



MESSAGGIO MUNICIPALE Nr. 672

MM no. 672 Credito di CHF 100'000 per la messa in sicurezza delle canalizzazioni comunali che percorrono la strada al mapp. 1116

Egregio Signor Presidente,

Gentili Signore, Egregi Signori Consiglieri comunali,

vi sottoponiamo per esame e delibera la richiesta di un credito di CHF 100'000.00 per il risanamento della strada privata al mappale no. 1116 di proprietà Montemarano Donato a protezione della canalizzazione comunale.

Stato attuale

Dal rapporto del mese di dicembre 2014 dello studio dell'Ing. Antonio Bottani risulta che la strada è interessata da un cedimento complessivo lungo tutto il fronte di ca. 30 ml. Risulta inoltre che anche il pendio che dalla strada scende verso il riale a fondovalle è interessato da un generale fenomeno di cedimento. Lo stato precario della strada rappresenta un collegamento poco sicuro per chi vi passa e rischia di danneggiare la sottostante canalizzazione comunale. Inoltre la situazione della strada è peggiorata nel corso degli ultimi due anni, come risulta dal recente rapporto sempre dello studio Ing. Bottani (luglio 2016).

È stato appurato che il deterioramento del terreno è iniziato dopo la posa della canalizzazione comunale, avvenuta all'inizio degli anni 2000. Il fenomeno di scivolamento è sicuramente agevolato dalla presenza di acqua interstiziale che potrebbe essere causata da un giunto difettoso della canalizzazione, come constatato durante un'ispezione mediante TV del mese di marzo 2014.

Proposta di risanamento

Per evitare che la cronica erosione del terreno provochi in futuro ingenti danni alla canalizzazione, occorre risanare la situazione al più presto. Lo studio dell'Ing. Bottani ha individuato nella posa di una palificata a doppia parete la soluzione migliore per porre fine al cedimento del terreno. Il rapporto del mese di luglio 2016 dell'Ing. Bottani descrive nel dettaglio l'intervento tecnico proposto.

La nuova palificata sosterrà la strada in questione, prevedendo inoltre la bonifica della semicarreggiata di valle ed il rifacimento della pavimentazione. Durante i lavori è prevista la riparazione del giunto danneggiato della canalizzazione. Non sono invece previsti interventi di migliona al ramo dell'acquedotto comunale esistente.

Costi complessivi

Sulla base della relazione tecnica dell'Ing. Bottani, i costi complessivi possono essere così riassunti (precisione +/- 10%):

Opere da capomastro e forestali

Descrizione	CHF
Lavori a regia	6'480.00
Impianto di cantiere	3'780.00
Abbattimento e sradicamento alberi	4'266.00
Demolizioni e rimozioni	1'360.80
Fosse di scavo e movimenti di terra	19'283.40
Sistemazione di corsi d'acqua	29'781.00
Strati di fonazione, estrazione del materiale	1'890.00
Selciati, lastricati e delimitazioni	2'268.00
Pavimentazioni	5'281.20
Aumenti ed indennità	2'160.00
Imprevisti	2'160.00
Diversi	6'480.00
Onorari	14'040.00
Totale IVA inclusa	99'230.10

Sussidi e contributi

Per l'opera in questione non sono previsti sussidi cantonali, come confermatoci dal Servizio cantonale per la protezione dell'aria dell'acqua e del suolo (SPAAS).

Non appare nemmeno ragionevole chiedere una partecipazione finanziaria al proprietario della strada privata, in quanto il danno alla strada e la messa in pericolo delle canalizzazioni è da imputare al Comune, come appare dalla perizia dell'ing. Bottani.

Procedura di voto e dispositivo finale

L'esecuzione di opere pubbliche e la concessione dei relativi crediti è una competenza del Consiglio comunale ai sensi dell'art.13 let. g LOC. Il quoziente di voto per l'approvazione di questo genere di oggetti è quella stabilita all'art.61 cpv. 2 LOC ed è necessaria quindi la maggioranza assoluta dei membri del consiglio (11 voti).

Considerato quanto precede, il Municipio invita il Consiglio comunale a voler

risolvere:

1. Sono approvati il progetto e il preventivo definitivi per la sistemazione dello scoscendimento della strada sita sul mapp. 1116 di proprietà di Montemarano Donato allo scopo di proteggere la sottostante canalizzazione comunale;
2. È concesso un credito d'investimento di CHF 100'000. -- per la realizzazione delle opere di cui al punto 1. Il credito è automaticamente adeguato alle fluttuazioni degli indici dei costi di costruzione;
3. I Municipio è autorizzato a ricercare il credito alle migliori condizioni di mercato;
4. La spesa è da iscrivere al conto degli investimenti nella relativa voce di competenza degli investimenti del Comune;
5. Il credito decade se non utilizzato entro il 31 dicembre 2018.

Con ossequio.

Il Sindaco
Matteo Patriarca


PER IL MUNICIPIO:



Il Segretario
Andrea Sciolli


Pura, 17 agosto 2016
Ris. No. 254 del 16 agosto 2016

Allegati:

- Perizia ing. Bottani del 2014
- Progetto definitivo del 2016

Commissioni incaricate per l'esame del messaggio:

- **Commissione della gestione**
- **Commissione dell'edilizia**



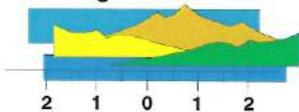
COMUNE DI PURA

**SCOSCENDIMENTO STRADA
PROPR. MONTEMARANO
PART. 1116**

Rapporto

RICEVUTO
18 DIC. 2014

www.geobottani.ch



Studio d'ingegneria
Antonio Bottani

Via Stazione 7, 6987 Caslano
Tel. +41 (0)91 606 11 66
Fax. +41 (0)91 606 74 30
E-mail studio@geobottani.ch

PIANO N.: **01**

SCALA: -

DIMENSIONI : A4

DATA: dicembre 2014

INCARTO N.: 19-576-0010-01

FILE NAME: -

PROG/MIS: MS

DISEGNATO: -

CONTROLLATO: AB

Sommario

1. Premessa	3
2. Stato di fatto.....	4
3. Possibili cause.....	6
4. Possibilità di intervento e conclusioni	8

1. Premessa

L'Ufficio Tecnico del Comune di Pura ha incaricato lo scrivente studio di ingegneria di redigere un rapporto circa lo scoscendimento che ha interessato la strada privata che conduce alla particella 1116, di proprietà dei signori Montemarano (vedi *Figura 1*).

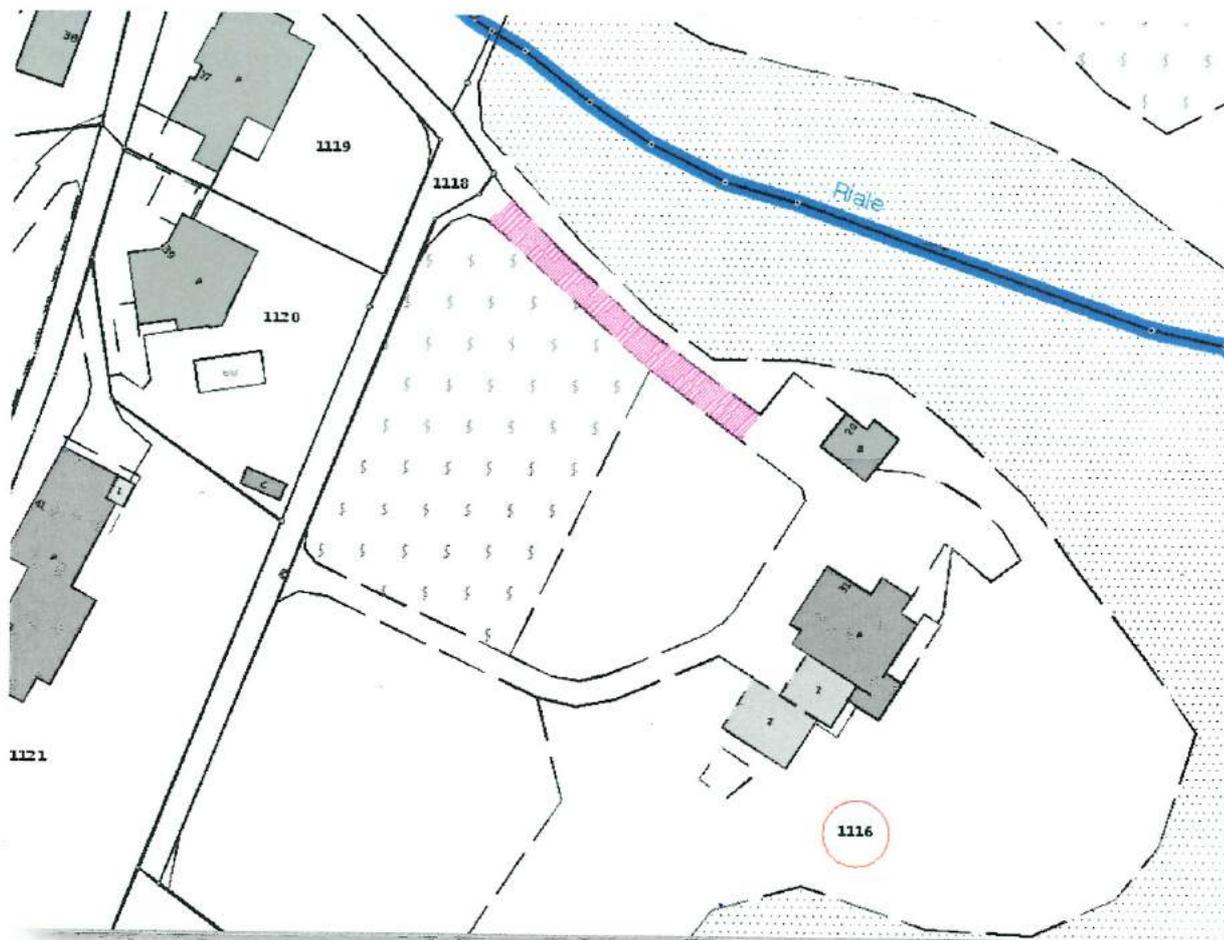


Figura 1 - Individuazione su base catastale del tratto di strada in oggetto (colore magenta). In rosso è indicato il numero di mappale della particella di proprietà del sig. Montemarano

Lo scopo del presente elaborato è pertanto quello di analizzare lo stato di fatto riscontrato durante il sopralluogo effettuato in data 20/11/14, ricercare le cause che hanno innescato il fenomeno e che determinano il progressivo avanzamento dello stesso e proporre delle possibili soluzioni che dovranno poi essere riprese, confermate ed approfondite in sede di progettazione.

2. Stato di fatto

Lo scenario riscontrato durante il sopralluogo dello scorso novembre appare sicuramente critico. Infatti, come ben visibile nelle seguenti fotografie, il ciglio stradale orientato verso valle risulta interessato da un cedimento complessivo lungo tutto il fronte dell'infrastruttura, a partire dal confine con la particella 1118 fino ad arrivare al cancello di accesso alla proprietà Montemarano. L'estesa complessiva del fronte interessato dallo scoscendimento è pari a circa 30 ml.



Figura 2 - Cedimento riscontrato sul lato di valle della strada

Nello specifico, con riferimento alla precedente *Figura 2*, si può notare come solo circa metà della carreggiata sia interessata dal fenomeno, mentre la restante metà (quella di monte) appare in condizioni di stabilità, situazione comunque da accertare mediante misurazioni.

Inoltre, anche il terreno ubicato lungo il pendio che dalla strada scende verso il riale a fondovalle è interessato da un generale fenomeno di cedimento, come evidenziato nella successiva *Figura 3*. Dalla predetta raffigurazione, si può addirittura constatare la formazione di una vera e propria frattura (freccia rossa) tra il pacchetto di posa in cls della delimitazione stradale ed il terreno sottostante.

Il versante che unisce il bordo carreggiata al riale defluente a fondovalle risulta prevalentemente spoglio, a seguito del diboscamento di origine antropica avvenuto nel corso degli anni, con conseguente scarsa presenza di alberi ed arbusti capaci di "sostenere" la

scarpata ma che, paradossalmente, potrebbero aggravare la problematica a seguito del loro peso e dell'effetto "vela" esercitato sul terreno stesso.



Figura 3 - Visione dello scoscendimento riscontrato e della frattura tra delimitazione e terreno sottostante

Il proprietario del mappale 1116, sig. Montemarano, ha affermato che il cedimento ha iniziato a manifestarsi dopo la posa della canalizzazione comunale lungo la strada in questione, lavori avvenuti oltre una decina di anni fa. Nel corso degli anni, ha aggiunto, si è cercato di ovviare al problema eseguendo dei rappizzi in cls lungo il tratto di strada ceduto (vedi *Figura 2*) senza tuttavia ottenere risultati consistenti e definitivi. Infatti, nel corso degli anni, il fenomeno ha continuato a manifestarsi, acuendosi negli ultimi mesi a seguito delle abbondanti e straordinarie precipitazioni che hanno flagellato il territorio ticinese nel corso dell'autunno.

3. Possibili cause

Prima di ricercare le possibili cause che hanno determinato il cedimento di parte della strada in oggetto, occorre ricordare che le rocce, o comunque i terreni particolarmente coerenti, hanno resistenza al taglio così elevata che generalmente i cedimenti sotto la sola forza di gravità sono possibili solo se le discontinuità preesistenti e createsi (a seguito di interventi antropici) permettono il movimento di blocchi di terreno. Tali movimenti si verificano solitamente lungo piani di scorrimenti detti piani di debolezza.

Entrando ora nello specifico, la situazione in oggetto può essere ricondotta a quella di un cedimento per scivolamento su un piano (vedi *Figura 4*)

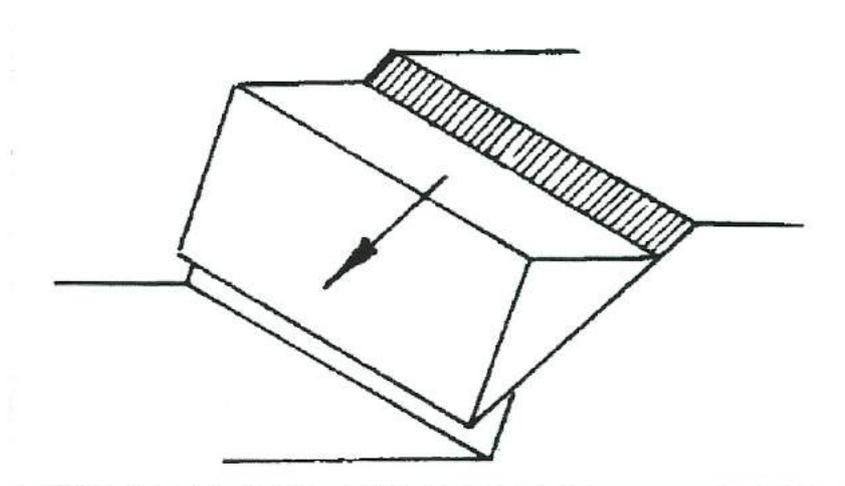


Figura 4 - Schema tipologico di cedimento per scivolamento su un piano

Uno scivolamento su un piano sotto l'azione della sola forza di gravità è di norma possibile solo quando un blocco poggia in franappoggio su un piano di discontinuità inclinato che "fuoriesce" lungo il pendio di valle. Le condizioni di cedimento possono restare latenti finché scavi o eventuali fenomeni perturbativi rimuovono l'ostacolo alla traslazione.

A fronte di quanto sopra espresso, appare a questo punto del tutto plausibile che la trincea di scavo aperta in occasione dei lavori di posa della nuova canalizzazione abbia determinato il superamento delle condizioni di moto incipiente, dando così inizio allo scivolamento è tutt'oggi ancora in fase evolutiva.

Il fenomeno risulta sicuramente condizionato dalla presenza di acqua, intesa però come quota-parte permeata nel terreno di monte (vigneto) durante le precipitazioni atmosferiche e non come perdite capillari della canalizzazione all'epoca eseguita e comunque collaudata mediante ispezione con telecamera.

Inoltre, altri fattori che sicuramente possono contribuire ad incentivare il dissesto sono la mancanza di una folta ed adeguata vegetazione lungo il pendio e la possibile erosione operata cronicamente dal riale che scorre a fondovalle.

4. Possibilità di intervento e conclusioni

Il cedimento cui è soggetta la strada analizzata non può essere in linea di principio sottovalutato. Infatti, anche se non si tratta di uno scoscendimento improvviso ma bensì di un fenomeno cronico, è opportuno studiare ed elaborare soluzioni che permettano di mettere in sicurezza la strada.

A tal proposito, gli interventi che appaiono più plausibili sono sicuramente due, di natura e caratteristiche profondamente diverse tra loro:

- realizzazione di un muro di sottoscarpa in cemento armato e di eventuali pali e micropali in cls, capaci di sostenere strutturalmente la strada scaricando il peso dell'intero sistema su uno strato di terreno coerente ubicato in profondità;
- consolidamento dell'intero pendio mediante tecniche di ingegneria naturalistica, quali palificate con tronchi di castagno e rinverdimento con specie di telee.

Tutte le valutazioni contenute nel presente documento sono basate unicamente su un'analisi visiva dello stato di fatto, in assenza quindi di dati (fotografie dei lavori di canalizzazione) e di misure (indagini geognostiche). Ciò premesso, al fine di individuare la tipologia di intervento più corretta e contestualizzata, e per confermare le possibili cause del dissesto precedentemente citate, si consiglia di effettuare una propedeutica campagna di carotaggi al fine di constatare la corretta giacitura e coerenza del terreno presente nell'area in oggetto.



COMUNE DI PURA

**SCOSCENDIMENTO
STRADA MAPP. 1116
(*propr. Montemarano*)**

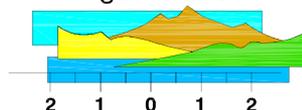
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA

luglio 2016

Incarto n. 11-576-0010-02

www.geobottani.ch



Studio d'ingegneria
Antonio Bottani

Via Stazione 7, 6987 Caslano
Tel. +41 (0)91 606 11 66
Fax. +41 (0)91 606 74 30
E-mail studio@geobottani.ch

Sommario

1. Premessa.....	3
2. Stato di fatto	4
3. Dinamica del cedimento	6
4. Scelta progettuale	7
4.1. <i>Palificata in legname di sostegno a doppia parete</i>	7
4.2. <i>Modalità di posa in opera della palificata</i>	7
4.3. <i>Verifica di stabilità della palificata a doppia parete</i>	9
4.3.1. <i>Verifica al ribaltamento</i>	10
4.3.2. <i>Verifica allo scorrimento</i>	11
4.3.3. <i>Verifica della capacità portante del terreno</i>	11
5. Infrastrutture	12
5.1. <i>Strada</i>	12
5.2. <i>Canalizzazioni</i>	12
5.3. <i>Acquedotto</i>	12
5.4. <i>Altre infrastrutture</i>	12
6. Conclusioni.....	13

1. Premessa

Il rapporto sullo stato della strada privata che conduce alle abitazioni site al mappale 1116 (propr. Montemarano, vedi *Figura 1*), elaborato dallo scrivente studio di ingegneria nel dicembre 2014, ha evidenziato come la suddetta infrastruttura si trovi in condizioni precarie, e rappresenti un collegamento poco sicuro per tutti i suoi fruitori.

Ciò premesso, il Municipio del Comune di Pura ha incaricato il nostro studio di redigere il progetto definitivo per la sistemazione dell'arteria viaria in questione, basandosi ovviamente su quanto già espresso e proposto nel rapporto di cui sopra.

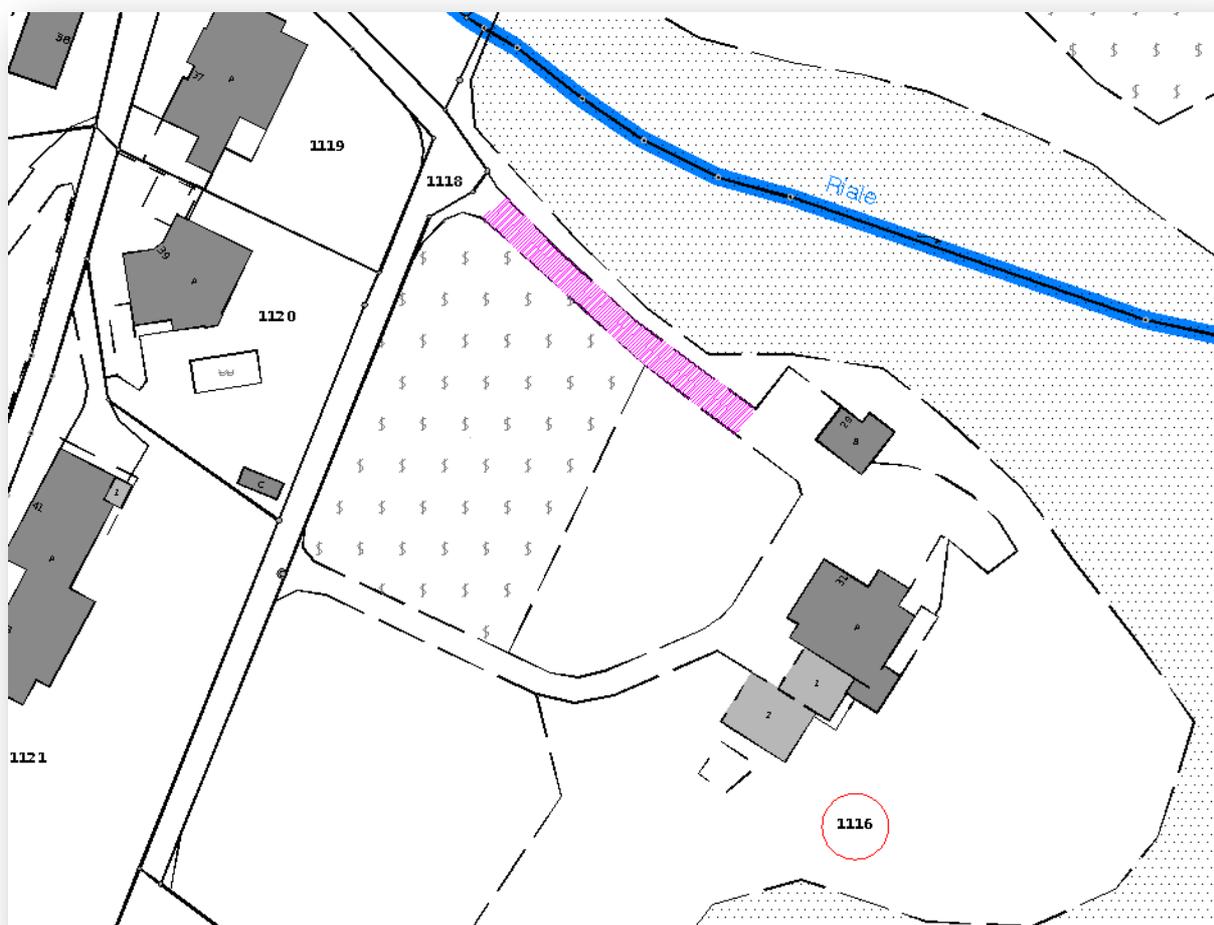


Figura 1 - Individuazione su base catastale del tratto di strada in oggetto (colore magenta). In rosso è indicato il numero di mappale della particella di proprietà del sig. Montemarano

2. Stato di fatto

Lo scenario riscontrato durante il sopralluogo del novembre 2014 è apparso immediatamente critico (vedi *Figura 2*).



Figura 2 - Cedimento riscontrato sul lato di valle della strada durante il sopralluogo del novembre 2014

La situazione nel corso dell'ultimo anno è addirittura peggiorata, come dimostra la seguente fotografia scattata il 23 maggio 2016.



Figura 3 – Situazione del cedimento aggiornata al 23 maggio 2016

Le problematiche sono correlate al ciglio stradale orientato verso valle (riale), il quale è soggetto ad un cedimento complessivo lungo tutto il fronte dell'infrastruttura, a partire dal confine con la particella 1118 fino ad arrivare al cancello di accesso alla proprietà Montemarano. L'estesa complessiva del fronte interessato dallo scoscendimento è pari a circa 20 ml.

Osservando le precedenti immagini, si può notare come solo metà della carreggiata sia interessata dal fenomeno, mentre la restante metà (quella di monte) appare in condizioni di stabilità.

Di conseguenza, anche il terreno ubicato lungo il pendio che dalla strada scende verso il riale a fondovalle è interessato da un generale fenomeno di cedimento, incentivato dal peso della strada soprastante e dalla presenza di una sicura linea di scivolamento.

3. Dinamica del cedimento

Prima di ricercare le possibili cause che hanno determinato il cedimento di parte della strada in oggetto, occorre ricordare che le rocce, o comunque i terreni particolarmente coerenti, hanno resistenza al taglio così elevata che generalmente i cedimenti sotto la sola forza di gravità sono possibili solo se le discontinuità preesistenti e createsi (a seguito di interventi antropici) permettono il movimento di blocchi di terreno. Tali movimenti si verificano solitamente lungo piani di scorrimenti detti piani di debolezza.

Entrando ora nello specifico, la situazione in oggetto può essere ricondotta a quella di un cedimento per scivolamento su un piano (vedi *Figura 4*)

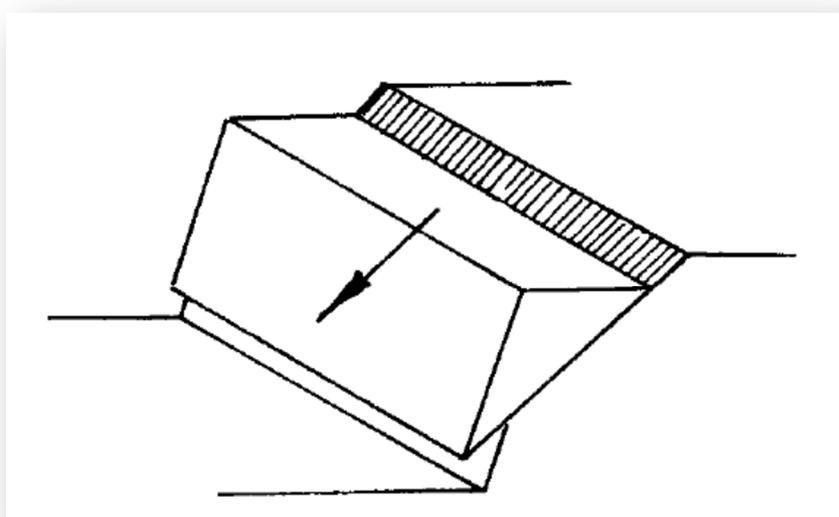


Figura 4 - Schema tipologico di cedimento per scivolamento su un piano

Uno scivolamento su un piano sotto l'azione della sola forza di gravità è di norma possibile solo quando un blocco poggia in franappoggio su un piano di discontinuità inclinato che "fuoriesce" lungo il pendio di valle. Le condizioni di cedimento possono restare latenti finché scavi o eventuali fenomeni perturbativi rimuovono l'ostacolo alla traslazione.

Il fenomeno risulta sicuramente condizionato dalla presenza di acqua interstiziale, la quale potrebbe derivare da un giunto non sigillato riscontrato sulla canalizzazione che insiste sotto la strada e reso noto tramite indagine TV del marzo 2014.

Inoltre, altri fattori che sicuramente possono contribuire ad incentivare il dissesto sono la mancanza di una adeguata vegetazione lungo il pendio e la possibile erosione operata cronicamente dal riale che scorre a fondovalle.

4. Scelta progettuale

Per la scelta della tipologia di intervento da prevedere per risanare la situazione sono stati valutati molteplici aspetti, tra cui:

- Statica della struttura, ovvero la capacità di porre un rimedio definitivo, efficiente ed efficace, alla situazione di criticità attuale.
- Fattibilità di realizzazione della struttura stessa, unitamente ai costi di realizzazione dell'opera.
- Inserimento paesaggistico dell'opera in un contesto caratterizzato da forte presenza di verde spontaneo e pochissimi cenni di attività antropica.

La soluzione progettuale che senza dubbio soddisfa i criteri sopra esposti è la realizzazione di una palificata in legname a doppia parete con messa a dimora di specie di talee.

4.1. Palificata in legname di sostegno a doppia parete

La palificata a doppia parete è una struttura autoportante che può svolgere una funzione di sostegno, di contenimento e consolidamento strutturale dei pendii. Queste strutture possono svolgere un'azione più efficace rispetto alle tecnologie tradizionali e strutturali in quanto possono sopportare piccoli assestamenti del terreno, non necessitano di una struttura di fondazione, possono essere messe in opera anche su pendii di difficile accesso, sono più leggere e si inseriscono in modo ottimale nell'ambiente.

La palificata di sostegno a doppia parete è un manufatto a gravità, costituito da una sorta di cassa in pali di legno a struttura cellulare, riempita di materiale inerte e di materiale vegetale, abbinato alla posa di piante.

I materiali impiegati per la costruzione sono pali di legno durabili di latifolia (castagno) e di conifera (larice), scortecciati e di diametro minimo 20-25 cm. Un adeguato ancoraggio deve essere previsto mediante piloti in legno o in acciaio, posti anteriormente al paramento di monte e/o al paramento di valle, con diametro variabile tra 10 e 14 mm.

Il materiale di riempimento può essere quello derivante dagli scavi con materiale terroso o vegetale, eventualmente con aggiunta di ciottolame per migliorare le condizioni di drenaggio o massa specifica.

4.2. Modalità di posa in opera della palificata

Montaggio della struttura in legname

Si realizza il piano di posa con l'avvertenza di operare a campione, nei casi in cui la palificata incida parzialmente su fronti terrosi consolidati. Il piano va realizzato con

una contropendenza verso monte stabilita in sede di calcolo della stabilità (valutata in questo caso pari a 10°).

Si procede alla posa della prima fila di legname in senso parallelo alla pendice (correnti), di lunghezza variabile da 3 a 6 metri e di diametro minimo 20-25 cm. La giunzione longitudinale degli elementi avviene mediante incastro e chiodatura con tondini o cambre in acciaio ad aderenza migliorata (di diametro 12-16 mm); questi vengono infissi, previa foratura del tronco con punte da trapano di diametro adeguato, mediante battitura.

Il montaggio prosegue con la posa del successivo ordine di tondame da posizionarsi in senso ortogonale alla prima fila e alla pendice traversi), a interassi da 0.5 a 2 metri (normalmente si utilizza 1.0 – 1.5 metri): la lunghezza di questi legni è stata calcolata per il caso in esame pari a 3.0 m. Si procede quindi al fissaggio dei legni con la fina sottostante tramite tondino in ferro.

Nel procedere alla realizzazione dei piani successivi si segue lo schema descritto, con l'avvertenza di posizionare i legni correnti sempre in posizione arretrata rispetto al sottostante ordine, e ciò per conferire al manufatto la pendenza del paramento scelta in sede progettuale.

Il tondame trasverso può essere collocato in posizione sfalsata rispetto all'ordine sottostante, ovvero in posizione allineata; tale scelta è prevalentemente dettata da considerazioni di ordine pratico anche se realizzando strutture con riempimento di terreno eseguito contemporaneamente alla costruzione del manufatto senza utilizzo di reti o stuoie, come nel caso in oggetto, è preferibile adottare il posizionamento sfalsato dei traversi, così da favorire la stabilità della struttura.

Riempimento della struttura e posa del materiale vegetale

Dopo aver ultimato la posa della struttura lignea, occorre procedere al riempimento della struttura con inerti e terreno ed alla conseguente posa di talee e piantine.

Il riempimento degli spazi vuoti tra i pali deve essere di norma effettuato a strati, al fine di ottenere il massimo grado di compattazione interna, e deve essere realizzato con materiale terroso e materiale vegetale.

Si procede, poi, alla posa delle talee e delle piantine in posizione coricata o delle piantine sul fronte a vista in posizione eretta.

Le talee potranno avere una lunghezza pari alla profondità della palificata, onde consentire una radicazione profonda, ed è sufficiente che emergano fuori terra per 10-30 cm.

Le talee o le piantine radicate vengono posate in ragione di una ogni 10-15 cm di fronte per ogni ordine di tondame longitudinale, ovvero circa 20-30 talee/piantine per ogni metro quadrato di paramento esterno della palificata.

Formazione di drenaggio

La palificata in legname si presenta come un manufatto a forte capacità drenante; occorre, tuttavia, curare l'allontanamento delle acque che si dovessero accumulare a livello del piano di posa.

Realizzando il piano di posa in contropendenza verso monte, occorre evitare l'imbibizione e l'appesantimento del terreno sottostante al piano di posa medesimo. In particolare si possono utilizzare differenti modalità di emungimento delle acque, tra cui l'utilizzo di tubazioni drenanti avvolte in un pacchetto di ghiaione drenante, il tutto rivestito da tessuto "non tessuto".

Questi elementi drenanti dovranno essere collocati longitudinalmente nella posizione a quota più bassa sul retro del piano di posa, e quindi collegati per lo scarico con elementi in posizione ortogonale alla pendice ed aventi pendenza verso valle.

Ovviamente questa operazione dovrà essere compiuta con il fronte di scavo completamente aperto, e prima di iniziare a "costruire" la cassa di legname.

Di seguito si riporta uno spaccato assonometrico di come dovrebbe comparire l'opera a lavori ultimati.



Figura 5 - Spaccato assonometrico di una palificata doppia

4.3. Verifica di stabilità della palificata a doppia parete

Una palificata di sostegno a doppia parete è sostanzialmente assimilabile ad un muro a gravità, con specifici parametri di valutazione.

Per la verifica della stabilità esterna della palificata devono essere soddisfatte sia la stabilità al ribaltamento, sia quella allo scorrimento, sia quella allo schiacciamento (verifica della capacità portante del terreno).

4.3.1. Verifica al ribaltamento

Per effettuare le verifiche di stabilità suddette è necessario considerare le principali forze che agiscono sulla struttura, ovvero l'azione ribaltante data dalla spinta del terreno (S_t) calcolabile secondo la relazione di Coulomb.

$$S_t = 0.5 \cdot \gamma_t \cdot z^2 \cdot K_a$$

dove: γ_t peso specifico del terreno (N/m³)
 z altezza della struttura (m)
 K_a coefficiente di spinta attiva del terreno, valutabile secondo la teoria di Rankine

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

La spinta del terreno sopra descritta è controbilanciata dalla forza stabilizzante data dal peso della struttura (P), calcolabile secondo la relazione seguente.

$$P = \gamma_p \cdot b \cdot Z_{eff}$$

dove: γ_p peso specifico della struttura (N/m³)
 b base della struttura (m)
 Z_{eff} altezza effettiva della struttura (m)

L'azione di ribaltamento si esplica attorno al punto inferiore esterno della palificata; i bracci delle due forze contrapposte sono rispettivamente

→ Braccio della forza resistente (r_p)

$$r_p = \left(\frac{b}{2} + \frac{Z_{eff}}{2 \cdot \tan \alpha} \right) \cdot \cos \alpha$$

dove: α angolo di inclinazione della base della struttura

→ Braccio della forza agente (r_{st})

$$r_{st} = \frac{Z}{3}$$

La verifica al ribaltamento considera che il fattore di sicurezza, dato dal rapporto tra il momento delle forze stabilizzanti ed il momento delle forze ribaltanti, sia maggiore o almeno pari a 1.5.

Si deve quindi verificare che:

$$\frac{M_{stab}}{M_{rib}} = \frac{P \cdot r_p}{S_t \cdot r_{st}} \geq 1.5$$

La verifica effettuata per il caso in esame ha fornito, per una struttura di altezza effettiva pari a 2.0 metri, con inclinazione della base di 10° e larghezza della base di 3.0 m, un fattore di sicurezza pari a 7.46.

4.3.2. Verifica allo scorrimento

La verifica di stabilità allo scorrimento lungo il piano di posa della struttura è data dal rapporto tra la somma delle forze resistenti e la somma delle forze agenti nella stessa direzione. Anche in questo caso il rapporto deve risultare maggiore o uguale a 1.5.

In questa verifica si assume che il manufatto sia realizzato a regola d'arte, ossia che non si disarticoli e che rimanga integro; pertanto, esso tenderà a slittare lungo il piano di posa per effetto della sollecitazione della spinta del terreno S_t . Tale azione sarà contrastata da una reazione dipendente dal peso dell'opera stessa e dal coefficiente di attrito struttura/terreno, normalmente assunto pari a $f = \tan \delta$ con $\delta = (2/3)\varphi$.

Deve quindi verificarsi la relazione per cui.

$$\frac{P \cdot \cos \alpha \cdot f}{(S_t \cos \alpha - P \sin \alpha)} \geq 1.5$$

La verifica effettuata per il caso in esame ha fornito un fattore di sicurezza pari a 16.38.

4.3.3. Verifica della capacità portante del terreno

Tale verifica viene normalmente omissa in quanto, a seguito della notevole ampiezza della base di appoggio della palificata stessa sul terreno, ed in relazione all'ottima elasticità dell'opera, si determinano tensioni sul terreno di fondazione decisamente ridotte ed irrilevanti.

La struttura risulta, quindi, ampiamente verificata.

Tutte le verifiche precedentemente condotte sono state sviluppate considerando un ambiente drenato.

5. Infrastrutture

5.1. Strada

La nuova palificata a doppia parete fungerà da elemento di sostegno della strada sita al mappale 1116 che conduce alla proprietà Montemarano.

Il progetto prevede, quindi, la sistemazione della suddetta strada, prevedendo la bonifica della semicarreggiata di valle ed il completo rifacimento della pavimentazione in miscela bituminosa (monostrato in AC 16N di spessore pari a 70 mm).

Il cordonetto in granito presente lungo il ciglio di monte della strada verrà conservato, mentre lungo il ciglio di valle verrà posata una nuova mocca in granito tipo 12/15/18.

5.2. Canalizzazioni

Sotto la sede stradale è presente una canalizzazione per acque luride posata una decina di anni fa, sulla quale non è previsto alcun tipo di intervento, se non la sistemazione puntuale di un giunto distaccato all'altezza del pozzetto di ispezione n.312.

5.3. Acquedotto

Sotto la sede stradale, spostato verso il ciglio di valle, è presente un ramo dell'acquedotto comunale che serve i mappali della zona. Tale condotta potrà leggermente interferire durante le operazioni di scavo ma, in linea di principio, non sono previsti interventi di miglioria.

5.4. Altre infrastrutture

Non sono previsti interventi sulle altre infrastrutture presenti sotto la strada in oggetto.

6. Conclusioni

Il presente progetto propone una soluzione per la messa in sicurezza della strada al mappale 1116 che serve le particelle di proprietà Montemarano.

La viabilità in questione è stata soggetta, negli ultimi anni, da un fenomeno franoso che ne ha condizionato fortemente la stabilità.

L'esecuzione della palificata in progetto, oltre a ripristinare la sicurezza e la stabilità stradale, contribuirà a riqualificare dal punto di vista ambientale l'intera scarpata che conduce al riale defluente a fondo valle, adottando una soluzione di ingegneria naturalistica che, col passare degli anni, si inserirà perfettamente nel paesaggio fino a mimetizzarsi completamente.

Infine, il costo dell'investimento per l'esecuzione della palificata risulta essere perfettamente confrontabile con quello che occorrerebbe per realizzare un'opera strutturale (muro in cls armato).

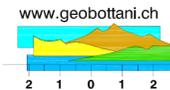


COMUNE DI PURA

SCOSCENDIMENTO STRADA MAPP. 1116 (propr. Montemarano)

PROGETTO DEFINITIVO

SISTEMAZIONE STRADA
Planimetria di progetto



Studio d'ingegneria
Antonio Bottani

Via Stazione 7, 6987 Caslano
Tel. +41 (0)91 606 11 66
Fax. +41 (0)91 606 74 30
E-mail studio@geobottani.ch

PIANO N.: 01	SCALA: 1:100	DIMENSIONI: 30 x 105 cm
DATA: luglio 2016	INCARTO N.: 19-576-0010-02	FILE NAME: Dis001-PD-Progetto.dwg
PROG/MIS: MS	DISEGNATO: MS	CONTROLLATO: AB

Situazione ante operam

Foto 1

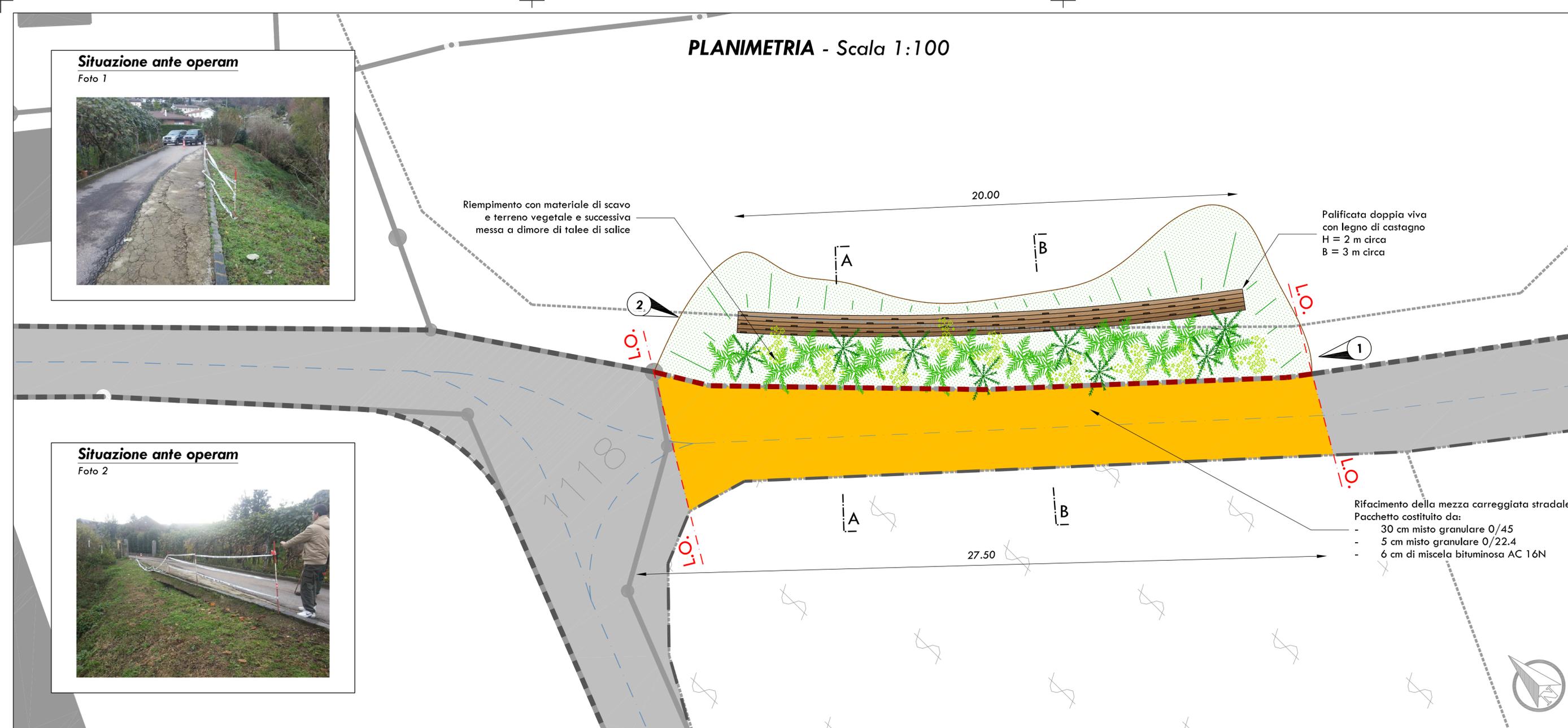


Situazione ante operam

Foto 2



PLANIMETRIA - Scala 1:100



LEGENDA:

- Superficie stradale esistente
- Superficie stradale oggetto di intervento, miscela in monostrato: AC 16N sp.=6 cm
- Nuova mocca in granito tipo 12/15/18
- Mocca in granito esistente
- Cordonetto in granito esistente
- Limite d'opera
- Asse stradale

SPACCATO COSTRUTTIVO:





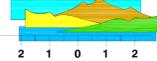
COMUNE DI PURA

SCOSCENDIMENTO STRADA MAPP. 1116 (propr. Montemarano)

PROGETTO DEFINITIVO

SISTEMAZIONE STRADA
Sezioni tipologiche e dettagli costruttivi

www.geobottani.ch

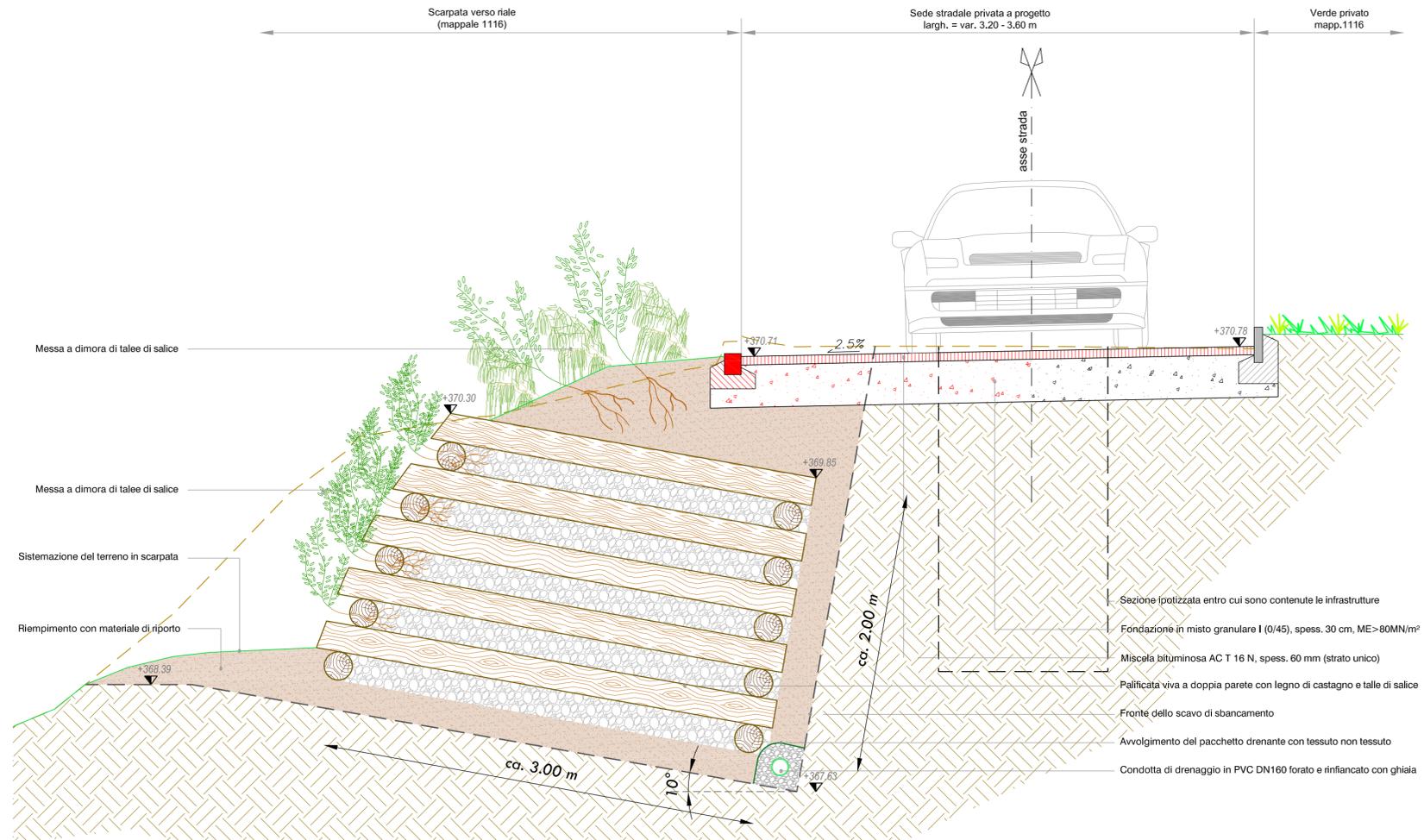


Studio d'ingegneria
Antonio Bottani

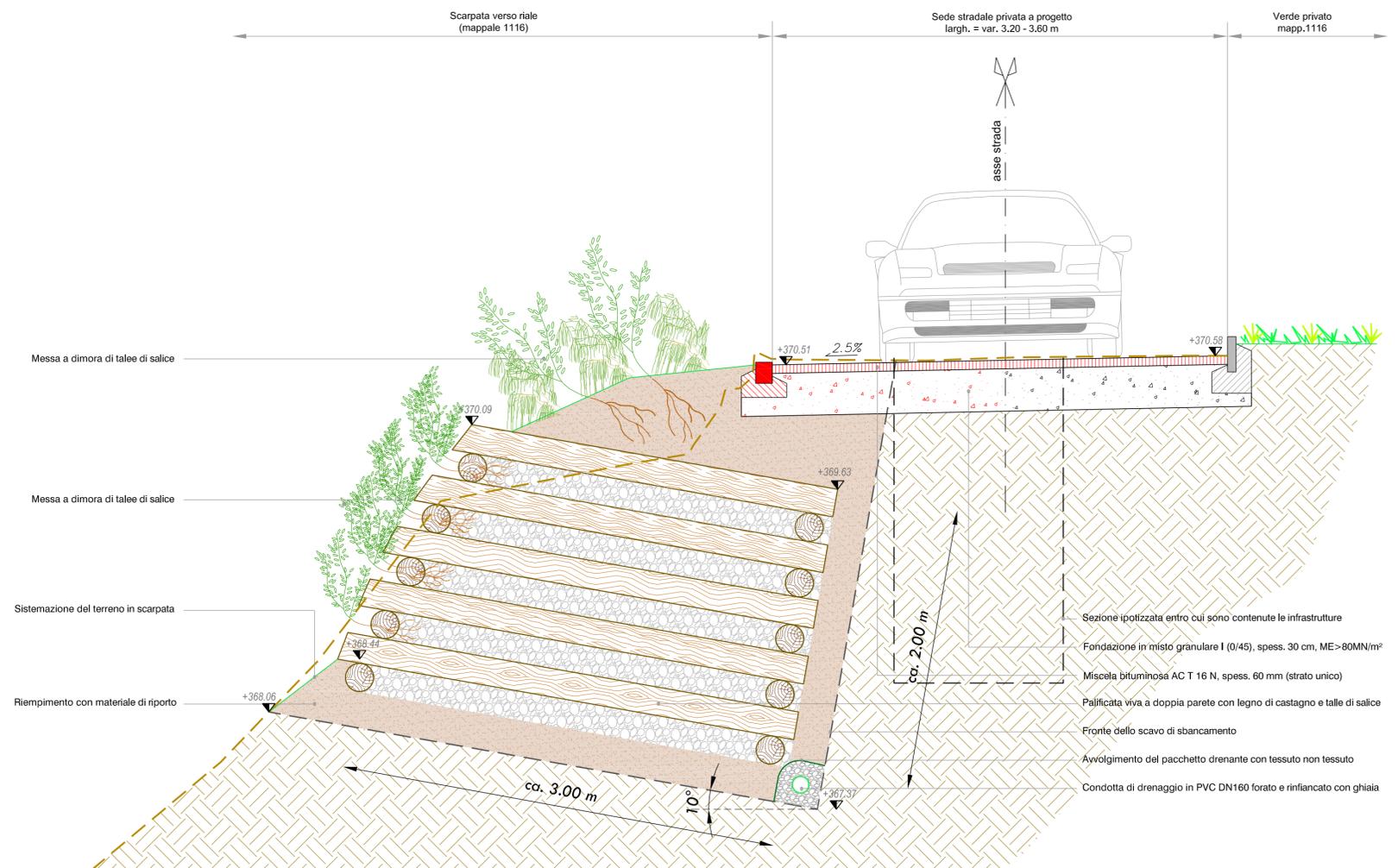
Via Stazione 7, 6987 Caslano
Tel. +41 (0)91 606 11 66
Fax. +41 (0)91 606 74 30
E-mail studio@geobottani.ch

PIANO N.: 02	SCALA: 1:25 / 1:10	DIMENSIONI: 30 x 105 cm
DATA: luglio 2016	INCARTO N.: 19-576-0010-02	FILE NAME: Dis002-PD-Sezioni.dwg
PROG/MIS: MS	DISEGNATO: MS	CONTROLLATO: AB

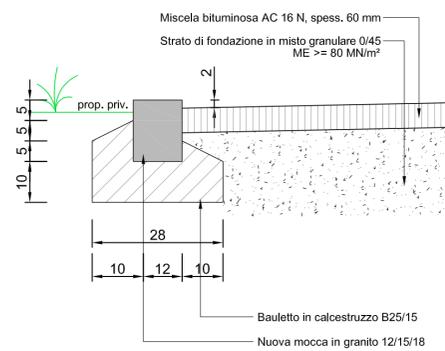
SEZIONE A-A - Scala 1:25



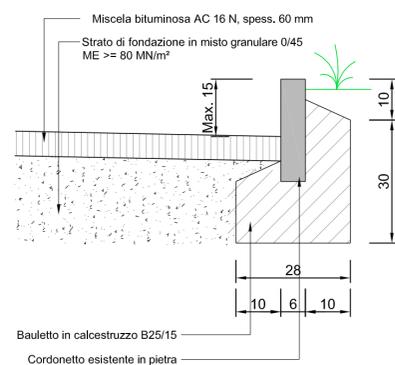
SEZIONE B-B - Scala 1:25



DETTAGLIO MOCCA - Scala 1:10



DETTAGLIO CORDONETTO - Scala 1:10





COMUNE DI PURA

**SCOSCENDIMENTO
STRADA MAPP. 1116
(*propr. Montemarano*)**

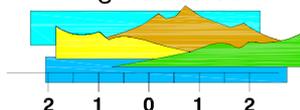
PROGETTO DEFINITIVO

PREVENTIVO

luglio 2016

Incarto n. 11-576-0010-02

www.geobottani.ch



Studio d'ingegneria
Antonio Bottani

Via Stazione 7, 6987 Caslano
Tel. +41 (0)91 606 11 66
Fax. +41 (0)91 606 74 30
E-mail studio@geobottani.ch

Preventivo No. 1

	Lordo	Netto
Ricapitolazione per Incarico, Capitolo-CPN		
1 Opere da capomastro e forestali		
111 Lavori a regia	6'000.00	6'480.00
113 Impianto di cantiere	3'500.00	3'780.00
116 Abbattimento e sradicamento di alberi	3'950.00	4'266.00
117 Demolizioni e rimozioni	1'260.00	1'360.80
211 Fosse di scavo e movimenti di terra	17'855.00	19'283.40
213 Sistemazione di corsi d'acqua	27'575.00	29'781.00
221 Strati di fondazione, estrazione del materiale	1'750.00	1'890.00
222 Selciati, lastricati e delimitazioni	2'100.00	2'268.00
223 Pavimentazioni	4'890.00	5'281.20
911 Aumenti ed indennità	2'000.00	2'160.00
912 Imprevisti	2'000.00	2'160.00
913 Diversi	6'000.00	6'480.00
914 Onorari	13'000.00	14'040.00
Totale	91'880.00	99'230.40

Condizioni

Lordo		91'880.00
IVA	8.00 %	7'350.40
Netto		<u>99'230.40</u>

Preventivo No. 1

1	Opere da capomastro e forestali				
111	Lavori a regia				
000	Condizioni:lavori regia				
.100	Elenchi abbreviati				
100	Sett.princ.costr.SPC:pr.regia				
110	Basi,condizioni:SPC				
111	Prezzi regia SPC				
.100	Prezzi				
.110	Prezzi a regia variabili				
112	SPC:basi prezzi regia				
.100	Base prezzi				
.110	Associazione SSIC				
200	SPC:prezzi associazioni				
220	Salari SPC:pr.regia assoc.				
221	Rib.salari SPC:pr.regia assoc.				
.100	Ribasso impr.:calcolo fattore				
222	Calc.salari SPC:pr.reg.assoc.				
.001	Somma importi salari	3'000	up	1.00	3'000.00
230	Materiali SPC:pr.regia assoc.				
231	Basi mat.SPC:pr.regia assoc.				
.100	Computo sec.prezzi regia				
232	Rib.mat.SPC:pr.regia assoc.				
.100	Ribasso impr.:calcolo fattore				
233	Calc.mat.SPC:pr.regia assoc.				
.001	Somma importi materiali	1'250	up	1.00	1'250.00
240	Macchine SPC:pr.regia assoc.				
241	Basi calc.macch.SPC:pr.assoc.				
.100	Computo sec.prezzi regia				
242	Rib.macch.c.cond.SPC:pr.assoc.				

242.100	Ribasso impr.:calcolo fattore				
244	Macchine c.cond.SPC:pr.assoc.				
.001	Somma importi macchine c.cond.	1'750	up	1.00	1'750.00
					<hr/>
111	Totale Lavori a regia				6'000.00

113 Impianto di cantiere

000	Condizioni				
	.100 Elenchi d'offerta abbreviati				
010	Prescrizioni				
011	Norme,raccomandazioni				
	.100 Norme e raccomandazioni SIA				
	.110 Norma SIA 118				
	.200 Norme VSS				
	.210 Norma SN 640 893,SN 640 885				
012	Definizioni impianto cantiere				
	.100 Indennizzo,definizione				
	.300 Prezzo globale o fortettario				
100	Installaz.cantiere,acconti				
110	Impianto di cantiere				
111	Installazioni cantiere,gl.				
	.001 Durata prestazioni imprend.	1	gl	2'000.00	2'000.00
R 190	Installazioni supplementari				
R 191	Installazioni supplementari				
R	.001 Descrizione	1	gl	100.00	100.00
R 192	Prestazioni di sicurezza, ai				
R	.001 Descrizione	1	gl	100.00	100.00
200	Infrastrutture:imp.cant.				
210	Accessi:imp.cant.				
215	Ponti,passerelle,provvisori				
	.100 Pedoni				
	.110 Costruzione,m.a disp.,smant.				
	.112 Altre larghezze	1	pz	50.00	50.00
	.120 Spostamenti interno cantiere				
	.122 Altre posizioni	2	pz	40.00	80.00
	.200 Veicoli fino a t 3,5				
	.210 Costruzione,m.a disp.,smant.				

215.212	Altre larghezze	1	pz	120.00	120.00
	.230 Smantellamento,ricostruzione				
	.232 Altre posizioni	1	pz	50.00	50.00
220	Aree:imp.cantiere				
221	Aree imp.cantiere,gl.				
	.002 Posizione valida sia per area	1	up	500.00	500.00
230	Segnaletica,delimitazioni				
231	Segnaletica,gl.				
	.002 Nella presente posizione	1	up	500.00	500.00
113	Totale Impianto di cantiere				3'500.00

116 Abbattimento e sradicamento di alberi

000	Condizioni				
	.100 Elenchi d'offerta abbreviati				
100	Arbusti e alberi singoli				
110	Abbattim.o srad.boschetti				
111	Abbattim.o srad.boschetti,m2				
	.200 Con carico diretto,m2				
	.203 Con rimozione delle ceppaie.	150	m2	15.00	2'250.00
120	Alberi giovani,abbattimento				
121	Alberi giovani,abbattimento				
	.100 Diametro tronco fino a mm 160				
	.110 Alberi con rami				
	.111 Allestim.legname,latifoglie	2	pz	150.00	300.00
	.200 Diametro tronco mm 170-300				
	.210 Alberi con rami				
	.211 Allestim.legname,latifoglie	2	pz	200.00	400.00
122	Alberi giovani,rimoz.ceppaie				
	.100 A macchina,d fino a mm 160				
	.120 Con carico diretto				
	.122 Con taglio a pezzi	2	pz	100.00	200.00
	.200 A macchina,d mm 170-300				
	.220 Con carico diretto				
	.222 Con taglio a pezzi	2	pz	125.00	250.00
400	Carico e trasporto legname op.				
440	Trasporto rami				
441	Rami trasporto,con scarico				
	.100 All'impianto di compostaggio				
	.110 Senza taglio a pezzi,m3				
	.111 Impianto	5	m3	20.00	100.00
442	Rami,tassa per smaltimento				
	.100 Impianto di compostaggio				

442.110	Computo,contenuto cassone				
	.111 Concerne pos. 441.111	5	m3	35.00	175.00
450	Trasporto ceppaie				
451	Ceppaie,trasporto con scarico				
	.100 All'impianto di compostaggio				
	.110 Senza taglio a pezzi,m3				
	.111 Impianto	5	m3	20.00	100.00
452	Ceppaie,tassa per smaltimento				
	.100 Impianto di compostaggio				
	.110 Computo,contenuto cassone				
	.111 Concerne pos. 451.111	5	m3	35.00	175.00
116	Totale Abbattimento e sradicamento di alberi				3'950.00

117 Demolizioni e rimozioni					
000	Condizioni:demolizioni,rimoz.				
	.100 Elenchi prestazioni abbreviati				
200	Rimozione libera superf.est.				
210	Rimozione libera pav.+delim.				
211	Pavimentazioni:rimoz.libera				
	.002 Pavimentazione in cls,	20	up	10.00	200.00
213	Pav.misc.bitum.:taglio+rimoz.				
	.100 Taglio pavimentazione				
	.120 A macch.,misc.bitum.cilindrata				
	.122 d mm 51-100	20	m	6.00	120.00
	.200 Pav.misc.bitum.:rimoz.libera				
	.206 Altri spessori	80	m2	8.00	640.00
214	Delim.,lastricati:rimoz.libera				
	.100 Delimitazioni				
	.142 Genere	30	up	10.00	300.00
117	Totale Demolizioni e rimozioni				1'260.00

211 Fosse di scavo e movimenti di terra

000	Condizioni				
	.100 Elenchi prestazioni abbreviati				
200	Movimenti terra vegetale				
240	Terra:m.in o.a macchina				
241	Terra:messa in opera a macch.				
	.200 Superf.c.pendenza>1:4				
	.201 Terra vegetale, strato d<m 0,30	70	m2	6.00	420.00
300	Lavori di scavo				
320	Scavo a macchina				
321	Scavo fosse:mat.scav.normalm.				
	.200 s.profilatura scarpate+planum				
	.201 Volume compatto	240	m3	20.00	4'800.00
330	Scavo a mano				
331	Scavo fosse:mat.scav.normalm.				
	.002 c.carico a mano	5	m3	70.00	350.00
350	Scavi:supplementi				
351	Scavo macchina:supplementi				
	.300 Ostacoli isolati				
	.310 Trovanti volume>m3 0,25				
	.312 Estr.+sgombero c.mat.scavo	10	m3	40.00	400.00
	.500 Difficoltà causa ostacoli				
	.530 Radici				
	.531 Scavo+taglio radici	30	m3	10.00	300.00
400	Assicuraz.scarpate,gabbioni				
410	Copertura scarpate				
411	Scarpate:cop.c.fogli mat.sint.				
	.100 Fogli materia sint.n.armati				
	.120 Superfici c.pendenza>1:4				
	.121 Fogli d mm 0,15-0,25	110	m2	6.00	660.00
500	Fornitura mat.:fosse scavo				

510	Fornitura terra				
511	Terra:fornitura				
	.100 Volume sciolto				
	.101 Terra vegetale	10	m3	20.00	200.00
600	Rilevati,costruzioni sostegno				
620	Scarpate,planum				
621	Scarpate,planum p.rilevati				
	.100 Scarpate c.arrotondamenti				
	.110 Quale fondo p.terra vegetale				
	.111 Su terreno sciolto	70	m2	5.00	350.00
680	Riemp.:rilevati,costr.sost.				
681	Riempimento:costr.sostegno				
	.100 A macchina				
	.110 Volume compatto				
	.113 Materiale di riporto	155	m3	10.00	1'550.00
682	Materiale riemp.:addensamento				
	.100 A macchina				
	.101 c.mezzo messa in opera	155	m3	5.00	775.00
700	Trasporti,m.in deposito				
710	Trasporti:volume compatto				
711	Trasporti:volume compatto				
	.100 Al luogo scarico committente				
	.120 s.tasse deposito(2)				
	.122 Altre distanze	155	m3	20.00	3'100.00
	.200 Al deposito committente/impr.				
	.210 Materiale n.inquinato				
	.213 Materiale scavo	50	m3	20.00	1'000.00
	.215 Ostacoli isolati (trovanti)	10	m3	20.00	200.00
	.216 Ostacoli isolati (trovanti)	30	m3	20.00	600.00
750	Tasse:trasporti materiale				
751	Tasse dep./cons.mat.c.sistem.				

751.100	Deposito imprenditore				
.110	Mat.n.inquinato,vol.compatto				
.113	Materiale scavo	50	m3	35.00	1'750.00
.115	Ostacoli isolati (trovanti)	10	m3	35.00	350.00
.116	Ostacoli isolati (trovanti)	30	m3	35.00	1'050.00
					<hr/>
211	Totale Fosse di scavo e movimenti di terra				17'855.00

213 Sistemazione di corsi d'acqua

000	Sistemaz.corsi acqua:condiz.				
	.100 Elenchi prestazioni abbreviati				
	.200 Regole retrib.,metodi misuraz.				
600	Ingegneria naturalistica				
610	Ingegneria natural.:forn.mat.				
611	Aggregati ingegneria natural.				
	.100 Computo:volume mat.sciolto				
	.110 Miscele s.legante				
	.115 Altri materiali	50	m3	55.00	2'750.00
	.116 Altri materiali	25	m3	35.00	875.00
640	Interv.stabilizz.sp.legnose 1				
641	Talee:sist.corsi acqua				
	.100 Talee vegetative				
660	Costruzioni consolid.combinate				
665	Palificate vive spondali				
	.100 Esecuzione inclinata s.scavo				
	.130 Palificata a 2 pareti				
	.131 Legname m3/m3 0,25 abete	145	m3	145.00	21'025.00
	.132 Messa in opera del materiale	75	m3	25.00	1'875.00
670	Drenaggi,imbocchi:corsi acqua				
671	Condotte drenaggio,drenaggi				
	.100 Tubi,manic.,guarn.:forn.+posa				
	.101 DN 160.	20	m	15.00	300.00
	.600 Mat.filtrante:forn.+m.in opera				
	.601 Computo: volume materiale	5	up	150.00	750.00
213	Totale Sistemazione di corsi d'acqua				27'575.00

221 Strati di fondazione, estrazione del materiale

000	Condizioni				
	.100 Elenchi d'offerta abbreviati				
200	Strati fondaz.:fornitura mat.				
210	Fornitura mat.:compatto				
211	Fornitura mat.prim.c.scarico				
	.100 Misto granul.,SN 670 120				
	.103 Altro misto granul.	5	m3	50.00	250.00
	.104 Altro misto granul.	15	m3	45.00	675.00
600	Strati fondaz.:m.i.o.				
630	Mat.strati fondaz.:m.i.o.				
631	Strato fondaz.:m.i.o.,compatto				
	.100 Larghezza fino a m 3,0				
	.103 Spessore cm 21-30	15	m3	15.00	225.00
640	Esecuzione della plania				
642	Plania p.strade pavim.				
	.100 Larghezza plania fino a m 3,0				
	.101 Tolleranza plania+/-cm 1	100	m2	6.00	600.00
221	Totale Strati di fondazione, estrazione del materiale				1'750.00

222 Selciati, lastricati e delimitazioni

000	Condizioni:selciati,delim.				
	.100 Elenchi prestazioni abbreviati				
200	El.delim.,pav.:fornitura				
210	El.delim.pietra nat.:fornitura				
211	Cubetti,mocche:fornitura				
	.100 Granito/gneiss;facce a spacco				
	.120 Mocche				
	.122 Tipo 12	30	m	25.00	750.00
300	El.demarc.+delim.,pav.:posa				
310	El.demarc.+delim.:posa				
311	El.demarc.+delim.:baul.calc.				
	.100 1 fila;sec.schema tipo 12/13				
	.110 Classi sollecitazione T0,T1				
	.117 Tipo 12;calc.m3/m 0,048	30	m	45.00	1'350.00
222	Totale Selciati, lastricati e delimitazioni				2'100.00

223	Pavimentazioni				
000	Condizioni				
.100	Elenchi abbreviati				
100	Pav.:imp.cantiere				
110	Imp.cantiere:pavimentazioni				
111	Insieme inst.cantiere				
.001	P.durata prest.impr.	1	gl	1'000.00	1'000.00
400	Pav.miscela bitum.addens.(1)				
420	HMF:lav.preparatori				
423	HFM:tratt.superf.raccordo				
.100	Legante				
.101	Bitume a caldo	70	m	5.00	350.00
.200	Nastri bitum.p.giunti				
.201	Marca, tipo Tok Band	20	m	12.00	240.00
440	Pavimentazioni N;AC T+AC				
442	Strati superf.AC N				
.300	AC 16 N				
.310	Computo:massa				
.314	d mm 60	15	t	220.00	3'300.00
223	Totale Pavimentazioni				4'890.00

911	Aumenti ed indennità				
000					
100	Aumenti in corso d'opera.				
110	Importi preventivati.				
111	Nell'ambito dell'intera opera,				
.001	Importo globale stimato.	1	gl	1'000.00	1'000.00
200	Indennità intemperie.				
210	Importi preventivati.				
211	Nell'ambito dell'intera opera,				
.001	Importo globale stimato.	1	gl	1'000.00	1'000.00
911	Totale Aumenti ed indennità				2'000.00

912	Imprevisti				
000					
100	Imprevisti in corso d'opera				
110	Importi preventivati.				
111	Nell'ambito dell'intera opera,				
.001	Importo globale stimato.	1	gl	2'000.00	2'000.00
912	Totale Imprevisti				2'000.00

913	Diversi				
000					
200	Lavori da giardiniere.				
210	Importi preventivati.				
211	Messa a dimora di talee di sal				
.001	Parapetto in legno h = 1.10 m	1	gl	5'000.00	5'000.00
300	Misurazioni.				
310	Importo preventivato.				
311	Lavori di misurazione per				
.001	Importo specifico stimato.	1	gl	1'000.00	1'000.00
913	Totale Diversi				6'000.00

914	Onorari				
000					
100	Ingegneria civile.				
110	Importi preventivati.				
111	Progettazione				
.001	Progetto di massima e	1	gl	13'000.00	13'000.00
914	Totale Onorari				13'000.00
