



Consiglio Nazionale delle Ricerche

2015

CONFERENZA ANNUALE

Dipartimento Scienze del Sistema
Terra e Tecnologie per l'Ambiente

« I CAMBIAMENTI CLIMATICI SONO UN PROBLEMA GLOBALE
CON GRAVI IMPLICAZIONI AMBIENTALI, SOCIALI, ECONOMICHE,
DISTRIBUTIVE E POLITICHE, E COSTITUISCONO UNA DELLE
PRINCIPALI SFIDE ATTUALI PER L'UMANITÀ. »

PAPA FRANCESCO
LETTERA ENCICLICA "LAUDATO SI"

“LA RISPOSTA DELLA RICERCA CNR
ALLE SFIDE AMBIENTALI”

Il contributo della geologia allo studio dei
cambiamenti climatici e dei rischi naturali
Paolo Messina (IGAG)

21 Dicembre 2015
CNR - Sede Centrale - Aula Convegni
P.le Aldo Moro, 7 - Roma

Duration and dynamics of the best orbital analogue to the present interglacial

La storia climatica dell'ultimo milione di anni del nostro pianeta è caratterizzata da una alternanza ciclica di fasi più fredde e aride dell'attuale, note come **glaciali** e fasi con clima simile attuale chiamate **interglaciali**.

Le cause alla base di questa ciclicità climatica hanno da sempre suscitato l'interesse degli studiosi, ma il primo a formulare una teoria brillante in grado di spiegare il fenomeno è stato il matematico e climatologo serbo **Milutin Milankovitch**.

«I cambiamenti nella radiazione solare in arrivo al top dell'atmosfera dovuta a **variazione dei parametri orbitali terrestri** determinano la formazione / fusione di accumulo di ghiaccio a latitudini settentrionali».

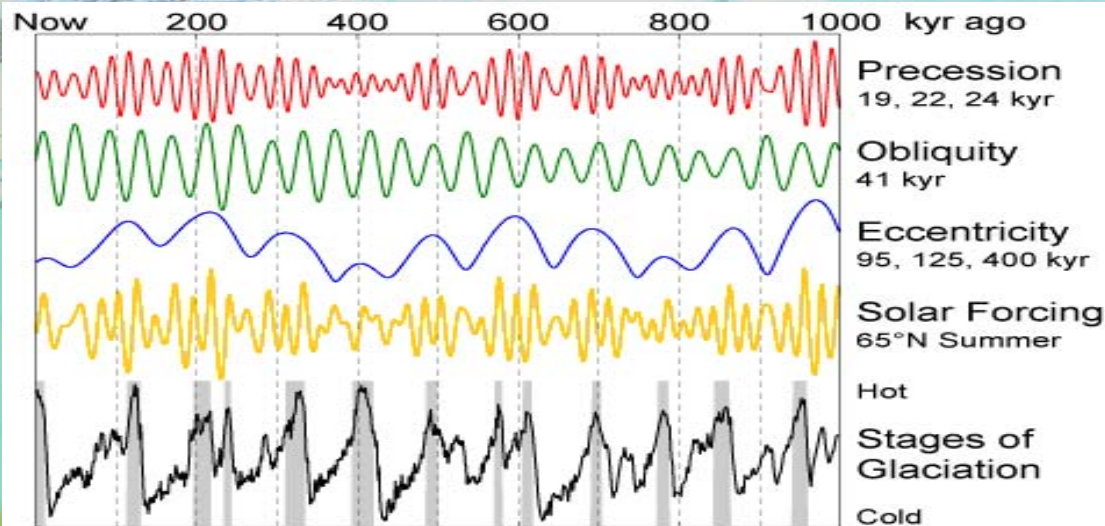
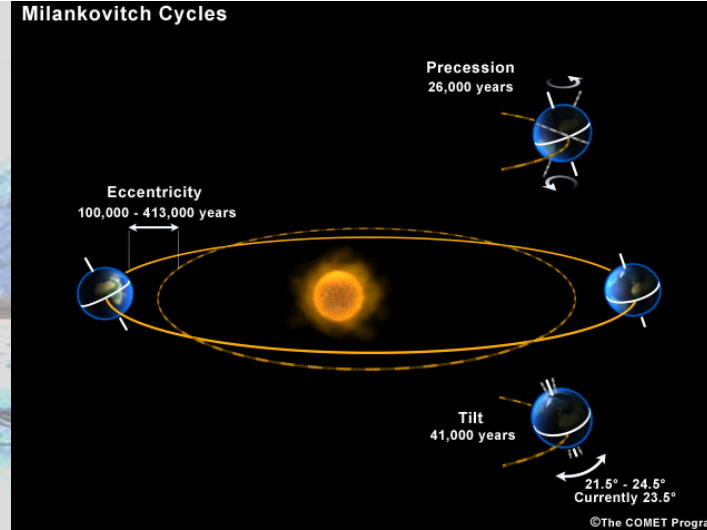
Biagio Giaccio^{1*}, Eleonora Regattieri^{1,2,3}, Giovanni Zanchetta^{1,2,3}, Sebastien Nomade⁴, Paul R. Renne^{5,6}, Courtney J. Sprain^{5,6}, Russell N. Drysdale^{7,8}, Polychronis C. Tzedakis⁹, Paolo Messina¹, Giancarlo Scardia^{1,10}, Andrea Sposato¹, and Franck Bassinot⁴

¹Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Via Salaria km 29,300, 00015

Monterotondo, Rome, Italy

GEOLOGY, July 2015; v. 43; no. 7; p. 603-606 | Data Repository item 2015209 | doi:10.1130/G36677.1 | Published online 19 May 2015

© 2015 Geological Society of America. For permission to copy, contact editing@geosociety.org.

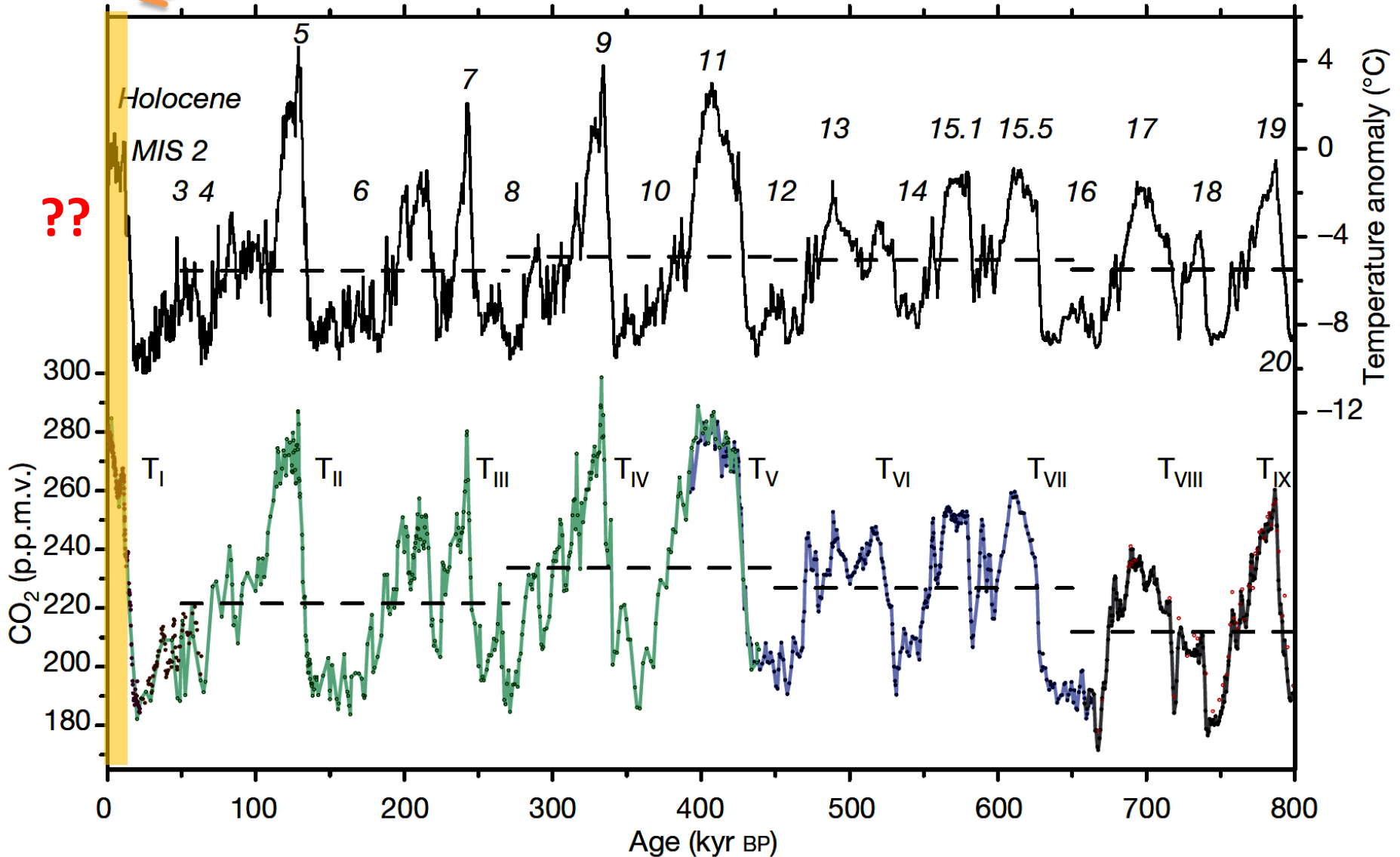


Milutin Milankovitch (1879-1958)

The Glacial theory of Milankovitch (1941): The changes in the solar radiation arriving at top of the atmosphere force the formation/melting of ice accumulation at northern latitudes.

Noi stiamo vivendo in un interglaciale, L'Olocene, iniziato 11700 anni fa; fino a quando durerà?

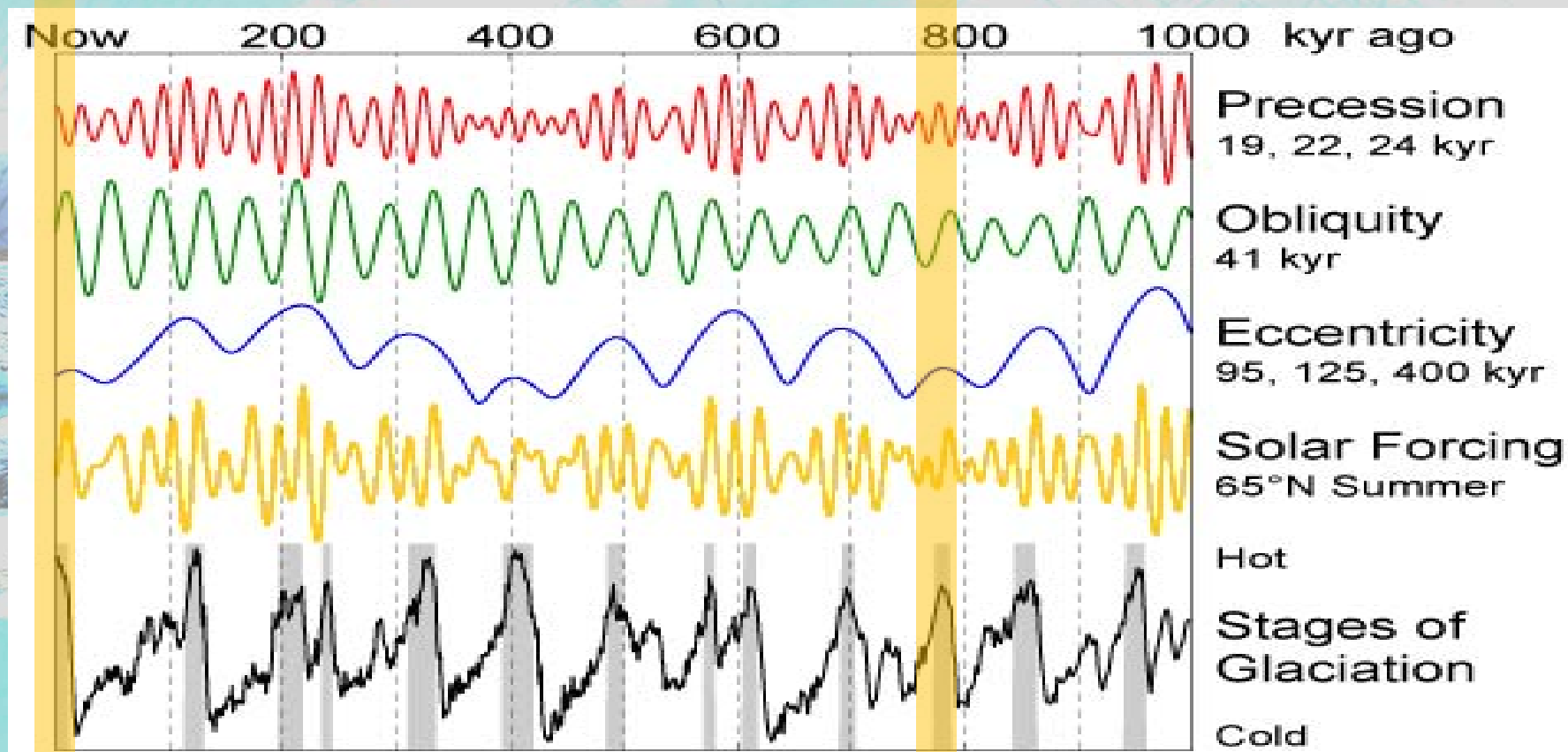
Possiamo prevedere l'inizio della prossima glaciazione?



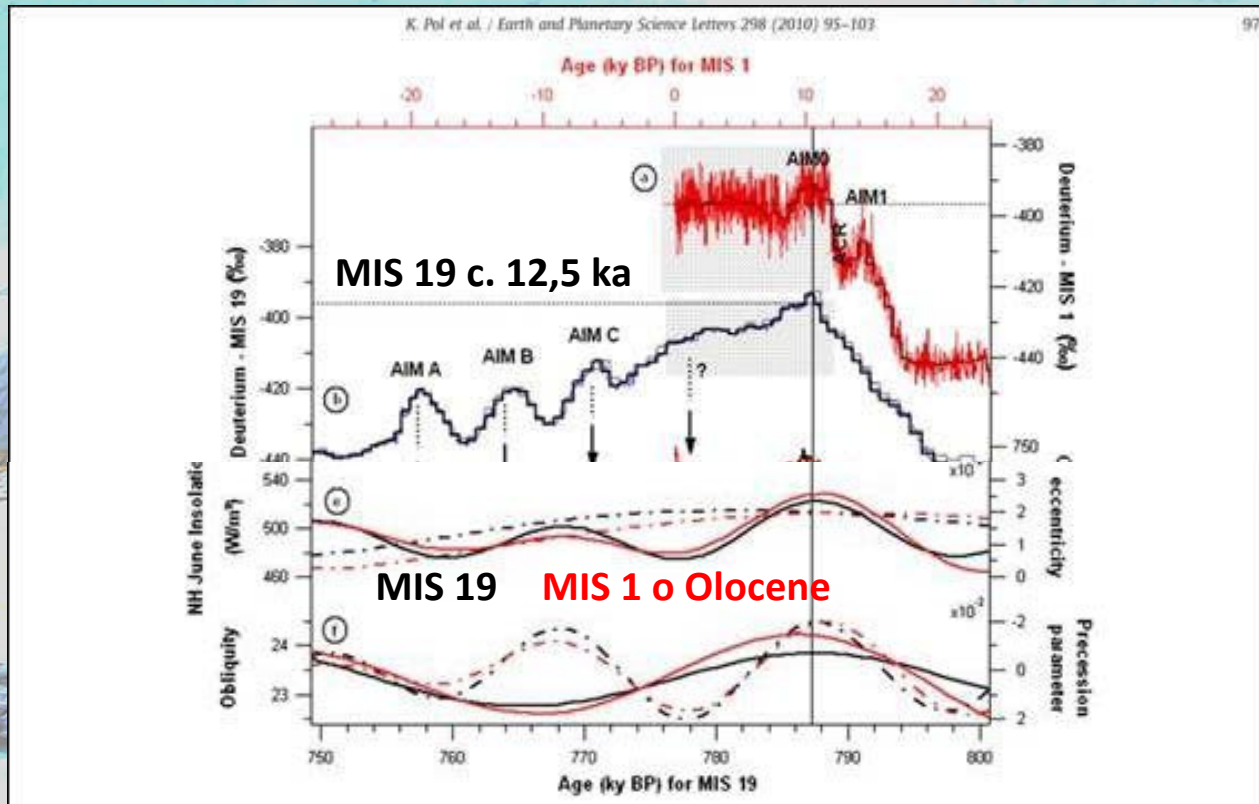
Nell'ultimo milione di anni, in termini di configurazione orbitale, il più vicino all'Olocene è un interglaciale di c. 800 ka, tecnicamente denominato marine isotope stage (MIS) 19.

Attuale

**Migliore analogo
dell'attuale**



Il MIS 19 è ben documentato nelle carote marine e del ghiaccio antartico e la migliore stima di durata di questo interglaciale ottenuta da questi record è di circa 12500 anni.



Problema: la scala temporale delle carote di ghiaccio si basa sul paradigma di Milankovitch che è in grado di prevedere l'inizio di un interglaciale ma non è altrettanto capace di prevederne la fine.

Quindi, la stima di c. 12,5 ka rimane un assunto teorico, sicuramente plausibile, ma non definitivamente dimostrato.

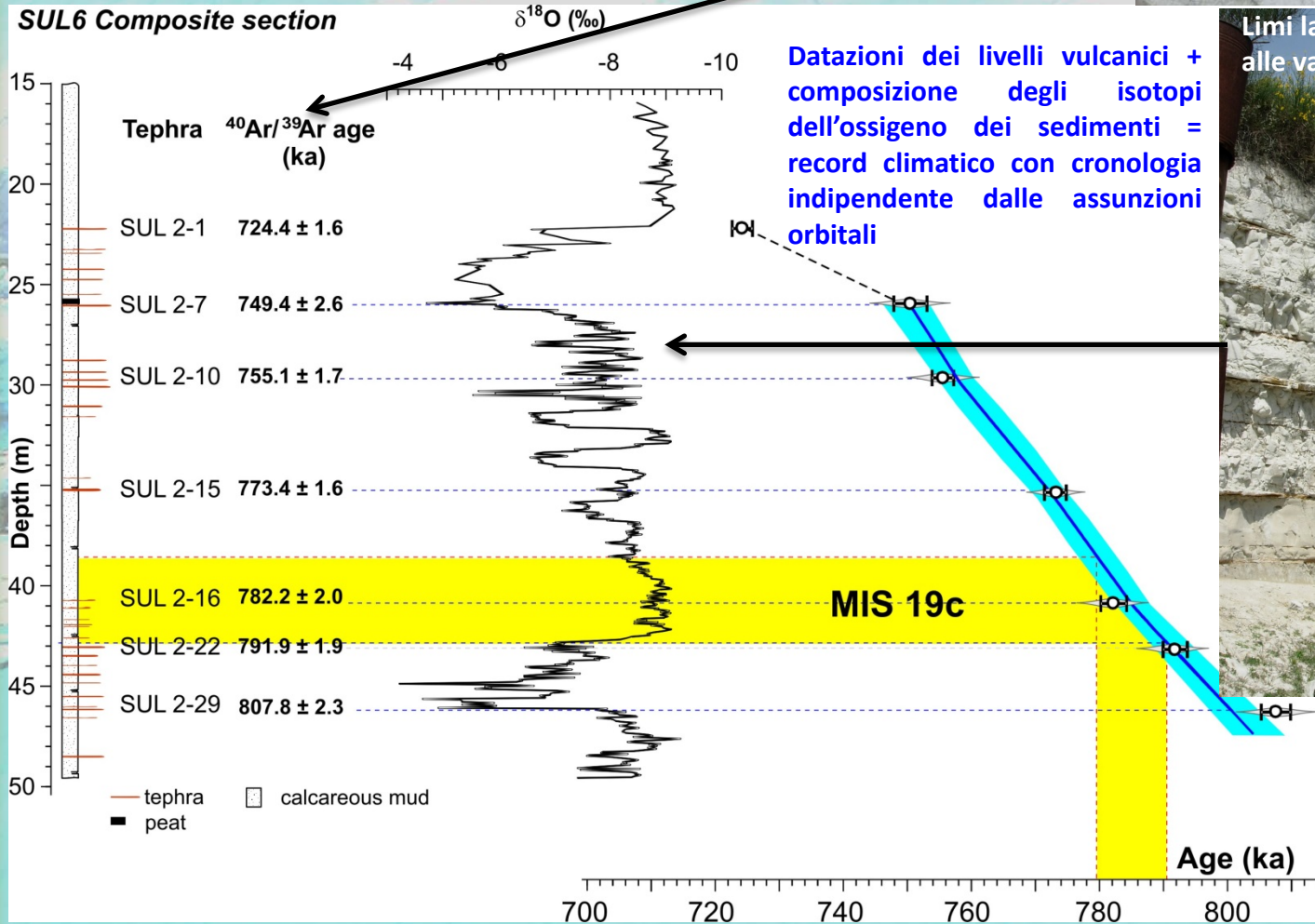
Una prima soluzione a questo problema è venuta dallo studio di una successione lacustre del bacino di Sulmona risalente ad un periodo che comprende il MIS 19.

Sono due i fattori chiave che hanno reso la successione di Sulmona particolarmente importante per definire la durata del MIS 19:

- 1) La presenza di livelli vulcanici databili con precisione con metodi radiometrici;
- 2) La notevole sensibilità climatica dei sedimenti ai cambiamenti climatici.



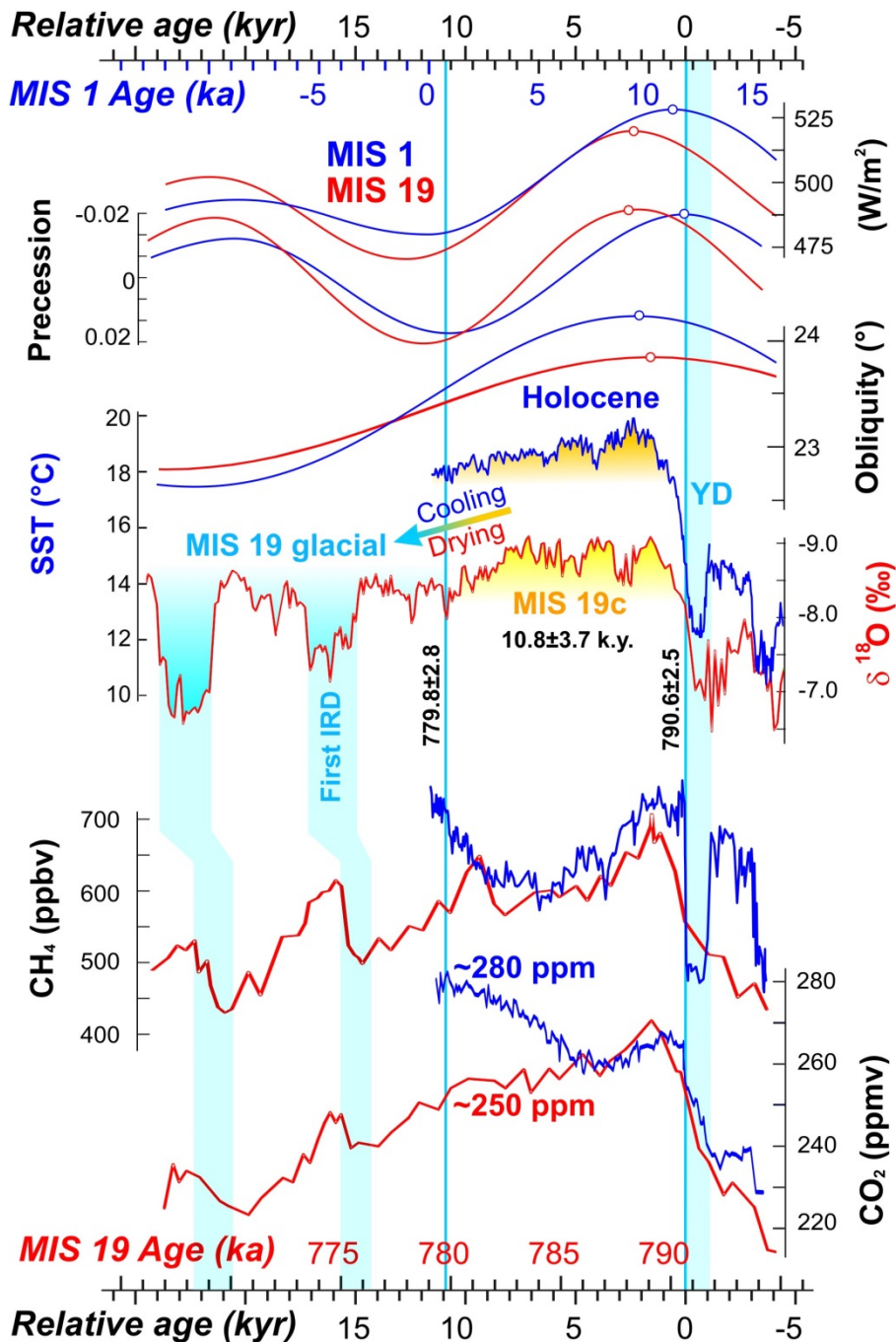
SUL6 Composite section



Datazioni dei livelli vulcanici + composizione degli isotopi dell'ossigeno dei sedimenti = record climatico con cronologia indipendente dalle assunzioni orbitali

Limi lacustri (d18O) altamente sensibili alle variazioni climatiche





Datazioni dei livelli vulcanici + composizione degli isotopi dell'ossigeno dei sedimenti

= storia delle variazioni climatiche del MIS 19 che risulta essere durato circa 11000 anni; cioè un tempo minore di quello trascorso dall'inizio dell'Olocene

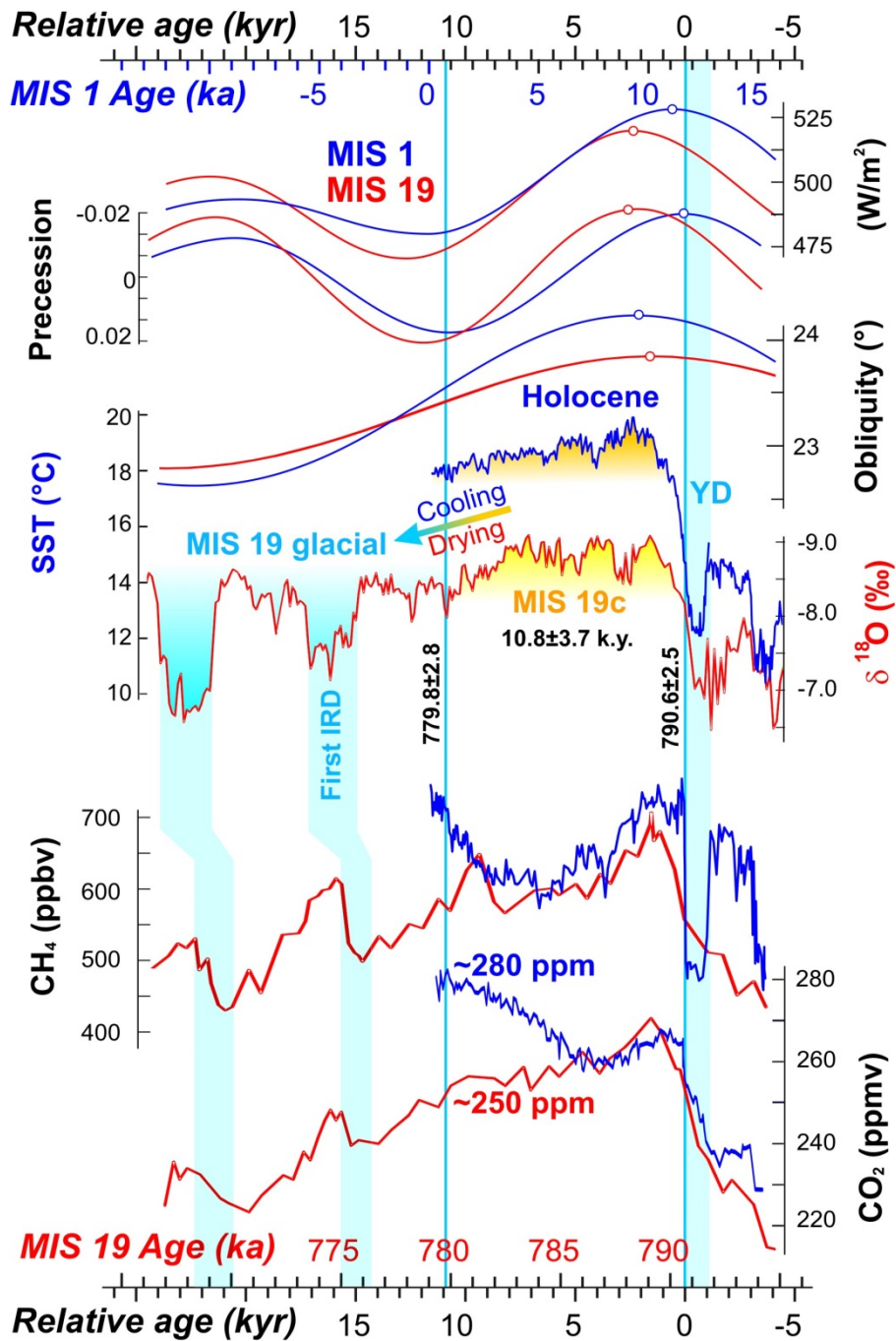
Comparazione climatica e configurazione orbitale tra MIS 19 e Olocene. La situazione orbitale alla fine del MIS 19 è molto simile a quella attuale

Comparazione climatica, orbitale e della concentrazione dei gas serra tra MIS 19 e Olocene

L'allineamento tra MIS 19 e MIS 1 mostra significative analogie climatiche tra i due interglaciali. Quindi, assumendo una totale analogia, l'attuale interglaciale dovrebbe essere prossimo alla sua fine. Tuttavia sappiamo benissimo che dopo una fase di pulsazioni fredde iniziate c. 4500 anni fa, che i geologi chiamano Neoglaciale, che comprende anche la piccola età glaciale del XVII-XVIII secolo, i ghiacciai hanno iniziato a ritirarsi nuovamente e la Terra sta da allora conoscendo una fase di riscaldamento.

In effetti quando consideriamo i gas serra, le analogie tra i due interglaciali cessano completamente di esistere. Mentre in fatti durante il MIS 19, la CO₂ e in linea di massima anche l'ammoniaca, decrescono abbastanza progressivamente, nel corso dell'Olocene preindustriale i due gas, dopo un iniziale trend di diminuzione, a partire da c. 8000-6000 anni fa aumentano.

Quindi, a parità delle condizioni orbitali, la sostanziale differenza tra le traiettorie evolutive dei due analoghi sarebbe imputabile alle differenze nella concentrazione dei gas serra.



Conclusioni:

Il confronto MIS 19c-MIS 1 suggerisce che la variabilità e la lunghezza totale del MIS 19c nel nostro record ($10,8 \pm 3,7$ KY, 2s) sono simili a quelle dell'attuale interglaciale (~ 11,7 ka) e che la configurazione astronomica richiesta per innescare **l'inizio della prossima glaciazione sarebbe già stata raggiunta.**

Tuttavia, l'attesa evoluzione del sistema climatico tardo Olocene in un periodo glaciale potrebbe essere stato ritardato o inibito da livelli più alti della corrispondente concentrazione di CO₂.

Nonostante la residua incertezza sulle cause alla base dei diversi livelli di gas serra durante l'Olocene e MIS 19 (cioè, antropogenica vs. "naturale"), una simile leggera differenza sarebbe stata sufficiente a deviare drasticamente le traiettorie evolutive dei due interglaciali, **evidenziando l'alta sensibilità del sistema climatico ai gas serra.**

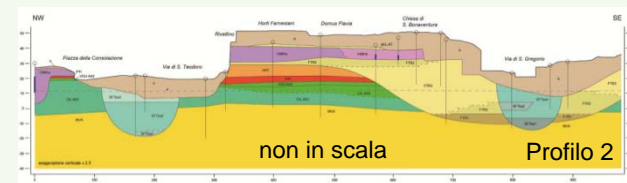
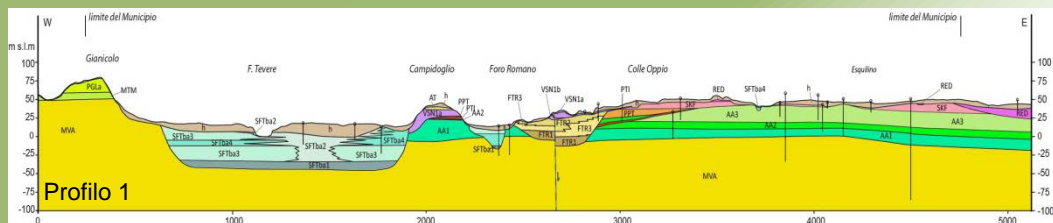
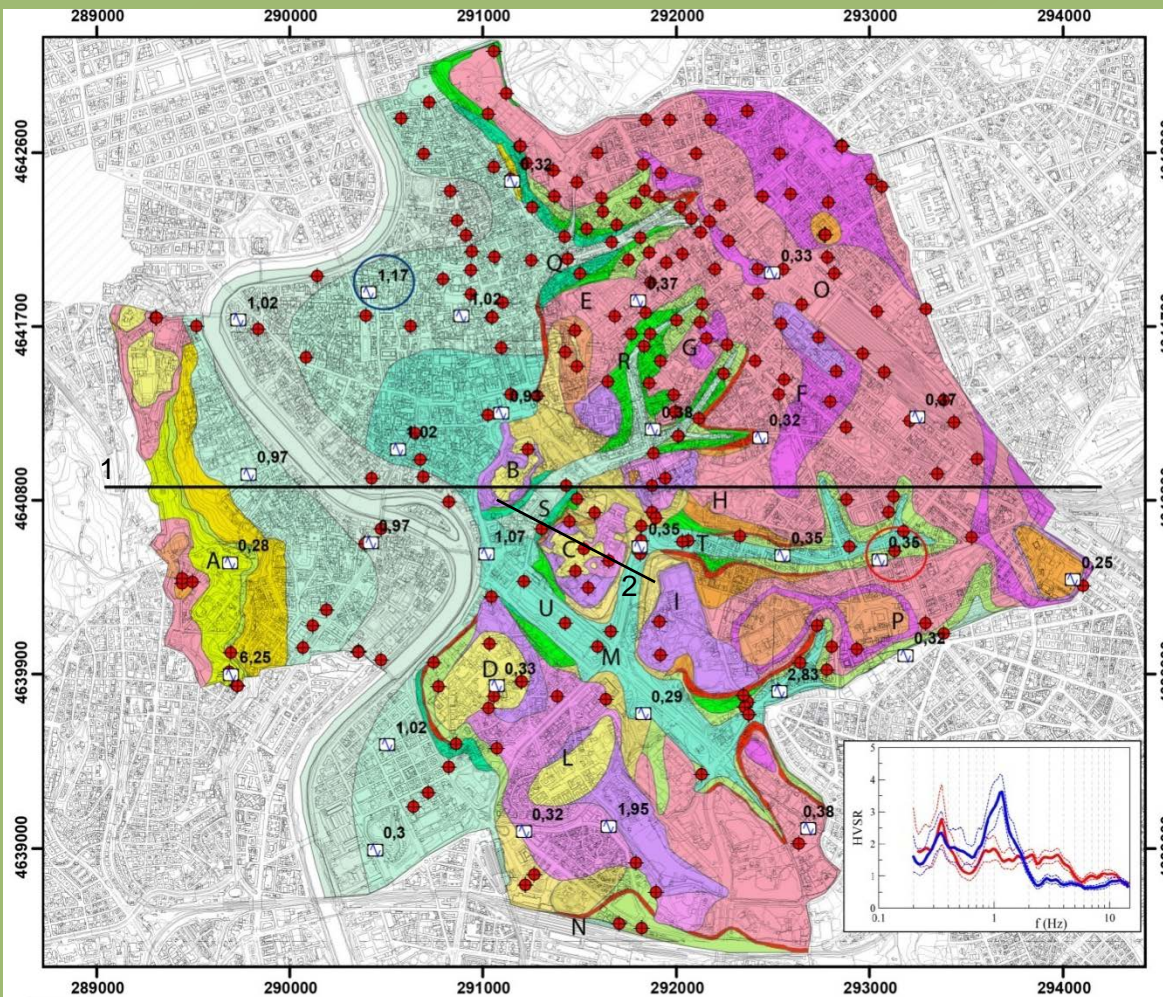
Microzonazione sismica del centro storico di Roma

Assetto geologico

Legenda

- SFTba1** - Sintema del Fiume Tevere: deposito alluvionale
Depositi limoso-argillosi, associati ad argille organiche, sabbie e ghiaie. Lo spessore supera 30 m lungo gli assi delle valli circa 60m nella valle del Tevere.
- SFTba2** - Litotipo ghiaioso (non affiorante, presente nei soli profili geologici);
1 - Litotipo ghiaioso; 3 - Litotipo limoso-argilloso; 4 - Litotipo argilloso organico.
- SFTba3** - Pleistocene superiore p.p.-Olocene
- SFTba4** - Pleistocene medio p.p.
- AT** - Unità delle Alluvioni Terrazze AT - Formazione Aurelia (AEL) e Formazione di Vitinia (VTN)
Depositi limoso-argillosi con sabbie, lenti di diatomiti e materiale vulcanoclastico rimaneggiato. Pleistocene medio p.p.
- VSN2** - Formazione di Villa Senni: Pozzolanelle
Pozzolane di colore marrone e grigio, provenienti dal distretto vulcanico dei Colli Albani. Lo spessore medio è pari a circa 5 m. Pleistocene medio p.p.
- VSN1a** - Formazione di Villa Senni: Tufo Lionato
Tufo massivo, litide per zeolitizzazione, proveniente dal distretto vulcanico dei Colli Albani. Lo spessore massimo è di circa 15 m. 1 - Litotipo litide; 2 - Litotipo pozzolanico argillificato. Pleistocene medio p.p.
- VSN1b** - Pleistocene medio p.p.
- LIT** - Tufi stratificati varicolori di La Storta
Alternanze di tufi stratificati provenienti dal distretto vulcanico dei Monti Sabatini. Lo spessore massimo è circa 5 metri. Pleistocene medio p.p.
- FTR1** - Formazione di Fosso del Torrino
Limi, limi sabbiosi e subordinatamente sabbie e ghiaie, generalmente di colore avana. Lo spessore massimo è circa 40 m. 1 - Litotipo ghiaioso (non affiorante, presente nei soli profili geologici); 2 - Litotipo sabbioso; 3 - Litotipo limoso-argilloso. Pleistocene medio p.p.
- FTR2** - Pleistocene medio p.p.
- FTR3** - Pleistocene medio p.p.
- RED** - Pozzolane Rosse
Pozzolane massive e caotiche, di colore da rosso a viola vinaccia a grigio scuro, generalmente incoerenti ma a luoghi compatte e semilitoidi, provenienti dal distretto vulcanico dei Colli Albani. Lo spessore massimo è circa 15 metri. Pleistocene medio p.p.
- SKF** - Tufi stratificati varicolori di Sacrofano
Alternanze di tufi stratificati provenienti dal distretto vulcanico dei Monti Sabatini. Lo spessore massimo è circa 15 metri. Pleistocene medio p.p.
- PPT** - Unità di Prima Porta
Alternanze di depositi tufocei, lapiliosi e cineritici provenienti dal distretto vulcanico dei Monti Sabatini. Lo spessore massimo è di 15m. Pleistocene medio p.p.
- PTI** - Unità del Palatino
Tufo proveniente dal distretto vulcanico dei Colli Albani, spesso litide o coerente, di colore grigio-verde. Lo spessore medio è circa 5 m. Livello repere localmente compreso all'interno della Formazione di Valle Giulia (unità delle Alluvioni Antiche, AA). Pleistocene medio p.p.
- AA1** - Unità delle Alluvioni Antiche AA - Formazione di Santa Cecilia (CIL) e Formazione di Valle Giulia (VGU)
Ghiaie, sabbie e limi, in genere di colore grigio, con giacitura sub-orizzontale. Lo spessore massimo è 35-40 metri. 1 - Litotipo ghiaioso; 2 - Litotipo sabbioso-limoso; 3 - Litotipo argilloso. Pleistocene medio p.p.
- AA2** - Pleistocene medio p.p.
- AA3** - Pleistocene medio p.p.
- PGLa** - PGLa - Formazione di Ponte Galeria (membro PGLa)
Sabbie fini gialle o grigiastre, a tratti siltose, alternate a silt grigiastri. Lo spessore è 15-20 metri. Pleistocene inferiore p.p.-Pleistocene medio p.p.
- MTM** - Formazione di Monte Mario
Sabbie siltose e silt gialli avana, con intercalati livelli calcarenitici di spessore decimetrico. Lo spessore è 10-15 metri. Pleistocene inferiore p.p.
- MVA** - Formazione di Monte Vaticano
Argille e argille marnose molto consistenti, con intercalazioni decimetriche di sabbie. Lo spessore massimo attraversato in pozzo è 850 metri. Pliocene inferiore p.p.-Pliocene superiore p.p.

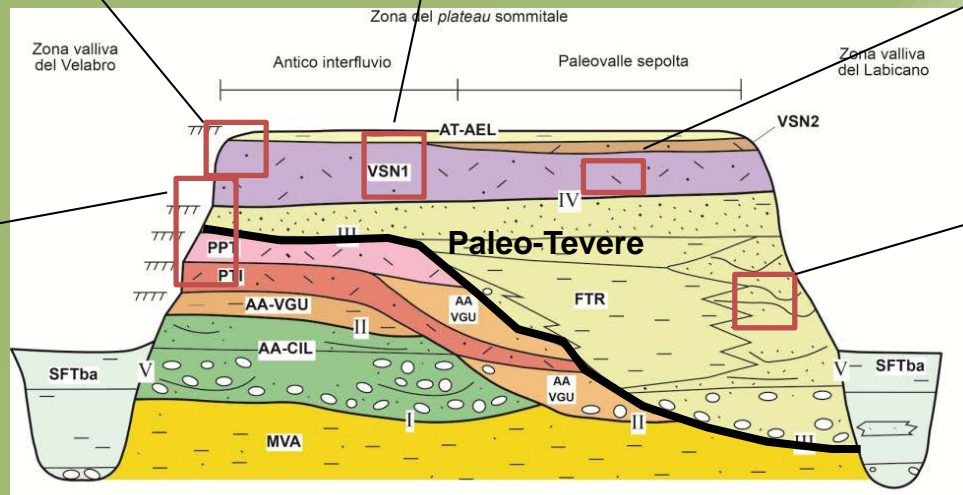
● Sondaggio □ 0,97 Misura di microtremore e valore della frequenza fondamentale (f_0) — Traccia di sezione geologica



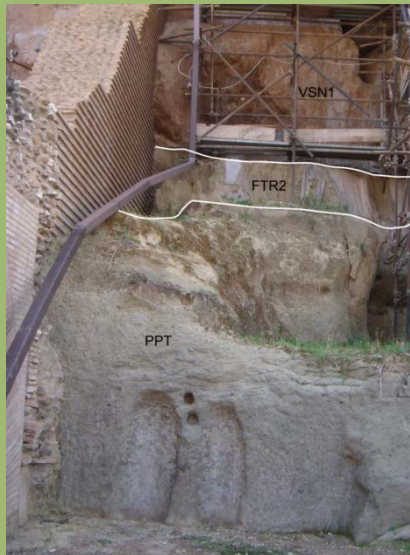
Microzonazione sismica

Centro storico di Roma

Assetto geologico

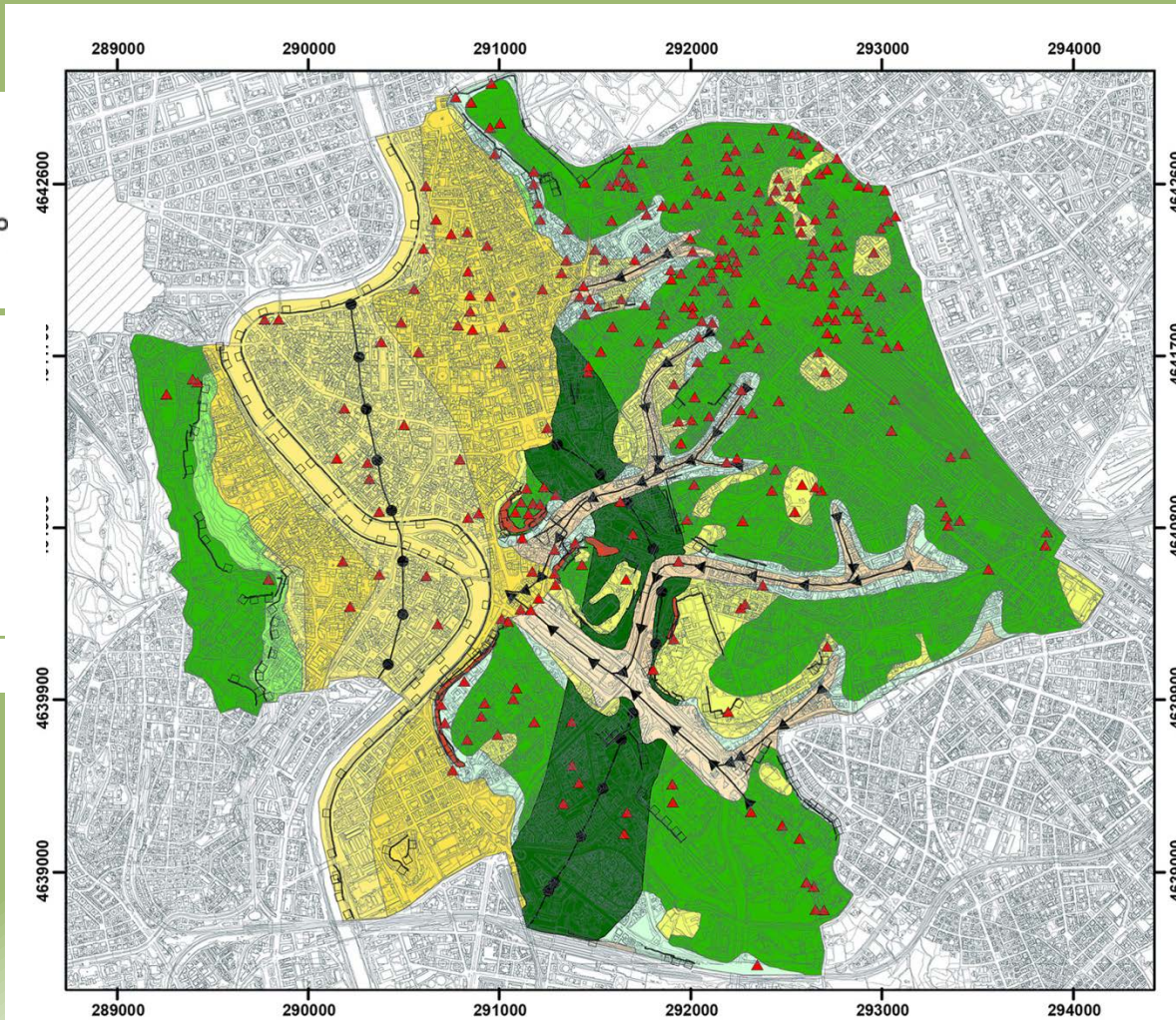
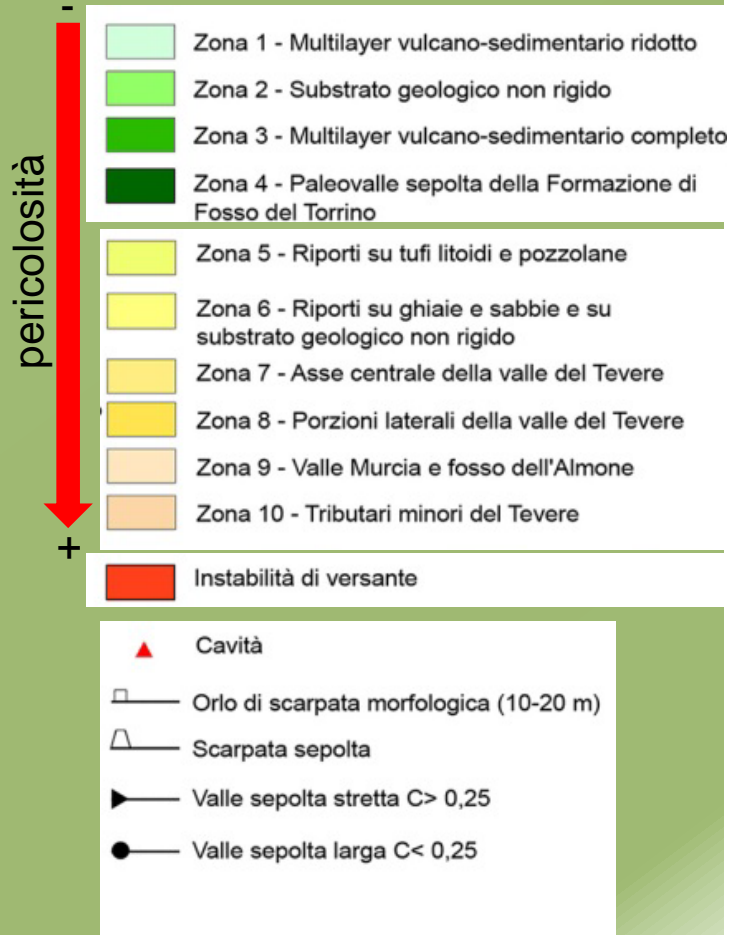


Schema stratigrafico del Colle Palatino e dei colli vicini



Microzonazione sismica del centro storico di Roma

Microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1)



Microzonazione sismica del centro storico di Roma

Microzonazione di livello 1 - confronto con il danneggiamento

Zone stabili suscettibili di amplificazione locale

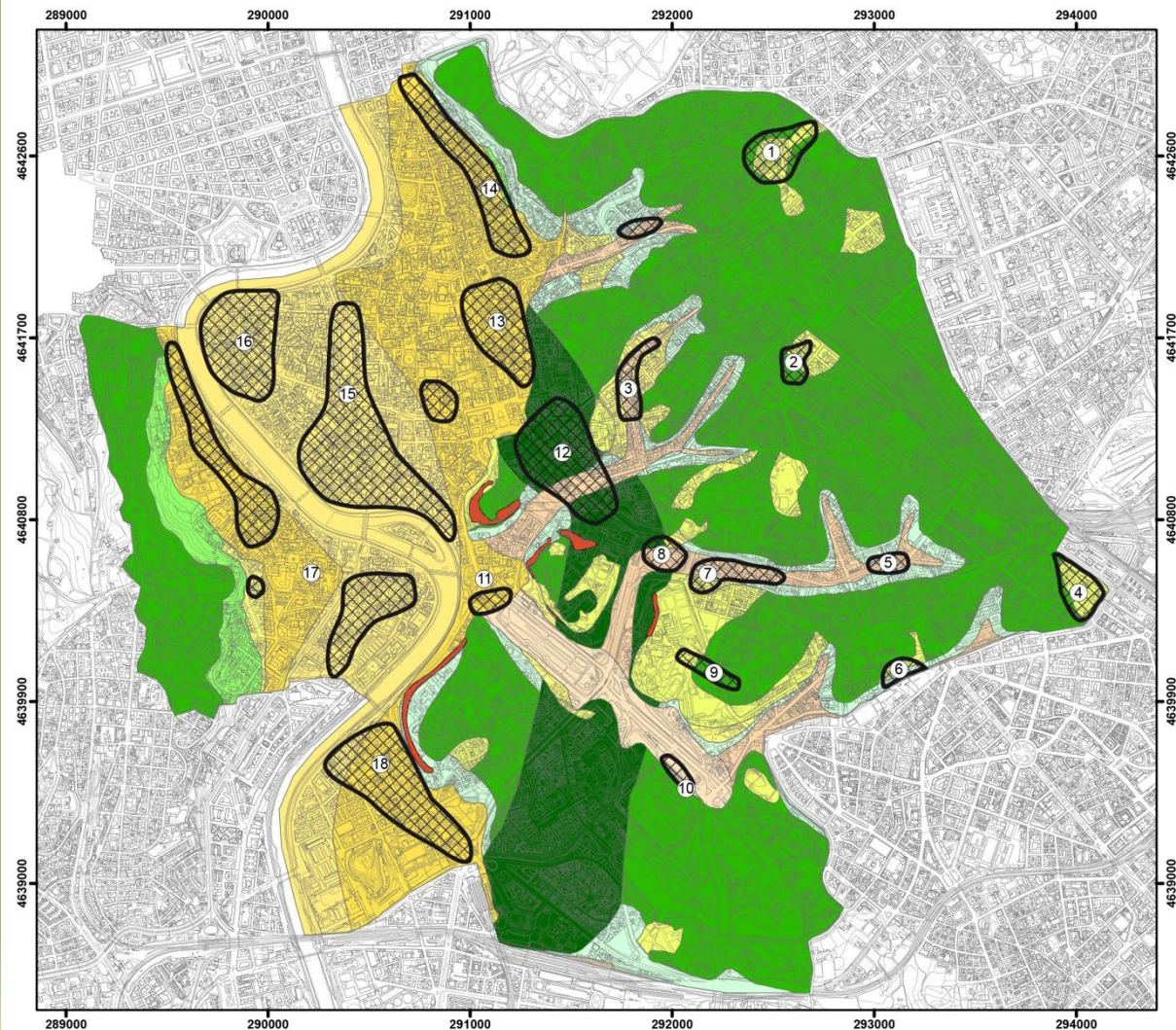
- Zona 1 - Multilayer vulcano-sedimentario ridotto
- Zona 2 - Substrato geologico non rigido
- Zona 3 - Multilayer vulcano-sedimentario completo
- Zona 4 - Paleovalle sepolta della Formazione di Fosso del Torrino
- Zona 5 - Riporti su tufi litoidi e pozzolane

- Zona 6 - Riporti su ghiaie e sabbie e su substrato geologico non rigido
- Zona 7 - Asse centrale della valle del Tevere
- Zona 8 - Porzioni laterali della valle del Tevere
- Zona 9 - Valle Murcia e fosso dell'Almone
- Zona 10 - Tributari minori del Tevere

Instabilità di versante



Aree derivate dall'inviluppo dei dati puntuali sul danneggiamento (da letteratura)

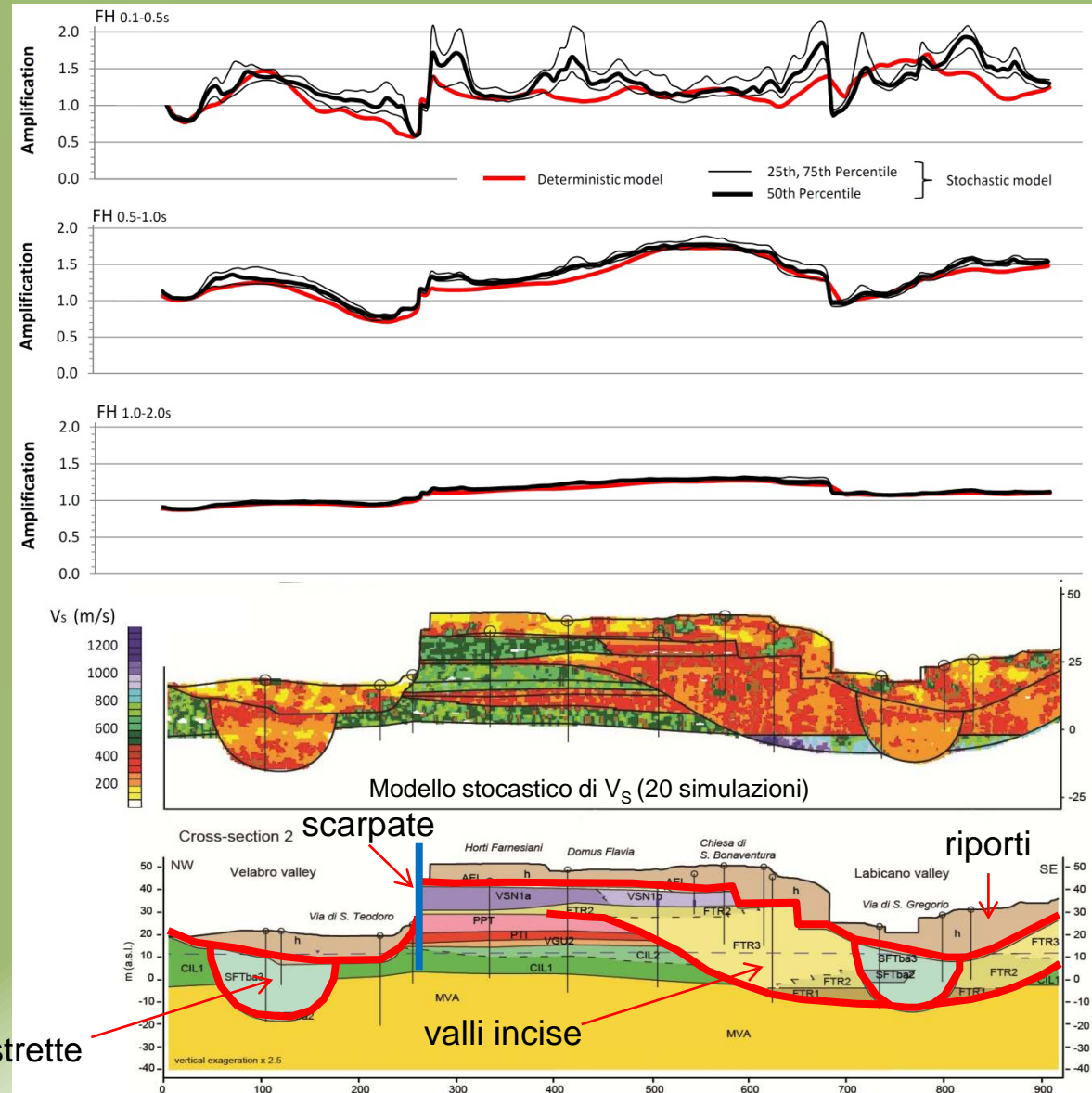


I dati relativi ai danni da Ambrosini et al. (1986), Donati et al. (1999), Donati (2000), Bozzano et al. (2011)

Microzonazione sismica del centro storico di Roma

Fattori che condizionano l'amplificazione

- Presenza di valli incise del Pleistocene medio; possibili effetti di amplificazione in corrispondenza dei bordi di valle.
- Presenza di valli strette del Pleistocene superiore-Olocene, corrispondenti agli affluenti di riva sinistra del Tevere.
- Presenza di una spessa coltre di riporto antropico.
- Presenza di scarpate sepolte sotto i riporti antropici.



valli strette

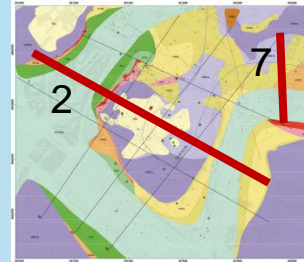
valli incise



PALATINE PROJECT

Geohazard evaluation and seismic microzonation of the Central Archaeological Area of Rome

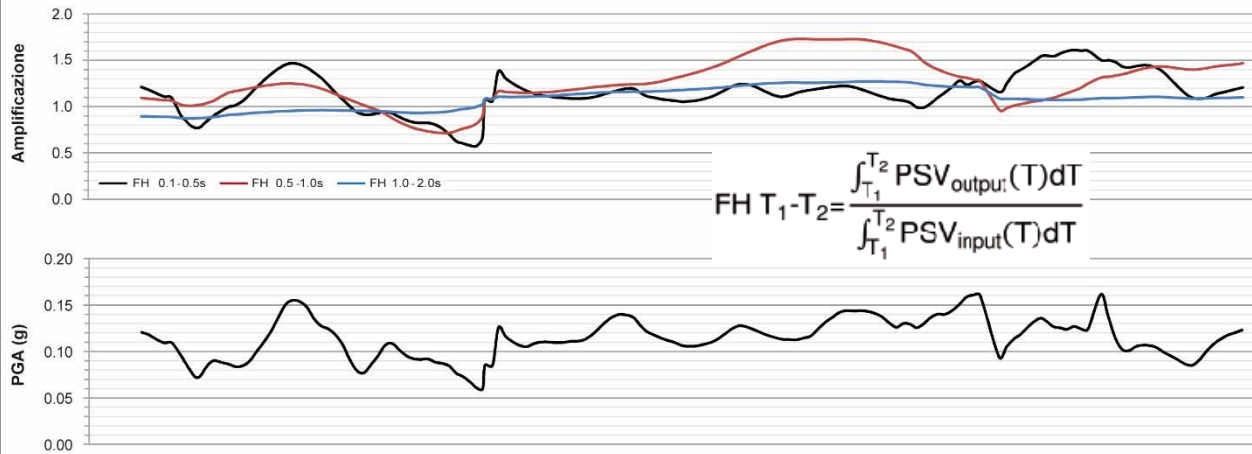
2D modeling of local seismic response



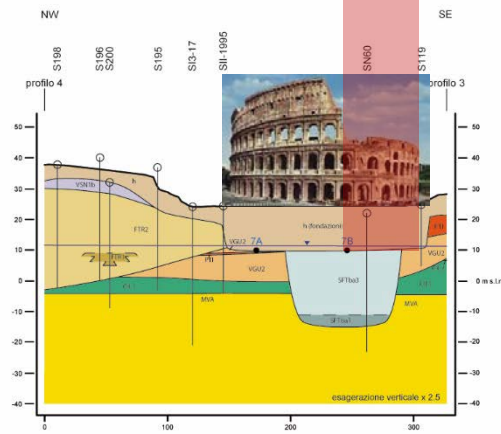
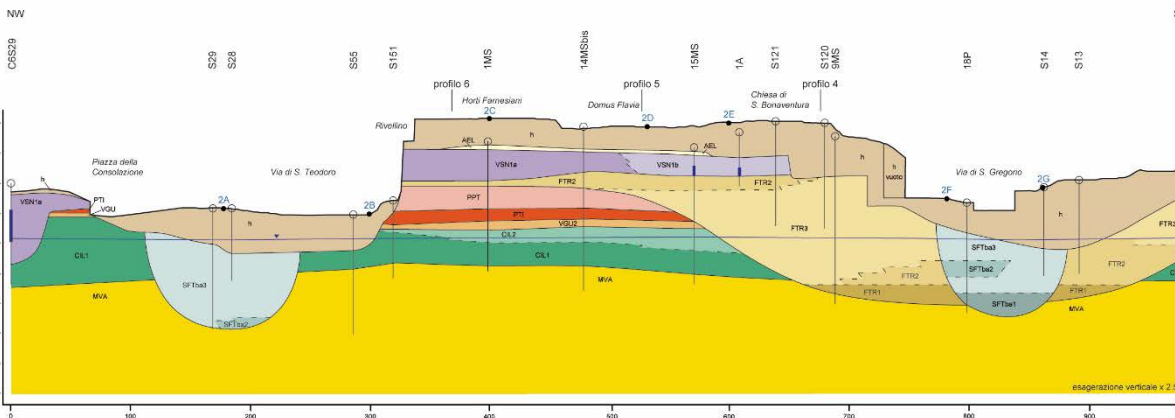
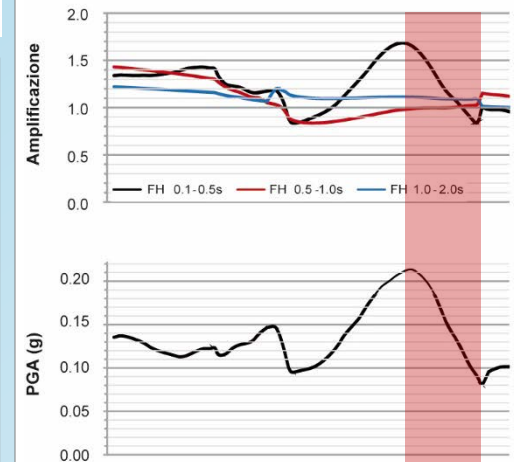
PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile

Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Commissario Archeologico
 Roma
 Ostia Antica

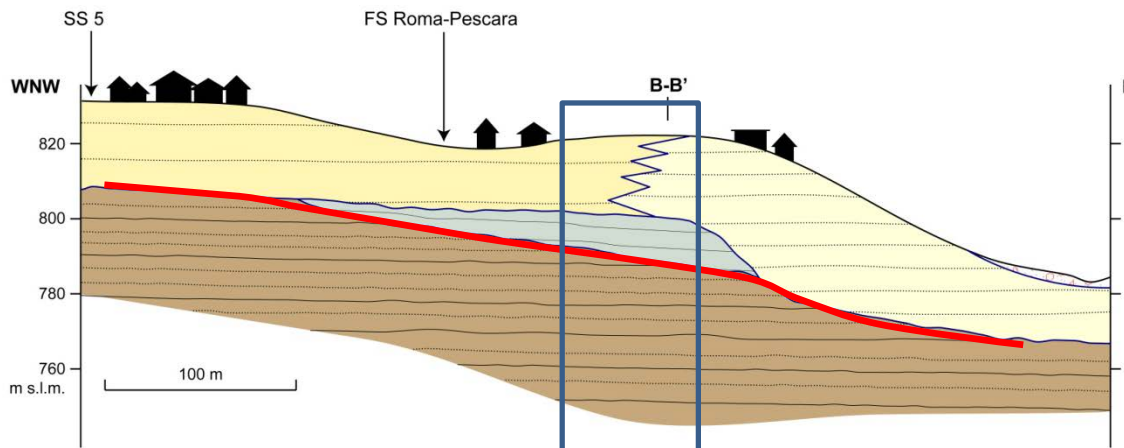
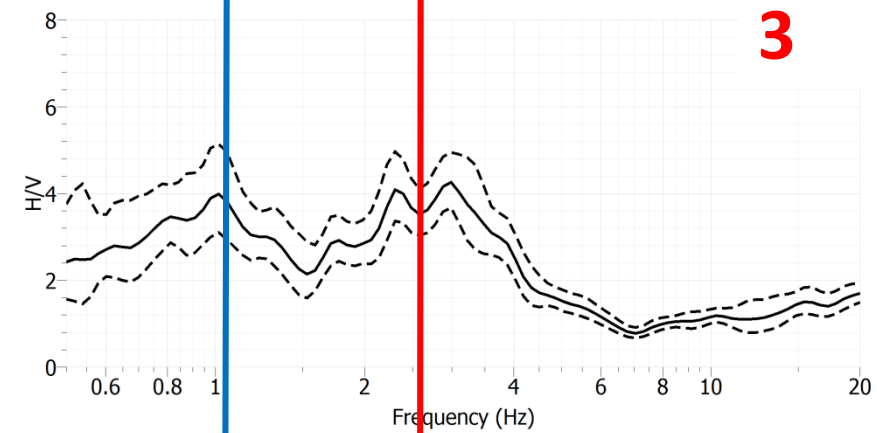
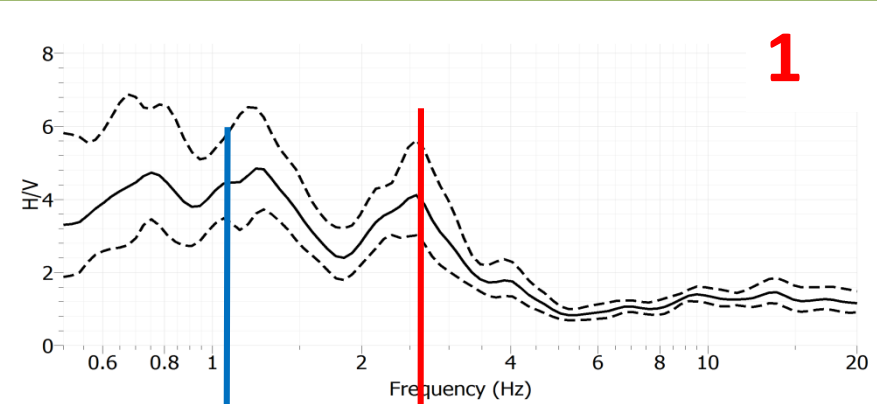
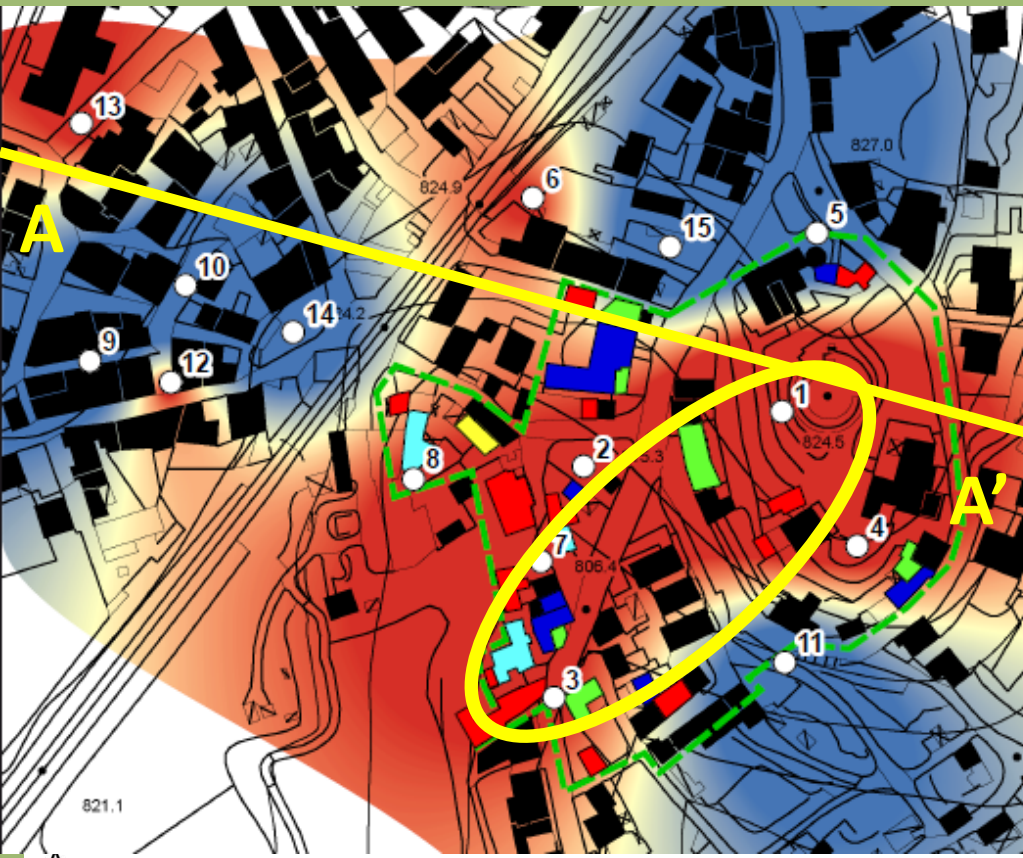
Profilo 2



Profilo 7



Valutazione qualitativa della RSL: misure di rumore ambientale



**Contatto
sabbie/limi - Flysch**

**Contatto
terreni-substrato carbonatico
(150 m)**

GIORNATA DI PRESENTAZIONE

28 GENNAIO 2016

Aula Convegni
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Piazzale Aldo Moro, 7 - Roma

09.30 **Registrazione partecipanti**

10.30 **Apertura lavori**

Luigi Nicolais (Presidente CNR)

Fabrizio Curcio (Capo Dipartimento della Protezione Civile)

Enrico Brugnoli (Direttore DTA-CNR)

Bernardo De Bernardinis (Presidente ISPRA)

Stefano Gresta (Presidente INGV)

Maria Cristina Pedicchio (Presidente OGS)

11.15 **Introduzione**

Gabriele Scarascia Mugnozza (Presidente del Comitato di Indirizzo, CentroMS)

11.30 **Interventi**

Coordina: *Paolo Messina (Direttore IGAG-CNR)*

Art. 11 Legge 77/2009: la microzonazione sismica nella prevenzione del rischio
Mauro Dolce (Presidente della Commissione tecnica per il supporto e il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica - OPCM 3907)

Storia della microzonazione sismica in Italia
Floriana Pergalani (Vicepresidente del Comitato di Indirizzo, CentroMS)

Il Centro per la Microzonazione Sismica e le sue applicazioni
Massimiliano Moscatelli (Responsabile scientifico del CentroMS)

13.00 **Pranzo**

14.00 **Tavola rotonda**

Coordinano: *Dario Albarello (DSFTA-Università di Siena)* e *Marco Mucciarelli (OGS Trieste)*

QUALE CONTRIBUTO DEL CENTROMS ALLE ATTIVITÀ ISTITUZIONALI DELLE REGIONI E DEL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE?

Discussione aperta ai rappresentanti delle Regioni e delle Province Autonome e alle componenti della Commissione tecnica per il supporto e monitoraggio degli studi di microzonazione sismica (OPCM 3907). Animeranno la discussione:

Giuseppe Iritano (Regione Calabria)

Luca Martelli (Regione Emilia Romagna)

Isabella Trulli (Autorità di Bacino della Puglia)

Massimo Baglione (Regione Toscana)

Fabrizio Bramerini (Dipartimento della Protezione Civile)

16.00 **Conclusioni**

Enrico Brugnoli (DTA-CNR)

Paolo Messina (IGAG-CNR)

Gabriele Scarascia Mugnozza (DST-SAPIENZA Università di Roma)



Consiglio Nazionale delle Ricerche

2015

CONFERENZA ANNUALE

Dipartimento Scienze del Sistema
Terra e Tecnologie per l'Ambiente

« I CAMBIAMENTI CLIMATICI SONO UN PROBLEMA GLOBALE
CON GRAVI IMPLICAZIONI AMBIENTALI, SOCIALI, ECONOMICHE,
DISTRIBUTIVE E POLITICHE, E COSTITUISCONO UNA DELLE
PRINCIPALI SFIDE ATTUALI PER L'UMANITÀ. »

PAPA FRANCESCO
LETTERA ENCICLICA "LAUDATO SI"

“LA RISPOSTA DELLA RICERCA CNR
ALLE SFIDE AMBIENTALI”

Grazie per l'attenzione ed auguri a tutti

Il contributo della geologia allo studio dei
cambiamenti climatici e dei rischi naturali
Paolo Messina (IGAG)

21 Dicembre 2015
CNR - Sede Centrale - Aula Convegni
P.le Aldo Moro, 7 - Roma