



Università degli Studi di Padova
Dipartimento di Geoscienze
Laurea triennale in Scienze Geologiche

Proxy geochimici per interpretazioni paleoambientali di
successioni stratigrafiche al limite Norico/Retico
(Triassico Superiore)

Candidato: Chiara PISONI
Relatore: Prof. Manuel RIGO

n. matricola: 1150836

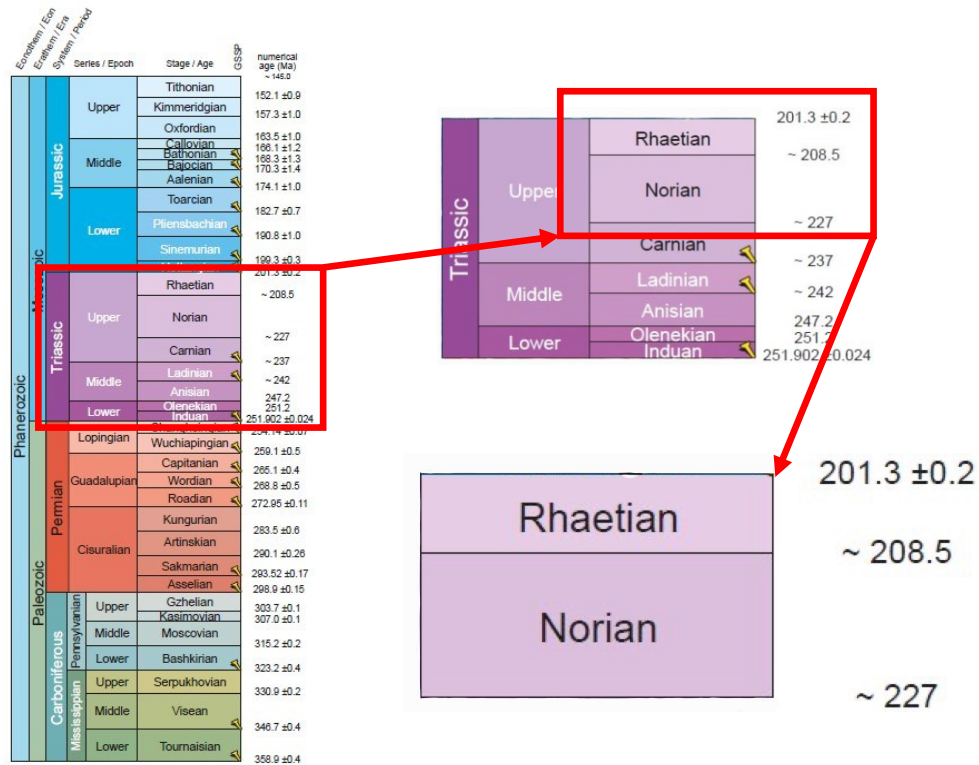
Anno Accademico 2019/2020

Obiettivo:

- Determinare le condizioni paleoambientali attorno al limite Norico-Retico (Triassico Superiore).
- Analizzare le sezioni stratigrafiche di Pignola-Abriola (Tetide Occidentale) e Kiritehere (Polo Sud).

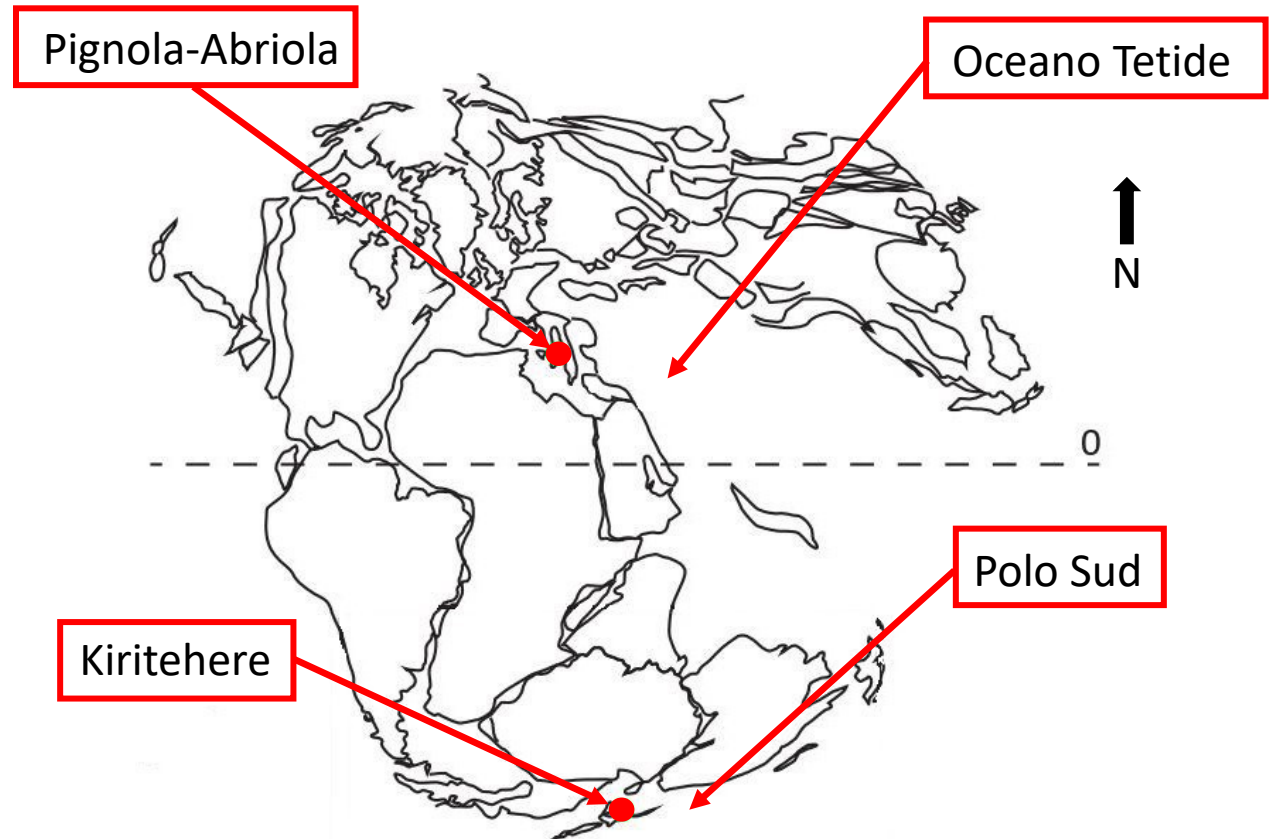
Introduzione

Intervallo di studio



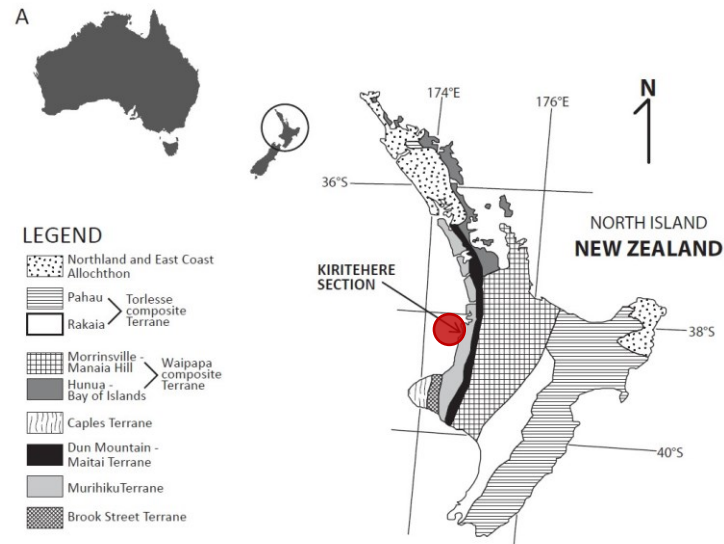
International Chronostratigraphic Chart, www.stratigraphy.org, 2020

Area in studio

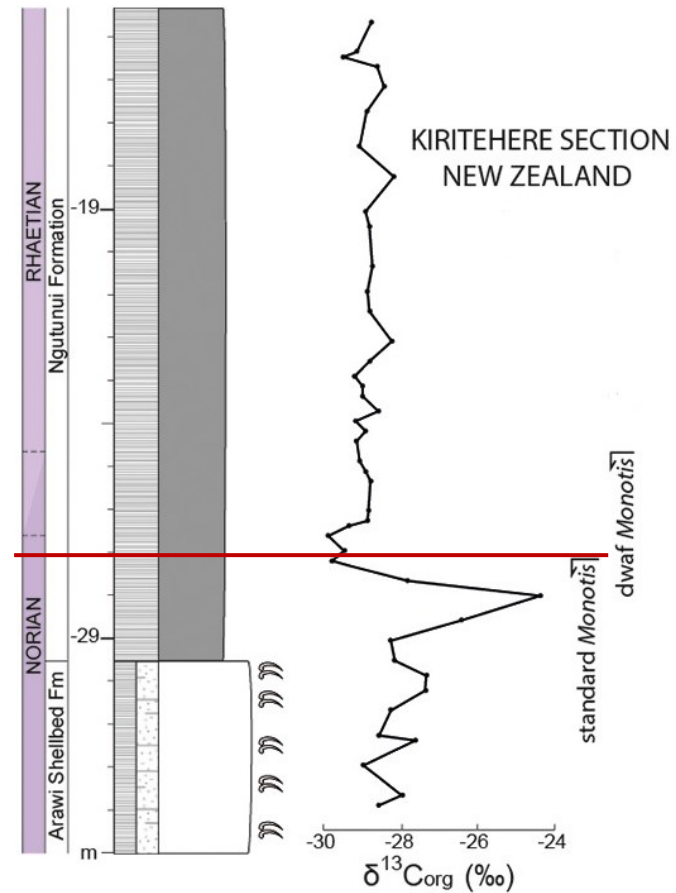


Rigo et al., 2020

Kiritehere



Rigo et al., 2020.



Rigo et al., 2020.

Limite Norico-Retico:

- LO *standard Monotis*
- shift negativo $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ (‰)

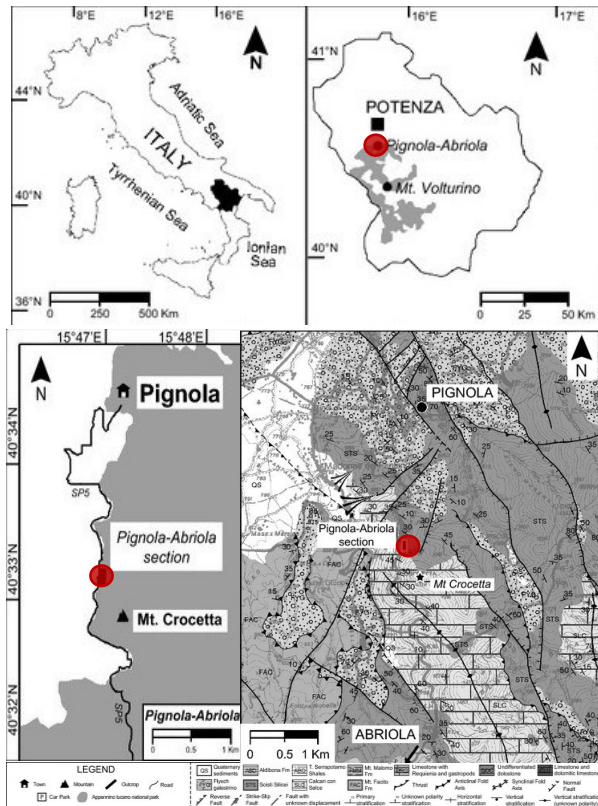
Ngutunui Fm:

- Argille fini e siltiti.

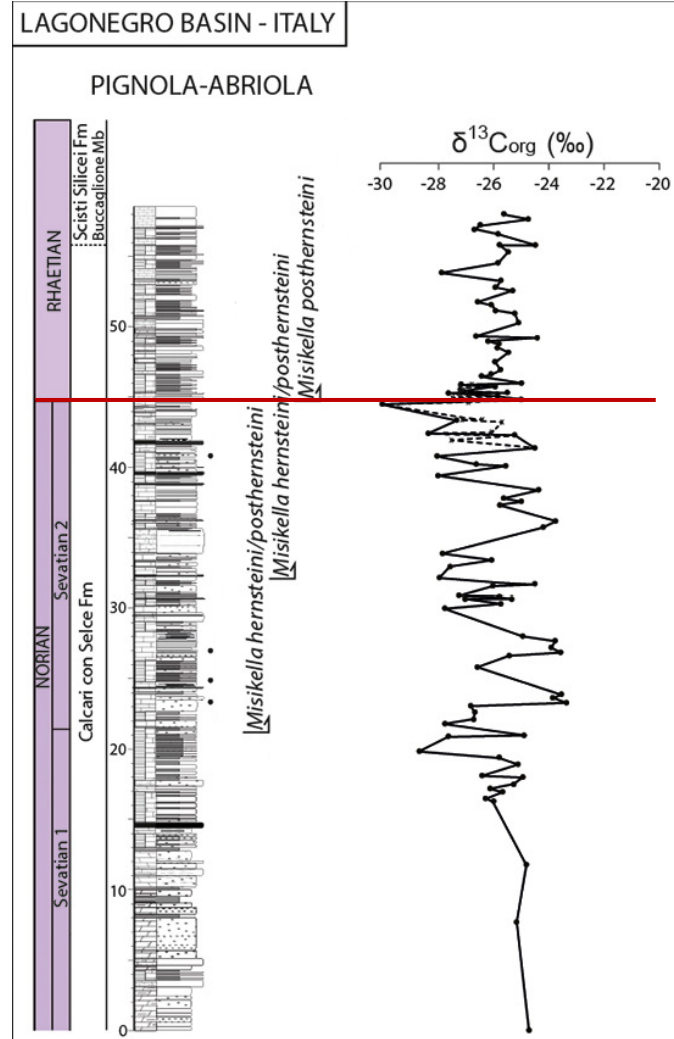
Arawi Shellbed Fm:

- Sabbie fini e argille ricche in bivalvi.

Pignola – Abriola



Rigo et al., 2016.



Rigo et al., 2016.

Limite Norico-Retico:

- FO *Misikella posthernsteini*
- shift negativo $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ (‰)

Calcari con Selce Fm:

- Calcari con liste e noduli di selce, alternati a siltiti e marne; ricchi in conodonti, radiolari e bivalvi pelagici a guscio sottile.

Preparazione dei campioni

1. **Lavaggio** con acqua deionizzata.
2. **Asciugatura** in forno a 40°C per una notte.
3. **Polveri** con mortaio d'agata fino a taglia cipria.
4. **Pesatura** di ca. 5 gr di campione.
 - i. 3 gr per lo studio degli *elementi maggiori*
 - ii. 0.5 gr per lo studio di *elementi in tracce* e *REE*

Analisi dei campioni

Elementi maggiori

- Compresse di polvere tenute sotto una pressione di 104 kg per 3 minuti.
- Misura effettuata con EDX presso Kyushu University, Giappone (Prof. Tetsuji Onoue).
- Riproducibilità
 - 0.5% per Mg, Al, Si, K, Ca, Ti e Fe
 - 1% per Na e Mn

Tracce e REE

- Preparato con fusione di litio metaborato e tetraborato.
- Misura effettuata con ICP-MS presso Actlabs-Activation Laboratories Ltd, Ontario (Canada).
- Limite di rilevazione elementi in traccia
 - 4 ppm Ni
 - 3 ppm Cr e Cu
 - 2 ppm elementi rimanenti

Risultati

Normalizzazione dei dati



- Il contenuto di **alluminio** nelle rocce in generale è **costante**.
- L'Al viene utilizzato come **parametro normalizzante** per la valutazione del grado di arricchimento o impoverimento di elementi specifici in un dato campione.

Calvert & Pedersen, 2007

Enrichment Factor (EF)



- Rappresenta il fattore di arricchimento di un dato elemento rispetto alla composizione media della crosta continentale superiore.

$$X_{EF} = \frac{\left(X_{sample} / Al_{sample} \right)}{\left(X_{UCC} / Al_{UCC} \right)}$$

Calvert & Pedersen, 2007

Weathering

Zirconio (Zr_{EF})



- Lo zirconio si trova nei sedimenti come zircone minerale (ZrSiO₄).
- L'**elevato peso specifico** e **durezza** fanno sì che si accumuli nei sedimenti.
- Utilizzato come proxy per la **granulometria**.

Calvert & Pedersen, 2007

CIA (Chemical Index of Alteration)



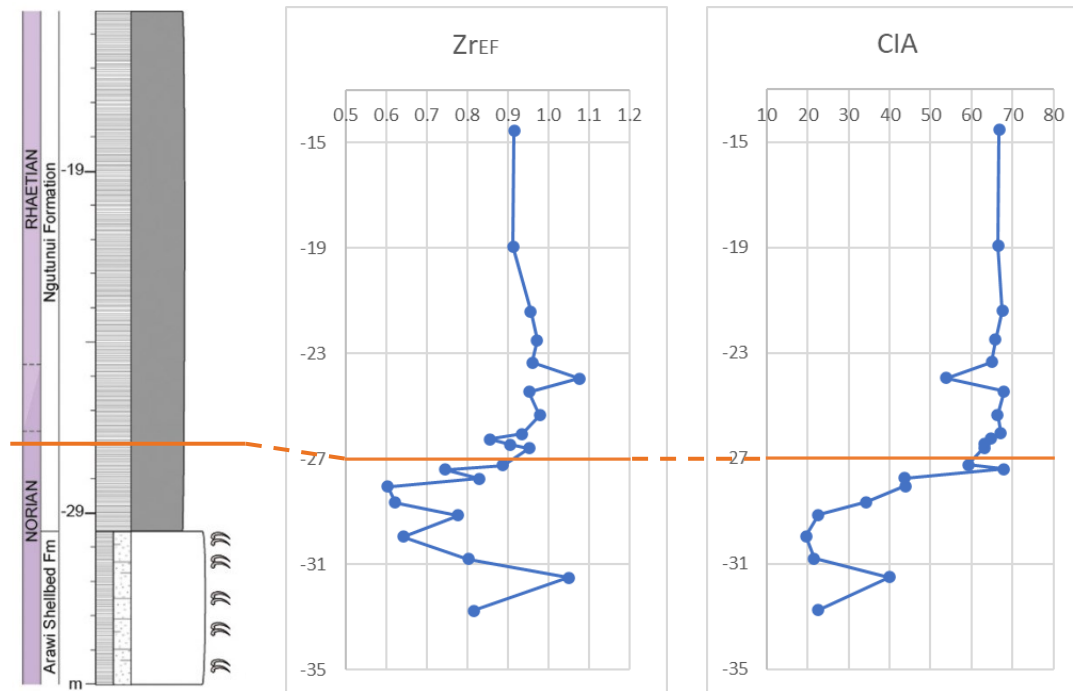
- Rappresenta una misura dell'estensione della conversione dei feldspati in argille.
- È espresso come un numero adimensionale che varia da ca. **50-60** per le **rocce fresche** a **100** per le **rocce completamente alterate**.

$$CIA^* = \frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + Na_2O + K_2O + CaO} \times 100$$

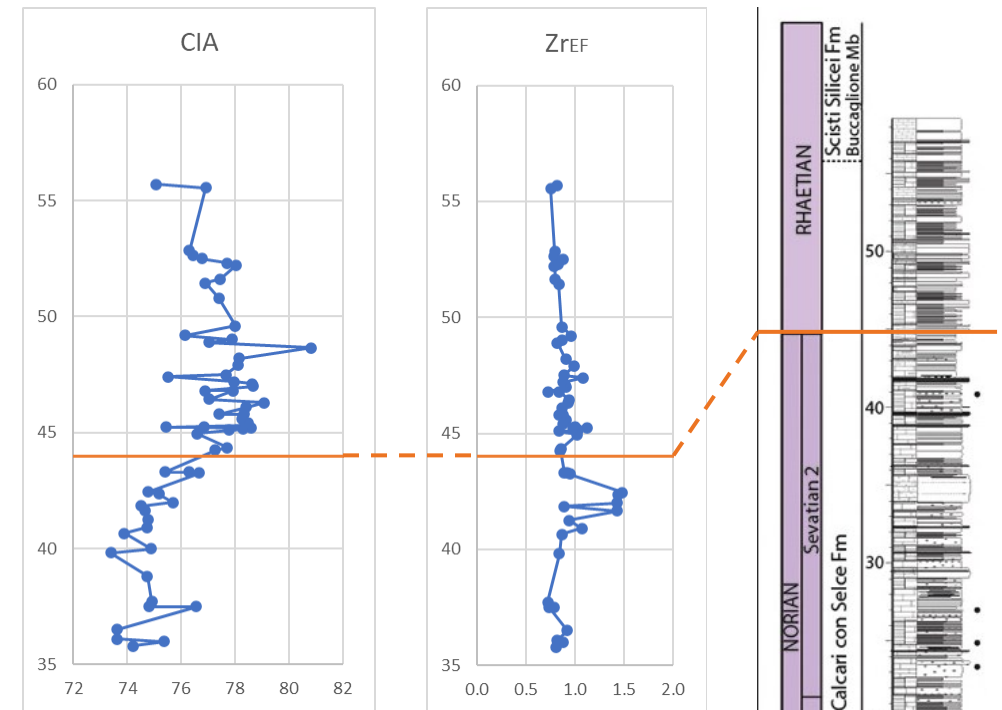
Casacci et al., 2016

Weathering

Kiritehere



Pignola-Abriola



Paleoproduttività

Bario (Ba_{EF})



- I cristalli di barite si formano in seguito al rilascio di Ba dai **pellet fecali di microrganismi**.
- L'arricchimento in Ba riflette il **grado di produttività** dell'oceano.

Calvert & Pedersen, 2007

Bario in eccesso (Ba_{xs})



- Rappresenta la **frazione biogenica** del Ba.
- Viene calcolato come

$$Ba_{xs} = Ba_{(totale)} - Al \times \left(\frac{Ba}{Al}\right)_{detritici}$$

Casacci et al., 2016

Silice biogenica ($SiO_{2(bio)}$)



- La silice biogenica è calcolata come

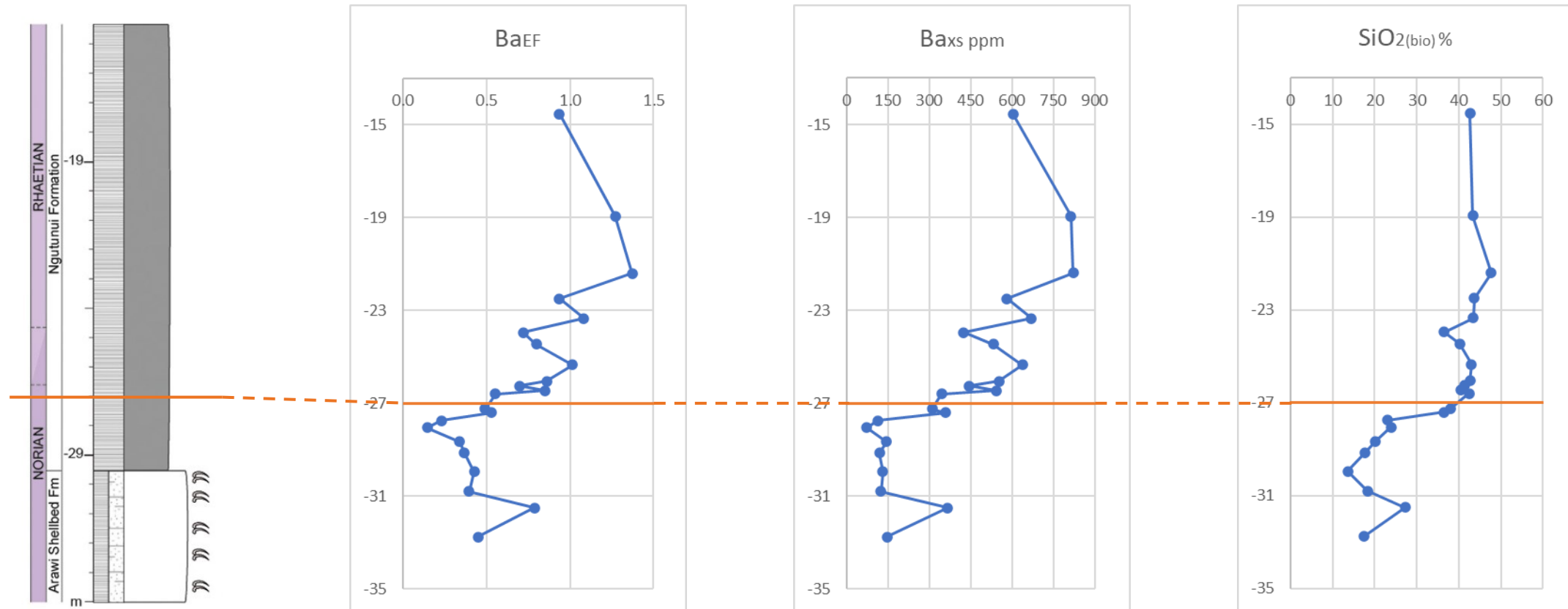
$$SiO_{2(bio)} = SiO_{2(totale)} - \frac{Al}{27 \times 2 \times 60.1}$$

- Un **aumento della silice biogenica** può indicare un **aumento della produttività**.

Casacci et al., 2016

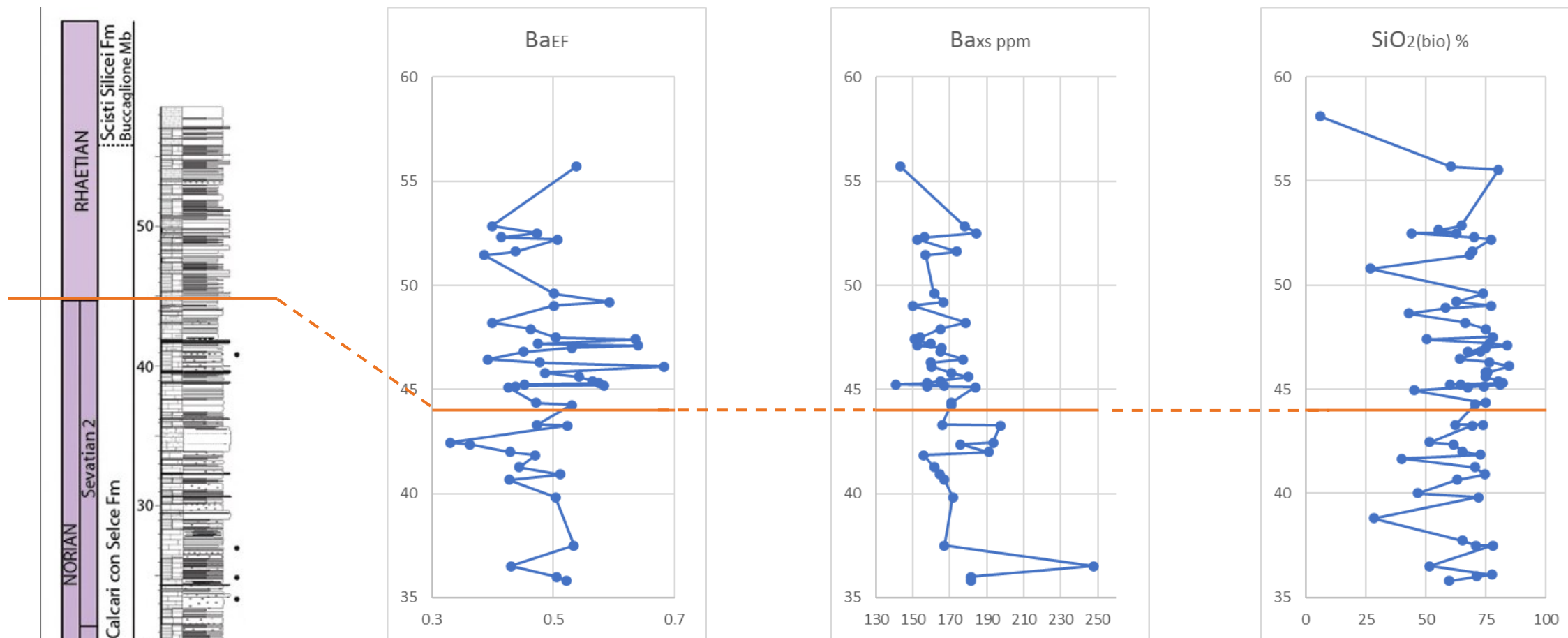
Paleoproductività

Kiritehere



Paleoproduttività

Pignola-Abriola



Condizioni redox

Vanadio (V_{EF})



- In condizioni di acqua **ossigenata** esiste come specie ioniche **solubili**.
- In condizioni **anossiche**, il V forma specie **insolubili**.
- Ha un processo di riduzione in due fasi: è un proxy utile per condizioni che vanno da leggermente riducenti, V(IV) a fortemente ridotte, V (III).

Takahashi et al., 2014

$V/(V+Ni)$



- Il Ni è insolubile in ambienti anossici.
- **Valori crescenti** dell'indice $V/(V + Ni)$ indicano un **aumento nell'intensità dell'anossia**.
- Rapporti maggiori di 0.84 indicano euxinicità, tra 0.82 e 0.46 anossia, e valori minori di 0.46 indicano un ambiente ossigenato.

Rimmer et al., 2004.

Manganese (Mn_{EF})

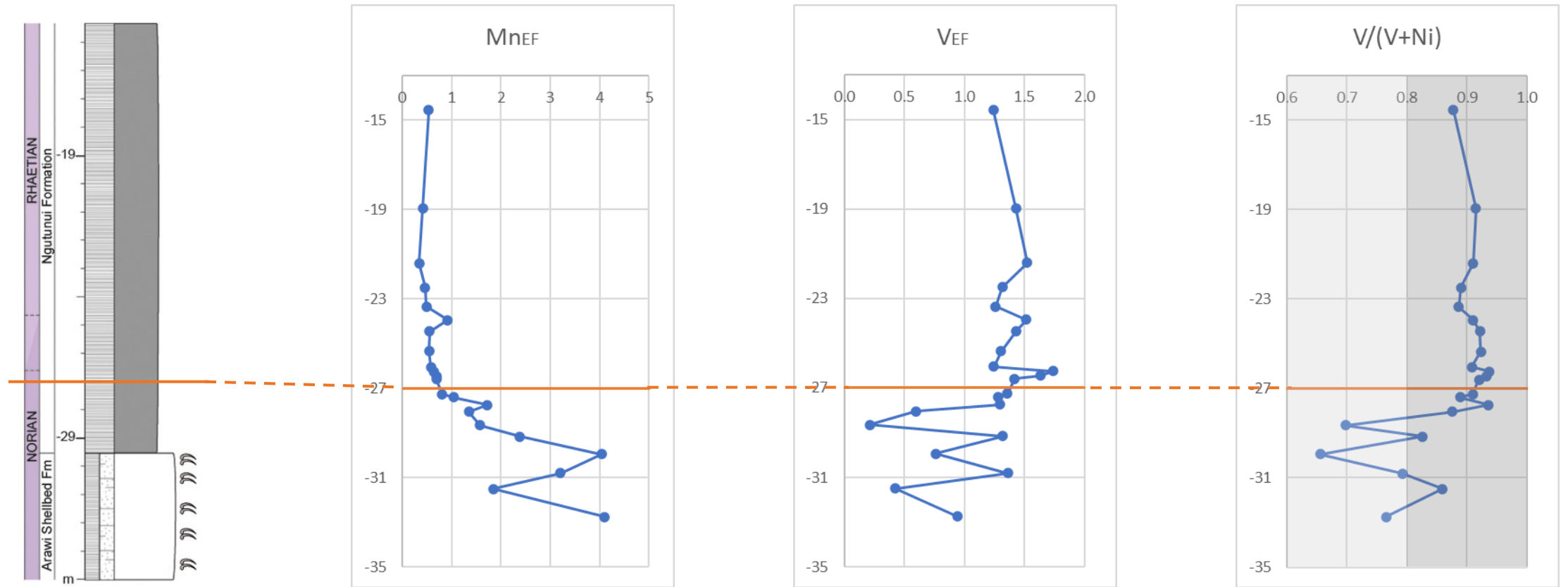


- In ambienti **ossigenati** il Mn forma idrossidi o ossidi **insolubili**.
- In condizioni **anossiche** il Mn forma cationi **solubili**.
- Di conseguenza, basse concentrazioni di Mn nei sedimenti marini suggeriscono condizioni riducenti di deposizione.

Takahashi et al., 2014

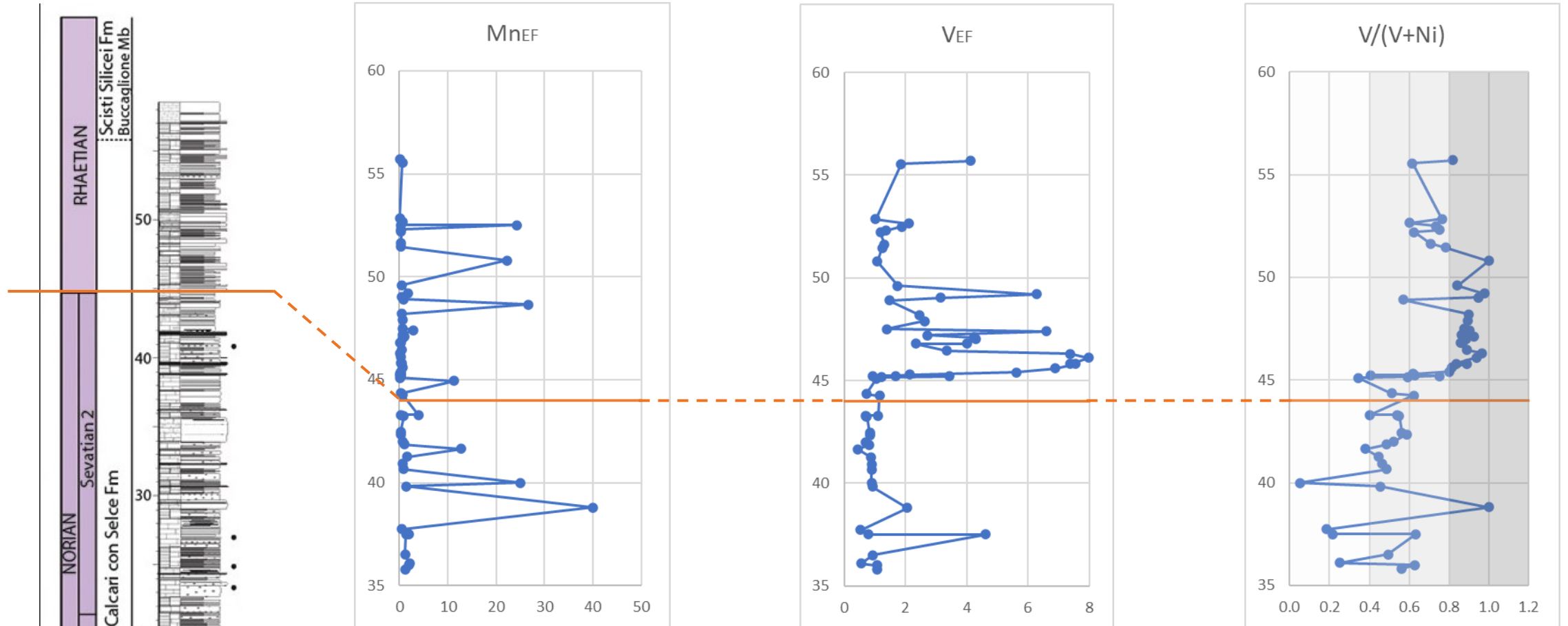
Condizioni redox

Kiritehere



Condizioni redox

Pignola-Abriola



Condizioni redox

Molibdeno (Mo_{EF})



- Il Mo è presente nell'acqua di mare **ossigenata** come ione molibdato **solubile**.
- In condizioni **anossiche** ed **euxiniche**, viene ridotto a forma **insolubile** e si concentra nel sedimento.

Takahashi et al., 2014

Uranio (U_{EF})



- In condizioni **ossigenate**, l'U è presente principalmente come U **solubile**.
- In condizioni **anossiche** viene rimosso dall'acqua di mare e sedimentato, perché **insolubile**.

Takahashi et al., 2014

$\text{Mo}_{\text{EF}}/\text{U}_{\text{EF}}$



- Il rapporto Mo/U tende ad essere:
 - **~1** (0.3 volte il valore del moderno rapporto acqua di mare) in condizioni ossiche-subossiche;
 - **~3** (vicino al moderno rapporto acqua di mare) in condizioni debolmente anossiche;
 - **~9** (3 volte quello di acqua di mare moderna) in condizioni fortemente anossiche-euxiniche.

Takahashi et al., 2014

Condizioni redox

Cerio (Ce/Ce*)



- In condizioni di acqua **ossigenata** il cerio si separa dalle altre REE, perché **insolubile**.
- In condizioni **anossiche** il cerio ridotto è **solubile**.

Takahashi et al., 2014

L'anomalia del Ce è un rapporto utilizzato per confrontare il comportamento del Ce messo a confronto con gli elementi «vicini» trivalenti. È calcolata come

$$\frac{\text{Ce}}{\text{Ce}^*} = \frac{3 \times \text{Ce}}{2 \times \text{La} + \text{Pr}}$$

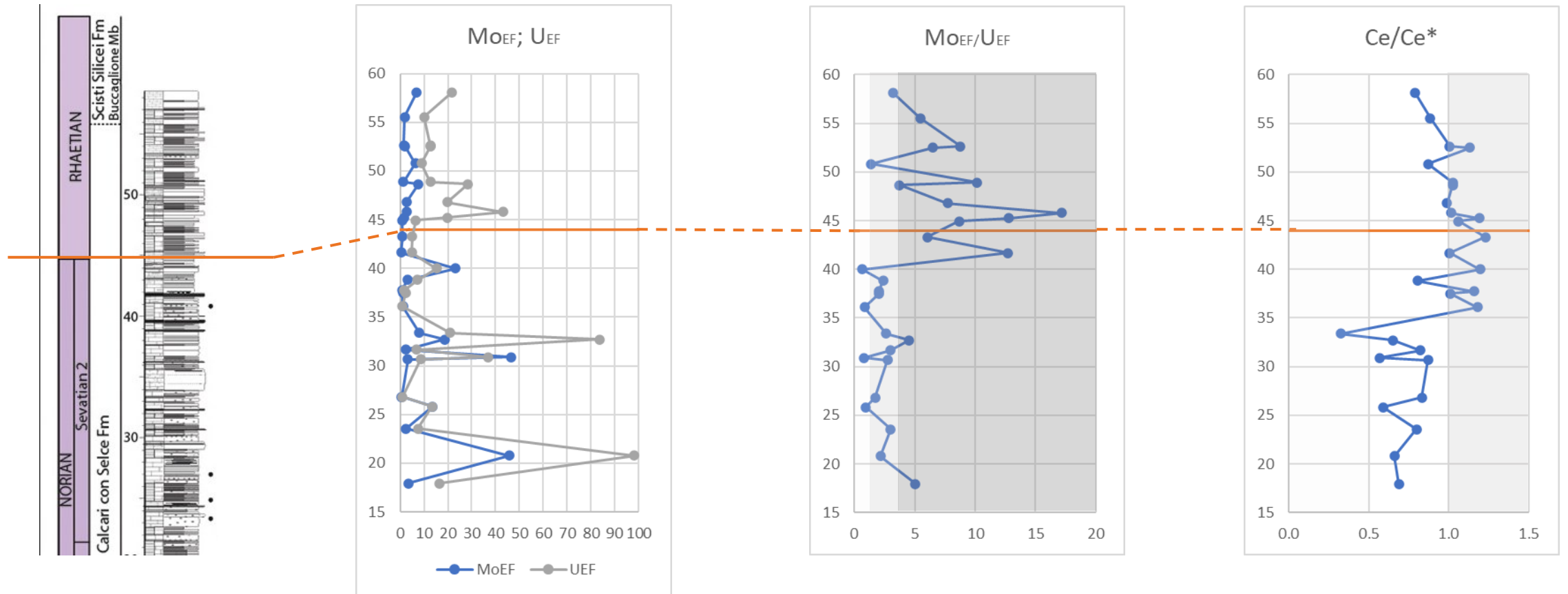
Casacci et al., 2016

- In condizioni ossigenate, il rapporto Ce/Ce* varia da 0.2 a 0.6.
- In condizioni di riduzione dell'acqua di mare (anossia), il rapporto Ce/Ce* si avvicina a 1.0.

Takahashi et al., 2014

Condizioni redox

Pignola-Abriola



Conclusioni

- **Aumento del weathering** ben visibile in Kiritehere, meno in Pignola-Abriola.
- **Aumento della paleoproduttività** chiaro in Kiritehere, meno in Pignola-Abriola.
- **Condizioni di anossia** riconoscibili in entrambe le sezioni.



Probabile evento di anossia globale.

Bibliografia

- Algeo & Maynard, 2003. Trace-element behavior and redox facies in core shales of Upper Pennsylvanian Kansas-type cyclothems.
- Calvert & Pedersen, 2007. Elemental Proxies for Palaeoclimatic and Palaeoceanographic Variability in Marine Sediments: Interpretation and Application.
- Casacci et al., 2016. Carbonate-to-biosilica transition at the Norian-Rhaetian boundary controlled by rift-related subsidence in the western Tethyan Lagonegro Basin (southern Italy).
- Rigo et al., 2016. The Pignola-Abriola section (southern Apennines, Italy): a new GSSP candidate for the base of the Rhaetian Stage.
- Rigo et al., 2020. The Late Triassic Extinction at the Norian/Rhaetian boundary: Biotic evidence and geochemical signature.
- Rimmer et al., 2004. Geochemical paleoredox indicators in Devonian-Mississippian black shales, Central Appalachian Basin (USA).
- Takahashi et al., 2014. Bioessential element-depleted ocean following the euxinic maximum of the end-Permian mass extinction.
- Wignall et al., 2007. The end Triassic mass extinction record of Williston Lake, British Columbia.

Condizioni redox

Classificazione



Si distinguono facies:

- **Ossica** (> 2.0 mL/L O_2)
- **Disossica/subossica** ($2.0 - 0.2$ mL/L O_2)
- **Anossica** (< 0.2 mL/L O_2)
 - non solfidica
 - solfidica (**euxinica**). (0 mL/L O_2 e > 0 mL/L H_2S)

Algeo & Maynard, 2004