



Stabilizzazione e protezione da erosione superficiale di pendii e costruzioni in terra

**Linea ferroviaria Alba - Bra
Cantiere di Santa Vittoria d'Alba
Caso applicativo di tecniche tradizionali di consolidamento
del versante abbinate alla protezione antierosiva mediante
specie erbacee a radicazione profonda**

Ing. Andrea Demicheli

*R.F.I. S.p.A. - Direzione Territoriale Produzione Torino
S.O. Ingegneria*

Linea ferroviaria Alba - Bra Cantiere di Santa Vittoria d'Alba

Un caso applicativo di tecniche tradizionali di consolidamento del versante abbinate alla protezione antierosiva mediante specie erbacee a radicazione profonda

sommario

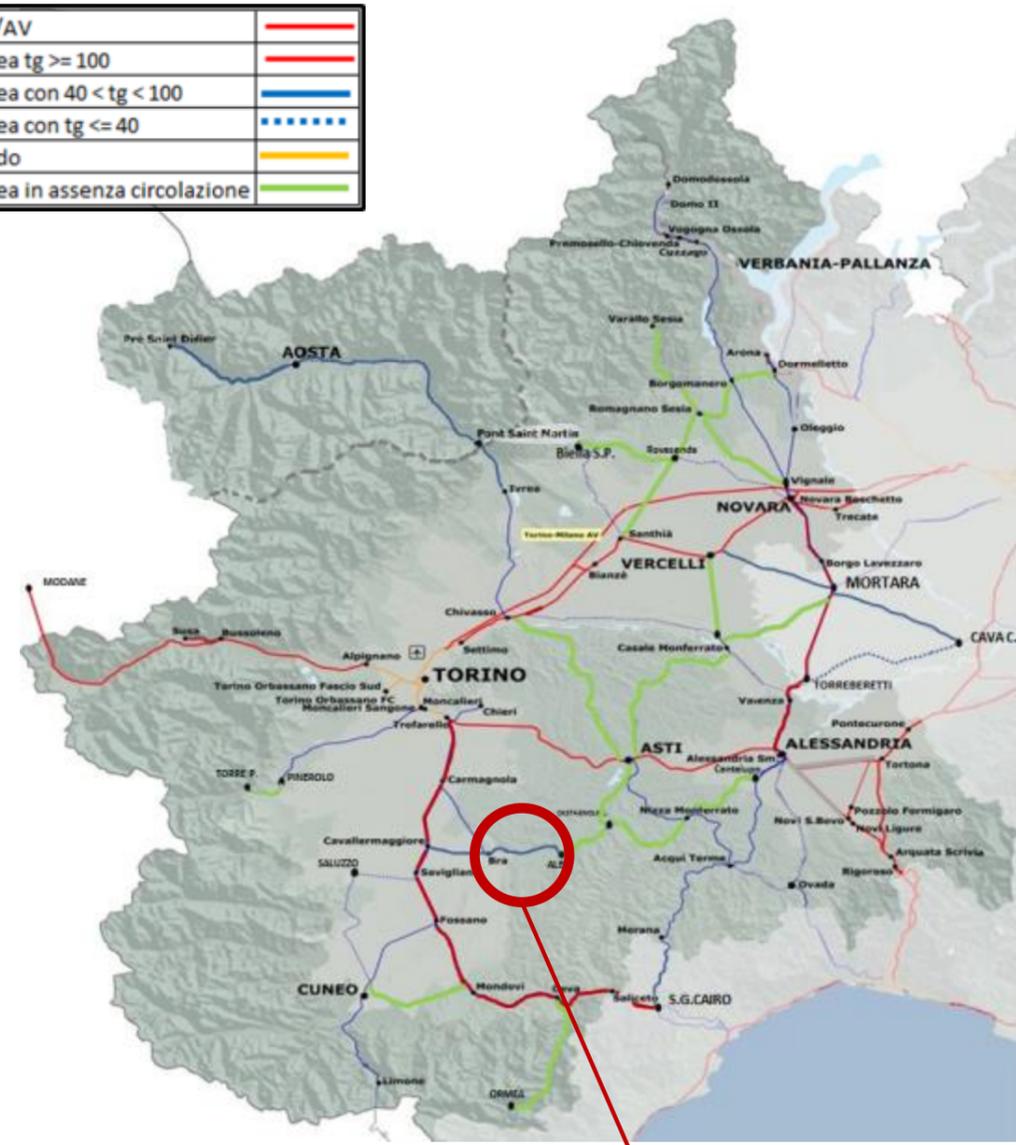
- 01** La prevenzione del rischio dissesto idrogeologico nel contesto della Rete Ferroviaria del Piemonte e della Valle d'Aosta
- 02** Il contesto del cantiere di S. Vittoria d'Alba sulla linea Alba – Bra: inquadramento geomorfologico e situazione ante intervento
- 03** Attuazione dell'intervento: fasi e tecniche di esecuzione
- 04** Esito dell'intervento a 5 anni dall'inizio dei lavori



La prevenzione del dissesto idrogeologico nel contesto della rete ferroviaria in Piemonte e Valle d'Aosta



AC/AV	—
Linea tg >= 100	—
Linea con 40 < tg < 100	—
Linea con tg <= 40	—
Nodo	—
Linea in assenza circolazione	—



Santa Vittoria d'Alba

Sviluppo della rete in Piemonte e Valle d'Aosta:
Km di linea: **1978**

Numero punti singoli per problematiche connesse al dissesto idrogeologico (intersezioni rete ferroviaria/mappatura PAI-banca dati IFFI):

- **450** per rischio alluvione;
- **151** per rischio frana;
- **44** per rischio caduta massi

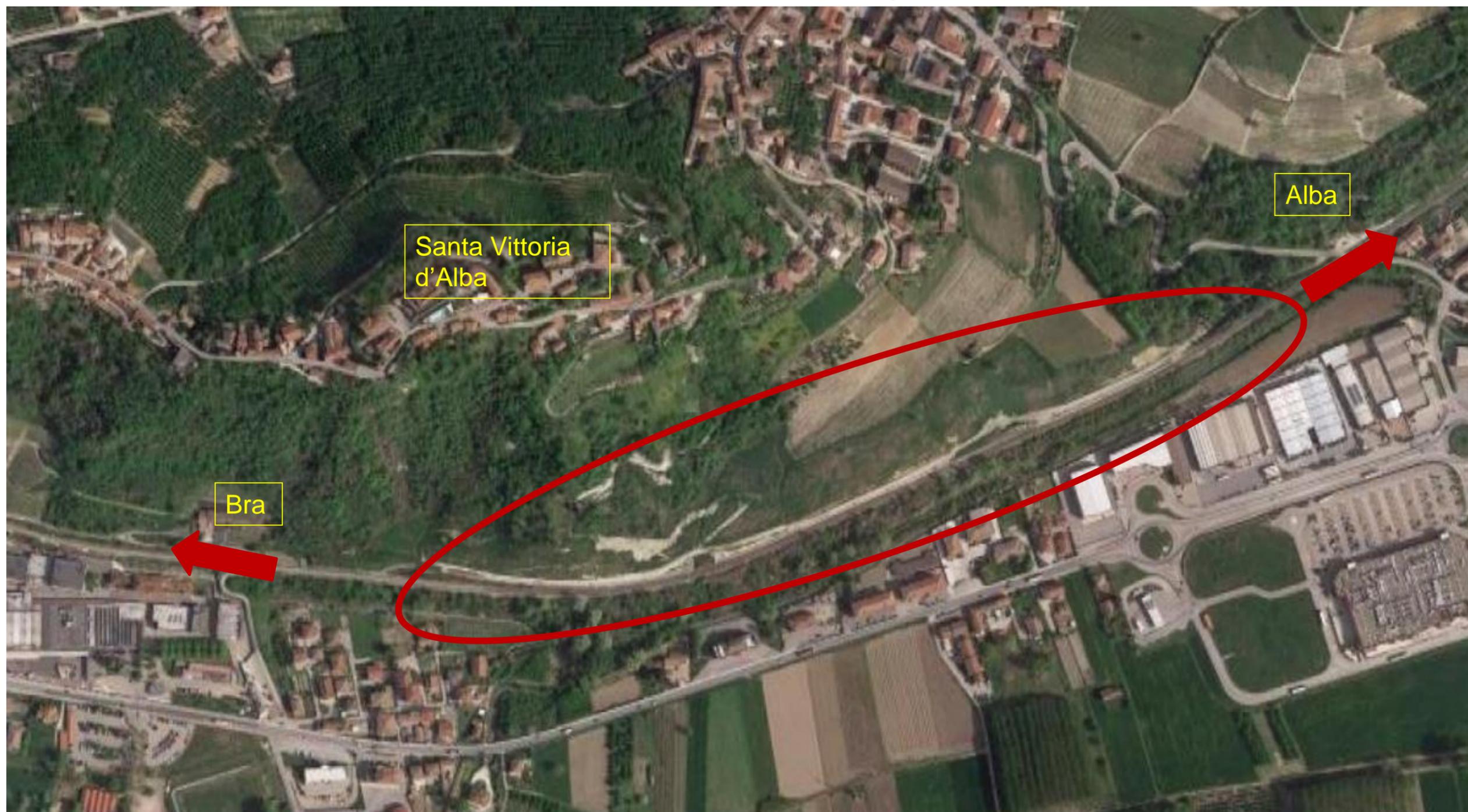
Linee di azione:

- Attivazione di specifica organizzazione per il monitoraggio dei punti singoli in coordinamento con i "Sistemi di allertamento regionale ai fini di protezione civile"
- Interventi infrastrutturali in attuazione di specifico piano di investimenti



Anno	Importo Consuntivato [€]
2014-2015	€ 9.923.467
2016	€ 18.493.673
2017	€ 16.278.766
2018	€ 19.454.723
TOT.	€ 64.150.629
Anno	Importo pianificato
2019-2020	€ 35.828.000
2021	€ 35.743.340

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba: geolocalizzazione

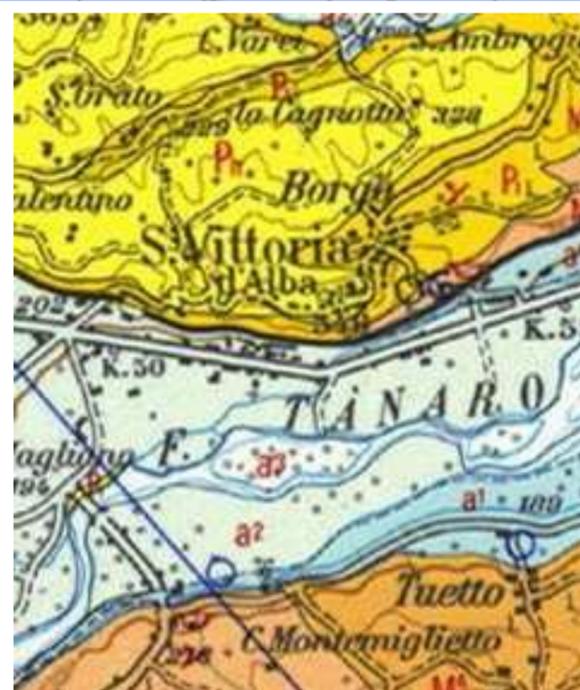
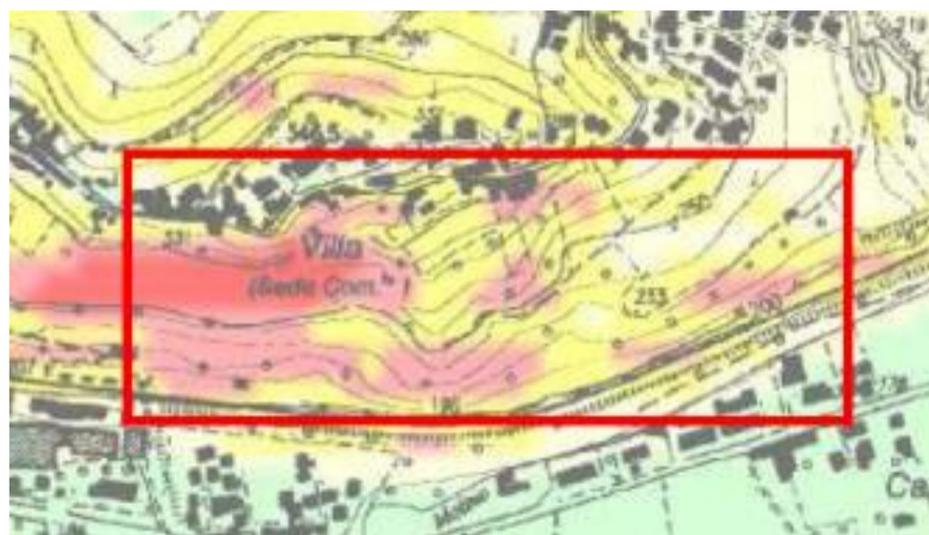
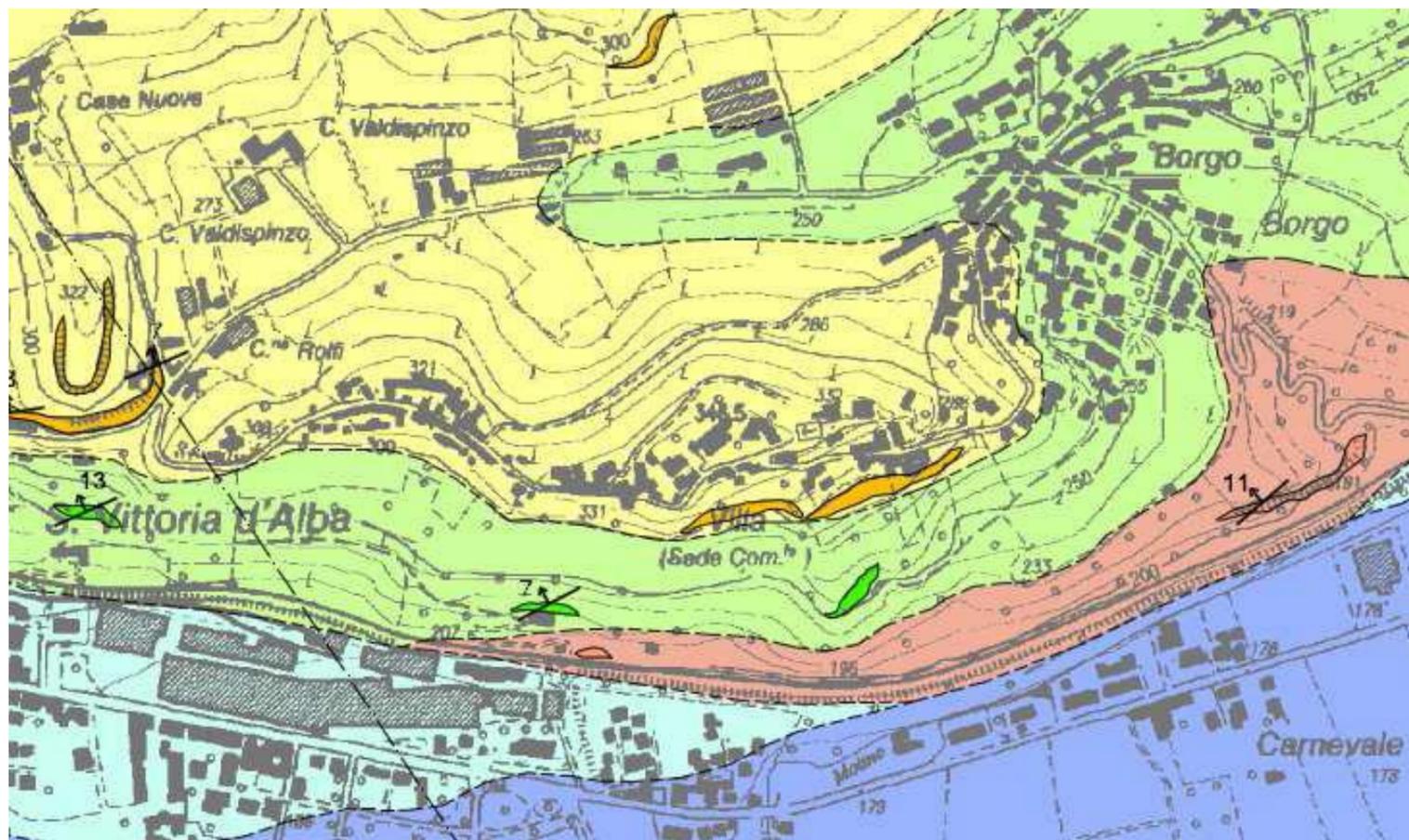


Il cantiere di S.Vittoria d'Alba: natura del dissesto

- ripetute riattivazioni di dissesti pregressi (1976-1978) sia di tipo corticale che profondo in occasione di condizioni meteo avverse;
- fenomeni franosi caratterizzati da movimenti di tipo composito (scivolamenti sia di tipo rotazionale che traslativo);
- movimenti di materiali fini ad alto indice di plasticità (colamenti sia lenti che veloci)
- conseguente degrado del sistema di raccolta e convogliamento delle acque superficiali complementare al sistema delle opere di sostegno realizzato alla fine degli anni '70.
- innesco di fenomeni di erosione localizzata, penetrazione delle acque di corrivazione tra le zolle dislocate con formazione di inghiottitoi e zone depresse con evoluzione progressiva dei processi di instabilizzazione del versante



Inquadramento geologico del sito



SUBSTRATO PRE-QUATERNARIO

Sabbie in facies di "Astiano" (Pliocene medio)



Litologia: sabbie siltose giallastre incoerenti o localmente cementate in genere omogenee, con rari fossili marini mal conservati e solo raramente mostrandoci strutture da moto ondoso. Si osservano nella parte bassa della sequenza intercalazioni mamose.

Caratteri strutturali: depositi stratificati caratterizzati da ripiani morfologici delimitati da ripide scarpate, create di solito da fenomeni erosivi. Il passaggio tra le Sabbie in facies di Astiano e le sottostanti Argille in facies di Piacenziano è generalmente mal riconoscibile.

Stato di alterazione: depositi poco alterati.

Comportamento geotecnico: le proprietà geotecniche dipendono dalla variabilità granulometrica. In presenza di sabbie a grana fine e media risultano buone.

Argille in facies di "Piacenziano" (Pliocene inf. - medio)



Litologia: argille e marne argillose, talora con abbondanti fossili marini di colore grigio-azzurro. Sono presenti, nella parte alta della formazione livelli sabbiosi di potenza plurimetrica.

Caratteri strutturali: depositi poco stratificati e fratturati, gli affioramenti emergono dalla coltre eluvio-colluviale solo in corrispondenza delle scarpate create da vistosi fenomeni erosivi.

Stato di alterazione: depositi generalmente da poco a moderatamente alterati.

Comportamento geotecnico: presentano generalmente buone caratteristiche geotecniche condizionate, sia dal grado di fratturazione, derivante dall'esposizione agli agenti esogeni, sia dal grado di alterazione.

Argille lacustri in facies di "Messiniano" (Miocene sup.)

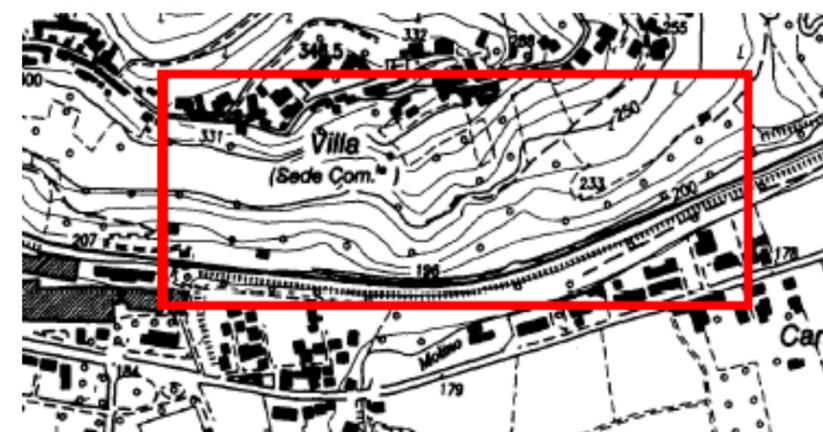


Litologia: marne argillose per lo più gessifere, con lenti di gesso cristallino e calcari cariati.

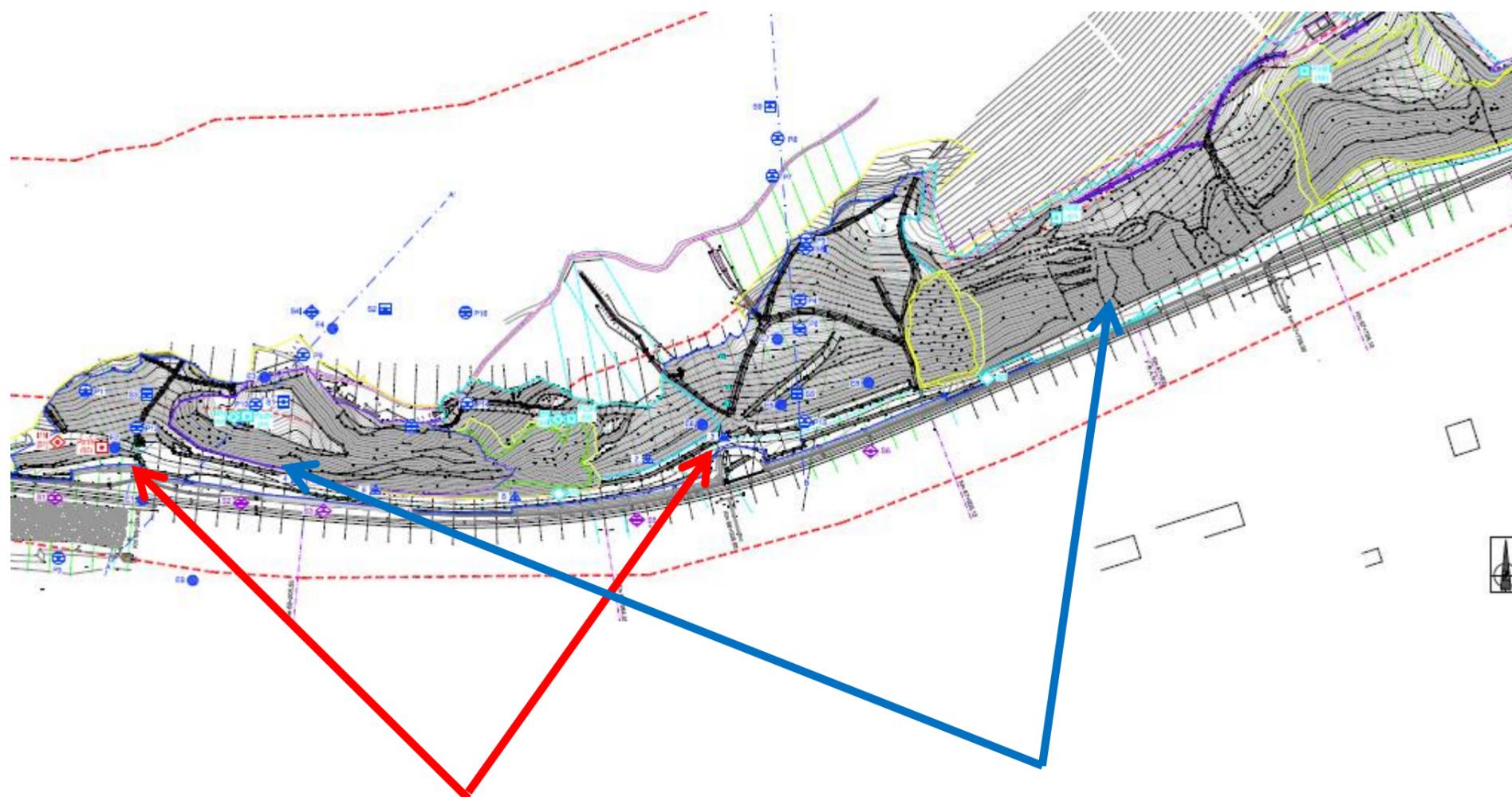
Caratteri strutturali: depositi stratificati, con presenza di corpi lenticolari di gesso cristallino che interrompono la stratificazione, gli affioramenti emergono dalla coltre eluvio-colluviale in corrispondenza di scarpate di erosione e/o antropiche.

Stato di alterazione: depositi generalmente da poco a molto alterati in relazione all'intensità della degradazione chimica.

Comportamento geotecnico: presentano generalmente mediane caratteristiche geotecniche; i corpi lenticolari di gesso cristallino sono soggetti a variazioni volumetriche (per dissoluzione) in presenza di acque di circolazione, con conseguente arricchimento di queste in solfati, che risultano aggressivi per i manufatti cementizi.



Inquadramento morfologico del sito



Settori interessati dalle problematiche più estese ove l'accumulo dei dissesti determina una morfologia più dolce per una fascia di circa 50 m a monte del tracciato ed un successivo brusco cambio di pendenza fino al crinale

Settori caratterizzati da condizioni inverse, ovvero maggiore acclività in fregio al tracciato e successiva diminuzione delle pendenze nel settore medio del versante

Situazione pre - intervento



Scivolamenti rototraslativi; in evidenza (freccia rossa) il corpo di frana, relativo alla coltre di copertura.



Franamenti a carattere di colata rapida. In evidenza i ristagni di acqua di corrivazione in corrispondenza del coronamento di frana (freccia rossa)

Situazione pre - intervento

Vista da monte e laterale del settore di versante interessato dal dissesto;
In evidenza la traccia dei fenomeni di colata rapida e le porzioni di coltre rilasciate, ma non completamente dislocate a monte del coronamento



Situazione pre - intervento



Rilasci e scoscendimenti della coltre superficiale



Situazione pre - intervento

Vista da valle del settore di versante interessato dal dissesto; in evidenza la traccia della colata sul muro di sottoscarpa (freccia rossa), poco a lato del cambio di altezza del medesimo, e la cengia litoide intermedia alla scarpata (freccia gialla), che discrimina una variazione dell'inclinazione e delle caratteristiche litologiche dei materiali. Con freccia blu sono individuate le porzioni potenzialmente instabilizzabili



Situazione pre - intervento

**Evidenti venute di acqua
entro la scarpata naturale in
corrispondenza di una
superficie di distacco tra
zolle di materiale dislocatosi
nel corso dei dissesti del
periodo 1976 -1977, con
significativo trasporto di
materiale fine, indicativo di
circolazione entro circuiti
profondi, non usualmente
percorsi e con parziali
riempimenti**



Situazione pre - intervento

Venute d'acqua lungo scarpate secondarie ed inghiottitoi formatisi lungo i settori sub-pianeggianti o in contropendenza presenti nel settore apicale di alcune zolle manifestatesi in seguito al dissesto del 1976 -1977



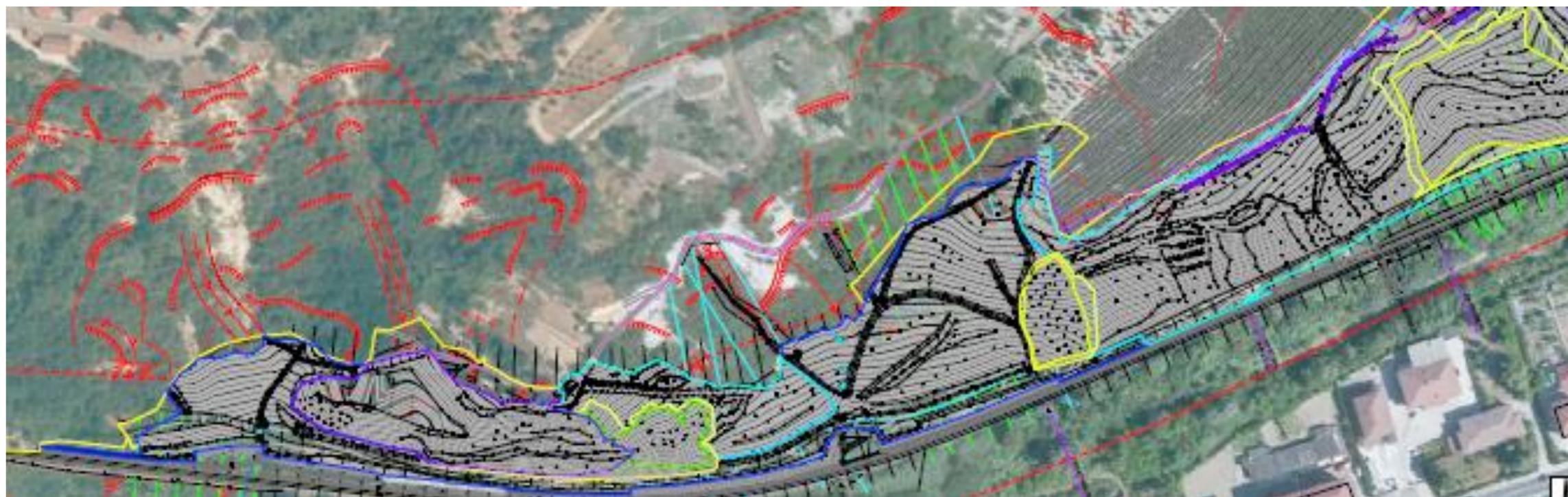
Situazione pre - intervento

Porzione terminale della scarpata a monte della pista di accesso alle opere di sostegno con funzione di presidio; la cengia (gessi) ha subito sistematiche instabilizzazioni che hanno portato allo scoscendimento o al solo scollamento di porzioni isolate da un sistema di discontinuità parallelo al pendio, in condizioni di incipiente crollo



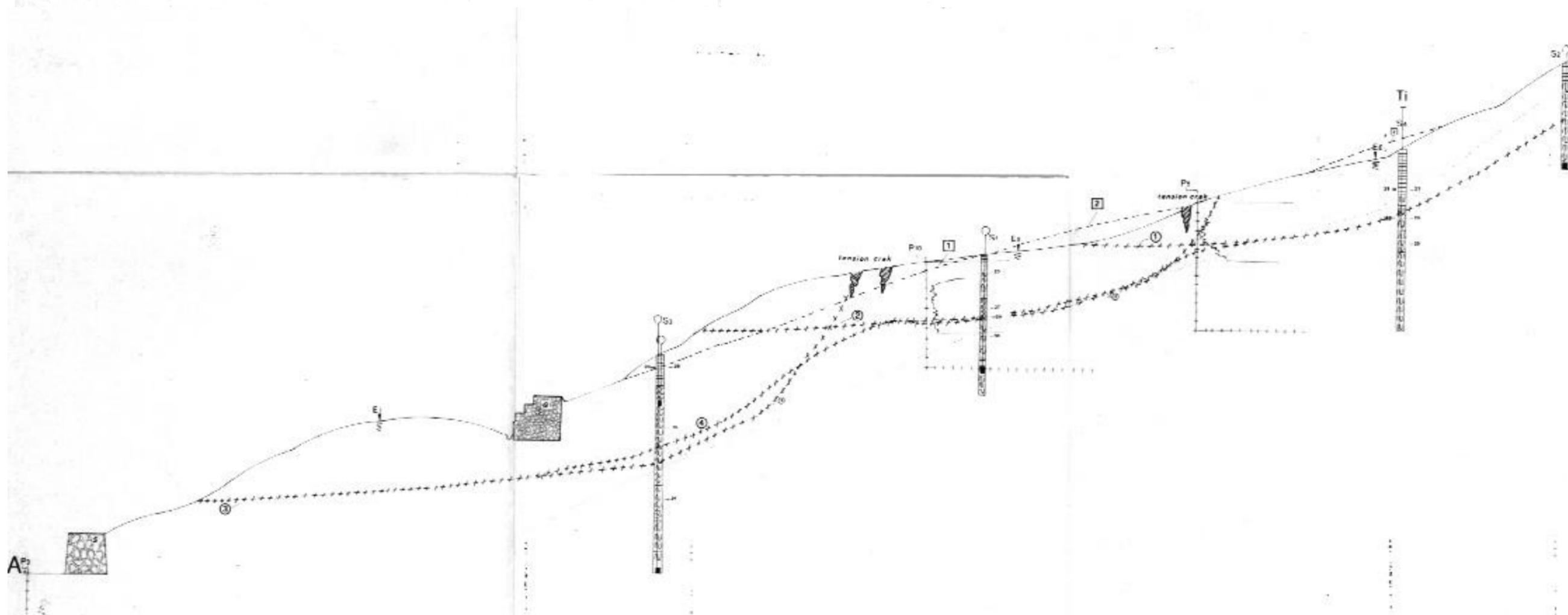
Il cantiere di S.Vittoria d'Alba – attività propedeutiche

- campagna di rilievo topografico, geologico e geomorfologico per la definizione delle geometrie dei dissesti e delle recenti riattivazioni;
- acquisizione della documentazione disponibile inerente le indagini geognostiche e gli studi già eseguiti al momento della realizzazione delle opere di sostegno esistenti;
- integrazione dei dati disponibili con nuove indagini geognostiche;
- sintesi dei dati, modellazione dei settori vulnerabili e definizione organica degli interventi di sistemazione definitiva relativi ai versanti a monte della linea



Il cantiere di S.Vittoria d'Alba – attività propedeutiche

SEZIONE A-A' estratta da "Studio geologico tecnico per la rivitalizzazione e potenziamento dell'itinerario ferroviario Casale - Cuneo, zone di S. Vittoria d'Alba e Guriot." - 1980
Scala 1:1.000



Il cantiere di S.Vittoria d'Alba

Obiettivi della prima fase di intervento (2013-2016)

- **risagomatura delle scarpate mediante eliminazione porzioni di coltre superficiale rilasciate e potenzialmente instabili nonche' delle porzioni in contropendenza per l'intero settore**
- **stabilizzazione dei settori locali di accumulo del materiale dislocato dai dissesti, pregressi e recenti, mediante drenaggi profondi collegati alla rete di smaltimento acque meteoriche**
- **eliminazione degli inghiottitoi mediante impermeabilizzazione localizzata dei compluvi**
- **ricostruzione completa di una estesa rete di canalizzazioni superficiali in grado di intercettare le acque meteoriche e recapitarle , per mezzo degli attraversamenti esistenti, nel canale posto a valle della linea**
- **inerbimento delle superfici con la "tecnica prati armati®" con duplice funzione antierosiva e di isolamento del versante da forti precipitazioni:**
 - **a) realizzazione di briglie vegetali mediante trapianto di piante a radicazione profonda per rallentare il deflusso nelle canalette**
 - **b) idrosemina diffusa per il blocco dell'erosione e l'isolamento del versante da forti precipitazioni**

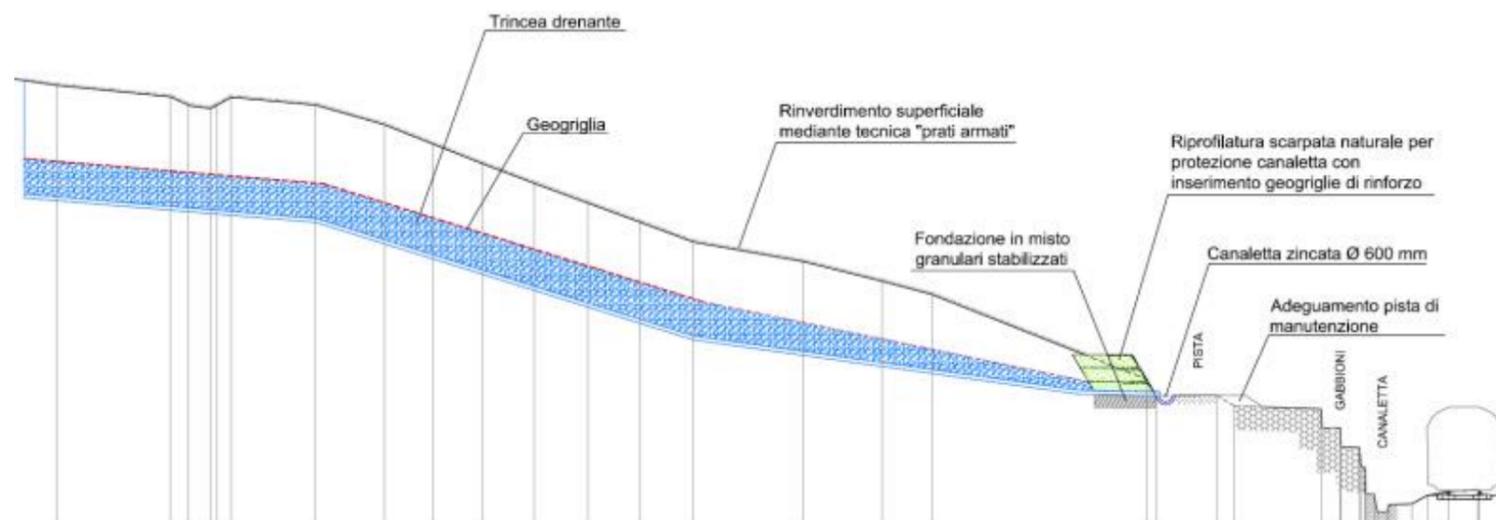
IN SINTESI: INTERVENTI COORDINATI PER IL RIPRISTINO DEI SISTEMI DI RACCOLTA ACQUE, DRENAGGIO PROFONDO E PRESIDIO PER PREVENIRE UNA EVOLUZIONE INCONTROLLATA DEL QUADRO DI DISSESTO, A SALVAGUARDIA DELLE OPERE ESISTENTI

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba – Prima fase di intervento

dati caratteristici

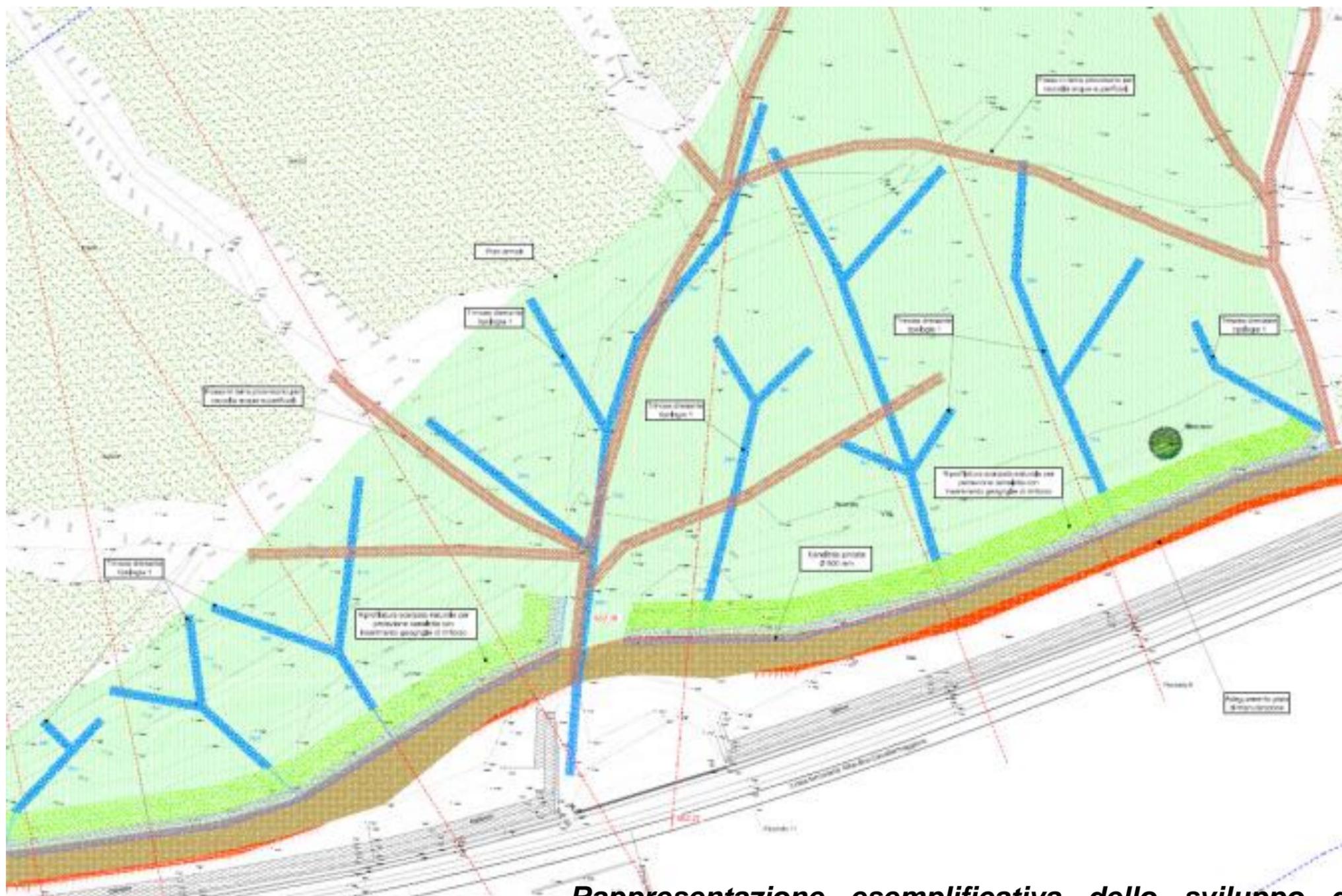
Ordine di grandezza della prima fase di intervento:

- **Superficie interessata da disgaggio, eliminazione porzioni instabili di coltre superficiale e risagomatura scarpate e interventi propedeutici;** **mq 45.000**
- **Sviluppo rete drenaggi profondi** **m 400;**
- **impermeabilizzazione localizzata dei compluvi per eliminazione degli inghiottitoi;** **mq 1400**
- **Sviluppo fossi in terra con presidi di fondo e briglie vegetali** **m 780;**
- **Sviluppo fossi di guardia tradizionali in c.a.v.** **m 300**
- **Sviluppo palificate doppie e opere complementari di ingegneria naturalistica (briglie)** **m 70 (palificate) – mq 100 (briglie)**
- **Superficie interessata dal trattamento antierosivo mediante inerbimento con tecnica "Prati Armati" previa sistematica eliminazione specie infestanti** **mq 45.000**



Il cantiere di S.Vittoria d'Alba – Prima fase di intervento

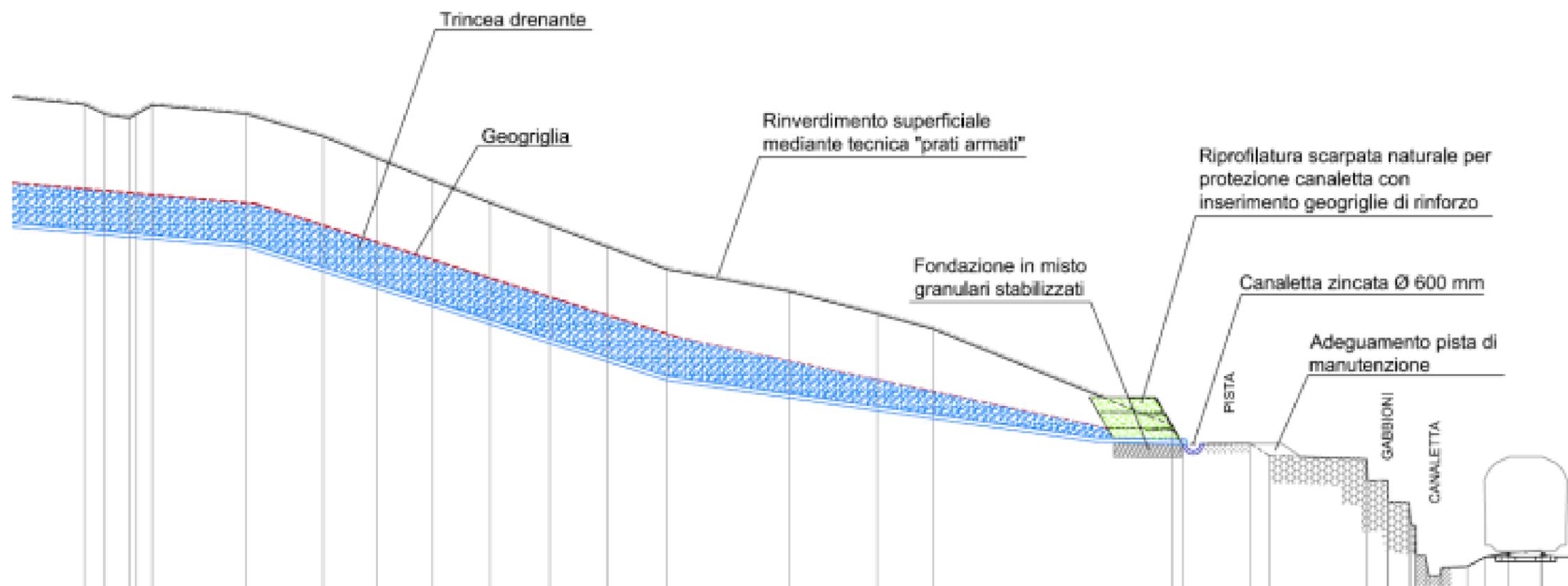
Particolari costruttivi



Rappresentazione esemplificativa dello sviluppo delle trincee drenanti e dei fossi di raccolta superficiale su un settore di intervento

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba - Fase 1: Particolari costruttivi

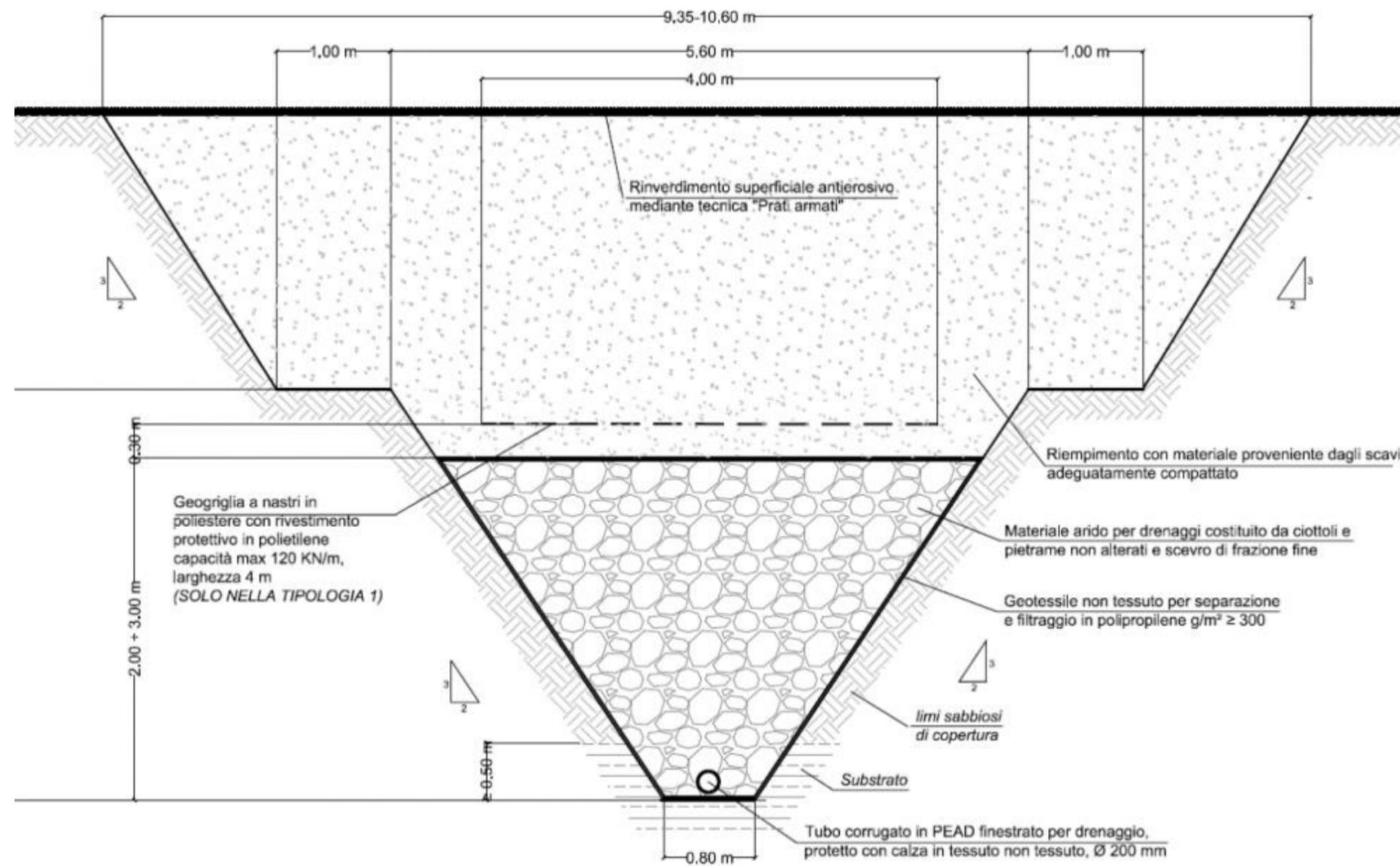
Sezione tipologica trincee drenanti



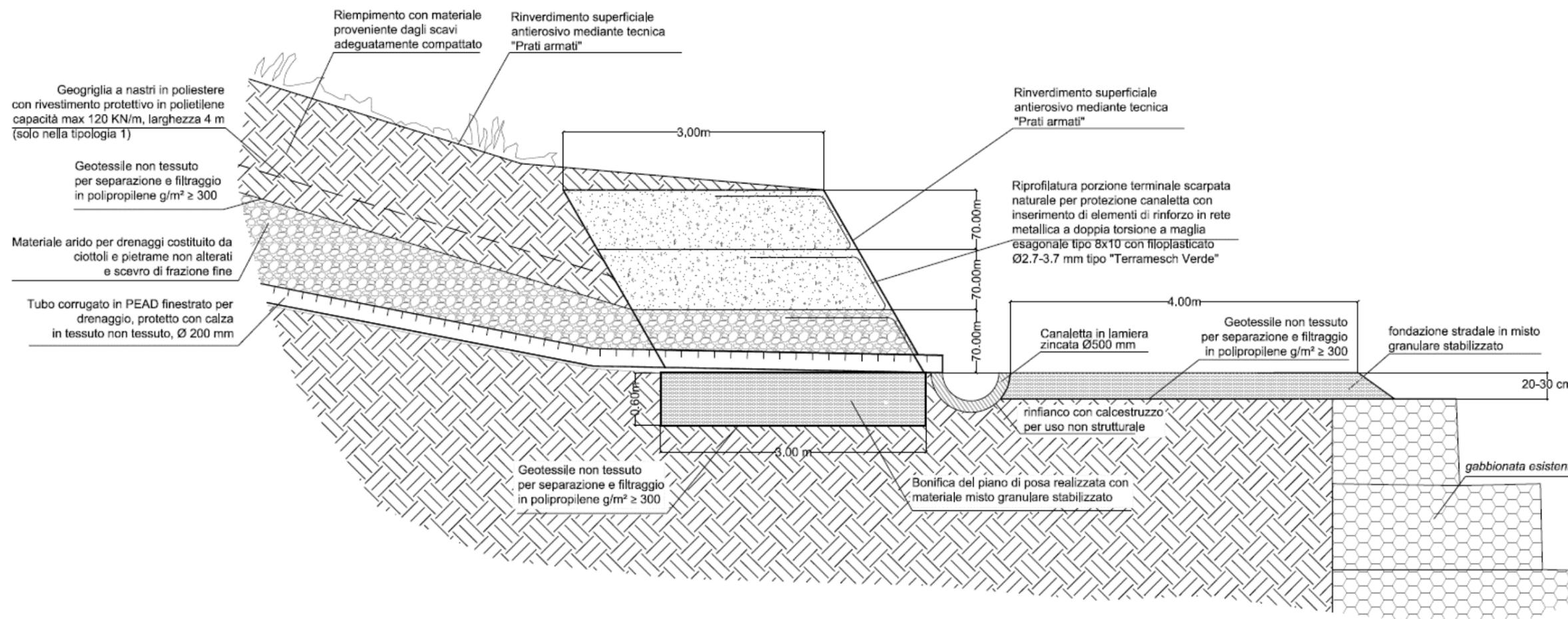
Intercettazione delle acque di percolazione nei settori medio sommitali dei vecchi corpi di frana, in corrispondenza delle tracce di superficie di scivolamento individuate dagli studi geotecnici, al fine di limitare la possibilità di rinnesco dei dissesti

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba - Fase 1 - Particolari costruttivi

Sezione tipologica trincee drenanti

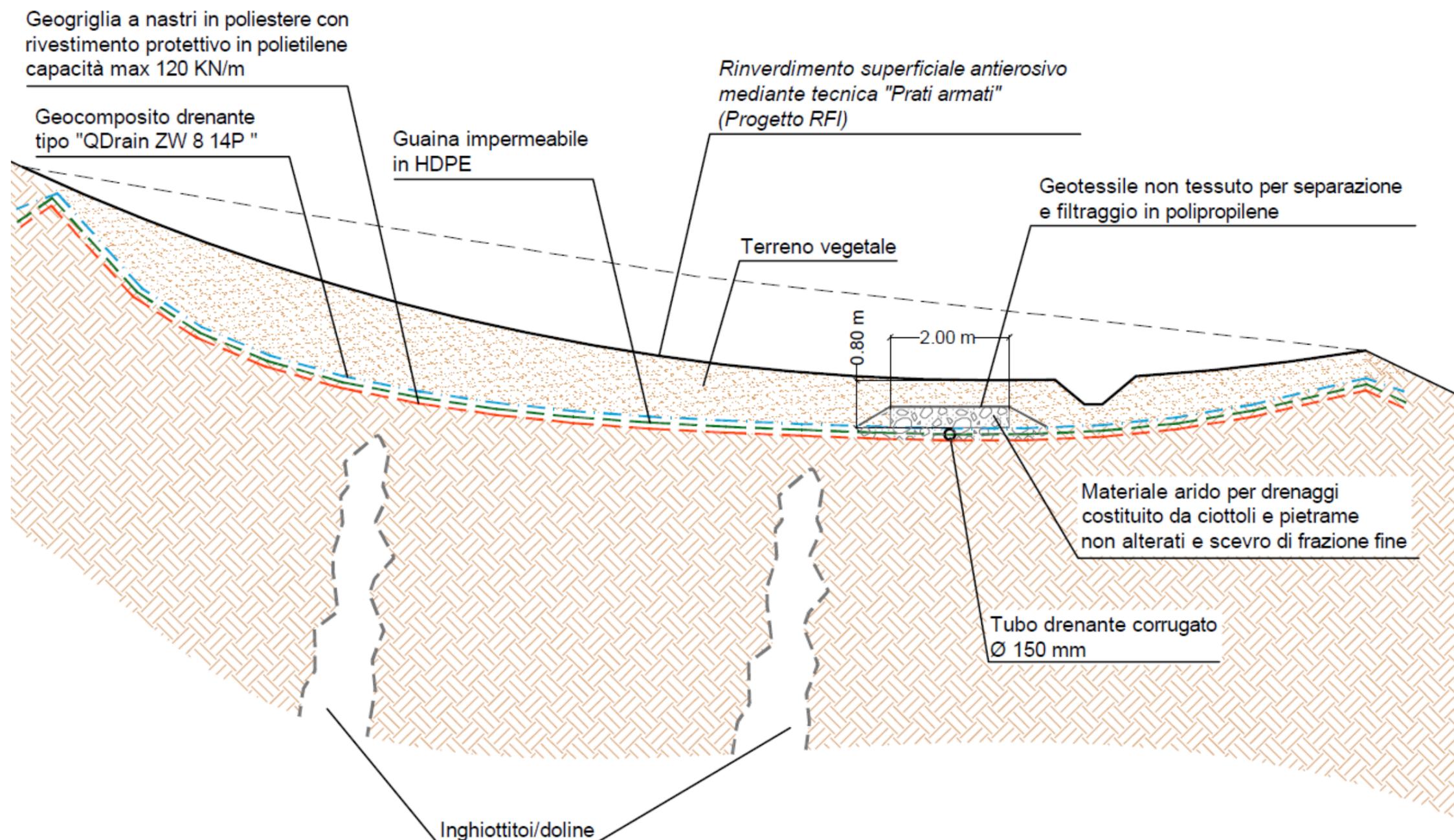


Il cantiere di S.Vittoria d'Alba - Fase 1 - Particolari costruttivi



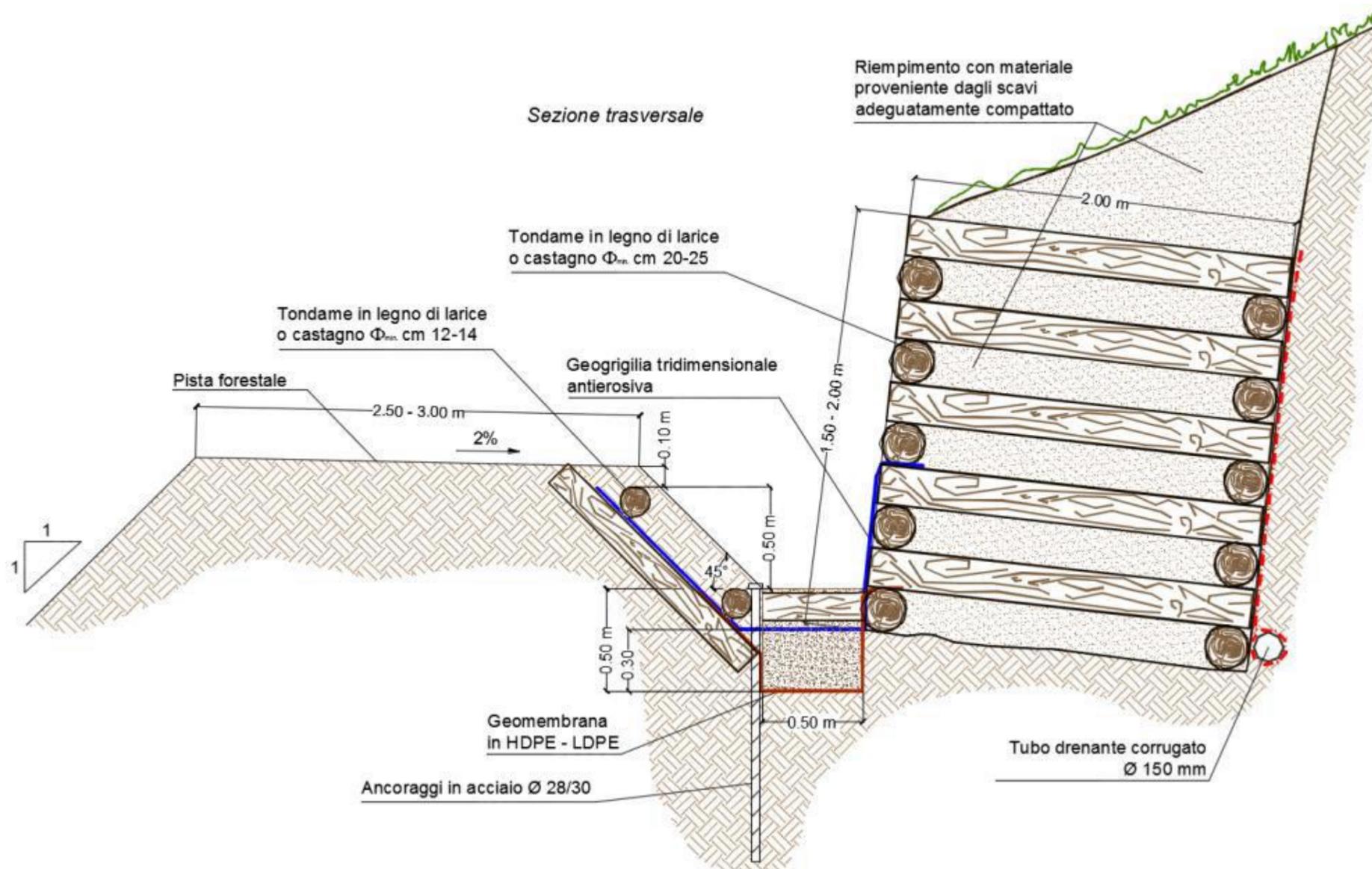
Sezione tipologica riprofilatura scarpata a monte canaletta - Sbocco trincea

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba – Fase 1 - Particolari costruttivi



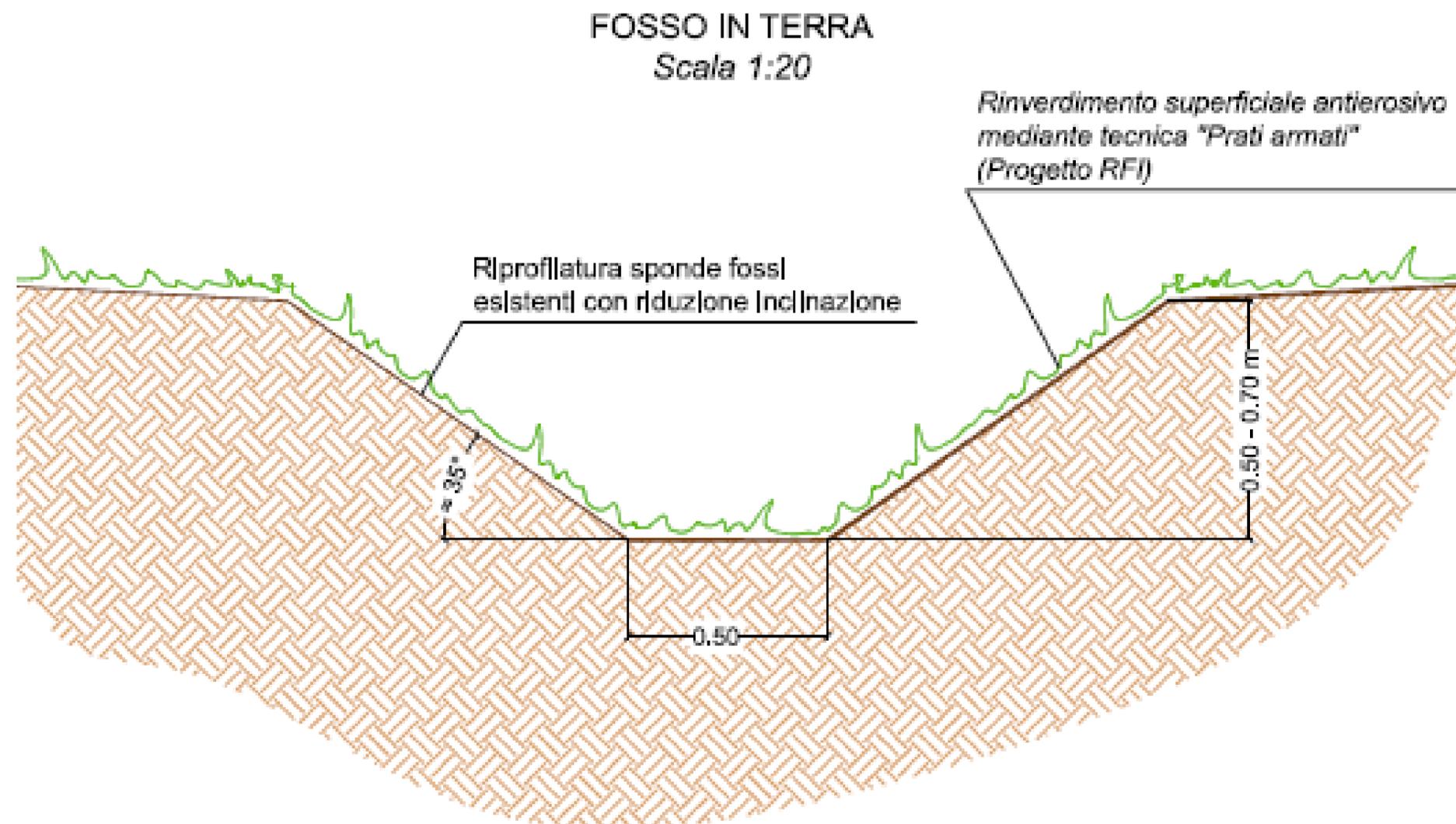
Impermeabilizzazione dei settori interessati da depressioni ed inghiottitoi

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba - Fase 1 - Particolari costruttivi



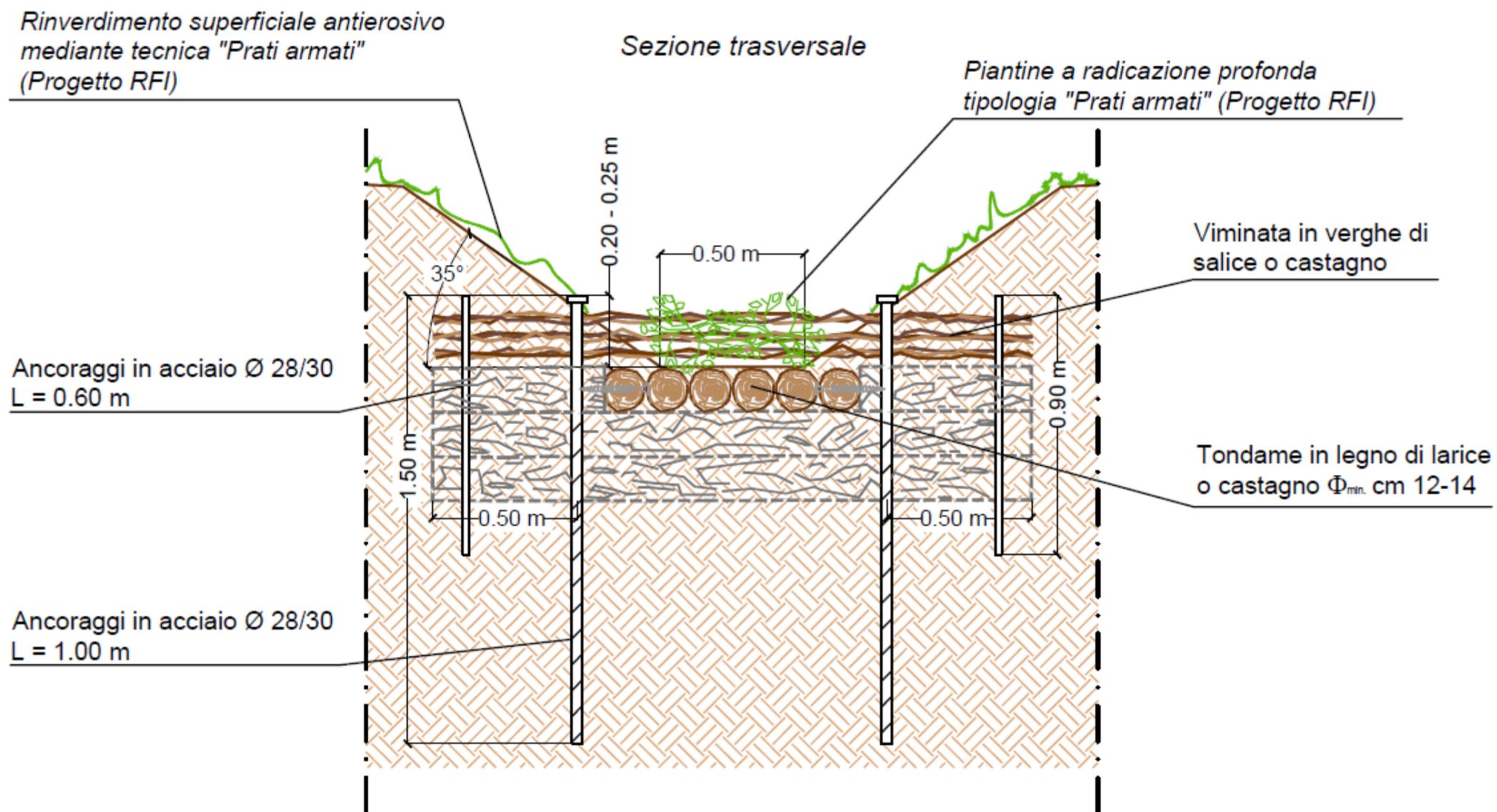
Palificata doppia con altezza variabile e canale di scolo al piede;

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba - Fase 1 - Particolari costruttivi



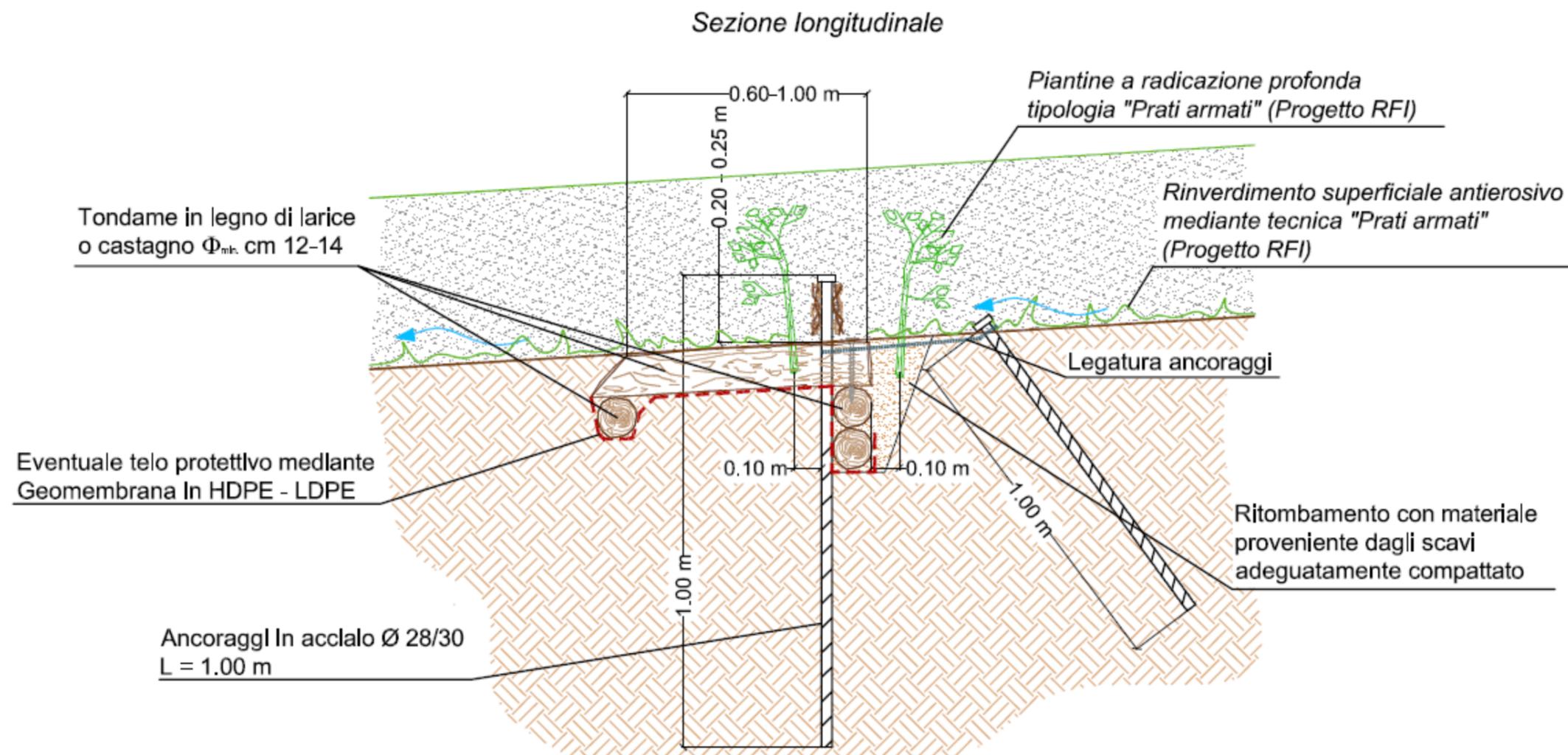
Fossi di raccolta delle acque superficiali;

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba - Fase 1 - Particolari costruttivi



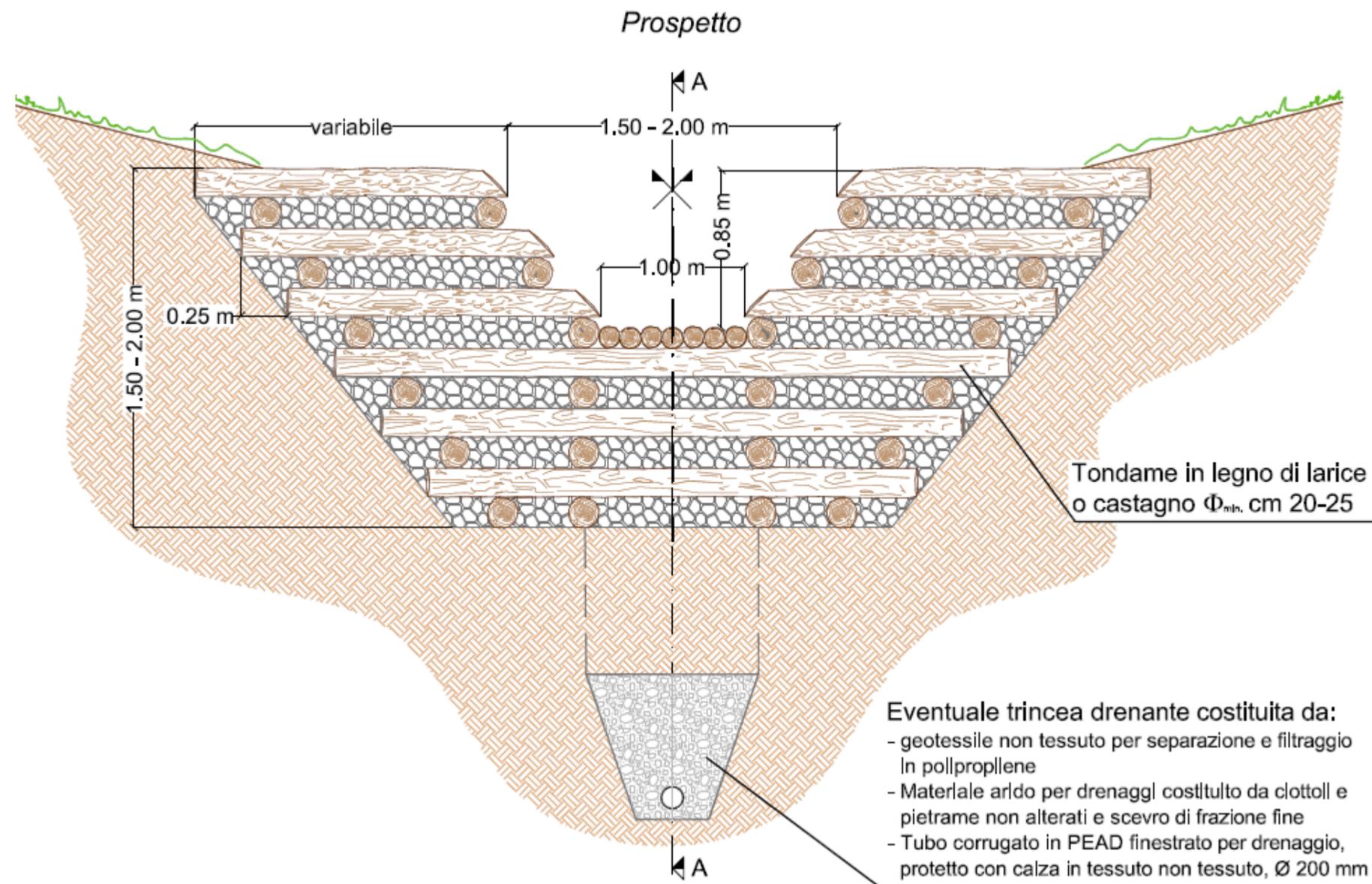
Fosso in terra con presidi di fondo realizzati sistematicamente lungo lo sviluppo;

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba - Particolari costruttivi



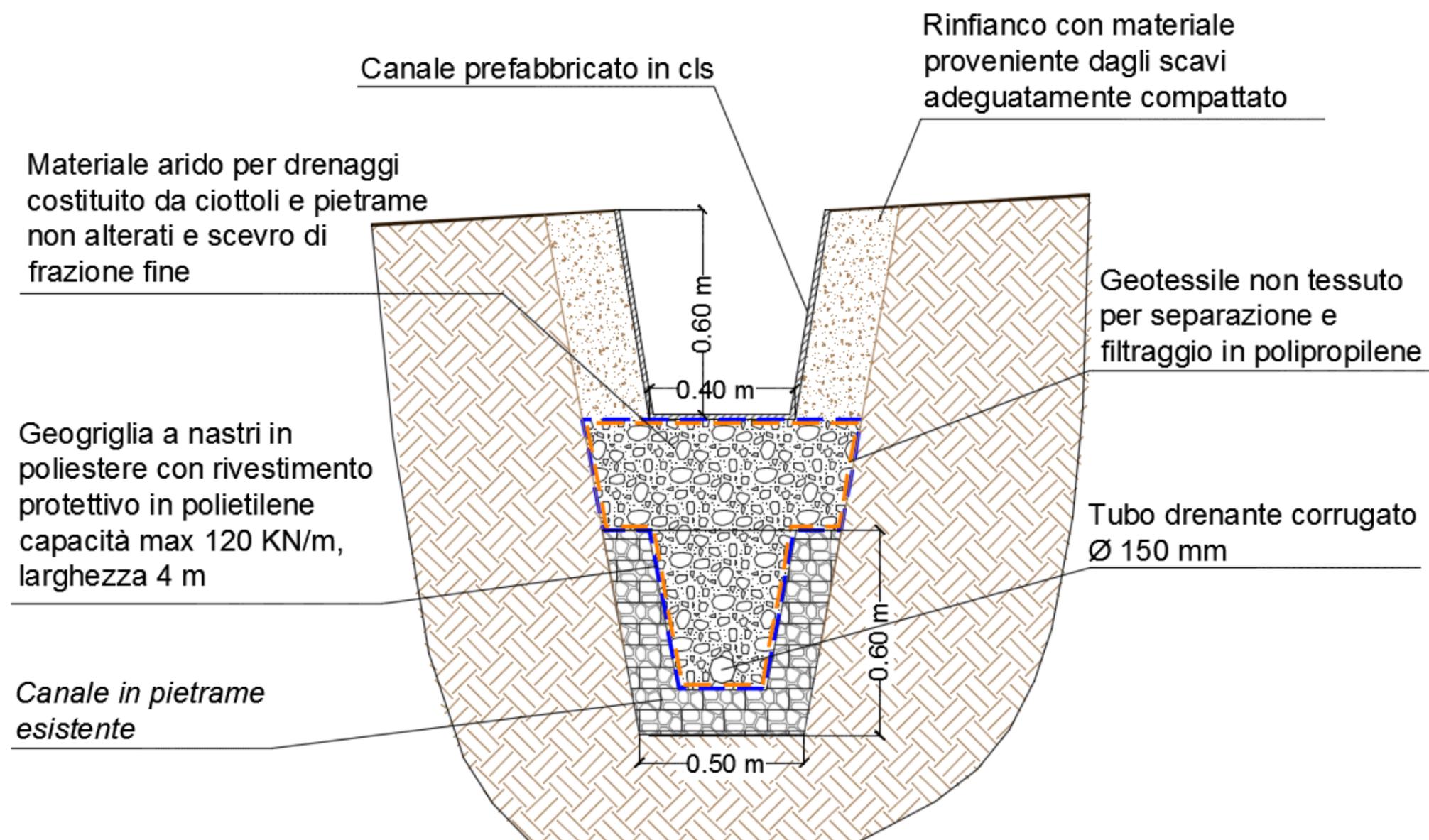
Fosso in terra con presidi di fondo realizzati sistematicamente lungo lo sviluppo;

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba – Fase 1- Particolari costruttivi



Briglie in legname e pietrame

Il cantiere di S.Vittoria d'Alba - Fase 1 - Particolari costruttivi



Ripristino dei fossi di guardia, realizzati sulle tracce di quelli esistenti, mediante posa di canalette prefabbricate in c.l.s. e drenaggio sottostante;

Il settore di intervento ad inizio lavori



Attuazione dell'intervento (Fase 1)



Vista del pendio dopo il taglio delle robinie.
Si notino le tracce di pregresse microfrane con formazione di zone in contropendenza, causa di accumulo delle acque di corrivazione superficiali

Attuazione dell'intervento (Fase 1)

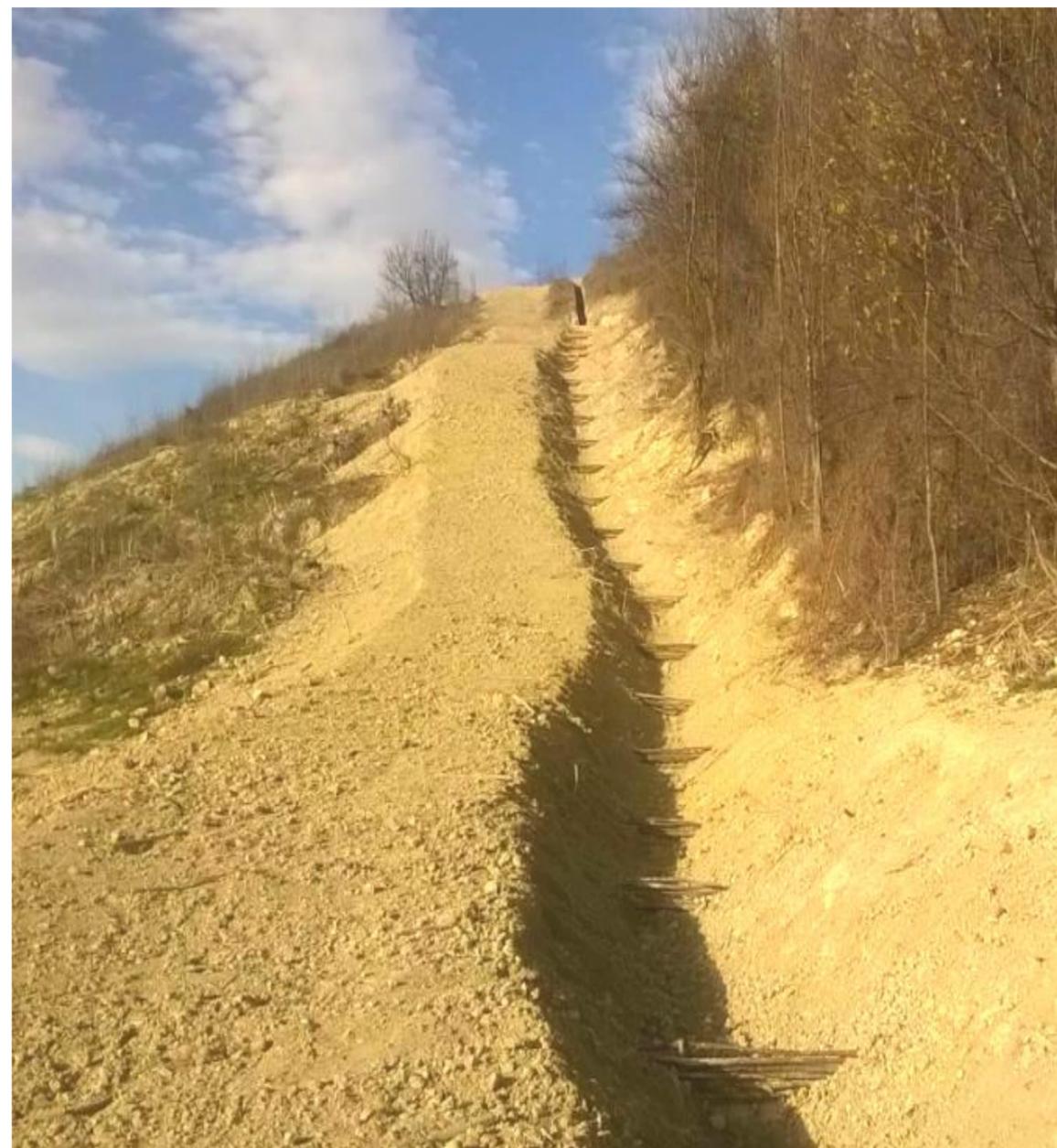


Attuazione dell'intervento (Fase 1)



Disgaggio dello strato corticale instabile

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- Riprofilatura delle scarpate e ripristino della pista per manutenzione alla base anche con funzione di area di accumulo in fase transitoria

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- Realizzazione sistema di drenaggi profondi

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



Attuazione dell'intervento (Fase 1)

- **RECUPERO DELLA VECCHIA CANALIZZAZIONE DI RACCOLTA A MONTE CON TRASFORMAZIONE IN DRENAGGIO SUPERFICIALE SOVRASTATO DA NUOVA CANALETTA DI RACCOLTA**

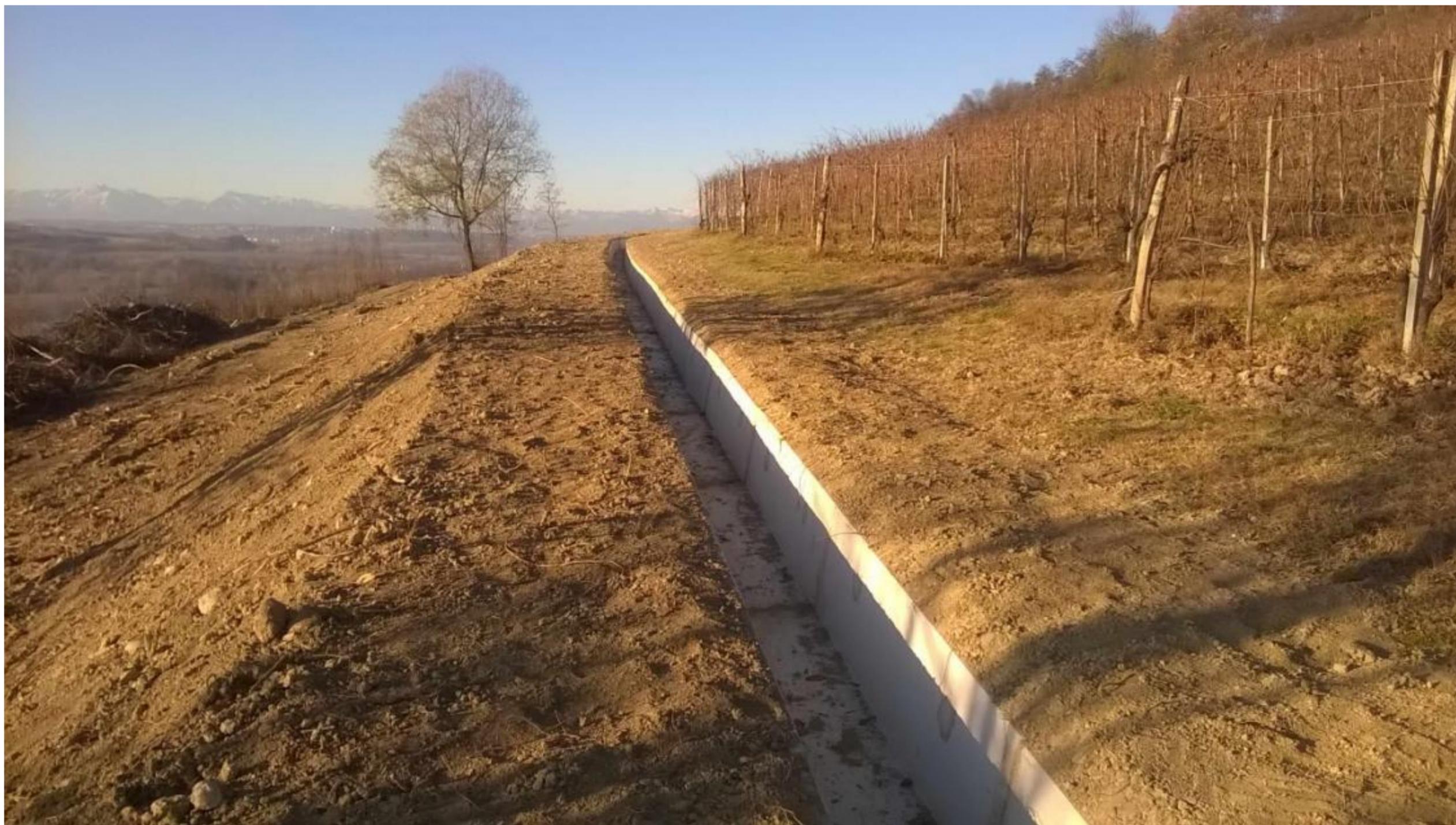


Attuazione dell'intervento (Fase 1)

- RECUPERO DELLA VECCHIA CANALIZZAZIONE DI RACCOLTA A MONTE CON TRASFORMAZIONE IN DRENAGGIO SUPERFICIALE SOVRASTATO DA NUOVA CANALETTA DI RACCOLTA



Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- **RECUPERO DELLA VECCHIA CANALIZZAZIONE DI RACCOLTA A MONTE CON TRASFORMAZIONE IN DRENAGGIO SUPERFICIALE SOVRASTATO DA NUOVA CANALETTA DI RACCOLTA**

Attuazione dell'intervento (Fase 1)

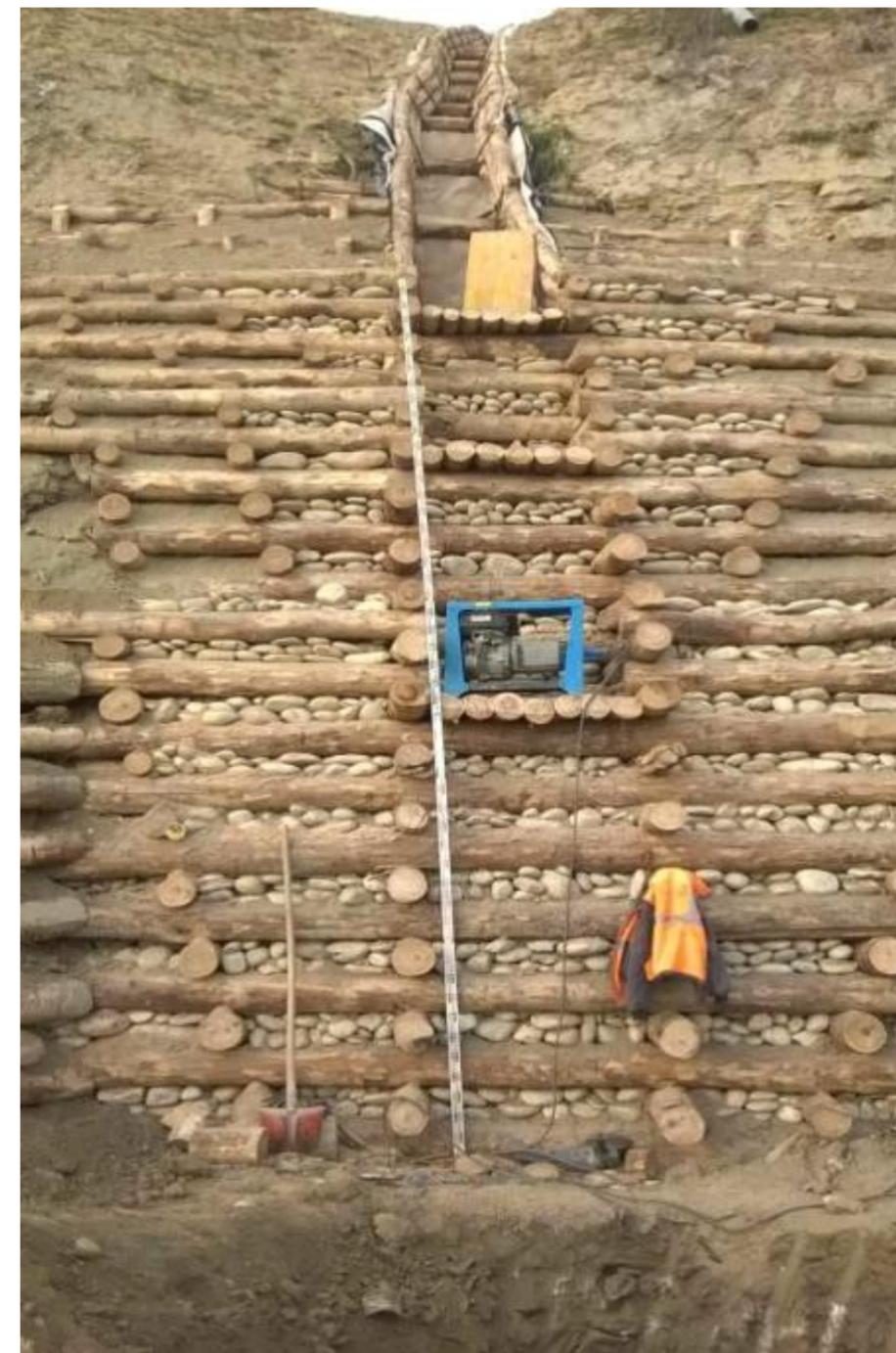


- IMPERMEABILIZZAZIONE COMPLUVI ED ELIMINAZIONE INGHIOTTITOI

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



Attuazione dell'intervento (Fase 1)



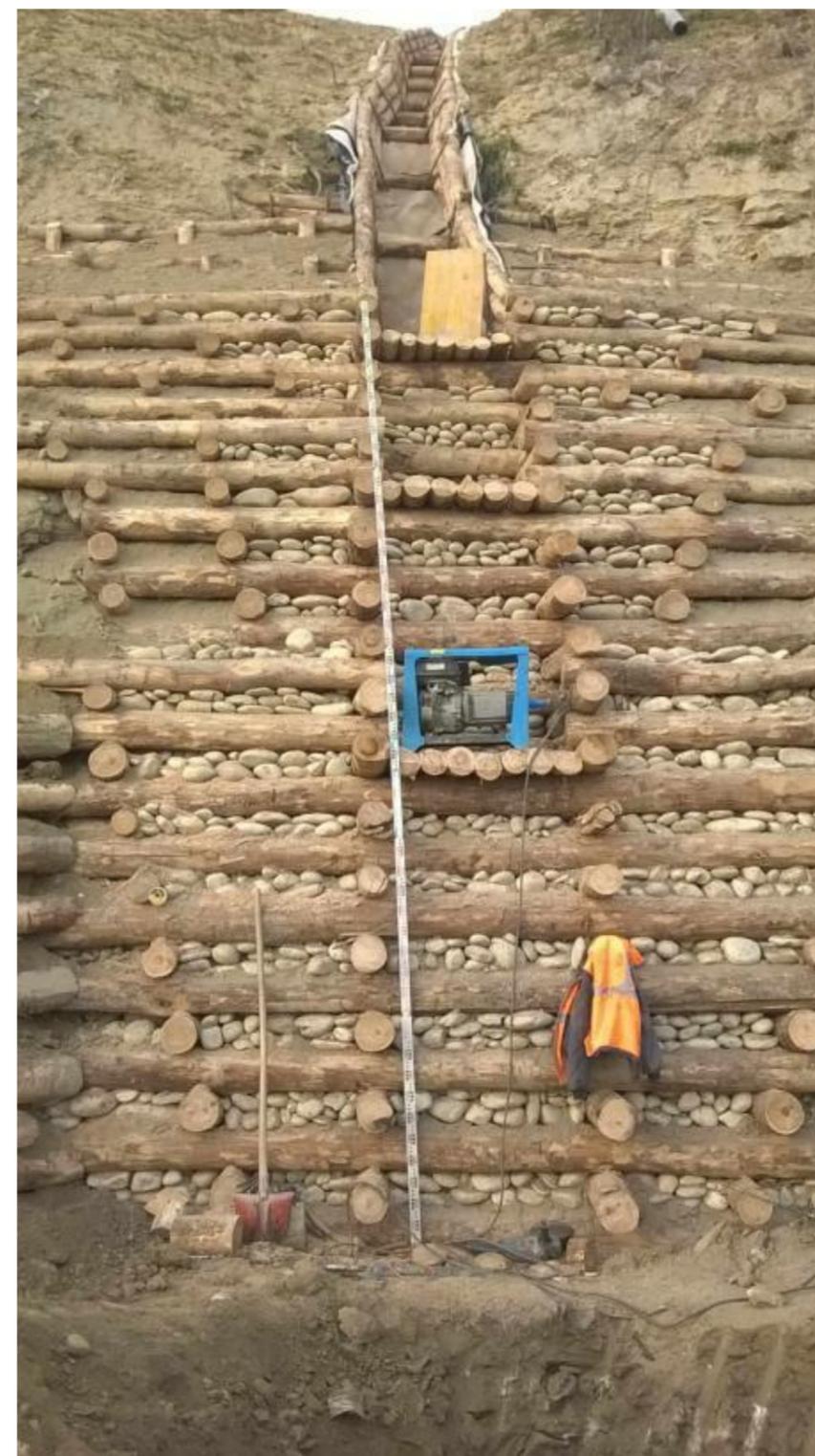
- **Costruzione delle opere accessorie al sistema di captazione superficiale realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica**

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



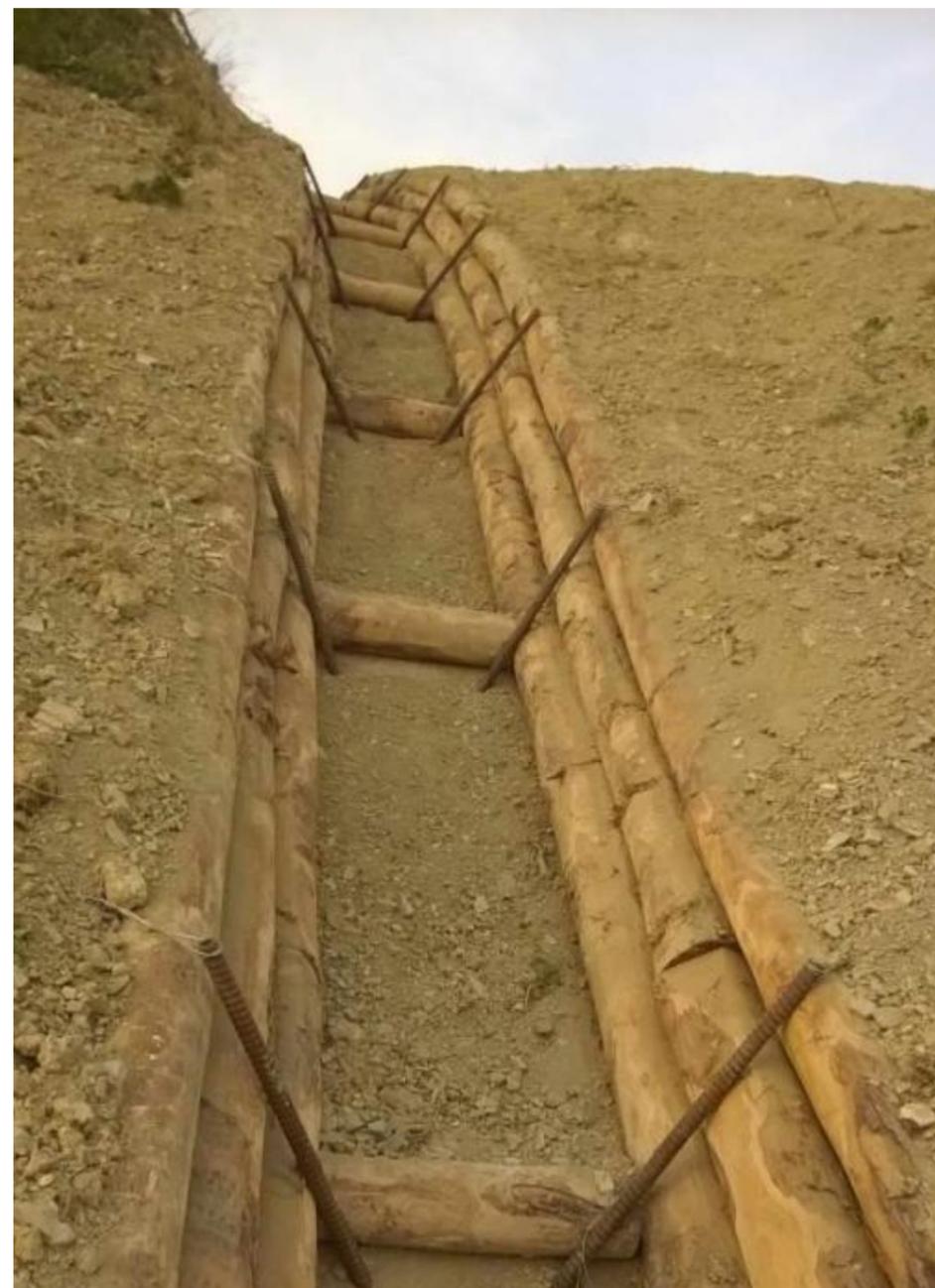
- **Costruzione delle opere accessorie al sistema di captazione superficiale realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica**

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- **COSTRUZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE AL SISTEMA DI CAPTAZIONE SUPERFICIALE-BRIGLIE REALIZZATE CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- **COSTRUZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE AL SISTEMA DI CAPTAZIONE SUPERFICIALE-BRIGLIE REALIZZATE CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- Realizzazione della rete di regimazione acque meteoriche con tecniche di ingegneria naturalistica

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- Preparazione delle superfici per l'inerbimento con la tecnica dei PRATI ARMATI®

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI PER L'INERBIMENTO CON LA TECNICA DEI PRATI ARMATI

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



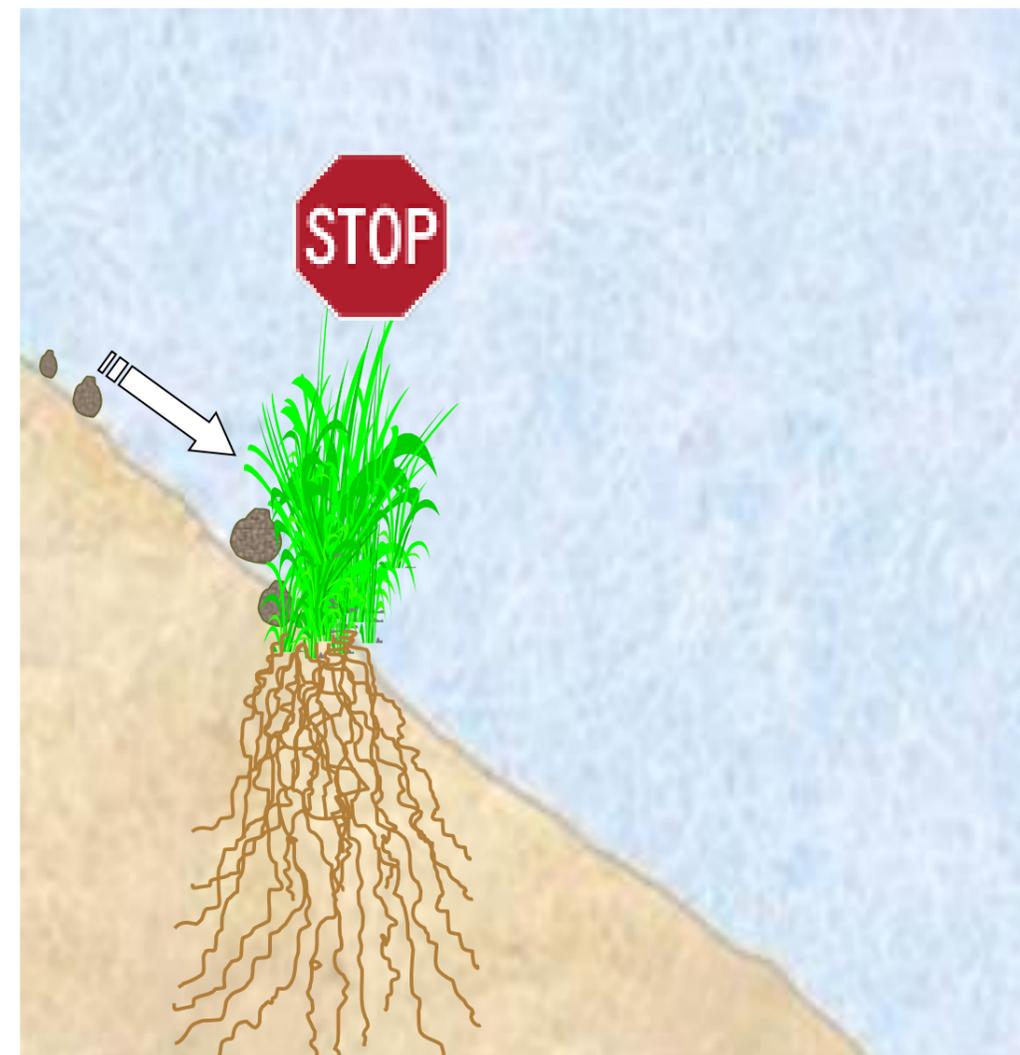
- Riprofilatura delle scarpate e impostazione canali di regimazione acque superficiali (realizzazione dei presidi di fondo in legname propedeutica alla piantumazione di briglia vegetale)

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- Riprofilatura delle scarpate e impostazione canali di regimazione acque superficiali (realizzazione dei presidi di fondo in legname propedeutica alla piantumazione di briglia vegetale)

Attuazione dell'intervento (Fase 1): Piantumazione di briglie vegetali realizzate con specie erbacee PRATI ARMATI®



Realizzazione di briglie vegetali per il rallentamento del deflusso idrico e il contenimento dell'erosione, mediante impiego di specie erbacee PRATI ARMATI® caratterizzate da elevato sviluppo radicale atto a garantire un profondo ancoraggio al versante.

Attuazione dell'intervento (Fase 1) piantumazione briglie vegetali



- Piantumazione all'interno delle canalette realizzate tecniche di ingegneria naturalistica di briglie vegetali realizzate con piante a radicazione profonda. Ad attecchimento e sviluppo avvenuti, le briglie vegetali rallentano la velocità dell'acqua, fungono da filtro a eventuale materiale solido trasportato, preservando la funzionalità dell'opera di captazione e riducendo gli interventi manutentivi.

Attuazione dell'intervento (Fase 1) piantumazione briglie vegetali



- Canalette con palificate, viminate e briglie vegetali realizzate con piante a radicazione profonda. Le frecce gialle indicano le briglie vegetali. Ad attecchimento e sviluppo avvenuti, le briglie vegetali rallentano la velocità dell'acqua, fungono da filtro a eventuale materiale solido trasportato, preservando la funzionalità dell'opera di captazione e riducendo gli interventi manutentivi.

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



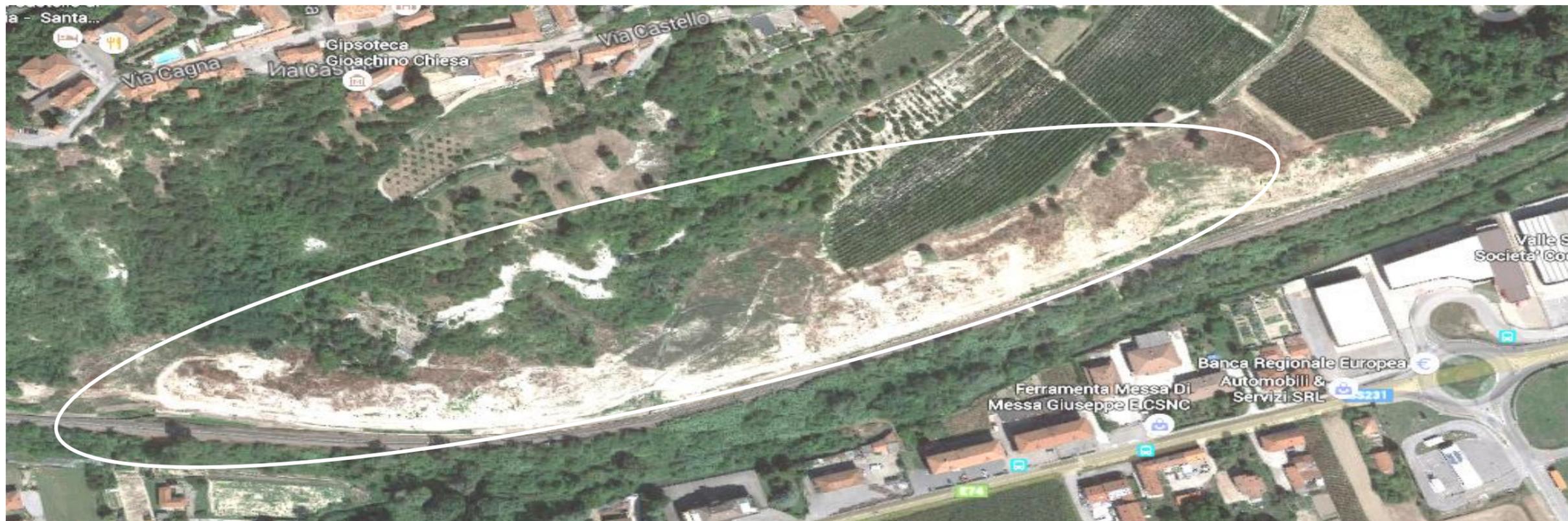
- Costruzione delle opere accessorie al sistema di captazione superficiale-briglie realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica e mediante trapianto una particolare specie erbacea a radicazione profonda. Le frecce gialle indicano la piantumazione

Attuazione dell'intervento (Fase 1)



- Costruzione delle opere accessorie al sistema di captazione superficiale (briglie) realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica e mediante trapianto di una particolare specie erbacea a radicazione profonda





Inerbimento con funzione antierosiva e di impermeabilizzazione del versante mediante specie erbacee a radicazione profonda

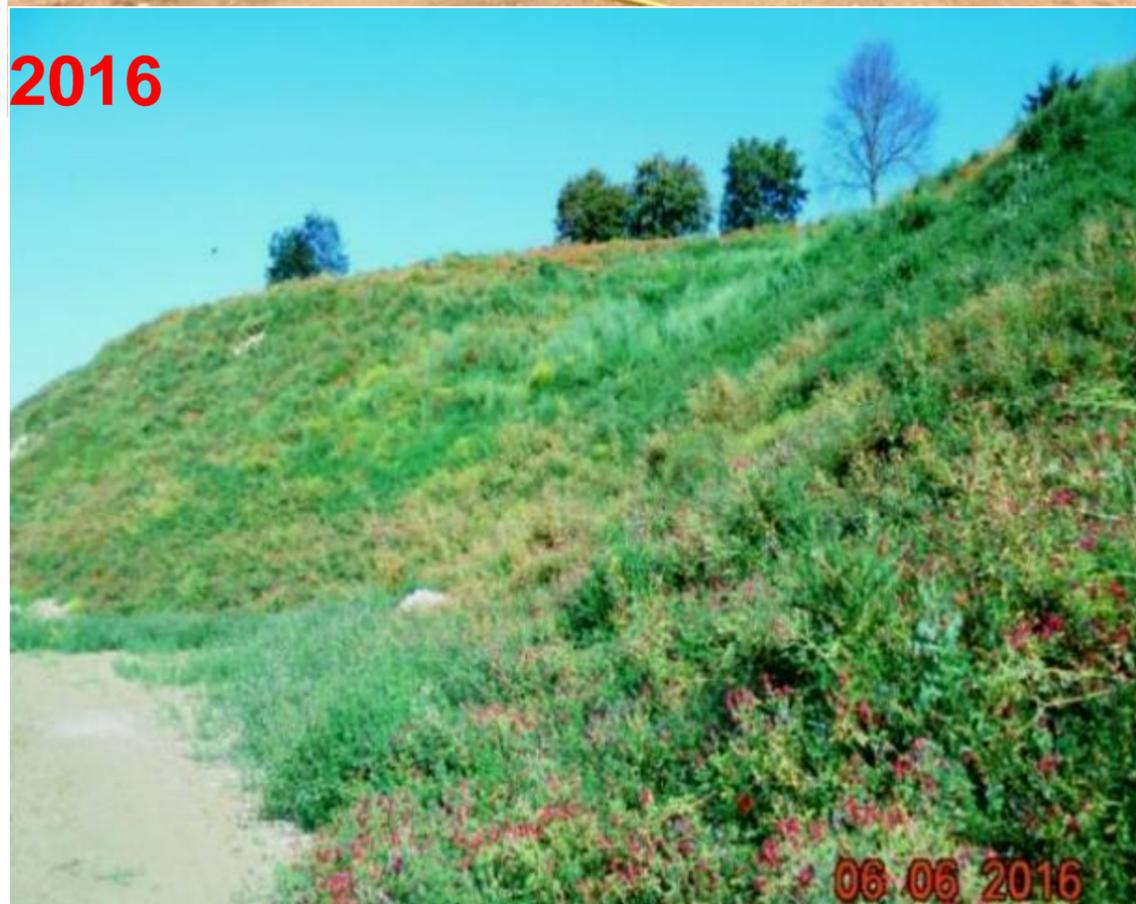


Inerbimento con funzione antierosiva di impermeabilizzazione del versante mediante la tecnica PRATI ARMATI®

CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI:

- **Manto erboso con elevate prestazioni biotecniche con funzione antierosiva;**
- **Miscuglio di 12 specie erbacee perenni selezionate, non infestanti e non modificate geneticamente, aventi caratteristiche di rusticità e adattabilità a condizioni pedoclimatiche difficili;**
- **Attecchimento diretto su substrati sterili;**
- **Radicazione profonda e elevata capacità di accrescimento dell'apparato radicale (fino a 200 cm in 18 mesi di sviluppo vegetativo);**
- **Radici di diametro omogeneo per l'intera lunghezza (compreso tra 0.1 e 3 mm) caratterizzate da resistenza a rottura per trazione non inferiore a 15 Mpa;**
- **Evapotraspirazione naturale con riduzione della saturazione dei terreni e della pressione interstiziale, con benefici effetti sui parametri geomeccanici dei terreni;**
- **Inerbimento non richiedente apporto preventivo di terreno vegetale o posa di geostuoie, georeti, ecc.**

Risultati dell'intervento antierosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016 e giugno 2017



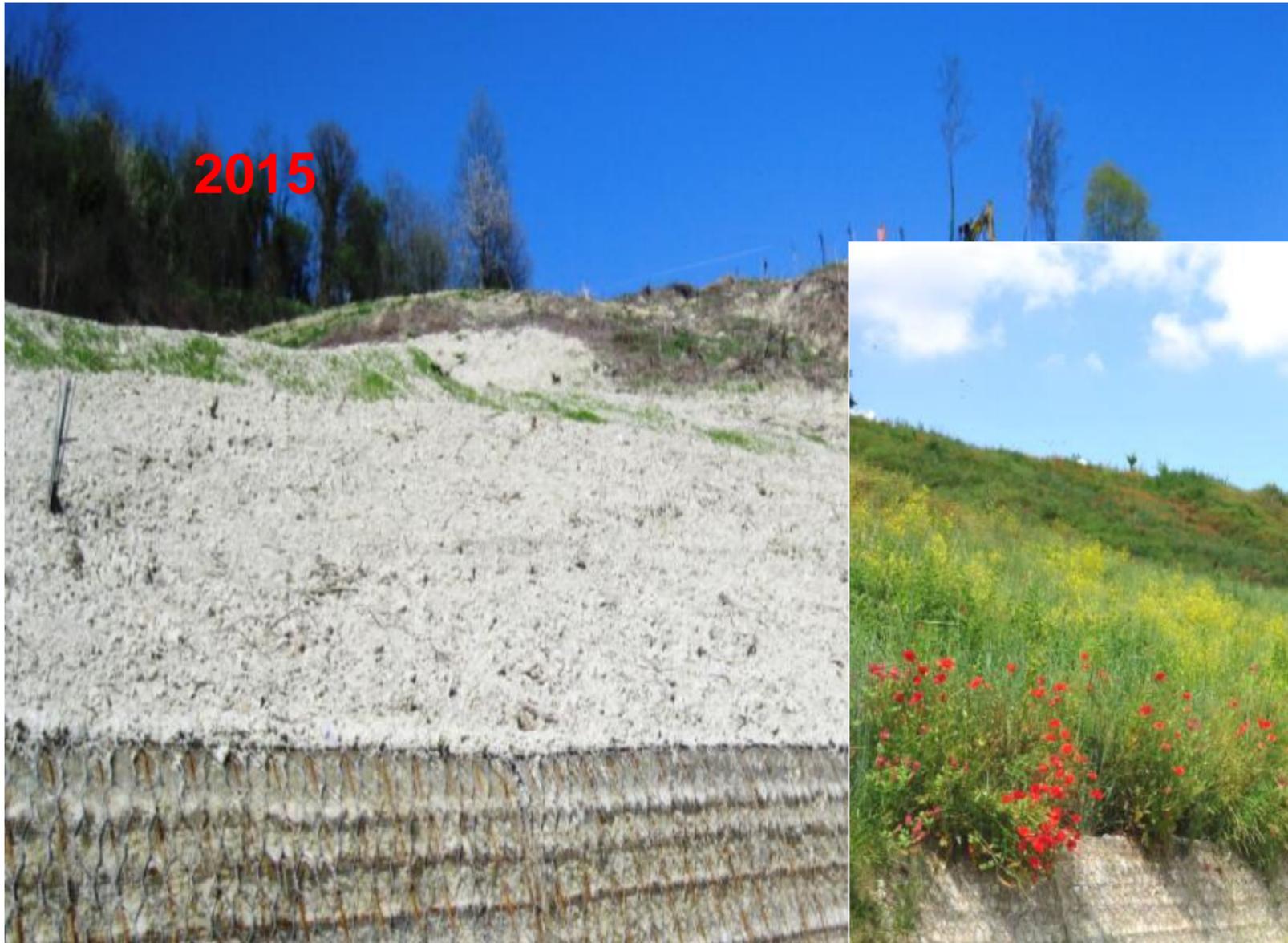
Risultati dell'intervento antierosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Risultati dell'intervento antierosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2017



Risultati dell'intervento antierosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Risultati dell'intervento antierosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2017



Risultati dell'intervento antiersosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Risultati dell'intervento antiersosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Risultati dell'intervento antiersivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Inerbimento con semina di PRATI ARMATI® del fondo e delle pareti delle canalette, con funzione antiersiva e per rallentare ulteriormente la velocità dell'acqua

Risultati dell'intervento antiersosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Risultati dell'intervento antierosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Risultati dell'intervento antiersosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Risultati dell'intervento antiersosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Risultati dell'intervento antierosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Risultati dell'intervento antiersosivo e di impermeabilizzazione del versante a giugno 2016



Infittimento del manto erboso a due anni dall'impianto (giugno 2017)



Infittimento del manto erboso a due anni dall'impianto (giugno 2017)



Infittimento del manto erboso a due anni dall'impianto (maggio 2017)





Risultati a giugno 2016 dell'intervento antierosivo e di impermeabilizzazione del versante con la tecnica PRATI ARMATI®

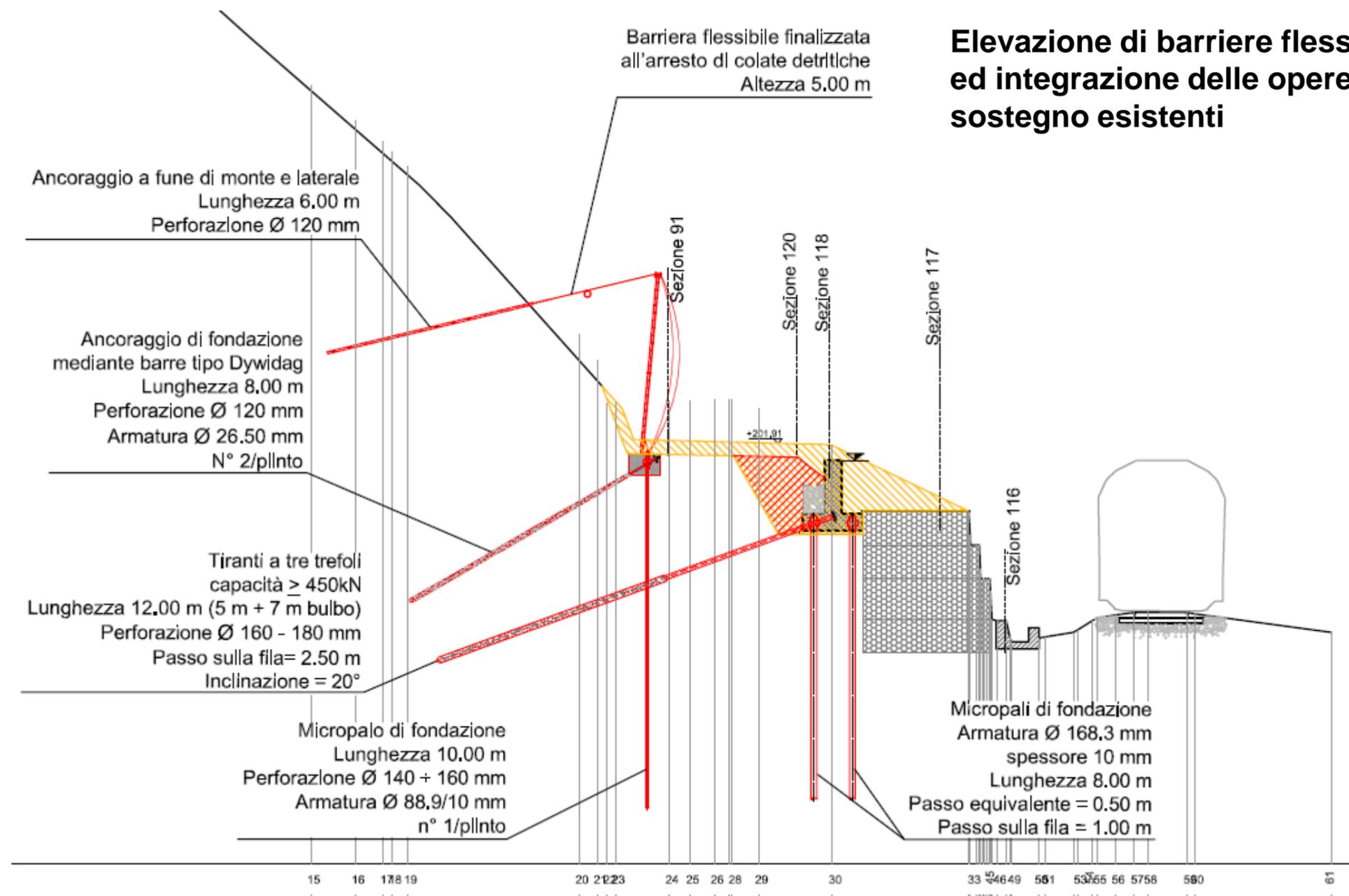


Risultati a giugno 2017 dell'intervento antierosivo e di impermeabilizzazione del versante con la tecnica PRATI ARMATI®

La seconda fase di intervento (2016-2017) in concomitanza con i lavori di elettrificazione della linea

Sezione tipologica di intervento:

Elevazione di barriere flessibili ed integrazione delle opere di sostegno esistenti



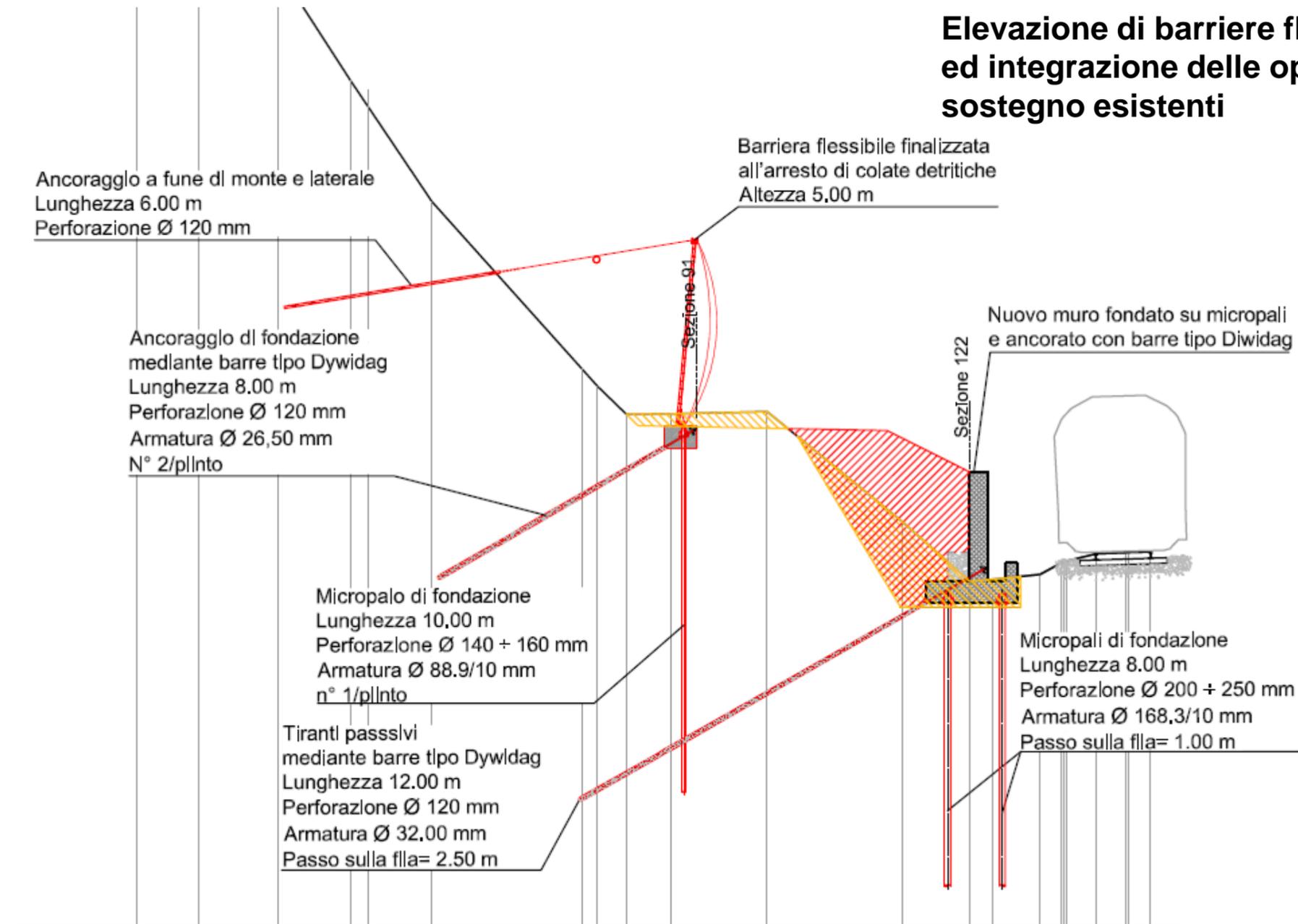
Sezione tipologica di intervento

La seconda fase di intervento (2016-2017) in concomitanza con i lavori di elettrificazione della linea



Sezione tipologica di intervento:

Elevazione di barriere flessibili ed integrazione delle opere di sostegno esistenti



La seconda fase di intervento (2016-2017) in concomitanza con i lavori di elettrificazione della linea



Elevazione di barriere flessibili

La seconda fase di intervento (2016-2017) in concomitanza con i lavori di elettrificazione della linea



Elevazione di barriere flessibili

La seconda fase di intervento (2016-2017) in concomitanza con i lavori di elettrificazione della linea



Elevazione nuovi muri di sostegno in calcestruzzo armato

La seconda fase di intervento (2016-2017) in concomitanza con i lavori di elettrificazione della linea



Elevazione nuovi muri di sostegno in calcestruzzo armato

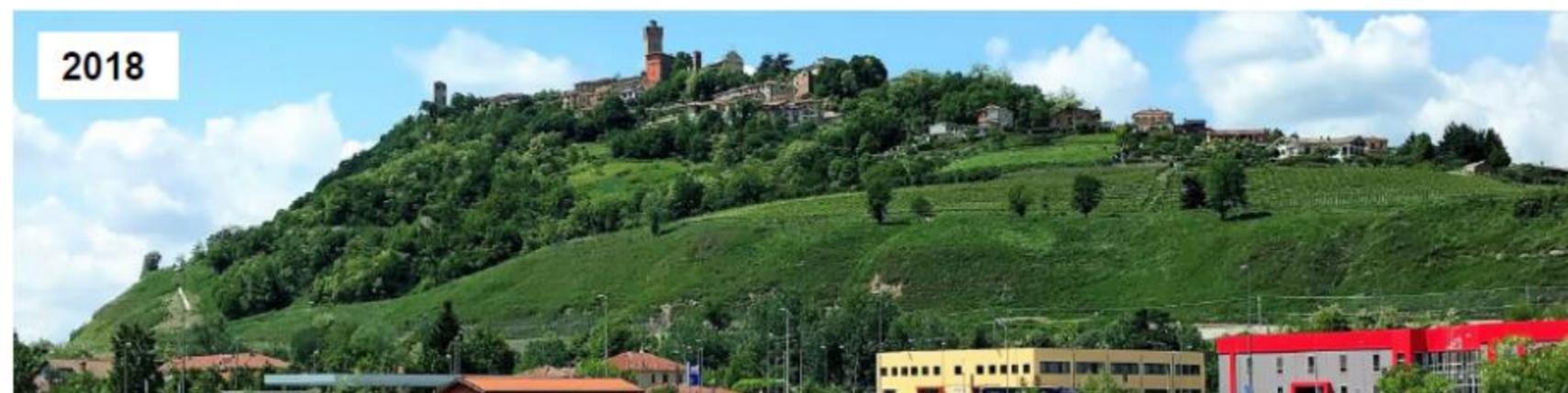
La seconda fase di intervento (2016-2017) in concomitanza con i lavori di elettrificazione della linea



La seconda fase di intervento (2016-2017) in concomitanza con i lavori di elettrificazione della linea



Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio dei lavori (2019)



Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio dei lavori (2019)



Sviluppo del manto erboso perenne

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Sviluppo del manto erboso perenne

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Completo sviluppo del manto erboso perenne anche nelle zone a maggiore pendenza

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Completo sviluppo del manto erboso perenne anche nelle zone a maggiore pendenza

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Completo sviluppo del manto erboso perenne anche nelle zone a maggiore pendenza

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Sviluppo del manto erboso perenne

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Sviluppo del manto erboso perenne

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Completo sviluppo del manto erboso perenne in corrispondenza delle opere di ingegneria naturalistica

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Completo sviluppo del manto erboso perenne in corrispondenza delle opere di ingegneria naturalistica

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Rallentamento del flusso idrico nei fossi in terra per effetto della presenza del manto erboso

Esito dell'intervento di protezione antierosiva a 5 anni dall'inizio lavori (2019)



Fosso di guardia in corrispondenza della pista di servizio a monte della linea e delle opere di controripa pulito, senza necessità di ulteriori manutentivi (maggio 2019).

Risultati:

- **Stabilizzazione del versante;**
- **Protezione antiersiva delle superfici del pendio;**
- **Efficace mitigazione del rischio di fenomeni franosi (sia di tipo gravitativo che di colamento);**
- **Ridotta necessità di interventi manutentivi del sistema di raccolta e convogliamento delle acque superficiali;**
- **Efficace risposta del sistema anche in caso di precipitazioni atmosferiche a carattere eccezionale**



Anagrafica dell'intervento (Fase 1)



Committente : **GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE** Direzione Territoriale Produzione Torino

Responsabile dei lavori e del procedimento per R.F.I. S.p.A.: ing. **Andrea Demicheli**
Direttore dei lavori per R.F.I. S.p.A.: arch. **Guido Gaglione**
Assistente di cantiere per R.F.I. S.p.A: geom. **Italo Drapant**

Progettazione esecutiva: ing. **Luigi Marengo**  corso Unione Sovietica, 560/6 - 10135 Torino

Imprese appaltatrici:

Opere Civili:  **NUOVE COSTRUZIONI s.r.l.** Reg. Piano, 10 - 15010 VIGONZA (PD)

Opere di protezione antierosiva
con specie erbacee a radicazione profonda:  **PRATI ARMATI®**
contro la desertificazione e l'erosione dei suoli via del Cavaliere 18 Opera (MI)

Anagrafica dell'intervento (Fase 2)

Committente :  **RETE FERROVIARIA ITALIANA**
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE **Direzione Territoriale Produzione Torino**

Responsabili dei lavori e del procedimento per R.F.I. S.p.A.:
ing. Rosella Greco – ing. Angelo Michele Cantore
Direttori dei lavori per R.F.I. S.p.A.: ing. Claudio Biglia – arch. Guido Gaglione
Assistente di cantiere per R.F.I. S.p.A: geom. Italo Drapant

Progettazione esecutiva: ing. Luigi Marengo  corso Unione Sovietica, 560/6 - 10135 Torino

Imprese appaltatrici:

Opere Civili:  **NUOVE COSTRUZIONI s.r.l.** Reg. Piano, 10 - 15010 VIGONZA (PD)

**Opere di protezione antierosiva
con specie erbacee a radicazione profonda:**  **PRATI ARMATI®**
contro la desertificazione e l'erosione dei suoli via del Cavaliere 18 Opera (MI)



“Nelle scienze applicate abbiamo continuamente bisogno di affinare il nostro senso della misura, istituendo continui paralleli tra ciò che si fa e ciò che la Scienza insegna e dobbiamo sempre, colla stessa serenità di spirito, esaminare il pro e il contro del vecchio e del nuovo. Qui sta il segreto per frenare e le ingiustificate audacie e gli ingiustificati timori e far fruire alla pratica dei benefizi del progresso vero”.

Ing. G.G. Ferria

Atti della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino – 6 dicembre 1899

GRAZIE PER L'ATTENZIONE