



Università degli Studi di Padova
Corso di Laurea in Scienze Geologiche



Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO): caratteristiche e suoi effetti sui climi terrestri

Laureando: Carlo Maria Golo

Relatore: Luca Capraro

LA AMO

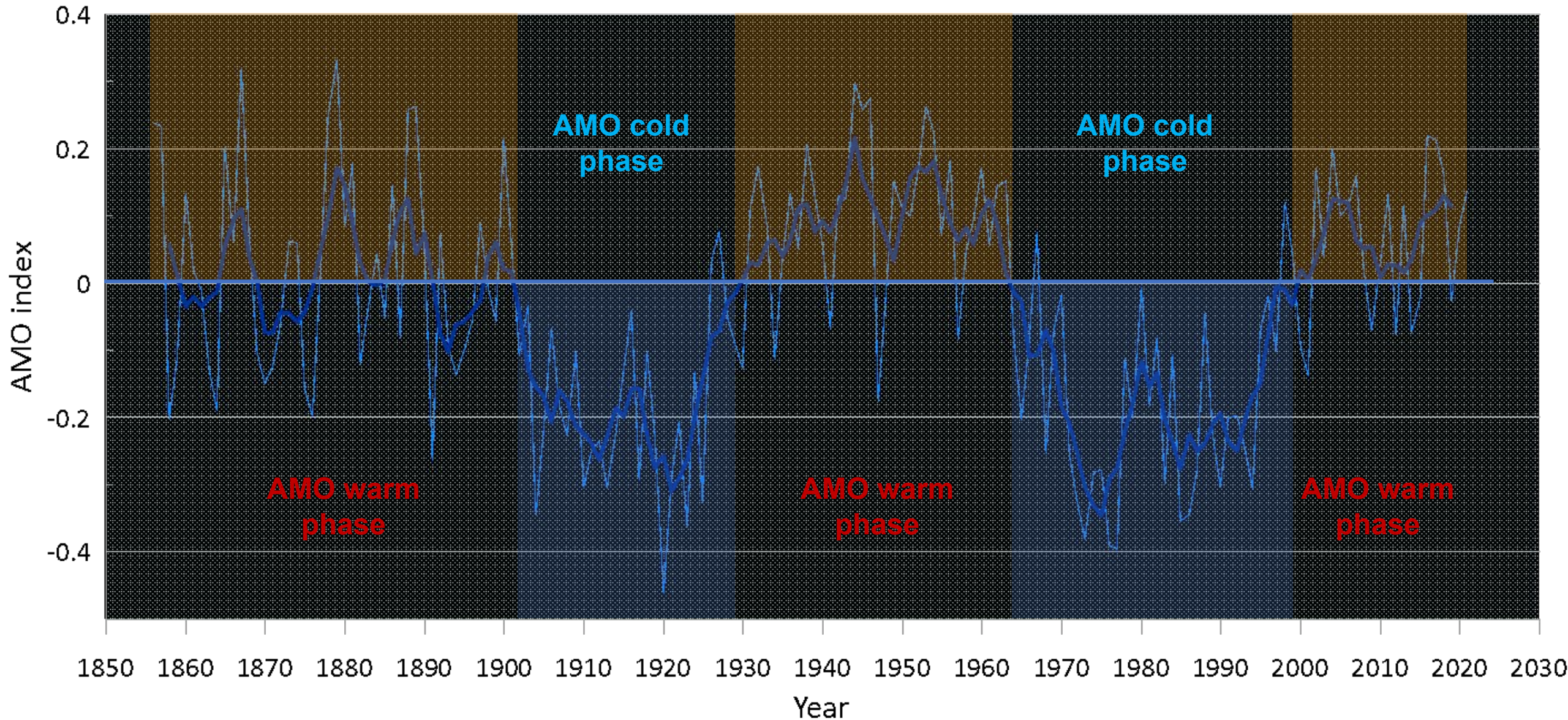
Variabilità naturale delle SST nel Nord Atlantico

Frequenza: 60-80 yr

Intensità: non definita (>30% della variabilità moderna?)

Effetti: alternanza di fasi fredde e calde

AMO index 1856-2021

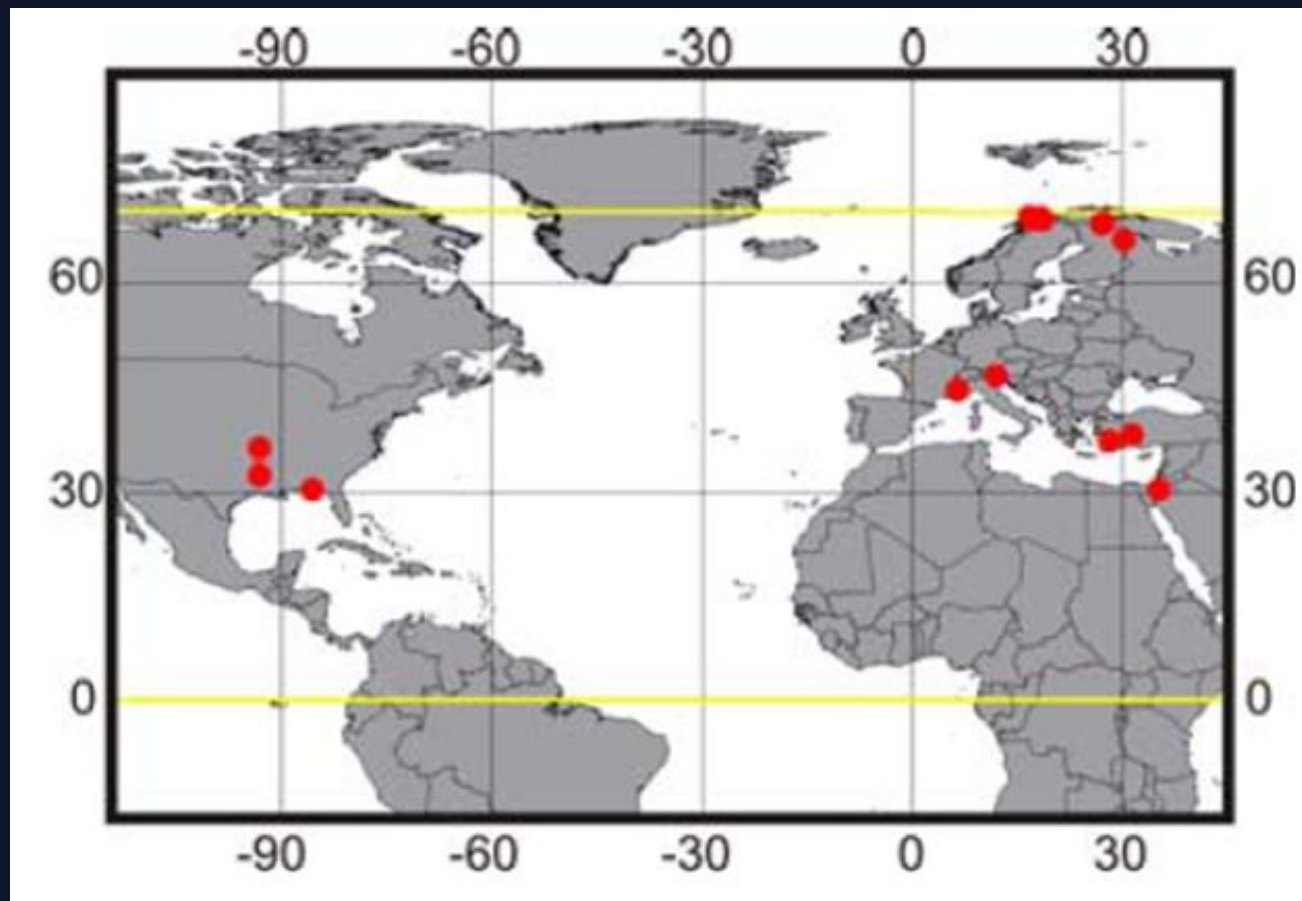


— AMO unsmoothed from the Kaplan SST V2 - <http://www.psl.noaa.gov/data/timeseries/AMO/>
— 9-point running average

RICOSTRUIRE LA AMO NEL PASSATO

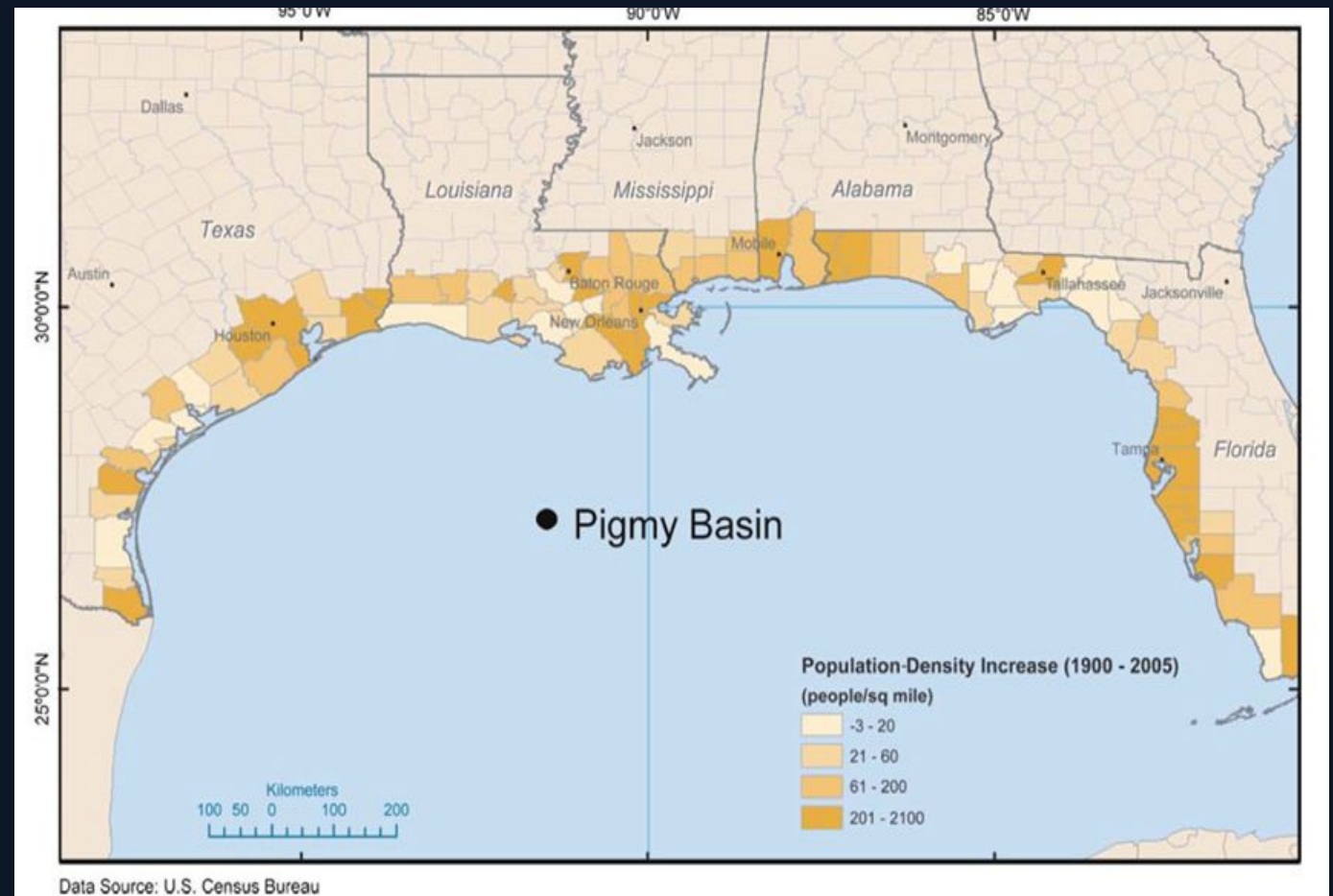
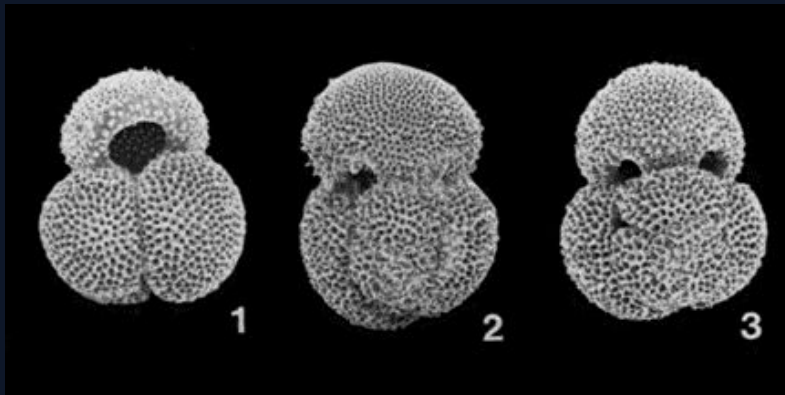
1. Dendrologia:

Record dal 1567 □ correlazioni con anomalie di SST (*Gray et al., 2004*)



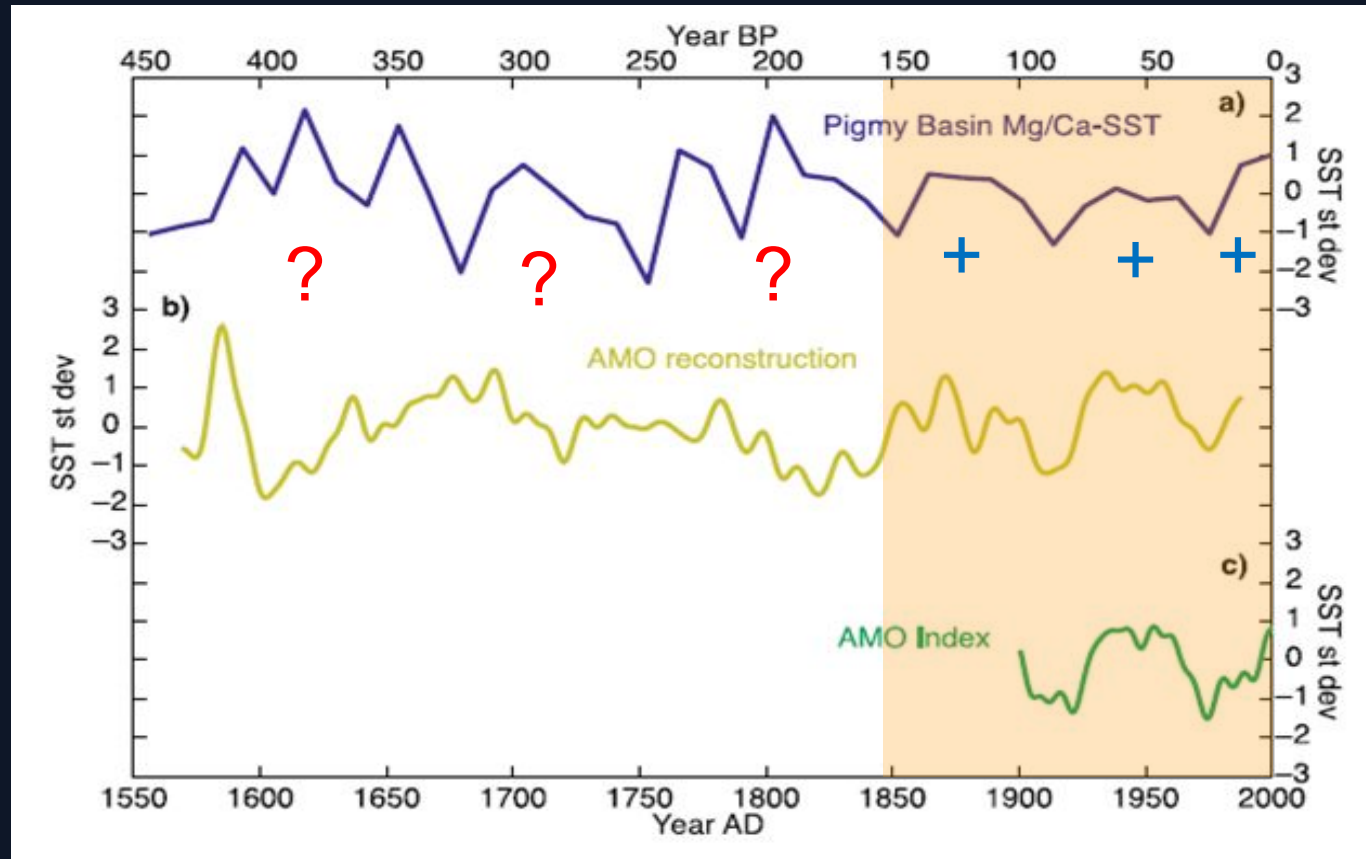
2. Cross-correlation con record marini

Record dendrologico vs record SST da Mg/Ca di *Globigerinoides ruber* nel Pigmy Basin (Golfo del Messico) ([Poore et al., 2009](#))



Negli ultimi 150 yr, **coerenza** fra SST @Pigmy Basin – AMO calcolata.

Prima del 1850, **differenze notevoli**... perché?

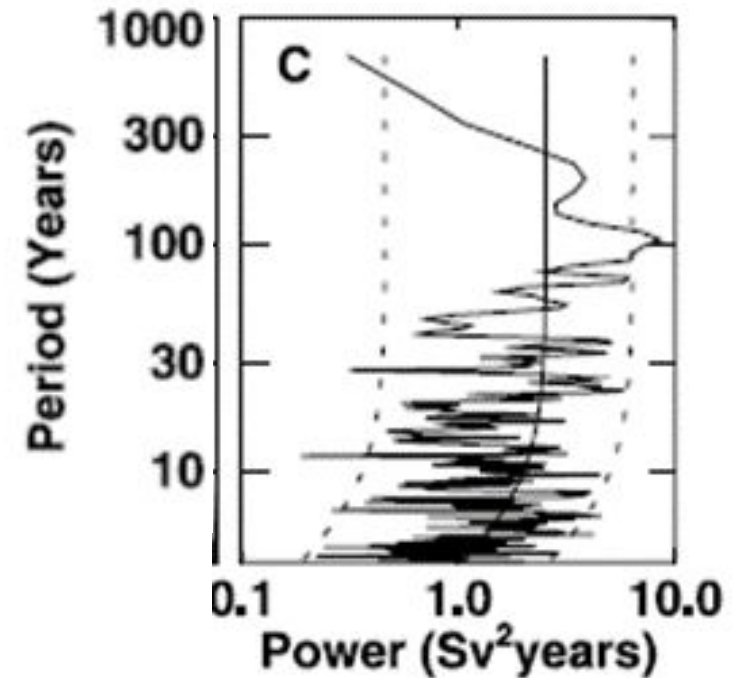


Poore et al. (2009)

Errori nelle datazioni ^{14}C ? Interferenza delle precipitazioni (dendrologia)?
"Sterilizzazione" della AMO durante la LIA causa collasso della THC?

AMO vs THC

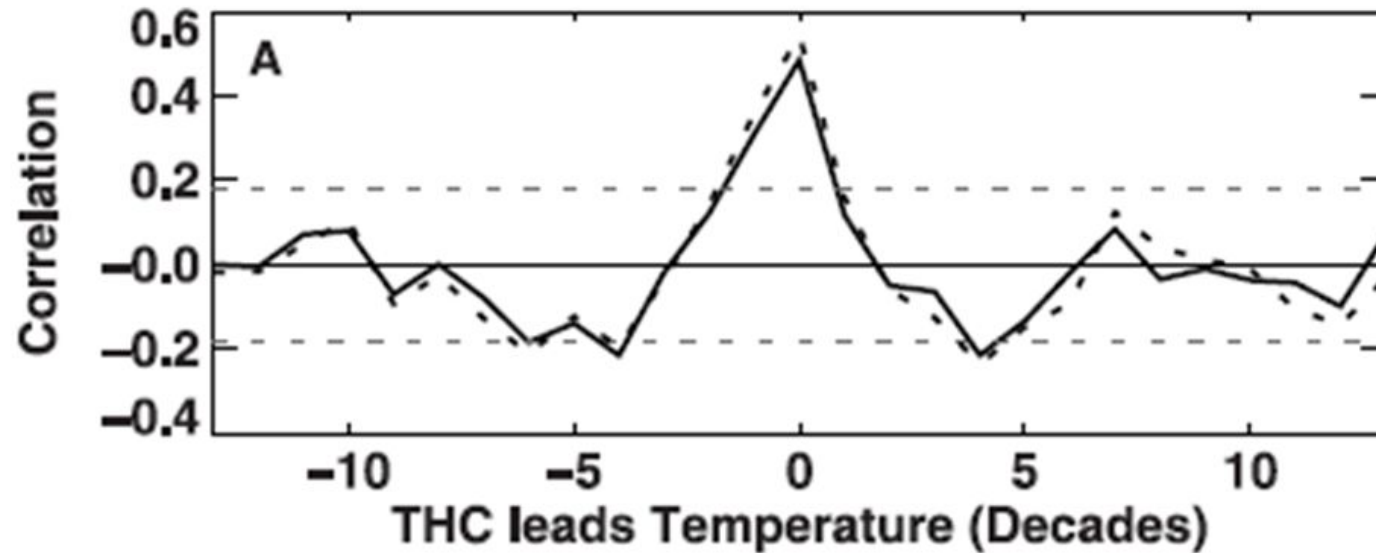
- Periodicità della THC **70-120 yr**, compatibile con la AMO
- THC in accordo con T° nel NH:
 - anomalie **calde** = **MAX THC**
 - anomalie **fredde** = **MIN THC**



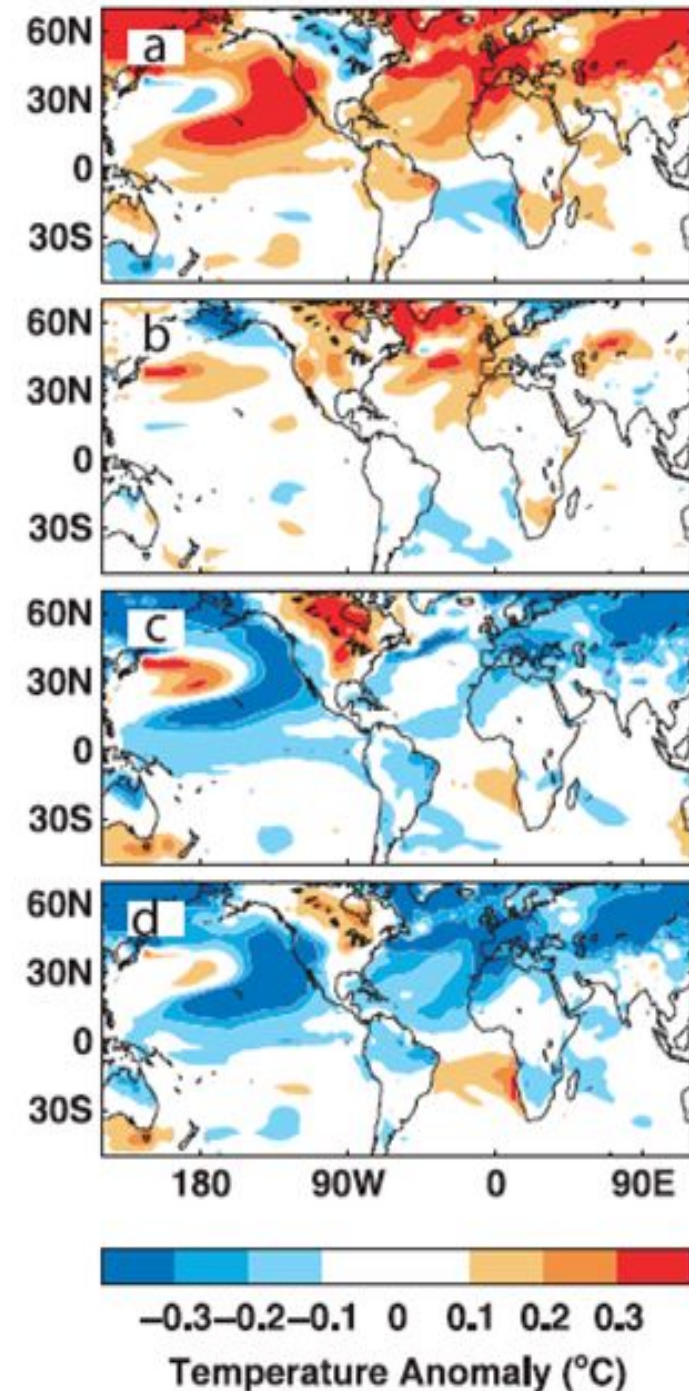
Knight et al. (2005)

Picchi AMO in ritardo di ~50 anni su THC (Knight *et al.*, 2005)

□ La THC controlla ΔT nel NH

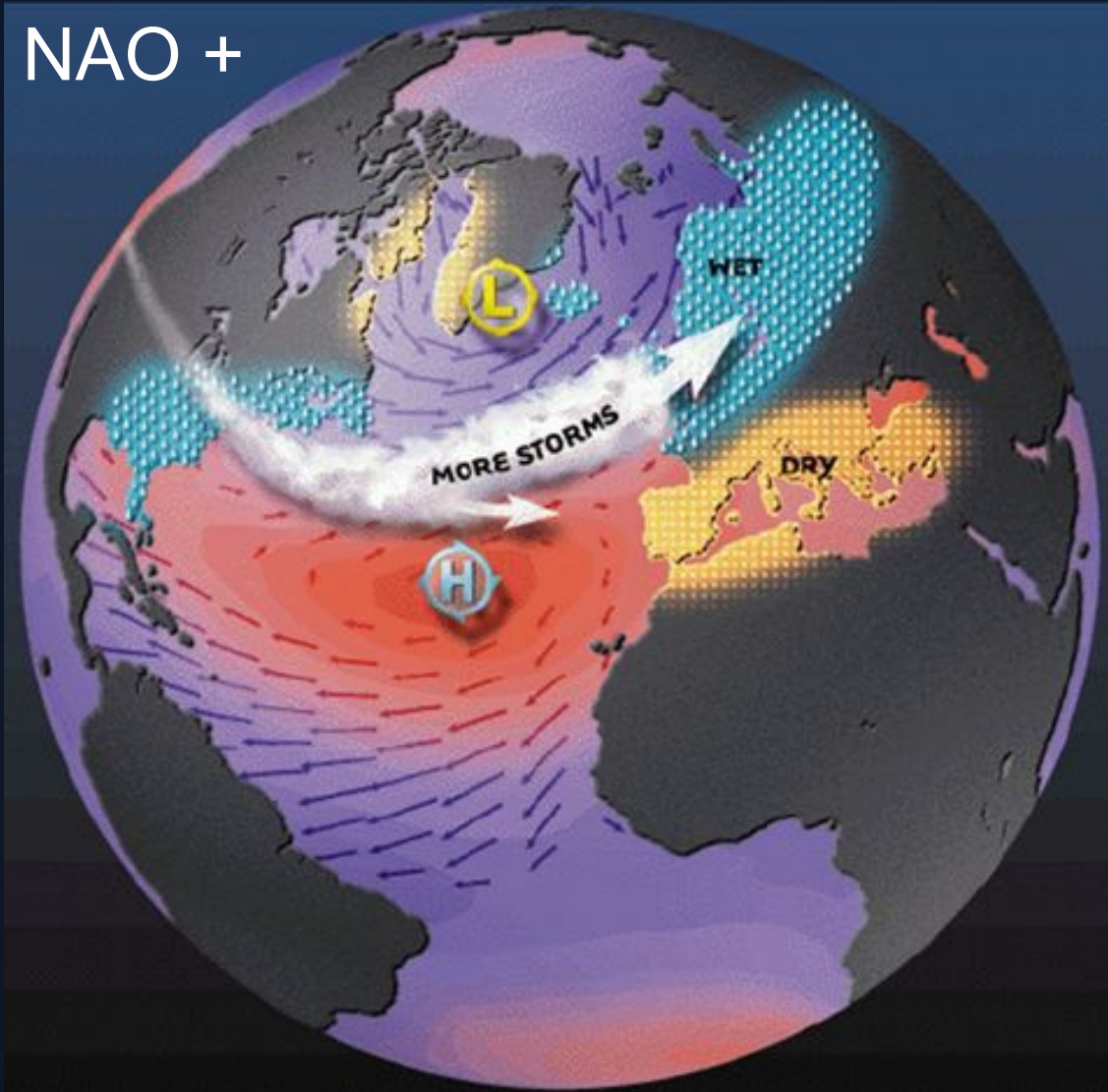


Knight et al. (2005)

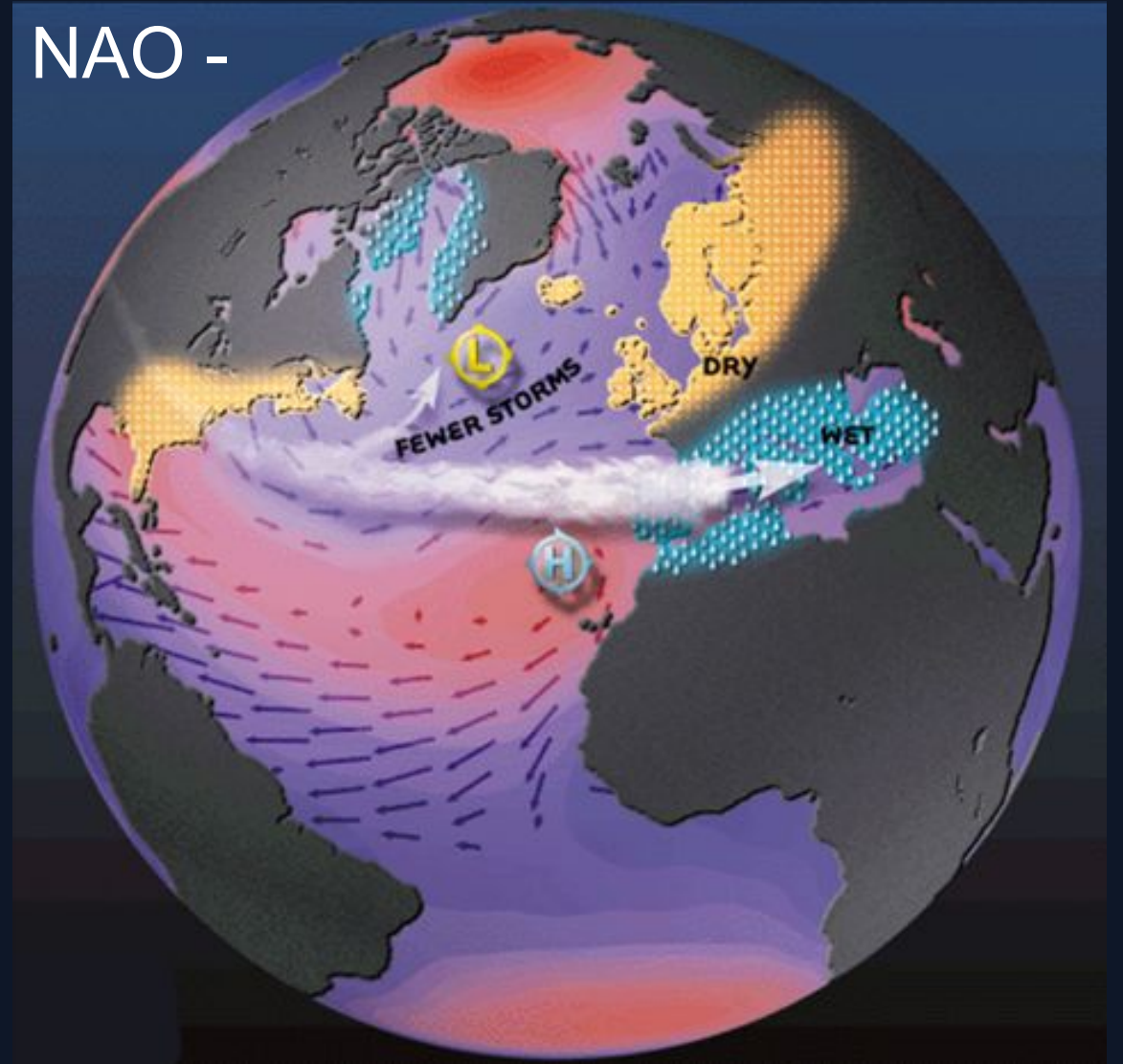


RUOLO DELLA NAO

NAO +

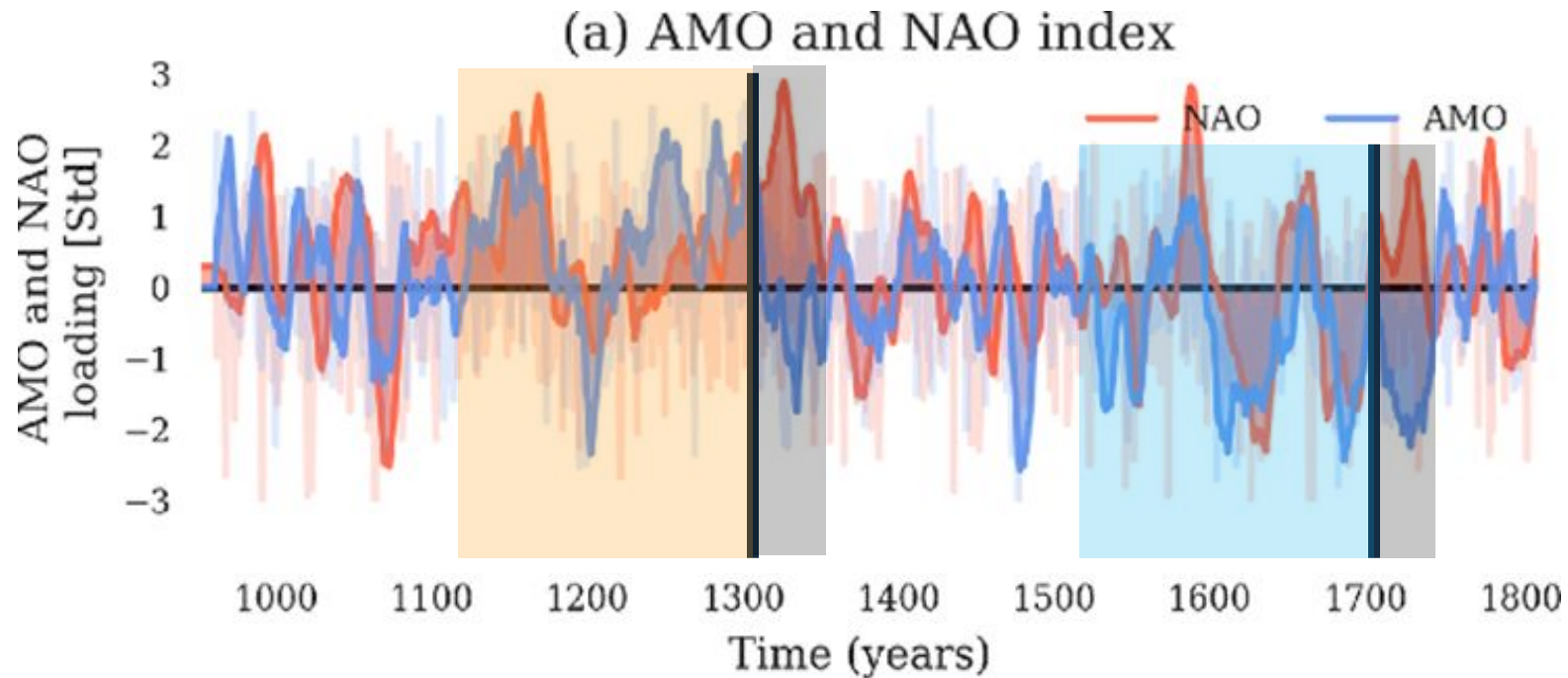


NAO -



Relazioni tra AMO, NAO e AMOC (osservazione):

AMO+ = **NAO+** = **AMOC** più forte

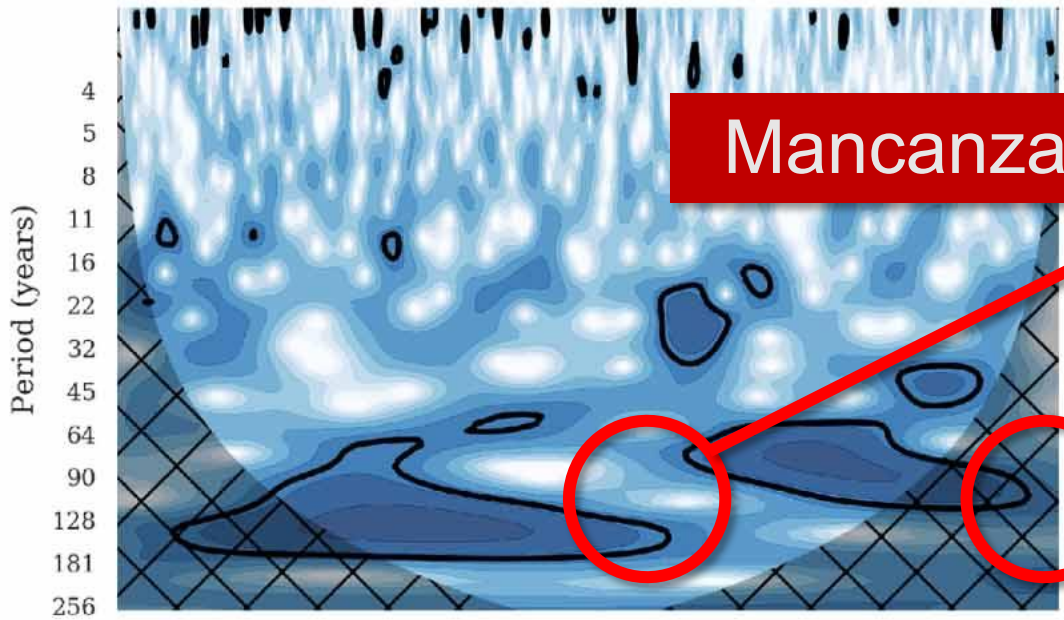


MCA core (950-1300):
prevalgono fasi calde

LIA core (1400-1750):
prevalgono fasi fredde

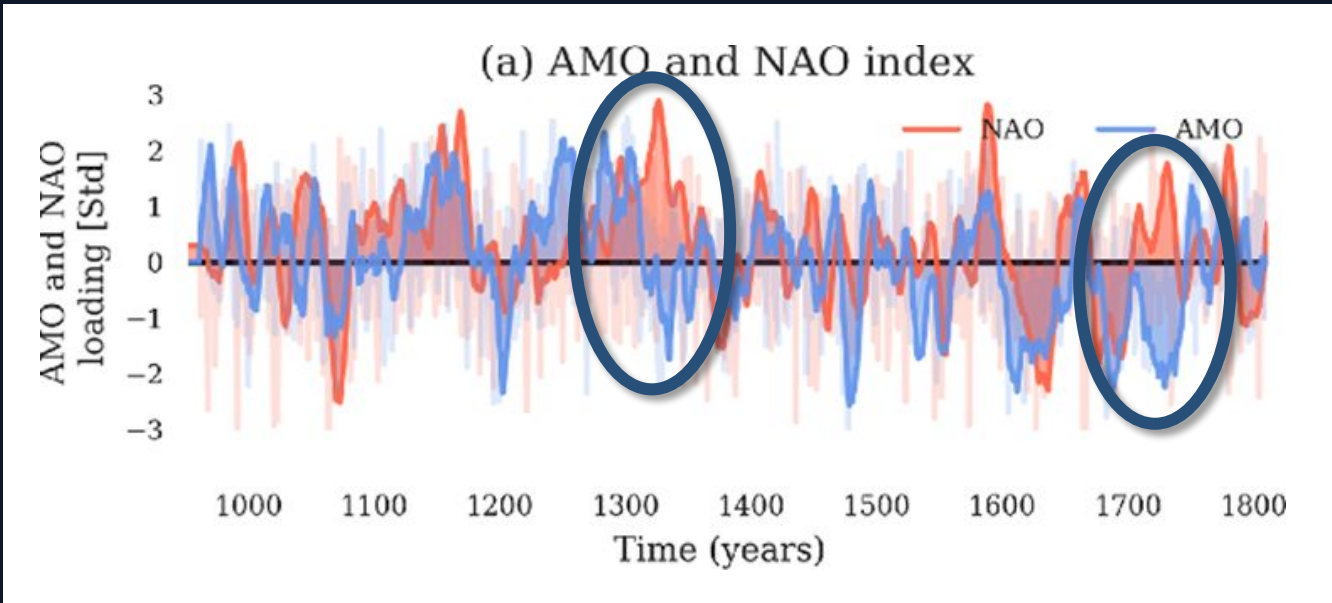
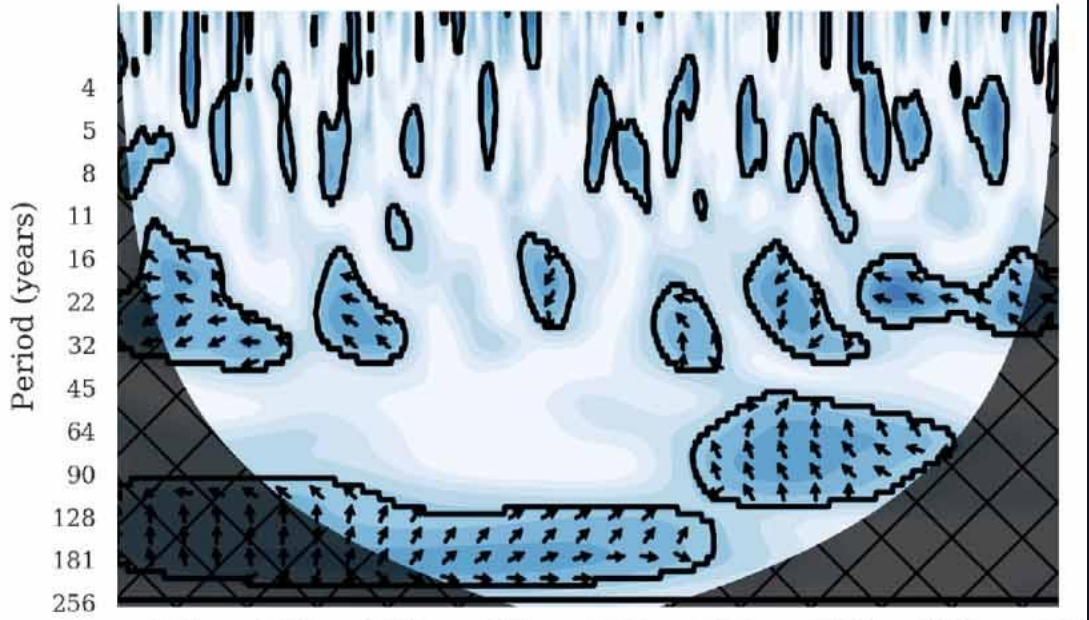
Correlazione buona, ma NON ai turnover (MCA/LIA, LIA/MW)

(b) AMO Wavelet Power Spectrum (Morlet)



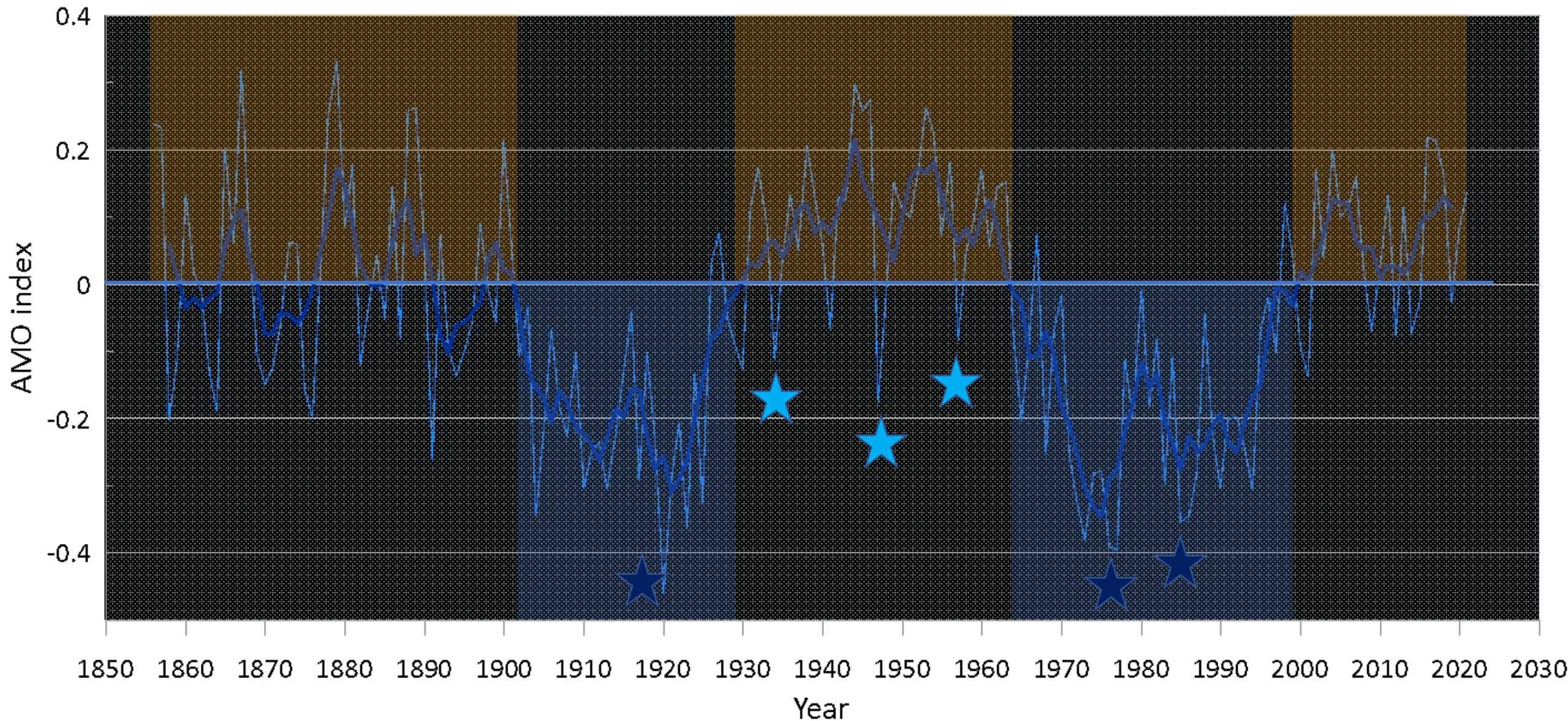
Mancanza di lead turnover

(c) Wavelet coherence AMO and NAO EOF(1)



AMO: CLIMA ED EVENTI METEROLOGICI ESTREMI

AMO index 1856-2021



— AMO unsmoothed from the Kaplan SST V2 - <http://www.psl.noaa.gov/data/timeseries/AMO/>
— 9-point running average

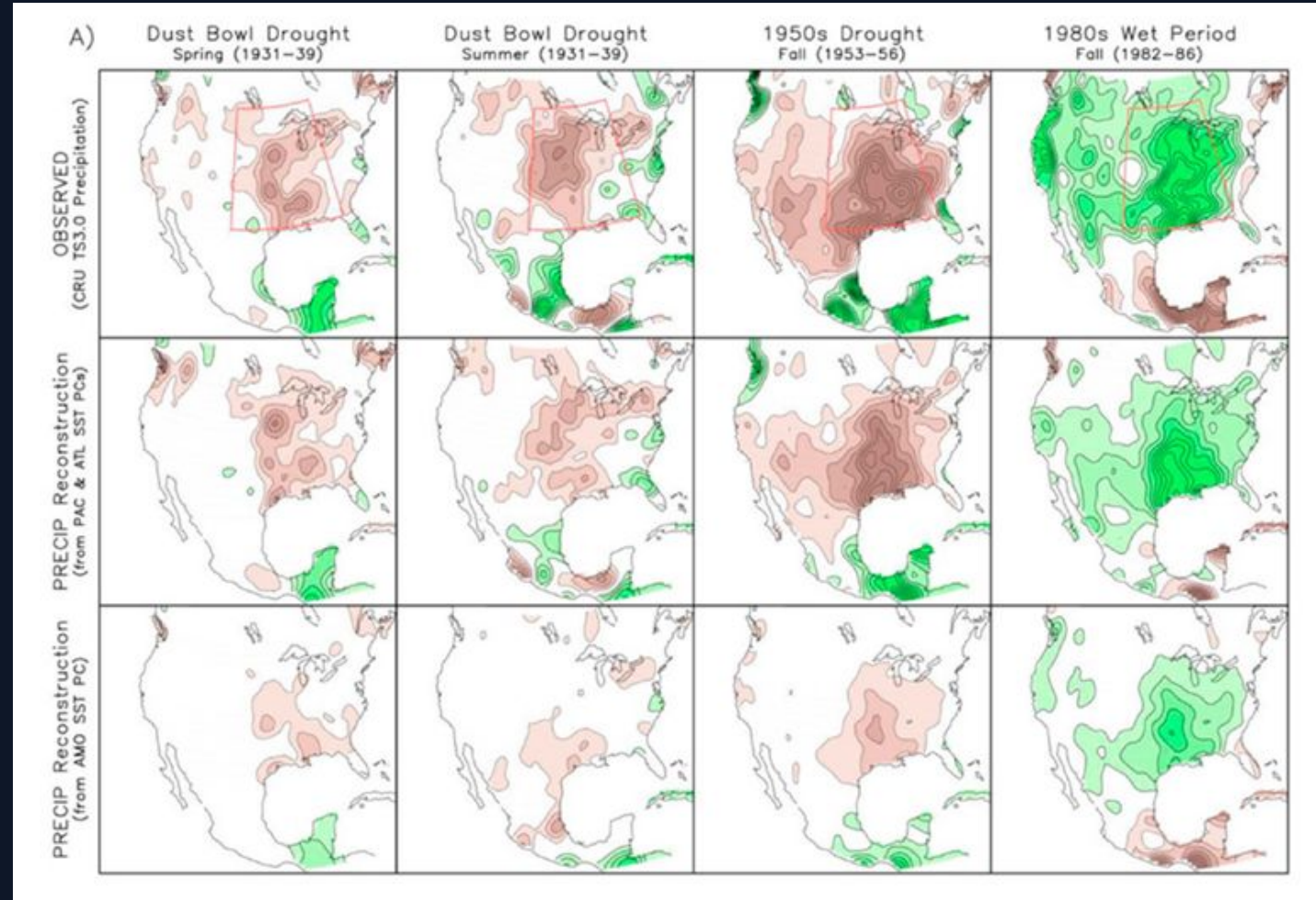
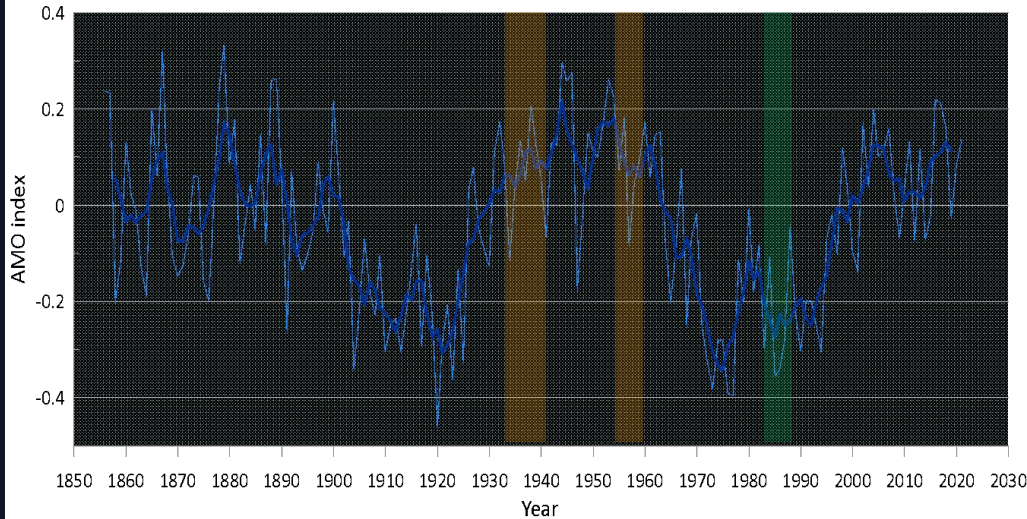
Anomalie nelle precipitazioni autunnali in nord e centro America

(Sutton & Hodson, 2005; Niagam *et al.*, 2011)

Anni '30 e '50: grave siccità

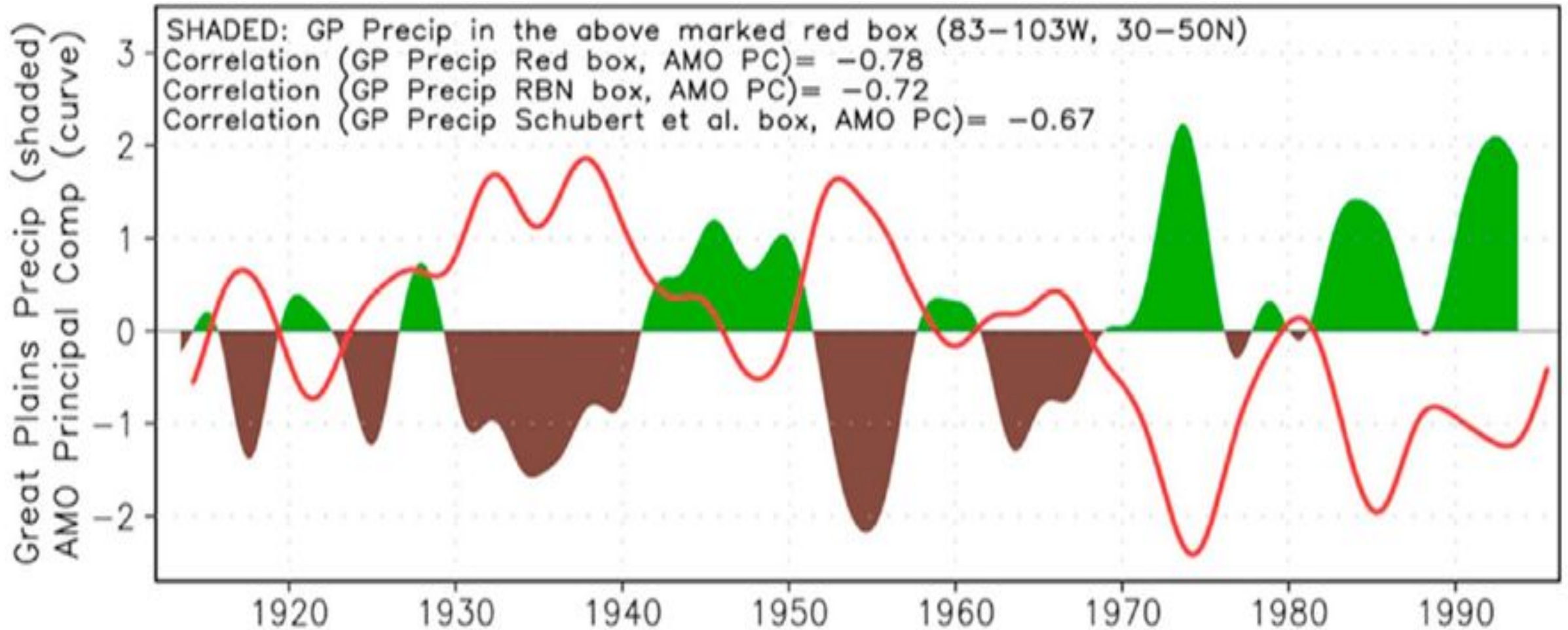
Anni '80: elevata piovosità

AMO index 1856-2021



AMO □ variabilità nelle traiettorie delle perturbazioni pacifiche e atlantiche
(Sutton & Hodson, 2005)

Niagam *et al.*, 2011



I DUST BOWL



THE
GRAPES
of
WRATH

THE
GRAPES of WRATH

John Steinbeck

John
Steinbeck

VIKING PRESS

Conseguenze: carestie,
migrazioni, danni sociali,
economici e sanitari



TELECONNESSIONI DELLA AMO

- Dinamiche glaciali (Sutton & Hodson, 2005);
- Precipitazioni nel Nordeste brasiliano e Sahel (Folland *et al.*, 1986; Rowell *et al.*, 1995; Folland *et al.*, 2001);
- Frequenza dei grandi uragani nell'Atlantico (Goldenberg *et al.*, 2001).

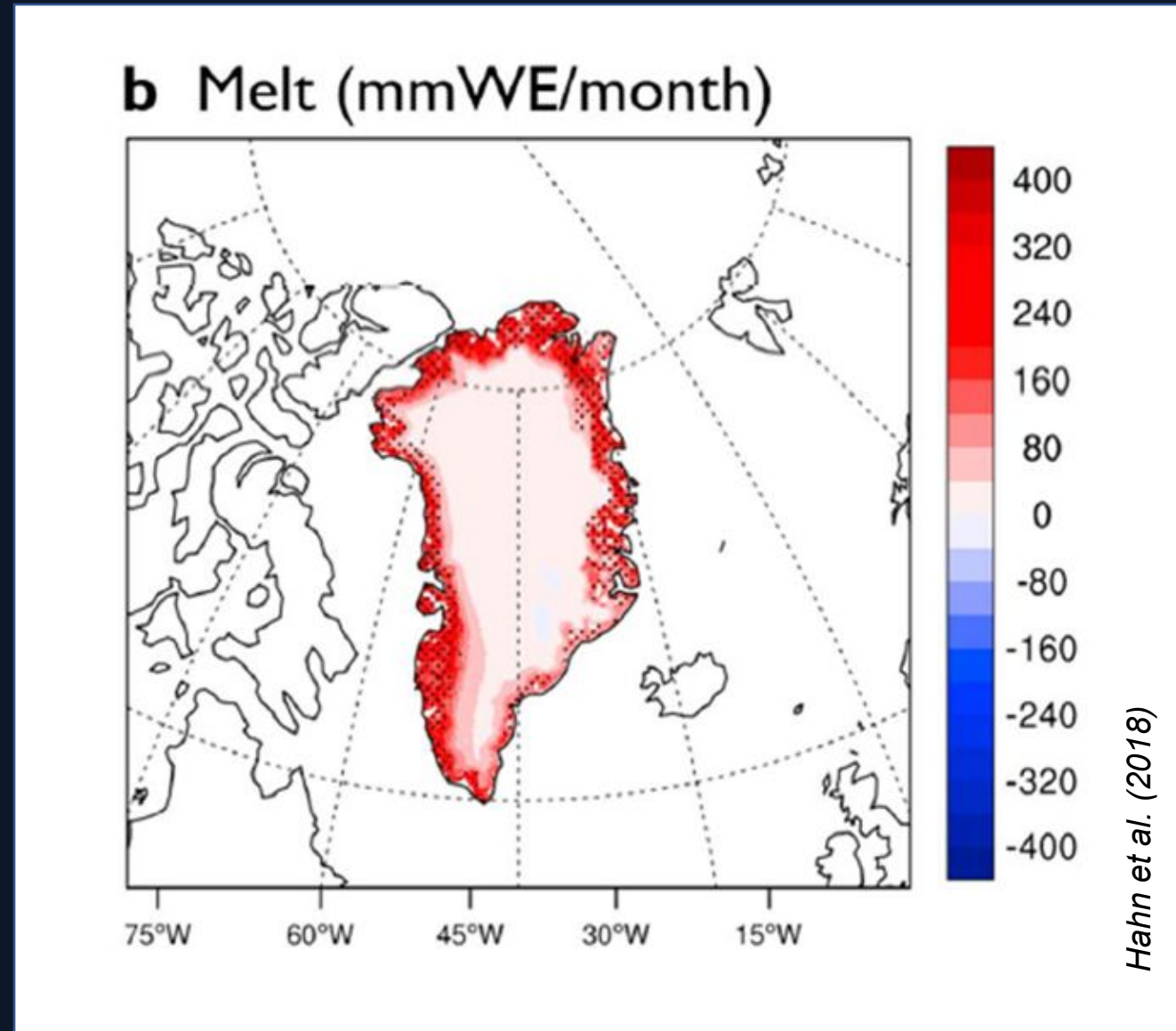
SCIoglimento DELLA CALOTTA GROENLANDESE

Forte legame tra AMO e NAO:

NAO-, AMO+

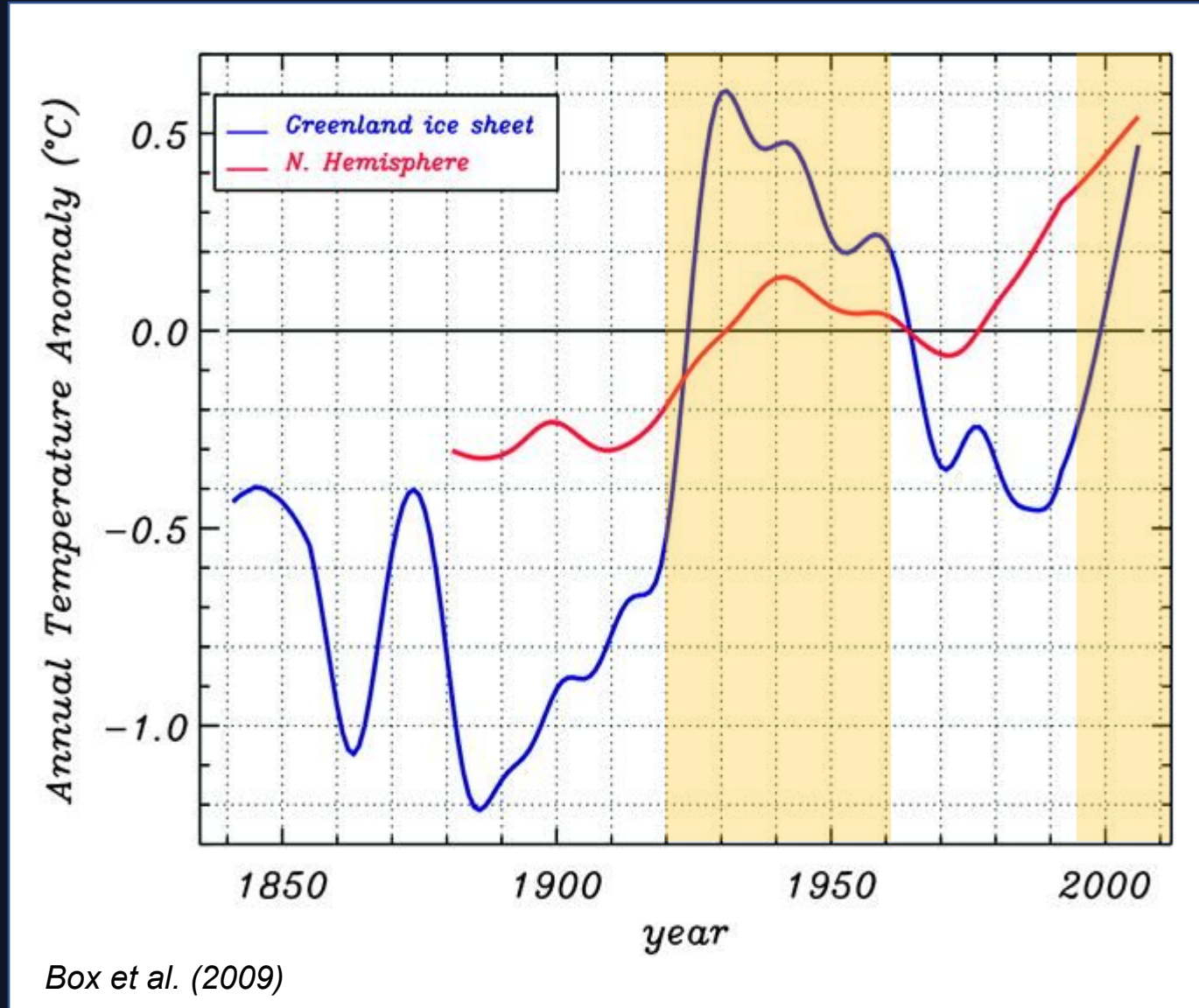
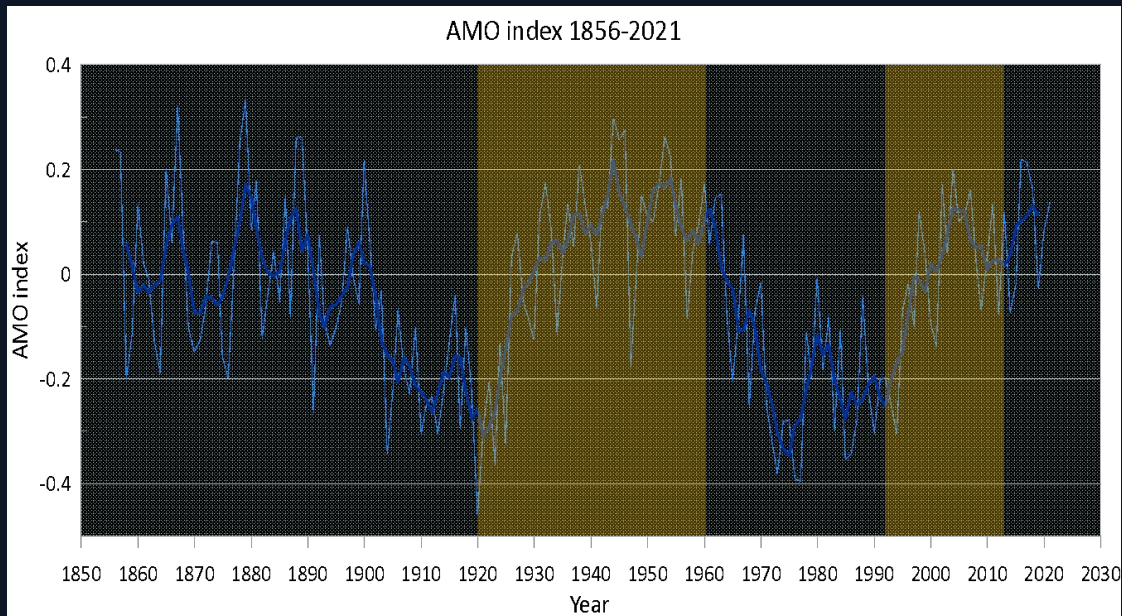


AMOC indebolita



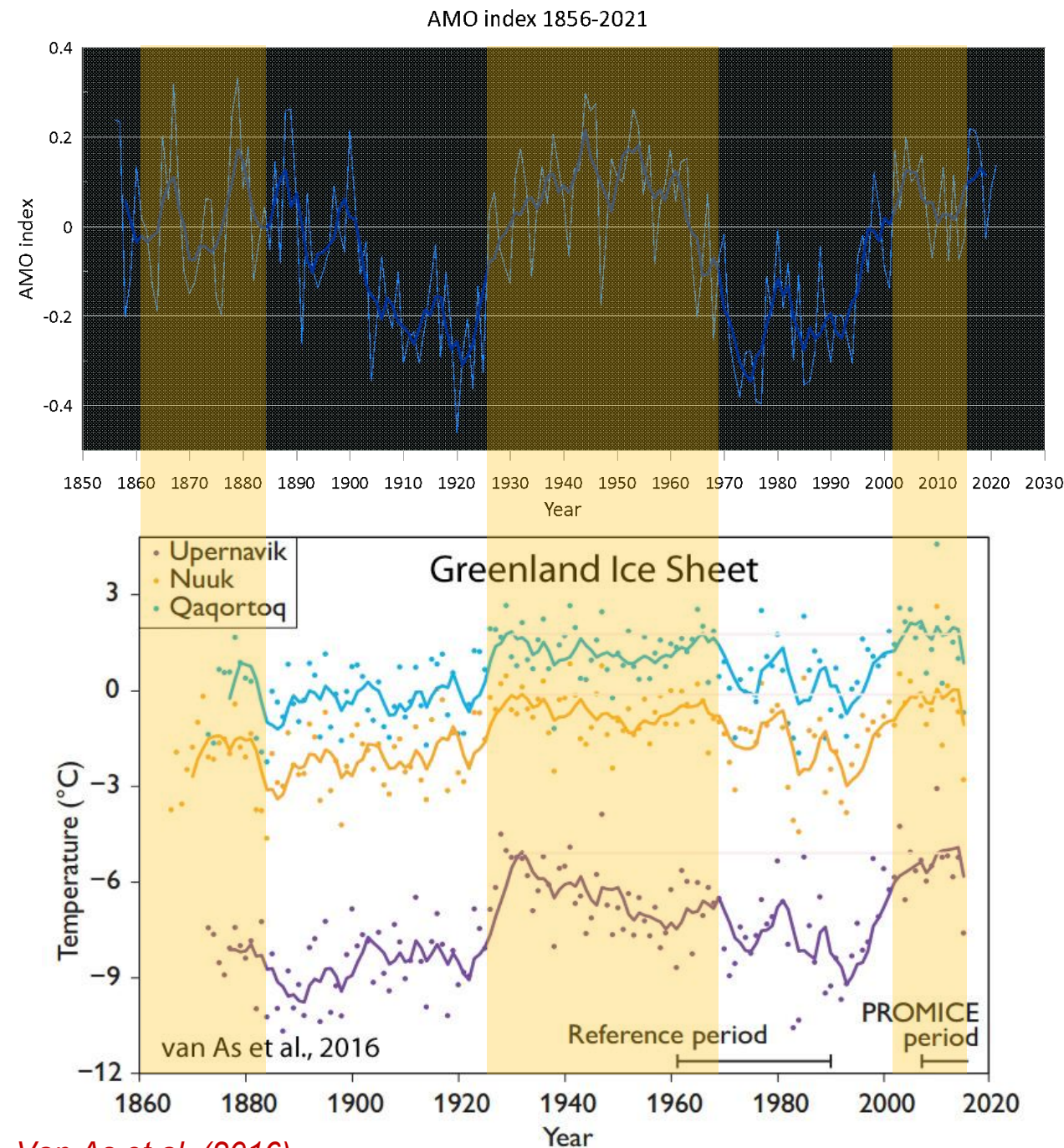
SCIoglimento DELLA CALOTTA GROENLANDESE

Concordanza di fase fra AMO
e T° locale



SCIoglimento DELLA CALOTTA GROENLANDESE

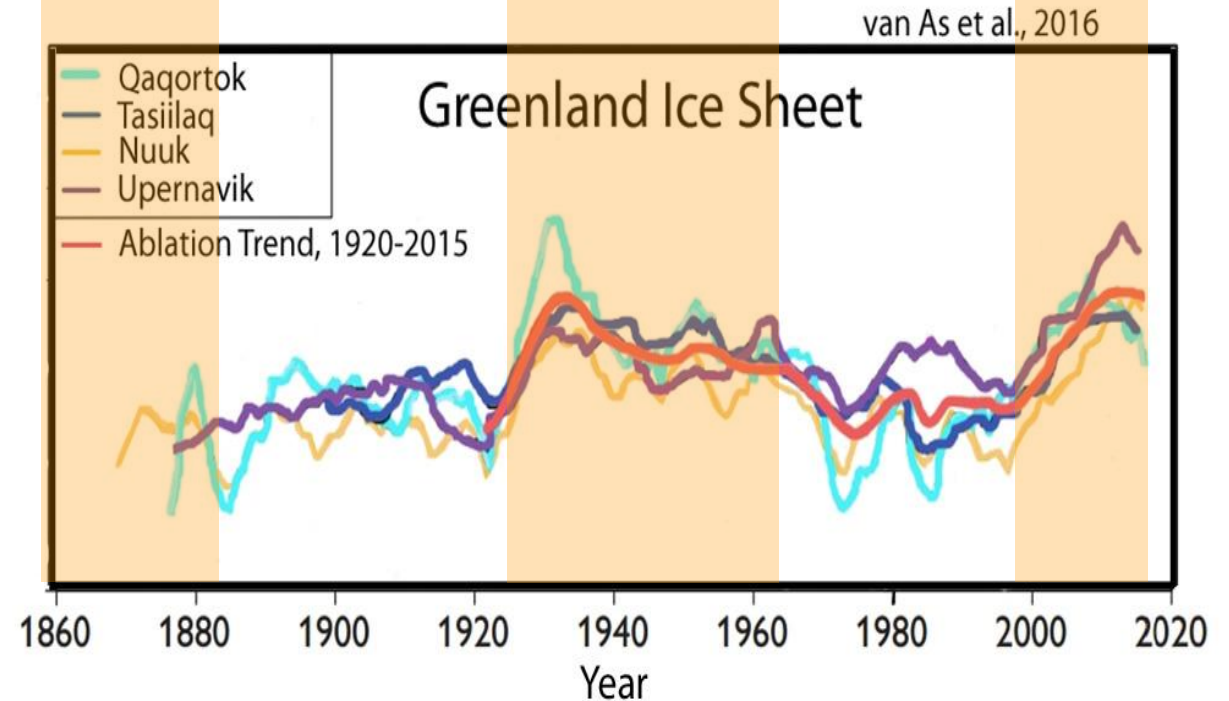
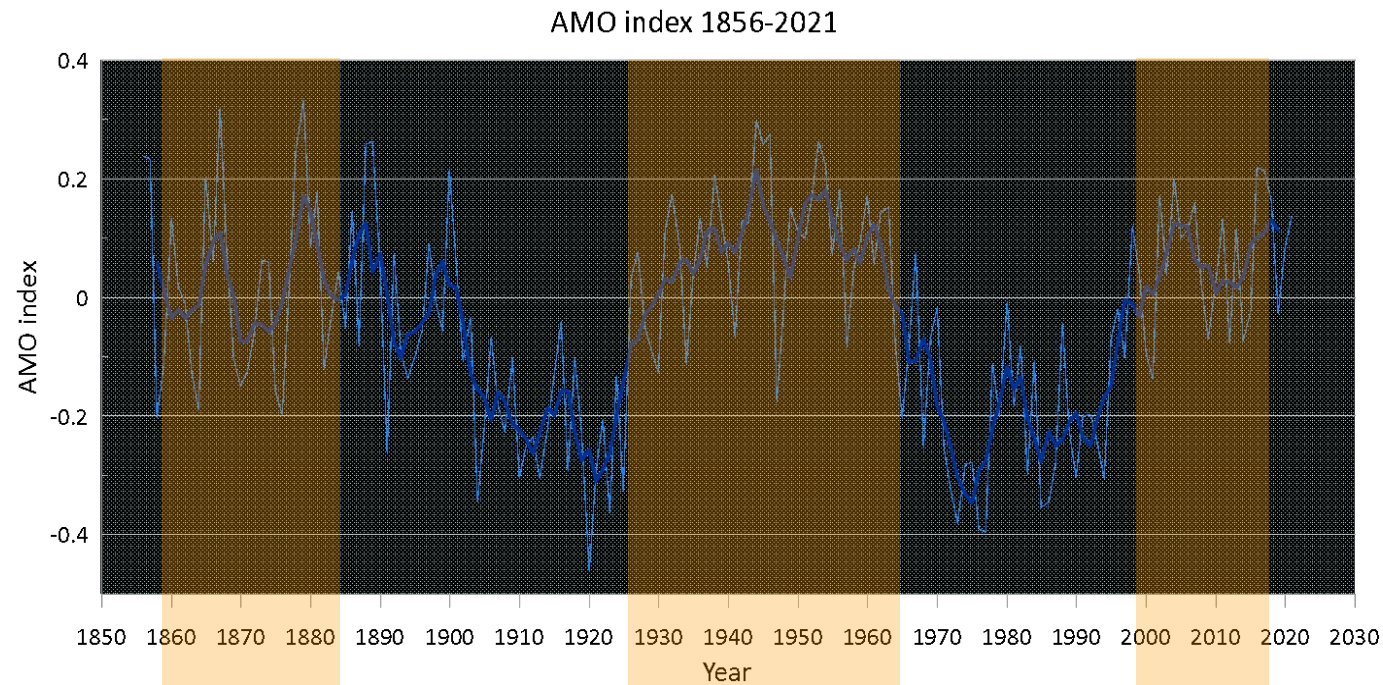
Concordanza di fase fra AMO e T° locale



Van As et al. (2016)

SCIoglimento DELLA CALOTTA GROENLANDESE

Concordanza di fase fra AMO e ablazione netta



ARTICO

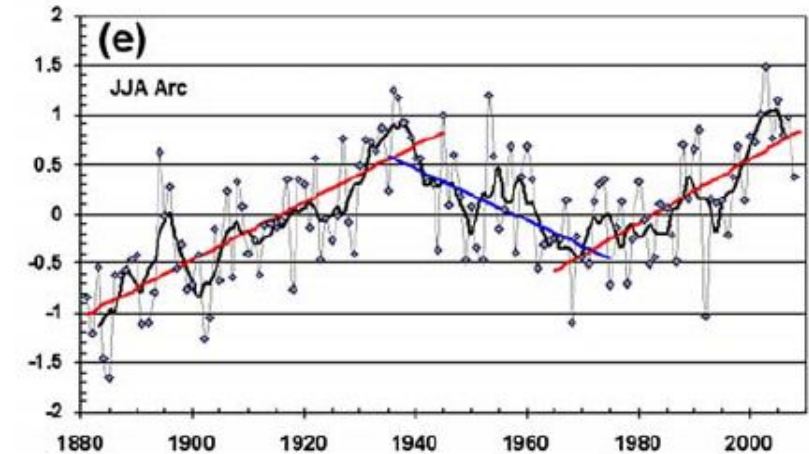
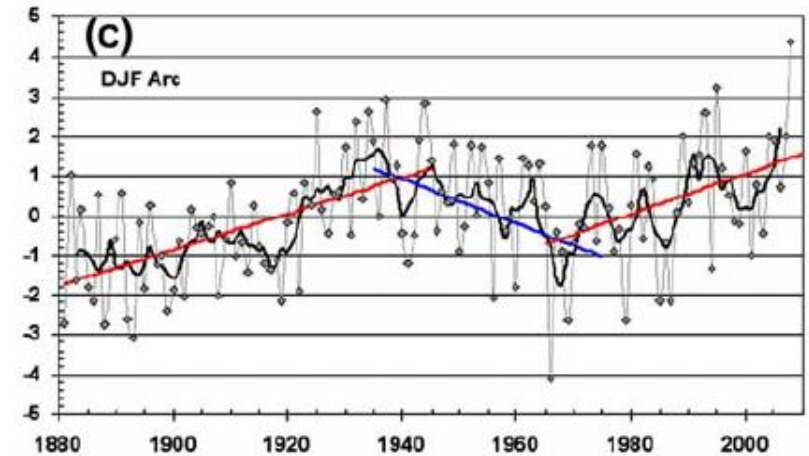
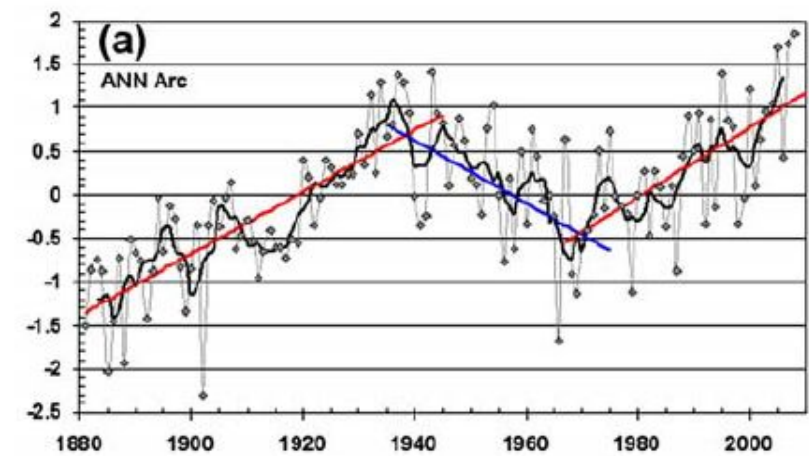
Break negli anni '40 e '70 □ AMO

Amplificazione artica: **2.0 - 2.9** (1970-2008);
9.0 - 12.5 (1940-70)



Aerosol + **AMO**

Correlazione fra T artica e AMO:
 $r = 0.69$ (Parker) - 0.79 (NOAA)

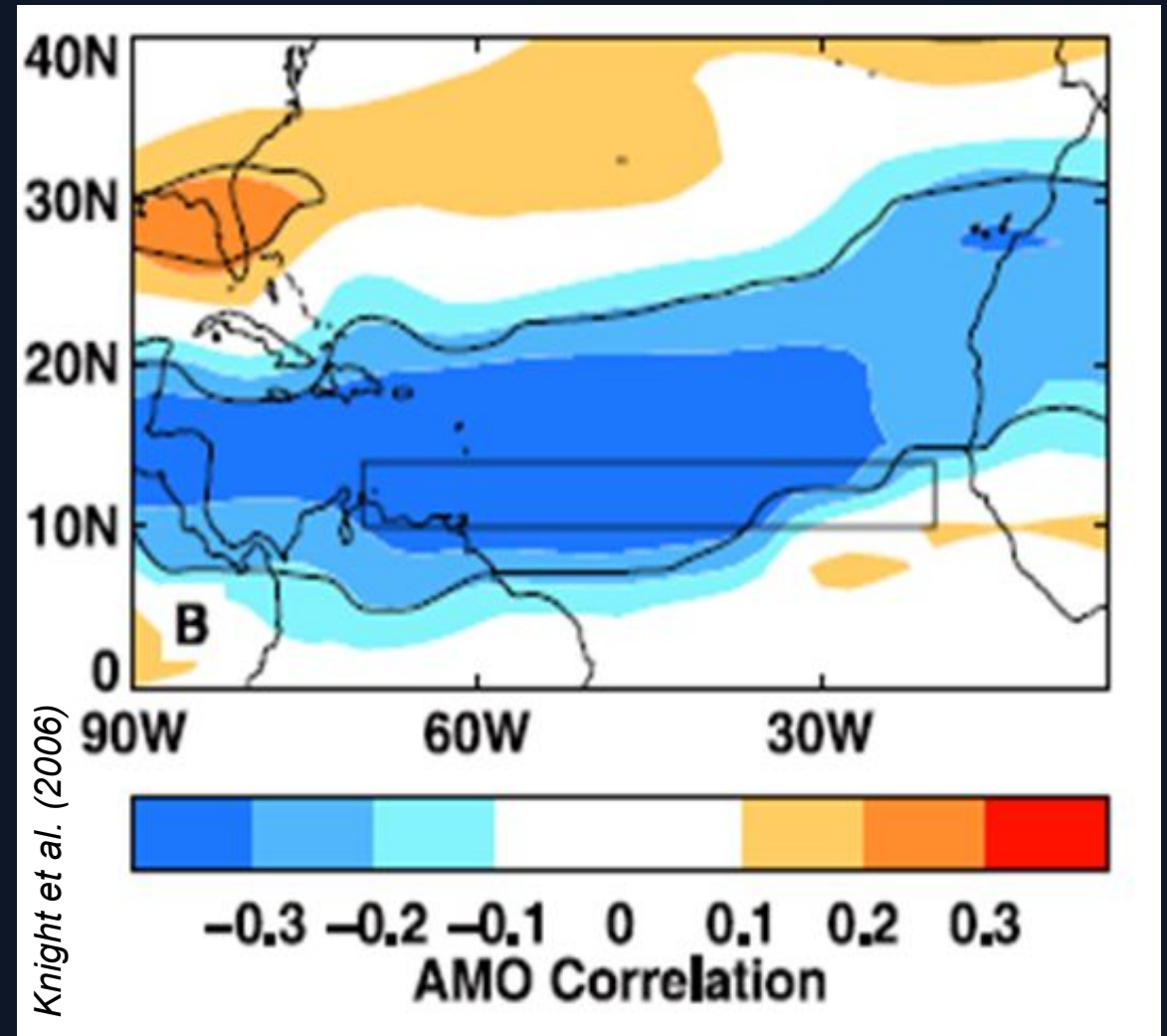


URAGANI ATLANTICI (1944-2000)

AMO+ = minore shear dei venti



2005: la grande stagione degli uragani (Wilma, Katrina...) per aumento di SST ai tropici (~1°C)

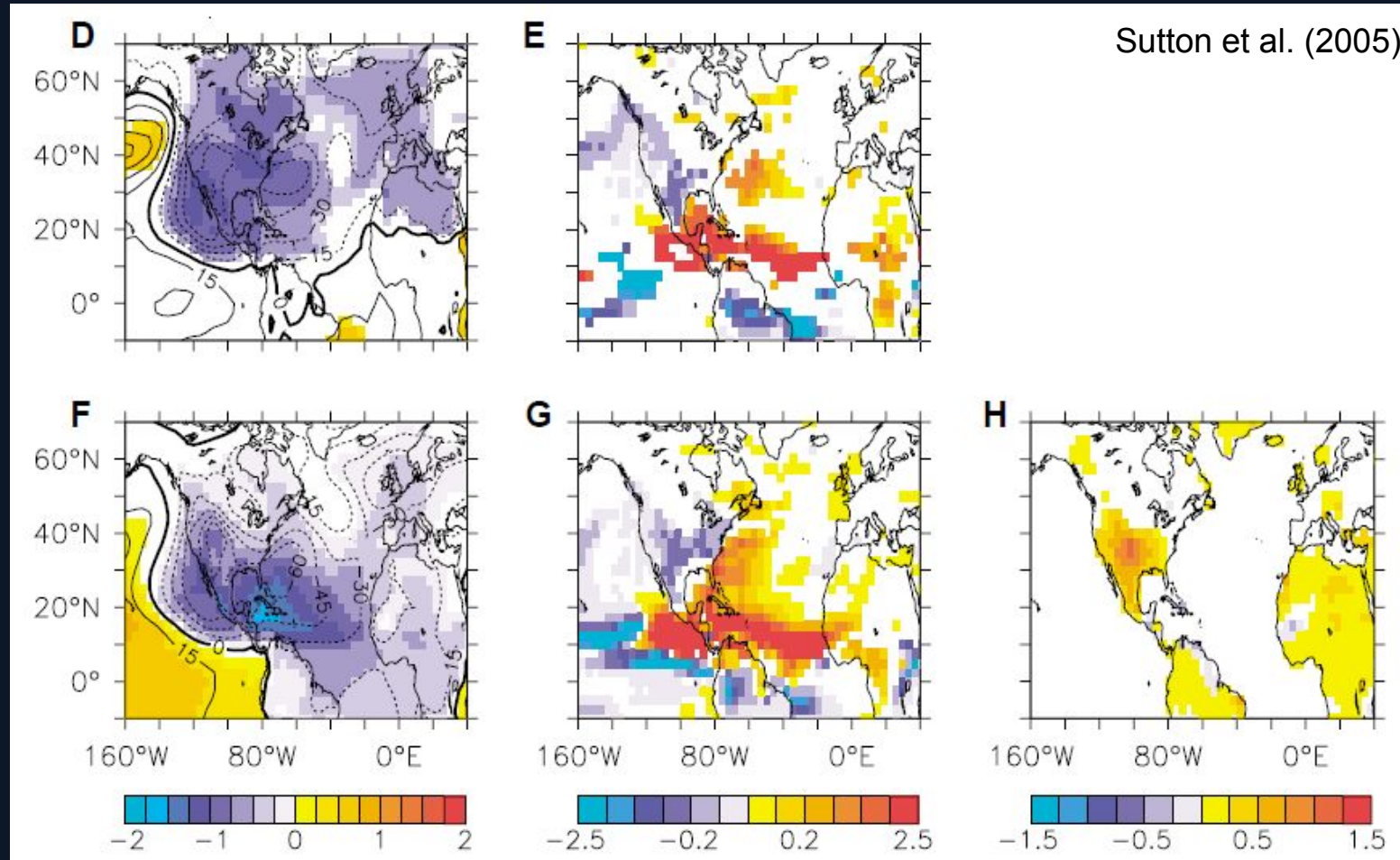


L'ESTATE 2003

Nuclei di bassa pressione:
S USA, W UK



Ottima risposta della AMO
alle simulazioni: l'Atlantico
controlla il clima estivo



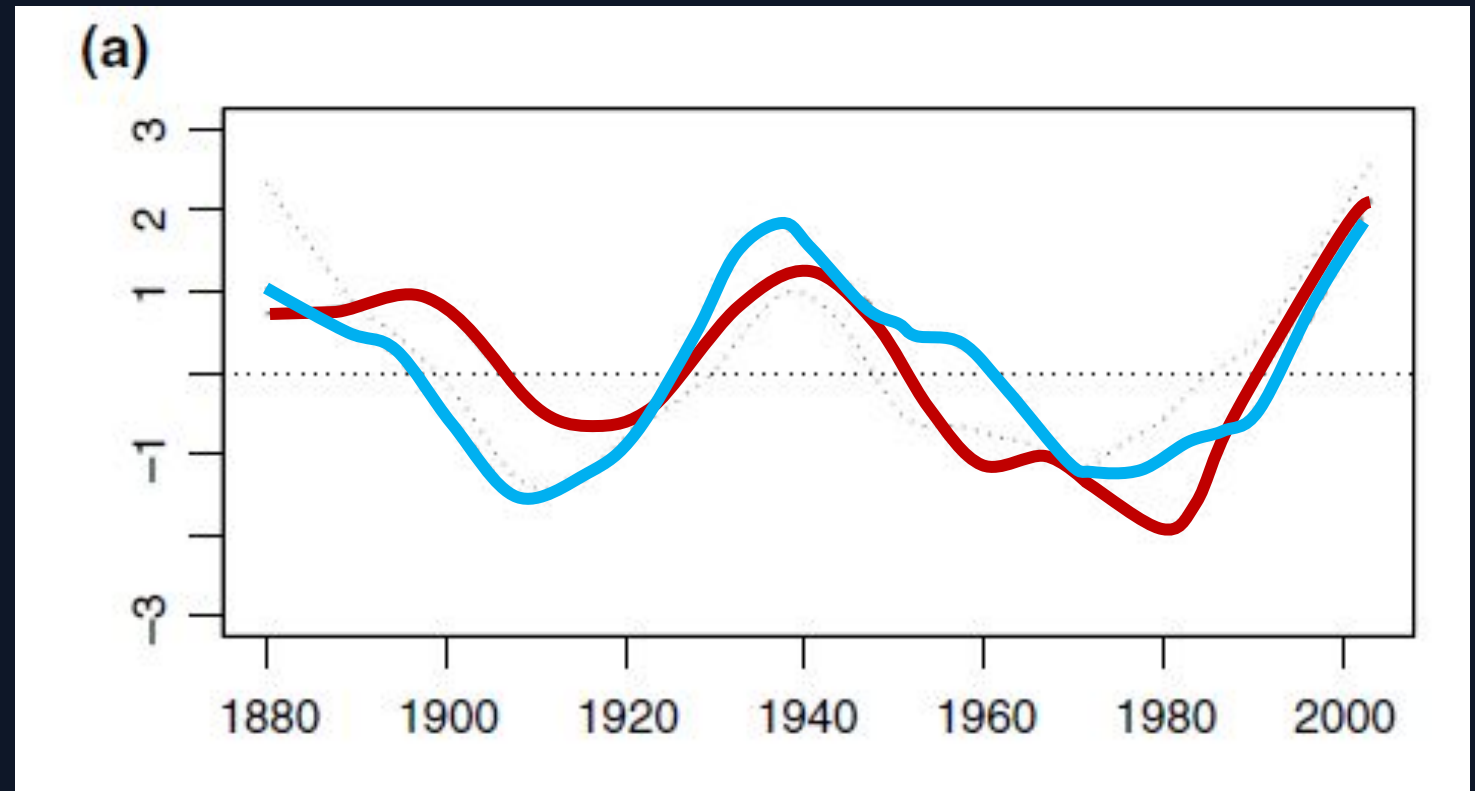
Possibile sinergia con quasi-stazionarietà delle onde barotropiche di Rossby

Correlazione (r) AMO – indice *heatwave* – T media globale = 0.8

Eventi estremi
modulati da AMO?



L'indice *heatwave* è in
ritardo sulla AMO di ~5 yr



Della-Marta et al. (2006)

CONCLUSIONI

La AMO è un meccanismo difficile da inquadrare e "pesare"

Relazioni ambigue fra AMO, SST Nord Atlantico, NAO, AO ed ENSO

Effetti drammatici sui climi terrestri, ad enfatizzare il ruolo del forcing naturale (ancora in gran parte sconosciuto)

Bibliografia parziale

- Börgel, F. et al. (2020), *Environmental Research Letters*, vol. 15
- Box, J.E. et al. (2009), *Journal of Climate*, vol. 22
- Chylek, P. et al. (2006), *Geophysical Research Letters*, vol. 33, L026510
- Chylek, P. et al. (2009), *Geophysical Research Letters*, vol. 36, L14801
- Della-Marta, P.M. (2006), *Climate Dynamics*, vol. 29, 251-275
- Fettweiss, X. et al. (2008), *The Cryosphere*, vol. 2
- Gray, S. et al. (2004), *Geophysical research letters*, vol. 31, L12205
- Hahn, L. et al. (2018), *Geophysical Research Letters*, vol. 45, 9171-9178
- Knight, J. et al. (2005), *Geophysical research letters*, vol. 32, L20708
- Knight, J. et al. (2006), *Geophysical Research Letters*, vol. 33, L17706
- Nigam, S. et al. (2011), *Geophysical Research Letters*, vol. 38, L16713
- Poore, R. et al. (2009), *Geo-Marine Letters*, vol. 29, 477-484
- Sutton, R. (2005), *Science*, vol. 309
- Trenberth, K. et al. (2006), *Geophysical Research Letters*, vol. 33, L12704

Sitografia parziale

- <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/amon.us.long.data>
- <https://www.wunderground.com/hurricane/articles/wind-shear-explainer>
- <https://leclettico.com/2019/09/26/quando-storia-e-cambiamenti-climatici-si-incontrano-le-dust-bowl-negli-stati-uniti-degli-anni-trenta/>
- <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/nino-sst-indices-nino-12-3-34-4-oni-and-tni>

CONFRONTO AMO OSSERVATA E CALCOLATA (Gray et al., 2004)

Sovrapposizione di banda a 42.7 yr

NO segnale nella banda 7-25 yr (NAO, AO)

