



Città di Cosenza

2° Dipartimento - Tecnico

Settore 11

**Protezione Civile- Salvaguardia, messa in sicurezza e  
valorizzazione del Centro Storico- Programmi CIS Cosenza -  
Agenda urbana -**

**Contratti di quartiere Santa Lucia**

Piazza dei Bruzi 1 – 87100 Cosenza

Email: [protciv@comune.cosenza.it](mailto:protciv@comune.cosenza.it) - PEC: [comunedicosenza@superpec.eu](mailto:comunedicosenza@superpec.eu)

Partita Iva: 00314410788 - Codice Fiscale: 00347720781

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

OGGETTO:

*"Interventi di mitigazione del rischio frana nel centro storico e zone contermini"*

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA

TAVOLA

02

PROGETTISTA  
Ing. Maria Colucci

RUP  
ing. Antonella Rino

DATA

Gennaio  
2022

SCALA

-

# RELAZIONE TECNICA

## **Aspetti geologici.**

Il Centro Storico di Cosenza sorge immediatamente a monte della confluenza tra il Fiume Crati e il Fiume Busento (affluente di sinistra del Fiume Crati), completamente arroccato sui versanti esposti a Est e a Nord di una fascia collinare, allungata morfologicamente all'incirca Nord Ovest – Sud Est, che raccorda la piana alluvionale del Fiume Crati con i primi rilievi del Massiccio della Sila. Più precisamente i Colli interessati dall'urbanizzazione storica di Cosenza sono sette, di cui quattro sono situati in destra idrografica del Fiume Crati e tre in sinistra, con una conformazione orografica ad "anfiteatro", che si apre verso Nord, interrotta dall'incisione del Fiume Crati.

I Colli situati in destra idrografica del Fiume Crati sono, spostandoci da Nord verso Sud, rispettivamente: Colle Mussano (362 m s.l.m.), che ospita sul versante occidentale il Rione Gergeri; Colle Triglio, ai piedi del quale sorgono il Rione Paparelle e il Rione della Massa; Colle Gramazio, nella cui area di cresta è situato il Cimitero comunale; Colle Venneri sul cui versante Ovest è allocato il Rione Casali.

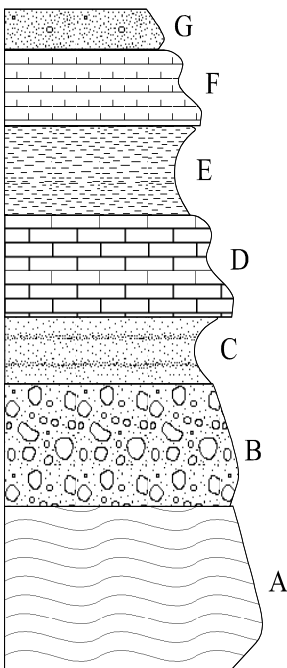
In sinistra idrografica sono localizzati, spostandoci da Est verso Ovest, rispettivamente: Colle Guarassano, ai piedi del quale sorge il Rione Spirito Santo; Colle Vetere sul versante del quale è situato il Rione Portapiana; Colle Pancrazio (383 m s.l.m.) che ospita in cresta il Castello Svevo.

La parte nuova della città si dipana verso Nord in sinistra idrografica della Valle del Fiume Crati, lungo il fondovalle, con quote medie intorno a 210-220 m s.l.m., congiungendosi, senza soluzione di continuità, con i quartieri più meridionali del Comune di Rende (il Torrente Campagnano separa i due Comuni).

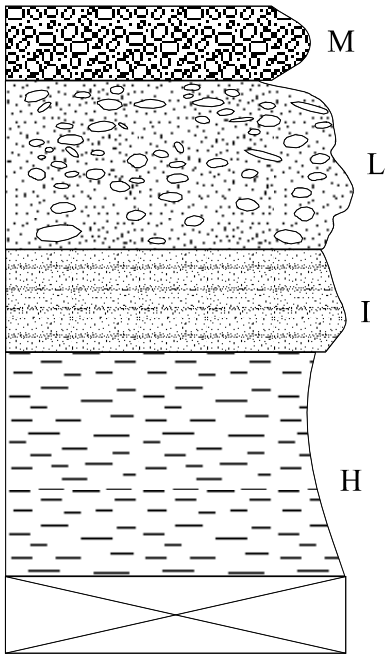
Dal punto di vista geologico la Valle del Crati rappresenta una depressione tettonica, riempita in prevalenza da sedimenti marini (argille, sabbie, arenarie e conglomerati) aventi un'età compresa tra il Miocene superiore e l'Olocene, che si estende in direzione meridiana (Nord-Sud) ed è limitata ad

Oriente dal Massiccio della Sila e ad occidente dalla Catena Costiera Calabra. L'estensione geo-morfologica della Valle, inoltre, ricopre la fascia altimetrica compresa tra il greto del Fiume Crati fino alla quota di circa 500-600 m s.l.m. e cioè dove, in genere, la fascia collinare pedemontana viene sostituita dai versanti orientali della Catena Costiera (verso ovest) e da quelli occidentali della Sila (verso est). Il limite altimetrico menzionato, oltre alla differenziazione morfologica, marca anche una differenziazione litologica altrettanto netta, essendo tale limite quello di estensione massima dei sedimenti marini e via via deltizi e continentali che colmano il fondo della valle medesima. Tali sedimenti poggiano in discordanza sui terreni cristallino-metamorfici sia della Catena Costiera, in sinistra idrografica, che del Massiccio silano, in destra idrografica.

A grande scala, il territorio in esame è geologicamente caratterizzato, dal basso verso l'alto, da una stratigrafia tipo data da (vedi figura a lato):



a) complesso igneo-metamorfico (o substrato), costituito da paragneiss e scisti biotitici, associati a gneiss granitoidi e intrusioni basiche, a luoghi intercalati da calcari cristallini e marmi. Il substrato è direttamente sormontato, con caratteri trasgressivi, da una successione silico-clastica altomiocenica di età Tortoniano-Messiniano.



b) Conglomerato poligenico ed eterometrico, con ciottoli di rocce prevalentemente metamorfiche, ben arrotondati ed immersi in una matrice sabbiosa grossolana di colore rossastro (rappresenta la formazione basale della successione sedimentaria altomiocenica).

c) Sabbie ed arenarie immature giallastre o rosso-brune poco cementate, con intercalazioni argillose, che a luoghi, in mancanza del conglomerato, poggiano direttamente sul substrato (tale formazione ha spesso carattere lenticolare).

d) Calcari e Calcareniti di colore biancastro-rosato, grigio all'alterazione, in genere grossolane, ben cementate, a stratificazione poco evidente, talvolta con stratificazione decimetrica.

e) Argille e argille marnose, talora argille siltose biancastre e siltiti grigie e grigio-azzurre spesso fogliettate e/o a frattura concoide, con sporadiche intercalazioni di gessi e gessareniti.

f) Calcari evaporatici bianco-rosati, da massivi o mal stratificati, teneri e vacuolari localmente calcarenitici o marnosi;

g) Sabbie bruno chiare a grana fine e media con intercalazioni di micro-conglomerati e silt. La successione sedimentaria (punti b - g) che poggia sul substrato cristallino-metamorfico (punto a) fa parte dell'intervallo cronostratigrafico del Miocene Superiore, affiorante esclusivamente in sinistra idrografica del Fiume Crati, sul quale seguono, in discordanza, sia in destra che in sinistra idrografica, i depositi terrigeni dei cicli plio-pleistocenici dati, dal basso verso l'alto, da:

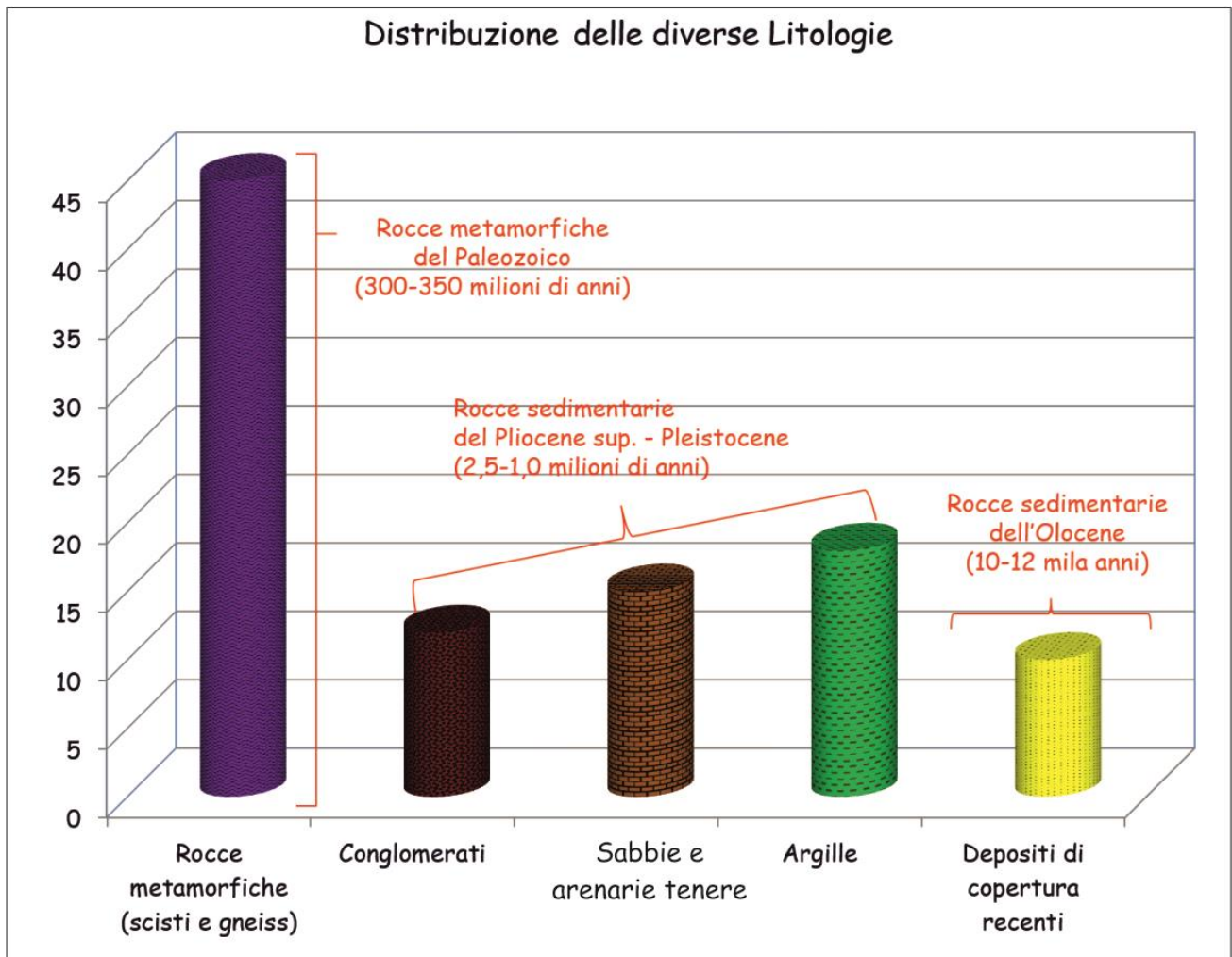
h) Argille siltose grigio-azzurre.

i) Sabbie e arenarie tenere con intercalazioni di argille siltose.

l) Conglomerati, talora ghiaie, bruno rossastri costituiti da ciottoli ben arrotondati di rocce di natura cristallino-metamorfiche immersi in una matrice sabbiosa grossolana.

m) Alluvioni (mobili o stabilizzati dalla vegetazione) costituiti prevalentemente da sedimenti sabbiosi e ciottolosi con lenti di limi e/o limi argillosi.

La distribuzione percentuale delle diverse litologie è riassunta nel diagramma successivo.



*Distribuzione percentuale delle litologie nelle aree esaminate*

Dal punto di vista della distribuzione areale delle litologie (vedi stralcio carta geologica allegata) si osserva come, lungo le incisioni vallive dei corsi d'acqua principali, si rilevano le rocce metamorfiche del basamento Paleozoico rappresentate prevalentemente da paragneiss e scisti biotitici, associati a gneiss granitoidi, a luoghi intercalati da calcari cristallini e marmi. Al di sopra di detto basamento giacciono i terreni sedimentari rappresentati principalmente da sabbie e conglomerati Pliocenici che costituiscono gran parte dei rilievi collinari sui quali sorge il centro storico di Cosenza. Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, sono presenti lungo i corsi d'acqua principali, soprattutto verso Nord, dove costituiscono anche dei terrazzi fluviali che ospitano la parte più recente dell'abitato di Cosenza.

#### ***Aspetti geomorfologici e analisi dei dissesti.***

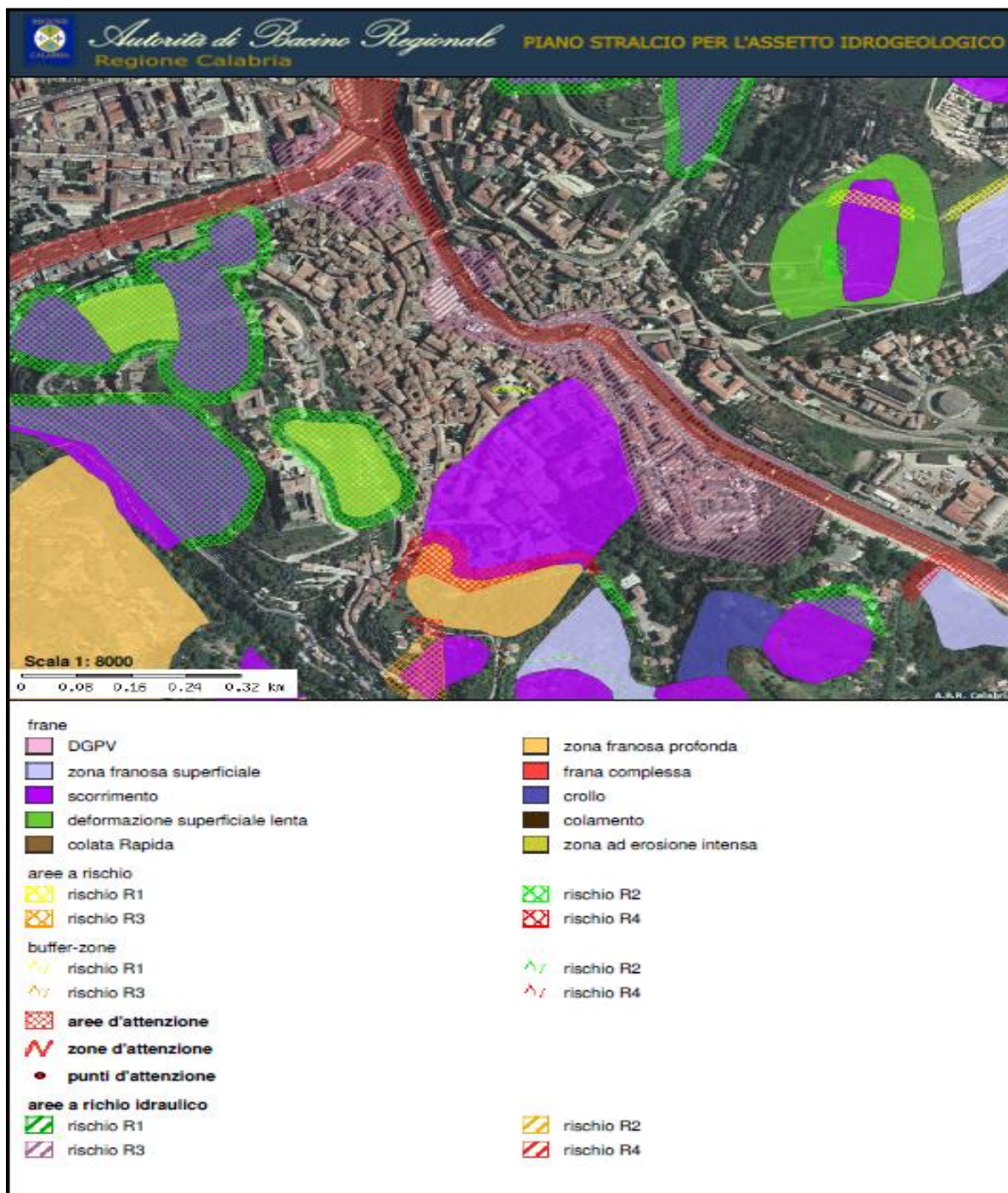
Le caratteristiche morfologiche dei rilievi collinari in parola, sono direttamente legati alla natura delle rocce che costituiscono la loro struttura geologica. A parità di azione erosiva, infatti, i versanti che si sviluppano in rocce cristalline-metamorfiche, molto fratturate e, a luoghi, intensamente alterate, sono generalmente più arrotondati e regolari pur mostrando, a luoghi, forme denudazionali (frane per

scorrimento e frane profonde) legate anche allo scalzamento al piede ad opera dei corsi d'acqua a regime torrentizio. Di contro i versanti che si sviluppano nei terreni sedimentari più recenti (che ricoprono il substrato cristallino), presentano numerose forme di erosione accelerata (zona ad erosione intensa) come forre e solchi, ovvero zone franose superficiali. Antiche tracce, quali vecchie scarpate di frana e conche di svuotamento, sono diffuse nelle porzioni sommitali di tali versanti, mentre scarpate e frane recenti, spesso attive, caratterizzano i settori a maggiore acclività. Non mancano anche le forme di accumulo come i conoidi detritici, presenti nei fondivalle dei principali corsi d'acqua e/o allo sbocco dei bacini di drenaggio, e le forme residuali come le superfici piane al tetto dei corpi sedimentari.

La particolare conformazione geologico-stratigrafica dei rilievi collinari, rispettivamente di Colle Pancrazio (383 m s.l.m.), che ospita in cresta il Castello Svevo, Colle Guarassano, ai piedi del quale sorge il Rione Spirito Santo e Colle Vetere, sul versante del quale è situato il Rione Portapiana, costituiti essenzialmente da sabbie intercalate da strati di arenarie tenere, discordanti sul substrato cristallino metamorfico, unitamente alle forti pendenze, rendono i versanti di questi rilievi potenzialmente molto vulnerabili dal punto di vista dei dissesti idrogeologici. Infatti la diversa risposta all'erosione offerta dalle sabbie (facilmente erodibili) e dalle arenarie tenere (più competenti), crea spesso una sorta di profilo a "mensole" del versante interessato, laddove non esiste una adeguata protezione dello stesso. L'esasperazione di questo fenomeno innesca pericolosi crolli delle mensole arenacee (frane da crollo) con tutto quello che sorreggono. Questo tipo di dissesto, quando ripetuto nel tempo, avrebbe come conseguenza diretta l'arretramento del versante ed un profilo ancora più esasperato dello stesso (talora prossimo alla verticalità) con successivo aumento del Pericolo frane che spesso gravano direttamente sulle infrastrutture viarie e gli insediamenti abitativi. Questi eventi, legati a particolari condizioni di input geologico, geomorfologico ed idraulico (caratteristiche tecniche delle rocce, pendenze dei versanti e azione erosiva delle acque di ruscellamento superficiale), sono stati rilevati, a scale diverse, rispettivamente nelle aree di:

- *Via Garibaldi - Via Grotte di San Francesco d'Assisi – scorrimento;*
- *Corso Vittorio Emanuele II – crolli;*
- *Via Porta Piana - Chiesa di Santa Maria – spanciamiento muro di contenimento esistente;*
- *S.P. 241 – scorrimento;*
- *Via Paradiso - Fontana dei 13 Canali -crollo-ribaltamento;*
- *Via Jassa crollo- ribaltamento;*

Talora questi fenomeni franosi sono inseriti in aree di dissesto più ampie, spesso allo stato quiescente, come si evince dalla successiva figura:



Stralcio Cartografia PAI Calabria – Centro storico di Cosenza

Il PAI (Piano Assetto Idrogeologico) della Regione Calabria, di cui la figura precedente, riporta un gran numero di fenomeni franosi censiti (anno 2001) e il livello di rischio associato, per il centro storico di Cosenza e le infrastrutture strategiche associate (soprattutto strade).

In particolare, gli eventi pluviometrici intensi degli ultimi decenni, hanno prodotto la riattivazione parziale e/o l'ampliamento di numerosi fenomeni franosi già rilevati nel PAI, la formazione di nuove frane e fenomeni di erosione diffusa, che hanno determinato danni significativi a strutture e

infrastrutture, sia pubbliche che private, nonché il sovralluvionamento degli alvei dei corsi d'acqua minori.

Oltre a quelle già citate in precedenza, le località dove si registrarono i maggiori danni e/o pericoli, nel centro storico di Cosenza e nelle aree contermini sono:

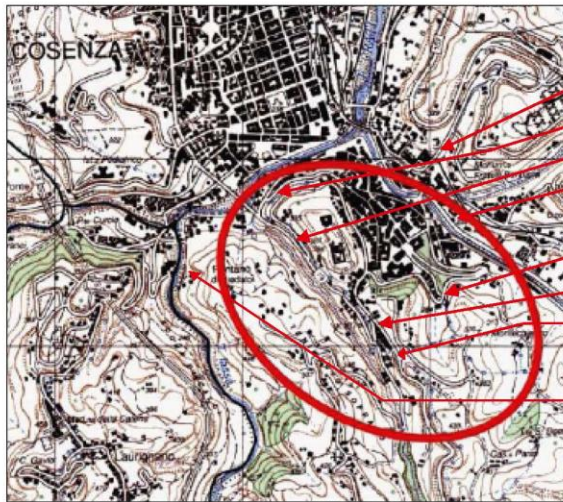
- *Via Soluzzo Cavalcanti* (scorrimenti superficiali di terreno associati a crolli di blocchi e massi di roccia arenacea);
- *Via Jassa* (scorrimenti superficiali di terreno associati a crolli di blocchi e massi di roccia – erosione fluviale);
- *Via N. Adamo* (crollo muro di contenimento);
- *Via Via Giovanni Macchione - Bivio Donnici*. Fenomeni di dissesto diffuso (erosione ed accumulo di materiale – piccoli crolli) che gravano sulla sede stradale e sulla Scuola.
- *Contrada Canale - Strada per Donnici Superiore* (frana che ha interessato la strada); *Via Giovanni Macchione – scorrimento -crolli*;
- *Contrada Greci – Strada di collegamento fra Sant'Ippolito e Borgo Partenope - scorrimento crolli*.

Un quadro generale di detti fenomeni franosi attivi, divisi per Macro-aree, con la loro relativa localizzazione, sono riportati, rispettivamente, nelle seguenti Tavole.

**UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI  
(stabilizzazione versanti in frana)**

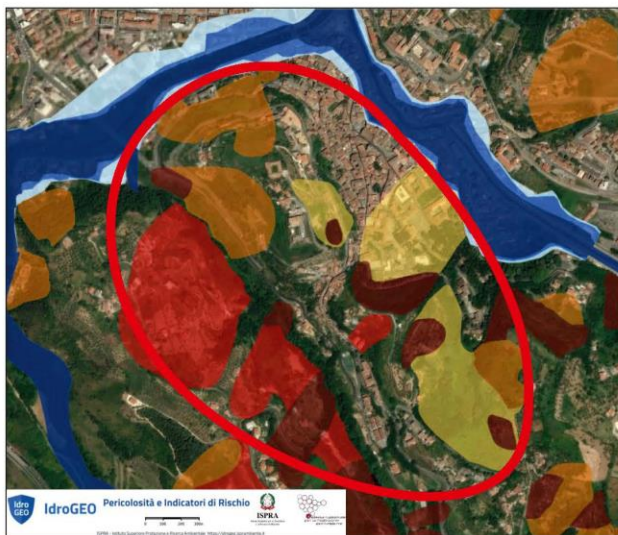
**Tavola 1**

Macro-Area  
Centro Storico di Cosenza  
e aree contermini



- Via Soluzzo Cavalcanti
- Via Garibaldi - Via Grotte di San Francesco d'Assisi
- Corso Vittorio Emanuele II
- Salita Nicola Adamo
- Via Paradiso - Fontana dei 13 Canali
- Via Porta Piana - Chiesa di Santa Maria
- S.P. 241
- Via Jassa

Stralcio Carta Topografica IGM



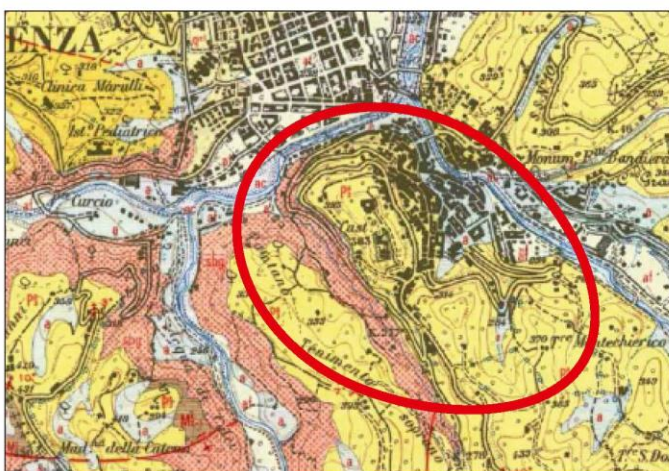
**Pericolosità Idrogeo**

**Pericolosità frane**

- Molto elevata P4
- Elevata P3
- Media P2
- Moderata P1
- Aree di Attenzione AA

**Pericolosità idraulica**

- Scenario P3
- Scenario P2
- Scenario P1



**Legenda**

- ac** - Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
- af** - Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente
- qcl** - Depositi conglomeratici di antichi terrazzi fluviali
- P<sub>3</sub><sup>s</sup>** - Sabbie medio-fini (Pliocene superiore)
- P<sub>3</sub><sup>cl</sup>** - Conglomerati (Pliocene superiore)
- sb<sub>g</sub>** - Complesso igneo-metamorfico (Substrato Paleozoico)

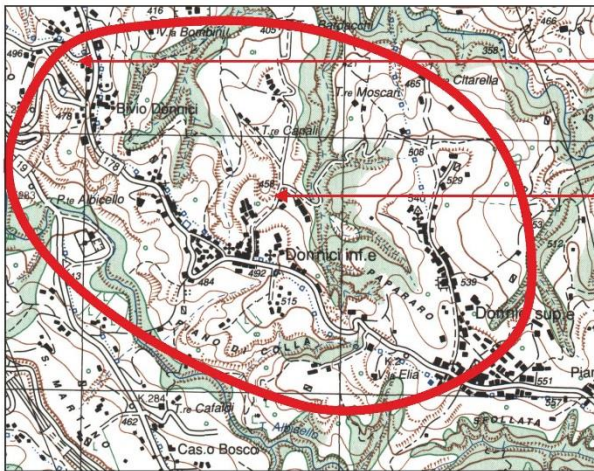
Stralcio Carta Geologica della Calabria



## Tavola 2

### UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI (stabilizzazione versanti in frana)

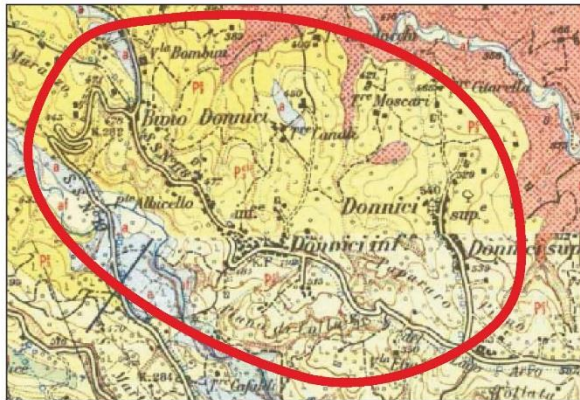
Macro-Area  
Donnici Inferiore - Donnici Superiore



Stralcio Carta Topografica IGM







Via Giovanni Macchione - Bivio Donnici

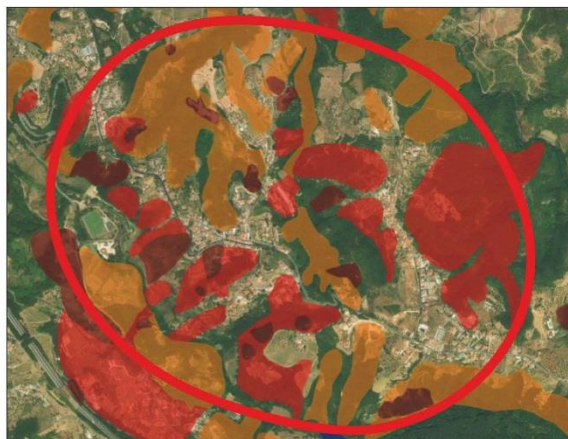
Contrada Canale - Strada per Donnici Superiore



Stralcio Carta Geologica della Calabria

#### Legenda

-  **ac** - Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
-  **af** - Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente
-  **qcl** - Depositi conglomeratici di antichi terrazzi fluviali
-  **P<sub>3</sub>** - Sabbie medio-fini (Pliocene superiore)
-  **P<sub>3</sub><sup>d</sup>** - Conglomerati (Pliocene superiore)
-  **Sbg** - Complesso igneo-metamorfico (Substrato Paleozoico)






#### Pericolosità Idrogeo

##### Pericolosità frane

-  Molto elevata P4
-  Elevata P3
-  Media P2
-  Moderata P1
-  Aree di Attenzione AA

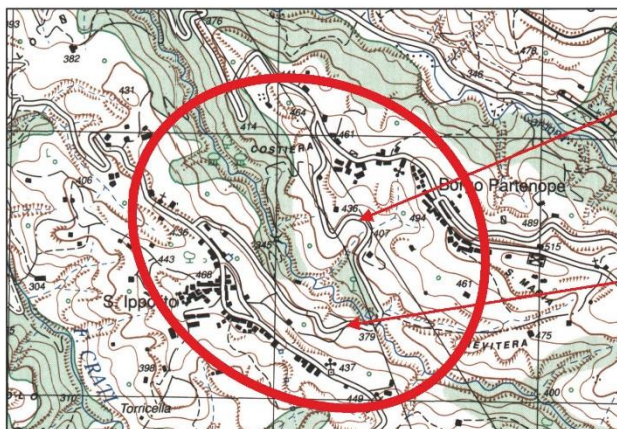
##### Pericolosità idraulica

-  Scenario P3
-  Scenario P2
-  Scenario P1

## Tavola 3

Macro-Area  
Sant'Ippolito - Borgo Partenope

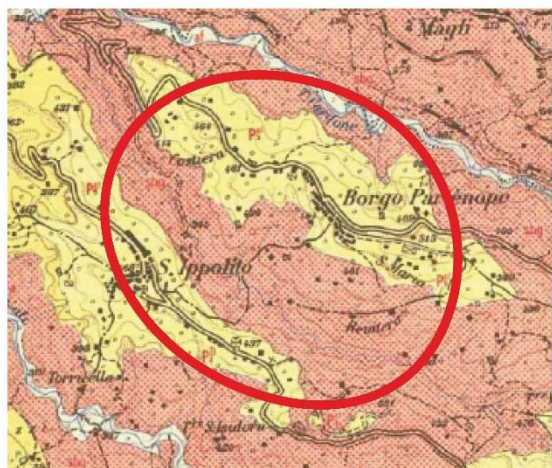
### UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI (stabilizzazione versanti in frana)



Stralcio Carta Topografica IGM







Strada tra Sant'Ippolito e Borgo Partenope - Contrada Greci punto 1

Strada tra Sant'Ippolito e Borgo Partenope - Contrada Greci punto 2



Stralcio Carta Geologica della Calabria

#### Legenda

-  **ac** - Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
-  **af** - Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente
-  **qcl** - Depositi conglomeratici di antichi terrazzi fluviali
-  **Ps** - Sabbie medio-fini (Pliocene superiore)
-  **Ps<sup>cl</sup>** - Conglomerati (Pliocene superiore)
-  **sbq** - Complesso igneo-metamorfico (Substrato Paleozoico)






#### Pericolosità Idrogeo

##### Pericolosità frane

-  Molto elevata P4
-  Elevata P3
-  Media P2
-  Moderata P1
-  Aree di Attenzione AA

##### Pericolosità idraulica

-  Scenario P3
-  Scenario P2
-  Scenario P1



## Piano interventi di stabilizzazione versanti.

Sulla base delle varie criticità emerse si prevedono per la bonifica ed il consolidamento dei versanti interessati dai dissesti interventi strutturali di contenimento e interventi di regimazione e raccolta acque superficiali, secondo la seguente categorizzazione, da confermare, per i singoli interventi, ai successivi livelli di progettazione.

- *Struttura di contenimento o ripristino di struttura di contenimento esistente* per la salvaguardia di centri abitati e/o viabilità: Muri di contenimento, muri di sottoscarpa e/o muri in gabbioni tradizionali o ad "ombrello", a basso impatto ambientale, da posizionare ai piedi delle frane, con le fondazioni attestata nella porzione più integra delle formazioni geologiche presenti, da individuare attraverso le future indagini geognostiche in sito. Si potrebbero rendere necessarie, in funzione del modello geologico-tecnico, anche la realizzazione di paratie di pali con cordoli in sommità o tiranti di ancoraggio.
- *Rafforzamenti corticali*: rafforzamenti corticali "soil nailing" e rinverdimento della scarpata. Sistemazione delle scarpate mediante riprofilatura e/o messa in opera di geostuoie antierosive sostenute da reti, funi metalliche ancorate con chiodature, inerbimenti.
- *Realizzazione drenaggio superficiale*, con fosso di guardia a monte delle aree in dissesto, finalizzati alla regimazione delle acque superficiali e al drenaggio nel primo sottosuolo; regimazione delle acque superficiali, sia a monte dei dissesti che all'interno, mediante canali in lamiera ondulata o altro.
- *Riefficientamento dei fossi di scolo esistenti* mediante riprofilatura e canalizzazione in calcestruzzo armato per i collettori principali e in lamiera ondulata per i fossi secondari o sistemazioni con interventi di ingegneria naturalistica.
- *Trincee drenanti nel primo sottosuolo (2-3 m)* che si diramano dai fossi collettori principali.
- *Regimazione idraulica acque pluviali* tramite realizzazione e/o pulizia delle cunette e tombini stradali e canalizzazione acque fino ad un sicuro recapito.
- *Riprofilazione Versanti* mediante la formazione di muri, grate e camera in legno, viminate, gabbionate, opere di protezione anti colate detritiche utilizzando tecniche ascrivibili al campo dell'ingegneria naturalistica.

Si prevede di intervenire sulle criticità idrogeologiche, come sopra individuate per ciascuna area oggetto di dissesto, secondo le predette categorizzazioni, da confermare comunque ai successivi livelli di progettazione:

1. **Via Soluzzo Cavalcanti** – Consolidamento versante con struttura di contenimento;
2. **Versante di Via Garibaldi, Via Grotte San Francesco d'Assisi** – Regimazione idraulica a mezzo di realizzazione di drenaggi superficiali, terrazzamenti/riprofilazione del versante, rafforzamenti corticali ed ulteriori opere di protezione;
3. **Corso Vittorio Emanuele II** – Regimazione idraulica a mezzo di realizzazione di drenaggi superficiali, terrazzamenti/riprofilazione del versante, rafforzamenti corticali ed ulteriori opere di protezione;
4. **Salita Nicola Adamo** – Regimazione idraulica acque pluviali e ripristino struttura di contenimento esistente;
5. **Via Paradiso, Fontana 13 canali** – Regimazione idraulica a mezzo di realizzazione di drenaggi superficiali, terrazzamenti/riprofilazione del versante, rafforzamenti corticali ed ulteriori opere di protezione;
6. **Via Portapiana, Chiesa di Santa Maria** – Consolidamento versante a mezzo del ripristino struttura di contenimento esistente, regimazione idraulica a mezzo di realizzazione di drenaggi superficiali o trincee drenanti;

7. **SP 241** – Riprofilazione versante mediante il posizionamento di gabbionature;
8. **Via Jassa** - Regimazione idraulica, riprofilazione versante con struttura di contenimento;
9. **Via Giovanni Macchione (Donnici)** – Regimazione idraulica a mezzo di realizzazione di drenaggi superficiali o trincee drenanti, riprofilazione versante con struttura di contenimento;
10. **C.da Canale (Donnici)** – Regimazione idraulica a mezzo di realizzazione di drenaggi superficiali o trincee drenanti, riprofilazione versante con struttura di contenimento;
11. **Contrada Greci (Borgo Partenope-Sant'ippolito)** - Regimazione idraulica a mezzo di realizzazione di drenaggi superficiali o trincee drenanti, riprofilazione versante con struttura di contenimento.

A seguire la documentazione fotografica relativa ad ogni area di intervento.

## Localizzazione e foto dissesti Macroarea Cosenza Centro Storico



S.P. 241 piccoli crolli verificatesi nell'inverno 2019-2020



S.P. 241 - foto



Via Porta Piana - Chiesa di Santa Maria



Via Porta Piana - Chiesa di Santa Maria

- S.P. 241 - foto

- Via Porta Piana - Chiesa di Santa Maria

- Corso Vittorio Emanuele II

- Via Garibaldi - Grotte San Francesco d'Assisi



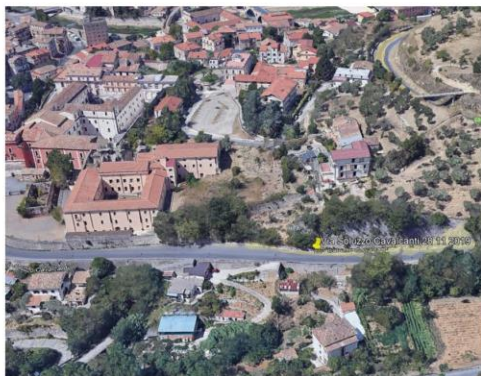
Via Garibaldi - Grotte San Francesco d'Assisi foto



Corso Vittorio Emanuele II

## Localizzazione e foto dissesti Macroarea Cosenza Centro Storico

Via Soluzzo Cavalcanti - Salita Nicola Adamo - Contrada Jassa - Via Paradiso



Via Soluzzo Cavalcanti



Via Soluzzo Cavalcanti foto



Via Soluzzo Cavalcanti foto



C.da Jassa 09 02 2021



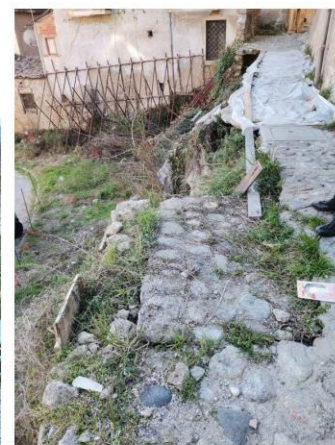
C.da Jassa 09 02 2021 foto



Salita Nicola Adamo (crollo muro)



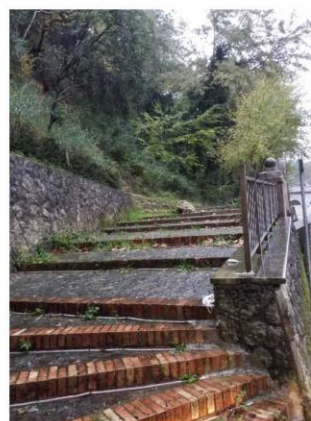
Salita Nicola Adamo



Salita Nicola Adamo



Via Paradiso - Fontana 13 Canali



Via Paradiso - Fontana dei 13 Canali

Localizzazione e foto dissesti macroarea Donnici Inferiore - Donnici Superiore



Via Giovanni Macchione - Bivio Donnici



Via Giovanni Macchione - Bivio Donnici (foto)



Via Giovanni Macchione - Bivio Donnici (foto)



Contrada Canale - Strada per Donnici Superiore



Contrada Canale - Strada per Donnici Superiore (foto)



## Particolari Corso Vittorio Emanuele II



*Caduta massi sulla carreggiata stradale in seguito ad intensi eventi pluviometrici del 13-14 dicembre 2019. Si segnala con freccia rossa, la presenza di un masso di notevoli dimensioni, rimasto in precarie condizioni di equilibrio sulla testa del muro a monte della sede stradale.*



*Traccia sul versante dovuta al crollo e rotolamento di blocchi lapidei di grosse dimensioni*





*Vista frontale del versante. Traccia sul versante dovuta al crollo e rotolamento di blocchi lapidei di grosse dimensioni.*

## **Descrizione sommaria delle metodologie d'intervento.**

### **1. Drenaggi**

Gli interventi di drenaggio hanno lo scopo di allontanare e di raccogliere le acque superficiali e sotterranee in corrispondenza di pendii instabili o di terreni di fondazione da bonificare e consolidare, in modo da diminuire le pressioni interstiziali e conseguentemente le spinte del terreno.

In termini più generali i drenaggi comprendono anche gli interventi diretti ad esercitare un'azione regolatrice delle acque correnti superficiali non incanalate e di quelle stagnanti in depressioni.

Negli interventi di sistemazione e consolidamento dei versanti in frana e nella realizzazione delle opere di ingegneria civile sono utilizzati vari metodi e strumenti per il drenaggio, applicati sia per un effetto temporaneo che per un'azione drenante permanente.

Gli interventi di drenaggio si possono suddividere in due gruppi principali:

- opere di drenaggio di tipo superficiale;
- opere di drenaggio di tipo profondo.

I drenaggi di tipo superficiale, comprendenti le opere di regimazione e drenaggio delle acque superficiali e di sistemazione del pendio di primo intervento, sono quelli di più rapida e facile installazione e manutenzione, ma sono anche quelli che più facilmente si danneggiano e necessitano di manutenzione continua.

Le opere di drenaggio superficiali sono interventi eseguiti immediatamente dopo il verificarsi di un evento franoso per la regimazione ed il drenaggio delle acque superficiali e per la sistemazione del pendio instabile. In genere i drenaggi superficiali comprendono: canalette superficiali, fossi di guardia, dreni intercettori, riprofilatura dei versanti per eliminare le depressioni presenti, sigillatura ed impermeabilizzazione delle fessure beanti.

I drenaggi profondi, che in genere hanno un carattere definitivo, necessitano di opere e di attrezzature più complesse per la loro installazione e sono più costosi. A fronte di questi svantaggi assicurano però una maggiore efficacia nella stabilizzazione di versanti in frana.

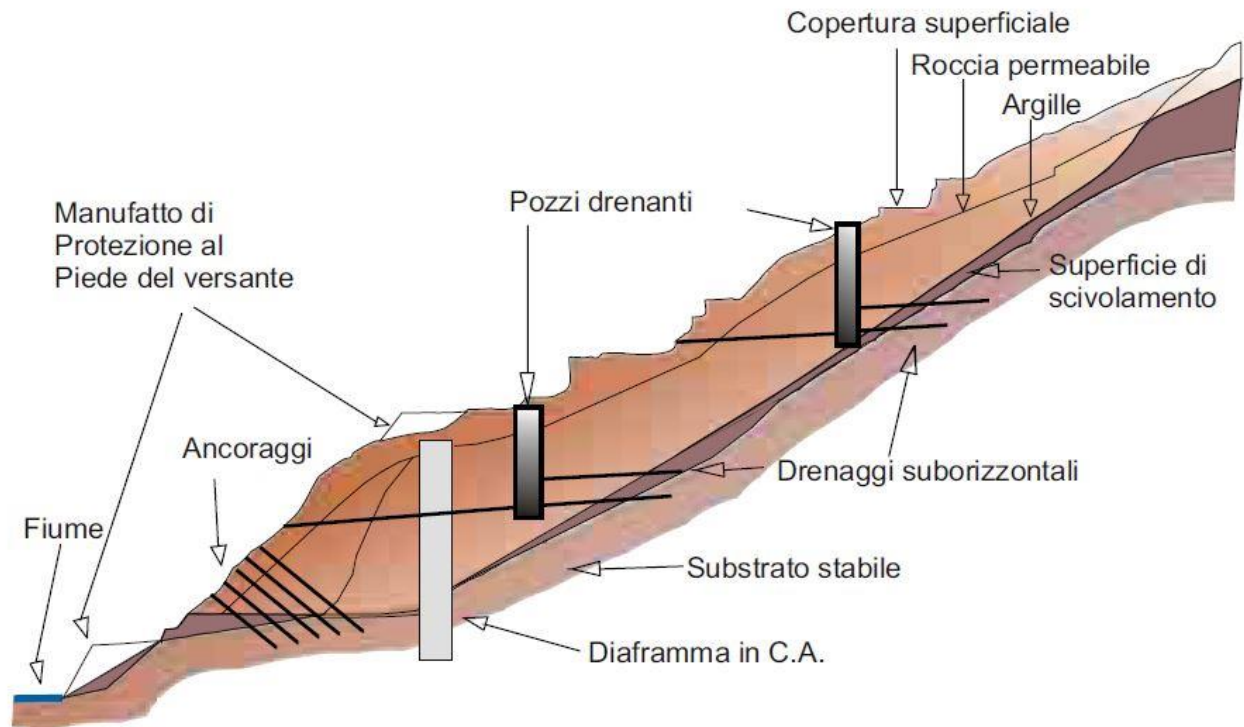
Le opere di drenaggio profonde assolvono, oltre alla funzione di drenaggio e di controllo dell'andamento delle falde freatiche, anche un'importante funzione strutturale di sostegno, fondamentale negli interventi di consolidamento e stabilizzazione di pendii in frana che coinvolgono infrastrutture o abitati.

In considerazione del fatto che è spesso difficile valutare l'efficacia di un sistema di drenaggio in fase di progettazione, è prassi consolidata valutare gli effetti del sistema attraverso piezometri che fanno parte integrante del sistema stesso e sono installati contemporaneamente ad esso. La loro lettura periodica consente di valutare i riflessi del sistema di drenaggio sulle acque sotterranee e, in base a questi, ottimizzare il loro funzionamento.

I tipi di opere di drenaggio superficiali e profondi più comunemente usati sono rappresentati da:

- Opere di drenaggio superficiali
- Speroni drenanti
- Cunei drenanti
- Paratie drenanti
- Dreni sub-orizzontali
- Pozzi drenanti
- Trincee drenanti
- Gallerie drenanti

Si riporta, a seguire, un esempio di sistemazione e consolidamento di un versante in frana mediante la realizzazione di opere di drenaggio superficiali e profonde.



## 2. Opere di contenimento

Le opere di contenimento o sostegno, sono interventi il cui utilizzo è finalizzato a risolvere una serie di situazioni in cui il ruolo della statica diventa predominante negli interventi delle opere strutturali.

Negli ultimi anni le tecniche dell'ingegneria civile sono state ampiamente utilizzate nella sistemazione dei versanti, qualche volta anche violentando il paesaggio. Oggi si tende a diversificare le tecniche d'intervento, usando di più le tecnologie naturalistiche e di meno il cemento, cercando inoltre di progettare l'opera con qualità formali che tengano conto dell'ambiente in cui sono inserite.

Queste strutture sono impiegate negli interventi di sistemazione e consolidamento dei versanti in frana e nella realizzazione di un'ampia gamma di opere di ingegneria per stabilizzare e/o sostenere terreno o altro materiale, quando per cause naturali o artificiali, quali scavi e riporti, si hanno condizioni che non permettono al terreno di assumere la sua naturale pendenza d'equilibrio.

Le opere di sostegno possono essere rigide o flessibili in relazione alla capacità di adattarsi alle deformazioni e/o cedimenti dei terreni o degli ammassi rocciosi, senza rotture o danni significativi. Negli ultimi anni si sono diffuse alcune categorie di opere di sostegno e di consolidamento speciali che rispondono all'esigenza di minimizzare l'impatto degli interventi sull'ambiente e di favorire il ripristino naturale dell'area.

A titolo indicativo e non esaustivo si elencano le più diffuse opere di contenimento:

- Murature
- Muri in cemento armato
- Muri cellulari
- Terre rinforzate

- Gabbionate
- Pali
- Ancoraggi
- Spritz Beton

Le gabbionate sono strutture di sostegno modulari formate da elementi a forma di parallelepipedo in rete a doppia torsione tessuta con trafilato di acciaio riempite con pietrame.

Questo tipo di struttura è nata in Italia ed ha avuto ampia diffusione, soprattutto come opera di sostegno e drenaggio, negli interventi di consolidazione e sistemazione di versanti instabili e in altri settori dell'ingegneria civile. La struttura modulare, a forma di parallelepipedo, è realizzata con tecniche costruttive semplici e rapide.

Le reti metalliche sono costituite in filo di acciaio protetto con zincatura forte o con lega di zinco-alluminio (galvan) ricoperto da una guaina in PVC per aumentare la resistenza alla corrosione.

Per il riempimento dei gabbioni possono essere utilizzati i materiali lapidei e disponibili in loco o nelle vicinanze, purché abbiano caratteristiche granulometriche e peso specifico tali da soddisfare le esigenze progettuali e garantire l'efficienza dell'opera. I materiali più comunemente usati sono costituiti da materiale detritico di grossa pezzatura, alluvionale o di cava (ciottoli, pietrame).

Il pietrame deve essere non gelivo, non friabile e di buona durezza. Le gabbionate devono essere riempite con cura utilizzando pezzature di pietrame diversificate in modo da minimizzare la presenza di vuoti.

Dal punto di vista statico le gabbionate agiscono come un muro a gravità, opponendosi col proprio peso alle sollecitazioni cui sono sottoposte. Il loro dimensionamento e le verifiche di stabilità interna ed esterna sono pertanto eseguiti secondo gli usuali metodi di calcolo adottati per le opere di sostegno a gravità (Coulomb, Rankine, metodo dell'equilibrio limite).

Le gabbionate sono delle strutture permeabili, resistenti ed allo stesso tempo molto flessibili in grado di resistere, senza gravi deformazioni dei singoli elementi, ad assestamenti e/o cedimenti del piano di posa o del terreno a tergo dovuti a fenomeni erosivi o a fenomeni franosi, o a scosse sismiche.

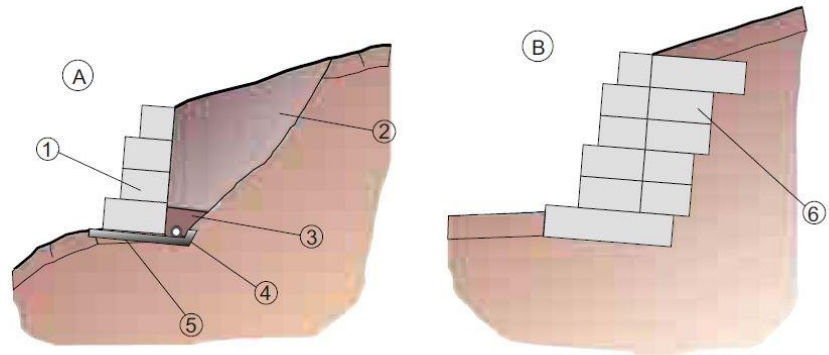
La struttura modulare e la forma degli elementi conferiscono all'opera una notevole capacità di adattamento alle diverse conformazioni plano-altimetriche del terreno, specie in territori collino-montani o in interventi di sistemazione in alveo e difese di sponda, consentendo la realizzazione di opere anche di ridotte dimensioni ed in zone di difficile accesso.

Le gabbionate sono impiegate come opere di sostegno e di contenimento in interventi quali:

- pronto intervento per il ripristino in tempi brevi della viabilità o altre infrastrutture interrotte;
- sistemazione e stabilizzazione di pendii in frana, regimazione idrica superficiale e ricostituzione della copertura vegetale;
- protezione delle sponde fluviali dall'erosione ed arginature, realizzazione di briglie per la regimazione dei corsi d'acqua torrentizi;
- muri di sostegno, di sottoscarpa e di controripa nella costruzione di varie infrastrutture stradali e ferroviarie;
- barriere paramassi (valli) e/o paravalanghe.

Si riporta a seguire un esempio di utilizzo delle gabbionate.

- 1 Muro in gabbioni
- 2 Riempimento a tergo
- 3 Vespaio drenante
- 4 Tubo drenante
- 5 Soletta di fondazione
- 6 Sperone drenante



*Drenaggio dei terreni a tergo di una struttura di sostegno in gabbioni. I gabbioni sono molto permeabili e garantiscono un ottimo drenaggio del terreno. Negli interventi di sistemazione e stabilizzazione di versanti in frana (A), per migliorare l'azione drenante alla base del muro viene posizionata uno strato di materiale drenante (vespaio) ed una soletta in calcestruzzo, sagomata in modo tale da raccogliere ed allontanare le acque di falda anche con l'aiuto tubi drenanti. I gabbioni possono anche essere usati come speroni drenanti (B) associati a strutture di sostegno anche esse realizzate con gabbionature.*

Si demanda ai successivi livelli di progettazione la valutazione e definizione degli aspetti di dettaglio delle soluzioni progettuali proposte.