



DICEMBRE 2022

SKI 31 S.R.L.

VIA CARADOSSO 9 – 20123 Milano

C.F. 12416980964

**WIND FARM TARQUINIA – IMPIANTO
EOLICO DA 52,8 MW E SISTEMA DI
ACCUMULO DA 30 MW**

COMUNE DI TARQUINIA (VT)

Località “Pian d’Arcione”

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R08

RELAZIONE IDRAULICA

Montagna

Progettista

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

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Codice elaborato

2800_5100_TARQ1_PD_R08_Rev1_RELAZIONE IDRAULICA



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2800_5100_TARQ1_PD_R08_Rev1_RELAZIONE IDRAULICA	12/2022	Seconda emissione	G.d.L.	E.Lamanna	L.Conti
2800_5100_TARQ1_PD_R08_Rev0_RELAZIONE IDRAULICA	08/2022	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	L.Conti



Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Eleonora Lamanna	Coordinamento Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Carla Marcis	Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Massimiliano Kovacs	Geologo - Progettazione Civile	Ord. Geologi Lombardia n. 1021
Massimo Busnelli	Geologo – Progettazione Civile	
Davide Lo Conte	Geologo	Ord. Geologi Umbria n. 445
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Giuseppe Ferranti	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A

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





Lorenzo Griso	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	Ord. Ing. Cagliari n. 8788 – Sez. A
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto Ambientale e GIS 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 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO (DTM) DELLE AREE INTERESSATE	8
2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	8
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	9
3.1 COPERTURA DEL SUOLO	10
3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	12
3.2.1 Inquadramento geologico e geomorfologico.....	12
3.2.2 Inquadramento idrogeologico	14
3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO.....	14
3.3.1 Idrografia superficiale	14
4. STATO DI PROGETTO.....	16
4.1 AEROGENERATORI	16
4.2 VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE TORRI.....	17
4.3 PIAZZOLE	18
5. STUDIO PRELIMINARE DELLA COMPATIBILITÀ E INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO.....	19
5.1 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) – BACINI LAZIALI.....	19
5.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO CENTRALE (PGRAAC).....	20
5.3 INVARIANZA IDRAULICA.....	22
5.4 CONCLUSIONI	25
6. STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO.....	26
6.1 CRITERI DI PROGETTO	26
6.2 CALCOLI IDROLOGICI	27
6.2.1 Considerazioni climatiche.....	27
6.2.2 Scelta del tempo di ritorno.....	28
6.2.3 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense	29
6.2.4 Valutazione della pioggia efficace (netta)	34
6.2.5 Valutazione post-operam e fase di cantiere	34
6.2.6 Modello di trasformazione afflussi/deflussi – stima delle portate di progetto post-operam	35
6.2.7 Calcolo del volume di invaso	35
6.3 CALCOLI E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	36
6.3.1 Fosso di guardia e tubazioni.....	37
6.3.2 Trincea drenante.....	38
6.4 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE - VIABILITÀ	39
6.4.1 Sistema di gestione delle acque meteoriche: strade.....	39
6.4.2 Tipologico - fossa di guardia e tubazioni	42
6.4.3 Risoluzione delle interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali	44



6.5 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE - PIAZZOLE.....	45
6.5.1 Fase di cantiere/montaggio	45
6.5.2 Piazzole definitive	47
6.5.3 Trincee drenanti.....	47
7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	48
7.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZA	48
7.2 INTERFERENZE CON STRADE DI CANTIERE	48
7.2.1 Viabilità di accesso alla WTG TRQ04 – Interferenza n.1.....	48
7.2.2 Viabilità di accesso alla WTG TRQ06 – Interferenza n.2.....	50
7.2.3 Viabilità di accesso alla WTG TRQ08 – Interferenza n.3.....	51
7.3 INTERFERENZE CON TRACCIATO DI CONNESSIONE.....	52
7.4 INTERFERENZE CON PIAZZOLE DI CANTIERE	54
8. CONCLUSIONE	55

ELABORATI GRAFICI

TAVOLA 01	2800_5100_TARQ1_PD_R08_T01_Rev0_PLANIMETRIA DRENAGGI E SCARICHI ACQUE METEORICHE
TAVOLA 02	2800_5100_TARQ1_PD_R08_T02_Rev0_CARTOGRAFIA DEGLI ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI
TAVOLA 03	2800_5100_TARQ1_SIA_T05_Rev0_STRALCIO PAI – PGRA



1. PREMESSA

Il progetto riguarda la realizzazione di un nuovo Parco eolico della potenza complessiva di **52,8 MW**, che prevede l'installazione di n. **8** aerogeneratori da **6,6 MW** e relativo sistema di accumulo da **30 MW**, da installarsi nei territori comunali di Tarquinia e Tuscania in provincia di Viterbo, Località "Pian d'Arcione" e relative opere di connessione nel comune di Tuscania.

La Società proponente è la **SKI 31 S.R.L.**, con sede legale in Via Caradosso 9, 20123 Milano.

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 in antenna alla nuova sezione 36 kV di futura realizzazione all'interno della Stazione Elettrica (SE) denominata "Tuscania", nel territorio comunale di Tuscania. La connessione verrà realizzata mediante due linee cavo interrato 36 kV di lunghezza pari a circa 200 m di collegamento tra lo stallo dedicato in stazione Terna e la cabina di connessione utente esercita a 36 kV.

Il presente documento riporta lo studio di compatibilità idraulica, analizzando 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 dei Piani stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino interregionale Fiora e regionale Lazio, e del Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC).

Il progetto affronta lo studio idrologico 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 dello stesso da un punto di vista idrologico (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 dell'Appennino, ed è costituito da:

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionali Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCl);
- 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 e, ove necessario, di laminazione delle stesse.

Lo studio idrologico idraulico ha inoltre analizzato il drenaggio delle acque in corrispondenza delle strade e delle piazzole di progetto e la risoluzione di interferenze tra idrografia e strade, mediante creazione di sottopassi tali da garantire la continuità fluviale.



2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO (DTM) DELLE AREE INTERESSATE

Attraverso il portale online Tinitaly è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 10x10 metri dell'intera area di progetto.

2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO

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

- D.Lgs 152/06 e smi;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- Autorità dei Bacini Regionali del Lazio – Piano stralcio per l'assetto idrogeologico, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 17 del 04/04/2012 ;
- Piano Stralcio Assetto Idrologico (PAI) del bacino Interregionale del Fiume Fiora - Strati informativi aggiornati alla data del DS 178/2020;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC) previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010;
- 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);
- Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A. (2007) TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 m-cell size (Version 1.0) [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/TINITALY/1.0>”;
- Gruppo Nazionale Per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche - Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia;
- Deliberazione n.117 24/03/2020 Regione Lazio “Approvazione delle "Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" - D.lgs 49/2010 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni””.

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'intera area di realizzazione del parco in esame è ubicata in zone al di fuori dei centri abitati limitrofi e, per quanto riguarda l'area produttiva di installazione degli aerogeneratori, si estende interamente nel territorio comunale di Tarquinia.

La sottostazione di trasformazione sarà ubicata nel territorio comunale di Tuscania mentre la linea di connessione attraverserà, i comuni di Tarquinia e Tuscania.

L'accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e regionale partendo dal vicino porto industriale di Civitavecchia. All'interno dell'area del parco verranno utilizzate come viabilità primaria la Strada Statale SS1, e la Strada Provinciale 4. Dalla viabilità primaria, le aree per la costruzione degli aerogeneratori saranno raggiunte mediante strade secondarie (asfaltate o sterrate) esistenti o mediante la realizzazione di apposite piste.

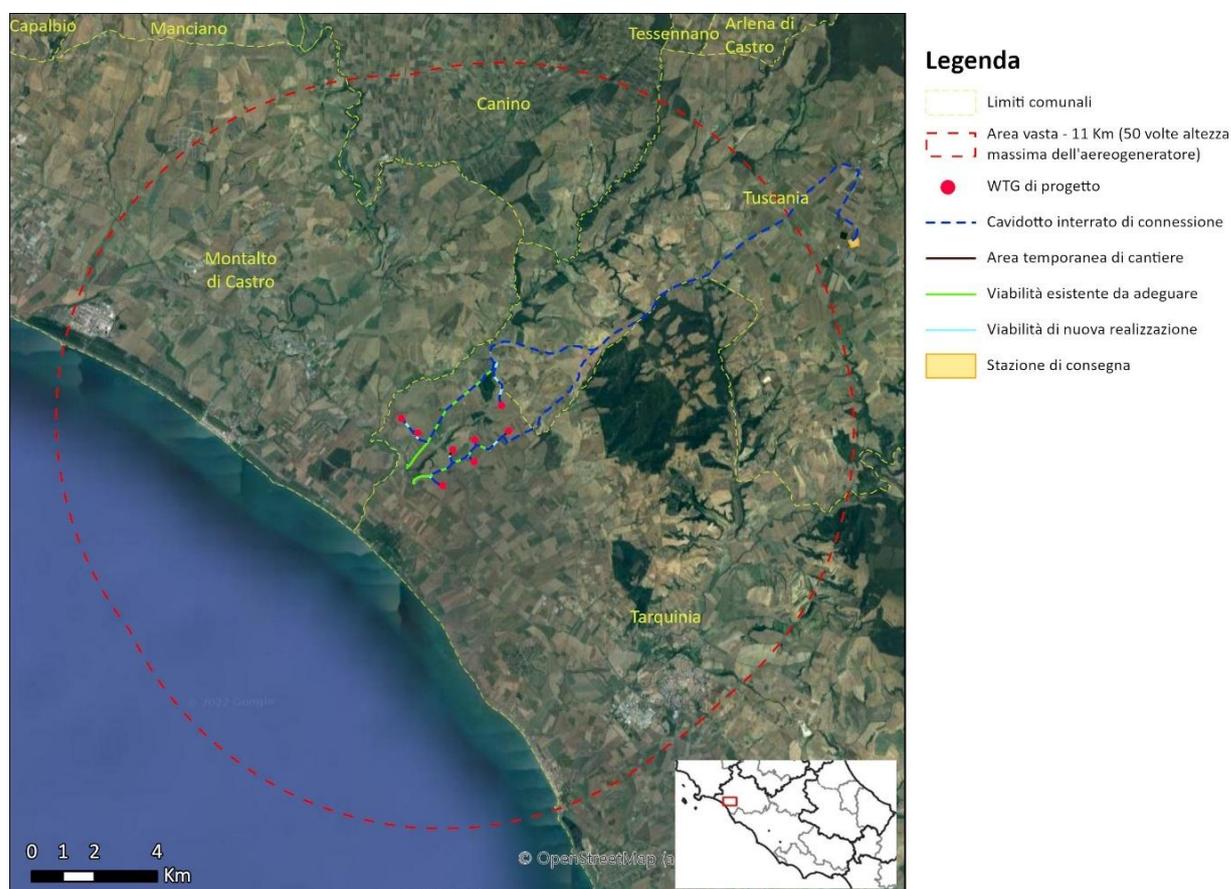


Figura 3-1: Inquadramento generale dell'area di progetto.

La Tabella 3-1 elenca le coordinate degli aerogeneratori di cui al layout proposto.



Tabella 3-1: Coordinate WTGs proposte (WGS84 UTM32 N – EPSG 32632).

WTG	COORD. EST	COORD. NORD
TRQ1	720859	4688865
TRQ2	720428	4689539
TRQ3	719091	4689244
TRQ4	719840	4687392
TRQ5	720190	4688496
TRQ6	720844	4688157
TRQ7	721965	4689164
TRQ8	721735	4690032

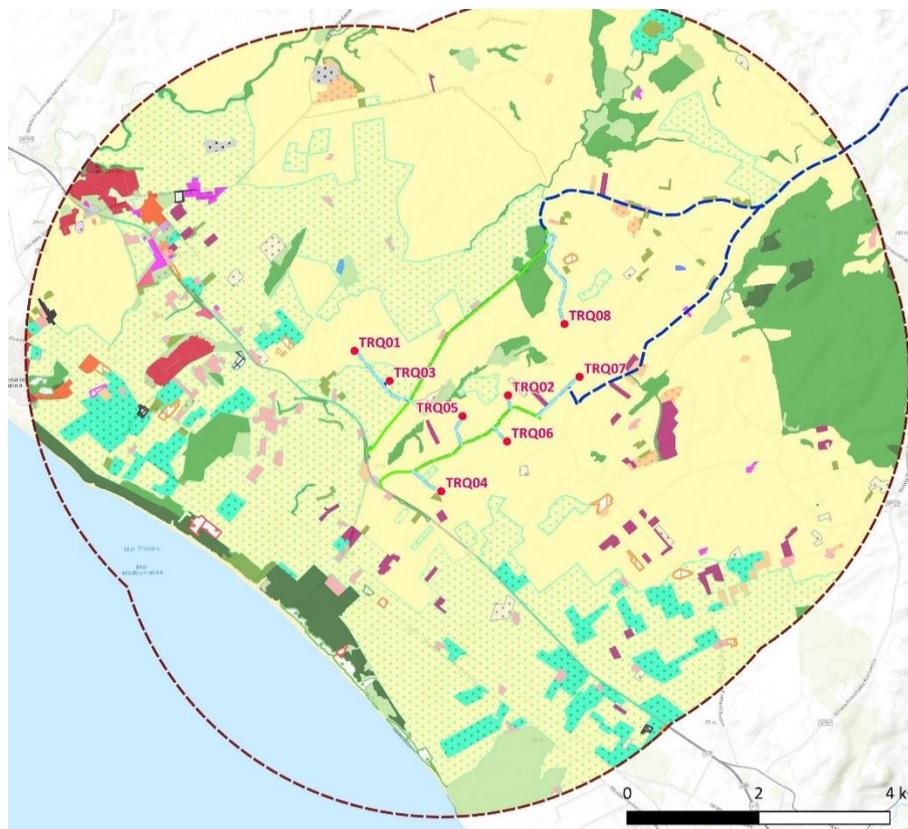
3.1 COPERTURA DEL SUOLO

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, rappresentata in Figura 3-2; tali informazioni sono state reperite dalla carta degli usi del suolo della regione Lazio.

L'area di interesse ha un'elevazione compresa tra 35 e 55 m.s.l.m. Il suolo interessato dalle opere di progetto è prevalentemente occupato da seminativi semplici in aree non irrigue ed irrigue.

Dal punto di vista della copertura del suolo emerge come l'area sia dominata dai sistemi agricoli, che nel complesso raggiungono oltre l'82% di copertura.

All'interno di questa matrice rurale si inseriscono sia gli elementi antropici (complessivamente circa 4%) sia quelli naturali residui (circa 14%). Questi ultimi sono localizzati lungo il litorale, in aree residuali nell'interno (aree boschive) o lungo i principali corsi d'acqua della zona.



Progetto

- Area studio naturalistico
- WTG di progetto

Viabilità

- Viabilità di nuova realizzazione
- Viabilità esistente da adeguare

Connessione

- Cavidotto interrato di connessione
- Cabina di smistamento

Uso del suolo

Uso del suolo (area studio naturalistica)

- 1111 Tessuto residenziale continuo e denso
- 1112 Tessuto residenziale continuo mediamente denso
- 1121 Tessuto residenziale discontinuo
- 1122 Tessuto residenziale rado e nucleiforme
- 1123 Tessuto residenziale sparso
- 1211 Insediamento industriale o artigianale con spazi annessi
- 1212 Insediamento commerciale
- 1213 Insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati
- 1214 Insediamenti ospedalieri
- 1215 Insediamenti degli impianti tecnologici
- 1221 Reti stradali e spazi accessori
- 1222 Reti ferroviarie e spazi accessori
- 131 Aree estrattive
- 1322 Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli
- 1331 Cantieri e spazi in costruzione e scavi
- 1332 Suoli rimaneggiati ed artefatti

- 141 Aree verdi urbane
- 1421 Campeggi, strutture ricettive a bungalows o simili
- 1422 Aree sportive
- 143 Cimiteri
- 2111 Seminativi semplici in aree non irrigue
- 2113 Colture orticole in pieno campo, in serra e sotto plastica in aree non irrigue
- 2121 Seminativi semplici in aree irrigue
- 2123 Colture orticole in pieno campo, in serra e sotto plastica in aree irrigue
- 221 Vigneti
- 222 Frutteti e frutti minori
- 223 Oliveti
- 231 Superfici a copertura erbacea densa
- 241 Colture temporanee associate a colture permanenti
- 242 Sistemi culturali e particellari complessi
- 243 Aree prevalentemente occupate da coltura agraria con presenza di spazi naturali importanti
- 311 Boschi di latifoglie
- 312 Boschi di conifere
- 322 Cespuglieti ed arbusteti
- 323 Aree a vegetazione sclerofilla
- 3241 Aree a ricolonizzazione naturale
- 331 Spiagge, dune e sabbie
- 5121 Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive
- 5122 Bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui
- 523 Aree al di là del limite delle maree più basse

Figura 3-2: Copertura del suolo dell'area di studio (fonte: Geoportale Regione Lazio).



3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.2.1 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'attuale assetto strutturale, morfologico e litostratigrafico è il frutto dell'evoluzione tettonica e paleogeografica che ha interessato i bacini tosco-umbro-laziali dal Miocene superiore fino ai nostri giorni.

Con la fase parossistica dell'orogenesi tortoniana, a carattere spiccatamente compressivo, si viene a definire l'architettura a falde dell'Appennino settentrionale, durante la quale si verificarono notevoli movimenti traslativi che determinarono la messa in posto dei complessi alloctoni.

Al ciclo di eventi parossistici tortoniani, segue una tettonica di stile rigido e distensivo articolata in più fasi che si protrae fino al Quaternario. Si ha la formazione di horst e graben che intersecano, secondo direttrici prevalentemente appenniniche, le strutture precedenti, caratterizzate da pieghe e accavallamenti.

Questo nuovo tipo di dislocazioni si inserisce in una serie di movimenti regionali di sprofondamento e di sollevamento, ai quali è legata l'evoluzione paleogeografica della Toscana e del Lazio.

L'ingressione marina del Messiniano inferiore, quindi, si imposta in un'area notevolmente articolata che ha consentito lo sviluppo di un bacino fortemente proteso verso l'interno. Durante tale periodo ha inizio la sedimentazione del complesso "neoautoctono" che acquista una caratterizzazione evaporitica nel Messiniano superiore, a seguito dell'evoluzione della zona in un bacino poco profondo. La fine del "piano" è caratterizzata da un generale sollevamento di tutta la regione con la formazione di depositi lacustro-salmastri e conglomeratici, in gran parte smantellati da una intensa erosione subaerea.

All'inizio del Pliocene inferiore si verifica in tutta la Toscana meridionale e nel Lazio settentrionale un'ampia trasgressione marina susseguente ad una generalizzata subsidenza regionale.

Le litofacies sono caratterizzate da una sedimentazione molto fine ("argille azzurre"), affiorante lungo tutto il margine orientale dell'area in studio.

La sequenza pliocenica inferiore, pur iniziando con la deposizione di argilla in tutta l'area, è poi evoluta in alcune zone in una sedimentazione di ambiente costiero.

La situazione geologica del sito in esame è desunta dalla Carta CARG a scala 1:50.000 con relative note illustrative, dalle note della Carta Geologica della Regione Lazio e sulla base delle indagini svolte.

Le formazioni affioranti nei settori costieri del Lazio settentrionale e della Toscana meridionale sono riferibili ad un arco temporale che va dal Triassico all'attuale e sono ascrivibili alle unità dell'Appennino Settentrionale. Tali unità corrispondono a diversi domini paleogeografici, che devono essere intesi come i diversi ambiti in cui esse si sono sedimentate prima di venire coinvolte nei processi di dislocazione tettonica dell'orogenesi appenninica.

Il settore costiero del Lazio settentrionale si inquadra quindi nel contesto della geologia dell'area di catena interna nord appenninica, dove, a partire dal Miocene medio - superiore, processi estensionali a scala crostale hanno suddiviso gli ammassi rocciosi oggetto della precedente fase di ispessimento, legata alla costruzione dell'orogene appenninico.

La successione sedimentaria presente nella zona inizia con le formazioni della Falda Toscana, di età compresa tra il Trias inferiore e l'Oligocene superiore, alle quali si sovrappongono, in contatto tettonico, le unità alloctone delle Liguridi (Cretaceo – Oligocene).

In trasgressione su queste ultime si trovano le formazioni marine e marine marginali del Miocene e del Pliocene. A chiudere la sequenza si hanno i depositi quaternari di ambiente marino, subcontinentale e continentale.

I terreni affioranti nell'area in esame sono rappresentati da alternanze calcareo marnose e subordinatamente argillitiche, con spessori variabili nell'ordine dei 5-6 m, al di sopra delle argille marine plioceniche, nel dettaglio l'area oggetto di studio ricade nell'ambito dei depositi quaternari rappresentati da terreni di origine sia marina che continentale.

Tali sedimenti affiorano come nel nostro caso lungo tutta la fascia costiera laziale, sono in trasgressione sui terreni più antichi; in essi si passa gradualmente ad una formazione prevalentemente marina alla base della formazione costiera sub-continentale e continentale, con quantità sempre crescente e a luoghi con prevalenza di materiale di origine vulcanica verso l'alto.

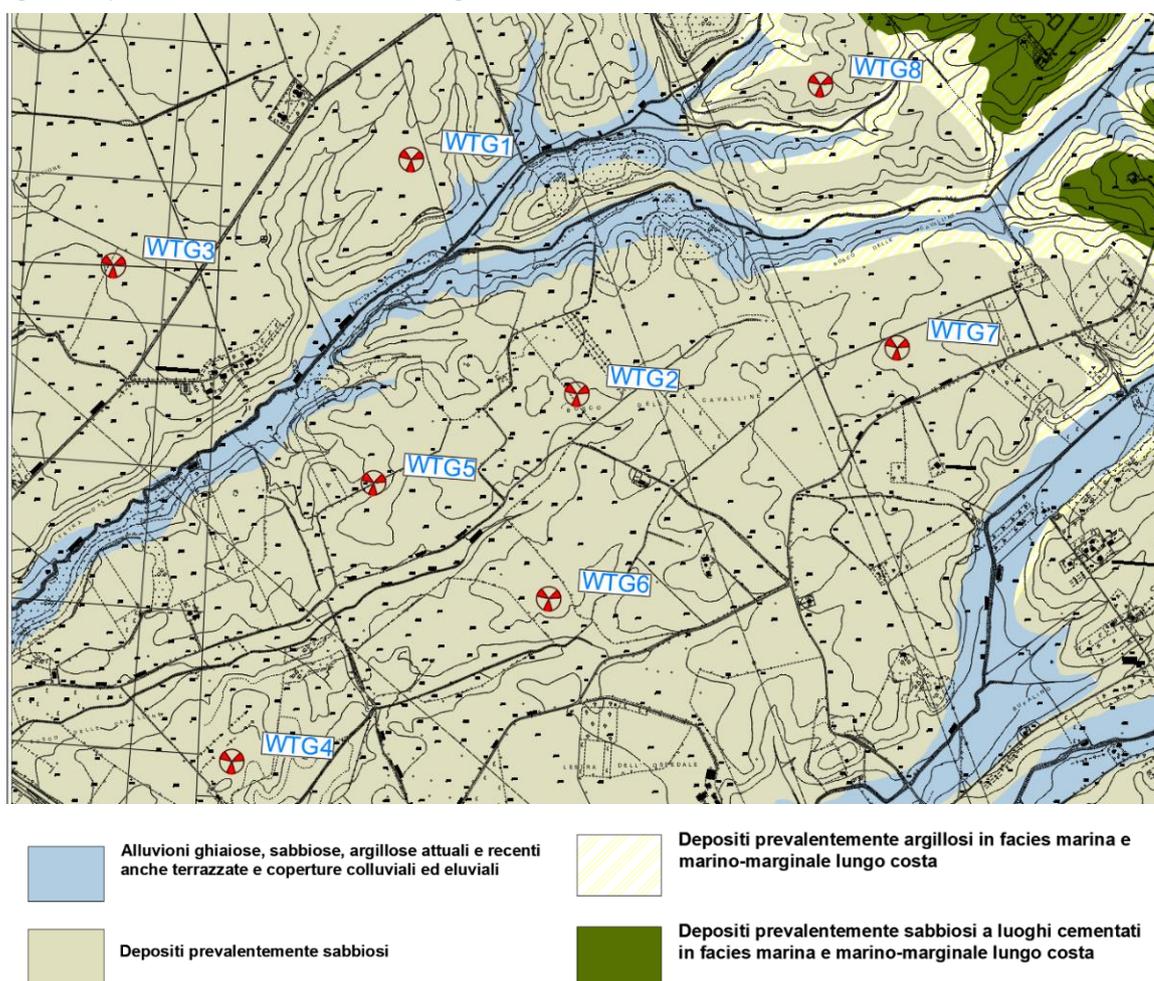


Figura 3-3: Stralcio Carta Geologica Regione Lazio.

Dal punto di vista morfologico, l'area di intervento varia da una quota di m. 35 slm a 55 m slm lungo un'area leggermente degradante in direzione delle aste idriche secondarie denominate Fosso delle Cavalline e torrente Arrone. Per eventuali approfondimenti si rimanda all'elaborato tecnico 2800_5100_TARQ1_PD_R07_Rev0_RELAZIONE GEOLOGICA.



3.2.2 Inquadramento idrogeologico

Sulla base delle conoscenze acquisite è possibile formulare alcune considerazioni di carattere generale riguardo le caratteristiche idrauliche dei terreni che costituiscono il sottosuolo.

Si tratta di un complesso detritico-organogeno costituito da lenti di litologia diversa: sabbie e conglomerati misti a materiale vulcanico, argille limoso-sabbiose, marne con strati di calcare sabbioso conchigliare (Panchina). Esso è costituito da sedimenti marini litoranei riccamente fossiliferi, che specialmente verso le zone più interne, passano a ciottolami (Fosso del Sanguinaro) o proclasti (Forca di Parma) continentali o subcontinentali. Livelli tufacei veri e propri compaiono intercalati anche nella serie marina sabbiosa.

Lo spessore dei detti sedimenti raggiunge alcune decine di metri in corrispondenza dell'incisione del substrato argilloso. Il complesso comprende termini litostratigrafici appartenenti ai terrazzi marini del Pleistocene medio e superiore. I valori di permeabilità dei vari termini sono assai variabili.

In generale, rispetto al substrato argilloso su cui poggia e ai litotipi presenti in tutta l'area in studio, esso può definirsi dotato di permeabilità medio-alta e per la sua distribuzione areale continua rappresenta la principale unità idrogeologica dell'area in studio.

La falda ospitata dal complesso è generalmente libera, ma alcune particolari situazioni stratigrafiche possono consentire l'esistenza di acquiferi semiconfinanti. Il tutto, infatti, è sorretto dal substrato argilloso pliocenico, impermeabile.

Per l'inquadramento geologico e tecnico si rimanda all'elaborato tecnico "2800_5100_TARQ1_PD_R07_Rev0_RELAZIONE GEOLOGICA".

3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

3.3.1 Idrografia superficiale

Il sistema idrologico della regione Lazio si sviluppa su 40 bacini idrografici. I più importanti sono il bacino del Tevere, il bacino del Liri-Garigliano, il bacino del Fiora, il bacino dell'Arrone e quello del Badino. Il reticolo idrografico delle acque superficiali interne presenta una notevole variabilità di ambienti idrici, con fiumi di rilievo come il Tevere, il Liri-Garigliano, l'Aniene e il Sacco, e corsi d'acqua con bacini significativi come il Fiora, il Marta, il Mignone, l'Arrone, l'Astura, il Salto, il Turano, il Velino, il Treja, il Farfa, il Cosa, l'Amaseno, il Melfa e il Fibreno. Al fine di assicurare un adeguato livello di protezione ambientale dei corpi idrici fluviali, nel territorio regionale sono stati individuati 43 corsi d'acqua di riferimento, scelti in base all'estensione del bacino imbrifero che sottendono e all'importanza ambientale e/o socio-economica che rivestono. Tali corsi d'acqua vengono costantemente monitorati per poter esprimere un giudizio di qualità sul loro stato ambientale e verificare il rispetto della normativa.

Tutte le WTGs dal layout rientrano nel bacino idrografico del Torrente Arrone, che risulta lungo circa 44 chilometri e sfocia nel Mar Tirreno tra Montalto di Castro e Tarquinia. Il suo bacino si trova ad un'altitudine media di 187 metri sul livello del mare. Nasce sul monte Cellere nel territorio comunale di Cellere, per poi scorrere verso il mare attraversando i territori comunali di Piansano, Arlena di Castro, Canino, Tuscania, Montalto di Castro e Tarquinia. Il Torrente attraversa zone orograficamente poco accidentate e presenta un percorso per lo più lineare.



Figura 3-4: Inquadramento bacini idrografici nell'area di progetto. In arancione il tracciato di connessione interno, i punti gialli indicano il layout delle WTGs.



4. STATO DI PROGETTO

Il parco in esame sarà costituito da N° 8 aerogeneratori e sarà collegato alla rete elettrica nazionale. La connessione sarà garantita da un cavidotto interrato 36 kV che collegherà il parco eolico ad una cabina di smistamento utente ed in seguito a una di connessione sita nel territorio comunale di Tuscania dove è localizzata anche la Stazione RTN per la connessione finale.

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 6.6 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 diverse lavorazioni e componenti che costituiscono il parco eolico.

4.1 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 alloggiato 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 Siemens-Gamesa della potenza nominale di 6,6 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.

Il generatore produce corrente elettrica in bassa tensione (BT) che viene innalzata a 36 kV (MT) 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.



L'altezza del mozzo sarà di 135 m dal piano campagna ed un diametro massimo del rotore di 170 m.
La platea di fondazione sarà poi ricoperta con terreno arido drenante che si rinverdirà spontaneamente.

4.2 VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE TORRI

Al campo eolico si accede attraverso la viabilità esistente (strade Regionali, Provinciali, Comunali e poderali), mentre l'accesso alle singole pale avviene mediante strade di nuova realizzazione e/o su strade interpoderali esistenti, che saranno adeguate al trasporto di mezzi eccezionali.

In particolare i collegamenti tra le diverse piazzole sfrutteranno due strade sterrate (SP208 e Strada dei Due Cancelli Selvaccia) che attraversano il parco in direzione nord-est sud-ovest. Entrambe le strade sopra menzionate confluiscono a sud sulla SS1 ed a nord sulla SP4 che costituiscono le principali vie di accesso al parco. Laddove necessario tali strade saranno localmente adeguate al trasporto delle componenti degli aerogeneratori. Lavori di adeguamento saranno da eseguire anche negli svincoli di intersezione sulla SS1, in particolare l'innesto della viabilità di collegamento delle torri TARQ_01, TARQ_03 e TARQ_08 (strada SP208) dovrà essere attentamente studiato e richiederà un discostamento dal punto di intersezione attuale (si veda elaborato grafico 2800_5100_TARQ1_PD_T05.1_Rev0 VIABILITA' ESISTENTE - RAMO OVEST - PLANIMETRIA DI PROGETTO E TRACCIAMENTO).

Dove necessario tali strade saranno adeguate al trasporto delle componenti degli aerogeneratori.

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 del produttore delle 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:

- a) Scotico terreno vegetale;
- b) Scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa;
- c) Compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti;
- d) 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.;
- e) Posa del Cassonetto stradale in tout venant compatto o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm;
- f) Posa dello Strato di finitura in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente vagliato sp. medio 10 cm.

Le strade saranno in materiale permeabile e nella maggior parte dei casi saranno create lungo percorsi esistenti sterrati o a pratica agricola.

Per tali opere si fa riferimento al paragrafo 6.1 per i criteri di progetto, e al paragrafo 6.4 per i dimensionamenti idraulici.



4.3 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:

- A. Scotico terreno vegetale
- B. Scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa
- C. Compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti
- D. 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.
- E. Posa di uno strato di fondazione in tout venant compattato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm
- F. Posa dello Strato di finitura in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente vagliato sp. medio 10 cm.

Alla fine della fase di cantiere le dimensioni delle piazzole saranno ridotte a 50 x 30 m per un totale di 1.500 mq, per consentire la manutenzione degli aerogeneratori stessi, mentre la superficie residua sarà rinverdita e mitigata.

La piazzola di cantiere sarà al termine dei lavori oggetto di opere a verde di creazione di prato.

Infine, 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, tale da garantire l'invarianza idraulica dell'area definitiva.

Per tali opere si fa riferimento al paragrafo 6.1 e 6.5 per i criteri di progetto, e al paragrafo 6.3 per i dimensionamenti idraulici.



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

La sottostazione di trasformazione sarà ubicata nel territorio comunale di Tuscania mentre la linea di connessione attraverserà, i comuni di Tarquinia e Tuscania

I territori comunali sopracitati appartengono al Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale.

Le autorità competenti sono l'Unità di Gestione del Bacino Regionale Lazio.

5.1 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) – BACINI LAZIALI

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio, è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale del Lazio n. 17 del 4 Aprile 2012 (B.U.R.L. n. 21 del 7 Giugno 2012 – supplemento ordinario n. 35).

Il PAI si configura come lo strumento di pianificazione territoriale attraverso il quale l'Autorità di Bacino si propone di determinare un assetto territoriale che assicuri condizioni di equilibrio e compatibilità tra le dinamiche idrogeologiche e la crescente antropizzazione del territorio e di ottenere la messa in sicurezza degli insediamenti ed infrastrutture esistenti e lo sviluppo compatibile delle attività future. Il confronto successivo all'adozione, in sede di conferenze programmatiche, secondo l'iter previsto dalla L.365/00, ha permesso poi di tarare le soluzioni proposte rispetto alle attese di sviluppo delle popolazioni del bacino.

Il PAI persegue il miglioramento dell'assetto idrogeologico del bacino attraverso interventi strutturali (a carattere preventivo e per la riduzione del rischio) e disposizioni normative per la corretta gestione del territorio, la prevenzione di nuove situazioni di rischio, l'applicazione di misure di salvaguardia in casi di rischio accertato. Ciò secondo tre linee di attività:

1. il Rischio idraulico (aree inondabili delle piane alluvionali),
2. il Rischio geologico (dissesti di versante e movimenti gravitativi),
3. l'efficienza dei bacini montani in termini di difesa idrogeologica.

Il Piano è stato infatti sviluppato sulle seguenti linee di attività:

- l'individuazione della pericolosità da frana e la perimetrazione delle situazioni di maggior rischio;
- l'individuazione della pericolosità e del rischio idraulico con riferimento al reticolo principale, secondario e minore, attraverso la perimetrazione delle aree inondabili per diversi tempi di ritorno e la valutazione del rischio degli elementi esposti;
- la valutazione dell'efficienza idrogeologica dei versanti del bacino, con riferimento a 181 sottobacini considerati come unità territoriali di riferimento;
- l'analisi dei trend delle dinamiche idrogeologiche e dell'antropizzazione del territorio onde individuare le maggiori criticità e delineare le priorità di intervento;
- la definizione di un complesso di interventi a carattere strutturale e normativo.

Per quanto riguarda il rischio idraulico il reticolo idrografico è stato suddiviso in reticolo principale, secondario e minore. Sul reticolo principale sono state individuate le fasce di assetto idraulico (fascia A, corrispondente ad un tempo di ritorno 50 anni, fascia B corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni e fascia C, corrispondente ad un tempo di ritorno 500 anni) e la disciplina relativa delle attività al loro interno compatibili e le aree a Rischio R4-molto elevato, R3-elevato ed R2-medio per le quali sono

previsti disposizioni tecnico-normative che disciplinano l'uso delle aree a rischio, interventi strutturali di difesa idraulica e delocalizzazioni.

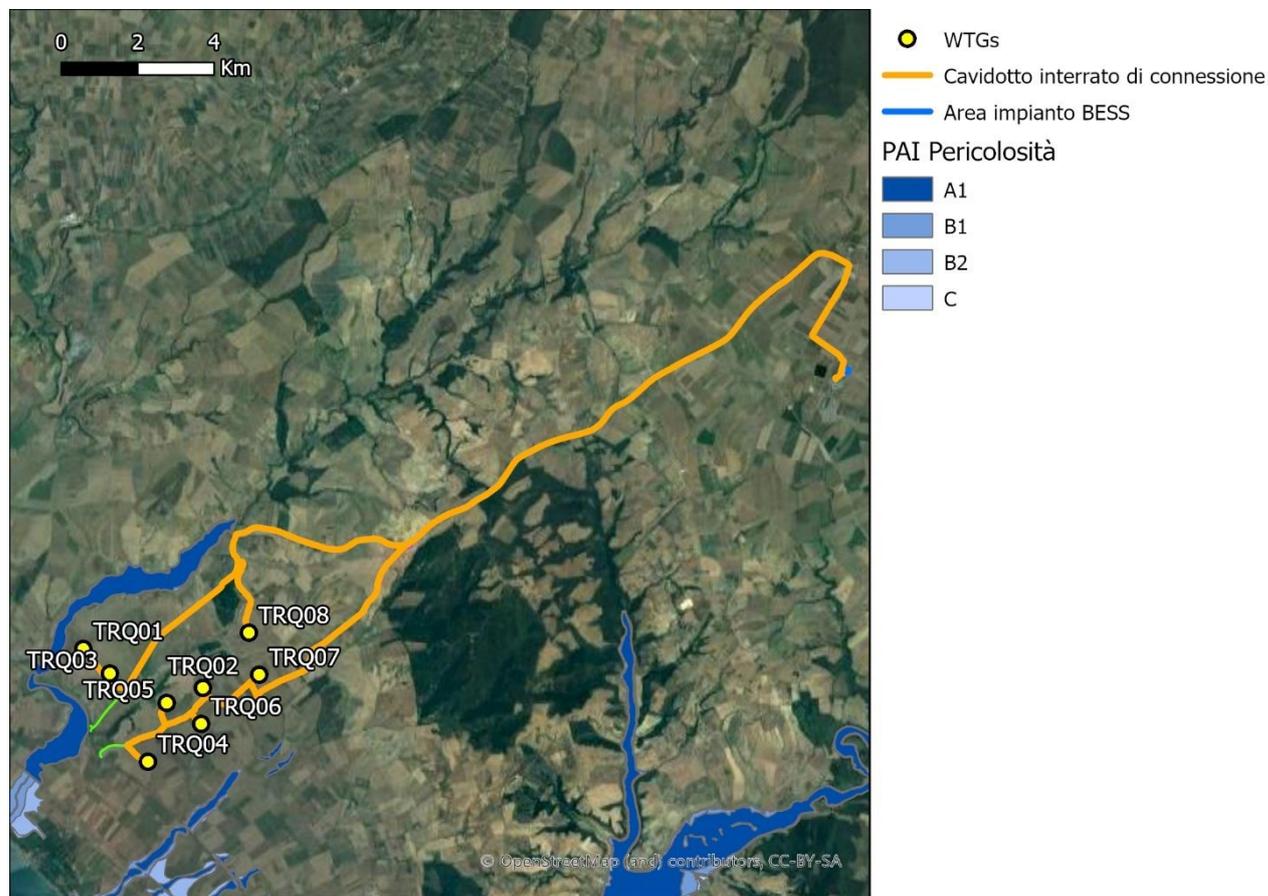


Figura 5-1: PAI, fasce di pericolosità idraulica nell'intorno dell'area di progetto.

Come si evince dallo stralcio cartografico in Figura 5-1, nessuna delle opere in progetto, incluse cabine di trasformazione, di connessione e sistemi di stoccaggio BESS rientra nelle fasce di pericolosità individuate dal PAI vigente.

5.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO CENTRALE (PGRAAC)

Il Piano di gestione del Rischio Alluvioni, redatto in forza della direttiva 2007/60 recepita nell'ordinamento italiano dal D. lgs. n. 49/2010, è stato approvato dal Presidente del Consiglio dei Ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017.

Il Piano è stato preceduto, come previsto dalle normative sopra ricordate, da una lunga fase di attività preparatorie tra le quali – la più importante – la fase di mappatura della pericolosità e del rischio del Distretto idrografico dell'Appennino centrale.



L'articolazione territoriale del Distretto è stata definita con il D. Lgs 152/2006 e comprendeva allora:

- Tevere, già bacino nazionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Tronto, già bacino interregionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Sangro, già bacino interregionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Bacini del Lazio, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Bacini dell'Abruzzo, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Potenza, Chienti, Tenna, Ete, Aso, Menocchia, Tesino e bacini minori delle Marche, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989.

Il Piano è stato quindi elaborato per questo territorio con le relative mappe di pericolosità e di rischio.

Solo successivamente la L.221/2015 ha modificato l'articolazione dei distretti idrografici precedentemente definiti con il D. Lgs.152/2006 assegnando al Distretto dell'Appennino i bacini dei seguenti fiumi che appartenevano fino ad allora al Distretto dell'Appennino settentrionale:

- Fiora, già bacino interregionale ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- Foglia, Arzilla, Metauro, Cesano, Misa, Esino, Musone e altri bacini minori, già bacini regionali ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;

Le relative mappe ed il Piano di questi territori sono quindi stati elaborati dall'Autorità di Distretto dell'Appennino settentrionale e sono in corso le procedure di acquisizione.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale è stato adottato il 17 dicembre 2015 con deliberazione n. 6 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, costituito ai sensi dell'art.12, comma 3, della legge n. 183/1989 e integrato dai componenti designati dalle Regioni il cui territorio ricade nel Distretto Idrografico non già rappresentante nel medesimo Comitato.

Il Piano è stato sottoposto alla Valutazione Ambientale Strategica, nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006. Sulla base del parere della Commissione Tecnica VIA-VAS n. 1934 del 4 dicembre 2015 e del parere del Ministero per i beni e le attività culturali e del turismo prot. n. 1656 del 22 gennaio 2016 è stata predisposta la Dichiarazione di sintesi e l'iter della VAS si è concluso con l'emissione del decreto del Ministro dell'Ambiente, reso di concerto con il Ministro dei beni e delle attività culturali e del turismo, n. DEC/MIN/49 del 2 marzo 2016, con il quale è stato espresso parere motivato positivo di compatibilità ambientale sul PGRAAC. Il Piano è stato successivamente approvato il 3 marzo 2016, con deliberazione n. 9, dal Comitato istituzionale ed il 27 ottobre 2016 dal Presidente del Consiglio dei Ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017 recante "approvazione del piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Centrale".

Il secondo ciclo di pianificazione del Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto dell'Appennino centrale è effettuato in applicazione del comma 3 dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2010 che prevede l'aggiornamento di detti strumenti di pianificazione entro il 22 settembre 2021 e, successivamente, ogni sei anni.

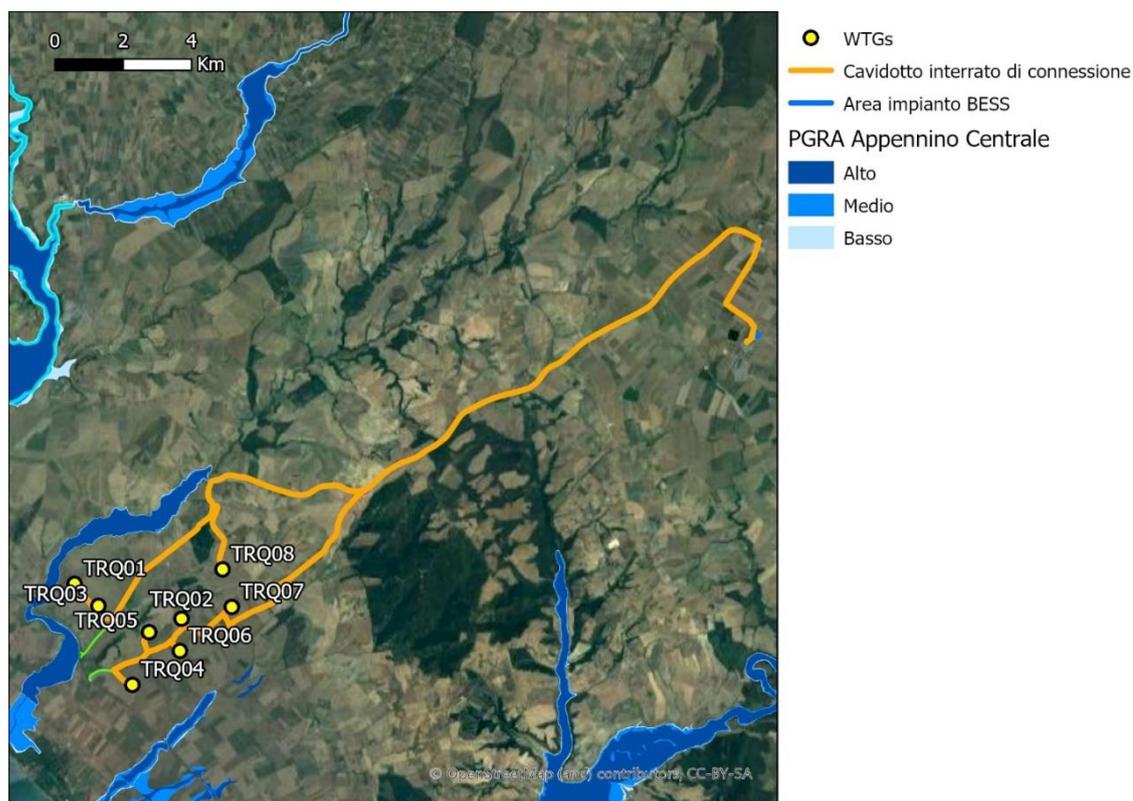


Figura 5-2: Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto dell'Appennino Centrale.

Come si evince dallo stralcio cartografico in Figura 5-2, nessuna delle opere in progetto, incluse cabine di trasformazione, di connessione e sistemi di stoccaggio BESS rientra nelle fasce di pericolosità individuate dal PGRA vigente.

5.3 INVARIANZA IDRAULICA

Nel contesto della regione Lazio, l'attuazione delle linee guida per l'invarianza idraulica è stata approvata in data 24 marzo 2020 con la deliberazione n.117 "Approvazione delle Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" - D.lgs 49/2010, Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

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 incaricarsi, 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.

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 3,37 m circa 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.

Pertanto, le aree di piazzola si possono considerare permeabili, ad eccezione della frazione areale interessata dalla torre della turbina eolica, pari a 28,3 m²: tale frazione rappresenta il 2% della superficie totale della piazzola permanente, pari a 1.500 m², come meglio descritto in seguito nel paragrafo 6.5.2.

A favore di sicurezza si è previsto di implementare misure di mitigazione per il rispetto dell'invarianza idraulica sulle piazzole permanenti.

Considerando quindi la superficie della singola piazzola permanente pari a 0,15 ha (50 x 30 m), (*modesta impermeabilizzazione potenziale* - classe di intervento numero 2) porta normativa riporta, all'articolo 5 punto a), che *"i volumi disponibili per la laminazione dovranno soddisfare i requisiti dimensionali di cui all'espressione [1] del paragrafo 4.2. , le luci di scarico dell'invaso (condotti o stramazzi) nel corpo idrico recettore di valle non dovranno superare le dimensioni di un tubo avente un diametro pari a 200 mm e i tiranti idrici consentiti nell'invaso dovranno esser tali da non risultare maggiori di 1,00 metro"*;

Il presente studio ha quindi verificato 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 e che l'attuazione del progetto rispetti i criteri normativi sopracitati.

Ai sensi della normativa vigente sull'invarianza idraulica si è reso necessario il calcolo del volume minimo di invaso, le dimensioni del fosso e delle opere di invarianza idraulica sono presentate al paragrafo 6.4.2.

Ai fini del presente calcolo 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.

Le variabili "Imp" e "Per", necessarie per il calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale sono stati determinati sulla base delle suddette assunzioni.

In Tabella 5-1 è riportata una panoramica dei parametri adottati per il calcolo del volume minimo di invaso. Tale primo scenario considera interamente permeabile la piazzola definitiva e ipotizza un lieve incremento di permeabilità.



Tabella 5-1: calcolo del volume di laminazione necessario.

PARAMETRO	VALORE
W_0 [m ³ /ha]	100
Imp ⁰ [%]	0
Per ⁰ [%]	100
Imp [%]	2
Per [%]	98
Φ^0 [-]	0.20
Φ [-]	0.21
I [%]	100
P [%]	0
W [m ³ /ha]	98.9
V [m³]	14.8

Pertanto, il volume di laminazione (V) disponibile risulta essere in linea con il volume minimo necessario a garantire l'invarianza idraulica, presente nel fosso perimetrale.

Tuttavia, a favore di sicurezza, è stato effettuato anche il calcolo del volume di invaso, analogamente a quanto riportato in precedenza, mediante un coefficiente di deflusso medio ponderale cautelativo più rappresentativo del materiale utilizzato, scelto pari a **0,45**: tale coefficiente è stato scelto a seguito di calcoli e valutazioni sulla base del fatto che solamente lo strato superficiale della piazzola è realizzato in ghiaia/pietrisco stabilizzato, tout venant compattato oppure materiale di recupero proveniente dagli scavi costipato, mentre la stratigrafia sottostante è associabile ad un ambiente permeabile.

A fronte di un volume di invaso necessario pari a **69 m³**, è stato scelto di prevedere la realizzazione di un ulteriore volume di laminazione mediante trincee drenanti poste al di sotto delle canalette. Inoltre, per quanto riguarda lo scarico delle acque di laminazione, è stata prevista una tubazione DN200 in corrispondenza dell'invaso di laminazione relativo ad ogni piazzola. La planimetria degli scarichi delle acque meteoriche è consultabile nell'elaborato grafico 2800_5100_TARQ1_PD_R08_T01_Rev0_PLANIMETRIA DRENAGGI E SCARICHI ACQUE METEORICHE.

L'invarianza idraulica risulta quindi rispettata dal progetto in oggetto.



5.4 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 e nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni.

Lo studio dei sopracitati Piani non ha individuato interferenze con le WTGs, né per quanto riguarda le opere in progetto, sia temporanee sia permanenti, né per il tracciato di connessione interno ed esterno all'impianto.

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

Si è valutato inoltre il rispetto dell'invarianza idraulica, secondo la deliberazione 24 marzo 2020 n.117 di Regione Lazio, 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.

Analizzando le opere in progetto, per quanto riguarda la viabilità, le strade saranno interamente permeabili, mentre le piazzole circondanti l'aerogeneratore e non interessate da rinverdimento, aventi area pari a 1.500 mq, avranno una permeabilità minore rispetto all'ante-operam.

Secondo la normativa, 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, sulla base di assunzioni più cautelative riguardanti la permeabilità del materiale costituente la piazzola e della compattazione del piano di posa.



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 Segnaletiche di Possibilità Pluviometriche (LSPP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30, e 50 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.



6.2 CALCOLI IDROLOGICI

6.2.1 Considerazioni climatiche

Il clima nel Lazio presenta una notevole variabilità da una zona all'altra. Lungo la fascia costiera, i valori di temperatura variano in generale tra i 9-10°C di gennaio e i 24-25°C di luglio. Le precipitazioni sono piuttosto scarse lungo il litorale nord (i valori minimi inferiori ai 600 mm annui si registrano nella Maremma, nel comune di Montalto di Castro, al confine con la Toscana). Invece, nella zona tra Formia e il confine con la Campania, le precipitazioni sono intorno ai 1000 mm annui.

Verso l'interno il clima è più continentale e non mancano i rilievi, specie nella provincia di Rieti, che risulta essere, nei mesi invernali, la più fredda seguita dalle province di Frosinone, Viterbo, Roma e Latina. Le piogge costiere tendono ad aumentare con la quota, mediamente sono distribuite nelle stagioni intermedie e in quella invernale, con un'unica stagione secca, quella estiva, troviamo i massimi pluviometrici nell'area occupata dalla città di Velletri, con una media annuale di 1500 mm oltre che nei massicci montuosi posti al confine con l'Abruzzo, maggiormente esposti alle perturbazioni atlantiche (Monti Simbario, Monti Catari, Monti Ernici), raggiungendo valori anche superiori ai 2000 mm annui. D'inverno le precipitazioni sono in genere nevose dalle quote medie in su; sporadiche nevicate possono raggiungere i Castelli Romani e, in alcune rare occasioni, interessare anche la città di Roma.

Per quanto riguarda la piovosità, un fattore determinante nella regione è l'esposizione al mare dei rilievi, che catturano i venti umidi di provenienza tirrenica. Le piogge sono meno abbondanti sulla pianura costiera (600÷700 mm annui) e nelle conche intermontane, e sono massime sui versanti occidentali direttamente esposti al mare; si passa dai 1000 mm annui lungo le fasce collinari e nell'anti Appennino, fino ai 1500 mm sull'Appennino. I periodi più piovosi sono l'autunno e la primavera, con un marcato minimo estivo.

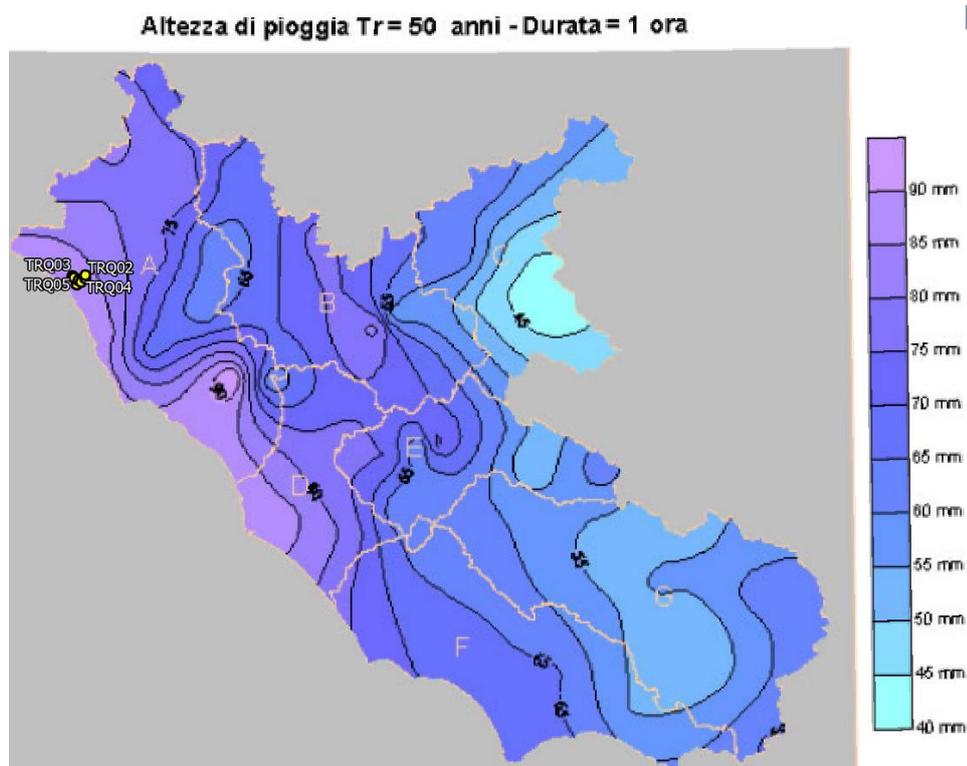


Figura 6-1: Mappa di altezza critica di pioggia per durata pari a 1 ora e tempo di ritorno 50 anni (Fonte: Ufficio Idrografico di Roma). In giallo le WTGs di progetto.

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 tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a **30 anni**, coincidente con la durata della vita utile dell'impianto. In corrispondenza di interferenze delle strade di progetto con corsi d'acqua è stato adottato un tempo di ritorno pari a **100 anni** per la precipitazione di progetto.

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 del metodo impiegato nella stima delle portate meteoriche superficiali è stato necessario determinare la curva di possibilità climatica caratteristica dell'area oggetto di intervento.

Il tempo di ritorno da assegnare alla curva di possibilità climatica è stato fatto variare da un minimo di 2 anni ad un massimo di 50 anni.

Il presente studio ha applicato la metodologia prevista dal Modello di Regionalizzazione delle piogge intense, impiegato nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Lazio, secondo la procedura VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) portata avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) per l'Italia centrale.

La procedura VAPI prevede l'utilizzo di un modello probabilistico a doppia componente (TCEV), secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali (componente bassa) ed un'altra dagli eventi eccezionali (outliers) legati a differenti fenomeni meteorologici.

Le elaborazioni relative all'applicazione di tale modello fanno riferimento ad una procedura di regionalizzazione gerarchica in cui i parametri sono stati valutati per scale regionali differenti. Il modello ha la generica forma:

$$i_d(T) = K_T \mu_{id}$$

Dove:

- $i(T)$ = intensità di pioggia di durata d per un tempo di ritorno T ;
- K_T = coefficiente di crescita per un tempo di ritorno T ;
- μ_{id} = media annuale delle intensità di pioggia di durata d .

Il coefficiente di crescita K_T si calcola in base a delle elaborazioni statistiche effettuate sui dati al primo e secondo livello di regionalizzazione che, per la zona considerata fa riferimento al rapporto del GNDCI per l'Italia centrale (Sezioni idrografiche di Roma-Pescara).

Per il calcolo dell'intensità di pioggia in dipendenza della durata e del tempo di ritorno è stata utilizzata la formula seguente:

$$i_d = K_T \mu_{io} \left(\frac{b}{b+d} \right)^m$$

Dove:

- b = è un parametro di trasformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata t , sia dal tempo di ritorno;
- m = è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno.

L'area interessata dallo studio riguarda i bacini di competenza dell'Ufficio di Roma del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), ossia il bacino del Tevere e i bacini minori con foce nel tratto laziale del litorale Tirrenico, tra il fosso Tafone (incluso) e il fiume Garigliano (escluso).



Per tenere conto delle informazioni al contorno la regionalizzazione delle piogge è stata eseguita su un'area molto più ampia, che interessa un intero tratto dell'Italia Centrale, che si estende dal promontorio di Piombino alla foce del Garigliano sul Tirreno, e include i litorali marchigiano e abruzzese sull'Adriatico.

Su questo territorio sono state considerate 964 stazioni pluviometriche, di cui sono state raccolte le serie dei massimi annuali delle piogge giornaliere.

Al primo e al secondo livello di regionalizzazione sono state identificate tre regioni omogenee, in cui l'ipotesi della costanza del coefficiente di variazione e del coefficiente di asimmetria può essere accettata. Le regioni e l'area di progetto sono visibili in Figura 6-2 e sono così definite:

- *zona A (Tirrenica)*, che interessa la fascia del litorale tirrenico e si protende all'interno lungo le valli dei principali corsi d'acqua;
- *zona B (Appenninica)*, che interessa l'ampia fascia dell'Appennino propriamente detto, con le propaggini dei colli Albani, e i monti Lepini, Ausoni e Aurunci, nonché, separati da questa zona, i gruppi montuosi nell'entroterra tirrenico a nord-ovest del Tevere (i massicci dell'Amiata e del Cetona con i monti Vulsini; e i monti Cimini con i monti della Tolfa e i monti Sabatini);
- *zona C (Adriatica)*, che interessa una ristretta fascia del litorale adriatico e si protende con ristrette lingue lungo le valli dei corsi d'acqua.

I distretti di Roma e Pescara risultano suddivisi ulteriormente in un terzo livello di regionalizzazione, relativamente alle piogge intense, e risultano visibili insieme all'area di progetto in Figura 6-3.

Ciascuna zona della regionalizzazione (A, B o C) è caratterizzata come coefficiente di crescita per tempi di ritorno dalla evoluzione nella tabella seguente:

Tabella 6-1: Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge giornaliere, per alcuni valori del tempo di ritorno T .

T (ANNI)	2	5	10	20	25	30	40	50	100
K_T (Zona A)	0.89	1.22	1.49	1.84	1.97	2.04	2.29	2.45	2.98
K_T (Zona B)	0.96	1.25	1.45	1.64	1.70	-	1.83	1.89	2.07
K_T (Zona C)	0.90	1.29	1.59	1.90	2.01	-	2.22	2.32	2.64

Per quanti riguarda il calcolo del coefficiente di crescita con tempo di ritorno pari a 30 anni, tempo scelto per il calcolo della precipitazione di progetto per le opere permanenti, tale valore è stato ottenuto dalla espressione semplificata ottenuta dai valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV per la Zona A. Le espressioni semplificate delle Zone A, B e C sono le seguenti:

- *Zona A:* $K_T = -0.6086 + 0,779 \ln T$;
- *Zona B:* $K_T = 0.6419 + 0,289 \ln T$;
- *Zona C:* $K_T = 0.5296 + 0,459 \ln T$.

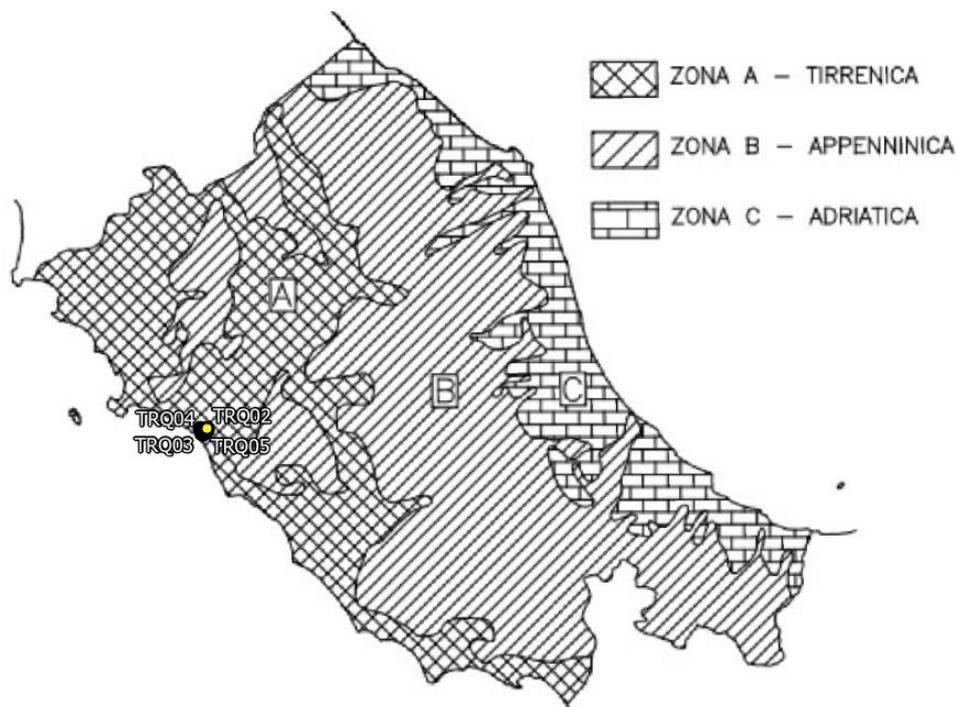


Figura 6-2: Aree pluviometriche omogenee, primo e secondo livello di regionalizzazione. In evidenza le WTGs di progetto.

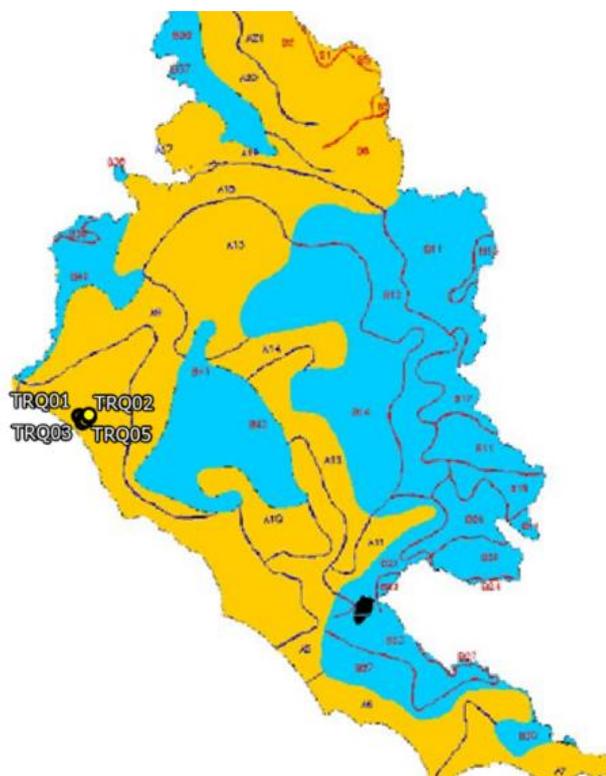


Figura 6-3: Aree pluviometriche omogenee, terzo livello di regionalizzazione. In evidenza le WTGs di progetto.



Come si nota in Figura 6-3, l'area di progetto ricade nella sottozona A4 del terzo livello di regionalizzazione, per il quale i parametri di regressione della media sulla quota e i parametri regionali delle relazioni IDF sono elencati rispettivamente in Tabella 6-2 e Tabella 6-3.

Tabella 6-2: Parametri di regressione della media sulla quota, terzo livello di regionalizzazione.

SOTTOZONA	c [mm/m]	d [mm]
A4	0,03390	67,67

Tabella 6-3: Parametri al terzo livello di regionalizzazione delle relazioni IDF.

SOTTOZONA	b [h]	m	μ_{10}/μ_{24}
A4	0,1705	0,7881	49,62

Sulla base dei parametri precedentemente determinati è stato possibile determinare, per ciascun fissato tempo di ritorno T_r , l'intensità di pioggia per ciascuna durata.

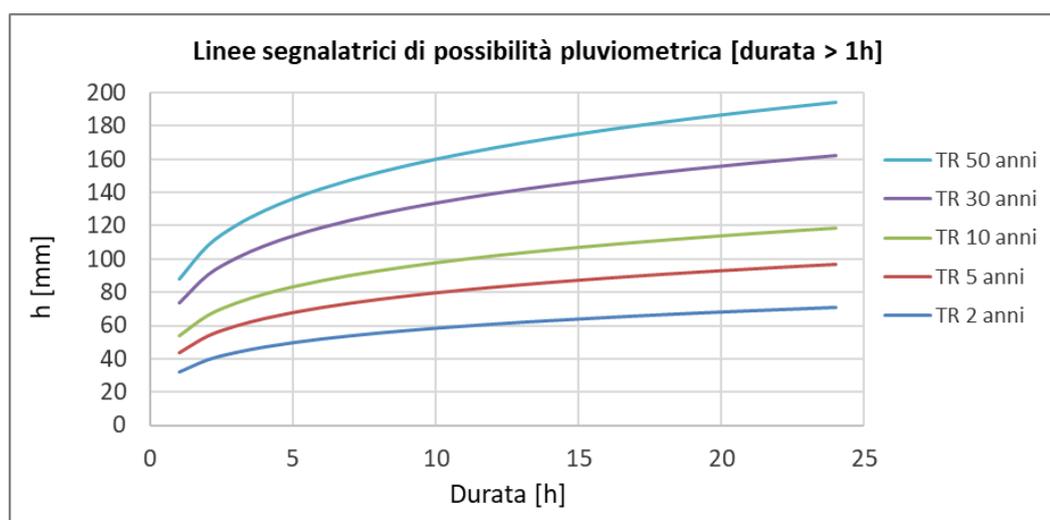


Figura 6-4: Curve di possibilità pluviometrica legate a diversi tempi di ritorno per durate di pioggia superiore ad 1 ora.



Tabella 6-4: Fattore di crescita e altezza di pioggia per le diverse durate per i diversi tempi di ritorno.

	TR 2 ANNI	TR 5 ANNI	TR 10 ANNI	TR 30 ANNI	TR 50 ANNI
K_T	0,89	1,22	1,49	2,04	2,45
Durata evento critico [h]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO E DELLA DURATA H [mm]				
1	32	44	54	73	88
2	39	54	66	90	108
3	44	60	73	100	121
4	47	64	79	108	129
5	50	68	83	114	137
6	52	71	87	119	143
7	54	74	90	123	148
8	55	76	93	127	152
9	57	78	95	130	157
10	58	80	97	134	160
11	59	82	100	136	164
12	61	83	102	139	167
13	62	85	103	142	170
14	63	86	105	144	173
15	64	87	107	146	175
16	65	89	108	148	178
17	66	90	110	150	180
18	66	91	111	152	183
19	67	92	112	154	185
20	68	93	114	156	187
21	69	94	115	157	189
22	69	95	116	159	191
23	70	96	117	161	193
24	71	97	118	162	194



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):

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

Tale coefficiente, ai fini dell'invarianza idraulica, viene posto, secondo le sopracitate Linee guida di regione Lazio, pari a **0,9** per superfici impermeabili e pari a **0,2** per superfici permeabili. La suddetta normativa, pertanto, definisce il coefficiente di deflusso medio ponderale, rispettivamente ante e post operam:

$$\begin{aligned}\phi^0 &= 0,9 \cdot Imp^0 + 0,2 \cdot Per^0 \\ \phi &= 0,9 \cdot Imp + 0,2 \cdot Per\end{aligned}$$

Dove Imp^0 e Imp sono le quote parte di superficie impermeabile del sito considerato, rispettivamente ante e post operam, mentre Per^0 e Per sono le quote parte di superficie permeabile, analogamente, ante e post operam.

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 **0,4**.

Per quanto riguarda le piazzole permanenti intorno alla WTG, l'impermeabilizzazione consiste nel basamento della torre avente diametro 6 metri che sarà tuttavia coperto da 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, tenendo conto delle linee guida sull'invarianza idraulica della Regione Lazio.

Questo porterebbe ad un aumento cautelativo del coefficiente di deflusso per l'intera piazzola permanente pari a **0,21**. Tuttavia, in questo caso, è stato inoltre valutato un coefficiente più cautelativo e meglio rappresentante del mezzo poroso pari a **0,45**.



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 di seguito riportata:

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

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].

Per la definizione del tempo di corrivazione è stata adottata la formulazione di Kirpich.

$$t_C = 0,000325 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

Dove t_C rappresenta il tempo di corrivazione [ore], L la lunghezza dell'asta fluviale principale [m] ed S la pendenza media del bacino.

6.2.7 Calcolo del volume di invaso

Ai sensi della normativa di riferimento, *il volume minimo d'invaso atto a garantire l'invarianza idraulica, in termini di portate di deflusso meteorico, provenienti dalle aree oggetto di trasformazioni dell'uso del suolo (urbanistiche o di singolo intervento) e recapitate nei corpi idrici ricettori di valle, è stabilito dalla seguente espressione, ricavata dal "metodo dell'invaso":*

$$w = w^0 \cdot \left(\frac{\varphi}{\varphi^0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - (15 \cdot I) - (w^0 \cdot P)$$

Dove:

- w^0 = 100/150 mc/ha: volume di riferimento da assumersi nei territori di "bonifica";



- $w^0=50$ mc/ha: volume di riferimento da assumersi nei territori “non impermeabilizzati in ambito urbano”;
- $w^0=15$ mc/ha: volume di riferimento da assumersi nei territori “non impermeabilizzati in ambito urbano”;
- φ : coefficiente di deflusso post trasformazione;
- φ^0 : coefficiente di deflusso ante trasformazione;
- $n = 0.48$: esponente delle curve di probabilità pluviometrica [$h = a \times t^n$] di durata inferiore all’ora, assunto nell’ipotesi che le percentuali di pioggia oraria, precipitata nei 5, 15 e 30 minuti, siano rispettivamente il 30%, il 60% e il 75% come risulta, orientativamente, da vari studi sperimentali.
- I: quota (%) dell’area oggetto d’intervento, interessata dalla trasformazione;
- P: quota (%) dell’area oggetto d’intervento, non interessata dalla trasformazione, tale che $[I + P = 100\%]$.

Il volume in questo modo ottenuto è un valore in m³/ha, motivo per il quale dovrà essere moltiplicato per l’area totale interessata dall’intervento.

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 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.

Per le piazzole di cantiere e montaggio si prevede un fosso di guardia perimetrale in terra, che rimarrà tale anche dopo il completamento dell’impianto. Per le piazzole permanenti (50 x 30 m) si prevede un ulteriore fosso di guardia perimetrale unitamente all’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 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. L’argomento è trattato in dettaglio paragrafo 6.4.1.

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 successiva, 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 trapezia di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di 45° .

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolati in c.a. carrabili o da tubazioni in HDPE carrabili.

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**, sia per la viabilità di accesso agli aerogeneratori, sia per le piazzole di montaggio. Le dimensioni delle canalette sono esposte nel capitolo 6.4.

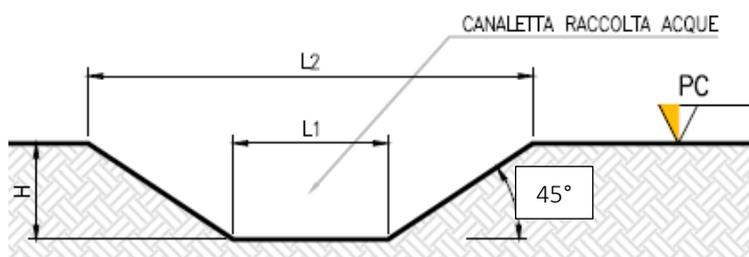


Figura 6-5: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

Per quanto riguarda le tubazioni sotto il piano stradale, queste 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 capitolo 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, laminare le acque e di controllare i picchi di deflusso.

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

Gli scavi sono in genere di sezione rettangolare, riempiti con materiale inerte naturale ciottoli/ghiaia lavata, 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.

Il dimensionamento è stato sulla base del volume di invaso necessario secondo la normativa di invarianza idraulica regionale. A tal proposito, a fronte di un volume di invaso calcolato e valutando un indice dei vuoti pari a 0,4 ed una sezione trasversale di dimensioni 1 m x 1 m, la lunghezza longitudinale sarà di **160 metri, equivalente al perimetro delle piazzole definitive.**

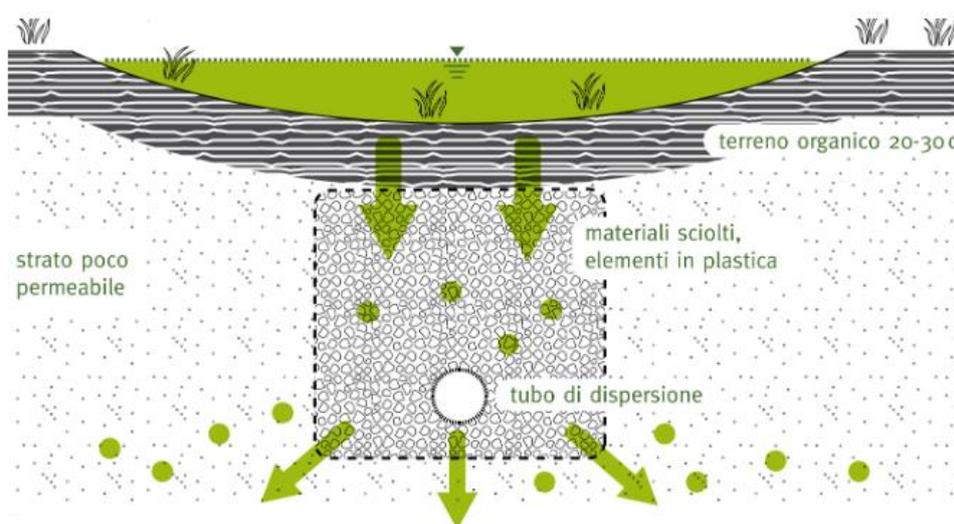


Figura 6-6: Schema esemplificativa di trincea di infiltrazione



6.4 SISTEMA DI GESTIONE DELLE 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 delle 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 0,2%; 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 6-7)
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 6-8)
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 6-9)
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 6-10)

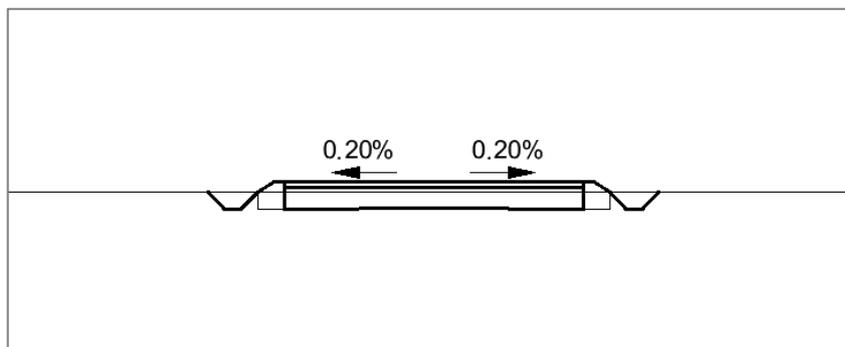


Figura 6-7: Sezione trasversale per strada in piano.

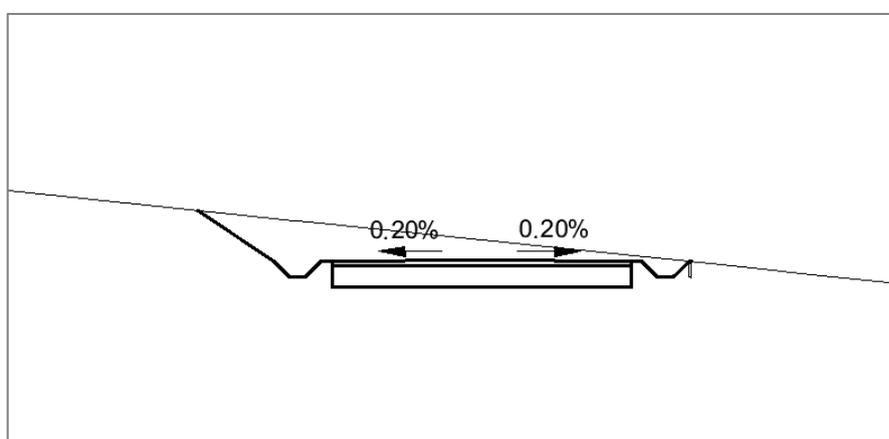


Figura 6-8: Sezione trasversale per strada a mezza costa

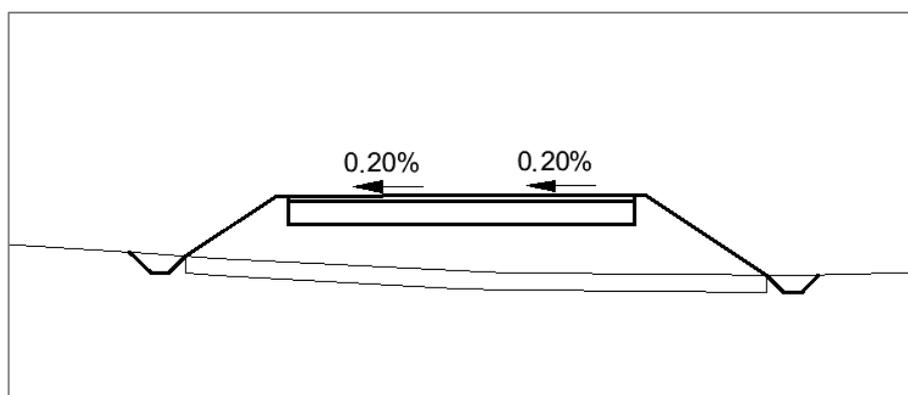


Figura 6-9: Sezione trasversale per strada in rilevato.

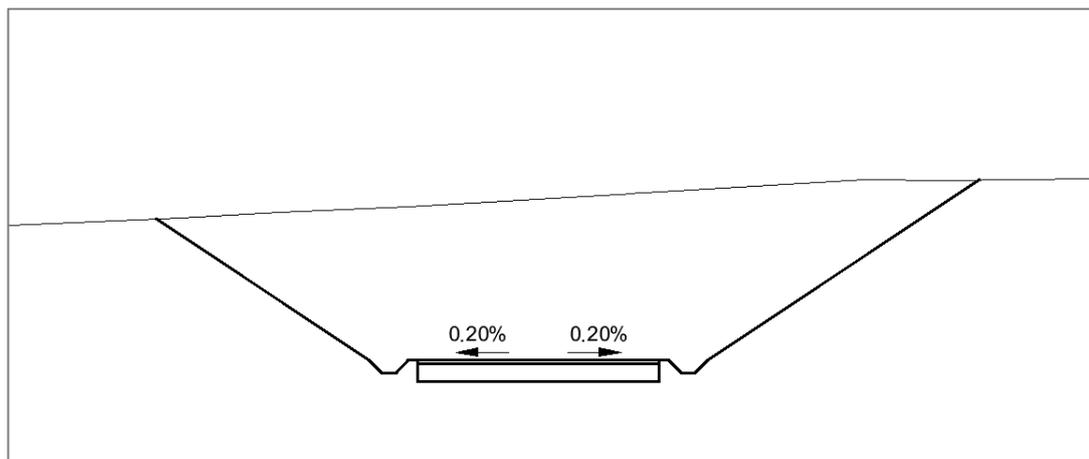


Figura 6-10: Sezione trasversale per strada in trincea.

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.

Sono previsti inoltre miglioramenti della viabilità esistente ove necessari come riportato dagli elaborati grafici di progetto. (2800_5100_TARQ1_PD_T05.1a_Rev0_VIABILITA' ESISTENTE - RAMO OVEST - PLANIMETRIA DI PROGETTO E TRACCIAMENTO, 2800_5100_TARQ1_PD_T05.2a_Rev0_VIABILITA' ESISTENTE - RAMO EST - PLANIMETRIA DI PROGETTO E TRACCIAMENTO).

Tali ampliamenti garantiranno la continuità di eventuali drenaggi della viabilità esistenti e dove necessari incrementi con aggiunta di ulteriori fossi di guardia.

Si riporta di seguito uno stralcio planimetrico e uno di sezione al fine di mostrare l'intervento.



Figura 6-11: Adeguamento viabilità esistente, esempio stralcio planimetrico di progetto – in verde la strada oggetto di adeguamento

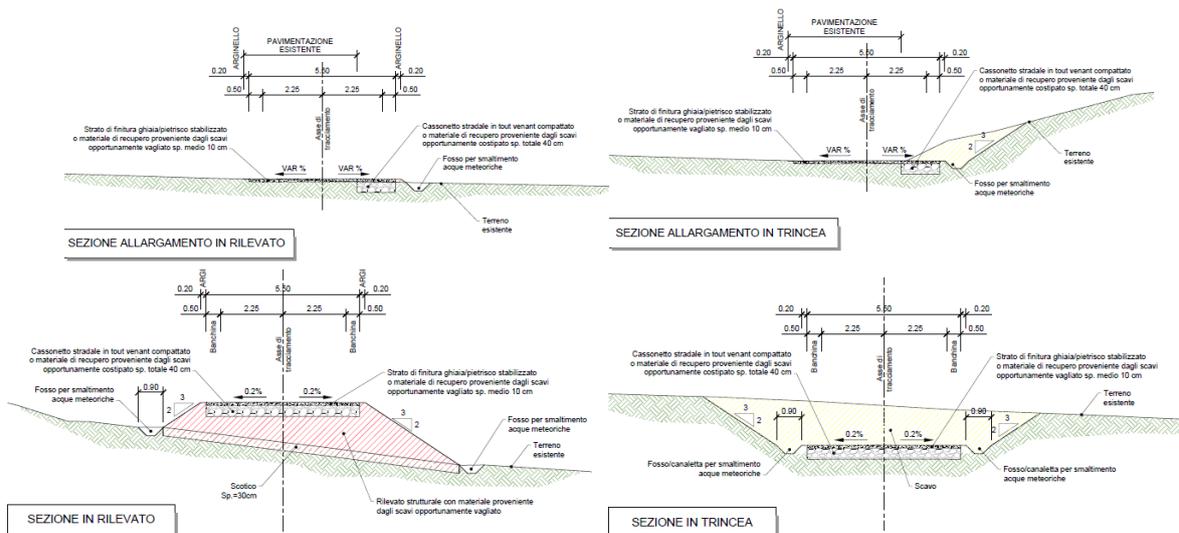


Figura 6-12: Adeguamento viabilità esistente, esempio stralcio sezioni di progetto

6.4.2 Tipologico - fossa 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.

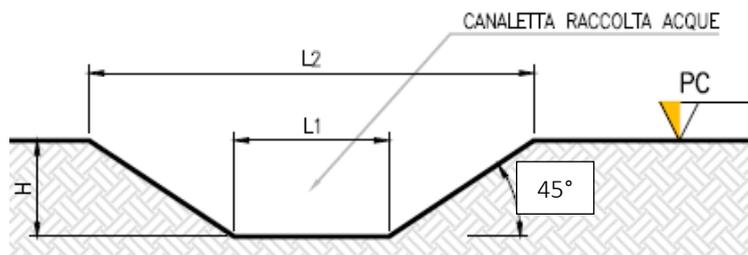


Figura 6-13: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo, le dimensioni saranno ricalcolate nel corso delle successive fasi progettuali per ogni accesso alle WTG.

TABELLA DIMENSIONI SCHEMA TIPO		
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 6-14.

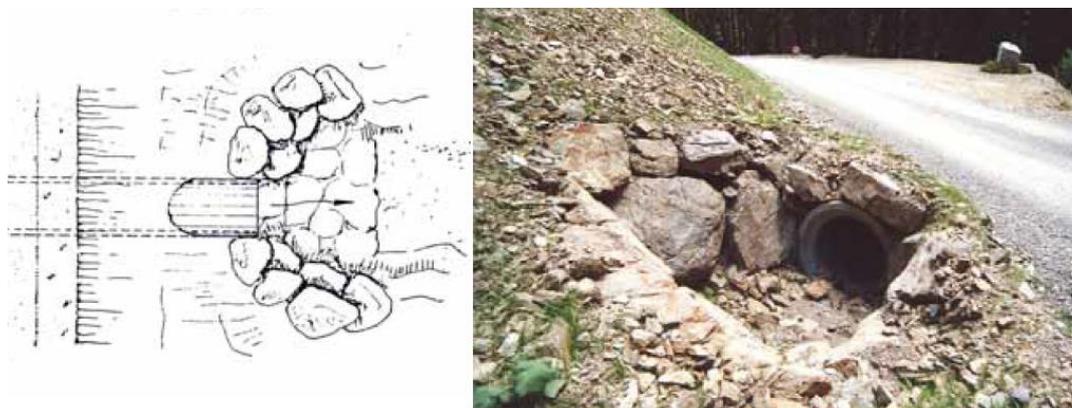


Figura 6-14: Pozzetti in legname e in massi (fonte: "Viabilità forestale regionale" Bortoli, P.L. 2001).

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 del progetto "Tinality", e in relazione alle considerazioni idrauliche al paragrafo, considerando un'area scolante media di versante variabile tra **250.000 mq** e **9.000 mq** (area basata su una casistica delle aree scolanti nell'area di progetto desunte dal DEM nei tratti di mezzacosta) e un tempo di ritorno di **30 anni**, è prevista una spaziatura delle tubazioni variabile tra **30 metri** e **60 metri**, dipendentemente dall'estensione dell'area scolante, con un diametro dei tubi di **200 mm**. Il posizionamento degli scarichi lungo la viabilità di accesso e per le piazzole è visibile nell'elaborato grafico 2800_5100_TARQ1_PD_R08_T01_Rev0_PLANIMETRIA DRENAGGI E SCARICHI ACQUE METEORICHE.

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 interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali

Sulla base della simulazione del modello digitale del terreno condotta mediante algoritmi TauDEM, delle immagini satellitari, delle indagini di sopralluogo, dell'idrografia del Geoportale della Regione e dei Piani PGRAAC e PAI, si sono riscontrate n.3 interferenze di corsi d'acqua episodici con la viabilità di accesso relativa alle WTGs TRQ04, TRQ06, TRQ08.

Nelle aree di interferenza non risulta alcuna perimetrazione delle fasce di pericolosità idraulica del PAI e del PGRAAC in prossimità dell'interferenza. Lo studio idraulico dell'interferenza e la soluzione adottata sono esposti nel capitolo 7.

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 ti pioggia con tempo di ritorno pari a minimo **100 anni**.



Figura 6-15: 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 DELLE 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.

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 ottenuto dal progetto "TINITALY" 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 6-16*, a titolo esemplificativo, mostra l'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.

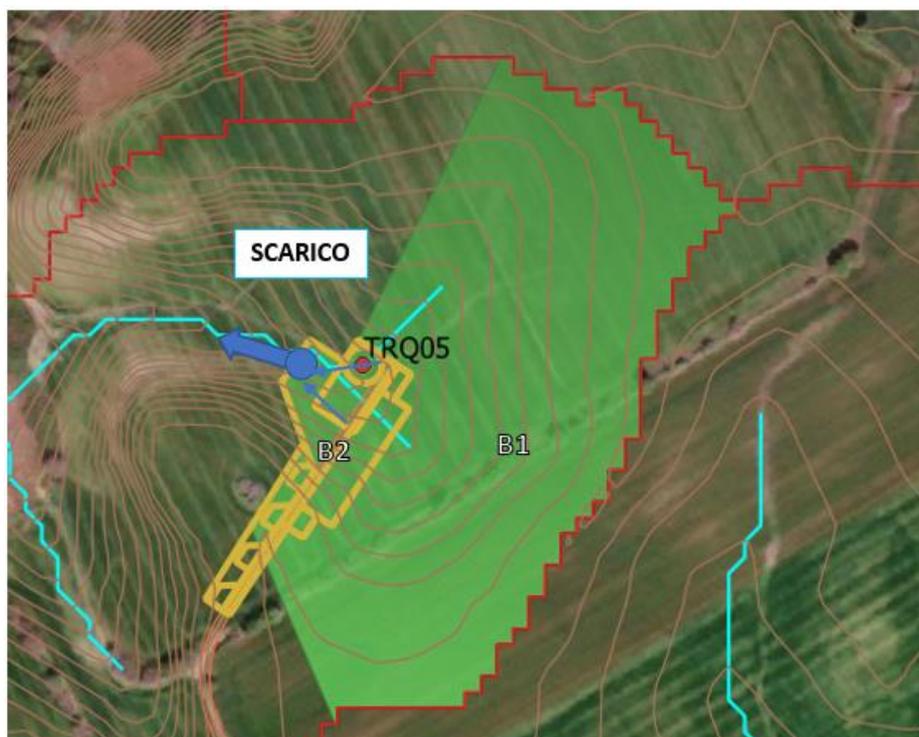


Figura 6-16: Delimitazione bacini scolanti esterni (verde - B1) ed interni (perimetro esterno giallo - B2) e direzione del deflusso (frecche blu), displuviale (rosso), isoipse passo 1m (rosa), area di cantiere (linee gialle), reticolo idrografico estratto dal DEM (celeste) e punto di scarico.

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 dimensioni pari a circa 50x30 metri, per tutti i modelli.

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 riprap 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.

6.5.3 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.

Il dimensionamento è stato sulla base del volume di invaso necessario secondo la normativa di invarianza idraulica regionale.

La lunghezza longitudinale sarà di **160 metri pari al perimetro della piazzola.**



7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

7.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZA

Il capitolo 5 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 Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) dei bacini regionali del Lazio, insieme al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC).

Al fine di valutare la compatibilità idraulica, sono state analizzate le interferenze con il reticolo idrografico del Geoportale Nazionale e con i Piani PAI e PGRAAC per i seguenti elementi:

- Tracciato della linea di connessione;
- Strade di cantiere;
- Strade di progetto permanenti;
- Piazzole di cantiere;
- Piazzole permanenti e aerogeneratori.

Relativamente ai Piani PAI e PGRAAC, come evidenziato nel capitolo 5, 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. Inoltre, non risulta alcuna interferenza con le strade di progetto permanenti e con il tracciato di connessione.

Sono presenti, tuttavia, un totale di 3 interferenze con l'idrografia lungo la viabilità di accesso e ulteriori 11 lungo il tracciato di connessione.

7.2 INTERFERENZE CON STRADE DI CANTIERE

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 della 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 seminativi, e litotipi affioranti presentano nel complesso caratteristiche di permeabilità per porosità e fatturazione medio-alta. A ulteriore confronto per l'identificazione del coefficiente di deflusso si è tenuto conto delle linee guida per l'invarianza idraulica della Regione Lazio, aumentando il valore assegnato alle aree permeabili rispetto al valore consigliato, così da ottenere risultati maggiormente cautelativi.

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 del progetto TINITALY.

7.2.1 Viabilità di accesso alla WTG TRQ04 – Interferenza n.1

I coefficienti di calcolo principali, adottati per la valutazione della portata critica in corrispondenza dell'attraversamento della viabilità di accesso alla torre TRQ04 con il Fosso delle Cavalline, sono mostrati in Tabella 7-1.



Tabella 7-1: Coefficienti principali per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza n.1 della viabilità di accesso alla torre TRQ04 con il Fosso delle Cavalline.

COEFFICIENTI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	1,04
Tempo di ritorno [anni]	100
Tempo di corrivazione [ore]	1,2
Coeff. deflusso [-]	0,3
Lunghezza asta principale [km]	3,9
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,0085

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.

Il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **8,2 m³/s**.

Al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 2 metri e altezza pari a 1 metro.

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 del tombotto.

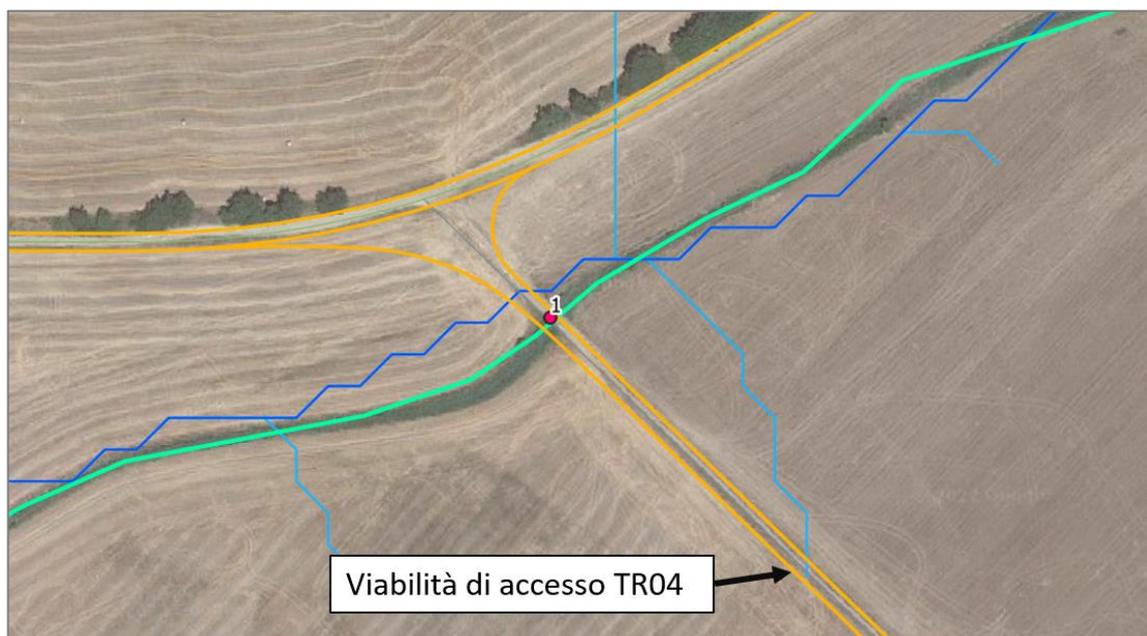


Figura 7-1: Interferenza n.1, tra la viabilità di accesso (in giallo) alla torre TRQ04 e il Fosso delle Cavalline (in verde). In blu e celeste l'idrografia estratta dall'analisi del DEM.

7.2.2 Viabilità di accesso alla WTG TRQ06 – Interferenza n.2

I coefficienti di calcolo principali, adottati per la valutazione della portata critica in corrispondenza dell'attraversamento della viabilità di accesso alla torre TRQ06 con il Fosso delle Cavalline, sono mostrati in Tabella 7-2.

Tabella 7-2: Coefficienti principali per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenze n.1 della viabilità di accesso alla torre TRQ06 con il Fosso delle Cavalline.

COEFFICIENTI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	0,64
Tempo di ritorno [anni]	100
Tempo di corrivazione [ore]	0,8
Coeff. deflusso [-]	0,3
Lunghezza asta principale [km]	2,5
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,0085

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.

Il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **6,4 m³/s**.

Al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 1,5 metri e altezza pari a 1 metro.

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 del tombotto.

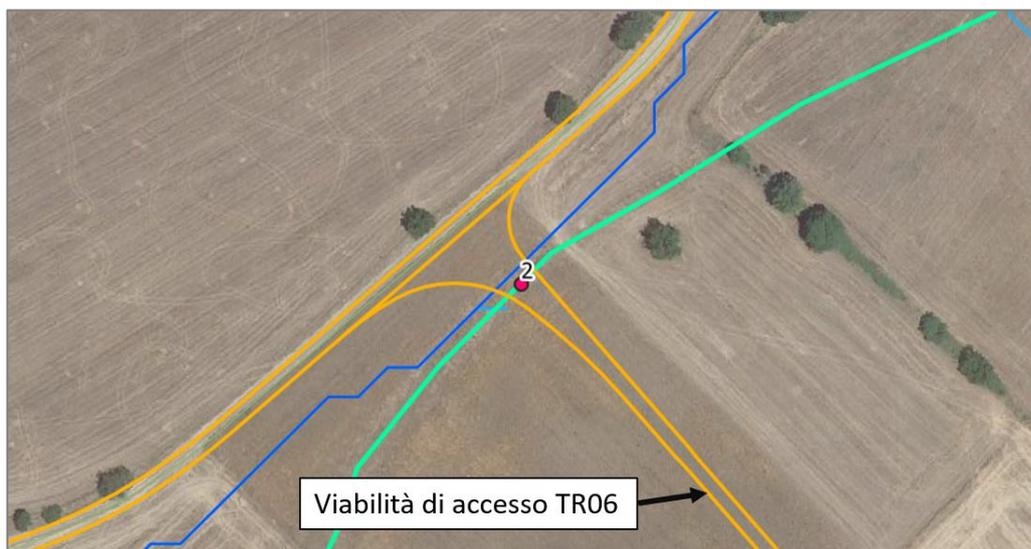


Figura 7-2: Interferenza n.2, tra la viabilità di accesso (in giallo) alla torre TRQ06 e il Fosso delle Cavalline (in verde). In blu e celeste l'idrografia estratta dall'analisi del DEM.

7.2.3 Viabilità di accesso alla WTG TRQ08 – Interferenza n.3

I coefficienti di calcolo principali, adottati per la valutazione della portata critica in corrispondenza dell'attraversamento della viabilità di accesso alla torre TRQ08 con il Fosso delle Cavalline, sono mostrati in Tabella 7-3.

Tabella 7-3: Coefficienti principali per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenze n.1 della viabilità di accesso alla torre TRQ08 con il Fosso delle Cavalline.

COEFFICIENTI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [km ²]	0,32
Tempo di ritorno [anni]	100
Tempo di corrivazione [ore]	0,2
Coeff. deflusso [-]	0,3
Lunghezza asta principale [km]	0,86
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,034

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.

Il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **6,8 m³/s.**

Al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando tubazione DN 1500 in acciaio o HPDE carrabile cat.A1. Nel caso di variazione di geometria o materiale dovrà essere rieseguito il dimensionamento prelimiare.

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 del tombotto.

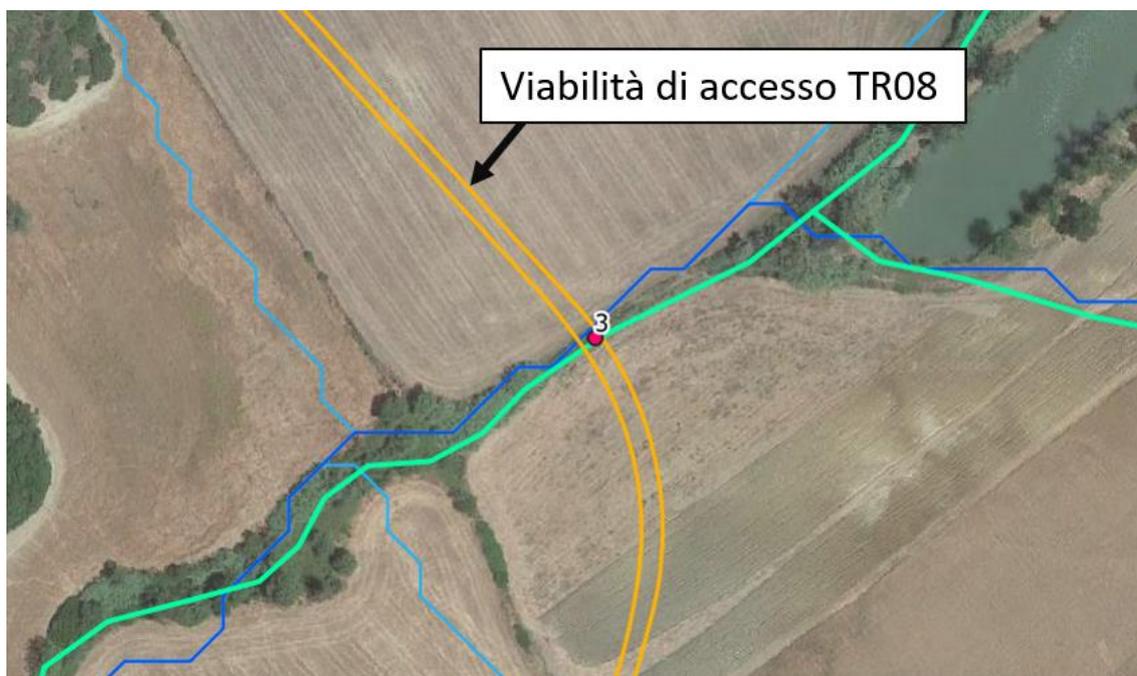


Figura 7-3: Interferenza n.3, tra la viabilità di accesso (in giallo) alla torre TRQ08 e il Fosso di Pian D'Arcione (in verde). In blu e celeste l'idrografia estratta dall'analisi del DEM.

7.3 INTERFERENZE CON TRACCIATO DI CONNESSIONE

L'identificazione delle interferenze sul tracciato di connessione si è basata sull'analisi del reticolo idrografico disponibile dal Geoportale Nazionale e dal sopralluogo effettuato a giugno 2022. Sulla base di queste analisi, sono stati individuati 14 punti di interferenza con l'idrografia, i dettagli grafici sono riportati nell'elaborato 2800_5100_TARQ1_PD_R08_T02_Rev0_CARTOGRAFIA DEGLI ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI.

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 siccità, 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 cielo tubo 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 7-4, con risoluzione "trenchless/cavo interrato".

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 interramento.

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.

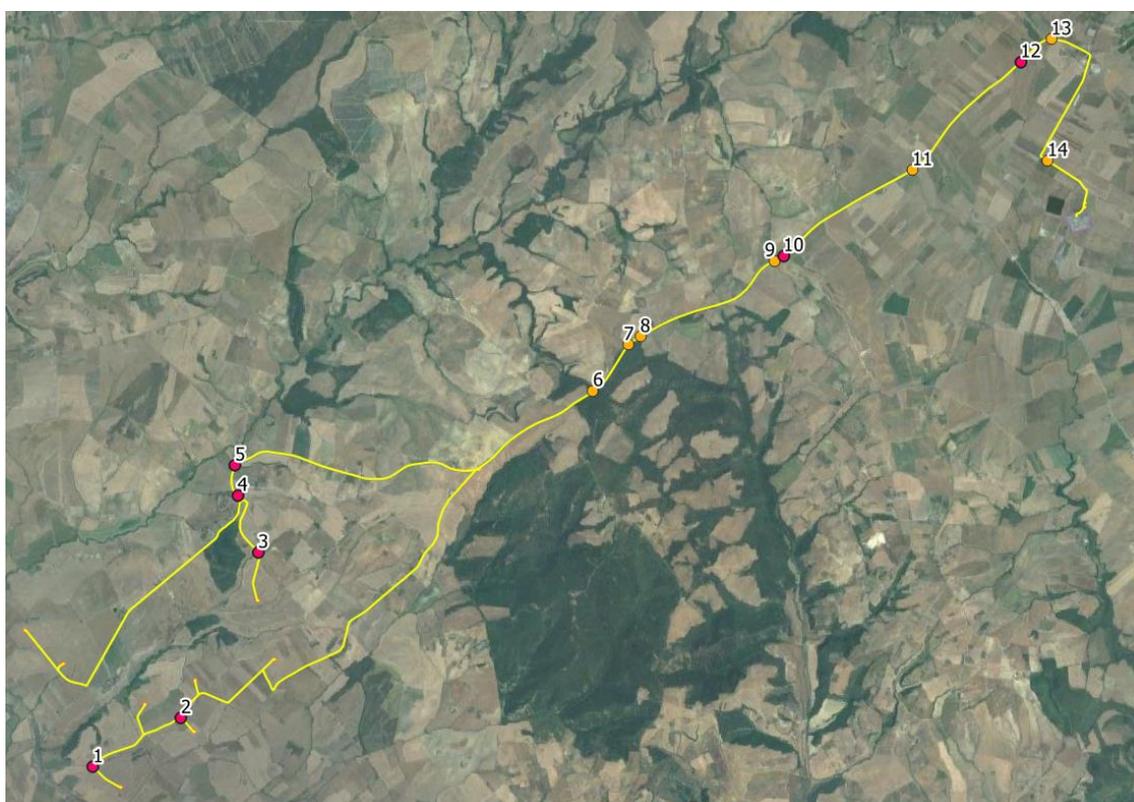


Figura 7-4: Interferenze con l'idrografia lungo il tracciato di connessione interno ed esterno all'area di progetto. I cerchi rossi indicano la risoluzione dell'interferenza mediante TOC, quelli arancioni indicano la soluzione trenchless/Cavo interrato.

Tabella 7-4: Elenco interferenze con l'idrografia lungo il tracciato di connessione e tecnologia da adottare per il superamento delle stesse.

ID INTERFERENZA	RISOLUZIONE	CORSO D'ACQUA ATTRAVERSATO
1	TOC	Fosso delle Cavalline
2	TOC	Fosso delle Cavalline
3	TOC	Fosso di Pian D'Arcione
4	TOC	Fosso senza nome, affluente torrente Arrone
5	TOC	Fosso senza nome, affluente torrente Arrone
6	Trenchless / Cavo interrato	Fosso senza nome, bacino torrente Arrone
7	Trenchless / Cavo interrato	Fosso senza nome, bacino fiume Marta
8	Trenchless / Cavo interrato	Fosso senza nome, bacino fiume Marta
9	Trenchless / Cavo interrato	Fosso senza nome, affluente fosso Fabbrichetta, bacino torrente Arrone
10	TOC	Fosso senza nome, affluente fosso Fabbrichetta, bacino torrente Arrone
11	Trenchless / Cavo interrato	Fosso Mignattara, bacino del fiume Marta
12	TOC	Fosso senza nome, affluente del fosso Mignattara
13	Trenchless / Cavo interrato	Fosso senza nome, affluente del fosso Mignattara
14	Trenchless / Cavo interrato	Fosso senza nome, affluente del fosso Mignattara

7.4 INTERFERENZE CON PIAZZOLE DI CANTIERE

Sulla base della simulazione del modello digitale del terreno condotta mediante algoritmi TauDEM, delle immagini satellitari, dell'idrografia del Geoportale Nazionale, dei Piani PGRAAC e PAI, non si è riscontrata alcuna interferenza tra le piazzole di cantiere e 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) dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio insieme al Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC).

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.

Si è valutato inoltre che il progetto rispetti i principi dell'invarianza idraulica, ai sensi della deliberazione n.117 24/03/2020 di Regione Lazio. A tal proposito, anche ai sensi delle migliori pratiche progettuali, sono state previste opere di laminazione e infiltrazione (trincee drenanti come integrazione dei fossi di guardia) nei sistemi di gestione acque meteoriche delle piazzole in progetto, implementando quindi tecniche di progettazione a basso impatto.

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).

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 guardia 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.