

# COMUNE DI CARAVATE

(Provincia di Varese)

*verbale mensile di sopralluogo inerente  
l'attività di controllo geologico e ambientale  
dell'attività della Miniera di Sasso Poiano  
coltivata da COLACEM S.p.A.*

*Rapporto del dicembre 2018*

dr. geol. Michele Sani



## INDICE

1. PREMESSA .....	1
2. ESITI DEL SOPRALLUOGO .....	4
2.1. Generalità e modalità di escavazione .....	4
2.2. Recupero ambientale .....	5
2.3. Stabilità del fronte roccioso di Sasso Poiano .....	11
2.4. Sopralluogo in località Fornazze .....	15
2.4.1. <i>Relazione della Protezione Civile</i> .....	15
2.4.2. <i>Relazione della Idrogea servizi S.r.l.</i> .....	16
2.4.3. <i>Esito del sopralluogo del giorno 8 ottobre 2018</i> .....	16
2.4.4. <i>Esito del sopralluogo del giorno 7 dicembre 2018</i> .....	16
3. CONCLUSIONI .....	18

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Nell'immagine del 21 maggio 2017 estratta dal software Google Earth Pro, si può osservare la Miniera di Sasso Poiano a ovest, la cementeria a est e il paese di Caravate a sud. Tra il paese e la miniera si può osservare una sottile linea di colore grigio che è la parete litoide che sovrasta l'abitato e che a volte ha determinato crolli di frammenti rocciosi. ....	1
Figura 2 – Vista dell'area in cui è già avvenuto il recupero ambientale (immagine del 14.07.2017). Si noti come lo sviluppo del recupero sia maggiore alla quota più alta e come diminuisca progressivamente verso il basso. ....	3
Figura 3 – Vista dell'area in cui è avvenuto il recupero ambientale (immagine del 04.08.2017). Si noti come lo sviluppo del recupero sia maggiore alla quota più alta e come diminuisca progressivamente verso il basso (in primo piano). ....	3
Figura 4 – Vista dell'area (sullo sfondo) in cui è già avvenuto il recupero ambientale (immagine del 04.08.2017). In primo piano si può osservare una delle aree in coltivazione, immediatamente limitrofa a quella già recuperata. ....	5
Figura 5 – Vista della parete rocciosa molto acclive, orientata verso est, residua dello scavo minerario effettuato, che sarà lasciata scoperta e che potrà essere utilizzata anche come aula didattica (immagine del 14.07.2017). ....	7
Figura 6 – Vista della parete rocciosa residua dello scavo minerario da lasciare scoperta da potere utilizzare come aula didattica (immagine del 01.09.2017). Alla base si osserva il terreno pronto per accogliere le operazioni di recupero ambientale vegetazionale. ....	7
Figura 7 – Vista del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 (immagine del 08.06.2018). ....	8
Figura 8 – Vista del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 che prosegue verso la destra dell'immagine con operazioni di sistemazione morfologica da sottoporre successivamente a rinverdimento (immagine del 09.07.2018). ....	8
Figura 9 – Vista del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 (immagine del 06.08.2018). ....	9
Figura 10 – Vista della zona in cui sono in corso le attività di recupero morfologico da sottoporre a quelle di recupero vegetazionale nel prossimo autunno (immagine del 03.09.2018). ....	9

Figura 11 – Vista del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 (immagine del 03/09/2018). La copertura erbacea appare essere continua e in buona salute. ....	10
Figura 12 – Vista panoramica del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 (immagine del 02/11/2018). La copertura erbacea appare essere continua e in buona salute. ....	10
Figura 13 – Vista dell'area (indicata dalla freccia di colore rosso) dalla quale si sarebbero staccati i massi secondo la segnalazione pervenuta da parte di un cittadino al Comune vista dal piazzale della Chiesa Parrocchiale (foto del 04/08/2017). ....	12
Figura 14 – Vista dell'area in cui è stata segnalato il crollo di massi osservata dalla base della scarpata (foto del 04/08/2017). ....	12
Figura 15 – Vista dell'area della figura 13 dalla quale si sarebbero staccati i massi secondo la segnalazione pervenuta da un cittadino al Comune di Caravate, vista dal piazzale della Chiesa Parrocchiale (foto del 01/09/2017). ....	13
Figura 16 – Vista della medesima area della figura 13 dalla quale si sarebbero staccati i massi secondo la segnalazione pervenuta al Comune di Caravate ripresa dal piazzale della Chiesa parrocchiale (foto del 10/10/2017). ....	14
Figura 17 – Vista della medesima area della figura 13 dalla quale si sarebbero staccati i massi secondo la segnalazione pervenuta al Comune di Caravate nell'estate 2017, ripresa dal piazzale antistante la Chiesa parrocchiale (foto del 07/12/2018). ....	14

\* \* \*

## 1. PREMESSA

Il presente rapporto (dicembre 2018) è stato redatto in seguito all'incarico professionale conferito con Determinazione n. 123 del 5 luglio 2017 a firma del Responsabile dell'Area Tecnica Edilizia Privata geom. Carlo Edoardo Tamborini del Comune di Caravate (Provincia di Varese).

L'incarico ha per oggetto il servizio di controllo geologico e ambientale delle attività svolte nella Miniera denominata Sasso Poiano (figura 1) posta nel territorio del Comune di Caravate (Va), di proprietà della COLACEM S.p.A. con sede in Gubbio (Provincia di Perugia).



Figura 1 – Nell'immagine del 21 maggio 2017 estratta dal software Google Earth Pro, si può osservare la Miniera di Sasso Poiano a ovest, la cemeniteria a est e il paese di Caravate a sud. Tra il paese e la miniera si può osservare una sottile linea di colore grigio che è la parete litoide che sovrasta l'abitato e che a volte ha determinato crolli di frammenti rocciosi.

La Determinazione che regola l'incarico sopra citato, nello specifico, stabilisce, quale oggetto del contratto, che avrà durata di due anni, eventualmente rinnovabile per altri due, le seguenti prestazioni:

- verifica dello stato di avanzamento del recupero ambientale all'interno della miniera di Sasso Poiano, da effettuarsi mediante sopralluoghi mensili, con documentazione fotografica;
- supporto alla progettazione degli interventi di ripristino ambientale;
- controllo ed analisi dei dati vibrometrici prodotti dallo strumento di controllo Sismoter;
- sopralluogo annuale alla base e sopra le pareti di Sasso Poiano per verificare la stabilità del versante;
- alta sorveglianza relativa alle attività di verifica e disaggio delle pareti di Sasso Poiano;
- collaborazione con lo studio di topografia per la verifica dello stato di avanzamento della coltivazione mineraria, nel caso l'Amministrazione Comunale intenda appaltare l'incarico;
- elaborazione delle previsioni di avanzamento di coltivazione della miniera sulla base della documentazione resa disponibile da COLACEM;
- partecipazione a riunioni con l'Amministrazione Comunale e con l'Ufficio Tecnico fino ad un massimo di 6 riunioni annuali;
- partecipazione ad attività divulgativa e didattica con le scuole e i cittadini sul tema della miniera di Sasso Poiano, a richiesta dell'Amministrazione Comunale o di COLACEM.

Nell'area in esame è stato eseguito il diciottesimo sopralluogo in data 7 dicembre 2018 per prendere visione della situazione dell'area di miniera. Il sopralluogo in questione è stato effettuato alla presenza del sorvegliante Sig. Luca Ponta di COLACEM S.p.A. e del sottoscritto.

Oltre al sopralluogo effettuato nell'area della Miniera di Sasso Poiano, è stato effettuato anche il consueto sopralluogo per prendere visione dell'area in cui si sono verificati dei crolli di massi in passato. Si precisa che nonostante questa attività sia prevista contrattualmente una volta all'anno si ritiene di doverla effettuare mensilmente allo scopo di verificare l'eventuale evoluzione della stabilità della costa rocciosa soprastante l'abitato di Caravate e, se del caso, di essere in grado di programmare un intervento in tempi veloci.



Figura 2 – Vista dell'area in cui è già avvenuto il recupero ambientale (immagine del 14.07.2017). Si noti come lo sviluppo del recupero sia maggiore alla quota più alta e come diminuisca progressivamente verso il basso.



Figura 3 – Vista dell'area in cui è avvenuto il recupero ambientale (immagine del 04.08.2017). Si noti come lo sviluppo del recupero sia maggiore alla quota più alta e come diminuisca progressivamente verso il basso (in primo piano).

Nel settembre 2018 il Sindaco di Caravate ha inoltre chiesto al sottoscritto di prendere contatto con la locale Protezione Civile (Gruppo Intercomunale Protezione Civile Caravate - Sangiano) per avere notizie e per fare un sopralluogo in un'altra zona del Sasso Poiano denominata Fornazze in cui è presente una frattura nella roccia che impensierisce l'Amministrazione Comunale in quanto a poca distanza della base della parete rocciosa verticale è presente un deposito dell'acquedotto. In data 8 ottobre 2018 è stato eseguito un primo sopralluogo e un secondo è stato programmato ed eseguito proprio in data 7 dicembre scorso e ne verrà dato conto nel prosieguo del presente verbale.

## 2. ESITI DEL SOPRALLUOGO

### **2.1. Generalità e modalità di escavazione**

In data 7 dicembre 2018 è stato effettuato il diciottesimo sopralluogo dell'incarico conferito con la Determinazione 123/2017, durante il quale si è presa visione dell'area della Miniera di Sasso Poiano.

La coltivazione della marna da cemento nella Miniera di Sasso Poiano, dopo la scopercatura del materiale utile e l'allontanamento dello sterile, avviene per mezzo di un preminaggio effettuato con un numero elevato di fori caratterizzati da una profondità ridotta (solitamente 5 m). Il sistema delle volate, che avvengono con l'utilizzo di circa 600 kg di esplosivo, è del tipo NONEL con innesco elettrico; per evitare la sommatoria delle onde sonore e soprattutto delle onde sismiche generate dalle volate, sono sempre utilizzati dei microritardi. La mattina del 7 dicembre scorso si è sentito il segnale di avvertimento della imminente volata dall'abitato di Caravate ma non siamo stati in grado di percepire ne' rumore ne' vibrazioni. Il materiale interessato dalla volata e dunque "allentato" viene quindi caricato sui dumper a mezzo di escavatori cingolati a benna rovescia, i quali lo scaricano in una tramoggia, alla base della quale un'attività di frantumazione primaria ne riduce la pezzatura e un nastro trasportatore coperto, lungo circa 1.200 m, lo conduce allo stabilimento per i successivi trattamenti e utilizzi.

## **2.2. Recupero ambientale**

La prima impressione che si ha entrando nella Miniera di Sasso Poiano, in relazione agli aspetti del recupero ambientale morfologico e vegetazionale, è assolutamente molto buona (figura 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11 e 12). Si nota immediatamente che la progressione del recupero morfologico segue in parallelo, e a breve distanza temporale, l'attività della coltivazione del materiale utile e quella del recupero vegetazionale segue con cadenza circa annuale, quella del recupero morfologico. Il recupero ambientale eseguito nelle aree già coltivate, è molto avanzato nella porzione posta alle quote maggiori e lo sviluppo della vegetazione diminuisce gradualmente scendendo verso il basso, a causa dell'età decrescente degli interventi effettuati di sistemazione morfologica e vegetazionale.



Figura 4 – Vista dell'area (sullo sfondo) in cui è già avvenuto il recupero ambientale (immagine del 04.08.2017). In primo piano si può osservare una delle aree in coltivazione, immediatamente limitrofa a quella già recuperata.

Le piantumazioni più antiche presentano quindi, ovviamente, uno sviluppo e un accrescimento ben maggiore di quelle di più recente impianto, le

quali però appaiono dotate di buona salute.

L'aspetto generale che si coglie dall'osservazione delle aree recuperate sia dal punto di vista morfologico che vegetazionale è buono e assolutamente poco "artificiale" nel complesso. Nella porzione in cui attualmente è in atto il recupero morfologico, i lavori procedono con la sistemazione delle gradonature ricavate dalla coltivazione della marna da cemento, che vengono rivestite con del materiale terroso sia di provenienza interna (lo sterile di copertura) che di provenienza esterna. In questo periodo è in atto anche l'attività di preparazione delle aree che saranno sottoposte prossimamente a interventi di semina e di piantumazione (foto 8).

Anche la condizione della copertura erbacea – arbustiva – arborea delle aree già sottoposte a recupero è buona e di aspetto assai gradevole. Alcune delle aree rocciose, dotate di elevata stabilità, vengono lasciate volutamente scoperte allo scopo di restituire all'area l'aspetto tipico delle zone circostanti le quali sono caratterizzate dalla presenza di coperture vegetali talvolta anche importanti, intervallate da ripide falesie rocciose altrettanto imponenti. Le aree che sono state lasciate scoperte sono state scelte, oltre che in base alla loro posizione, anche perché presentano caratteristiche di buona stabilità, in quanto sarebbe stato controproducente lasciare scoperte e non in sicurezza aree dotate di chiara instabilità.

La parete rocciosa estesa orientata a est (figura 5 e 6), caratterizzata da elevata acclività, nella quale sono visibili chiaramente molte strutture a pieghe negli strati rocciosi della formazione geologica della Maiolica, verrà lasciata scoperta e potrebbe anche essere utilizzata a scopo didattico in quanto rappresenta molto fedelmente la situazione geologica generale (sia dal punto di vista stratigrafico che da quello strutturale e tettonico) dell'area in cui sorge la Miniera di marna da cemento di Sasso Poiano.

Durante il sopralluogo effettuato si è potuto constatare come la vegetazione erbacea seminata sia in ottima salute. Nell'area in cui sono state attuate le operazioni di recupero ambientale nell'autunno 2017 sono quindi presenti estese zone verdeggianti con la presenza una copertura erbacea pressoché completa (figura 7).



Figura 5 – Vista della parete rocciosa molto acclive, orientata verso est, residua dello scavo minerario effettuato, che sarà lasciata scoperta e che potrà essere utilizzata anche come aula didattica (immagine del 14.07.2017).



Figura 6 – Vista della parete rocciosa residua dello scavo minerario da lasciare scoperta da potere utilizzare come aula didattica (immagine del 01.09.2017). Alla base si osserva il terreno pronto per accogliere le operazioni di recupero ambientale vegetazionale.



Figura 7 – Vista del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 (immagine del 08.06.2018).



Figura 8 – Vista del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 che prosegue verso la destra dell'immagine con operazioni di sistemazione morfologica da sottoporre successivamente a rinverdimento (immagine del 09.07.2018).



Figura 9 – Vista del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 (immagine del 06.08.2018).



Figura 10 – Vista della zona in cui sono in corso le attività di recupero morfologico da sottoporre a quelle di recupero vegetazionale nel prossimo autunno (immagine del 03.09.2018).



Figura 11 – Vista del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 (immagine del 03/09/2018). La copertura erbacea appare essere continua e in buona salute.



Figura 12 – Vista panoramica del gradone rinverdito con idrosemina durante l'autunno 2017 (immagine del 02/11/2018). La copertura erbacea appare essere continua e in buona salute.

La nascita dell'erba è di buon auspicio per il risultato degli interventi di recupero ambientale attuati e per il prosieguo dello sviluppo del verde nell'area.

### **2.3. Stabilità del fronte roccioso di Sasso Poiano**

Così come preannunciato nel verbale di sopralluogo del 2 maggio 2017, redatto dal dr. geol. Alessandro Uggeri, la ditta Engenco S.r.l. ha effettuato, nel mese di giugno 2017, alcuni lavori di disgregazione dell'area posta a monte dell'abitato di Caravate.

Come si può evincere chiaramente dalla relazione redatta dalla Engenco S.r.l. e trasmessa al Comune di Caravate in data 30 giugno 2017 (prot. 492), sono stati effettuati alcuni interventi suddivisibili in due aree principali (quanto segue è stato ripreso dalla relazione citata):

- area aggettante (posta ad est): sono stati rimossi tutti i volumi in equilibrio precario tramite leverini manuali riportando la zona ad una condizione di stabilità corticale;
- area sub verticale (posta ad ovest): con la stessa metodologia di intervento si è operato su quest'area senza particolari criticità da segnalare. Su richiesta del geologo (dr. geol. Uggeri n.d.r.) si è provveduto ad eseguire delle calate supplementari lungo l'asse di un diedro fessurato ove erano presenti evidenti stillicidi di acqua e fessurazioni.

Sulla base di una segnalazione pervenuta al Comune in data 31 luglio 2017, trasmessa al sottoscritto dal personale dell'Ufficio Tecnico Comunale, sulla possibile caduta di massi dall'area in cui si era già verificato un crollo e che è stata oggetto del disgregazione del giugno 2017, in data 4 agosto 2017 è stato eseguito un primo sopralluogo in compagnia dell'ing. Mario Capolli Direttore dello stabilimento della COLACEM S.p.A.. Il sopralluogo è stato condotto osservando con un binocolo la zona sia dal piazzale antistante la Chiesa Parrocchiale di San Giovanni Battista e Maurizio che dalla base della scarpata che sovrasta l'abitato di Caravate raggiunta a piedi tramite un sentiero che parte da Via Bruno Buozzi. Durante il sopralluogo sono state scattate alcune foto (figure 13, 14) che serviranno per il confronto con quelle che saranno riprese durante i sopralluoghi successivi.



Figura 13 – Vista dell'area (indicata dalla freccia di colore rosso) dalla quale si sarebbero staccati i massi secondo la segnalazione pervenuta da parte di un cittadino al Comune vista dal piazzale della Chiesa Parrocchiale (foto del 04/08/2017).

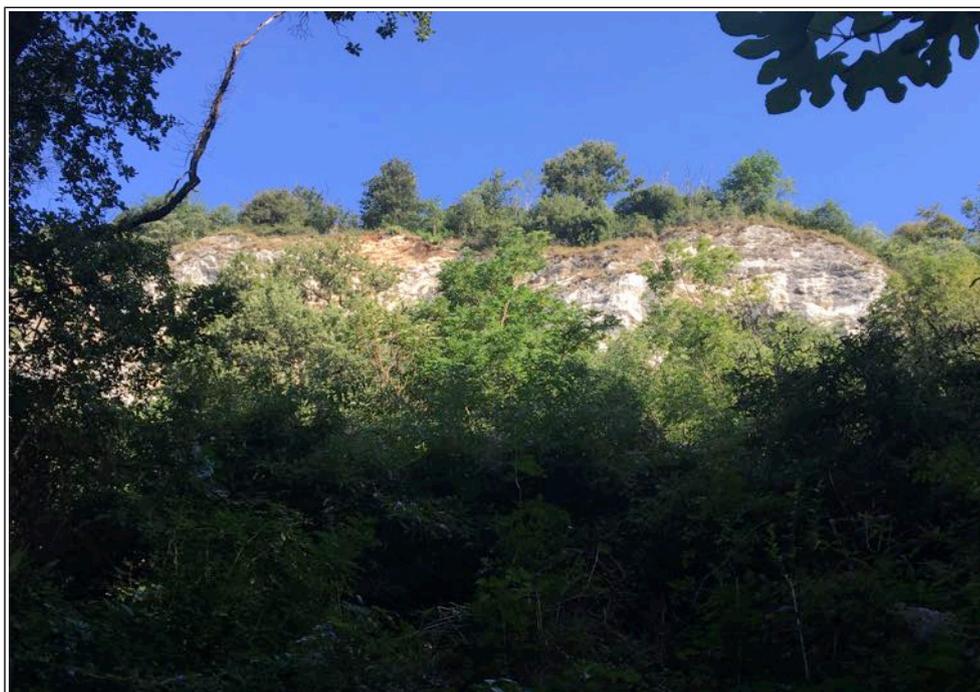


Figura 14 – Vista dell'area in cui è stata segnalato il crollo di massi osservata dalla base della scarpata (foto del 04/08/2017).

Allo stesso modo nei sopralluoghi effettuati durante tutti i mesi successivi compreso l'ultimo del giorno 7 dicembre 2018, è stata effettuata l'osservazione con il binocolo della zona di cui alla segnalazione dal piazzale della Chiesa Parrocchiale di San Giovanni Battista e Maurizio (figura 15 e 16).

L'impressione che si è avuta durante lo svolgimento dei diversi sopralluoghi effettuati, confermata dall'attenta osservazione delle foto e dal loro confronto, è che nell'area sottoposta al disaggio nel giugno 2017 siano presenti zone con taglio fresco, caratterizzate da un colore sensibilmente più chiaro del resto della roccia affiorante, che denotano essere venute a giorno di recente. La zona osservata è apparsa in buone condizioni e non sembra che vi siano pericoli. La posizione della scarpata aggettante, ubicata distante dalla strada sottostante, la quale è protetta anche da un'argine in terra posizionato alla base della scarpata, fa pensare che non vi siano pericoli per l'incolumità di cose o persone.



Figura 15 – Vista dell'area della figura 13 dalla quale si sarebbero staccati i massi secondo la segnalazione pervenuta da un cittadino al Comune di Caravate, vista dal piazzale della Chiesa Parrocchiale (foto del 01/09/2017).

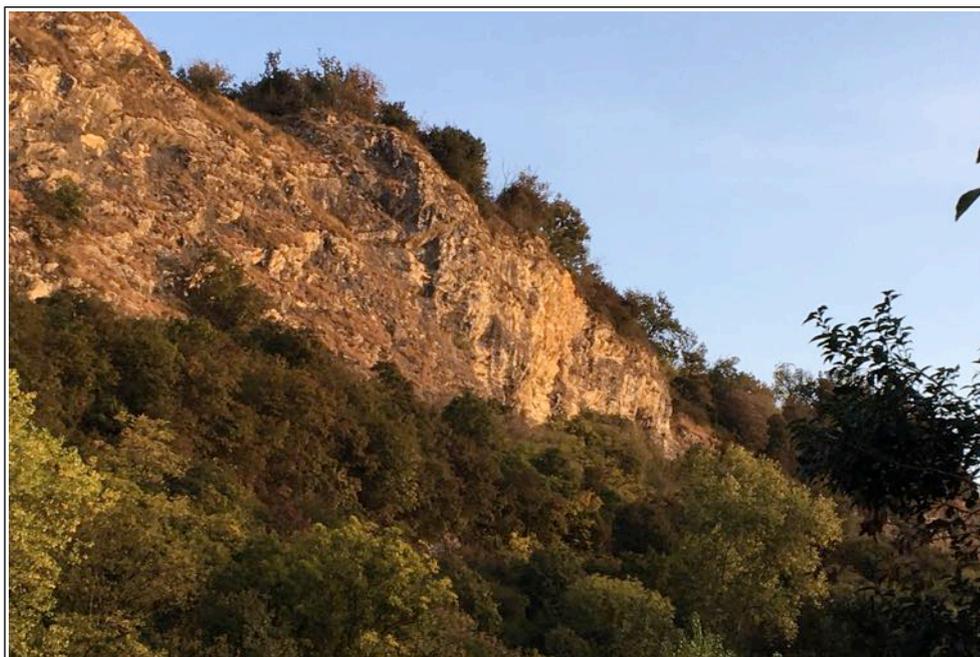


Figura 16 – Vista della medesima area della figura 13 dalla quale si sarebbero staccati i massi secondo la segnalazione pervenuta al Comune di Caravate ripresa dal piazzale della Chiesa parrocchiale (foto del 10/10/2017).

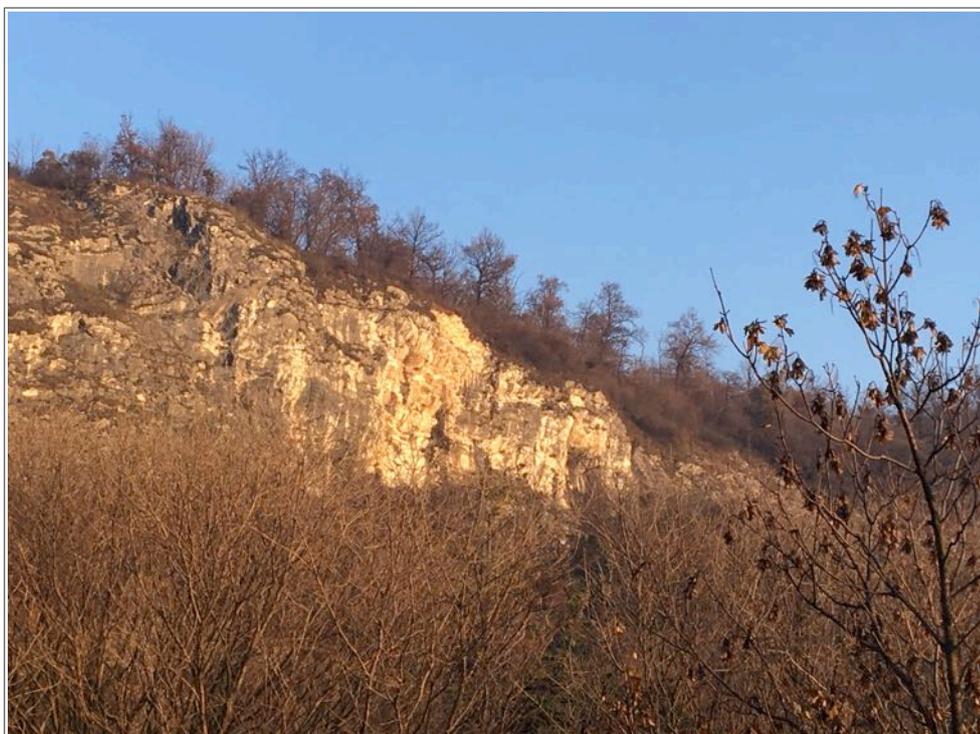


Figura 17 – Vista della medesima area della figura 13 dalla quale si sarebbero staccati i massi secondo la segnalazione pervenuta al Comune di Caravate nell'estate 2017, ripresa dal piazzale antistante la Chiesa parrocchiale (foto del 07/12/2018).

In conclusione si ritiene che al momento non vi siano pericoli imminenti dovuti al potenziale crollo di massi, ma la situazione sarà comunque tenuta sotto stretto controllo e verrà eseguito un sopralluogo ogni volta che ne verrà fatto uno nell'area della Miniera di Sasso Poiano, quindi con una cadenza mensile.

A tale riguardo si ricorda che l'impegno contrattuale del sottoscritto è quello di svolgere un sopralluogo annuale, ma vista l'estrema delicatezza della questione in esame, il pericolo che potrebbe rappresentare un crollo di massi e la possibile evoluzione rapida, si ritiene di assoluta importanza l'esecuzione di un sopralluogo temporalmente più frequente, da effettuarsi quindi con cadenza mensile, in concomitanza con quello che viene svolto presso la Miniera di Sasso Poiano.

#### **2.4. Sopralluogo in località Fornazze**

##### *2.4.1. Relazione della Protezione Civile*

In data 21 marzo 2015 il Gruppo Intercomunale Protezione Civile Caravate – Sangiano, ha compiuto un sopralluogo nella zona denominata Santa Maria del Sasso – Fornazze e successivamente, in data 25 marzo 2015, ha compilato una scheda di rilevazione del punto critico dandone anche le coordinate. La scheda riporta sinteticamente un commento che recita:

*Dal sopralluogo si è rilevato che la frattura della parete rocciosa indicata in planimetria si è notevolmente ampliata. Il tratto Sud della linea di frattura, alla base misura circa 30 cm restringendosi dopo circa 80 cm a 6/8 cm. proseguendo verso monte per circa 4 mt. La linea di frattura compie alla base un semicerchio da Sud verso Nord risalendo poi fino alla cresta della parete interessata evidenziando segni recenti di frattura (colore chiaro e pulito della stessa). Il fronte della zona segnalata, si trova sulla perpendicolare della stazione pompe dell'acquedotto della località Fornazze. A valle della zona monitorata sono presenti, in posizione di quiete, diversi massi staccatisi dalla base della linea di frattura.*

#### *2.4.2. Relazione della Idrogea servizi S.r.l.*

In data 22 gennaio 2016, a seguito della segnalazione da parte della Protezione Civile, è stato effettuato un sopralluogo nell'area di Formazze da parte del dr. geol. Alessandro Uggeri il quale, in data 1 febbraio 2016, ha redatto un verbale di sopralluogo. In detto verbale viene descritta la frattura e la parete in cui essa si colloca e viene affermato che non sono stati osservati blocchi instabili il cui crollo potrebbe mettere in pericolo l'integrità del bacino dell'acquedotto. Al termine del verbale viene suggerita l'installazione di una barriera paramassi di adeguate dimensioni e caratteristiche e, successivamente, di procedere a un disgaggio per eliminare i blocchi a maggiore rischio di crollo.

#### *2.4.3. Esito del sopralluogo del giorno 8 ottobre 2018*

In data 8 ottobre scorso il sottoscritto, accompagnato dal personale della Protezione Civile, ha effettuato un primo sopralluogo nella parete rocciosa posta al di sopra del deposito dell'acquedotto, ma la notevole quantità di vegetazione arborea e arbustiva presente ha impedito di fare un sopralluogo soddisfacente che permettesse di esprimere un parere serio e attendibile. E' stato quindi fissato un nuovo sopralluogo per il giorno 7 dicembre per dare tempo sufficiente alla Protezione Civile di pulire l'area e di permettere lo svolgimento di un sopralluogo in parete che possa permettere di verificare attentamente e compiutamente la situazione.

#### *2.4.4. Esito del sopralluogo del giorno 7 dicembre 2018*

Come previsto, in data 7 dicembre scorso è stato possibile fare il sopralluogo programmato grazie al personale della Protezione Civile, cosa che ha permesso di prendere visione in modo accurato della parete rocciosa soprastante il deposito dell'acquedotto. La roccia affiorante è rappresentata da strati calcarei di colore biancastro che presentano una fratturazione piuttosto intensa con notevole persistenza delle lineazioni e talvolta un'ampiezza importante delle stesse. La fratturazione individua una moltitudine di blocchi da molto piccoli a medi e grandi, che possono raggiungere anche alcuni metri cubi di volume e una massa di alcune tonnellate. Salendo lungo il versante è infatti

possibile osservare la presenza di blocchi di grosse dimensione caduti in passato. La parete rocciosa di cui è stata presa visione presenta anche alcuni blocchi staccati in superficie che potrebbero cadere per cause accidentali quali il vento, un temporale, il passaggio di animali. La direzione di caduta e la distanza cui possono arrivare i blocchi dipende da moltissimi fattori quali la dimensione e la forma del blocco, la presenza di alberi, l'altezza di caduta, le modalità di distacco, la pendenza del versante. L'unico manufatto che potrebbe essere ragionevolmente danneggiato dalla caduta dei blocchi è il deposito dell'acquedotto in quanto è impossibile che vengano raggiunte le abitazioni le quali sono al sicuro per quanto riguarda il tratto di parete in esame. Per prevenire i danni che potrebbero verificarsi al deposito dell'acquedotto a causa della caduta di uno o più massi, potrebbero essere messe in campo alcune azioni quali:

- periodico sopralluogo nella zona della parete rocciosa per valutare se vi siano state evoluzioni della situazione attuale della fratturazione. L'esecuzione di un sopralluogo almeno ogni sei mesi potrebbe permettere di individuare e prevenire il distacco di blocchi: si ricorda che la parete è in continua evoluzione a causa degli agenti esogeni che tendono alla sua disgregazione;
- disaggio e pulizia della parete rocciosa eliminando i massi staccati che potrebbero cadere. L'esecuzione di un'operazione di disaggio che non sarebbe troppo costosa, permetterebbe di eliminare almeno quei blocchi già staccati che sono in pericolo e che quindi potrebbero cadere. Come è noto oggi oltre ai metodi classici del disaggio con gli esplosivi e con gli allargatori idraulici, si è affermato quello con agenti chimici espansivi che colati in fori appositamente calcolati sono in grado di disgregare l'ammasso roccioso diminuendo il volume del masso.

Appare del tutto evidente che potrebbe essere valutata attentamente anche la realizzazione di un'opera di difesa passiva quale una rete paramassi che dovrebbe essere progettata da un tecnico esperto del settore che sia in grado di valutarne la fattibilità in funzione soprattutto della distanza tra la parete rocciosa e il deposito dell'acquedotto, della dimensione dei massi, della pendenza del versante, dell'altezza di caduta.

Allo stesso modo potrebbe essere valutata la posa in opera di una serie di opere di difesa attiva quali chiodature per i blocchi di maggiori dimensioni e un sistema di protezione con reti ad alta resistenza e funi d'acciaio per i blocchi di minori dimensioni.

### 3. CONCLUSIONI

A seguito del sopralluogo effettuato in data 7 dicembre 2018, viste le condizioni generali del recupero morfologico e vegetazionale già eseguiti a oggi, viste le caratteristiche in cui è apparsa l'area della Miniera di marna da cemento coltivata dalla Colacem S.p.A., e valutata la situazione del versante roccioso soprastante l'abitato di Caravate, si ritiene che non vi siano ulteriori osservazioni né prescrizioni.

Firenze, 10 dicembre 2018

dr. geol. Michele Sani  
(documento firmato digitalmente)