

“Infernot”, cavità artificiali urbane e cave abbandonate del Monferrato Casalese (Sito Unesco): stato attuale e nuove scoperte

“Infernot”, urban artificial cavities and abandoned quarries of the Monferrato Casalese (Unesco Site): current state and new discoveries

FRIXA Alfredo(*), SASSONE Paolo(**), VIOLANTI Donata(***)

RIASSUNTO - In questo lavoro vengono presentati gli studi effettuati nel Basso Monferrato (province di Alessandria e in parte di Asti) per distinguere per la prima volta le varie tipologie geologiche degli infernot. Gli infernot, che hanno permesso il riconoscimento del Monferrato tra i siti UNESCO, sono piccole camere sotterranee, senza luce ed aerazione, completamente scavate manualmente nella roccia. Soprattutto in passato venivano utilizzati per custodire vini, derrate e insaccati, avendo temperatura e umidità costanti per tutto l'anno. Al momento attuale vengono spesso descritti come tutti scavati nel Gruppo della Pietra da Cantoni (Burdigaliano-Langhiano), in realtà numerosi infernot sono scavati in terreni oligocenici (Formazione di Cardona) o pliocenici (Argille Azzurre e Sabbie di Asti). Questi dati possono aiutare il geologo a ricostruire in modo migliore la storia delle colline del Monferrato e indirizzare il turista in un viaggio esplorativo alla visita di artistici infernot scavati in depositi marini di diverse età geologiche.

PAROLE CHIAVE: Biostratigrafia, Foraminiferi, Algae Calcareae, Litostratigrafia, Oligocene, Miocene, Pliocene, Piemonte, Geoturismo, Geoconservazione.

ABSTRACT - This study was carried out in the Basso Monferrato (Alessandria and in part Asti provinces), to distinguish for the first time the various geological types of “infernot”. The infernots, which allowed the recognition of the Monferrato among the UNESCO sites, are small underground chambers, without light and aeration, completely manually dug in the rock. Having constant temperature and humidity throughout the year, they were used to store wines, food and sausages. At present, they are often all described as dug in the Pietra da Cantoni Group (Burdigalian-Langhian), but many infernots were excavated in Oligocene (Cardona Formation) or Pliocene (Argille Azzurre and Sabbie di Asti) units. These data can help the geologist to better reconstruct the history of the Monferrato hills and to direct the tourist in an explorative trip of infernots excavated in marine deposits of different geological ages.

KEY WORDS: Biostratigraphy, Foraminifera, Calcareous Algae, Lithostratigraphy, Oligocene, Miocene, Pliocene, Piedmont, Geotourism, Geopreservation.

(*) Sedimentologo (Società Petrolifera), via Bramante 3, 20098 San Giuliano Milanese (MI)

(**) Geologo (Studio Sassone Engineering Geology), Strada Boccardo 2, 10020 Casalborgone (TO)

(***) Micropaleontologa (affidente Università di Torino), Via Marconi 25, 15020 San Giorgio Monferrato (AL)

1. - INTRODUZIONE

L'area collinare del Basso Monferrato, a sud e sud-ovest di Casale Monf. (Monferrato Casalese, in provincia di Alessandria e limitatamente di Asti), è la continuazione della catena appenninica ed è formata da sedimenti marini che si depositarono nel Bacino Terziario Piemontese, come quelli della Collina di Torino e del Bacino Terziario s.s. (Fig. 1). L'area è caratterizzata dalla presenza di strutture ipogee urbane ed extra-urbane, legate a due delle principali attività lavorative storicamente attestate sul territorio: l'estrazione di materiali lapidei per l'edilizia e la viticoltura con la successiva vinificazione.

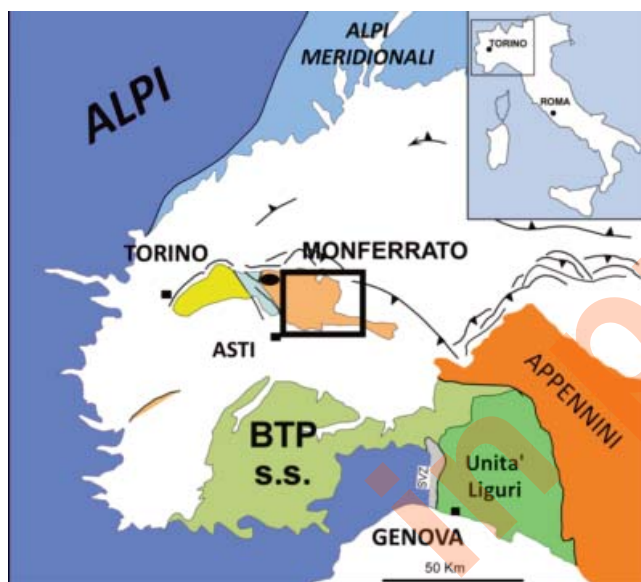


Fig. 1 - Inquadramento geografico e strutturale dell'Italia nord-occidentale; nel rettangolo l'area studiata del Basso Monf., modificato da BIGI *et alii* (1990).
- Geographical and structural map of Northwestern Italy; in the rectangle the studied area of the Basso Monf., modified from BIGI *et alii* (1990).

In particolare, l'impiego delle arenarie calcaree e marne calcaree della Pietra da Cantoni, per la produzione di conci, detti "cantoni", parallelepipedi di circa mezzo metro di lunghezza, utilizzati nelle costruzioni, ha lasciato una specifica impronta sul territorio, sia nell'aspetto degli edifici privati e pubblici, che nelle numerose cave di estrazione, a cielo aperto o in sotterranea, ora abbandonate. L'uso dei cantoni è documentato almeno dall'anno Mille, nelle nume-

rose piccole chiese romaniche sparse tra le colline (CORREGGIA, 2017) e nel Duomo di Casale Monf. (CASTELLI & ROGGERO, 2001; TIMPANELLI, 2003).

Sia la Pietra da Cantoni, definita in modo informale come Gruppo della Pietra da Cantoni (POLINO *et alii*, 1995; DELA PIERRE *et alii*, 1998), che altre formazioni geologiche della zona, accomunate dalla buona coerenza e dalla relativamente facile lavorabilità, sono state scavate, al di sotto delle abitazioni, per dare origine agli "infernot", nei quali veniva conservato il vino più pregiato, o ad altre strutture ipogee per la conservazione di alimenti (ghiacciaie), cantine, pozzi e rare tinozze per la fermentazione del mosto.

Con il termine "infernot", ricollegabile al provenzale antico "enfernet", indicante una prigione ristretta (ANGELINI & ANGELINO, 2005), nel dialetto piemontese vengono indicate piccole camere sotterranee, senza luce ed aerazione, completamente scavate nella roccia e spesso collegate a cantine. Sono testimonianze dell'attività pratica e artistica dell'uomo, che a volte utilizzava gran parte del materiale di scarto per la costruzione della propria abitazione.

Molti di questi artisti erano contadini, che lavoravano anche nelle vicine miniere e cave per il cemento casalese descritte in varie pubblicazioni (es. GIORCELLI, 2019, FORESTO *et alii*, 2002, 2011) e che si dedicavano allo scavo degli infernot nei mesi invernali, quando i lavori agricoli non erano possibili.

Gli infernot erano e sono utilizzati per custodire bottiglie di vino pregiato e alimenti (insaccati, derrate e conserve), avendo temperatura e umidità costanti per tutto l'anno. Le bottiglie sono alloggiare in nicchie, gradinate o piani continui. Le pareti possono essere lisce, rifinite a spacco naturale o a picconatura a vista. Molti infernot hanno anche decorazioni o tavoli completamente scavati nella pietra (CERESA, 2005). Alcuni hanno incisa la data di completamento (1791, infernot Langosco, Fubine; 1836, infernot Francia, Ottiglio; 1924 infernot Zeppa, Fubine; 1933, infernot Ottone, Terruggia), ma la maggior parte non è databile. Le fotografie di Laura Jean Rickus e le caratteristiche dei numerosi infernot di Fubine, scavati nella Sabbie di Asti, sono contenute in LONGO *et alii* (2015).

Come molte altre strutture edilizie e agricole del territorio hanno subito un abbandono verso la metà

del 1900, ma con gli ultimi decenni del secolo sono stati progressivamente riscoperti e rivalutati, grazie all'attività dell'Ecomuseo della Pietra da Cantoni, con sede a Cella Monte, tanto da essere individuati come elementi caratterizzanti il territorio nel riconoscimento del sito Unesco Langhe-Roero e Monferrato, ottenuto nel 2014. Dal 2002 al 2014, grazie al progetto dell'Ecomuseo in collaborazione con l'Istituto Superiore Statale Leardi di Casale Monf., ne erano stati censiti 47 (www.ecomuseopietracantoni.it), ma il numero è in rapida crescita con sempre nuove acquisizioni sia di infernot che di altre strutture ipogee, come ghiacciaie, pozzi ecc.

Con la chiusura delle cave, attive fino agli anni 70, gli affioramenti del Monferrato casalese si sono notevolmente ridotti. Infatti le rocce del substrato (marne più o meno calcaree, argille, arenarie) sono facilmente erodibili e alterabili e conferiscono un aspetto "morbido" al territorio, fittamente ricoperto da colture e dai paesi. La maggior parte degli affioramenti è artificiale (tagli per strade, abitazioni ecc.) e le cave hanno rappresentato la maggior parte dei siti studiati dal punto di vista geologico e micropaleontologico nella regione (MONTRASIO *et alii*, 1968; SCHÜTTENHELM, 1976; BICCHI *et alii*, 2007; COLETTI *et alii*, 2015, *inter alii*).

Le cantine e soprattutto gli infernot, in gran parte in proprietà private, sono ottimi geositi ipogei per lo studio in 3D della storia geologica del Basso Monferrato. Essi offrono infatti una ottima possibilità di studio, esponendo parti di successione non affioranti o coperte e poco accessibili in superficie. Pur utilizzando le necessarie cautele per non danneggiare le strutture, in molti casi è stato possibile prelevare piccoli campioni di sedimento dalle pareti delle strutture ipogee per studiarne le microfaune, datarne le associazioni e aggiungere dettaglio alle interpretazioni paleoambientali.

2.- GEOLOGIA DEGLI INFERNOT

Anche se spesso a livello di enti e manifestazioni locali si è messo l'accento sulla Pietra da Cantoni come materia di scavo degli infernot, i dati geologici da tempo disponibili (BONSIGNORE *et alii*, 1969),

messi in evidenza da PICCINI (2005) e SASSONE (2005), documentavano anche sedimenti di età oligocenica e pliocenica nel substrato di paesi con infernot.

Lo studio geologico e micropaleontologico già effettuato in alcuni siti dagli autori e in programma su un numero maggiore di strutture ipogee, vuole approfondire i dati geologici in letteratura e dare risalto alla complessa articolazione del territorio.

In particolare, i paesi con infernot sono situati su quattro unità geologiche, che coprono diversi intervalli stratigrafici (Fig. 2), denominate Formazione di Cardona (Oligocene), Pietra da Cantoni (Burdigaliano-Langhiano), Argille Azzurre (Pliocene inferiore) e Sabbie di Asti (Pliocene superiore) (Fig. 3).

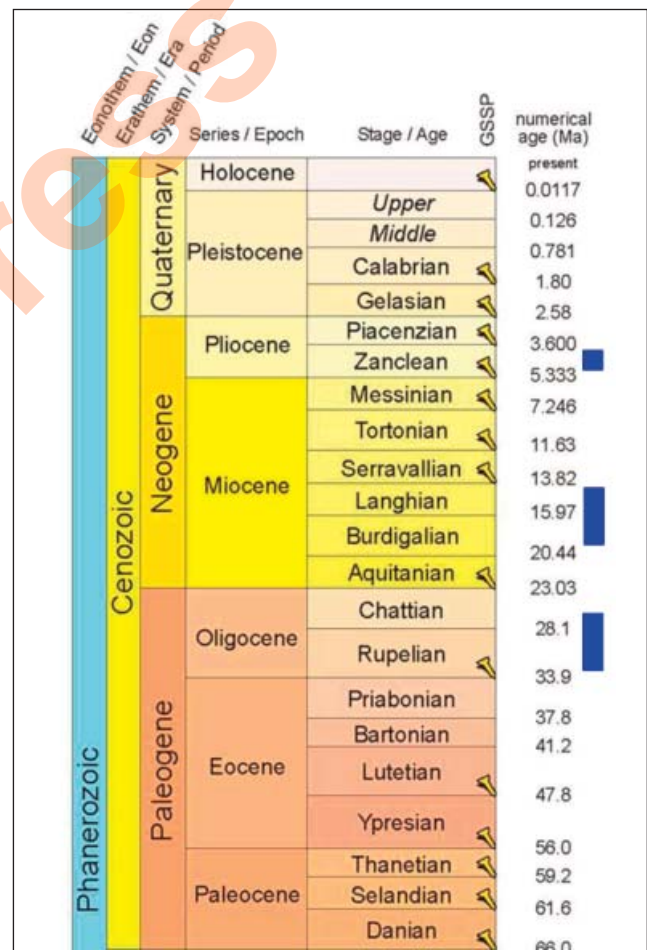


Fig. 2 - Scala stratigrafica del Cenozoico. Le barre blu a destra indicano gli intervalli stratigrafici documentati negli infernot del Monferrato Casalese.

Modificato da International Chronostratigraphic Chart, 2019, <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>.

- *Cenozoic stratigraphic chart. The blue bars at the right indicate the stratigraphic intervals documented in the Monferrato infernots. Modified from International Chronostratigraphic Chart, 2019, <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>.*

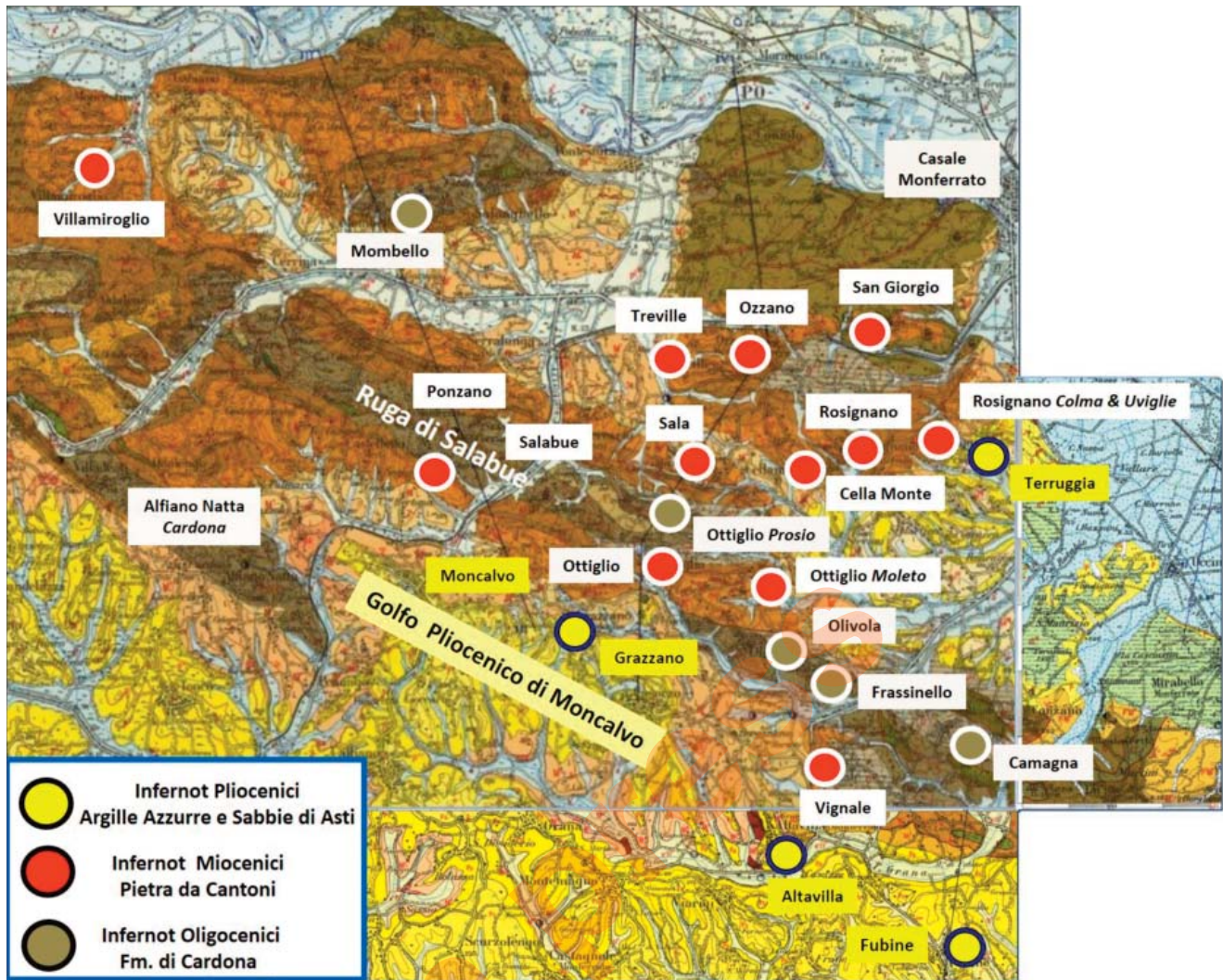


Fig. 3 - Le diverse età e formazioni degli infernot sulla base dei fogli Vercelli, Asti e Mortara, in scala 1:100000 della Carta Geologica d'Italia, <http://www.isprambiente.gov.it/cartografia>

- The different ages and formations of the infernot based on the Sheets Vercelli, Asti and Mortara (scale: 1:100000) of the Geological Map of Italy, <http://www.isprambiente.gov.it/cartografia>.

2.1.- INFERNOT IN TERRENI OLIGOCENICI (FORMAZIONE DI CARDONA)

La Formazione di Cardona rappresenta la base del Bacino Terziario Piemontese, nel Monferrato Casalese. Questa unità, che prende il nome dalla località-tipo di Cardona, frazione di Alfiano Natta (AL), fu istituita da CLARI *et alii* (1987) ed ha una organizzazione di tipo "fining upward" (DELA PIERRE *et alii*, 2003), con alla base conglomerati e arenarie, passanti verso l'alto a marne e argille verdastre, intercalate a livelli di arenaria e siltite.

Nel foglio Vercelli della Carta Geologica d'Italia (BONSIGNORE *et alii*, 1969), gli affioramenti della

Formazione di Cardona sono stati attribuiti alle Arenarie di Ranzano. Le due formazioni sono state successivamente differenziate, in quanto la Formazione di Cardona è costituita da sedimenti fluvio-deltaici e di mare poco profondo, mentre sedimenti torbidi di mare profondo caratterizzano le Arenarie di Ranzano.

La parte più antica della Formazione di Cardona, datata Eocene superiore-Oligocene inferiore (MONTRASIO *et alii*, 1968) e Oligocene s.s. (DELA PIERRE *et alii*, 2003), è riferibile a sistemi fluvio-deltizi che si svilupparono dopo la formazione della catena alpina. Questi sistemi, smantellando le rocce alpine (rocce verdi, graniti, calcari, selci),



Fig. 4 - Formazione di Cardona: depositi deltizi nella cava di pietrisco di Ottiglio Monf.
- *Cardona Fm.: deltaic deposits in the Ottiglio Monf. gravel quarry.*

trasportarono verso il mare grandi quantità di sabbie, silt, ghiaie e ciottoli che venivano successivamente ridistribuiti dalle correnti marine. In origine queste rocce si erano depositate in siti molto distanti da quelli attuali.

Livelli conglomeratici e arenacei di questo periodo si ritrovano in qualche affioramento della “Ruga di Salabue” (MONTRASIO *et alii*, 1968) tra Salabue e Ponzano e nella cava abbandonata di Ottiglio (Fig.4) e in qualche infernot come quelli di Ottiglio Cascina Prosio e di Olivola “Villa Can-

diani d'Olivola” (Figg. 3, 5).

La parte più recente della Formazione di Cardona, visibile in vari infernot, testimonia invece un approfondimento del mare oligocenico, in quanto i depositi grossolani fluviali e deltizi vennero ricoperti da sedimenti marnosi più fini di piattaforma esterna, contenenti foraminiferi planctonici e bivalvi.

Intercalazioni più o meno potenti di arenaria silicea e di silt indicano che erano ancora presenti apporti fluviali provenienti dalle terre emerse.

In particolare a Camagna Monf. è stato istituito il Membro Camagna (Oligocene medio secondo MONTRASIO *et alii*, 1968, Oligocene medio-superiore secondo BONSIGNORE *et alii*, 1969, Oligocene p.p., secondo DELA PIERRE *et alii*, 2003) costituito da alternanze arenaceo-argillose a sedimentazione ritmica (BONSIGNORE *et alii*, 1969). I livelli più fini contengono associazioni con foraminiferi planctonici, piuttosto povere di specie, spesso mal conservate e diluite in una matrice micritico-terrigena (Fig. 6).

La parte più recente della Formazione di Cardona si ritrova negli infernot di molti paesi come Camagna Monf., Frassinello Monf., Olivola, fino a Mombello Monf. (Fig. 3).

Dalla parte più recente della Formazione di Cardona sono stati ricavati cantoni marnosi in gran parte friabili, che contengono ciottoli e sabbie di provenienza alpina (Fig. 7).



Fig. 5 - Formazione di Cardona: Olivola (Cantina di Villa Candiani d'Olivola), conglomerati passanti verso l'alto a marne.
- *Cardona Fm.: Olivola (cellar of Villa Candiani), conglomerate passing upwards to marls.*

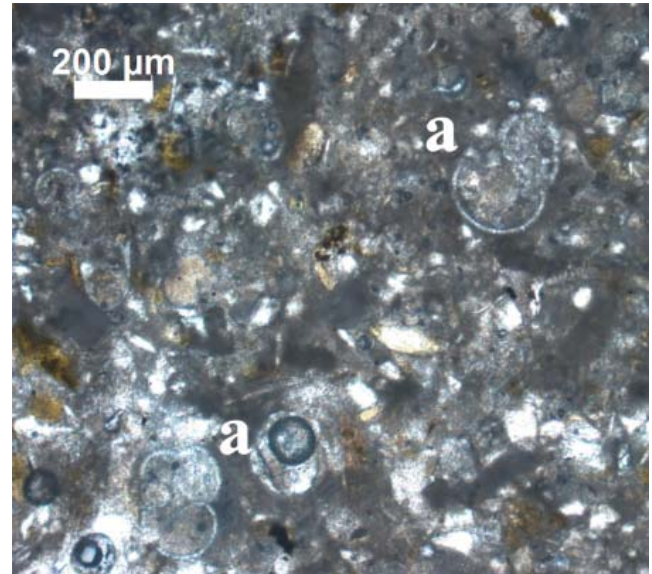
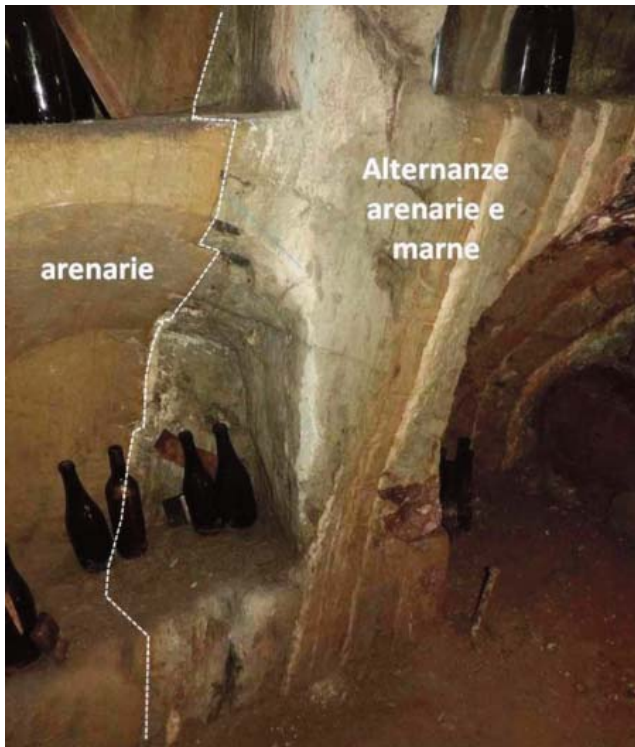


Fig. 6 - Camagna Monf. (infernot Idrà-Cantatore e microfacies, a = foraminiferi planctonici). Membro Camagna - Camagna Monf. (infernot Idrà-Cantatore and microfacies, a = planktonic foraminifera). Camagna member.

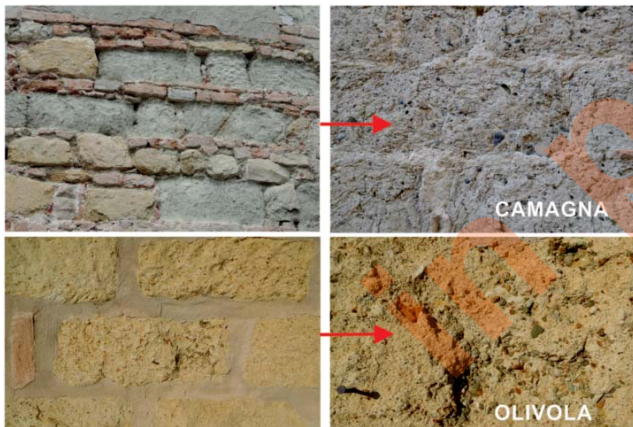


Fig. 7 - Camagna Monferrato e Olivola (AL): i cantoni marnosi della Formazione di Cardona contenenti ciottoli di origine alpina. - Camagna Monferrato and Olivola (AL): the marly "Cantoni" of the Cardona Formation containing pebbles of Alpine origin.

2.2.- INFERNOT IN TERRENI MIOCENICI (GRUPPO DELLA PIETRA DA CANTONI)

Il Gruppo della Pietra da Cantoni (Burdigaliano-Langhiano) è una delle unità più importanti e complesse del Monferrato Casalese. Ha fornito per secoli materiale da costruzione pregiato per edifici e forni, sia in cave a cielo aperto che in galleria ed è stata og-

getto di studi da parte di varie generazioni di geologi e paleontologi, a partire da DE ALESSANDRI (1897) e SACCO (1889-90, 1935). Gli studi più recenti hanno riguardato le microfaune a foraminiferi planctonici, macro- e microforaminiferi bentonici e le associazioni algali, che hanno consentito un dettagliato inquadramento biostratigrafico e paleoambientale della successione.

La Pietra da Cantoni presenta due sequenze deposizionali denominate Sequenza 1 e 2, separate dalla discontinuità D2 (D'ATRI *et alii*, 2002; BICCHI *et alii*, 2007).

La prima sequenza, datata al Burdigaliano inferiore, è stata riconosciuta solo nel paese di Rosignano Monf. e consiste di calcari (packstone e wackestone) fossiliferi, di piattaforma interna, con evidenti bioturbazioni di tipo *Thalassinoïdes*. L'affioramento di Rosignano è stato proposto tra i geositi della Regione Piemonte (PAVIA *et alii*, 2004).

La Sequenza 2, storicamente più importante dal punto di vista minerario, è costituita da due unità sovrapposte, denominate inferiore e superiore. In questa sequenza sono scavati anche numerosi infernot e cantine della Core-zone, l'area ristretta di eccellenza del sito Unesco del Monfer-

rato, e della più ampia Buffer zone, o zona cuscinetto, che circonda la precedente (Fig. 3).

La sua sezione inferiore di età Burdigaliano superiore è tipica di una piattaforma carbonatica di tipo rodalgale e foramol, molto fossilifera, i cui sottoambienti sono visibili in cave abbandonate, ma anche in cantine e infernot.

Sono caratteristici di questa sequenza inferiore i livelli di rudstone ad alghe rosse (rodoliti), associate a macro- e microfossili, presenti in varie località del Monferrato Casalese (Rosignano Monf., Terruggia, Cella Monte, Ottiglio, San Giorgio Monf., Ozzano Monf. e Treville). Questi livelli sono stati oggetto di vari studi e varie interpretazioni.

Alcuni Autori, basandosi sui modelli di SIMONE & CARANNANTE, 1988, considerano questi livelli algali come in posto (CLARI *et alii*, 1994, 1995; D'ATRI *et alii*, 2002; TAMPANELLI, 2003; BICCHI *et alii*, 2007), mentre altri Autori considerano le rodoliti risedimentate lungo scarpate e valli sottomarine (SCHÜTTENHELM, 1976; VANNUCCI *et alii*, 1996) o trasportate e testimoni di una “factory carbonatica perduta” che era presente più ad Est degli affioramenti di Rosignano e Terruggia (COLETTI *et alii*, 2015). In figura 8 è riportata una recente ricostruzione della piattaforma rodalgale della Pietra da Cantoni (COLETTI *et alii*, 2015, *mod.*).

I livelli algali, attribuiti da SCHÜTTENHELM (1976)

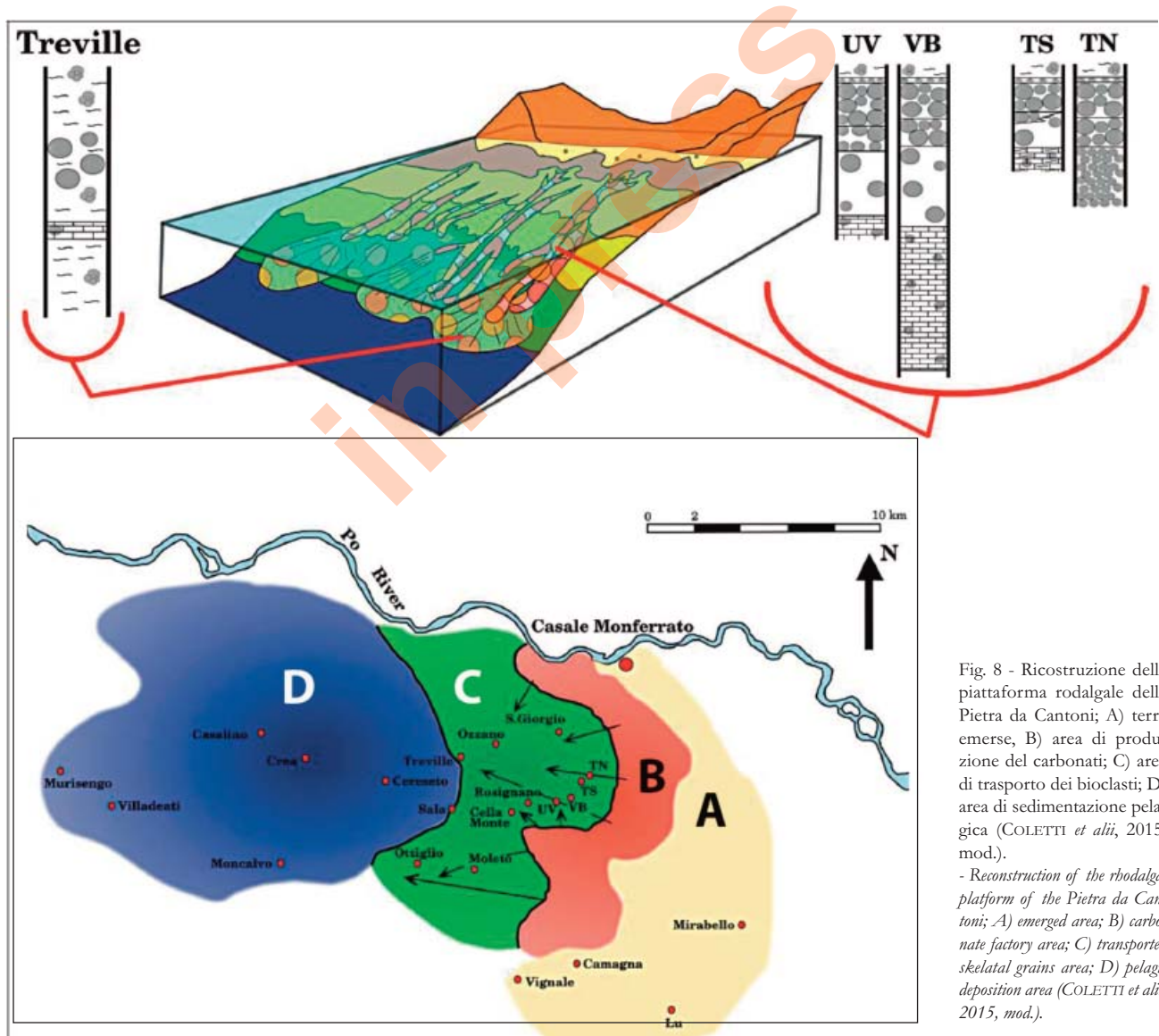


Fig. 8 - Ricostruzione della piattaforma rodalgale della Pietra da Cantoni; A) terre emerse, B) area di produzione del carbonati; C) area di trasporto dei bioclasti; D) area di sedimentazione pelagica (COLETTI *et alii*, 2015, *mod.*).

- Reconstruction of the rodalgale platform of the Pietra da Cantoni; A) emerged area; B) carbonate factory area; C) transported skeletal grains area; D) pelagic deposition area (COLETTI *et alii*, 2015, *mod.*).

al “Membro Colma della Pietra da Cantoni”, da lui istituito informalmente, affiorano nelle cave e nelle cantine delle frazioni di Rosignano Monf. A Colma di Rosignano è presente un affioramento, curato dall’Associazione “Amis d’la Curma” (www.amisdla-curma.it), che potrebbe essere censito tra i possibili geositi piemontesi (Fig. 9). In questo affioramento è possibile vedere la parte alta dei banchi a rodoliti, il livello di annegamento di circa 30 cm e la base della Sequenza 2 superiore, pelagica.

Il più importante affioramento ipogeo in rodoliti è situato nei sotterranei del Castello di San Giorgio Monf. (Fig. 10) e, in particolare, nella galleria che porta dalla cantina al pozzo visibile nel cortile del castello. In questo sito, un potente banco risedimentato a rodoliti è compreso tra due livelli arenacei e marnosi, glauconitici, della Pietra da Cantoni di mare profondo.

Le associazioni a foraminiferi delle marne glauconitiche contengono abbondanti foraminiferi planctonici (*Globigerinoides trilobus*, *G. bisphericus*, ecc.) e

bentonici batiali (*Cylindroclavulina rudis*, *Vulvulina penatula*), databili al Burdigaliano superiore (Fig. 11).

L’infornot municipale di Rosignano Monf. e quello dell’Ecomuseo della Pietra da Cantoni con sede a Cella Monte (Fig. 12) sono invece scavati in arenarie calcaree (packstones e grainstones), affioranti in vari punti di entrambi i paesi. Queste arenarie sono costituite in gran parte da frammenti di alghe rosse associate a frammenti di molluschi, echinodermi e macro- e microforaminiferi bentonici, derivate dallo smantellamento della piattaforma rodalgale/foramol stessa, da parte di correnti marine e moto ondoso.

La parte superiore della Sequenza 2 della Pietra da Cantoni (Burdigaliano sup.-Langhiano) testimonia un approfondimento dell’ambiente di sedimentazione, che passa da piattaforma carbonatica interna ad esterna (VIOLANTI *et alii*, 2003; BICCHI *et alii*, 2007). E’ costituita da calcari marnosi e marne spesso glauconitiche a foraminiferi planctonici. Questa sequenza superiore è separata dalla inferiore dal

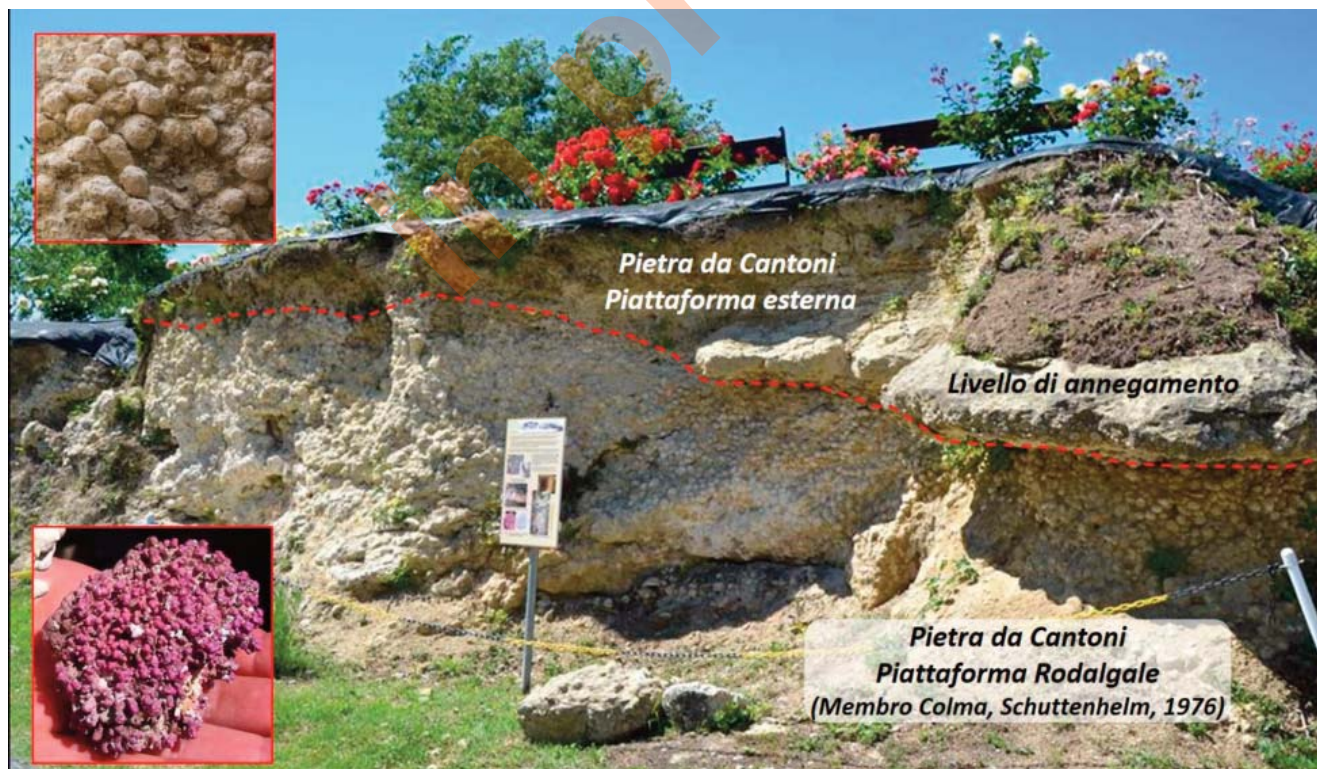


Fig. 9 - Calcari a Rodoliti affioranti a Colma di Rosignano Monf. (Mb. Colma della Pietra da Cantoni; SCHUTTENHELM, 1976; www.amisdla-curma.it) e rodolite proveniente dalle Isole Baleari (Spagna).

-Rbdalgall limestones outcropping at Colma of Rosignano Monf. (Colma Mb. of the Pietra da Cantoni; SCHUTTENHELM, 1976; www.amisdla-curma.it) and rodolite from Baleari islands (Spain).



Fig. 10 - San Giorgio Monf. - Cantine del castello. Banco a Rodoliti risedimentato nella Pietra da Cantoni di mare più profondo.
- San Giorgio Monf. - Cellars of the castle. Rhodalgal bank resedimented in the deeper marine environments of the Pietra da Cantoni.

livello D2 (BICCHI *et alii*, 2007), che segna l'annegamento della piattaforma rodalgale e contiene le più ricche associazioni a foraminiferi planctonici (*Globigerinoides* spp., *Globoquadrina langhiana*) e scarsi bentonici, indicativi di ambiente pelagico e clima

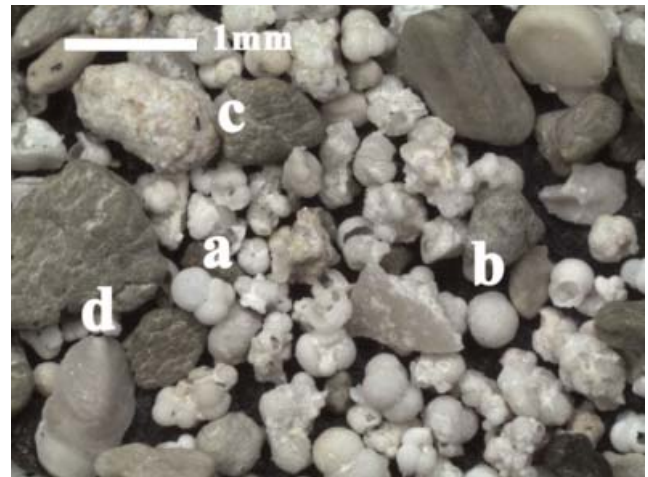


Fig. 11 - San Giorgio Monf., residuo di lavaggio delle marne glauconitiche con foraminiferi planctonici (a = *Globigerinoides trilobus*, b = *Globigerinoides bisphericus*) e bentonici (c = *Cylindroclavulina rudis*, d = *Vulvulina pennatula*), Burdigaliano.
- San Giorgio Monf., washing residue of the glauconitic marls yielding planktonic (a = *Globigerinoides trilobus*, b = *Globigerinoides bisphericus*) and benthic foraminifera (c = *Cylindroclavulina rudis*, d = *Vulvulina pennatula*), Burdigalian.

temperato/caldo (Fig. 13).

Le varie facies della Pietra da Cantoni sono ben visibili nell'ex Cava di Uviglie, in territorio di Rosignano Monf. (Fig. 14). Sul fronte di cava si può osservare tutta la successione della Pietra da Cantoni, dalla piattaforma rodalgale, al livello di annegamento, alla facies pelagica, fino alle soprastanti marne di mare profondo della Formazione di Mincengo (Serravalliano). Per questo motivo, anche questa cava è stata censita tra i possibili geositi del Piemonte (PAVIA *et alii*, 2004).

Sul suo fronte si osservano anche gli ingressi delle cave in galleria, disposti su più livelli. Da queste gal-



Fig. 12 - a sinistra: Rosignano Monf. - infernot del municipio; a destra: Cella Monte - Infernot Ecomuseo della Pietra da Cantoni.
- on the left: Rosignano Monf. - town hall's infernot; on the right: Cella Monte - Infernot of the Ecomuseo della Pietra da Cantoni.

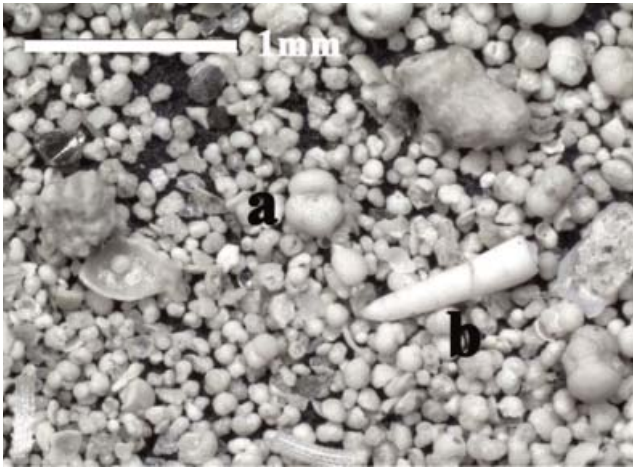


Fig. 13 - Treville, residuo di lavaggio dei calcari marnosi con foraminiferi planctonici (a = *Globoquadrina langhiana*) e bentonici (b = *Dentalina leguminiformis*) e microfaccies, Langhiano.

- Treville, washing residue of the marly limestone yielding planktonic (a = *Globoquadrina langhiana*) and benthic foraminifera (b = *Dentalina leguminiformis*) and microfacies, Langhian.

lerie furono estratti "Cantoni" pregiati per uso edile (dalla Pietra da Cantoni) e "Pianelle" refrattarie per rivestire i forni (dalle Marne di Mincengo) (VIOLANTI *et alii*, 2003). I cantoni pregiati delle cave della Colma di Rosignano, avevano dimensioni di 50 cm per 25 cm per

15 cm e un peso di circa 32 kg (www.amisdllacurma.it).

La diversa tipologia e qualità dei "Cantoni" è intimamente legata alla paleogeografie mioceniche (FRIXA, 2009). Dove il mare era meno profondo (cave di Rosignano Monf., Ottiglio-Moleto, Cella Monte, Vignale) i sedimenti erano più ricchi in carbonato di calcio e i cantoni risultano più resistenti. La percentuale di componente terrigena, in prevalenza argillosa, aumenta da 30% fino al 60% andando da Est (Colma di Rosignano Monf.) verso Ovest (Treville, Ozzano Monf., Sala Monf.), seguendo l'approfondimento del mare miocenico; i cantoni passano da una colorazione giallastra a una colorazione grigia e azzurra (FRIXA, 2009) (Fig. 15a). Per questo motivo, andando verso Ovest le pareti degli infernot e delle cantine e i relativi cantoni sono sempre più soggetti a erosione e a sbalzi di umidità e temperatura. Strati alternati grigi e azzurri di mare più profondo sono visibili, per esempio, nell'infernot, nella ghiacciaia (completamente scavata nella Pietra da Cantoni) e nelle cantine di Casa Devasini a Treville (Fig. 15b).

Numerosi infernot e cantine del Monferrato ca-

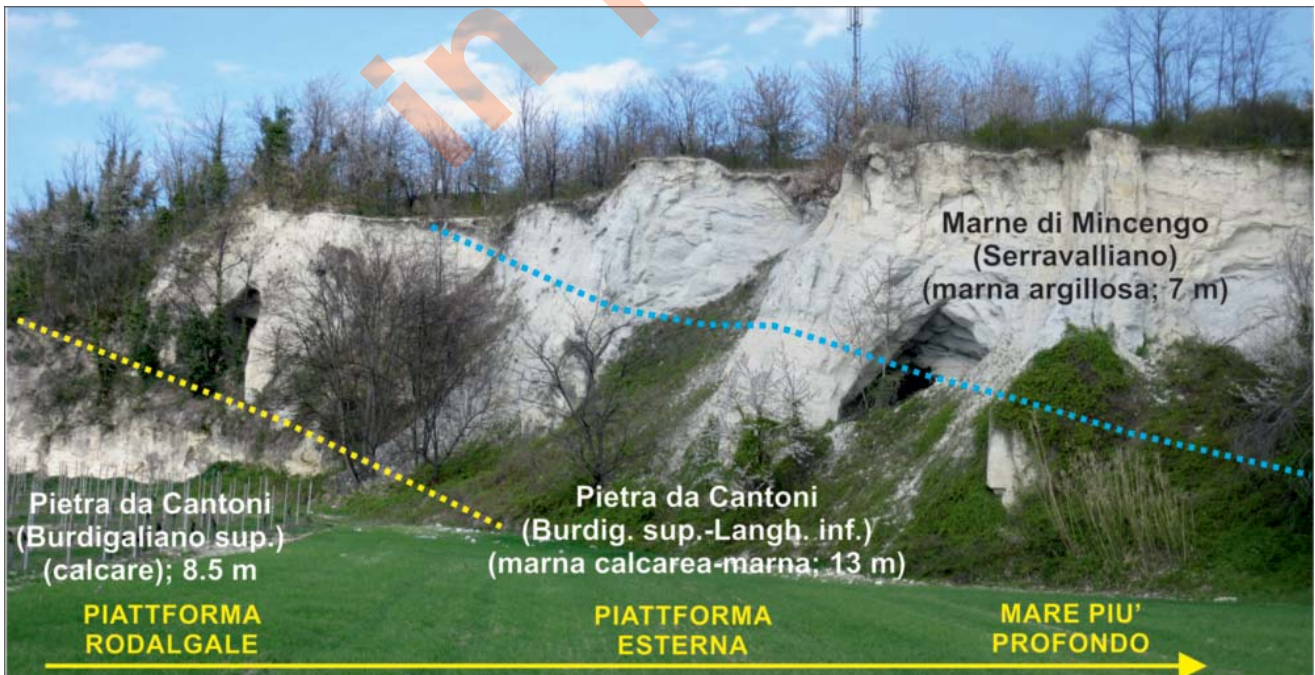


Fig. 14 -Cava di Uviglie di Rosignano Monf. - Passaggio dalla Piattaforma Rodalgale della Pietra da Cantoni alle marne delle Formazione di Mincengo.
-Uviglie Quarry (Rosignano Monf.) - Transition from the rhodalgal platform of the Pietra da Cantoni to the marls of the Micengo Fm.



Fig. 15 - a) Treville, muro con diverse tipologie di cantoni: gialli (marne calcaree), grigi (marne) e azzurri (marne più argillose).
 b) Treville, cantina di Casa Devasini: strato marnoso grigio tra due strati di marna più argillosa azzurra.

- a) Treville, wall with different types of "cantoni": in yellow color (calcareous marls), in grey (marls) and in blueish (argillaceous marls).
 b) Treville, Casa Devasini cellar: grey marl among two blueish argillaceous-marly beds.



Fig. 16 - a) Treville, infernot Altera: colonna centrale scavata in cicli marnosi pelagici grigio-azzurri della Pietra da Cantoni. b) Treville: cicli marnosi pelagici che affiorano lungo la strada del rione Cascinotto (www.comune.treville.al.it).

- a) Treville, Altera's Infernot: central column dug in the pelagic grey- blueish marly cycles of the Pietra da Cantoni. b) pelagic marly cycles of the Pietra da Cantoni cropping out in the Cascinotto (www.comune.treville.al.it).

salese furono scavati, invece, nell'unità superiore della Pietra da Cantoni (Fig. 3), sia sotto abitazioni contadine che edifici religiosi.

Nella colonna in Pietra da Cantoni dell'infernot Altera (Treville) si osservano, come in altre cantine ed infernot della zona, cicli formati da coppie di strati marnosi grigio-azzurri, a foraminiferi planctonici, più spessi e argillosi alla base e più sottili e calcarei nella parte alta (Fig. 16a). I sottili livelli condensati più calcarei e consolidati, legati a periodi di minor apporto terrigeno, sono utilizzati in questo

caso come oggetti decorativi. Questi cicli affiorano lungo la strada del vicino rione Cascinotto (Fig. 16b).

Gli infernot di figura 17 a,b sono esempi di infernot legati a complessi religiosi. La figura 17a si riferisce all'infernot della Chiesa di San Francesco a Sala Monferrato. Scavato a mano dai frati francescani, fu ultimato nel 1844. La figura 17b mostra uno degli infernot della Chiesa di Santa Maria delle Grazie, scavato nel 1897, alla periferia di Rosignano Monf.



Fig. 17 - a) Sala Monf.: Infernot della Chiesa di San Francesco, scavato a mano dai frati francescani e ultimato nel 1844. b) Rosignano Monf.: uno degli infernot della chiesa di Santa Maria delle Grazie, scavato nel 1897.

- a) Sala Monf., the hand-dug by friars infernot of the St. Francesco' church; it was completed in 1844. b) Rosignano Monf., infernot below Santa Maria delle Grazie church, 1897.

2.3.- INFERNOT IN TERRENI PLIOCENICI (ARGILLE AZZURRE E SABBIE DI ASTI)

A partire dal Messiniano iniziarono a formarsi le colline monferrine, per cui le unità plioceniche si depositarono intorno alle aree emerse più antiche. I primi depositi pliocenici, dopo la crisi di salinità messiniana, sono riferibili alla Formazione delle Argille Azzurre (DELA PIERRE *et alii*, 2003), indicate come Argille di Lugagnano nel Foglio 57 Vercelli della Carta Geologica d'Italia (BONSIGNORE *et alii*, 1969).

Le Argille Azzurre testimoniano un trasgressione che segna il ritorno, con la base dello Zancleano (Pliocene inferiore), ad ambienti marini profondi, in cui si depositarono argille marnose e siltose grigio-azzurre, con abbondanti microfossili e nannofossili calcarei di ambiente pelagico. Nel corso dello Zancleano il bacino centrale piemontese fu soggetto ad una rapida progradazione dei sistemi di piattaforma e deltizi/costieri (GHIELMI *et alii*, 2019), legata sia all'accumulo di materiale eroso dalla vicina catena alpina che all'evoluzione tettonica, che portò ad una regressione marina a grande scala. Le associazioni a foraminiferi pelagici ed epibatiali delle Argille Azzurre più antiche vennero progressivamente sostituite da associazioni circolitorali, poco diversificate e spesso povere di forme indicative per la biostratigrafia (VIOLANTI, 2005)



Fig. 18 -Terruggia-infernot municipale scavato nelle arenarie silicee alla sommità della Formazione Argille Azzurre.

- Terruggia-infernot of the town hall dug in the siliceous sandstones of the upper part of the Argille Azzurre Fm.

La parte più recente delle “Argille Azzurre” mostra, come nello stratotipo di Lugagnano Val d’Arda (PC), potenti bancate di arenarie silicee, di piattaforma esterna e lobi torbidity a seconda delle zone, che preludono alla sedimentazione delle Sabbie di Asti.

Le pareti degli infernot scavati nelle bancate arenacee delle Argille Azzurre mostrano strutture da corrente, bioturbazioni ed eventi erosivi, come nell’infernot Municipale di Terruggia (Fig. 18).

Con le Sabbie di Asti, attribuite in precedenza alle Sabbie di Valle Andona (BONI & CASNEDI, 1970), la sedimentazione diventa decisamente sabbioso-siltosa. Ambienti di spiaggia esterna (FERRERO & PAVIA, 1996) o infralitorale-circalitorale (DELA PIERRE *et alii*, 2003) si sviluppano prevalentemente a sud dell’area collinare del Monferrato. Sono gli ultimi depositi marini prima del ritiro del mare dal Monferrato. Le microfaune sono povere, diluite nell’abbondante materiale terrigeno e contengono solo specie di acque poco profonde, quali *Ammonia beccarii*, *Bannerella gibbosa*, *Florilus boueanum* (Fig. 19).

Arenarie poco cementate sono visibili per esempio nei numerosi infernot di Fubine, Grazzano Badoglio e Altavilla (Fig. 3). Lungo le pareti si osservano (Fig. 20) stratificazione, strutture da corrente e moto ondoso (ripples), bioturbazioni e livelli di foglie.

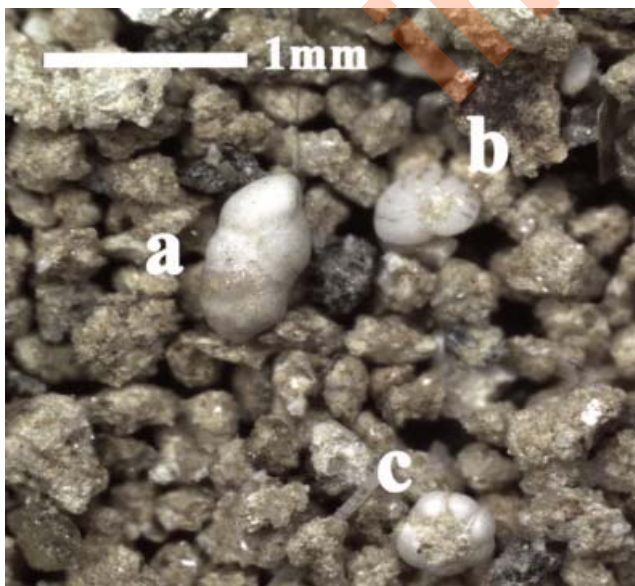


Fig. 19 - Fubine, infernot Fiori, Sabbie di Asti: residuo di arenaria silicea; a = *Bannerella gibbosa*, b = *Florilus boueanus*, c = *Ammonia beccarii*.
- Fubine, infernot Fiori, Sabbie di Asti: residuo di siliceous sandstone; a = *Bannerella gibbosa*, b = *Florilus boueanus*, c = *Ammonia beccarii*.

Alla base delle Sabbie di Asti, tra Grazzano Badoglio e Moncalvo, SACCO (1889-1890, 1935) segnala banchi di calcareniti giallastre fossilifere, attribuite al “seno di Moncalvo” (SACCO, 1888; MONTRASIO *et alii*, 1968) o “Golfo pliocenico di Moncalvo” (DELA PIERRE *et alii*, 2003) (Fig. 3). Queste litologie si ritrovano nei rari cantoni estratti da questa formazione (Fig. 21).

3.- GEOCONSERVAZIONE DEGLI INFERNOT E DEGLI IPOGEI IN CONTESTI URBANI

Gli aspetti di valorizzazione del patrimonio degli infernot del Monferrato Casalese, non possono prescindere, oltre che dalla conoscenza della geologia e delle tipologie applicate dai cavatori dell’epoca, dalla

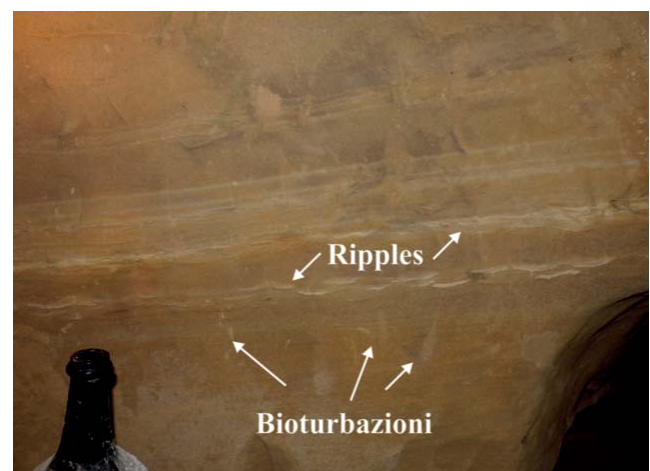


Fig. 20 - Fubine, Sabbie di Asti: strutture sedimentarie nell’infernot Langosco (anno 1791).
- Fubine, Sabbie di Asti Fm.: sedimentary structures in the Langosco’s infernot (year 1791).



Arenarie bioturbate



Arenarie fossilifere

Fig. 21- Grazzano Badoglio, Sabbie di Asti: cantoni in arenarie fossilifere e bioturbate.
- Grazzano Badoglio, Sabbie di Asti Fm.: cantoni in fossiliferous and burrowed sandstones.

loro caratterizzazione geomeccanica e geostrutturale.

Oltre alle geometrie ed agli stili di deformazione fragile che interessano i substrati rocciosi dei vari paesi della zona studiata, va considerata anche la possibile permeabilità degli strati, delle alternanze litologiche e dei depositi superficiali.

Molti infernot o vuoti ipogei furono scavati sotto gli edifici e le strade pubbliche, in quanto, in passato, i confini catastali non rappresentavano limiti di proprietà anche nel sottosuolo.

Spesso si sono osservate, infatti, interazioni negative tra la stabilità degli infernot e più in generale di vuoti ipogei artificiali (cave di Cantoni, cisterne, pozzi, ecc.), causate dalla modifica delle condizioni di protezione da infiltrazioni e delle caratteristiche geostatiche al contorno.

Le cause principali di perdita di stabilità e compattezza, spesso accompagnate da indizi e segnali premonitori, possono dipendere da interventi antropici vicino alle strutture (scavi, vibrazioni, posa di sottoservizi, pozzi abbandonati o mancanza di controllo delle acque meteoriche). Altre cause principali possono essere apparati radicali inseriti nei giunti rocciosi oppure interventi di ristrutturazione dei fabbricati soprastanti con tecniche “moderne” (uso di strutture di cemento armato) o transito di mezzi pesanti (se i vuoti sono posizionati al di sotto o vicino alla sede stradale).

Inoltre, alla luce delle modifiche climatiche in corso, uno dei principali aspetti da considerare, potrebbe essere rappresentato dalle alternanze di pe-

riodi di siccità e di periodi di intenso gelo o intense precipitazioni, come avvenuto negli ultimi anni in Piemonte. L'accentuazione di eventi estremi può concorrere ad alterare più velocemente i materiali geologici nei quali sono scavati i vuoti.

Sono stati osservati, per esempio, infernot posti pochi metri al di sotto del piano campagna, che risentono dell'aridità e dello sbalzo termico, prodotto dall'insolazione estiva. Quest'ultima è talora accentuata dalla presenza di impianti di riscaldamento o climatizzazione, che tendono ad abbassare l'umidità e a formare fessure da disseccamento negli strati di marna argillosa.

Al fine di classificare, dal punto di vista della qualità geostatica ogni infernot o, più in generale ogni vuoto ipogeo antropico, sarebbe utile una scheda classificativa, basata su tre gradi di gravità delle criticità, che tiene in conto dei vari aspetti geologici geomeccanici litostratigrafici e delle condizioni di criticità riscontrabili. Essa, associata al disciplinare di riconoscimento dei singoli infernot, potrebbe costituire l'elemento identificativo di ogni singolo ipogeo, da verificare ed aggiornare periodicamente, ai fini della sua geoconservazione.

3.1.- RILIEVI DEI VUOTI MINERARI E PROGETTI DI VALORIZZAZIONE DI CAVE DISMESSE

Molte ex cave di Pietra da Cantoni (Fig. 22), che nel passato avevano significato economico di rilievo, non sono più accessibili e visitabili in condizioni di sicu-

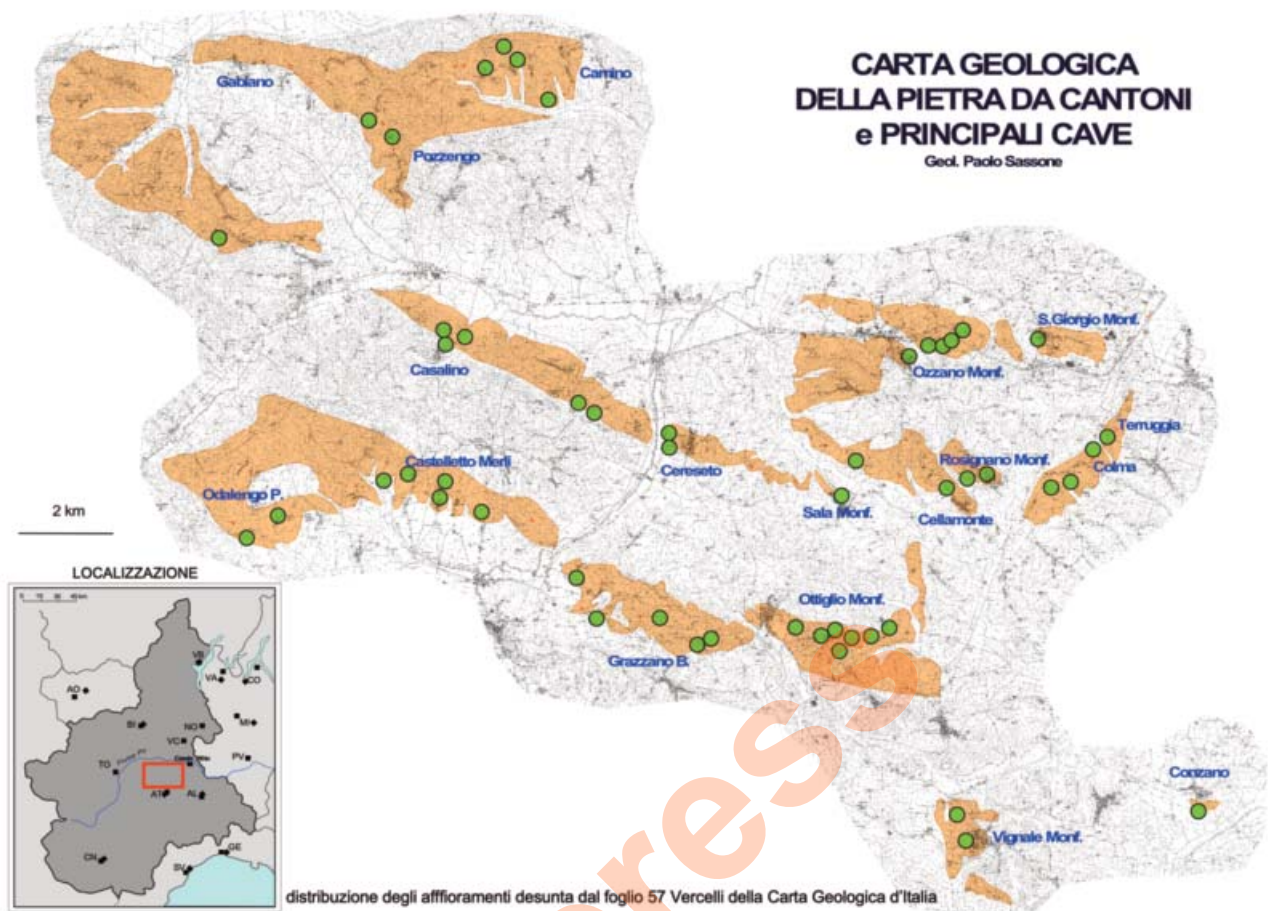


Fig. 22 - Area di affioramento della Pietra da Cantoni e principali cave.
- Outcrop area of Pietra da Cantoni and main quarries.

rezza. Nel 2005 è stata proposta (SASSONE, 2005) l'esecuzione di uno studio di fattibilità per la valorizzazione di una delle ex cave di Pietra da Cantoni, a scopi turistici, didattici e culturali (VIOLANTI *et alii*, 2008).

Dopo una difficile scelta tra i vuoti ipogei rilevati (Figg. 23, 24, 25) che meglio si prestavano a tale scopo (SASSONE & NATTA, 2008), si era ritenuto che la ex Cava Angelino (Figg. 24, 25, 26, 27, 28) potesse essere candidata per un'analisi geologica e di fattibilità più approfondita, vista la sufficiente qualità geostatica dell'ammasso roccioso.

La mancanza di accordi definitivi con la proprietà, pur disposta a una cessione all'Ente pubblico, la carenza di fondi e il necessario dinamismo organizzativo e gestionale hanno sinora rinviato tale scelta. Resta aperta la possibilità di ricavare risorse idonee, ove le condizioni geostatiche non siano mutate, nell'ambito dei numerosi programmi di finanziamento per il turismo e l'ambiente, alla luce del

recente riconoscimento Unesco per il Monferrato degli Infernot.

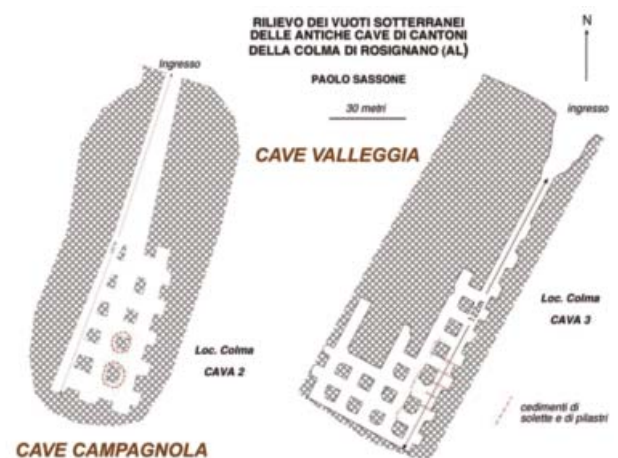


Fig. 23 - Planimetria Cave Campagnola e Valleggia alla Colma di Rosignano.
- Campagnola Quarry and Valleggia Quarry Maps, Colma di Rosignano.

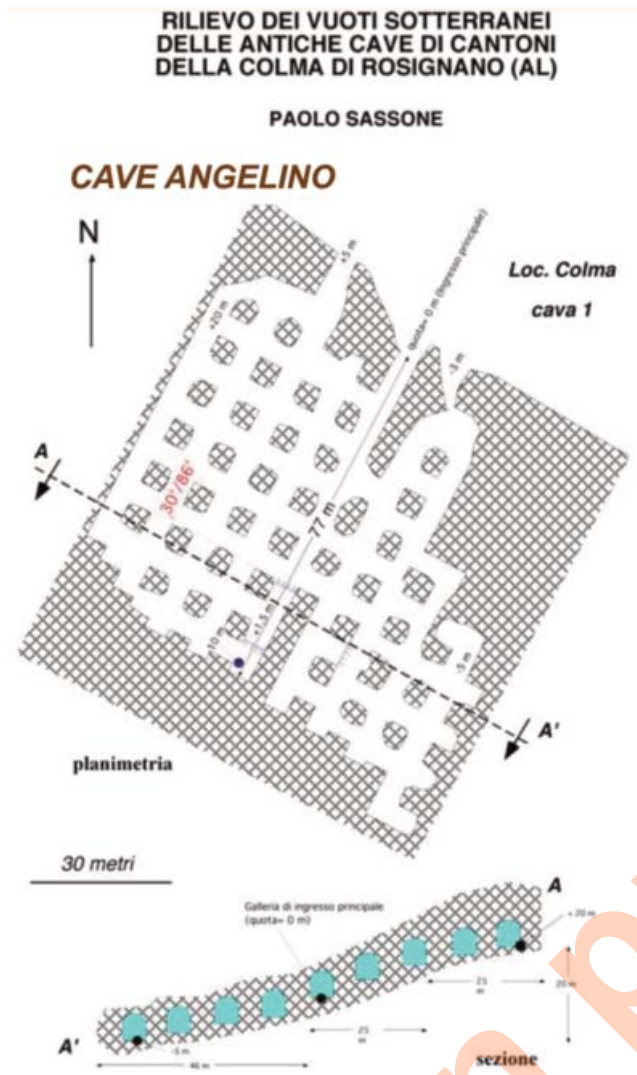


Fig. 24- Cave Angelino alla Colma di Rosignano.
- Angelino Quarry Map, Colma di Rosignano.

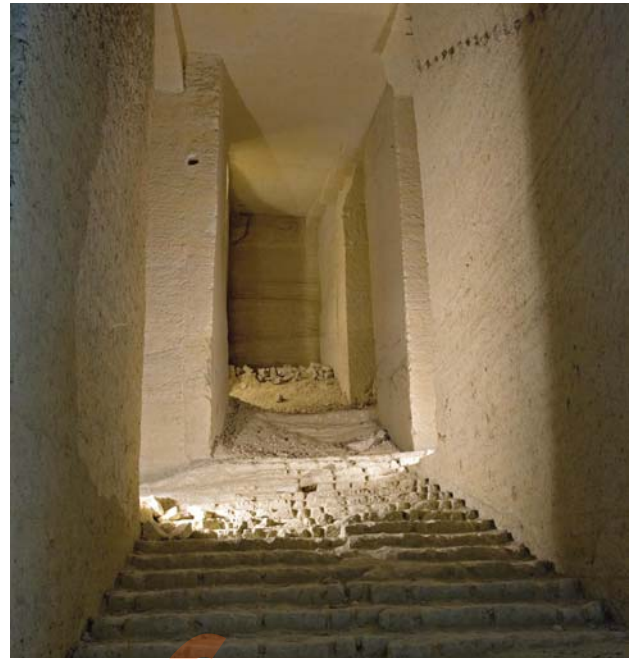


Fig. 26 - Cave Angelino, Colma di Rosignano M. (www.amisdllacurma.it).
- Angelino Quarry, Colma di Rosignano M. (www.amisdllacurma.it).



Fig. 27 - Cave Angelino, Colma di Rosignano M. (www.amisdllacurma.it).
- Angelino Quarry, Colma di Rosignano M. (www.amisdllacurma.it).

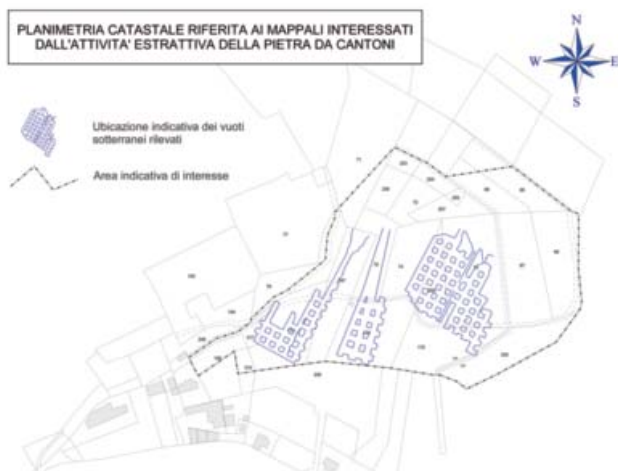


Fig. 25 - Rilievo catastale delle cave Campagnola, Valleggia e Angelino (Colma di Rosignano M.).
- Campagnola, Valleggia e Angelino quarries on cadastral map (Colma di Rosignano M.).



Fig. 28 - Esempio di crollo di soletta in ex cava di Pietra da Cantoni.
- Underground tunnel cburning in a Pietra da Cantoni quarry.

3.2.- AZIONI DI CENSIMENTO DELLE CAVE

Un primo rilievo delle cave è stato eseguito da uno degli autori (PS) nel corso degli Anni 2000, per conto dell'Ecomuseo della Pietra da Cantoni. Il rilievo ha permesso di individuare i principali bacini estrattivi di cava per cantoni, localmente evolutisi in punti di estrazione industriale di marna da cemento (cave di Ottiglio-Moleto, Cava di Ozzano Monf., Cava Diole, Cava del Castello della Colma, nota in letteratura come Villa San Bartolomeo, ecc) da miscelare alle marne eoceniche della Formazione di Casale Monferrato, estratte nei bacini minerari di Ozzano, Rolasco, San Giorgio, Brusaschetto, Coniolo, Camino).

La cava di Moleto, nel comune di Ottiglio, che ha operato sino agli anni '90 per l'estrazione di marna cementizia, risulta il più esteso affioramento di Pietra da Cantoni. Oggi questa cava, di proprietà privata, è solo in parte osservabile, viste le condizioni di difficile accessibilità e sicurezza.

Nel complesso le cave riconosciute, da microcave a cave di grandi dimensioni, sono alcune decine per il solo ambito della core zone Unesco e un centinaio nella restante buffer zone o zona cuscinetto.

3.3.- PROPOSTE DI MONITORAGGIO

Ogni vuoto ipogeo analizzato, specie se pubblico, dovrebbe essere oggetto di una valutazione periodica delle condizioni di conservazione e di sicurezza geostatica. Il proprietario dovrebbe tenere in perfetto stato di conservazione questi siti di pregio e di grande valore storico architettonico. In casi di rilievo, possono essere necessarie anche analisi specialistiche, se la situazione maggiormente critica deriva da uno o più fattori di possibile compromissione.

L'esigenza di una maggiore attenzione alla geoconservazione è infatti proporzionale all'importanza del bene ipogeo, alla sua dimensione e articolazione, in rapporto al suo contorno e all'esposizione delle persone interessate all'uso, alla fruizione o operanti nelle vicinanze.

3.4.- INTERVENTI SU SITUAZIONI DI CRITICITÀ GEOSTATICA

Anche se sono preponderanti i casi di vuoti ipogei con minime o scarse criticità geostatiche o di geoconservazione, si sono osservati alcuni casi di degrado geostatico dovuto a infiltrazioni, alterazione delle condizioni di umidità, errati interventi di consolidamento, manutenzione o drenaggio. Oltre alle azioni di prevenzione, si suggerisce di non modificare le condizioni al contorno del vuoto ipogeo e di monitorare al suo interno la costante condizione di temperatura e umidità, con ausilio di un semplice termometro ed idrometro. In tal modo sarà più agevole verificare gli sbalzi estate/inverno e capire se occorre migliorare la protezione dei varchi di accesso o ridurre gli elementi alteranti (faretti accesi, eccessivo pubblico, eccessive vibrazioni o sbalzi di ventilazione ...).

In alcuni casi osservati di fratturazione della soletta (Fig. 29), le soluzioni adottate dagli antichi ca-

	Cave Valleggia	Cave Campagnola	Cave Angelino
Superficie lorda (m²)	2677	2554	5936
Superficie netta (m²)	2378	2359	4655
Altezza camere (m)	5	5	5
Volume Totale (m³)	11890	11795	23275

Fig. 29 - Stima dei volumi estratti dalle cave della Colma di Rosignano Monf.
- Estimated amount of stone (cubic meters) quarried from the Colma area.

vatori erano la conformazione ad arco a tutto sesto dei voltini degli infernot e, quando non fosse sufficiente, l'impiego di centine o fodere in mattoni pieni a forma di arco, in modo da contrastare possibili cedimenti. In questo caso, anche se gli infernot hanno subito interventi che ne hanno alterato il primario assetto e standard costruttivo, sono stati usati artifici accettabili per la loro conservazione e sicurezza.

Meno accettabili sono, invece, quegli interventi dove pavimentazioni o cementazioni non idonee,

mancanza di drenaggi o di predisposizioni contro le infiltrazioni, oltre che consolidamenti eccessivamente invasivi, alterano le caratteristiche originarie del vuoto, sino ad artificializzarlo definitivamente.

3.5.- RINVENIMENTI E RISCOPERTE RECENTI: LA GHIACCIAIA DI SALA MONFERRATO

La ghiacciaia comunale di Sala Monf. (Fig. 30a-b), recentemente perfettamente recuperata, è sita al di sotto dello scalone che collega il pianterreno con il primo piano del palazzo comunale; all'epoca di costruzione (1861) la ghiacciaia era posta al di sotto degli ex locali del macello.

La particolarità dell'opera (circa 150 m³ di scavo, con un diametro medio di 5 m e pari altezza) è che dispone, oltre che del vano ipogeo scavato nella Pietra da Cantoni, anche di un condotto di scarico sottostante. In corso d'opera, la lunghezza della galleria di scolo venne aumentata, per inconvenienti esecutivi, dai 40 m preventivati a 70 m, tanto che ancora oggi non se ne conosce esattamente la posizione e lo sbocco.

Tale rinvenimento rappresenta solo uno dei tanti ipogei artificiali posti nel contesto urbano, ancora da riscoprire e rivalutare. Molti nuclei urbani medioevali erano infatti storicamente dotati di grandi cisterne per la raccolta di acque meteoriche; tra queste si possono segnalare le grandi cisterne site nella piazza del Santuario di Crea (Sito Unesco) e quella segnalata sotto la piazza di Via Roma nel comune di Rosignano Monf..

4.- CONCLUSIONI

In conclusione, il presente lavoro evidenzia l'interesse geologico e paleontologico, oltre che storico e culturale, delle cavità ipogee artificiali del Monferrato Casalese, quali gli infernot, piccoli vani senza luce e aerazione, spesso con particolari architettonici di pregio, ghiacciaie ecc. e le numerose cave dismesse, retaggio dell'estrazione di Pietra da Cantoni, attività che aveva una notevole importanza economica nella zona.

I risultati salienti della ricerca possono essere così sintetizzati:

- La conferma dell'articolazione degli infernot entro più formazioni rocciose di età e caratteri sedimentologici differenti, dai conglomerati passanti a marne della Fm. di Cardona (Oligocene), ai calcari marnosi, localmente glauconitici e con livelli a rodoliti, della Pietra da Cantoni (Burdigaliano-Langhiano), fino alle arenarie nelle Argille Azzurre e delle Sabbie di Asti (Pliocene).

- Le recenti riscoperte e il ripristino di strutture ipogee, sia infernot che legate ad altre attività antropiche, quali ghiacciaie, tini di fermentazione e pozzi con i loro condotti di accesso in sotterranea. L'ampliamento del numero noto di cavità artificiali appare collegato anche all'attività di ricerca e di divulgazione alla base del presente studio, che vuole contribuire alla ripresa di interesse per questo patrimonio tradizionale della regione, realtà geoturistica riconosciuta con l'inserimento nel sito Unesco Langhe-Roero e Monferrato (2014).



Fig. 30a-b - Nuove acquisizioni di ipogei scavati nella Pietra da Cantoni: la ghiacciaia di Sala Monf.

- *New discovered underground chamber in the Pietra da Cantoni: the Ice Room of Sala Monf.*

- La necessità, per gli enti preposti alla tutela del territorio, di recepire e attuare le proposte di censimento delle strutture ipogee (infernot, cave ecc.), tenendo presenti, oltre ai parametri morfologici e architettonici, anche la loro caratterizzazione geomeccanica e geostrutturale, in modo da evidenziare le condizioni di criticità riscontrabili e i loro diversi gradi.

- L'analisi dei fattori che possono incidere sulla perdita di stabilità delle strutture ipogee, in particolare di infernot, e del loro contorno (infiltrazioni di acque o di apparati radicali, scavi, vibrazioni, interventi di ristrutturazione con tecniche non idonee, sbalzi climatici ecc.), delle possibili azioni di prevenzione e di intervento in casi di degrado geostatico.

- La proposta di aggiornamento e attuazione del rilievo dei vuoti minerari, del monitoraggio delle cave dismesse e del progetto di valorizzazione di almeno una cava in sotterranea, ai fini di una sua fruizione turistica e culturale. Si auspica che il riconoscimento dell'area nel Sito Unesco e l'impegno degli enti locali possa consentire l'accesso ai finanziamenti necessari per l'attuazione di questo progetto.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino per aver permesso le riprese fotografiche dei residui a foraminiferi, utilizzando lo stereomicroscopio Leica DFC290HD, programma LAS V4.10.

BIBLIOGRAFIA

- ANGELINI G. & ANGELINO A. (2005) - *Infernot di cosa si parla?* In: CELORIA I. & CERESA P. (Curatori), *Infernot Forme ed espressioni scavate nella Pietra da Cantoni*. Ecomuseo della Pietra da Cantoni, Cella Monte, 12-15.
- BICCHI E., DELA PIERRE F., FERRERO E., MAIA F., NEGRI A., PIRINI RADDRIZZANI C., RADDRIZZANI S. & VALLERI G. (2007) - *Evolution of the Miocene Carbonate Shelf of Monferrato (North-western Italy)*. Boll. Soc. Paleont. It., **45** (2006), 171-194.
- BIGI G., CASTELLARIN A., COLI M., DAL PIAZ G.V., SARTORI R., SCANDONE P. & VAI G.B. (1990) - *Structural model of Italy, scale 1:500.000, sheet 1.*, C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica, SELCA Firenze.
- BONSIGNORE G., BORTOLAMI G., ELTER G., MONTRASIO A., PETRUCCI F., RAGNI U., SACCHI R., STURANI C. & ZANELLA E. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, F.56-57, Torino-Vercelli*. 96 pp., Roma.
- BONI A. & CASNEDI R. (1970) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, F.69-70, Asti-Alessandria*. 64 pp., Ercolano (NA).
- CASTELLI A. & ROGGERO D. (2001) - *Il Duomo di Casale Monferrato*. Fondazione S. Evasio Editrice, Casale Monferrato, 270 pp.
- CERESA P. (2005) - *Infernot a confronto* - In: CELORIA I. & CERESA P. (Curatori), *Infernot Forme ed espressioni scavate nella Pietra da Cantoni*. Ecomuseo della Pietra da Cantoni, Cella Monte, 18-26.
- CLARI P., PROTO DECIMA F., RICCI B. & SAMPÒ M. (1987) - *Facies di piattaforma nell'Oligocene medio del Monferrato*. Boll. Soc. Paleont. It., **26**, 109-118.
- CLARI P., DELA PIERRE F., NOVARETTI A. & TIMPANELLI M. (1994) - *La successione Oligo-Miocenica del Monferrato occidentale: Confronti e relazioni con il Monferrato orientale e la Collina di Torino*. Atti Tic. Sc. Terra, S. spec. 1, 191-203.
- CLARI P., DELA PIERRE F., NOVARETTI A. & TIMPANELLI M. (1995) - *Late Oligocene-Miocene sedimentary evolution of the critical Alps/Apennines junction: The Monferrato area, Northwestern Italy*. Ter. Nov., **7**, 144-152.
- COLETTI G., BASSO D., FRIXA A. & CORSELLI C. (2015) - *Transported rhodoliths witness the lost carbonate factory: a case history from the Miocene Pietra da Cantoni Limestones (NW Italy)*. Riv. It. Pal. Strat., **121**, 345-368.
- LONGO C., BRUSASCO M. & FIORI D. (2015) - *Capolavori del Monferrato - Gli infernot di Fubine, Fotografie di Rickus L.J., a cura del Comune di Fubine*, Ed. Wolf-Gregor Pazurek, Litografia Viscardi, Alessandria.
- CORREGGIA F. (2017) - *Alla scoperta del romanico astigiano. Monferrato, Chierese, colline del Po e Langa astigiana: itinerari tra arte e natura*. Edizioni del Capricorno, Torino, 300 pp.
- D'ATRI A., DELA PIERRE F., FESTA A., GELATI R., GNACCOLINI M., PIANA F., CLARI P. & POLINO R. (2002) - *Tettonica e sedimentazione nel "Retroforeland Alpino"*. Escursione post-Riunione, 81^a Riun. Est. Soc. Geol. Ital. 115 pp.
- DE ALESSANDRI G. (1897) - *La Pietra da Cantoni di Rosignano e Vignale. Studi stratigrafici e paleontologici*. Mem. Soc. It. Sc. Nat. Mus. Civ. St. Nat. Milano, **6** (1), 1-98.
- DELA PIERRE F., PIANA F. & BICCHI E. (1998) - *Rapporti tra tettonica e sedimentazione nella successione oligo-miocenica del Monferrato orientale*. Giorn. Geol., **60**, 34-35.
- DELA PIERRE F., PIANA F., FIORASO G., BOANO P., BICCHI E., FORNO M.G., VIOLANTI D., BALESTRO G., CLARI P., D'ATRI A., DE LUCA D., MORELLI M. & RUFFINI R. (2003) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 157 Trino*, 147 pp., Arpa & APAT, Litografia Geda, Nichelino (TO).
- FERRERO E. & PAVIA G. (1996) - *La successione marina pre-villafranchiana*. In: CARRARO F. (Ed.) *Revisione del Villafranchiano nell'area tipo di Villafranca d'Asti*. II Quatern., **9** (1), 36-38.

- FRIXA A. (2009) - *La Terra e il Mare, cenni di geologia monferrina*. In: Belvedere il Monferrato, Ecomuseo della Pietra da Cantoni, Ed. Il Monferrato, Casale Monf. (AL), 16-23.
- FORESTO E., PANSECCHI V. & ZAVATTARO G. (2002) - *Uomini di Miniera, La Calce e il cemento in Ozzano dai Sosso ai tempi nostri*, seconda edizione, a cura di OperO, Distribuzioni Grafiche s.p.a. Villanova Monferrato (AL), 278 pp.
- FORESTO E., FRIXA A., LUSONA C. & CHIESA M. (2011) - *L'industria della Calce e del Cemento in Ozzano*, 272 pp, a cura di OperO, La Terra Promessa SCRL, 272 pp.
- GHIELMI M., ROGLEDI S., VIGNA B. & VIOLANTI D. (2019) - *La successione Messiniana e Plio-Pleistocenica del Bacino di Savigliano (Settore Occidentale del Bacino Terziario Piemontese - Italia)*. Geol. Insubr., **13**, 1, 1-141-
- GIORCELLI G. (2019) - *Calce, Cemento e Laterizi a ovest di Casale Monferrato dal 1800 al 200 e oltre*, a cura della Compagnia della Polvere di Pontestura e del Comune di Pontestura, maggio 2019, Digital Team s.r.l. Fano (PU), 282 pp.
- LONGO C., BRUSASCO M. & FIORI D. (2015) - *Capolavori del Monferrato - Gli infernot di Fubine, Fotografie di Rickus L.J.*, a cura del Comune di Fubine, Ed. Wolf-Gregor Pazurek, Litografia Viscardi, Alessandria, 96 pp.
- MONTRASIO A., PREMOLI SILVA I. & RAGNI U. (1968) - *Osservazioni geologico-stratigrafiche sulla regione compresa tra Casale Monferrato, Vignale, Alfiano Natta e Gabiano*. Boll. Soc. Geol. It., **87** (4), 581-609.
- PAVIA G., BORTOLAMI G. & DAMARCO P. (2004) - *Censimento dei Geositi del settore regionale Collina di Torino e Monferrato*. Piemonte Parchi Regione Piemonte, Quad. Sc. **5**, 146 pp.
- PICCINI C. (2005) - *Infernot. Geologia di una tradizione monferrina*. In: CELORIA I. & CERESA P. (Curatori), Infernot Forme ed espressioni scavate nella Pietra da Cantoni. Ecomuseo della Pietra da Cantoni, Cella Monte, 27-30.
- POLINO R., CLARI P., CRISPINI L., D'ATRI A., DELA PIERRE F., NOVARETTI A., PIANA F., RUFFINI R. & TAMPANELLI M. (1995) - *Relazioni tra zone di taglio crostali e bacini sedimentari: l'esempio della giunzione alpino-appenninica durante il Terziario. Guida all'escursione in Monferrato e nella zona Sestri-Voltaggio*. In: POLINO R. & SACCHI R. (Eds.), Atti Conv. Rapporti Alpi-Appennino. Acc. Naz. Sci., Sc. Doc., **14**, 531-593.
- SACCO F. (1888) - *Il seno terziario di Moncalvo*. Atti R. Acc. Sc. Torino, **24**, 562-575.
- SACCO F. (1889-1990) - *Il Bacino terziario e quaternario del Piemonte*. Atti Soc. It. Sc. Nat., 31-32, 135-281, 289-398, 331-390.
- SACCO F. (1935) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000, Fogli di Torino, Vercelli, Mortara, Carmagnola, Asti, Alessandria, Cuneo, Ceva, Genova N. e Voghera O, costituenti il Bacino terziario del Piemonte*. Minist. Corpor., R. Uff. Geol.; Roma, 85 pp.
- SASSONE P. (2005) - *La "Pietra da Cantoni" del Monferrato Casalese (AL): ipotesi di ripresa produttiva per la conservazione della tradizione edilizia locale*. GEAM, **115**, 15-24.
- SASSONE P. & NATTA C. (2008) - *Vuoti sconosciuti nella Pietra da Cantoni del Casalese: riscoperta e prospettive*. GEAM, **124**, 77-84.
- SCHÜTTENHELM R.T.E. (1976) - *History of modes of Miocene carbonate deposition in the interior of the Piedmont Basin, NW Italy*. Utrecht Micropaleont. Bull., **14**, 1-207.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, F.57 Vercelli, II edizione*. Roma. Poligrafica & Cartevalori, Polignano (NA).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, F.58 Mortara, II Edizione*. Roma. Poligrafica & Cartevalori, Ercolano (NA).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1970) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, F.69 Asti, II Edizione*. Roma. E.I.R.A. Firenze Reparto riproduzione e stampa.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2003) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 157 Trino*. Arpa & APAT, Litografia Geda, Nichelino (TO).
- SIMONE L. & CARANNANTE G. (1988) - *The fate of foramol ("temperate-type") carbonate platforms*. Sedimentary Geology, **60**, 347-354.
- TAMPANELLI M. (2003) - *La Pietra da Cantoni del Monferrato Casalese: salvaguardia e valorizzazione di un patrimonio scientifico, storico e culturale*. GEAM, **110**, 17-25.
- VANNUCCI G., PIAZZA M., FRAVEGA P. & ABATE C. (1996) - *Litostratigrafia e paleoecologia di successioni a rodoliti della "Pietra da Cantoni" (Monferrato orientale, Italia Nord-Occidentale)*. Atti Soc. Tosc. Cci. Nat. Mem., S. A, **103**, 69-86.
- VIOLANTI D. (2005) - *Pliocene Foraminifera of Piedmont (north-western Italy): a synthesis of recent data*. Ann. Univ. St. Ferrara - Mus. Sc. Nat., Vol. Spec. 2005, 75-88.
- VIOLANTI D., MARTINETTO E. & PAVIA M. (2003) - *Giornate di Paleontologia 2003, Alessandria 22-25 maggio. Guida alle escursioni (24-25 maggio)*. 2a edizione, Dip. Sc. Terra, Torino, 59 pp.
- VIOLANTI D., FRIXA A., NATTA C., SASSONE P. & TRENKWALDER S. (2008) - *Geologia e micropaleontologia della "Pietra da Cantoni" nel Monferrato Casalese (Piemonte, Italia NW): Esperienze di divulgazione, turismo culturale e tutela del territorio*. Giornate di Paleontologia, Siena 9-13 settembre 2008, Riass., **113**.

SITOGRAFIA

- www.amisdlaicura.it (accesso 20/02/2020).
- www.ecomuseopietracantoni.it (accesso 20/02/2020).
- <http://www.isprambiente.gov.it/it/cartografia/carte-geologiche-e-geotematiche/carta-geologica-alla-scala-1-a-100000> (accesso 20/02/2020).
- www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale (accesso 20/2/2020).
- <http://www.comune.treville.al.it>