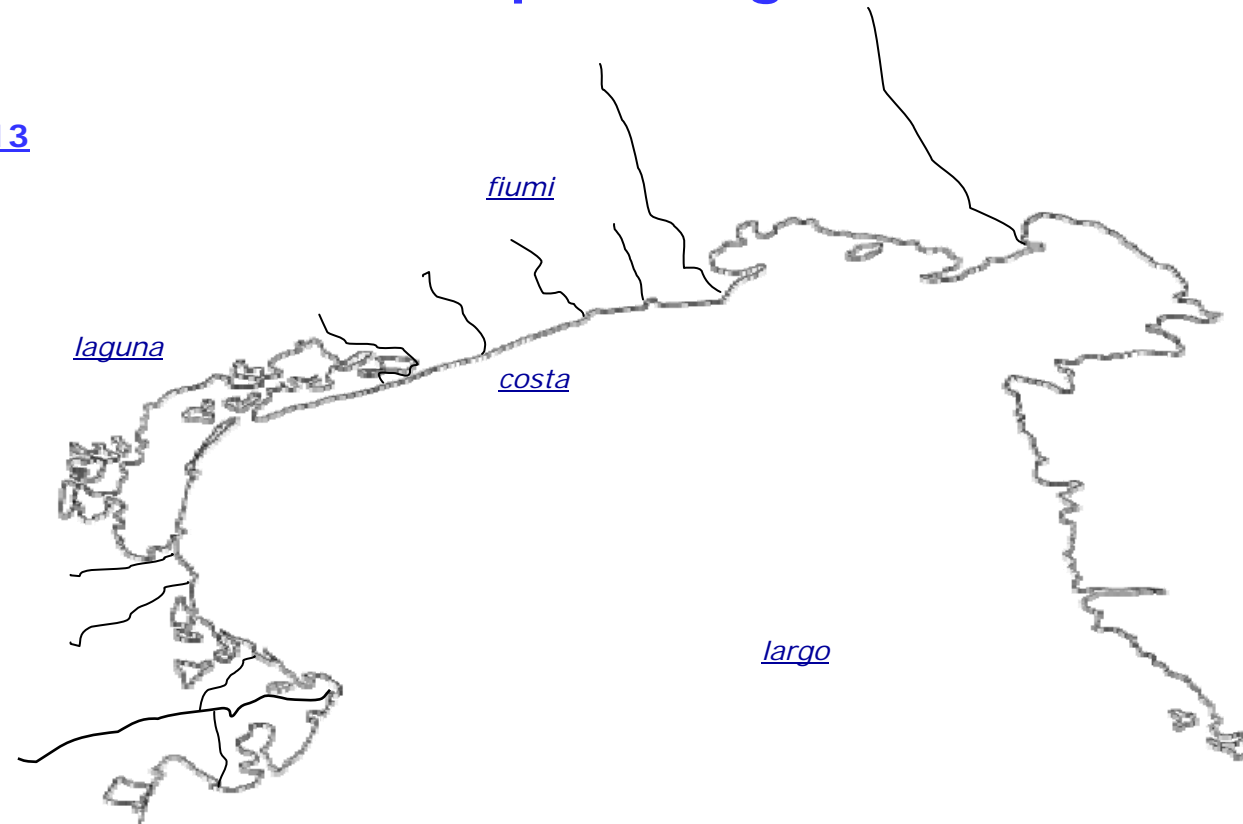


Analisi della variabilità spaziale e temporale ed identificazione di masse d'acqua omogenee nel Nord Adriatico

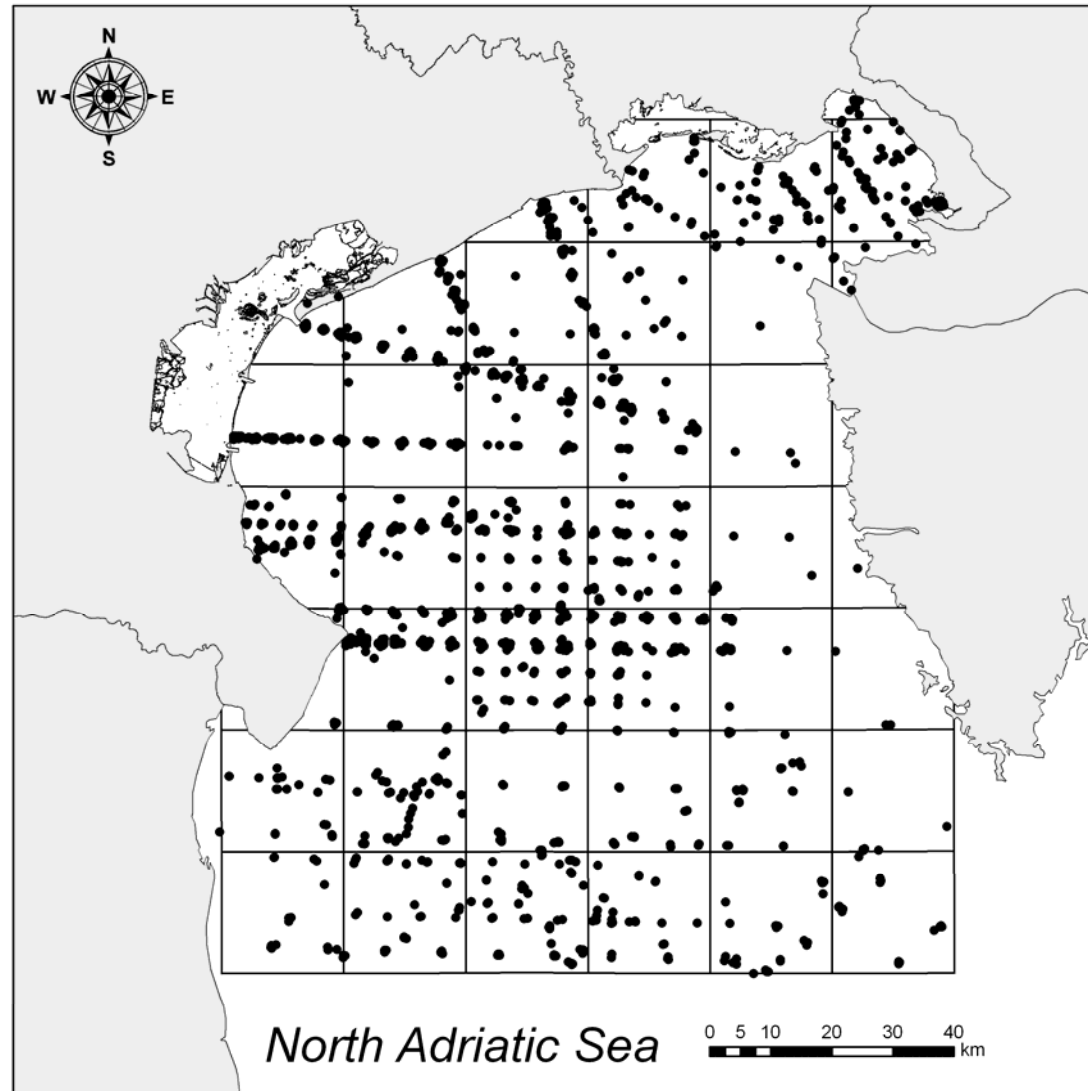
LINEA DI RICERCA: 3.13



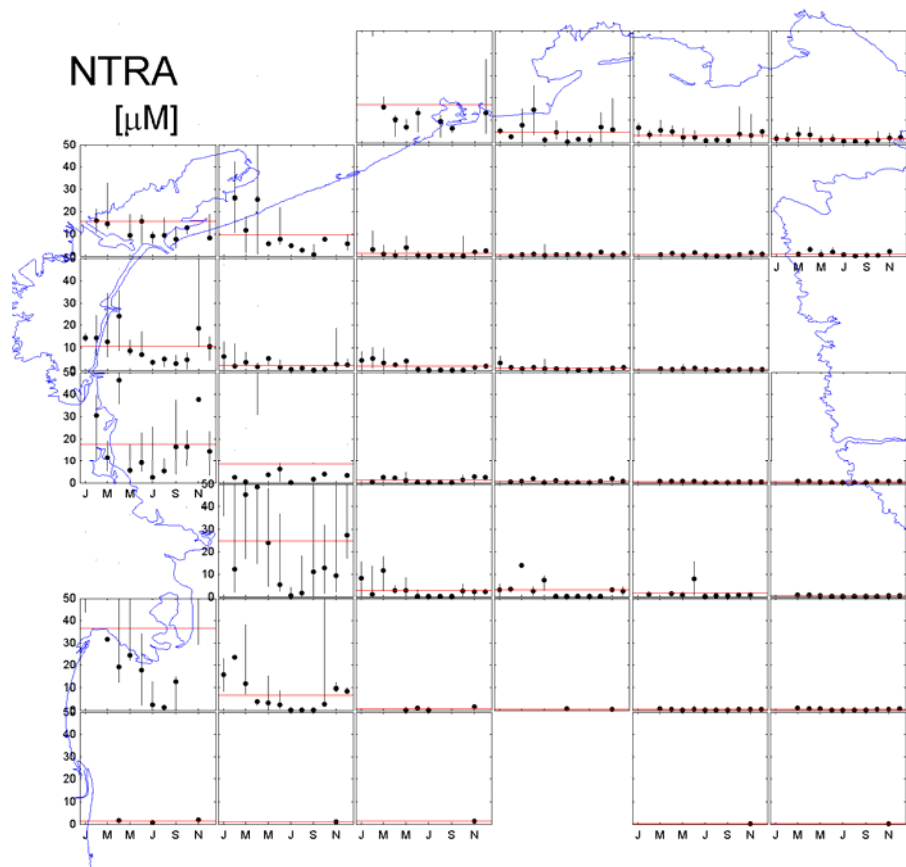
Vinko Bandelj¹, Mauro Bastianini², Gianpiero Cossarini¹, Donata Melaku Canu¹, Cosimo Solidoro¹

¹ Dipartimento di Oceanografia, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Trieste

² ISMAR CNR Istituto Scienze Marine, Sezione di Venezia, Venezia

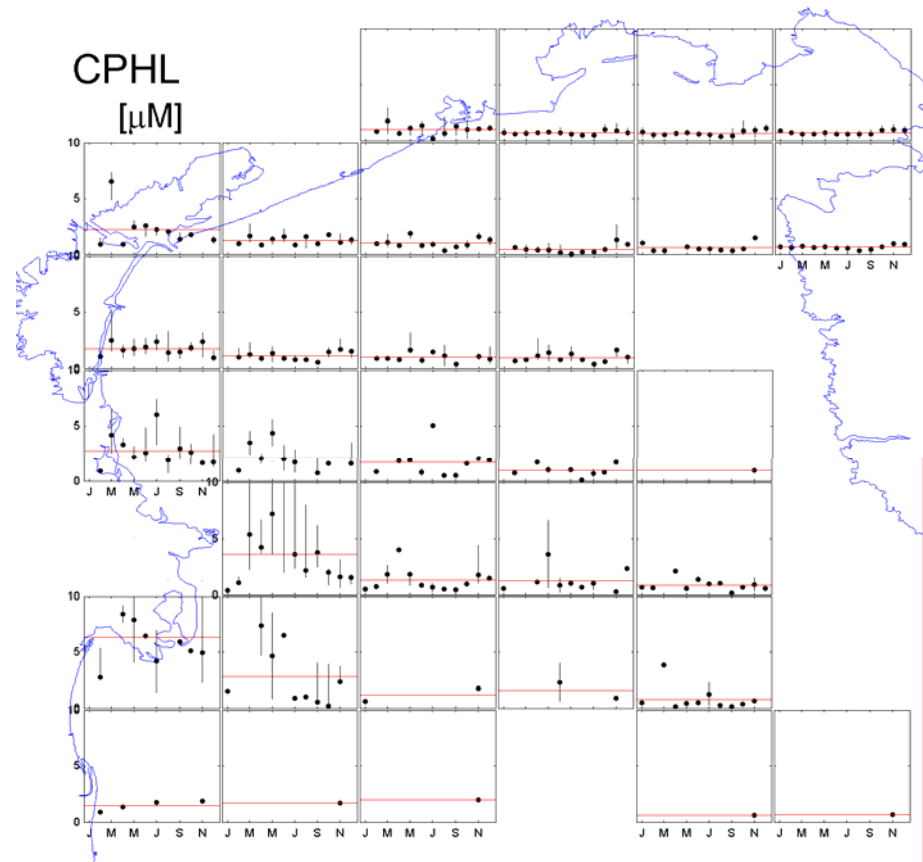


- Nord Adriatico
- Dati da molti diversi progetti: elevata eterogeneità
- Dati dal 1986-2005
- Totale 233920 campioni
- Suddivisione in celle di 20km di supporto nelle analisi
- Dal dataset estratti sottoinsiemi di dati per le diverse analisi

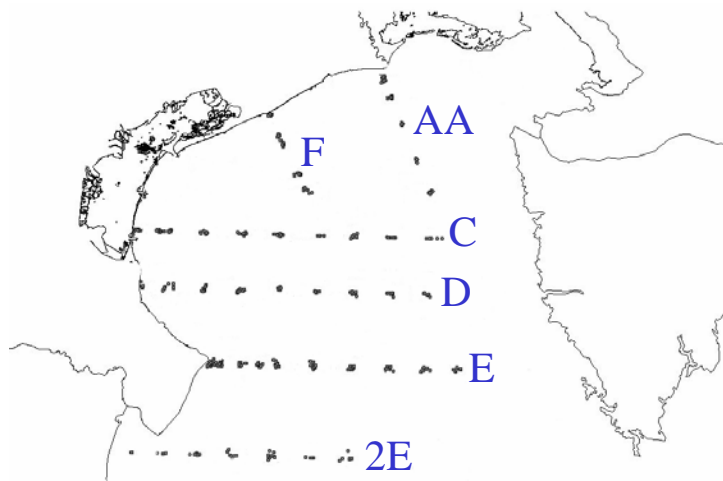


- **NO₃** di fronte al Po più alto e più variabile
- Gradiente dalla costa verso il largo
- Massimi in autunno e inverno, minimi in estate

- Punti neri: media mensile
- Barre verticali: \pm deviazione standard
- Linea rossa: media annuale



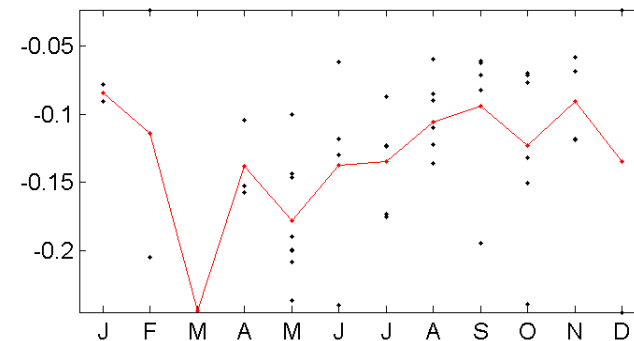
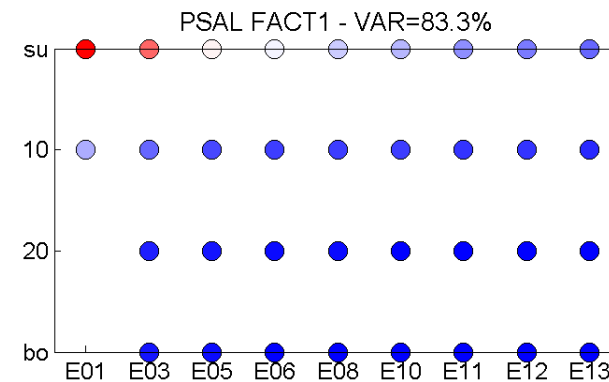
- **Clorofilla** max di fronte e a sud del Po
- Segnali importanti a sud di Venezia
- In tutta l'area massimi in primavera

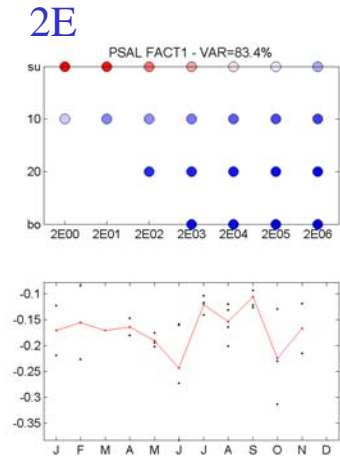
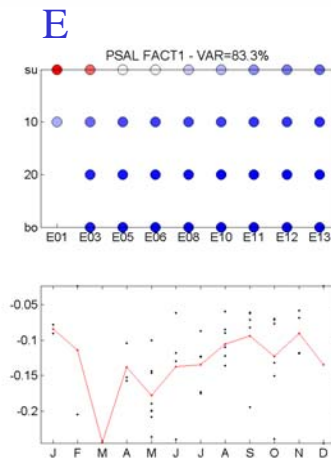
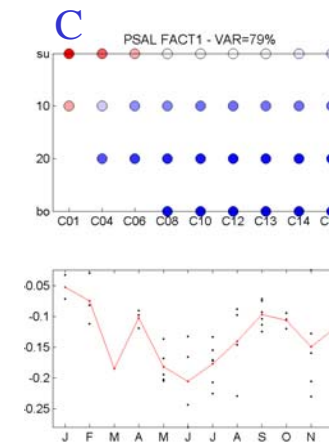
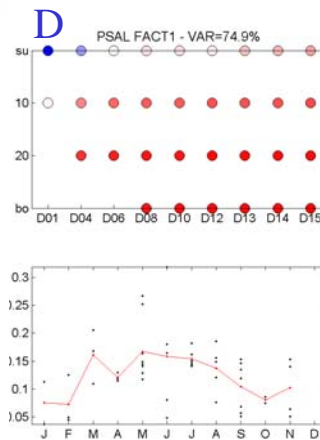
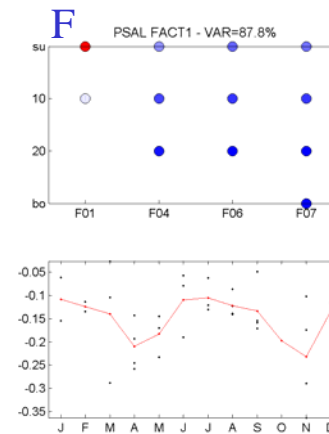
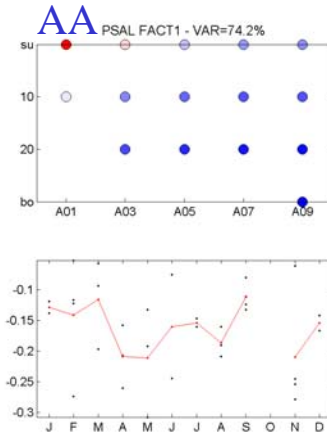
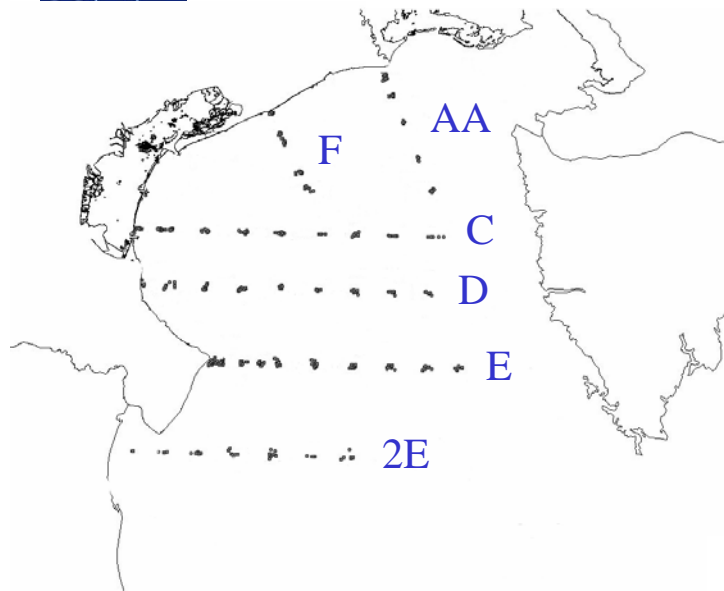


- Dataset campioni di 6 transetti da 4 profondità in cui è suddivisa la colonna
- Casi validi circa 75%
- EOFs: empirical orthorgonal functions
- Analisi monovariata variabilità di ogni parametro
- Individuazione strutture spaziali indipendenti dominanti e loro oscillazioni temporali

- 1° fattore (spiega l'83% della varianza di SAL) individua struttura spaziale con massimi nelle stazioni di costa e superficiali e minimi nelle stazioni di fondo
- Questa struttura è associabile all'influsso degli apporti di acque dolci
- Il modo temporale del 1° fattore presenta un andamento medio con minimo assoluto in marzo e minimi relativi anche in maggio, novembre e dicembre
- Minimi associati ai tempi degli apporti di acque dolci dal Po

SALINITÀ





• Stagionalità del 1°
fattore varia
leggermente nei
transetti

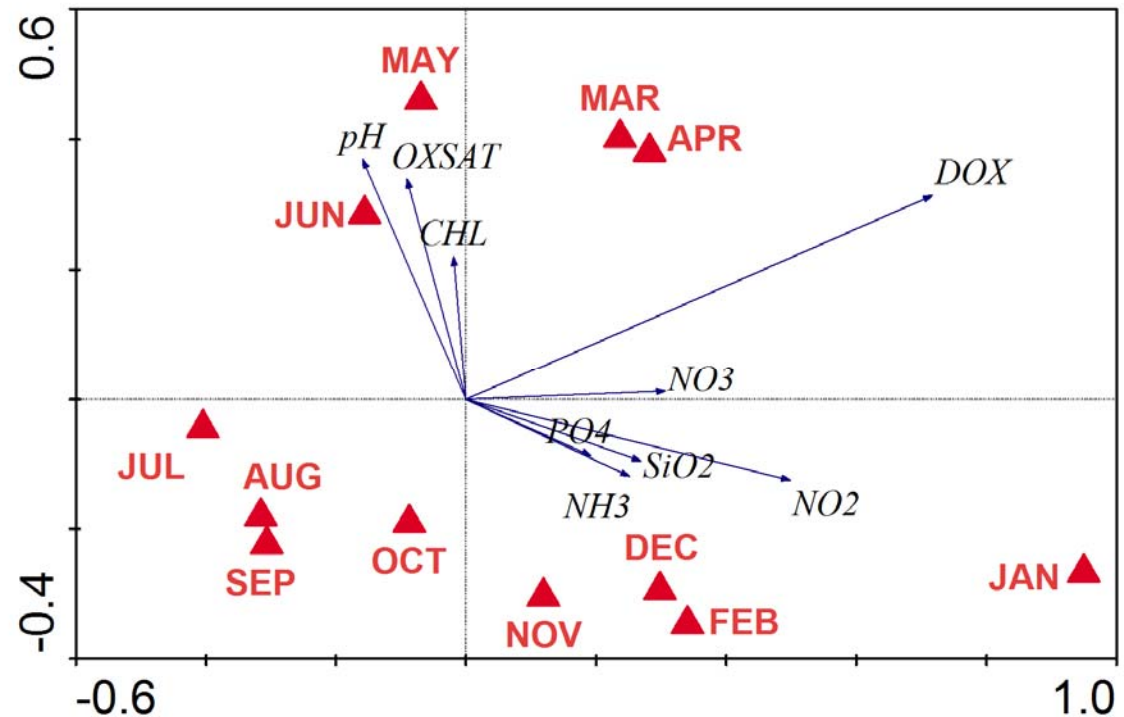
- 1° fattore (var 74-88%) individua una struttura spaziale dominata dagli apporti di acque dolci dalla costa
- Effetto degli apporti di acque dolci si estende nel transetto 2E in superficie a quasi tutte le stazioni, nel transetto F è confinato sottocosta



ANALISI DI GRADIENTE DIRETTA: RELAZIONI CAUSALI TRA VARIABILI TROFICHE E VARIABILI ESPLICATIVE

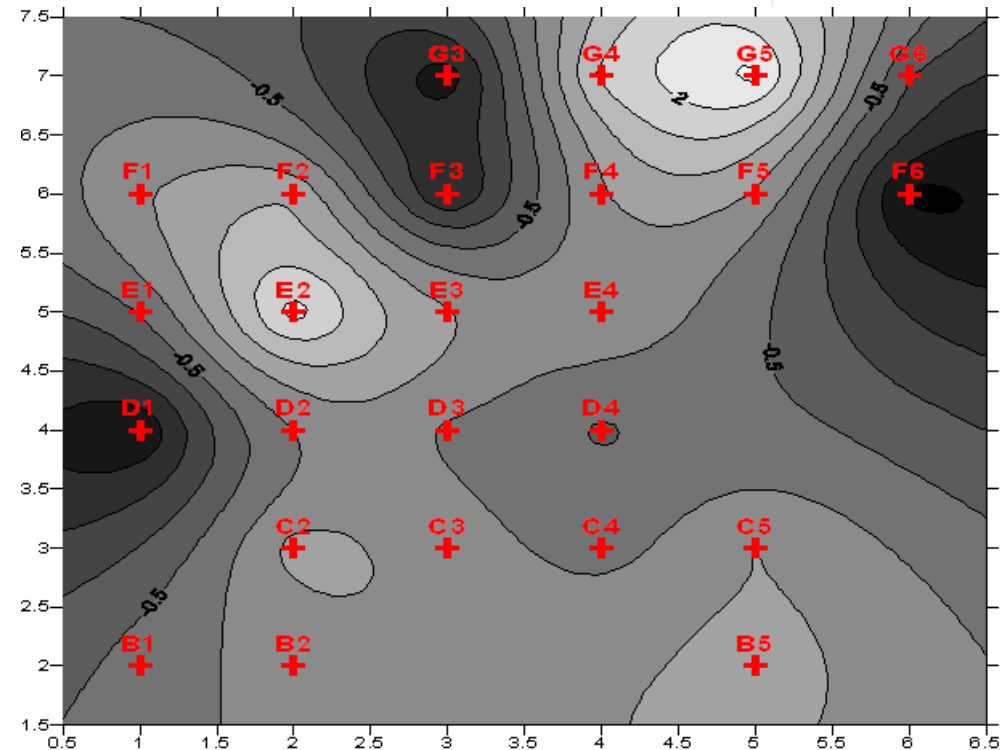
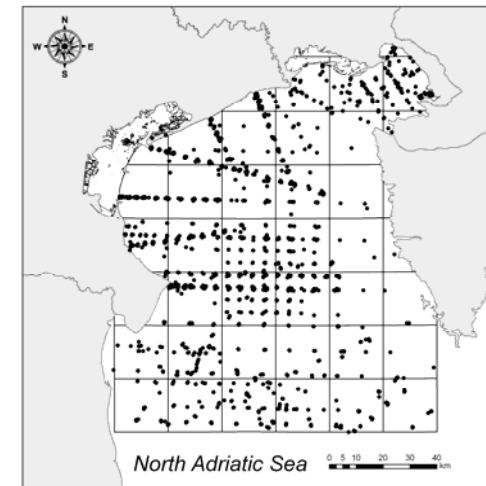
- Estratte 281 mediane mensili dei valori superficiali dei campioni di ogni cella
- 25 celle senza dati mancanti
- RDA: Redundancy analysis, assi sono combinazione lineare delle variabili esplicative
- TEMP, SAL, informazioni spaziali e temporali usate per spiegare varianza di 9 variabili chimiche e biologiche
- Analisi temporale
- Analisi spaziale metodo PCNM
- Verifica di correlazione tra variabili esplicative
- Selezione numero minimo di variabili esplicative significative

- Mesi: 12 variabili categoriali (“dummy”) usate come variabili esplicative
- 20% totale varianza spiegata su 11 assi
- Primo asse 12% estate-inverno (acque ossigenate e ricche di nutrienti)
- Secondo asse 5% mesi senza produzione-mesi primaverili (massima produzione)



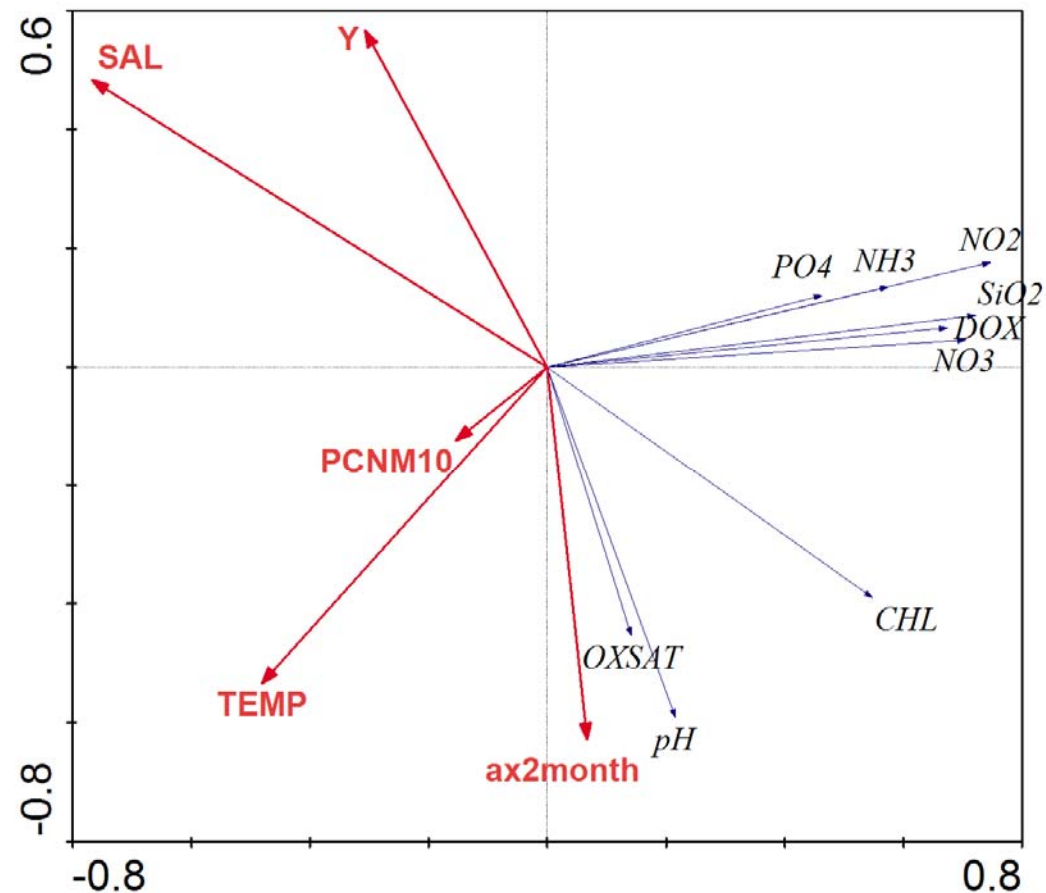
- Primi due assi usati nelle successive analisi come variabili quantitative per tener conto dell’informazione temporale al posto di 12 variabili “dummy”

- Principal Coordinates of Neighbor Matrices (PCNM, Borcard&Legendre 2002)
- Con PCoA sulle coordinate delle 25 celle si ottengono componenti spaziali indipendenti
- Selezione delle PCNM significative con RDA
- PCNM10 strutture spaziali a media scala significative



- Procedura di verifica correlazioni e selezione variabili significative identifica modello “migliore”: 5 variabili con massimo potere esplicativo

- 46% varianza totale spiegata su 5 assi canonici
- Primo asse (33%) individua acque ad alto livello trofico, spiegate da SAL e TEMP basse
- Secondo asse (9%) individua acque ad elevata produzione, spiegate da mesi primaverili e posizione sud

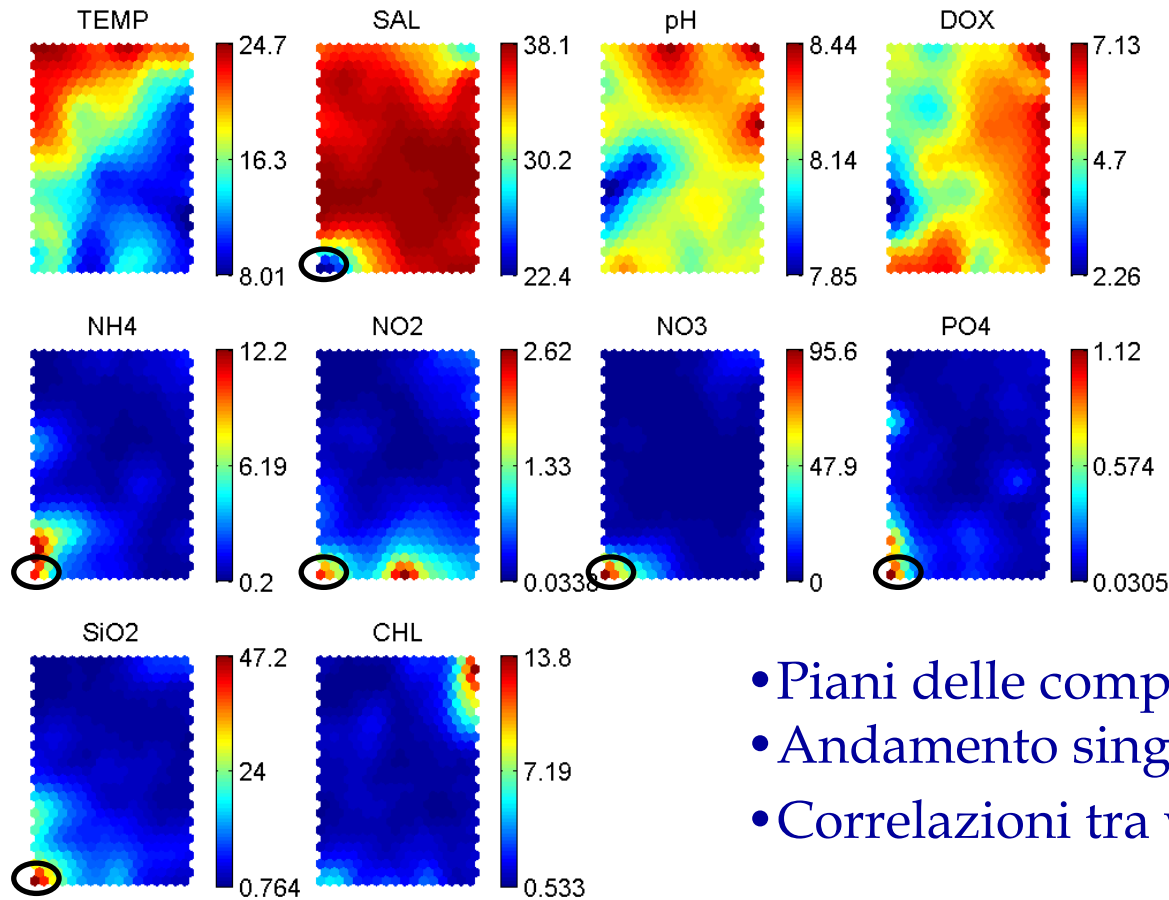




SELF-ORGANIZING MAPS: ANALISI ESPLORATIVA ED IDENTIFICAZIONE DI MASSE D'ACQUA OMOGENEE



- Reti neurali ideali per grandi dataset ad elevata eterogeneità
- SOM: multivariate, non lineari, non parametriche, possibilità di usare dati mancanti
- Proiezione di campioni multidimensionali su piano bidimensionale
- Clusterizzazione per identificazione e descrizione di masse d'acqua omogenee
- Estratto dataset di 8848 campioni da tutte le profondità con dati di nutrienti, CHLA e parametri fisici
- Suddivisione in celle utilizzata in fase di interpretazione dei risultati



- Dati 10-dimensionali proiettati su griglia bidimensionale
- Ogni unità della mappa è proiezione per un certo numero di campioni simili

- Piani delle componenti
- Andamento singole variabili sulla SOM
- Correlazioni tra variabili

- Clusterizzazione con k-means delle proiezioni per identificare masse d'acqua omogenee
- I campioni associati a stessi cluster cui appartengono loro proiezioni
- Interpretazione in base valori SOM, informazioni spaziali e temporali dei campioni

DESCRIZIONE MASSE D'ACQUA OMOGENEE

CL2: acque estivo-tardo estive, 0-15m di profondità, alta TEMP, bassi NO₂, NO₃, SiO₂

CL8: acque estivo-autunnali profonde, povere di nutrienti e clorofilla

CL7: acque autunnali profonde (sotto i 15m), rimineralizzazione nutrienti NH₄, PO₄, SiO₂ in assenza ossigeno

CL11: acque estivo-autunnali lungo le coste del Veneto Sud, molto alto PO₄

CL3: acque superficiali davanti agli estuari del Po, Adige e Brenta, picchi nutrienti

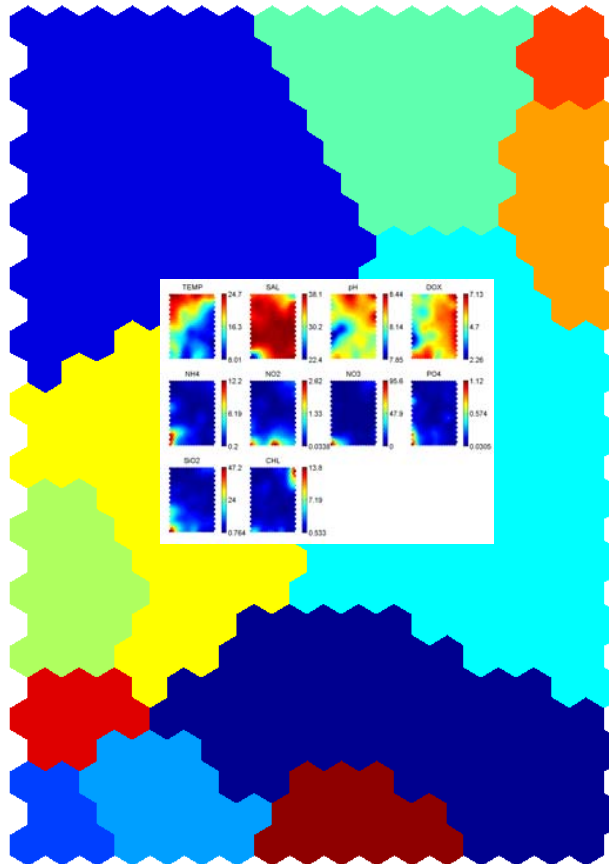
CL6: acque calde superficiali estive in corrispondenza degli estuari del Veneto, con modesti NO₃ e produzione

CL10: bloom fitoplanctonici estivi davanti agli estuari del Po, Adige, Brenta, picchi CHLA

CL9: bloom fitoplanctonici primaverili

CL5: acque tardo invernali-primaverili sotto i 5m, TEMP bassa, SAL alta

CL1: acque invernali della colonna rimescolata, accumulo nutrienti non consumati

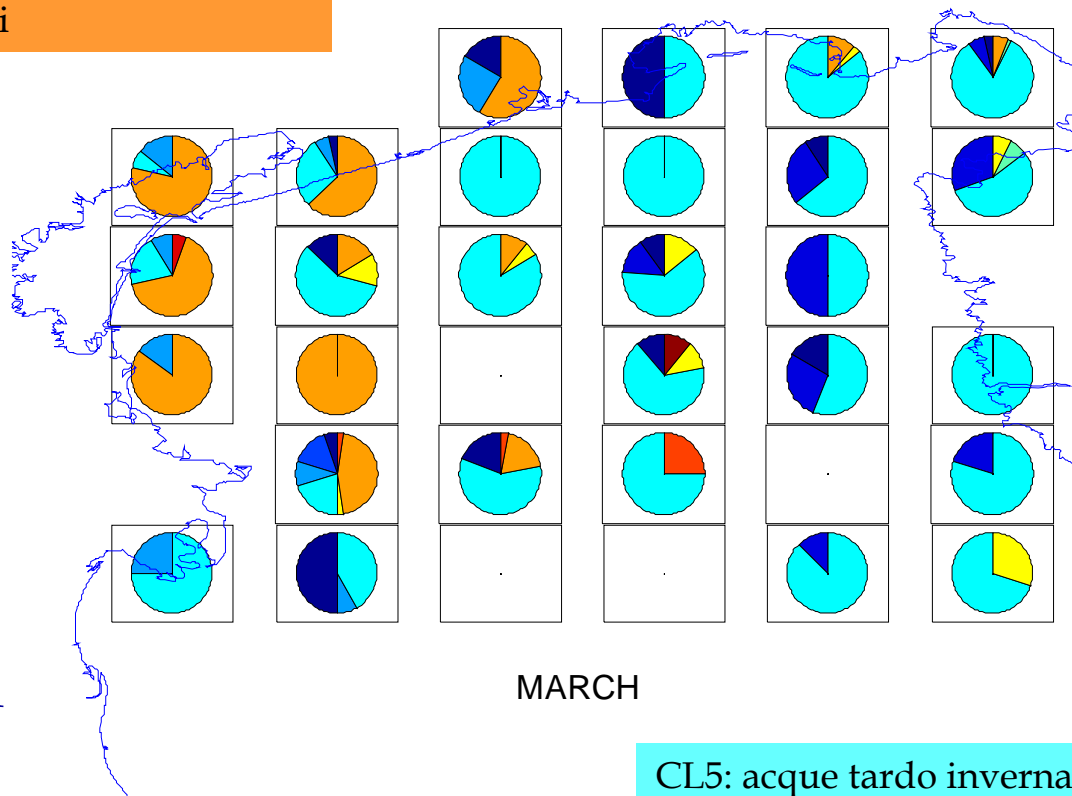


CL4: acque superficiali in corrispondenza degli estuari fluviali del Veneto, eventi meno estremi del CL3

CL12: acque autunnali-invernali di fondo, picchi NO₂

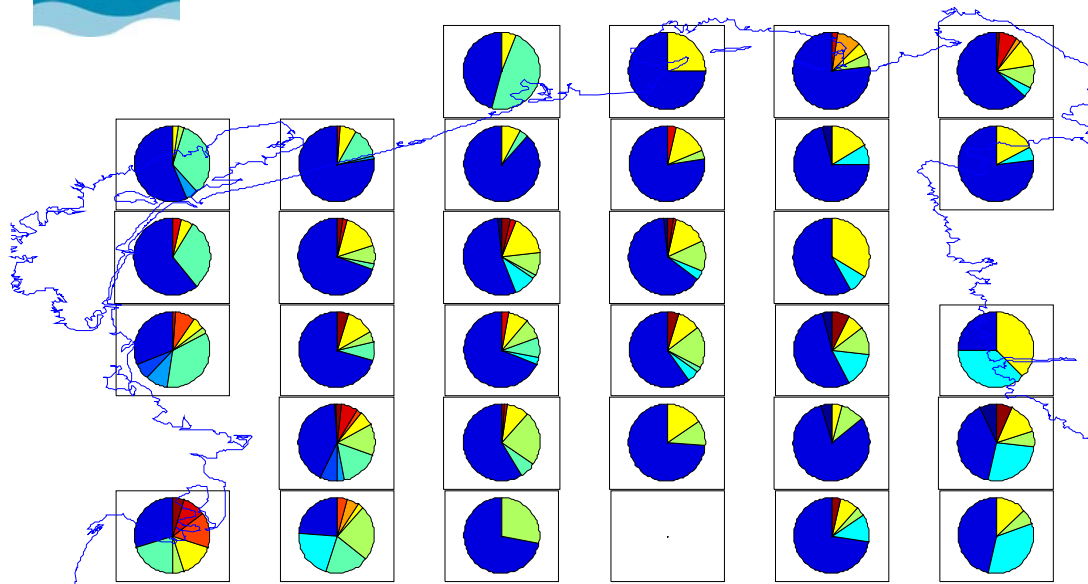
CL9: bloom fitoplanctonici
primaverili

- Distribuzione cluster in marzo in 16 anni
- Prevalenza fioriture fitoplanctoniche nelle zone costiere del Veneto
- Acque dolci ricche di nutrienti davanti estuari del Veneto



CL5: acque tardo invernali-
primaverili, TEMP bassa,
SAL alta

- Prevalenza di acque primaverili rimescolate nelle zone orientali



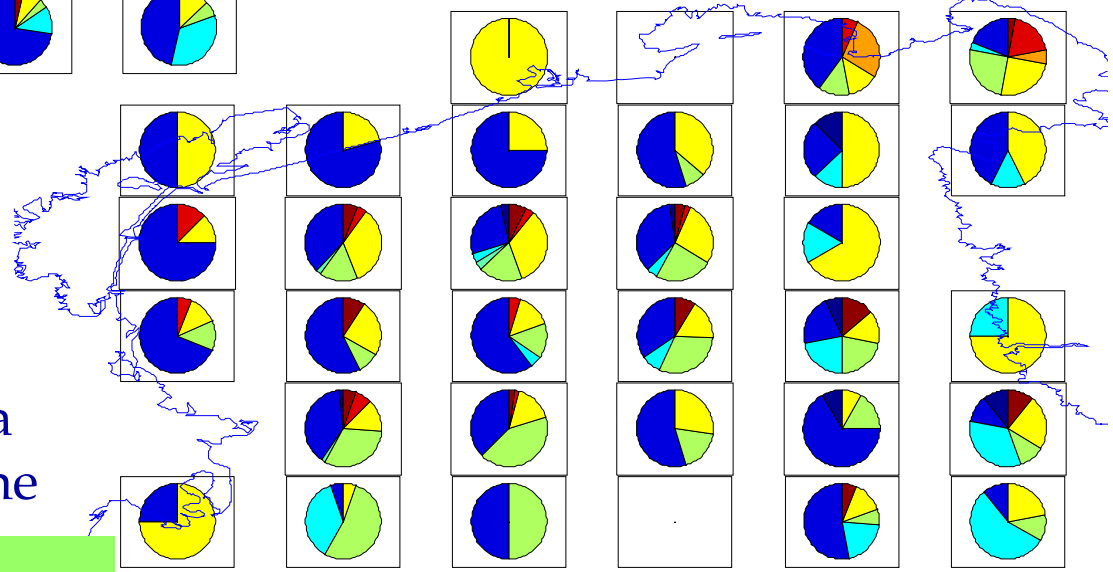
- Distribuzione cluster in settembre in 16 anni
- Prevalenza cluster estivo-tardo estivi
- Fioriture di diversa intensità lungo le aree costiere

CL2: acque estivo-tardo estive, 0-15m di profondità, alta TEMP, bassi NO₂, NO₃, SiO₂

SEPTEMBER

- Nelle zone più profonde (sotto 15m) forte incidenza acque di rimineralizzazione

CL7: acque autunnali profonde (sotto i 15m), rimineralizzazione nutrienti NH₄, PO₄, SiO₂ in assenza ossigeno



SEPTEMBER
DEPTH >= 15m



Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di
Ricerca inerenti il Sistema Lagunare di Venezia



GRAZIE PER L'ATTENZIONE