

# Progetto Ariadeghe

## Analisi delle temperature in una zona carsica

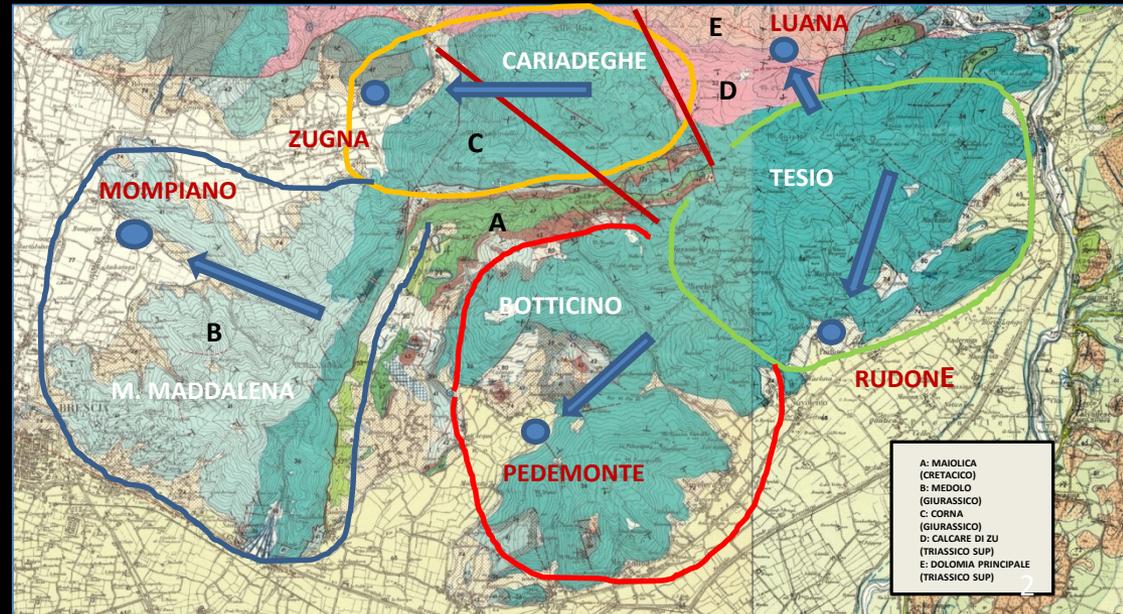
Maurizio Miragoli, Massimo Pozzo, Vincenza Franchini  
FSLo – Underland - Gruppo Grotte Brescia

# Altopiano di Cariadeghe (Bs) inquadramento area carsica



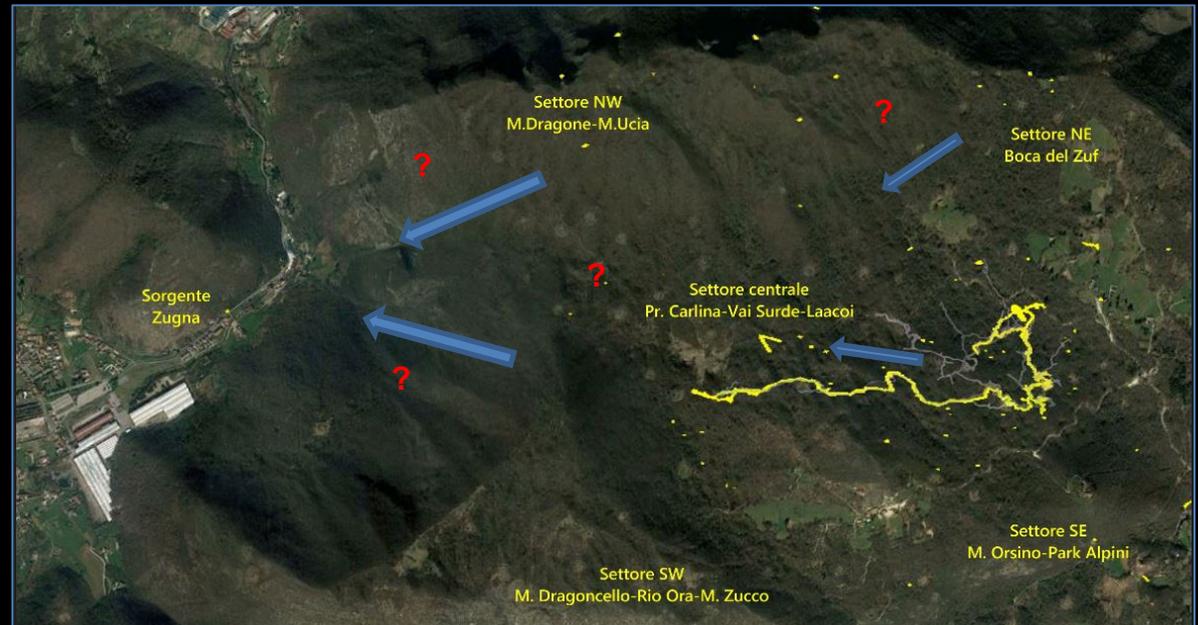
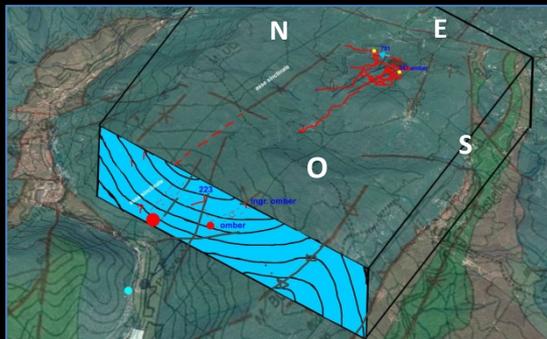
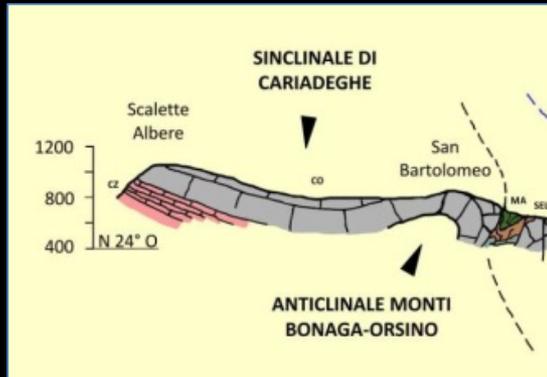
Area carsica: circa 11 kmq  
 Massimo dislivello: 910 m  
 Sviluppo attuale complesso: oltre 20 km

## Monumento Naturale Altopiano di Cariadeghe



# Altopiano di Cariadeghe (Bs): motivazione studio

- Ricerca settori del reticolo carsico mancanti e loro apporti alla sorgente Zugna
- Creazione metodo/modello di riferimento per aree carsiche con caratteristiche simili



# Il complesso carsico: primo approccio per future correlazioni

- Posizionamento e topografia a nuovo di tutte le cavità in loco
- Topografia interna a nuovo di tutto il complesso carsico Lo 247-498-791-4047
- Riconoscimento tipologia di alitazione (meteoalto – metebasso) per ogni ingresso
- Confronti raccolta dati storici esistente su temperature (Allegretti)
- Realizzazione Carta della circolazione dei flussi d'aria (invernale)

## ALTOPIANO DI CARIADEGHE (SERLE BS)

### CARTA DALLA CIRCOLAZIONE DEI FLUSSI D'ARIA INGRESSI DI CAVITÀ A REGIME INVERNALE 2019 - 2020

- METEOALTO (bocca calda: inverno alita, estate aspira)
- METEOBASSO (bocca fredda: inverno aspira, estate alita)
- METEOALTO PERENNE (alitazione continua, 10°, Lo 963)
- METEOBASSO PERENNE (aspirazione continua, Lo 791)
- METEOALTO (da riverificare)
- METEOBASSO (da riverificare)

- Lo 247 Numero catastale cavità nota
- Lo 24X Numero catastale in attesa nuova cavità
- nc Ingresso identificato non a catasto per misure esigue
- Lo 247 - Sovrapposizione pianta
- Sovrapposizione pianta cavità note a catasto

#### INGRESSI METEOALTI ACCERTATI inseriti a catasto

- Lo 793 - Q. 1110 - Ombra Fo Col Mul
- Lo 982 - Q. 1128 - Pozzetto su M. Ucia (Confic)
- Lo 588 - Q. 1124 - 2° Pozzetto su M. Ucia (Fiesobasso)
- Lo 228 - Q. 943 - Bus de la ma de la
- Lo 973 - Q. 932 - Zuffalo
- Lo 787 - Q. 928 - Bus del Raspo
- Lo 766 - Q. 910 - Bus del Temporal
- Lo 970 - Q. 906 - Asprino
- Lo 224 - Q. 802 - Bus de Vai Surde a Matina
- Lo 788 - Q. 860 - Pozzo sopra il Bus del Ciak
- Lo 233 - Q. 855 - Bus Caal
- Lo 809 - Q. 855 - G. sul Frat Ceasine
- Lo 247 - Q. 847 - Ombra em Banda al Bus del Zel
- Lo 995 - Q. 825 - Pozzetto presso il Bus del Zel

#### INGRESSI METEOALTI ACCERTATI non inseriti

- nc Creste Monte Ucia, Aspr. in zona Lo 906, Wortzel
- nc Vedonomete a s.ora e NE di S. Bartolomeo

#### INGRESSI METEOALTI PERENNI inseriti a catasto

- Lo 963 - Q. 847 - Bus del Foc

#### INGRESSI METEOBASSI ACCERTATI inseriti a catasto

- Lo 975 - Q. 1081 - Improvviso
- Lo 981 - Q. 1068 - Amaro Luciano
- Lo 98X - Q. 1020 - Antra dei Veni
- Lo 980 - Q. 1024 - Palendrina
- Lo 989 - Q. 1109 - Niente Niente Punta
- Lo 928 - Q. 880 - Bus Masina
- Lo 928 - Q. 880 - Ombra de la Casa Comù
- Lo 987 - Q. 838 - Bus de la Bania
- Lo 019 - Q. 802 - Bus del Lat di Casa Cari
- Lo 803 - Q. 820 - 2a Grotta presso Poca Laconi
- Lo 452 - Q. 804 - Grotta della Carbonella
- Lo 965 - Q. 882 - Buco del Sasle
- Lo 794 - Q. 801 - Bus sotto Monte Zucco
- Lo 223 - Q. 909 - Bus tra le Taere de la Vai Surde
- Lo 969 - Q. 885 - Neppargasso
- Lo 972 - Q. 882 - Chajna
- Lo 971 - Q. 882 - Frarino
- Lo 783 - Q. 860 - 50 Pozzo sopra Rio Ora
- Lo 818 - Q. 869 - Grotta dei Fari de Cornalet
- Lo 659 - Q. 869 - Grotta sulla strada per Valpiana
- Lo 229 - Q. 970 - B. Poissa Venturini
- Lo 929 - Q. 847 - Abisso Dos Fira - Makita

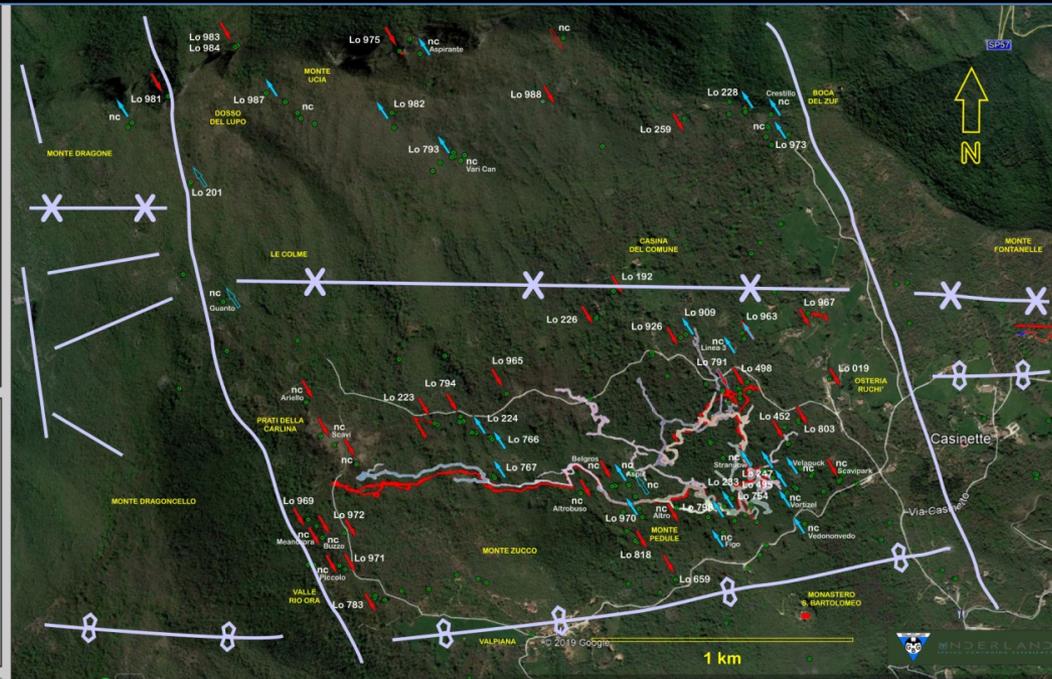
#### INGRESSI METEOBASSI ACCERTATI non inseriti

- nc Valle del Rio Ora, Prati della Carlina, Monte Pedulo, presso park Monumento Alpini

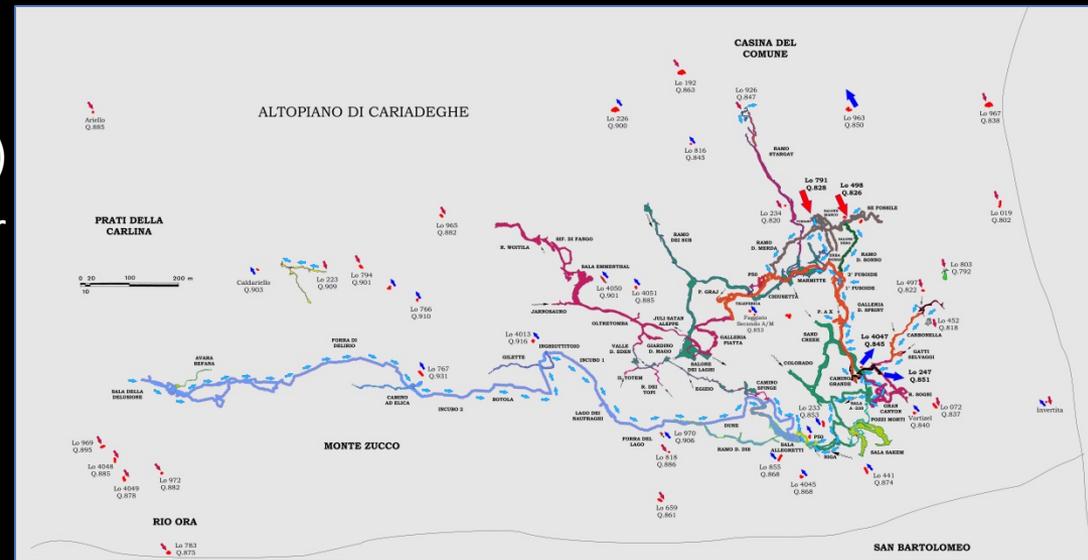
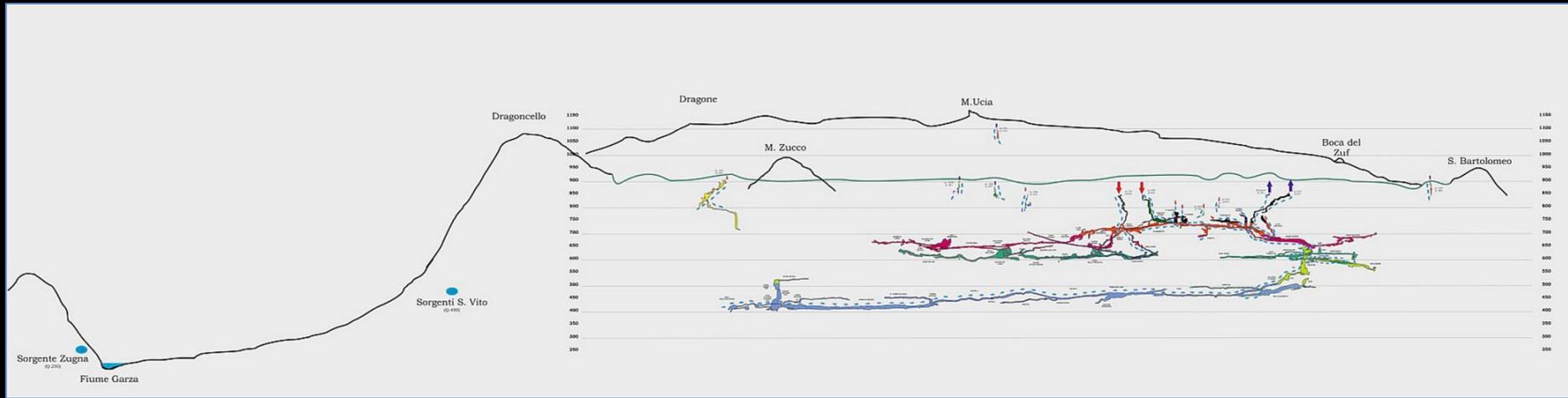
#### INGRESSI METEOBASSI PERENNI inseriti a catasto

- Lo 791 - Q. 817 - 3a Grotta presso Poca Laconi

- Faglie principali
- Piegia sinforme - sindinciale
- Piegia sinforme - anticlinale

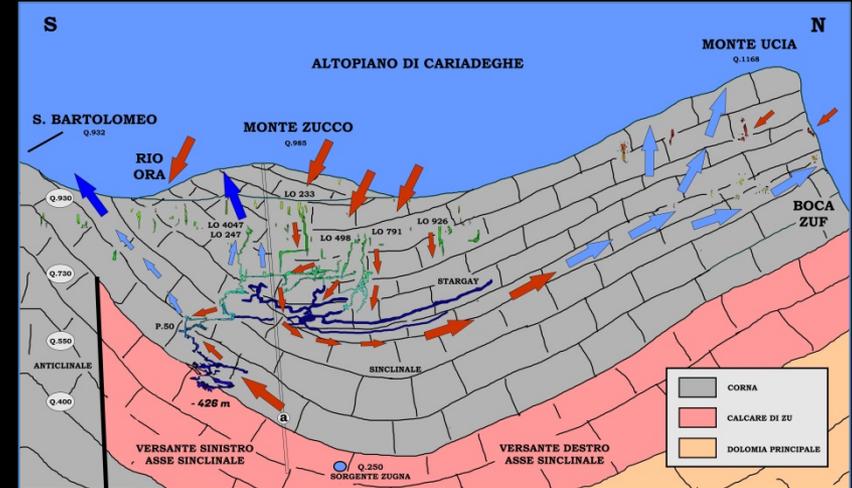
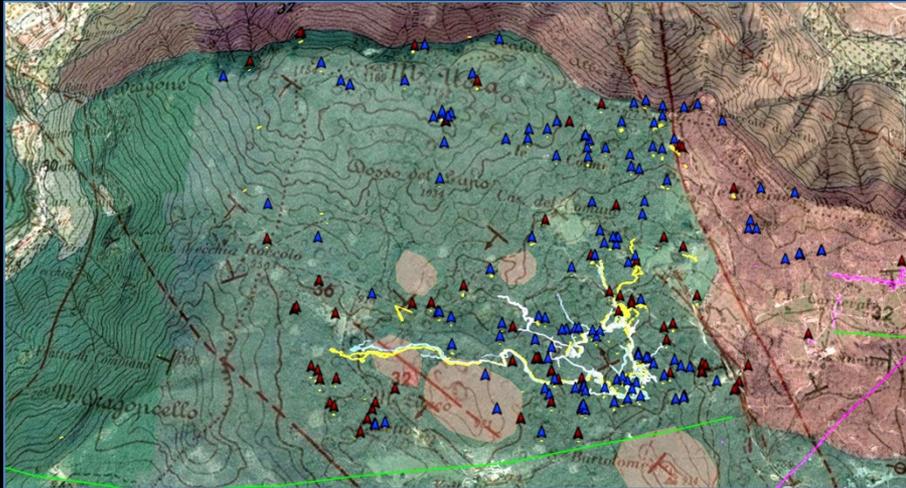


# Il complesso carsico: primo approccio per future correlazioni



# Il complesso carsico: osservazioni preliminari al monitoraggio

Si presentano diverse «anomalie» a cui dare risposta



- Molti ingressi meteobassi sono posizionati a quote più elevate di quelli meteoalti
- Il complesso carsico (4 ingressi) presenta circolazioni di flusso interne indipendenti (da accertare), in quanto il settore destro si comporta da meteobasso (Lo 498-791), mentre il sinistro da meteoalto (Lo 247-4047) (accertato)
- Lo sviluppo del sistema in due litologie affioranti, con linee di fratturazione differente e separate da faglie importanti, fa presumere allineamenti diversi tra le doline (concentrazione molto elevata) e anche tra i circuiti di flusso interni (sistemi minori, gruppi di ingressi con differenze nette tra di loro)
- Presenza di cavità che aspirano sempre e altre che soffiano sempre

# Progetto Ariadeghe: attuazione monitoraggio

Vengono scelti n. 50 ingressi suddivisi tra meteoalti e meteobassi

Il periodo di monitoraggio ha coperto un lasso di tempo di sei mesi così suddiviso:

- Primi due mesi (fine febbraio-fine aprile): ingressi meteoalti
- Mesi successivi (inizio maggio-metà agosto): ingressi meteobassi e alcuni meteoalti ripescati per verifica correlazioni analizzando momenti di inversione di flusso stagionale
- Per n.6 mesi posizionati n.4 data logger in esterno (punto più elevato, punto maggior escursione termica, n. 2 punti mediani)
- Per n.6 mesi posizionati n.6 data logger in vari livelli del sistema e suddivisi tra fondo, settore destro e sinistro, ogni 100 m a partire da -100 m (fino a -400 m)
- Durante il periodo estivo sono stati aggiunti n.6 logger abilitati alla registrazione del dato dell'umidità

# Progetto Ariadeghe: metodologia usata sul campo

Sono stati usati sia all'esterno che all'interno dei mini registratori portatili a batteria Elitech RC-5 con le seguenti caratteristiche:

- Tipo di sensore: resistenza termica NTC interna;
- Gamma di misurazione della temperatura:  $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Risoluzione:  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - Precisione della temperatura:  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); Altri,  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - Unità di temperatura:  $^{\circ}\text{C}$  o  $^{\circ}\text{F}$  Opzionale;
  - Interfaccia di comunicazione: Porta USB;
  - Capacità record: 32000 punti (MAX);
  - Alimentazione elettrica: batteria Cr2032;
  - Durata della batteria: a temperatura normale, se l'intervallo di registrazione è impostato su 15 minuti, potrebbe essere utilizzato oltre un anno;
  - Dimensioni: circa 80 (L) x 34 (P) x 14 (A) mm;
  - Intervallo di registrazione: 10s ~ 24 ore regolabile;
  - Peso: 60 g.
- Il miglior ambiente di archiviazione va da  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ /da 45%rH a 75%rH.



Sono stati usati n. 6 registratori portatili a batteria Elitech RC 51H abilitati alla misurazione dell'umidità con le seguenti specifiche:

- Intervallo di umidità: 10 ~ 95%RH;
- Risoluzione umidità: 0.1%RH;
- Precisione umidità:  $\pm 3\%$  RH ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 20% RH-90% RH), altri  $\pm 5\%$  UR;
- Precisione della temperatura:  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ );  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (altra gamma);
- Risoluzione di temperatura:  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Intervallo di temperatura:  $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Log Interval: 10 secondi - 24 ore;
- Memoria: 32.000 punti di temperatura, 32.000 punti di umidità;
- Dimensioni: 15.5 x 5.5 x 3 cm;
- Peso: 40 grammi;
- Alimentazione elettrica: batteria Cr14250;
- Durata della batteria: a temperatura normale, se l'intervallo di registrazione è impostato su 15 minuti, potrebbe essere utilizzato oltre un anno.

# Progetto Ariadeghe: metodologia usata sul campo

Ogni singolo logger è stato protetto inserendolo in un barattolo di plastica, areato lateralmente e senza fondo.

Il barattolo è stato appeso a mezz'aria nel punto di maggior portata di flusso avvertibile o misurato con anemometro portatile.

In esterno i barattoli sono stati appesi ad alberi, ad almeno 1 metro di altezza da terra e protetti da esposizione diretta ai raggi solari.



# Progetto Ariadeghe: analisi temperatura dei data logger

Al fine di verificare l'affidabilità e la precisione dei data logger a seguito della loro posa in ambiente ipogeo per un periodo di circa 6 mesi, si procede all'analisi mediante comparazione con un termometro di vetro tarato (precisione  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ) e un termometro digitale con sonda (precisione  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ).

Avendo posizionato tutti gli strumenti di misura su di un tavolo in luogo al chiuso e atteso 15 minuti si rilevano questi dati:

Ø Termometro di vetro  $25.1^{\circ}\text{C}$

Ø Termometro digitale  $25.3^{\circ}\text{C}$

Attraverso la media matematica si può stabilire la temperatura di riferimento in  $25.2^{\circ}\text{C}$ .

Ciascun data logger ha un range di precisione dichiarato dello  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

Le misure evidenziate in giallo si discostano più di  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

Numero	Gradi Celsius		Numero	Gradi Celsius
2	24.9		20	24.7
3	24.9		21	24.9
4	25.3		22	25.0
5	24.7		23	24.7
6	24.7		24	24.7
7	24.6		25	25.0
8	25.2		26	24.5
9	25.3		27	24.7
10	25.2		28	24.7
11	24.9		29	24.8
12	25.0		30	24.9
13	25.1		31	25.3
14	24.5		32	25.4
15	24.7		II	24.5
16	25.2		III	24.8
17	25.0		IV	24.7
18	24.7		V	24.8
19	24.5		VI	24.8
			I	guasto

**Conclusioni: gli strumenti utilizzati si sono dimostrati affidabili per questa tipologia di raccolta dati.**

# Meteo-Analizzare zone carsiche

metodo	Costo/grotta	persone	tempi	risultati
Lancio di traccianti differenziati dalle bocche aspiranti, con monitoraggio delle bocche soffianti	500€	1 a grotta aspirante	30gg	Connessioni, lunghezze, strutture
Una serie di lanci di CO <sub>2</sub> con relativo monitoraggio esterno	500€	2	90gg	Connessioni, lunghezze, strutture
Aperture/chiusure ripetute delle bocche aspiranti e monitoraggio alle bocche soffianti (o con il ventilatore)	200€	1 a grotta	1g per bocca aspirante	Connessioni, lunghezze
Monitoraggio temperature	20€	1	365gg	Connessioni
Flussi d'aria forzati (usando un ventilatore friulano)	500€ + ventilatore + strutture	1 a grotta	1g a grotta	Connessioni, lunghezze, strutture

# Analisi delle temperature di una zona carsica

## Ci aspettiamo i seguenti eventi:

- I termometri posizionati in grotte di piccola dimensione dovrebbero fedelmente seguire l'andamento delle temperature esterne
- Le temperature dei complessi carsici, non dovrebbero mostrare significative variazioni al variare delle condizioni esterne
- Grotte in connessione tra loro dovrebbero mostrare oscillazioni di temperatura sincrone, al più ritardate rispetto alle variazioni di temperature entranti

## Proviamo ad analizzarli così:

- Confronti puntuali di MAX/min temperatura
- Confronti di variazioni di  $T_{int}$
- Correlazioni di  $T_{int}$  tra grotte
- Confronti in frequenza delle temperature
- Modelli filtrativo e diffusivo

# Confronti di temperatura MAX/min

Si confrontano le temperature min (inverno) MAX (estate) registrate tra gli ingressi soffianti e le temperature esterne per verificare analogie.

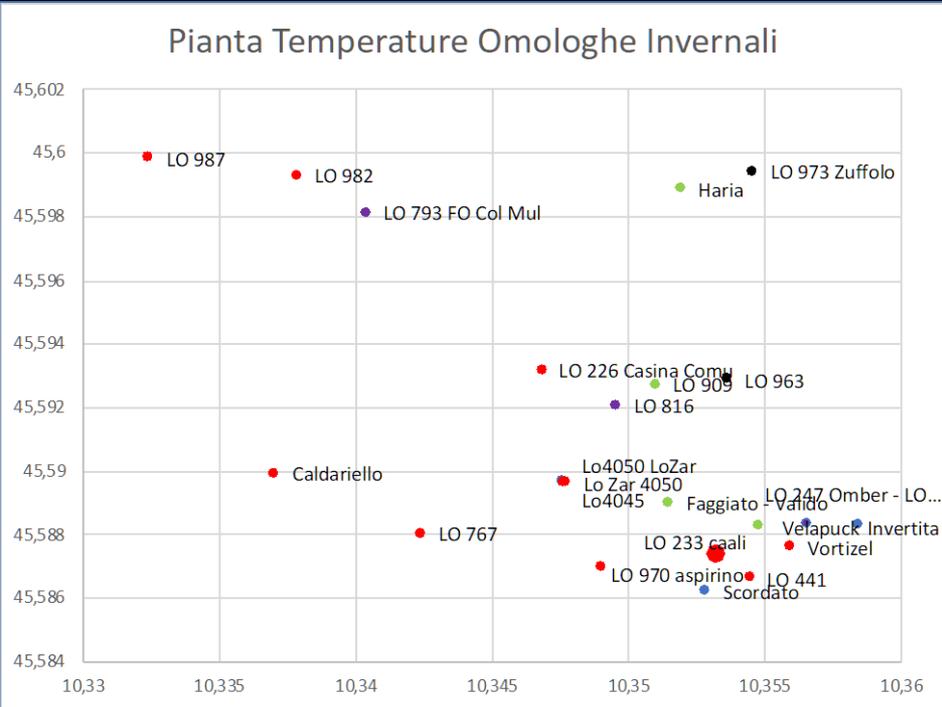
Si procede a confrontare le bocche soffianti tra di loro.

Da questo esercizio emergono le grotte con temperature comuni

Scardin	LO 244	LO 97 aspirino	LO 233 caali	Vortizel	LO 767	Invertita	LO 233 caali	Vortizel	Faggiato - Valzar	Caldariello	LO 233 caali	LO 982	LO 987	LO 226 Casina Comu	LO 909	LO 963	LO 247 Omber - LO...	Carlini	Carlini	Emozza	Emozza	Emozza	Emozza	Emozza
2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25

Per meglio evidenziare le similarità ho usato il grafico delle posizioni geografiche delle grotte sull'altopiano indicando le analogie termiche tra gli ingressi con colori differenti.

Il grafico indica la presenza di almeno 4 raggruppamenti (rosso, verde, viola, nero) e di un paio di giocatori singoli (in blu), non collegabili con nessun raggruppamento (Invertita, Scordato)

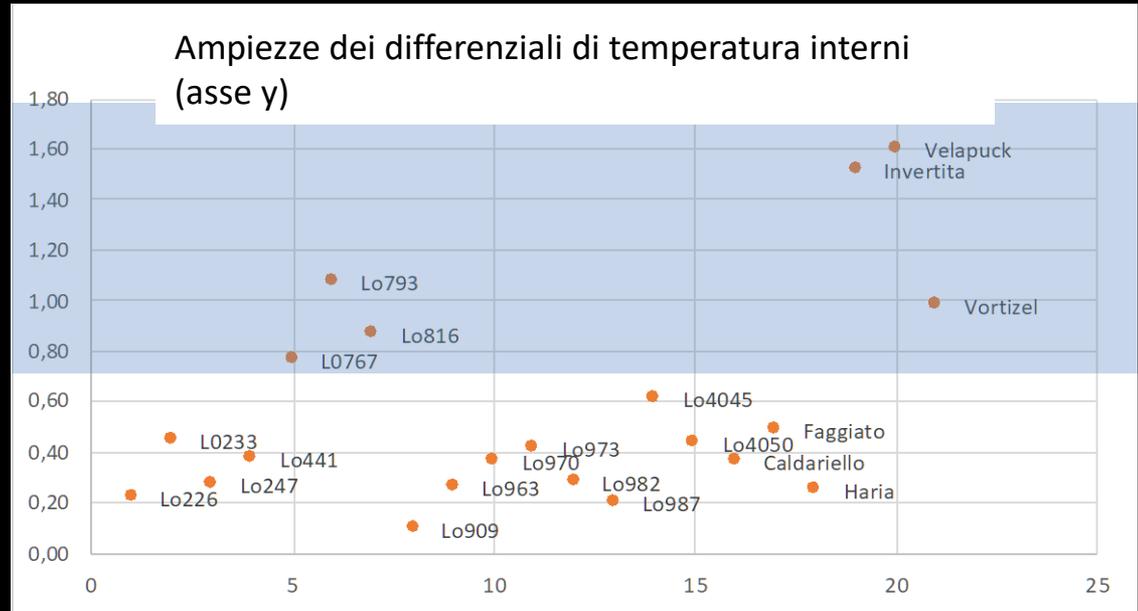




# Analisi delle oscillazioni delle temperature interne

Dal grafico dove l'asse x è a scala arbitraria, si nota che molte grotte hanno variazioni limitate relativamente alle variazioni esterne.

Non c'è una corrispondenza perfetta, ma dobbiamo tener conto anche delle approssimazioni e del fatto che le misure sono misure medie e che quindi contengono molte possibili inversioni



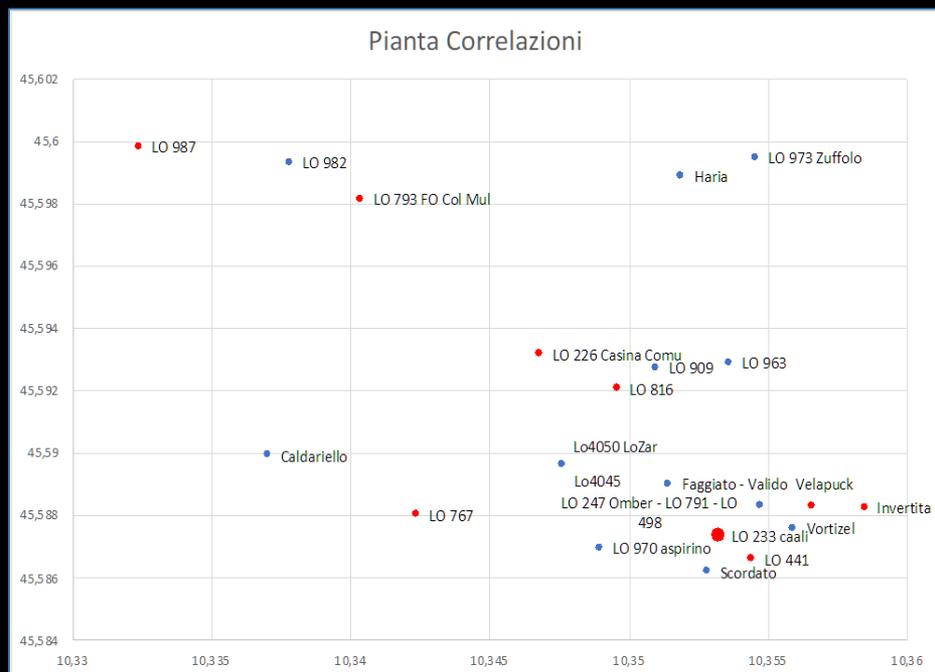
Si può quindi dire che le ampiezze interne sono tanto maggiori quanto le grotte risultano essere maggiormente influenzate dalle variazioni esterne, quindi quanto siano più superficiali, e quindi giungere alla conclusione che **Velapuck, Invertita, Vortizel, 793, 816 e 767**, potrebbero essere dei sistemi minori

# Analisi di Correlazione di temperature Interno/Interno

Correlazioni	E. Caltina	Lo247	Lo793	Lo973	Lo987	Lo909	Lo226	Haria	Lo982	Velapuck	Lo441	biolone	Vortizel	Faggiato	Lo233	Invertita	Lo767	Lo4045	Lo963	Lo900	Lo816	Lo990
E. Caltina	1,00	0,48	0,72	-0,47	0,44	-0,36	0,54	-0,48	0,53	0,73	0,49	0,23	0,21	-0,09	0,66	0,64	0,70	0,32	-0,32	-0,38	0,64	0,57
Lo247	0,48	1,00	0,50	0,50	0,58	0,34	0,68	-0,25	0,38	0,65	0,56	0,42	0,42	0,21	0,67	0,51	0,60	0,26	-0,15	0,03	0,63	0,53
Lo793	0,72	0,50	1,00	0,77	0,79	-0,57	0,86	-0,45	0,76	0,91	0,73	0,54	0,14	-0,25	0,92	0,90	0,87	0,39	-0,24	-0,45	0,89	0,75
Lo973	-0,47	0,50	0,77	1,00	-0,64	0,50	0,67	0,53	0,50	0,68	-0,57	0,44	-0,08	0,29	0,67	-0,74	0,55	-0,25	0,17	0,46	-0,64	0,37
Lo987	0,44	0,58	0,79	0,64	1,00	0,72	0,88	-0,04	0,86	0,83	0,86	0,82	0,14	0,38	0,85	0,82	0,83	0,37	-0,59	0,34	0,91	0,68
Lo909	-0,36	0,34	-0,57	0,50	-0,72	1,00	0,58	0,09	0,64	-0,63	-0,69	0,74	-0,01	0,27	-0,57	-0,66	0,63	-0,25	0,52	0,39	-0,71	0,39
Lo226	0,54	0,68	0,86	0,67	0,88	0,58	1,00	-0,29	0,83	0,91	0,81	0,70	0,33	0,07	0,85	0,81	0,85	0,39	0,40	0,37	0,91	0,76
Haria	-0,48	0,25	-0,45	0,53	-0,04	0,09	0,29	1,00	0,00	-0,38	-0,11	0,10	-0,20	0,08	-0,33	-0,34	0,20	-0,11	-0,23	0,34	-0,21	0,18
Lo982	0,53	0,58	0,76	0,50	0,86	0,64	0,83	0,00	1,00	0,82	0,79	0,69	0,19	0,15	0,81	0,74	0,85	0,38	0,48	0,25	0,89	0,73
Velapuck	0,73	0,65	0,91	0,68	0,83	0,63	0,91	-0,38	0,82	1,00	0,85	0,68	0,25	-0,36	0,93	0,86	0,93	0,41	-0,40	0,42	0,95	0,79
Lo441	0,49	0,56	0,73	0,57	0,86	0,69	0,81	-0,11	0,79	0,85	1,00	0,86	0,20	0,13	0,79	0,78	0,85	0,36	-0,53	0,36	0,90	0,68
Caldariello	0,23	0,42	0,54	0,44	0,82	0,74	0,70	0,10	0,69	0,68	0,86	1,00	0,11	-0,09	0,69	0,64	0,67	0,27	-0,61	-0,30	0,75	0,53
Vortizel	0,21	0,42	0,34	0,08	0,14	0,01	0,33	-0,20	0,39	0,25	0,20	0,11	1,00	0,67	0,25	0,09	0,15	0,09	0,03	0,33	0,18	0,19
Faggiato	-0,09	0,21	-0,25	0,29	-0,18	0,27	0,07	0,08	-0,15	-0,16	-0,13	0,09	0,67	1,00	-0,34	-0,27	0,19	-0,07	0,30	0,62	-0,21	0,05
Lo233	0,66	0,67	0,92	0,67	0,85	0,57	0,95	-0,33	0,83	0,93	0,79	0,63	0,25	-0,34	1,00	0,85	0,91	0,41	-0,34	0,36	0,93	0,81
Invertita	0,64	0,54	0,90	0,78	0,87	0,66	0,81	-0,34	0,74	0,86	0,78	0,64	0,09	0,27	0,85	1,00	0,84	0,38	-0,38	0,46	0,87	0,64
Lo767	0,70	0,60	0,87	0,55	0,83	0,63	0,85	-0,20	0,85	0,93	0,85	0,67	0,15	-0,39	0,91	0,84	1,00	0,41	-0,43	-0,40	0,95	0,81
Lo4045	0,32	0,26	0,39	0,25	0,37	0,25	0,39	-0,11	0,38	0,41	0,36	0,27	0,09	0,07	0,41	0,38	0,41	1,00	0,36	0,36	0,42	0,33
Lo963	-0,12	-0,15	-0,24	0,17	-0,59	0,52	0,40	-0,23	0,48	-0,40	-0,53	0,61	0,03	0,20	-0,34	-0,38	0,43	-0,16	1,00	0,24	-0,49	0,28
Lo4050	-0,38	0,09	-0,45	0,46	-0,34	0,39	0,32	0,34	0,25	0,42	-0,36	0,30	0,33	0,62	0,36	-0,46	0,40	-0,16	0,24	1,00	-0,40	0,22
Lo816	0,64	0,63	0,89	0,64	0,91	0,71	0,91	-0,21	0,89	0,75	0,18	-0,21	0,93	0,87	0,95	0,42	-0,49	0,40	0,40	1,00	0,78	
Lo970	0,57	0,53	0,75	0,37	0,68	-0,39	0,76	-0,18	0,73	0,79	0,68	0,53	0,19	-0,05	0,81	0,64	0,81	0,33	-0,28	0,22	0,78	1,00

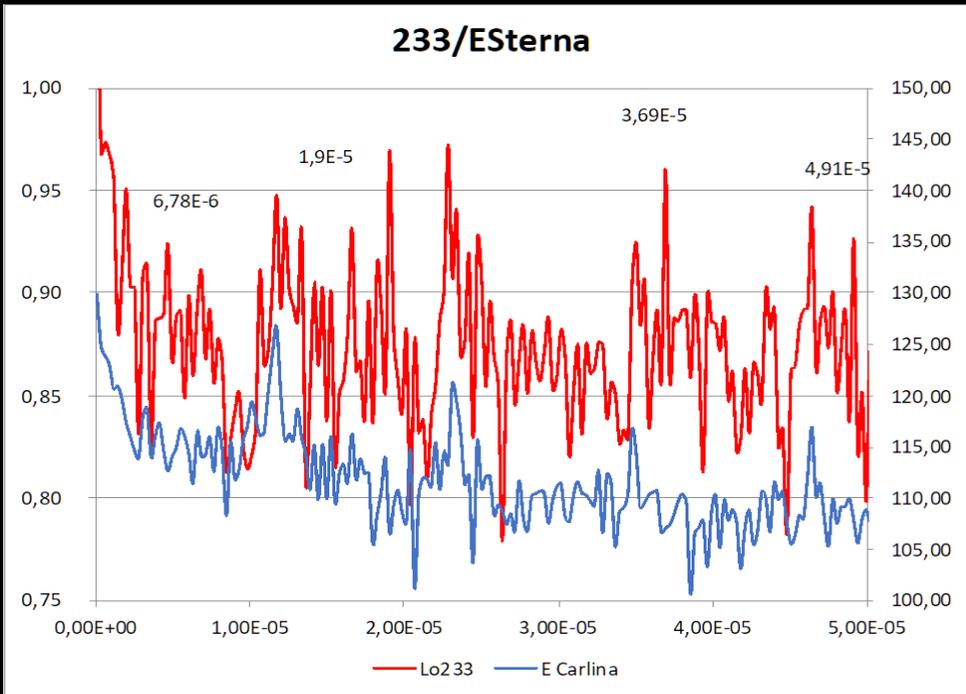
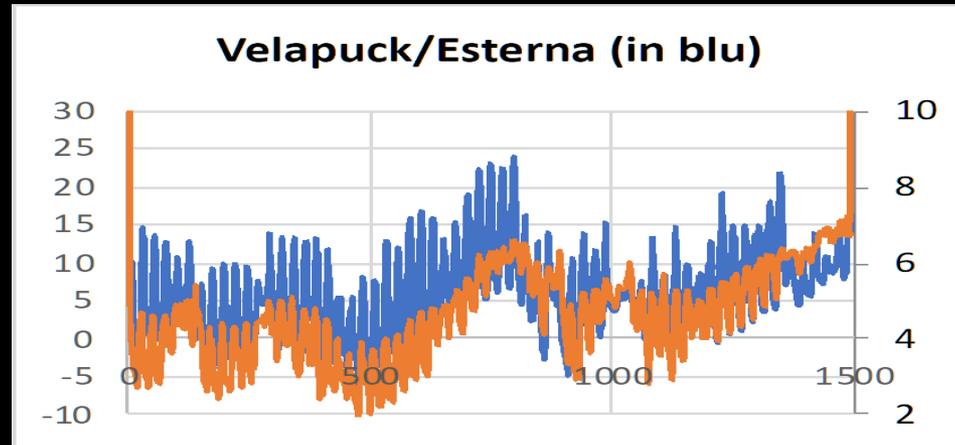
Si confrontano con questa metodologia tutti i dati raccolti analizzando le correlazioni tra le temperature registrate tra le grotte, prendendo come presupposto che grotte in collegamento profondo tra di loro dovrebbero soffiare aria alla stessa temperatura. Il grafico è riferito alle posizioni geografiche. In rosso le grotte reciprocamente correlate

Ogni colonna rappresenta l'indice di correlazione con le rispettive righe, per esempio la correlazione tra le temperature esterne di colonna 1, supera il valore 0,7 solo in 3 casi: **793, Velapuck, 767**. Queste sono le uniche grotte che potrebbero essere considerate delle cantine, cioè le loro variazioni sono concordi al 70% con le variazioni della temperatura esterna.



# Analisi in frequenza delle variazioni di temperatura

Valori di temperatura da febbraio a maggio (Esterna a sx)

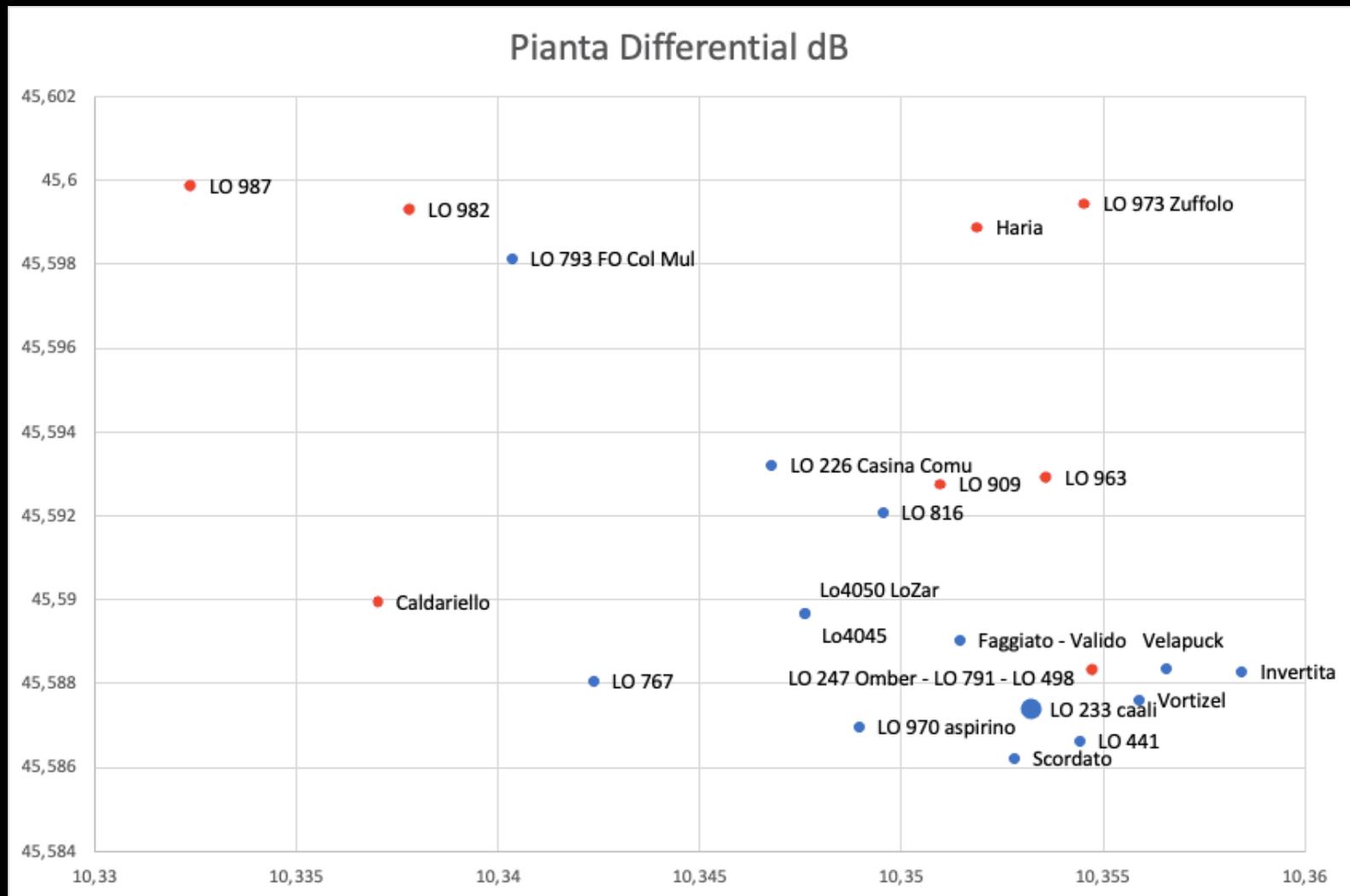


Viene da pensare che **le frequenze in più nel grafico**, siano dovute ad un effetto ben noto in acustica, ovvero che la lunghezza di un tubo sia proporzionale alla frequenza emessa. Il problema non banale è che stiamo parlando di azioni dovute alle variazioni di temperatura che si propagherebbero in grotta ad una velocità sconosciuta.

Quelle frequenze potrebbero essere contributi di altri sistemi

$6,78E-6$	$1,9E-5$	$3,69E-5$	$4,91E-5$
3,03 (ore)	2,15 (ore)	2 (ore)	3 (ore)
40,97	14,62	7,53	5,56

# Analisi di Correlazione delle frequenze



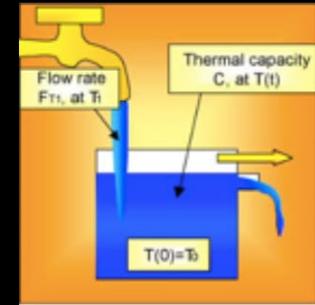
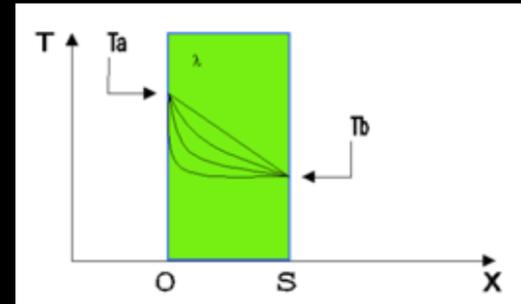
Tutte le grotte segnate da un punto rosso, possono essere considerate in correlazione in frequenza, le altre grotte in blu non hanno nessuna relazione evidente tra loro con questa modalità di analisi.

# Analisi dei modelli filtrativo e diffusivo per verificare la "profondità" del carsismo (G.Badino)

Modello Diffusivo

Modello Filtrativo

Si applicano 2 modelli per il calcolo della penetrazione della temperatura nelle grotte. Il modello **Filtrativo** che associa le variazioni giornaliere di temperatura ai flussi entranti/uscenti, e il modello **Diffusivo** che misura l'influenza sulla capacità termica della grotta intesa come la montagna che la circonda. Entrambe i modelli considerano la variazione di temperatura periodica, su scala giornaliera, stagionale, annuale o secolare.



Calcolo dei tempi usando  $\frac{\Delta T_{ext}}{\Delta T_{int}}$  nei 2 modelli

Tabella dello sfasamento temporale delle correlazioni

	$Q = \sqrt{\left(\frac{T_A}{\Delta T}\right)^2 - 1}$	media $\alpha$ f daily (ore)	media $\alpha$ d daily (ore)
Catasto			
Lo 019		6	19
Lo 192	134	6	19
Lo 223	8	6	8
Lo 234	134	6	19
Lo 247	67	6	16
Lo 4048	134	6	19
Lo 4050	45	6	15
Lo 441	134	6	19
Lo 452	10	6	9
Lo 659	134	6	19
Lo 783	33	6	13
Lo 791	13	6	10
Lo 803	10	6	9
Lo 909	134	6	19
Lo 926	134	6	19
Lo 963	134	6	19
Lo 965	134	6	19
Lo 967	134	6	19
Lo 972	134	6	19
Lo 975	67	6	16
Lo 982	134	6	19
Lo 988	134	6	19
Ariello	134	6	19
Belgross3	134	6	19
Dolina Carlina	134	6	19
Faggiato	6	5	7
Haria	45	6	15
OBase50	134	6	19
OP17	134	6	19
Olinato	134	6	19

ore	659	972	965	498	247	4050	783	4048	Ariello	803	Belgross3	791	982	452	234	Haria	192	926	909	441
659		6	18				0	0	3		0		15		0	12	0		0	12
972	6		0					9	15		9		3		0	0	15		9	3
965	18	0						24	9		12		0		0	0	21		9	0
498										0										
247						0												24		
4050																				
783	0							0	0		0		0		0					0
4048	0	9	24				0		3		21		0		12	24	0			6
Carlina																				
Ariello	3	15	9				0	3			0		15		0	12	0		0	9
803														0						
Belgross3	0	9	12				0	21	0				15		0	12	0		0	12
791										0									24	
982	15	3	0					0	15		15				0	0	15		12	3
452										0							24		0	
234	0	0	0					12	0		0		0			24	0			0
Haria	12	0	0					24	12		12		0		24		24		9	3
192	0	15	21					0	0		0		15		0	24			15	3
926																				
909	0	9	9					0	0		0		24		24		9	15	0	12
441	12	3	0					6	9		12		3		0	3	3		12	

Dal confronto tra le tabelle **filtrative** e **diffusive**, notiamo immediatamente che la corrispondenza al modello **filtrativo** è relativamente prevalente. Notiamo inoltre che ci sono molte grotte con tempi comparabili.

Il parametro Q che cresce con l'isolamento e quindi la profondità della grotta, segnala **Lo019, Lo192, Lo234, Lo4048, Lo441, Lo909, Lo926, Lo963...** e in particolare **OBase50...** come la cavità meno soggette alle variazioni di temperatura superficiali e ai flussi di aria.

# Suggerimenti per i prossimi passi

1. monitoraggio delle velocità delle arie negli ingressi più significativi
2. una serie di monitoraggi con aperture chiuse ripetute su alcuni ingressi selezionati
3. una serie di lanci di CO<sub>2</sub> con relativo monitoraggio esterno



# Conclusioni

- Questa prima fase ha permesso l'individuazione di cavità interessanti e la scrematura di altre meno promettenti.
- I futuri step di approfondimento consigliati, si concentreranno sulle cavità che risultano più correlate.
- Le ricerche nelle cavità risultate interessanti, hanno già iniziato a dare risultati esplorativi.
- Ulteriori monitoraggi in settori limitati e di minore durata, hanno rivelato possibili connessioni tra le grotte, anche con la semplice visione dei grafici di restituzione (la variazione simultanea della temperatura è indicatore nella loro affinità).



Questo tipo di approccio alla conoscenza di un sistema carsico sviluppato e articolato, si è dimostrato efficace per mettere a fuoco caratteristiche generali su cui impostare future ricerche.

# Conclusioni

