

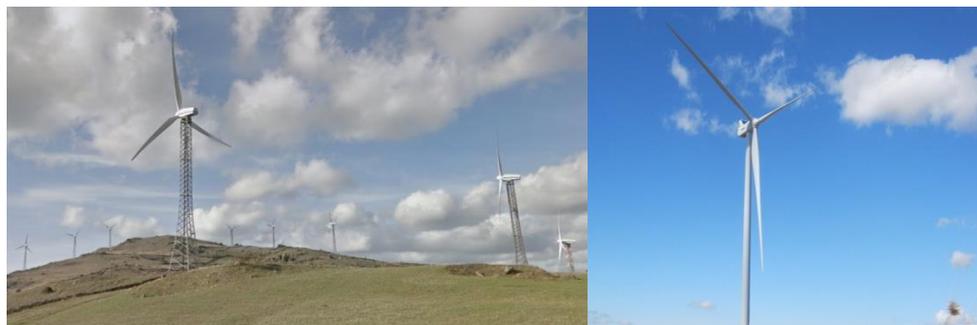
REGIONE SARDEGNA

Provincia di Sassari

COMUNI DI NULVI E PLOAGHE

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI- PLOAGHE



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



PROGETTISTA:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy



OGGETTO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE IDRAULICA

| CODICE PROGETTISTA | DATA | SCALA | FOGLIO | FORMATO | CODICE DOCUMENTO | | | | |
|--------------------|------------|-------|---------|---------|------------------|-------|-----------|-------|------|
| | | | | | IMP.. | DISC. | TIPO DOC. | PROG. | REV. |
| | 03/08/2018 | / | 1 di 15 | A4 | PLO | ENG | REL | 0038 | 00 |

NOME FILE: PLO-ENG-REL-0038_00.docx

ERG Wind Sardegna S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 2 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

Storia delle revisioni del documento

| REV. | DATA | DESCRIZIONE REVISIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|------------|-----------------------|---------|------------|-----------|
| 00 | 03/08/2018 | PRIMA EMISSIONE | FG | VF | MG |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 3 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

| | | |
|------|--|---|
| 1. | PREMESSA | 4 |
| 2. | INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 5 |
| 3. | PROGETTO DELLE OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA | 8 |
| 3.1. | OPERE IN PROGETTO | 8 |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 4 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

1. PREMESSA

La società *Hydro Engineering s.s.* è stata incaricata di redigere il progetto definitivo relativo al potenziamento dell'esistente impianto eolico ubicato nei Comuni di Nulvi (SS) e Ploaghe (SS) costituito allo stato attuale da n. 51 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale di 0,85 MW, per una potenza complessiva di 43,35 MW.

Il progetto definitivo relativo al potenziamento consiste nella sostituzione di tutti gli aerogeneratori esistenti (n.51 unità 0.85 MW) con n. 27 nuovi aerogeneratori da 4,5 MW per complessivi 121,50 MW.

L'installazione del più moderno tipo di generatore comporterà la riduzione del numero di torri eoliche, dalle 51 esistenti alle 27 proposte, riducendo in maniera sensibile l'effetto selva.

Inoltre, l'incremento di efficienza delle turbine previste rispetto a quelle in esercizio, porterà ad un ampliamento del tempo di generazione ed un aumento della produzione unitaria media. competenti, delle autorizzazioni e concessioni necessarie alla sua realizzazione.

La **presente relazione** descrive gli interventi per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici stradali e dalle piazzole del parco eolico *Nulvi-Ploaghe*.

Il sistema di fossi di guardia previsti in progetto e degli opportuni sistemi di recapito rispetta l'equilibrio idrogeologico preesistente.

Le scelte progettuali sono state condotte in modo tale da avere opere ad "*impatto zero*" sull'esistente reticolo idrografico, recapitando le acque superficiali convogliate dai fossi di guardia presso gli impluvi ed i solchi di erosione naturali.

L'obiettivo che si vuole raggiungere è quello di intercettare ed allontanare tempestivamente le acque dalla sede stradale, al fine di garantire la vita utile della viabilità e delle opere civili, riducendo le operazioni di manutenzione al minimo indispensabile.

La relazione in oggetto, oltre il presente capitolo, è composta da ulteriori n°2 capitoli, di cui di seguito un breve riepilogo:

- *Capitolo 2 – Inquadramento territoriale:* vengono riportate le informazioni necessarie per l'individuazione cartografica del sito.
- *Capitolo 3 – Progetto delle opere di regimazione:* illustra i criteri e le linee guida utilizzate per gli interventi in progetto e descrive le opere idrauliche previste.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 5 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il nuovo impianto insisterà nei territori dei Comuni di *Nulvi e Ploaghe* e limitatamente ad un minimo tratto di cavidotto interrato, nel territorio del comune di *Osilo*. In particolare:

- nel *Comune di Nulvi* saranno installati nove nuovi aerogeneratori da 4,5 MW, aventi le seguenti sigle, R-NU01, R-NU02, R-NU03, R-NU04 R-NUR05, R-NU06, R-NU07, R-NU08 e R-NU09;
- nel *Comune di Ploaghe* saranno installati diciotto nuovi aerogeneratori da 4,50 MW, aventi le seguenti sigle, R-PLG01, R-PLG02, R-PLG03, R-PLG04, R-PLG05, R-PLG06, R-PLG07, R-PLG08, R-PLG09, R-PLG10, R-PLG11, R-PLG12, R-PLG13, R-PLG14, R-PLG15, R-PLG16, R-PLG17 e R-PLG18.

Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto ricadono all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "460_IV_Osilo; 460_III_Ploaghe".
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n°460010, n°460020, n°460050, n°460060, n°460090, n°460100.
- Fogli di mappa catastale del Comune di Nulvi n°24, 27 e 29
- Fogli di mappa catastale del Comune di Ploaghe n° 1, 2, 3, 4, 5, 8, 12 e 13
- Fogli di mappa catastale del Comune di Osilo n° 104 (per un breve tratto di strada sterrata e di cavidotto).

Di seguito (figg. 2.1 e 2.2) sono riportate un'immagine di inquadramento territoriale ed il layout dell'impianto in progetto su IGM.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 6 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

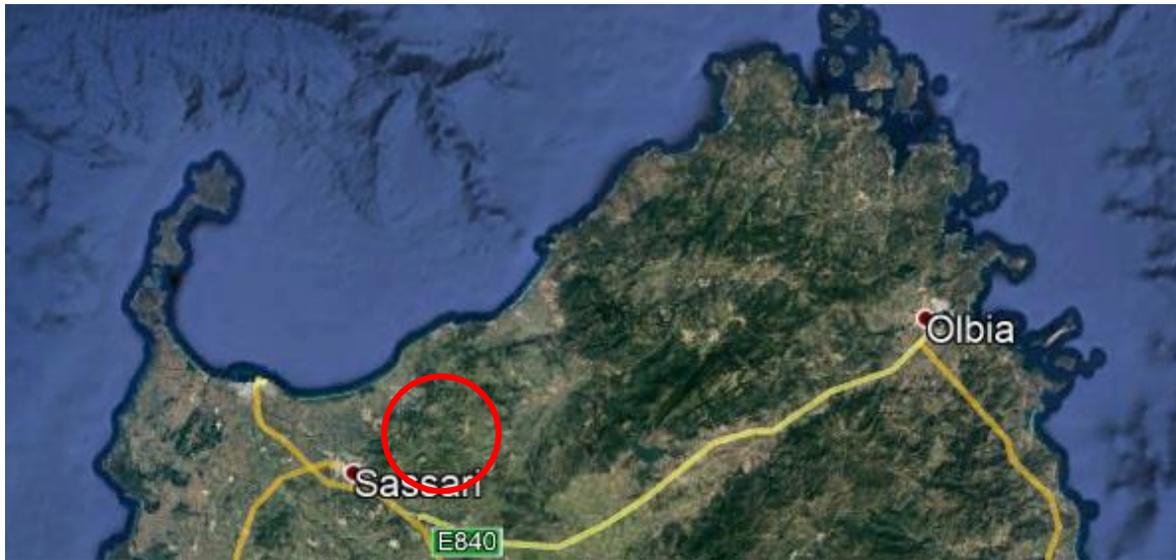


Figura 2.1: Inquadramento generale del territorio oggetto delle opere in progetto.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 7 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

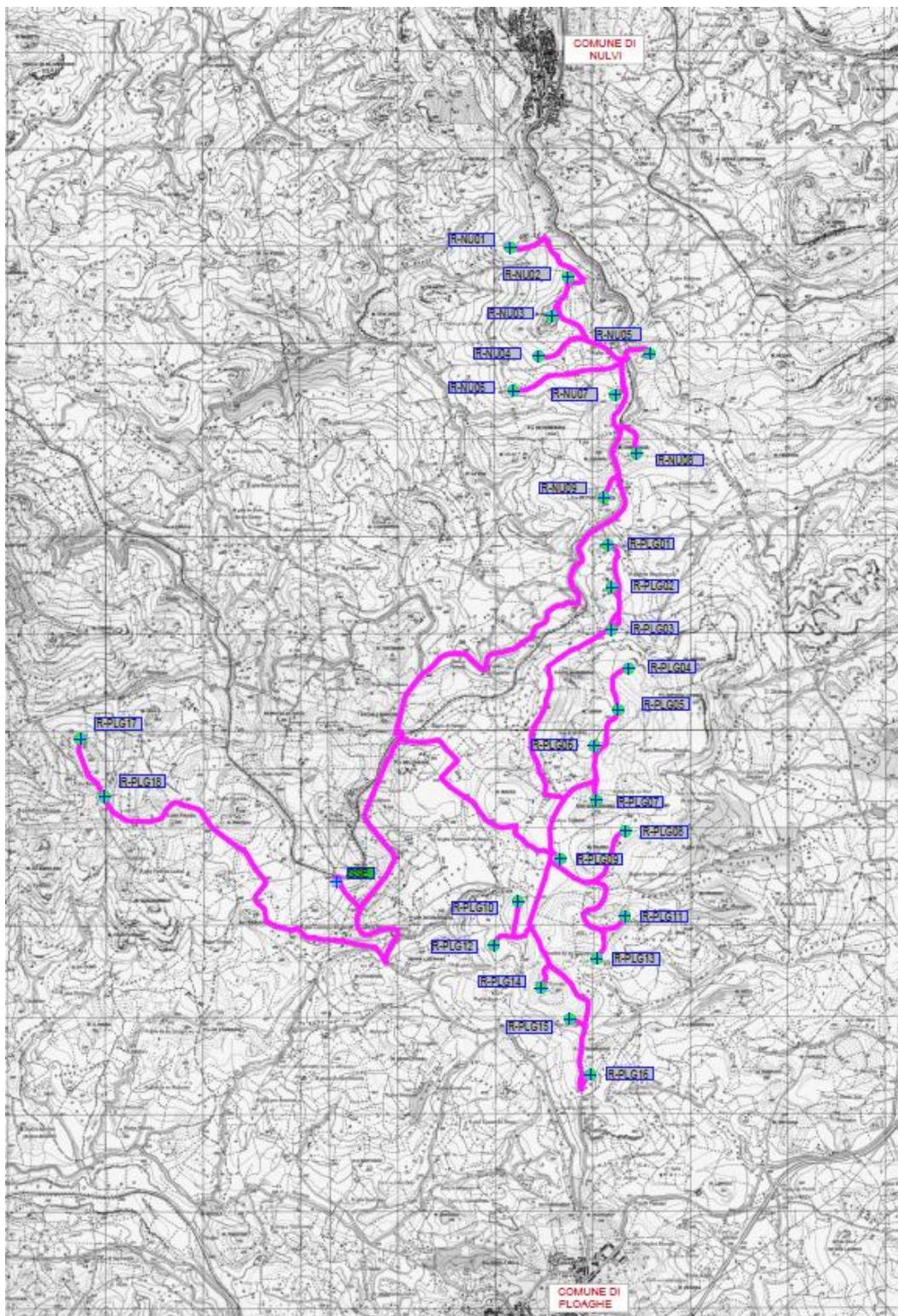


Figura 2.2: Layout dell'impianto di Nulvi-Ploaghe su IGM 1:25.000

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 8 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

3. PROGETTO DELLE OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

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

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

- i. mantenimento delle condizioni di “equilibrio idrologico-idraulico” preesistenti agli interventi di potenziamento dell'impianto eolico attualmente in esercizio;
- ii. 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.

Il *leitmotiv* della progettazione delle opere ha riguardato la salvaguardia ambientale, l'utilizzo di tecniche di bioingegneria, in uno con la gestione economica ed ecocompatibile delle risorse naturali secondo i principi dello sviluppo sostenibile.

Il tracciato delle opere di regimazione è stato definito a partire dal rilievo 3D *Drone* dell'area e dalla riprogettazione della viabilità del parco, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi (ed i solchi di erosione) interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche dei tracciati.

La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti. Le opere idrauliche in progetto sono descritte nel paragrafo seguente.

3.1. OPERE IN PROGETTO

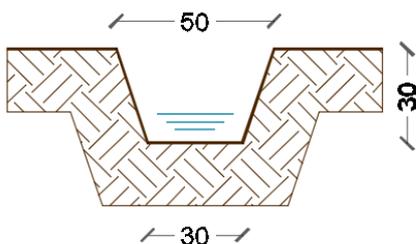
Le opere idrauliche previste in progetto sono le seguenti:

Fossi di guardia in terra “Tipo A” per $Q \leq 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ e pendenza $i \leq 6,00\%$, aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

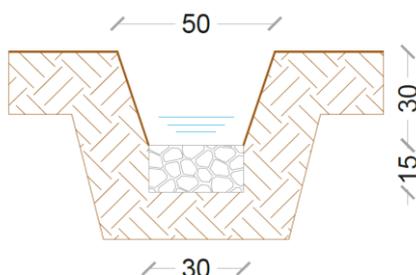
| <i>Sezione trapezia</i> | |
|-----------------------------|------|
| Larghezza base [m] | 0,30 |
| Larghezza in superficie [m] | 0,50 |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 9 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

| | |
|-------------|------|
| Altezza [m] | 0,30 |
|-------------|------|



Nei tratti con pendenze comprese tra 6,00 e 11,00% tali fossi di guardia (**Tipo BP**) presentano il **fondo rivestito con pietrame** di media pezzatura ($d=5-10$ cm), per uno spessore di 15 cm, al fine di ridurre l'azione erosiva della corrente idrica.

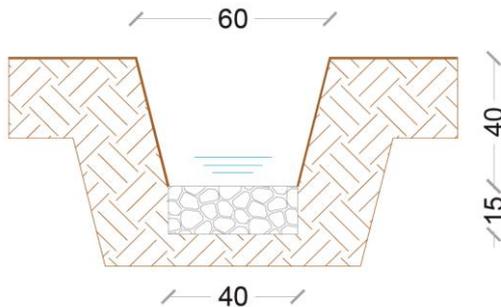


Fossi di guardia in terra "Tipo B" per $Q \geq 0,08$ m³/s e pendenza $i \leq 6,00\%$, aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

| <i>Sezione trapezia</i> | |
|-----------------------------|------|
| Larghezza base [m] | 0,40 |
| Larghezza in superficie [m] | 0,60 |
| Altezza [m] | 0,40 |

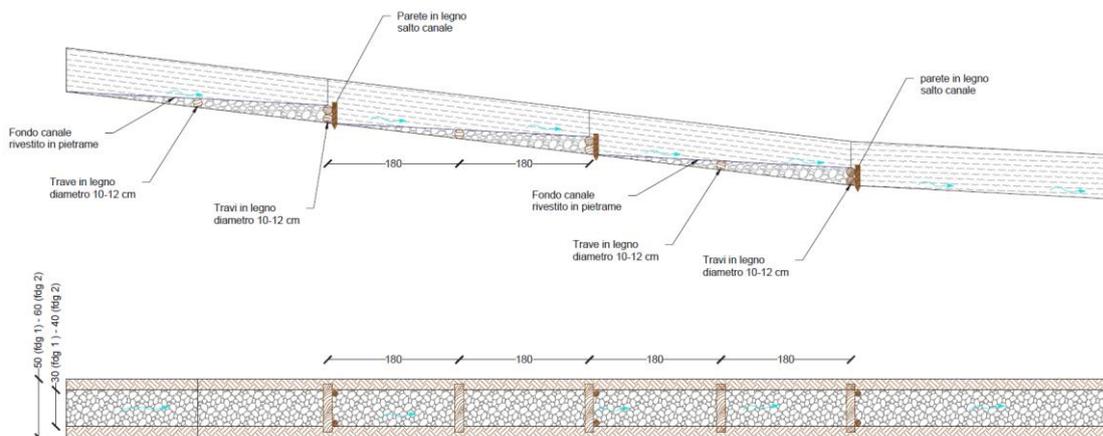
Anche il fosso di guardia "tipo B", nei tratti con pendenze comprese tra 6,00 e 11,00%, presenta il **fondo rivestito con pietrame** di media pezzatura ($d=5-10$ cm), per uno spessore complessivo di 15 cm, ed assume la denominazione "tipo BP".

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 10 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |



In alcuni tratti con pendenze superiori all'11% (e fino al 18,8%), i fossi di guardia (tipo AB e tipo BP) saranno "integrati" con **briglie filtranti in legname (e denominati, rispettivamente, "APS" e "BPS")**. Tali briglie (fig. 3.1) sono poste in opera con una interdistanza pari a circa 3,60 m; esse sono realizzate con paletti in castagno infissi nel terreno, aventi un diametro di 10-12 cm ed una lunghezza variabile tra 0,5 e 0,8 m.

L'altezza fuori terra della briglia è pari a 0,30 m. Lo scopo è quello di ridurre la pendenza del fosso di guardia, attraverso il deposito del materiale solido, limitando così l'azione erosiva della corrente.



Opere di dissipazione: tali opere 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 ($D > 40$ cm), con differente geometria in funzione delle caratteristiche della corrente in uscita e del corpo idrico ricettore.

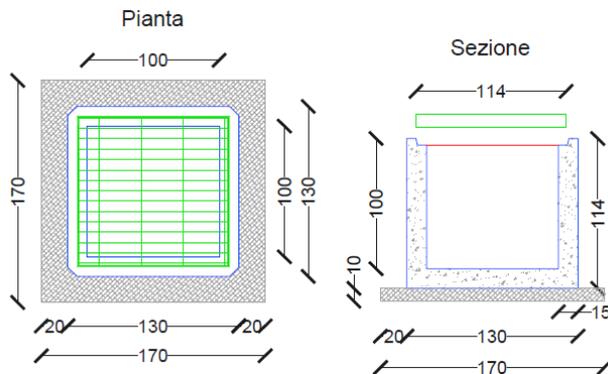
| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 11 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |



Figura 3.1: Sistema di fossi di guardia con fondo rivestito in pietrame e briglie.

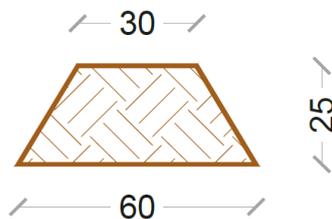
Pozzetti in cls prefabbricato, aventi dimensioni interne 100x100 cm e spessore delle pareti pari a 0,15 m; l'altezza sarà variabile in funzione delle peculiarità delle quote dei fossi di guardia (o delle tubazioni in HDPE CRG) in ingresso e uscita.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 12 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |



Arginelli in terra (nei tratti in rilevato) aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

| | |
|-----------------------------|------|
| Larghezza base [m] | 0,60 |
| Larghezza in superficie [m] | 0,30 |
| Altezza [m] | 0,25 |



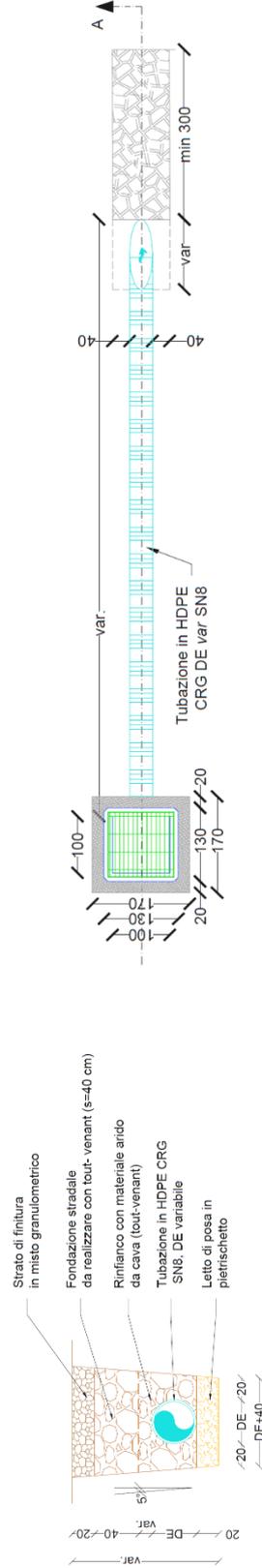
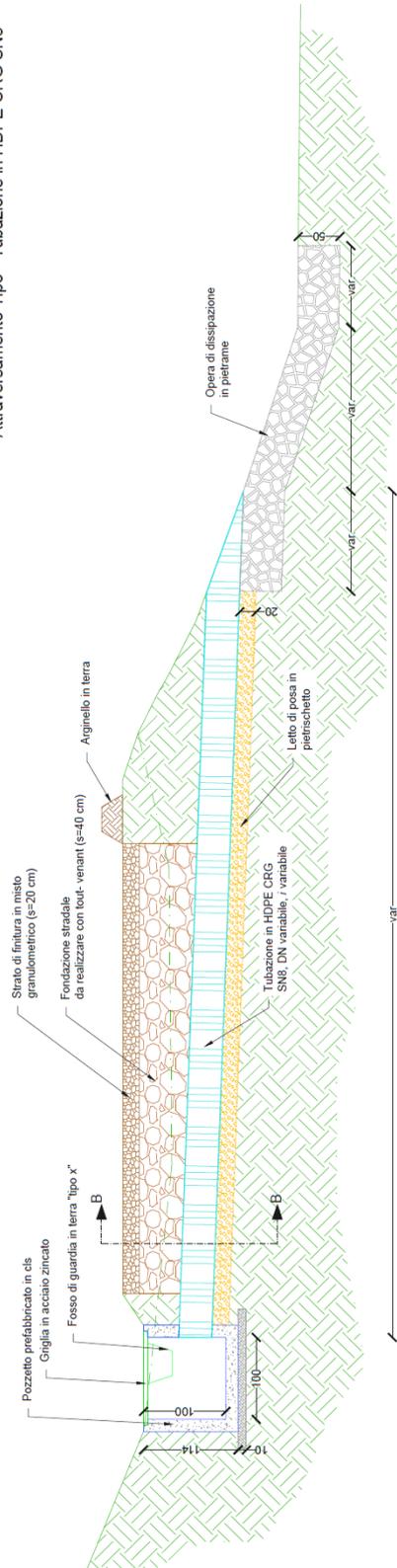
Attraversamenti "Tipo T" in corrispondenza dei punti di scarico: tale tipologia di attraversamento è necessaria per lo scarico - presso gli impluvi esistenti - delle acque meteoriche (di piattaforma e provenienti dai versanti) intercettate dai fossi di guardia.

Gli attraversamenti sono realizzati con tubazioni in HDPE CRG SN8 (DE variabile) e prevedono (i) *in ingresso* un pozzetto per ispezione e raccordo con il fosso di guardia ed (ii) *in uscita* lo scarico diretto presso gli impluvi esistenti, previa opera di dissipazione in pietrame.

Di seguito si riportano - a titolo di esempio - un'immagine delle sezioni longitudinali e trasversali dell'*attraversamento tipo* ed una pianta dello stesso attraversamento.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 13 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

Attraversamento Tipo - Tubazione in HDPE CRG SN8

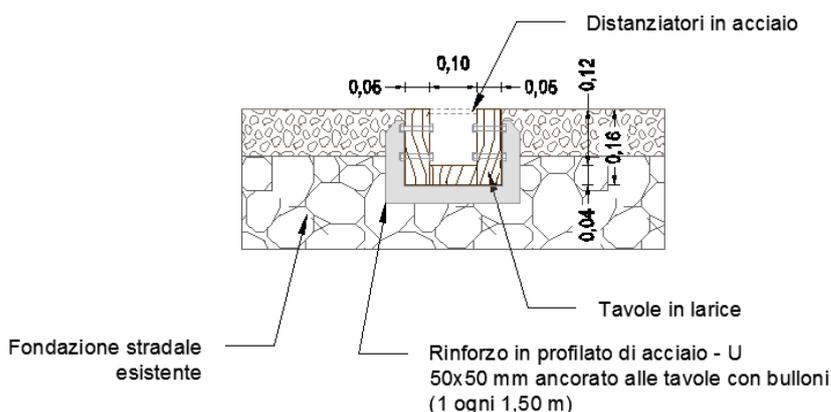


| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 14 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

Canalette in legname per tagli trasversali alla viabilità, per i tratti con pendenza superiore al 14%, aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

| <i>Sezione rettangolare</i> | |
|-----------------------------|------|
| Larghezza base [m] | 0,10 |
| Spessore [m] | 0,05 |
| Altezza [m] | 0,12 |

Tali opere trasversali a cielo aperto assolvono essenzialmente la funzione di limitare la lunghezza del percorso dell'acqua sul piano stradale convogliandola presso i fossi di guardia in progetto.



Esse, interrompendo lo scorrimento dell'acqua, ne riducono il potere erosivo, limitando la formazione di solchi e l'approfondimento delle tracce lasciate dalle ruote dei veicoli.

La distanza tra le canalette è sicuramente l'elemento di maggior interesse progettuale. In generale, essa deve garantire lo smaltimento del deflusso superficiale prodotto sulla sede stradale e di quello sottosuperficiale intercettato, limitare l'erosione del fondo stesso ed evitare la formazioni di solchi, ma al contempo garantire una qualità di transito ragionevole. **Nel caso in esame, nei tratti di utilizzo, si è deciso di installare una canaletta ogni 50-60 m.**

L'orientamento scelto è 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. La pendenza trasversale delle canalette deve infatti garantire lo smaltimento del deflusso prodotto dal tratto di strada sotteso ed evitare la deposizione almeno del materiale più fine. A tale scopo la pendenza non è inferiore al 3-4%.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO NULVI - PLOAGHE RELAZIONE IDRAULICA | 15 |
| PLO | ENG | REL | 0038 | 00 | | |

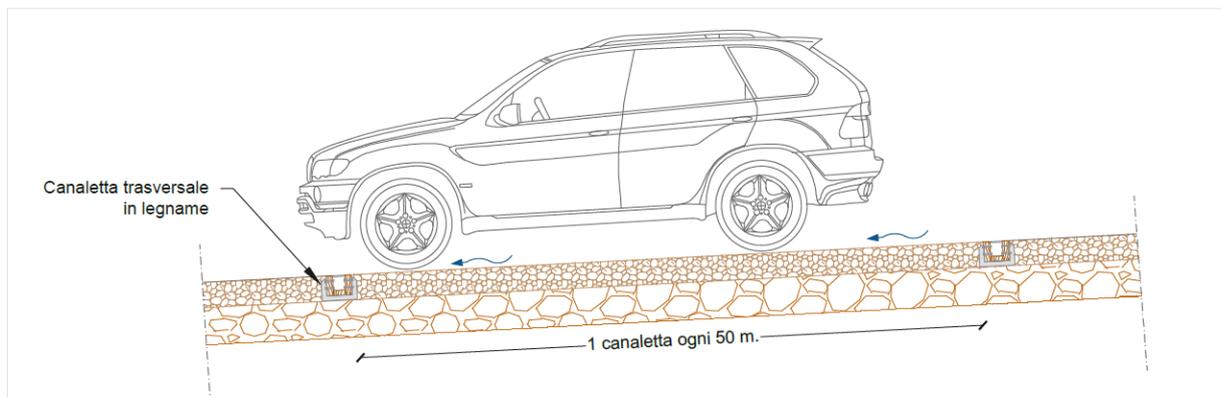


Figura 3.2: Sezione longitudinale con ubicazione delle canalette in legno.