



NOVEMBRE 2022

WIND ITALY 1 S. R. L.

IMPIANTO EOLICO WIND ITALY 1

PROVINCIA DI GROSSETO

COMUNE DI MANCIANO

Montano

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R08

RELAZIONE IDRAULICA

Progettista

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

Codice elaborato

2799_5186_MAN_PD_R08_Rev0_RelazioneIdraulica



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2799_5186_MAN_PD_R08_Rev0_RelazioneIdraulica	11/2022	Prima emissione	G.d.L.	FL	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
Corrado Pluchino	Coordinamento Progettazione	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Riccardo Festante	Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9583J
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale – Progettazione Civile	
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Davide Lo Conte	Geologo	Ordine Geologi Umbria n.445
Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301



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



Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Marco Corrà	Architetto	
Giuseppe Ferranti	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328
Sergio Alifano	Architetto	
Elena Lanzi	Dottore Agronomo - Valutazioni ambientali	Ordine Dott. Agr. For. Prov. PI, LU, MS - n. 688
Andrea Vatteroni	Dottore Agronomo - Valutazioni ambientali	Ordine Dott. Agr. For. Prov. PI, LU, MS - n. 580
Cristina Rabozzi	Ingegnere Ambientale - Valutazioni ambientali	Ordine Ingegneri Prov. SP - n. A 1324
Sara Cassini	Ingegnere Ambientale - Valutazioni ambientali	
Michela Bortolotto	Architetto Pianificatore - Valutazioni paesaggistiche e analisi territoriali	Ord. Arch., Pianif., Paes. e Cons. Prov. PI - n. 1281
Alessandro Sergenti	Naturalista - Valutazioni d'incidenza	
Alessandro Costantini	Archeologo	Elenco Nazionale degli Archeologi – 1 Fascia - n. 3209
Francesco Borchi	Tecnico competente in acustica	ENTECA - n. 7919



INDICE

1. PREMESSA.....	6
2. DATI DI RIFERIMENTO.....	7
2.1 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO (DTM) DELLE AREE INTERESSATE	7
2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	7
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	8
3.1 COPERTURA DEL SUOLO	9
3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	9
3.2.1 Inquadramento geologico e geomorfologico.....	9
3.2.2 Inquadramento idrogeologico.....	10
3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO.....	12
3.3.1 Idrografia superficiale.....	12
4. STATO DI PROGETTO	15
4.1 AEROGENERATORI	15
4.2 VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE TORRI.....	16
4.3 PIAZZOLE.....	17
5. STUDIO PRELIMINARE DELLA COMPATIBILITÀ E INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO.	20
5.1 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE (PGRA).....	20
5.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO CENTRALE (PGRAAC).....	21
5.3 IL PIANO DI BACINO (PDB) DEL FIUME FIORA E IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	23
5.4 INVARIANZA IDRAULICA.....	25
5.5 CONCLUSIONI	27
6. STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO.....	28
6.1 CRITERI DI PROGETTO	28
6.2 CALCOLI IDROLOGICI	29
6.2.1 Considerazioni climatiche.....	29
6.2.2 Scelta del tempo di ritorno.....	29
6.2.3 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense	30
6.2.4 Valutazione della pioggia efficace (netta).....	35
6.2.5 Valutazione post-operam e fase di cantiere	35
6.2.6 Modello di trasformazione afflussi/deflussi – stima delle portate di progetto post-operam	35
6.2.7 Calcolo del volume di invaso	36
6.3 CALCOLI E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	38
6.3.1 Fosso di guardia e tubazioni.....	38
6.3.2 Trincea drenante	39
6.4 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE - VIABILITÀ	40
6.4.1 Sistema di gestione delle acque meteoriche: strade.....	40
6.4.2 Tipologico - fossa di guardia e tubazioni	44

6.4.3 Risoluzione delle interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali	45
6.5 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE - PIAZZOLE.....	46
6.5.1 Fase di cantiere/montaggio.....	47
6.5.2 Piazzole definitive	48
6.5.3 Trincee drenanti	48
7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	49
7.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZA	49
7.2 INTERFERENZE CON STRADE DI PROGETTO	49
7.2.1 Viabilità da adeguare per accedere alle torri MA03, MA05 e MA06.....	49
7.3 INTERFERENZE CON TRACCIATO DI CONNESSIONE.....	51
7.4 INTERFERENZE CON PIAZZOLE DI CANTIERE	53
8. CONCLUSIONE	54

ELABORATI GRAFICI

TAVOLA 01 2799_5186_MAN_PD_R08_T01_Rev0_PlanimetriaDrenaggi

TAVOLA 02 2799_5186_MAN_PD_R08_T02_Rev0_AttraversamentiIdraulici



1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di 48 MW, che prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori da 6,0 MW, da installarsi nei territori comunali di Manciano in provincia di Grosseto, in Località "Montauto".

La Società proponente è la Wind Italy 1 S.R.L., con sede legale in Via dell'Annunziata 23/4, 20121 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 a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entrata – esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto". Tale SE è in progetto in un'area limitrofa posta ad Ovest del parco. La connessione verrà realizzata mediante linee di cavo interrato a 36 kV di collegamento tra lo stallo dedicato in stazione Terna e la cabina di smistamento che raccoglierà i cavi provenienti dai singoli aerogeneratori.

Il presente documento costituisce la Relazione Idraulica che, unitamente agli elaborati grafici, descrive il Progetto definitivo delle opere di regimentazione delle acque meteoriche per la realizzazione del Parco Eolico in esame.

Nel suo complesso il parco sarà composto da:

- N° 8 aerogeneratori della potenza nominale di 6.0 MW ciascuno;
- Dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade agricole esistenti;
- Dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche;
- Da un cavidotto di tensione pari a 36 kV interrato;
- Da una cabina elettrica di consegna;
- Dalle reti tecnologiche per il controllo del parco.

Il presente studio di compatibilità idraulica del parco eolico Wind Italy 1 ha analizzato le piazzole e la viabilità di progetto. Sono state individuate le possibili interferenze con le perimetrazioni di aree soggette a pericolosità idraulica dei Piani di Bacino (PAI e PGRA) e con l'idrografia esistente. Si è proceduto con la progettazione del sistema di gestione acque meteoriche al fine di minimizzare le interferenze con la rete esistente ed integrare le opere di drenaggio con lo stato di fatto. Inoltre, è stato applicato il principio dell'invarianza idraulica per le piazzole permanenti. Infine, sono state analizzate le interferenze lungo il tracciato del cavidotto di connessione, andando ad individuare le soluzioni da adottare per il superamento delle stesse.



2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO (DTM) DELLE AREE INTERESSATE

Sono stati ottenuti i modelli digitali del terreno e della superficie dal progetto Tinality con una risoluzione spaziale 10x10 metri e dal Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) con una risoluzione di 1x1 m.

2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO

I seguenti documenti sono stati 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;
- 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;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Settentrionale (PGRA) 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;

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'intera area di realizzazione del parco in esame è ubicata nei territori comunali di Manciano in provincia di Grosseto, in Località "Montauto". Immediatamente a sud dell'area è posizionato il confine tra le regioni Toscana e il Lazio. Tutti gli 8 aerogeneratori, denominati in modo progressivo da MA01 a MA08, saranno posizionati in zone al di fuori di centri abitati limitrofi.

Anche la sottostazione di trasformazione sarà ubicata nel territorio comunale di Manciano mentre la linea di connessione percorrerà la strada vicinale del Ponte dell'Abbadia sul confine tra i comuni di Manciano (GR) e di Montalto di Castro (VT).

L'area produttiva del parco può essere racchiusa in una superficie triangolare di circa 3,5 kmq e due dei lati di questa figura sono costituiti da tratti di viabilità esistente che facilitano la suddivisione del parco in due rami: ramo Est (aerogeneratori MA01, MA02, MA04, MA07 e MA08) collegato alla SP67 e ramo Sud (MA03, MA05 e MA06) collegato alla Strada Comunale dell'Abbadessa.

L'accesso al sito si ipotizza possa avvenire mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e regionale partendo dal vicino porto industriale di Civitavecchia. All'interno dell'area del parco, verrà utilizzata come viabilità primaria la Strada Provinciale 67 Campigliola. Dalla viabilità primaria, le aree per la costruzione degli aerogeneratori saranno raggiunte mediante strade secondarie (sterrate) esistenti o mediante la realizzazione di apposite piste. Nella figura successiva si riporta una vista planimetrica della viabilità.

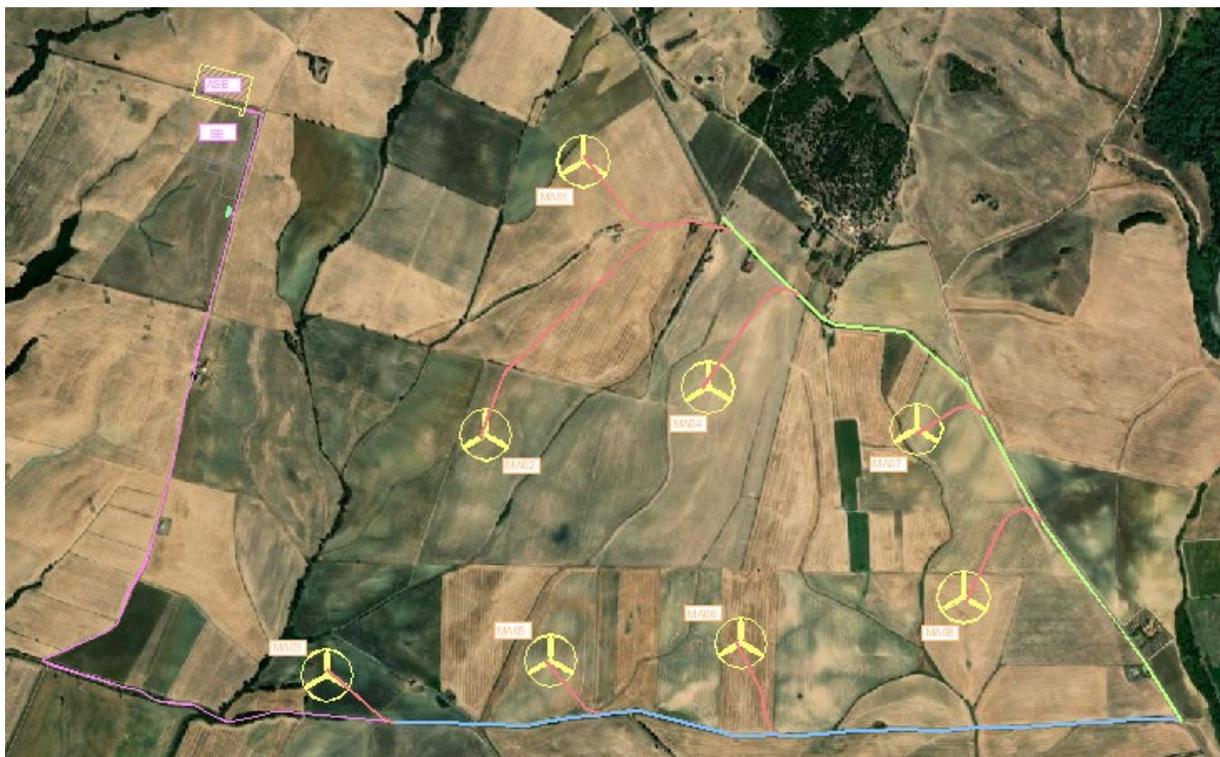


Figura 3—1: Inquadramento generale dell'area di progetto e della viabilità (rosso=pista di accesso; blu=secondaria; verde=principale) e della connessione (linea magenta).



Le aree che si raggiungeranno con la viabilità sopra descritta, dove è prevista l'installazione delle pale eoliche, saranno in terreni di proprietà privata, per i quali si cercheranno appositi accordi con i proprietari.

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

Tabella 3-1: Coordinate aerogeneratori.

WTG	WGS84 UTM 32N	
	m Est	m Nord
-		
MA01	712960	4703362
MA02	712642	4702468
MA03	712126	4701680
MA04	713366	4702623
MA05	712854	4701728
MA06	713472	4701785
MA07	714043	4702485
MA08	714196	4701936

3.1 COPERTURA DEL SUOLO

Ben più della metà del territorio nell'intorno dell'area di progetto (57,1%) è costituito superfici a destinazione agricola che occupano principalmente le aree più pianeggianti e quelle costiere. La maggior parte delle aree agricole sono costituite dai seminativi, ma ben rappresentate sono anche le colture permanenti (olivi e viti soprattutto) e le aree a pascolo. Le zone boscate occupano principalmente le zone montane e complessivamente costituiscono meno del 40 % del territorio, facendo della UoM Regionale Toscana Ombrone quella con la percentuale più bassa di tutto il distretto dell'Appennino Settentrionale. La tipologia più rappresentata è quella dei boschi di latifoglie, seguita dalle aree a vegetazione sclerofilla (lecci, corbezzoli, etc.) e, in minor misura, dai boschi di conifere (talvolta misti anche a quelli di latifoglie). Molto bassa è la percentuale delle superfici artificiali (< 2%), costituite per lo più dalle zone urbanizzate di tipo residenziale presenti nei centri urbani dell'area sviluppatasi principalmente nelle aree di pianura. Infine, le zone umide e i corpi idrici, costituiscono frazioni modeste ma non trascurabili della superficie della UoM, soprattutto grazie alla presenza della Laguna di Orbetello e alle aree umide palustri tipiche del territorio maremmano (fonte PGRA Appennino Settentrionale, UoM Regione Toscana Ombrone).

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.2.1 Inquadramento geologico e geomorfologico

Il carattere orografico generale è quello di un variegato insieme di rilievi collinari e montani, con prevalenza dei primi. Alla complessità orografica ed alla stessa complessità geologica, non corrisponde una sensibile varietà del paesaggio (fonte PAI bacino del Fiora).

Il territorio può essere distinto in zone collinari, tendenzialmente montuose e di pianura costiera. Le aree a carattere decisamente collinare sono prevalentemente localizzate nelle zone settentrionali ed orientali, mentre nella zona centrale, tra Grosseto e Siena, ad esclusione delle limitate aree pianeggianti corrispondenti ad originari bacini interni fluvio-lacustri, si rileva una morfologia a carattere tendenzialmente montuoso, alquanto aspra, oltre che strutturalmente assai complessa (fonte PGRA Appennino Settentrionale, UoM Regione Toscana Ombrone).

Sotto il punto di vista geomorfologico, la zona in esame si colloca ad una quota che va da 100 a 106 m slm, lungo una zona prevalentemente pianeggiante leggermente degradante verso ovest, in direzione dell'asta idrica secondaria denominata Botro dell'Acqua Bianca. Tale asta si presenta incisa nel proprio alveo e si sviluppa con andamento regolare, sub-rettilineo in direzione Nord-Sud.

Nel dettaglio dell'area di studio la zona presenta una morfologia subpianeggiante posta lontano da rilievi e da elementi morfologici che possano far nutrire dubbi sulla stabilità.

Ad ulteriore conferma della stabilità del territorio in oggetto, come riportato nella "Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" del P.A.I a scala 1:10.000, edita dall'Autorità di bacino del Fiume Tevere, per l'area in esame non vengono segnalati fenomeni di dissesto e processi morfogenetici di tipo evolutivo in atto e/o allo stato latente e dalla tavola 1.1.4 Arre Vulnerabili dal punto di vista idrogeologico del P.T.P.G. della Provincia di Viterbo Assessorato ambiente e Pianificazione Territoriale.

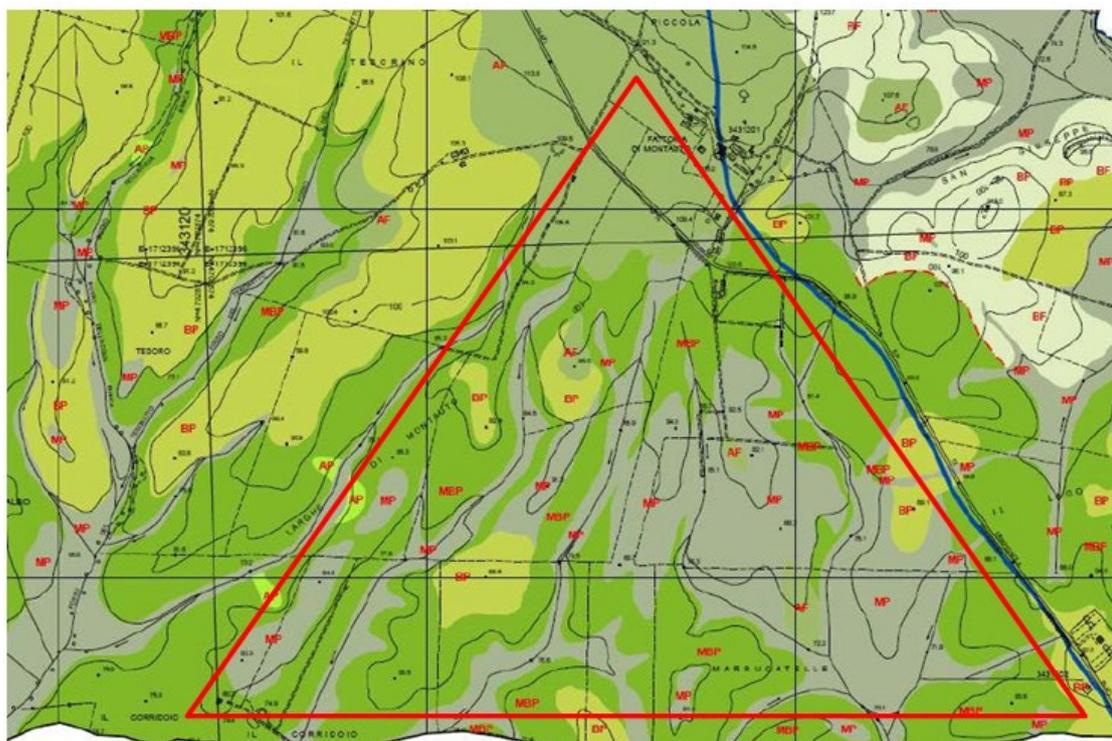
Pertanto, l'assetto morfologico generale dell'area, nonché le caratteristiche di resistenza dei terreni in presenza, evidenziano una sostanziale stabilità dell'area e, nel dettaglio dell'opera, i lavori non interferiranno con la stabilità dell'area.

Per eventuali approfondimenti si rimanda all'elaborato tecnico 2799_5186_MAN_PD_R07_Rev0_Relazione Geologica.

3.2.2 Inquadramento idrogeologico

Il locale assetto idrogeologico è condizionato dalla presenza di un substrato costituito da sedimenti prevalentemente argillosi che rappresenta un orizzonte di sbarramento per le acque percolanti nelle sovrastanti unità stratigrafiche. Nell'ambito delle argille basali, talora, si riscontra una modesta circuitazione a carattere confinato nell'ambito di livelli a maggiore frazione sabbiosa. Lo spessore delle coperture alluvionali è poco da permettere l'instaurarsi di una falda.

I litotipi affioranti nell'area in esame presentano nel complesso caratteristiche di permeabilità per porosità e fatturazione medio-bassa, come mostrato in Figura 3—2, sulla base del quale, nell'area di progetto, si riscontrano terreni a permeabilità bassa, molto bassa e media.



Legenda

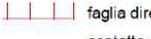
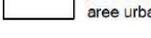
 AP - permeabilità elevata per porosità (permeabilità primaria)	 Area di protezione Terme di Saturnia
 AF - permeabilità elevata per fratturazione (permeabilità secondaria)	 Area di rispetto Terme di Saturnia
 BP - permeabilità bassa per porosità (permeabilità primaria)	 Sorgenti censite (elenco non esaustivo)
 BF - permeabilità bassa per fratturazione (permeabilità primaria)	 Sorgenti termali
 MP - permeabilità media per porosità (permeabilità primaria)	 Pozzo di concessione termale
 MF - permeabilità media per fratturazione (permeabilità secondaria)	 Pozzo di ricerca termale
 MBP - permeabilità molto bassa per porosità (permeabilità primaria)	 Pozzi censiti ad uso non potabile (elenco non esaustivo)
 --- contatto stratigrafico inconforme	 Pozzi attualmente utilizzati ad uso potabile
 — discordanza (Reg. Toscana)	 Area favorevoli per il reperimento della risorsa idrica ad uso potabile
 - - - contatto tettonico	 Area di rispetto raggio 200 m da pozzi uso potabile
 — contatto tettonico sottrattivo a basso angolo (Reg. Toscana)	 Spartiacque Fiora-Ombrone-Tafone
 — faglia	
 — faglia diretta	
 - - - contatto con area non rilevabile (mare, lago, ghiacciaio, strutture antropiche)	
 □ Aree non rilevabili (specchi d'acqua, aree urbanizzate)	

Figura 3—2: Tavola 6.e.7 Carta Pericolosità Idrogeologica PRG.



3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

3.3.1 *Idrografia superficiale*

L'area di progetto rientra nel bacino del fiume Ombrone, che rappresenta uno degli otto bacini della Toscana ricompresi nel Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale: Arno (bacino nazionale), Magra, Fiora, Marecchia-Conca e Reno (bacini interregionali), Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone (bacini regionali). Al suo interno sono identificati quattro bacini idrografici di primo ordine: Ombrone, Albegna, Bruna e Osa. Sono inoltre incluse le pianure alluvionali di Grosseto ed Albinia, l'area di bonifica attorno al lago di Burano e il Monte Argentario.

Il Bacino Idrografico del fiume Ombrone comprende un'ampia area geografica del territorio senese andando a interessare gran parte dei comuni della provincia. L'intero territorio del bacino è caratterizzato da un ecosistema molto diversificato. Alcune aree sono state interessate da un'intensa attività agricola, che ha modificato profondamente il paesaggio, altre presentano ambienti a elevato grado di naturalità, dove lo stress antropogenico è ridotto o assente. La maggior parte del territorio è, comunque, interessata da copertura boschiva, mentre i coltivi sono concentrati per la maggior parte nell'area dei Monti del Chianti e nelle valli alluvionali dei maggiori corsi d'acqua.

All'interno dell'area individuata dall'UoM Ombrone sono stati definiti 12 ambiti idrografici omogenei che occupano una superficie complessiva di oltre 5.600 km² estendendosi, dal punto di vista amministrativo, nei territori delle province di Siena e Grosseto.

L'area di progetto ricade nell'ambito n.12 "Chiarone".

L'area omogenea Chiarone di circa 30.000 ha, comprende oltre ai 3 sottobacini del bacino idrografico del fosso Chiarone delle Cioce (che segna il confine tra la Toscana e il Lazio, attraversando parte del territorio comunale di Capalbio, prima di iniziare a separarlo amministrativamente da quello di Montalto di Castro), anche tutti i bacini idrografici dei torrenti che scendono lungo il Monte Argentario (18), il tombolo della Feniglia, il bacino della Tagliata Etrusca, il bacino del Canale della Bassa e altri 13 bacini che si affacciano sulla laguna di Orbetello e lungo la costa del lago di Burano. Nello specifico, l'area di progetto ricade nel sottobacino del Fosso del Tafone, che assoggetta un'area pari a circa 6300 ha.

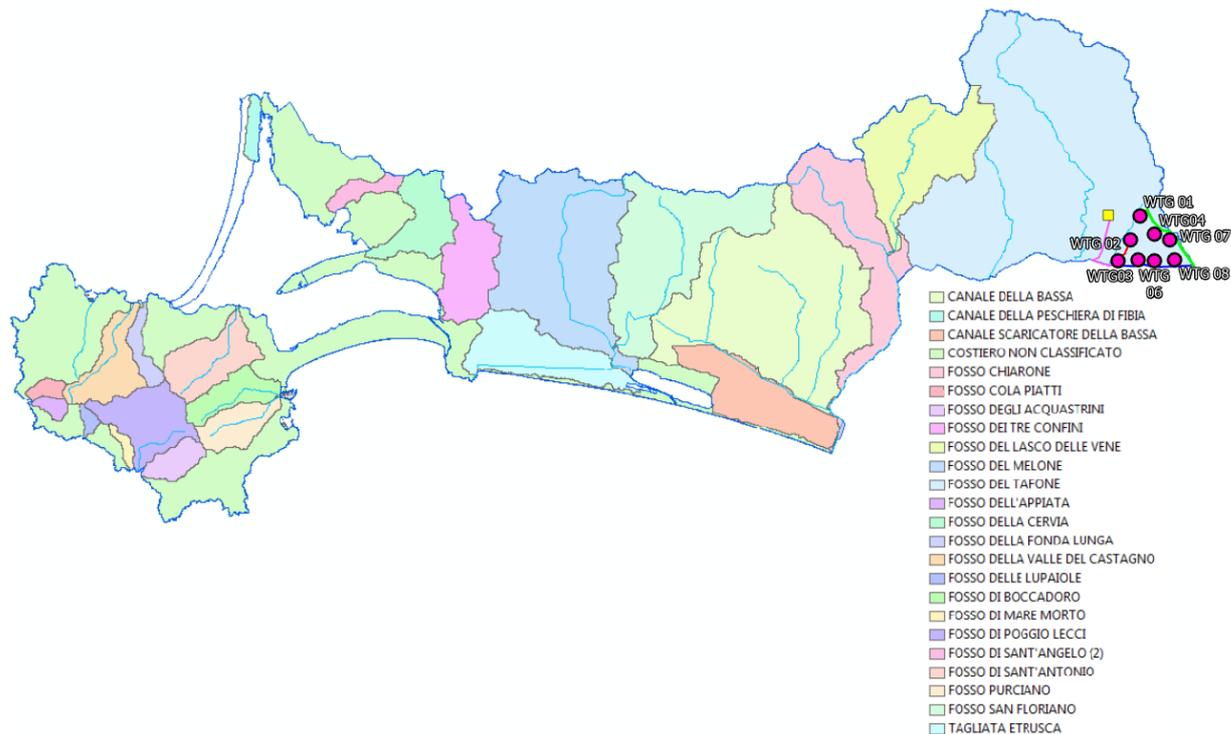


Figura 3—3: Area omogenea Chiarone ed elementi del layout di progetto.



Figura 3—4: Ambiti idrografici omogenei dell'UoM Ombrone ed area di progetto (cerchio rosso).



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 a 36 kV che si allaccerà ad una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto". La nuova stazione sarà realizzata su alcuni terreni posti nelle immediate vicinanze del parco in direzione Ovest.

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 della potenza nominale di 6.0 MW, che meglio rispondono alle esigenze progettuali. Gli aerogeneratori previsti in progetto, coerentemente con i più diffusi standard costruttivi, saranno del tipo a tre pale in materiale composito, con disposizione upwind, regolazione del passo della pala e dell'angolo di imbardata della navicella. La torre di sostegno della navicella sarà in acciaio del tipo tubolare, adeguatamente dimensionata per resistere alle oscillazioni ed alle vibrazioni causate dalla pressione del vento, ed ancorata al terreno mediante fondazioni indirette (plinti poggianti su pali trivellati).

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 alloggiate tutte le apparecchiature per la produzione di energia
- Un fusto o torre che ha il compito di sostenere gli elementi sopra descritti (navicella e rotore) posizionandoli alla quota prescelta in fase di progettazione

In questa fase progettuale l'aerogeneratore scelto è un Siemens-Gamesa della potenza nominale di 6.0 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 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.

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 il collegamento tra le diverse piazzole sfrutterà a est la SP67 Strada Provinciale Campigliola (MA01, MA02, MA04, MA07 e MA08) ed a sud la Strada Ponte dell'Abbadia (MA03, MA05 E MA07). Le due strade si intersecano in un punto a sud-est dell'area del parco che può essere considerato il punto di accesso all'intera area produttiva.

La strada SP67 si presenta asfaltata e mediamente con una larghezza superiore ai 5m mentre la strada Ponte dell'Abbadia presenta un fondo sterrato sconnesso e di larghezza media di circa 2,5 m. Alla luce di quanto sopra descritto per la SP67 non si prevedono particolari interventi mentre la strada dell'Abbadia dovrà essere adeguata sia geometricamente che strutturalmente.

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.



Per il tratto di viabilità esistente (strade Ponte dell'Abbadia), ove fosse necessario ripristinare il pacchetto stradale per garantire la portanza minima e/o allargare la sezione stradale per adeguarla a quella di progetto, si eseguiranno le modalità costruttive in precedenza previste.

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 4 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.

Nelle seguenti figure si riportano degli schemi tipologici.

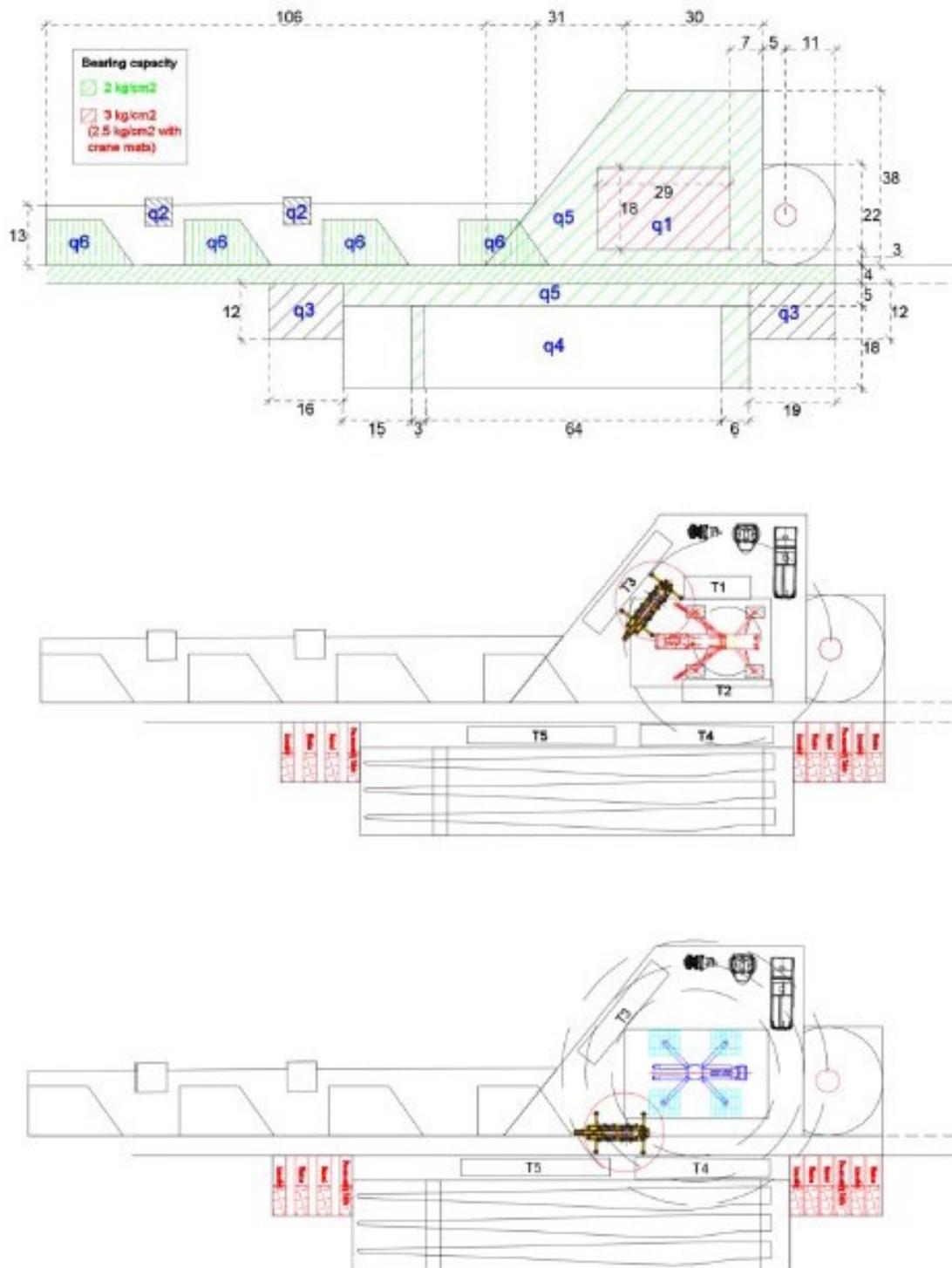


Figura 4—1: Tipologico per il sistema di montaggio “Partial storage”.



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

- Scotico terreno vegetale
- Scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa
- Compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti
- 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.
- Posa di uno strato di fondazione in tout venant compattato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm
- 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.

L'intera area di realizzazione del parco in esame è ubicata nei territori comunali di Manciano in provincia di Grosseto, in Località "Montauto".

La sottostazione di trasformazione sarà ubicata nel territorio comunale di Manciano mentre la linea di connessione percorrerà la strada vicinale del Ponte dell'Abbadia sul confine tra i comuni di Manciano (GR) e di Montalto di Castro (VT).

Le opere di progetto ricadono dunque principalmente nel Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale ed in minima parte, per quanto riguarda il tracciato del cavidotto di connessione, nel Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale.

Inoltre, l'area di progetto confina con il bacino del Fiume Fiora, dunque si è studiato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico di tale fiume.

Nel bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani il PAI vigente si applica per la parte relativa alla pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica mentre la parte relativa alla pericolosità idraulica del PAI è abolita e sostituita integralmente dal Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA). (Fonte: Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale).

5.1 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE (PGRA)

Come spiegato in precedenza, il bacino del fiume Ombrone rappresenta uno degli otto bacini della Toscana ricompresi nel Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è previsto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') e mira a costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche.

Nell'ordinamento italiano la Direttiva è stata recepita con il D.Lgs. n. 49/2010 che ha individuato nelle Autorità di bacino distrettuali le autorità competenti per gli adempimenti legati alla Direttiva stessa e nelle Regioni, in coordinamento tra loro e col Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, gli enti incaricati di predisporre ed attuare, per il territorio del distretto a cui afferiscono, il sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

L'elaborazione dei PGRI è temporalmente organizzata secondo cicli di pianificazione in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni. Il primo ciclo ha avuto validità per il periodo 2015-2021.

Attualmente è in corso il secondo ciclo. La Conferenza Istituzionale Permanente (CIP), con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, ha infatti adottato il primo aggiornamento del PGRI (2021-2027).

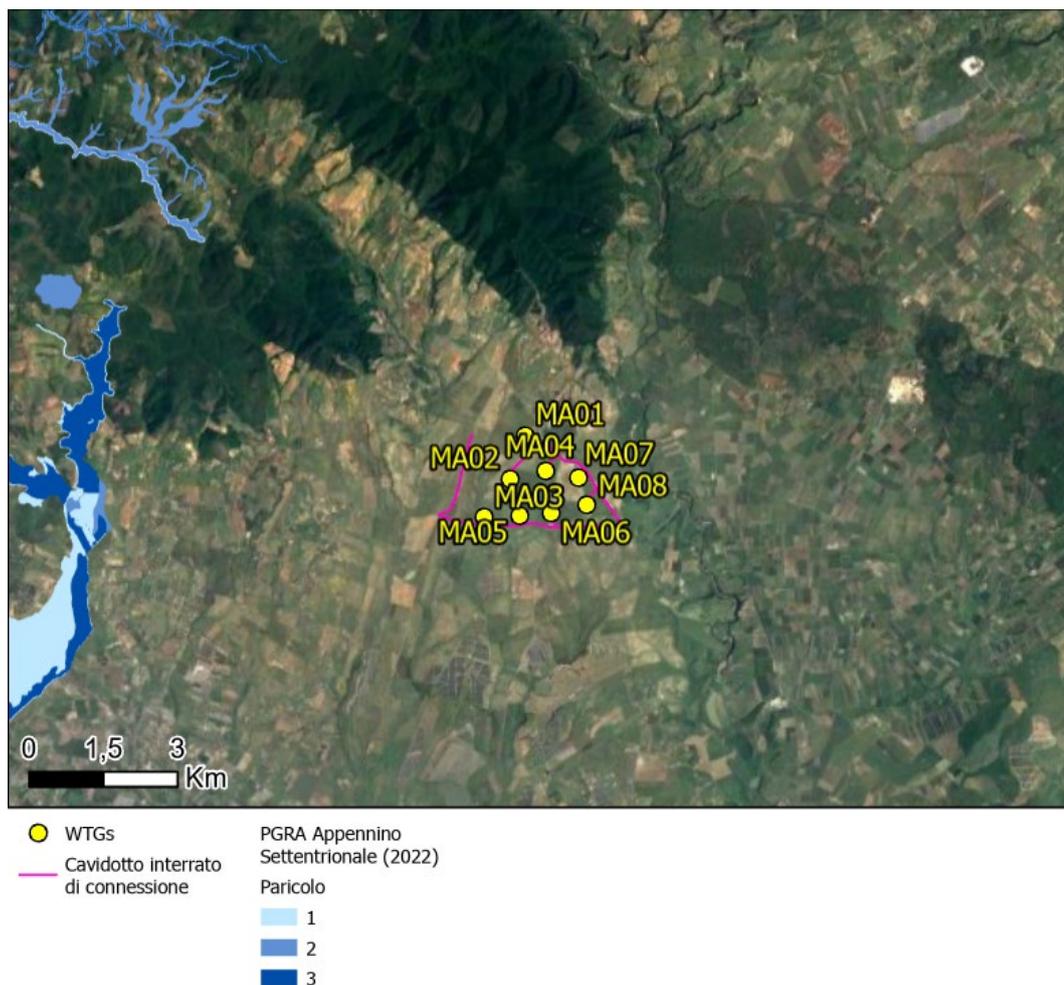


Figura 5—1: PGRA Appennino Settentrionale, fasce di pericolosità idraulica nell'intorno dell'area di progetto.

Come si evince dallo stralcio cartografico in Figura 5—1, nessuna delle opere in progetto, incluso il tracciato del cavidotto di connessione, rientra nelle fasce di pericolosità individuate dal PGRA Appennino Settentrionale 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, Arzillo, 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.

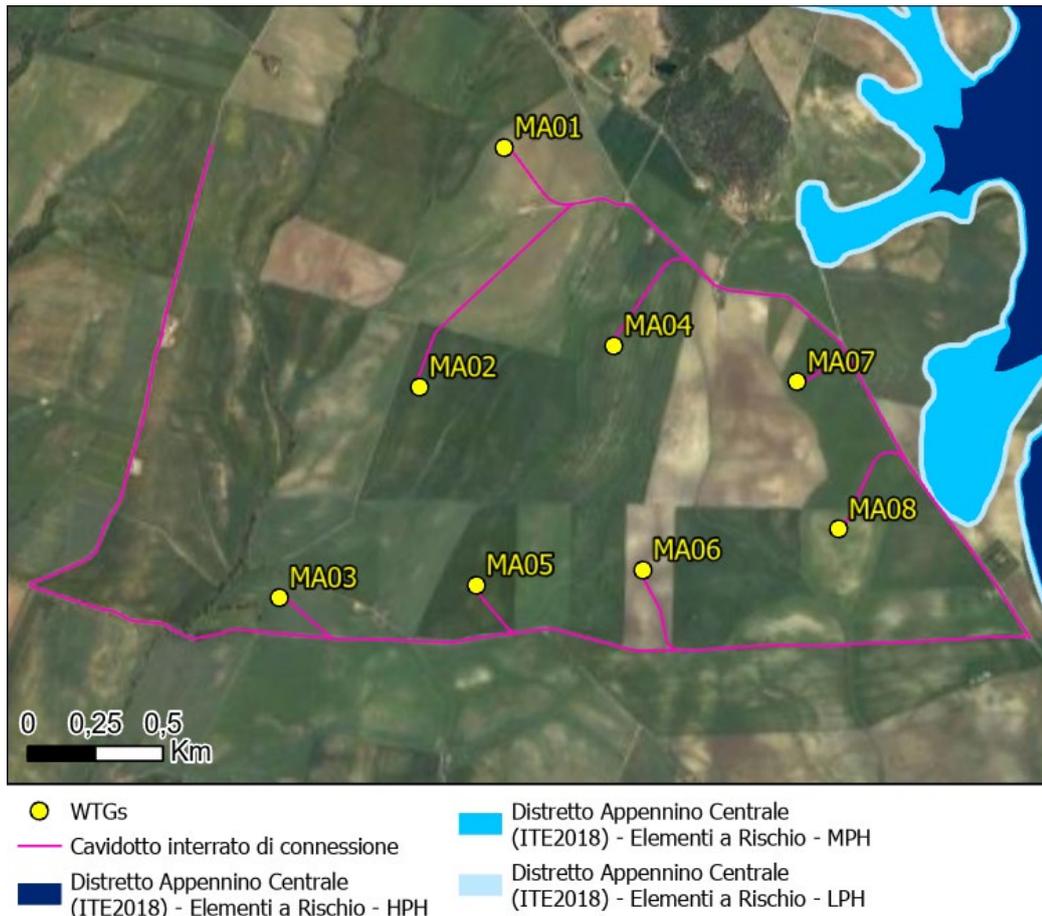


Figura 5—2: Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto dell'Appennino Centrale.

Come si evince dallo stralcio cartografico in Figura 5—2, il tracciato del cavidotto di connessione è interessato dalla fascia di pericolosità bassa in prossimità dell'accesso alla torre MA08, per un tratto di lunghezza pari a circa 180 metri.

Per lo studio di compatibilità idraulica nei punti di interferenza si rimanda al capitolo 7.

5.3 IL PIANO DI BACINO (PDB) DEL FIUME FIORA E IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano di Bacino è strumento finalizzato a garantire il mantenimento e/o il ripristino di condizioni di equilibrio "naturale" e conseguentemente a definire le "condizioni di "sicurezza" per la collettività che sul Bacino insiste. Si tratta cioè di uno strumento attraverso il quale rendere controllabili gli effetti di trasformazione indotti sui cicli naturali da cause antropiche e/o naturali e quindi di rendere possibile l'individuazione di azioni e strumenti di prevenzione e mitigazione degli effetti negativi

Il Piano si pone i seguenti obiettivi:

- individuazione delle condizioni di "sostenibilità" in termini di disponibilità di risorse e di prevenzione dei rischi naturali;
- definizione delle azioni necessarie al loro raggiungimento e al loro mantenimento:

- interventi strutturali – opere necessarie per il superamento delle criticità esistenti e per garantire efficacia al sistema strutturale esistente;
- interventi non strutturali - “regole” d’uso del territorio finalizzate al ripristino e mantenimento spazio – temporale di condizioni di equilibrio.

Coerentemente con i disposti e la filosofia della L.183/89, il PAI costituisce una prima definizione, per tema, del Piano di Bacino, è pertanto Piano –processo. In ragione di ciò le problematiche specifiche del PAI sono trattate, sia in termini di analisi che di soluzioni, con riferimento alle finalità complessive del Piano di Bacino. Da qui, per esempio l’esigenza di garantire che gli interventi previsti nel PAI soddisfino oltre alle esigenze specifiche di messa in sicurezza anche gli altri obiettivi. Il Piano, e di conseguenza il PAI sono strumenti che dettano norme per un corretto uso del territorio in riferimento alla prevenzione dei rischi e alla disponibilità di risorse naturali e questo avviene sia con azioni dirette che indirette.

La formazione del PAI Interregionale si colloca dunque nell’ambito più generale della formazione del PdB e tiene conto di due presupposti essenziali:

il rispetto dei cicli naturali rappresenta la condizione di maggiore garanzia sia in termini di sicurezza che di disponibilità di risorse. Il primo obiettivo è quindi quello di garantire il mantenimento di condizioni di equilibrio naturale ovvero il ripristino di tali condizioni;

la domanda di sicurezza idraulica e idrogeologica può trovare soluzione con interventi strutturali essenzialmente in relazione al livello di urbanizzazione esistente che di fatto viene assunto come invariante del sistema territoriale.

Le perimetrazioni del PAI del Fiume Fiora sono state approvate nella seduta del 28 ottobre 1999, unitamente alle misure di salvaguardia, dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Fiora con Deliberazione n° 10.

Come mostrato in Figura 5—3_ il tracciato del cavidotto di connessione è interessato dalla fascia di pericolosità media in prossimità dell’accesso alla torre MA08, per un tratto di lunghezza pari a circa 180 metri.

Per lo studio di compatibilità idraulica nei punti di interferenza si rimanda al capitolo 7.

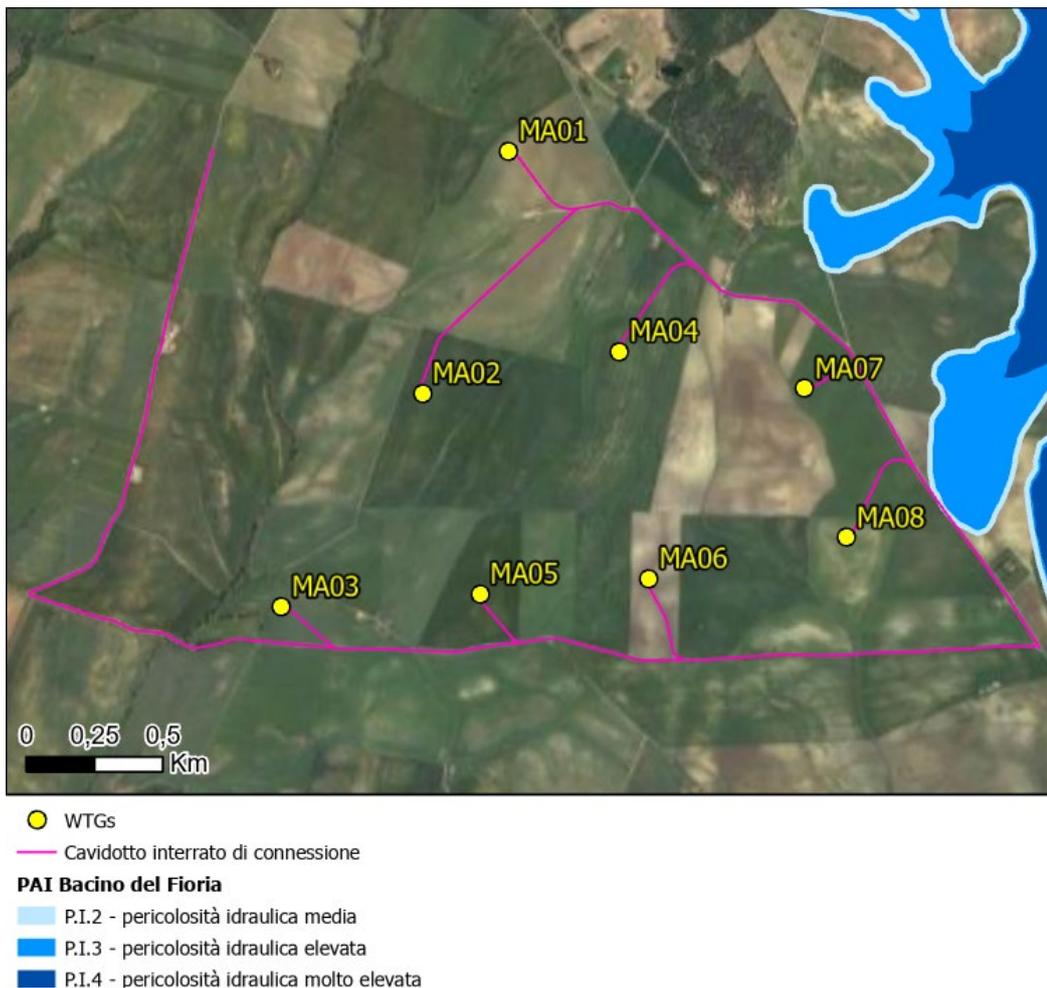


Figura 5—3: Stralcio PAI Bacino interregionale Fiora.

5.4 INVARIANZA IDRAULICA

Per invarianza idraulica si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione; in base a tale principio si richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di 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.

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 ad un ripristino allo stato ante operam, ad esclusione di un'area 50x30 m, per consentire la manutenzione degli aerogeneratori stessi.

Relativamente alla piazzola definitiva, il plinto di fondazione, con base circolare di 22 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 circa 28 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.

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.

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 ripristino della situazione ante operam del sito.

A fronte di un volume di invaso necessario pari a circa **64 m³**, è stato scelto di prevedere la realizzazione di un ulteriore volume di laminazione mediante trincee drenanti poste al di sotto delle canalette, per un volume totale disponibile di circa **93 m³**. Il calcolo del volume di invaso è esplicitato nel paragrafo 6.2.7.

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 permanente. La planimetria degli scarichi delle acque meteoriche è consultabile nell'elaborato grafico 2799_5186_MAN_PD_R08_T01_Rev0_PlanimetriaDrenaggi.

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



5.5 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 nei Piani 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. Tuttavia, si riscontra la presenza di un'area pericolosità idraulica media P2, relativa al PAI del fiume Fiora lungo la viabilità principale, lato est (SP Campigliola), concomitante con la perimetrazione di pericolosità idraulica bassa del PGRAAC.

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

Si è valutato inoltre il rispetto dell'invarianza idraulica, 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.

A tal proposito è stata progettata una trincea drenante come vaso di laminazione, in corrispondenza del fosso perimetrale alla piazzola permanente ed è stato considerato un volume maggiore a scopo cautelativo.

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 paragonabile all'ante-operam.



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 anche 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.
- Posizionamento degli scarichi di progetto in linea con l'idrografia del territorio esistente.



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 regime pluviometrico del territorio della UoM Regionale Toscana Ombrone è caratterizzato da una marcata stagionalità, per cui si alternano periodi con abbondanti precipitazioni caratterizzati da significativi deflussi di piena accompagnati da intensi processi erosivi dei versanti, a periodi estremamente siccitosi. L'elevata variabilità di regime tra due condizioni estreme ha reso maggiormente vulnerabile il territorio, elevandone il rischio idraulico.

Nella UoM Toscana Ombrone le aree più critiche per il rischio connesso ad alluvioni fluviali sono, per la maggior parte, ubicate nelle zone di fondovalle densamente urbanizzate.

Sono, inoltre, presenti criticità connesse ad eventi meteorici intensi e concentrati con formazione di flash flood in particolare su sottobacini con areali modesti e rapide risposte idrologiche.

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 del bacino del Fiora (All. 2.1), secondo la procedura VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) portato 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.

Il parco eolico ricade nell'UoM del fiume Ombrone, di competenze del Distretto dell'Appennino Settentrionale, nella regione Toscana al confine con il Lazio.

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—1 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—2.

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:* $K_T = 0.5296 + 0,459 \ln T$.

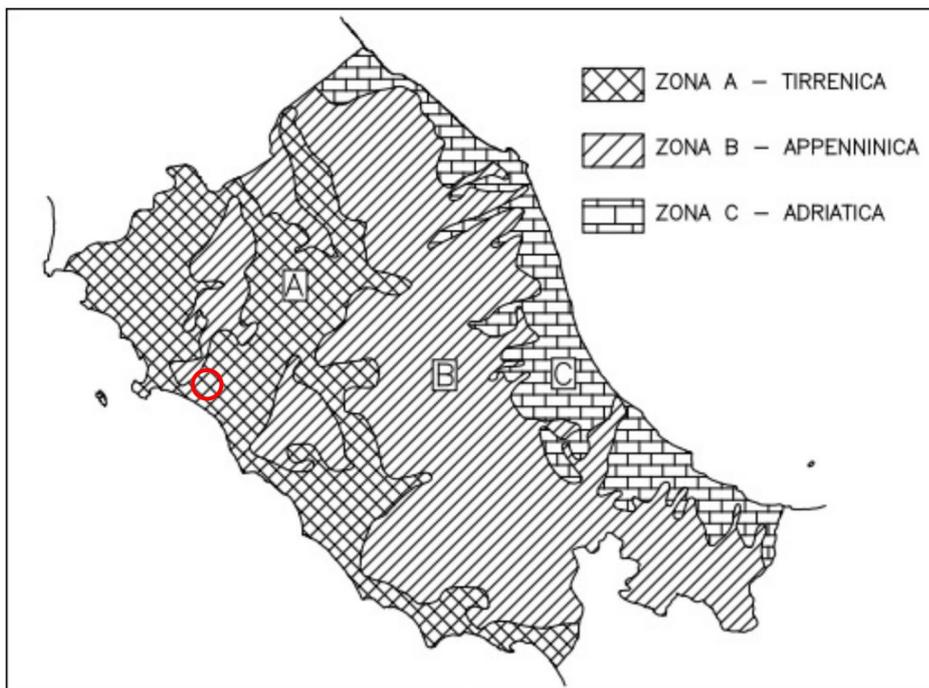


Figura 6—1: Aree pluviometriche omogenee, primo e secondo livello di regionalizzazione. In rosso il parco eolico in esame.

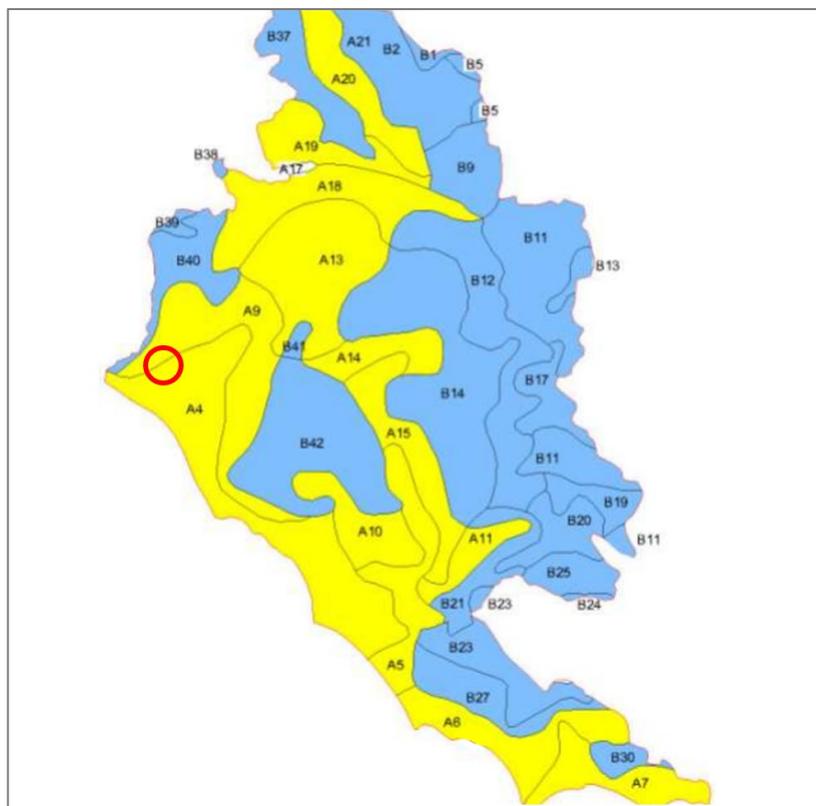


Figura 6—2: Aree pluviometriche omogenee, terzo livello di regionalizzazione. In rosso l'area di progetto.



Come si nota in Figura 6—2, l'area di progetto ricade tra le sottozone A4 ed A9 e si è scelto di utilizzare i parametri del livello A4 in quanto più cautelativi rispetto ad A9. I parametri di regressione della media sulla quota e i parametri regionali delle relazioni IDF, per la sottozona A4, 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 Tr, l'intensità di pioggia per ciascuna durata.

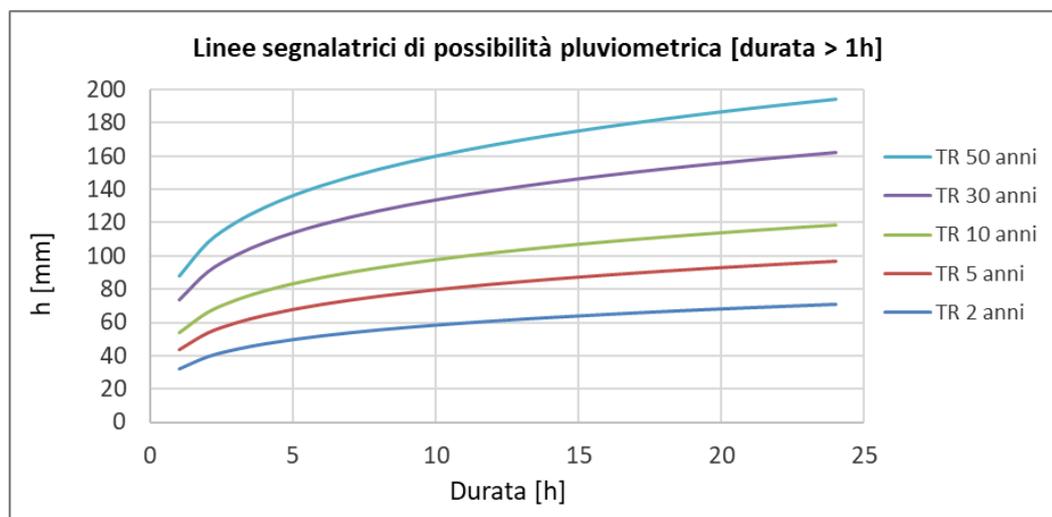


Figura 6—3: Curve di possibilità pluviometrica legate a diversi tempi di ritorno per durate di pioggia superiore ad 1 ora.



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, viene posto pari a **0,5** secondo le informazioni territoriali estratte dal layer disponibile sul sito della Regione Toscana, prodotto nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze, dove si è proceduto ad effettuare un aggiornamento del modello Idrologico distribuito sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria civile ed Ambientale in uso presso il Centro Funzionale della Regione Toscana per la previsione degli eventi di piena in tempo reale (MOBIDIC).

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 valutato un aumento del coefficiente di deflusso per tali aree, portandolo a **0,7**.

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. Tale area impermeabile rappresenta circa il 2% della piazzola definitiva di 1500 mq, perciò l'aumento ponderale del coefficiente di deflusso risulta trascurabile e quindi è stato posto pari a **0,7**.

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:

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

Dove:

- Q_P = portata critica (netta) [m³/s];
- ϕ = coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];
- $i(T_0, t_C)$ = intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino (t_C - min) ed avente un tempo di ritorno (T - anni) [mm/h];
- A = superficie del bacino [ha].

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

Di seguito si riportano cenni teorici alla base del dimensionamento condotto al fine di valutare la capacità in termini di volume necessaria per la laminazione delle acque meteoriche in occasione di eventi di piena con in relazione al tempo di ritorno dell'opera ed in relazione alla massima portata di scarico ammessa. Tale stima verrà condotta con l'applicazione del metodo delle sole piogge, nel rispetto del limite quantitativo allo scarico pari a 40 l/s*ha_{impermeabile}.

La Figura 6.4 di seguito riporta sulle ascisse i tempi (min) e sulle ordinate le portate specifiche per ettaro di superficie scolante (l/s ha) corrispondenti alla curva di possibilità pluviometrica prescelta e le portate (l/s) delle curve cronologiche degli afflussi, i cui vertici si collocano sulla curva di possibilità pluviometrica.

La pioggia con durata uguale al tempo di corrivazione t_C del bacino scolante determina un idrogramma triangolare, con portata massima proprio in corrispondenza del tempo t_C ; le piogge con durate inferiori determinano diagrammi di afflusso di forma trapezia, caratterizzati da portate al colmo inferiori, e volumi variabili.

Le aree tratteggiate degli idrogrammi sottese dalla retta orizzontale corrispondente alla portata Q_u ammessa allo scarico, rappresentano i volumi invasati nella vasca di laminazione in funzione della durata dell'evento meteorico.

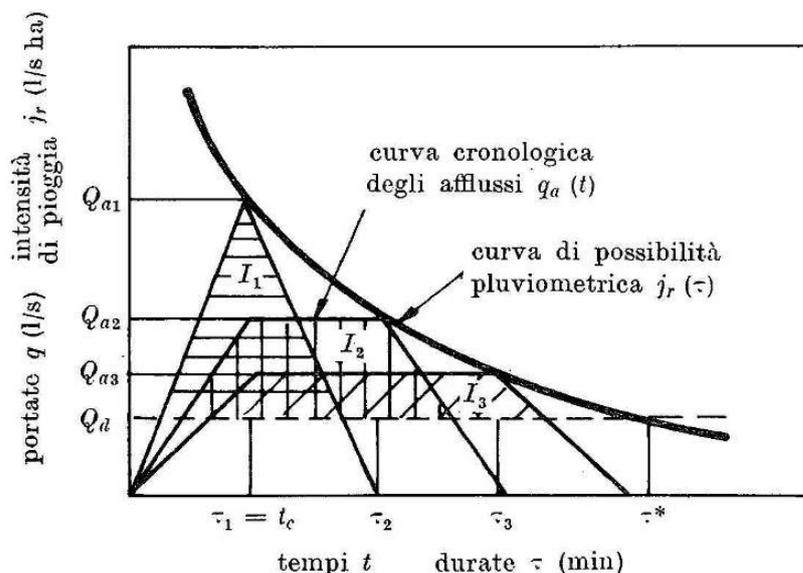


Figura 6.4: Determinazione del massimo invaso in base alle curve cronologiche semplificate degli afflussi e dei deflussi, con piogge di diversa durata.

L'evento critico per la vasca di laminazione non è quindi quello che produce la massima portata al colmo, ma quello che sottende il maggiore volume su tutto lo sviluppo della sua durata.

Attraverso le formulazioni analitiche di seguito esposte consente di calcolare dapprima la durata critica dell'evento che massimizza l'invaso e successivamente il volume V_{max} necessario.

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$V_{max} = S \cdot \phi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

dove:

- t_{cr} = durata critica dell'evento espresso [ore]
- V_{max} = massimo volume invasato [m^3]
- a e n = parametri curva possibilità pluviometrica
- S = superficie [ha]
- ϕ = coefficiente di deflusso [-]
- Q_{imp} = portata massima in uscita dalla vasca [l/s]



Tabella 6.5: Volume da laminare riferito all'area piazzola permanente 50x30m.

Tempo di ritorno [anni]	30
Q_{imp} [l/s]	4,2
Volume laminazione [m ³]	64

Tale volume è stato calcolato tenendo conto del limite massimo di porta, pari a $40 \text{ l/s} \cdot \text{ha}_{\text{impermeabile}}$.

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 verrà rimosso 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.

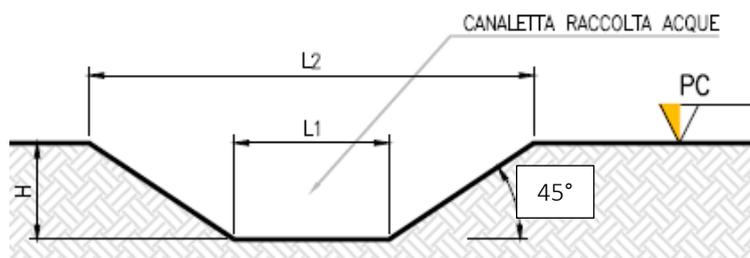


Figura 6—5: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

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 calcolato tenendo conto del limite massimo di porta, pari a $40 \text{ l/s} \cdot \text{ha}_{\text{impermeabile}}$. 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 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$, la lunghezza longitudinale sarà di **160 metri, equivalente al perimetro della piazzola permanente**.

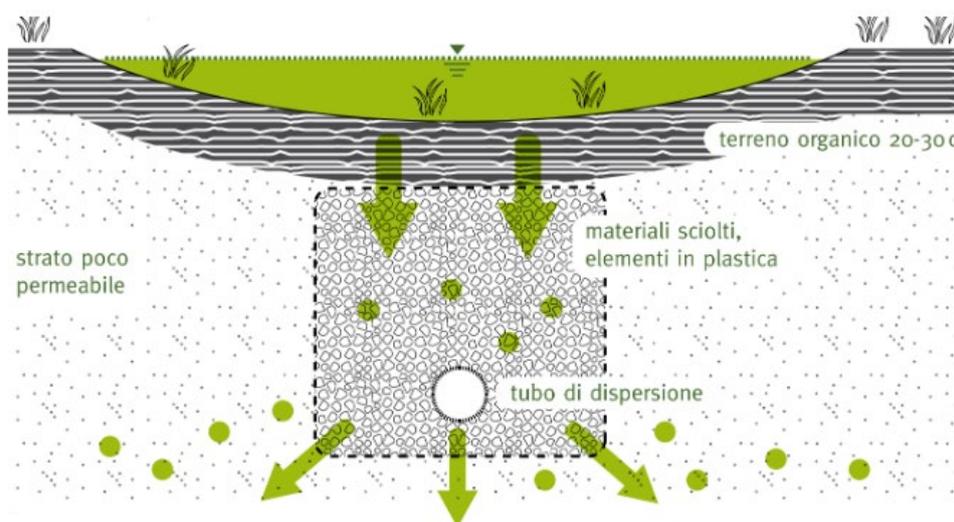


Figura 6—6: Schema esemplificativa di trincea di infiltrazione

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 in alveato 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 presenti o in altri casi da eseguire o ripristinare.

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

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

1. **Strada in piano:** Strade realizzate in piano con manto a schiena d'asino con pendenza minima pari a circa il 2%; posto che non vi siano bacini scolanti gravanti sulle strade non sarebbe necessaria la realizzazione di fossi laterali, tuttavia, questa tipologia di strada è stata comunque dotata di due canalette a sezione trapezia a lato. (Figura 6—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)

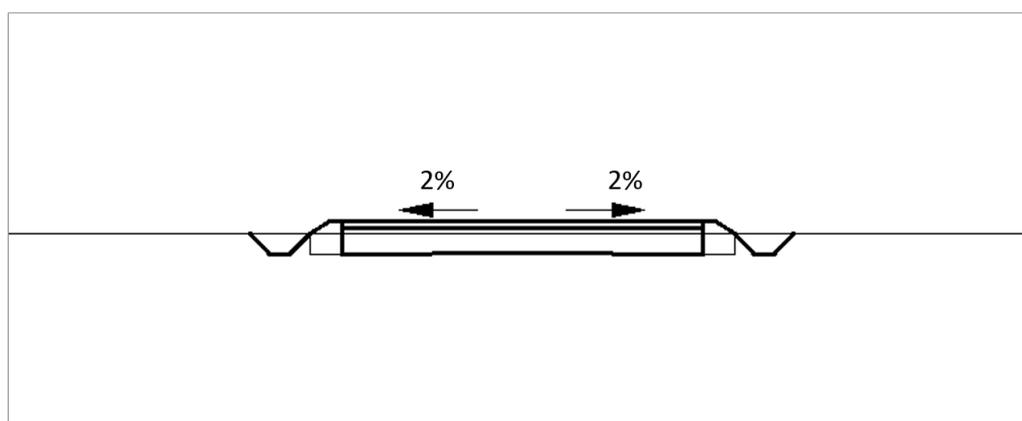


Figura 6—7: Sezione trasversale per strada in piano.

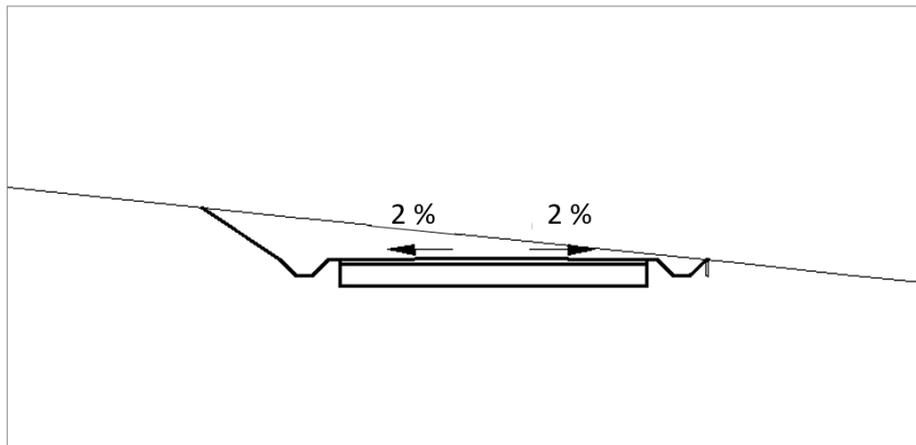


Figura 6—8: Sezione trasversale per strada a mezza costa

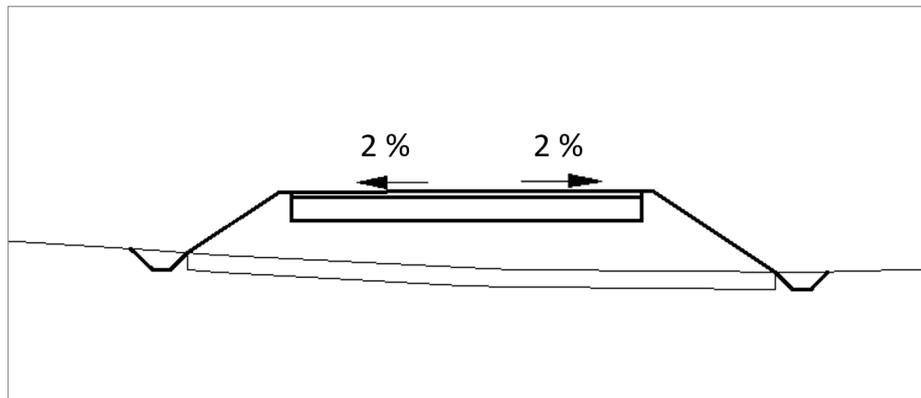


Figura 6—9: Sezione trasversale per strada in rilevato.

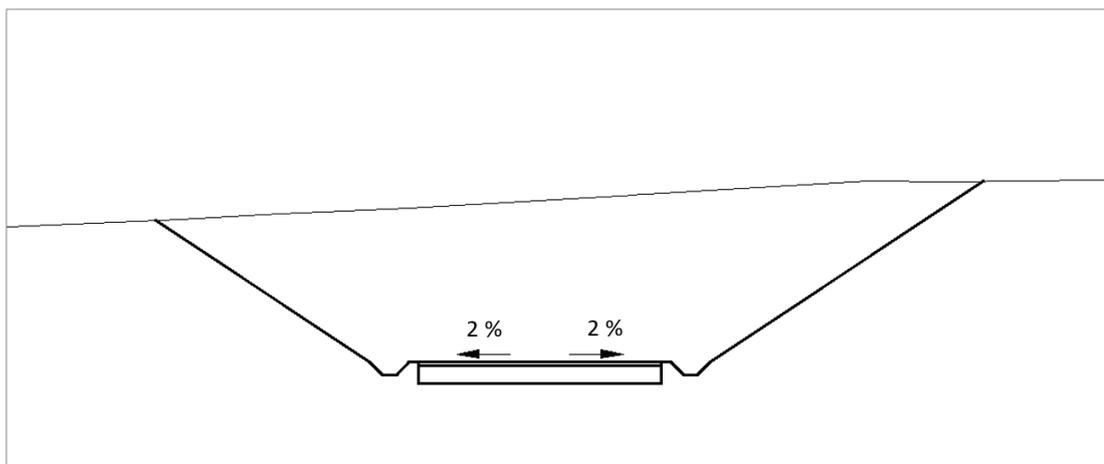


Figura 6—10: Sezione trasversale per strada in trincea.

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 (ad esempio, 2799_5186_MAN_PD_T09.01_Rev0_ADEGUAMENTO STRADE ESISTENTI - Tratto 01).

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.

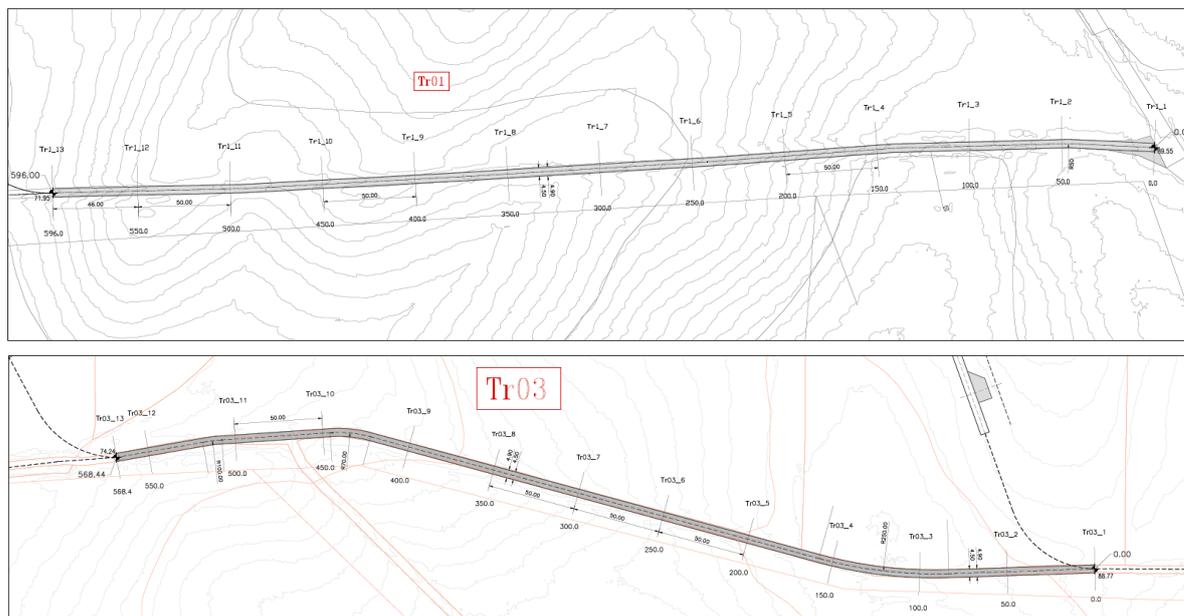
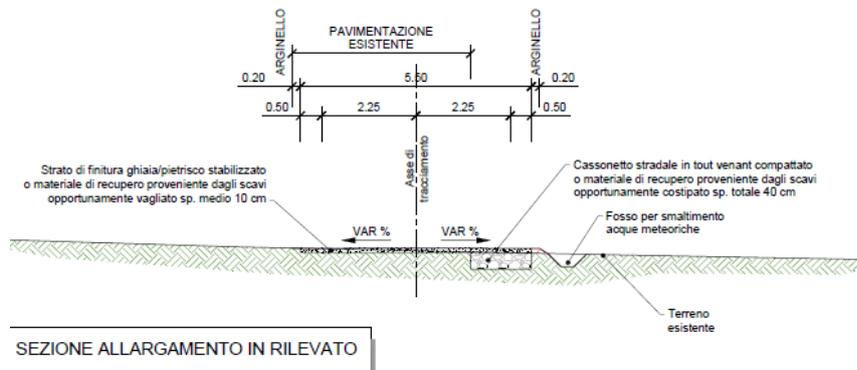


Figura 6—11: Adeguamento viabilità esistente, esempio stralcio planimetrico di progetto (Tr01, Tr03) – in grigio la strada oggetto di adeguamento.



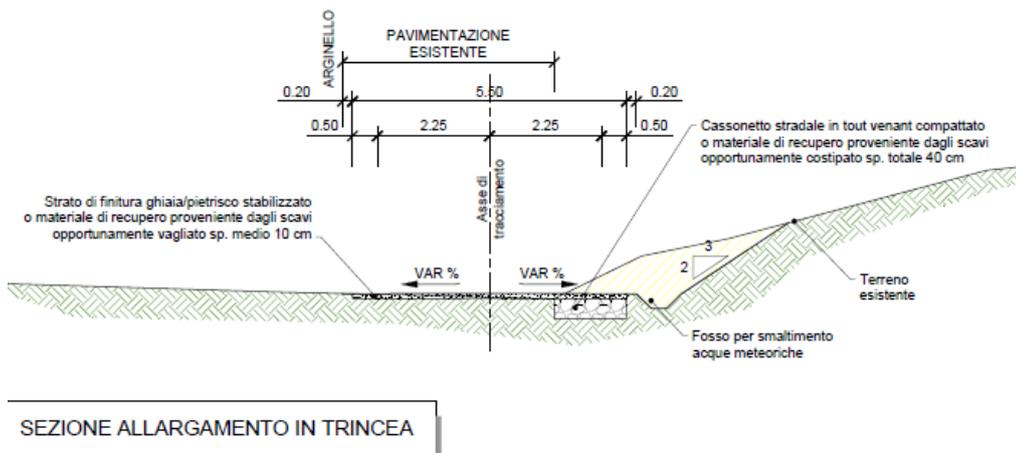


Figura 6—12: Adeguamento viabilità esistente, esempio stralcio sezioni di progetto.

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 posto ad entrambe i lati delle strade, 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.

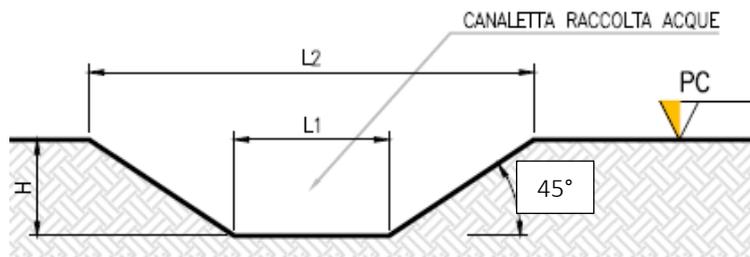


Figura 6—13: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo, le dimensioni saranno ricalcolate nel corso delle successive fasi progettuali per ogni accesso alle WTG.

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 “Tinitaly”, e in relazione alle considerazioni idrauliche al paragrafo, considerando un'area scolante media di versante variabile tra **49.000 mq** e **3.000 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 **15 metri** e **45 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 2799_5186_MAN_PD_R08_T01_Rev0_PlanimetriaDrenaggi.

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

6.4.3 Risoluzione delle 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 PGRA e PAI, si è riscontrata una criticità relativa ad un corso d'acqua episodico che interseca la viabilità da adeguare lungo il lato sud del parco, per l'accesso alle torri MA03, MA05 e MA06, che sembra non presentare alcuna soluzione idraulica. Inoltre, si evidenzia la presenza di un'area pericolosità idraulica media P2, relativa al PAI del fiume Fiora lungo la viabilità principale, lato est (SP Campigliola).

Infine, sono presenti ulteriori 4 interferenze, lungo il tracciato di connessione, con corsi d'acqua episodici che presentano una soluzione idraulica.

L'interferenza lungo la strada di accesso alle torri MA03, MA05 e MA06 non coincide con alcuna perimetrazione delle fasce di pericolosità idraulica del PAI e del PGRA. Lo studio idraulico delle interferenze e le soluzioni adottate 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 di 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, così da 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.

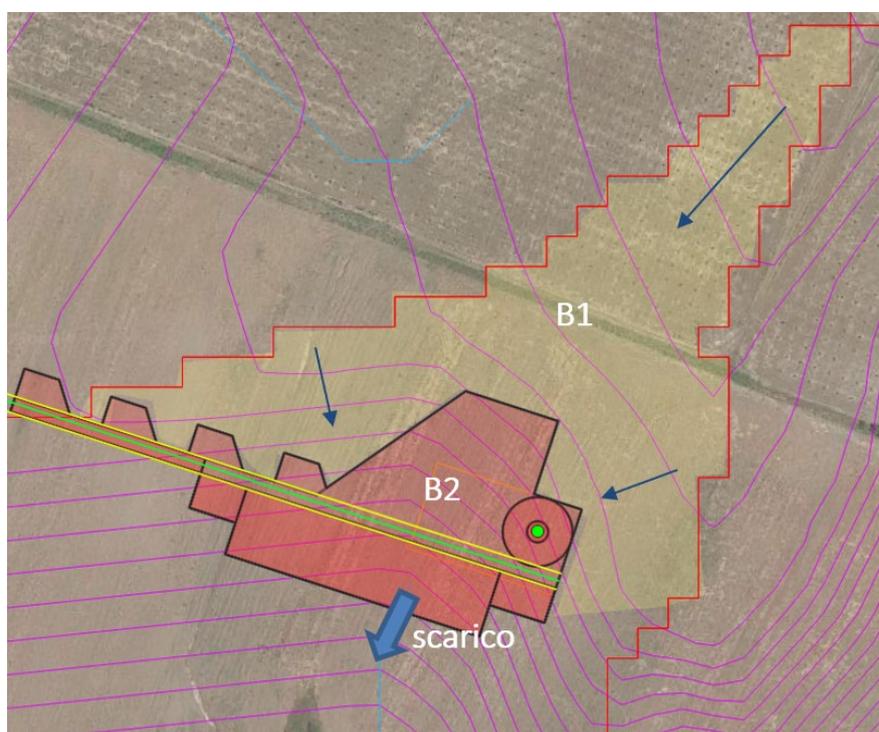


Figura 6—16: Esempio delimitazione bacini scolanti esterni (giallo - B1) ed interni (rosso - B2) e direzione del deflusso (frecche blu), displuviale (rosso), isoipse passo 1m (magenta), strada di accesso (verde), area di cantiere (grigio), reticolo idrografico (celeste) e punto di scarico.

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) del bacino del Fiora, insieme al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC) e dell'Appennino Settentrionale (PGRA).

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 PGRA 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 PGRA, 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, ma risulta invece la presenza di un'area pericolosità idraulica media P2, relativa al PAI del fiume Fiora lungo la viabilità principale, lato est (SP Campigliola), interessata dal tracciato del cavidotto di connessione.

In aggiunta, è presente un'interferenza con l'idrografia lungo la viabilità da adeguare per accedere alle torri MA03, MA05, MA06 che non presenta una soluzione idraulica.

Infine, sono presenti ulteriori 4 interferenze, lungo il tracciato di connessione, con corsi d'acqua episodici che presentano una soluzione idraulica.

Tutte le interferenze sono riassunte in Figura 7—2.

7.2 INTERFERENZE CON STRADE DI PROGETTO

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 ottenuto dal layer disponibile sul sito della Regione Toscana, prodotto nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze. A tal proposito, l'area di progetto è interessata da terreni seminativi, e litotipi affioranti che presentano nel complesso caratteristiche di permeabilità bassa.

Per la definizione del tempo di corrvazione è stata adottata la formulazione di Kirpich, dove lunghezza dell'asta principale e pendenza media del bacino sono stati ricavati sulla base dei modelli digitali del terreno del progetto TINITALY e del Ministero della Transizione Ecologica (MiTE).

7.2.1 Viabilità da adeguare per accedere alle torri MA03, MA05 e MA06

Si riscontra l'interferenza tra un canale episodico che non presenta alveo ben definito e la strada da adeguare per accedere alle torri MA03, MA05 e MA06, lato sud del parco eolico.

Questa interferenza è identificata con il numero 4, visibile singolarmente in Figura 7—1, mentre la Figura 7—2 riassume tutte le interferenze idrauliche lungo il tracciato di connessione.

I coefficienti di calcolo principali, adottati per la valutazione della portata critica in corrispondenza dell'attraversamento della viabilità da adeguare, sono mostrati in Tabella 7-1.

Tabella 7-1: Coefficienti principali per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza della viabilità di adeguare per accedere alle torri MA03, MA05 e MA06.

COEFFICIENTI	
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	16,2
Tempo di ritorno [anni]	100
Tempo di corrivazione [ore]	0,5
Coeff. deflusso [-]	0,5
Lunghezza asta principale [m]	520
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,03

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 **7,9 m³/s** con un tempo di ritorno di 100 anni.

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 1,2 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.4 lungo la viabilità da adeguare (in arancione) e un corso d'acqua episodico. 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, dal sopralluogo effettuato a giugno 2022 e dall'analisi dei piani PAI e PGRA. Sulla base di queste analisi, è stato trovato n.1 interferenza con il PAI e n.5 interferenze con l'idrografia, i dettagli grafici sono riportati nell'elaborato 2799_5186_MAN_PD_R08_T02_Rev0_Attraversamentidraulici.

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

Tuttavia, non è sempre necessario interrare i cavi con un metodo *trenchless*. Nei lunghi periodi di secca, tipici delle stagioni estive, sono consentiti gli scavi tradizionali purché il cavo venga interrato almeno di 1.5 metri dal punto di impluvio, mentre nelle stagioni critiche più piovose, è opportuno affidarsi ai *trenchless*. Dove è specificato l'impiego di una TOC, è sempre necessario adoperare questa tecnica e si prevede una profondità minima di posa del cielo tubo di 2 metri dal punto più depresso dell'alveo, che dovrà essere rivista in fase esecutiva tramite studio idraulico di dettaglio. Per quanto riguarda le 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 7-2, 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 interrimento.

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.

Per quanto riguarda l'interferenza del tracciato del cavo di connessione con la fascia di pericolosità idraulica media del PAI del fiume Fiora e del PGRAAC (n.6 in Figura 7—2), il cavo di connessione sarà interrato sotto il manto stradale, che risulta asfaltato, per l'intera estensione dell'area allagabile. Pertanto, nell'eventualità di allagamento, il cavo sarà protetto dall'erosione. A tal proposito, si ritiene sufficiente la posa del cavo interrato come da normativa in merito ai cavi di media tensione.

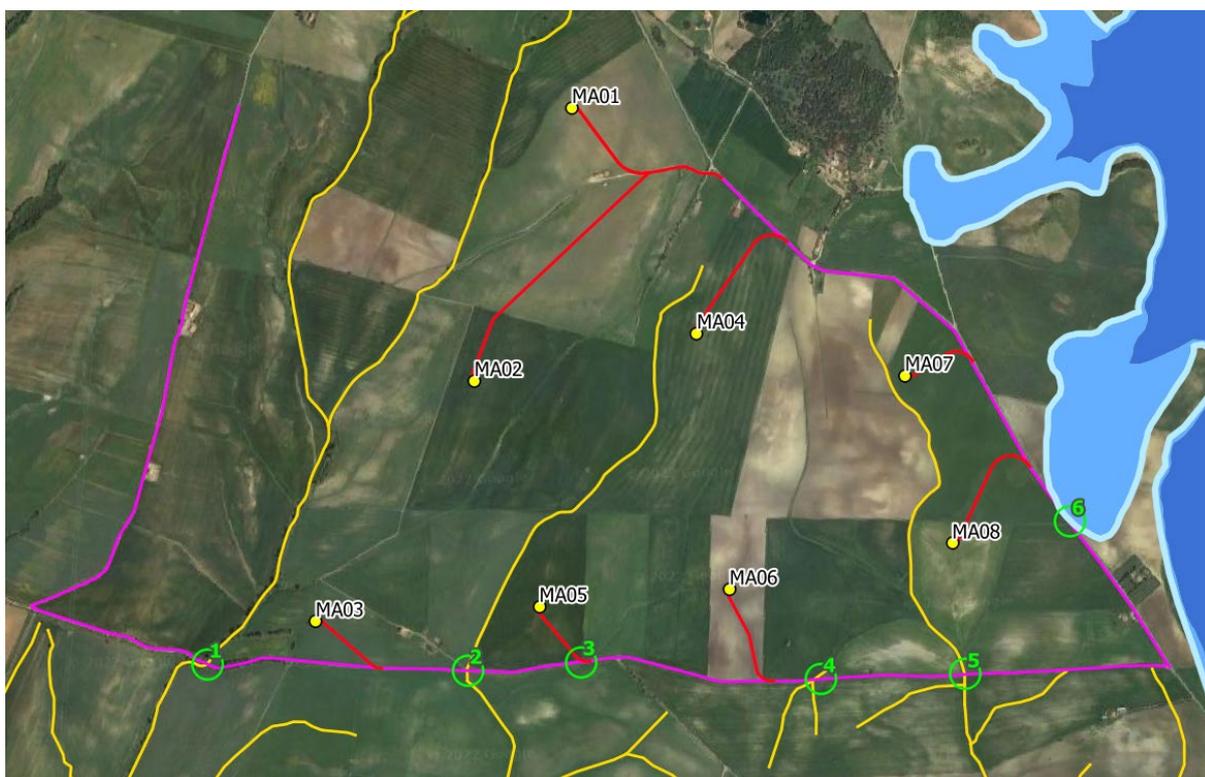


Figura 7—2: Interferenze (cerchi verdi) con l'idrografia ed il PAI (coincidente con il PGRA) lungo il tracciato del cavidotto di connessione (in fucsia). Il giallo gli elementi idrici dal Geoportale Nazionale.



Tabella 7-2: Elenco interferenze idrauliche lungo il tracciato di connessione e tecnologia da adottare per il superamento delle stesse.

ID INTERFERENZA	RISOLUZIONE	CORSO D'ACQUA ATTRAVERSATO
1	TOC	Fosso dell'Acqua Bianca
2	trenchless/cavo interrato	Fosso di Ponte Rotto
3	trenchless/cavo interrato	Fosso senza nome
4	trenchless/cavo interrato	Corso d'acqua episodico senza alveo ben definito
5	trenchless/cavo interrato	Fosso della Sughera Torta
6	Posa del cavo sotto il manto stradale come da normativa	Fasce di pericolosità idraulica del fiume Fiora

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 PGRA 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) del fiume Fiora insieme al Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC) e dell'Appennino Settentrionale (PGRA).

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. 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.