

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO DI "TRAPANI 3"

## PROGETTO DEFINITIVO

### Relazione Idraulica



File: GRE.EEC.R.25.IT.W.14703.00.024.00 - Relazione idraulica.pdf

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	18/12/2020	Prima emissione	V. Solano	E. Castiello	L. Lavazza

#### GRE VALIDATION

	G. Buonomo, M. Vallejo (GRE)	A. Puosi (GRE)
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT <b>Trapani 3</b>	GRE CODE																			
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION								
	<b>GRE</b>	<b>EEC</b>	<b>R</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>I</b>	<b>T</b>	<b>W</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
CLASSIFICATION	<b>PUBLIC</b>					UTILIZATION SCOPE	<b>BASIC DESIGN</b>													

**INDEX**

1. INTRODUZIONE .....	3
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE .....	3
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
3. RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA LOCALE .....	6
4. STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO .....	7
4.1. IDENTIFICAZIONE DEI SOTTO-BACINI CRITICI .....	7
4.2. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA .....	11
4.2.1. Tempo di Corrivazione.....	11
4.2.2. Altezza di Pioggia .....	11
4.2.3. Coefficiente di Deflusso .....	12
4.3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI .....	14
5. OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA.....	15
5.1. OPERE IDRAULICHE DI PROGETTO .....	15
5.1.1. Fossi di Guardia.....	15
5.1.2. Attraversamenti in Corrispondenza dei Punti di Scarico.....	16
5.1.3. Canalette Trasversali.....	17
ALLEGATO 1: OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE PARTICOLARI COSTRUTTIVI (ULTIMA PAGINA DEL DOCUMENTO).....	18
ALLEGATO 2: FOGLI DI CALCOLO .....	19

## **1. INTRODUZIONE**

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Solar Energy S.r.l. di redigere il progetto definitivo per la realizzazione di un nuovo impianto eolico denominato "Impianto eolico Trapani 3" e delle opere connesse, da ubicarsi nei comuni di Marsala (TP), Mazara del Vallo (TP), Salemi (TP) e Trapani (TP).

Si prevede che l'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione a 33 kV, venga convogliata ad una sottostazione di trasformazione 220/33 kV, in condivisione con altri produttori, per l'innalzamento da media ad alta tensione. Si prevede che la sottostazione di trasformazione venga collegata alla stazione di smistamento RTN denominata "Partanna 2", di nuova realizzazione da parte dell'ente gestore di rete.

In sintesi, il presente progetto prevede:

- l'installazione di 30 nuovi aerogeneratori, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata pari a 126 MW;
- la realizzazione delle fondazioni per gli aerogeneratori in progetto;
- la realizzazione di piazzole di montaggio degli aerogeneratori, di nuovi tratti di viabilità e l'adeguamento della viabilità esistente, al fine di garantire l'accesso per il trasporto degli aerogeneratori;
- la connessione degli aerogeneratori ad una sottostazione di trasformazione 220/33 kV, in condivisione con altri produttori, tramite cavidotti interrati a 33 kV e l'adeguamento della sottostazione di trasformazione, per la connessione alla stazione di smistamento RTN "Partanna 2".
- l'utilizzo temporaneo, attraverso opportuni adeguamenti, di aree per il Site Camp e per lo stoccaggio temporaneo (Temporary Storage Area).

Si evidenzia che l'elettrodotta in cavo interrato di connessione della sottostazione di trasformazione alla stazione RTN "Partanna 2", essendo lo stallo di alta tensione condiviso nella stazione Terna, è escluso dal presente progetto poiché in carico ad altri proponenti.

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate a processi di produzione di energia elettrica.

### **1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE**

Il soggetto proponente dell'iniziativa è Enel Green Power Solar Energy S.r.l., società iscritta alla Camera di Commercio di Roma che ha come Socio Unico la società Enel Green Power S.p.A., società del Gruppo Enel che dal 2008 si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili.

Enel Green Power è presente in 28 paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1.200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di 14,6 GW.

### **1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE**

La presente relazione costituisce la relazione idraulica del progetto definitivo.

Il capitolo 2 definisce l'inquadramento territoriale dell'opera.

Nel capitolo 3 si definisce l'inquadramento idrografico dell'opera in progetto, richiamando le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica.

Il capitolo 4 illustra la metodologia di calcolo per la stima della portate di piena di progetto ed i risultati di tale calcolo.

Infine, nel capitolo 5 vengono presentate le opere di progetto finalizzate alla regimazione delle acque meteoriche.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito oggetto di studio nel presente elaborato è ubicato a circa 20 km a Sud-Est dal centro abitato di Trapani, nei comprensori comunali di Marsala, Mazara del Vallo, Salemi e Trapani.

La morfologia dell'area e delle zone limitrofe è contraddistinta da un territorio collinare privo di particolari complessità morfologiche. Il sito di interesse è infatti caratterizzato da colline di elevazione limitata (tra i 90 m s.l.m. ed i 210 m s.l.m.) con pendii dolci e poco scoscesi.

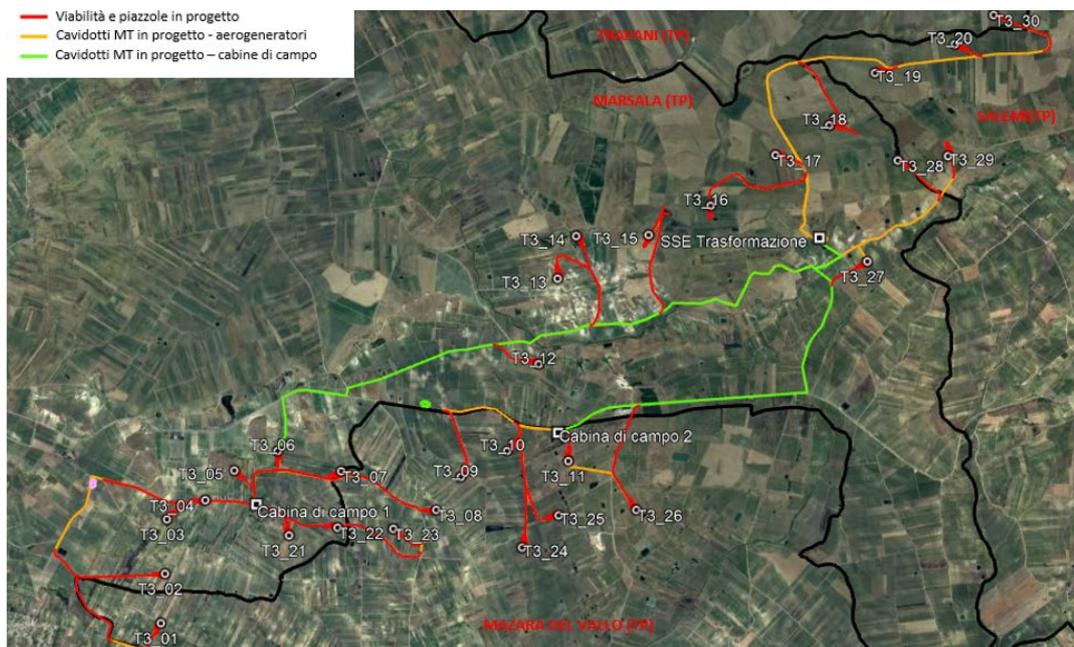
Il progetto ricade interamente nella provincia di Trapani, entro i confini comunali di Marsala, Mazara del Vallo, Salemi e Trapani e, in particolare, all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- Foglio di mappa catastale del Comune di Marsala n° 135, 136, 137, 138, 165, 166, 167, 168, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 218, 219, 220, 221, 222, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 257, 273, 275;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Mazara del Vallo n° 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 18;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Salemi n° 38,39;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Trapani n° 296;
- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, codificati 257-III-NO "Paolini, 257-III-NE "Baglio Chitarra", 257-IV-SE "Borgo Fazio" e 257-I-SO "Vita";
- Carta tecnica regionale CTR in scala 1:10.000, fogli n° 605160, 606130, 617030 e 617040.

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la configurazione proposta su ortofoto:



**Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto**



**Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto**

Di seguito è riportato in formato tabellare un dettaglio sul posizionamento degli aerogeneratori in progetto, in coordinate WGS84 UTM fuso 33N:

**Tabella 1: Coordinate aerogeneratori**

WTG	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
T3_01	Mazara del Vallo	286256,00	4183837,00	134
T3_02	Marsala	286325,91	4184473,37	118
T3_03	Marsala	286368,22	4185172,98	134
T3_04	Marsala	286866,48	4185407,25	132
T3_05	Marsala	287248,88	4185780,02	150
T3_06	Marsala	287809,62	4186016,95	154
T3_07	Mazara del Vallo	288620,41	4185736,57	154
T3_08	Mazara del Vallo	289827,42	4185207,49	164
T3_09	Mazara del Vallo	290153,85	4185622,91	92
T3_10	Mazara del Vallo	290756,21	4185943,28	106
T3_11	Mazara del Vallo	291538,88	4185793,02	110
T3_12	Marsala	291189,00	4187051,00	108
T3_13	Marsala	291461,00	4188146,00	148
T3_14	Marsala	291714,00	4188688,00	104
T3_15	Marsala	292643,32	4188678,75	140
T3_16	Marsala	293449,01	4189036,01	106
T3_17	Marsala	294297,00	4189667,00	154
T3_18	Marsala	294997,00	4190032,00	164
T3_19	Salemi	295602,00	4190693,00	170
T3_20	Salemi	296635,79	4191036,97	190

T3_21	Marsala	287930,52	4184926,36	148
T3_22	Marsala	288554,25	4185010,58	130
T3_23	Mazara del Vallo	289270,56	4184976,88	142
T3_24	Mazara del Vallo	290917,50	4184694,13	104
T3_25	Mazara del Vallo	291396,82	4185097,16	102
T3_26	Mazara del Vallo	292395,37	4185142,39	118
T3_27	Marsala	295442,48	4188266,71	202
T3_28	Marsala	295865,79	4189557,47	186
T3_29	Salemi	296511,93	4189597,49	208
T3_30	Trapani	297144,38	4191400,03	202

### 3. RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA LOCALE

Il presente capitolo richiama le curve di possibilità pluviometrica come ricavate nella relazione idrologica (GRE.EEC.R.25.IT.W.13824.00.023.00 - Relazione idrologica) e necessarie alla successiva progettazione delle opere idrauliche per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche.

La procedura di definizione è stata derivata dal progetto VA.PI. sulla Valutazione delle Piene in Italia sviluppato dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio nazionale delle Ricerche. Esso ha l'obiettivo di regionalizzare le piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei. Nel caso in esame si è fatto riferimento allo studio condotto nella Regione Sicilia: Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V. "Valutazione delle piene in Sicilia" CNR-GNDCI, Palermo 1993.

Di seguito si riportano le curve di possibilità pluviometrica per eventi con tempi di ritorno pari a 10, 20, 50, 100 e 200 anni.

Impianto Eolico di Trapani 2

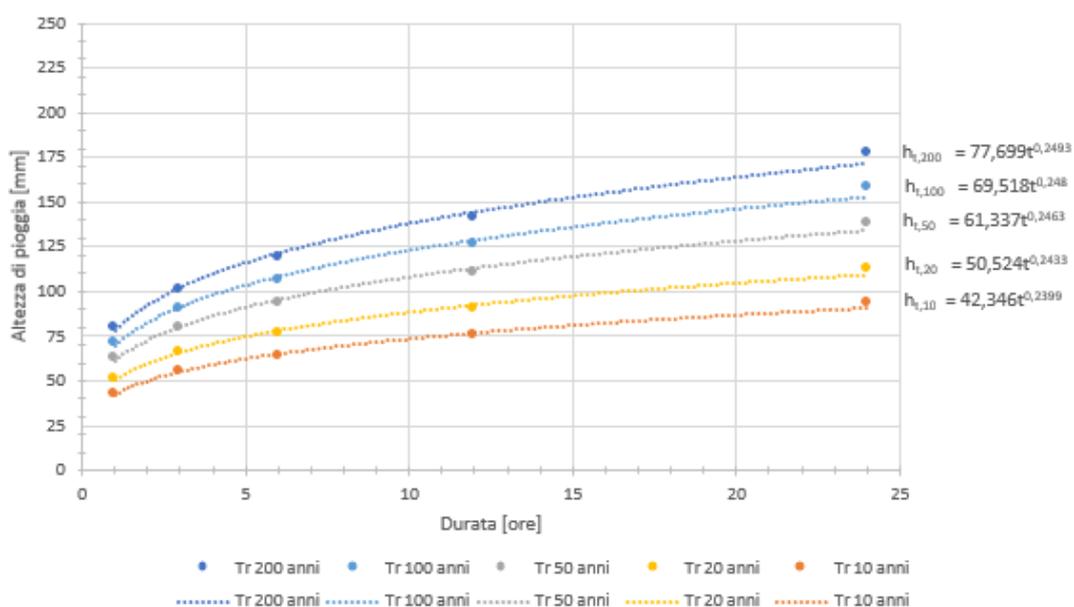


Figura 3-1: Curve di possibilità pluviometrica

#### **4. STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO**

Scopo del presente capitolo è la definizione delle portate di piena corrispondenti a tempi di ritorno di progetto per quanto riguarda i bacini scolanti identificati come critici ai fini della regimazione delle acque del nuovo impianto eolico di Trapani 3.

La metodologia identificata per la valutazione della piena di progetto è il metodo razionale e si articola come segue:

- a) delimitazione dei sottobacini idrografici di interesse sulla base della morfologia del territorio e della nuova viabilità interna d'impianto;
- b) definizione dei parametri morfologici quali superficie del bacino sotteso, lunghezza e pendenza dell'asta principale, quota massima, minima e media del bacino, copertura vegetale e uso del suolo;
- c) definizione dei tempi di corrivazione in base a diverse formule teorico-sperimentali e attribuzione dei valori di riferimento;
- d) definizione della curva segnalatrice di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno (vedi Capitolo 2);
- e) analisi dei dati di copertura e vegetazione per la valutazione del coefficiente di deflusso;
- f) calcolo della portata di massima piena per diversi tempi di ritorno.

##### **4.1. IDENTIFICAZIONE DEI SOTTO-BACINI CRITICI**

In termini idrografici, l'impianto eolico di Trapani 3 interessa tre distinti bacini idrografici principali:

1. Bacino n° 051 - "*Bacino idrografico del fiume Birgi*" al cui interno al cui interno ricadono 20 WTG : T3\_04, T3\_05, T3\_06, T3\_07, T3\_08, T3\_09, T3\_10, T3\_12, T3\_13, T3\_14, T3\_15, T3\_16, T3\_17, T3\_18, T3\_19, T3\_20, T3\_24, T3\_28, T3\_29 e T3\_30;
2. Bacino n° 052 - "*Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi e il Bacino Idrografico del Fiume Màzaro*" al cui interno ricadono 6 WTG: T3\_01, T3\_02, T3\_03, T3\_21, T3\_22 e T3\_23;
3. Bacino n° 053 "*Bacino Idrografico del Fiume Màzaro e Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Màzaro ed il Bacino Idrografico del Fiume Arena*" al cui interno ricadono 4 WTG: T3\_11, T3\_25, T3\_26 e T3\_27.

Gli aerogeneratori sono disposti principalmente con andamento NE-SO all'interno del bacino del Birgi (051), del fiume Màzaro (053) e nelle aree territoriali tra il bacino del Fiume Màzaro e quello del fiume Birgi (052).

Il fiume Màzaro nasce dalle fonti di Rapicaldo, nel comune di Salemi, sfociando nel mar Mediterraneo nei pressi dell'area del comune di Mazara del Vallo. Il fiume Birgi nasce, con il nome di fiume "Fittasi", nel territorio del comune di Buseto Palizzolo e sfocia nel canale di Sicilia tra i comuni di Marsala e Trapani. Si riporta in Figura 3-1 l'inquadramento dei bacini principali sul Piano di Tutela delle Acque (PTA).

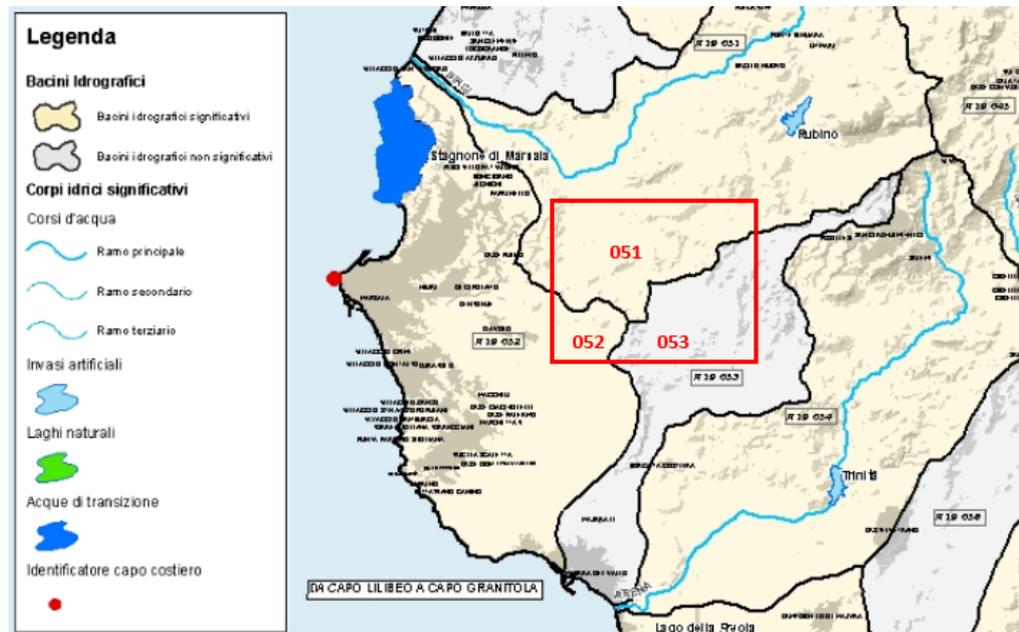


Figura 4-1: Stralcio all'allegato A.1.1. del PTA - Piano di Tutela delle Acque. Evidenziata in rosso l'area di progetto ed indicazione dei bacini idrografici principali interessati dall'impianto eolico di Trapani 3

Gli aerogeneratori sono disposti principalmente con andamento NE-SO all'interno del bacino del fiume Màzaro (053) e nelle aree territoriali tra il bacino del Fiume Màzaro e quello del fiume Birgi (052). Alcune turbine (G12-G13-G14-G15) ricadono all'interno del bacino del Fiume Arena (054), mentre il bacino del fiume Birgi (051) interessa lievemente l'area di progetto solamente nella parte nord, ove non sono previste turbine o opere ad esse connesse.

Dal DTM che segue si nota la disposizione dell'impianto e delle annesse strade interne.

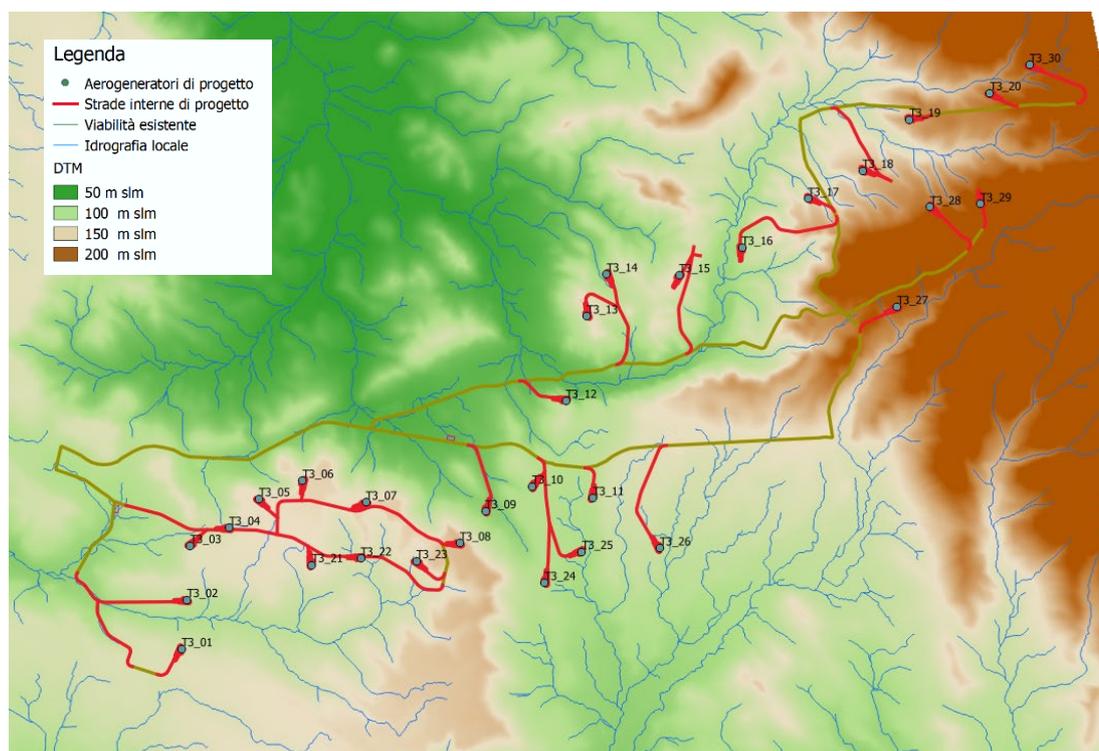
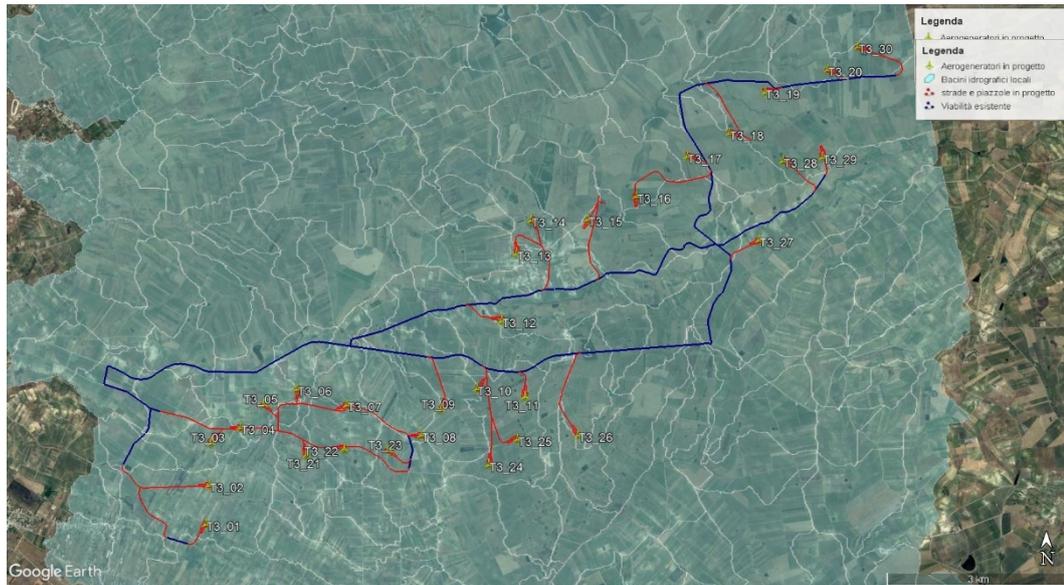


Figura 4-2 DTM - Modello Digitale del Terreno

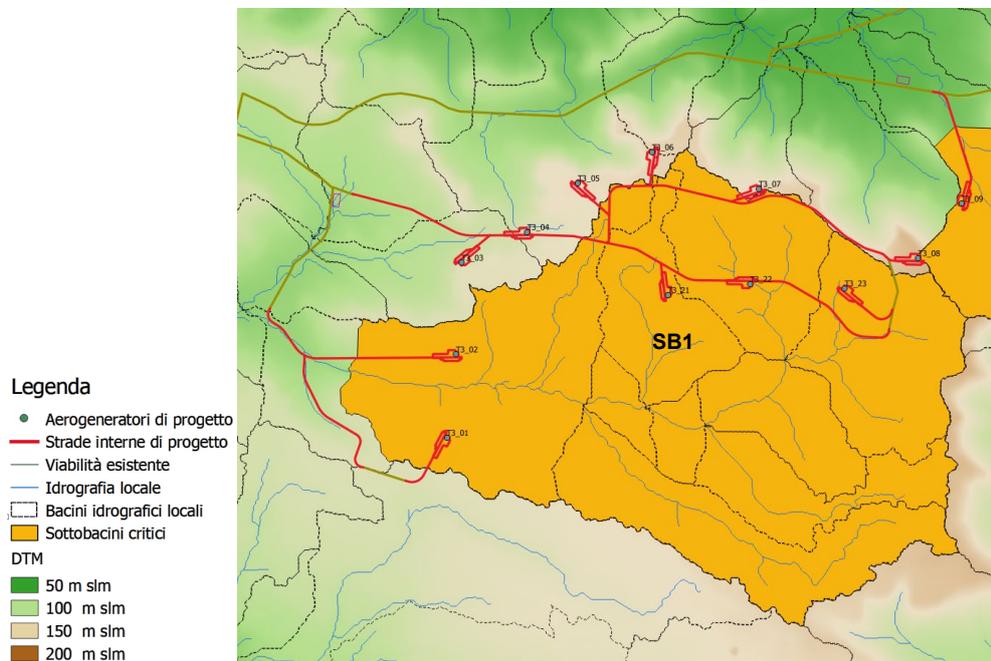
Attraverso l'analisi della morfologia del territorio si sono individuati i bacini idrografici minori che caratterizzano l'intorno delle opere di progetto.



**Figura 4-3 Identificazione dei bacini idrografici minori**

Al fine di dimensionare correttamente le opere idrauliche di progetto è necessario stimare le massime portate convogliate in corrispondenza della viabilità interna all’impianto. Tale stima prevede in primo luogo l’individuazione dei sotto-bacini caratterizzati dall’aver sezioni di chiusura lungo la viabilità di progetto e le maggiori estensioni areali.

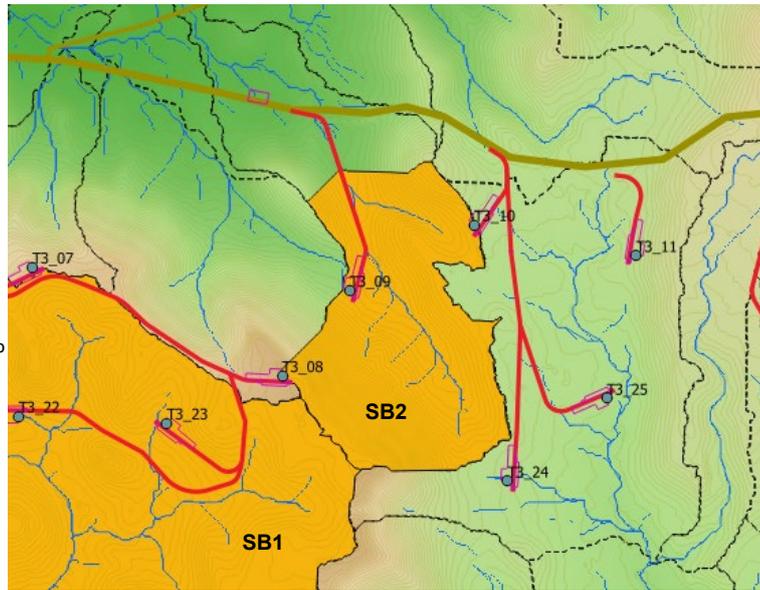
I sotto-bacini critici individuati sono di seguito riportati.



**Figura 4-4 Identificazione del sotto-bacino 1**

**Legenda**

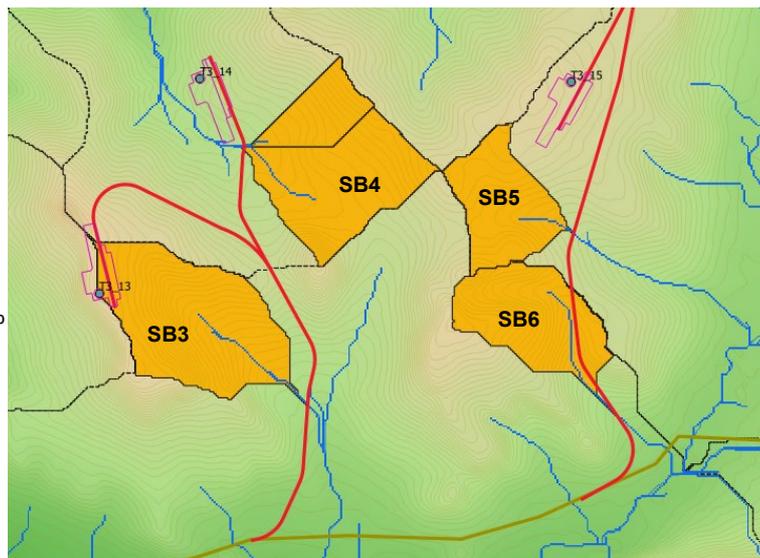
- Aerogeneratori di progetto
- Strade interne di progetto
- Viabilità esistente
- Idrografia locale
- Bacini idrografici locali
- Sottobacini critici
- DTM
- 50 m slm
- 100 m slm
- 150 m slm
- 200 m slm



**Figura 4-5 Identificazione dei sotto-bacini 1 e 2**

**Legenda**

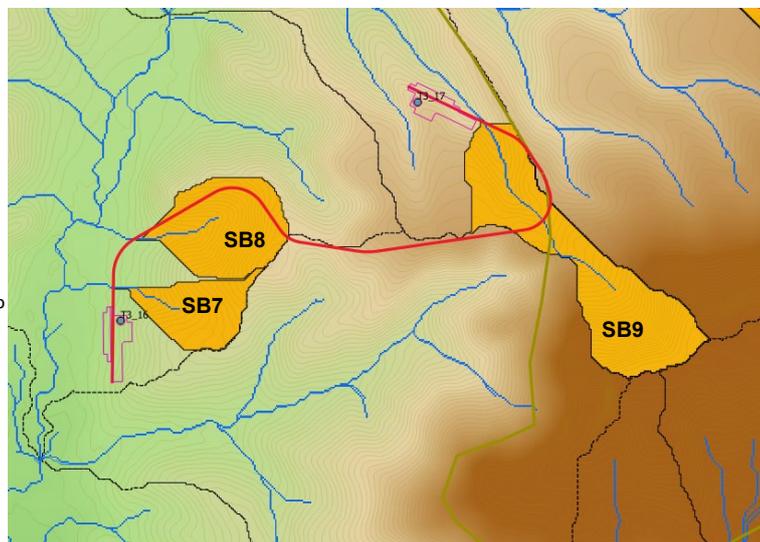
- Aerogeneratori di progetto
- Strade interne di progetto
- Viabilità esistente
- Idrografia locale
- Bacini idrografici locali
- Sottobacini critici
- DTM
- 50 m slm
- 100 m slm
- 150 m slm
- 200 m slm



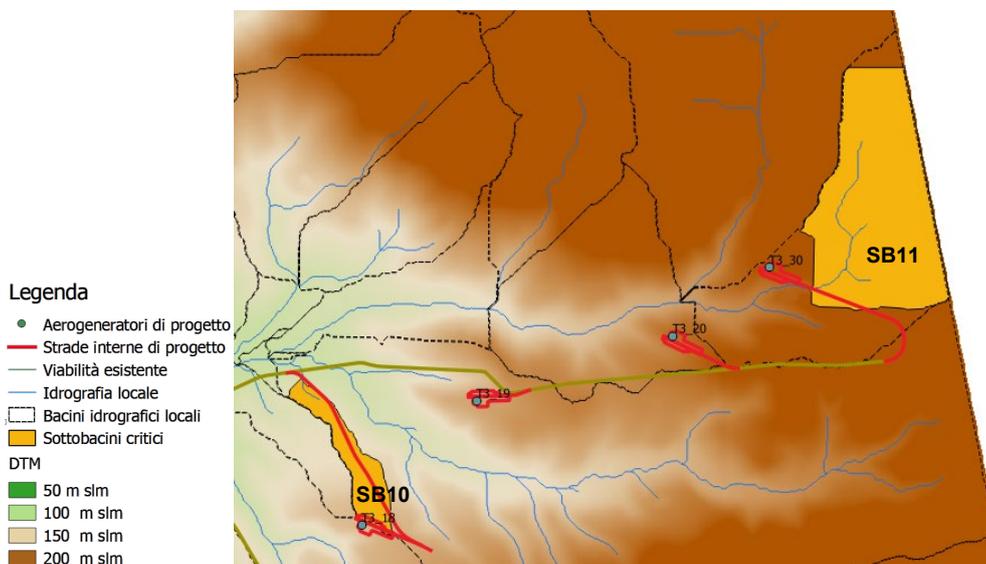
**Figura 4-6 Identificazione dei sotto-bacini 3, 4, 5 e 6**

**Legenda**

- Aerogeneratori di progetto
- Strade interne di progetto
- Viabilità esistente
- Idrografia locale
- Bacini idrografici locali
- Sottobacini critici
- DTM
- 50 m slm
- 100 m slm
- 150 m slm
- 200 m slm



**Figura 4-7 Identificazione dei sotto-bacini 7, 8, 9**



**Figura 4-8 Identificazione dei sotto-bacini 11 e 12**

## 4.2. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Alla base del metodo razionale di stima delle piene vi sono le seguenti assunzioni:

- la massima piena avviene per precipitazioni meteoriche con durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- la formazione delle piene ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avviene senza la formazione di invasi significativi;

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot S}{3,6 \cdot t_c} \text{ in m}^3/\text{s}$$

dove:

- $c$  rappresenta il coefficiente di deflusso del bacino;
- $h$ , l'altezza di massima pioggia per assegnato tempo di ritorno ed una durata pari al tempo di corrivazione del bacino(mm);
- $S$  è la superficie del bacino (km<sup>2</sup>);
- $t_c$  tempo di corrivazione del bacino (h).

### 4.2.1. TEMPO DI CORRIVAZIONE

La determinazione del valore del tempo di corrivazione per bacini con estensione areale inferiore ai 20 kmq come nel caso in esame è stata effettuata, in funzione delle caratteristiche fisiografiche dei bacini, mediante le formule di Pezzoli, Kirpich, Ventura e Viparelli. Il tempo di corrivazione di progetto è stato poi calcolato come media dei valori ottenuti ad esclusione degli outlier (valori esterni all'intervallo  $\mu - \sigma$ ;  $\mu + \sigma$ ).

### 4.2.2. ALTEZZA DI PIOGGIA

L'altezza di pioggia massima di assegnato tempo di ritorno e durata è ricavabile dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica ricavate nella GRE.EEC.R.25.IT.W.13824.00.023.00 - Relazione idrologica e riportate nel capitolo 3 del presente elaborato. Assegnato un tempo di ritorno di progetto pari a  $T_r = 25$  anni, l'equazione della linea segnalatrice si esprime:

$$h(t, 25) = 53,158 \cdot t^{0,244}$$

tuttavia, tale equazione ricavata mediante il modello VAPI, trova applicazione per eventi meteorici di durata maggiore ad 1 ora. Nel presente caso, trattandosi di piccoli bacini ( $S < 10 \text{ km}^2$ ), con brevi tempi di corrvazione inferiori ad 1 ora (eccetto il sottobacino SB1), l'equazione di calcolo della precipitazione massima per gli eventi di breve durata si esprime:

$$h(t) = 0,208 \cdot h(1) \cdot t^{0,386} \text{ in cui } t \text{ è espresso in minuti.}$$

Tale espressione, disponibile in letteratura, è stata ricavata analizzando i dati forniti nella Tab. V degli Annali Idrologici, relativi alle precipitazioni di breve durata e notevole intensità (Ferrerri G. B. e Ferro V. - 1996 - Rainfall intensity-duration-frequency relationship for South Italy. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 95).

Infine, andrebbe considerato il fatto che piogge di elevata intensità si concentrano in aree piccole, e che, a parità di durata e tempo di ritorno, l'altezza di precipitazione decresca al crescere dell'area. Per tener conto di tale fenomeno, l'altezza di pioggia stimata andrebbe riscalata secondo un fattore di riduzione areale - ARF. Tuttavia, nel caso in esame, date le ridotte dimensioni dei bacini analizzati, è stato adottato comunque, a vantaggio della cautela, il coefficiente ARF pari a 1.

#### **4.2.3. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO**

Il coefficiente di deflusso relativo a ciascun bacino idrografico di interesse è stimato mediante il metodo del Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service (1972), il quale si basa sull'assunzione che il volume specifico (altezza) di pioggia netta (efficace)  $P_{net}$  risulta legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda  $P$  (pioggia effettiva) caduta nel medesimo intervallo temporale dalla relazione:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

nella quale  $S$  è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione ed  $I_a$  è la cosiddetta perdita iniziale, vale a dire quel valore limite di altezza di pioggia che il terreno può trattenere nella fase iniziale del fenomeno senza che si abbia creazione di deflusso. In mancanza di adeguate osservazioni utili, per la stima di  $I_a$  si può fare ricorso alla seguente relazione:

$$I_a = 0,2 \cdot S$$

che risulta verificata in buona approssimazione.

La valutazione del valore di  $S$  può invece essere ricondotta a quella dell'indice CN (Curve Number), cui esso risulta legato dalla relazione:

$$S = 254 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

L'indice CN è un numero adimensionale, compreso fra 0 e 100, funzione della permeabilità della litologia superficiale, dell'uso del suolo e del grado di saturazione del terreno prima dell'evento meteorico. Il Soil Conservation Service (SCS) sulla base della capacità di assorbimento del terreno nudo a seguito di prolungato adacquamento, ha classificato i vari tipo di suolo in quattro gruppi (A, B, C, D):

- Gruppo A - Scarsa potenzialità di deflusso: comprende forti spessori di sabbia con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili.
- Gruppo B - Potenzialità di deflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte degli strati sabbiosi meno spessi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
- Gruppo C - Potenzialità di deflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
- Gruppo D - Potenzialità di deflusso molto elevata: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché

impermeabili in vicinanza della superficie.

Per tali gruppi si riportano i valori del parametro CN corrispondenti a diverse tipologie di utilizzo del suolo per condizioni di umidità iniziale medie.

**Tabella 4-1. CN in funzione di uso e tipo del suolo (Soil Conservation Service)**

Tipologia di Uso del Territorio	Tipo idrologico Suolo			
	A	B	C	D
<b>Terreno coltivato</b>				
in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
<b>Terreno a pascolo</b>				
in cattive condizioni	68	79	86	89
in buone condizioni	39	61	74	80
<b>Terreni boscosi o forestati</b>				
in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
<b>Spazi aperti, prati rasati, parchi</b>				
con copertura erbosa superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
con copertura erbosa compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
con copertura erbosa inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
<b>Aree commerciali (area impermeabile 85%)</b>	89	92	94	95
<b>Distretti industriali (area impermeabile 72%)</b>	81	88	91	93
<b>Aree residenziali</b>				
impermeabilità media 65%	77	85	90	92
impermeabilità media 38%	61	75	83	87
impermeabilità media 30%	57	72	81	86
impermeabilità media 25%	54	70	80	85
impermeabilità media 20%	51	68	79	84
impermeabilità media 12%	46	65	77	82
<b>Parcheggi, tetti, autostrade</b>	98	98	98	98
<b>Strade</b>				
pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
con letto in ghiaia	76	85	89	91
battute in terra	72	82	87	89

Al fine di definire il valore di CN per i bacini in studio, le risultanze a seguito del sopralluogo e della relazione geologica - geotecnica (doc n° GRE.EEC.R.25.IT.W.14703.00.022.00) mostrano una tipologia D di terreno e una tipologia di uso suolo classificata come 'Spazi aperti con copertura erbosa compresa tra il 50% ed il 75% dell'area'. Ne consegue un valore di CN pari a 84.

Una volta calcolata la pioggia netta (efficace), il coefficiente di deflusso è pari a:

$$c = \frac{P_{net}}{P}$$

### 4.3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Di seguito sono riportati i valori di massima piena per tempo di ritorno pari a 25 anni associate ai sotto-bacini identificati come critici in termini di sollecitazione sulle opere di progetto dell'impianto eolico di Trapani 3.

ID	A [km <sup>2</sup> ]	tc [h]	h(tc,25y)[mm]	c [-]	Q [m <sup>3</sup> /s]
SB1	9,941	73,81	55,91	0,38	48,24
SB2	1,103	22,38	36,70	0,30	9,11
SB3	0,128	7,61	24,20	0,23	1,55
SB4	0,127	4,95	20,50	0,20	1,78
SB5	0,064	4,01	18,90	0,19	0,95
SB6	0,078	4,05	18,98	0,19	1,17
SB7	0,050	3,80	18,51	0,19	0,77
SB8	0,085	5,43	21,25	0,21	1,16
SB9	0,157	3,37	17,67	0,18	2,48
SB10	0,173	4,70	20,10	0,20	2,46
SB11	0,727	18,45	34,07	0,29	6,45

**Tabella 4-2. Esiti della valutazione delle piene di progetto.**

Tali portate sono alla base del dimensionamento delle tubazioni relative agli attraversamenti in corrispondenza dei punti di scarico al fine di convogliare le acque intercettate a monte della viabilità di progetto in favore degli impluvi esistenti di valle.

Il bacino SB1 presenta, in corrispondenza dell'intersezione tra la viabilità in progetto e l'asta principale del bacino, una zona di attenzione idraulica, come indicato nel Piano Assetto Idrogeologico (PAI); le relative opere saranno progettate nel rispetto delle condizioni ivi definite.

Si provvederà, pertanto, ad approfondire il livello di conoscenza delle condizioni geomorfologiche e/o idrauliche mediante adeguate approfondite indagini che verranno condotte in fase esecutiva.

## 5. OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

- mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrologico-idraulico" preesistenti;
- regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco in progetto, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le infrastrutture del parco eolico.

Le opere di regimazione sono state definite a partire dal DTM – Modello Digitale del Terreno dell'area in esame e dalla riprogettazione della viabilità del parco, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi interferenti con le opere in progetto e le caratteristiche planimetriche ed altimetriche della nuova viabilità interna all'impianto.

### 5.1. OPERE IDRAULICHE DI PROGETTO

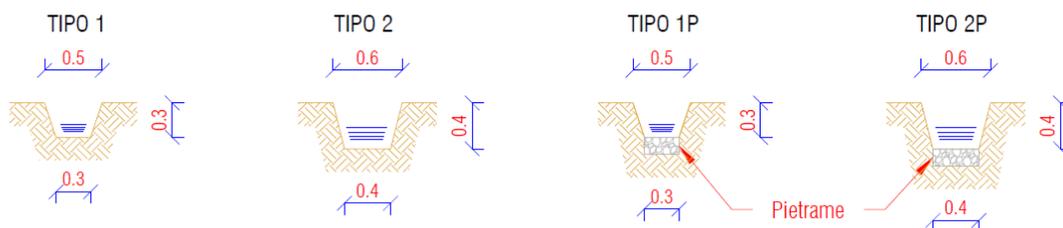
Le opere di regimazione idraulica di progetto presentate in allegato al presente documento (ultima pagina del documento) sono le seguenti.

#### 5.1.1. FOSSI DI GUARDIA

È previsto l'impiego di 4 tipologie di fossi di guardia a seconda delle caratteristiche di portata e pendenza di ciascun tratto stradale. In particolare:

- Fosso di guardia di tipo 1 per  $Q \leq 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $i \leq 6,00\%$ ;
- Fosso di guardia di tipo 1P per  $Q \leq 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $6,00\% < i \leq 11,00\%$ ;
- Fosso di guardia di tipo 2 per  $Q > 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $i \leq 6,00\%$ ;
- Fosso di guardia di tipo 2P per  $Q > 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $6,00\% < i \leq 11,00\%$ .

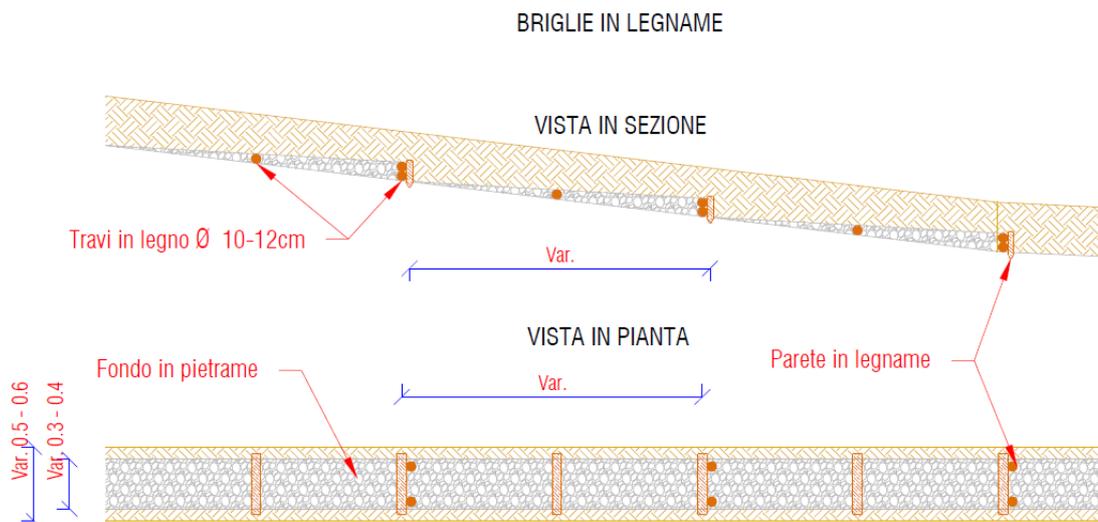
SEZIONE TIPO FOSSI DI GUARDIA



**Figura 5-1. Estratto da tavola di progetto – Fossi di guardia**

I fossi di guardia di tipo -P presentano il fondo rivestito in pietrame di media pezzatura in modo da ridurre l'azione erosiva delle acque meteoriche intercettate.

Nei tratti caratterizzati da pendenze superiori all'11%, i fossi di guardia presentano briglie in legname. Tali briglie, poste in opera con una interdistanza variabile in funzione delle caratteristiche del tratto stradale, avranno lo scopo di ridurre la pendenza del fosso di guardia attraverso la naturale deposizione di materiale solido limitando così l'azione erosiva dell'acqua.

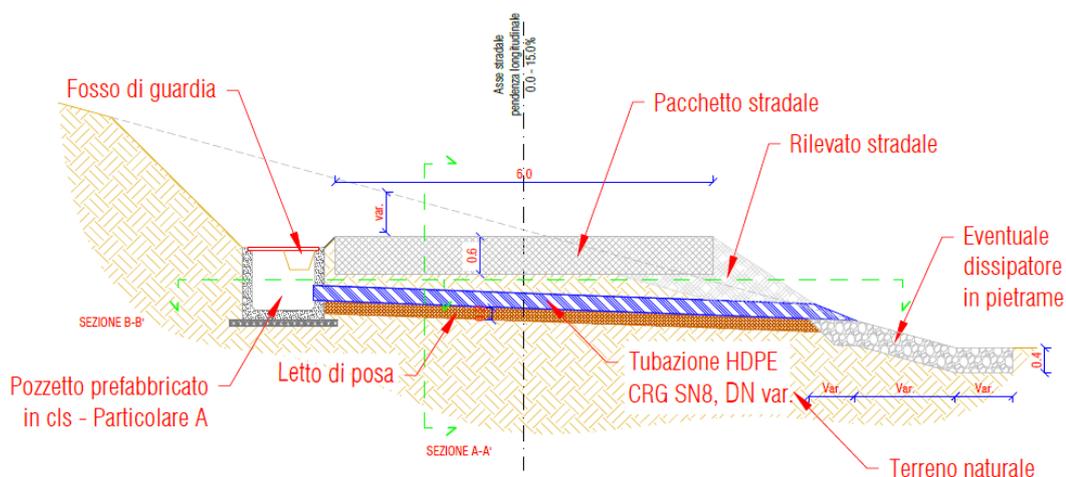


**Figura 5-2. Estratto da tavola di progetto – Briglie**

### 5.1.2. ATTRAVERSAMENTI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI DI SCARICO

Si tratta di attraversamenti del rilevato stradale resi necessari per lo scarico, presso gli impluvi esistenti, delle acque meteoriche intercettate dai fossi di guardia. Gli attraversamenti sono realizzati con tubazioni in HDPE corrugato SN8 di diametro variabile e prevedono in ingresso un pozzetto per ispezione e raccordo con il fosso di guardia ed in uscita lo scarico diretto presso gli impluvi esistenti, previa opera di dissipazione in pietrame.

#### SEZIONE TIPO ATTRAVERSAMENTO STRADALE



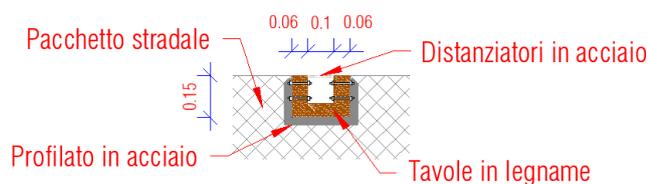
**Figura 5-3. Estratto da tavola di progetto - Attraversamento stradale di scarico**

Le opere di dissipazione sono poste al termine degli scarichi, in modo tale da ridurre l'energia della corrente idrica reimpressa negli impluvi naturali e limitare quindi l'erosione dei versanti. Sono previste opere di dissipazione con pietrame di grandi dimensioni, con differente geometria in funzione delle caratteristiche della corrente in uscita e del corpo idrico ricettore.

### 5.1.3. CANALETTE TRASVERSALI

È prevista la posa di canalette in legname trasversali alla viabilità per i tratti con pendenza superiore a 12%. Tali opere hanno lo scopo di limitare la lunghezza del percorso dell'acqua sul piano stradale convogliandola presso i fossi di guardia paralleli ad essa riducendone così il potere erosivo ed il deterioramento della viabilità.

#### CANALETTA DI RACCOLTA TRASVERSALE



**Figura 5-4. Estratto dalla tavola di progetto - Canaletta trasversale**

La distanza tra le canalette consecutive deve garantire lo smaltimento del deflusso superficiale prodotto sulla sede stradale, limitare l'erosione del fondo stesso ed evitare la formazione di solchi, ma al contempo garantire una qualità di transito ragionevole. Nel caso in esame, si considera di installare una canaletta ogni 50-60 m ed orientamento di 30° rispetto alla perpendicolare dell'asse stradale, per evitare che le ruote gravino contemporaneamente sul manufatto e per conferire una pendenza trasversale alla canaletta.

**ALLEGATO 1: OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE PARTICOLARI  
COSTRUTTIVI (ULTIMA PAGINA DEL DOCUMENTO)**

## ALLEGATO 2: FOGLI DI CALCOLO

ID	A [m <sup>2</sup> ]	A [km <sup>2</sup> ]	L [km]	i [-]	tc [h]				media	scarto
					Pezzoli	Kirpich	Ventura	Viparelli		
SB1	9,941,000	9.9410	5.09	0.01	2.46	1.23	3.52	0.94	2.04	1.03
SB2	1,103,000	1.1030	1.66	0.02	0.67	0.45	0.98	0.31	0.60	0.25
SB3	127,950	0.1280	0.66	0.08	0.13	0.13	0.16	0.12	0.14	0.02
SB4	127,190	0.1272	0.38	0.03	0.12	0.12	0.27	0.07	0.15	0.07
SB5	63,810	0.0638	0.27	0.04	0.07	0.08	0.15	0.05	0.09	0.04
SB6	78,450	0.0785	0.37	0.11	0.06	0.07	0.11	0.07	0.08	0.02
SB7	50,360	0.0504	0.52	0.09	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.00
SB8	85,290	0.0853	0.49	0.10	0.09	0.09	0.12	0.09	0.10	0.01
SB9	156,880	0.1569	0.95	0.10	0.17	0.16	0.16	0.18	0.17	0.01
SB10	172,910	0.1729	1.03	0.04	0.29	0.24	0.27	0.19	0.24	0.04
SB11	727,360	0.7274	1.55	0.06	0.36	0.28	0.45	0.29	0.34	0.07

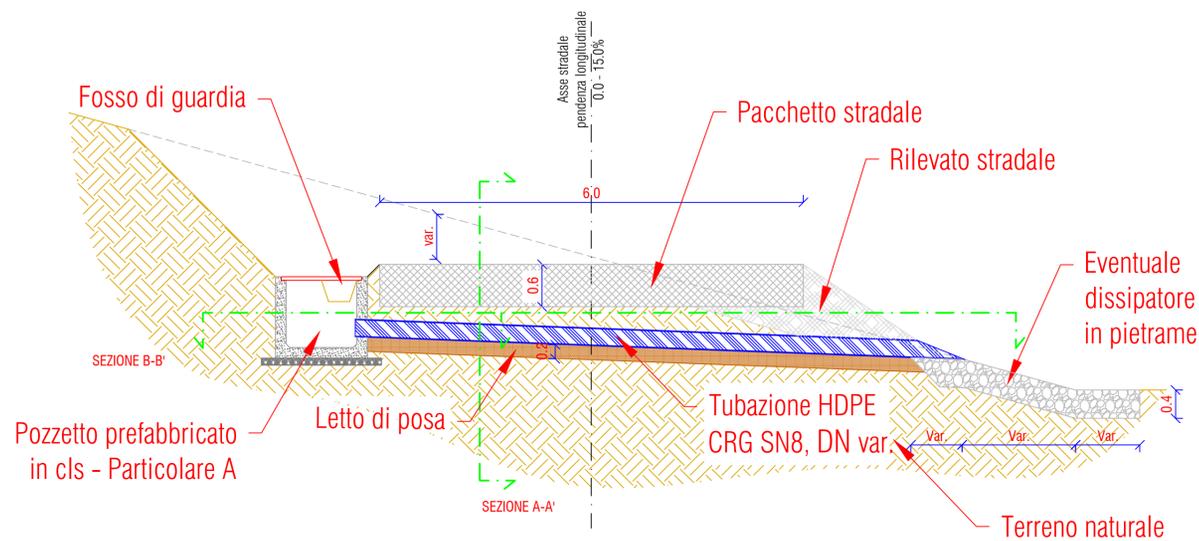
	tc validi [h]						tc [h]	tc [min]
	Limite sx	Limite dx	Pezzoli	Kirpich	Ventura	Viparelli		
SB1 (*)	1.01	3.06	2.46	1.23	0.00	0.00	1.23	73.8
SB2	0.35	0.85	0.67	0.45	0.00	0.00	0.37	22.4
SB3	0.12	0.15	0.13	0.13	0.00	0.12	0.13	7.6
SB4	0.07	0.22	0.12	0.12	0.00	0.00	0.08	4.9
SB5	0.05	0.13	0.07	0.08	0.00	0.05	0.07	4.0
SB6	0.06	0.09	0.06	0.07	0.00	0.07	0.07	4.1
SB7	0.09	0.10	0.09	0.00	0.09	0.10	0.06	3.8
SB8	0.09	0.11	0.09	0.09	0.00	0.09	0.09	5.4
SB9	0.16	0.17	0.17	0.00	0.16	0.00	0.06	3.4
SB10	0.21	0.28	0.00	0.24	0.27	0.00	0.08	4.7
SB11	0.27	0.41	0.36	0.28	0.00	0.29	0.31	18.5

	CN	Tr [y]	h(1h,25y) [mm]	h(d,25y) [mm]	la [mm]	S [mm]	Pnet [mm]	c [-]
SB1 (*)	84	25	53.158	55.91	11.18	48.38	21.49	0.38
SB2				36.70	7.34	48.38	11.09	0.30
SB3				24.20	4.84	48.38	5.53	0.23
SB4				20.50	4.10	48.38	4.15	0.20
SB5				18.90	3.78	48.38	3.60	0.19
SB6				18.98	3.80	48.38	3.63	0.19
SB7				18.51	3.70	48.38	3.47	0.19
SB8				21.25	4.25	48.38	4.42	0.21
SB9				17.67	3.53	48.38	3.20	0.18
SB10				20.10	4.02	48.38	4.01	0.20
SB11				34.07	6.81	48.38	9.82	0.29

ID	A [km <sup>2</sup> ]	tc [h]	h(tc,25y) [mm]	c [-]	Q [m <sup>3</sup> /s]
SB1 (*)	9.941	73.81	55.91	0.38	48.24
SB2	1.103	22.38	36.70	0.30	9.11
SB3	0.128	7.61	24.20	0.23	1.55
SB4	0.127	4.95	20.50	0.20	1.78
SB5	0.064	4.01	18.90	0.19	0.95
SB6	0.078	4.05	18.98	0.19	1.17
SB7	0.050	3.80	18.51	0.19	0.77
SB8	0.085	5.43	21.25	0.21	1.16
SB9	0.157	3.37	17.67	0.18	2.48
SB10	0.173	4.70	20.10	0.20	2.46
SB11	0.727	18.45	34.07	0.29	6.45

SEZIONE TIPO ATTRAVERSAMENTO STRADALE

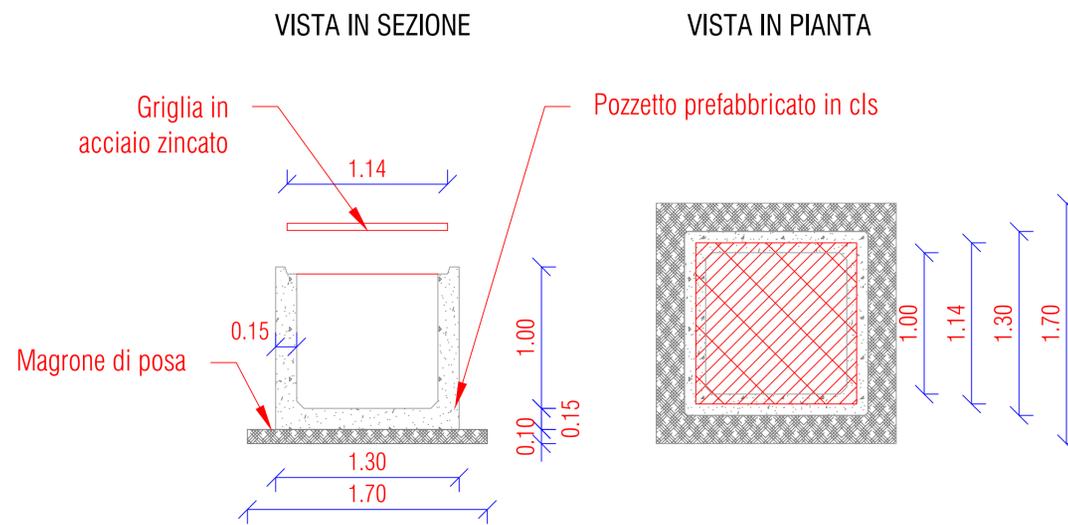
Scala 1:50



PARTICOLARE A

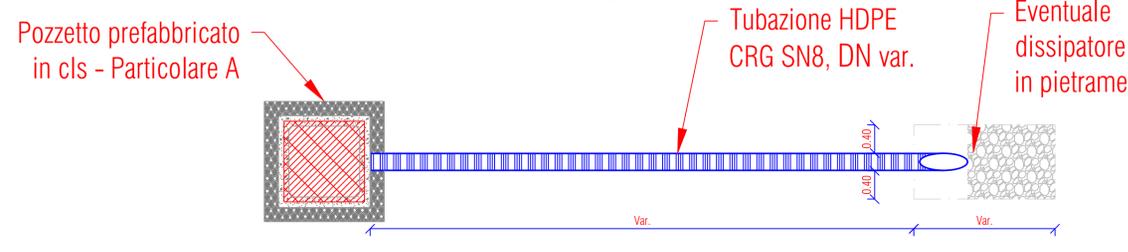
POZZETTO PREFABBRICATO IN CLS

Scala 1:25



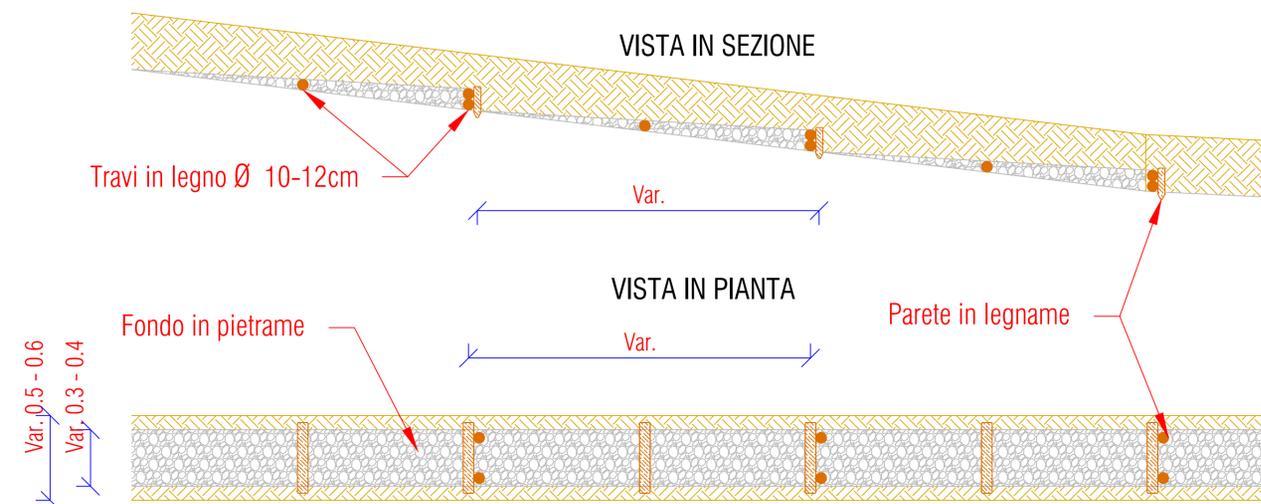
SEZIONE B-B'

Scala 1:50



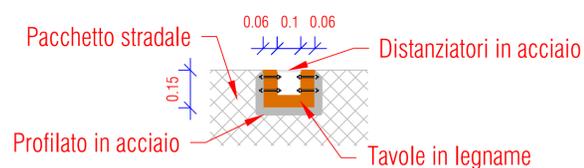
BRIGLIE IN LEGNAME

Scala 1:25



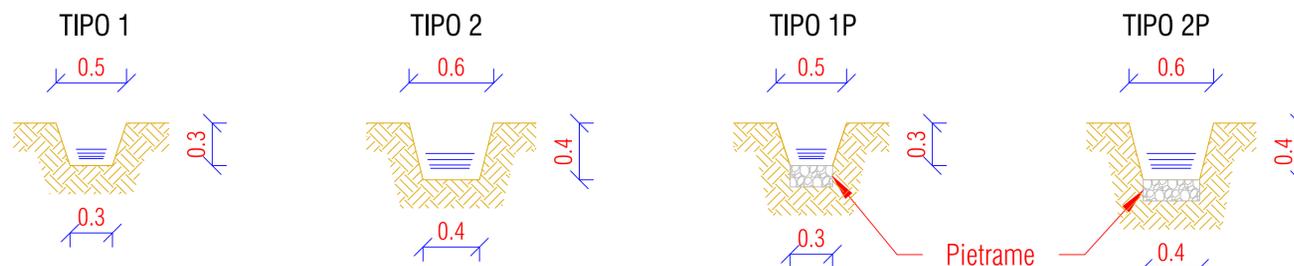
CANALETTA DI RACCOLTA TRASVERSALE

Scala 1:15



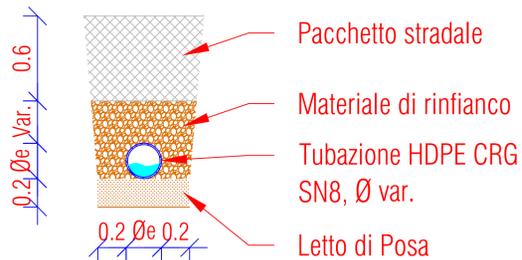
SEZIONE TIPO FOSSI DI GUARDIA

Scala 1:25



SEZIONE A-A'

Scala 1:25



Nota: TIPOLOGICI DA CONFERMARE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

00	2020.11.17	Prima emissione	V. Solano	E. Castiello	L. Lavazza
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
<p>PROJECT: <b>COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO DI "TRAPANI 3"</b></p> <p>FILE NAME: GRE.EEC.R.25.IT.W.14703.00.024.00 - Relazione idraulica - Allegato 1</p> <p>CLASSIFICATION: <b>PUBLIC</b>    FORMAT: <b>A1</b>    SCALE: <b>Varie</b>    PLOT SCALE: <b>1 di 1</b></p> <p>UTILIZATION SCOPE: <b>BASIC DESIGN</b>    TITLE: <b>OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE PARTICOLARI COSTRUTTIVI</b></p> <p>Engineering &amp; Construction <b>EGP VALIDATION</b></p> <p>VALIDATED BY: <b>A. Puosi</b></p> <p>VERIFIED BY: <b>G. Buonomo/M. Vallejo</b></p> <p>COLLABORATORS: <b>GRE EEC R25 ITW147030002400</b></p> <p>EGP CODE</p>					
<p>This document is property of Enel Green Power Solar Energy Srl. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power Solar Energy Srl.</p>					