



REGIONE LAZIO
COMUNE DI ANTRODOCO
(Rieti)



**SISTEMAZIONE IDRAULICA E FORESTALE DELLA VIABILITÀ COMUNALE E DI
ALCUNE FRAZIONI DEL COMUNE DI ANTRODOCO E DEI FOSSI CERDOLIMITI,
MENDUCCIA E ACCICCIARI CHE DRENANO LE ACQUE NEL FIUME VELINO E DEI
FOSSI PINCONELLA, CATENA, MADONNA DELLE GROTTI E VIPERELLE AFFLUENTI
DEL FOSSO RAPELLE**



Via Luigi e Nicola Marinelli n° 2
86025 Ripalimosani (CB)
tel/fax 0874.484603 - www.geoservizisrl.net



Via Vittorio Bachelet n° 12
00185 Roma
tel 06.95065820 fax 06.95065823 - www.nhazca.com

DIRETTORE TECNICO
Area ingegneria
Dott. Ing. Maurizio NERILLI

COMMITTENTE:

Comune di Antrodoto Area Tecnica - Ufficio Lavori Pubblici

CODICE ELABORATO

01

SCALA

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
PER LA SISTEMAZIONE DI FOSSO MENDUCCIA
E LA MESSA IN SICUREZZA S.C. RAPELLE**

Relazione Generale

REVISIONE			REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
n°	descrizione	data			
0	Emissione definitiva	5 giugno 2020	Ing. Maurizio NERILLI	Dott. Geol. Sergio ROMANO	Ing. Maurizio NERILLI

Il presente documento è opera dell'ingegno. È vietata la riproduzione, anche parziale, degli elaborati che rimangono di proprietà della società Geoservizi S.r.l..
Ogni diritto è riservato (Art. 99 L. 633/41).

REGIONE LAZIO

COMUNE DI ANTRODOCO

- Rieti -

*

SISTEMAZIONE IDRAULICA E FORESTALE DELLA VIABILITÀ
COMUNALE E DI ALCUNE FRAZIONI DEL COMUNE DI
ANTRODOCO E DEI FOSSI CERDOLIMITI, MENDUCCIA E
ACCICCIARI CHE DRENANO LE ACQUE NEL FIUME VELINO E DEI
FOSSI PINCONELLA, CATENA, MADONNA DELLE GROTTI E
VIPERELLE AFFLUENTI DEL FOSSO RAPELLE

*

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ
TECNICA ED ECONOMICA
PER LA SISTEMAZIONE DI FOSSO MENDUCCIA
E LA MESSA IN SICUREZZA S.C. RAPELLE**

Importo Finanziamento € 820.000,00

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

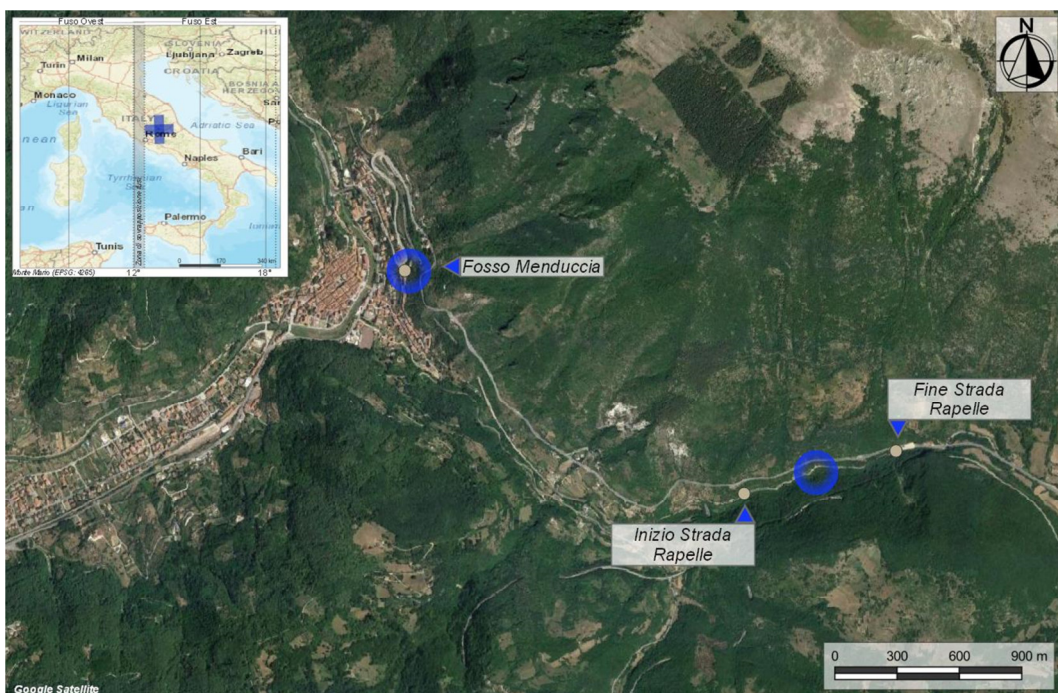
Indice

1 - PREMESSE	Errore. Il segnalibro non è definito.
2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO E SISMICITÀ DEL SITO	4
3 – CAMPAGNE DI INDAGINI	7
3.1 – Rilievi Topografici e Geometrici	7
3.2 – Rilievi Materici	7
3.3 – Rilievi Geognostici e Sismici	10
4 – CRITERI PROGETTUALI	11
5 – LE OPERE PREVISTE	12
5.1 – Sistemazione Idraulica del Fosso Menduccia	12
5.2 – Messa in sicurezza della Strada Comunale Rapelle	13
6 – INTERFERENZE	17
7 – MOVIMENTAZIONE DEL MATERIALE DI RISULTA	18
8 – ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI	19
9 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E TEMPI DI ESECUZIONE	20

1 – PREMESSE

Per incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Antrodoto (RI), giusta Deliberazione n. 328 del 17.09.2019) del Responsabile del Servizio *geom. Giuseppe GREGORI*, avente ad oggetto ***"Sistemazione idraulica e forestale della viabilità comunale e di alcune frazioni del Comune di Antrodoto e dei fossi Cerdolimiti, Menduccia e Accicciari che drenano le acque nel Fiume Velino e dei fossi Pinconella, Catena, Madonna delle Grotte e Viperelle affluenti del fosso Rapelle"*** le società *NHAZCA s.r.l.* e *GEOSERVIZI s.r.l.*, costituiti in Raggruppamento Temporaneo di Imprese (RTI), hanno condotto, preliminarmente, una serie di studi specialistici su una vasta area del territorio comunale di circa 16,14 Km² (FASE 1), volti ad individuare le criticità presenti in tale area, dal punto di vista del dissesto idrogeologico, indagando, altresì, sui principali fattori predisponenti e le più probabili cause di innesco. Obiettivo principale del lavoro svolto in questa prima fase di studio è stato quello di indicare una scala di priorità degli interventi da adottare in termini di pericolosità ed entità; al fine di consentire all'Amministrazione Comunale di perseguire le soluzioni strategiche più opportune e compatibili con la disponibilità finanziaria di € 820.000,00, destinata dalla Regione Lazio al Comune di Antrodoto (nota prot. 456585 del 24.07.2018 del Soggetto Attuatore Delegato Regionale).

Sulla scorta delle determinazioni conclusive del summenzionato studio il Responsabile Unico del Procedimento, *geom. Giuseppe GREGORI*, in linea con le indicazioni assunte dall'Amministrazione Comunale, ha comunicato agli scriventi di predisporre il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (FASE 2), di cui la presente nota fa parte integrante, limitatamente alla messa in sicurezza della *Strada Comunale "Rapelle"* ed alla sistemazione idraulica del *Fosso "Menduccia"*, per un importo complessivo lordo pari ad € 820.000,00.



Il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica cui fa riferimento la presente nota, è stato redatto ai sensi del D. Lgs. N. 50/2016 e ss.mm.ii. e di tutte le normative tecniche vigenti in materia di lavori pubblici con particolare riguardo, per quanto attiene agli interventi di tipo strutturale, alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni – D. M. Infrastrutture del 17.01.2018 e relativa Circolare del 21.01.2019 n. 7.

Esso riguarda, come detto in precedenza, la sistemazione idraulica del *Fosso Menduccia*, mediante difese spondali con l'impiego di gabbioni metallici e materassi tipo "*Reno*" sul fondo alveo, per un tratto di circa 70 m interno al centro abitato, e lavori di manutenzione straordinaria (interrimento) alla briglia in muratura esistente (Intervento A), e la messa in sicurezza della *Strada Comunale Rapelle*, per circa 800 m (Intervento B).

Più in dettaglio, lungo la *Strada Comunale Rapelle* sono stati rilevati dissesti diffusi, solo parzialmente mitigati da misure puntuali quali gabbionate, reti paramassi, reti in aderenza, muretti in cls con o senza zanella, etc., risultando per ampi tratti ancora presenti situazioni di potenziale criticità rappresentate prevalentemente dalla invasione sulla carreggiata del materiale di accumulo presente lungo il versante, o, nei casi più estremi, dal pericolo per la pubblica incolumità posto in essere da

una serie di blocchi rocciosi sconnessi e in equilibrio instabile gravanti sulla strada stessa.



Sebbene la *Strada Comunale Rapelle* venga utilizzata abitualmente con scarsi volumi di traffico, essa riveste un'importanza strategica nel *Piano Comunale di Protezione Civile* in caso di calamità naturali, in quanto rappresenta un'importante arteria di by-pass in caso di interruzione della SS 17, come più volte già verificatosi in passato.

Per quanto riguarda la “*conoscenza*” dei terreni interessati e dei manufatti esistenti, sono state programmate, propedeuticamente alle successive fasi progettuali, specifiche e puntuali campagne di rilievo geometrico, di tipo geognostico per la caratterizzazione geotecnica e di risposta sismica dei litotipi presenti, e di indagini materiche delle strutture esistenti, in dettaglio descritte nei capitoli che seguono.

Infine, per la determinazione della previsione di spesa dei lavori, è stata condotta una valutazione parametrica degli stessi, basata su un significativo numero di esperienze analoghe svolte dagli scriventi in circa 40 anni di attività professionale nel campo delle opere di ingegneria volte alle sistemazioni di dissesti idrogeologici.

2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO E SISMICITA' DEL SITO

Il territorio a cui si riferisce lo studio in narrativa, come meglio illustrato nello studio geologico allegato a firma del *dott. Geol. Piero DE PARI*, a cui si rimanda, appartiene al bacino imbrifero sinistro del *Fiume Velino* e si inserisce in un tipico contesto appenninico di versante.

Il settore in cui ricade la *Strada Comunale Rapelle*, dal punto di vista morfologico, impegna la piana del *Torrente Rapelle* tra *Monte Giano* e *Monte Morrone*, in località *Gole di Antrodoco*, e si colloca a quote variabili tra i 620 ed i 740 m circa s.l.m..

Il settore in corrispondenza del *Fosso Menduccia*, invece, interessa i versanti occidentali di *Monte Giano*, subito ad est del centro abitato di *Antrodoco*, a quote variabili tra i 480 ed i 580 m circa s.l.m..

Dal punto di vista geologico, *Antrodoco* si trova nell'*Alta Valle del Velino*, situata in posizione particolare, proprio nella zona sattra tra il dominio pelagico Umbro-Marchigiano ed il dominio di shelf Laziale-Abruzzese. L'area risulta caratterizzata dalla presenza in superficie di coperture detritiche costituite da Alluvioni attuali, Detriti di falda, Alluvioni ciottolose, Brecce cementate sovrastanti alle Molasse e Arenarie e Marne arenacee mioceniche, intervallate alle Scaglie Rossa, Cinerea e Variegata, eoceniche.

Geomorfologicamente, il territorio è caratterizzato da una forte energia di rilievo, data dall'elevazione del *Monte Giano*, che nei versanti meridionali e sud-orientali, presenta un'alta acclività e pendenze medie superiore ai 40°. Tali caratteristiche si ripercuotono sulle caratteristiche geomorfologiche dell'area e sull'azione erosiva dell'acqua meteorica, che risulta particolarmente evidente in tutto il settore.

I rilievi condotti in zona, conformemente al Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del *Fiume Tevere* ed alle cartografie tematiche del Progetto IFFI, hanno evidenziato che i dissesti e fenomeni gravitativi diffusi lungo tutto il versante meridionale del *Monte Giano*, sono rappresentati prevalentemente da colate detritiche che si sviluppano lungo i canali in roccia che tagliano il substrato carbonatico, a cui si aggiungono locali fenomeni franosi in corrispondenza delle coperture detritiche e diffusi crolli in roccia in corrispondenza delle scarpate e pareti rocciose più acclivi.

Caratterizzazione geotecnica Fosso Menduccia

- substrato dolomitico

$$\varphi' = 40^{\circ}-44^{\circ}$$

$$c' = 160 \div 250 \text{ KPa}$$

$$\gamma_n = 24.0 \div 25.5 \text{ KN/m}^3$$

$$\text{GSI} = 35 \div 55$$

Caratterizzazione geotecnica Strada Comunale Rapelle

- depositi di copertura grossolani

$$\varphi' = 32^{\circ}-38^{\circ}$$

$$c' = 0 \div 10 \text{ KPa}$$

$$\gamma_n = 19.5-21.0 \text{ KN/m}^3$$

$$\text{DR} = 40 \div 70 \%$$

- substrato calcareo-dolomitico

$$\varphi' = 40^{\circ}-45^{\circ}$$

$$c' = 180 \div 280 \text{ KPa}$$

$$\gamma_n = 24.5-26 \text{ KN/m}^3$$

$$\text{GSI} = 35 \div 60$$

Sismicità del sito

Latitudine : 42.409

Longitudine : 13.118

Il territorio comunale di *Antrodoco*, in base alla normativa sismica, ricade in *zona sismica 2* a cui corrisponde una accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 75 anni maggiore di 0.167 g che si traduce in una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0.25 (a_g/g).

Alla luce della microzonazione sismica stilata sulla base dei dati lito-dinamici scaturiti dalle prospezioni sismiche eseguite nel corso della campagna indagini, nell'area in cui ricade il sito di progetto sono da prevedersi incrementi percentuali del coefficiente di intensità sismica K_h nell'ordine del 10% corrispondenti a valori del K_t pari a 0.0697 g. Il valore medio della velocità delle onde di taglio V_s è tale da attribuire il sottosuolo alla categoria di suolo "B" e pertanto in sede di progettazione e di calcolo potrà essere utilizzato un valore del fattore di fondazione del suolo S pari a 1.20.

Con riferimento alle Nuove norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), la vita nominale delle opere strutturali oggetto di studio (**Tipo 2 – Opere infrastrutturali di tipo normale**), risulta essere pari a:

$$V_N = 50 \text{ anni}$$

La **classe d'uso** corrispondente **risulta essere la III**, per cui il coefficiente d'uso risulta pari a:

$$C_u = 1,5$$

$$V_R = V_N \times C_u = 75 \text{ anni}$$

Le condizioni topografiche permettono di attribuire al sito la corrispondente **categoria T2**.

3 – CAMPAGNE DI INDAGINI

3.1 – Rilievi topografici e geometrici

Per il rilievo da eseguirsi sui manufatti esistenti, in mancanza di specifici elaborati grafici si prevede l'utilizzo di un Laser scanner terrestre (TLS). Tale strumentazione permette di acquisire nuvole di punti opportunamente georiferite. La battuta di rilievo mediante tale strumento avviene spostando lo scanner e relativo treppiede intorno al manufatto; le scansioni, una volta acquisite, saranno registrate le une con le altre in modo da avere un unico dataset per le successive elaborazioni.

Dai dati suddetti bisogna estrapolare la mesh (superfici 3D a colori) ed elaborati vettoriali quali viste dall'alto, prospetti e piante in modo da avere sia elaborati di tipo quantitativo sia di tipo qualitativo di ogni singola opera.

Per quanto riguarda, invece, il rilievo delle pareti rocciose di difficile accessibilità, sarà adottato il rilievo di dettaglio fotogrammetrico con sistema A.P.R. mediante l'impiego di drone.

3.2 – Rilievi materici

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Per localizzare la posizione delle barre di armatura, determinare lo spessore del copriferro e stimare il diametro delle barre bisogna effettuare delle indagini pacometriche.

La prova si esegue inducendo nell'elemento in cemento armato un campo elettromagnetico e rilevando la distorsione nelle linee di forza, provocata dalla presenza delle armature. Il metodo deve essere tarato tramite delle scarificazioni a campione del copriferro.

STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Il grado di corrosione delle barre d'armatura deve essere misurato con delle mappature di potenziale elettrico. La misura deve essere effettuata apponendo sulla superficie del calcestruzzo, inumidita con acqua al fine di consentire un'adeguata continuità elettrica, l'elettrodo di riferimento e un morsetto posto a diretto contatto con l'armatura, entrambi, a loro volta, collegati al millivoltmetro digitale.

La norma ASTM C876 fornisce le correlazioni tra potenziale elettrico (il potenziale E è riferito all'elettrodo Cu/CuSO₄ saturo) e stato della corrosione.

Per definire la corrosione delle barre d'armatura devono effettuarsi anche delle misure di resistività. I fenomeni corrosivi si generano e si sviluppano tramite un processo elettrochimico e la resistività risulta inversamente proporzionale alla velocità di corrosione.

Altro parametro importante per la valutazione dello stato di conservazione degli elementi strutturali è la porosità.

Infine sulle carote estratte si deve misurare la profondità di carbonatazione. La carbonatazione del calcestruzzo è l'insieme delle azioni esercitate dall'anidride carbonica, naturalmente presente nell'atmosfera, sullo stesso materiale. L'aspetto rilevante del fenomeno è costituito dalla reazione chimica fra l'anidride carbonica ed i prodotti di idratazione del cemento; in particolare fra gli idrossidi alcalini e l'idrossido di calcio che provoca la progressiva riduzione dell'alcalinità del calcestruzzo.

Con l'estensione del fenomeno alle zone in cui sono presenti le barre di armatura, si ha la mancanza di protezione elettrochimica che precedentemente era assicurata dall'alcalinità dell'ambiente e quindi l'annullamento della passivazione dei ferri di armatura.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Per definire la resistenza a compressione del calcestruzzo esistente devono effettuarsi dei prelievi di carote e relative prove di compressione. I prelievi dei campioni cilindrici di calcestruzzo devono essere eseguite mediante carotatrice a corona diamantata, con ricircolo d'acqua, previa indagine pacometrica.

Per limitare il danneggiamento che si produce durante il prelievo, nel movimento di avanzamento della carotatrice, bisogna ridurre al minimo le vibrazioni, per assicurare che il diametro delle carote sia costante ed il loro asse rettilineo.

Per gli elementi per i quali non è possibile effettuare prelievi di campioni di calcestruzzo saranno eseguite prove sclerometriche ed ultrasoniche correlate con la metodologia SonReb.

Il metodo SONREB (da Sonic + Rebound: ultrasuoni + sclerometro) è un metodo di indagine non distruttivo (PND) del calcestruzzo indurito.

Questo metodo consente di determinare la resistenza cubica a compressione R_c di un calcestruzzo in opera correlandolo la velocità ultrasonica V , ottenuta con prove ultrasoniche, all'indice di rimbalzo S , ottenuto con prove sclerometriche. Tale metodo combinato consente di compensare gli errori intrinseci delle due metodologie, infatti, il metodo sclerometrico è

un metodo di indagine superficiale mentre il metodo ultrasonico è un metodo di indagine volumetrico.

Le caratteristiche meccaniche delle barre d'acciaio devono essere valutate tramite il prelievo di spezzoni di barra e la relativa prova di trazione. Deve essere estratta una barra d'armatura dall'elemento strutturale previa indagine pacometrica, tramite scasso con martello demolitore e taglio con smerigliatrice angolare. La barra, così, estratta deve essere sottoposta a prova di trazione ricavando la tensione di snervamento e di rottura, l'allungamento % e il marchio. Inoltre viene effettuata la prova di piegamento e raddrizzamento.

Tutte le scarificazioni, saggi e fori devono essere ripristinati con malta tixotropica a ritiro compensato.

Tutte le prove devono essere effettuate e certificate da uno dei laboratori di cui all'art.59 del D.p.r. N. 380/01.

Scopo della relazione è definire i protocolli per l'acquisizione della conoscenza necessaria al progetto di ampliamento delle singole opere esistenti, in ottemperanza alla normativa tecnica vigente:

- D. Min. Infrastrutture del 17-gennaio-2018 (Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - Suppl. Ordinario n. 8), Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 (Gazzetta Ufficiale n. 35 del 11 febbraio 2019 – Suppl. Ordinario n. 5) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

LIVELLI DI CONOSCENZA

Per una progettazione consistente è necessario spingersi al livello di conoscenza LC3, come definito dal D.M. 17/01/2018 e Circolare esplicativa n.7/2019.

Questo risultato si intende raggiunto quando siano stati effettuati l'analisi storico-critica come descritta al § C8.5.1, il rilievo geometrico, completo ed accurato in ogni sua parte e **indagini esaustive** sui dettagli costruttivi, come descritto al § C8.5.2, **prove esaustive** sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, come indicato al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza e **FC=1**.

Il D.M. 17/01/2018 e la Circolare esplicativa n.7/2019 definiscono i numeri e le tipologie di indagini e prove per raggiungere i livelli sopracitati.

3.3 – Rilievi geognostici e sismici

Dall'analisi preliminare condotta sul sito di progetto è stata predisposta una campagna finalizzata alla definizione puntuale e dettagliata degli assetti litostratigrafici e litotecnici dei settori d'intervento, indispensabile per la definizione del modello geotecnico caratteristico da porre alla base della futura Progettazione Definitiva/Esecutiva delle opere in studio e per valutare la vulnerabilità sismica del sito di intervento.

Tale campagna di indagine, congiuntamente ai dati provenienti da fonti bibliografiche, rilievi di campo eseguiti e indagini pregresse, consentirà quindi di delineare l'assetto litostratigrafico e litotecnico dell'intero settore interessato dalla presenza dei manufatti stradali e dei relativi versanti, nel rispetto delle indicazioni e prescrizioni previste dalla normativa vigente (NTC 2018). Relativamente alla campagna di indagini questa in via preliminare potrà essere rappresentata da sondaggi a rotazione e carotaggio continuo e prospezioni sismiche. In dettaglio si propone di realizzare le indagini di seguito elencate e descritte:

- n. 2 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo spinti fino alla profondità massima di 20.0 m dal p.c., in modo da definire le caratteristiche stratigrafiche e litologiche dei terreni attraversati;
- esecuzione di prove penetrometriche SPT in foro di sondaggio (n. 4), per definire le caratteristiche fisico-meccaniche;
- prelievo di campioni indisturbati di terreno (n. 4):
- analisi e prove di laboratorio su campioni per la definizione delle caratteristiche granulometriche dei materiali;
- n. 1 prospezione sismica MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) della lunghezza di 48 m, per la definizione della categoria di sottosuolo (NTC 2018);
- n. 1 misura di microtrempi (HVSr), per la risposta sismica locale della zona di intervento.

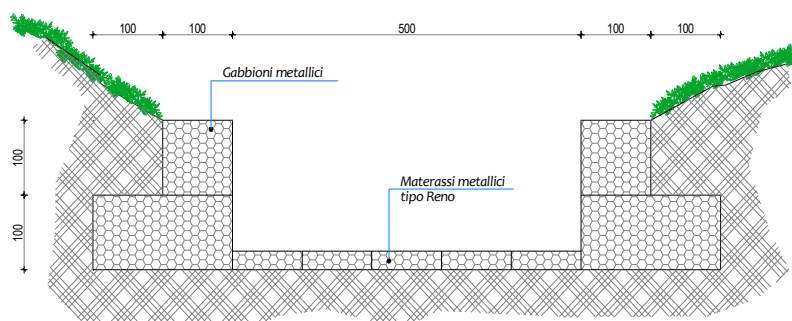
4 – CRITERI PROGETTUALI

Gli interventi previsti, in linea con le finalità formulate nella elaborazione dello studio di carattere generale (FASE 1), sono stati determinati in ordine alle prioritarie esigenze di:

- a) **ripristinare la funzionalità della rete idrografica** interferente con le aree oggetto del presente studio, mediante la riapertura dei fossi di scolo, spesso ostruiti da cumuli di coltri in scivolamento e/o dall'azione dell'uomo, la ispezione ed eventuale pulizia delle opere idrauliche di attraversamento delle arterie stradali (tombini);
- b) **eliminare l'erosione delle sponde e del fondo** del *Fosso Menduccia* nel tratto in terra compreso tra la testata delle briglie esistenti a monte di *via Marmorale* e *via Regina Margherita*, per uno sviluppo longitudinale di circa 70 m;
- c) **ripristinare la funzionalità del tratto terminale del Fosso Menduccia**, sistemato con briglie in muratura in prossimità della confluenza con il *fiume Velino*, mediante l'asportazione del materiale di interrimento depositatosi nel tempo, pulizia dell'alveo e sfalcio della vegetazione spontanea ostruente la sezione di gaveta del fosso;
- d) **ripristinare l'efficienza del Fosso Menduccia** mediante lo sgombero di una serie di manufatti che occupano oggi, illegittimamente, l'alveo dell'opera idraulica (piccoli magazzini e depositi, recinzioni, etc.); è altresì presente lungo una parte del fosso sistemata con briglie, una tubazione metallica a vista, adibita, verosimilmente alla distribuzione di gas metano;
- e) **garantire la percorribilità della Strada Comunale Rapelle** in totale sicurezza mediante l'esecuzione di opere di presidio strutturali volte ad evitare lo scivolamento di materiale detritico e/o di blocchi instabili sulla carreggiata;
- f) **conoscere in maniera esaustiva la reale caratterizzazione geologica** dei litotipi presenti e la loro parametrizzazione geotecnica mediante adeguate campagne di indagini in sito ed in laboratorio su campioni.

5 – LE OPERE PREVISTE

5.1 – Sistemazione idraulica del *Fosso Menduccia*



La sezione idraulica delle dimensioni di 5.00x2.00(h) m, viene realizzata mediante difese spondali in gabbioni metallici dell'altezza di 2.00 m e base di 2.00 m, con paramento a vista di tipo verticale e rivestimento del fondo in materassi tipo "Reno" antierosione dello spessore di 30 cm. Saranno previsti, inoltre, lungo lo sviluppo longitudinale del fosso, della lunghezza complessiva di circa 70 m, dei salti di fondo adeguatamente dimensionati per contenere l'energia cinetica della corrente idrica durante gli eventi di piena.

Sia per le gabbionate che per i materassi tipo "Reno" è previsto l'impiego di rete metallica "a scatola" plastificata, riempita con monogranulare 40/50, protette dall'intasamento del terreno messo in opera a tergo per il riempimento dello scavo con TNT da 400 gr.

La scelta dell'impiego dei gabbioni, in luogo di opere in cls, è stata fatta al duplice scopo di meglio inserire le opere nell'ambiente, limitandone l'impatto ambientale e di avere strutture "elastiche" che meglio possano adattarsi agli inevitabili assestamenti del terreno, costituendo, tra l'altro, un elemento drenante per il retrostante terreno spingente in quanto altamente permeabile.

I gabbioni, inoltre, hanno il vantaggio di essere facilmente ripristinabili in caso di rotture locali, ed in più, essendo di tipo modulare, possono in futuro essere agevolmente incrementati, ove mai se ne dovesse ravvisare la necessità.



Per quanto riguarda la parte terminale del *Fosso Menduccia*, dello sviluppo di circa 50 m, già rivestita con briglie e pareti spondali in muratura di pietrame in buono stato di conservazione, l'intervento si limita ad una semplice manutenzione straordinaria consistente nella asportazione del materiale di interrimento depositatosi negli anni e relativa pulizia dell'area golenale, e sfalcio della vegetazione spontanea cresciuta sul fondo alveo.

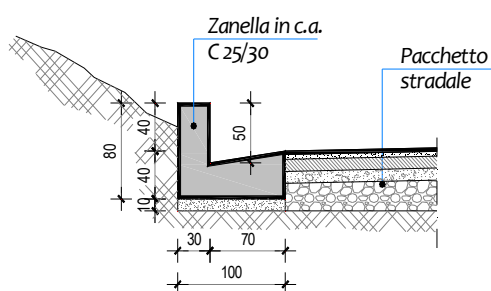
5.2 – Messa in sicurezza della *Strada Comunale Rapelle*

Come accennato in precedenza gli interventi previsti lungo la *Strada Comunale Rapelle*, dello sviluppo longitudinale di circa 800 m, sono tutti finalizzati ad evitare lo scivolamento di materiale minuto, più o meno copioso fino ai veri e propri flussi detritici (debris flow) sulla carreggiata, o, nei casi più estremi, di rotolamento di blocchi rocciosi di varia pezzatura distaccatisi dal versante.

Opere di presidio in c.a.

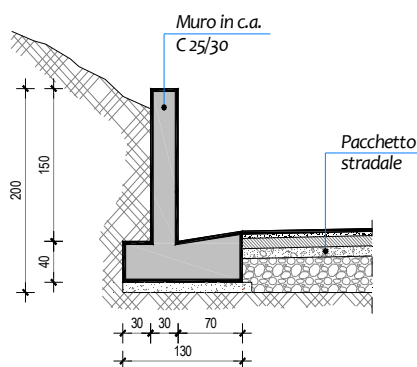
Procedendo in ordine crescente di importanza si ha:

- Zanella con unghia H= 0.50 m (Tipo 1)



Da realizzare per circa 27 m, in genere, quale completamento di quella già esistente, in maniera da regimare le acque raccolte dalla zanella esistente ed evitare sia il ruscellamento selvaggio di quest'ultima contro il piede della scarpata, sia il pericoloso (per la sicurezza della viabilità) deposito del materiale trasportato sulla carreggiata.

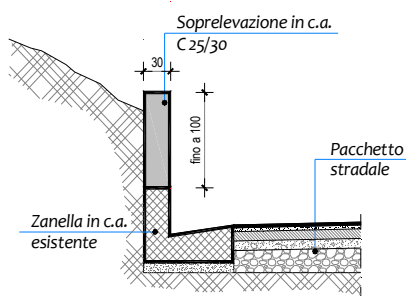
- Muro con zanella H= 1.50 m (Tipo 2)



L'opera in c.a., più che come opera di sostegno vera e propria, ha l'obiettivo di creare un diaframma di protezione della carreggiata dallo scioglimento di materiale detritico proveniente dal versante di monte. E' del tutto evidente che per garantire la funzionalità del manufatto nel tempo, sarà necessario prevedere, con una certa periodicità, interventi di manutenzione consistenti nella asportazione del materiale di riempimento accumulatosi a tergo della parete in c.a., onde evitare che flussi successivi possano sormontare la testa della parete ed invadere la carreggiata, inficiando, così, la finalità per la quale è stata progettata l'opera.

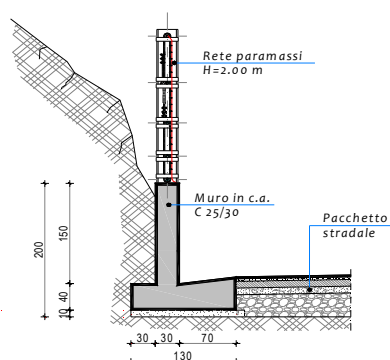
L'intervento di Tipo 2 ha uno sviluppo complessivo di 495 m.

- Sopraelevazione muro esistente H= 1.50 m (Tipo 3-4)



Nei tratti in cui esiste già una zanella con unghia di 0.50 m e/o un muro con zanella di 1.00 m, si è previsto di sopraelevare la parete verticale fino alla quota di $H = 1.50$ m (rispettivamente intervento Tipo 3 e 4), mediante nuova parete in c.a. impiegando armature integrative inghisate con malta cementizia antiritiro (*tipo MAPEFILL*) in perfori $\varnothing 26 - L = 25$ cm, eseguiti a quinconce ogni 30 cm nello spessore del muro esistente. La finalità di questi interventi, previsti per uno sviluppo longitudinale di circa 136 m, è del tutto identico a quello del muro di Tipo 2, precedentemente descritto.

- Rete paramassi H= 2.00 m



La rete paramassi è prevista per un tratto di circa 30 m, ove sono presenti una serie di blocchi rocciosi in potenziale pericolo di rotolamento dovuto alle loro attuali condizioni di equilibrio instabile.

La rete è realizzata a maglia 80x100 con filo a doppia torsione $\varnothing 2.7$ zincato, irrigidita da funi in acciaio zincato munite alle estremità di cappi a dispersione di energia, sorrette da montanti in acciaio del tipo HEB dell'altezza di 2.00 m ed interasse di 4.00 m, ancorati mediante piastre e tirafondi, alla parete in c.a..

- Rivestimento corticale con rete metallica



Anche in questo caso l'intervento previsto, costituito da rivestimento corticale della parete rocciosa, rappresenta il completamento dell'opera di protezione già esistente, nei tratti di versante risultati ancora sprovvisti di tali opere di sicurezza e pericolosi perché soggetti alla caduta di materiale minuto sulla sottostante carreggiata.

Il rivestimento, dello sviluppo complessivo di 885 m, viene realizzato conformando una rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale 80x100 e filo Ø2.7 zincato plastificato, alla parete rocciosa pseudo verticale, e ad essa ancorata per mezzo di chiodature zincate Ø14÷24 della lunghezza di 3.00 m aventi interasse di 3.00 m, inghisate in perfori Ø38 con malte cementizie antiritiro, e funi di acciaio Ø16 ad anima tessile disposte in diagonale e legate alle estremità, al piede ed alla testa della rete, alle asole terminali munite di redancia e manicotto pressato.

- Rifacimento pozzetto in c.a. del tombino idraulico



Completano gli interventi previsti nel presente progetto di fattibilità, l'ispezione e l'eventuale pulizia del tombino presente in prossimità dello svincolo sulla S.S. 17, al fine di garantire un corretto smaltimento delle acque meteoriche regimate dalle opere idrauliche della strada, e la ricostruzione del pozzetto in c.a. di testata del tombino, risultato oggi spaccato e non più funzionale.

6 – INTERFERENZE

Per quanto riguarda l'intervento A – *Fosso Menduccia*, le interferenze presenti in adiacenza dell'area di cantiere sono rappresentate, sostanzialmente, dall'uscita (entrata) dei mezzi di cantiere sulla viabilità interna al centro abitato con particolare riferimento a *Via Regina Margherita* dove è previsto l'accesso all'area recintata e, soprattutto, dalla presenza dei sottoservizi ubicati nella predetta area recintata in cui ricade il manufatto idrico.

Tali interferenze saranno risolte, per quanto riguarda la percorribilità delle strade, mediante una chiusura parziale al traffico di *Via Regina Margherita*, in prossimità dell'accesso al cantiere, e nell'apposizione di adeguata cartellonistica di avvertimento "*uscita automezzi*".

Per quanto riguarda, invece, la presenza dei sottoservizi, potenzialmente interferenti con le perforazioni nel sottosuolo previste nella campagna geognostica per l'esecuzione dei relativi sondaggi e con le opere di scavo necessarie per la realizzazione dei manufatti idraulici, sarà condotto preliminarmente un rilievo di dettaglio nell'area prescelta per le prove geognostiche, mediante attrezzatura "*sonar*", di tutte le reti dei servizi eventualmente presenti, (da una briglia ubicata immediatamente a monte di *Via Regina Margherita*, fuoriesce una tubazione metallica quasi sicuramente impiegata per la distribuzione del gas metano) in modo da scongiurare l'ipotesi di danneggiare le stesse con la perforazione dei sondaggi e/o con le opere di scavo.

L'intervento B – Sistemazione Strada Comunale Rapelle, non presenta particolari problemi di interferenze, se non l'occupazione parziale della carreggiata durante l'esecuzione dei lavori lungo il ciglio di monte della strada. Detta occupazione, adeguatamente recintata e segnalata, sarà risolta con senso unico alternato comandato da semafori luminosi. Nel caso dovesse risultare necessario chiudere l'intera arteria per brevi periodi di tempo (ad esempio la sostituzione della tubazione sottopassante la strada), tale chiusura sarà preventivamente programmata e concordata con l'Amministrazione Comunale, in modo da avvertire con congruo anticipo la popolazione residente.

7 – MOVIMENTAZIONE DEL MATERIALE DI RISULTA

Il materiale di risulta, essendo previsti scavi nel terreno e demolizioni parziali di manufatti in c.a., previa analisi di caratterizzazione, sarà destinato al conferimento in discarica, ai sensi del D. Lgs. 152/06 e ss. mm. ii., della legge 98/2013 (art. 41 e 41 bis) e del D.M. Ambiente n. 161 del 10.08.2012.

Il volume complessivo del materiale detritico viene stimato indicativamente in:

- demolizione strutture in c.a. = 2.30 mc
- scavo in terreni argillosi = 560 mc
- scavo in terreni rocciosi = 300 mc

Il percorso stradale necessario per effettuare il trasporto del materiale demolito alla più vicina discarica autorizzata, sarà individuato nelle successive fasi progettuali.

8 – ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

Per la realizzazione dell'intervento di cui al presente progetto di fattibilità si provvederà avvalendosi, come detto in premesse, delle risorse finanziarie messe a disposizione dalla *Regione Lazio* giusta autorizzazione del Soggetto Attuatore Delegato Regionale prot. n. 456585 del 20.07.2018, pari a € 820.000,00, distinto secondo il seguente quadro economico:

QUADRO ECONOMICO GENERALE

A) LAVORI A CORPO

A1	Lavori a base d'asta	€. 545.000,00
A2	Oneri per la Sicurezza	€. 28.000,00
A3	IMPORTO TOTALE A BASE DI GARA	€. 573.000,00

B) SOMME A DISPOSIZIONE

B1	I.V.A. sui lavori (22% di A3)	€. 126.060,00
B2	SPESE TECNICHE (12% di A3)	€. 68.760,00
B3	CASSA PREVIDENZIALE (4% di B2)	€. 2.750,40
B4	IVA SULLE SPESE TECNICHE (22% di B2+B3)	€. 15.732,29
B5	INDAGINI GEOGNOSTICHE E MATERICHE (compreso IVA)	€. 10.000,00
B6	RUP (2% DI A3)	€. 11.460,00
B7	ESPRORPI, SERVITU', OCCUPAZIONI ED ONERI ACCESSORI	€. 3.500,00
B8	SPESE GENERALI	€. 8.737,31
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE		€. 247.000,00

TOTALE PROGETTO (A)+(B)	€. 820.000,00
--------------------------------	----------------------

9 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E TEMPI DI ESECUZIONE

La stima delle opere e' basata su prezzi parametrici per singole categorie di lavori che tengono conto dei costi dei materiali, dei mezzi d'opera e delle maestranze, degli utili e delle spese generali, comprensive quest'ultime di ogni onere accollato all'impresa per l'impianto del cantiere, per l'apertura ed il mantenimento delle piste di servizio, per la manutenzione delle opere sino al collaudo, per le prove non obbligatorie sui materiali da costruzione e prove di carico sulle strutture, per le verifiche delle strutture in c.a. ed il relativo collaudo, nonché dei costi necessari per rendere l'esecuzione dei lavori compatibile con il Piano della Sicurezza redatto ai sensi del D. Lgs 81/08 e s.m.i., nonché di tutti gli oneri accollati dal C. S. A. all'impresa appaltatrice.

Si precisa, altresì, che i prezzi parametrici posti a base della stima sommaria dei lavori, sono stati dedotti dalla contabilità delle opere analoghe già realizzate, opportunamente adeguati all'attualità.

Il termine di ultimazione dei lavori è stato fissato in 180 gg. naturali e consecutivi a decorrere dalla data di consegna degli stessi.

Tale termine è stato determinato oltre che tenendo in debita considerazione la tipologia e l'entità delle opere da realizzare, anche basandosi sul presupposto, ragionevolmente accettabile, che i lavori si svolgano in condizioni climatiche normali, che il tempo di avvio del cantiere sia di 10 giorni.

Nel programma dei lavori, come generalmente previsto negli istogrammi climatici di uso più corrente, le produzioni differenziate mensili variano da un minimo del 15% ad un massimo del 90%.

Per quanto riguarda l'occupazione di suoli privati si fa presente che **le opere oggetto della presente progettazione**, ricadono, sia in maniera temporanea che definitiva, su aree di proprietà privata, pertanto, nel quadro economico sono state previste somme destinate ad occupazioni temporanee e/o espropri di proprietà private che dovranno essere oggetto di specifico piano particellare di esproprio nella successiva fase progettuale.