

ALMA MATER STUDIORUM A.D. 1088
UNIVERSITA' DI BOLOGNA

SCUOLA DI SCIENZE

Corso di Laurea in Scienze Geologiche

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali

Relazione di Laurea

Titolo:

Idrogeologia e geomorfologia dell'area carsica Buca di
Ronzana, Dolina dell'Inferno e Farneto

Candidato:

Luca Grandi

Relatore:

Prof. JoHilaire Agnes De Waele

Correlatore:

Dott.sa Ilenia Maria D'Angeli

Sessione di Ottobre 2016
Anno Accademico 2015-2016

INDICE

| | |
|---|--------|
| 1. Introduzione | Pag. 1 |
| 2. Inquadramento geologico | 1 |
| 2.1 Ubicazione dell'area | 1 |
| 2.2 Geologia dell'area | 1 |
| 2.3 Formazione Gessoso-Solfifera | 2 |
| 2.4 Carsismo nei Gessi Bolognesi | 3 |
| 3. Studi idrogeologici passati | 4 |
| 3.1 L'esperimento di Fantini del 1959 | 4 |
| 3.2 Le colorazioni di Casali del 1972 | 5 |
| 3.3 Le colorazioni del GSB-USB del 1980 | 6 |
| 3.4 Teorie idrogeologiche recenti | 6 |
| 4. Descrizione dei sistemi carsici | 8 |
| 4.1 Sistema Buca di Ronzana-Grotta del Farneto | 8 |
| 4.2 Sistema Grotta Coralupi-Grotta Nuova | 12 |
| 4.3 Sistema Dolina dell'Inferno-Risorgente di Ca' Masetti | 13 |
| 4.4 Dolina della Goibola | 14 |
| 5. Metodi | 14 |
| 6. Risultati | 16 |
| 6.1 Esito della colorazione | 16 |
| 6.2 Interpretazioni | 18 |
| 7. Conclusioni | 19 |
| Bibliografia | 21 |
| Appendici | 22 |

1. Introduzione

La recente scoperta da parte del Gruppo Speleologico Bolognese – Unione Speleologica Bolognese (GSB - USB) di un importante torrente attivo sotterraneo totalmente inesplorato, all'interno del Sistema Grotta del Partigiano – Grotta dei Modenesi, nell'area carsica compresa tra i torrenti Zena e Idice, ha creato un nuovo interrogativo nella già complessa situazione idrogeologica della zona; complessità che ha sfavorito da sempre l'effettuazione di studi geologici e idrogeologici, rappresentati unicamente dalla colorazione di L. Fantini del 1959, dalla campagna di colorazioni condotta da R. Casali dell'Unione Speleologica Bolognese (USB) nel 1972 e pochi altri.

Una serie di indagini geomorfologiche, idrogeologiche e geologico-strutturali, effettuate tra la fine del 2015 e il 2016, hanno portato alla risoluzione di parte di questi interrogativi, facendo anche chiarezza sui metodi per comprendere sempre di più a proposito degli acquiferi posizionati a est della Grotta del Farneto.

A tal proposito, questo lavoro si propone di:

- a) attribuire il nuovo collettore della Grotta dei Modenesi a uno dei quattro sistemi carsici della zona, tramite l'analisi geomorfologica superficiale e sotterranea e tramite nuova campagna di colorazioni con fluoresceina;
- b) ricercare e descrivere cavità, risorgenti e inghiottitoi attivi dell'area, in modo da pianificare in modo ottimale la colorazione e compilare il quadro della situazione attuale per eventuali colorazioni future;
- c) rielaborare lo schema idrogeologico dell'area sulla base dei nuovi risultati ottenuti.

2. Inquadramento geologico

2.1 Ubicazione dell'area

La zona presa in esame è compresa tra i torrenti Zena e Idice, nel basso Appennino bolognese, all'altezza degli abitati del Farneto e Castel de' Britti, nel comune di San Lazzaro di Savena (Appendice 1). Si presenta come un altopiano boscoso, nel cuore del Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa, la cui massima elevazione di 289 m è raggiunta sul versante settentrionale della Buca di Ronzana, mentre le quote minime si osservano a 85 m sul letto del torrente Zena e a 77 m sul letto del torrente Idice.

2.2 Geologia dell'area

L'area di studio è costituita prevalentemente da evaporiti e peliti della Formazione Gessoso-Solfifera di età messiniana, a contatto a sud con le marne argillose e siltose della Formazione del Termina e a nord con le argille della Formazione a Colombacci (Appendice 3).

La direzione principale della stratificazione è NO-SE, con immersione di 35° verso NE e si può notare una disposizione ad anticlinale, con una linea di cerniera di facile individuazione guardando verso NE dalla valle chiusa di Ronzana (Casali, 1972).

La presenza di banchi di evaporiti spessi fino a 30 m (Demaria & Dalmonte, 2012) ha influito notevolmente sulla morfologia epigea ed ipogea del sito: l'evidenza geomorfologica più caratteristica è la presenza di tre grandi depressioni di origine carsica:

la Buca di Ronzana, la Dolina dell'Inferno e la Dolina della Goibola. La prima non è altro che una valle cieca, al termine della quale viene inghiottito un esiguo corso d'acqua periodico, mentre per quanto riguarda le altre due forme, si tratta di doline a ciotola, con diametri fino a 500 m, originate da processi di soluzione normale. Se la Dolina della Goibola è costituita da un'unica grande conca, nel caso della Dolina dell'Inferno osserviamo invece una serie di doline secondarie contigue, unite a formare la depressione visibile dalla ricostruzione 3D di Google Earth (Fig. 1).

La quasi totale assenza di corsi d'acqua superficiale, eccezion fatta per i due torrenti principali (Zena e Idice), è anch'essa dovuta agli effetti del carsismo, che concentra nel sottosuolo la maggior parte del drenaggio, attraverso corsi d'acqua sotterranei solo parzialmente esplorati (ed esplorabili) dall'uomo.



Fig. 1: ricostruzione in 3D delle principali macroforme carsiche della zona (da Google Earth)

2.3 Formazione Gessoso-Solfifera

La Vena del Gesso, termine con cui viene indicata la Formazione Gessoso-Solfifera in Emilia-Romagna, è il principale corpo gessoso messiniano dell'Appennino, originalmente esteso per un centinaio di km in direzione assiale affiorante dal bolognese alla valle del Lamone con spessori massimi di 150-170 m (Ricci Lucchi, 1980).

La presenza di evaporiti affioranti in diverse parti della Catena appenninica è testimone di un evento che ha interessato gran parte del Bacino del Mediterraneo a partire da 6 Ma fa: la condizione necessaria affinché si depositino questi sali, infatti, è l'evaporazione dell'acqua marina. Si ipotizza quindi che per motivi tettonici, quali la chiusura dello Stretto di Gibilterra, o per abbassamento eustatico degli oceani, il solo apporto di acqua da parte del Nilo e dei grandi fiumi alpini non sia stato sufficiente a mantenere un bilancio idrico positivo e che il Mar Mediterraneo si sia di conseguenza disseccato.

Dagli esperimenti di Usiglio, sappiamo che facendo evaporare una colonna di acqua di mare, la percentuale di solfati sarebbe prossima al 7% in condizioni sperimentali (Borchert & Muir, 1964), e che quindi, considerando una profondità media del Mediterraneo di 1500 m, uno spessore di circa 10 m di gessi e anidriti, non corrisponde allo spessore dei banchi che si osservano in campagna: superiore ai 100 m.

Questo e l'intercalazione degli orizzonti gessosi ad interstrati d'argilla fa pensare ad una serie ripetuta di eventi evaporitici, in ambiente di sabkha, alternati a fasi di deposizione di sedimenti pelitici marini o paludosi, in condizioni eusiniche; la Vena del Gesso è costituita, nel suo depocentro, da 13-14 cicli di spessore variabile tra i 2 e i 30 m (Ricci Lucchi, 1980).

Il ciclo evaporitico completo consiste di 6 facies di cui la prima trasgressiva, le altre regressive: la trasgressione interrompeva il precedente ciclo evaporitico e instaurava condizioni lagunari eusiniche (facies 1), con fondo fangoso popolato da alghe cianofee, che fissavano CaCO_3 attorno ai loro filamenti (facies 2). Successivamente (facies 3) si aveva un lungo periodo di crescita indisturbata e continua dei tappeti algali accompagnata sempre a quella della selenite, con dimensione dei cristalli che si riduce verso l'alto (Ricci Lucchi, 1980). Le tre facies successive sono costituite dal gesso stesso rimaneggiato dal moto ondoso, da correnti fluviali o colate subaeree (Fig. 2).

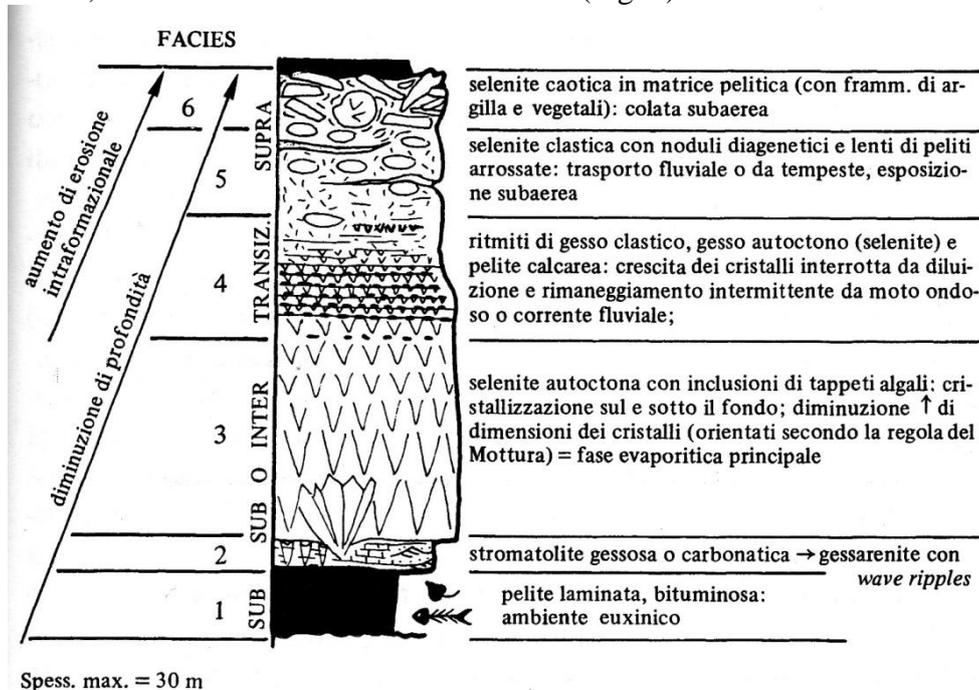


Fig. 2: stratigrafia di un ciclo base della Vena del Gesso (Ricci Lucchi, 1980)

2.4 Carsismo nei Gessi bolognesi

I fenomeni carsici nei gessi bolognesi sono stati tra i primi ad essere osservati e al presente figurano tra quelli maggiormente studiati al mondo (Demaria, 2011; De Waele et al., 2011), qui si trova infatti la grotta epigenica in gesso più sviluppata del mondo: il Sistema Acquafredda-Spipola, che supera gli 11 km di sviluppo.

Il paesaggio carsico tipico che si trova nel bolognese è caratterizzato da una serie di macroforme peculiari tra cui le valli cieche, le doline e le risorgenti.

L'evoluzione tipica di un'area carsica gessosa avviene durante il sollevamento dell'affioramento: i corsi d'acqua che scorrono nelle paleovalli incominciano ad infiltrarsi nei punti di debolezza della roccia evaporitica, formando cavità sotterranee, mentre a monte e a valle si formano valli cieche e risorgenti.

Le valli cieche sono incisioni fluviali che terminano con una contro pendenza al cui piede si trova un inghiottitoio (Madonia & Forti, 2009a); nel bolognese le principali sono la Valle Cieca dell'Acquafredda, la Buca di Ronzana e la Buca di Budriolo, i cui corsi d'acqua scorrono su un letto di rocce impermeabili della Formazione del Termina e costituiscono tre rispettivi sistemi ipogei, una volta inghiottiti al contatto con la Formazione Gessoso Solfifera.

A valle dell'affioramento gessoso si trovano le relative risorgenti dei sistemi carsici, morfologie decisamente meno sviluppate delle corrispondenti valli cieche.

Le altre macro-mesoforme largamente diffuse nella zona sono le doline, di forma a ciotola o vagamente imbutiformi, come la Dolina della Spipola e la Dolina della Goibola, oppure costituite dalla somma di numerose doline accostate, è il caso della Dolina dell'Inferno. Le principali raggiungono un diametro di 500 m e una profondità di 100 m, parte di queste presentano sul fondo un inghiottitoio attivo.

Tra le microforme più diffuse, le più spettacolari sono le candele: forme largamente diffuse nel Parco dei Gessi Bolognesi, si tratta di profondi solchi lunghi anche 30 m originati da flussi d'acqua concentrati ad alta energia, lungo pareti o pozzi verticali (Madonia & Forti, 2009a), prevalentemente nel gesso macrocristallino.

Al contrario i karren e le piccole forme, più rare che nei calcari, sono solite formarsi nei gessi microcristallini (Madonia & Forti, 2009a).

Il carsismo ipogeo nei gessi è influenzato, oltre che dall'alta solubilità della roccia (circa 2,5 mg/l), dalla presenza di poche rade fratture, in cui l'acqua si infiltra concentrando tutta l'azione dissolutiva ed erosiva, nulla invece in tutte le altre porzioni dell'ammasso roccioso. Per questo motivo il controllo strutturale sulle gallerie è sempre evidente in modo molto più marcato che nelle grotte in calcare.

A causa di queste prerogative, le strutture dei sistemi carsici nei gessi sono a primario dominante, con poche e importanti vie di drenaggio gerarchizzate; le grotte sono costituite da lunghi tratti di gallerie sub-orizzontali, raccordate da pozzi verticali (Madonia & Forti, 2009b).

Il tipico sistema a primario dominante è osservabile in quasi tutti gli acquiferi carsici del bolognese: è il caso del Torrente Acquafredda, dell'attivo della Grotta Calindri, della Risorgente di Castel de' Britti e dell'attivo della Grotta di fianco alla Chiesa di Gaibola.

L'anomalia si riscontra alla destra orografica del Torrente Zena, area presa in esame da questa tesi, in cui le colorazioni hanno portato ad individuare tre sistemi carsici paralleli, separati l'uno dall'altro, che recapitano allo stesso livello di base, a causa di complesse ragioni tettoniche.

Nonostante l'elevata solubilità del gesso, comunque, il maggiore effetto speleogenetico all'interno delle grotte bolognesi è senza dubbio quello prodotto dall'erosione (Demaria et al., 2012), che porta alla modellazione di canyon, pozzi cascata e laminatoi.

I canyon, di cui abbiamo spettacolari esempi nella Grotta Nuova e nella Grotta Calindri, sono il risultato dell'azione erosiva di un torrente ipogeo per raccordarsi con il livello di base, mentre i laminatoi, osservabili nel Sistema Acquafredda-Spipola e nella Grotta dei Modenesi, derivano dallo scorrimento di flussi d'acqua in interstrato.

3. Studi idrogeologici passati

Come già affermato in precedenza, l'inaccessibilità e la complessità geologica del luogo di studio hanno scoraggiato le indagini da parte degli studiosi, che hanno preferito concentrare le energie nell'adiacente zona carsica della Croara. Tuttavia in letteratura sono note tre colorazioni, sulla base delle quali è stato possibile redigere una mappa dei tracciati idrici sotterranei parziale.

3.1 L'esperimento di Fantini del 1959

Il primo ad interessarsi al problema idrogeologico dell'area carsica a monte della Grotta del Farneto è lo speleologo Luigi Fantini, fondatore del GSB, il quale nelle sue ricerche ed esplorazioni, aveva ipotizzato che l'unico punto di assorbimento capace di generare una risorgente fossile del calibro della Grotta del Farneto potesse essere solamente la valle

cieca di Ronzana. La colorazione che effettuò con successo G. Trebbi nel 1911 per verificare il collegamento tra l'inghiottitoio dell'Acquafredda e la risorgente in località Siberia (Valle del Savena) indusse Fantini ad effettuare un simile esperimento nel maggio del 1959, anche in questo caso con pieno successo, immettendo 1 kg di fluoresceina sodica nell'inghiottitoio della Buca di Ronzana, aspettandosi che questa fuoriuscisse dal Fontanazzo, ovvero la risorgente attiva della Grotta del Farneto. Dopo circa 20 ore dall'immissione della fluoresceina, dallo sbocco della risorgente cominciò a fuoriuscire l'acqua colorata da un bel verde carico, che, a sua volta, unendosi all'acqua dello Zena, rese anch'essa colorata per due giorni, con grande meraviglia degli abitanti della zona (Fantini, 1966). Considerata una distanza in linea d'aria tra inghiottitoio e risorgente di 1200 m, si può calcolare una velocità dell'acqua di 60 m/h.

3.2 Le colorazioni di Casali del 1972

La cava attiva nella rupe gessosa accanto alla Grotta del Farneto portò alla luce un canyon sotterraneo, con tanto di torrente interno, esplorato dagli speleologi bolognesi per 553 m di sviluppo spaziale: la Grotta Nuova (o Pelagalli). La vicinanza di questa nuova grotta attiva con la risorgente del Fontanazzo e con il Torrente Zena ha subito creato un nuovo interrogativo riguardo alla rete idrogeologica nota fino a quel momento, a cui rispose Roberto Casali con una campagna di colorazioni eseguita negli anni '70 insieme con l'USB, utilizzando fluoresceina sodica come colorante e captori a carboni attivi.

Questa colorazione, a differenza dell'esperimento di Fantini, prese in considerazione tutti i corsi d'acqua epigei ed ipogei dell'altopiano carsico, l'obiettivo era infatti quello di confermare o smentire l'opinione comune che la risorgente del Fontanazzo del Farneto fosse l'unico grande collettore della zona.

Il primo ruscello attivo in cui venne gettata la fluoresceina fu quello della Grotta Novella, nella Dolina della Goibola, ma in nessuna delle tre sorgenti monitorate (Fontanazzo, Grotta Nuova e la vicina Ca' Masetti, poche centinaia di metri più a nord) si osservò un riscontro positivo. Perciò si poté ammettere che le acque raccolte dall'inghiottitoio di Goibola originano un corso ipogeo a sé stante, sfociante perciò molto probabilmente nel versante opposto, ossia quello interessato dal torrente Idice (Casali, 1972).

Successivamente furono colorate l'acqua inghiottita dalla Valle Cieca di Ronzana ed il torrente attivo della Grotta Coralupi, che diedero riscontro positivo rispettivamente nella risorgente del Fontanazzo e nel ruscello della Grotta Nuova, che risorgeva all'interno della cava. Infine si procedette a colorare l'acqua che corre sul fondo della Dolina dell'Inferno, ma questa non diede riscontro positivo in nessuna delle tre sorgenti prese in considerazione, il che sta ad indicare che nella Dolina dell'Inferno abbia inizio un percorso idrico sotterraneo del tutto indipendente dagli altri esaminati, la cui risorgente è ad oggi ignota.

Da questi dati fu possibile tracciare la linea spartiacque, che passa sul crinale est della Buca di Ronzana, sul crinale che separa la Dolina della Goibola dalla Buca di Ronzana e sul crinale che separa la Dolina della Goibola dalla Dolina dell'Inferno.

L'acqua segue quattro percorsi distinti, che possono essere così riassunti (Fig. 3):

- 1) Buca di Ronzana – Grotta del Farneto (livelli inferiori) – Fontanazzo – torrente Zena
- 2) Grotta Coralupi – Grotta Nuova – Risorgente della cava del Farneto – torrente Zena
- 3) Dolina della Goibola (Grotta Novella) – torrente Idice
- 4) Dolina dell'Inferno – è da escludere il torrente Zena nella zona considerata (Casali, 1972).

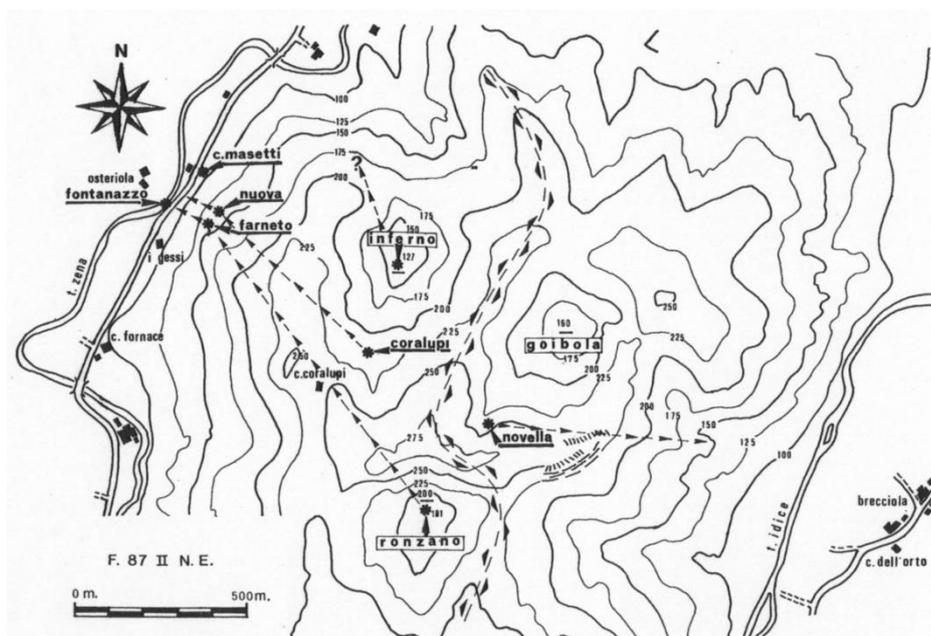


Fig. 3: rete idrologica ipogea disegnata da R. Casali nel 1972

3.3 Le colorazioni del GSB – USB del 1980

Nel 1980 una squadra del GSB – USB svolse una campagna di colorazioni nella Dolina dell'Inferno. In primo luogo furono immessi 10-20 g di fluoresceina nel corso d'acqua inghiottito dalla Grotta dell'Anemone Bianca, che proseguendo dal fondo di questa per condotte inaccessibili, fuoriuscì dal Buco dei Tre Fiumi, entrambi posti nella Dolina dell'Inferno a 100 m di distanza (Saporito, 1980).

In secondo luogo, dopo aver posizionato i captori nelle risorgenti in Val di Zena, vennero gettati 100-200 g di fluoresceina nel fondo della Dolina dell'Inferno, riscontrando tracce, molto deboli, di positività nelle risorgenti della Grotta Nuova e del Fontanaccio del Farneto (Saporito, 1980).

Questo dato costringerebbe ad una revisione dell'intero schema idrogeologico dell'area, ma l'assenza di sufficiente documentazione riguardo a questa colorazione, costituita da un breve articolo su Sottoterra n° 57, senza un adeguato approfondimento geologico e sui metodi impiegati, non consente di considerare i risultati ottenuti dati scientificamente affidabili.

3.4 Teorie idrogeologiche recenti

Basandosi sullo studio di R. Casali e sulle ipotesi formulate nell'ambiente speleologico, talvolta senza vere e proprie basi scientifiche, sono numerosi gli autori che hanno scritto riguardo alla rete idrogeologica dell'area del Farneto, riportando anche affermazioni discutibili o addirittura errate.

Asserire che le acque che cadono nella porzione inferiore della Dolina dell'Inferno si dirigono verso il Sistema Carsico Cioni-Ferro di Cavallo e fuoriescono alla Risorgente di Ca' Masetti (Demaria et al., 2012) è un'ipotesi molto accreditata: la posizione dei torrenti attivi, un'analisi delle quote, la direzione degli strati e la medesima facies gessosa in cui sono situati, sembrano confermarlo, ma si ricordi che la prova scientifica, che si può avere unicamente con la colorazione delle acque, non ha mai fornito esito positivo.

Considerando, però, la credibilità delle prove geologiche elencate, è più plausibile attribuire le cause dell'insuccesso ad un qualche inconveniente nelle colorazioni, operazione estremamente delicata, soprattutto in relazione alle difficoltà che impongono i luoghi esaminati. Resta quindi probabile che le acque della Dolina dell'Inferno risorgano a Ca' Masetti, ma rimane scientificamente poco prudente affermarlo con assoluta certezza. Simile è il caso delle acque della Grotta Novella, nella Dolina della Goibola, la cui colorazione non ha fornito riscontri positivi nelle tre risorgenti in Val di Zena: l'anticlinale blanda che deforma a grande scala l'intero affioramento sembra avallare l'ipotesi che si diriga verso il Torrente Idice, ma solo una nuova colorazione, utilizzando grande quantità di fluoresceina e captori, posti nelle acque del suddetto torrente, potrebbero confermarlo.

Basandosi su tutte queste ipotesi, presenti in numerosi testi ed articoli del settore e forse scambiate per dati scientifici reali, è stata compilata la nuova mappa idrologica proposta dalla Federazione Speleologica Emilia-Romagna (FSRER) (Fig. 4). In questa mappa sarebbe necessario precisare che il collegamento del fondo Dolina dell'Inferno con la Grotta Cioni e con la Risorgente di Ca' Masetti e il collegamento della Grotta Novella con il Torrente Idice sono del tutto teorici.

Discorso a parte va fatto per il Pozzo dei Modenesi (o Grotta dei Modenesi), le cui acque nel torrente attivo principale, noto al tempo, non erano mai state interessate da una campagna di colorazioni, in quanto al momento delle indagini del 1972 fu probabilmente esclusa a causa delle difficoltà di progressione, oppure a causa dell'effimero accesso della cavità, il quale periodicamente si occludeva impedendo agli speleologi di calarsi al suo interno.

Già da ciò si può dedurre che il tracciato disegnato in Fig. 4 sia del tutto ipotetico, ma considerando che l'acqua nel Ramo del Camino Stalin (Grotta dei Modenesi), da cui parte il tratteggio blu nell'immagine, scorre da NE a SO, ovvero in direzione diametralmente opposta a quella indicata in figura, è difficile credere nella veridicità della figura.

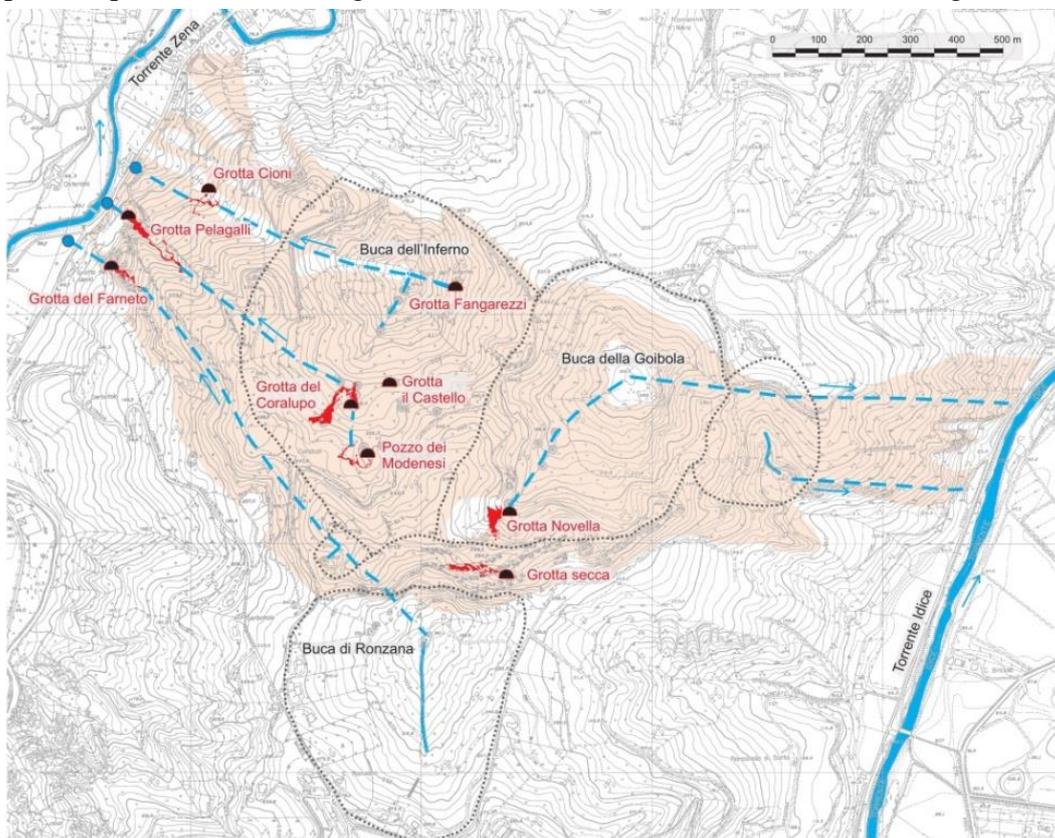


Fig. 4: mappa idrologica proposta dalla FSRER

4. Descrizione dei sistemi carsici

L'indagine geomorfologica, geostrutturale e stratigrafica delle cavità, corredate dai relativi rilievi topografici sono la base per la pianificazione di uno studio idrogeologico. Prima della colorazione di maggio 2016 sono state ricercate tutte le cavità attive dell'area e analizzate mediante la lettura delle relazioni degli speleologi, oppure tramite l'osservazione diretta durante le esplorazioni svolte con il GSB – USB.

Di seguito si descrivono i quattro (certi o probabili) sistemi carsici e ogni cavità attiva nota da cui sono costituiti.

4.1 Sistema Buca di Ronzana – Grotta del Farneto

Si tratta del collettore principale della zona, per lunghezza del percorso sotterraneo, per sviluppo totale delle cavità note (oltre 2 km) e importanza storica delle stesse, nonché per portata del corso d'acqua e per volume degli ambienti attraversati.

Il punto di assorbimento più a monte del sistema è rappresentato dalla Valle Cieca di Ronzana, che inghiotte un corso d'acqua nuovamente visibile agli occhi degli speleologi nella Grotta dei Modenesi, circa 500 m a valle. In seguito scorre al di sotto della Grotta del Farneto e della sua ex-risorgente del Fontanazzo ed infine sfocia in Zena, in linea d'aria a 1,2 km dall'inghiottitoio (Appendice 4).

a) *Buca di Ronzana*: Si tratta di una valle cieca solcata da un corso d'acqua periodico senza nome, i cui periodi di massima portata sono l'inverno e la primavera, con scorrimento notevole dopo precipitazioni eccezionali, mentre in estate si riduce fino a spegnersi totalmente nei momenti più siccitosi. Il ruscello, che scorre sulle Marne del Termina, non è inghiottito da una frattura in parete, come è tipico vedere nelle valli cieche dei massicci calcarei, bensì si infiltra progressivamente in una zona caotica caratterizzata da crolli e blocchi di gesso, distante alcune decine di metri dalla parete gessosa, a quota 180 m s.l.m. Il suo percorso ipogeo risulta immediatamente impercorribile dall'uomo, esternamente è invece possibile seguirne la direzione grazie ad un allineamento di due doline con il punto di inghiottimento; calandosi sul fondo di una di queste doline è presente un'apertura (accatastata come ER/BO 350) dalla quale è possibile intercettare nuovamente il torrente. Probabilmente proprio a causa della particolare modalità di inghiottimento del corso d'acqua, la Buca di Ronzana sembra avere più la forma di una dolina a ciotola, rispetto a quella di una valle cieca.

b) *Complesso Grotta del Partigiano – Grotta dei Modenesi*: la Grotta dei Modenesi viene scoperta nel 1959 dal Gruppo Speleologico Emiliano (GSE) ed esplorata a più riprese dal GSB e dal Gruppo Speleologico Cento Talpe (GSCT), che scopre e rileva gran parte della cavità storica. Il primo ostacolo della cavità era rappresentato dall'ingresso, che periodicamente si occludeva, obbligando gli speleologi a faticosi lavori di disostruzione per potervi accedere, problema risolto nel 1997 dal GSCT, che installa una tubazione in PVC DN 63, rivestita con mattoni e calcestruzzo (Dilamargo, 2015), volta a stabilizzare l'ingresso. Questo ostacolo, unito alla grande quantità di fango che rallenta e complica la progressione, ha sempre reso sporadiche le punte esplorative, che si concludono nel 2001 con la risalita del Camino Stalin (45 m) da parte del GSB – USB.

Diversa la storia esplorativa della Grotta del Partigiano, ampio sottoroccia posto nella stessa depressione dell'ingresso della Grotta dei Modenesi, sicuramente visitato già nei primi decenni del '900. La profondità nel 1994 si attesta a -12,30 m (Dilamargo, 2015), ma grazie all'ostinazione degli speleologi L. Passerini e G. Zuffa, che ritengono di trovare da questa cavità un accesso all'adiacente Grotta dei Modenesi, il 29 giugno del 2013 (Bianchi,

2013) una squadra del GSB – USB riesce a trovare l'agognato passaggio, tramite il Pozzo della Giunzione.



Fig. 5: Sezione bassa del Salone A. Rossi

Grazie a questo nuovo accesso più stabile e apparentemente meno fangoso, si apre una campagna esplorativa tutt'ora in corso: una serie di risalite guidate da R. Cortelli nel canyon principale regalano preziosi metri al rilievo e nuovi interessanti ambienti, che culminano con la scoperta dell'imponente Salone A. Rossi (Fig. 5) il 7 novembre 2015. Da qui l'intuitiva prosecuzione porta al ritrovamento di un torrente attivo percorribile verso monte e verso valle per diverse centinaia

di metri e di alcuni livelli di rami fossili tutt'ora in esplorazione.

La struttura della cavità, costituita da numerose morfologie, unite ad ambienti di crollo e da diversi corsi d'acqua ipogei (fossili e attivi) che si immettono in un collettore principale, risulta assai complessa (Appendice 2). I due ingressi del sistema attualmente noti sono la Grotta dei Modenesi (ER/BO 68) e la Grotta del Partigiano (ER/BO 67), rispettivamente a quota 224 m e a quota 222 m s.l.m, all'interno della stessa depressione secondaria, nella zona sud della Dolina dell'Inferno; la cavità presenta una lunghezza totale di 1390 m e un dislivello di -84 m.

La porzione storica della grotta, come è facile osservare dal rilievo speditivo effettuato dal GSB – USB nel 2015 (Appendice 5), è costituita da un asse principale con direzione O/NO – E/SE (evidenziato in blu in Appendice 5), ovvero un canyon ipogeo profondo mediamente 20 m, alla cui base si osserva scorrimento idrico solo periodicamente, e tre assi secondarie perpendicolari a quella principale (evidenziati in rosso in Appendice 5), i cui percorsi hanno inizio nei tre rispettivi punti di assorbimento esterni: i due ingressi noti (attivi anch'essi periodicamente) e la sommità del Camino Stalin (attivo), di cui non si conosce il collegamento con l'esterno.

Osservando la carta geologica (Appendice 3), è possibile osservare il parallelismo tra le direzioni dei tre assi secondari, con le faglie trascorrenti "antiappenniniche" della zona, meccanismo a cui esse sono correlabili; discorso simile va fatto per l'asse principale, la cui direzione è correlabile alla direzione degli strati, nei cui punti di debolezza sono solite svilupparsi faglie (Meli, 2015) che agevolano i processi di dissoluzione ed erosione.

A partire dal punto di rilievo 46, esiste un quarto ramo con direzione N/NE – S/SO (evidenziato in rosso in Appendice 5), che si congiunge con il Camino Stalin per cedimento strutturale o per progressivo assottigliamento della parete gessosa che faceva da confine tra questi due ambienti; da una finestra alta di questo ramo, chiamato Signore degli Anelli, si apre un ulteriore stretto canyon secondario (evidenziato in blu in Appendice 5), all'incirca parallelo all'asse principale della grotta storica, che va a congiungersi con il punto di rilievo 301. Le strutture su cui si imposta questo ramo, analoghe a quelle degli assi rappresentati nel rilievo speditivo, sono esplicabili dai medesimi meccanismi precedentemente descritti.

Dal punto di rilievo 53, tramite una risalita di circa 10 m si accede al Salone A. Rossi (Fig. 5), scoperto il 7 novembre 2015, prima sala di una vasta "area di crollo" di cui il salone

costituisce la porzione superiore. Si tratta di un ambiente complesso e molto articolato, con una superficie approssimativa di 50x40 m, nel cui punto inferiore tramite uno scivolo e alcuni passaggi tra i crolli si accede ad una nuova sala (Sala del Niphargus), sul fondo della quale scorre un torrente attivo quasi paragonabile per dimensioni e portata al Torrente Acquafredda.

È possibile seguire il corso del torrente verso monte, facendosi strada tra i crolli, finché la zona di massi caotici non lascia spazio ad una galleria scavata in roccia intatta, da percorrere per alcune decine di metri con la muta. Per proseguire verso valle invece, è necessario tornare nella zona superiore della Sala del Niphargus, uscire dalla suddetta "area di crollo" e attraversare uno stretto e ventoso laminatoio che conduce alle gallerie fossili (Ramo Albano il Cubano), interrotte da due grandi saloni: la Sala Geo&Geo&Geo: un ambiente di crollo a sviluppo prevalentemente verticale e la Sala del Cervino: salone costituito da una grande condotta fossile.

In seguito a questa si trova La Marana (quota 140 m s.l.m.), vasto ambiente che intercetta nuovamente il torrente attivo (Fig. 6), proveniente da una bassa galleria inesplorata e sbarrato da crolli a valle; arrampicandosi sui massi di crollo, si giunge al Pozzo Gerione, ancora non rilevato, che dopo un salto stimato 20 m conduce un'altra volta sul collettore, che è possibile seguire per altri 70-80 m verso valle, attraversando due nuove grandi sale scoperte il 18/09/2016 (Ramo Gigliola).



Fig. 6: il collettore principale del Complesso Partigiano-Modenesi nella sala La Marana

L'origine geologica dell'"area di crollo", a giudicare dai numerosi piani di faglia osservabili, corredate da gradini di gesso fibroso come quelli nel soffitto del Salone Rossi, è da attribuire a complesse ragioni tettoniche, trattate nella tesi di L. Pisani "Il controllo delle strutture tettoniche sul carsismo dei Gessi bolognesi: i casi di studio delle doline della Spipola e dell'Inferno".

La direzione preferenziale, evidenziata in blu nel rilievo aggiornato (fig. 7), che seguono il collettore principale ed il corrispondente ramo fossile Albano il Cubano è nuovamente NO – SE, con il fossile posizionato pochi metri a SE dell'attivo. Si tratta dunque di una direzione "appenninica", analoga alla direzione di strato, che la galleria segue impostandosi su una faglia trascorrente osservata da L. Pisani durante la campagna di rilevamento svolta parallelamente a questa tesi.

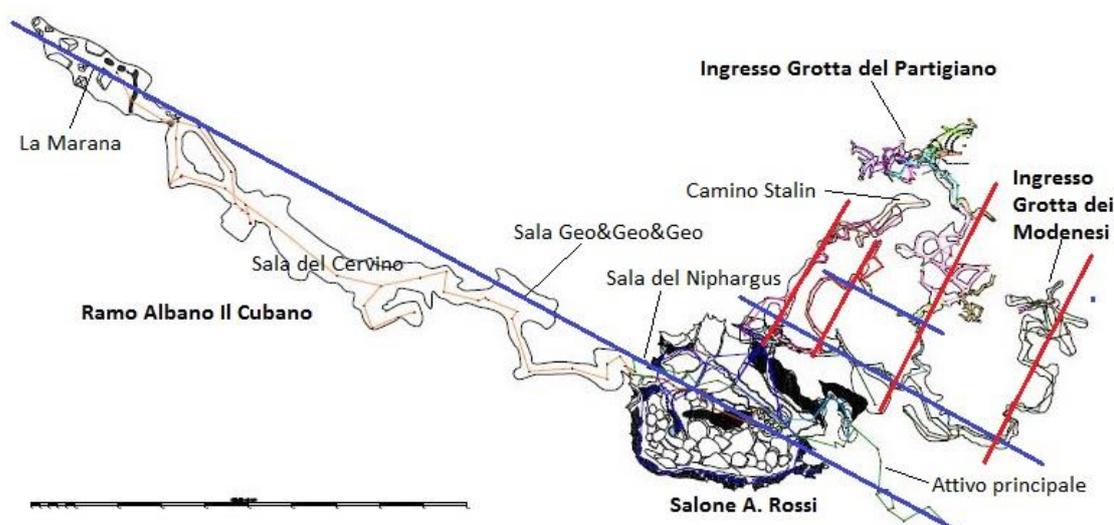


Fig. 7: Rilievo aggiornato ad agosto 2016 del Sistema Partigiano-Modenesi, con i principali lineamenti in evidenza (Disegno: GSB-USB, modificato)

c) *Grotta del Farneto*: la cavità, scoperta nel 1871 da Francesco Orsoni (Demaria & Dalmonte, 2012), è la più nota tra quelle trattate in questo studio, anche grazie all'apertura al pubblico tramite visite guidate, organizzate già dalla fine dell'800 e oggi gestite dal Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa.

L'interesse per la cavità scaturì dal rinvenimento di alcuni manufatti di età protostorica da parte di Orsoni, che oltre a cimentarsi con numerosi scavi archeologici, esplorò buona parte della grotta, fin quando all'inizio del '900, Luigi Fantini ed il GSB la esplorarono in modo più completo e realizzarono il primo rilievo nel 1936. Successivamente, oltre al passaggio del Cunicolo dei Bottoni nel 1952 e del rinvenimento di nuovi ambienti nei rami inferiori, da parte del GSE negli anni '60, non sono state trovate prosecuzioni percorribili.

Nel 1991 una frana causata dai lavori dell'adiacente cava occluse l'ingresso storico, dopo una serie di lavori di consolidamento e la messa in posto di una scala a chiocciola nel nuovo ingresso a pozzo (2008), la grotta tornò ad essere accessibile al pubblico.

La Grotta del Farneto si apre a poca distanza dall'omonimo abitato, a quota 130 m s.l.m., e si sviluppa su tre livelli con direzione preferenziale NO – SE, per uno sviluppo di 1013 m e -44 m di dislivello. I due livelli superiori sono caratterizzati da ambienti di crollo di notevoli dimensioni (Sala Archeologica e Sala del Trono) per quanto riguarda i rami intermedi, percorribili dal pubblico, mentre nella porzione sommitale della cavità è possibile osservare le tipiche sale a sezione triangolare, dovute ai distacchi dei blocchi di gesso dal soffitto.

Nei rami inferiori, a cui si accede da un pertugio nel pavimento dei rami intermedi, oltre alle classiche forme da ambiente di crollo, si notano i segni morfologici del passaggio di un corso d'acqua, oggi inesistente a questa quota; un profondo e stretto sifone infatti risulta l'ultimo relitto del torrente attivo che ha scavato la Grotta del Farneto, che oggi scorre ad un livello inferiore e durante le piene utilizza tale sifone come valvola di sfogo da troppo pieno, depositando grandi quantità di sedimenti argillosi, che oggi impediscono di raggiungere gli ambienti rilevati verso monte dal GSE.

d) *Risorgente del Fontanazzo*: chiamata anche Fontanino o Fontanaccio, si tratta della ex-risorgente della Grotta del Farneto, utilizzata da Fantini e da Casali per verificare il collegamento di tale grotta con la Valle Cieca di Ronzana. In seguito ai numerosi lavori di cava, consolidamento della parete gessosa e riqualificazione dell'area, la risorgente fu intubata e i lavori mal condotti per consentire la visibilità della risorgente, tramite una

botola in cemento, hanno ostacolato il regolare deflusso delle acque (Zuffa, 2015), che si sono abbassate di livello per poi sfociare nel Torrente Zena in subalveo.

4.2 Sistema Grotta Coralupi – Grotta Nuova

Si tratta del secondo sistema per lunghezza delle cavità note (oltre 1 Km di sviluppo totale), nonché l'unico dell'area, insieme al Sistema Ronzana-Farneto, ad avere un percorso idrologico sotterraneo provato da una colorazione.

Il primo punto in cui viene individuato il collettore è la Grotta Coralupi, le cui acque tornano visibili nel canyon della Grotta Nuova, e parzialmente nella cava da cui vi si accede (Appendice 6). Un'altra cavità attiva è la Grotta Marcel Loubens, immediatamente vicina alla Grotta Coralupi anche se non comunicante con essa; la connessione di questa grotta con il sistema Coralupi-Nuova non è ancora provata.

a) Grotta Coralupi: la cavità fu esplorata negli anni '30 dal GSB come due grotte distinte (Demaria & Dalmonte, 2012): la Grotta Selene, oggi Sala delle Radici, ed il Tanone dell'Inferno, corrispondente con la parte iniziale della cavità odierna. Data la vicinanza, le due grotte furono congiunte a formare un unico sistema lungo 530 m.



Fig. 8: il portale d'ingresso della Grotta Coralupi

Il grande portale d'accesso alla grotta (Fig. 8) si trova in una delle doline accessorie della Dolina dell'Inferno, a quota 202 m s.l.m., non distante dagli ingressi del Sistema Partigiano-Modenesi. Dopo un'area caratterizzata da crolli, attraverso alcuni ambienti discendenti si accede ad una sala che conduce ad un primo fondo; da questa sala, attraverso un basso laminatoio e alcuni passaggi in salita, si raggiunge la Sala delle Radici, impostata in direzione antiappenninica (NE – SO), dal pavimento della quale si trovano gli attacchi di due pozzi, un P15 che termina in un meandro inesplorato stretto ma percorribile e un P24 con cui si accede a un breve e stretto meandro che convoglia le acque verso impenetrabili recessi (Demaria & Dalmonte, 2012). Al momento della pianificazione delle colorazioni tale pozzo non è stato trovato, probabilmente a causa di una frana di argilla che ne occulta l'accesso, o forse per un'errata lettura del rilievo.

b) Grotta Marcel Loubens: scoperta nel 1959 dal GSB, fu descritta per la prima volta nella seconda edizione de "Le Grotte Bolognesi" del 1967 (Venturi, 2015) e rilevata nel 1995 dal GSCT.

L'ingresso, costituito da un pozzo di 18 m, si apre nella medesima dolina della Grotta Coralupi (q. 208 m s.l.m.), a poca distanza da essa, ma nonostante l'immediata vicinanza, le due cavità non sono congiunte. Alla base del pozzo si intercetta uno stretto e tortuoso canyon a quota 172 m s.l.m., solcato da un ruscello periodico che nel gennaio 2016, durante le perlustrazioni in previsione delle colorazioni, risultava privo di scorrimento.

c) *Grotta Nuova (o Pelagalli)*: poche decine di metri a nord della Grotta del Farneto, a quota 108 m s.l.m., si trova la galleria di cava pericolante che dà accesso alla Grotta Nuova, un profondo canyon lungo 553 m, alla base del quale scorre un torrente, attivo tutto l'anno, fino alla quota minima di 95 m s.l.m. Il canyon principale è posto in direzione NO-SE ed è percorribile su due livelli, caratterizzati da strette anse, intercalate da piccole zone di crollo e pozzi verticali che raccordano i due livelli.

Originariamente la risorgente di questa cavità era situata all'interno della cava, ma oggi, in seguito ad un abbassamento di qualche metro, funge unicamente da troppo pieno in caso di piogge persistenti.

Proseguendo dall'ingresso della cavità verso valle, nella parte sommitale del canyon, è possibile percorrere la porzione di grotta tagliata dai lavori di cava; nella saletta finale di questo ramo è presente una interessante concrezione di color marron-rossiccio e di consistenza spugnosa, oggetto di studio da parte di P. Forti e A. Rossi ed esposto al XV Congresso Nazionale di Speleologia del 1987 (Palumbo & Tomba, 1999).

4.3 Sistema Dolina dell'Inferno – Risorgente di Ca' Masetti

Nonostante il collegamento idrologico sia del tutto ipotizzato, le numerose prove geologiche, litologia, direzione di strato, quote e posizione delle cavità, permettono di raggruppare queste cavità in un unico sistema di circolazione idrica sotterranea.

Secondo le teorie l'acqua inghiottita nella porzione nord della Dolina dell'Inferno, quella posizionata a quota inferiore, percorre in seguito le gallerie della Grotta Cioni-Ferro di Cavallo e sgorga dalla Risorgente di Ca' Masetti (Appendice 6).

a) *Grotta dell'Anemone Bianca*: cavità sviluppata nel gesso microcristallino, depositatosi in una delle fasi a cavallo tra la facies 3 e la facies 4 del ciclo base della Vena del Gesso (Fig. 3). Si apre a quota 160 m s.l.m. e ha uno sviluppo di 35 m con un dislivello di 10 m, disegnata in un rilievo non aggiornato del GSCT.

Oggi la grotta presenta scorrimento attivo da parte di un ruscello che sorge pochi metri a monte dell'ingresso e, dopo due brevi salti, una stretta e tortuosa condotta bagnata porta ad una fessura da rendere percorribile con un breve lavoro di scavo.

Secondo la colorazione effettuata dal GSB – USB nel 1980, si può affermare che il ruscello in questione risorge dal vicino Buco dei Tre Fiumi e viene inghiottito definitivamente dall'Inghiottitoio di Fondo della Dolina dell'Inferno, esplorato dal GSB nel 1966 per oltre 70 m di sviluppo (Zuffa, 1966).

b) *Complesso Grotta Cioni – Grotta Ferro di Cavallo*: la Grotta Cioni, scoperta nel 1956 dal Gruppo Grotte Orsoni, ebbe una storia esplorativa breve, in quanto lo stesso anno l'ingresso fu occluso da una frana che lo rese impossibile da individuare. Gli speleologi poterono accedere nuovamente alla cavità tramite il passaggio della strettoia terminale della Grotta Ferro di Cavallo, avvenuto nel 1994 da parte del GSB – USB.

Oggi anche l'ingresso della Ferro di Cavallo risulta occluso e necessita un lavoro di disostruzione per ripristinare il passaggio,

Dopo gli ultimi metri dello stretto meandro che poneva termine alla Ferro di Cavallo (ingresso a quota 126 m s.l.m.), un piccolo salto divide dal torrente, che scorre in un'ampia galleria, da qui si può proseguire verso valle per altri venti metri fino ad un sifone impraticabile. Proseguendo invece verso monte la galleria continua per altri cinque o sei metri e si apre poi in una sala da cui parte il trivio: un piccolo meandro che si dirige verso il vecchio ingresso, un percorso fossile che si inerpicava su di una frana e una condotta attiva da cui arriva il corso principale delle acque (q. 84 m s.l.m.) (Mezzetti & Sandri, 1994).

Dal rilievo è interessante osservare le due direzioni principali su cui si impostano le cavità: NE – SO (antiappenninica) per la Ferro di Cavallo e la parte a monte dell'attivo e O/NO – E/SE (appenninica) per l'asse principale della Grotta Cioni.

La quota dell'attivo risulta analoga a quella di Ca' Masetti: l'assenza di dislivello è anomala, ma ricordiamo che gli errori di rilievo in ambienti difficili come quello ipogeo sono molto comuni.

c) *Risorgente di Ca' Masetti*: questa piccola polla, da cui è possibile osservare l'acqua sgorgare durante tutto l'anno, come le due grotte precedentemente descritte si sviluppa nel gesso microcristallino, generando un ruscello che sfocia nello Zena dopo un breve percorso epigeo.

4.4 Dolina della Goibola

Lo studio effettuato da R. Casali nel 1972 ebbe inizio con la colorazione della Grotta Novella, all'interno della Buca della Goibola, il riscontro negativo dei captori posti nelle tre risorgenti che sfociano in Val di Zena fece scaturire l'ipotesi che questa recapitasse le acque in direzione del Torrente Idice.

La prima caratteristica che salta all'occhio osservando questo versante è la totale assenza di morfologie da risorgente carsica, il che complica non poco la formulazione di teorie idrogeologiche: le possibilità sono due, ovvero la presenza di un unico collettore (come per il Sistema Spipola-Acquafredda), oppure, ricordando la situazione tettonica particolare di questo affioramento gessoso (Demaria & Dalmonte, 2012), si può ipotizzare la presenza di due distinti collettori carsici, come avviene sul versante opposto. In questo modo il ripartirsi delle acque renderebbe le portate dei singoli torrenti ipogei più esigue, giustificando in tal modo la loro difficile individuazione al punto di risorgenza (Demaria & Dalmonte, 2012).

Il crollo nel Pozzo della Lama della Grotta Novella, comodo accesso per il torrente attivo nei rami bassi di questa cavità, e dell'assenza di un'altra grotta, oltre a questa, che conduca ad un corso d'acqua nella Dolina della Goibola, rende il problema idrogeologico dell'area legato alle esplorazioni speleologiche future.

5. Metodi

Per poter attribuire ad uno dei quattro sistemi carsici della zona il nuovo collettore della Grotta dei Modenesi, scoperto a dicembre 2015, è stata effettuata una lunga campagna di ricerca e descrizione delle grotte attive per pianificare le colorazioni. Da queste indagini è nata l'ipotesi che il Sistema Ronzana-Farneto fosse il miglior candidato, per questo si è deciso di effettuare qui la prima colorazione.

La prima prova è di tipo geomorfologico: confrontando l'attivo principale della Grotta dei Modenesi, con l'attivo della Grotta Nuova, possibile risorgente del sistema, si notano volumi nettamente superiori nel caso della prima cavità, sia per quanto riguarda la portata, sia per quanto riguarda il volume degli ambienti percorsi dall'acqua. L'improbabilità che un corso d'acqua riduca i propri volumi lungo il suo percorso permette di avallare l'ipotesi che si tratti di collettori diversi.

In secondo luogo sono state escluse dalla colorazione la Grotta Coralupi ed il Sistema Cioni-Ferro di Cavallo, i cui attivi non sono stati raggiunti durante le ricerche pre-colorazione, per motivi precedentemente descritti. Nel primo caso, risulta improbabile se non impossibile che il torrente inghiottito a quota 180 m s.l.m. nella Buca di Ronzana, scorra a 178 m s.l.m. nella Grotta Coralupi, compiendo un dislivello di soli 2 m in oltre 500 m di distanza in linea d'aria. Da escludere anche che il colorante entri in Coralupi dopo

essere passato dai Modenesi, in quanto quest'ultima, oltre ad essere posizionata geograficamente più a valle, presenta il collettore a quota 140 m s.l.m.

Discorso diverso invece per la Grotta Cioni-Ferro di Cavallo, non considerata nella colorazione per l'improbabilità che il collettore proveniente da Ronzana compia il salto idrologico del sistema Coralupi-Nuova, con cui non comunica, per sfociare nel sistema più a nord.

Le altre due prove sono state ottenute osservando il rilievo con il software cSurvey: posizionando la pianta della Grotta dei Modenesi sull'ortofoto si osserva un chiaro lineamento tra il Ramo Albano il Cubano con il nudo bancone di gesso che punta verso la Grotta del Farneto (Appendice 7); proiettando invece il disegno sulla CTR è possibile notare come la zona più a monte dell'attivo, compia una leggera curva per inserirsi in un avvallamento evidenziato dalle curve di livello, che punta dritto all'inghiottitoio della Buca di Ronzana (Appendice 8).

L'ex-risorgente del Fontanaccio, esclusa per i motivi precedentemente descritti, è risultata superflua alla colorazione, in quanto esistono già due colorazioni attendibili (L. Fantini nel '59 e R. Casali nel '72) a testimoniare che sia alimentata dalle acque provenienti da Ronzana.

A fronte di queste considerazioni sono stati piazzati due captori siglati in ciascuna delle posizioni elencate di seguito:

a) Sistema Partigiano-Modenesi:

- Ramo del Camino Stalin (STAL1 e STAL2) – attivo dei rami storici
- Sala Miao (MIA1 e MIA2) – punto più a monte dell'attivo principale
- La Marana (MAR1 e MAR2) – punto più a valle dell'attivo principale

b) Grotta Nuova:

- Galleria di Cava (CAV1 e CAV2) – torrentello di troppo pieno nella cava antistante la grotta
- Attivo della Nuova (NUOV1 e NUOV2) – torrente attivo che scorre nel fondo della cavità

c) Grotta del Farneto (FAR1 e FAR2) – sifone nei rami inferiori (Fig. 9)

d) Risorgente di Ca' Masetti (MAS1 e MAS2)

I captori sono stati realizzati con carboni attivi posti all'interno di sacchetti autocostruiti ritagliando una zanzariera, fissati negli attivi delle grotte tramite uno spago di nylon. Ogni captore presenta una sigla indicante il luogo in cui viene posizionato e un numero progressivo, per agevolare le sostituzioni. I captori con numero progressivo 1 denominati "bianchi" e utilizzati per verificare un'eventuale presenza di colorante già disciolto in acqua, una volta prelevati, vengono sostituiti dai captori con numero progressivo 3, e al giro successivo i captori n° 2 vengono sostituiti dai n° 4 e così via fino all'eventuale arrivo del colorante.

Il riscontro positivo o negativo dei captori, laddove non è possibile osservare il passaggio del colorante



Fig. 9: prelievo di FAR1 nel sifone dei Rami Inferiori della Grotta del Farneto

a occhio nudo, viene verificata in laboratorio, mettendo i carboni attivi in una soluzione di idrossido di sodio in alcool etilico. Lasciati a reagire per 15-20 min, si può osservare l'eventuale presenza di fluoresceina, in un ambiente buio, aiutandosi con la luce di una lampada di Wood posizionata sopra ai campioni da analizzare (Vigna, 2010).



Fig. 10: operazioni di colorazione nella Buca di Ronzana

Come colorante sono stati utilizzati 200 g di fluoresceina sodica, diluiti in un bulacco stagno e riversati nel torrente inghiottito dalla Buca di Ronzana attraverso la cavità ER/BO 350 (Fig. 10).

Le numerose formule presenti in letteratura, per il calcolo della quantità di colorante da utilizzare, fornivano dati divergenti; è quindi

stata fatta una stima sulla base della bassa portata all'inghiottitoio e in base all'esperienza di L. Fantini del 1959, in cui l'eccessiva quantità di fluoresceina immessa a Ronzana (1 kg) aveva colorato le acque dell'intero Torrente Zena per giorni, creando un allarmismo che si voleva evitare con questo studio, nonostante l'autorizzazione concessa dal Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa.

6. Risultati

Con un totale di 5 presenze in Grotta Nuova e Grotta del Farneto, 6 nel Sistema Partigiano-Modenesi dalla durata media di 12 ore l'una, e oltre 20 uscite esterne è stato possibile preparare ed effettuare la colorazione, il cui risultato è descritto nei capitoli seguenti.

6.1 Esito della colorazione

Prelevati e sostituiti con i n° 3 tutti i captori con numero progressivo 1, è stata effettuata l'estrazione in laboratorio per verificare l'eventuale presenza di colorante già disciolto in acqua; l'esito è descritto nella tabella seguente (Tab. 1):

| <u>Captore</u> | <u>Esito</u> |
|----------------|--|
| STAL1 | Negativo |
| MIA1 | Positivo, leggera opalescenza, no fluoresceina. Carboni attivi ricoperti da una patina bianca. |
| MAR1 | Positivo, leggera opalescenza, no fluoresceina. Carboni attivi ricoperti da una patina bianca. |
| FAR1 | Negativo |
| NUOV1 | Negativo |
| CAV1 | Negativo |
| MAS1 | Negativo |

Tabella 1: tabella riportante i risultati dell'estrazione dei captori n° 1

Essendo tutti i captori n° 1 bianchi, si è potuto procedere con la colorazione, avvenuta alle ore 23.00 di lunedì 16/5/2016, immettendo i 200 g di fluoresceina, precedentemente diluiti in un secchio d'acqua, nella cavità ER/BO 350 (Fig. 10). Nonostante la modesta portata del ruscello in fondo alla Valle Cieca di Ronzana, sicuramente inferiore a 1 L/s, si è deciso di procedere comunque alla colorazione per timore che l'imminente stagione secca non garantisse un volume d'acqua adeguato.

La domenica seguente (22/5/2016) due squadre del GSB – USB si sono occupate della sostituzione, con captori n° 4, di tutti i captori n° 2, sperando che qualcuno di questi avesse intercettato un eventuale passaggio di colorante.

La prima squadra, dopo aver prelevato MAS2 in esterno (sostituito con MAS4), è entrata nel Sistema Partigiano-Modenesi per prelevare STAL2, MIA2 e MAR2 e sostituirli con STAL4, MIA4 e MAR4. Una volta scesi nel collettore principale, alle ore 15.50 l'acqua si presentava di colore verde smeraldo fluorescente in tutta la parte a monte: tra la Sala Miao e la Sala del Niphargus (Fig. 11, 12 e 15); a valle invece, il torrente che scorre ne La Marana era di colore verde chiaro alle ore 18.40 (Fig. 13).

Contemporaneamente la seconda squadra si occupava di prelevare CAV2, NUOV2 e FAR2, sostituendoli con CAV4, NUOV4 e FAR4, ma senza riscontrare in acqua tracce di colorante visibile ad occhio nudo.



Fig. 11 e 12: il passaggio della fluoresceina nella Sala del Niphargus (Complesso Partigiano-Modenesi)

L'estrazione chimica in laboratorio dei captori n° 2 ha portato al risultato descritto nella seguente tabella (Tab. 2):

| <u>Captore</u> | <u>Esito</u> |
|----------------|---|
| STAL2 | Negativo |
| MIA2 | Positivo, colore quasi impercettibile, no fluoresceina. Torrente di colore verde smeraldo. Carboni attivi ricoperti da una patina bianca. |
| MAR2 | Positivo, colore quasi impercettibile, no fluoresceina. Torrente di colore verde chiaro. Carboni attivi ricoperti da una patina bianca. |
| FAR2 | Negativo |
| NUOV2 | Negativo |
| CAV2 | Negativo |
| MAS2 | Negativo |

Tabella 2: tabella riportante i risultati dell'estrazione dei captori n° 2



Fig. 13: prelievo di MAR2 nella sala La Marana (Complesso Partigiano-Modenesi); si noti l'acqua di colore verde chiaro

Successivamente, lasciando al colorante il tempo di giungere a valle, sono stati prelevati CAV3, NUOV3, FAR3 e MAS3 il 30/5/2016 e CAV4, NUOV4, FAR4 e MAS4 il 6/7/2016, tutti risultati negativi all'analisi in laboratorio.

Mercoledì 1/6/2016 una squadra in punta esplorativa nel Sistema Partigiano-Modenesi ha osservato nella sala La Marana il torrente di colore verde smeraldo e non più verde chiaro.

6.2 Interpretazioni

Come si evince dai risultati descritti nelle tabelle, la risposta dei fluocaptorini non risulta attendibile, in quanto persino dove il torrente era di colore verde smeraldo, questi non erano positivi alla fluoresceina.

La spiegazione può essere data dalla presenza di quella patina bianca osservata sui carboni attivi, visibile anche a pelo d'acqua ne La Marana (Fig. 14). Questa ed il cattivo odore fortemente percepibile in questo ambiente sono facilmente correlabili ad una perdita nell'impianto di scarico di Casa Coralupi, esattamente soprastante alla Sala del Cervino. Il modo in cui questa o altri fattori possano aver interagito con i fluocaptorini, resta al momento ignoto.

L'osservazione diretta del passaggio del colorante nel collettore della Grotta dei Modenesi, a 6 giorni dalla sua immissione a Ronzana, è quindi il dato attendibile di questa colorazione, così come l'assenza di colorante nell'attivo della Grotta Nuova, nella Risorgente di Ca' Masetti e nel sifone dei Rami Inferiori della Grotta del Farneto.

Se la mancata colorazione di quest'ultimo può sembrare strana, dato il collegamento verificato da L. Fantini del 1959 e da R. Casali del 1972, la portata scarsa e l'esigua quantità di fluoresceina, oppure l'assenza di collegamento di quella pozza con l'attivo sottostante spiegano il fatto.

In base a queste considerazioni, si può affermare con assoluta certezza che le acque inghiottite sul fondo della Buca di Ronzana alimentano il torrente attivo scoperto a dicembre 2015 nel Complesso Grotta del Partigiano-Grotta dei Modenesi. Per proprietà

transitiva, la prova di Fantini e Casali consente di asserire che questo attivo, in seguito, prosegue il proprio percorso transitando al di sotto della Grotta del Farneto e dell'ex-risorgente del Fontanazzo, per poi sfociare in Zena in una posizione tuttora non nota.

Il sistema, che ora è più opportuno chiamare Ronzana-Modenesi-Farneto, non presenta alcun tipo di collegamento idrologico con l'adiacente e parallelo Sistema Coralupi-Nuova e con la Risorgente di Ca' Masetti.

Sulla base di questi dati è stato possibile disegnare la nuova mappa idrogeologica dell'area (Appendice 9).

Per completare il quadro idrogeologico dell'area, però, risulterebbe necessario:

- a) ricercare l'attivo nella Grotta Coralupi ed indagare l'appartenenza o meno della Grotta Marcel Loubens al Sistema Coralupi-Nuova;
- b) verificare l'effettivo collegamento dell'Inghiottitoio di Fondo della Dolina dell'Inferno con la Risorgente di Ca' Masetti;
- c) riaprire l'ingresso della Grotta Ferro di Cavallo, in modo da posizionare i fluocaptori nel torrente attivo ed attribuirlo con certezza assoluta a uno dei sistemi carsici della zona;
- d) rendere accessibile la risorgente del Fontanazzo, in modo da facilitare le colorazioni future (il Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa si sta già occupando della risoluzione di questo problema);
- e) proseguire le battute esterne nel versante del Torrente Idice, per individuare un'eventuale risorgente carsica in vista di una nuova colorazione della Grotta Novella. In caso contrario, immettere grandi quantità di fluoresceina sodica (1 kg) sul fondo di tale cavità, posizionando captori nelle acque del Torrente Idice;
- f) proseguire le ricerche speleologiche nella Dolina della Goibola, per trovare un corso d'acqua ipogeo che permetta di studiare il drenaggio sotterraneo di questa dolina.

7. Conclusioni

Il ritrovamento, all'interno del Complesso Partigiano-Modenesi, di un grosso collettore attivo ha aggiunto un nuovo interrogativo nella già complessa situazione idrogeologica dell'area carsica Farneto, Buca di Ronzana, Dolina dell'Inferno.

Si è quindi fatto ricorso ad un'attenta ricerca bibliografica riguardo alle colorazioni precedenti e ad un'accurata ricerca sul campo, in cui sono state descritte ed analizzate tutte le grotte, inghiottitoi e risorgenti attive della zona.



Fig. 14: patina di fluido maleodorante osservabile a pelo d'acqua ne La Marana (Complesso Partigiano-Modenesi)

In seguito è stata eseguita una nuova colorazione, immettendo 200 g di fluoresceina nella Valle Cieca di Ronzana il 16/5/2016, con fluocaptori posizionati in tre punti all'interno del Complesso Partigiano-Modenesi, nelle due risorgenti accessibili (Grotta Nuova e Ca' Masetti) e nella Grotta del Farneto.

Il 22/5/2016 è stato osservato il torrente attivo principale della Grotta dei Modenesi di colore verde fluorescente, mentre nessuna traccia di colore è stata vista nelle altre cavità e nelle risorgenti.

A fronte dei lavori svolti e dei risultati ottenuti con la collaborazione del GSB – USB, si può dunque affermare che:

- a) il torrente attivo scoperto a dicembre 2015 nel Complesso Grotta del Partigiano – Grotta dei Modenesi riceve l'acqua dalla Valle Cieca di Ronzana e, secondo le colorazioni di L. Fantini del 1959 e R. Casali nel 1972, recapita alla ex-risorgente del Fontanaccio, infine sfocia nel torrente Zena, dopo aver percorso un livello basso della Grotta del Farneto, inaccessibile all'uomo;
- b) il Sistema Ronzana-Modenesi-Farneto risulta completamente separato dall'adiacente sistema parallelo Coralupi-Nuova e dalla Risorgente di Ca' Masetti;
- c) le ricerche, le descrizioni e i risultati ottenuti con questa tesi possono essere utilizzati come base per effettuare nuove ricerche negli altri sistemi idrologici dell'area, in modo da chiarirne ulteriormente la circolazione idrica ipogea.



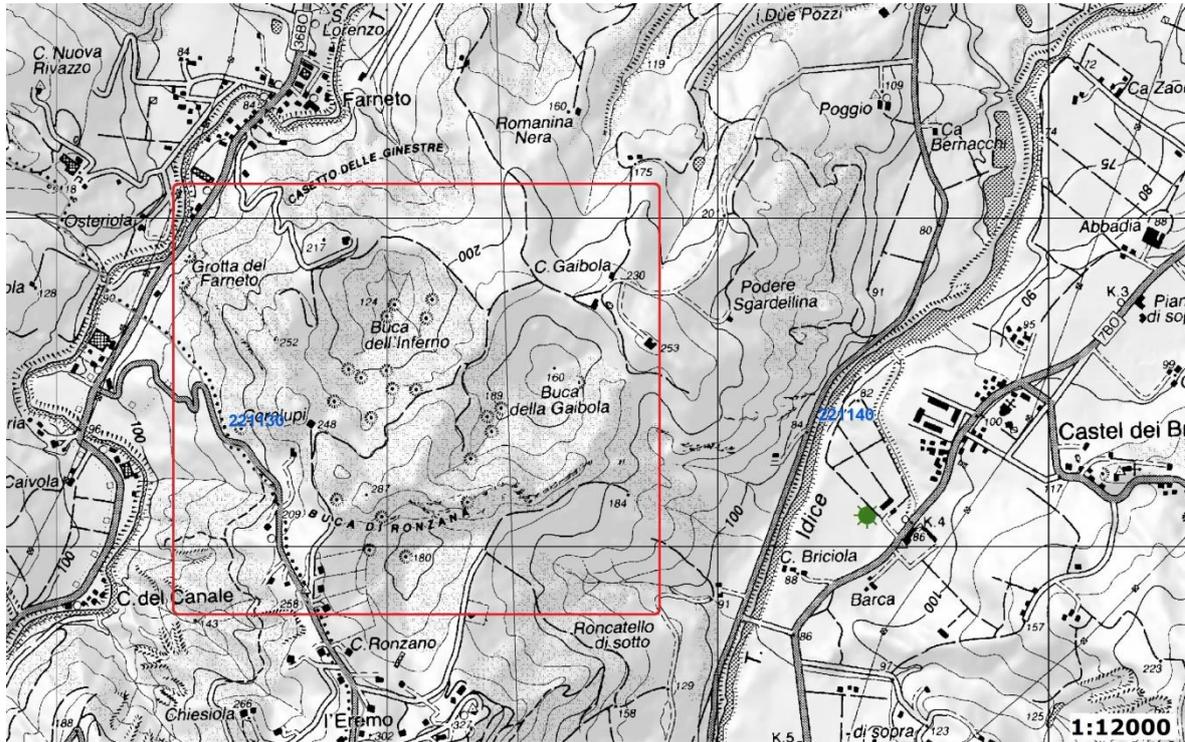
Fig. 15: passaggio della fluoresceina nell'attivo tra la Sala Miao e la Sala del Niphargus (Complesso Partigiano-Modenesi)

Bibliografia

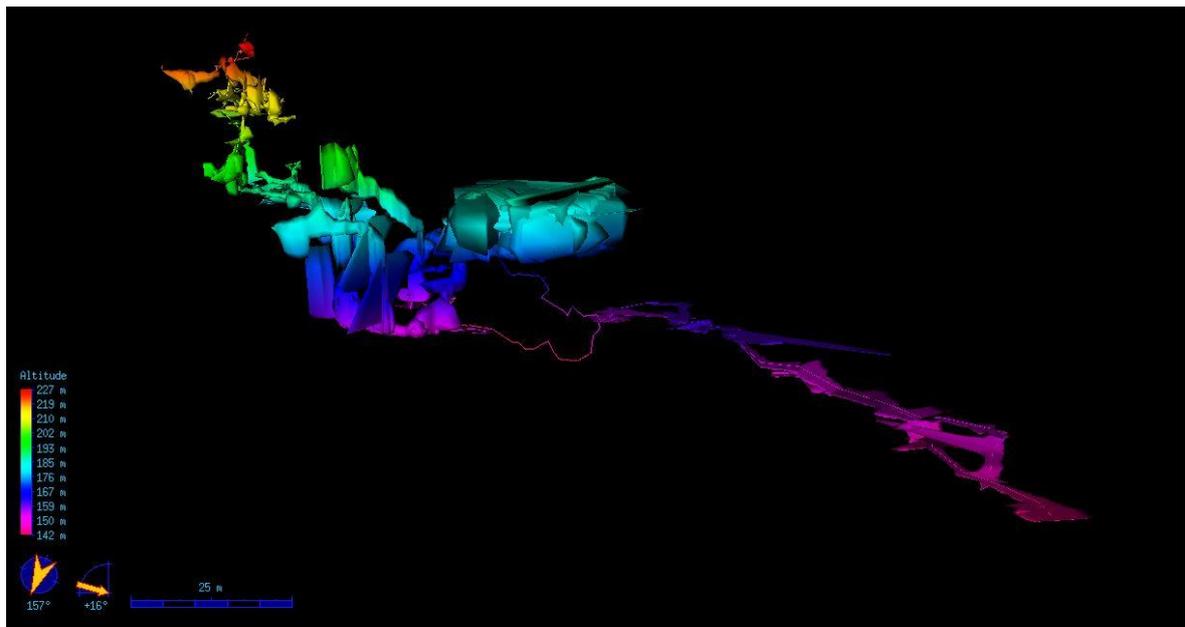
- Bianchi D., 2013. *La congiunzione Grotta del Partigiano Grotta dei Modenesi*. Sottoterra 136: pp. 40-41.
- Borchert H., Muir R. O., 1964. *Salt deposits. The origin, metamorphism and deformation of evaporites*, Van Nostrand, Londra: 338 p.
- Casali R., 1972. *Idrologia ipogea della zona compresa tra i torrenti Zena e Idice (S. Lazzaro di Savena Bologna)*. Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia-Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, San Lazzaro di Savena e Bologna: pp. 148-152.
- De Waele J., Forti P., Rossi A., 2011. *Il carsismo nelle evaporiti dell'Emilia Romagna*. In: Lucci P., Rossi A. (a cura di), *Speleologia e Geositi carsici in Emilia-Romagna, Pendragon*, Bologna: pp. 25-59.
- Demaria D., 2011. *Lo sviluppo e l'evoluzione dei paesaggi carsici nei gessi bolognesi*. In: Lucci P., Rossi A. (a cura di), *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna, Pendragon*, Bologna: pp. 59-63.
- Demaria D., Dalmonte C., 2012. *L'area carsica tra Zena e Idice*. In: Demaria D., Forti P., Grimandi P., Agolini G. (a cura di), *Le Grotte Bolognesi, Grafiche A&B*, Bologna: pp. 291-323.
- Demaria D., De Waele J., Forti P., Rossi A., 2012. *Il fenomeno carsico nei Gessi Bolognesi*. In: Demaria D., Forti P., Grimandi P., Agolini G. (a cura di), *Le Grotte Bolognesi, Grafiche A&B*, Bologna: pp. 131-154.
- Dilamargo P., 2015. *I precedenti, dal 1958 al 2013*. Sottoterra 141: pp. 42-43.
- Fantini L., 1966. *La Grotta del Farneto ed il suo scopritore, F. Orsoni*. Atti del VI Convegno Speleologico dell'Emilia-Romagna, Formigine: pp. 141-158.
- Madonia G., Forti P., 2009a. *I fenomeni carsici nelle evaporiti*, Progetto Powerpoint SSI: 72 p.
- Madonia G., Forti P., 2009b. *Le grotte in gesso*, Progetto Powerpoint SSI: 64 p.
- Meli M., 2015. *Inquadramento geologico*. Sottoterra 141: pp. 39-41.
- Mezzetti A., Sandri M., 1994. *La giunzione Ferro di Cavallo-Cioni*. Sottoterra 97: pp. 14-20.
- Palumbo J., Tomba Y., 1999. *Grotta Carlo Pelagalli*. Sottoterra 109: pp. 47-50.
- Ricci Lucchi F., 1980. *Sedimentologia Parte III*, Clueb, Bologna: 545 p.
- Saporito G., 1980. *Colorazioni nell'area del Farneto*. Sottoterra 57: pp. 15-16.
- Venturi M., 2015. *Novità esplorative nella Dolina dell'Inferno. La riesplorazione della Grotta Marcel Loubens*. Sottoterra 140: pp. 26-27.
- Vigna B., 2010. *Gli acquiferi carsici*, Erga edizioni, Genova, 48 p.
- Zuffa G., 1966. *L'inghiottitoio di fondo della Dolina dell'Inferno*. Sottoterra 15: pp. 14-15.
- Zuffa G., 2015. *Sistema Partigiano-Modenesi: dati e brevi note*. Sottoterra 141: pp. 44-46.

Referenze fotografiche: A. Cerè e L. Perulli (Fig. 10), S. Grandi (Fig. 8), F. Grazioli (Fig. 5), V. Naldi (Fig. 9-11-12-13-14-15), L. Viola (Fig. 6).

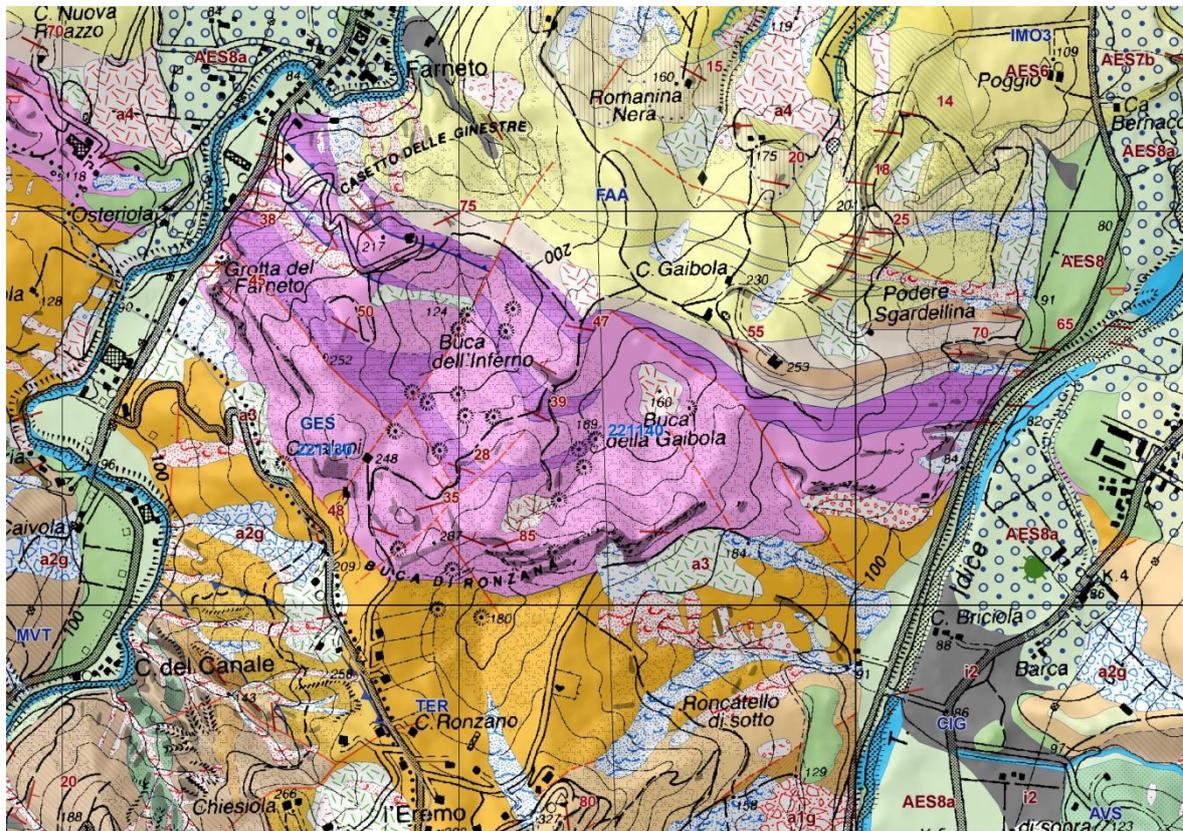
Appendice 1: *Carta Tecnica Regionale in scala 1:12000, nel riquadro l'area di studio. (Disegno: Regione Emilia Romagna, modificato)*



Appendice 2: *rilievo in 3D del Complesso Partigiano-Modenesi realizzato con software cSurvey (Disegno: GSB-USB).*



Appendice 3: carta geologica dell'area in scala 1:10000, con relativa legenda. (Disegno: Regione Emilia-Romagna, modificato)



Legenda

Province



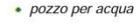
Comuni



Griglia 10.000



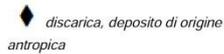
Prove puntuali



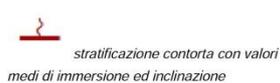
Risorse e prospezioni (10K)



Punti geomorf./antrop. (10K)



Punti di osservaz. e misura (10K)



stratificazione contorta con valori medi di immersione ed inclinazione



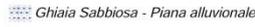
stratificazione dritta



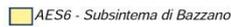
stratificazione orizzontale

stratificazione verticale

Ambienti deposiz. e litologie (10K)



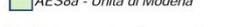
Coperture quaternarie (10K)



AES6 - Subsistema di Bazzano



AES7b - Unità di Vignola



AES8 - Subsistema di Ravenna



AES8a - Unità di Modena



a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento



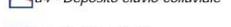
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango



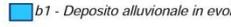
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento



a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango



a2g - Deposito di frana quiescente complessa



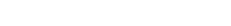
a3 - Deposito di versante s.l.



a4 - Deposito eluvio-colluviale



a6 - Detrito di falda



b1 - Deposito alluvionale in evoluzione



i1 - Conoide torrentizia in evoluzione

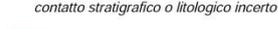


i2 - Conoide torrentizia inattiva

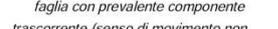
Limiti di unità geologiche (10K)



contatto stratigrafico inconforme certo



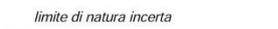
contatto stratigrafico o litologico certo



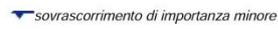
contatto stratigrafico o litologico incerto



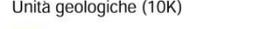
faglia certa



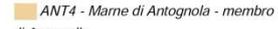
faglia con prevalente componente trascorrente (senso di movimento non determinabile) certa



faglia incerta



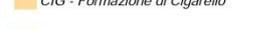
faglia sepolta



limite di natura incerta

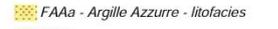


sovrascorrimento certo

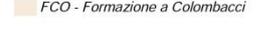


sovrascorrimento di importanza minore certo

Unità geologiche (10K)



ANT - Marne di Antognola



ANT4 - Marne di Antognola - membro di Anconella



AVS - Argille Varicolori della Val Samoggia



CIG - Formazione di Cigarellino



CTG - Formazione di Contignacco

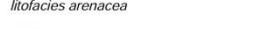


FAA - Argille Azzurre

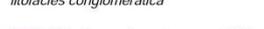
FAAa - Argille Azzurre - litofacies arenacea

FCO - Formazione a Colombacci

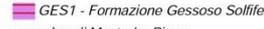
FCOa - Formazione a Colombacci - litofacies arenacea



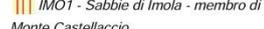
FCOb - Formazione a Colombacci - litofacies conglomeratica



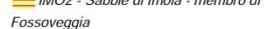
GES - Formazione Gessoso Solifera



GES1 - Formazione Gessoso Solifera - membro di Monte La Pieve



IMO1 - Sabbie di Imola - membro di Monte Castellaccio



IMO2 - Sabbie di Imola - membro di Fossoveggia



IMO3 - Sabbie di Imola - membro di Castel San Pietro



MVT - Breccie argillose della Val Tiepido-Canossa



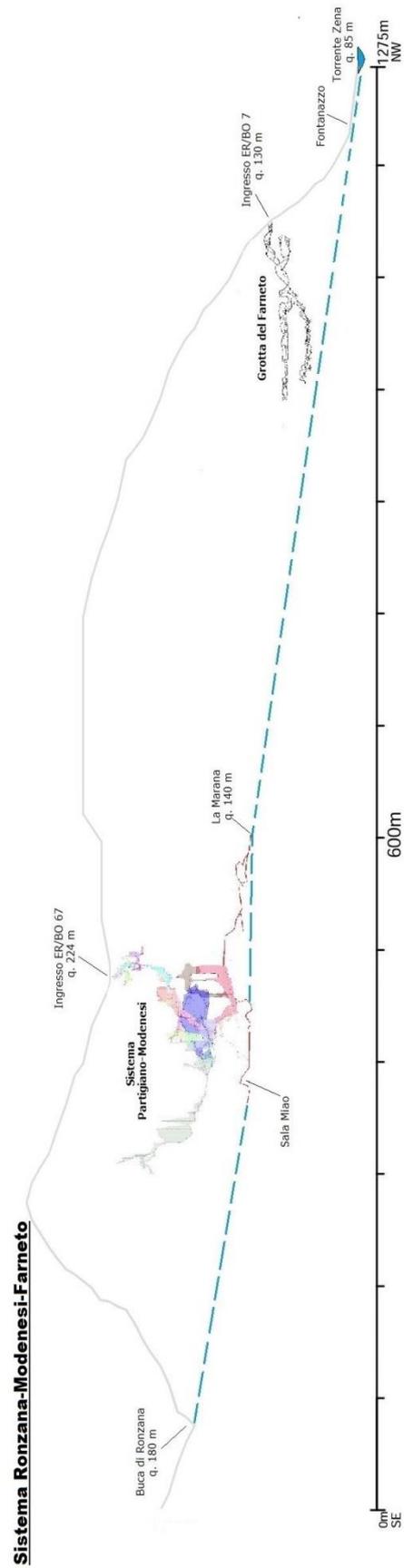
PAT - Formazione di Pantano



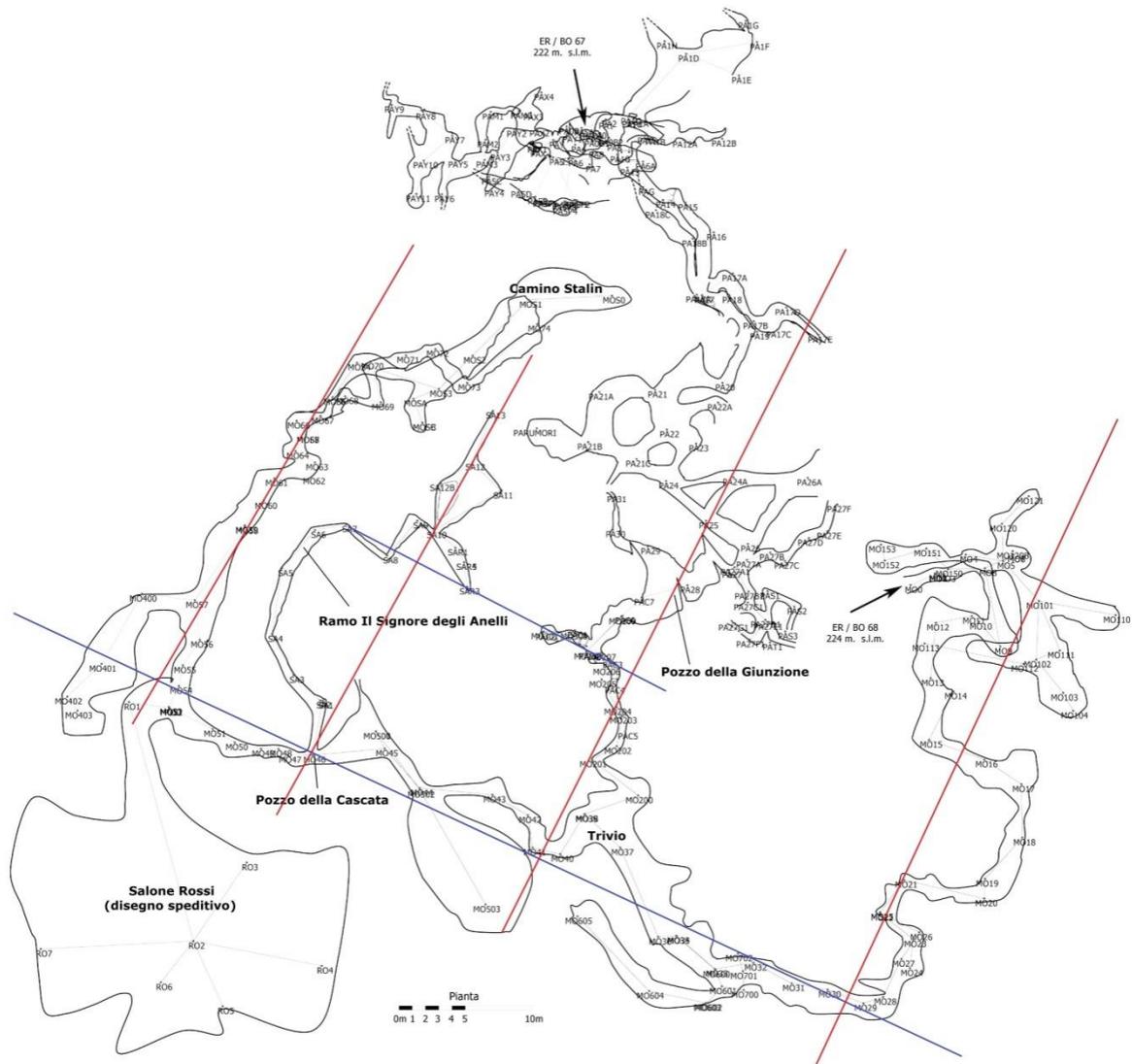
TER - Formazione del Termina



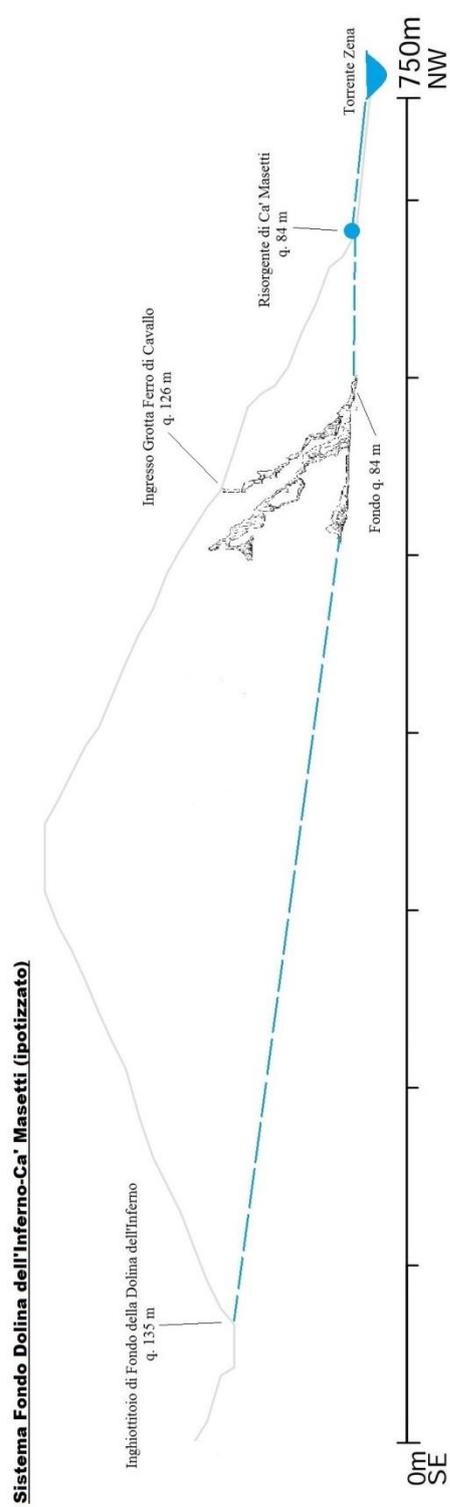
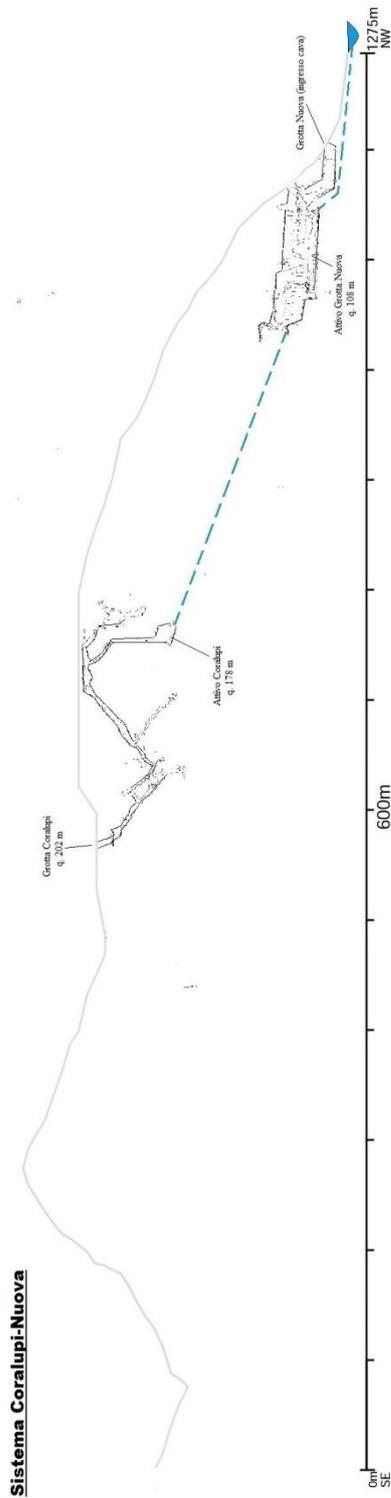
Appendice 4: *profilo schematico del sistema Ronzana-Modenesi-Farneto. (Disegno: F. Landro, modificato)*



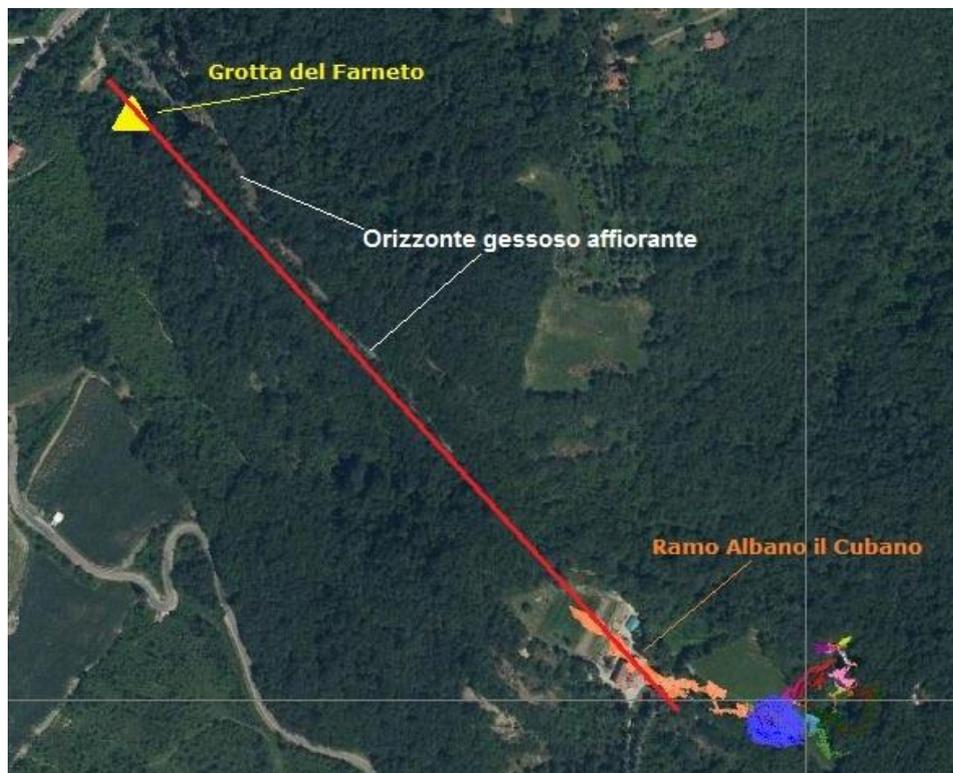
Appendice 5: rilievo speditivo (dicembre 2015) della Grotta Partigiano-Modenesi “storica”; in evidenza i principali lineamenti della cavità, definiti dal controllo strutturale: in blu le direzioni “appenniniche” (circa NO – SE), in rosso le direzioni “antiappenniniche” (circa NE – SO). (Disegno GSB-USB, modificato)



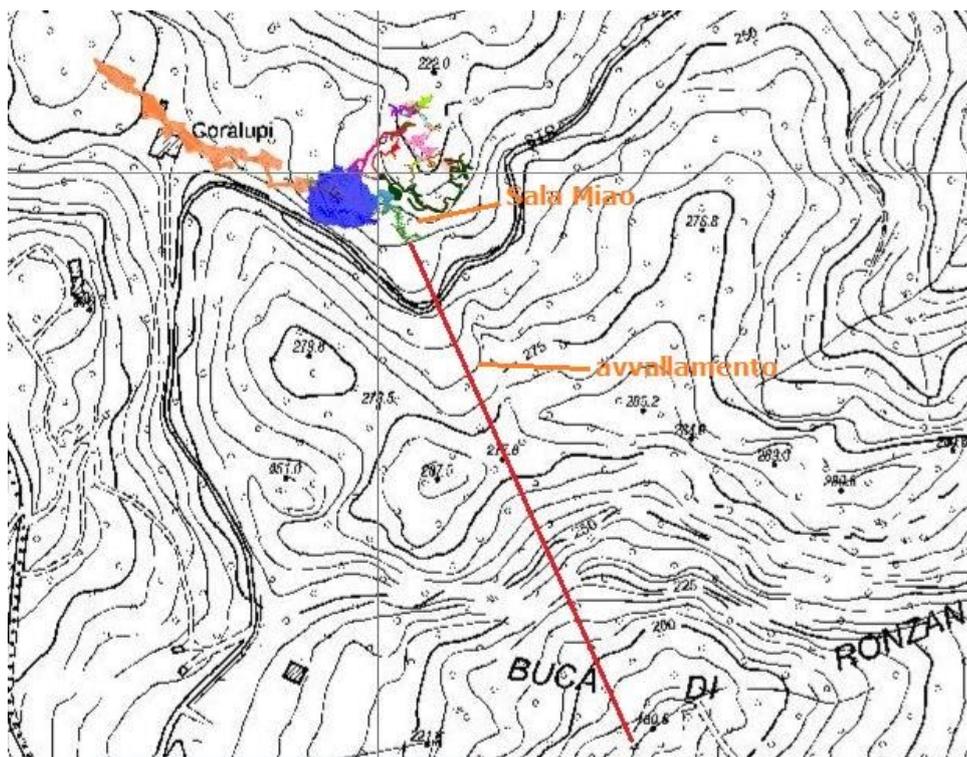
Appendice 6: *profili schematici del Sistema Coralupi-Nuova e del sistema ipotizzato Fondo Dolina dell'Inferno-Risorgente di Ca' Masetti. (Disegni: F. Landro, modificati)*



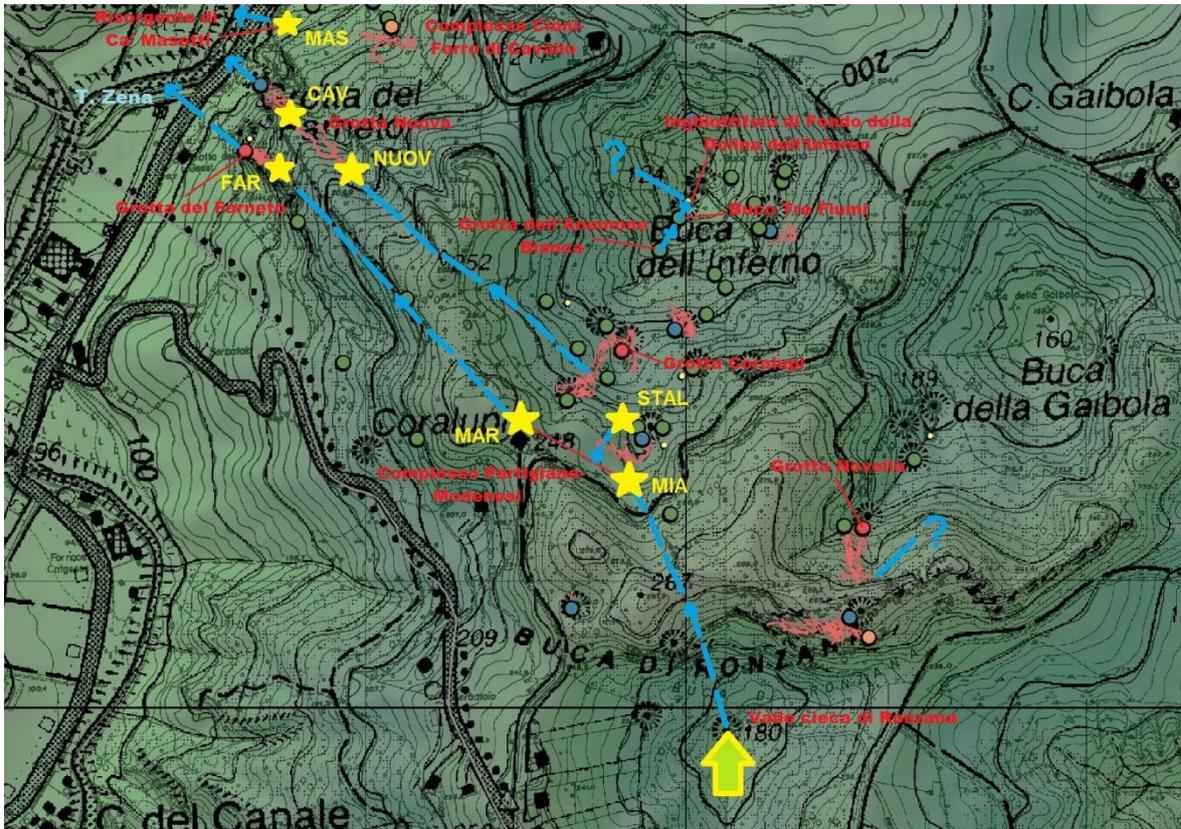
Appendice 7: ortofoto visualizzata con software cSurvey, in evidenza l'allineamento tra Ramo Albano il Cubano (Complesso Partigiano-Modenesi), direzione di strato e Grotta del Farneto. (Disegno: GSB-USB, modificato)



Appendice 8: Carta Tecnica Regionale visualizzata su software cSurvey, in evidenza l'allineamento tra la parte a monte dell'attivo principale del Complesso Partigiano-Modenesi con l'avvallamento che punta verso l'inghiottitoio di Ronzana. (Disegno: GSB-USB, modificato)



Appendice 9: mappa idrogeologica dell'area aggiornata al 2016. (Disegno: Regione Emilia-Romagna, modificato)



Legenda

Ingressi

-  Grotta di massima importanza, di rilevanza generale
-  Grotta di massima importanza speleologica
-  Grotta di media importanza speleologica
-  Grotta di modesta importanza
-  Cavità occlusa
-  Cavità distrutta

Sviluppo in pianta delle cavità



Province



Comuni



 Percorso acque sotterranee

 Posizione captore

 Luogo di immissione della fluoresceina

 Sigla captore