

REGIONE SICILIANA
Comune di Marineo e Cefalà Diana
Provincia di Palermo

PROPONENTE:
VRG Wind 129 S.p.A.

VRg wind 129

FICHTNER
ITALIA



**INGEGNERIA
PROGETTI** SRL

PROGETTO:

Integrale Ricostruzione del Parco Eolico "VRG Wind 129"
ubicato nei Comuni di Marineo e Cefalà Diana (PA)

Elaborato: B.9

Formato (A4)
Numero foglio -
scala -

Progetto definitivo

Elaborato:
Relazione idrologica e studio di
compatibilità idrologica e idraulico

I progettisti

_____ Firma

_____ Firma

_____ Firma

_____ Firma

REV	DATA	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO	
1	08/06/2026	Ten Project	Fichtner	VRG Wind 129 S.p.a.	Job: F614

	RELAZIONE IDROLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA E IDRAULICA Parco Eolico Di Mazara del Vallo	Codice Revisione Data creazione Data Revisione Pagina	B9 01 24/10/2022 08/06/2023 2 di 34
---	---	---	---

Sommario

1. PREMESSA	3
2. SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4. ASPETTI GEOGRAFICI E MORFOLOGICI	7
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROLOGICO	13
7. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E IDROLOGICHE	15
7.1 METODO DI STUDIO - Modello di Gumbel	18
7.2 Area di studio	25
8. STUDIO IDRAULICO	28
8.1 Calcolo idraulico torrente	28
9. CONSIDERAZIONI SULLA CARTOGRAFIA PAI	30
10. POSA DEL CAVIDOTTO	31
11. OPERE IDRAULICHE	32
12. CONCLUSIONI	33

Indice delle figure

Figura 1 – Ubicazione intervento	5
Figura 2 - Ubicazione turbine rispetto alla carta di Pericolosità Geomorfologica	8
Figura 3 – Ubicazione turbine rispetto alla carta di Pericolosità Idraulica	8
Figura 4 – Ubicazione turbine rispetto alla carta Geologica	12
Figura 5 – Ubicazione turbine rispetto alla carta Geologica	14
Figura 6 – Dettaglio interferenze cavidotto reticolo idrografico	15
Figura 7 - dettaglio area delle turbine con il reticolo idrografico	16
Figura 8 – Dettaglio interferenze cavidotto reticolo idrografico su ortofoto	16
Figura 9 – Dettaglio interferenze cavidotto con gli impluvi	16
Figura 10 – Dettaglio interferenze cavidotto con torrenti minori	17
Figura 11 – Dettaglio interferenza cavidotto con Fiumara Mazaro, poi Torrente Bucari (C)	17
Figura 12 – bacino oggetto di studio	25
Figura 13 – Altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 100	28
Figura 14 – Sezione di chiusura	29
Figura 15 – PAI Geomorfologico e Idrogeologico	30
Figura 16 – Dettaglio staffaggio passerella portacavi	32
Figura 17 – Dettagli tipici smaltimento acque meteoriche	33

1. PREMESSA

Descrizione del Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è la società VRG Wind 060 S.r.l. con sede in Via Algardi 4, 20148 Milano, P.IVA n. 02219610819; interamente parte del gruppo Sorgenia S.p.A., uno dei maggiori operatori energetici italiani. Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4.750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400.000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca.33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%. Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali VRG Wind 060 S.r.l. è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

Sintesi del progetto

Il Progetto prevede l'integrale ricostruzione (*repowering*) del Parco Eolico esistente di Mazara del Vallo, ricadente nei limiti amministrativi territoriali dei comuni di Mazara del Vallo (TP) e Salemi (TP), mentre dal punto di vista catastale le opere di progetto risultano individuate all'interno dei fogli del Comune di Mazara del Vallo, e di proprietà della società VRG Wind 060 S.r.l. (il soggetto proponente).

Il parco eolico esistente è costituito da

- 1) un vecchio impianto costituito da n. 24 aerogeneratori da 2 MW, per una potenza nominale complessiva di 48 MW;
- 2) un ampliamento più recente (in esercizio dal 2016) costituito da n. 6 aerogeneratori Vestas V126 da 3 MW, per una potenza nominale complessiva di 18 MW.

Il progetto di integrale ricostruzione prevede la dismissione del vecchio impianto di 24 aerogeneratori da 48 MW complessivi e l'installazione nelle stesse aree di 13 aerogeneratori di grande taglia, aventi diametro del rotore fino a 170 m, altezza al mozzo fino a 125 m e altezza totale fino a 210 m, ed una potenza nominale di 6 MW ciascuno, per una potenza totale di 78 MW.

Il progetto rispetta i criteri del DL Semplificazioni¹, che specifica il numero massimo di turbine, l'altezza totale dell'estremità delle pale, nonché l'estensione dell'area di sito utilizzabile perché il progetto di repowering sia considerato una modifica non sostanziale.\

	RELAZIONE IDROLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA E IDRAULICA Parco Eolico Di Mazara del Vallo	Codice Revisione Data creazione Data Revisione Pagina	B9 01 24/10/2022 08/06/2023 4 di 34
---	---	---	---

Il progetto prevede il massimo riutilizzo della viabilità esistente a servizio del parco eolico attualmente in esercizio, con gli opportuni adeguamenti, e la realizzazione di nuove piazzole in corrispondenza della posizione dei nuovi aerogeneratori.

Il soggetto proponente ha richiesto la modifica della connessione alla rete elettrica dell'impianto esistente, e si propone di mantenere come punto di connessione quello già esistente alla Cabina Primaria a 150 kV "Mazara 2", di e-distribuzione S.p.A., situata nel Comune di Mazara del Vallo. Si prevede pertanto il riutilizzo della Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) e della connessione in alta tensione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) esistenti, con interventi tecnici di adeguamento degli impianti alla nuova potenza del parco eolico.

La rete di cavi elettrici interrati a servizio del parco esistente sarà rinnovata, con la posa di nuovi cavidotti in media tensione a 30 kV disposti lungo la viabilità di servizio e pubblica, su tracciato -per quanto possibile - della rete esistente. I cavidotti collegheranno gli aerogeneratori alla SSEU, dove avviene la trasformazione da 30 kV a 150 kV per consentire la consegna dell'energia a 150 kV alla RTN.

Nella SSEU esistente rimarrà connesso alla rete anche l'ampliamento del parco eolico da 18MW in esercizio dal 2016.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i.. L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 240 GWh/anno, che consente di risparmiare almeno 44.800 TEP/anno (fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh) e di evitare almeno 107.784 ton/anno di emissioni di CO2 (fonte Rapporto ISPRA 2022: 449,1 gCO2/kWh).

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione tecnica costituisce la sintesi delle verifiche idrologiche/idrauliche per la definizione dei caratteri idrologici, idrografici ed idraulici dei bacini sottesi alle interferenze tra il reticolo idrografico e le opere in progetto.

Nello specifico essendo le opere in progetto costituite da strutture puntuali quali le turbine, e lineari quali i cavidotti, le interferenze andranno ricercate tra il reticolo idrografico superficiale e il percorso dei cavidotti di collegamento, atteso che la viabilità ricalcherà ove possibile quella esistente, e in caso di nuova realizzazione verranno evitate le interferenze con il reticolo idrografico. Le piazzole, andranno realizzate nelle prossimità delle turbine, e rispetto all'area in esame presenteranno caratteristiche puntuali.

Lo studio pluviometrico è stato eseguito con metodi probabilistici, applicando il metodo di Gumbel, consistente nell'analisi di analisi di frequenza, utilizzando i valori estremi di una distribuzione, utilizzando fattori di frequenza sviluppati per la distribuzione teorica. Si rimanda al **Capitolo 7** per un ulteriore approfondimento teorico sull'argomento.

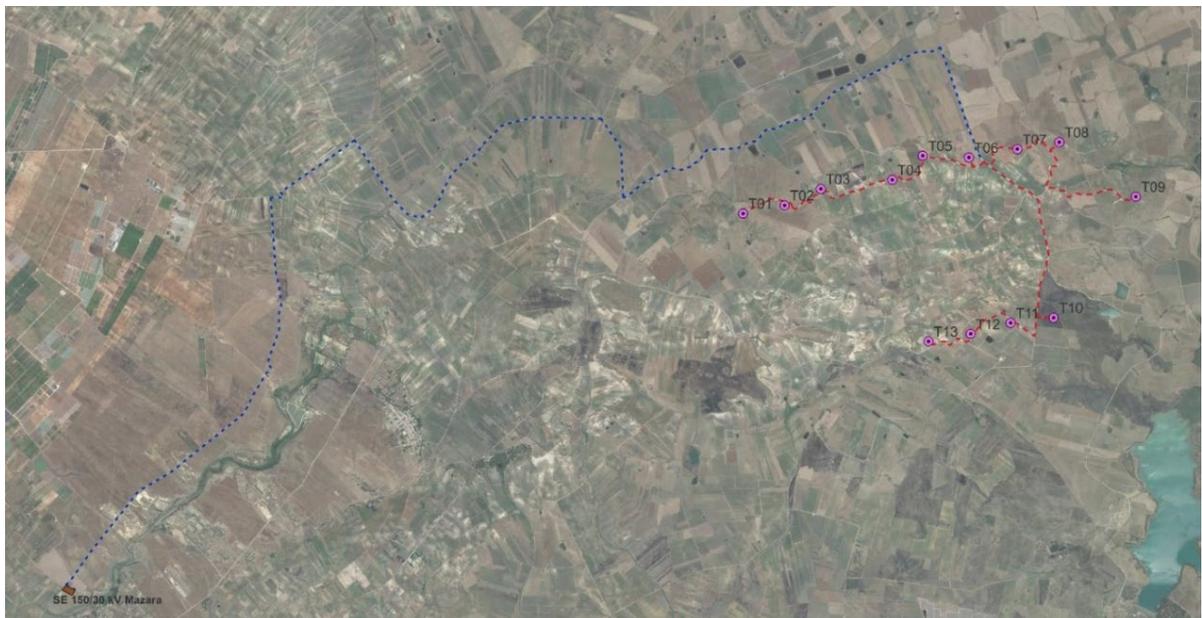


Figura 1 – Ubicazione intervento

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per adempiere alle considerazioni fatte nella premessa, in questa fase di progetto definitivo, sono stati eseguiti sopralluoghi, ricerche bibliografiche, consultata la cartografia P.A.I. vigente e le varie carte tematiche della zona, il tutto per accertare le condizioni geologiche della zona e cercare di definire a grandi linee il modello geologico.

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni in questa fase verrà eseguita consultando la letteratura geologica presente e la campagna di indagini eseguita a monte del progetto.

Ovviamente è da sottolineare che, questo approccio non è esaustivo ai fini della ricostruzione di un modello geologico ben definito, saranno necessari in fase esecutiva studi geognostici diretti ed indiretti al fine di caratterizzare al meglio i primi 10 metri di terreno sul quale insisteranno le fondazioni delle turbine.

-Le norme, alla quale si è fatto riferimento sono elencate di seguito:

- *Piano di tutela delle acque secondo Ordinanza n. 333 del 24/12/2008;*
- *le linee guida edite dall'A.R.T.A. nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.);*
- *Norme di Attuazione del P.A.I. (Aggiornate con Delibera G.R. n. 17/14 del 26 aprile 2006).*

4. ASPETTI GEOGRAFICI E MORFOLOGICI

L'area interessata dal presente studio costituisce il parco eolico che si sviluppa nella Sicilia centro-occidentale, nel territorio della Provincia di Trapani e ricade sui territori dei comuni di Mazara del Vallo (TP) e Salemi (TP), nel Comune di Mazara del Vallo vi sono le torri T01, T02, T03, T04, T05, T06, T010, T011, T012, T013, mentre le torri T07, T08, T09 ricadono all'interno del confine comunale di Salemi (TP).

Catastalmente l'area dove sono previsti gli aerogeneratori si inquadra tra i fogli nn. 53-68-69-70-71-88- 89 del Comune di Mazara del Vallo mentre l'area su cui insiste la SSE Utente di trasformazione 30/150 kV già esistente e la Sottostazione Elettrica 150 kV di consegna, si trovano poco più a sud-ovest del parco, sul foglio 121 particelle 225, 239, 250, 251,253 del Comune di Mazara del Vallo.

Ricade nella cartografia regionale scala 1:10.000 sez. 618050 Contrada Roccolino.

L'area di progetto si estende sulle modeste alture comprese tra le C.de Munneno, Lippone, Lipponello, Colle Aquila, nella porzione più settentrionale, C.da Favarotta, nella porzione più orientale, C.de Marroccia e Madonna Buona, in quella meridionale, unicamente in territorio di Mazara del Vallo. Le quote si aggirano intorno a valori compresi tra i 120 ed i 250 m s.l.m..

Tali alture si sviluppano nell'ambito di substrati geologici di varia natura, tutti di natura sedimentaria, prevalentemente terrigeni e a grana fine, talora a tessitura caotica, tipici dei rilievi più interni di questo territorio: si tratta di modeste creste sub-collinari prevalentemente orientate in senso Est-Ovest.

Dal punto di vista geomorfologico bisogna innanzi tutto ricordare che l'assetto morfologico di un territorio è determinato dall'interazione tra le caratteristiche geologico-strutturali dei terreni presenti in affioramento e gli agenti morfogenetici predominanti in quella particolare area.

Una prima sostanziale differenza si ha a seconda che siano presenti in affioramento rocce lapidee o rocce pseudocoerenti o incoerenti.

Le litologie di tipo incoerente, o pseudocoerente, che nel territorio in studio sono rappresentate da termini argillosi e limo-sabbiosi, si conformano secondo rilievi dall'andamento dolce, mentre quelle lapidee (di natura arenacea) danno luogo a rilievi molto più acclivi, dall'andamento accidentato, caratterizzati da pareti scoscese, versanti particolarmente acclivi e da una tettonica vivace. Si riconosce, ovunque, una morfologia a piccole ondulazioni e depressioni in versanti, comunque, poco acclivi; l'acclività che si mantiene inferiore al 10% in corrispondenza dei versanti con litologie plastiche aumenta considerevolmente in corrispondenza di litologie lapidee (calcari e calcareniti, gessi e gessareniti, marne). Gli aerogeneratori, comunque, rimangono ubicati in aree a debole pendenza e prive di rischi geomorfologici o in corrispondenza dei pianori sommitali nell'ambito di litologie lapidee.

Nell'insieme il sistema geomorfologico mostra un apprezzabile grado di maturità dovuta alla fase di sostanziale equilibrio geomorfologico raggiunta nel corso dei tempi.

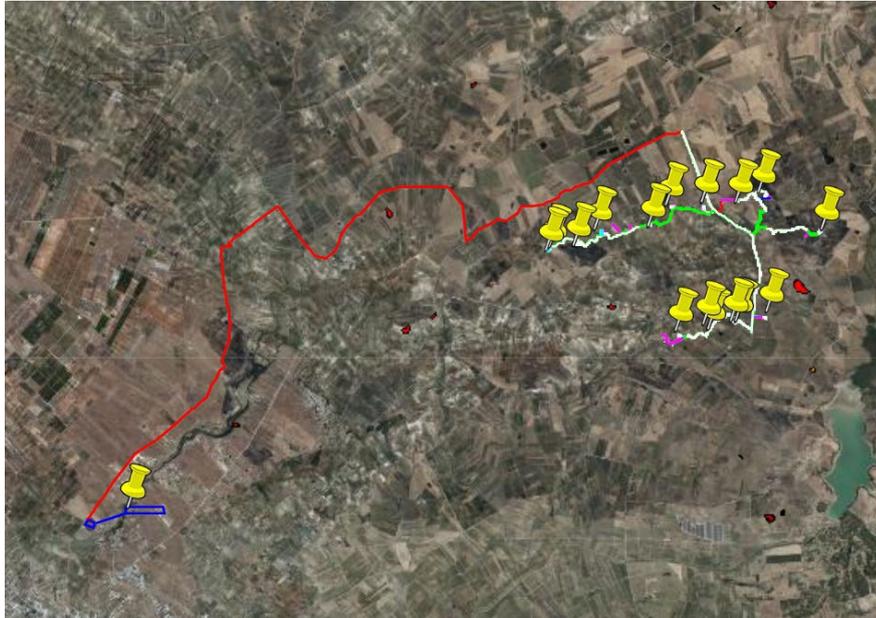


Figura 2 - Ubicazione turbine rispetto alla carta di Pericolosità Geomorfologica

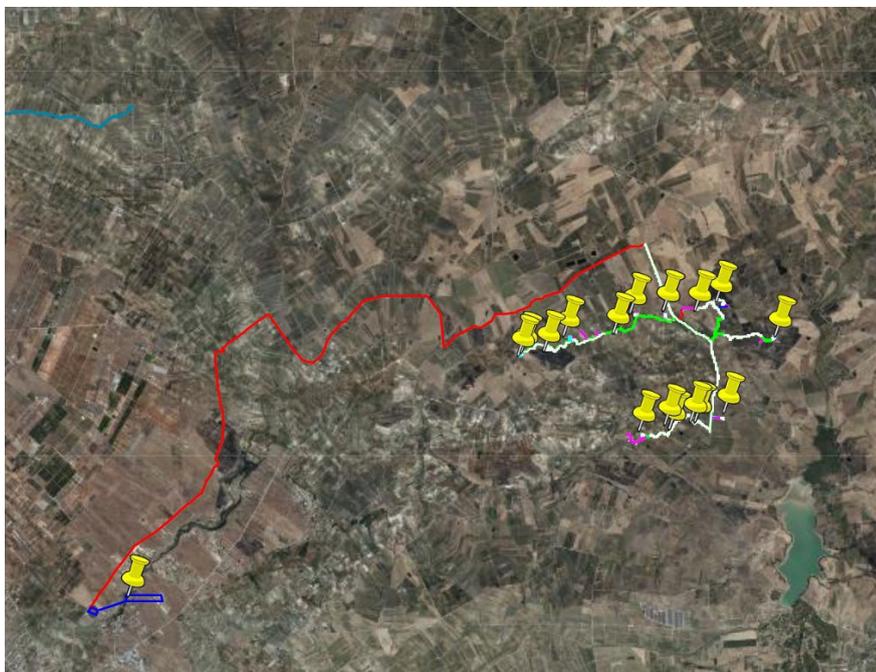


Figura 3 – Ubicazione turbine rispetto alla carta di Pericolosità Idraulica

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il rilevamento geologico di superficie, opportunamente esteso ad un'ampia fascia perimetrale esterna rispetto ai siti in oggetto, e successivamente integrato con le indagini geognostiche eseguite, ha permesso di ricostruire in modo soddisfacente la successione dei terreni presenti nell'area studiata.

Le formazioni geologiche che affiorano nell'area in studio sono costituite da:

- Depositi alluvionali (Recente)
- Depositi di fondo valle e depositi fluviali terrazzati con intercalazioni di potenti banchi calcarenitici (Pleistocene-attuale)
- Trubi (Pliocene sup.);
- Gessi sottilmente laminati e gessi macrocristallini, generalmente stratificati o in grossi banchi con intercalazioni di argille brecciate (Messiniano)
- Formazione Calcareo-Arenacea di Baucina. (Messiniano inf.).
- Marne argillose grigio azzurre (F.ne Terravecchia- Tortoniano Sup.)

Di seguito si fornisce la descrizione delle litologie affioranti.

Depositi alluvionali (Recente)

Si riscontrano all'interno degli alvei fluviali e all'interno dei solchi torrentizi di maggiore entità.

In particolare, nell'area in studio, si ritrovano a formare la piana alluvionale sulla quale scorre il Fiume M̀azara, che scorre ad Ovest dell'area interessata.

Tali depositi sono prevalentemente incoerenti, costituiti da limi, limi sabbiosi, sabbie, sabbie limose e ghiaie con giacitura sub orizzontale ed assetto lenticolare embriciato.

I limi sono costituiti in prevalenza da minerali argillosi e sono privi di tessitura; le sabbie, che presentano granulometria variabile da fine a grossa, sono costituite per la maggior parte da elementi quarzosi e calcarei.

Depositi di fondo valle

Sono costituiti da sedimenti continentali provenienti dall'intensa erosione avvenuta in questo periodo di stasi, dei rilievi più interni e depositati nelle aree pianeggianti dalle acque fluenti. Si presentano con una granulometria molto varia:

a lenti limo-argillose si sovrappongono, alternativamente, lenti limo-sabbiose, ghiaie e ciottoli, talora di natura quarzarenitici, in altre aree si presentano invece come depositi terrazzati di precedente messa in posto (Pleistocene) costituiti da sabbie e limi sabbiosi con intercalazioni di potenti banchi calcarenitici detritico-organogeni, formati verosimilmente per effetto delle oscillazioni del mare quaternario.

La facies calcarenitica, rinvenuta in più sondaggi, costituisce parte del substrato di fondazione di più aerogeneratori e si considera un litotipo di natura lapidea, di tipo particellare epiclastico, granostenuti,

stratificati, i cui granuli, di natura carbonatici, derivano dalla frammentazione dei gusci di organismi marini. Questo tipo di terrazzi marini ha, generalmente, una tessitura grano-sostenuta e la frazione principale dello scheletro è costituito da sabbia fine, media e grossolana; presentano, tuttavia, eteropie laterali e verticali con orizzonti limo-sabbiosi e, più raramente, con livelli conglomeratici talora fortemente cementati che rendono particolarmente variabili le caratteristiche meccaniche e idrogeologiche di questi terreni.

Trubi, si tratta di un'alternanza di calcari e calcari marnosi in strati di spessore decimetrico, di colore variabile dal giallastro al bianco sporco, spesso intensamente fratturati ed alterati in superficie. Nell'area rilevata, questi terreni affiorano in strette lingue di terra a ridosso dei depositi alluvionali di fondo valle e si presentano tettonizzati a seguito dell'alternanza di eventi compressivi e distensivi subiti in occasione di eventi tettonici pliocenici e post-pliocenici; non sono stati, tuttavia, riscontrati in nessuno dei sondaggi eseguiti.

Gessi (Messiniano)

Nell'area rilevata i terreni riconducibili ai gessi di Pasquasia affiorano a C.da Lippone, Colle d'Aquila e C.da Favarotta. Questa formazione è caratterizzata da grossi banchi di gesso selenitico separati, tra di loro, da sottili intercalazioni argillose che, in generale, fanno assumere alla successione un tipico aspetto condensato a differenza di quanto accade in altre aree della Sicilia meridionale dove invece, le intercalazioni argillose sono più potenti.

L'ammasso gessoso si presenta spesso smembrato in grossi blocchi o zolle spesso costituiti da strati verticali, in relazione alla fase tettonica intramessiniana. Lo smembramento dei vari blocchi è la conseguenza della rigidità della formazione rispetto alle altre unità più tenere che la incassavano. Solitamente la sequenza gessosa ha inizio con spessi banchi omogenei di gessi selenitici con cristalli di grandi dimensioni cui seguono strati sottili alternati a lamine e straterelli carbonatici. Dal punto di vista strettamente litologico si possono distinguere varie tipologie di gessi. I più diffusi, anche nell'area in studio, sono rappresentati dal gesso macrocristallino o selenitico, formato quasi esclusivamente da cristalli di grandi dimensioni geminati a ferro di lancia, e dal gesso balatino, costituito da una alternanza di straterelli sottili di gessi microcristallini con intercalazioni di lamine argillose.

Formazione calcareo-arenacea di Baucina, in continuità sopra i terreni della formazione di "Cozzo Terravecchia" si ha la deposizione di depositi di scogliera corallina costituiti da Calcari a Porites, massicci, cavernosi, di colore nocciola, passanti lateralmente a calcareniti, calcisiltiti e marne, ben stratificate in grossi banchi, grigio giallognole, contenenti una macrofauna a coralli, molluschi e briozoi, di età ascrivibile al Messiniano inferiore (tra 8 e 6 milioni di anni fa).

Questi depositi caratterizzavano le aree marginali del bacino, dove l'accumulo dei sedimenti deltizi

instaurava le condizioni di mare basso che rendevano possibile il loro sviluppo.

Nell'area di studio si rilevano in affioramenti poco estesi in prossimità delle C.de Lipponello e Capo d'Acqua, e costituiscono parte del substrato di fondazione in altre zone dove si riscontrano nei primi 4,00-5,00 metri di profondità.

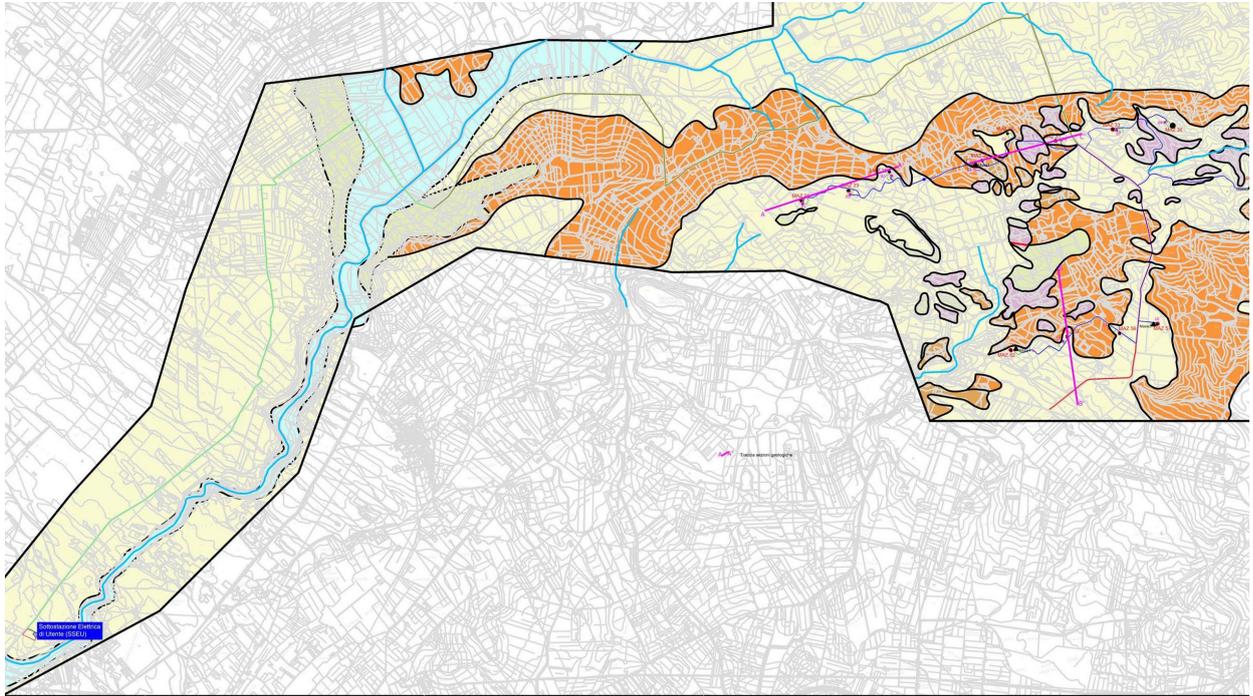
La Formazione Terravecchia rappresenta il deposito tipico del Complesso Postorogeno ed è caratterizzata da sequenze prevalentemente argillose e argillo-sabbiose e sequenze arenacee e conglomeratiche.

Gli affioramenti che si rilevano nelle C.de Lippone, Aquilotta e Madonna Buona, attribuibili a questa formazione, sono costituiti nella totalità da sedimenti deltizi, rappresentati da argille e limi sabbiosi di colore dal marrone al grigio al rossastro, contenenti lenti di sabbie e di conglomerati con ciottoli quarzarenitici arrotondati e sabbie ed arenarie a stratificazione incrociata (Flores, 1959; Schimdt di Friedberg, Barbieri & Giannini, 1960).

La genesi di questa formazione è conseguente alla fase tettonica tortoniana dell'orogenesi alpina che produsse intensi piegamenti e sollevamenti. Conseguentemente a ciò rilevanti quantità di sedimenti terrigeni si accumularono in immensi delta dando luogo ad una potente successione caratterizzata dalla presenza di argille più o meno sabbiose, sabbie e conglomerati poligenici variamente frammisti ed intercalati, che si rinvencono in gran parte della Sicilia.

La formazione viene istituita da Schimdt di Friedberg, Barbieri e Giannini (1960) e viene descritta dagli autori come "Marne argillose con intercalazioni di arenarie micacee deposte da correnti di torbida; conglomerati rossastri composti da ciottoli di rocce metamorfiche eruttive e calcaree, passanti verso l'alto ad arenarie giallastre; argille marnose micacee scure; sabbie scure sottilmente stratificate; conglomerati giallastre in bancate potenti passanti verso l'alto ad arenarie ben stratificate; argille marnose grigio scure; talvolta sedimenti olistostromici".

Le notizie bibliografiche, comunque, lasciano ragionevolmente ipotizzare che, nel territorio di Mazara, la F.ne di Cozzo Terravecchia possa raggiungere uno spessore di m.750. È intuibile che si tratta di un litotipo dalle caratteristiche meccaniche variabili, prevalentemente scadenti, in generale a reologia plastica e coesione nulla. Questi terreni si rinvencono in affioramento solo in corrispondenza di pochi aerogeneratori, ma sono presenti in profondità in quasi tutto il parco eolico; la facies limo-sabbiosa di questa formazione costituisce il principale substrato di fondazione.



LEGENDA

- | | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">  Depositi alluvionali. <i>Recente</i>  Alluvioni terrazzate, depositi di fondo valle, sabbie e limi con straterelli o banchi di calcareniti. <i>Pleistocene inf.</i>  Mame calcaree, marne argillose. e argille marnose - TRUBI. <i>Pliocene inf.</i> | <ul style="list-style-type: none">  Gessi in macro cristalli o in banchi, alternato a livelli di argille gessose. <i>Miocene sup.</i>  Calcari travertinoidi, talora solfiferi, conglomerati con lenti di sabbie. <i>Miocene sup.</i>  Argille grigio-verdi, argille marnose e argille sabbiose. <i>Tortoniano-Messiniano.</i> | <ul style="list-style-type: none">  MAZ 38 Sondaggi geognostici acquisiti Masw3  Indagine sismica tipo MASW  09 Aerogeneratori di progetto  Cavidotto  Corsi d'acqua principali |
|--|--|---|

Figura 4 – Ubicazione turbine rispetto alla carta Geologica

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROLOGICO

Il reticolo idrografico risulta piuttosto articolato, di tipo dendritico, forse indice della scarsa permeabilità generale dei terreni presenti; l'idrografia relativa è caratterizzata da una rete poco fitta di piccole incisioni torrentizie afferenti al bacino idrogeologico del F.

Mazaro, che scorre con andamento prevalente N-S, pochi km. ad ovest dei siti indagati, e da una serie di torrenti e fossi, Torrente Iudeo, il Torrente Bucari, Fosso di Manneno, Fosso Lipponello, Fosso di Aqueci.

Il profilo geomorfologico di tale bacino, si presenta mediamente poco acclive e l'assenza di evidenti dissesti o tracce di erosione accelerata, almeno in prossimità dei siti di progetto, rende pressoché nullo il valore di rischio idrogeologico locale.

I corsi d'acqua rilevati hanno un regime torrentizio: si presentano, in gran parte, asciutti durante tutto l'anno e sono interessati per lo più da un ruscellamento diffuso durante i principali eventi di pioggia. Questo, unitamente alle elevate quote di ubicazione degli aerogeneratori, lascia escludere il rischio di alluvionamenti nei siti di progetto, anche in occasione di eventi meteorici di grande intensità.

Dal punto di vista idrogeologico nei locali orizzonti litologici si possono individuare terreni riconducibili a due tipologie, dal punto di vista della permeabilità:

- terreni con permeabilità primaria medio alta per porosità e fessurazione.
- terreni con permeabilità primaria bassa o nulla.

Alla prima tipologia possono essere ricondotti i depositi alluvionali, le alluvioni terrazzate e depositi di fondovalle, i calcari travertinoidi, i Gessi macrocristallini e quelli delle argille brecciate, classificabili come rocce a permeabilità alta per fessurazione e carsismo.

Sono, però, generalmente sovrastati da uno strato di alterazione a permeabilità medio bassa dello spessore massimo di circa 5-7 metri dove possono essere presenti accumuli idrici superficiali con prevalente carattere stagionale che in periodo di piogge copiose possono anche raggiungere il piano di campagna.

In particolare, i depositi alluvionali recenti presentano una permeabilità molto variabile in funzione delle percentuali di sabbie o di limi, che possono variare considerevolmente da una permeabilità alta ad una permeabilità bassa.

Alla seconda classe di permeabilità appartengono le marne calcaree e marne argillose (Trubi), le argille grigio-verdi e argille marnose, in tale classe di permeabilità vengono inclusi tutti i tipi litologici che presentano una permeabilità così bassa da essere, ai fini del presente studio, considerati praticamente impermeabili.

Le aree interessate dalle fondazioni degli aerogeneratori, così come si evince dall'esame delle stratigrafie acquisite, non sono sede di falde idriche né di accumuli idrici stagionali.

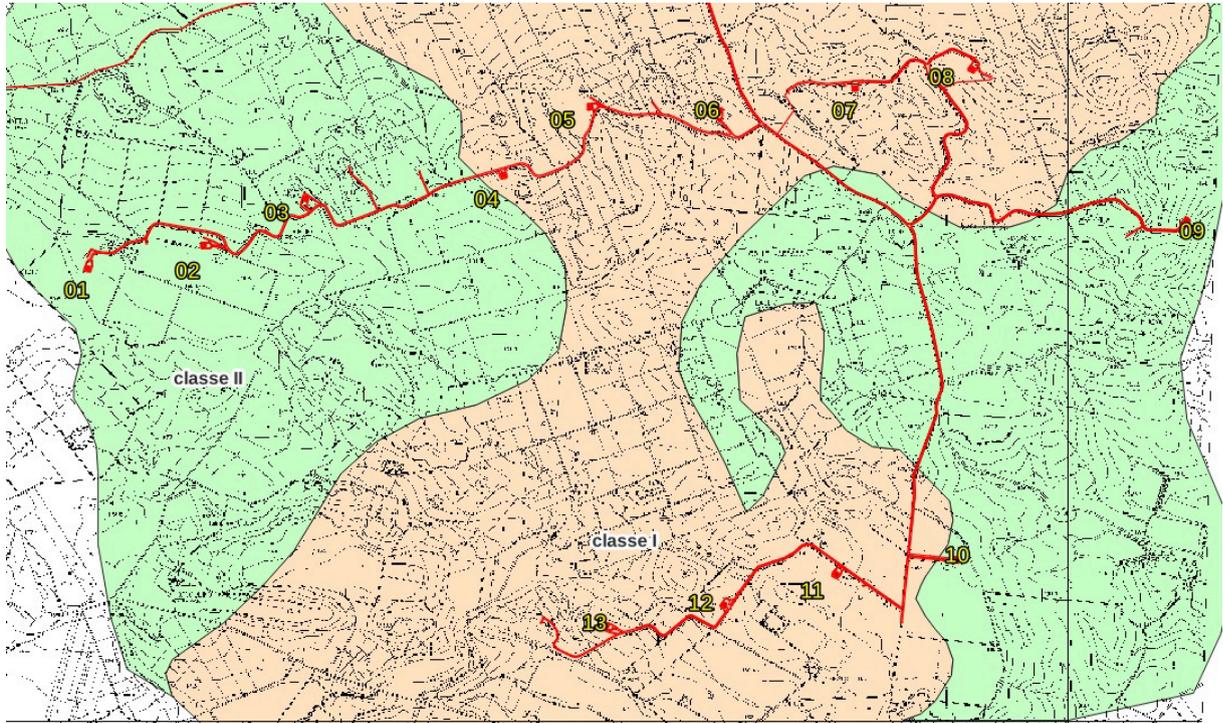


Figura 5 – Ubicazione turbine rispetto alla carta Geologica

7. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E IDROLOGICHE

Sull'area oggetto di studio sono presenti varie incisioni, tra le quali la più importante è la F.ra Mazaro, successivamente denominato torrente Bucari che interferisce con il cavidotto 7 km circa prima di arrivare alla sottostazione elettrica.

Qui di seguito si riporta il posizionamento del cavidotto di connessione alla Sottostazione Elettrica e relative interferenze con reticolo idrogeologico denominate rispettivamente A, B, C.

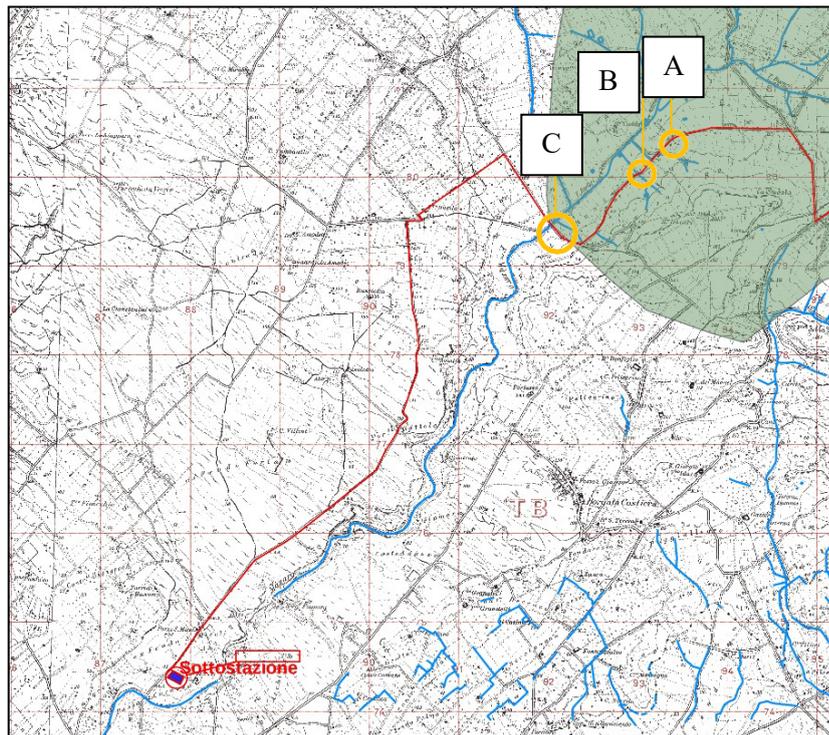


Figura 6 – Dettaglio interferenze cavidotto reticolo idrografico

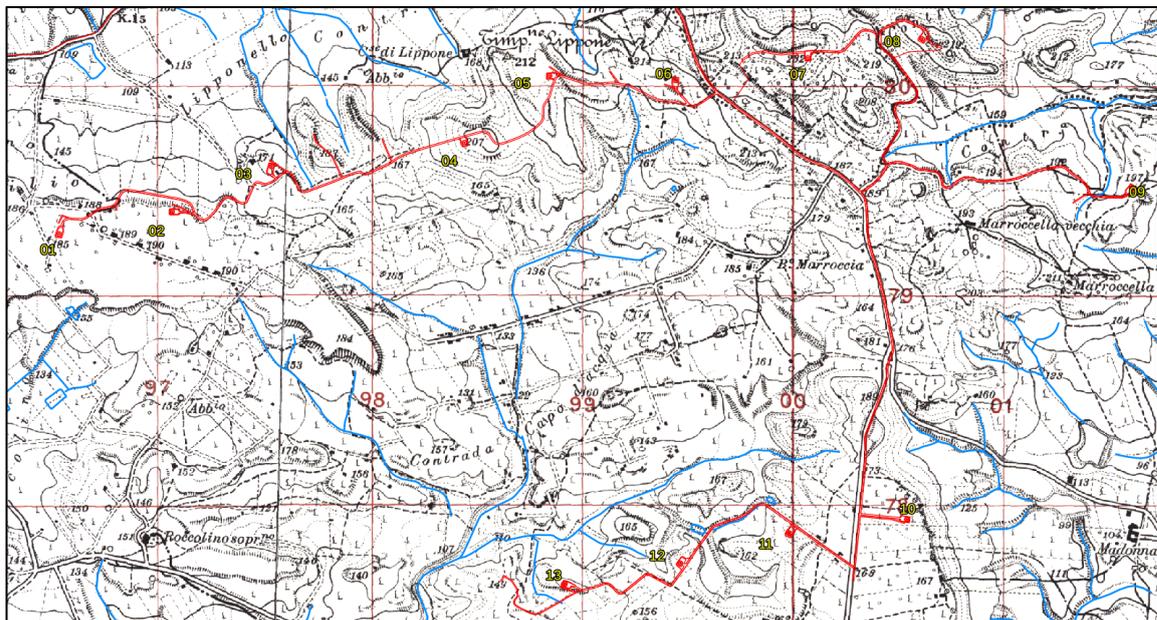


Figura 7 - dettaglio area delle turbine con il reticolo idrografico



Figura 8 – Dettaglio interferenze cavidotto reticolo idrografico su ortofoto

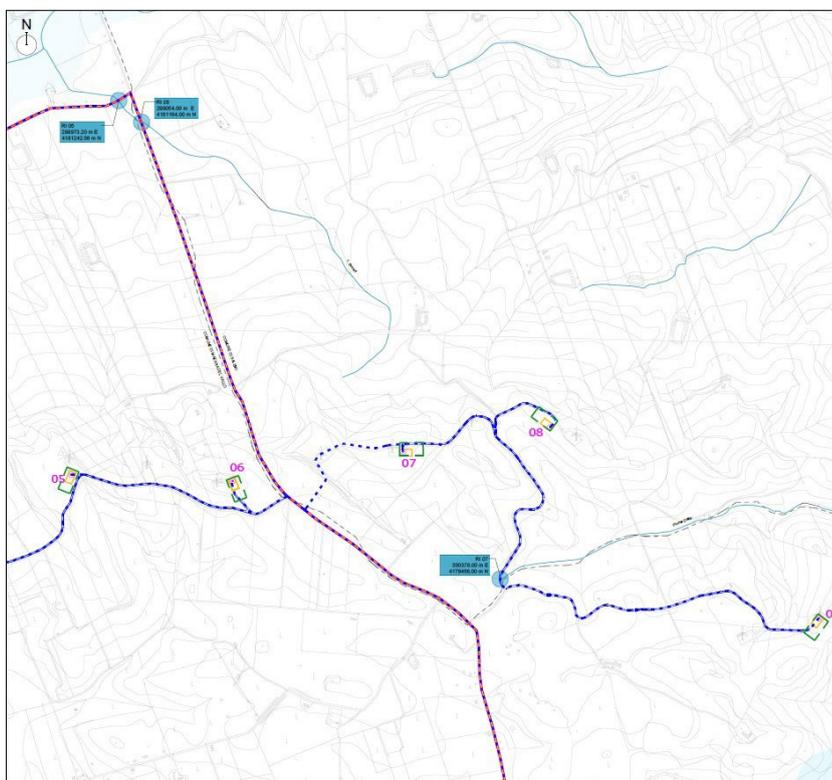


Figura 9 – Dettaglio interferenze cavidotto con gli impluvi

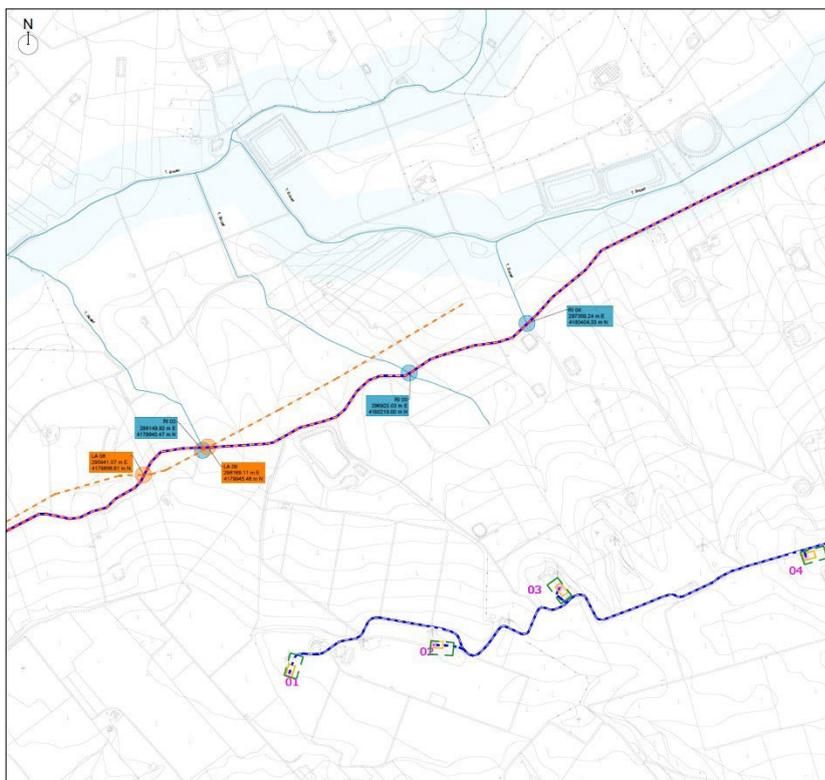


Figura 10 – Dettaglio interferenze cavidotto con torrenti minori

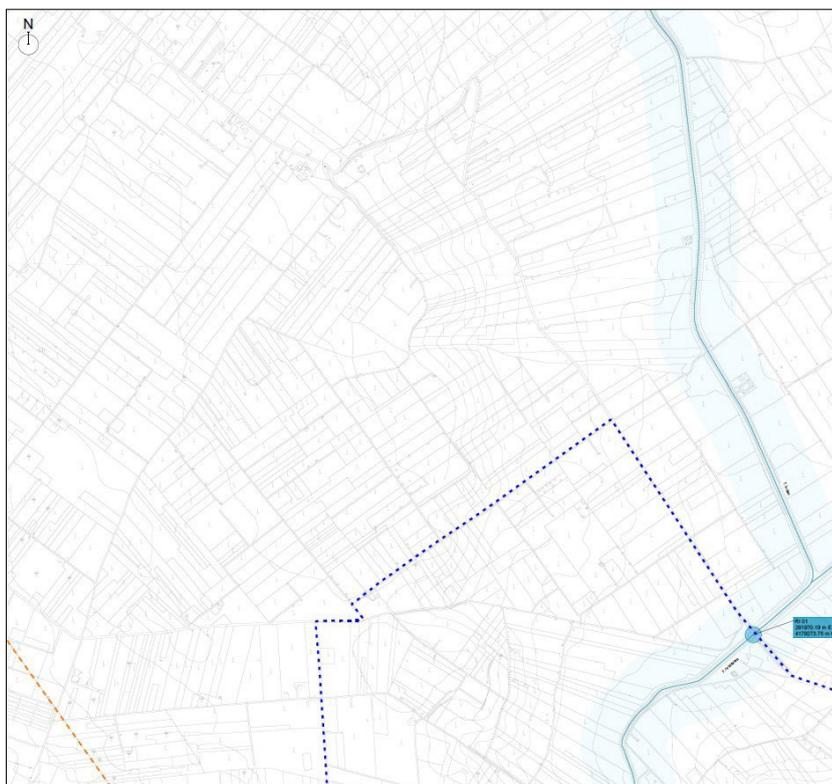


Figura 11 – Dettaglio interferenza cavidotto con Fiumara Mazaro, poi Torrente Bucari (C)

Come evidenziato in Figura 6, le turbine non interferiscono con il reticolo superficiale, non causando intralcio al regolare deflusso delle acque, essendo le stesse assimilabili a strutture puntuali.

Lungo il percorso del cavidotto in MT di collegamento alla Stazione Elettrica, vi sono alcune interferenze tra il percorso del cavidotto e il reticolo idrografico superficiale, come dettagliato nella Figura 6.

In particolare, è stato verificato durante il sopralluogo che il punto B è un attraversamento al di sotto della sede stradale mediante tombino, il punto A, non risulta interessato da alcun tratto di reticolo idrografico, presente esclusivamente sulle cartografie.

Il conflitto ritenuto più gravoso con il reticolo idrografico è dato nella interferenza indicata con "C", tra il percorso del cavidotto e la Fiumara Mazaro.

Come evidenziato nelle *Figure 8 e 9* la maggiore interferenza la avremo con la fiumara Mazaro, in quanto le altre interferenze riguardano rami del reticolo idrografico di scarsa valenza, tanto è vero che sono alla stregua di incisioni superficiali che si interrompono e non hanno prosecuzione.

Per quanto esposto si concentrerà lo studio sulla interferenza riportata in *Figura 10*.

Al fine di determinare le caratteristiche idrauliche dell'area si è proceduto ad eseguire uno studio pluviometrico con strumenti probabilistici come le elaborazioni di Gumbel con il software RUNOFF lab della GeoStru software.

In questo modo otterremo informazioni sulla piovosità dell'area e le altezze di pioggia previste nei vari tempi di ritorno, senza considerare la litologia dell'area.

7.1 METODO DI STUDIO - Modello di Gumbel

L'insieme dei valori x assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale X la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la x ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli n valori $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ assunti dalla x in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione n tratto a caso dalla popolazione della X .

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale Z , definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione k di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della z e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da z fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della z possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione k e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria z si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione k .

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $F(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria z in un campione di dimensione k , misura la probabilità che x risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore. Se fosse nota la funzione di ripartizione $F(z)$ della z , $F(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$F(x = z_k) = [F(z)]^k$$

se le k osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $F(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della x , ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $F(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $F(x)$ per diversi valori di k , in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di k all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $F(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di z che ci si deve attendere che venga superato una volta su k (estremo atteso), per cui:

$$k[1 - F(z = \varepsilon)] = 1$$

considerando il parametro $\alpha = kF'(z = \varepsilon)$ che misura la rapidità con cui F varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $F(z)$ in prossimità di ε e si può dimostrare che per grandi valori di z , quale che sia $F(z)$, risulta:

$$F(x) = \left[1 - \frac{1}{k} \cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)} \right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di

Gumbel. I parametri α ed ε sono legati alla media μ e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma = \frac{\sigma}{1,28255}$$

$$\varepsilon = \mu - 0,450 \sigma$$

Dati Elaborazione:**Stazione di misura:** Mazara**Distribuzione probabilistica:** Gumbel**Metodo di stima dei parametri:** Massima verosimiglianza**Elaborazioni presenti:** 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)**Elaborazioni valide:** 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)**Stima parametri**

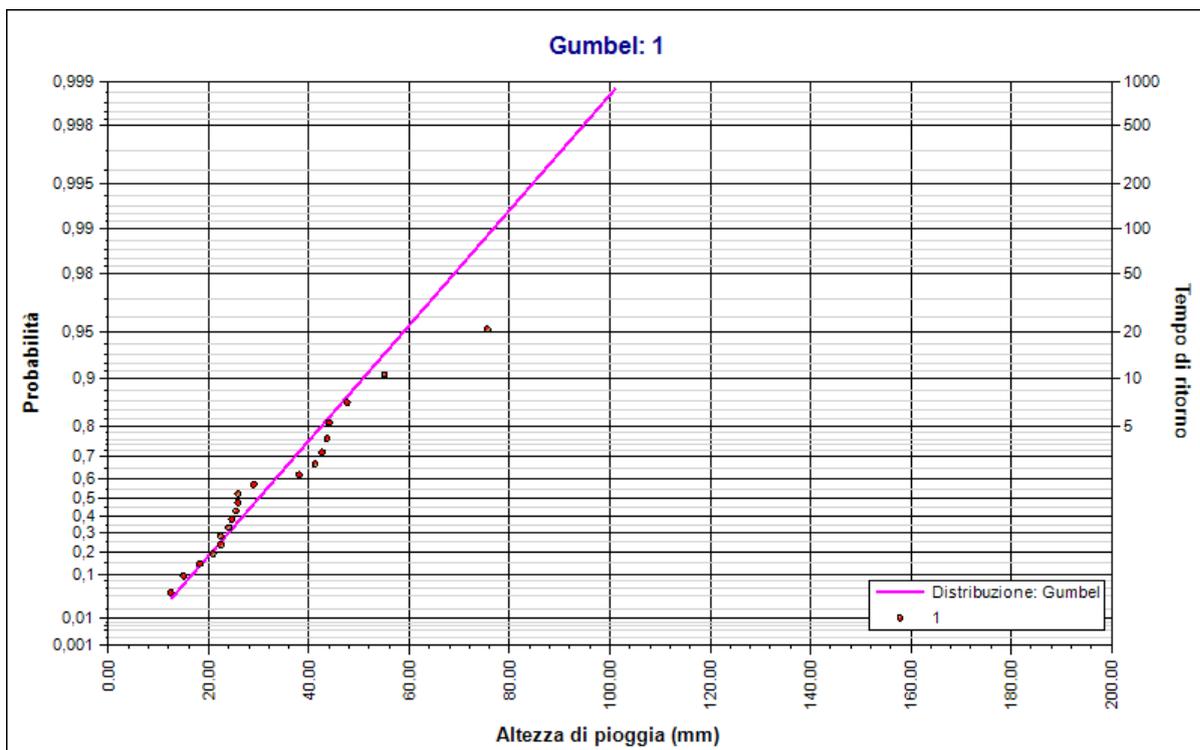
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	21	22	23	24
Valore medio	32.67	41.14	46.91	55.97	63.58
Dev. standard	15.56	17.35	18.02	22.67	27.09
Alfa	0.0904	0.0746	0.0723	0.0647	0.0530
Epsilon	25.922	33.360	38.746	46.252	51.781

Espressioni delle Curva di Frequenza della distribuzione

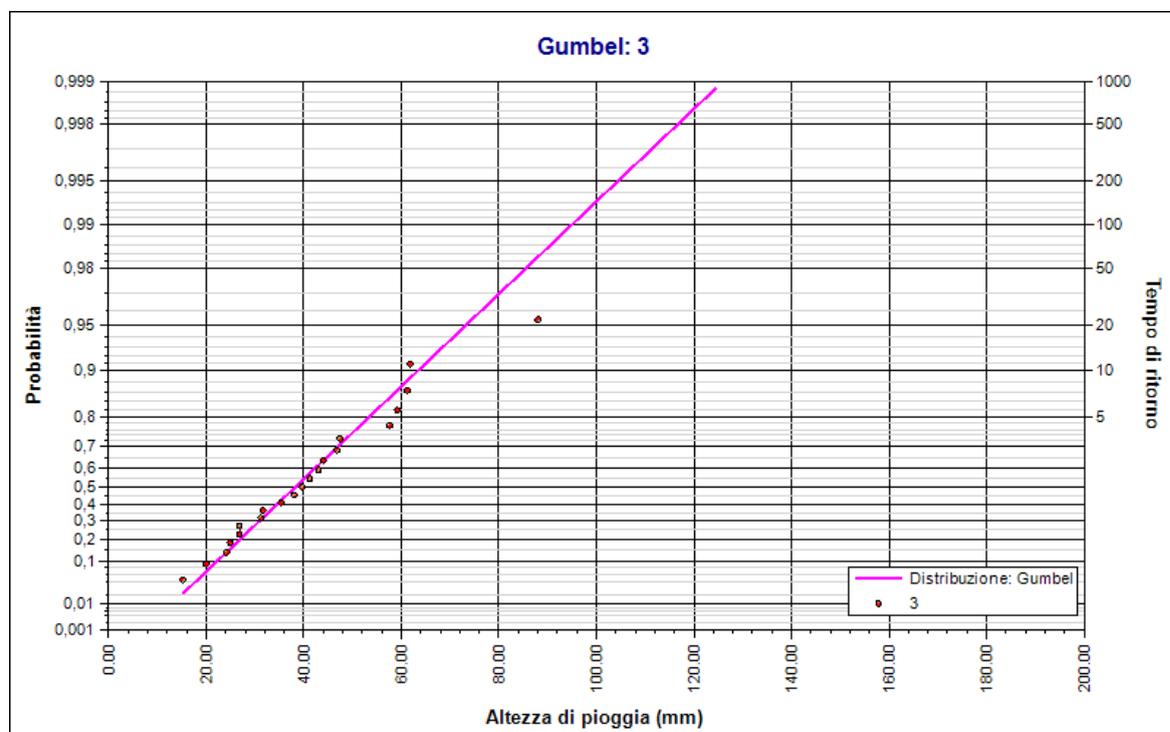
Gumbel: 1	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,099 (x - 23,386) \right) \right]$
Gumbel: 3	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,083 (x - 30,824) \right) \right]$
Gumbel: 6	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,077 (x - 34,313) \right) \right]$
Gumbel: 12	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,071 (x - 38,527) \right) \right]$
Gumbel: 24	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,070 (x - 44,977) \right) \right]$

Altezze pioggia (in mm) nei tempi di ritorno

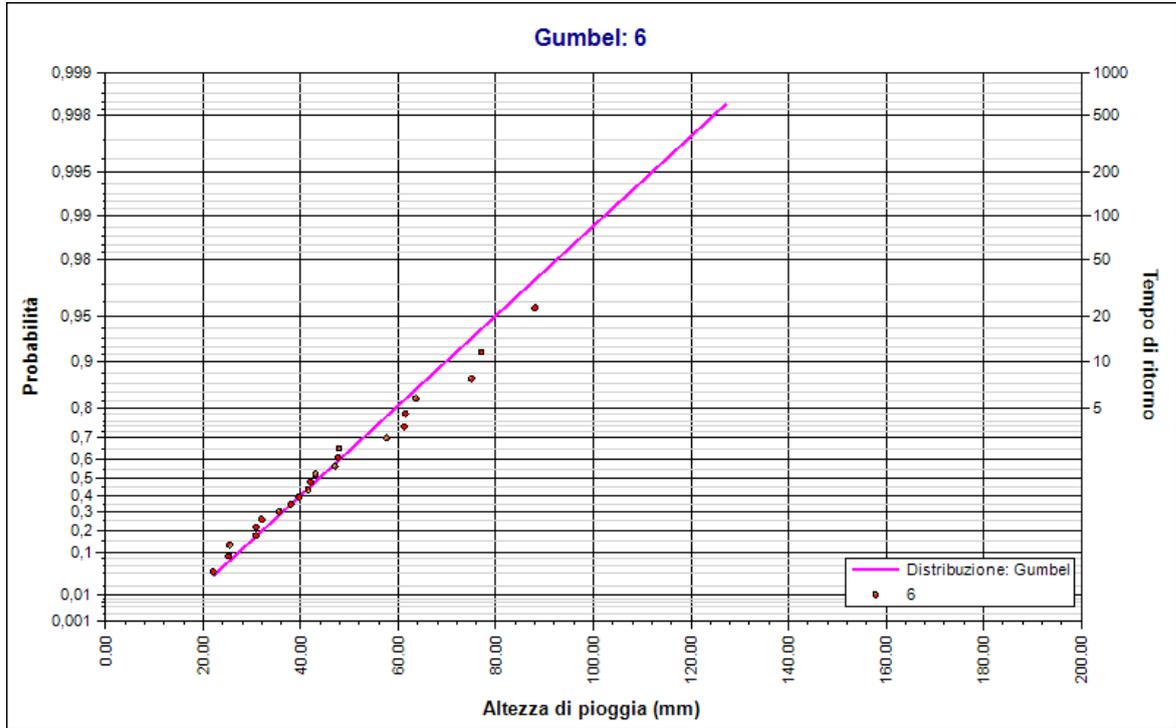
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	29.98	38.27	43.81	51.92	58.69
5 anni	42.52	53.47	59.48	69.45	80.06
10 anni	50.83	63.54	69.86	81.06	94.21
20 anni	58.79	73.19	79.81	92.19	107.78
50 anni	69.10	85.68	92.69	106.60	125.35
100 anni	76.83	95.04	102.34	117.40	138.52
200 anni	84.53	104.37	111.96	128.16	151.63
500 anni	94.68	116.68	124.65	142.36	168.94
1000 anni	102.36	125.98	134.24	153.09	182.01



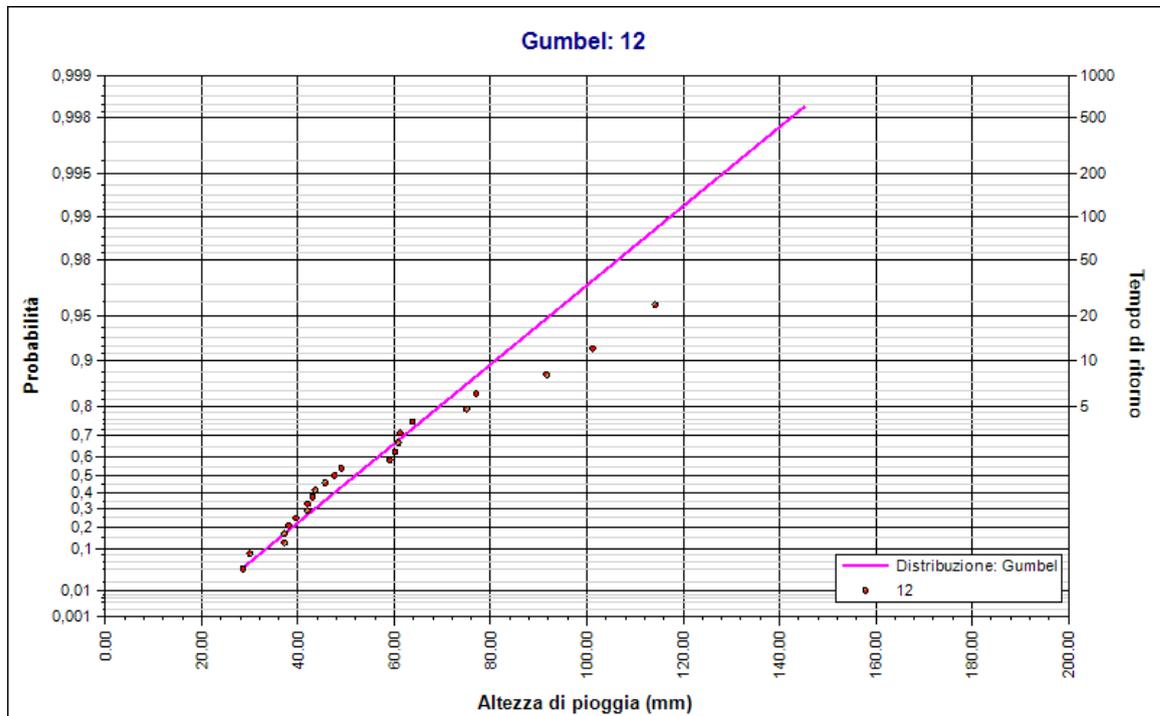
Elaborazione Gumbel 1 - Durata 1 ora



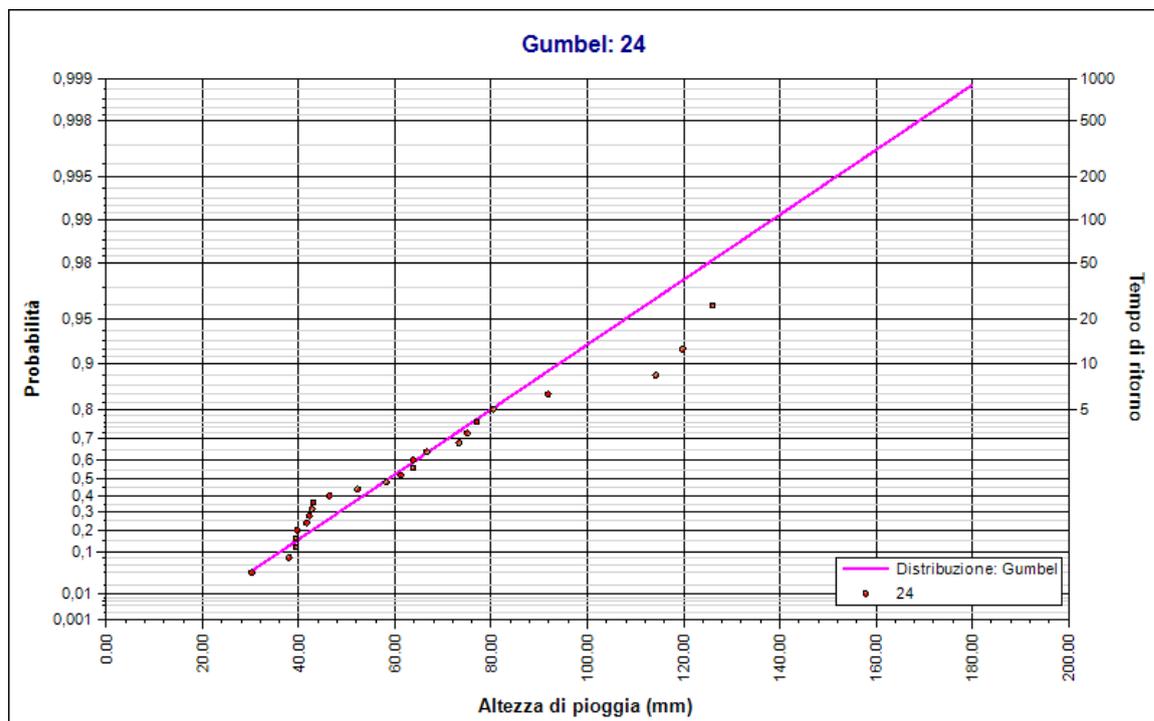
Elaborazione Gumbel 1 - Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel 1 - Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel 1 - Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel 1 - Durata 24 ore

7.2 Area di studio

Il bacino oggetto di studio interferisce con una strada in C.da Culla di Busala ed ha le seguenti caratteristiche geometriche:

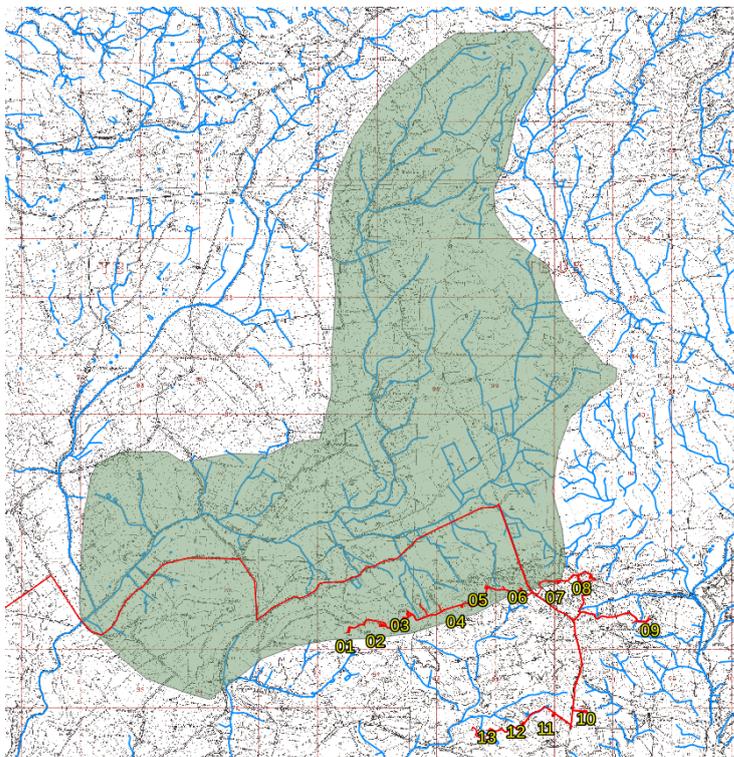


Figura 12 – bacino oggetto di studio

Superficie del Bacino	S =	49,81	Km ²
Lunghezza percorso idraulico principale	L =	15,37	Km
Altitudine max percorso idraulico	H_{max} =	302,00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H₀ =	69,81	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P_i =	0,00	(m/m)
Altitudine max bacino	H_{max} =	330,00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H₀ =	69,81	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	199,91	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	H_m - H₀ =	130,10	m
Pendenza media bacino	P_b =	0,02	(m/m)
Lunghezza da Q _{max} bacino - sezione		13869	m

La formula razionale, conosciuta anche come metodo razionale o metodo delle sole piogge, è una formula che, sotto alcune ipotesi, permette la stima della portata al colmo di piena che un evento di pioggia di determinato tempo di ritorno può produrre in una data sezione di chiusura di un bacino idrografico; viene utilizzata nella progettazione dei collettori fognari e dei canali artificiali, oltre che

	RELAZIONE IDROLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice	B9
	Parco Eolico Di Mazara del Vallo	Revisione	01
		Data creazione	24/10/2022
		Data Revisione	08/06/2023
		Pagina	26 di 34

nella verifica della capacità idraulica degli alvei fluviali.

L'idrogramma di piena viene approssimato da un triangolo. Viene inoltre assunta l'ipotesi che la durata t_p della precipitazione di progetto P sia pari al tempo di corrivazione t_c . All'istante t_c , quando tutta la superficie del bacino concorre alla produzione del deflusso alla sezione di chiusura, la precipitazione cessa e la portata inizia a diminuire. Quindi anche t_a , (tempo di accumulo o di concentrazione) risulta esattamente uguale a t_c e t_p .

La scelta di un idrogramma simmetrico (triangolo isoscele) rende infine la durata della fase di esaurimento t_e esattamente pari alle altre grandezze.

$$Q_p = \frac{CPA}{3.6t_c}$$

La soluzione è geometrica, tenendo conto che l'area dell'idrogramma corrisponde al volume di deflusso V in m^3 ed esprimendo l'area A in km^2 , la precipitazione P in mm e i tempi t in ore.

La portata al picco Q_p viene ovviamente espressa in m^3s^{-1} mentre il coefficiente di deflusso C è adimensionale.

Il concetto di **tempo di corrivazione (Tc)** è stato formulato ben prima dell'avvento delle tecniche di analisi distribuita del DEM con tecniche GIS. Secondo la definizione classica il tempo di corrivazione – t_c è il tempo che impiega una “goccia d’acqua” caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino per giungere alla sezione di chiusura.

Nelle formule successive t_c è espresso in ore.

Formula di Giandotti
 $A > 170 km^2$

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}}$$

Formula di Tournon
 $30 < A < 170 km^2$

$$t_c = 0.396 \frac{L}{\sqrt{i}} \left(\frac{A}{L^2} \frac{\sqrt{i}}{\sqrt{Y}} \right)^{0.72}$$

Formula di Pezzoli
bacini piccoli

$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i}}$$

L'area del bacino è di circa $49 km^2$, per cui si è deciso di utilizzare la formula di Tournon.

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE t_c (ore)																																				
Superficie del Bacino	S = 49,81 Km ²	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} =$ Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$ Tournon $\Rightarrow T_c = \frac{0.396L}{\sqrt{P_i}} \left(\frac{S}{L^2} \sqrt{\frac{P_i}{P_b}} \right)^{0.72} = 6,26903$																																				
Lunghezza percorso idraulico principale	L = 15,37 Km																																					
Altitudine max percorso idraulico	H_{max} = 302,00 m (s.l.m.)																																					
Altitudine min percorso idraulico	H₀ = 69,81 m (s.l.m.)																																					
Pendenza media percorso idraulico	P_i = 0,00 (m/m)																																					
Altitudine max bacino	H_{max} = 330,00 m (s.l.m.)																																					
Altitudine sezione considerata	H₀ = 69,81 m (s.l.m.)																																					
Altitudine media bacino	H_m = 199,91 m (s.l.m.)																																					
Dislivello medio bacino	H_m - H₀ = 130,10 m																																					
Pendenza media bacino	P_b = 0,02 (m/m)																																					
Lunghezza da Q _{max} bacino - sezione	13869 m																																					
CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO (FORMULA del METODO RAZIONALE)																																						
$Q_{max} = \frac{c h_{(t,T)} S}{3.6 t_c}$																																						
c = coefficiente di deflusso h_(t,T) = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm) S = superficie del bacino (km ²) t_c = tempo di corrivazione (ore) 3,6 = fattore di conversione che permette di ottenere la Q _{max} in m ³ /sec																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo di suolo</th> <th colspan="3">Copertura del bacino</th> </tr> <tr> <th>Coltivi</th> <th>Pascoli</th> <th>Boschi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molto permeabile sabbioso o ghiaioso</td> <td>0,20</td> <td>0,15</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>Mediamente permeabili; medio impasto o simili</td> <td>0,40</td> <td>0,35</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile</td> <td>0,50</td> <td>0,45</td> <td>0,40</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo di suolo	Copertura del bacino			Coltivi	Pascoli	Boschi	Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10	Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30	Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40																	
Tipo di suolo	Copertura del bacino																																					
	Coltivi	Pascoli	Boschi																																			
Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10																																			
Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30																																			
Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40																																			
RISULTATI																																						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Deflusso c =</td> <td>0,30</td> <td>S (km²) =</td> <td>49,81</td> <td>t_c (ore) =</td> <td>6,27</td> </tr> </table>			Deflusso c =	0,30	S (km ²) =	49,81	t_c (ore) =	6,27																														
Deflusso c =	0,30	S (km ²) =	49,81	t_c (ore) =	6,27																																	
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Tr (anni)</th> <th>a</th> <th>n</th> <th>t_c (ore)</th> <th>h_(t,T) (mm)</th> <th>Q_{max} (m³/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>52,6571</td> <td>0,1613</td> <td>6,27</td> <td>70,80</td> <td>46,88</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>66,3237</td> <td>0,1517</td> <td>6,27</td> <td>87,62</td> <td>58,01</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>72,5621</td> <td>0,1484</td> <td>6,27</td> <td>95,29</td> <td>63,09</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>80,9762</td> <td>0,1449</td> <td>6,27</td> <td>105,64</td> <td>69,95</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>89,3594</td> <td>0,1419</td> <td>6,27</td> <td>115,95</td> <td>76,77</td> </tr> </tbody> </table>			Tr (anni)	a	n	t _c (ore)	h _(t,T) (mm)	Q _{max} (m ³ /sec)	10	52,6571	0,1613	6,27	70,80	46,88	30	66,3237	0,1517	6,27	87,62	58,01	50	72,5621	0,1484	6,27	95,29	63,09	100	80,9762	0,1449	6,27	105,64	69,95	200	89,3594	0,1419	6,27	115,95	76,77
Tr (anni)	a	n	t _c (ore)	h _(t,T) (mm)	Q _{max} (m ³ /sec)																																	
10	52,6571	0,1613	6,27	70,80	46,88																																	
30	66,3237	0,1517	6,27	87,62	58,01																																	
50	72,5621	0,1484	6,27	95,29	63,09																																	
100	80,9762	0,1449	6,27	105,64	69,95																																	
200	89,3594	0,1419	6,27	115,95	76,77																																	

8. STUDIO IDRAULICO

Su richiesta del committente è stato eseguito uno studio idraulico dell'area che interessa il repowering in oggetto.

Sono state individuate diverse interferenze ma lo studio idraulico è stato eseguito solo su quella ritenuta più critica in quanto gli impluvi attraversati dal cavidotto sono di modesta entità.

Lo studio è stato eseguito utilizzando il software hec-ras al fine di ottenere le aree inondabili e le velocità di flusso riferite alla Q_{max} con tempo di ritorno a 100 anni.

8.1 Calcolo idraulico torrente

Come anticipato nei paragrafi precedenti, l'unico punto di reale interferenza con il reticolo idrografico superficiale è dato dall'attraversamento da parte del cavidotto con la Fiumara Mazaro.

Qui di seguito si riporta l'impluvio con tracciate le sezioni trasversali, riferite al punto di interferenza individuato con "C" nelle Figura 5.

Dopo aver inserito le condizioni al contorno del modello è stata lanciata la simulazione ottenendo l'altezza del tirante idraulico Fig. 12.



Figura 13 – Altezze del tirante idraulico alla portata considerata con $TR = 100$

Nel punto C l'alveo ha un'altezza s.l.m di 67.3 m, dalle simulazioni eseguite risulta l'altezza massima del tirante idraulico intorno a 211 cm mentre nel punto C di interferenza con il cavidotto sono di circa 100 cm.

La quota strada è a 70 m s.l.m. per cui avremo un franco di oltre 1,5 m tra tirante idraulico e strada, in sicurezza

per il passaggio del cavidotto

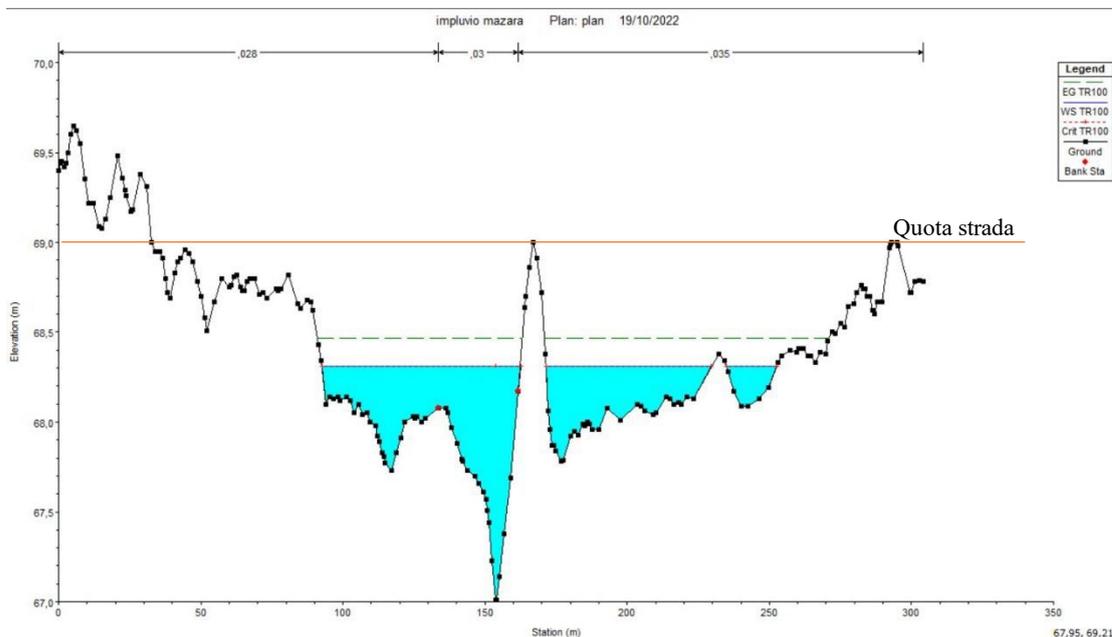


Figura 14 – Sezione di chiusura

Di seguito il riepilogo dei dati ottenuti dalla simulazione:

HEC-RAS Plan: fluper River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR100												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El. (m)	W.S. Elev. (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev. (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	952	TR 100	69,95	68,94	70,97	70,70	71,00	0,001085	1,11	96,11	175,14	0,35
Reach 1	852	TR 100	69,95	69,27	70,91	70,34	70,93	0,000496	0,85	134,63	264,44	0,24
Reach 1	752	TR 100	69,95	68,84	70,42	70,21	70,53	0,002689	1,95	63,97	158,55	0,57
Reach 1	652	TR 100	69,95	69,22	70,12	70,00	70,18	0,004824	1,41	63,89	176,86	0,65
Reach 1	552	TR 100	69,95	68,91	69,78	69,61	69,83	0,002631	1,29	74,37	181,24	0,51
Reach 1	452	TR 100	69,95	68,87	69,75	69,19	69,76	0,000335	0,32	142,38	239,17	0,17
Reach 1	352	TR 100	69,95	68,90	69,48	69,36	69,54	0,004349	0,91	65,38	181,36	0,56
Reach 1	252	TR 100	69,95	68,47	69,08	68,93	69,13	0,003920	0,94	69,34	197,17	0,54
Reach 1	152	TR 100	69,95	68,18	69,00	68,58	69,02	0,000529	0,49	140,56	248,45	0,22
Reach 1	62	TR 100	69,95	67,01	68,31	68,31	68,47	0,006896	2,23	47,85	145,71	0,83

Q = total flow in cross section

Min Ch. El. = minimum channel elevation

W. S. Elev. = calculated water surface from energy equation

Crit. W.S. = Critical water surface elevation. (Water surface corresponding to the minimum energy on the energy versus depth curve)

E.G. elev. = Energy gradeline for given WSEL

E.G. Slope = Slope of the energy grade line at a cross section

Vel chnl = Average velocity of flow in main channel

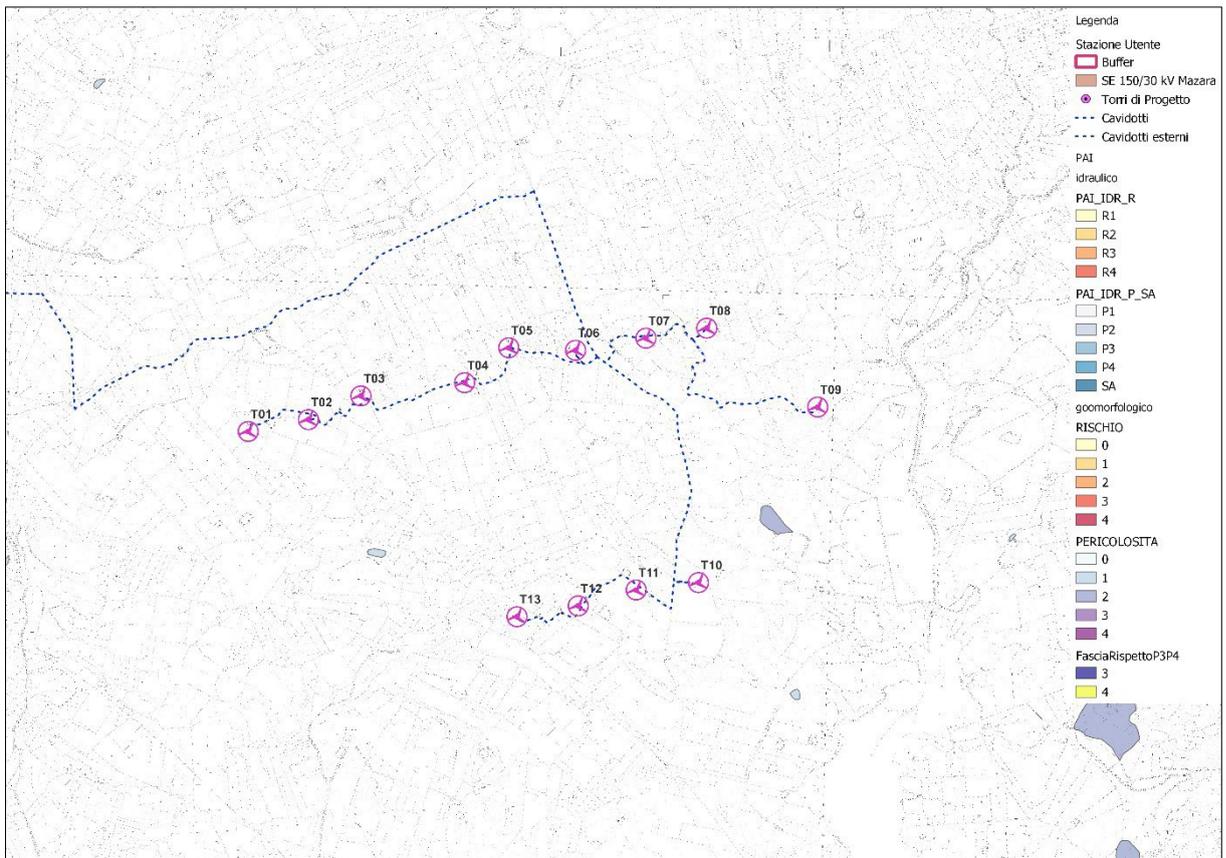
Flow area = total area of cross section active flow

Top Width = top width of the wetted cross section

	RELAZIONE IDROLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA E IDRAULICA Parco Eolico Di Mazara del Vallo	Codice Revisione Data creazione Data Revisione Pagina	B9 01 24/10/2022 21/04/2023 30 di 34
--	---	---	--

9. CONSIDERAZIONI SULLA CARTOGRAFIA PAI

Le aree oggetto del presente studio, come risulta dalla cartografia del P.A.I. della Regione Sicilia, Bacino idrografico del Fiume Mazaro, area territoriale tra il bacino idrografico del Fiume Mazaro ed il Bacino idrografico del Fiume Arena, non ricadono in aree soggette a pericolosità e rischio di tipo



geomorfologico ed idraulico.

Figura 15 – PAI Geomorfologico e Idrogeologico

	RELAZIONE IDROLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA E IDRAULICA Parco Eolico Di Mazara del Vallo	Codice Revisione Data creazione Data Revisione Pagina	B9 01 24/10/2022 21/04/2023 31 di 34
--	---	---	--

10. POSA DEL CAVIDOTTO

Come già spiegato nei paragrafi precedenti, il tracciato del cavidotto di collegamento con la sottostazione elettrica, interseca in diversi punti il reticolo idrografico, ma quelli più significativi sono riportati in Figura 5.

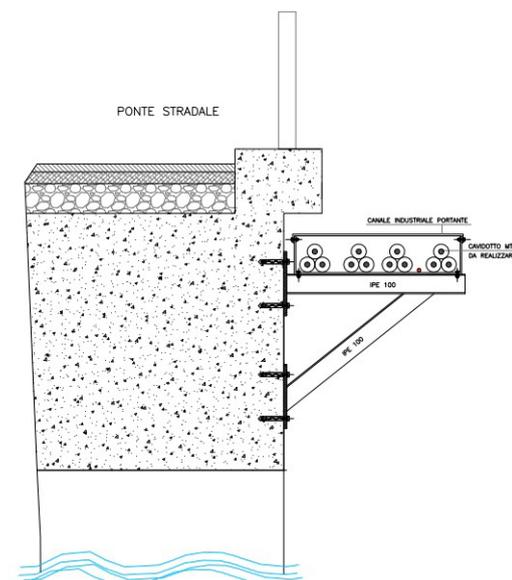
L'attraversamento può avvenire, superando una infrastruttura idraulica (tombino, ponte ecc..) oppure "a raso" dove esiste un leggero avvallamento lungo la strada di servizio.

Per tutti gli attraversamenti vale il comune denominatore: tutela delle infrastrutture idrauliche esistenti senza alterare la morfologia del reticolo attuale.

Per questo motivo, si anticipa che:

- A. il cavidotto viene normalmente interrato lungo la viabilità di servizio ad una profondità di circa 0.80 – 1 m utilizzando lo stesso materiale di scavo per il rinterro (verificando la trincea alle forze di erosione massime);
- B. nel caso di attraversamento di infrastruttura idraulica, sarà posato al di sotto della stessa, utilizzando la tecnologia NO DIG (TOC o con spingitubo) garantendo un franco di sicurezza di circa 20 – 30 cm dalla fondazione del tombino;
- C. oppure discostandosi dalla sede stradale verso valle del tombino e attraversare il reticolo con spingitubo ad una profondità di -1,50 - 2 m garantendo la resistenza del rinterro alle azioni di trascinamento delle piene (che saranno verificate in seguito). Una volta attraversato il reticolo il cavo sarà posato in sede stradale sempre alla profondità di -1,50 - 2 m.;
- D. Staffaggio della passerella portacavi nel corpo stradale o del ponticello;

Per la risoluzione dell'interferenza indicata come C in Figura 5, è possibile operare attraverso lo staffaggio della passerella portacavi sul corpo del ponte, secondo lo schema indicato in Figura 15.



	RELAZIONE IDROLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA E IDRAULICA Parco Eolico Di Mazara del Vallo	Codice Revisione Data creazione Data Revisione Pagina	B9 01 24/10/2022 21/04/2023 32 di 34
--	---	---	--

Figura 16 – Dettaglio staffaggio passerella portacavi

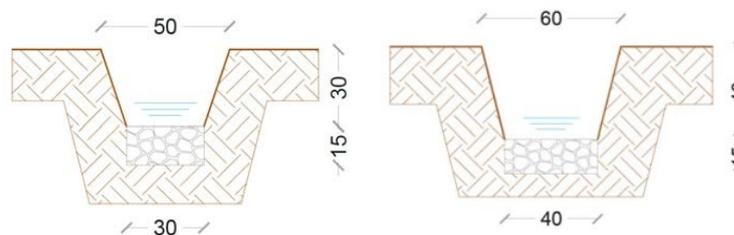
11. OPERE IDRAULICHE

La durabilità delle strade e delle piazzole di un parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

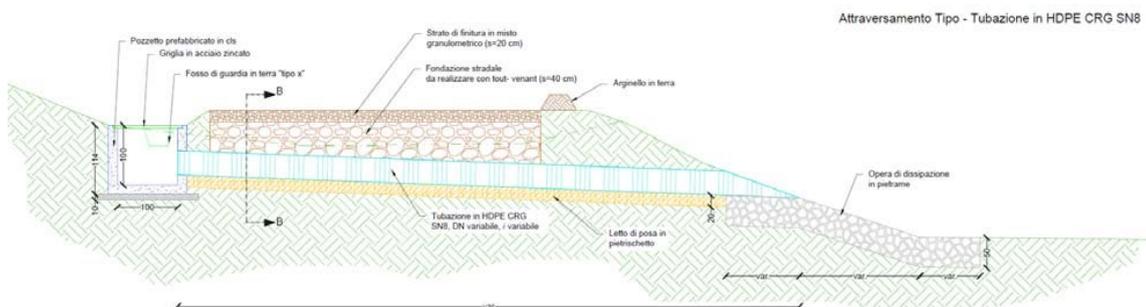
Per il caso in specie, sia le strade che le piazzole non interferiscono interferenze con il reticolo idrografico. La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti.

In fase di esecuzione, così come per le opere di bioingegneria, saranno scelte le opere migliori per il drenaggio delle acque meteoriche, come appresso rappresentato con dettagli tipici.

A. *Canaletta a cielo aperto per la raccolta e il convogliamento delle acque meteoriche.*



B. *Pozzetto di raccolta posto alato strada, con tubazione trasversale.*



C. *Canalette trasversali poste ortogonalmente all'asse stradale*

	RELAZIONE IDROLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice	B9
		Revisione	01
		Data creazione	24/10/2022
	Parco Eolico Di Mazara del Vallo	Data Revisione	21/04/2023
		Pagina	33 di 34

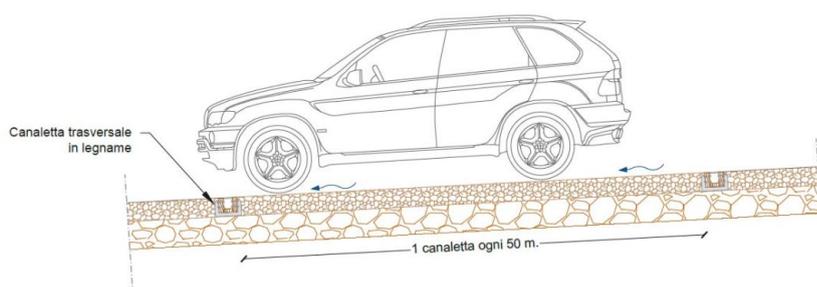


Figura 17 – Dettagli tipici smaltimento acque meteoriche

Per maggiori informazioni sulla gestione delle interferenze si rimanda all’elaborato E.3 “Risoluzione tipo delle interferenze”.

12. CONCLUSIONI

L’area interessata dal presente studio ricade all’interno del parco eolico “Mazara del Vallo”, già esistente, che si sviluppa nella Sicilia occidentale nel territorio comunale di Mazara del vallo, Provincia di Trapani, tra i centri abitati di Mazara del Vallo e Castelvetro.

L’area di progetto si estende sulle modeste alture comprese tra le C.de Munneno, Lippone, Lipponello, Colle Aquila, nella porzione più settentrionale, C.da Favarotta nella porzione più orientale, C.de Marroccia e Madonna Buona, in quella meridionale, unicamente in territorio di Mazara del Vallo. Le quote si aggirano intorno a valori compresi tra i 120 ed i 250 m s.l.m..

Dal punto di vista idrologico è presente solo un’incisione importante che interferisce con il tracciato del cavidotto (T. Bucari), dal quale è stato fatto lo studio idraulico con software hec-ras per conoscere le altezze del tirante idraulico considerando un moto uniforme dell’acqua.

I dati utilizzati per i calcoli sono stati ottenuti dal calcolo delle portate di massima piena per assegnati tempi di ritorno con il metodo razionale (cap.6.1).

$$Q_p = \frac{CPA}{3.6t_c}$$

Qualche altra interferenza è presente lungo il percorso ma il bacino degli impluvi interessati sono talmente piccoli che eseguire uno studio idraulico è poco significativo, anche perché trattandosi di un repowering il tracciato scelto per il nuovo cavidotto ricalca sostanzialmente quello del cavidotto già esistente nell’area delle interferenze individuate, si evidenzia che la natura degli impluvi non è

	RELAZIONE IDROLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA E IDRAULICA Parco Eolico Di Mazara del Vallo	Codice Revisione Data creazione Data Revisione Pagina	B9 01 24/10/2022 21/04/2023 34 di 34
--	---	---	--

ritenuta un rischio date le condizioni di posa del cavidotto (profondità di 1,2m sotto strada), a riprova il cavidotto esistente nel corso degli anni non ha subito conseguenze idrauliche nel tempo ne ha interferito significativamente con il reticolo idrografico.

significativamente con il reticolo idrografico.

I risultati ottenuti non mostrano aree particolarmente pericolose in quanto abbiamo altezze di acqua con TR100 intorno a 50-100 cm di altezza massima alla sezione di chiusura, ottenendo un franco di sicurezza di circa 1,5 m con la quota stradale.

La risoluzione della interferenza potrà essere risolta mediante staffaggio della passerella portacavi sul ponte, atteso che è presente un sufficiente franco.

Qualche altra interferenza è presente lungo il percorso ma il bacino degli impluvi interessati sono talmente piccoli che eseguire uno studio idraulico non è significativo, anche perché trattandosi di un repowering il cavidotto è già stato realizzato anni fa e ne ha subito conseguenze idrauliche nel tempo ne ha interferito significativamente con esso.

Va opportunamente specificato che per le turbine, la parte maggiormente impattante in termini di dimensioni e volumi impegnati è costituita dalle strutture di fondazione, le quali risultano totalmente interrato, lasciando fuori solamente il fusto dell'aerogeneratore.

Le colonne costituenti il supporto delle navicelle sono tecnicamente assimilabile ad ostacoli puntuali,

che di fatto non alterano il regime superficiale delle acque.

Possiamo concludere che la presenza del parco non influenzerà o altererà in maniera significativa il naturale deflusso delle acque di ruscellamento.

IL CONSULENTE

(DOTT. ING. GIUSEPPE DE LUCA)

