



**Dr. Geol. Francesco SERRA – GEOLOGIA TECNICA e SERVIZI per l'AMBIENTE –**

**Via Dante Alighieri 6 – Rivolta d'Adda (Cr)**

**Tel.: 0363.79065 ;Fax, ; 0363.707620; E-mail : [geoserra@serrafra.191.it](mailto:geoserra@serrafra.191.it)**

**CF : SRRFNC59T27H357Z - PI : 00827350190**

**Interventi di messa in sicurezza e difesa del suolo di alcuni tratti di  
strada comunale**

**CUP: J96B19000800006**

**COMUNE DI MONTEISOLA (BS)**



## **PROGETTO ESECUTIVO STRUTTURE ED IMPIANTI**

*(ai sensi art. 23 del D.Lgs.n. 50/2016 e smi)*

Dr. Ing. Alberto Giavazzi

Dr. Geol. Francesco Serra


Ordine degli Ingegneri della Prov. di CREMONA  
Dott. Ing. ALBERTO GIAVAZZI  
ISCRIZIONE ALL'ALBO N. 522



20 settembre 2019


Documento n. 2013\_DE\_R6

Pagina 1 di 10

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Interventi di messa in sicurezza e difesa del</b> <b>suolo di alcuni tratti di strada comunale</b> <b>Comune di Monte Isola (BS)</b>	Data	20/09/2019
		N. Commessa	2013
<b>STRUTTURE ED IMPIANTI</b>		C. Documento	2013_DE_R6
		Revisione	0
		Nome file	

## INDICE GENERALE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>RETI METALLICA IN ADERENZA CON CONTENIMENTO IN FUNI .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>BARRIERE PARAMASSI .....</b>	<b>8</b>

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Interventi di messa in sicurezza e difesa del</b> <b>suolo di alcuni tratti di strada comunale</b> <b>Comune di Monte Isola (BS)</b>	Data	20/09/2019
		N. Commessa	2013
		C. Documento	2013_DE_R6
		Revisione	0
<b>STRUTTURE ED IMPIANTI</b>		Nome file	

## 1. PREMESSA

Le tipologie delle opere in oggetto non rientra fra quelle classiche di strutture con impianti e reti tecnologiche.

Si tratta di opere speciali la cui progettazione è in buona sostanza definita dalle condizioni geologiche e geomeccaniche presenti lungo il versante da mettere in sicurezza; mentre le caratteristiche tecniche, dimensionali, strutturali sono definite dalle ditte costruttrici sulla base delle caratteristiche prestazionali individuate e definite progettualmente.


Una volta individuate le problematiche idrogeologiche presenti e valutate le grandezze in gioco (volumi degli ammassi rocciosi instabili, energia cinetica, possibili traiettorie dei massi) e le dinamiche dei dissesti (caduta massi, frane di crollo, ecc..) sulla base di un corretto bilancio costi-benefici si dimensionano le opere da realizzare; queste ultime rispondono a modelli di progettazione standardizzate ed normativamente a carico delle ditte costruttrici.

Gli elementi da considerare sono fondamentalmente :

- i materiali utilizzati, le loro caratteristiche tecniche in particolare relativamente alle loro resistenze a trazione, certificate dal produttore
- il loro assemblaggio strutturale con le loro prestazioni di esercizio dichiarate, sulla base di collaudi e prove in vera grandezza che anche esse vanno adeguatamente certificate e che sono definite da precise indicazioni di montaggio e verificate dalla ditta produttrice a valle dei montaggi stessi. Nelle indicazioni progettuali delle barriere paramassi vanno dimensionate definite anche le opere di fondazione che rendono solidali le opere agli ammassi rocciosi e da cui dipende l'effettiva efficienza delle strutture in oggetto. Vanno forniti dall'appaltatore le necessarie relazioni tecniche e di calcolo relative.

I criteri di scelta progettuale sono stati quelli riportati nella relazione generale mentre per i dimensionamenti prestazionali ci si è basati sulle risultanze degli studi geomeccanici pregressi (altezza di caduta e relativa energia cinetica, dimensioni del blocco) che hanno determinato la scelta dell'intervento e le loro caratteristiche progettuali sia a livello di materiali che di caratteristiche strutturali, utilizzando le più utilizzate e diffuse metodologie di calcolo e di elaborazione.


In linea generale si è quindi tenuto conto :

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Interventi di messa in sicurezza e difesa del</b> <b>suolo di alcuni tratti di strada comunale</b> <b>Comune di Monte Isola (BS)</b>	Data	20/09/2019
		N. Commessa	2013
<b>STRUTTURE ED IMPIANTI</b>		C. Documento	2013_DE_R6
		Revisione	0
		Nome file	

- degli eventi pregressi segnalati e noti e della loro evoluzione storica (entità, dislocazione, ecc..), anche in funzione dei diversi interventi effettuati in passato e dalla frequenza degli eventi di caduta massi registrati
- dalle attuali condizioni topografiche, geologiche, geomorfologiche e geotecniche del sito in esame
- dalle caratteristiche degli ammassi da mettere in sicurezza con difese attive
- dalle dimensioni dei blocchi da intercettare, dalle possibili traiettorie, dalle altezze di caduta
- dalla valutazione costi di progetto rispetto ai benefici attesi

In particolare :

- per le reti in aderenza i criteri dimensionali e la scelta della tipologia di rete, dell'ampiezza delle maglie (8x10 cm) e dal diametro del filo (3 mm), alle caratteristiche e lunghezza degli ancoraggi (  $L \geq 3,0$  m) e dalle caratteristiche della fune di contenimento (maglie minime 3x6 m) derivano, confortati dalle esperienze precedenti, anche dalle indicazioni che si ricavano dai rilievi geostrutturali in sito, ed in particolare :
  - dai volumi rocciosi unitari dei blocchi che possono staccarsi dall'ammasso (key blocks), generalmente compresi fra 0,1 (frequenti) e 0,5 m<sup>3</sup> (rari)
  - dagli spessori della stratificazione, che, per la prevalente parte calcareo marnosa sono generalmente compresi fra 5÷8 cm e circa 40 cm, ad eccezione di alcuni banchi con spessori superiori (circa 1 metro)
  - dal modesto grado di alterazione superficiale e dalla buona consistenza delle rocce già a deboli profondità
- per le barriere paramassi l'individuazione delle caratteristiche prestazionali minime per quanto riguarda l'indicazione del livello di energia deriva analogamente dai rilievi e le elaborazioni effettuate, e dalle esperienze pregresse, in particolare
  - verificando le energie sollecitanti di progetto  $[E_{sd} \geq (1/2 * m_d * V_d^2) * \gamma_R]$  sulla base della massa  $m_d$  blocco di progetto (circa 0,5 m<sup>3</sup>) e della velocità  $V_d$  ipotizzata sulla base della posizione in altezza degli affioramenti per un fattore di sicurezza  $\gamma_R$ . I valori ottenuti, per fenomeni frequenti sono soddisfatti con le caratteristiche per stazionali indicate.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Interventi di messa in sicurezza e difesa del</b> <b>suolo di alcuni tratti di strada comunale</b> <b>Comune di Monte Isola (BS)</b>	Data	20/09/2019
		N. Commessa	2013
		C. Documento	2013_DE_R6
		<b>STRUTTURE ED IMPIANTI</b>	
		Revisione	0
		Nome file	


- valutando le condizioni topografiche generali di un versante gradonata d elevata pendenza e la necessità di intercettare il maggior numero possibile di traiettorie (altezza H = 5 m).

**Per quanto riguarda le piastre di base di fondazioni dei montanti, vista la conformazione del sito e sulla base delle precedenti esperienze nella medesima area si ritiene che queste saranno fondate interamente sulla roccia in posto, integra e pertanto non si prevedono fondazioni in calcestruzzo od altri elementi strutturali diversi od ulteriori rispetto a quelli calcolati dai progettisti e realizzatori della barriera; non sono quindi necessari calcoli strutturali ulteriori rispetto a quelli che saranno forniti dalla ditta costruttrice e sarà necessario rispettare integralmente quanto riportato nel manuale di montaggio che farà esplicito riferimento alle citate normative europee in materia.**

Si ricorda che, per loro natura tutti i presidi di difesa attivi e passivi considerati sono dimensionati su eventi frequenti o meno frequenti aventi periodo di ritorno confrontabile con la vita media prevista delle opere.

Non sono quindi dimensionati per fenomeni a carattere eccezionale o catastrofico e con periodi di ritorno più lunghi, per cui, peraltro, non si possono individuare allo stato attuale delle conoscenze, tecniche di intervento e difesa che siano effettivamente ed economicamente realizzabili; comunque i presidi esistenti ed in progetto potranno essere utili ad una sicura mitigazione degli effetti di simili episodi.

I materiali occorrenti per i lavori dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio ed essere accettati, previa campionatura, dalla Direzione dei Lavori. Di norma essi proverranno da località o fabbriche che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché preventivamente notificate e sempre che i materiali corrispondano ai requisiti prescritti dalle Leggi, dal Capitolato Speciale di appalto, dall'Elenco Prezzi Unitari, dalle Specifiche Tecniche e dagli altri atti contrattuali che fanno parte della documentazione progettuale del presente progetto esecutivo. Essi dovranno essere, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, idonei e rispondenti ai requisiti prescritti. I materiali rifiutati dovranno essere sgombrati immediatamente a cura e spese dell'Appaltatore.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Interventi di messa in sicurezza e difesa del</b> <b>suolo di alcuni tratti di strada comunale</b> <b>Comune di Monte Isola (BS)</b>	Data	20/09/2019
		N. Commessa	2013
		C. Documento	2013_DE_R6
		Revisione	0
		Nome file	
<b>STRUTTURE ED IMPIANTI</b>			


Malgrado l'accettazione dei materiali, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto dipende dai materiali stessi, la cui accettazione non pregiudica in nessun caso i diritti della Amministrazione Appaltante in sede di collaudo.

I campioni delle forniture consegnati all'Impresa, che dovranno essere eventualmente inviati a prova in tempo successivo a quello del prelievo, saranno conservati negli Uffici della Stazione Appaltante, muniti di sigilli a firma della Direzione dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Le prove potranno essere eseguite presso gli Istituti autorizzati, presso la fabbrica di origine od in cantiere, a seconda delle disposizioni particolari del Capitolato o, in mancanza, della Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione Appaltante si riserva in sede di verifiche finali.


Di seguito si riportano i principali elementi progettuali che dovranno avere le opere da realizzare.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Interventi di messa in sicurezza e difesa del</b> <b>suolo di alcuni tratti di strada comunale</b> <b>Comune di Monte Isola (BS)</b>	Data	20/09/2019
		N. Commessa	2013
<b>STRUTTURE ED IMPIANTI</b>		C. Documento	2013_DE_R6
		Revisione	0
		Nome file	

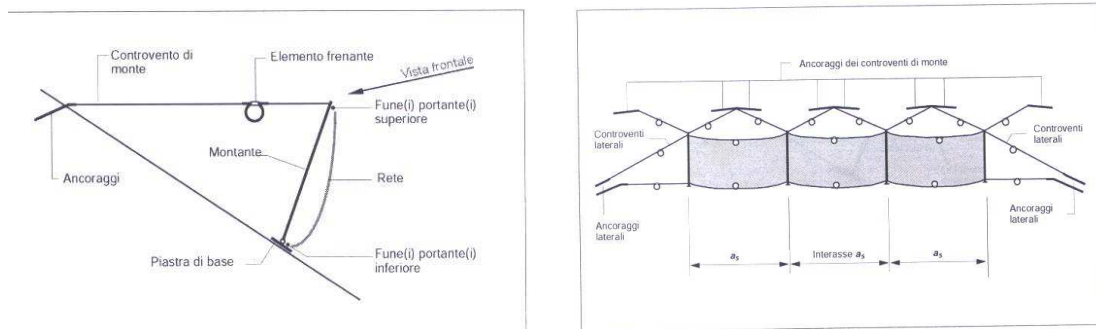
## 2. RETI METALLICA IN ADERENZA CON CONTENIMENTO IN FUNI

La rete in oggetto sarà metallica a doppia torsione con maglia 8 x10 filo con spessore 3,00 mm ( $\pm 0,07$  mm di tolleranza), armata con reticolo di contenimento 6x3 (eventualmente da ridurre su particolari morfologie in modo da garantire la perfetta aderenza della rete al versante) con ancoraggi ad aderenza migliorata B450C diam. 24 mm  $L \geq 3,00$ , inclusa perforazione 41 mm, iniezione con malta cementizia fino a rifiuto del foro. Rivestimento di scarpata in roccia a qualsiasi altezza; maglia avente carico di rottura compreso fra 35 e 55 kg/mm<sup>2</sup> rivestiti in lega autentica di zinco (95%) - alluminio (5%) cerio-lantano conforme alla ASTM 856 con ricoprimenti  $\geq 260$  g/m<sup>2</sup>. La rete metallica verrà bloccata in sommità ed al piede della scarpata mediante fune d'acciaio zincato di 16 mm con anima metallica dello stesso tipo descritto sopra. Infine verrà posto in opera un reticolo di funi di contenimento costituito da un'orditura romboidale in fune metallica di 12 mm di acciaio zincato rispondente alle norme DIN 2078 e DIN 3060, con anima tessile. I teli contigui dovranno essere accostati e collegati mediante anelli in acciaio del diametro minimo di 6.0 mm ottenuto anche con doppia legatura con filo di ferro diametro 3 mm ad intervalli non superiori a 20 mm; gli anelli dovranno garantire uno scostamento dei teli, una volta collegati non superiore a 1,5 cm. Tutti i chiodi e/o le barre di ancoraggio saranno infisse nelle pareti rocciose previa formazione dei fori adeguati nei quali saranno solidarizzati tramite boiaccia additivata antiritiro. Tutte le ditte produttrici dei materiali impiegati dovranno essere in certificazione di sistema di qualità in conformità alle normative in vigore ISO -EN e come descritto in capitolato. La sistemazione al piede dovrà consentire lo scarico dei detriti accumulatasi al piede della scarpata, permettendo poi una risistemazione sugli ancoraggi medesimi. Ancoraggio con picchetti FeB44K d 12 mm lunghezza 100 cm con densità 0,5 picchetti/m<sup>2</sup>.

Ogni fornitura di materiale dovrà essere accompagnata dal "certificato di origine" e dovrà essere chiaramente e costantemente riconoscibile attraverso idonea etichettatura dalla quale risultino, in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento di produzione, al lotto di produzione, alle caratteristiche tipologiche e prestazionali dei materiali.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Interventi di messa in sicurezza e difesa del</b> <b>suolo di alcuni tratti di strada comunale</b> <b>Comune di Monte Isola (BS)</b>	Data	20/09/2019
		N. Commessa	2013
<b>STRUTTURE ED IMPIANTI</b>		C. Documento	2013_DE_R6
		Revisione	0
		Nome file	

### 3. BARRIERE PARAMASSI



*Elementi delle barriere paramassi*

**La barriera paramassi** sarà del tipo ad elevato assorbimento di energia, deformabile, prodotta in regime di qualità ISO 9001, certificata a seguito di prove in vera grandezza “crash test” effettuate da laboratorio di adeguata e specifica competenza, adeguatamente documentata, e che abbia eseguito le prove secondo le norme ETAG 027 (benessere tecnico europeo).

Le caratteristiche della barriera sono comprovate da prove in vera grandezza in campo dinamico in scala reale con almeno tre campate, opportunamente certificate da un istituto riconosciuto. Le caratteristiche della barriera sottoposta all'urto di prova corrispondono alle caratteristiche del prodotto in fornitura e sono in grado di arrestare il blocco di massa nota, in caduta libera, animato da un'energia cinetica pari a quella di classificazione della barriera, con velocità di traslazione al momento dell'impatto non inferiore a 25 m/sec. Altezza residua superiore al 50% dell'altezza nominale.


In particolare la barriera deve:

- Superare una prova di impatto non inferiore a MEL ( Maximum Energy Level) della classe nominale di resistenza con le condizioni previste nella ETAG 027 al punto 2.4.2.2
- Superare due prove SEL ( Service Energy Level) di impatto, eseguite in successione senza effettuare riparazioni, con energia non inferiore a 1/3 MEL, con le condizioni previste nelle ETAG 027 al punto 2.4.2.1,

La barriera dovrà garantire secondo quanto previsto al punto 2.4.3 delle norma sopracitata un assorbimento energetico MEL maggiore/ uguale 2000 KJ, corrispondente alla classe energetica  $C_e=5$ .

Tutti i componenti devono essere nuovi di fabbrica ed accompagnati da certificazioni di



 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Interventi di messa in sicurezza e difesa del</b> <b>suolo di alcuni tratti di strada comunale</b> <b>Comune di Monte Isola (BS)</b>	Data	20/09/2019
		N. Commessa	2013
<b>STRUTTURE ED IMPIANTI</b>		C. Documento	2013_DE_R6
		Revisione	0
		Nome file	

origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative applicabili, (ad ex UNI EN 10025 - montanti in acciaio - , UNI EN 12385 - funi d'acciaio -, UNI EN 10264-2 - zincatura funi, ecc) nonché, ove previsto, dalla dichiarazione di conformità CE ai sensi del DPR 246/93.

Dovrà essere fornito specifica certificazione, manuale di montaggio del Kit di assemblaggio proposto, dichiarazione del produttore di conformità esecutiva e piano di manutenzione.


Si ricorda la suddivisione delle classi di energia secondo ETAG 027 :

Livello dell'energia	0	1	2	3	4	5	6	7	8
SEL [kJ]	-	85	170	330	500	660	1000	1500	> 1500
MEL [kJ] ≥	100	250	500	1000	1500	2000	3000	4500	> 4500

Per il buon funzionamento della barriera, oltre alle perfette caratteristiche dei materiali ed all'accurato montaggio di tutte le parti è fondamentale una corretta esecuzione delle fondazioni.

In generale, tutte le basi dovrebbero essere poste sulla roccia sana, previa una valutazione puntuale in sede di esecuzione; i montanti saranno resi solidali mediante idonei ancoraggi secondo le indicazioni della casa produttrice, mentre le funi saranno ancorate mediante barre rigide, come riportato negli elaborati progettuali. Materiali, lunghezze ed inclinazioni saranno conformi a quelle utilizzate nelle prove a vera grandezza e come descritto nei progetti della casa esecutrice e nel relativo manuale di sistema omologato.

Le perforazioni di ancoraggio dei tiranti saranno orientate il più possibile in linea con la direzione del tiro in condizioni di funzionamento e si approfondiranno adeguatamente nel substrato. L'appoggio del montante sarà anch'esso immerso direttamente nel substrato lapideo che è generalmente subaffiorante; a questo scopo dovrà essere rimosso strato di coltivo e/o detrito superficiale eventualmente presente. Qualora lo strato di copertura abbia uno spessore significativo il collegamento del supporto del montante al terreno sarà assicurato mediante un idoneo plinto di fondazione in calcestruzzo avente la funzione di ripartire gli sforzi sul terreno. Le dimensioni del plinto e le profondità da raggiungere saranno di volta in volta concordate ed approvate dalla Direzione Lavori. Successivamente all'inserimento di ancoraggi e barre dotate di opportuni distanziatori i fori verranno iniettati secondo le indicazioni progettuali. Il fornitore deve indicare alla DL i carichi agenti sui punti di fondazione della barriera prescelta e sarà dunque facoltà della DL richiedere all'appaltatore, a sue spese, prove di tiro per la verifica della loro tenuta.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Interventi di messa in sicurezza e difesa del</b> <b>suolo di alcuni tratti di strada comunale</b> <b>Comune di Monte Isola (BS)</b>	Data	20/09/2019
		N. Commessa	2013
<b>STRUTTURE ED IMPIANTI</b>		C. Documento	2013_DE_R6
		Revisione	0
		Nome file	

La malta cementizia da utilizzare per la preparazione delle basi fondazionali dovrà essere omogenea e la sua idoneità dimostrata mediante prove eseguite in laboratorio.

L'altezza della barriera (5 metri nominali) è stata scelta sulla base delle probabili traiettorie dei massi; come energia si è scelto di indicare un valore di 2000 Kj (MEL), ritenuto sufficiente per buona parte degli impatti possibili, sulla base delle esperienze pregresse, delle risultanze dei blocchi crollati e delle simulazioni effettuate con appositi modelli.

I disgaggi e le relative pulizie del versante verranno realizzate dove necessario e, soprattutto nelle aree che verranno interessate dalle opere in progetto e laddove dove sono più frequenti gli elementi dislocati e la presenza di vegetazione infestante.

Verranno eliminati tutti i sassi di dimensioni significative presenti nelle reti o dietro le barriere, ripristinandone la funzionalità iniziale, nelle aree indicate dalla DL e dalla stazione appaltante, anche se non strettamente ubicate nell'area di progetto.

In questo progetto non sono previste reti tecnologiche, impianti od altre strutture similari od opere in cemento armato.