



Statkraft



Per Ski 21 S.r.l

ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE

WINDFARM IGLESIAS

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

HH0694A-IG-PD-RE-43

0	03.11.2023	Emissione finale	MELONI FRANZINI	ESPOSITO	CLERICI
Rev.	Data di emissione	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato

WSP E&IS Italy S.r.l

Via S. Caboto, 15 – 20094 Corsico- Milan – Italy

Tel. +39 02 4486 1 - Capitale Sociale i.v. € 190.000,00

Codice Fiscale/Partita IVA/Reg. Imprese Milano 12363640967 – R.E.A. MI N° 2656546

PEC: Environment.infrastructure@legalmail.it

Fatturazione Elettronica: Codice Destinatario ISHDUAE – PEC: Invoices-woodpic@legalmail.it

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 2 a 56

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	PREMESSA	5
3	LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO E INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	6
3.1	MORFOLOGIA	7
3.2	IDROGEOLOGIA.....	8
4	NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	10
4.1	Previsioni del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).....	11
4.2	Previsioni del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	15
4.3	Previsioni del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PSFF)	17
5	COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI.....	19
5.1	Interferenze con il reticolo idrografico naturale.....	23
5.2	Risoluzione delle Interferenze rete idrografica naturale.....	25
6	dimensionamento dei tombini stradali.....	27
6.1	Stima delle intensità di pioggia.....	27
6.1.1	Tempo di Ritorno.....	27
6.1.2	Distribuzione TCEV	28
6.2	Metodo razionale	33
6.3	Le ipotesi su cui si basa la formula sono le seguenti:.....	33
6.4	Coefficiente di deflusso ϕ	33
6.5	Coefficiente di riduzione areale.....	36
6.6	Trasformazione afflussi-deflussi: stima delle portate di progetto	36
7	VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	38
7.1	Verifica Idraulica in Moto Uniforme delle sezioni	39
7.2	Riepilogo delle sezioni verificate tombini stradali	41
7.2.1	Verifica delle sezioni idrauliche TOMBINO 1	44
7.2.2	Verifica delle sezioni idrauliche TOMBINO 2	45
7.3	Dimensionamento preliminare del fosso di guardia del rilevato in adeguamento in ingresso al parco eolico	47
7.3.1	Verifica delle sezioni idrauliche fosso di guardia.....	50
8	VALUTAZIONE DEL PROGETTO AI FINI PAI	51
8.1	Pericolosità geomorfologica e da frana	51
8.2	Pericolosità Idraulica.....	51
9	CONCLUSIONI	54
10	PRECISAZIONI.....	56

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 3 a 56

ALLEGATI

- i. *HH0694A-IG-PD-PL-19_PLANIMETRIA INETRFERENZE RETICOLO IDROGRAFICO*
- ii. *HH0694A-IG-PD-PL-39_CARTA IDROGEOLOGICA*
- iii. *HH0694A-IG-PD-PL-46_CARTA GEOMORFOLOGICA*
- iv. *HH0694A-IG-PD-PL-27_COROGRAFIA DEI BACINI*
- v. *HH0694A-IG-PD-PL-29_AREE SOGGETTE A PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE - PGRA*
- vi. *HH0694A-IG-PD-PL-32_CARTA DEI DISSESTI*
- vii. *HH0694A-IG-PD-PL-45_CARTA GEOLOGICA*
- viii. *HH0694A-IG-PD-PL-37_PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)*
- ix. *HH0694A-IG-PD-PL-47_CARTA PEDOLOGICA*
- x. *HH0694A-IG-PD-PL-48_CARTA DI ZONIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA*
- xi. *HH0694A-IG-PD-PL-49_CARTA USO DEL SUOLO*
- xii. *HH0694A-IG-PD-RE-34_RELAZIONE GEOTECNICA*
- xiii. *HH0694A-IG-PD-RE-36_RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ SISMICA*
- xiv. *HH0694A-IG-PD-RE-02_RELAZIONE GEOLOGICA E RELATIVI STUDI DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA E GEOTECNICA*
- xv. *HH0694A-IG-PD-RE-43_RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA*
- xvi. *HH0694A-IG-PD-PL-40_PROFILI GEOLOGICI*

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 4 a 56

1 INTRODUZIONE

Il presente documento è stato predisposto da parte di WSP E&IS Italy S.r.l., parte di WSP Group (qui di seguito WSP E&IS) su incarico di SKI 21 s.r.l. (qui di seguito SK) per rispondere alla richiesta di studio idrogeologico e idraulico prodotto dall'installazione di turbine per la produzione di energia elettrica da fonte eolica.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 5 a 56

2 PREMESSA

Il presente documento riporta lo studio idrologico e idraulico del progetto dell'impianto eolico, della linea di connessione e della cabina di consegna, analizzando le eventuali interferenze con il reticolo idrografico esistente, identificando le migliori soluzioni e tecnologie per la risoluzione delle stesse.

In corrispondenza di canali irrigui e corsi d'acqua naturali, la relazione ha inoltre valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

In merito allo studio Idrologico e idraulico del reticolo idrografico superficiale e dei principali potenziali solchi di drenaggio esistenti, si è fatto riferimento alla documentazione pubblicata sul sito della Regione Sardegna mentre si rimanda a una fase avanzata di progettazione l'esecuzione di rilievi topografici eseguiti in situ.

La relazione riporta inoltre lo studio idrologico idraulico delle aree scolanti interessate dalle opere del progetto eolico, 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 dal punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

Tale studio idrologico è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico redatto per la Regione Sardegna, e costituito da:

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando gli studi e le metodologie disponibili in letteratura per la regione Sardegna ed utilizzate nella redazione dei vari Piani;
- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
- determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Page 6 a 56	

3 LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO E INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area di intervento comprensiva di tutte le opere di progetto è ubicata nella provincia del Sud Sardegna, precisamente l'area deputata all'installazione del parco eolico ricade all'interno del Comune di Iglesias. Il cavidotto, invece, si sviluppa nei territori comunali di Iglesias, Carbonia e Gonnese fino alla nuova stazione elettrica "SE Gonnese" di Terna S.p.A.. La rete stradale che interessa l'area di intervento è sviluppata lungo i tracciati di rete rurale e locale per l'area dell'impianto eolico, mentre il percorso della connessione in MT si snoda principalmente lungo la viabilità extraurbana di Iglesias e Carbonia nel primo tratto, prosegue sulla SP2 in direzione Sud, fino all'intersezione verso Caput Acquis / Acqua Callentis; da qui, in direzione Ovest lungo strade comunali di Carbonia, attraversa la SS126 per proseguire lungo il tratto urbano della SP81 all'interno del centro urbano di Cortoghiana verso Nuraxi Figus nel Comune di Gonnese dove verrà posizionata la Step-Up con la relativa Cabina di Consegna. Dalla Step-Up partirà il tratto di cavidotto di connessione in AT alla nuova stazione elettrica "SE Gonnese" di Terna S.p.A.

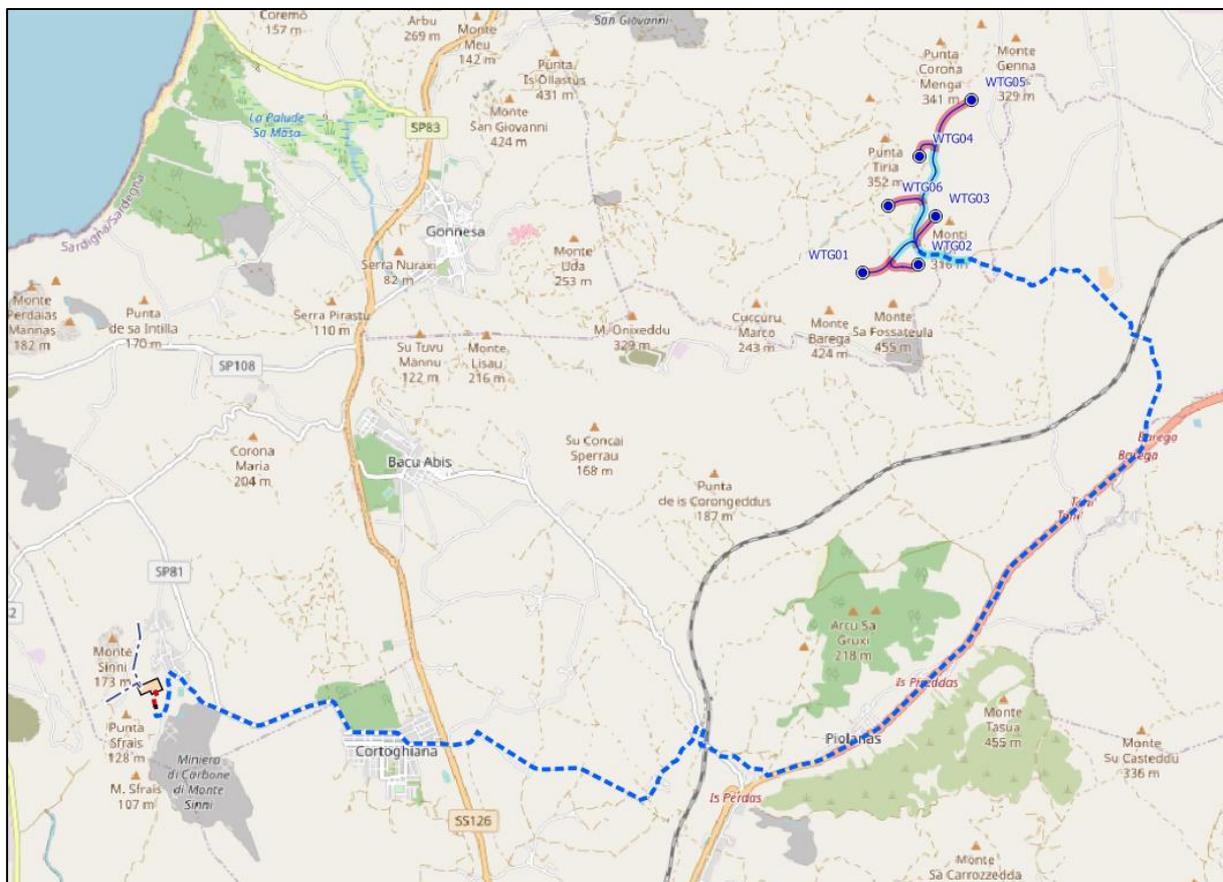


Figura 3-1: Inquadramento di impianto e connessione.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 7 a 56

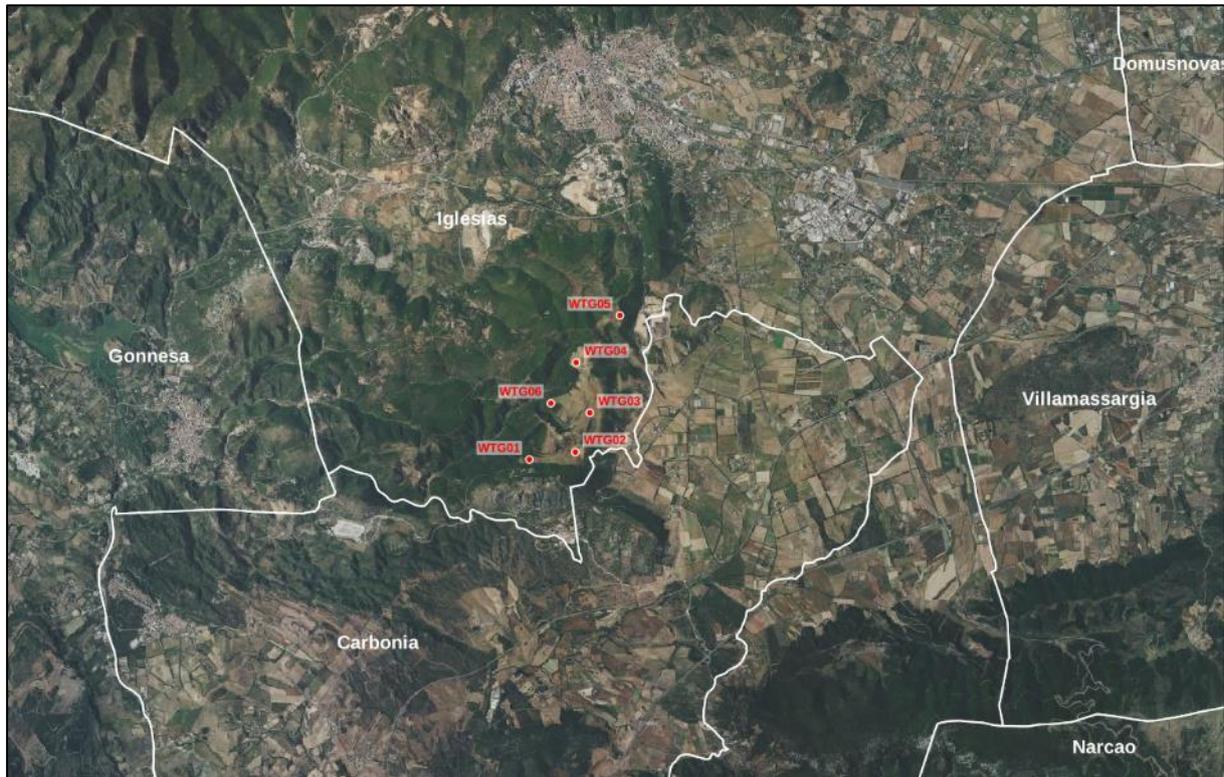


Figura 3-2: Ubicazione dei generatori dell'impianto eolico in progetto.

3.1 MORFOLOGIA

Relativamente all'areale ove insistono gli aerogeneratori il paesaggio è caratterizzato da morfologie collinari perlopiù ondulate la cui altezza non supera gli 500 metri s.l.m.m. I litotipi affioranti in corrispondenza degli aerogeneratori sono prevalentemente metapeliti, indicati nella carta geomorfologica di riferimento (HH0694A-IG-PD-PL-46_CARTA GEOMORFOLOGICA) come "Scisti, scisti arenacei, argilloscisti, metamorfiti", nella porzione più a sud dell'area di progetto dove è prevista la installazione degli aerogeneratori WTG01 e WTG02 si ha l'affioramento di litotipi dolomitici indicati nella CARTA GEOMORFOLOGICA come "Calcari, Dolomie".

Questi litotipi come anzi detto hanno dato origine ad un paesaggio collinare armonico dotato generalmente di una buona copertura arborea boscosa e generalmente privo di tratti geomorfologici marcati e di fenomeni di instabilità

In particolare, gli aerogeneratori sono posizioni in radure e/o campi con assenza di vegetazione. La carta dei dissesti (HH0694A-IG-PD-PL-32_CARTA DEI DISSESTI) non

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 8 a 56

riporta l'evidenza di fenomeni di instabilità e/o dissesti che interessano l'areale sul quale insiste l'impianto in progetto.

Per quanto riguarda il cavidotto di lunghezza 20km esso attraversa diversi contesti geomorfologici ove non sono indicati dissesti e la stazione utente sita in Comune di Gonnese interessa un paesaggio pianeggiante tipico dei litotipi affioranti che sono denominati "Arenarie, conglomerati" e che rappresentano depositi di probabile natura eolica.

3.2 IDROGEOLOGIA

L'impianto in progetto è posizionato in corrispondenza dell'alto morfologico che costituisce lo spartiacque tra i bacini del Rio San Giorgio, Riu Scibasca e Riu Cixerri. In quest'area affiorano rocce metamorfiche di natura terrigena che sono classificate a bassa permeabilità per fratturazione e rocce di origine terrigena ad elevata permeabilità in quanto soggette a carsismo. La permeabilità delle rocce affioranti nell'areale di progetto è illustrata nella Tavola HH0694A-IG-PD-PL-39_CARTA IDROGEOLOGICA.

In particolare, gli aerogeneratori interessano l'area dove affiora la litologia B2.1/B2.2 (Formazione NEB2, Membro di Punta Manna) composta da *Metarenarie quarzose e siltiti, con laminazioni incrociate e piano parallele*. Queste litologie/formazioni sono indicate come a Bassa permeabilità per fratturazione dalla Carta della Permeabilità dei substrati della Sardegna in scala 1:25.000.

Le stesse sono indicate come BF, Bassa Permeabilità per fratturazione. Per contro le rocce parametamorfiche poste a nord dell'area, di origine dolomitica (carta Litologica codice B2.2), sono classificate come ACF, ad alta permeabilità per carsismo e fratturazione. Le stesse sono interessate dal progetto solo per quanto riguarda i cavidotti.

I litotipi/rocce elencate sopra non sono caratterizzate dalla presenza di corpi idrici (falde) a profondità tale da essere interessate dalle opere di progetto.

Ad Alta Permeabilità per porosità sono invece da considerarsi i depositi eluvio colluviali [b2] e Sabbie ed Arenarie Eoliche del Sistema di Portovesme [PVM2b] i primi interessati unicamente dall'aerogeneratore WTG01 mentre i secondi sono interessati dalle opere di connessione in Comune di Gonnese. In corrispondenza dei depositi eluvio colluviali si potrà avere la presenza di corpi idrici superficiali di ridotte dimensioni e tendenzialmente non perenni, non sfruttabili per approvvigionamento. Le sabbie del Sistema di Portovesme sono invece interessate dalla presenza di un sistema di falde sovrapposte che interessano l'areale.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 9 a 56

In questa porzione del territorio il primo acquifero interessa i sedimenti sabbiosi superficiali, costituiti principalmente da sabbia eoliche di età Olocenica, con rari subordinati livelli limosi, e da una coltre argilloso limosa di ambiente transizionale; la sua presenza si registra dal p.c. fino ad una profondità variabile in alcuni casi superiore ai 30 m. Questo è sede della falda libera, in diretta connessione coi corpi idrici superficiali, con soggiacenza variabile dai pochi metri dal piano campagna, tanto che affiora in corrispondenza di alcune depressioni, ad una decina di metri nella parte morfologicamente più elevata.

L'assenza di livelli impermeabili continui (i livelli limosi a modesta permeabilità, infatti, sono caratterizzati da geometria lentiforme) all'interno dei terreni quaternari sabbiosi di copertura, comporta che questi formino un unico acquifero libero. La base dell'acquifero superficiale è costituita dal tetto del basamento Paleozoico composto da metarenarie e metasiltiti sostanzialmente impermeabili.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 10 a 56

4 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO

I seguenti documenti sono stati utilizzati come principali riferimenti per il presente studio:

- D.Lgs 152/06 e smi;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- Regione Sardegna - Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione della siccità
- Autorità di bacino distrettuale della Sardegna – Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Sardegna
- 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).

L'intervento pertanto necessita al fine della sua realizzazione di un parere positivo dall'autorità competente in materia, così come indicato nelle Norme Tecniche di Attuazione del PAI all'Art. 23 comma 6 “Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica”, secondo cui:

Gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto: [...] b. subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli articoli 24 e 25, nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto dagli articoli: 8, comma 9; 13, commi 3, 4 e 8; 19, comma 4; 22, comma 4; 27, comma 6; 28, comma 8; 29, comma 3; 31, comma 6; 32, comma 4; 33, comma 5; [...]

Di seguito si riportano i regimi vincolistici vigenti sull'area di intervento suddivise secondo lo sviluppo del progetto: all'interno dell'area del parco eolico nel Comune di Iglesias, lungo il tracciato di connessione fino alla cabina di Step-Up nei pressi della Nuova Stazione di Gonnese.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Page 11 a 56	

4.1 Previsioni del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) nella ultima revisione disponibile del dicembre 2022 riporta l'aggiornamento, da parte dei comuni di Iglesias, Carbonia e Gonnese, delle perimetrazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica approvate di recente. Nelle immagini di seguito si riporta uno stralcio della pericolosità idraulica e da frana a larga scala.

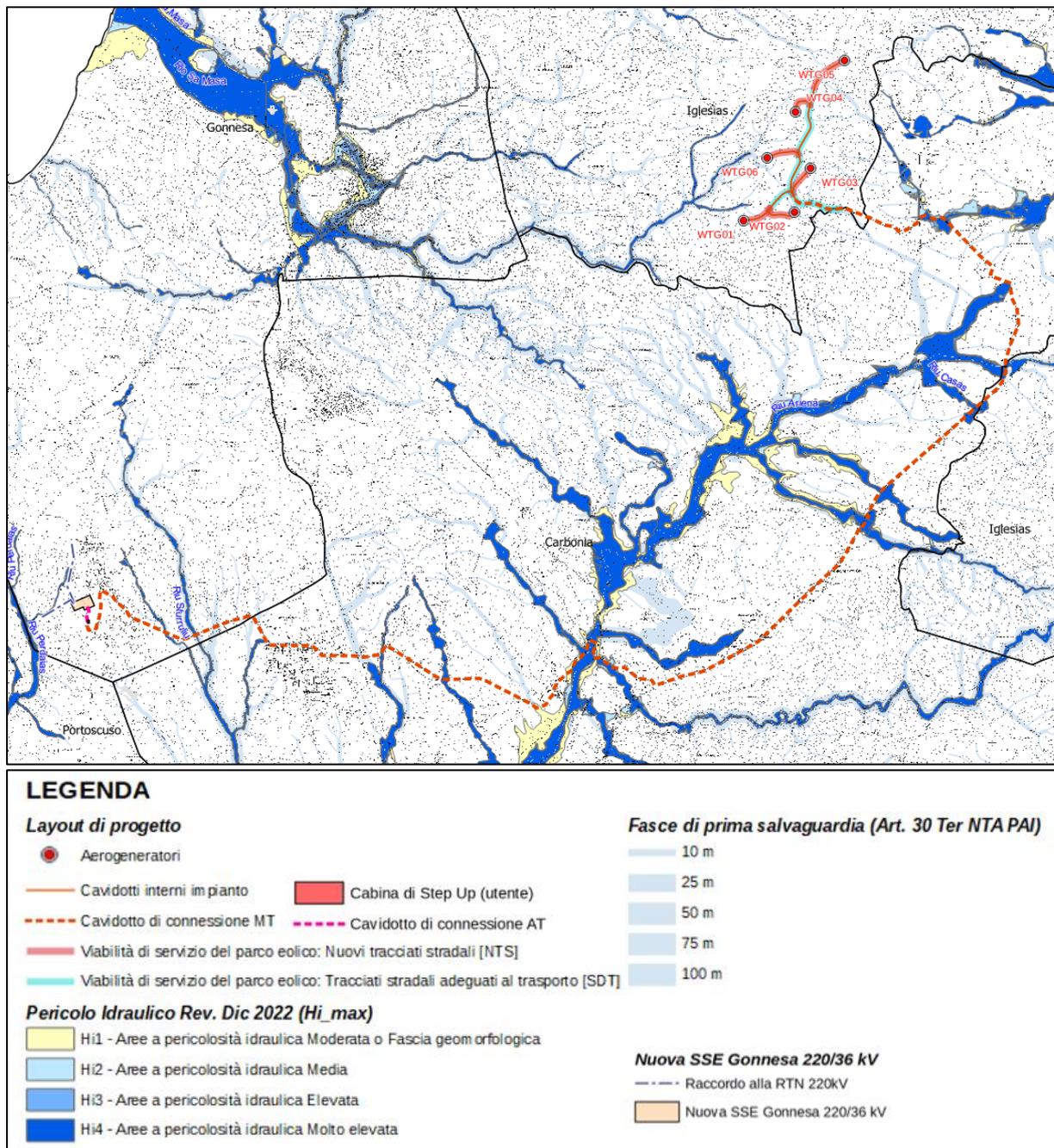
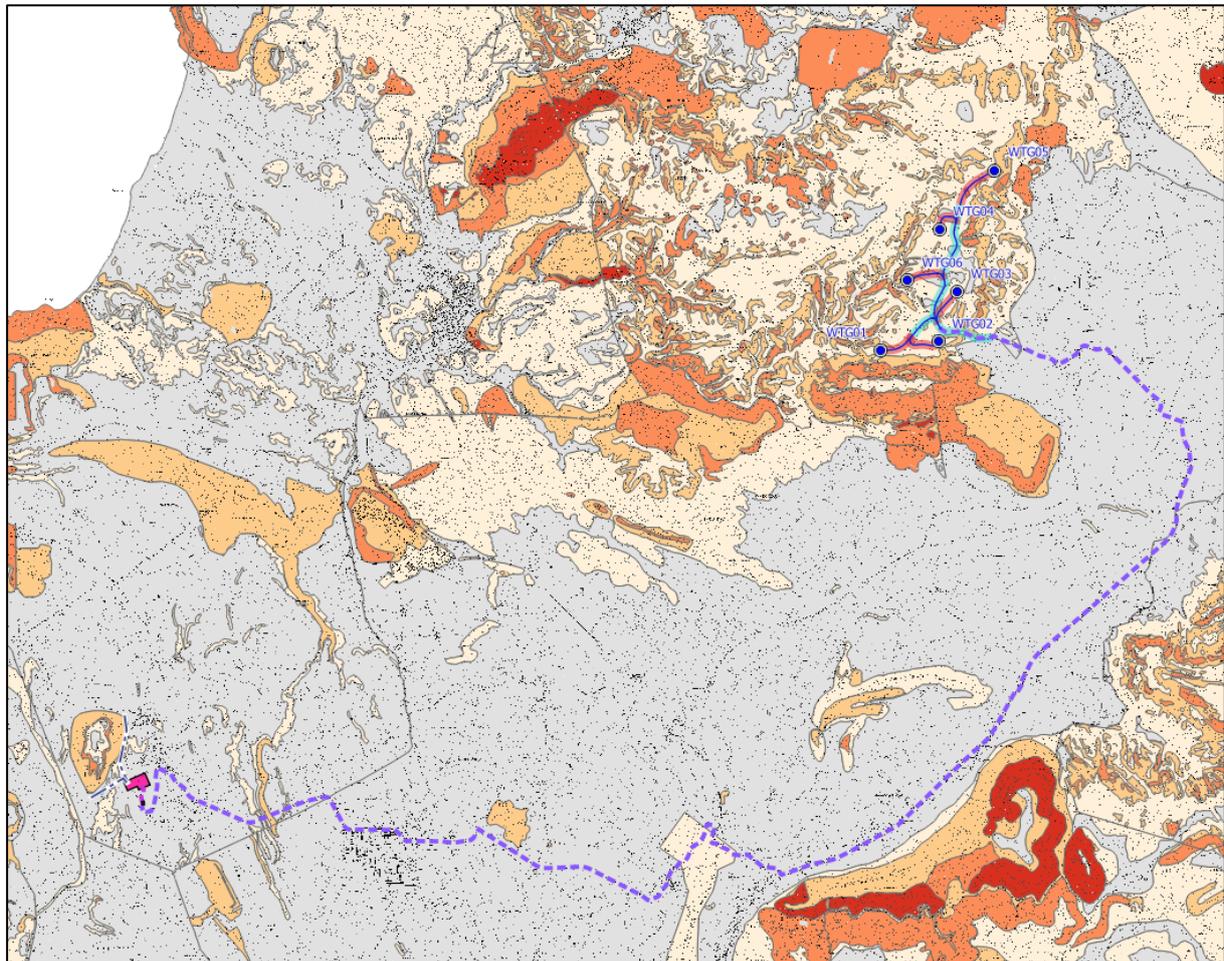


Figura 4-1: Stralcio cartografico del pericolo idraulico (Hi) dell'area di intervento.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 12 a 56



LEGENDA

Layout di progetto

-  Aerogeneratori
-  Cavidotti interni impianto
-  Cavidotto di connessione MT
-  Viabilità di servizio del parco eolico: Nuovi tracciati stradali [NTS]
-  Viabilità di servizio del parco eolico: Tracciati stradali adeguati al trasporto [SDT]
-  Cabina di Step Up (utente)
-  Cavidotto di connessione AT
-  Nuova SSE Gonnese 220/36 kV
Raccordo alla RTN 220kV
-  Nuova SSE Gonnese 220/36 kV

Pericolo Geomorfologico Rev. Dic 2022 (Hg_max)

-  Hg0 - (Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi)
-  Hg1 - (Aree a pericolosità da frana Moderata)
-  Hg2 - (Aree a pericolosità da frana Media)
-  Hg3 - (Aree a pericolosità da frana Elevata)
-  Hg4 - (Aree a pericolosità da frana Molto elevata)

Figura 4-2: Stralcio cartografico del pericolo geomorfologico (Hg) dell'area di intervento.

Come si nota nelle immagini allegate l'area di intervento non presenta particolari criticità tanto nello sviluppo del tracciato della connessione che all'interno dell'area di impianto eolico.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Page 13 a 56	

Nel seguito si riportano gli stralci cartografici di dettaglio dell'area di impianto dove verranno installati gli aerogeneratori in progetto. Per il percolo idraulico si mette in evidenza che, nell'area di impianto non sussistono corsi d'acqua modellati nell'ultima versione del PAI presentato dal comune di Iglesias. Pertanto, si mostrano le fasce di prima salvaguardia secondo l'art. 30 Ter delle NTA del PAI. Come si può notare dall'immagine sussistono due interferenze (1-2) e un parallelismo (3) con il reticolo idrografico minore.

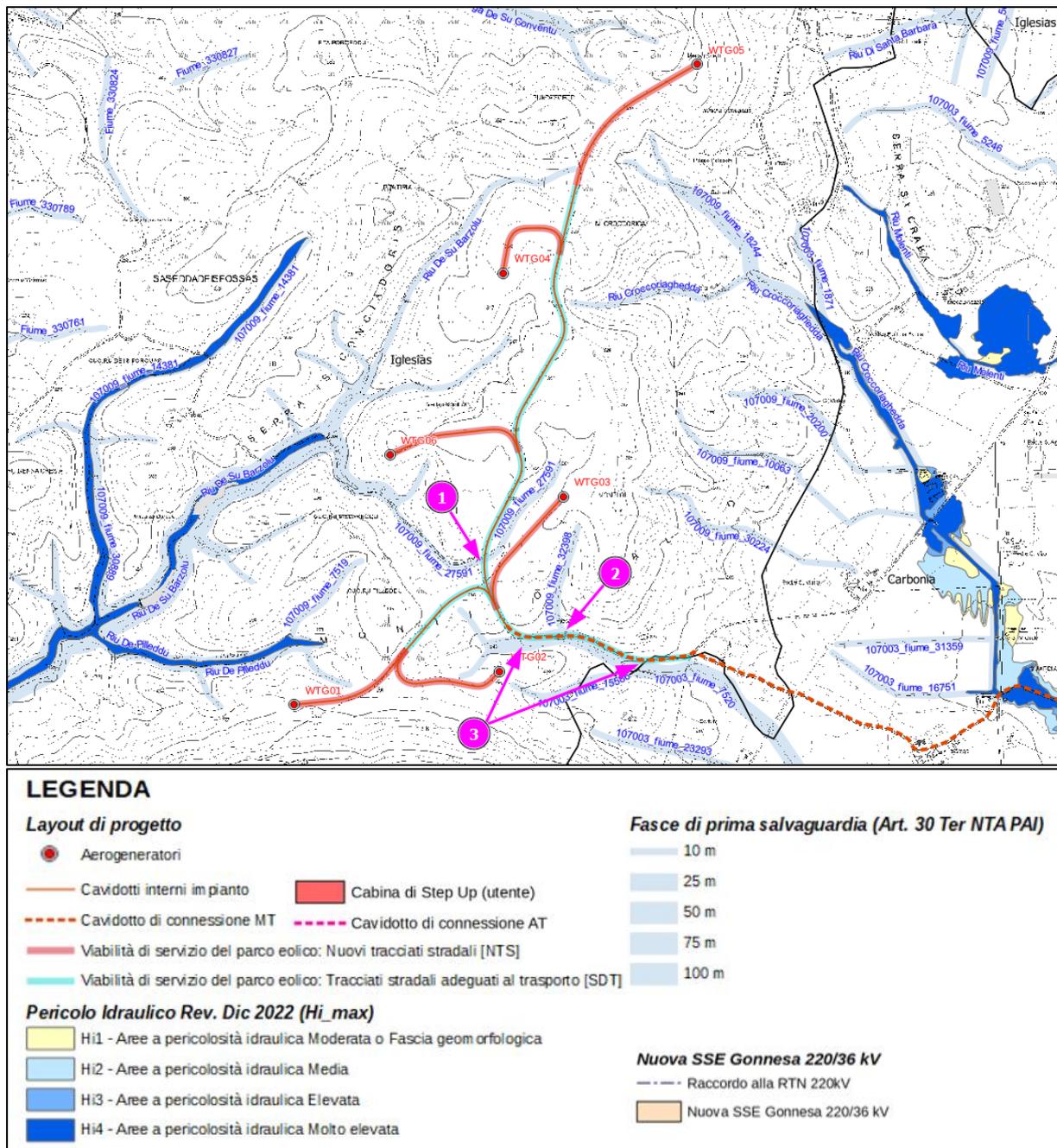
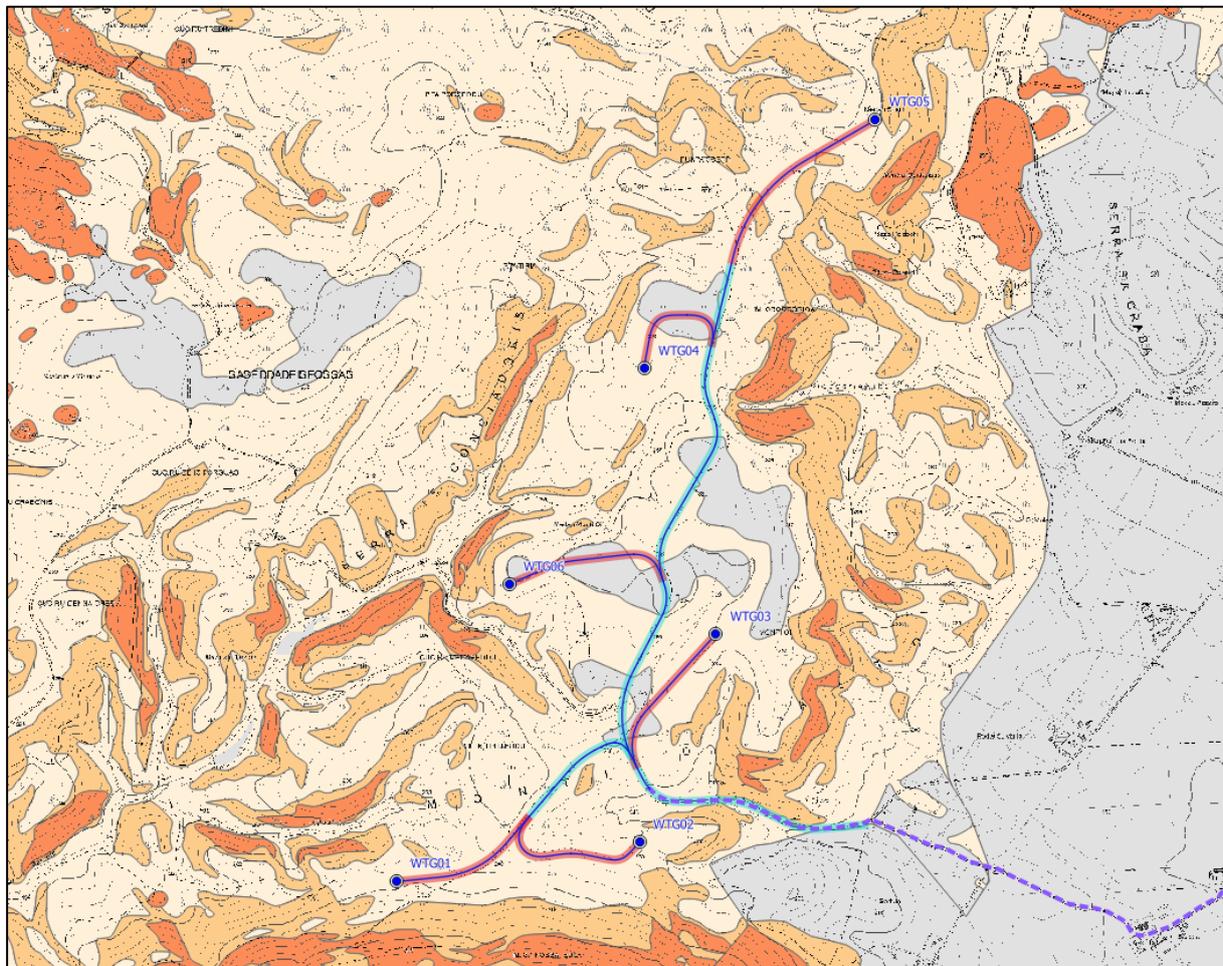


Figura 4-3: Stralci cartografici del pericolo idraulico (Hi) dell'area di impianto eolico.

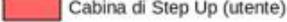
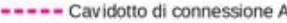
 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Page 14 a 56	

Nell'immagine seguente si riporta la sovrapposizione dell'impianto eolico rispetto al pericolo da frana. Sostanzialmente l'area di intervento occupa porzioni di territorio con pericolosità da nulla (Hg0) a media (Hg2) con prevalenza di Hg1 (moderata).



LEGENDA

Layout di progetto

-  Aerogeneratori
-  Cavidotti interni impianto
-  Cavidotto di connessione MT
-  Viabilità di servizio del parco eolico: Nuovi tracciati stradali [NTS]
-  Viabilità di servizio del parco eolico: Tracciati stradali adeguati al trasporto [SDT]
-  Cabina di Step Up (utente)
-  Cavidotto di connessione AT
-  Nuova SSE Gonnese 220/36 kV Raccordo alla RTN 220kV
-  Nuova SSE Gonnese 220/36 kV

Pericolo Geomorfologico Rev. Dic 2022 (Hg_max)

-  Hg0 - (Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi)
-  Hg1 - (Aree a pericolosità da frana Moderata)
-  Hg2 - (Aree a pericolosità da frana Media)
-  Hg3 - (Aree a pericolosità da frana Elevata)
-  Hg4 - (Aree a pericolosità da frana Molto elevata)

Figura 4-4: Stralcio cartografico del pericolo geomorfologico (Hg) dell'area di impianto eolico.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Page 15 a 56	

4.2 Previsioni del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Con deliberazione n. 1 del 11.12.2018 veniva approvato l'aggiornamento intermedio di quanto in Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni e D.Lgs. 49/2010 - Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del distretto idrografico della Sardegna: Aggiornamento intermedio ai sensi dell'articolo 42 delle NTA del PAI. Lo stralcio cartografico riportato in Figura 4-5 evidenzia interferenze con la rete in progetto lungo il percorso della connessione in MT con probabilità di pericolosità alta (Classe P3).

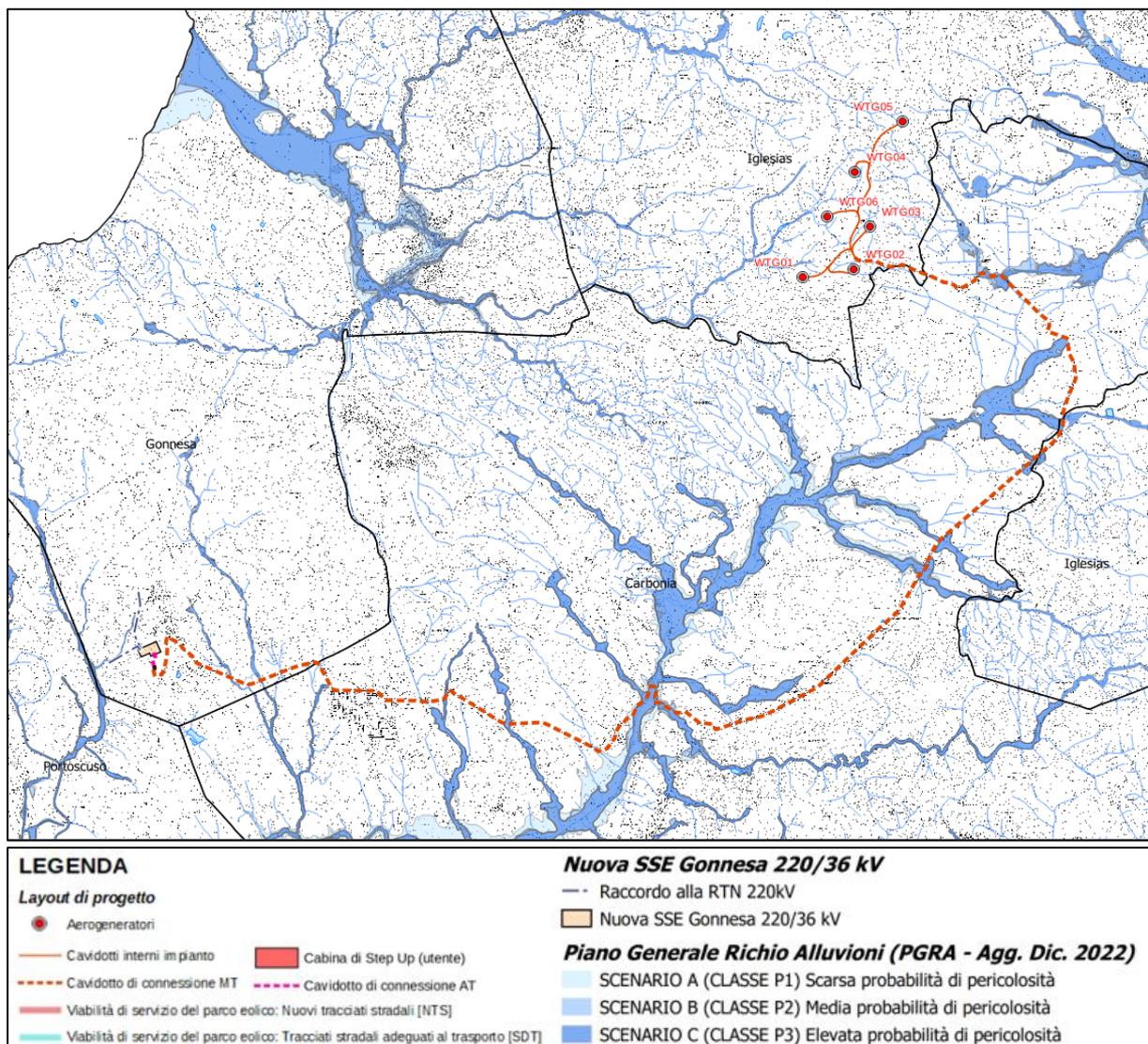


Figura 4-5: Stralcio cartografico del Piano Generale Rischio Alluvioni (PGRA) dell'area di intervento.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Page 16 a 56	

Mentre, nell'area di impianto le aree perimetrare si trovano distanziate rispetto allo sviluppo delle infrastrutture impiantistiche previste come indicato dalla Figura 4-6.

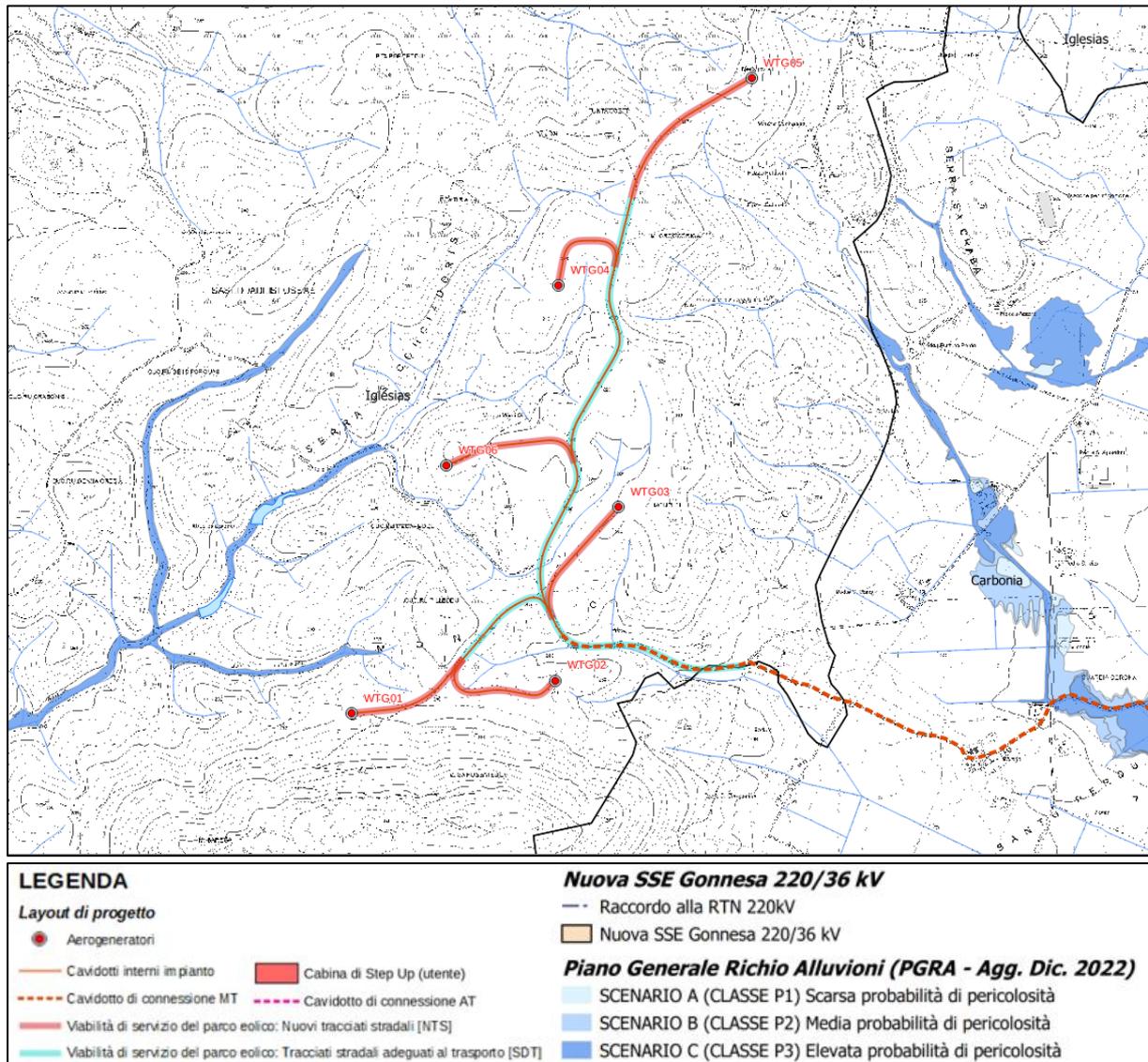


Figura 4-6: Stralcio cartografico del Piano Generale Rischio Alluvioni (PGRA) dell'area di impianto eolico.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 17 a 56

4.3 Previsioni del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF 2015) individua condizioni di pericolosità idraulica in fascia “C” geomorfologica all'interno dell'area territoriale dei comuni di Carbonia e Gonnese lungo il percorso della connessione in MT come riportato nella seguente Figura 4-7. Mentre, nell'area di impianto non sono presenti aree perimetrare come mostrato nella Figura 4-8.

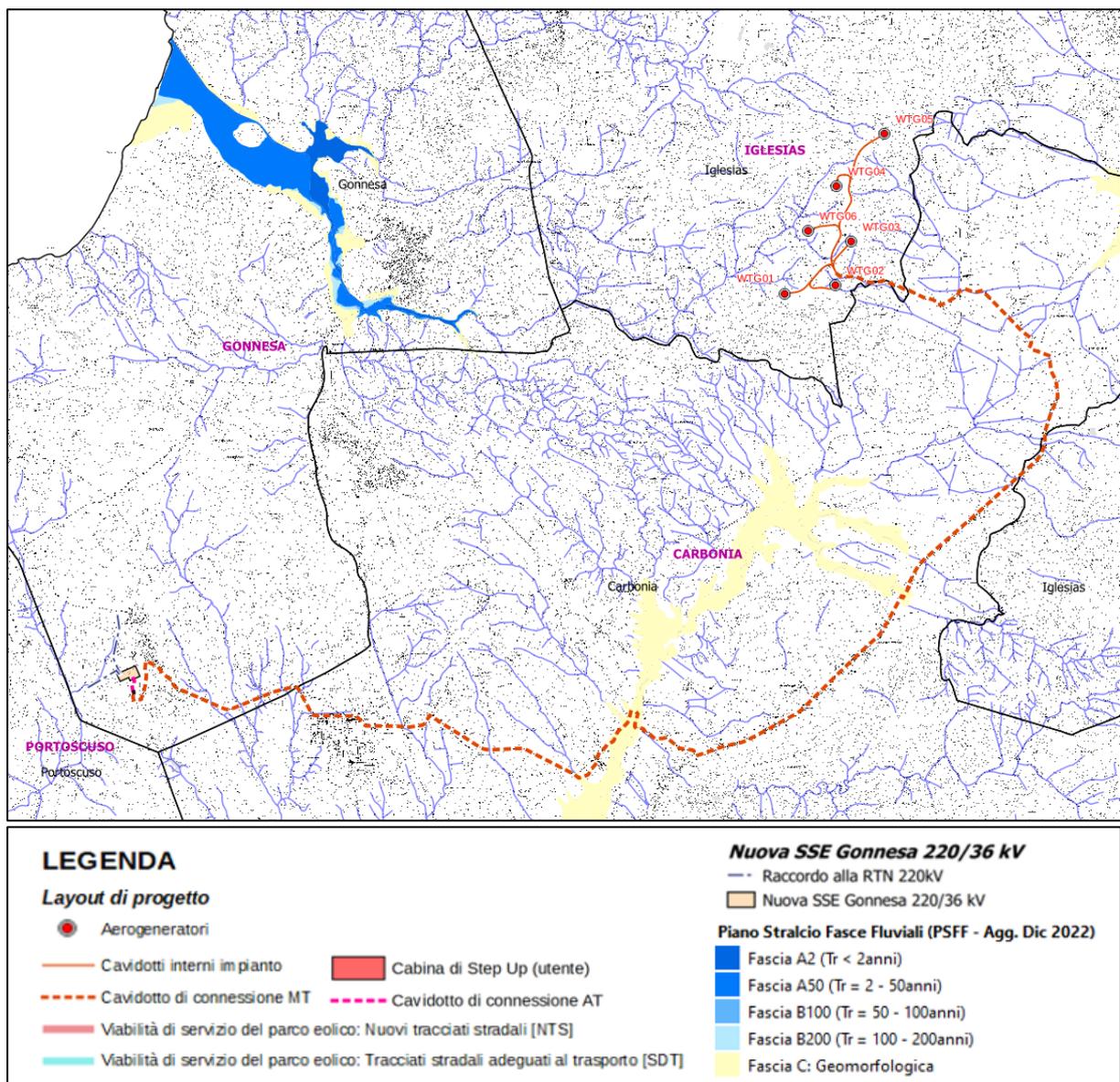


Figura 4-7: Stralcio cartografico del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) dell'area di intervento.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 18 a 56

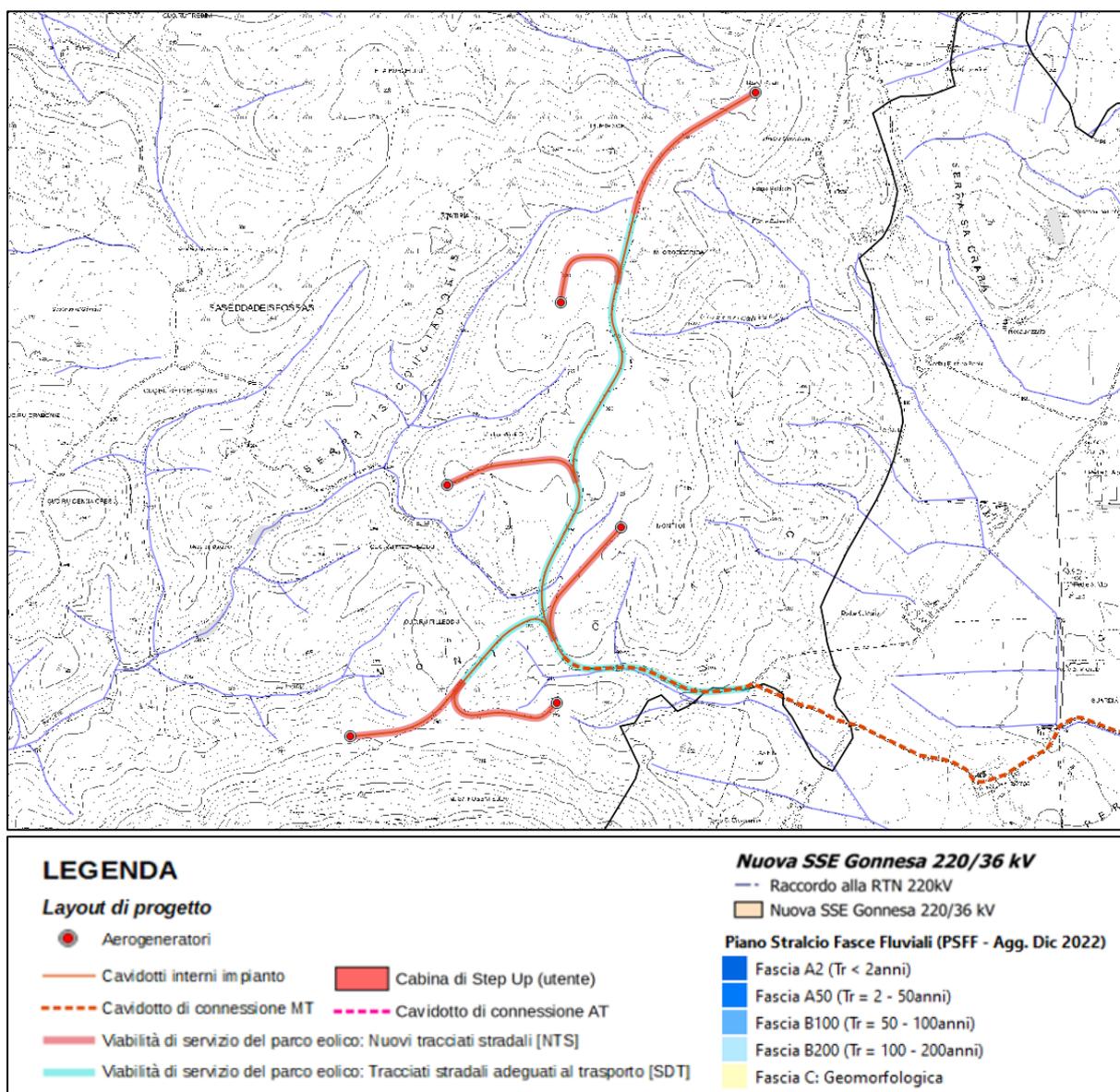


Figura 4-8: Stralcio cartografico del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) dell'area di impianto eolico.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 19 a 56

5 COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

Considerando le perimetrazioni di Piano Generale del Rischio Alluvioni (PGRA), Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) e il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) possiamo suddividere l'intero intervento in due parti: quella relativa all'area di impianto ovvero di installazione degli aerogeneratori con relativa viabilità di collegamento e la parte di collegamento attraverso il cavidotto interrato di collegamento in Media Tensione (MT) fino alla Cabina di Step-Up e successivamente in Alta Tensione (AT) alla Rete Nazionale.

L'intero cavidotto è genericamente previsto in scavo a sezione ristretta come riportato nelle sezioni tipo di trincea in sterrato e asfalto della seguente Figura 5-2. La profondità dal piano di campagna fissata in 1,40 m e la posa del cavo avverrà principalmente mediante cavo in tubazione corrugata o, per la maggior parte, con cavi idonei per interrimento diretto, posti su letto di sabbia. Ulteriori tipologie di posa sono previste laddove sono presenti caratterizzazioni sensibili del terreno o delle possibilità tecniche di posa. Tali tecniche speciali sono solitamente utilizzate per superare particolari condizioni di terreno o di interferenza che possono incontrarsi nello sviluppo planimetrico previsto dal cavidotto. Tra queste interferenze si annoverano anche quelle dovute alla presenza di corpi idrici.

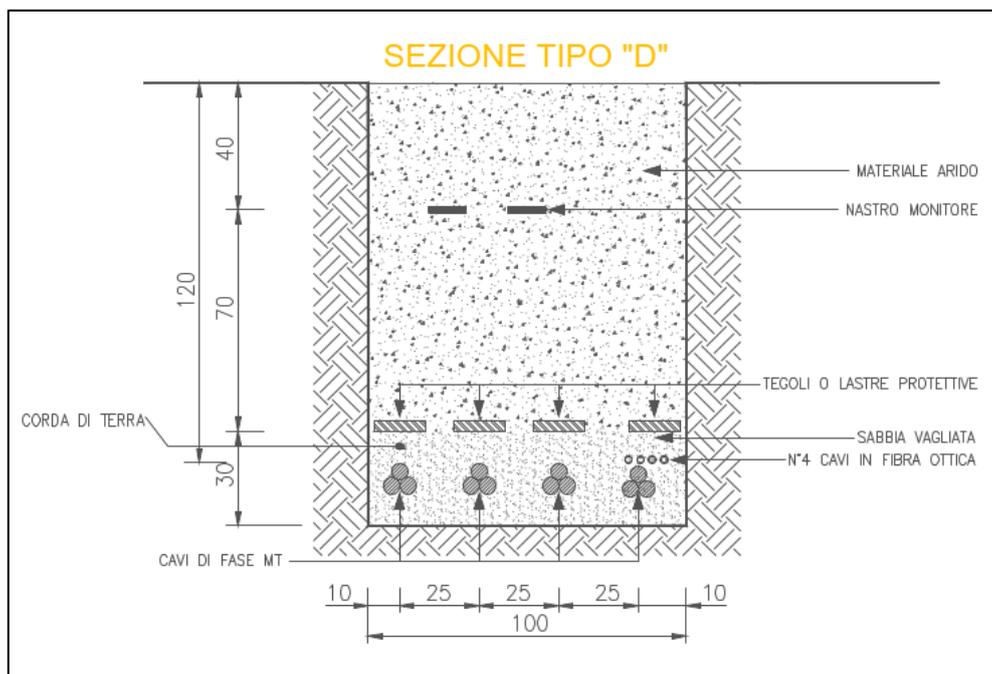


Figura 5-1: Esempio di scavo in trincea sterrata del cavidotto interrato di MT.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Page 20 a 56	

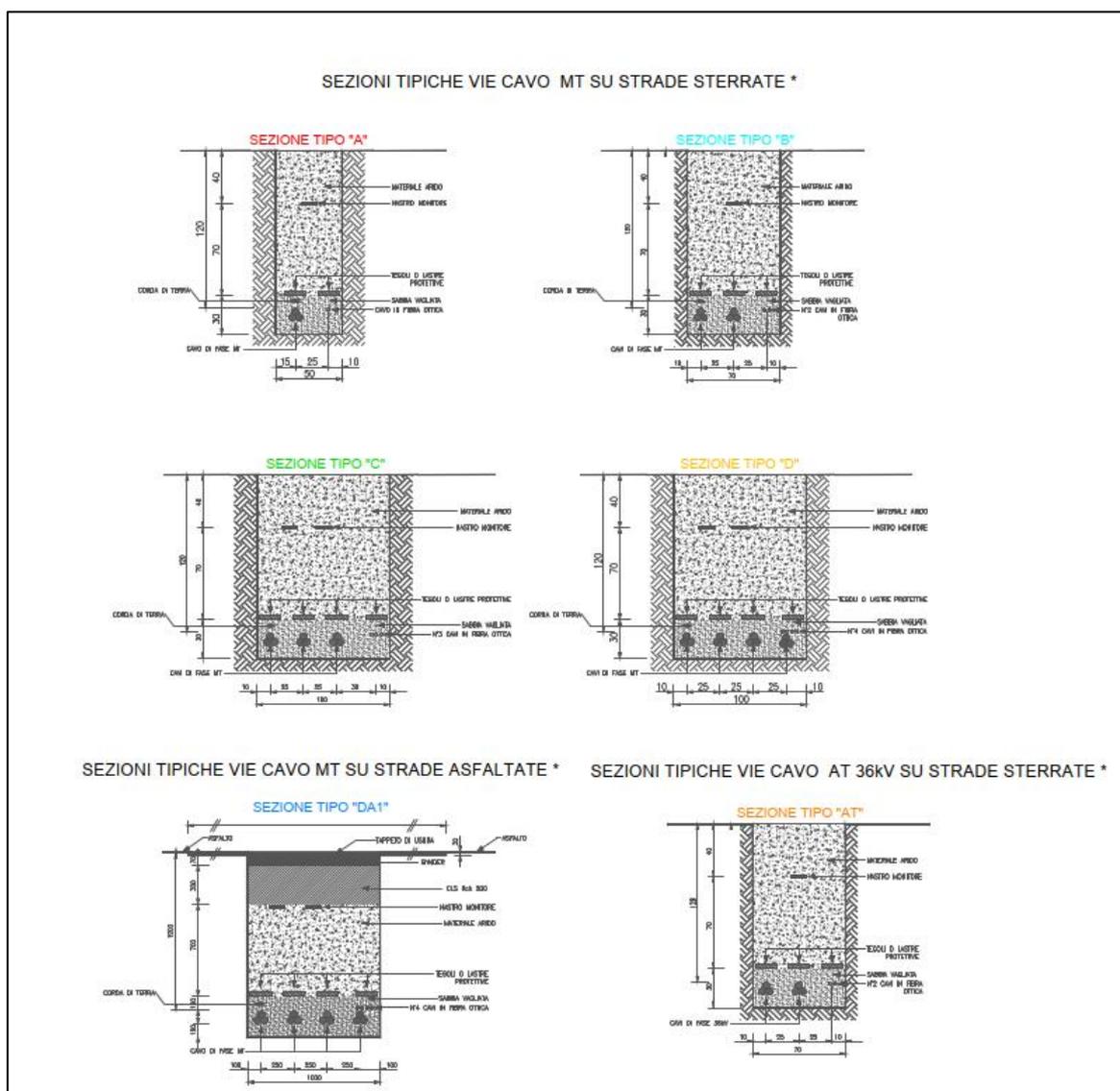


Figura 5-2: Sezioni tipiche vie cavo in MT/AT su strade sterrate e asfaltate. Si veda anche l'elaborato: HH0694A-IG-PD-EC-01 - MODALITA' DI POSA ELETTRODOTTI.

Come meglio trattato nel seguente §5.1 sono individuate tutte le interferenze del tracciato del cavidotto interrato in uscita dal campo eolico verso la cabina di consegna nei pressi della futura Nuova Stazione Elettrica di “Gonnesa”. Tale tipologia di intervento è riconducibile nella casistica individuata dall’Art. 27 c.3 lett. g), delle Norme di Attuazione del P.A.I. Testo coordinato – Del. C. I. n. 15 del 22 novembre 2022, rettificata con Del. C.I. n. 19 del 27 dicembre 2022. Nel caso in esame è possibile affermare che gli scavi per il cavidotto saranno effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 21 a 56

impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico. Per garantire un adeguato grado di ricoprimento rispetto al fondo degli alvei interferenti con il passaggio dello scavo della connessione saranno realizzati tramite tecniche di scavo tipo trenchless (No-Dig) come discusso nel prossimo paragrafo dedicato alle interferenze con il reticolo idrografico.

L'area di impianto è tuttavia, interessata dalla presenza di elementi idrici mappati per i quali vigono le fasce di rispetto ai sensi dell'Art. 30 ter delle NTA del PAI. I corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale, per i quali non siano ancora state determinate le aree di pericolosità idraulica, sono soggetti ad una misura di prima salvaguardia, determinata con il solo metodo geomorfologico.

Deve essere pertanto rispettata una fascia di rispetto, su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L, variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto, definito secondo il numero di Horton-Strahler qui riportato per comodità.

Tabella 5-1: Profondità fasce di rispetto secondo ordine gerarchico Horton-Strahler

Ordine gerarchico (N. Horton-Strahler)	Profondità (metri)
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150
7	250
8	400

Le aree così perimetrare sono soggette alla disciplina prevista dagli artt. 27 e 27 bis delle NTA del PAI. La realizzazione dell'intero intervento dovrà, quindi, essere esclusivamente coerente agli strumenti urbanistici in vigore nell'area in studio ed ai piani di settore vigenti il cui compito volgerà a disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, e, in particolare, la realizzazione del nuovo impianto in progetto.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 22 a 56

In particolare, si evidenzia la realizzazione di 2 attraversamenti di corpi idrici, per i quali vige la fascia di rispetto ai sensi dell'art. 30 ter delle NTA del PAI, secondo l'ordine gerarchico Strahler. I corsi idrici interessati dall'attraversamento sono:

- **107009_FIUME_27591** – N. Ordine 1
- **107009_FIUME_32398** – N. Ordine 1

È da segnalare anche il parallelismo con il corpo idrico individuato dai seguenti tratti contigui: *107009_FIUME_7550*, *107009_FIUME_9975*, *107003_FIUME_7520* che scorre nel lato sinistro della strada di accesso al parco eolico come riportato nella sovrapposizione cartografica del PAI al progetto riportata in Figura 4-3 di cui si riportano sotto i tratti salienti. Per gli attraversamenti segnalati si prevede d'installazione di tombini stradali atti a convogliare le piogge dando continuità alla rete idrografica esistente senza interferire con il natural deflusso delle acque superficiali; si prevede anche di dotare di adeguato fosso di guardia il rilevato della strada di accesso al parco eolico. Si rimanda alla modellazione idrologica e idraulica successiva per le opere previste.

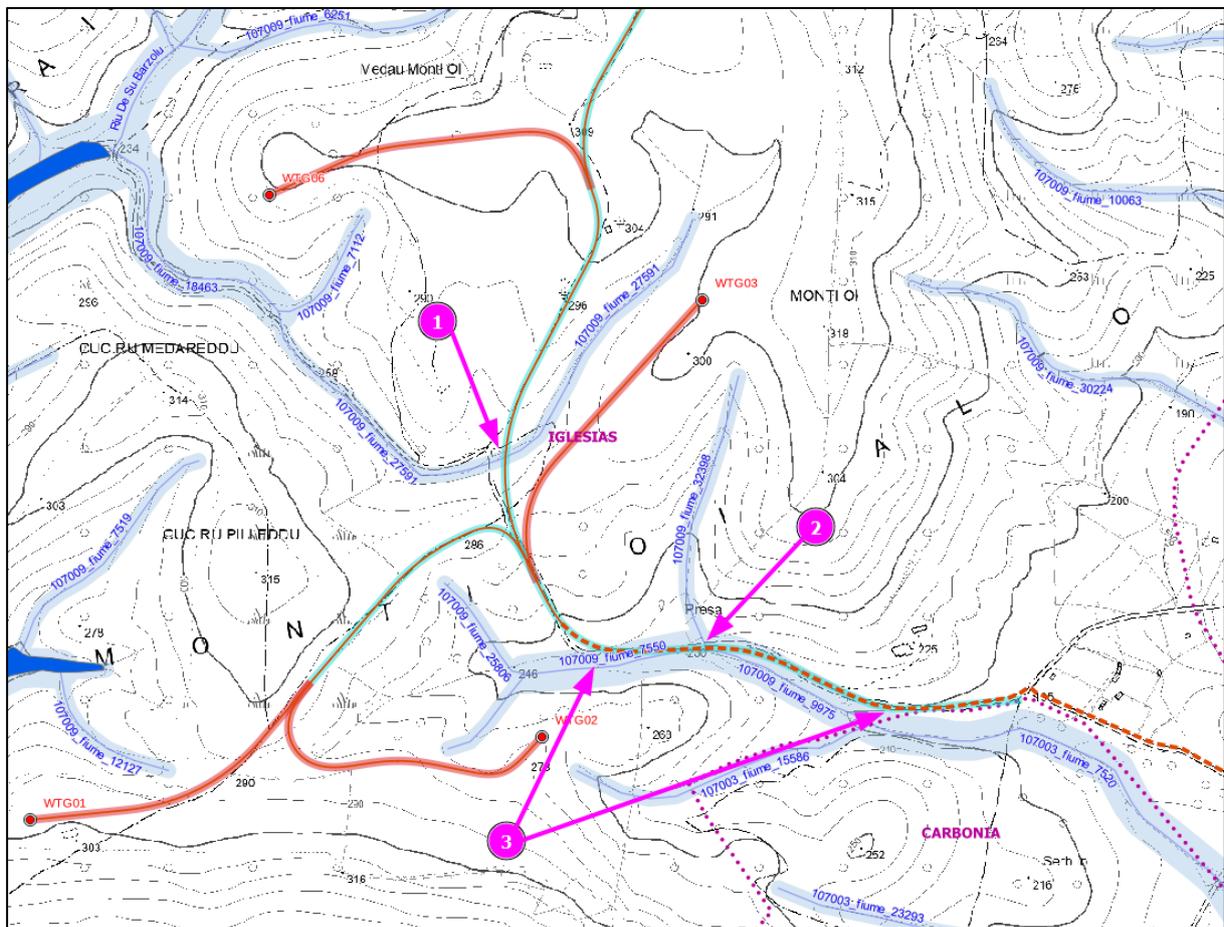


Figura 5-3: Stralcio cartografico del pericolo idraulico (Hi) dell'area di impianto eolico (Dettaglio).

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 23 a 56

5.1 Interferenze con il reticolo idrografico naturale

Nel seguito si riportano i risultati dell'analisi di verifica documentale effettuata sul reticolo idrografico naturale rispetto al percorso previsto per il cavidotto in MT di connessione dall'area del parco eolico nel Comune di Iglesias fino alla stazione di Step-Up situata nel Comune di Gonnese, con uno sviluppo planimetrico di circa 20 km. L'analisi è stata effettuata su base cartografica con l'ausilio del grafo vettoriale del reticolo idrografico fornito dalla Regione Sardegna tramite il Geoportale e nominato: "elemento_idrico_strahler"; a questo livello di informazione è stata sovrapposta la carta dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25VS edita per la Sardegna dal 1958 al 1965 come è facilmente riscontrabile dalla tavola allegata alla presente relazione *HH0694A-IG-PD-RE-43.1 – Censimento interferenze con reticolo idrografico* della quale se ne riporta uno stralcio in Figura 5-4. Nella Tabella 5-2 si riportano le interferenze indicate con i nomi dei corsi d'acqua e i relativi enti coinvolti.

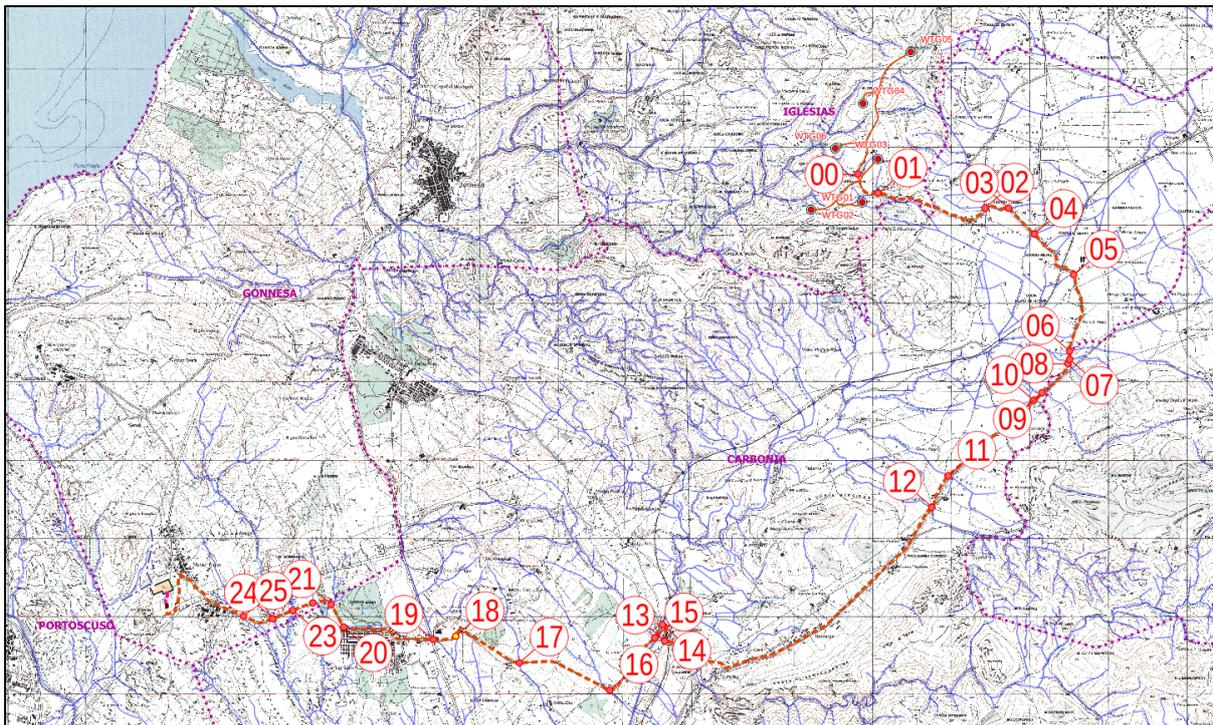


Figura 5-4. Interferenze del cavidotto con la rete idrografica naturale e artificiale. Si veda per maggior chiarezza l'allegato: HH0694A-IG-PD-RE-43B PLANIMETRIA INETRFERENZE RETICOLO IDROGRAFICO

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 24 a 56

Tabella 5-2: Interferenze con rete idrografica naturale

ID	NOME CORSO D'ACQUA	N. STRAHLER	LOCALIZZAZIONE PROGETTUALE	COORDINATE (WGS84)	ENTE INTERESSATO
00	107009_FIUME_27591	1	Area impianto eolico	39.2666097591782 N 8.53331407687443E	Comune / ADIS / Genio Civile
01	107009_FIUME_32398	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.2644190946276 N 8.53627044454687 E	Comune / ADIS / Genio Civile
02	107003_FIUME_28079	2	Tracciato cavidotto di connessione	39.2628305976457 N 8.5520265235986 E	Comune / ADIS / Genio Civile
03	107003_FIUME_28079	2	Tracciato cavidotto di connessione	39.2627773205242 N 8.55552725217141 E	Comune / ADIS / Genio Civile
04	107003_FIUME_26248	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.2598162609858 N 8.5592596751608 E	Comune / ADIS / Genio Civile
05	107003_FIUME_17365	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.2551572190779 N 8.56517741263952 E	Comune / ADIS / Genio Civile
06	107003_FIUME_25038	3	Tracciato cavidotto di connessione	39.2463462336699 N 8.56459570871213 E	Comune / ADIS / Genio Civile
07	107009_FIUME_20259	2	Tracciato cavidotto di connessione	39.2453992394973 N 8.56461141679699 E	Comune / ADIS / Genio Civile
08	RIU TREVIGUS	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.244877876115 N 8.56437434166363 E	Comune / ADIS / Genio Civile
09	RIU CASAS	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.2415099457597 N 8.56055003472921 E	Comune / ADIS / Genio Civile
10	107003_FIUME_33122	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.240658943249 N 8.55933426090336 E	Comune / ADIS / Genio Civile
11	RIU BARBARAXINU	2	Tracciato cavidotto di connessione	39.2319106791692 N 8.54678006442962 E	Comune / ADIS / Genio Civile
12	RIU PABIONIS	4	Tracciato cavidotto di connessione	39.22831870464 N 8.54440804293862 E	Comune / ADIS / Genio Civile
13	CANALE PEDDORI	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.2127235083353 N 8.50515109511959 E	Comune / ADIS / Genio Civile
14	RIU FLUMENTEPIDO	5	Tracciato cavidotto di connessione	39.2145915159457 N 8.50477906747104 E	Comune / ADIS / Genio Civile
15	RIU DE SA PARENTEDU	3	Tracciato cavidotto di connessione	39.213078276165 N 8.50363869201381 E	Comune / ADIS / Genio Civile
16	107003_FIUME_24986	2	Tracciato cavidotto di connessione	39.2070055505133 N 8.49704263056587 E	Comune / ADIS / Genio Civile
17	RIU SUERGIU	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.2101177686286 N 8.48379161410027 E	Comune / ADIS / Genio Civile
18	RIGAGNOLO SA BENAZZU MANNU	3	Tracciato cavidotto di connessione	39.2131386700000 N 8.47441530000000 E	Comune / ADIS / Genio Civile
19	107003_FIUME_18162	3	Tracciato cavidotto di connessione	39.2126811699335 N 8.47109847674927 E	Comune / ADIS / Genio Civile
20	107003_FIUME_20991	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.2141269739742 N 8.45785272226195 E	Comune / ADIS / Genio Civile
21	107003_FIUME_32064	2	Tracciato cavidotto di connessione	39.2166976920551 N 8.45601745920222 E	Comune / ADIS / Genio Civile
22	107008_FIUME_18118	1	Tracciato cavidotto di connessione	39.2168302240761 N 8.45331390826925 E	Comune / ADIS / Genio Civile
23	S'ACQUA SA STOIA	3	Tracciato cavidotto di connessione	39.2160089204637 N 8.45038706416631 E	Comune / ADIS / Genio Civile
24	RIU STURRULIU	3	Tracciato cavidotto di connessione	39.2150498046009 N 8.44744504086245 E	Comune / ADIS / Genio Civile
25	RIU PESCHINAS	2	Tracciato cavidotto di connessione	39.2152683650438 N 8.44310479331407 E	Comune / ADIS / Genio Civile

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 25 a 56

5.2 Risoluzione delle Interferenze rete idrografica naturale

In merito alle interferenze del cavidotto con gli elementi idrici naturali, censiti dal PAI (secondo il grafo prima menzionato), verrà garantita una fascia di rispetto di 10 m per lato, secondo la normativa di riferimento (R.D n. 523 del 25.07.1904). Gli interventi necessari alla risoluzione delle interferenze con elementi idrici segnalati, saranno realizzati prevalentemente con la tecnica di scavo *trenchless* tipo No-Dig per tutti i corpi idrici rispettando il franco di almeno un metro di profondità dal fondo dell'alveo del fiume. Eventualmente solo durante la stagione secca, per corpi idrici poco rilevanti sarà possibile valutare, adottare scavi di tipo tradizionale garantendo almeno 1,5 m di ricoprimento dal fondo d'alveo. Qui di seguito si riporta la tabella di riferimento dei corsi d'acqua con cui si interferisce con indicato il numero d'ordine di Strahler di riferimento. Le interferenze "00" e "01" verranno superate tramite l'inserimento di opportune tubazioni nel rilevato stradale da adeguare come discusso nel seguito.

La tecnica in No-Dig

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori. La tecnica in No-Dig permette la posa in opera di tubazioni e cavi interrati o il recupero funzionale (parziale, totale) o la sostituzione di condotte interrate esistenti senza ricorrere agli scavi a cielo aperto (open trench/open cut), evitando la manomissione del manto superficie. È necessario verificare la presenza di altre condutture intersecanti il percorso di posa perciò, a tale scopo, l'intervento di perforazione teleguidata sarà preceduto da un rilevamento Georadar dell'intera tratta. Il progetto per la realizzazione dell'intervento con la tecnica No-Dig sarà realizzato successivamente in fase esecutiva del progetto. Si riporta di seguito un'immagine esplicativa delle diverse fasi di esecuzione dello scavo in No-Dig.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Page 26 a 56	

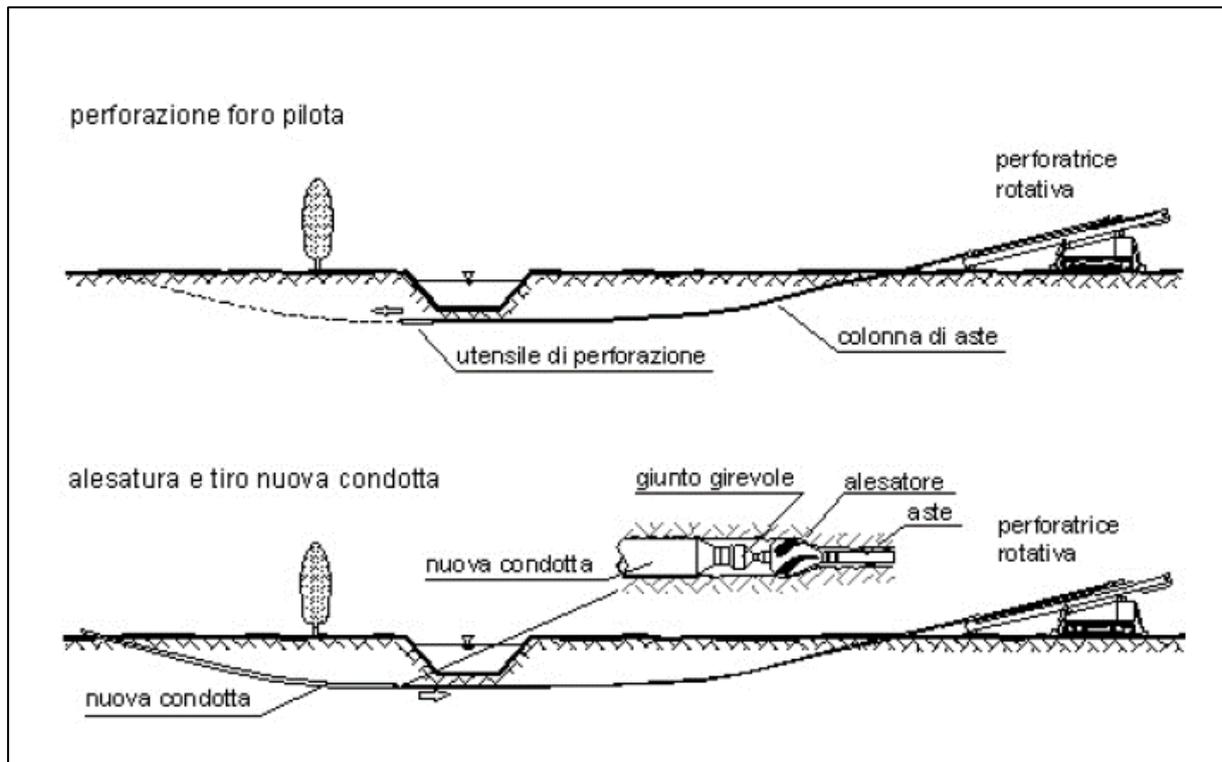


Figura 5-5. Fasi di esecuzione scavo in No-Dig

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 27 a 56

6 DIMENSIONAMENTO DEI TOMBINI STRADALI

Nel seguito verrà affrontato il tema del dimensionamento dei tombini stradali

6.1 Stima delle intensità di pioggia

6.1.1 Tempo di Ritorno

La stima dell'intensità di pioggia ad assegnati tempi di ritorno ($T_r=10, 50, 100$ e 200 anni) è stata effettuata eseguendo un confronto critico fra le diverse metodologie disponibili nella letteratura tecnica per la Sardegna, tuttavia, in considerazione della natura dell'infrastruttura oggetto del presente calcolo, l'intensità di pioggia considerata è quella riferita al tempo di ritorno $T_r=200$ anni, superiore alla durata della vita utile dell'impianto eolico valutata in 30 anni. Il periodo di ritorno di un evento, definito anche come "tempo di ritorno", è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o, analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta. Oltre al concetto di tempo di ritorno vi è poi la probabilità che un evento con tempo di ritorno T si realizzi in N anni:

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

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

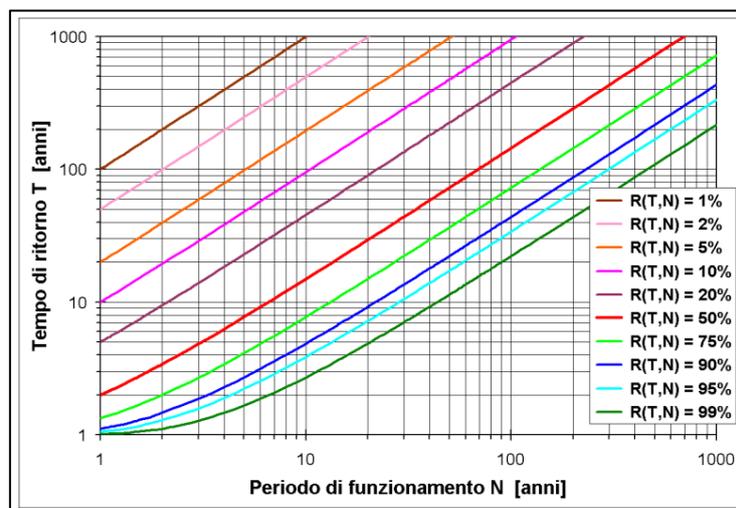


Figura 6-1: Probabilità di superamento di un evento con un determinato tempo di ritorno T durante N anni

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 28 a 56

6.1.2 Distribuzione TCEV

Tra le diverse metodologie da adottare per la rappresentazione degli eventi estremi è stato scelto il modello probabilistico a quattro parametri TCEV (Two Component Extreme Value) in quanto l'impiego di una distribuzione multi-parametrica può fornire stime accurate per gli eventi di precipitazione breve e intensa. L'utilizzo di questa distribuzione richiede però di disporre di un'informazione idrologica consistente, e quindi di operare su territori a dimensione regionale, affinché sia possibile effettuare determinazioni affidabili dei valori dei parametri. L'argomento è stato oggetto di recenti indagini basate sulla TCEV, condotte nell'ambito di un programma di ricerca VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) promosso dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche. La stima dei parametri della TCEV a tre livelli di regionalizzazione è descritta nelle pubblicazioni Deidda e Piga (1998) e Deidda et al. (2000) e di seguito viene riportata una sintesi delle equazioni utilizzate, trascurando la trattazione teorica dei tre livelli di regionalizzazione per cui si può fare riferimento alle due pubblicazioni sopra citate. Per la determinazione della pioggia critica lorda si utilizzano pertanto le curve di possibilità pluviometrica nella forma:

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

dove i parametri della curva, $a(T)$ ed $n(T)$, vengono definiti per tre Sotto Zone Omogenee della Sardegna (SZO) Figura 6-2, per durate minori e maggiori di 1 ora e per tempi di ritorno maggiori di 10 anni.

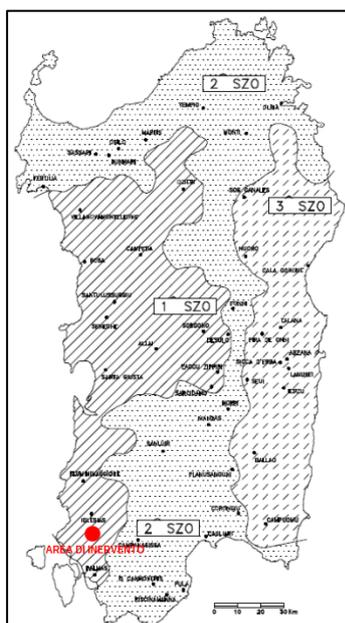


Figura 6-2: Definizione delle tre sottozone TCEV nel territorio regionale della Sardegna

La pioggia indice $m(t)$ di durata t (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata t) può essere espressa in forma monomia:

$$\mu = a_1 \cdot t^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera mg :

$$a_1 = mg / (0.886 \cdot 24^{n_1})$$

$$n_1 = -0.493 + 0.476 \text{ Log}_{10} mg$$

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 29 a 56

La pioggia indice giornaliera mg può ricavarsi dalla carta delle isoiete o dagli annali idrologici.

L'altezza di pioggia $h_T(t)$ di durata t con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $m(t)$ per un coefficiente di crescita $K_T(t) = a_2 t^{n_2}$:

$$h = \mu(t) \cdot K_T(t) = (a_1 \cdot a_2) \cdot t^{(n_1+n_2)}$$

dove i coefficienti a_2 e n_2 si determinano con differenti relazioni per diversi T e t e per le tre sottozone della Sardegna. I coefficienti a_2 e n_2 variano non solo in base alla zona, ma anche per durate inferiori o superiori all'ora secondo le seguenti relazioni:

a) per tempi di ritorno $T \leq 10$ ANNI

$$\text{SZO 1 } a_2 = 0.66129 + 0.85935 \text{ Log}_{10} T ; n_2 = -1.8438 \cdot 10^{-4} - 1.3539 \cdot 10^{-2} \text{ Log}_{10} T$$

$$\text{SZO 2 } a_2 = 0.64597 + 0.89777 \text{ Log}_{10} T ; n_2 = -5.6073 \cdot 10^{-3} + 7.0047 \cdot 10^{-4} \text{ Log}_{10} T$$

$$\text{SZO 3 } a_2 = 0.62235 + 0.95656 \text{ Log}_{10} T ; n_2 = -2.4882 \cdot 10^{-2} + 4.5884 \cdot 10^{-2} \text{ Log}_{10} T$$

b) per tempi di ritorno $T > 10$ ANNI

$$\text{SZO 1 } a_2 = 0.46420 + 1.0376 \text{ Log}_{10} T$$

$$n_2 = -0.18448 + 0.22960 \text{ Log}_{10} T - 3.3216 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2 \quad (\text{per } t \leq 1 \text{ ora})$$

$$n_2 = -1.0469 \cdot 10^{-2} - 7.8505 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T \quad (\text{per } t \geq 1 \text{ ora})$$

$$\text{SZO 2 } a_2 = 0.43797 + 1.0890 \text{ Log}_{10} T$$

$$n_2 = -0.18722 + 0.24862 \text{ Log}_{10} T - 3.6305 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2 \quad (\text{per } t \leq 1 \text{ ora})$$

$$n_2 = -6.3887 \cdot 10^{-3} - 4.5420 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T \quad (\text{per } t \geq 1 \text{ ora})$$

$$\text{SZO 3 } a_2 = 0.40926 + 1.1441 \text{ Log}_{10} T$$

$$n_2 = -0.19060 + 0.26448 \text{ Log}_{10} T - 3.8969 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2 \quad (\text{per } t \leq 1 \text{ ora})$$

$$n_2 = 1.4929 \cdot 10^{-2} + 7.1973 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T \quad (\text{per } t \geq 1 \text{ ora})$$

Come indicato nella seguente illustrazione il territorio di Iglesias è inserito nella 1 SZO; pertanto, le relazioni considerate sono quelle evidenziate relative alla Sottozona SZO1 per tempi di ritorno superiori a 10 anni. Mediante l'applicazione delle relazioni precedentemente descritte si ottengono le curve di possibilità pluviometrica per l'area in oggetto.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 30 a 56

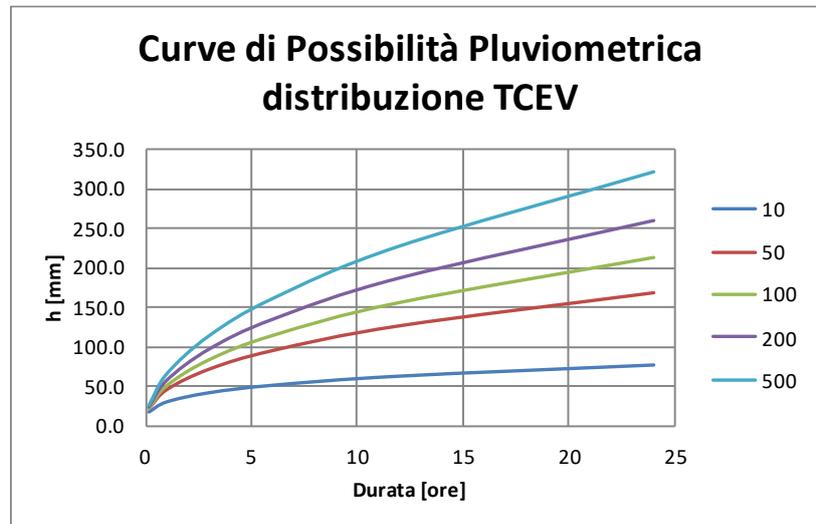


Figura 6-3: Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica

Tabella 6-1: Altezze di precipitazione per diversi tempi di pioggia t_c e tempi di ritorno T_r

H (t_c, T_r)		t _c (ore)				
		1	3	6	12	24
T _r (anni)	10	30.8	42.3	51.7	63.2	77.2
	50	45.1	71.1	94.7	126.1	168.0
	100	51.5	84.0	114.4	155.8	212.2
	200	57.8	97.1	134.6	186.8	259.0
	500	66.2	114.3	161.3	227.7	321.4

La durata della precipitazione di progetto viene fatta considerando il tempo di corrivazione del bacino che sottende la sezione di chiusura dell'area drenata.

Non avendo a disposizione un rilievo di dettaglio dell'area possiamo considerare in prima approssimazione come sezioni di chiusura i punti di interferenza segnalati in precedenza nella Tabella 5-2 per i corsi idrici indicati come **107009_FIUME_27591** e **107009_FIUME_32398** ai quali, per comodità verranno assegnati nomi di comodo nella seguente Tabella 6-2 dove si riportano i dati caratteristici di bacino rispettivi.

Per la definizione del tempo di corrivazione, e conseguentemente del tempo di precipitazione di progetto, si è fatto riferimento alle caratteristiche del bacino sopra riportate. I parametri descrittivi dei bacini ai fini della valutazione della piena sono:

- superficie del bacino S [km²]

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 31 a 56

- lunghezza dell'asta principale L [km]
- pendenza media dell'asta principale J [m/m]
- altitudine media del bacino Hm [m s.l.m.]
- quota della sezione terminale Ho [m s.l.m.]
- quota massima del bacino Hx [ms.l.m.]

Tabella 6-2: Dati bacino di riferimento.

Bacino	Superficie (S)	Lunghezza asta principale (L)	Pendenza asta principale (J)	Quota massima (Hx)	Altitudine media (Hm)	Quota sezione chiusura (Hb)
	[km ²]	[km]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]
BACINO 1 107009_FIUME_32398	0.110	0.548	12	310.00	270.00	229.90
BACINO 3 107009_FIUME_27591	0.207	0.871	10	323.00	270.00	229.90

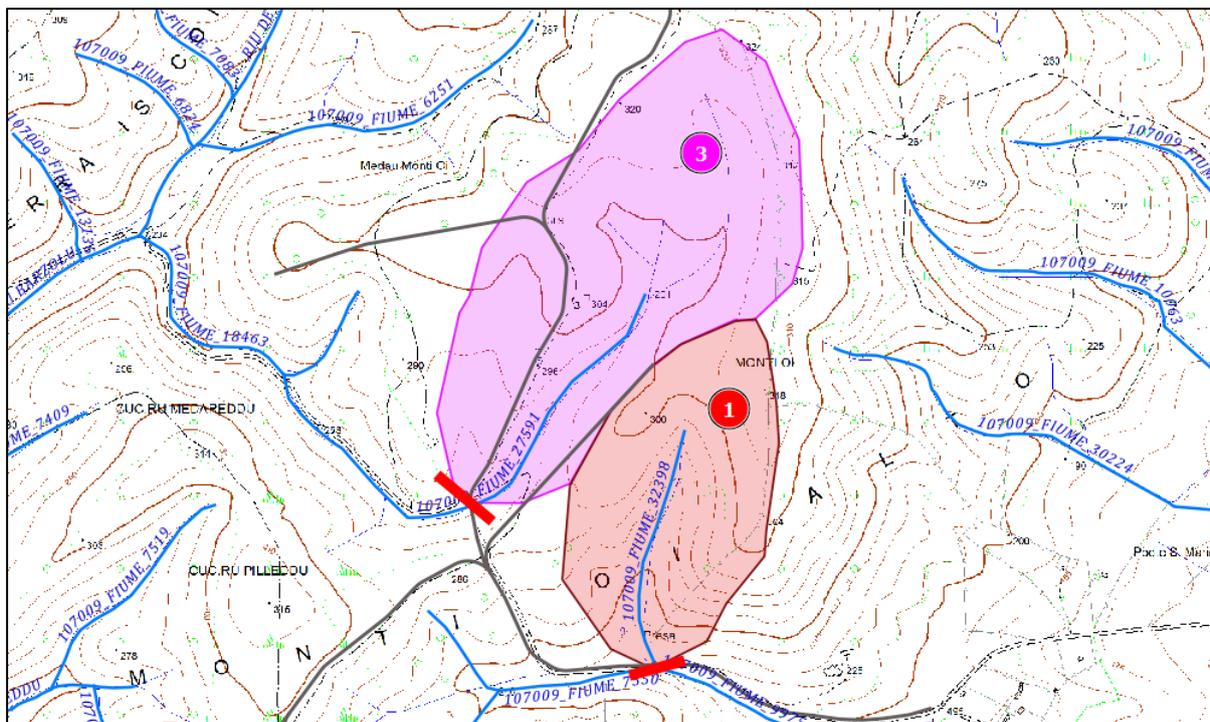


Figura 6-4: Bacini di riferimento per i corsi d'acqua selezionati.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 32 a 56

Il tempo di corrivazione T_c può essere stimato facendo riferimento a diverse espressioni empiriche che forniscono le seguenti stime:

Viparelli:	$T_c = L/(3.6 V)$ (considerando $V = 1$ m/s).
Viparelli:	$T_c = L/(3.6 V)$ (considerando $V = 1,5$ m/s).
Ventura:	$T_c = 0.1272 (S/i)^{0.5}$
Giandotti:	$T_c = (1.5 L + 4 S 0.5) / (0.8 (H_m - H_o)^{0.5})$
Pasini:	$T_c = 0.108 ((S L)^{1/3})/J^{0.5}$
Soil Conservation Service:	$T_c = 0.00227(1000 L)^{0.8}[(1000/CN)-9]^{0.7} (100 \cdot J_b)^{-0.5}$
Progetto VAPI:	$T_c = 0.212 S^{0.231} (H_m/J)^{0.289}$

Dall'elaborazione dei dati si ottengono le seguenti valutazioni del tempo di corrivazione T_c :

Tabella 6-3 Tempo di corrivazione

Tempo di corrivazione	BACINO 1		BACINO 3	
	[h]	[hh:mm]	[h]	[hh:mm]
T_c				
Viparelli ($v=1.0$ m/s)	0.152	00:09 h.	0.242	00:14 h.
Viparelli ($v=1.5$ m/s)	0.101	00:06 h.	0.161	00:09 h.
Ventura	0.109	00:06 h.	0.177	00:10 h.
Giandotti	0.424	00:25 h.	0.617	00:37 h.
Pasini	0.109	00:06 h.	0.187	00:11 h.
SCS	2.040	02:02 h.	3.063	03:03 h.
VAPI	1.111	01:06 h.	1.418	01:25 h.
T_c adottato	0.152	00:09 h.	0.242	00:14 h.

Per il progetto in questione, valutata la dimensione e le caratteristiche delle aree in oggetto, si è scelto di utilizzare la formula di Viparelli con ($v=1.0$ m/s), ottenendo un tempo di corrivazione pari a **0.152 h** per il *Bacino 1* e **0.242 h** per il *Bacino 3*.

Dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, per un **tempo di ritorno $T = 200$ anni** e per una durata di precipitazione pari al tempo di corrivazione **$t = 0.152$ h = 9 minuti** otteniamo un'altezza di precipitazione di **21.4 mm**, corrispondente ad una **intensità oraria di 140.6 mm/h** per il Bacino 1. Con lo stesso tempo di ritorno e con il tempo di corrivazione di

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 33 a 56

14 minuti si ottiene un'altezza di precipitazione di **26,6 mm**, corrispondente ad una **intensità oraria di 110.1 mm/h** per il *Bacino 3*. La valutazione delle portate da regimare è stata calcolata sulle effettive aree drenate sottese dalle sezioni di chiusura previste secondo

6.2 Metodo razionale

Il metodo razionale, detto anche cinematico, fornisce la portata di piena tramite l'espressione:

$$Q = \Phi ARFSH / (3.6Tc)$$

nella quale:

- Φ rappresenta l'aliquota di precipitazione che, in occasione della piena, scorre in superficie
- ARF (Areal Reduction Factor - Coefficiente di Riduzione Areale) esprime il rapporto tra l'altezza di pioggia media su tutto il bacino e l'altezza di pioggia in un punto al suo interno, valutati a parità di durata e di tempo di ritorno
- Tc è il tempo di corrivazione espresso in ore
- S la superficie del bacino in kmq
- H è l'altezza di precipitazione, in mm, che cade in un punto del bacino in una durata pari a Tc con l'assegnato Tempo di ritorno
- Q la portata di piena in mc/s.

6.3 Le ipotesi su cui si basa la formula sono le seguenti:

- l'intensità di pioggia è costante su tutto il bacino nell'intervallo di tempo considerato;
- il coefficiente di deflusso medio del bacino rimane costante nell'intervallo di tempo considerato;
- il tempo di ritorno della piena è pari a quello dell'evento di pioggia;
- la portata massima alla sezione di chiusura si verifica dopo un intervallo di tempo a partire dall'inizio dell'evento piovoso pari al tempo di corrivazione.

6.4 Coefficiente di deflusso ϕ

Il coefficiente Φ può essere stimato col metodo del Curve Number (CN) secondo cui vale:

$$\Phi = (H - 0.2S)^2 / (H(H + 0.8S))$$

con

$$S = 254(100/CN - 1)$$

in cui il valore di CN è legato alle caratteristiche del terreno e della copertura vegetale.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 34 a 56

Dal Geoportale della regione Sardegna è possibile scaricare e consultare la carta di uso del suolo, per la cui area in progetto riporta diverse classificazioni. La legenda usata per la classificazione dell'uso del suolo è quella del Corine Land Cover.

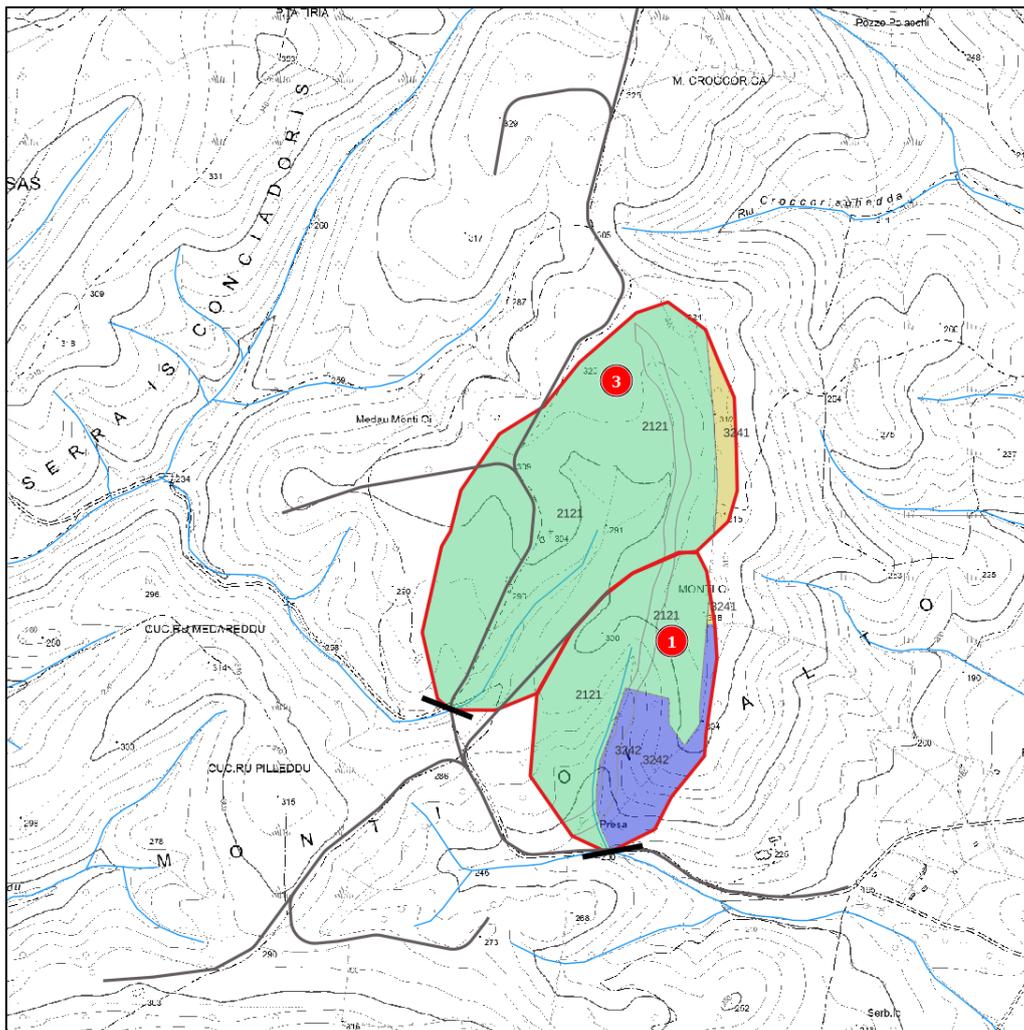


Figura 6-5: Estratto Carta dell'uso del suolo della Regione Sardegna 2008 (Corine Land Cover, 2008).

Dalla classificazione del Curve Number SCS riportata dal Geoportale Regione Sardegna si possono ricavare i valori di CN per la classe di uso del suolo e per la tipologia di terreno, ricavata dalla relazione geologica sulle indagini effettuate in sito. Il valore del CN varia anche in funzione delle caratteristiche idrologiche del suolo, in relazione alla maggiore o minore permeabilità del substrato (tipi idrologici A-B-C-D).

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 35 a 56

Tabella 6-4: Classificazione del Curve Number (Bacino 1)

CODICE	TIPO TERRENO	VALORI CN				SUPERFICI ALL'INTERNO DEL BACINO				CN MEDI		
		Cod.	CNII	A	B	C	D	CN_A	CN_B	CN_C	CN_D	CN II
2121	seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	63	73	80	83	0.65				7.03	81	91
3241	aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione: ricoloniz. naturale	43	65	76	82					0.04	82	91
3242	aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione: ricoloniz. artificiale	43	65	76	82	0.49				2.85	76	88

Tabella 6-5: Classificazione del Curve Number (Bacino 3)

CODICE	TIPO TERRENO	VALORI CN				SUPERFICI ALL'INTERNO DEL BACINO				CN MEDI		
		Cod.	CNII	A	B	C	D	CN_A	CN_B	CN_C	CN_D	CN II
2121	seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	63	73	80	83	0.90				18.82	82	91
3231	macchia mediterranea	35	56	70	77					0.00	77	89
3241	aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione: ricoloniz. naturale	43	65	76	82					0.93	82	91

Da cui si ricavano i seguenti valori medi sui bacini:

Tabella 6-6: Valori medi del Curve Number (Bacino 1)

CODICE	TIPO TERRENO	VALORI CN				SUPERFICI ALL'INTERNO DEL BACINO				CN MEDI		
		Cod.	CNII	A	B	C	D	CN_A	CN_B	CN_C	CN_D	CN II
	VALORI MEDI CN DEL BACINO	54			83	1.14				9.92	79.8	90

Tabella 6-7: Valori medi del Curve Number (Bacino 3)

CODICE	TIPO TERRENO	VALORI CN				SUPERFICI ALL'INTERNO DEL BACINO				CN MEDI		
		Cod.	CNII	A	B	C	D	CN_A	CN_B	CN_C	CN_D	CN II
	VALORI MEDI CN DEL BACINO	63			83	0.90				19.75	82.1	91

La media pesata dei CN per l'area in progetto ha restituito un valore pari a **CN = 80** per il Bacino 1 mentre **CN = 82** per il Bacino 3.

A questo punto è necessario determinare lo stato di imbibimento del terreno che viene espresso, in modo quali-quantitativo, in base ad un indice di pioggia, ovvero la pioggia totale caduta nei cinque giorni antecedenti l'evento di piena.

A seconda di tale valore, vengono identificate le tre classi AMC I, II e III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito. Cautelativamente è valida l'ipotesi di ACM = III di terreno fortemente imbibito.

Il valore corretto del Curve Number dovuto allo stato di saturazione d'acqua del terreno è indicato con: **CN III** e può essere valutato con la seguente espressione.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 36 a 56

$$CN_{III} = (23 * CN)/(10 + 0.13 * CN)$$

Che nel caso specifico assume un valore pari a **CN III = 90.00** per il Bacino 1 e **CN III = 91.33** per il Bacino 3. Il coefficiente Φ assume però, con questa metodologia, valori eccessivamente bassi, vista la ridotta durata delle precipitazioni e delle aree. Si propende quindi all'utilizzo della correlazione da letteratura SCS-CN con il coefficiente di afflusso di seguito riportata.

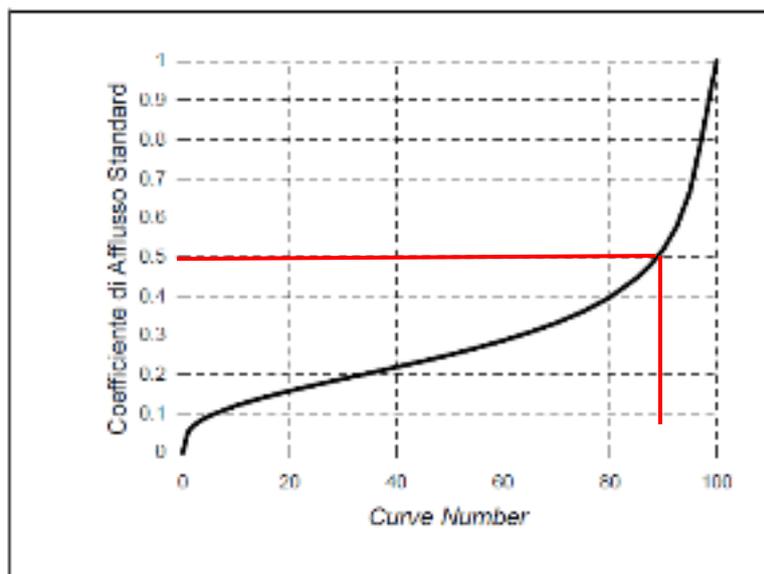


Figura 6-6: Relazione CN/Coefficiente di deflusso

In virtù delle proprietà del terreno esistente, il parametro di afflusso Φ è stato assunto pari a **0.50** come evidenziato nella Figura 3-1.

6.5 Coefficiente di riduzione areale

Per la stima del coefficiente ARF si possono utilizzare le Formule di Wallingford:

$$ARF = 1 - (0.0394S^{0.354})Tc \left(-0.40 + 0.0208 \ln(4.6 - \ln(S)) \right) \text{ per } S < 20 \text{ km}^2$$

$$ARF = 1 - (0.0394S^{0.354})Tc \left(-0.40 + 0.003832(4.6 - \ln(S)) \right) \text{ per } S > 20 \text{ km}^2$$

Data la limitata estensione delle aree utilizzate i calcoli restituiscono un valore prossimo all'unità. Pertanto, il coefficiente ARF viene assunto cautelativamente pari a **1.0**.

6.6 Trasformazione afflussi-deflussi: stima delle portate di progetto

La conformazione debolmente declive del terreno non favorisce l'allontanamento spontaneo delle acque meteoriche dalle aree di impianto tuttavia, la presenza di diversi compluvi naturali che attraversano l'area di impianto limita fortemente la lunghezza dei percorsi di corrivazione, favorendo la concentrazione delle portate e limitando i fenomeni di ristagno; la conformazione

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 37 a 56

del terreno renderà quindi necessario intervenire con la creazione di canalizzazioni per favorire la regimazione del drenaggio superficiale esclusivamente nel settore meridionale dell'area d'impianto.

Per calcolare le portate di scolo relative all'area drenante si è determinata per ognuna di esse l'evento critico, cioè l'evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato, come precedentemente detto, il modello razionale.

Come precedentemente esposto, la valutazione dei volumi di deflusso per ciascuna area è stata effettuata considerando una precipitazione critica di progetto con tempo di ritorno di 200 anni. I risultati ottenuti sono riassunti nelle seguenti tabelle.

Tabella 6-8: Valutazione deflussi Bacino 1

<i>Bacino</i>	<i>Area</i>	<i>ARF</i>	<i>Altezza precipitazione</i>	<i>Intensità</i>	<i>Portata</i>
	[ha]	-	[mm]	[mm/h]	[mc/s]
TR=10	11.05	1.0	16.1	105.8	3.25
TR=50	11.05	1.0	18.6	122.6	3.76
TR=100	11.05	1.0	20.0	131.6	4.04
TR=200	11.05	1.0	21.4	140.6	4.32
TR=500	11.05	1.0	23.3	153.5	4.71

Tabella 6-9: Valutazione deflussi Bacino 3

<i>Bacino</i>	<i>Area</i>	<i>ARF</i>	<i>Altezza precipitazione</i>	<i>Intensità</i>	<i>Portata</i>
	[ha]	-	[mm]	[mm/h]	[mc/s]
TR=10	20.60	1.0	18.4	76.1	4.35
TR=50	20.60	1.0	22.6	93.4	5.34
TR=100	20.60	1.0	24.6	101.7	5.82
TR=200	20.60	1.0	26.6	110.1	6.30
TR=500	20.60	1.0	29.4	121.6	6.96

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 38 a 56

7 VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI

Al fine di garantire il corretto deflusso delle acque meteoriche anche in corrispondenza degli eventi meteorici critici l'area sarà dotata di una rete di scolo costituita da canalette in terra appositamente dimensionate e disposte in modo da assicurare la corretta evacuazione delle portate e scongiurare la formazione di ristagni nei tratti a lieve pendenza e l'insorgenza di fenomeni di ruscellamento ed erosione nei tratti a maggiore pendenza.

La rete di dreno sarà costituita da canalizzazioni e da elementi di convoglio delle acque nel reticolo naturale preesistente. Le acque meteoriche saranno quindi allontanate mediante il convogliamento delle portate residue verso il reticolo idrografico principale che già oggi veicola le medesime a valle delle singole sezioni.

Nel presente studio idraulico sono stati esaminati inoltre i profili di invarianza idraulica e idrologica legati all'intervento in progetto. Infatti, rifacendosi alla direttiva CE 2007/60, è necessario verificare che a seguito di un intervento, le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree interessate dall'intervento nei ricettori naturali o artificiali di valle non siano maggiori di quelle preesistenti, assicurare cioè la cosiddetta "Invarianza Idraulica e idrologica" del sito.

A tal fine si rileva che gli interventi previsti possono essere classificati come interventi con trascurabile impermeabilizzazione potenziale del terreno; in questi casi, data l'esigua quota parte di superficie interessata dalla trasformazione dell'uso del suolo (da Permeabile a Impermeabile), in linea di massima i benefici conseguibili in termini di compensazione dei deflussi non giustificano gli oneri connessi alla previsione di specifiche opere di compensazioni sarà pertanto sufficiente adottare buoni criteri costruttivi delle reti di dreno assicurando adeguato margine di franco nel dimensionamento delle sezioni, riducendo le superfici impermeabili, quali le superfici di viabilità, adottando opportuni criteri realizzativi, quali ad esempio quelli che favoriscano gli effetti di infiltrazione e laminazione delle portate.

A maggior cautela si prevede quindi di sovradimensionare la rete di dreno rispetto alle sole esigenze di trasporto della portata di picco, realizzando nei canali volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle portate in occasione dei picchi di pioggia. A tal fine in corrispondenza dei tiranti idrici massimi, nelle sezioni sarà assicurata un adeguato franco

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 39 a 56

idraulico nelle luci della rete di dreno. Queste previsioni consentono di ipotizzare la costanza dei deflussi sulla rete esistente nelle condizioni ante operam e in quelle post operam. I dati sopraesposti completano il quadro conoscitivo generale utile all'impostazione dello studio idraulico, composto da una fase di acquisizione e archiviazione dei dati territoriali e cartografici, di valutazione del livello di degrado, di antropizzazione e di caratterizzazione topografica e geometrica del sito.

Nel caso in esame, valutate attentamente le condizioni di applicabilità dei differenti modelli di moto, si condurranno le verifiche in condizioni di moto uniforme sulle opere di regimazione delle portate in attraversamento dei rilevati stradali in adeguamento e di nuova realizzazione nonché dei fossi di guardia previsti in progetto, nelle loro differenti configurazioni di pendenza al fine di verificarne la funzionalità idraulica sia in termini di portata sia in termini di velocità.

7.1 Verifica Idraulica in Moto Uniforme delle sezioni

Le condizioni di moto uniforme in un canale si determinano quando l'altezza d'acqua e la velocità si mantengono costanti nello spazio e nel tempo; la superficie libera, pertanto, risulta parallela al fondo. La definizione di moto uniforme ha senso solo se il canale è prismatico. Le caratteristiche cinematiche e dinamiche del moto uniforme saranno evidenziate nel quadro di riepilogo della verifica relativa a ciascuna sezione analizzata.

$$Q = k_s \cdot A(y_0) \cdot [R_H(y_0)]^{2/3} \cdot \sqrt{i_f}$$

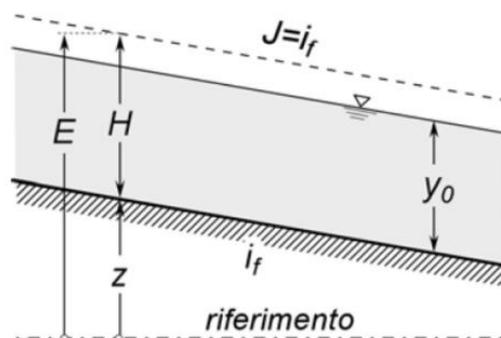


Figura 7-1: Riferimenti di calcolo del moto uniforme.

Nel caso di sezione compatta, il legame tra la velocità (o la portata) e l'altezza d'acqua può essere espresso da una qualsiasi formula di moto uniforme. Qui, in particolare, si farà riferimento alla richiamata formula di Gauckler-Strickler in cui k_s è il coefficiente di scabrezza secondo Strickler, A è l'area della sezione trasversale, R_H il raggio idraulico ($R_H=A/c$, essendo c il perimetro bagnato) e i_f la pendenza del fondo. È importante osservare che, se il canale non

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 40 a 56

è prismatico e la portata è variabile lungo il percorso, non è possibile definire una condizione di moto uniforme. Il coefficiente k_s dovrebbe pertanto essere una “misura” della scabrezza di parete. In realtà nel coefficiente k_s sono normalmente inglobati gli effetti dissipativi di molti fenomeni non inquadrabili come “attrito”. Tra questi, sono da ricordare gli scambi trasversali di quantità di moto prodotti da variazioni geometriche della sezione, dalla presenza di curve, di forme di fondo, di vegetazione e gli effetti dissipativi associati ad instabilità superficiali; nel caso in cui la scabrezza non sia uniformemente distribuita lungo il contorno bagnato come, ad esempio, nel caso di un canale di sezione trapezia con sponde realizzate in materiale diverso da quello del fondo, è necessario stimare un coefficiente di resistenza equivalente k_{eq} in grado di descrivere il legame tra altezza y_0 e portata Q in queste particolari condizioni, si suddivide la sezione complessiva in sottosezioni ciascuna delle quali è delimitata da un contorno a scabrezza omogenea mentre la rimanente parte di contorno è tale per cui lungo lo stesso non si sviluppino sforzi tangenziali.

Tabella 7-1: Alcuni valori significativi del coefficiente di Strickler-Manning

Tipo di superficie	k_s
	$[m^{1/3} \cdot s^{-1}]$
Tecnicamente liscio	110
Plastica	85÷90
Tubi nuovi lisci	80÷90
Tubi degradati	50÷60
Metallo	70
Cemento	65
Cemento usurato	60
Canale	30÷40

La progettazione dei tombini stradali del caso in esame si basa sulla caratterizzazione idrologica riportata nei precedenti paragrafi. In particolare, sono state identificate l'intensità, la durata e la frequenza delle precipitazioni di breve durata e forte intensità (eventi critici), in riferimento al tempo di ritorno sentinella di $T_r = 200$ anni. Il dimensionamento della rete è stato effettuato tramite il confronto tra la portata d'acqua generata dall'evento piovoso sulla superficie drenata dall' $n -$ esimo collettore Q_{ci} (portata critica $i -$ esima) e la portata che lo stesso è in grado di allontanare con un opportuno franco di sicurezza Q_{di} (portata di esercizio $i -$ esima).

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 41 a 56

7.2 Riepilogo delle sezioni verificate tombini stradali

Di seguito sono rese le caratteristiche dimensionali dei tombini considerate per la verifica delle sezioni in esame. Per semplicità esecutive si è optato a una soluzione con scatolare in calcestruzzo prefabbricato di sezione rettangolare avente dimensioni 1,20x1,00 m tipo quelli riportati nella Figura 7-2 la cui scheda tecnica tipologica è riprodotta nella Figura 7-5.

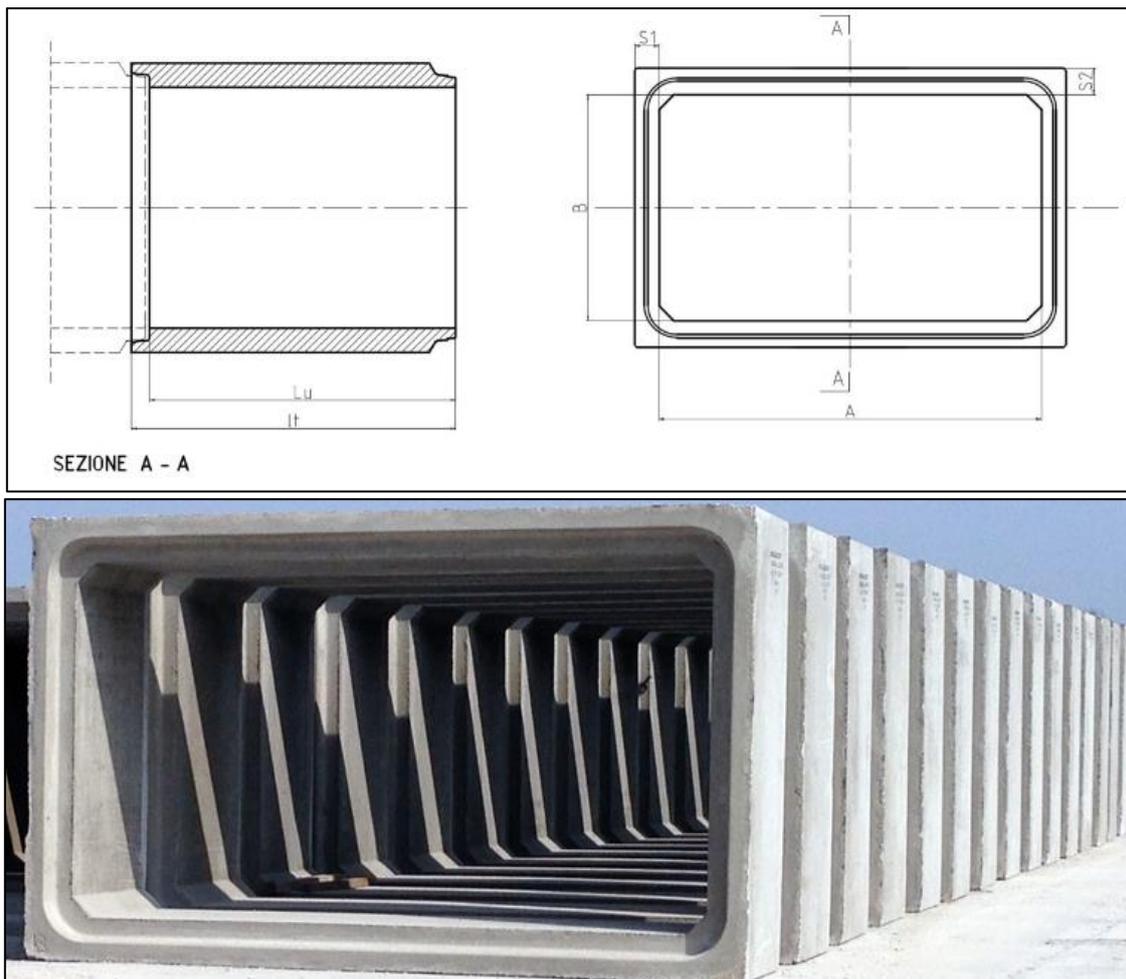


Figura 7-2: Esempio di scatolare.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 42 a 56

Tabella 7-2: Caratteristiche dimensionali tombini stradali caratteristici e portate di verifica adottate.

Sezione di verifica	Tombino 1	Tombino 2
Titolo del lavoro	Impianto Eolico Iglesias	Impianto Eolico Iglesias
Profilo di progetto (Es. Tav.5)	Profilo di progetto	Profilo di progetto
Tratto (es. tratto di valle)	valle	valle
Bacino (riferimento bacino)	Bacino 1 (S=11 ha)	Bacino 3 (S=20 ha)
Tipo Sezione	Rettangolare	Rettangolare
Materiale	Cemento	Cemento
Caratteristiche Canale	Cemento - non in perfette condizioni	Cemento - non in perfette condizioni
Base (se circolare Raggio)	1.20 m	1.20 m
Altezza (se circolare Diametro)	1.00 m	1.00 m
Inclinazione Pareti (in °)	00°	00°
Pendenza di progetto	4.0%	4.0%
Parametro di Scabrezza	Gauckler Strickler	Gauckler Strickler
Scabrezza (Consigliato 70-65)	65	65
$Q_{Tr=10}$ [mc/s]	1.62	2.18
$Q_{Tr=50}$ [mc/s]	1.88	2.67
$Q_{Tr=100}$ [mc/s]	2.02	2.91
$Q_{Tr=200}$ [mc/s]	2.16	3.15
$Q_{Tr=500}$ [mc/s]	2.36	3.48
$Q_{verifica}$ [mc/s]	5.00	5.00

Il franco idraulico destinato alla laminazione delle portate di punta rappresenta un parametro di contenimento delle piene in relazione alla capacità di assorbimento del sistema, favorendo così l'invarianza idraulica complessiva della rete. Si riportano di seguito le verifiche relative a ciascuna delle sezioni fin qui descritte.

Considerando la fase di progetto affrontata in questa sede si può stimare che ogni rilevato stradale sarà dotato di tombino con le medesime caratteristiche dei due tipologici riportati in precedenza: scatolare il CLS della dimensione di 1,20x1,00 m rimandando a una fase di progettazione esecutiva il dettaglio di tale dimensionamento e della rete di dreno di smaltimento lungo i corpi stradali previsti in progetto verso i tombini previsti e i recettori naturali. Si riporta nella Figura 7-3 e Figura 7-4 uno schema di massima delle posizioni previste in questa fase di progetto. Nei sottoparagrafi successivi si riportano le verifiche idrauliche delle

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 43 a 56

sezioni studiate. Come si può notare le dimensioni previste consentono di smaltire le portate con $Tr = 200$ anni con grado di riempimento del 39% nel Tombino 1 e del 49% nel Tombino 3 garantendo così il franco di sicurezza previsto.

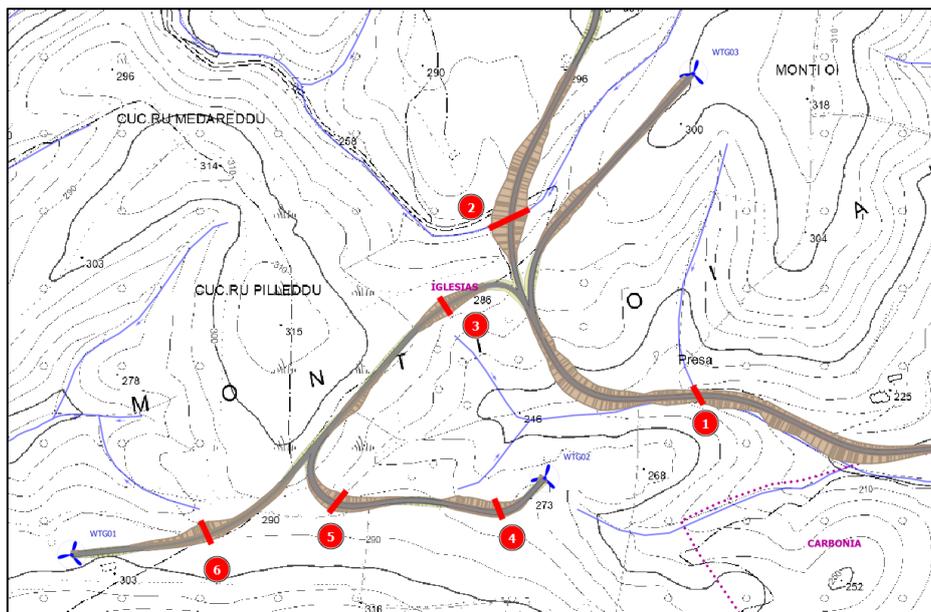


Figura 7-3: Vista planimetrica schematica di sistemazione dei tombini stradali previsti in via preliminare (parte Sud).

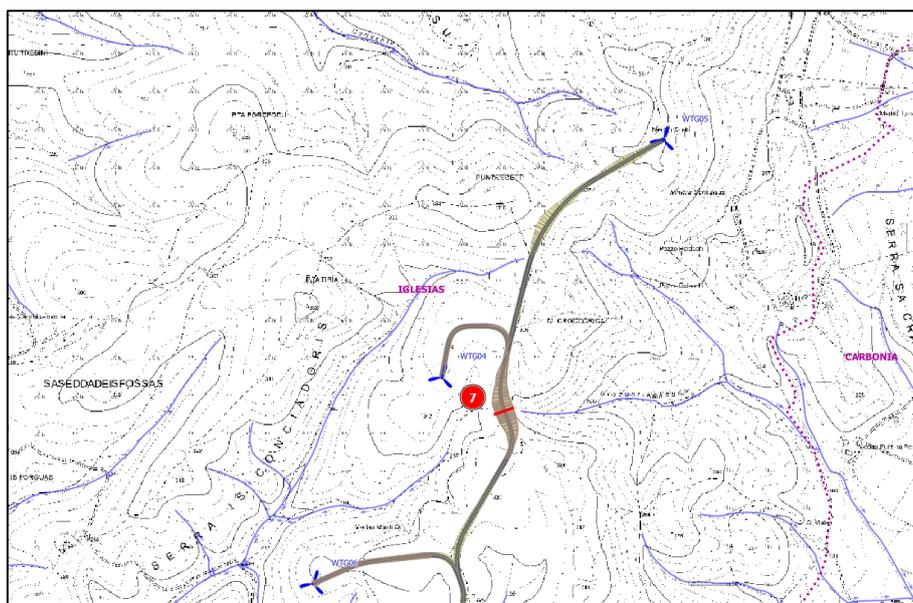


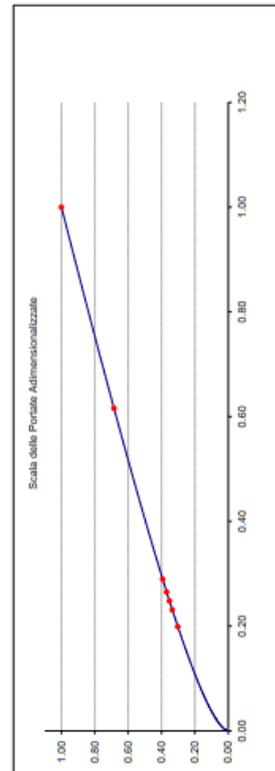
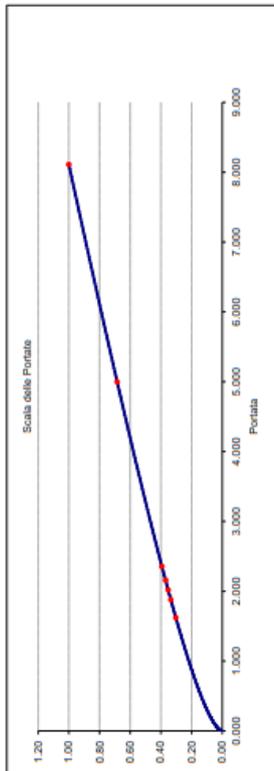
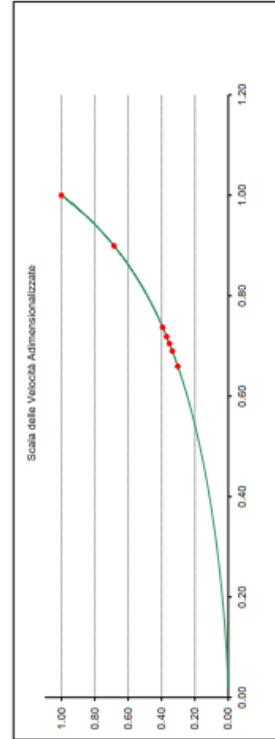
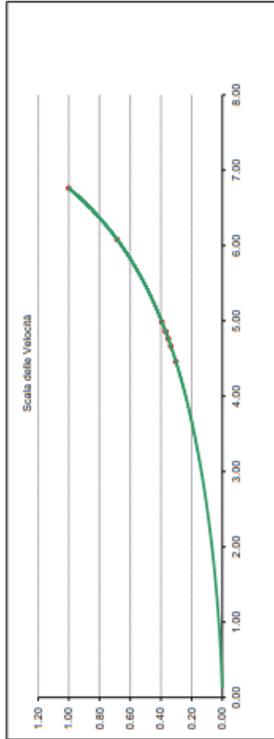
Figura 7-4: Vista planimetrica schematica di sistemazione dei tombini stradali previsti in via preliminare (parte Nord).

7.2.1 Verifica delle sezioni idrauliche TOMBINO 1

Verifica delle sezioni idrauliche: Tombino 1 - Profilo di progetto - Bacino Area A (S=11 ha)

Portate di calcolo [m ³ /s]	Riepilogo dati sezione	
	B	H
Portata Massima	8.112	1.20
Portata di progetto Q1	1.623	1.00
Portata di progetto Q2	1.881	1.00
Portata di progetto Q3	2.019	0.00
Portata di progetto Q4	2.158	4.00%
Portata di progetto Q5	2.356	4.00%
Portata di progetto Q6	5.000	85.00%

Portate Verificate	Riepilogo dati sezione	
	Base	Altezza
Portata di progetto Q1 (Q= 1,62 [m ³ /s])	1.88	1.20
Portata di progetto Q2 (Q= 1,88 [m ³ /s])	1.88	1.20
Portata di progetto Q3 (Q= 2,02 [m ³ /s])	1.88	1.20
Portata di progetto Q4 (Q= 2,16 [m ³ /s])	1.88	1.20
Portata di progetto Q5 (Q= 2,36 [m ³ /s])	1.88	1.20
Portata di progetto Q6 (Q= 5,00 [m ³ /s])	1.88	1.20

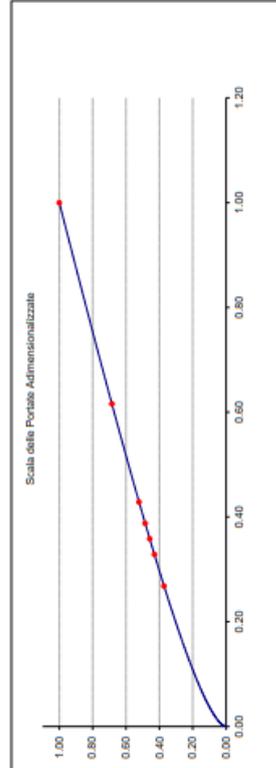
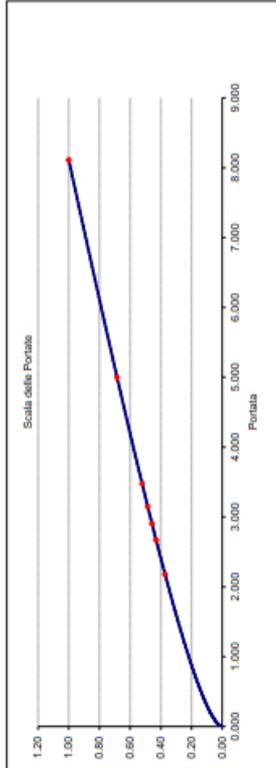
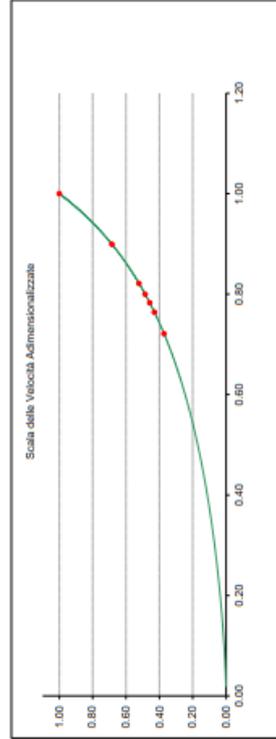
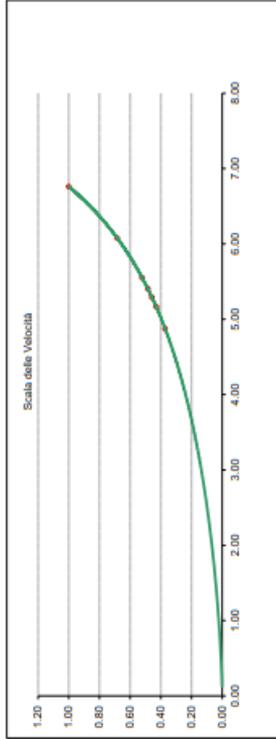


7.2.2 Verifica delle sezioni idrauliche TOMBINO 2

Verifica delle sezioni idrauliche: Tombino 2 - Profilo di progetto - Bacino Area A (S=20 ha)

Portate di calcolo [m ³ /s]	Riepilogo dati sezione	
	Qmax	B
Portata Massima	8.112	1.20 Rettangolare
Portata di progetto Q1	2.180	H
Portata di progetto Q2	2.670	a
Portata di progetto Q3	2.910	-
Portata di progetto Q4	3.150	-
Portata di progetto Q5	3.480	-
Portata di progetto Q6	5.000	-
Portata di verifica	5.000	As

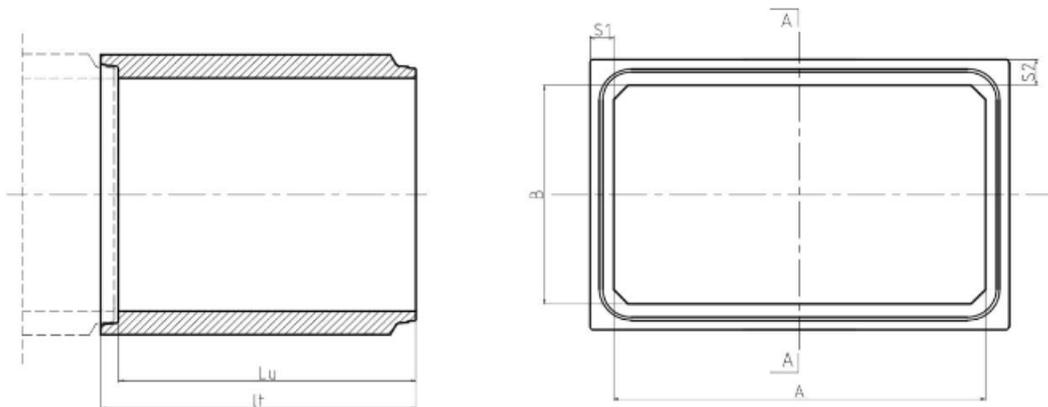
ID Portata	Portate Verificate						Massima portata (Q= 8.11 [m ³ /s])
	Portata di progetto Q1 (Q= 2.18 [m ³ /s])	Portata di progetto Q2 (Q= 2.67 [m ³ /s])	Portata di progetto Q3 (Q= 2.91 [m ³ /s])	Portata di progetto Q4 (Q= 3.15 [m ³ /s])	Portata di progetto Q5 (Q= 3.48 [m ³ /s])	Portata di progetto Q6 (Q= 5.00 [m ³ /s])	
Portata di verifica	2.18	2.67	2.91	3.15	3.48	5.00	8.11
percentuale riempimento	37%	43%	46%	49%	52%	60%	100%
Tirante idrico [m]	0.37	0.43	0.46	0.49	0.52	0.66	1.00
Area bagnata [m ²]	0.45	0.52	0.55	0.58	0.63	0.82	1.20
Contorno bagnato [m]	1.94	2.06	2.12	2.17	2.24	2.57	3.20
Lunghezza Pelo Libero [m]	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Raggio idraulico [m]	0.23	0.25	0.26	0.27	0.28	0.32	0.38
c	50.88	51.61	51.92	52.20	52.55	53.75	55.20
Velocità del flusso [m/s]	4.87	5.17	5.29	5.41	5.55	6.08	6.76
VVr [%]	0.72	0.76	0.78	0.80	0.82	0.90	1.00
Q/Qr	0.27	0.33	0.36	0.39	0.43	0.62	1.00



 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 46 a 56

SCHEDA TECNICA SCATOLARE 120x100x200

Standard - Rinforzato



SEZIONE A - A

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE						CARATTERISTICHE FISICHE	GUARNIZIONE	
A mm	B mm	S1 mm	S2 mm	Lu mm	Lt mm	Peso kg	• mm	sviluppo mm
1200	1000	150	150	2000	2120	3750	22	4450

Calcestruzzo:

Tipo: CEM II/A-LL 42.5 R (UNI EN 197/1)

Resistenza caratteristica a compressione garantita Rck: 55 N/mm²

Durabilità XC4+XA1

Rapporto acqua/cemento: ≤ 0.42

Acciaio (B450C – B450A):

Tensione caratteristica di rottura f_{tk} : 540 N/mm²

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 450 N/mm²



Ricoprimento:

Il manufatto è Carrabile per strade di 1° Categoria con un ricoprimento sull'estradosso da 50cm – 250cm per la versione Standard e 10 cm- 400 cm per la versione Rinforzata.

I Manufatti sono Marcati CE in conformità alla Normativa UNI EN 14844:2006+A1:2008 sistema 4.

Figura 7-5: Scheda tecnica scatolare tipo.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 47 a 56

7.3 Dimensionamento preliminare del fosso di guardia del rilevato in adeguamento in ingresso al parco eolico

Oltre al dimensionamento dei tombini stradali, in questa sede, si valuta il dimensionamento preliminare di un fosso di guardia di rilevato considerato significativo e utile alla regimazione delle portate lungo il 107009_FIUME_7550 prima indicato. Si considera allora il Bacino 2, sotteso dalla sezione in Figura 7-6, dove è inoltre evidenziata l'area di raccolta delle acque di ruscellamento ivi convogliate. Il bacino ha un'estensione di circa **38.00 ha** e comprende anche le acque provenienti dal precedente Bacino 1 suo tributario. Le caratteristiche fisiche del bacino esteso ora in studio sono riassunte nella Tabella 7-3.

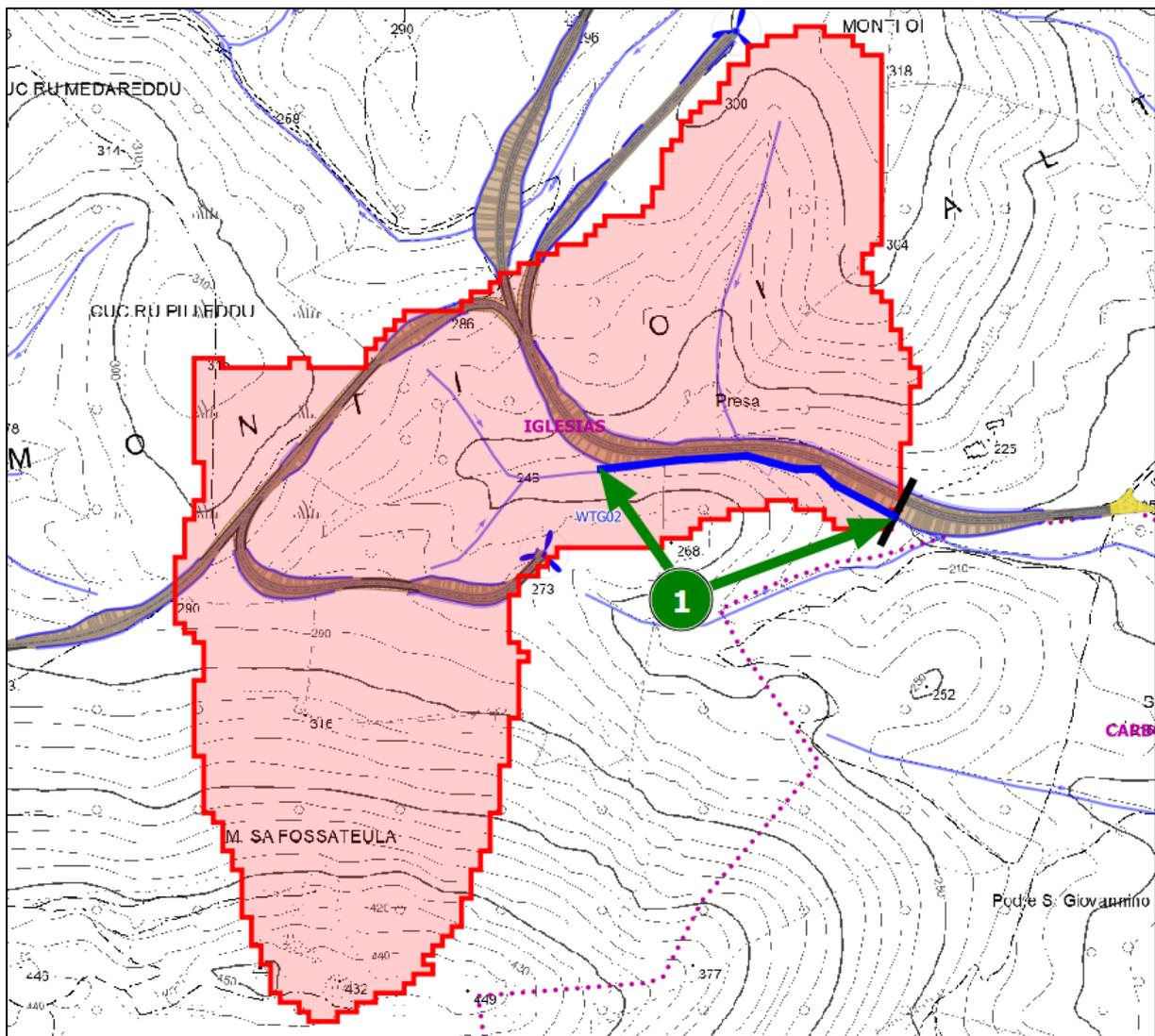


Figura 7-6: Bacino area scolante sottesa dal fosso di guardia da adeguare.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 48 a 56

Tabella 7-3: Dati bacino di riferimento *Bacino fosso di guardia*

Bacino	Superficie (S)	Lunghezza asta principale (L)	Pendenza asta principale (J)	Quota massima (Hx)	Altitudine media (Hm)	Quota sezione chiusura (Hb)
	[km ²]	[km]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]
BACINO FOSSO DI GUARDIA 107009_FIUME_7550	0.380	1.090	22.70	450.92	294.00	203.44

Utilizzando il medesimo modello idrologico studiato in precedenza è possibile stabilire una scala delle portate con valori di coefficiente di afflusso di **0.5** e ARF **1,0**. La Tabella 7-4 riassume i valori delle portate da smaltire nella sezione di chiusura prima individuata.

Tabella 7-4: Valutazione deflussi *Bacino fosso di guardia*

Bacino	Area	ARF	Altezza precipitazione	Intensità	Portata
	[ha]	-	[mm]	[mm/h]	[mc/s]
TR=10	37.99	1.0	19.6	64.8	3.42
TR=50	37.99	1.0	24.8	81.9	4.32
TR=100	37.99	1.0	27.2	89.8	4.74
TR=200	37.99	1.0	29.6	97.8	5.16
TR=500	37.99	1.0	32.9	108.6	5.73

In via preliminare si prevede di realizzare il fosso di guardia costituito da un semplice fosso di drenaggio ricavato sul terreno a seguito di ricalibratura e messa a dimora del rilevato stradale d'ingresso al parco; il fosso è previsto rivestito con geotessuto per l'intera sezione, il fondo in ciottolame di materiale inerte di idonea pezzatura, pareti inclinate con scarpata 3/2 in terra. La superficie al finito verrà inerbita (con idrosemina o tecnica similare) sulle sponde da rivegetare in modo da proteggere dall'azione della corrente e limitare gli effetti dovuti al ruscellamento e l'essiccamento del terreno.

La semina deve essere preceduta dalla preparazione del terreno mediante allontanamento del materiale più grossolano e viene eseguita mediante spargimento manuale a spaglio di una miscela di sementi e di eventuali concimanti organici e/o inorganici in quantità e qualità opportunamente individuate in sede di progettazione esecutiva e di dettaglio. Si riporta nel seguito uno schema di pre-dimensionamento di una sezione tipo del fosso di guardia

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 49 a 56

dimensionato. Nelle pagine seguenti si riportano i dati di dimensionamento con le relative scale delle portate per i tempi di ritorno consueti. Si nota che la sezione è sufficiente a smaltire portate anche di oltre 200 anni con coefficienti di riempimento contenuti. Ulteriori ottimizzazioni possono essere valutate in sede di progettazione esecutiva e di dettaglio.

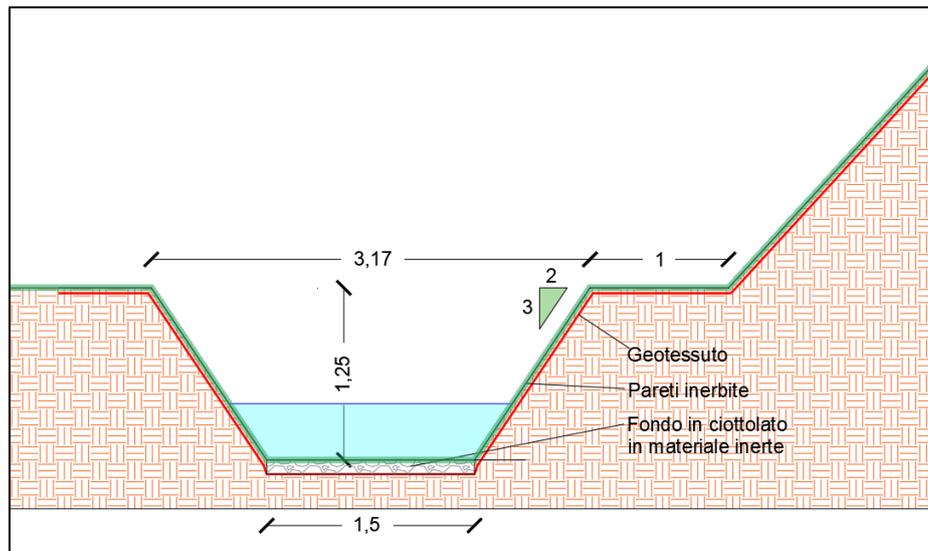


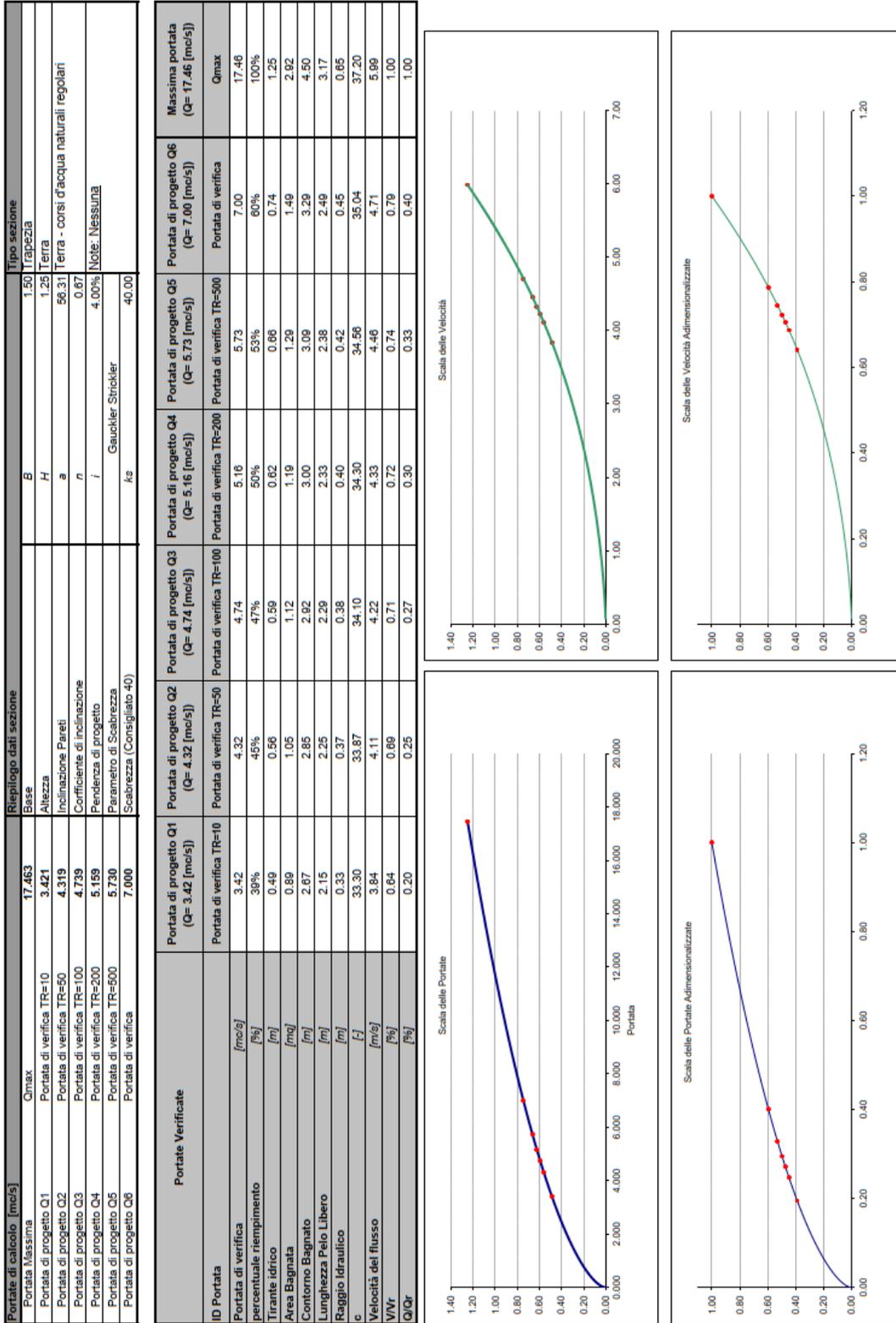
Figura 7-7: Sezione tipo di pre-dimensionamento del fosso di guardia

Tabella 7-5: Caratteristiche dimensionali fosso di guardia rilevato

Sezione di verifica	Fosso di guardia
Bacino (riferimento bacino)	Bacino Fosso di guardia (S=38 ha)
Tipo Sezione	Trapezia
Materiale	Terra
Caratteristiche Canale	Terra - corsi d'acqua naturali regolari
Base (se circolare Raggio)	1.50
Altezza (se circolare Diametro)	1.25
Inclinazione Pareti (in °)	56°
Pendenza di progetto	4.000%
Parametro di Scabrezza	Gauckler Strickler
Scabrezza (Consigliato 40)	40.00
$Q_{Tr=10}$ [mc/s]	3.42
$Q_{Tr=50}$ [mc/s]	4.32
$Q_{Tr=100}$ [mc/s]	4.74
$Q_{Tr=200}$ [mc/s]	5.16
$Q_{Tr=500}$ [mc/s]	5.73
$Q_{verifica}$ [mc/s]	6.00

7.3.1 Verifica delle sezioni idrauliche fosso di guardia

Verifica delle sezioni idrauliche: Canaletta 1 - Profilo di progetto - Bacino Fosso di guardia (S=38 ha)



 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 51 a 56

8 VALUTAZIONE DEL PROGETTO AI FINI PAI

8.1 Pericolosità geomorfologica e da frana

L'analisi dello stato di fatto dei luoghi sulla base delle evidenze cartografiche disponibili ha messo in evidenza che gli interventi in progetto interferiscono perlopiù con aree caratterizzate da una pericolosità da frana di tipo moderato Hg1, solo in limitati casi per il tipo Hg2.

Con riferimento alle opere da realizzare in aree a pericolosità media (Hg2) da frana, le norme di attuazione del PAI (art. 33) consentono, tra gli altri, alcuni interventi a rete o puntuali, pubblici o di interesse pubblico, di caratteristiche assimilabili alle opere proposte a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici (art. 33 comma 3 lettera a). Per tali opere, è richiesta la redazione dello studio di compatibilità geologica e geotecnica (art. 33 comma 5 lettera b), formante parte integrante del presente progetto.

L'analisi geologica e geomorfologica non ha evidenziato situazioni di instabilità gravitativa in atto e/o potenziali che potrebbero compromettere la realizzazione delle opere in oggetto.

8.2 Pericolosità Idraulica

Sulla base delle evidenze cartografiche disponibili ha messo in evidenza che gli interventi in progetto interferiscono perlopiù con aree caratterizzate da una pericolosità idraulica secondo l'art. 30Ter delle NTA nei tratti montani dei corsi d'acqua interessati dall'intervento nell'area di impianto così come mappati dalle cartografie degli Studi di Variante al PAI secondo le aree di prima salvaguardia. Gli interventi ammessi nelle, more dell'art. 27 c. 3 lett. e bis), g) ed h) delle NTA del PAI, prevedono che possano mettersi in atto interventi antropici:

ARTICOLO 27 Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)

[...]

3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:
 - e bis. gli interventi di ampliamento della piattaforma viaria di attraversamenti esistenti, a seguito di realizzazione di opere quali allargamento delle corsie e della banchina, realizzazione di marciapiedi e di corsie ciclabili anche in aggetto, con la prescrizione che non vi sia riduzione della sezione idraulica, che sia verificato il fatto che le nuove opere non determinino sul ponte possibili effetti negativi di tipo idrostatico e dinamico indotti dalla corrente e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di interventi di sostituzione totale e/o adeguamenti straordinari dell'attraversamento esistente; tali interventi sono ammissibili nel rispetto delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC) di cui all'art. 52 del D.P.R. n. 380/2001 e delle relative circolari applicative, a condizione che sia redatta

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 52 a 56

una relazione asseverata avente i contenuti tecnici di cui alla "Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza delle infrastrutture esistenti di attraversamento viario o ferroviario del reticolo idrografico della Sardegna né delle altre opere interferenti".

- g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale; che eventuali manufatti connessi alla gestione e al funzionamento delle condotte e dei cavidotti emergano dal piano di campagna per un'altezza massima di un metro e siano di ingombro planimetrico strettamente limitato alla loro funzione; che i componenti tecnologici, quali armadi stradali prefabbricati, siano saldamente ancorati al suolo o agli edifici, in modo da evitare scalzamento e trascinamento, abbiano ridotto ingombro planimetrico e altezza massima strettamente limitata alla loro funzione tecnologica e, comunque, siano tali da non ostacolare, in maniera significativa il deflusso delle acque; che, nelle situazioni di parallelismo, le condotte e i cavidotti non ricadano in alveo, né in area golenale; che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;
- h. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale; che eventuali manufatti connessi alla gestione e al funzionamento delle condotte e dei cavidotti emergano dal piano di campagna per una altezza massima di un metro e siano di ingombro planimetrico strettamente limitato alla loro funzione; che i componenti tecnologici, quali armadi stradali prefabbricati, siano saldamente ancorati al suolo o agli edifici in modo da evitare scalzamento e trascinamento, abbiano ridotto ingombro planimetrico e altezza massima strettamente limitata alla loro funzione tecnologica e comunque siano tali da non ostacolare in maniera significativa il deflusso delle acque; che, nelle situazioni di parallelismo, le condotte e i cavidotti non ricadano in alveo né in area golenale; che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.

In considerazione del fatto che le interferenze segnalate più sopra riguardano principalmente tratti montani con alveo scavato e ben delimitato e che le portate a valle delle opere previste non superano i $50 \text{ m}^3/\text{s}$ è ragionevole considerare le opere idrauliche da prevedere in fase esecutiva possano essere ricomprese nella tipologia dei *tombini* così come definito nella Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

È possibile applicare l'art. 21 c. 3 dell'NTA del PAI, secondo il quale non è richiesta la redazione dello studio di compatibilità idraulica previsto all'art. 24 e, pertanto, non è necessario il parere dell'Autorità di Bacino a patto che questi vengano dimensionati esclusivamente nel rispetto delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni di cui all'art. 52 del D.P.R. n. 380/2001 e delle relative circolari applicative. A tal proposito si lascia al livello di progettazione esecutiva il dimensionamento finale delle opere

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 53 a 56

idrauliche relative agli attraversamenti analizzati, garantendo il rispetto dei vincoli imposti dall'art. 21 delle NTA del PAI e le seguenti indicazioni richiamate nella citata Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.:

C5.1 PONTI STRADALI

C5.1.2 PRESCRIZIONI GENERALI

C5.1.2.3 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

[...]

Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti. La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.

Oltre a quanto previsto per gli attraversamenti dalla Norma, nella Relazione idraulica è opportuno siano considerati anche i seguenti aspetti:

- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;
- sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua.
- per sezioni di area maggiore a 1,5 m² è da garantire la praticabilità del manufatto;
- il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 54 a 56

9 CONCLUSIONI

Le analisi dello stato di fatto dei luoghi, fatte sotto il profilo geologico, idrogeologico ed idraulico eseguite sulla base delle cartografie disponibili, permettono di affermare che le opere di progetto risultano nel complesso compatibili con l'assetto geologico ed idraulico delle aree di interesse.

Per quanto riguarda la pericolosità da frana, la quasi totalità delle opere di progetto ricadono in aree codificate come Hg1 con pericolosità moderata ove i fenomeni franosi rilevati o potenziali sono da considerarsi marginali, e nello specifico ove i sopralluoghi svolti confermano l'assenza di fenomeni attivi.

Sulla base di quanto sopra, e delle valutazioni di carattere geologico, si può constatare la compatibilità geologica del progetto. Si ricorda tuttavia che le conclusioni della relazione geologica raccomandano l'esecuzione in fase esecutiva di indagini geognostiche di verifica dei terreni di fondazione per ciascun aerogeneratore.

Per quanto riguarda la Pericolosità Idraulica sono state censite sia le interferenze del tracciato di cavidotto dal parco eolico fino alla stazione di Step-Up; tali interferenze con il reticolo idrografico verranno superate con tratti in scavo con microtunneling (No-Dig). Le altre interferenze all'interno delle aree del parco saranno gestite con canalette di dreno, tombini stradali e fossi di guardia per i quali si è fornito un dimensionamento di massima rimandando l'analisi di dettaglio a fasi successive di progettazione esecutiva. Tale scelta si è resa necessaria in quanto non sono disponibili rilievi dettagliati della morfologia del terreno se non quelli forniti dalla RAS nel Geoportale istituzionale. La scelta dei tombini stradali è stata presa come soluzione in considerazione del fatto che le interferenze segnalate più sopra riguardano principalmente tratti montani con alveo scavato e ben delimitato e che le portate a valle delle opere previste non superano i 50 m³/s è ragionevole considerare le opere idrauliche da prevedere in fase esecutiva possano essere ricomprese nella tipologia dei tombini così come definito nella Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s.

È possibile applicare l'art. 21 c. 3 dell'NTA del PAI, secondo il quale non è richiesta la redazione dello studio di compatibilità idraulica previsto all'art. 24 e, pertanto, non è necessario il parere dell'Autorità di Bacino a patto che questi vengano dimensionati esclusivamente nel

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 55 a 56

rispetto delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni di cui all'art. 52 del D.P.R. n. 380/2001 e delle relative circolari applicative. A tal proposito si lascia al livello di progettazione esecutiva il dimensionamento finale delle opere idrauliche relative agli attraversamenti analizzati, garantendo il rispetto dei vincoli imposti dall'art. 21 delle NTA del PAI e le seguenti indicazioni richiamate nella citata Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP..

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-43	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Page 56 a 56

10 PRECISAZIONI

Il presente documento è stato preparato da WSP E&IS per SKI 21 S.r.l. unicamente per gli scopi previsti dal contratto che regola la prestazione del presente servizio. Nessun'altra garanzia, espressa o implicita, diversa da quella definita nel contratto, viene data da WSP E&IS in relazione ai contenuti oggetto del presente documento o su qualsiasi altro servizio fornito da WSP E&IS. Il presente documento non potrà essere utilizzato da terze parti senza il previo ed espresso accordo scritto di WSP E&IS.

Le valutazioni effettuate sono basate sulle informazioni ricevute da SKI 21 S.r.l. in relazione alle quali WSP E&IS non assume alcun tipo di responsabilità. Qualora intervengano significative variazioni rispetto alle informazioni utilizzate relativamente al sito, il presente documento dovrà essere aggiornato.