavia, risulta non monitorabile.

Infine, nel bacino idrografico del Fiume Birgi sono stati individuati cinque corpi idrici significativi ai sensi del decreto 131/2008 e sono state individuate due stazioni di monitoraggio su tali corpi idrici del bacino. Come si può osservare, lo stato ecologico è valutato “Scarso”, mentre lo stato chimico è “Buono” per il fiume Chinisia e “Non buono” per il fiume Bordino a causa del superamento delle concentrazioni di nichel.

Si evidenzia che il Torrente Fastaia (codice IT19RW05101), nel corso dei sopralluoghi effettuati nel 2016, ha mostrato una portata insufficiente per essere monitorato o del tutto asciutto.

- Utilizzo di acqua per le necessità di cantiere, strettamente legato alle operazioni di bagnatura delle superfici, al fine di limitare il sollevamento delle polveri prodotte dalle operazioni di scavo e dal passaggio degli automezzi sulle strade sterrate;
- Contaminazione in caso di sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di cantiere in seguito ad incidenti o determinati da incidenti o guasti agli aerogeneratori.

Lo studio specialistico non ha individuato interferenze degli elementi idrografici superficiali con le WTGs, ma si individuano interferenze con la linea di connessione e con la viabilità di nuova realizzazione.

Attraverso l'analisi TauDEM rielaborata in ambiente GIS è stato indentificato un reticolo idrografico principale caratterizzato da corsi preferenziali che non presentano un alveo ben definito, ma possono raggiungere portate significative in seguito ad eventi di pioggia intensi non ordinari. Si è inoltre proceduto con l'analisi del reticolo idrografico del progetto DBPrior10k.

Come indicato nel capitolo 7, non vi è alcuna interferenza con le piazzole di cantiere e permanenti degli aerogeneratori mentre lungo il tracciato del cavidotto di connessione sono state identificate n. 43 interferenze con elementi idrografici. Il capitolo 7 una tabella recettori degli impatti ed una planimetria su ortofoto degli stessi.

Per ulteriori dettagli sulla stima degli impatti potenziali delle acque superficiali si fa riferimento allo studio di impatto ambientale (Rif. 2995_5531_PAC_SIA_R01_Rev0_SIA).

Azioni di mitigazione

L'approccio utilizzato nella progettazione ha posto grande attenzione non solo alla progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile di raccolta e scarico con opere che implementassero la mitigazione.

In particolare, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque dal sito, nel presente progetto si sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- Diminuzione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite infiltrazione;
- Realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- Rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- Realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione e gli indiretti processi di bioremediation;
- Contrastare i processi di erosione.

Ai sensi delle migliori pratiche progettuali sono state previste opere di laminazione e infiltrazione (trincee drenanti) nei sistemi di gestione acque meteoriche delle piazzole in progetto.

Nel confronto tra la rete di drenaggio naturale dello stato di fatto e di progetto si segnala che si è prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti, che presentano scarichi in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base di una simulazione del modello digitale del terreno con estrazione dei sottobacini idrografici e della rete idrografica primaria e secondaria esistente.

Tali scelte consentono di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità e nella disposizione delle piazzole.

Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.

Per quanto concerne la fase di cantiere le principali azioni di mitigazione sono:

- L'installazione di pompe adeguatamente dimensionate per la portata da emungere, al fine di mantenere asciutti gli scavi per la realizzazione della fondazione;
- L'adozione di tutte le misure di sicurezza dei cantieri per evitare sversamenti accidentali;
- La pronta rimozione del terreno incidentato in caso di sversamento di idrocarburi;
- La manutenzione, la pulizia e il ricovero dei mezzi meccanici dovranno avvenire in apposite aree ben identificate ed impermeabilizzate, possibilmente coperte, al fine di impedire che le acque utilizzate per la pulizia dei mezzi, i carburanti, gli oli o altre sostanze inquinanti vengano a contatto con terreno;
- Le acque utilizzate in queste attività dovranno essere convogliate in apposite vasche a perfetta tenuta stagna e trattati come rifiuti speciali pericolosi e gestiti secondo la normativa del settore o, in alternativa, l'istallazione di idoneo impianto di depurazione dimensionato per il trattamento di acque reflue contenenti tali sostanze;
- L'acqua utilizzata in cantiere dovrà provenire da fonti di approvvigionamento con caratteristiche qualitative e quantitative tali da rispettare i massimi livelli di compatibilità ambientale per il sito, onde evitare l'alterazione chimico-fisica e idraulica della componente acqua superficiale e sotterranea;
- Lo sfalcio dell'erba e la manutenzione generale delle aree libere e in prossimità delle strutture e della viabilità saranno eseguiti attraverso mezzi meccanici, dove possibile e manualmente nelle aree con limitata possibilità di spazi;
- Durante le attività dovranno essere evitati i versamenti d'idrocarburi, oli e qualsiasi sostanza inquinante contenuta negli automezzi necessari per il funzionamento degli stessi. Nell'eventualità di uno sversamento accidentale dovranno essere messe in atto tutte le misure necessarie per limitare la diffusione nel suolo e nel sottosuolo e contemporaneamente al ripristino dell'area contaminata;
- Non sono previsti e non dovranno essere utilizzati diserbanti;
- La viabilità interna dovrà essere tenuta in perfetto stato, con il ripristino del manto drenante per evitare l'istaurarsi di superfici impermeabili, che possono influenzare il regime idraulico superficiale dando origine a fenomeni di ristagno ed erosione differenziale.

L'adozione di tutte le misure di sicurezza dei cantieri per evitare sversamenti accidentali e la pronta rimozione del terreno incidentato in caso di sversamento di idrocarburi sono misure da adottare anche in fase di esercizio e di dismissione.

3.5.2 Acque sotterranee

Caratteristiche qualitative delle acque sotterranee

In Sicilia il monitoraggio e la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee ai sensi delle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE e della normativa nazionale di recepimento (D. lgs. 152/06 e ss.mm.ii. e D. lgs. 30/2009 rispettivamente) sono stati avviati da ARPA Sicilia nel 2011, in attuazione del modello organizzativo del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia 2009-2015 (Regione Siciliana, 2010), che ha attribuito all'Agenzia la competenza sul monitoraggio e la valutazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei del Distretto. Dal 2011 le attività condotte dall'ARPA Sicilia hanno previsto la predisposizione e l'attuazione di programmi di monitoraggio dello stato chimico dei 77 corpi idrici sotterranei individuati dal Piano di Gestione 2009-2015 (PdG del I ciclo) e l'applicazione dei criteri e delle procedure specificati dal D. lgs. 30/2009 e dall'Allegato 1 alla Parte III del D. lgs. 152/06 e ss.mm.ii

per la valutazione dello stato qualitativo dei corpi idrici sotterranei sulla base dei risultati del monitoraggio.

Dal 2015, a seguito della predisposizione da parte della Regione Siciliana del Piano di Gestione del II ciclo di pianificazione (2015-2021), in cui è stata modificata l'individuazione dei corpi idrici sotterranei con l'aggiunta di 5 nuovi corpi idrici ai 77 individuati nel PdG del I ciclo, le attività di monitoraggio e valutazione sono state programmate ed attuate da ARPA Sicilia su tutti gli 82 corpi idrici sotterranei del Distretto Idrografico, consentendo di giungere ad una prima valutazione dello stato qualitativo di tutti i corpi idrici sotterranei del Distretto sulla base del monitoraggio effettuato nel periodo 2011-2017.

La valutazione dello stato qualitativo complessivo dei corpi idrici sotterranei basata sui dati di monitoraggio 2011-2017 è stata quindi aggiornata utilizzando i risultati del monitoraggio 2018 e 2019 e rivalutando lo stato chimico degli 82 corpi idrici sotterranei del Distretto Idrografico della Sicilia sulla base del sessennio di monitoraggio 2014-2019, utile ad aggiornare il quadro conoscitivo sullo stato di qualità delle acque sotterranee regionali, ai fini dell'elaborazione del Piano di Gestione del Distretto Idrografico del III Ciclo (2021-2027).

L'area vasta include parzialmente il corpo idrico sotterraneo denominato Piana di Marsala-Mazara del Vallo (codice ITR19MMCS01, Figura 3.12). Le opere in progetto non ricadono su alcun corpo idrico sotterraneo.

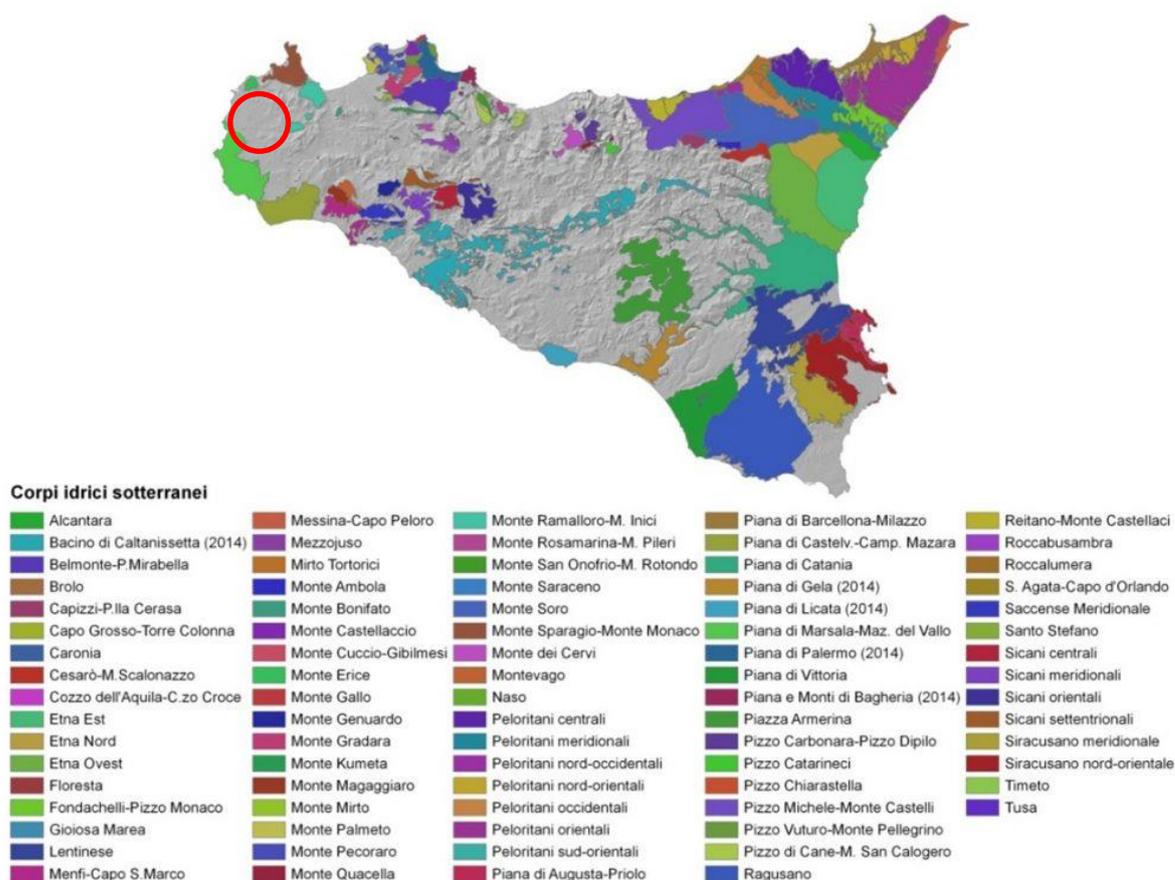


Figura 3.12: Corpi idrici sotterranei della Sicilia (fonte: ARPA Sicilia). Il cerchio rosso indica la localizzazione dell'area di studio (localizzazione indicativa).

Lo stato chimico del corpo idrico sotterraneo 2014-2019 è giudicato "Scarso" (Livello di Confidenza LC Alto, Figura 3.13); i parametri che determinano lo stato chimico scarso del corpo idrico sotterraneo sono

Nitrati, Pesticidi (totale pesticidi), Dibromoclorometano, Triclorometano, Solfati, Cloruri, Conducibilità elettrica.

Il monitoraggio eseguito nel 2021 ha confermato lo stato chimico scarso, in particolare per i nitrati (nel 2020 il corpo idrico sotterraneo non è stato monitorato).

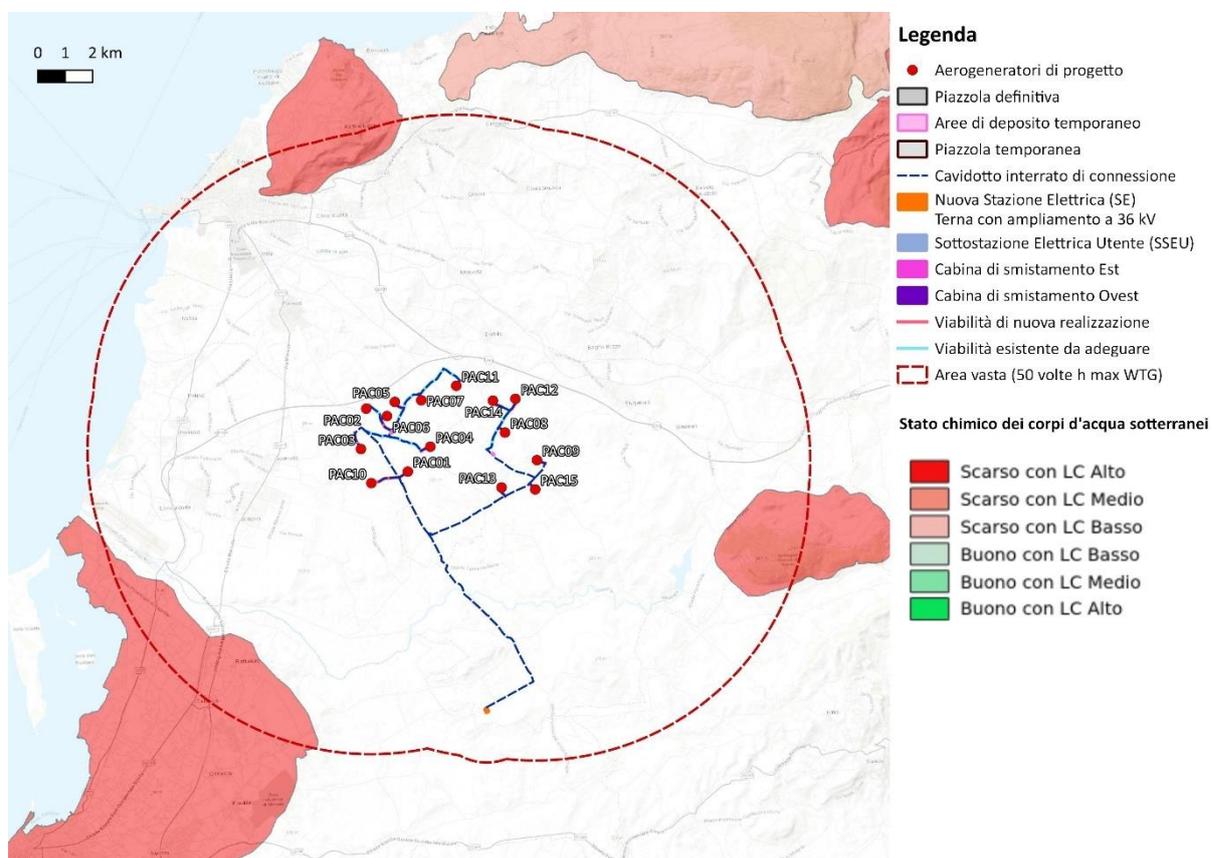


Figura 3.13: Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei della Sicilia 2014-2019 (fonte: ARPA webgis). Dettaglio dell'area di studio.

4. STUDIO PRELIMINARE DELLA COMPATIBILITÀ E INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO

Il Piano di bacino è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa, alla valorizzazione e alla corretta utilizzazione del suolo e delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali dei territori interessati. Esso rappresenta il quadro di riferimento a cui devono adeguarsi e riferirsi tutti i provvedimenti autorizzativi e concessori inerenti agli interventi comunque riguardanti il bacino e ha valore di piano territoriale di settore.

Il Piano di bacino ha i contenuti e l'efficacia di cui all'articolo 65 del decreto legislativo n. 152 del 2006.

Il Piano di bacino è redatto, adottato e approvato per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali, interessanti anche più bacini idrografici e costituenti, in ogni caso, fasi sequenziali e interrelate rispetto ai suoi contenuti.

Nei paragrafi seguenti verranno individuate le interferenze tra i piani: PAI, PGRA e Reticolo idrografico (DBPRIOR10K) con il layout di progetto ed il tracciato del cavo di connessione.

4.1 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto ai sensi dell'Art. 17, comma 6 ter, della Legge 183/89 e dell'Art.1, comma 1, del DL 180/98 e s.m.i., ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa del rischio idrogeologico del territorio Siciliano.

Il riferimento territoriale del PAI, la Regione Sicilia è stata assimilata ad un unico bacino di rilievo regionale. La Sicilia è stata suddivisa in 102 bacini idrografici e aree territoriali intermedie, oltre alle isole minori. Per ogni bacino idrografico è stato realizzato un piano stralcio. I piani sono pubblicati singolarmente, nel caso di bacini idrografici di maggiore estensione o le isole minori, o raggruppati nel caso dei bacini idrografici meno estesi e delle aree territoriali intermedie. Nel caso in esame l'area di interesse per il progetto ricade all'interno delle aree di competenza del "Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (049)", dell'"Area tra il Fiume Lenzi e il Fiume Birgi (050)" e del "Bacino Idrografico del Fiume Birgi (051)".

Il Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico è stato redatto dall'Assessorato al Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, Dipartimento di Territorio e Ambiente, soggetto istituzionalmente deputato alla sua elaborazione; per l'aspetto idrologico-idraulico ci si è avvalsi della consulenza del Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università degli studi di Palermo.

Le mappe PAI disponibili sul geoportale della Regione Sicilia sono aggiornate al 2022.

Le aree a pericolosità idraulica mappate dal PAI sono le seguenti: aree a pericolosità idraulica molto elevata (P4), elevata (P3), media (P2) e moderata (P1).

L'area di progetto e il tracciato del cavidotto di connessione, come si evince dalla Figura 4.1, non rientrano all'interno delle fasce di pericolosità idraulica del PAI, inoltre non risultano ricadere all'interno dei siti di attenzione, intesi come aree su cui approfondire il livello di conoscenza delle condizioni idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio.

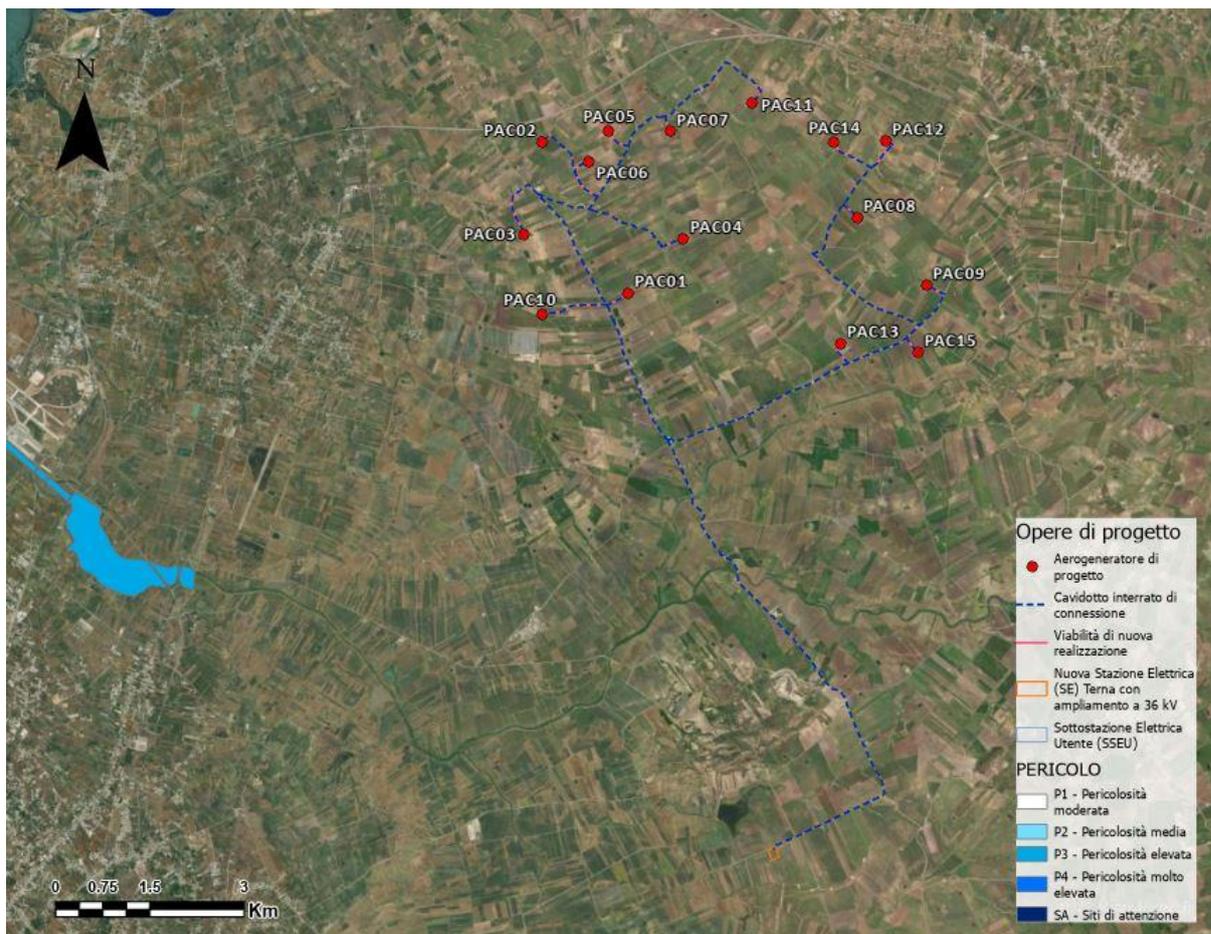


Figura 4.1: Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (aggiornamento 2022).

4.2 PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

La Direttiva Comunitaria "Alluvioni" 2007/60/CE del 23 ottobre 2007, derivata dalla più generale Direttiva Comunitaria "Acque" 2000/60/CE, istituisce un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e persegue l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture.

La direttiva Alluvioni è stata recepita in Italia dal D. Lgs. 49/2010 che ha introdotto il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) da predisporre per ciascuno dei distretti idrografici individuati nell'art. 64 del D. Lgs. 152/2006.

Per il Distretto Idrografico della Regione Sicilia a seguito della procedura di adozione da parte della Conferenza Istituzionale permanente con delibera n. 5 del 22/12/2021 è stato approvato il 1° aggiornamento del PGRA (2021-2027) afferente al 2° ciclo di gestione.

La definizione degli scenari di probabilità del Distretto Idrografico della Sicilia partendo dalle indicazioni fornite dal D. Lgs. 49/2010 tiene conto innanzitutto dell'origine dell'alluvione (fluviale, pluviale, marina da elevato trasporto solido). Per le alluvioni di origine fluviale i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni sono i seguenti:

- **aree ad alta pericolosità (HPH):** aree inondabili con tempo di ritorno minore o uguale di 50 anni;
- **aree a media pericolosità (MPH):** aree inondabili con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore o uguale di 100 anni;
- **aree a bassa pericolosità (LPH):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 100 anni e minore o uguale a 300 anni.

L'area di progetto e il tracciato del cavidotto di connessione, come si evince dalla Figura 4.2, non ricadono all'interno delle fasce di pericolosità individuate dal PGRA.

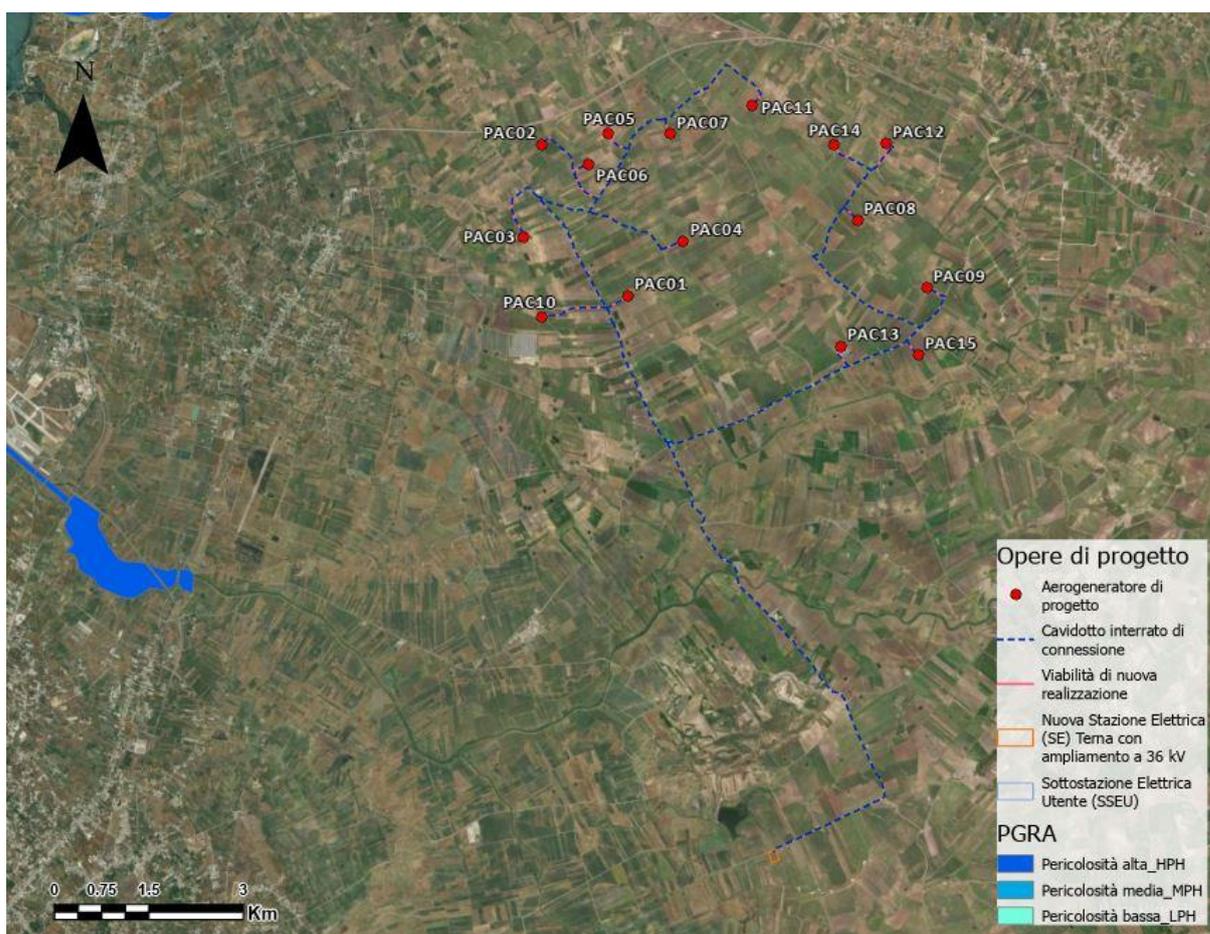


Figura 4.2: Stralcio del PGRA (aggiornamento 2021).

4.3 INVARIANZA IDRAULICA

Per invarianza idraulica si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione; in base a tale principio si richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di prendersi carico, attraverso opportune azioni compensative, degli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi mantenere le condizioni di sicurezza nel tempo.

La normativa di riferimento per la Regione Sicilia sull'invarianza idraulica e idrologica è la D.D.G. n. 102 del 2021.

Ai sensi della suddetta normativa e alla luce dell'area di trasformazione considerata sono stati analizzati gli interventi di progetto.

La viabilità di progetto sarà in materiale interamente permeabile per l'intero pacchetto stradale, di conseguenza la trasformazione dell'uso del suolo sarà trascurabile.

Per quanto riguarda le piazzole di cantiere queste avranno una durata temporanea limitata e saranno poi soggette a opere a verde di creazione di prato e costituite in materiale permeabile.

Relativamente alla piazzola definitiva, il plinto di fondazione, con base circolare di 23 metri, con altezza massima di circa 3,86 m (3,50 m + 0,36 m nella parte centrale), è posato ad una profondità massima di circa 3,73 m dal piano campagna e sarà interamente ricoperto di terreno arido drenante e quindi confrontabile con lo stato ante-operam.

Per quanto riguarda la descrizione dell'impermeabilizzazione potenziale dell'intervento, le piazzole saranno realizzate con una finitura in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente vagliato sp. medio 10 cm e da uno strato di fondazione in tout venant compattato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm, unito ad una compattazione del piano di posa.

Ai fini della definizione della classe di intervento è stata considerata unicamente la superficie coperta da piazzole permanenti, in quanto per quelle di cantiere/montaggio è previsto un rinverdimento, corrispondente ad un ripristino della situazione ante operam del sito.

Pertanto, le aree di piazzola si possono considerare permeabili, ad eccezione della frazione areale interessata dalla torre della turbina eolica, pari a 38,5 m²: tale frazione rappresenta meno del 3% della superficie totale della tipologia di piazzole permanenti, pari a circa 1.396 m², come meglio descritto in seguito nel paragrafo 6.5.2. Di conseguenza, l'aumento del coefficiente di deflusso medio pesato risulta meno del 3% rispetto alla condizione ante-operam e quindi trascurabile.

Di conseguenza, le piazzole permanenti e l'invaso di laminazione disponibile, dato dal fosso perimetrale alla piazzola, rispettano i vincoli imposti; tuttavia, è stata progettata una trincea drenante, a favore di sicurezza e sulla base di assunzioni più cautelative riguardanti la permeabilità del materiale costituente la piazzola e della compattazione del piano di posa.

Il presente studio ha quindi verificato, anche con la realizzazione di opportune misure di mitigazione, che la realizzazione degli interventi di trasformazione territoriale del piano attuativo permettano di mantenere invariate le caratteristiche di risposta idraulica del bacino recettore oggetto dell'intervento.

4.4 CONCLUSIONI

Si è valutata la possibile interferenza delle opere di progetto con aree soggette a pericolosità idraulica perimetrate nei Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI, aggiornato al 2022) e nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA, aggiornato al 2021).

Lo studio dei sopracitati Piani, non ha individuato interferenze con le WTGs, le piazzole di cantiere, le piazzole definitive, la viabilità di nuova realizzazione, la viabilità esistente da adeguare, le cabine, la nuova sottostazione elettrica e il cavidotto di connessione.

Per lo studio di compatibilità idraulica, si faccia riferimento al Capitolo 7.

Si è valutato inoltre il rispetto dell'invarianza idraulica, secondo la D.D.G. n. 102 del 2021, verificando che la realizzazione degli interventi di trasformazione territoriale del piano attuativo permettano di mantenere invariate le caratteristiche di risposta idraulica del bacino oggetto dell'intervento.

Il presente studio ha quindi verificato, anche con la realizzazione di opportune misure di mitigazione, che la realizzazione degli interventi di trasformazione territoriale del piano attuativo permettano di mantenere invariate le caratteristiche di risposta idraulica del bacino oggetto dell'intervento.

5. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

Il parco in esame sarà costituito da N° 15 aerogeneratori e sarà collegato alla rete elettrica nazionale. La connessione sarà garantita da un cavidotto 30 kV interrato che collegherà il parco eolico ad una nuova Stazione Elettrica di trasformazione della RTN a 220/36 KV sita nel territorio comunale di Trapani da collegare alla RTN a 220 kV “Fulgatore - Partanna”.

Per determinare le soluzioni tecniche adottate nel progetto, si è fatta una valutazione ed una successiva comparazione dei costi economici, tecnologici e soprattutto ambientali che si devono affrontare in fase di progettazione, esecuzione e gestione del parco eolico.

Viste le diverse caratteristiche dell'area, la scelta è ricaduta su di un impianto caratterizzato da un'elevata potenza nominale in grado di ridurre, a parità di potenza da installare, i costi di trasporto, di costruzione e l'incidenza delle superfici effettive di occupazione dell'intervento. Nel caso in esame, la scelta è ricaduta su di un impianto costituito di macchine tripala della potenza nominale di 7,2 MW, che meglio rispondono alle esigenze progettuali.

La tipologia di turbina è stata scelta basandosi sul principio che turbine di grossa taglia minimizzano l'uso del territorio a parità di potenza installata; mentre l'impiego di macchine di piccola taglia richiederebbe un numero maggiore di dispositivi per raggiungere la medesima potenza, senza peraltro particolari benefici in termini di riduzione delle dimensioni di ogni singolo aerogeneratore.

La scelta dell'ubicazione dei vari aerogeneratori è stata fatta, per quanto possibile nelle vicinanze di strade, piste e carrarecce esistenti, con lo scopo di ridurre notevolmente la costruzione di nuove piste di accesso, minimizzando di conseguenza le lavorazioni per scavi e i riporti.

Nei seguenti paragrafi verranno descritte singolarmente le principali lavorazioni e componenti che costituiscono il parco eolico.

5.1 AEROGENERATORI

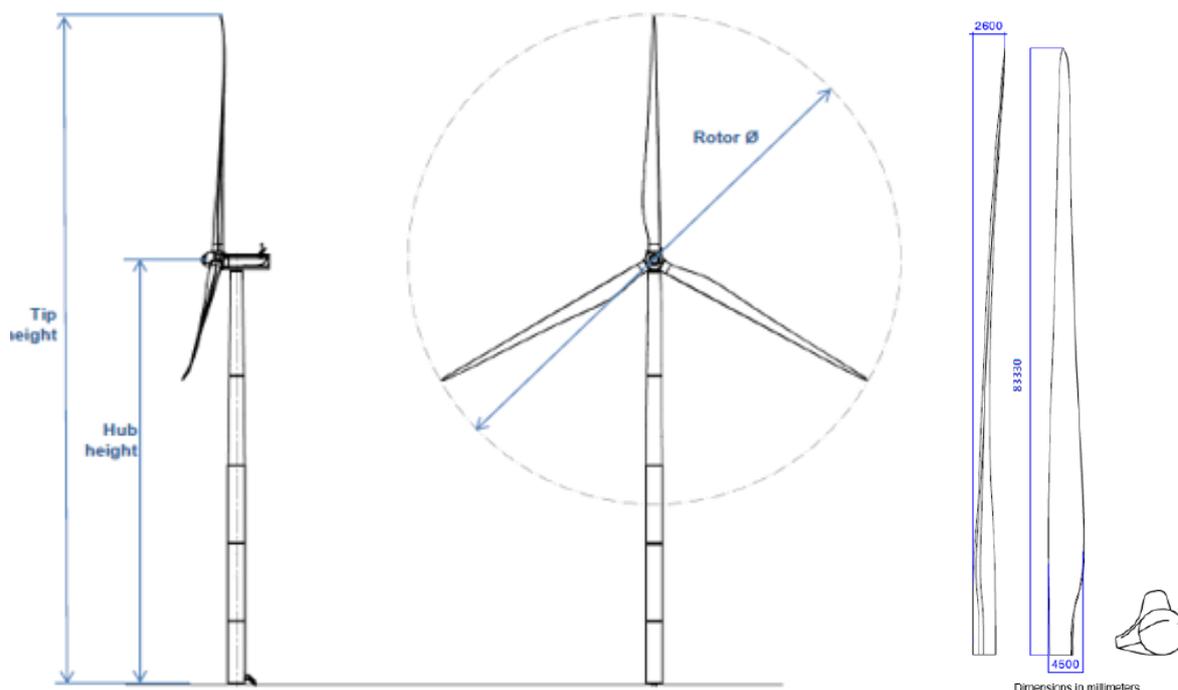
Un aerogeneratore ha la funzione di convertire l'energia cinetica del vento prima in energia meccanica e successivamente in energia elettrica.

Sostanzialmente un aerogeneratore è così composto:

- Un rotore, nel caso in esame a tre pale, per intercettare il vento
- Una “navicella” in cui sono alloggiate tutte le apparecchiature per la produzione di energia
- Un fusto o torre che ha il compito di sostenere gli elementi sopra descritti (navicella e rotore) posizionandoli alla quota prescelta in fase di progettazione

In questa fase progettuale l'aerogeneratore scelto è un Vestas della potenza nominale di 7,2 MW ad asse orizzontale. In fase esecutiva, in funzione anche della probabile evoluzione dei macchinari, la scelta dell'aerogeneratore potrà variare mantenendo inalterate le caratteristiche geometriche massime.

Di seguito si riporta uno schema grafico dell'aerogeneratore e della navicella.



Tip height=200m; hub height=114m; rotor diameter=172m; blade length≈85 m

Figura 5.1: Struttura aerogeneratore

Da un punto di vista elettrico schematicamente l'aerogeneratore è composto da:

- generatore elettrico;
- interruttore di macchina BT;
- trasformatore di potenza 30/0,8 kV;
- cavo 30 kV di potenza;
- quadro elettrico di protezione 30 kV;
- servizi ausiliari;
- rete di terra.

Il generatore produce corrente elettrica in bassa tensione (BT) che viene innalzata a 30 kV da un trasformatore posto internamente alla navicella.

Infine, gli aerogeneratori saranno equipaggiati con un sistema di segnalazione notturna con luce rossa intermittente posizionato sulla sommità posteriore navicella dell'aerogeneratore, mentre la segnalazione diurna verrà garantita da una verniciatura della parte estrema delle pale con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m. L'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) potrà fornire eventuali prescrizioni concernenti la colorazione delle strutture o la segnaletica luminosa, diverse o in aggiunta rispetto a quelle precedentemente descritte.

5.2 VIABILITÀ

Al campo eolico si accede attraverso la viabilità esistente (strade Statali, Provinciali, Comunali e/o Vicinali), mentre l'accesso alle singole pale avviene mediante piste di nuova realizzazione e/o su tracciati agricoli esistenti.

Come descritto nel precedente paragrafo, l'ingresso al parco può essere individuato con l'incrocio tra la Strada Vicinale Vosca e la Strada Vicinale Gencherla Benefiziale. Da questo punto si può ipotizzare inizi la viabilità interna che sfruttando principalmente le seguenti strade permette il collegamento delle piste di nuova realizzazione previste per ciascuna piazzola:

- Strada Vicinale Gencherla Benefiziale
- Strada Marraco
- S.P.29
- S.P.35
- S.P.8

Le strade sopra menzionate si presentano asfaltate e in gran parte adatte al passaggio dei mezzi speciali mentre per quanto riguarda i tracciati agricoli con fondo sterrato dovranno essere adeguati aumentandone la sezione carrabile.

Alla luce di quanto sopra descritto, non si prevedono particolari interventi sulle strade esistenti se non locali accorgimenti di adeguamento della sagoma o di eliminazione di ostacoli (i.e. cartelli segnaletici) per permettere le manovre dei mezzi particolarmente ingombranti. Si evidenzia come nella zona siano presenti altri parchi eolici di recente realizzazione che hanno sfruttato la medesima viabilità in esame.

Negli elaborati grafici allegati e redatti per ciascun aerogeneratore, sono illustrati i percorsi per il raggiungimento degli aerogeneratori, sia in fase di realizzazione sia in fase di esercizio. Come illustrato nelle planimetrie di progetto, saranno anche realizzati opportuni allargamenti degli incroci stradali per consentire la corretta manovra dei trasporti eccezionali.

Detti allargamenti saranno rimossi o ridotti, successivamente alla fase di cantiere, costituendo delle aree di "occupazione temporanea" necessarie appunto solo nella fase realizzativa. Per il tracciamento delle piste di accesso ci si è attenuti alle specifiche tecniche tipiche di produttori di turbine che impongono raggi di curvatura, raccordi altimetrici e pendenze.

La sezione stradale avrà larghezza carrabile di 5,50 m, dette dimensioni sono necessarie per consentire il passaggio dei mezzi di trasporto delle componenti dell'aerogeneratore eolico.

Il corpo stradale sarà realizzato secondo le seguenti modalità:

1. Scotico terreno vegetale.
2. Scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa.
3. Compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti.
4. Ove necessario, stesa per strati e compattazione del corpo del rilevato con materiale da cava o con materiale proveniente dagli scavi se ritenuto idoneo dalla D.L.
5. Posa del Cassonetto stradale in tout venant compattato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato per uno spessore totale di 40 cm.
6. Posa dello Strato di finitura in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente vagliato (sp. medio 10 cm).

Per la viabilità esistente (strade regionali, provinciali, comunali e poderali), ove fosse necessario ripristinare il pacchetto stradale per garantire la portanza minima o allargare la sezione stradale per adeguarla a quella di progetto, si eseguiranno le modalità costruttive in precedenza previste.

5.3 PIAZZOLE

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore verrà realizzata una piazzola di montaggio al fine di consentire le manovre di scarico dei vari elementi delle torri, il loro stoccaggio in attesa della posa in opera, il posizionamento della gru principale di sollevamento e montaggio e il posizionamento della gru

ausiliaria. Tenuto conto delle dimensioni del generatore, la viabilità di servizio all'impianto e le piazzole costituiscono le opere di maggiore rilevanza per l'allestimento del cantiere. Oltre all'area suddetta saranno realizzate due aree di servizio per il posizionamento delle gru ausiliarie al montaggio del braccio della gru principale.

Le piazzole di montaggio dovranno avere una superficie piana o con pendenza minima (1÷2%) di dimensioni tali da contenere tutti i mezzi e le apparecchiature garantendo ai mezzi all'interno di essa buona libertà di movimento. Per il progetto in esame, al fine di minimizzare i movimenti terra e quindi gli impatti sul territorio, si è scelto di utilizzare una piazzola per un montaggio in due fasi, denominata "Partial storage" dove verranno utilizzate due tipologie di gru e verranno stoccati i diversi componenti due tempi.

Per la realizzazione delle piazzole si procede con le seguenti fasi lavorative:

1. Scotico terreno vegetale;
2. scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa;
3. compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti;
4. stesa per strati e compattazione del corpo del rilevato con materiale da cava o con materiale proveniente dagli scavi se ritenuto idoneo dalla D.L.;
5. posa di uno strato di fondazione in tout venant compattato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm;
6. posa dello Strato di finitura in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente vagliato sp. medio 10 cm.

Si riporta di seguito una sezione tipo delle piazzole.

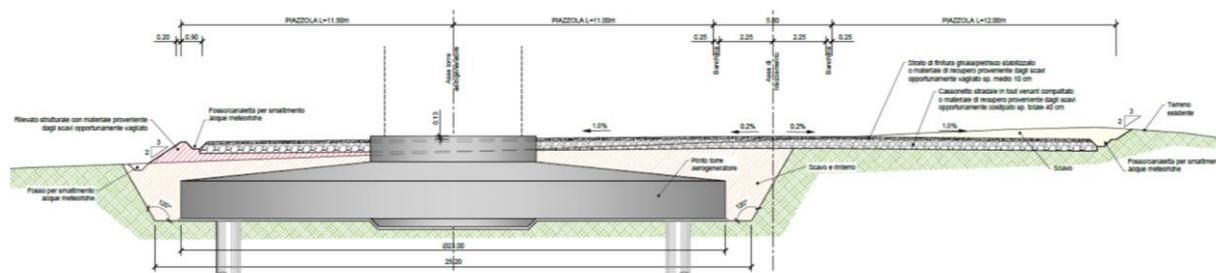


Figura 5.2: Sezione tipo piazzole

6. STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO

In questo paragrafo si riportano le basi per il dimensionamento del sistema di drenaggio superficiale delle aree di intervento.

Lo studio idrologico-idraulico è stato articolato secondo i seguenti punti:

- studio dei bacini idrografici minori esistenti basato sulla modellazione del DTM ed estrazione della rete idrografica naturale, con analisi critica rispetto alla morfologia;
- identificazione delle aree scolanti e del coefficiente di deflusso ottenuto mediante una media ponderata;
- determinazione delle Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometriche (LSPP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni;
- costruzione dello ietogramma di progetto;
- stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- modello di trasformazione afflussi-deflussi - stima delle portate di progetto post operam;
- dimensionamento degli elementi caratteristici del drenaggio consistenti in fossi e trincee drenanti.

6.1 CRITERI DI PROGETTO

L'approccio utilizzato nella progettazione ha posto grande attenzione non solo alla progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile di raccolta e scarico con opere che implementassero la mitigazione.

In particolare, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque dal sito, nel presente progetto si sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- diminuzione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite infiltrazione;
- realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione e gli indiretti processi di bioremediation;
- contrastare i processi di erosione.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- fossi di scolo in terra;
- trincee drenanti;
- protezione scarichi verso solchi di drenaggio naturali mediante implementazione di opere di dissipazione e protezione del versante.

Il sistema di drenaggio è stato dimensionato sulla base dei tempi di ritorno in linea con la vita utile di progetto.

Il dimensionamento di tubazioni e fossi ha tenuto conto di un grado di riempimento massimo del 75%.

6.2 CALCOLI IDROLOGICI

6.2.1 Considerazioni climatiche

All'interno della Relazione di piano del PAI è descritto come la Regione Sicilia sia "caratterizzata da un clima temperato mediterraneo o, con maggiore precisione, si può parlare di clima temperato caldo con prolungamento della stagione estiva e inverno mite".

Per definire il microclima del settore occidentale della Sicilia nel quale ricade l'area di studio, sono stati considerati gli elementi climatici temperatura e piovosità registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all'interno dell'area in esame o limitrofe ad essa.

Le informazioni sono state ricavate dall'Atlante Climatologico realizzato, su una base di dati del trentennio 1965-1994, dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS) e redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia.

Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento ai dati registrati dalle stazioni di Calatafimi e Marsala, che sono le stazioni termo-pluviometriche più vicine al Bacino del Fiume Birgi e dell'area compresa tra questo ed il Bacino del F. Lenzi Baiata. Pur non ricadendo all'interno dell'area in studio, le stazioni sono limitrofe ad essa, per cui i dati registrati si possono considerare rappresentativi della variabilità dell'intera area.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
CALATAFIMI	10,3	11,0	12,4	15,3	19,3	22,9	25,0	25,5	22,5	18,7	14,2	11,3	17,4
MARSALA	11,3	11,6	12,8	15,1	18,4	21,6	24,4	25,0	22,5	19,7	16,0	12,5	17,6
MEDIA	10,8	11,3	12,6	15,2	18,9	22,3	24,7	25,3	22,5	19,2	15,1	11,9	17,5

Figura 6.1: Temperatura media mensile in gradi Celsius, per il periodo di osservazione 1965-1994.

Prendendo in considerazione i dati termometrici rilevati nel periodo di un trentennio e confrontando i valori relativi alle medie mensili ed annuali, si nota che, sebbene il valore medio annuo complessivo del bacino, di 17,5 °C, risulti pressoché corrispondente al valore medio annuo delle singole stazioni, l'andamento termico delle due stazioni è leggermente diverso, rispecchiando la rispettiva distanza dal mare: i valori medi mensili della stazione di Marsala mostrano infatti che l'area di Marsala, sia nei mesi invernali che in quelli estivi, risente maggiormente dell'azione mitigatrice del mare rispetto a quella di Calatafimi.

L'analisi dei dati mostra inoltre che nei mesi più caldi (luglio e agosto) si raggiungono temperature massime di circa 41°C; invece, nel mese più freddo (gennaio), le temperature minime non scendono mai al di sotto dello zero, ad eccezione di un picco (-4,5°C stazione di Marsala, 0,3°C stazione di Calatafimi) registrato nel 1981.

Per l'analisi delle condizioni pluviometriche, si è fatto riferimento ai dati registrati nelle cinque stazioni pluviometriche ricadenti all'interno dell'area territoriale o limitrofe ad essa.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
BIRGI NUOVO	56,2	52,6	41,0	37,5	19,3	4,8	3,3	7,0	45,0	64,7	64,8	70,3	466,5
BORGO FAZIO	59,9	58,5	46,4	43,8	21,4	8,0	3,0	6,6	38,8	67,6	64,4	72,2	490,6
DIGA RUBINO	64,9	65,0	47,7	44,1	18,5	8,4	2,9	6,2	35,4	61,5	71,3	79,8	505,7
FASTAIA	64,6	62,6	53,7	45,0	22,6	8,0	3,5	10,9	44,1	82,7	70,1	83,4	551,2
MARSALA	61,4	60,0	42,7	38,6	18,7	5,6	3,4	7,6	42,2	58,4	65,7	75,3	479,6
MEDIA	61,4	59,7	46,3	41,8	20,1	7,0	3,2	7,7	41,1	67,0	67,3	76,2	498,7

Figura 6.2: Piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994.

Dai dati pluviometrici raccolti è stato possibile evidenziare come la precipitazione media annua dell'intero bacino, nel periodo di osservazione trentennale, è di 498,7 mm. Le variazioni riscontrate rientrano nell'andamento climatico di tipo semiarido temperato-caldo, caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunnale-invernale e quasi assenti in quello estivo.

Gli elementi climatici esaminati influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee, ed essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

L'evaporazione è sempre modesta nei mesi freddi in special modo nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcarenitica, ciò a causa dell'elevata permeabilità (per porosità e fessurazione) di tali litotipi, che favorisce l'infiltrazione delle acque ruscellanti.

La ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene quindi sostanzialmente nel periodo piovoso ottobre-aprile mentre durante l'estate, caratterizzata da lunghi periodi di siccità ed elevate temperature, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno.

6.2.2 Scelta del tempo di ritorno

L'evento di pioggia di progetto alla base dei calcoli idrologici e della simulazione/dimensionamento idraulico è scelto in base al concetto di tempo di ritorno.

Il periodo di ritorno di un evento, definito anche come "tempo di ritorno", è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o, analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta.

Oltre al concetto di tempo di ritorno vi è poi la probabilità che un evento con tempo di ritorno T si realizzi in N anni:

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

Il grafico riportato di seguito esprime il rischio di superare l'evento con tempo di ritorno T durante N anni.

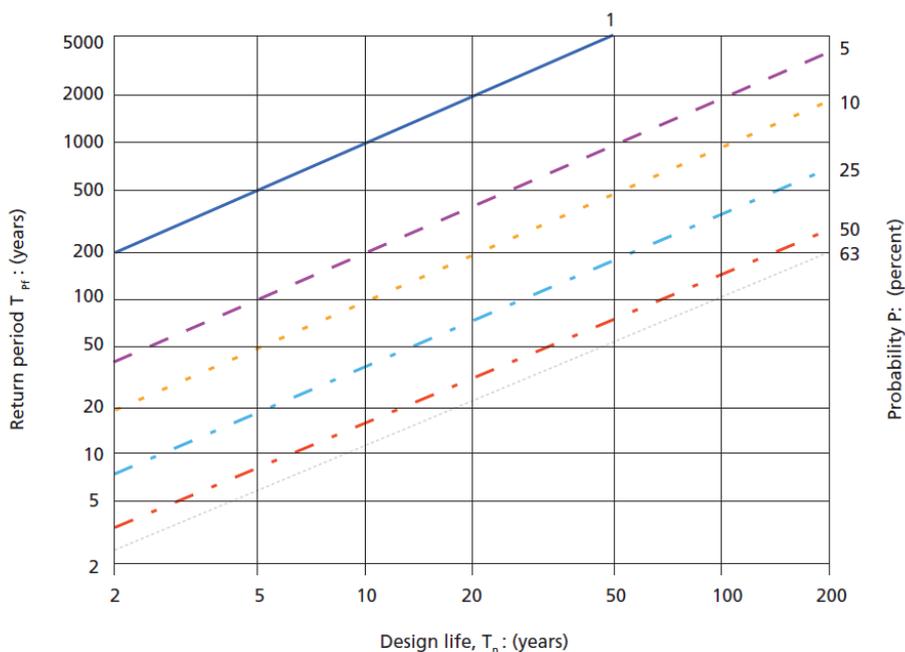


Figura 6.3: Probabilità che un evento con determinato tempo di ritorno si verifichi in N anni.

La durata della vita utile dell'impianto eolico in oggetto è assunta pari a 30 anni.

Il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a **30 anni** per le opere permanenti, mentre un tempo di **2 anni** per le opere di cantiere.

Nelle successive fasi di progetto, in seguito a sopralluogo in sito e rilievo aggiornato, nell'eventualità dell'identificazione di corsi preferenziali che non presentano un alveo ben definito, ma possono raggiungere portate significative in seguito ad eventi di pioggia intensi non ordinari, il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto sarà assunto pari a **100 anni**.

6.2.3 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense

Per l'applicazione di un modello afflussi-deflussi e la successiva determinazione delle portate meteoriche superficiali, è stato necessario determinare la curva di possibilità pluviometrica caratteristica dell'area oggetto di intervento.

Il tempo di ritorno da assegnare alla curva di possibilità pluviometrica è stato fatto variare da un minimo di 2 anni ad un massimo di 100 anni.

Secondo quanto previsto dalla "Relazione di Piano (dic. 2004) – AdB" lo studio idrologico a livello di bacino per la determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno è da condurre in conformità con quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDICI) e deve in ogni caso tener conto dei dati raccolti dagli Uffici periferici dell'ex Servizio Mareografico e Idrografico Nazionale e da eventuali elaborazioni dei dati prodotti dagli stessi Uffici.

L'analisi pluviometrica è stata svolta sulla base dell'Analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 e 24 ore. Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987) in cui per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello è stato fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liritano, 1994).

Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in tre sottozone A, B e C, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica.

L'area di progetto risulta ricadere nella sottozona A (Figura 6.4), pertanto sono stati calcolati i valori della curva $K_{(T,d)}$ (variabile adimensionale dell'altezza di precipitazione rispetto alla media $K_{(T,d)} = h/\mu_{(d)}$) di assegnata durata e tempo di ritorno, risultando con ottima approssimazione dipendenti dalla durata della precipitazione (d) e dal tempo di ritorno (T) secondo la seguente formulazione riferita ad un tempo di ritorno superiore a 10 anni:

$$K_{(T,d)} = 0.5391 - 0.001635 d + (0.0002212 d^2 + 0.00117 d + 0.9966) \log_{10} T$$

Dove:

- h : variabile idrologica, altezza di precipitazione (mm);
- $\mu_{(d)}$: valore medio teorico di altezza di pioggia della legge TCEV.



Figura 6.4: Sottozone omogenee (secondo livello) e area di progetto (rosso)

Il terzo livello di regionalizzazione prevede la stima delle medie di pioggia $\mu_{(d)}$ nei siti privi di stazioni di misura o con modesto numero di anni di osservazione così da rendere applicabile la procedura in qualsiasi punto della regione.

Pertanto, è possibile determinare un legame tipo monomio tra la media μ_c relativa alle durate di precipitazione considerate (1, 3, 6, 12 e 24 ore) per ciascuna delle stazioni pluviografiche siciliane.

L'espressione determinata assume, dunque la forma:

$$\mu(d) = a d^n$$

I coefficienti a ed n sono tabellati per tutte le stazioni pluviografiche siciliane, per i siti sprovvisti di stazioni misure sono stimati sulla base delle cartografie estratte dall'allegato B del documento di piano del PAI (Figura 6.5, Figura 6.6) ottenute interpolando spazialmente sull'intera regione i dati puntuali tabellati di seguito riportate.

In corrispondenza del baricentro del bacino i parametri assumono i valori seguenti:

- $a = 27 \text{ mm/h}$
- $n = 0,24$

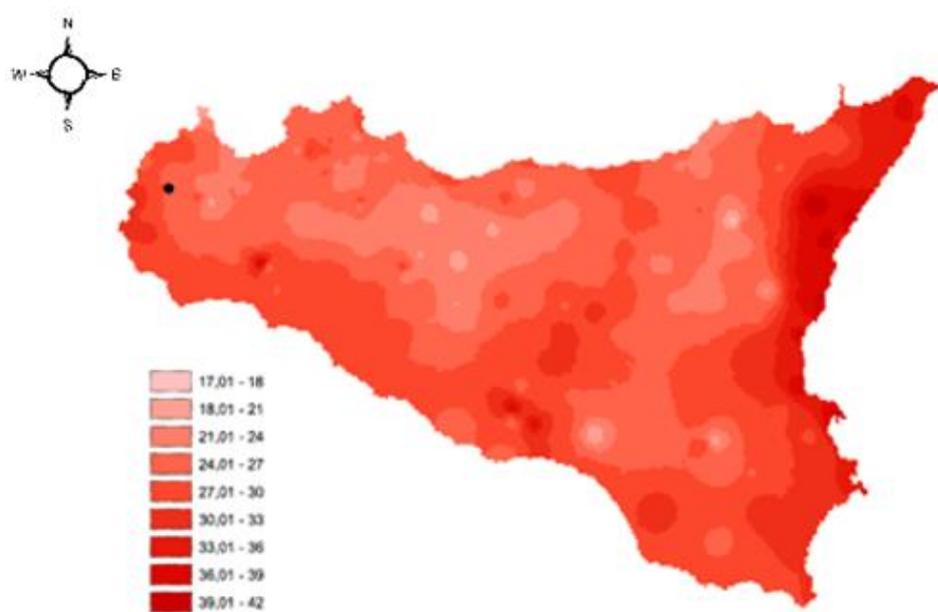


Figura 6.5: Carta del parametro a per il territorio siciliano - in nero il sito

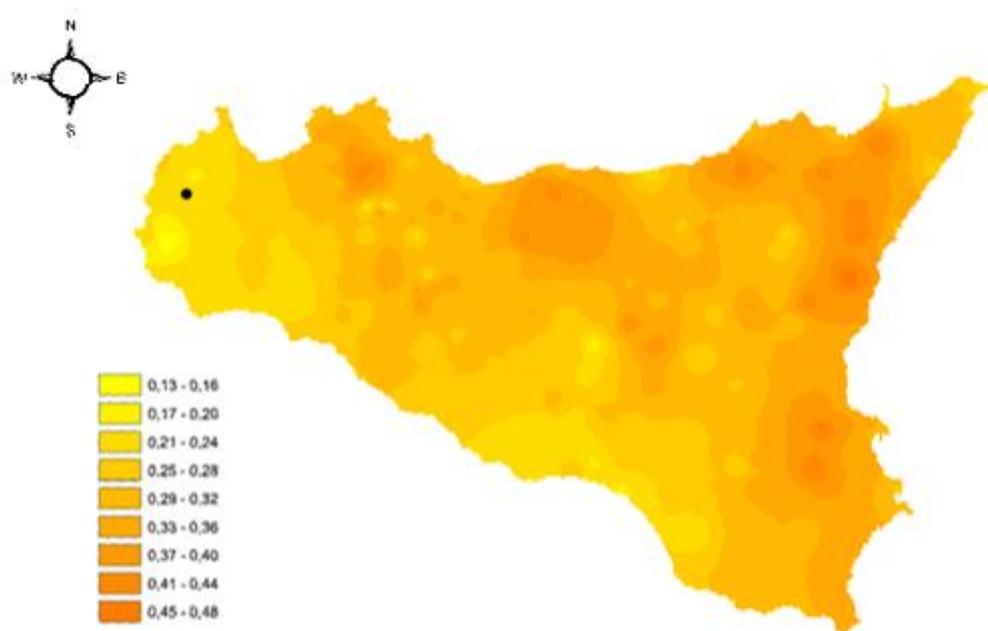


Figura 6.6: Carta del parametro n per il territorio siciliano - in nero il sito

È possibile, pertanto, riunendo le espressioni precedenti, determinare la curva di possibilità pluviometrica in funzione dei parametri a ed n che assume la seguente forma:

$$h_{(T,d)} = K_{(T,d)} a d^n$$

Per i valori dei tempi di corrivazione dei bacini studiati, che risultano inferiori ad un'ora, la curva di probabilità pluviometrica costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore non può essere utilizzato per valori della durata inferiore ad un'ora. È stato tuttavia dimostrato (Vito Ferro, "La sistemazione dei bacini idrografici", McGraw – Hill editore) che l'altezza di pioggia $h_{(T,d)}$ con durata minore di 60 minuti è legata all'altezza di pioggia, $h_{(T,60)}$, di durata 60 minuti dal seguente legame funzionale (legge di Bell):

$$\frac{h_{(T,d)}}{h_{(T,60)}} = \left(\frac{d}{60}\right)^s$$

Dove:

- $h_{(T,60)}$: altezza di precipitazione (mm) con durata pari a 60 minuti e periodo di ritorno fissato T ;
- s : coefficiente dipendente della regione in esame, per la Sicilia assunto pari a 0.386.

Di seguito riportate le Curve di Possibilità Pluviometrica distinte per eventi pluviali di durata superiore e inferiore ad un'ora e per diversi tempi di ritorno (2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni).

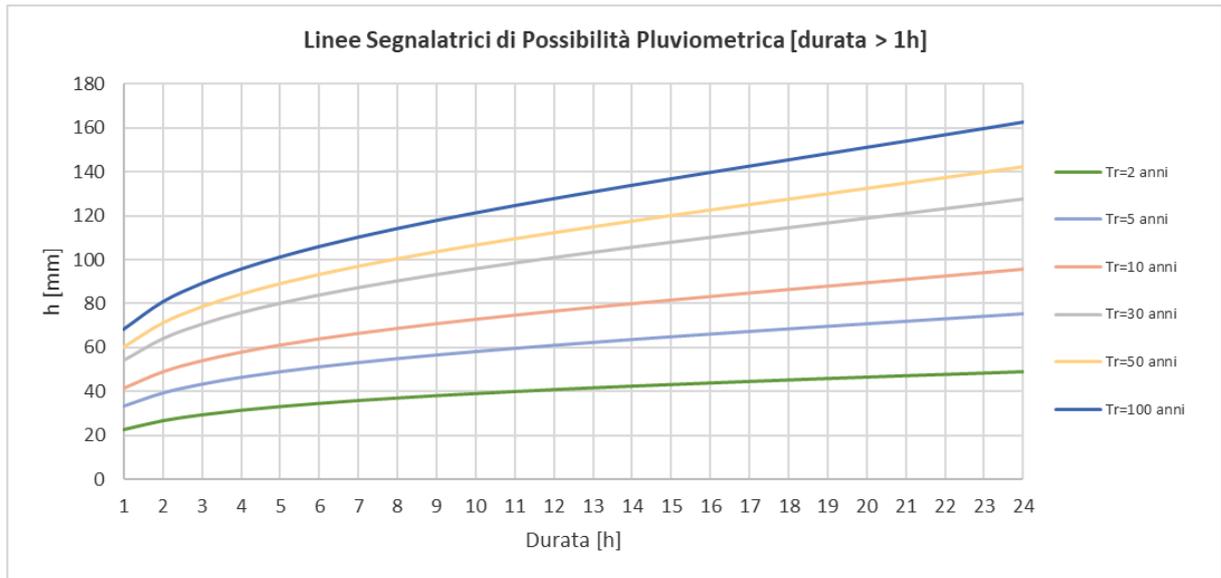


Figura 6.7 Linee segnatrici di Possibilità Pluviometrica con durata maggiore di un'ora

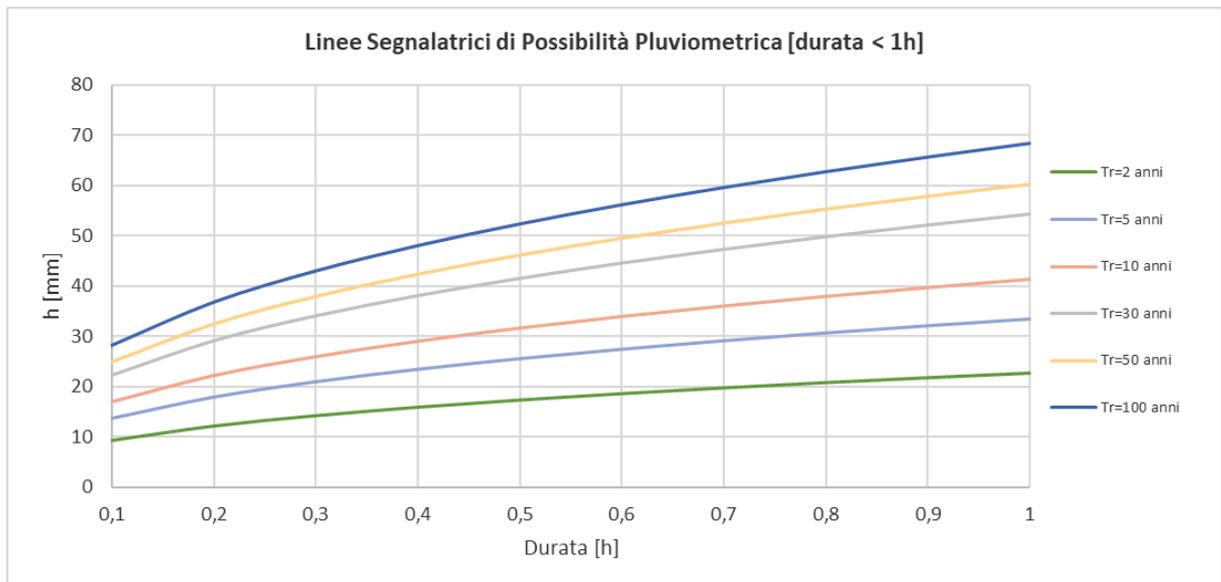


Figura 6.8 Linee segnatrici di Possibilità Pluviometrica con durata minore di un'ora

Nella tabella seguente si riportano inoltre, per diverse durate (da 30 minuti a 24 ore) e tempi di ritorno (2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni), i valori dell'altezza di precipitazione $h_{(T,d)}$ espressa in millimetri.

Tabella 6.1 Altezza di pioggia per le diverse durate e per i diversi tempi di ritorno

d [h]	T = 2 [ANNI]	T = 5 [ANNI]	T = 10 [ANNI]	T = 30 [ANNI]	T = 50 [ANNI]	T = 100 [ANNI]
0.5	17	26	32	42	46	52
1	23	33	41	54	60	68
2	27	39	49	64	71	81
3	29	43	54	71	79	89
4	31	47	58	76	84	96
5	33	49	61	80	89	101
6	35	51	64	84	93	106
7	36	53	66	87	97	110
8	37	55	69	90	100	114
9	38	57	71	93	104	118
10	39	58	73	96	107	121
11	40	60	75	98	110	125
12	41	61	77	101	112	128
13	42	63	78	103	115	131
14	42	64	80	106	118	134
15	43	65	82	108	120	137
16	44	66	83	110	123	140
17	45	67	85	112	125	142
18	45	69	86	114	128	145
19	46	70	88	117	130	148
20	47	71	89	119	132	151
21	47	72	91	121	135	154
22	48	73	93	123	137	157
23	48	74	94	125	140	159
24	49	76	96	127	142	162

6.2.4 Valutazione della pioggia efficace (netta)

La determinazione della pioggia efficace ovvero della porzione di volume della precipitazione che contribuisce effettivamente alla formazione dell'onda di piena è stata eseguita applicando il "metodo percentuale" ϕ .

Questo metodo ipotizza che le perdite costituiscano una percentuale costante della quantità di pioggia durante l'evento.

Si considera il coefficiente di deflusso ϕ , caratteristico dell'evento nella sua totalità, come rapporto tra il volume di precipitazione netta (P_{netta}) ed il volume di precipitazione totale (P):

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

Al fine di ottenere lo ietogramma di pioggia netta, la pioggia sintetica "di progetto" viene moltiplicata per il parametro ϕ , ammettendosi così che i fenomeni di infiltrazione e perdita idrica siano costanti durante tutta la durata dell'evento piovoso.

Le aree allo stato ante-operam non risultano impermeabilizzate e sono prevalentemente coltivate. Come descritto in precedenza, l'area di progetto si sviluppa su vigneti, seminativi semplici e colture erbacee estensive.

L'assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana ha rilasciato la carta dei valori del Curve Number (CN), da cui è stato ricavato il valore di progetto assunto pari a **76** (Figura 6.9).

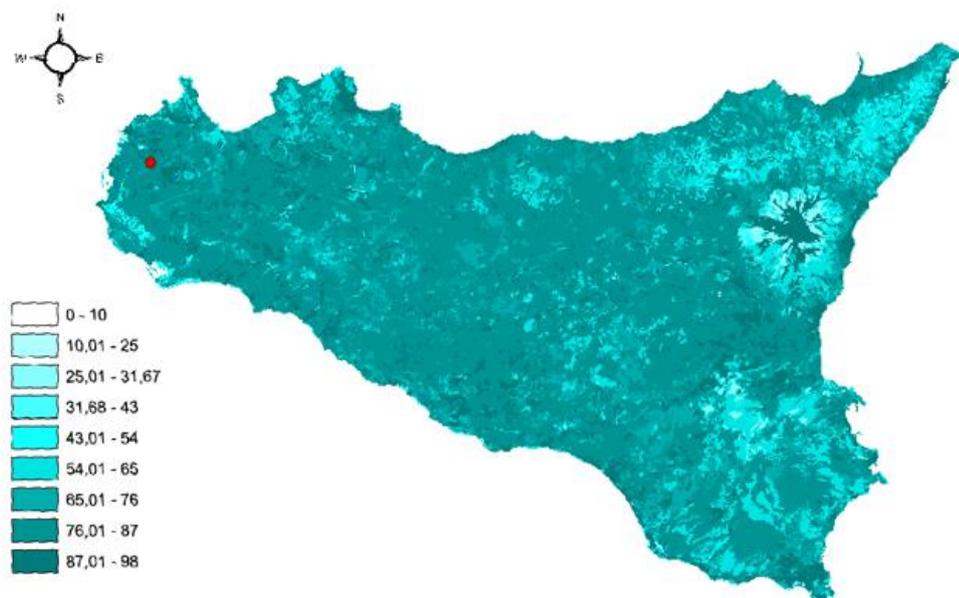


Figura 6.9: Carta dei valori di CN e ubicazione dell'area di progetto (in rosso).

Si assume che il valore di CN possa variare in relazione alle condizioni iniziali di imbibimento all'atto della piena. Lo stato di imbibimento viene espresso, in modo quali-quantitativo, in base ad un indice di pioggia, ovvero la pioggia totale caduta nei cinque giorni che precedono l'evento di piena.

A seconda di tale valore, vengono identificate le tre classi AMC I, II, III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito.

Il valore di CN mappato in Figura 6.9 rappresenta il valore di AMC II, ma a vantaggio di sicurezza nelle successive fasi di calcolo sarà considerato un valore di AMC III derivabile grazie alla seguente equazione:

$$CN (III) = \frac{23 CN (II)}{10 + 0.13 CN (II)}$$

A favore di sicurezza il valore è stato assunto nell'ipotesi di AMC III e quindi pari a **88**.

Nelle figure di seguito si riportano i grafici relativi alla correzione CN/coefficiente di deflusso ad altezza di precipitazione fissata e il grafico di correlazione tra altezza di precipitazione e coefficiente di deflusso a CN fissato.

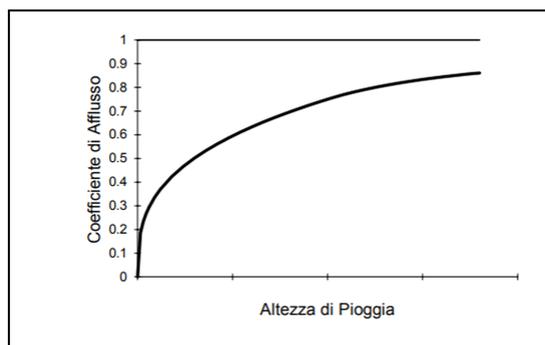


Figura 6.10 Correlazioni da letteratura coeff. Afflusso/altezza di pioggia

In virtù delle proprietà del terreno esistente, il parametro φ è stato quindi assunto pari a **0.50**.

6.2.5 Valutazione post-operam e fase di cantiere

In merito alle aree prevalentemente permeabili è stato valutato l'impatto delle opere permanenti e temporanee, ovvero la piazzola intorno alla torre, la strada di accesso e la piazzola di cantiere.

Si è valutata arealmente l'incidenza delle acque meteoriche e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili.

Le strade di accesso e le piazzole di cantiere saranno pavimentate con misto granulare stabilizzato, a tal proposito si è reso necessario un aumento cautelativo del coefficiente di deflusso per tali aree, pari a **0,7**.

Per quanto riguarda le piazzole permanenti intorno alla WTG, l'impermeabilizzazione consiste nel basamento della torre avente diametro 6 metri e un'area rettangolare intorno al basamento in misto granulare stabilizzato. Nel calcolo della pioggia netta è stato quindi calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderale sulla base delle precedenti assunzioni portando ad un aumento cautelativo del coefficiente di deflusso per l'intera piazzola permanente pari a **0,77**.

Sulla base dei coefficienti di deflusso stimati sono state calcolate le portate al colmo durante l'evento intenso di progetto nello scenario post-operam, valutando inoltre la capacità idraulica dei canali esistenti e in progetto.

6.2.6 Modello di trasformazione afflussi/deflussi – stima delle portate di progetto post-operam

Per calcolare le portate di scolo dai bacini imbriferi costituiti dai singoli settori in cui è prevista l'area di progetto, si è determinato per ognuno di essi l'evento critico, cioè l'evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato il modello cinematico (o della corrivazione).

Ipotizzando che la precipitazione sia a intensità costante e che la curva tempi aree del bacino sia lineare, la durata critica coincide con il tempo di corrivazione del bacino e la portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

$$Q_P = \phi \cdot \frac{i(T_0, t_C) \cdot A}{360}$$

Dove:

Q_P = portata critica (netta) [m³/s];

ϕ = coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];

$i(T_0, t_C)$ = intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino (t_C - min) ed avente un tempo di ritorno (T - anni) [mm/h];

A = superficie del bacino [ha].

Il valore del tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

6.3 CALCOLI E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI

Attraverso l'analisi TauDEM rielaborata in ambiente GIS è stato indentificato un reticolo idrografico principale caratterizzato da corsi preferenziali che non presentano un alveo ben definito, ma possono raggiungere portate significative in seguito ad eventi di pioggia intensi non ordinari.

Il progetto ha previsto una sistemazione del drenaggio oggi assente al fine di indirizzare e distribuire le portate, costituita da canalette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale.

Tra i vantaggi idraulici essi immagazzinano e convogliano le acque scolanti meteoriche favorendo la riduzione dei picchi di deflusso, l'infiltrazione e il rallentamento dei flussi, a seconda della pendenza.

Per le piazzole di cantiere e permanenti si prevede un fosso di guardia perimetrale in terra. Per le piazzole permanenti si prevede inoltre l'installazione di trincee drenanti, con l'obiettivo di ridurre i picchi di deflusso che gravano sullo scarico finale con conseguente erosione potenziale. Inoltre, le trincee drenanti riducono il carico inquinante, sfruttando i processi naturali di abbattimento degli stessi, andando a contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale delle opere di progetto. Le trincee drenanti saranno costituite da scavi riempiti con materiale con ottima capacità drenante del tipo ghiaia/ciottolato.

La viabilità di accesso sarà corredata da un fosso di guardia lato monte, con tubazioni sotto il piano stradale nel caso di versanti ripidi e bacini di scolo significativi gravanti sul piano stradale.

6.3.1 Fosso di guardia e tubazioni

Il presente paragrafo presenta lo studio preliminare dei fossi di guardia delle piazzole e delle strade. Nelle fasi di progettazione successive, sulla base del sopralluogo in sito e rilievo aggiornato, sarà possibile definire la sezione idraulica più adatta alla regimazione del deflusso meteorico per ogni strada e piazzola.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning (parametro che si usa nello studio dei flussi dei canali e che varia rispetto alla natura della superficie di riferimento):

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} i^{1/2}}{n}$$

Dove:

- Q : portata di riferimento [m^3/s];
- A : area della sezione bagnata [m^2];
- R : raggio idraulico [m] (rapporto tra A e il corrispondente perimetro bagnato della sezione);
- i : pendenza dell'alveo [m/m];
- n : coefficiente di conduttanza idraulica di Manning.

I fossi saranno realizzati in scavo con una sezione trapezoidale di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di 45° .

In corrispondenza di interferenze tra corsi d'acqua esistenti e viabilità di progetto si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolati in c.a. carrabili o da tubazioni in CLS/HDPE carrabili.

Nei rami di significativa lunghezza, al fine di ridurre la velocità di scorrimento in occasione di eventi con tempo di ritorno 2-5 anni, saranno inseriti dei salti di fondo.

Lo scopo delle canalette e dei condotti interrati è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa a un tempo di ritorno di **30 anni** per le piazzole permanenti e per le strade, ed un tempo di ritorno di **2 anni** per le piazzole di cantiere.

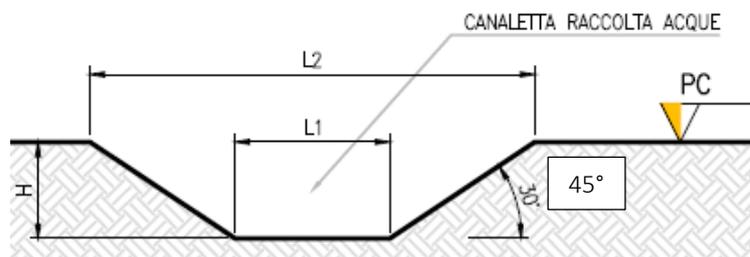


Figura 6.11: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

Per quanto riguarda le tubazioni sotto il piano stradale, avranno una spaziatura tale da assicurare il corretto deflusso delle acque di pioggia provenienti da parte del manto stradale e dal versante (ove presente), e assicurare un'interferenza con l'idrografia esistente quanto più minima tra ante- e post-operam. Per il dimensionamento delle tubazioni e la spaziatura si rimanda al paragrafo 6.4.

Gli scarichi della rete di drenaggio post-operam, sia per le strade sia per le piazzole, convergeranno ai ricettori esistenti ante-operam.

6.3.2 Trincea drenante

Una trincea drenante è un sistema lineare di gestione dell'acqua piovana costituita da una trincea sotterranea riempita di ghiaia ricoperta di geotessile, in grado di smaltire acqua nei terreni circostanti attraverso i lati e il fondo della trincea, e di abbattere i picchi di deflusso.

Questa tipologia di sistemi di drenaggio sostenibile (SuDS) sono generalmente realizzati con forme differenti in funzione del volume necessario e degli aspetti paesaggistico/architettonici.

Oltre ai vantaggi in materia idraulica già descritti precedentemente, la scelta di inserimento di queste vasche consentirà di ridurre il carico inquinante, sfruttando i processi naturali di abbattimento degli stessi, andando a contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale delle opere di progetto.

Gli scavi sono in genere di sezione rettangolare, riempiti con materiale inerte naturale ghiaioso e sabbioso, ad elevata permeabilità.

L'acqua infiltrata viene trasportata lungo la trincea attraverso il materiale di riempimento o utilizzando una tubazione drenante collocata alla base della trincea. Per evitare l'intasamento del corpo drenante da parti fini, lo scavo sarà completamente rivestito da strati di tessuto non tessuto.

Sono previsti pozzetti di ispezione e manutenzione.

Di seguito si riporta un'immagine esemplificativa dell'opera in oggetto.

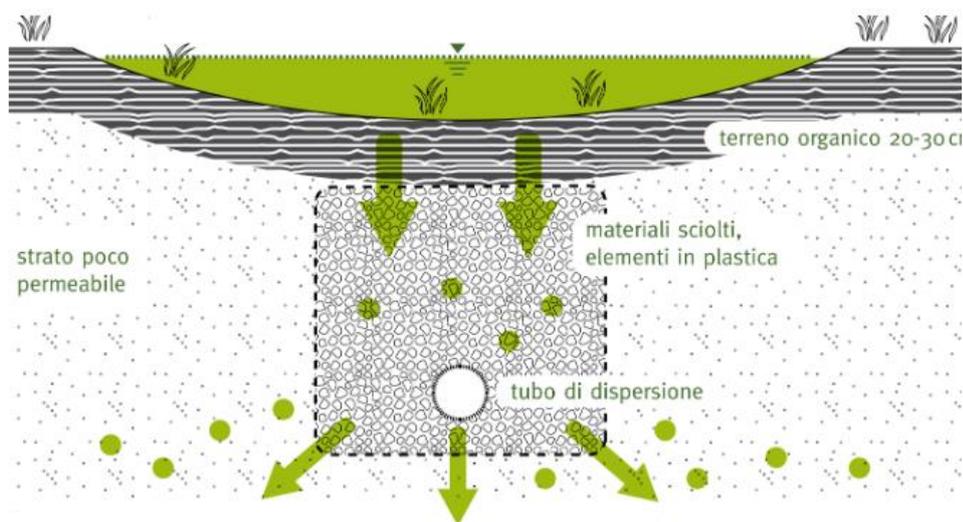


Figura 6.12: Schema esemplificativo di trincea di infiltrazione

Il dimensionamento è stato condotto secondo le linee progettuali de "Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione – HOEPLI" sulla base della legge di Darcy.

$$Q_f = k \cdot J \cdot A$$

Dove:

- Q_f : portata di infiltrazione [m^3/s];
- k : coefficiente di permeabilità [m/s];
- J : cadente piezometrica [m/m];
- A : superficie netta d'infiltrazione [m^2].

Al fine di tener conto che gli strati di terreno in questione si trovano spesso in condizioni insature, è opportuno ridurre del 50% il valore della permeabilità che compare nella legge di Darcy [Sieker, 1984].

Per il dimensionamento della trincea si rimanda al paragrafo 6.5.2.

6.4 SISTEMA DI GESTIONE ACQUE METEORICHE - VIABILITÀ

Il presente paragrafo identifica gli interventi necessari per garantire il corretto deflusso delle piste di accesso, il minimo impatto delle stesse sull'idrografia esistente e l'eventuale attraversamento in sicurezza di corsi d'acqua minori.

6.4.1 Sistema di gestione acque meteoriche: strade

Sulla base della pratica e di fonti di letteratura, la deviazione del deflusso inalveato al di fuori del suo naturale percorso ha conseguenze considerevoli sull'assetto esistente dei solchi di drenaggio e, nel caso di pendenze elevate, del versante.

Una volta arrivato sulla sede stradale, infatti, il deflusso che eccede la capacità di smaltimento del manufatto, in genere non prosegue nel suo percorso rientrando in alveo, ma segue la strada fino a sfociare sul versante in una porzione non protetta, saturandolo, ed in generale predisponendolo al dissesto. Questo tipo di fenomeno è molto spesso la fonte primaria di detrito e la causa principale di cedimento delle strade.

Le opere di regimazione delle acque superficiali si rendono quindi necessarie e determinanti nell'ottica di una riduzione dell'impatto ambientale e nel limitare gli interventi di manutenzione e, quindi, i costi di gestione.

La viabilità seguirà percorsi esistenti eventualmente con solchi di drenaggio già esistenti o in altri casi da eseguire o ripristinare.

Al fine di gestire correttamente il deflusso superficiale devono essere realizzati dei manufatti che consentano di intercettare l'acqua ed indirizzarla opportunamente sui versanti, o verso la rete idrografica. Tutte le strade di accesso saranno di tipo permeabile con cassonetto in tout venant dallo spessore di 40 cm e uno strato di finitura in ghiaia o pietrisco dallo spessore di 10 cm.

A seconda della morfologia del terreno, sarà introdotto un sistema diverso di gestione del deflusso secondo quattro casistiche:

1. Strada in piano: Strade realizzate in piano con manto a schiena d'asino con pendenza minima pari a circa il 2%; posto che non vi siano bacini scolanti gravanti sulle strade non sarebbe necessaria la realizzazione di fossi laterali, tuttavia, questa tipologia di strada è stata comunque dotata di due canalette a sezione trapezia a lato. (Figura 6.13)
2. Strada a mezza costa: casistica dove sulla strada grava non solo il deflusso della stessa, ma anche quello derivante dal lato di monte. In questo caso si gestiscono le acque con due fossi, uno sul lato di monte e uno sul lato di valle. Gli scarichi per questa tipologia costruttiva sono situati al di sotto del manto stradale. La pendenza del manto stradale è variabile a seconda della morfologia del terreno. (Figura 6.14)

3. Strada in rilevato: strada realizzata mediante un riporto di altezza variabile, le cui scarpate hanno pendenza variabile; anche in questo caso è prevista la realizzazione di due canalette a lato della strada, in corrispondenza del piede della sponda. In questo caso lo scarico avviene a lato seguendo la pendenza del versante, secondo l'idrografia del terreno. (Figura 6.15)
4. Strada in trincea: costruite previa realizzazione di una trincea le cui scarpate hanno pendenza variabile; sono previste due canalette a lato della strada posizionate all'interno della trincea. Essendo le canalette posizionate ad una quota inferiore al piano campagna, esse scaricheranno le acque raccolte non appena la morfologia e la pendenza del terreno consentono lo scarico a gravità. (Figura 6.16)

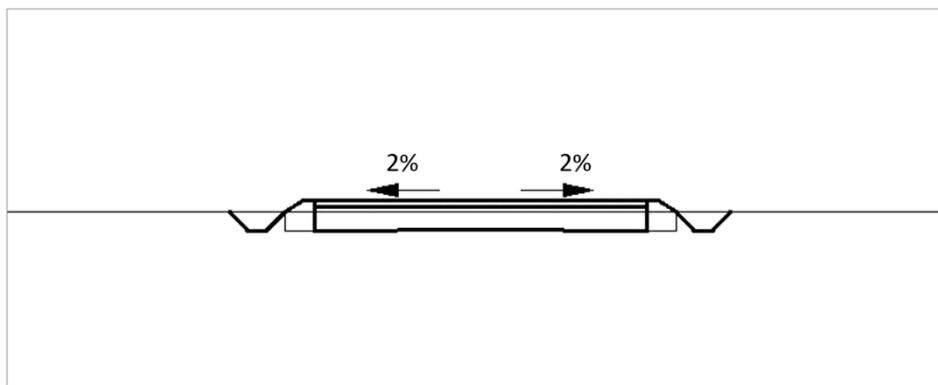


Figura 6.13: Sezione trasversale per strada in piano.

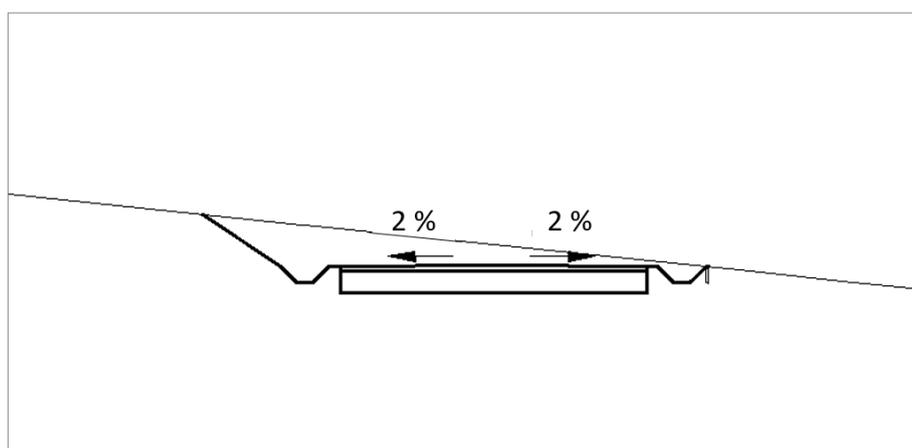


Figura 6.14: Sezione trasversale per strada a mezza costa

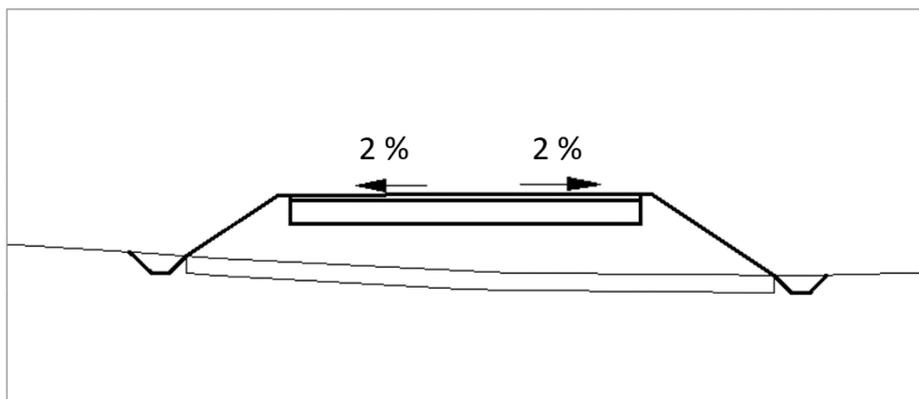


Figura 6.15: Sezione trasversale per strada in rilevato.

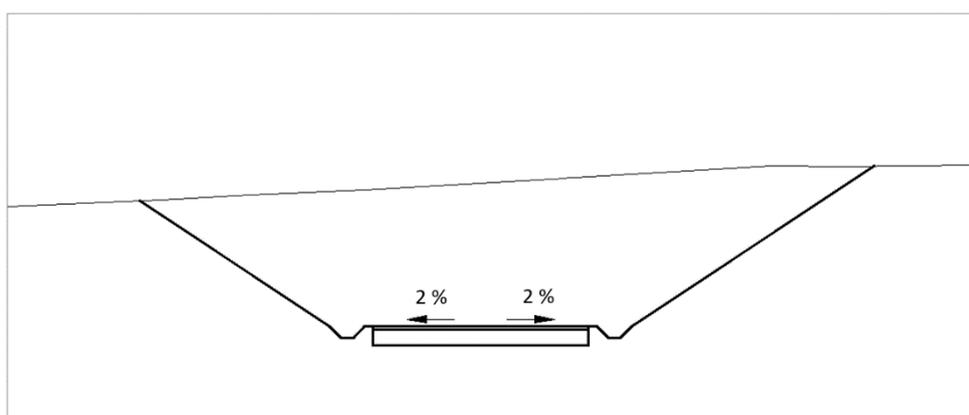


Figura 6.16: Sezione trasversale per strada in trincea.

A causa della morfologia del terreno e delle esigenze pratiche del progetto in questione, le strade di accesso alle piazzole non saranno realizzate secondo un'unica tipologia ma possono contenere molteplici casistiche.

Sulla base della simulazione del modello digitale del terreno condotta mediante algoritmi TauDEM, delle immagini satellitari e dell'idrografia (Reticolo idrografico DBPRIOR10K), dei Piani PAI e PGRA, sono emerse interferenze con corsi d'acqua.

Nel paragrafo 6.4.3 si studia la risoluzione delle potenziali interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali, che possono essere individuati nelle successive fasi di progetto, in seguito a sopralluogo in sito e rilievo aggiornato. Tali percorsi preferenziali, che non presentano un alveo ben definito, saranno in ogni caso tutelati in fase costruttiva al fine di mantenerne la continuità idraulica.

6.4.2 Tipologico - fosso di guardia e tubazioni

In combinazione con la sagomatura del piano stradale, saranno realizzati una serie di manufatti che consentano di intercettare l'acqua ed indirizzarla opportunamente verso la rete idrografica esistente.

Si prevede un fosso di guardia lungo le strade di accesso lato monte, così da prevenire fenomeni di dissesto idrogeologico innescati dall'alterazione della naturale circolazione idrica dei versanti interessati dalla viabilità e della rete idrografica che vi sottende.

Nel caso delle strade a mezza costa il fosso permetterà di intercettare il deflusso dal versante di monte e il deflusso prodotto su parte del piano stradale, essendo quest'ultimo con baulatura.

Tali fossi, che confluiscono in tombini, si raccorderanno a tubazioni che sottopassano la sede stradale e smaltiscono il deflusso verso i punti di scarico.

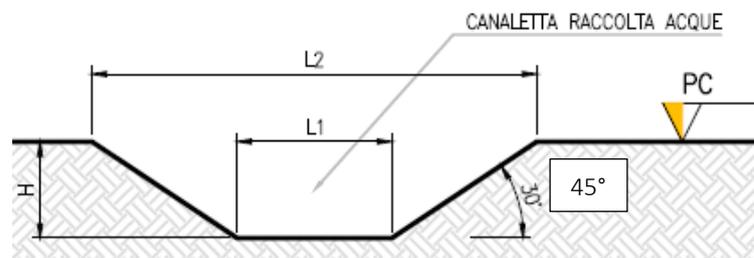


Figura 6.17: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo, le dimensioni saranno ricalcolate nel corso delle successive fasi progettuali per ogni accesso alle WTG.

Tabella 6.2: Dimensioni sezione tipo canaletta di drenaggio.

TABELLA DIMENSIONI SCHEMA TIPO CANALETTA		
L1 [m]	L2 [m]	H [m]
0,3	0,9	0,3

Il raccordo tra fosso di drenaggio e tombino che sottopassa la strada, avviene per mezzo di un pozzetto d'ispezione e raccordo, così anche da ridurre la quantità di sedimento a valle. Al fine di garantire una maggiore efficienza del deflusso, è opportuno operare con protezione dei punti di ingresso e di uscita dei tombini, così da ridurre o evitare intasamenti ed erosione sulla scarpata di valle o sul versante. Tali protezioni si possono realizzare in modo semplice ed efficace, con pietre di grosse dimensioni e tondame, come mostrato in Figura 6.18.

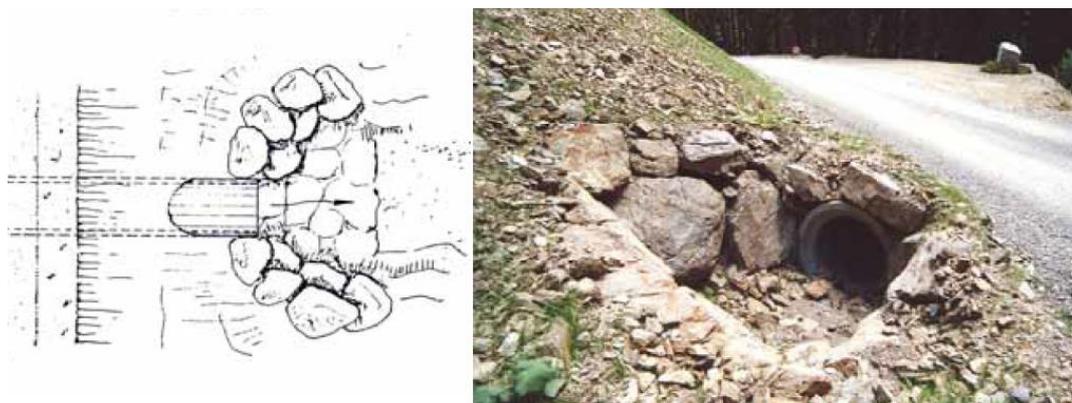


Figura 6.18: Pozzetti in legname e in massi (fonte: "Viabilità forestale regionale" Bortoli, P.L. 2001).

In corrispondenza dei punti di scarico saranno realizzati locali protezione antierosive e dissipazioni in pietrame.

In questa fase preliminare è stato valutato il caso di strada a mezza costa, avendo quale area scolante non solo la strada di progetto, ma anche il versante.

Sulla base dell'analisi idrologica e del modello digitale del terreno con risoluzione spaziale 2x2 m (scaricato dalla fonte ufficiale della Regione Sicilia), e in relazione alle considerazioni idrauliche al paragrafo 6.3, considerando un'area scolante media di versante variabile tra **3000 mq** e **110000 mq** (area basata su una casistica delle aree scolanti nell'area di progetto desunte dal DEM nei tratti di mezzacosta), un tempo di ritorno di **30 anni** ed una lunghezza dei tratti di nuova viabilità tra **184 m** e **1053 m**, è prevista una spaziatura delle tubazioni variabile tra i **30 metri** e i **50 metri**, con un diametro dei tubi di **400 mm**.

Il posizionamento degli scarichi lungo la viabilità di accesso e per le piazzole è visibile nell'elaborato grafico 2995_5531_PAC_PFTE_R09_T01_Rev0_PLANIMETRIADRENAGGI.

Tali dimensioni saranno ricalcolate nel corso delle successive fasi progettuali, in seguito a rilevamento topografico di dettaglio, sopralluogo e studio idraulico di dettaglio per ogni strada di accesso.

6.4.3 Risoluzione delle potenziali interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali

Sulla base della simulazione del modello digitale del terreno condotta mediante algoritmi TauDEM, delle immagini satellitari, dell'idrografia del progetto DBPrior10k, dei Piani PGRA e PAI, si sono riscontrate interferenze con l'idrografia, lungo la viabilità esistente da adeguare e di nuova realizzazione.

Nella necessità di superare un'eventuale interferenza tra la strada di accesso e l'idrografia esistente (solchi di drenaggio senza alveo definito e non soggetti a pianificazione di rischio), non al momento rilevata, al fine di garantire la continuità idraulica del reticolo naturale, si rende utile l'utilizzo di tombotti, per piccoli corsi d'acqua ed impluvi.

Si è considerato di evitare la soluzione del guado poiché costituirebbe un ostacolo per il transito dei mezzi logistici durante la fase di cantiere.

Al fine di evitare che all'ingresso del tombotto si possano formare rallentamenti del deflusso e ristagni che causano la deposizione di materiale e quindi ne riducono l'efficienza fino ad intasarlo, saranno implementate 3 soluzioni:

1. Evitare allargamenti dell'alveo in prossimità dell'imboccatura;
2. Evitare diminuzioni di pendenza in prossimità dell'imboccatura;
3. Raccordare alveo e tombotto con angoli quanto più ottusi.

Nelle successive fasi di progetto, qual ora si riscontrasse la presenza di un solco di drenaggio lungo le strade di accesso, il tombotto dovrà essere dimensionato, da un punto di vista idraulico, in relazione ad una portata di un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a minimo **100 anni**.



Figura 6.19: Esempi tombotto.

Si rimanda al capitolo 7 per l'identificazione e la verifica di compatibilità idraulica in caso di interferenze con corpi idrici superficiali.

6.5 SISTEMA DI GESTIONE ACQUE METEORICHE - PIAZZOLE

Il presente paragrafo identifica gli interventi necessari per garantire il corretto deflusso delle piazzole permanenti e quelle della fase di cantiere ed il minimo impatto delle stesse sull'idrografia esistente.

A favore di sicurezza è stata valutata anche la fase di cantiere, nonostante questa occuperà un intervallo temporale molto breve e transitorio.

6.5.1 Fase di cantiere/montaggio

Al fine di garantire il corretto smaltimento del deflusso superficiale prodotto dall'area di cantiere, si prevede un fosso di guardia perimetrale scavato nel terreno naturale, al fine di raccordare il deflusso delle acque meteoriche interne all'area di cantiere unitamente a quelle esterne gravanti sull'area di progetto. Al paragrafo 6.3.1 il dimensionamento del fosso.

Le opere idrauliche in progetto, avendo queste il solo scopo di garantire la viabilità di passaggio e trasporto durante la fase di cantiere e per le attività di manutenzione durante l'esercizio, saranno progettate al fine di minimizzare l'alterazione al naturale deflusso dell'area di progetto.

Al fine di non modificare la rete naturale allo stato attuale e definire un sistema di drenaggio con il minor impatto è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno disponibile con lo scopo di identificare le principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria).

A tal proposito, lo scarico delle acque superficiali avverrà in conformità con la rete idrografica esistente, desunta dallo studio del modello digitale del terreno.

La seguente Figura 6.20 mostra un tipologico dell'area scolante esterna gravante sull'area di cantiere (B1) e l'area scolante interna (B2). Il fosso di guardia perimetrale andrà a scaricare in modo da assecondare l'idrografia esistente nel punto indicato in figura.

Si rimanda al capitolo 7 per l'identificazione e la verifica di compatibilità idraulica in caso di interferenze con corpi idrici superficiali.

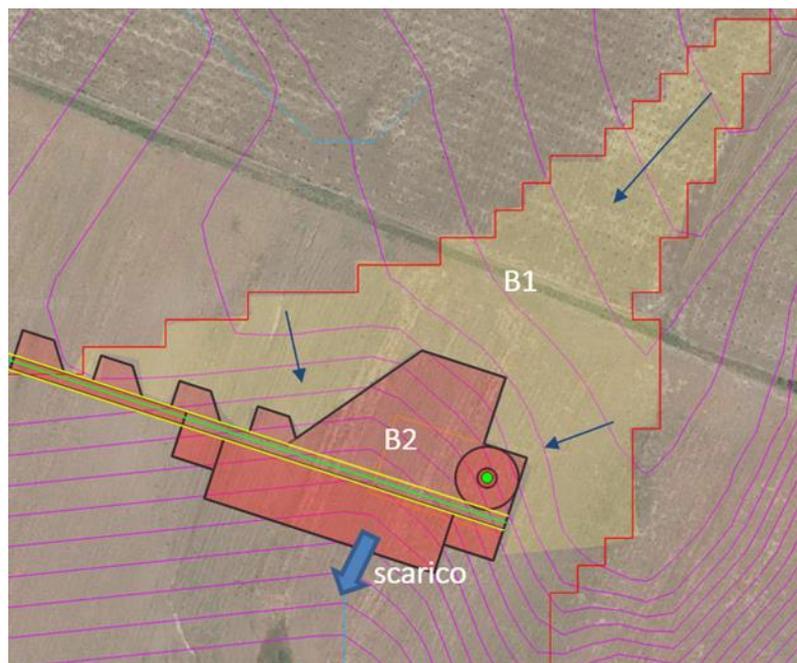


Figura 6.20: tipologico dell'area scolante esterna gravante sull'area di cantiere (B1) e l'area scolante interna (B2)

Al fine di difendere il suolo dalla possibile erosione provocata dalla corrente uscente dall'area di cantiere, saranno posizionati dei letti in **riprap** di dissipazione, disposti su stese in geotessuto.

Si tratta di difese con materiali inerti naturali caratterizzate dall'essere permeabili ed in grado di subire assestamenti senza danni. La granulometria nominale risulta dimensionata sulla base dei risultati della modellazione idraulica per garantire la stabilità.

Le regole generali di progettazione di protezioni con pietrame sciolto prevedono uno spessore minimo di **30 cm**, anche per ragioni pratiche di realizzazione e di posa. Le dimensioni degli elementi lapidei saranno maggiori rispetto a quelle che la corrente è in grado di trascinare e deve essere fatta in funzione delle sollecitazioni meccaniche a cui verranno sottoposte in esercizio, ovvero le forze di trascinamento dovute alla corrente.

Nelle fasi di progettazione successiva sulla base di sopralluogo in sito, rilievo aggiornato e studio idraulico di dettaglio, sarà possibile definire con maggior accuratezza i punti di scarico idonei e conformi alla topografia esistente.

6.5.2 Piazzole definitive

Durante la vita utile, la situazione post operam consisterà in una piazzola, non oggetto di rinverdimento, nell'intorno della torre di perimetro pari a 158 metri.

Le medesime considerazioni applicate alla fase di cantiere (6.5.1 Fase di cantiere) si applicano alla piazzola in fase di vita utile: è previsto un fosso di guardia perimetrale, al fine di raccordare il deflusso superficiale interno ed esterno, punto di scarico conforme all'idrografia esistente per minimizzare l'impatto delle opere di progetto e, infine, letto in riprapp per difendere il suolo al punto di scarico dalla possibile erosione provocata dalla corrente in uscita. Al paragrafo 6.3.1 il dimensionamento del fosso.

Nelle fasi di progettazione successiva sulla base di sopralluogo in sito, rilievo aggiornato e studio idraulico di dettaglio, sarà possibile definire con maggior accuratezza i punti di scarico idonei e conformi all'idrografia esistente.

Per le piazzole permanenti, unitamente al fosso perimetrale, si prevede l'installazione di trincee drenanti, con l'obiettivo di ridurre i picchi di deflusso che gravano sullo scarico finale con conseguente erosione potenziale.

Il paragrafo seguente descrive il dimensionamento della trincea inserita nel sistema di drenaggio.

Trincee drenanti

La realizzazione delle piazzole prevede opere di regimazione idraulica di acque meteoriche tali da garantire il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali esistenti, mitigando gli impatti attraverso l'implementazione di una trincea drenante.

L'acqua infiltrata viene trasportata lungo la trincea attraverso il materiale di riempimento o utilizzando una tubazione drenante collocata alla base della trincea. Per evitare l'intasamento del corpo drenante da parti fini, lo scavo sarà completamente rivestito da strati di tessuto non tessuto.

Sono previsti pozzetti di ispezione e manutenzione.

La lunghezza longitudinale sarà di **160 metri pari a circa il perimetro della piazzola.**

7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

7.1 STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Il capitolo 4 individua i possibili punti/tratti di interferenza tra le opere in progetto e aree a pericolosità idraulica. Per la classificazione delle aree si è fatto riferimento al PGRA (aggiornato al 2021) e al PAI (aggiornato al 2022).

Al fine di valutare la compatibilità idraulica, sono state analizzate le interferenze dell'idrografia del progetto DBPrior10k e con i Piani PAI e PGRA per i seguenti elementi:

- Tracciato del cavidotto di connessione;
- Viabilità di nuova realizzazione;
- Viabilità esistente da adeguare;
- Piazzole di cantiere;
- Piazzole permanenti e aerogeneratori.

Relativamente ai piani PAI e PGRA, come evidenziato nel capitolo 4, non vi è alcuna interferenza con le piazzole permanenti degli aerogeneratori, vincolo indispensabile per la realizzazione di tali impianti, e con le piazzole di cantiere.

Per quanto riguarda l'idrografia, sono tuttavia presenti molteplici interferenze lungo il tracciato del cavidotto di connessione e lungo la viabilità di progetto. Nello specifico, un totale di n. 43 interferenze con l'idrografia lungo il cavidotto di connessione, di cui 8 lungo la viabilità di nuova realizzazione e 10 lungo la viabilità da adeguare.

7.2 INTERFERENZE CON VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE

Le strade di nuova realizzazione interferiscono in 8 punti con l'idrografia estratta dall'analisi del DEM.

Per rendere la fase post operam il più possibile simile allo stato di fatto, si è previsto di superare l'interferenza dimensionando uno scatolare in c.a. per garantire un corretto funzionamento con eventi meteorici con tempi di ritorno pari a 100 anni.

Ai fini di stabilire la portata critica da garantire per un evento di pioggia avente tempo di ritorno pari a 100 anni, è stato utilizzato il modello afflussi/deflussi presentato nel paragrafo 6.2.6, con le medesime ipotesi.

Sulla base di analisi satellitare, sopralluogo e simulazione del modello digitale del terreno, condotta mediante algoritmi TauDEM, è stato stabilito il bacino scolante alla sezione di chiusura corrispondente all'interferenza, il coefficiente di deflusso è stato ricavato sulla base dell'uso del suolo e dello studio della geologia. A tal proposito, l'area di progetto è interessata da terreni intensivi, e litotipi affioranti presentano nel complesso caratteristiche di permeabilità per porosità e fatturazione medio-bassa.

Per la definizione del tempo di corrivazione è stata adottata la formulazione di Kirpich, dove lunghezza dell'asta principale e pendenza media del bacino sono stati ricavati sulla base del modello digitale del terreno della Regione Sicilia.

Alla luce degli elementi sopra riportati, le interferenze si ritengono idraulicamente compatibili e superate con l'utilizzo di tombotti.

7.2.1 Viabilità di accesso alla WTG PAC06 – Interferenza n.7

La Tabella 7.1 riporta i parametri idrologici principali assunti in via semplificativa in questa fase progettuale. È stata considerata quale sezione di chiusura l'attraversamento della viabilità di accesso di progetto alla torre PAC06 con l'idrografia estratta dall'analisi del DTM e del progetto DBPrior10k.

Tabella 7.1: Parametri principali idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza n.7 della viabilità di accesso alla torre PAC06 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	4,32
Tempo di ritorno [anni]	2, 30,100
Tempo di corrivazione [ore]	1,17
Coeff. deflusso [-]	0,5
Lunghezza asta principale [km]	4,3
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,01

Il tempo di corrivazione è stato calcolato tramite la formula di Kirpich e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **12,0 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **28,9 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **36,4 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

Tale portata risulta tuttavia idrologica pensando che tutto il bacino afferisca alla sezione di chiusura e in condizioni di coefficiente di deflusso cautelativo.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Il territorio mostra infatti numerosi attraversamenti che possono essere fonte di restringimenti e allagamenti durante eventi intensi. In questo caso durante un evento intenso l'allagamento consecutivo in ogni restringimento porterebbe ad una portata idraulica transitante alla sezione di chiusura nell'interferenza identificata minore rispetto alla portata idrologica.

Allo stato di fatto si è riscontrato in sede di sopralluogo un attraversamento esistente di dimensioni stimate aventi base pari a 4 metri e altezza pari a circa 2 metri, ricavate da foto in sito e ortofoto.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica di progetto ipotizzata è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 60 m^{1/3}/s, assumendo una pendenza di 0,5% e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

La portata convogliabile teorica in tali condizioni è pari a circa 25 m³/s.

Questi valori di portata sono basati su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico di dettaglio e di studio idrologico e idraulico.

Si è scelto in questa fase di ipotizzare l'attraversamento mediante uno scatolare di tali dimensioni per le seguenti motivazioni:

- a monte sono presenti restringimenti maggiori;
- la geometria di progetto ha l'intento di riprendere quella esistente o dove possibile a seguito di rilievo di allargarla con un attraversamento che permetta maggiore portata convogliabile;
- un attraversamento di dimensioni maggiori dell'alveo esistente non porterebbe ad un convogliamento maggiore in quanto riceverebbe da monte quella convogliabile dall'alveo esistente;
- la strada di progetto sarà a raso con il piano campagna circostante senza quindi modificare la dinamica fluviale esistente e non incrementando il rischio idraulico a monte e valle.

- la portata idraulica alla sezione di chiusura risulta verosimilmente più bassa di quella calcolata idrologicamente in quanto sono presenti numerosi restringimenti a monte e un'area che appare come vasca di laminazione.

In corrispondenza dell'attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame di protezione come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa.

Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica del tombotto.



Figura 7.1: Interferenza n.7, tra la viabilità di accesso (in rosa) alla torre PAC06 e l'idrografia (in celeste) del progetto DBPrior10k.

7.2.2 Viabilità di accesso alla WTG PAC04 – Interferenza n.9

La Tabella 7.2 riporta i parametri idrologici principali assunti in via semplificativa in questa fase progettuale. È stata considerata quale sezione di chiusura l'attraversamento della viabilità di accesso di progetto alla torre PAC04 con l'idrografia estratta dall'analisi del DTM e del progetto DBPrior10k.

Tabella 7.2: Parametri principali idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza n.9 della viabilità di accesso alla torre PAC04 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	2,8
Tempo di ritorno [anni]	2, 30, 100
Tempo di corrivazione [ore]	0,67
Coeff. deflusso [-]	0,5
Lunghezza asta principale [km]	2,7
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,01

Il tempo di corrivazione è stato calcolato tramite la formula di Kirpich e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

Il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **11,3 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **27,2 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **34,2 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

Tale portata risulta tuttavia idrologica pensando che tutto il bacino afferisca alla sezione di chiusura e in condizioni di coefficiente di deflusso cautelativo.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Allo stato di fatto si è riscontrata in sede di sopralluogo una sezione esistente, dove sarà ubicato l'attraversamento, di dimensioni stimate aventi base pari a 10 metri e altezza pari a circa 2 metri, ricavate da foto in sito e ortofoto.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica di progetto ipotizzata è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 60 m^{1/3}/s, assumendo una pendenza di 0,5% e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

La portata convogliabile teorica in tali condizioni è pari a circa 75 m³/s.

Questi valori di portata sono basati su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico di dettaglio e di studio idrologico e idraulico.

Si è scelto in questa fase di ipotizzare l'attraversamento mediante uno scatolare di tali dimensioni con l'intento di riprendere la geometria senza quindi modificare la dinamica fluviale esistente e non incrementando il rischio idraulico a monte e valle.

In corrispondenza dell'attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame di protezione come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa.

Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica del tombotto.

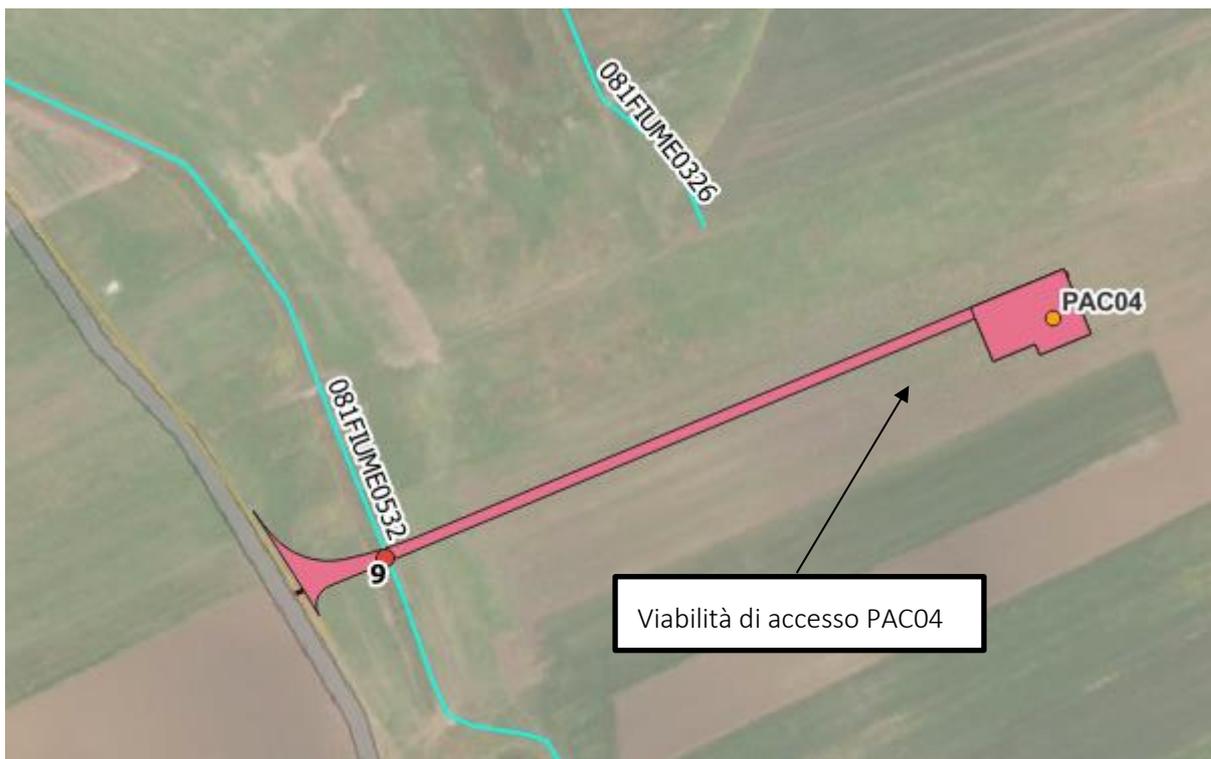


Figura 7.2: Interferenza n.9, tra la viabilità di accesso (in rosa) alla torre PAC04 e l'idrografia (in celeste) del progetto DBPrior10k.

7.2.3 Viabilità di accesso alla WTG PAC03 – Interferenza n.12

La Tabella 7.3 riporta i parametri idrologici principali assunti in via semplificativa in questa fase progettuale. È stata considerata quale sezione di chiusura l'attraversamento della viabilità di accesso di progetto alla torre PAC03 con l'idrografia estratta dall'analisi del DTM e del progetto DBPrior10k.

Tabella 7.3: Parametri principali idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza n.12 della viabilità di accesso alla torre PAC03 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	1,6
Tempo di ritorno [anni]	2, 30,100
Tempo di corrivazione [ore]	0,68
Coeff. deflusso [-]	0,5
Lunghezza asta principale [km]	2,1
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,01

Il tempo di corrivazione è stato calcolato tramite la formula di Kirpich e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **6,4 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **15,3 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **19,2 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

Tale portata risulta tuttavia idrologica pensando che tutto il bacino afferisca alla sezione di chiusura e in condizioni di coefficiente di deflusso cautelativo.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Allo stato di fatto si è riscontrato una sezione idraulica di dimensioni stimate aventi base pari a circa 10 metri e altezza pari a circa 2 metri, ricavate da foto in sito e ortofoto. Si prevede di superare l'interferenza con due scotolari adiacenti di larghezza pari a 5 metri e altezza pari a 2 metri.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica di progetto ipotizzata è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, assumendo una pendenza di 1% e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

La portata convogliabile teorica in tali condizioni è pari a circa $109,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Questi valori di portata sono basati su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico di dettaglio e di studio idrologico e idraulico.

Si è scelto in questa fase di ipotizzare l'attraversamento mediante uno scotolare di tali dimensioni con l'intento di riprendere la geometria senza quindi modificare la dinamica fluviale esistente e non incrementando il rischio idraulico a monte e valle.

In corrispondenza dell'attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame di protezione come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa.

Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica del tombotto.

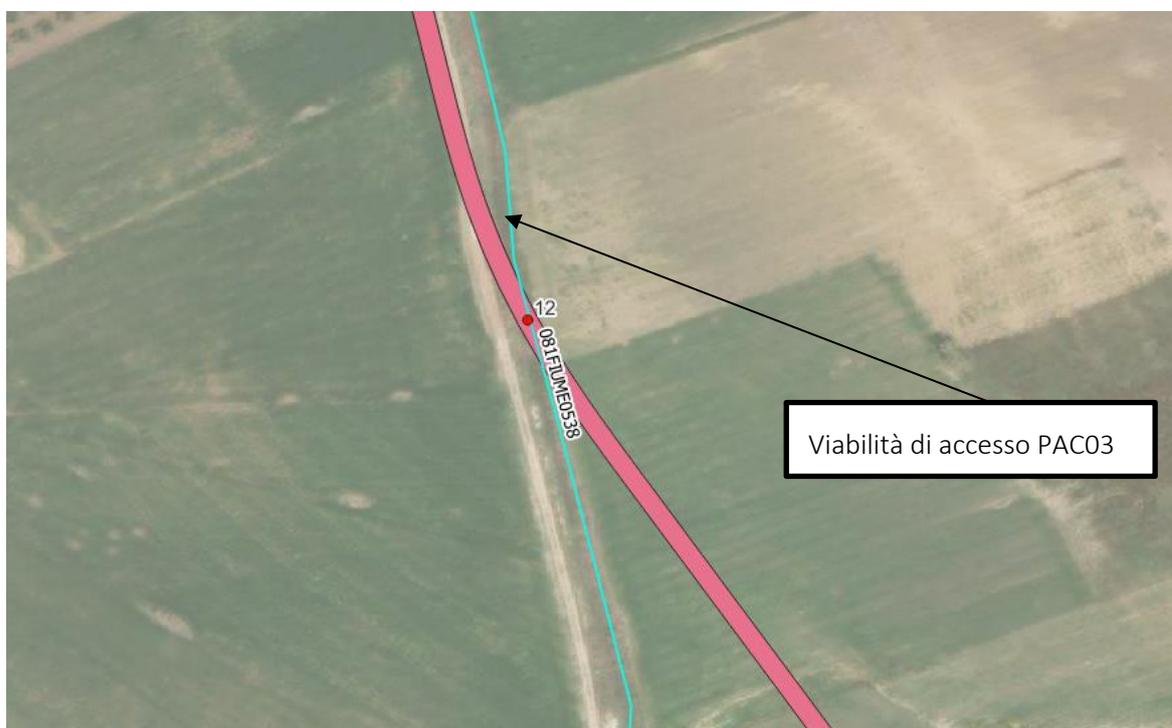


Figura 7.3: Interferenza n.12, tra la viabilità di accesso (in rosa) alla torre PAC03 e l'idrografia (in celeste) del progetto DBPrior10k.

7.2.4 Viabilità di accesso alla WTG PAC01 – Interferenza n.13

La Tabella 7.4 Tabella 7.1 riporta i parametri idrologici principali assunti in via semplificativa in questa fase progettuale. È stata considerata quale sezione di chiusura l'attraversamento della viabilità di accesso di progetto alla torre PAC01 con l'idrografia estratta dall'analisi del DTM e del progetto DBPrior10k.

Tabella 7.4: Parametri principali idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza n.13 della viabilità di accesso alla torre PAC01 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	0,68
Tempo di ritorno [anni]	2, 30,100
Tempo di corrivazione [ore]	0,35
Coeff. deflusso [-]	0,5
Lunghezza asta principale [km]	0,876
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,01

Il tempo di corrivazione è stato calcolato tramite la formula di Kirpich e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **4,1 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **9,9 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **12,5 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

Tale portata risulta tuttavia idrologica pensando che tutto il bacino afferisca alla sezione di chiusura e in condizioni di coefficiente di deflusso cautelativo.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Allo stato di fatto si è riscontrato una sezione idraulica di dimensioni stimate aventi base pari a circa 2,5 metri e altezza pari a circa 2 metri, ricavate da foto in sito e ortofoto. Si prevede di superare l'interferenza con uno scatolare di dimensioni analoghe.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica di progetto ipotizzata è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 60 m^{1/3}/s, assumendo una pendenza di 0,7% e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

La portata convogliabile teorica in tali condizioni è pari a circa 15,9 m³/s.

Questo valore di portata è basato su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico di dettaglio e di studio idrologico e idraulico.

Si è scelto in questa fase di ipotizzare l'attraversamento mediante uno scatolare di tali dimensioni con l'intento di riprendere la geometria senza quindi modificare la dinamica fluviale esistente e non incrementando il rischio idraulico a monte e valle.

In corrispondenza dell'attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame di protezione come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa.

Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica del tombotto.

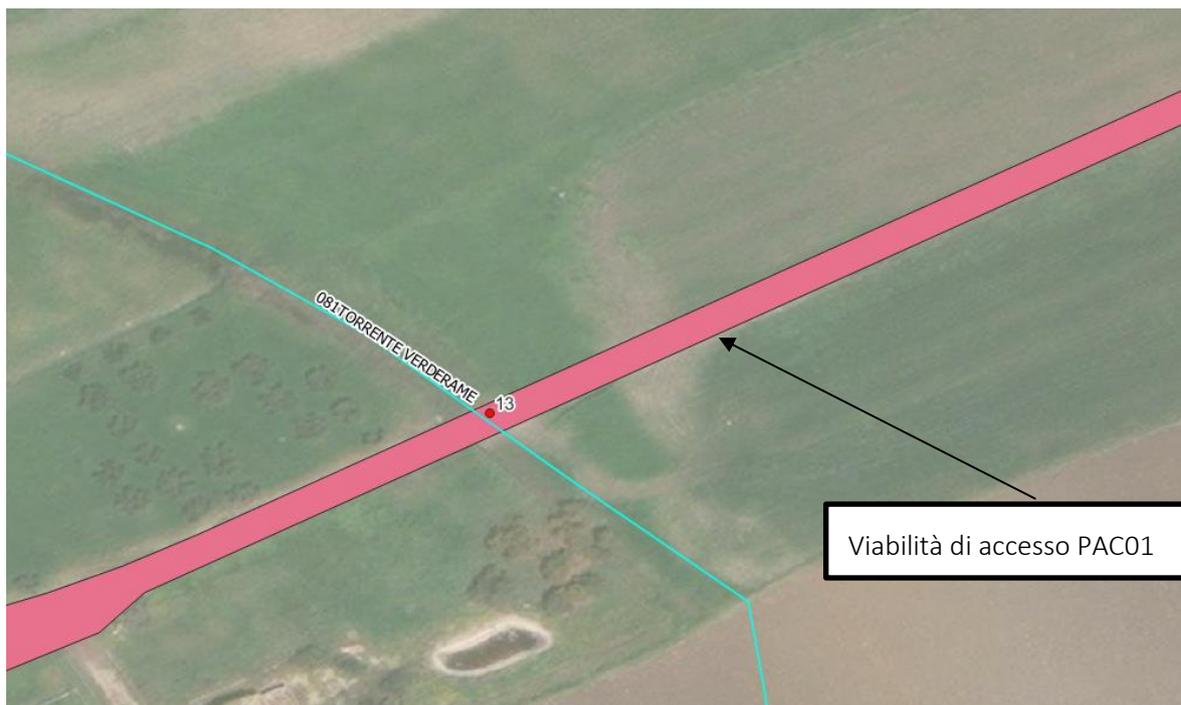


Figura 7.4: Interferenza n.13, tra la viabilità di accesso (in rosa) alla torre PAC01 e l'idrografia (in celeste) del progetto DBPrior10k.

7.2.5 Viabilità di accesso alla WTG PAC01 – Interferenza n.14

La Tabella 7.5 riporta i parametri idrologici principali assunti in via semplificativa in questa fase progettuale. È stata considerata quale sezione di chiusura l'attraversamento della viabilità di accesso di progetto alla torre PAC01 con l'idrografia estratta dall'analisi del DTM.

Tabella 7.5: Parametri principali idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza n.14 della viabilità di accesso alla torre PAC01 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	0,18
Tempo di ritorno [anni]	2, 30,100
Tempo di corrivazione [ore]	0,27
Coeff. deflusso [-]	0,5
Lunghezza asta principale [km]	0,850
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,08

Il tempo di corrivazione è stato calcolato tramite la formula di Kirpich e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **1,0 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **2,4 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **3,0 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

Tale portata risulta tuttavia idrologica pensando che tutto il bacino afferisca alla sezione di chiusura e in condizioni di coefficiente di deflusso cautelativo.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Allo stato di fatto si è riscontrato una sezione idraulica di dimensioni stimate aventi base pari a circa 6 metri e altezza pari a circa 1,5 metri, ricavate da foto in sito e ortofoto. Si prevede di superare l'interferenza con due scatolari adiacenti di larghezza pari a 3 metri e altezza pari a 1,5 metri.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica di progetto ipotizzata è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, assumendo una pendenza di 2% e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

La portata convogliabile teorica in tali condizioni è pari a circa $55 \text{ m}^3/\text{s}$.

Questi valori di portata sono basati su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico di dettaglio e di studio idrologico e idraulico.

Si è scelto in questa fase di ipotizzare l'attraversamento mediante uno scatolare di tali dimensioni con l'intento di riprendere la geometria senza quindi modificare la dinamica fluviale esistente e non incrementando il rischio idraulico a monte e valle.

In corrispondenza dell'attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame di protezione come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa.

Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica del tombotto.

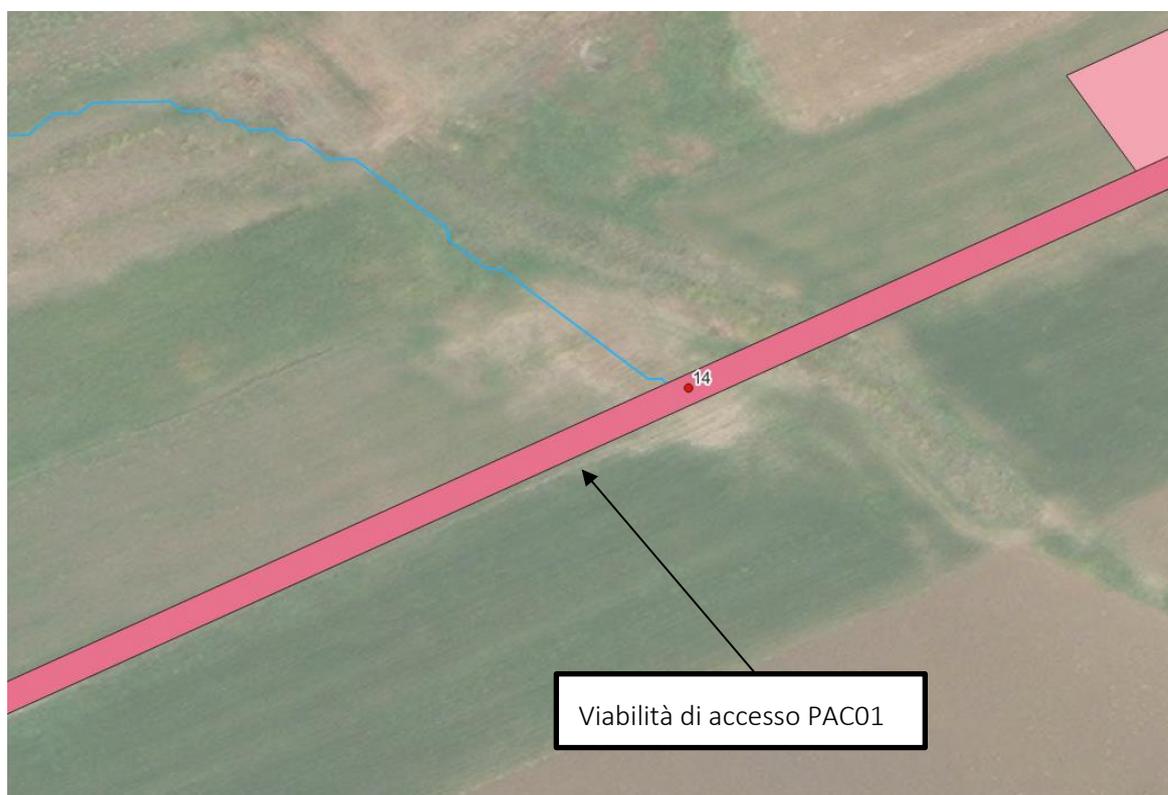


Figura 7.5: Interferenza n.14, tra la viabilità di accesso (in rosa) alla torre PAC01 e l'idrografia (in azzurro) estratta dal DEM

7.2.6 Viabilità di accesso alla WTG PAC10 – Interferenza n.15

La Tabella 7.6 riporta i parametri idrologici principali assunti in via semplificativa in questa fase progettuale. È stata considerata quale sezione di chiusura l'attraversamento della viabilità di accesso di progetto alla torre PAC10 con l'idrografia estratta dall'analisi del DTM e del progetto DBPrior10k.

Tabella 7.6: Parametri principali idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza n.15 della viabilità di accesso alla torre PAC10 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	0,22
Tempo di ritorno [anni]	2, 30,100
Tempo di corrivazione [ore]	0,23
Coeff. deflusso [-]	0,5
Lunghezza asta principale [km]	0,51
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,01

Il tempo di corrivazione è stato calcolato tramite la formula di Kirpich e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **1,7 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **4,0 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **10,3 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

Tale portata risulta tuttavia idrologica pensando che tutto il bacino afferisca alla sezione di chiusura e in condizioni di coefficiente di deflusso cautelativo. Il territorio mostra infatti numerosi attraversamenti che possono essere fonte di restringimenti e allagamenti durante eventi intensi. In questo caso durante un evento intenso l'allagamento consecutivo in ogni restringimento porterebbe ad una portata idraulica transitante alla sezione di chiusura nell'interferenza identificata minore rispetto alla portata idrologica.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Allo stato di fatto si è riscontrato una sezione idraulica di dimensioni stimate aventi base pari a circa 2 metri e altezza pari a circa 1,5 metri, ricavate da foto in sito e ortofoto. Si prevede di superare l'interferenza con uno scatolare di dimensioni analoghe.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica di progetto ipotizzata è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 60 m^{1/3}/s, assumendo una pendenza di 0,8% e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

La portata convogliabile teorica in tali condizioni è pari a circa 8,5 m³/s.

Questi valori di portata sono basati su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico di dettaglio e di studio idrologico e idraulico.

Si è scelto in questa fase di ipotizzare l'attraversamento mediante uno scatolare di tali dimensioni per le seguenti motivazioni:

- a monte sono presenti restringimenti maggiori;
- la geometria di progetto ha l'intento di riprendere quella esistente o dove possibile a seguito di rilievo di allargarla con un attraversamento che permetta maggiore portata convogliabile;

- un attraversamento di dimensioni maggiori dell'alveo esistente non porterebbe ad un convogliamento maggiore in quanto riceverebbe da monte quella convogliabile dall'alveo esistente;
- la strada di progetto sarà a raso con il piano campagna circostante senza quindi modificare la dinamica fluviale esistente e non incrementando il rischio idraulico a monte e valle.
- la portata idraulica alla sezione di chiusura risulta verosimilmente più bassa di quella calcolata idrologicamente in quanto sono presenti numerosi restringimenti a monte e un'area che appare come vasca di laminazione.

In corrispondenza dell'attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame di protezione come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa.

Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica del tombotto.

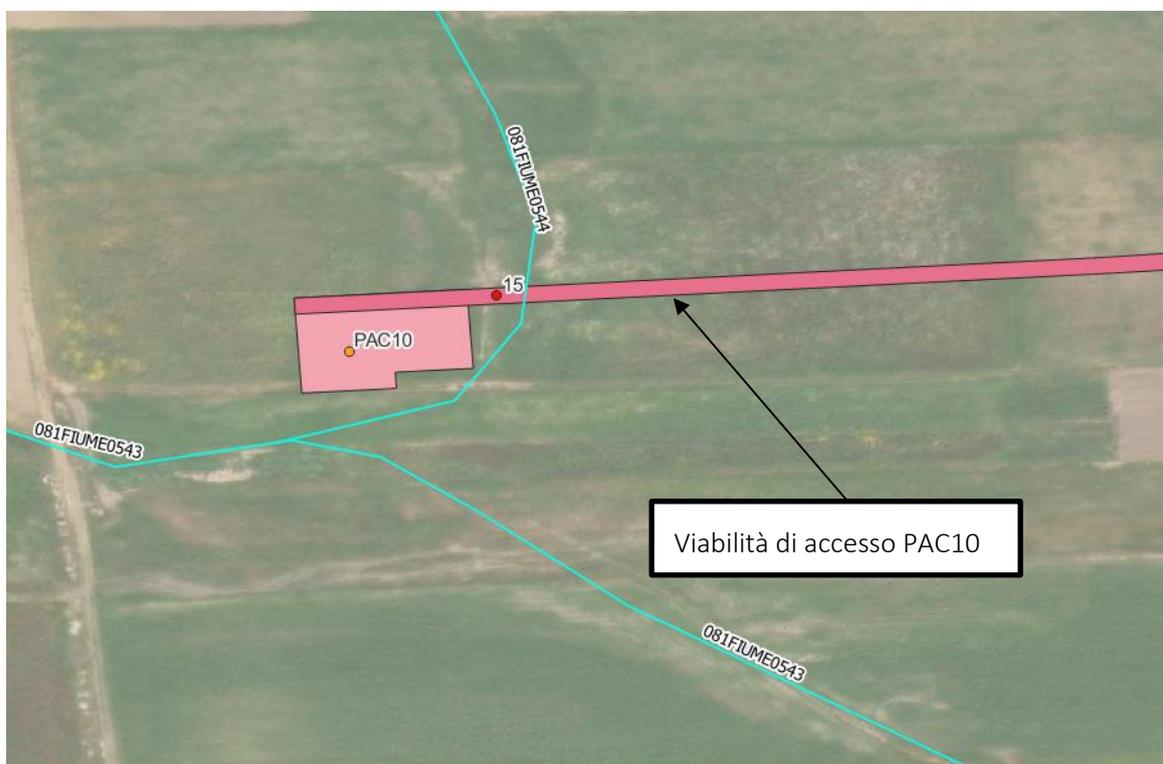


Figura 7.6: Interferenza n.15, tra la viabilità di accesso (in rosa) alla torre PAC10 e l'idrografia (in celeste) del progetto DBPrior10k.

7.2.7 Viabilità di accesso alla WTG PAC12 – Interferenza n.25

La Tabella 7.7 riporta i parametri idrologici principali assunti in via semplificativa in questa fase progettuale. È stata considerata quale sezione di chiusura l'attraversamento della viabilità di accesso di progetto alla torre PAC12 con l'idrografia estratta dall'analisi del DTM e del progetto DBPrior10k.

Tabella 7.7: Parametri principali idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza n.25 della viabilità di accesso alla torre PAC12 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	0,29
Tempo di ritorno [anni]	2, 30,100
Tempo di corrivazione [ore]	0,28
Coeff. deflusso [-]	0,5
Lunghezza asta principale [km]	1,08
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,07

Il tempo di corrivazione è stato calcolato tramite la formula di Kirpich e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **1,5 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **3,6 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **4,6 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

Tale portata risulta tuttavia idrologica pensando che tutto il bacino afferisca alla sezione di chiusura e in condizioni di coefficiente di deflusso cautelativo.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Allo stato di fatto si è riscontrato una sezione idraulica di dimensioni stimate aventi base pari a circa 2 metri e altezza pari a circa 1,5 metri, ricavate da foto in sito e ortofoto. Si prevede di superare l'interferenza con uno scatolare di dimensioni analoghe.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica di progetto ipotizzata è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 60 m^{1/3}/s, assumendo una pendenza di 4% e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

La portata convogliabile teorica in tali condizioni è pari a circa 19,2 m³/s.

Questi valori di portata sono basati su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico di dettaglio e di studio idrologico e idraulico.

Si è scelto in questa fase di ipotizzare l'attraversamento mediante uno scatolare di tali dimensioni con l'intento di riprendere la geometria senza quindi modificare la dinamica fluviale esistente e non incrementando il rischio idraulico a monte e valle.

In corrispondenza dell'attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame di protezione come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa.

Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica del tombotto.

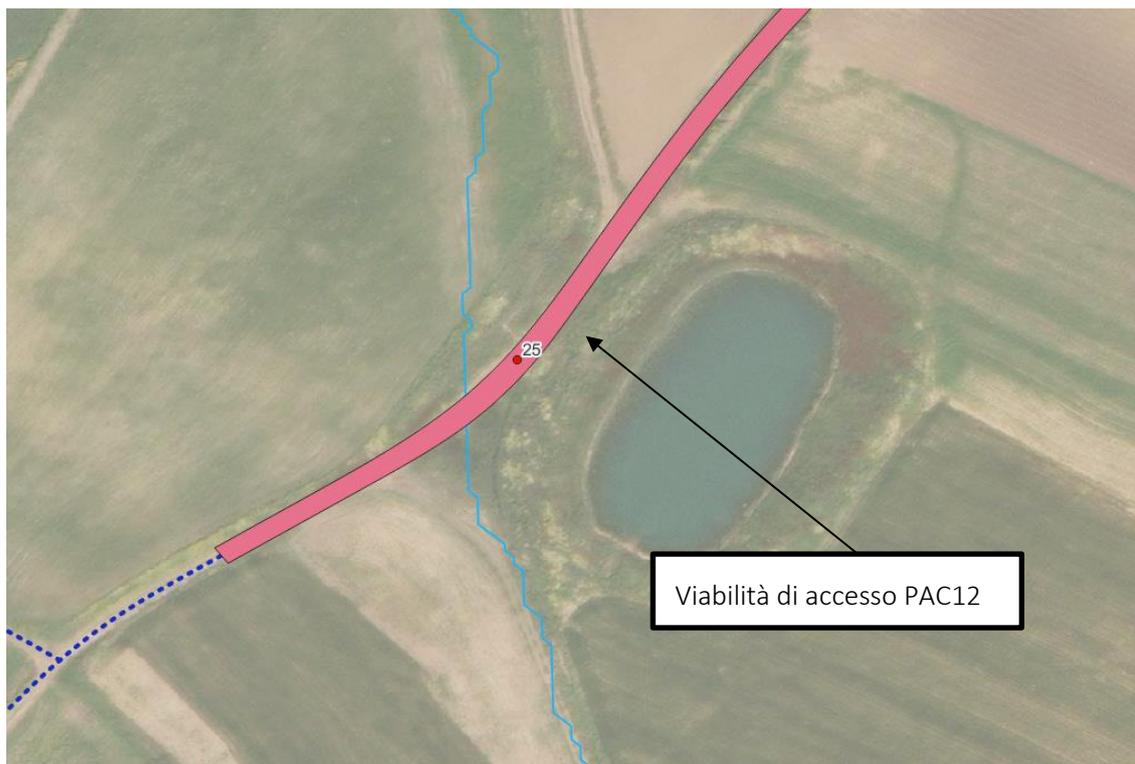


Figura 7.7: Interferenza n.25, tra la viabilità di accesso (in rosa) alla torre PAC12 e l'idrografia (in azzurro) estratta dal DEM.

7.2.8 Viabilità di accesso alla WTG PAC12 – Interferenza n.26

La Tabella 7.8 Tabella 7.1 riporta i parametri idrologici principali assunti in via semplificativa in questa fase progettuale. È stata considerata quale sezione di chiusura l'attraversamento della viabilità di accesso di progetto alla torre PAC12 con l'idrografia estratta dall'analisi del DTM e del progetto DBPrior10k.

Tabella 7.8: Parametri principali idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza n.26 della viabilità di accesso alla torre PAC12 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	0,3
Tempo di ritorno [anni]	2, 30,100
Tempo di corrivazione [ore]	0,32
Coeff. deflusso [-]	0,5
Lunghezza asta principale [km]	0,871
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,09

Il tempo di corrivazione è stato calcolato tramite la formula di Kirpich e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **1,6 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **3,9 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **4,9 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

Tale portata risulta tuttavia idrologica pensando che tutto il bacino afferisca alla sezione di chiusura e in condizioni di coefficiente di deflusso cautelativo.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Allo stato di fatto si è riscontrato una sezione idraulica di dimensioni stimate aventi base pari a circa 2 metri e altezza pari a circa 1 metro, ricavate da foto in sito e ortofoto. Si prevede di superare l'interferenza con uno scatolare di dimensioni analoghe.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica di progetto ipotizzata è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, assumendo una pendenza di 6% e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

La portata convogliabile teorica in tali condizioni è pari a circa $23,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Questi valori di portata sono basati su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico di dettaglio e di studio idrologico e idraulico.

Si è scelto in questa fase di ipotizzare l'attraversamento mediante uno scatolare di tali dimensioni con l'intento di riprendere la geometria senza quindi modificare la dinamica fluviale esistente e non incrementando il rischio idraulico a monte e valle.

In corrispondenza dell'attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame di protezione come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa.

Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica del tombotto.

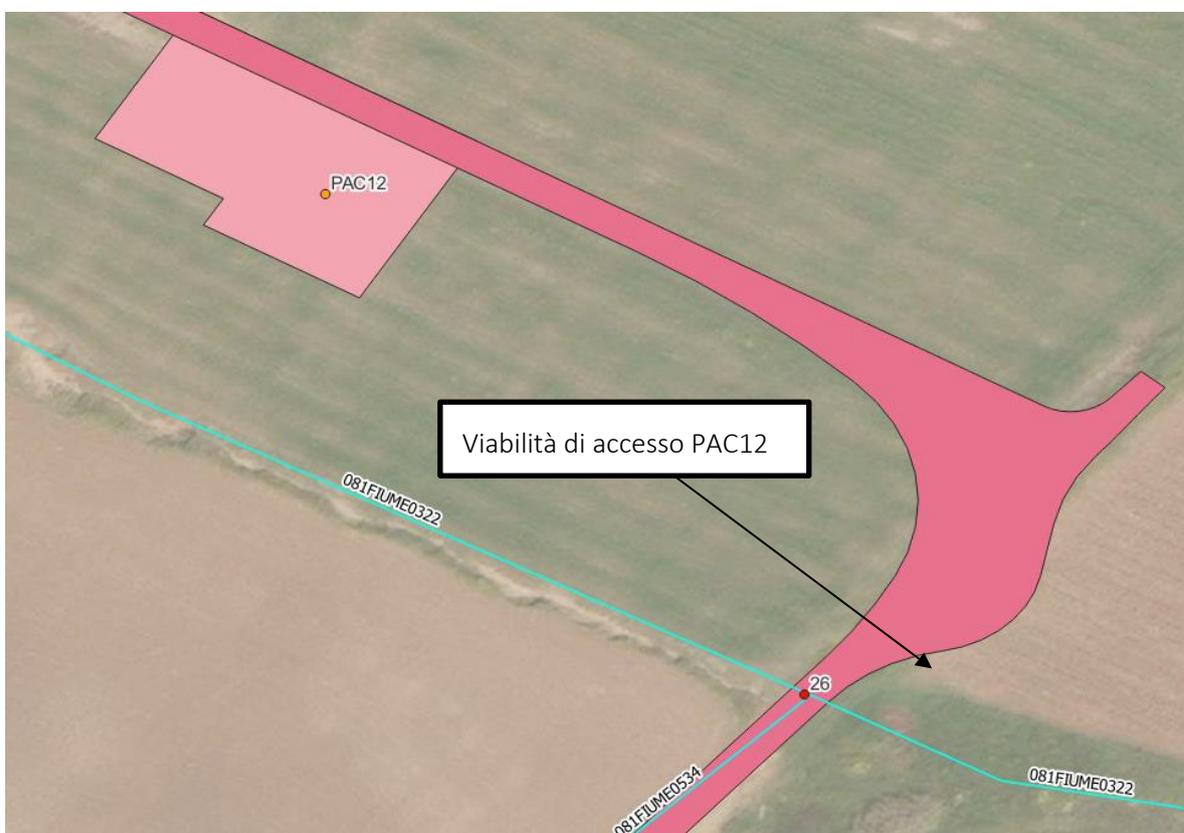


Figura 7.8: Interferenza n.26, tra la viabilità di accesso (in rosa) alla torre PAC12 e l'idrografia (in celeste) del progetto DBPrior10k.

7.3 INTERFERENZE CON VIABILITÀ ESISTENTE DA ADEGUARE

La viabilità esistente da adeguare interferisce in 10 punti (Interferenza n.1, n.2, n.3, n.4, n.5, n.6, n.8, n.10, n.11, n.23) con il reticolo idrografico del progetto DBPrior10k (Figura 7.9).

Allo stato di fatto, in corrispondenza di tutti e sette i punti è già presente uno scatolare che permette il passaggio del deflusso superficiale. Per rendere la fase post operam il più possibile simile allo stato di fatto, si è previsto di superare i punti di interferenza estendendo lo scatolare esistente per l'intero tratto di viabilità da adeguare

In corrispondenza dell'attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame e/o riprap come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa.

Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria e la verifica idraulica dello scatolare.

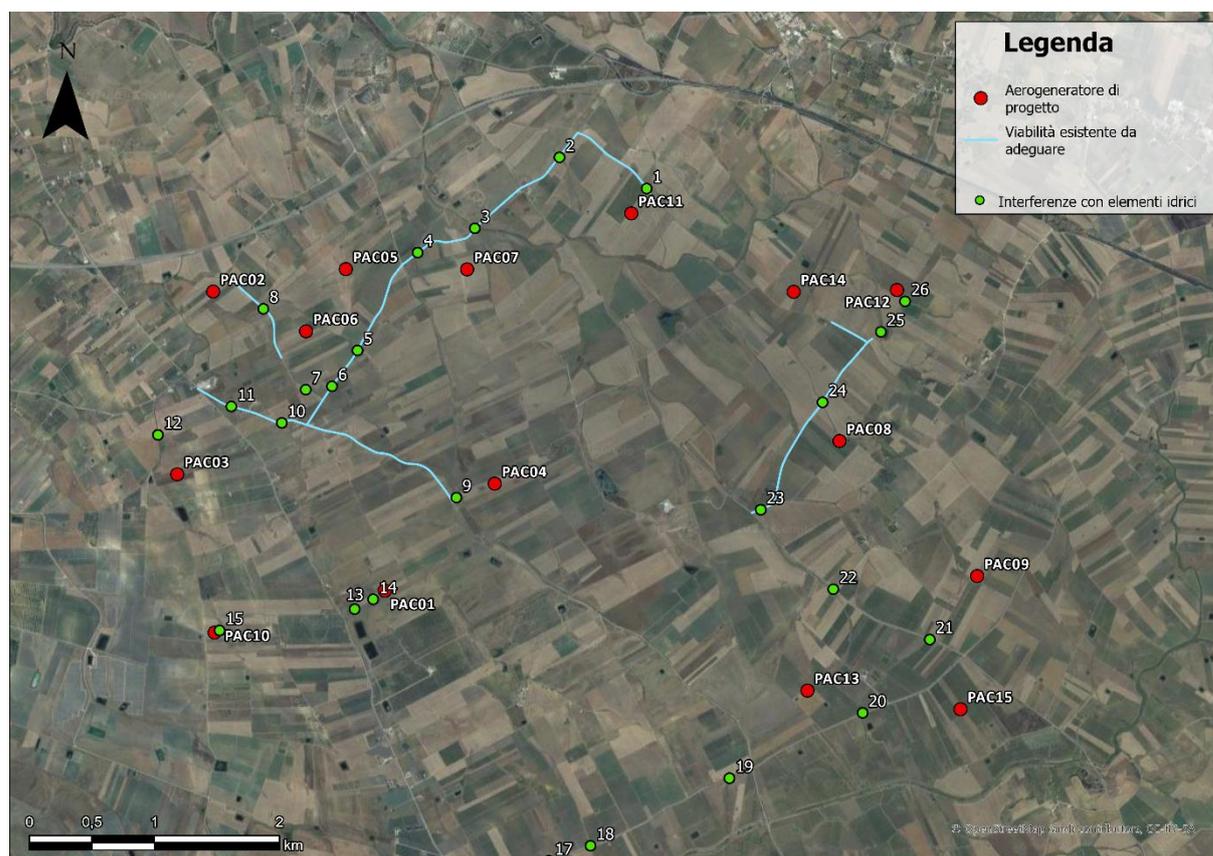


Figura 7.9: Interferenze tra la viabilità esistente da adeguare e l'idrografia.

7.4 INTERFERENZE CON IL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO DI CONNESSIONE

L'identificazione delle interferenze sul tracciato di connessione si è basato sull'analisi del reticolo idrografico del progetto DBPrior10k e dal sopralluogo effettuato ad aprile 2023. Sulla base di

quest'analisi, sono stati individuati 43 punti di interferenza con l'idrografia; i dettagli grafici sono riportati nell'elaborato 2995_5531_PAC_PFTE_R09_T02_Rev0_ATTRAVERSAMENTIIDRAULICI.

Per le interferenze con corsi d'acqua minori, le soluzioni adottate sono di tipo 'trenchless', ovvero una tipologia di interrimento del cavo che non prevede il tradizionale scavo a cielo aperto. Tra le tipologie di *trenchless* vi sono: TOC, microtunnel, spingitubo, ecc.

Tuttavia, non è sempre necessario interrare i cavi con un metodo *trenchless*. Nei lunghi periodi di secca, tipici delle stagioni estive, sono consentiti gli scavi tradizionali purché il cavo venga interrato almeno di 1.5 metri dal punto di impluvio, mentre nelle stagioni critiche più piovose, è opportuno affidarsi ai *trenchless*. Dove è specificato l'impiego di una TOC, è sempre necessario adoperare questa tecnica e si prevede una profondità minima di posa del cavo di 2 metri dal punto più depresso dell'alveo, mentre nelle altre interferenze minori, in piccoli alvei spesso asciutti è sufficiente un cavo interrato alla profondità specificata per le stagioni non piovose. Si tratta dei casi, identificati in Tabella 7.9, con risoluzione "*trenchless/cavo interrato*".

In particolare, quando si riscontrano interferenza con corsi d'acqua significativi la risoluzione utilizzata è la TOC.

Nei casi in cui non è necessaria la tecnologia *trenchless* e la profondità di interro da normativa risulta più restrittiva rispetto a quella dei calcoli idraulici, si potrà adottare la soluzione di interrimento.

Il cavo di connessione sarà interrato sotto il manto stradale ad una profondità di posa minima non inferiore a 0,8 m dall'estradosso del cavo in funzione del numero di terne presenti nello scavo. Pertanto, nell'eventualità di allagamento, il cavo sarà protetto dall'erosione. Inoltre, nella fase post operam della posa del cavo, non vi sarà ostacolo al deflusso naturale delle acque meteoriche e non si riscontrerà una riduzione delle capacità di invaso delle aree interessate.

La tabella di seguito riporta un riepilogo per i punti analizzati nel layout di progetto, indicando la tecnologia prevista per la risoluzione dell'interferenza ove presente.

Durante la fase progettuale successiva saranno calcolate le profondità di posa tubazione unitamente al regime idraulico dei corsi d'acqua attraversati.

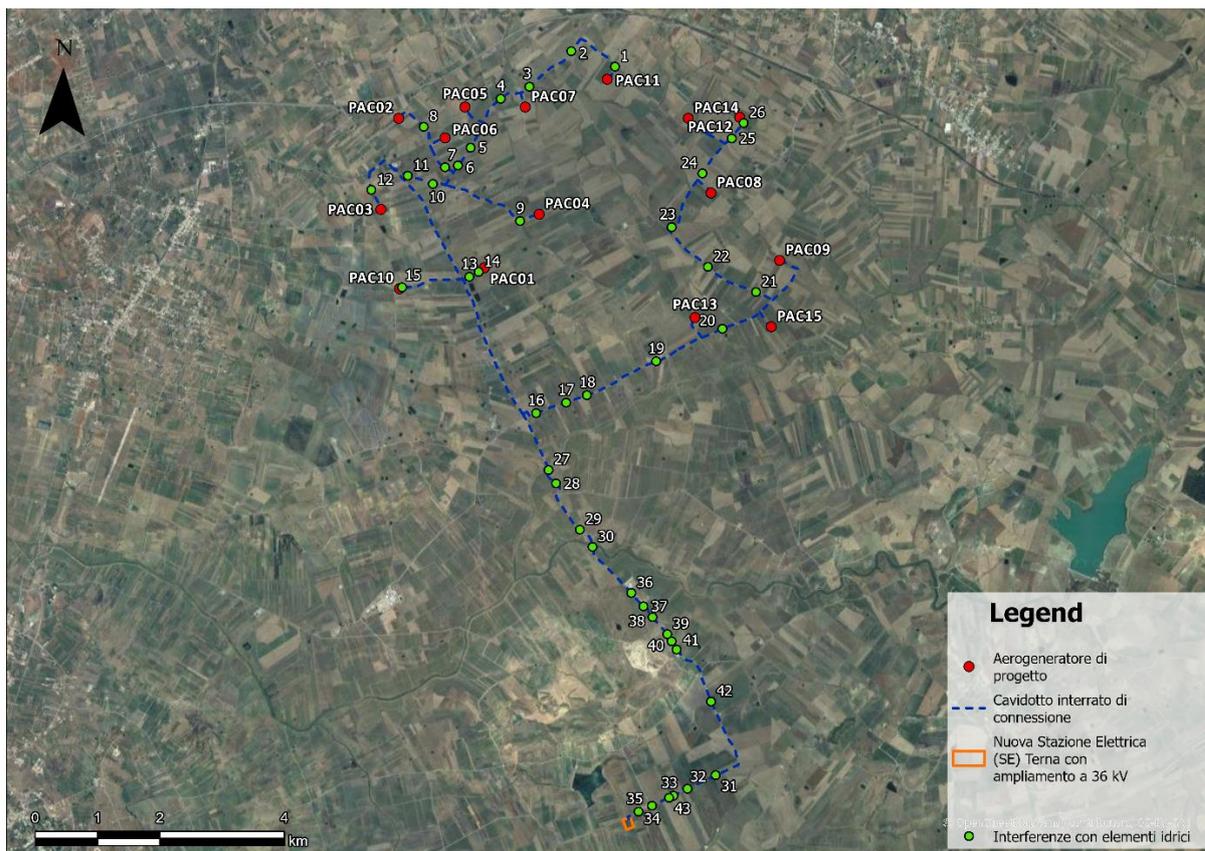


Figura 7.10: Interferenze con l'idrografia lungo il tracciato di connessione (in blu). I cerchi verdi indicano la risoluzione dell'interferenza mediante TOC o trenchless/Cavo interrato, i cerchi in rosso le WTG. In arancione la nuova SE.

Tabella 7.9: Elenco interferenze della linea di connessione

ID	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE	CORSO D'ACQUA ATTRAVERSATO
1	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato	Solco di drenaggio
2	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato	Solco di drenaggio
3	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0318
4	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0326
5	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato	081FIUME0533
6	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0532
7	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0532
8	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0533
9	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0532
10	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	TORRENTE VERDERAME

ID	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE	CORSO D'ACQUA ATTRAVERSATO
11	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato	Solco di drenaggio
12	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0538
13	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	TORRENTE VERDERAME
14	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	Fosso
15	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato	081FIUME0544
16	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0558
17	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0559
18	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0557
19	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0550
20	Interferenza elemento idrico	TOC	081FIUME0550
21	Interferenza elemento idrico	TOC	081FIUME0540
22	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0323
23	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0323
24	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0324
25	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0534
26	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0322
27	Interferenza elemento idrico	TOC	FIUME BORDINO
28	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	FIUME BORDINO_S2
29	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME0356
30	Interferenza elemento idrico	TOC	FIUME DELLA CUDDIA
31	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME2798
32	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME3052
33	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME2802
34	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato	Fosso

ID	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE	CORSO D'ACQUA ATTRAVERSATO
35	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME2804
36	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	Manufatto idraulico
37	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	Manufatto idraulico
38	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	Manufatto idraulico
39	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	Manufatto idraulico
40	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	Manufatto idraulico
41	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	Manufatto idraulico
42	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato/ Trenchless	081FIUME3036
43	Interferenza elemento idrico	Cavo interrato	Fosso

7.5 INTERFERENZE CON PIAZZOLE DI CANTIERE E DEFINITIVE

Sulla base della simulazione del modello digitale del terreno condotta mediante algoritmi TauDEM, delle immagini satellitari, dell'idrografia del progetto DBPrior10k, dei Piani PGRA e PAI, non si è riscontrata alcuna interferenza tra le piazzole di cantiere e le piazzole definitive con corsi d'acqua significativi e fasce di pericolosità idraulica.

8. CONCLUSIONE

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto di viabilità e delle piazzole ha analizzato le possibili interferenze con le aree a pericolosità idraulica perimetrate dal Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI, aggiornato al 2022) e dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGR, aggiornato al 2021).

Si evidenzia che l'approccio utilizzato nello studio ha posto grande attenzione non solo alla progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) con le infrastrutture verdi, che mitigano gli impatti biofisici delle opere in progetto, riducendo il potenziale rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

Questo studio ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post-operam, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

Si è valutato inoltre che il progetto rispetta i principi dell'invarianza idraulica, ai sensi della normativa di riferimento per la Regione Sicilia sull'invarianza idraulica e idrologica (D.D.G. n. 102 del 2021).

Ciononostante, ai sensi delle migliori pratiche progettuali sono state previste opere di laminazione e infiltrazione (trincee drenanti) nei sistemi di gestione acque meteoriche delle piazzole in progetto.

Nel confronto tra la rete di drenaggio naturale dello stato di fatto e di progetto si segnala che si è prevista una sistemazione del drenaggio oggi assente al fine di indirizzare e distribuire le portate, costituita da canalette di forma trapezia scavate nel terreno naturale. Tra i vantaggi idraulici essi immagazzinano e convogliano le acque scolanti meteoriche favorendo la riduzione dei picchi di deflusso, l'infiltrazione e il rallentamento dei flussi, a seconda della pendenza. La viabilità di accesso sarà corredata da un fosso di guarda per ogni lato della carreggiata, con tubazioni sotto il piano stradale nel caso di versanti ripidi e bacini di scolo significativi gravanti sul piano stradale. Tali scelte consentono di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità e nella disposizione delle piazzole.

Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.

Nel mantenimento dei limiti della profondità di interrimento, ai sensi delle norme vigenti in materia di cavidotti elettrici, la distanza tra fondo alveo e cielo tubazione posata potrà essere ricalcolata nella fase successiva progettuale, in seguito a raccolta di campioni granulometrici e dettaglio delle sezioni topografiche di impalcato e sezioni naturali.