



Area Previsione e Monitoraggio Ambientale

Torino 21-9-2006

La variabilità atmosferica a larga scala (pattern di circolazione generale)



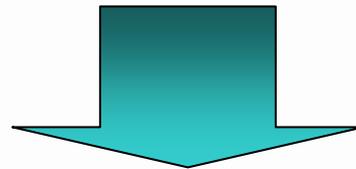
Corso-Laboratorio Educazione Ambientale

Modulo “ Il Cambiamento Climatico ”

Dott. Nicola Loglisci



Clima terrestre **DA SEMPRE** caratterizzato da marcata variabilità



Cambiamenti in atto

Naturali

Indotti dall'attività dell'uomo



LA VARIABILITA' CLIMATICA NATURALE

Ampio spettro di scale temporali e spaziali:

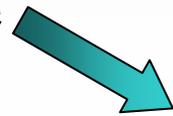
1. Variabilità intrastagionale
2. Variabilità interannuale
3. Variabilità decadale



1. VARIABILITA' INTRASTAGIONALE

Particolarmente importante per le regioni tropicali (oltre metà della variabilità atmosferica totale)

Modo dominante



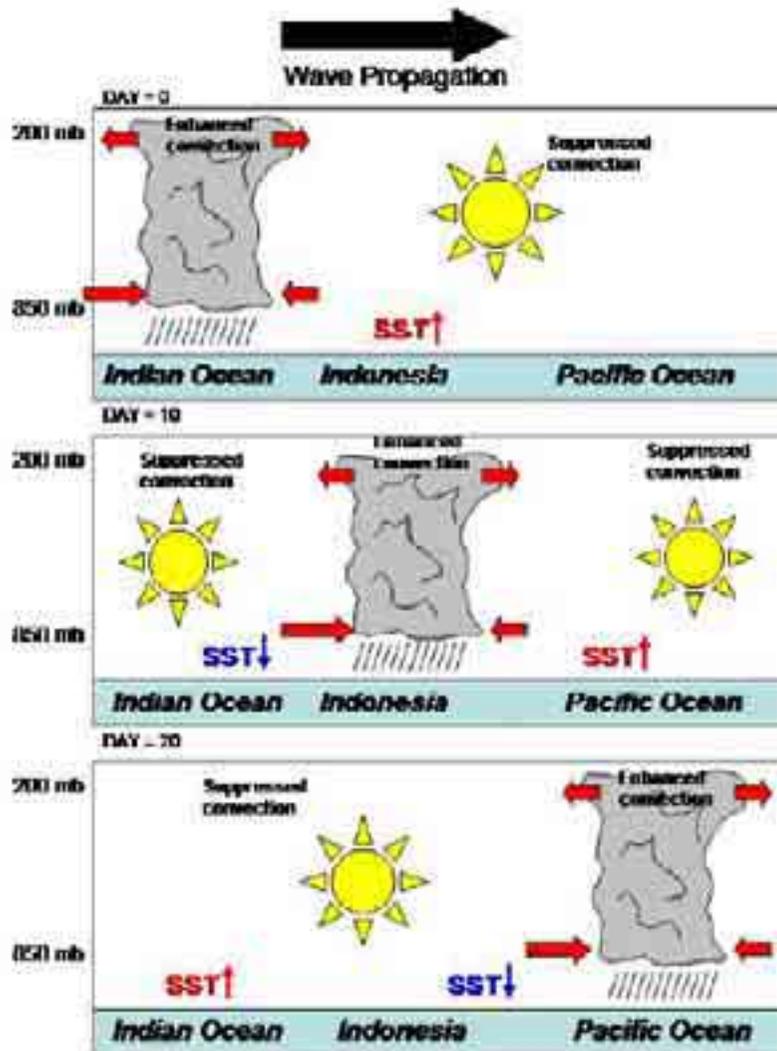
MJO (Madden Julian Oscillation)



Fenomeni legati alla variabilità intrastagionale possono interagire con altre scale temporali (monsoni, El Nino) dimostrando una capacità di modulazione della variabilità stagionale ed interannuale da parte della variabilità intrastagionale.



MJO (Madden Julian Oscillation)



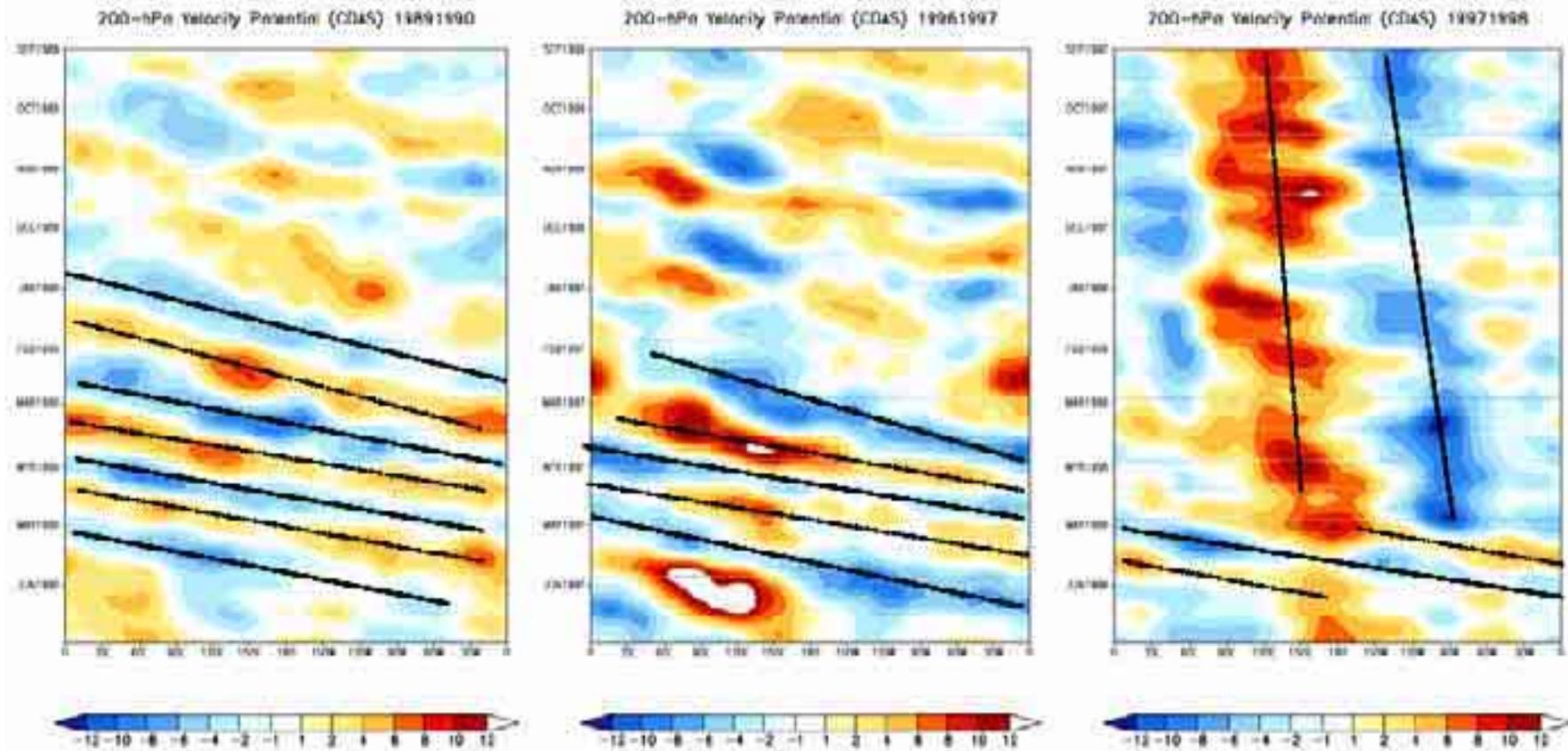
Fluttuazione o onda con periodo dominante τ : $30 < \tau < 60$ giorni. Originata nell'Oceano indiano, si propaga verso est attraverso la regione Indonesiana fino al Pacifico centrale (rapido decadimento).

Perturbazione dell'atmosfera tropicale che altera considerevolmente:

- la circolazione (venti nei bassi ed alti livelli atmosferici);
- la temperatura e l'evaporazione della superficie del mare;
- l'attività convettiva (nuvolosità, precipitazioni).



MJO (Madden Julian Oscillation)



La Nina

ENSO neutral

El Nino





2. VARIABILITA' INTERANNUALE

- Scale temporali dai 2 ai 7 anni.
- Notevole numero di modi a larga scala che influenzano aree diverse del pianeta.
- Effetti anche in regioni remote rispetto al luogo di origine (**teleconnessioni**).

Modi più conosciuti



ENSO (El Niño Southern Oscillation)

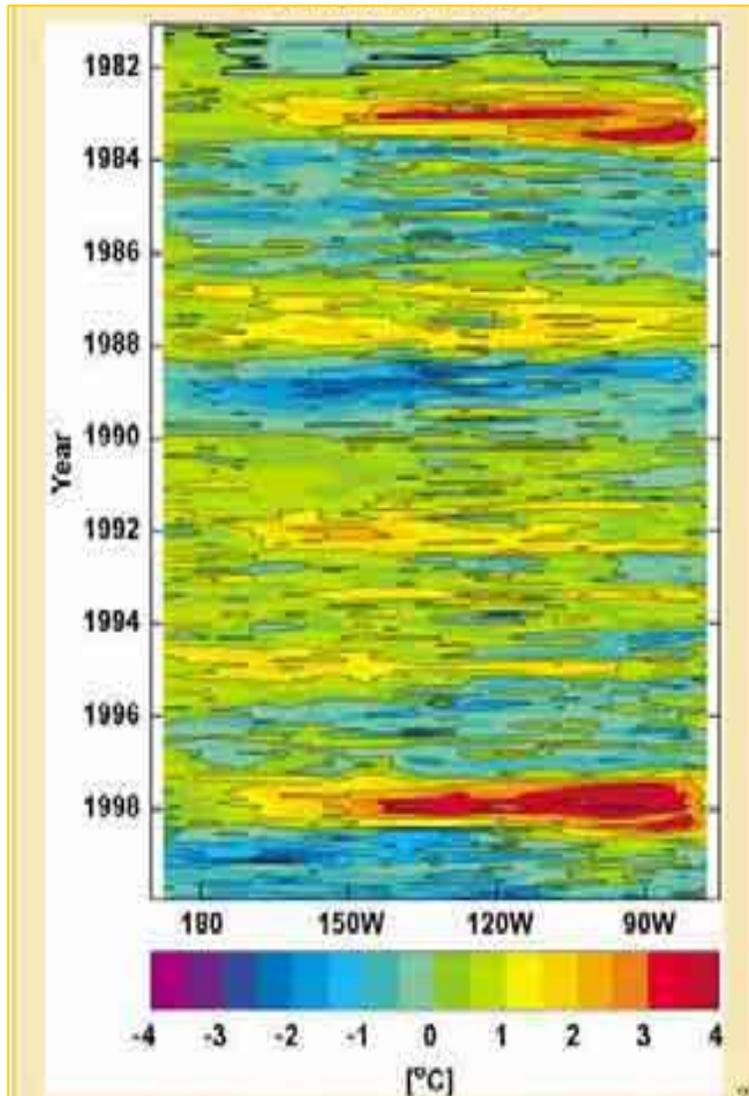


NAO (North Atlantic Oscillation)





ENSO (El Niño Southern Oscillation)



Fluttuazione con periodo dominante τ :

$$2 < \tau < 7 \text{ anni.}$$

Risultante dal ciclico riscaldamento e raffreddamento della superficie dell'oceano nel Pacifico equatoriale.

Effetto:

- fluttuazione delle temperature superficiali marine;
- anomalie di precipitazione e di circolazione atmosferica.

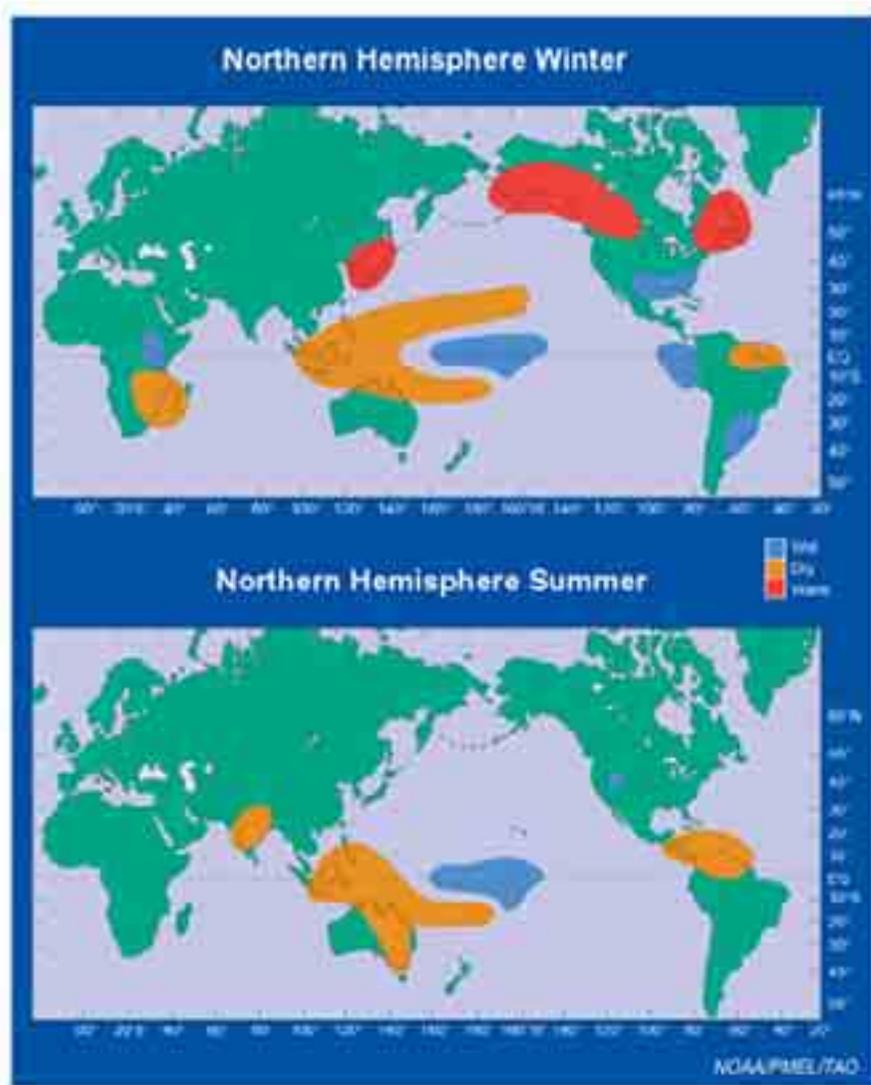
N.B.

El Niño: SST Pacifico equatoriale $>$ norma

La Niña: SST Pacifico equatoriale $<$ norma.



ENSO (El Niño Southern Oscillation)



Effetti

El Niño

- Precipitazioni intense in Sud America;
- Siccità elevata nell'Australia orientale.

La Niña

- Siccità in Sud America;
- Precipitazioni intense ed alluvioni nell'Australia orientale.





NAO (North Atlantic Oscillation)

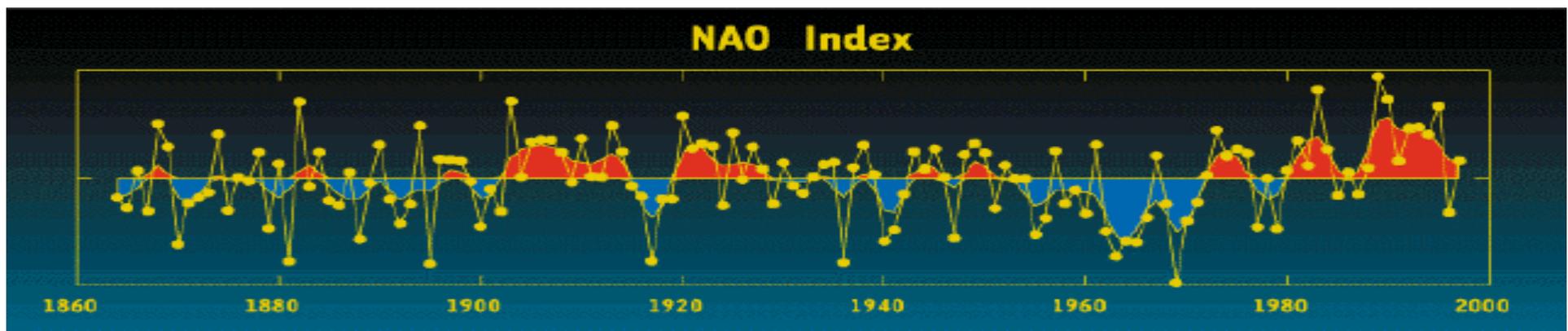
Grande interesse per l'Europa: variabilità invernale nel Nord Atlantico.

Variabilità annuale con tendenza ad una stessa fase per diversi anni.

Altalena tra alta pressione sub-tropicale delle Azzorre e bassa pressione polare d'Islanda.

Effetti:

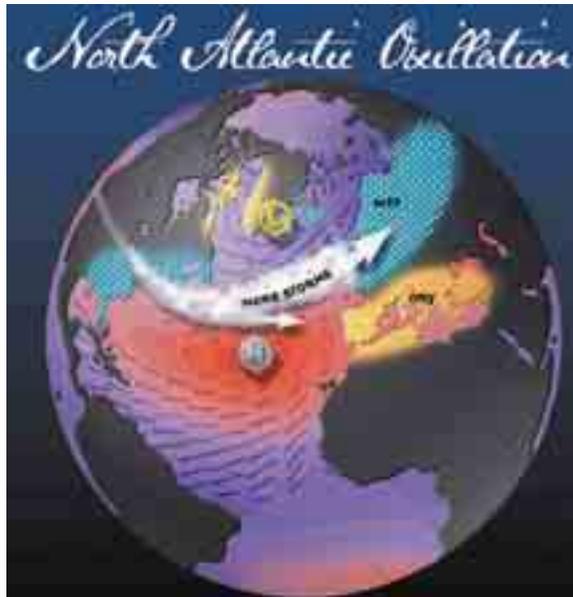
- Impatto sul percorso dei cicloni extra-tropicali che attraversano l'Atlantico e raggiungono l'Europa;
- Influenza il sistema climatico della regione Europea-Mediterranea.





NAO (North Atlantic Oscillation)

NAO positiva



Alta pressione sub-tropicale è più forte della norma;

Bassa pressione polare più profonda della norma.

Forte gradiente barico 

Perturbazioni atlantiche più intense passano la zona atlantica seguendo una traiettoria più settentrionale.

Effetti

Inverni miti e umidi su EU settentrionale, secchi e freddi su EU meridionale;

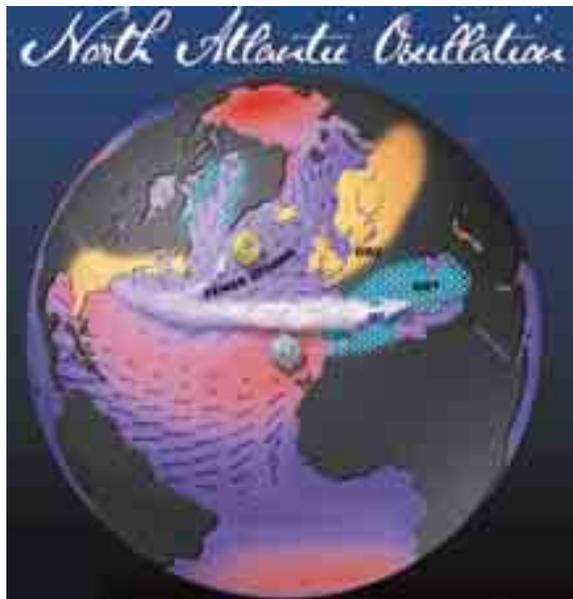
Inverni freddi e secchi Groenlandia e Canada settentrionale;

Inverni miti e umidi nella parte orientale degli USA.



NAO (North Atlantic Oscillation)

NAO negativa



Alta pressione sub-tropicale è più debole della norma;

Bassa pressione polare meno profonda della norma.

Ridotto gradiente barico

Perturbazioni atlantiche meno frequenti e intense che si muovono su un percorso più zonale.

Effetti

Aria umida verso il Mediterraneo mentre fredda sul Nord Europa;
Irruzioni di aria fredda più frequenti nella parte orientale degli USA
(neve);
Inverni miti in Groenlandia.





2. VARIABILITA' DECADELE

Osservati in diverse regioni del pianeta:

- Fluttuazioni delle temperature superficiali marine nell'Oceano Pacifico, Atlantico settentrionale e Australe
- Variabilità di “tipo-ENSO”: strutture simile a quelle prodotte da ENSO, ma che agiscono su scale temporali decennali (Pacifico tropicale)
- Associate variazioni nella circolazione atmosferica e nelle precipitazioni.
- Meccanismi fisici non chiari anche a causa della scarsità nella lunghezza delle serie storiche osservate.





PDO (Pacific Decadal Oscillation)

Anomalie nei valori di temperatura superficiale del mare, pressione al suolo e circolazione atmosferica durante il periodo invernale.

Simili caratteristiche climatiche spaziali di ENSO (tipo-ENSO), ma completa diversità nel comportamento nel tempo.

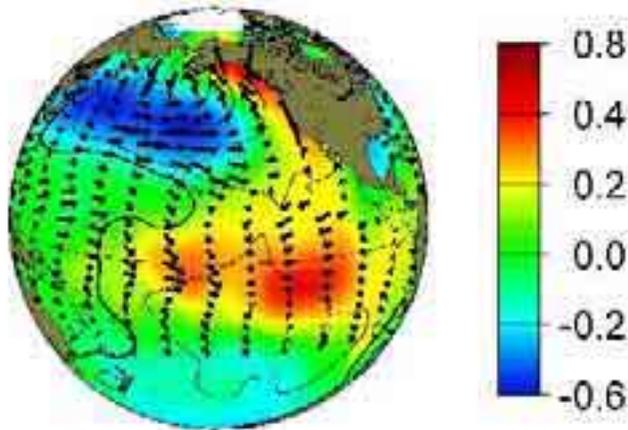
Due differenze fondamentali:

- Casi di PDO nel 20 secolo sono durati dai 20 ai 30 anni (6 – 18 mesi per ENSO);
- Le caratteristiche climatiche della PDO sono per lo più visibili nel settore del Pacifico Settentrionale/Nord America ed in parte nei tropici (l'inverso per ENSO).



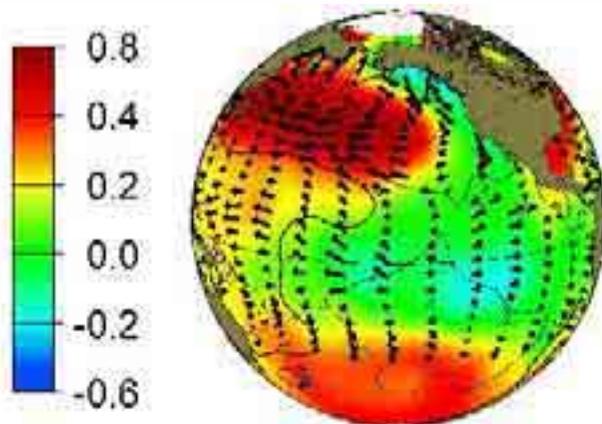
PDO (Pacific Decadal Oscillation)

Fase calda



SST più alta della norma sul pacifico equatoriale orientale
SST più bassa della norma più a nord

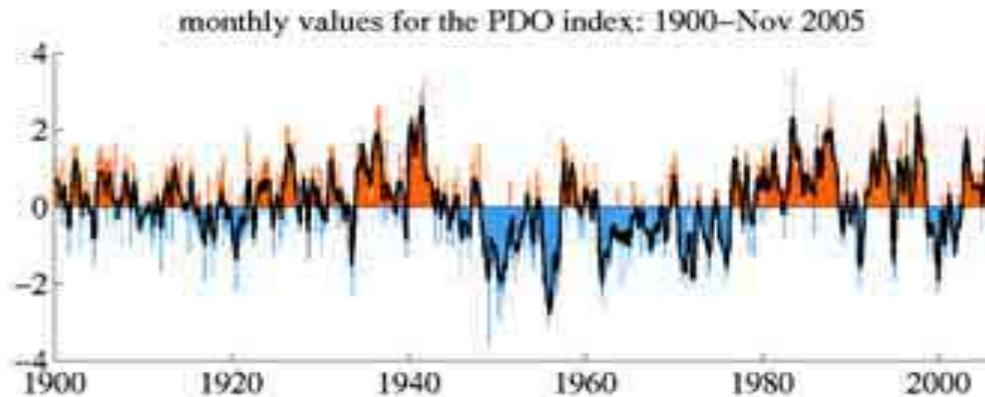
Fase fredda



SST più bassa della norma sul pacifico equatoriale orientale
SST più alta della norma più a nord



PDO (Pacific Decadal Oscillation)



Fase calda

1925 - 1946

1977 - 1990

Fase fredda

1890 - 1924

1947 - 1976

Cause : sconosciute.

Effetti:

- Cambiamento negli ecosistemi marini.
- FASE CALDA: sviluppo produzione biologica lungo le coste dell'Alaska, inibizione della produttività negli USA adiacenti.
- FASE FREDDA: panorama opposto.





ALTRI MODI DI VARIABILITA' CLIMATICA NATURALE



EA (East Atlantic)

Modo di variabilità a bassa frequenza (variabilità intrastagionale) sul Nord Atlantico.

E' un dipolo formato dei centri di anomalia misurati sul Nord Atlantico da est a ovest.

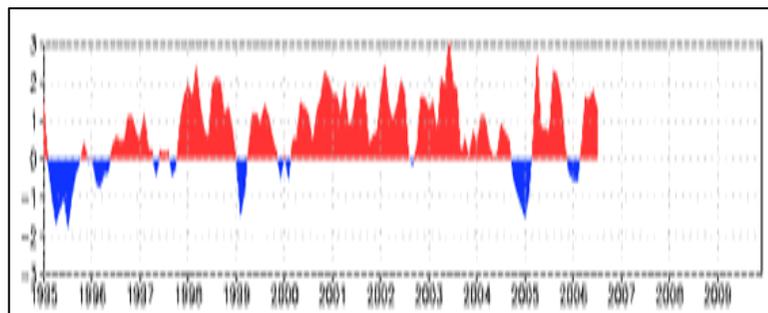
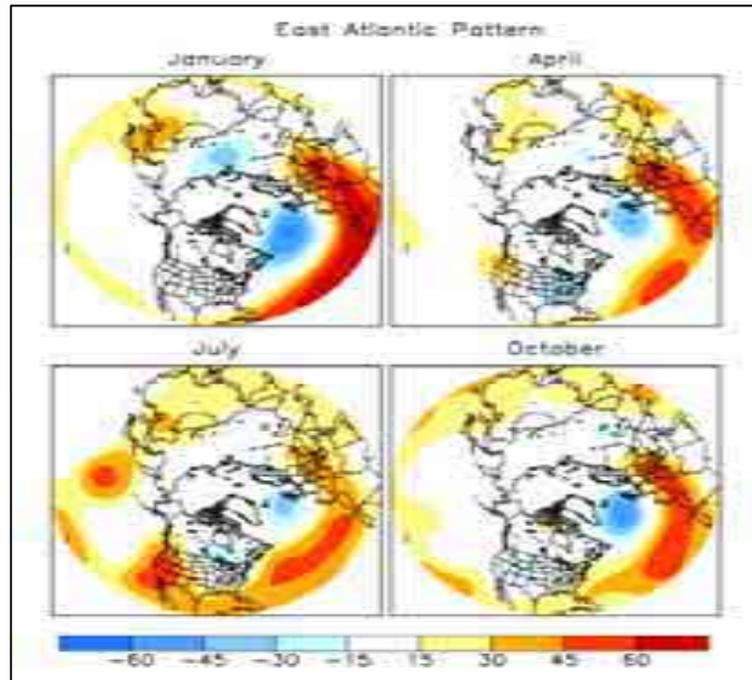
Simile alla NAO e a volte interpretato come lo spostamento meridionale della NAO stessa.

Differenza fondamentale: il centro di anomalia meridionale contiene informazioni strettamente legate alla zona subtropicale.

Fase positiva/negativa = anomalie positive/negative di altezza di geopotenziale.



EA (East Atlantic)



Effetti:

Es. fase positiva

Temperature superficiali

- sopra la media in EU;
- sotto la media sugli USA meridionali durante Gennaio-Maggio;
- sotto la media sugli USA centro-settentrionali durante Luglio-Ottobre;

Precipitazioni

- sopra la media sull'EU settentrionale e Scandinavia;
- sotto la media nel sud EU.



SCAND (Scandinavian Pattern)

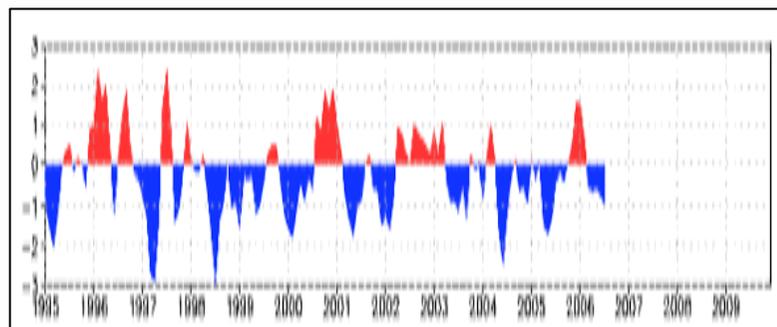
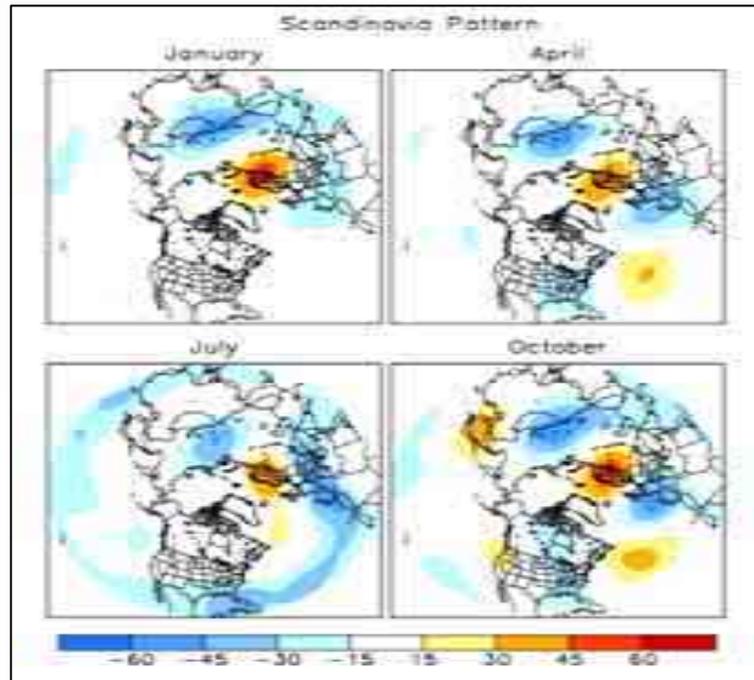
Modo di variabilità a bassa frequenza (variabilità intrastagionale).

Consiste in un centro di circolazione primaria sulla Scandinavia con deboli centri di segno opposto sull'Europa occidentale e sulla Russia orientale.

Fase positiva/negativa = anomalie positive/negative di altezza di geopotenziale.



SCAND (Scandinavian Pattern)



Effetti:

Es. fase positiva

Situazioni di blocco anticiclonico sulla Scandinavia e Russia Occidentale.

Temperature superficiali

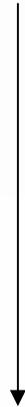
- sotto la media su Russia ed EU occidentale.

Precipitazioni

- sopra la media sull'EU centrale e meridionale;
- sotto la media su Scandinavia.



I CAMBIAMENTI CLIMATICI INDOTTI DALL'ATTIVITA' DELL'UOMO



**“Gli impatti dei cambiamenti climatici e gli
effetti antropici”**