



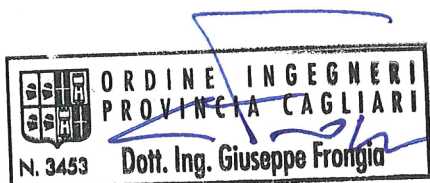
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN  
IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 99 MW  
DENOMINATO “PERDA PINTA” DA REALIZZARSI NEL  
COMUNE DI NUORO (NU) CON LE RELATIVE OPERE DI  
CONNESSIONE ELETTRICHE.

## RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Rev. 0.0

Data: Novembre 2022

WIND008-RC13



Committente:

**Nuoro Wind S.r.l.**  
Corso di Porta Vittoria n. 9  
20122 Milano (MI)  
C. F. e P. IVA: 12332370969  
PEC: nuorosrl@mailcertificata.net

Incaricato:

**Queequeg Renewables, ltd**  
Unit 3.03, 1110 Great West Road  
TW80GP London (UK)  
Company number: 111780524  
email: mail@quenter.co.uk

Progettazione e SIA:

**I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.**



www.iatprogetti.it

**PROGETTAZIONE:**

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore Tecnico)

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Pian. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Veronica Fais

Ing. Gianluca Melis

Ing. Andrea Onnis

Pian. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

**COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:**

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Maria Francesca Lobina e Dott. Geol. Mauro Pompei

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Caratterizzazione pedologica: Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti archeologici: Dott. Matteo Tatti

**SOMMARIO**

1	PREMESSA.....	4
2	Determinazione della portata di piena .....	6
2.1	Determinazione dell'altezza di pioggia critica.....	10
2.2	Determinazione della pioggia ragguagliata.....	11
2.3	Coefficiente di deflusso.....	12
3	Verifiche idrauliche.....	14
3.1.1	Verifica attraversamento 2 .....	15
3.1.2	Verifica attraversamento 3 .....	16
3.1.3	Verifica attraversamento 4 .....	17
4	Ammissibilità degli interventi rispetto alle norme pai .....	18

## 1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto ai fini dell'espletamento della procedura di VIA concernente la realizzazione del parco eolico denominato "Perda Pinta" da ubicarsi in territorio comunale di Nuoro (NU).

Il progetto proposto prevede l'installazione di n. 15 turbine di grande taglia della potenza nominale di 6.6 MW ciascuna, posizionate su torri di sostegno metalliche dell'altezza indicativa di 135 m, per una potenza in immissione di 99,0 MW coincidente con la potenza elettrica in immissione stabilita dal preventivo di connessione rilasciato dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (Terna) con codice pratica 202101526 del 21/07/2022.

Il presente studio idrologico/idraulica illustra i criteri per il calcolo delle portate di piena ed il dimensionamento delle opere idrauliche previste nell'ambito della realizzazione del parco eolico da ubicarsi in territorio comunale di Nuoro (NU)

Le opere idrauliche si riferiscono agli attraversamenti delle strade di accesso alle postazioni eoliche con il reticolo idrografico della Regione Sardegna. Nello specifico sono stati individuati quattro attraversamenti indicati in Figura 1.1 e Figura 1.2.



**Figura 1.1 – Schema della viabilità di accesso all'area di progetto (area centrale dell'impianto).**



**Figura 1.2 – Schema della viabilità di accesso all’area di progetto (area nord dell’impianto).**

- Attraversamento 1: Situato nella zona centrale dell’area dell’impianto, nel stradello di accesso agli aerogeneratori WTG007, WTG008 e WTG010. In corrispondenza dell’attraversamento non sono previste modifiche della viabilità e non si andrà ad alterare il regime di deflusso superficiale dell’area.
- Attraversamento 2: Situato nella zona centrale dell’area dell’impianto, nel nuovo stradello di accesso agli aerogeneratori WTG008 e WTG010. Nell’attraversamento verrà realizzato un guado.
- Attraversamento 3: Situato nella zona centrale dell’area dell’impianto, nel nuovo stradello di accesso agli aerogeneratori WTG008 e WTG010. Nell’attraversamento verrà realizzato un guado.
- Attraversamento 4: Situato nella zona nord dell’area dell’impianto, nel nuovo stradello di accesso all’aerogeneratore WTG015. Nell’attraversamento verrà realizzato un guado.

Per gli attraversamenti 2, 3 e 4 è stata determinata la portata di piena corrispondente ai diversi tempi di ritorno definiti dal PAI e sono state effettuate le verifiche idrauliche per definire il livello idrico degli attraversamenti.

## 2 Determinazione della portata di piena

La portata è stata stimata simulando, mediante un modello deterministico a fondamento cinematico, il processo di trasformazione afflussi-deflussi che avviene nel bacino idrografico.

Le ipotesi di base del metodo sono:

- a) la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- b) ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione in cui essa è caduta;
- c) la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna scorre indipendentemente dalle altre;
- d) la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura.

La portata di massima piena che scaturisce dalle suddette ipotesi è fornita dalla relazione:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \psi \cdot \frac{h_{T_c}}{T_c} \cdot S \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove:

- $T_c$  = tempo di corrivazione [ore]
- $S$  = superficie del bacino [ $\text{km}^2$ ]
- $h_{T_c}$  = pioggia critica di durata  $T_c$  [mm]
- $\psi$  = coefficiente di deflusso.

Lo ietogramma di progetto per la stima del coefficiente di afflusso è di tipo rettangolare, ovvero l'intensità della pioggia si suppone costante durante tutta la durata dell'evento meteorico. Questa ipotesi è applicabile al regime idrologico della Sardegna poiché le piogge presentano prevalentemente breve durata e alta intensità. Le perdite del bacino nella trasformazione afflussi-deflussi verranno pertanto stimate sotto forma di percentuale dell'afflusso meteorico totale, utilizzando il metodo del Curve Number (CN) sviluppato dal Soil Conservation Service nel 1985, e il coefficiente  $F$  assumerà un valore nell'intervallo  $0 \div 1$ .

Il metodo cinematico solitamente ben si adatta alle stime di portata di piena dei piccoli bacini, fra i quali, con un criterio del tutto empirico possono essere classificati i bacini di estensione massima pari a qualche centinaio di  $\text{Km}^2$ , mentre per bacini di maggiori dimensioni fornisce risultati che in genere risultano sovrastimati.

Il tempo di corrivazione  $t_c$  può essere stimato utilizzando varie formule esistenti in letteratura, ognuna applicabile in misura maggiore o minore a seconda delle caratteristiche del bacino.

In fase progettuale verrà adottato il valore di  $t_c$  più idoneo in relazione alle caratteristiche morfometriche del tipo di bacino in esame.

Per la determinazione del tempo di corrivazione  $T_c$  sono state utilizzate le formule sotto elencate:

Formule di Ventura: 
$$T_c = 0.1272 \left( \frac{S}{i_m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad [\text{ore}]$$

Formula di Giandotti: 
$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{(H_m - H_0)}} \quad [\text{ore}]$$

Formula di Viparelli: 
$$T_c = \frac{L}{3.6V} \quad [\text{ore}]$$

(dove  $V$  è la velocità media di scorrimento è stata imposta pari a 1.0 m/s)

Formula di Pasini: 
$$T_c = \frac{0.108(SL)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{i_m}} \quad [\text{ore}]$$

Formula VAPI: 
$$T_c = 0.212 S^{0.231} \left( \frac{H_m}{i_m} \right)^{0.289} \quad [\text{ore}]$$

I bacini con la sezione di chiusura in corrispondenza degli attraversamenti sono individuati nelle figure di seguito riportate.

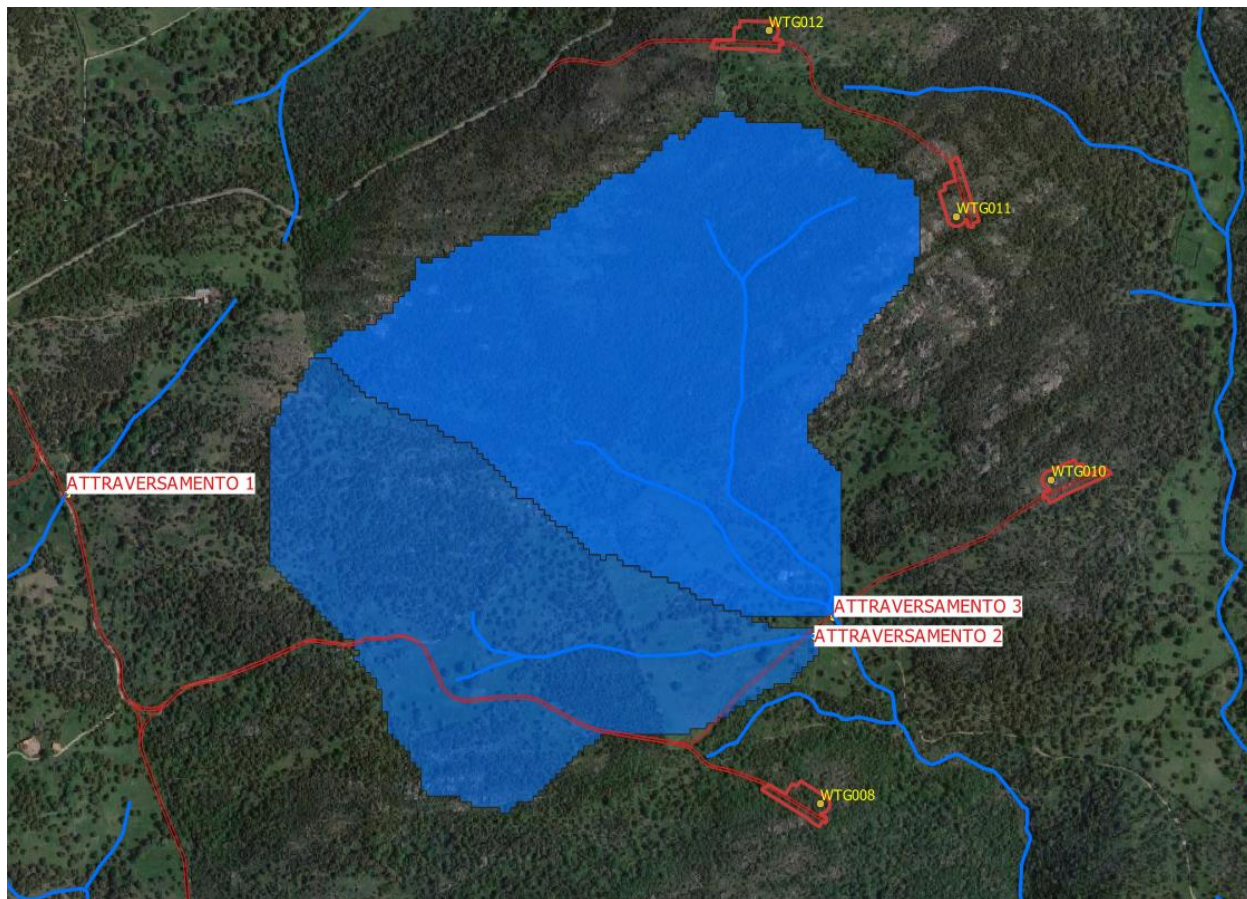


Figura 2.1 – Planimetria con individuazione dei bacini idrografici degli attraversamenti 2 e 3





Figura 2.2 – Planimetria con individuazione del bacino idrografico Attraversamento 4

Le caratteristiche morfologiche del bacino sono di seguito indicate:

		ATTRAVERS. 2	ATTRAVERS. 3	ATTRAVERS. 4	
Superficie bacino	S=	0.379	0.552	0.412	Km <sup>2</sup>
Altitudine massima	H <sub>MAX</sub> =	826.000	827.000	790.000	m s.l.m.
Altitudine minima	H <sub>0</sub> =	720.000	720.000	719.000	m s.l.m.
Altitudine media	H <sub>m</sub> =	770.581	786.796	748.039	m s.l.m.
Pendenza media del bacino drenante	i <sub>VERSANTE</sub> =	11.323	12.524	8.473	%
Lunghezza asta principale	L=	1.405	1.172	1.476	km
Pendenza media dell'asta principale	i <sub>m</sub> =	0.0624	0.0866	0.0407	m/m

**Tabella 2.1 Caratteristiche morfologiche dei bacini**

I valori ricavati pertanto sono i seguenti:

Tempo di corrivazione		ATTRAVERS. 2	ATTRAVERS. 3	ATTRAVERS. 4
SCS	[ore]	0.423	0.353	0.516
Ventura	[ore]	0.314	0.321	0.405
<b>Giandotti</b>	<b>[ore]</b>	<b>0.803</b>	<b>0.723</b>	<b>1.109</b>
Viparelli	[ore]	0.260	0.217	0.273
Pasini	[ore]	0.351	0.317	0.453
VAPI	[ore]	2.580	2.574	2.949

**Tabella 2.2 Tempi di corrivazione**

Per la determinazione dell'altezza critica è stato utilizzato il tempo di corrivazione ottenuto dalla formula di Giandotti.

## 2.1 Determinazione dell'altezza di pioggia critica

Per quanto riguarda la determinazione dell'altezza di pioggia critica lorda  $h_{Tc}$  da utilizzare per l'applicazione della formula razionale si fa usualmente ricorso alle curve di possibilità pluviometrica ricavate utilizzando la distribuzione TCEV.

La pioggia lorda  $h$  viene ricavata dalla nota formula:

$$h(T_p) = a \cdot T_p^n$$

dove:

$$\begin{cases} a = a_1 \cdot a_2 \\ n = n_1 + n_2 \end{cases}$$

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$ $n=-0.18488+0.22960*\text{Log}(T)-3.3216*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$ $n=-1.0469*10^{-2}-7.8505*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$ $n=-0.18722+0.24862*\text{Log}(T)-3.36305*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$ $n=-6.3887*10^{-3}-4.5420*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$ $n=-0.19060+0.264438*\text{Log}(T)-3.8969*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$ $n=1.4929*10^{-2}+7.1973*10^{-3}*\text{Log}(T)$

**Tabella 2.3 Curve di possibilità pluviometrica TCEV**

I valori di  $a_1$  e  $n_1$  si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera  $\mu_g$  data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0,886 \cdot 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log \mu_g$$

Per quanto riguarda  $a_2$  e  $n_2$  si determinano con relazioni differenti per tempi di ritorno TR maggiori o minori di 10 anni, per durate di pioggia  $T_p$  maggiori o minori di 1 ora e a seconda delle 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna.

I bacini dei corsi d'acqua che interessano i territori comunali interessati dal parco eolico ricadono nella sottozona SZO 3, dalla tabella sopra riportata le espressioni di  $a_2$  e  $n_2$  per  $T_p$ , che nel metodo cinematico è posto pari al  $T_c$ , inferiore di 1 ora sono:

per la sottozona 1

$$a_2 = 0,40926 + 1,4141 \log TR$$

$$n_2 = -0,19060 + 0,264438 (\log TR) - 3,8969*10^{-2}*\text{Log}^2(\text{Tr})$$

## 2.2 Determinazione della pioggia ragguagliata

La determinazione della pioggia ragguagliata è stata condotta secondo la formula proposta dal Department of Environment Water Council (DEWC) nel 1981, applicabile a bacini con area totale  $1 \text{ [Km}^2\text{]} < A < 100 \text{ [Km}^2\text{]}$ , e pertanto applicabile al bacino in esame. È necessaria la stima di un coefficiente  $r$  da moltiplicare per l'altezza di pioggia lorda  $h$ .

$$r(\tau, A_b) = 1 - f_1 \tau^{-f_2}$$

dove

$$f_1 = 0.0394 Ab^{0.354}$$

$$f_2 = 0.4 - 0.0208 (4.6 - \ln Ab) \quad \text{per} \quad Ab < 20 \text{ [Km}^2\text{]}$$

Ab è l'area del bacino espressa in [Km<sup>2</sup>];

$\tau$  è la durata della pioggia lorda in ore.

R è il coefficiente di riduzione areale

### 2.3 Coefficiente di deflusso

Per la stima delle perdite si è applicato il metodo del Curve Number (CN) indicato dal Soil Conservation Service (SCS, 1975, 1985) considerando la condizione più critica di umidità antecedente del suolo, ovvero corrispondente alla condizione AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo III, indicativa di un suolo saturo. L'uso suolo è stato ricavato dalla carta regionale Curve Number suddivisa in 72 classi, contenute in 4 livelli gerarchici. Cautelativamente sono stati utilizzati valori di curve number associati alla capacità di assorbimento tipo C.

L'altezza  $h_{n,r}$  di pioggia netta è stata pertanto calcolata secondo la seguente relazione (SCS):

$$h_{n,r} = \frac{(h_{l,r}(\tau) - I_a)^2}{h_{l,r}(\tau) - I_a + S}$$

dove l'altezza ragguagliata delle perdite iniziali  $I_a$  ed il parametro  $S$ , sono forniti, in mm, dalle seguenti espressioni:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \qquad I_a = 0.2S$$

Per i bacini sono stati adottati i seguenti coefficienti Curve Number:

Bacino 2: CNIII=86.91

Bacini 3: CNIII=86.51

Bacino 7: CNIII=86.51

Di seguito si riportano le tabelle, riassuntiva dei risultati ottenuti col metodo cinematico.

**BACINO ATTRAVERSAMENTO 2**

Tempo di ritorno	Frattile	Coefficienti metodo TCEV				Pioggia lorda	Pioggia lorda '	Pioggia netta	Coeff. di deflusso	Portata di progetto	contributo unitario
		a1	n1	a2	n2						
[anni]						[mm]	[mm]	[mm]		[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
50	0.980	24.3113	0.4129	2.3531	0.1462	50.616	49.083	21.542	0.439	2.824	7.45
100	0.990	24.3113	0.4129	2.6975	0.1824	57.566	55.823	26.849	0.481	3.520	9.28
200	<b>0.995</b>	<b>24.3113</b>	<b>0.4129</b>	<b>3.0419</b>	<b>0.2115</b>	<b>64.503</b>	<b>62.550</b>	<b>32.353</b>	<b>0.517</b>	<b>4.242</b>	<b>11.19</b>
500	0.998	24.3113	0.4129	3.4972	0.2392	73.709	71.478	39.907	0.558	5.232	13.80

**Tabella 2.4 Portate di piena attraversamento 2****BACINO ATTRAVERSAMENTO 3**

Tempo di ritorno	Frattile	Coefficienti metodo TCEV				Pioggia lorda	Pioggia lorda '	Pioggia netta	Coeff. di deflusso	Portata di progetto	contributo unitario
		a1	n1	a2	n2						
[anni]						[mm]	[mm]	[mm]		[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
50	0.980	24.3113	0.4129	2.3531	0.1462	47.729	46.014	18.675	0.406	3.956	7.17
100	0.990	24.3113	0.4129	2.6975	0.1824	54.076	52.133	23.320	0.447	4.940	8.96
200	<b>0.995</b>	<b>24.3113</b>	<b>0.4129</b>	<b>3.0419</b>	<b>0.2115</b>	<b>60.408</b>	<b>58.237</b>	<b>28.153</b>	<b>0.483</b>	<b>5.964</b>	<b>10.81</b>
500	0.998	24.3113	0.4129	3.4972	0.2392	68.829	66.355	34.827	0.525	7.378	13.38

**Tabella 2.5 Portate di piena attraversamento 3****BACINO ATTRAVERSAMENTO 4**

Tempo di ritorno	Frattile	Coefficienti metodo TCEV				Pioggia lorda	Pioggia lorda '	Pioggia netta	Coeff. di deflusso	Portata di progetto	contributo unitario
		a1	n1	a2	n2						
[anni]						[mm]	[mm]	[mm]		[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
50	0.980	24.3113	0.4129	2.3531	0.0027	59.724	58.068	28.018	0.482	2.891	7.02
100	0.990	24.3113	0.4129	2.6975	0.0005	68.450	66.553	34.992	0.526	3.611	8.76
200	<b>0.995</b>	<b>24.3113</b>	<b>0.4129</b>	<b>3.0419</b>	<b>-0.0016</b>	<b>77.172</b>	<b>75.033</b>	<b>42.204</b>	<b>0.562</b>	<b>4.355</b>	<b>10.57</b>
500	0.998	24.3113	0.4129	3.4972	-0.0045	88.697	86.238	52.012	0.603	5.368	13.03

**Tabella 2.6 Portate di piena attraversamento 4**

### 3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche sono state eseguite sulla base dei risultati riportati nel paragrafo dei calcoli idrologici. La portata di piena calcolata per un tempo di ritorno di 200 anni è pari a:

Tempo di ritorno	Portata Bacino 2 [mc/s]	Portata Bacino 3 [mc/s]	Portata Bacino 4 [mc/s]
Tr 200 anni	4.24	5.96	4.35

**Tabella 3.1 Portata di piena simulazione**

La verifica idraulica dei tratti a pelo libero in progetto è stata effettuata utilizzando la formula di Chezy-Bazin che assume la seguente formula:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad \text{dove:}$$

Q = portata (mc/s);

A = sezione bagnata

C = contorno bagnato

R = raggio idraulico = A/C

i = pendenza del collettore

$\chi$  = coefficiente di scabrezza calcolato come segue:

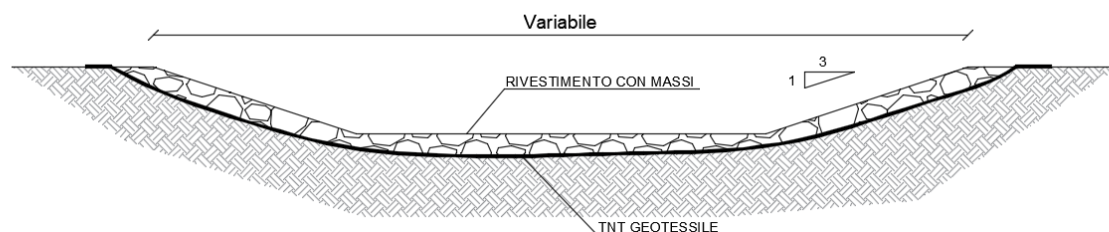
$$\chi = k_s \cdot R^{1/6} \quad \text{dove:}$$

$k_s$  = coefficiente di Strikler.

Nel caso particolare si è adottato un valore del coefficiente di Strikler pari a 50 per i guadi con rivestimento in pietrame.

Le verifiche sono state eseguite con la portata con tempo di ritorno 200 anni.

#### Particolare guado



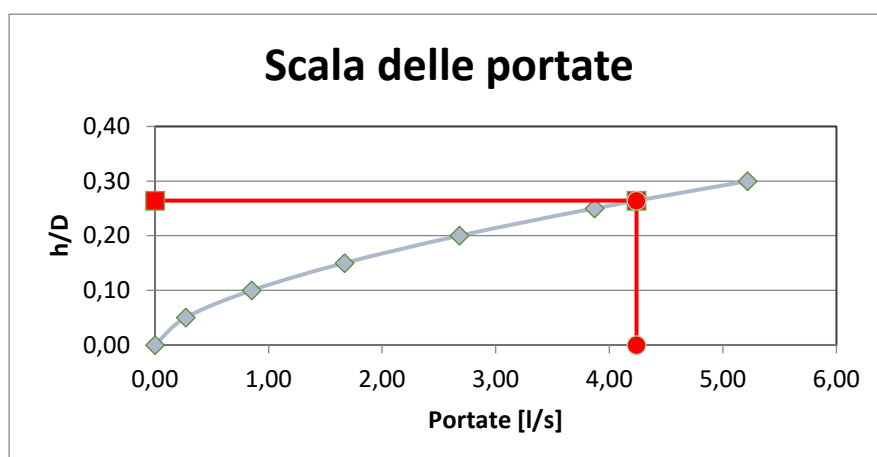
**Figura 3.1 – Particolare guado**

### 3.1.1 Verifica attraversamento 2

L'attraversamento 2 sarà costituito da un guado rivestito in pietra con sezione trapezia. La base è di 8 m e la pendenza delle sponde è di 1 su 3.

ATTRAVERSAMENTO 2	
Materiale	ROCCIA
BASE [m]	8
Coefficiente di scabrezza di Strikler [ $m^{1/3}/s$ ]	50
Pendenza sponde	0.333
Pendenza [m/m]	0.010

h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [mc/s]	V [m/s]
0.26	2.14	8.56	0.25	39.68	<b>4.24</b>	1.98



Legenda:

h: altezza idrica
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate

h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [mc/s]	V [m/s]
0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.40	8.11	0.05	30.29	0.27	0.67
0.10	0.80	8.21	0.10	33.94	0.85	1.06
0.15	1.21	8.32	0.15	36.25	1.67	1.38
0.20	1.61	8.42	0.19	37.96	2.68	1.66
0.25	2.02	8.53	0.24	39.33	3.87	1.91
0.30	2.43	8.63	0.28	40.48	5.22	2.15

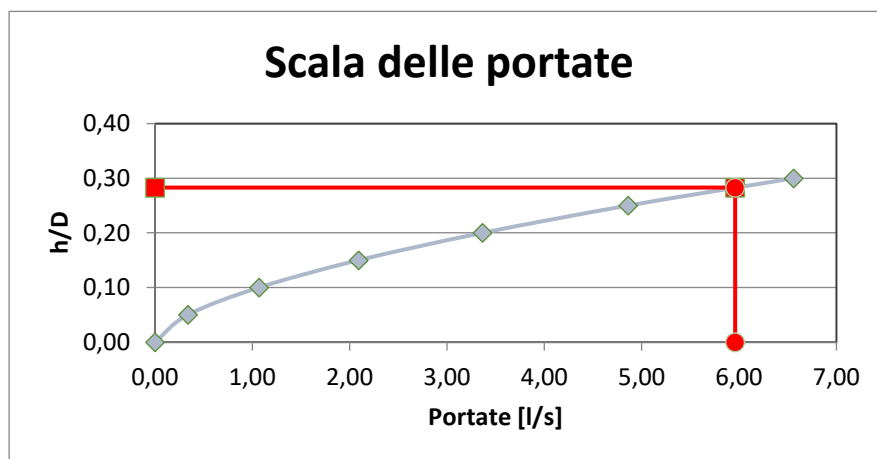
Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico, in corrispondenza del guado, pari a 26 cm.

### 3.1.2 Verifica attraversamento 3

L'attraversamento 3 sarà costituito da un guado rivestito in pietra con sezione trapezia. La base è di 10 m e la pendenza delle sponde è di 1 su 3.

ATTRAVERSAMENTO 3	
<b>Materiale</b>	ROCCIA
<b>BASE [m]</b>	10
<b>Coefficiente di scabrezza di Strikler [<math>m^{1/3}/s</math>]</b>	50
<b>Pendenza sponde</b>	0.333
<b>Pendenza [m/m]</b>	0.010

h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [mc/s]	V [m/s]
0.28	2.86	10.60	0.27	40.19	5.96	2.09



Legenda:

h: altezza idrica
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate

h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [mc/s]	V [m/s]
0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.50	10.11	0.05	30.30	0.34	0.67
0.10	1.00	10.21	0.10	33.97	1.07	1.06
0.15	1.51	10.32	0.15	36.29	2.09	1.39
0.20	2.01	10.42	0.19	38.02	3.36	1.67
0.25	2.52	10.53	0.24	39.40	4.86	1.93
0.30	3.03	10.63	0.28	40.56	6.56	2.17

Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico, in corrispondenza del guado, pari a 28 cm.

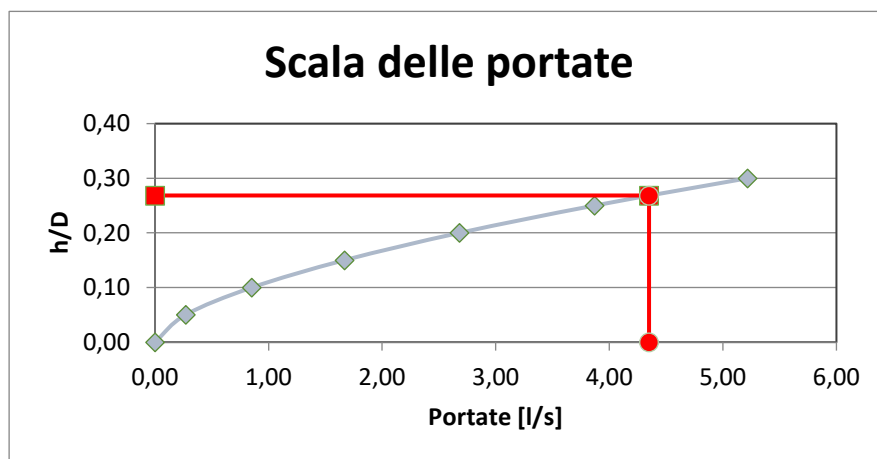


### 3.1.3 Verifica attraversamento 4

L'attraversamento 4 sarà costituito da un guado rivestito in pietra con sezione trapezia. La base è di 8 m e la pendenza delle sponde è di 1 su 3.

ATTRAVERSAMENTO 4	
<b>Materiale</b>	ROCCIA
<b>BASE [m]</b>	8
<b>Coefficiente di scabrezza di Strikler [m<sup>1/3</sup>/s]</b>	50
<b>Pendenza sponde</b>	0.333
<b>Pendenza [m/m]</b>	0.010

h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [mc/s]	V [m/s]
0.27	2.17	8.57	0.25	39.78	4.35	2.00



Legenda:

h: altezza idrica
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate

h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [mc/s]	V [m/s]
0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.40	8.11	0.05	30.29	0.27	0.67
0.10	0.80	8.21	0.10	33.94	0.85	1.06
0.15	1.21	8.32	0.15	36.25	1.67	1.38
0.20	1.61	8.42	0.19	37.96	2.68	1.66
0.25	2.02	8.53	0.24	39.33	3.87	1.91
0.30	2.43	8.63	0.28	40.48	5.22	2.15

Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico, in corrispondenza del guado, pari a 27 cm.

## 4 Ammissibilità degli interventi rispetto alle norme pai

Le zone oggetto dell'intervento ricadono all'interno di zone di pericolosità degli studi del PAI con pericolosità Hi4.

Con riferimento alle opere in progetto è di interesse, in particolare, quanto prescritto all'art. 27 comma 3 delle NTA relativamente alla realizzazione di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico. La viabilità di servizio dell'impianto e gli elettrodotti di vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto, in quanto opere connesse alla prevista centrale di produzione di energia rinnovabile, possono ricondursi, infatti, ad opere di interesse pubblico, giacché necessarie per l'utilizzazione di beni (in questo caso l'energia rinnovabile prodotta) da parte della collettività.

Tale principio è stato sancito per la prima volta nell'art. 1 comma 4 della Legge 9 gennaio 1991 (Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia), dove si stabilisce che l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile (che nella suddetta legge nazionale sono individuate come: sole, vento, energia idraulica, risorse geotermiche, maree, moto ondoso e trasformazione di rifiuti organici o di prodotti vegetali) è considerato di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche.

Con tali presupposti, le opere in progetto risultano riconducibili alle categorie di intervento, ascrivibili alle tipologie di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico espressamente consentite dal PAI nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata (comma 3), come specificato nel seguente prospetto esplicativo.

Categoria di opere ammesse dalle NTA del PAI nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata (art. 27 c. 3 NTA)	Opera in progetto corrispondente	Presupposti di ammissibilità delle opere
1) interventi di manutenzione straordinaria;	Interventi di rifacimento/consolidamento della pavimentazione stradale della viabilità esistente	<p>In assenza di una definizione normativa per gli interventi di manutenzione straordinaria delle opere stradali (ndr. la definizione riportata all'art. 1 del D.P.R. 380/2001 – Testo unico Edilizia e riferibile esclusivamente agli edifici) può utilmente farsi riferimento alla Deliberazione dell'Autorità di Vigilanza sui contratti pubblici n. 414 del 12/12/2001 legge 109/94 Articoli 2 - Codici 2.2.2 (Fonte Massimario atti ANAC prima dell'entrata in vigore del D.P.R. 163/2006, portale istituzionale <a href="http://www.avcp.it">www.avcp.it</a>) .</p> <p>In base a tale deliberazione, l'attività di manutenzione identifica tutte quelle attività volte ad assicurare il mantenimento dell'efficienza di determinati beni o impianti senza alterarne la destinazione e le caratteristiche strutturali, soprattutto i volumi e le superfici: gli interventi di manutenzione ordinaria riguardano le attività dirette a riparare o a integrare le opere esistenti ed a garantire la funzionalità degli impianti, mentre gli interventi di manutenzione straordinaria riguardano le attività di sostituzione o di rinnovo che incidono su parti strutturali di opere esistenti, sempre senza alterarne la destinazione.</p>

Categoria di opere ammesse dalle NTA del PAI nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata (art. 27 c. 3 NTA)	Opera in progetto corrispondente	Presupposti di ammissibilità delle opere
<p>2) interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;</p>	<p>Ampliamento di strade rurali esistenti funzionali a consentire l'accesso dei mezzi d'opera presso i siti di installazione degli aerogeneratori</p>	<p>Gli interventi di collegamento degli aerogeneratori con la viabilità sono non delocalizzabili, avendo un percorso obbligato all'interno delle aree in cui si applicano le NTA del PAI per la diffusa presenza di aree vincolate ed in relazione a fattori morfologici che, necessariamente, hanno orientato le scelte progettuali verso soluzioni a minore impatto.</p> <p>Al fine di consentire l'accesso dei mezzi speciali di trasporto della componentistica delle macchine eoliche e delle gru per il montaggio degli aerogeneratori non sono oggettivamente individuabili alternative tecniche ed economicamente sostenibili alla presenza di una viabilità di servizio; opera questa da utilizzarsi anche ai fini delle operazioni di manutenzione ordinaria e successiva dismissione dell'impianto.</p> <p>In relazione al requisito dell'essenzialità va rilevato come, secondo la corrente interpretazione del diritto, devono ricondursi a servizi pubblici essenziali le prestazioni di rilevante interesse pubblico e generale, destinate alla collettività da soggetti pubblici (Stato, Regioni, Città metropolitane, Province, Comuni, altri enti) o privati; esse sono indefettibili e garantite dallo stesso Stato.</p> <p>L'espressione ricorre, infatti, in materia di disciplina dal diritto di sciopero relativo a tali servizi, all'art. 1 della legge 12 giugno 1990 n. 146. Sotto questo profilo è chiarito in tale legge che l'approvvigionamento di energia può ricondursi a tale fattispecie.</p>