

Avanzamenti delle conoscenze sullo stato del mare presente e futuro anche grazie alla progettazione europea.



Esperienza maturata da ARPA FVG nell'ambito del Progetto



Dario Giaioti

ARPA FVG (Funzione Centro Regionale Modellistica Ambientale)

Dr. Dario Giaioti
Collaboratore Tecnico
Professionale Esperto
dario.giaioti@arpa.fvg.it

Sommario

- ❑ Importanza dei progetti per affrontare problemi complessi – AdriaClim
- ❑ Dagli scenari di cambiamento climatico globale a quelli locali – downscaling
- ❑ L'approccio al downscaling dinamico in AdriaClim, per il Friuli Venezia Giulia
- ❑ L'approccio al downscaling statistico in AdriaClim, per il Friuli Venezia Giulia
- ❑ Considerazioni sulla percezione del rischio climatico e le risposte adottate

AdriaClim è un progetto strategico INTERREG IT-HR

Strategic theme: 2 - Climate change adaptation

Specific objective: 2.1 - Improve the **climate change monitoring** and **planning of adaptation measures** tackling specific effects, in the cooperation area



S.O. 2.1



Project acronym	AdriaClim
Project title	Climate change information, monitoring and management tools for adaptation strategies in Adriatic coastal areas
Start date	01/01/2020
End date	31/12/2022

Today



Obiettivo di ARPA FVG nell'ambito del progetto AdriaClim

Migliorare la conoscenza dello stato dell'ambiente marino, lagunare e costiero

- Presente
- Futuro

Migliorare il monitoraggio dell'ambiente marino, lagunare e costiero

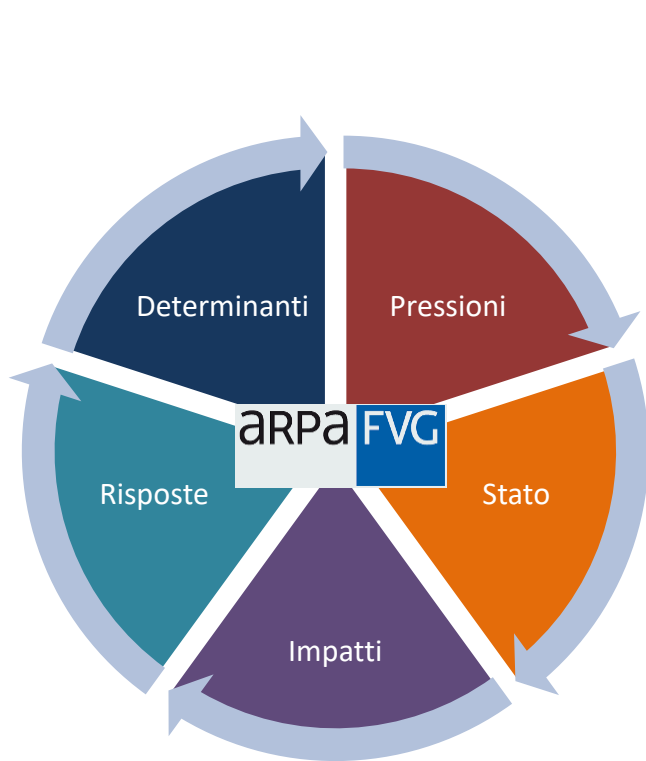
- Tramite misure
- Tramite modelli



Area Pilota del Friuli Venezia Giulia

- Ambiente: aree costiere, laguna e mare
- Ecosistemi rilevanti: Siti **Natura 2000**
- Attività antropiche importanti:
 - **Porti e trasporti**
 - **Turismo**
 - **Siti di rilievo storico e culturale**
 - **Acquacoltura**

Progetti in ARPA FVG: sinergia dei risultati e risorse aggiuntive



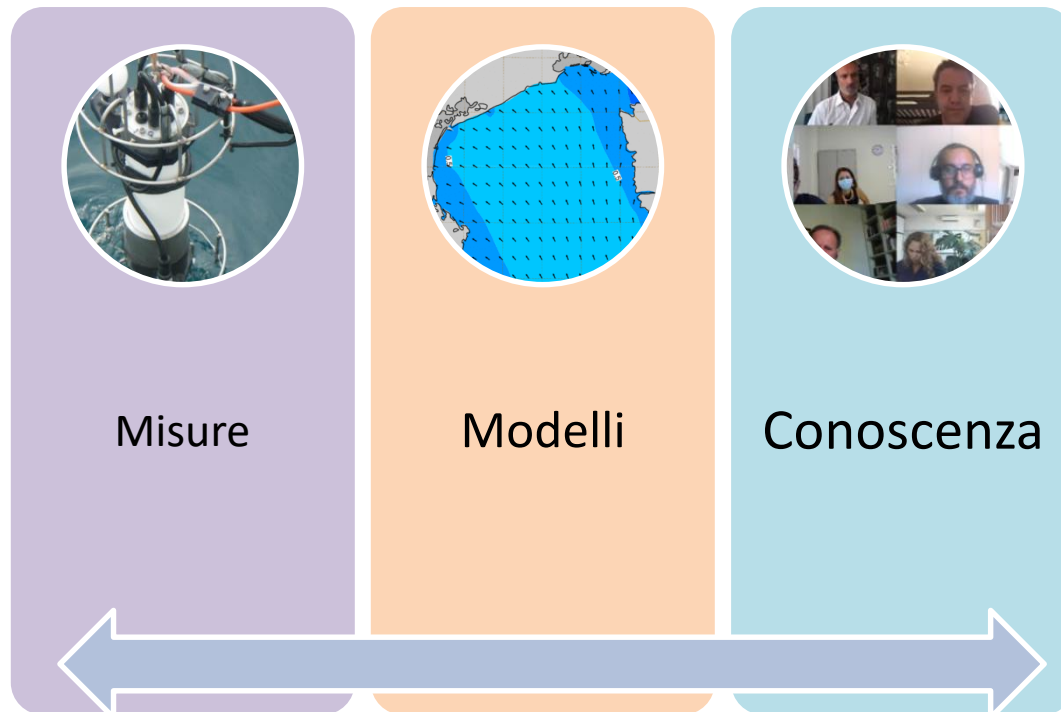
DPSIR

modello concettuale per la
comprensione e la soluzione dei
problem ambientali



- Arricchimento della conoscenza
- Miglioramento del monitoraggio
- Aumento della capacità previsionale
- Aumento del supporto alle risposte
- Sperimentazione nuove strategie
- Sperimentazione nuove tecniche
- Sperimentazione nuovi strumenti
- Ottimizzazione delle risorse

Componenti tecnico-scientifiche fondamentali dei progetti ed opportunità

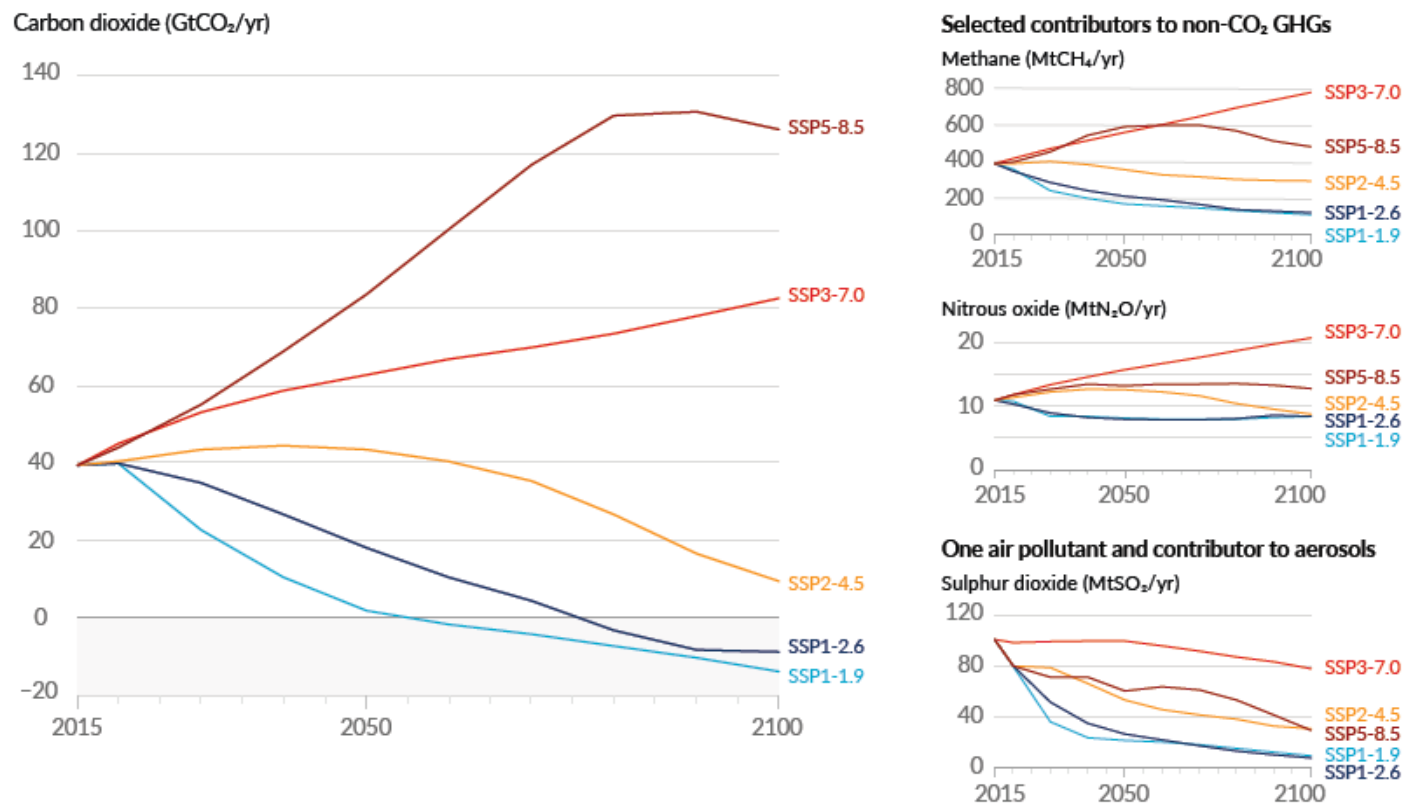


Risorse – Sinergie – Coordinamento - Condivisione

Scenari socioeconomici globali ed emissioni di gas effetto serra

Future emissions cause future additional warming, with total warming dominated by past and future CO₂ emissions

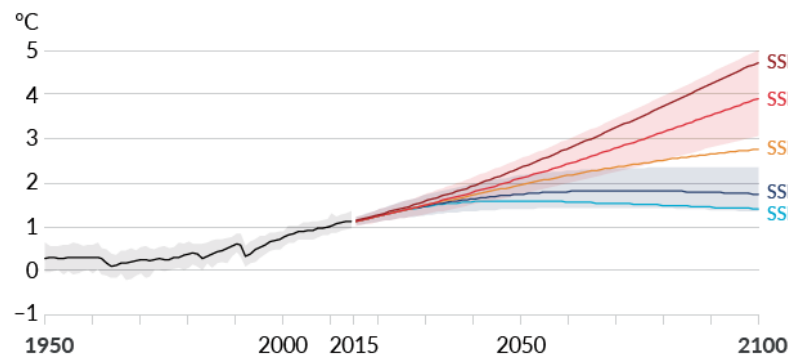
(a) Future annual emissions of CO₂ (left) and of a subset of key non-CO₂ drivers (right), across five illustrative scenarios



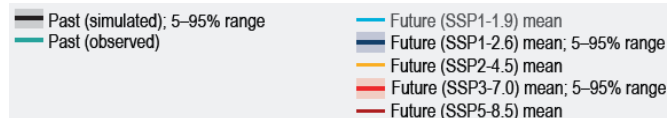
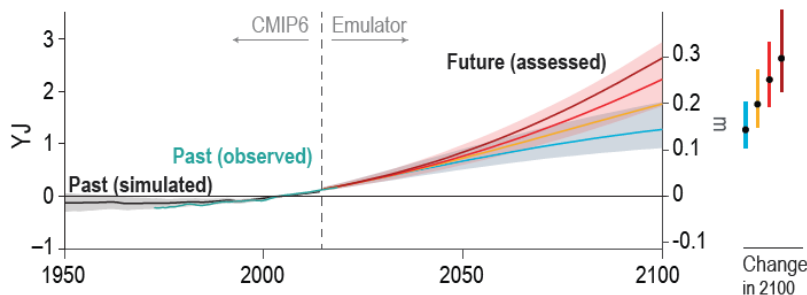
Fonte: IPCC AR6 <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

Quali sono le informazioni disponibili sull'evoluzione del clima globale?

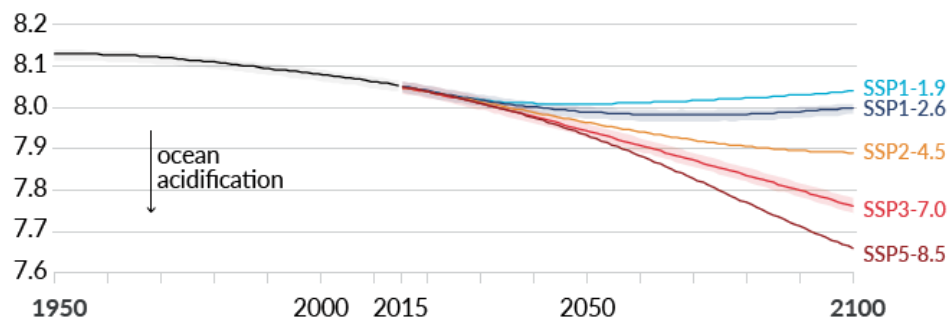
(a) Global surface temperature change relative to 1850–1900



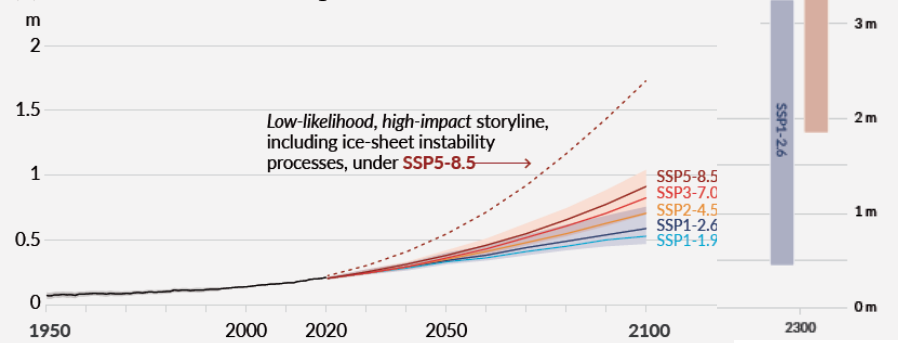
(b) Global ocean heat content and thermosteric sea level



(c) Global ocean surface pH (a measure of acidity)

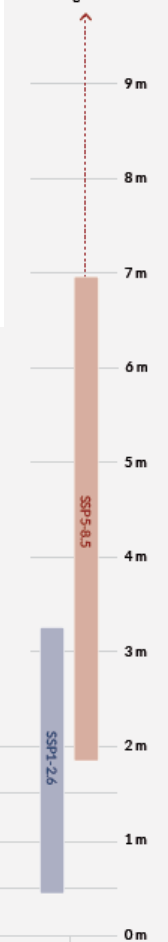


(d) Global mean sea level change relative to 1900



(e) Global mean sea level change in 2300 relative to 1900

Sea level rise greater than 15 m cannot be ruled out with high emissions

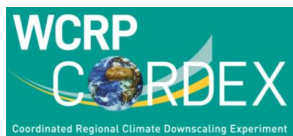


Fonte: IPCC AR6 <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

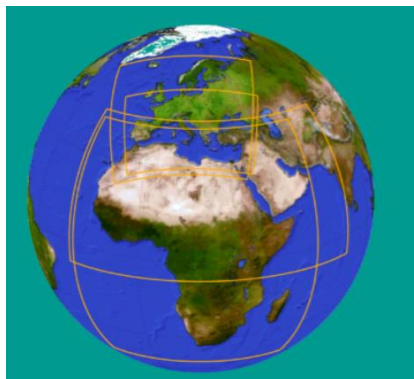
Raggiungere la risoluzione spaziale utile: downscaling (dinamico e statistico)

Cambiamento climatico globale: il quadro generale è tracciato; mancano i dettagli dell'evoluzione locale e degli eventi estremi locali

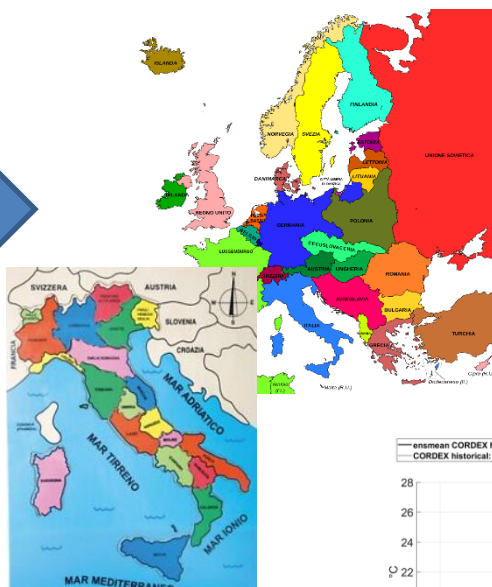
Proiezioni
globali
continentali



Downscaling
dinamico



Proiezioni
Continentali
Nationali

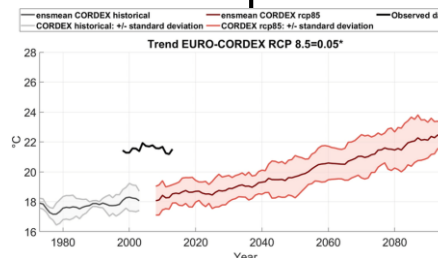


Downscaling
Dinamico e
statistico

Proiezioni
Regionali
Comunali



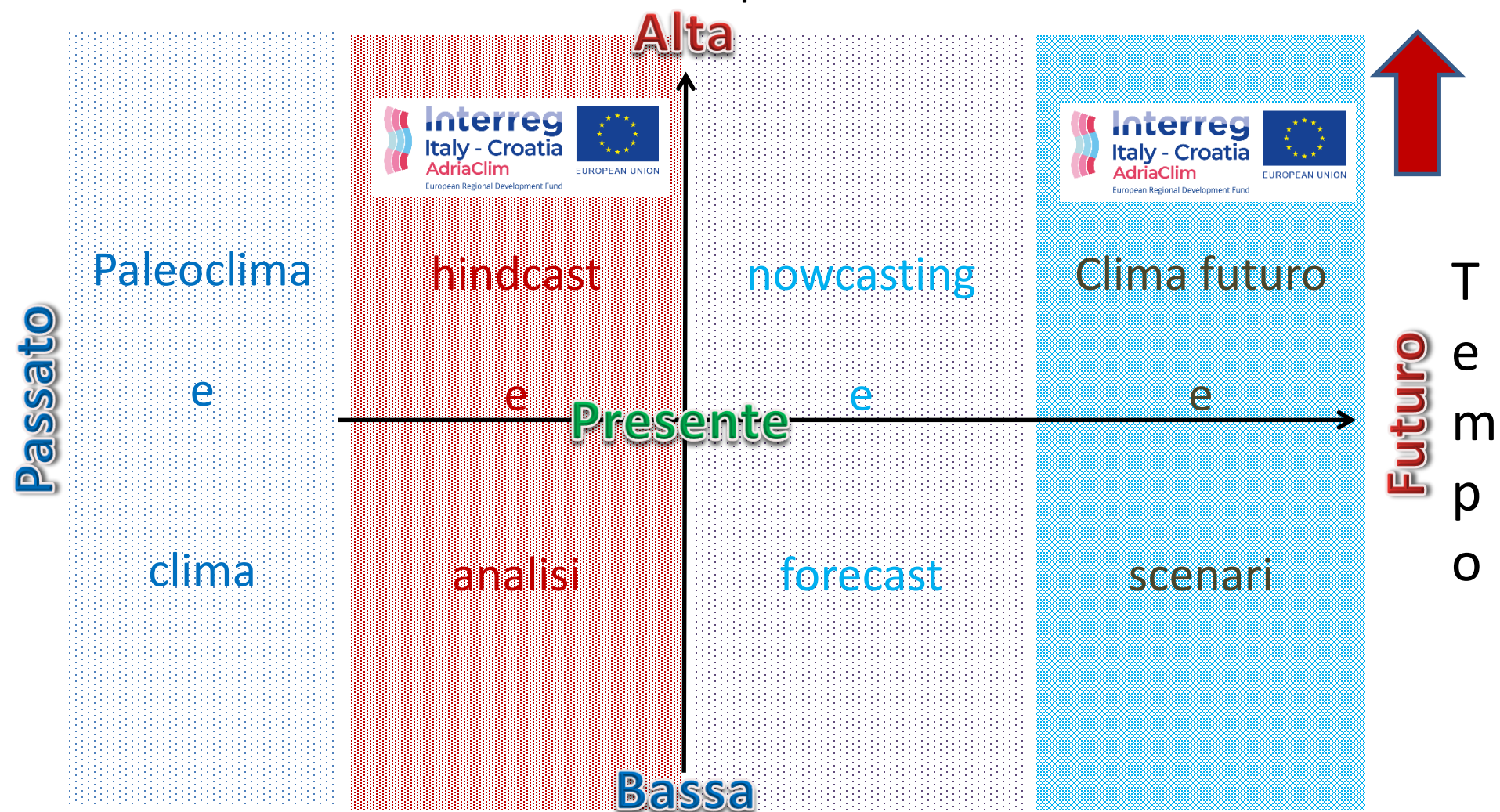
Propagare l'incertezza a
scala locale



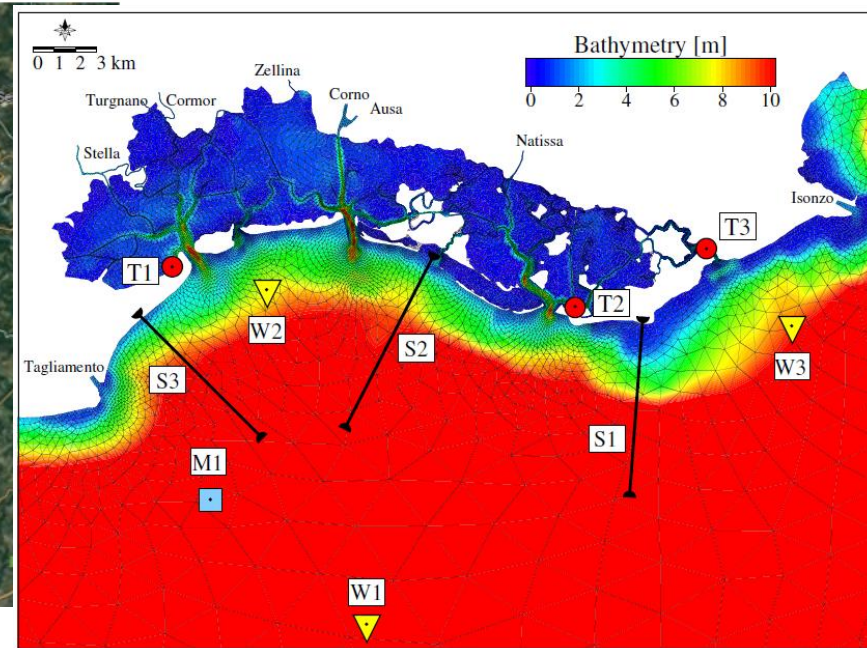
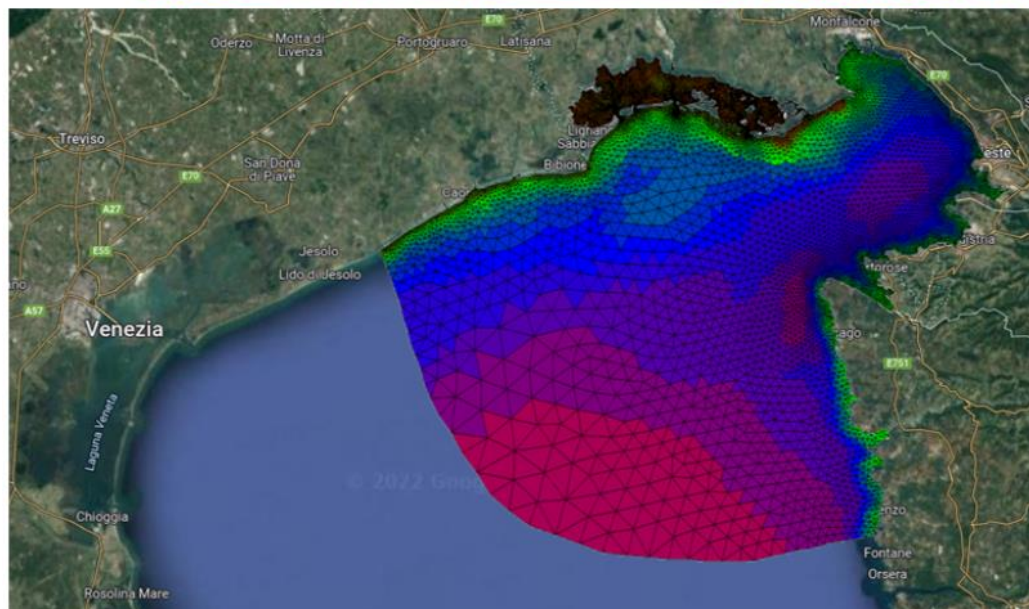
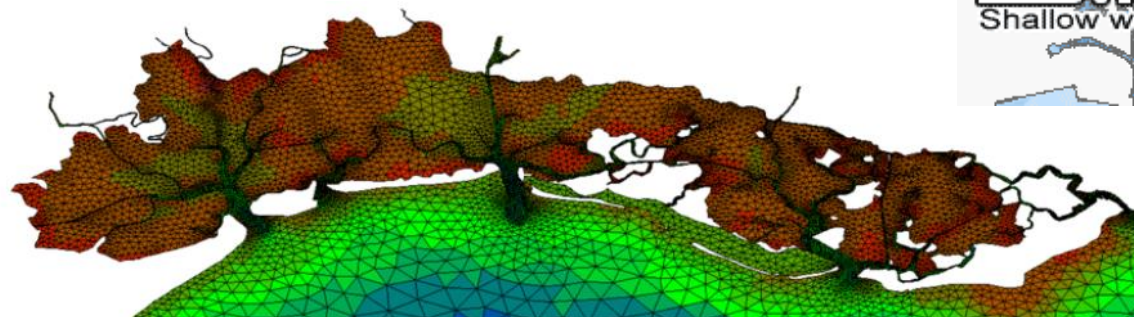
Richiesto ulteriore
dettaglio

Lo stato del mare e della laguna regionali e la modellistica ambientale

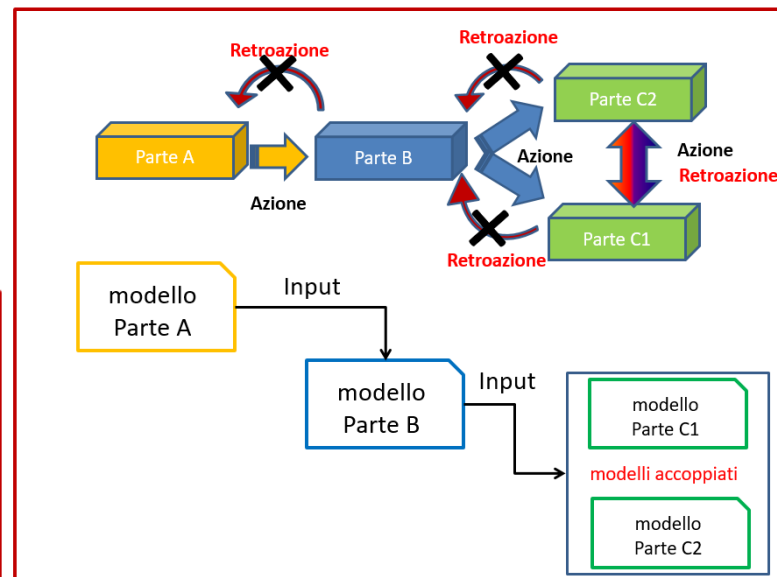
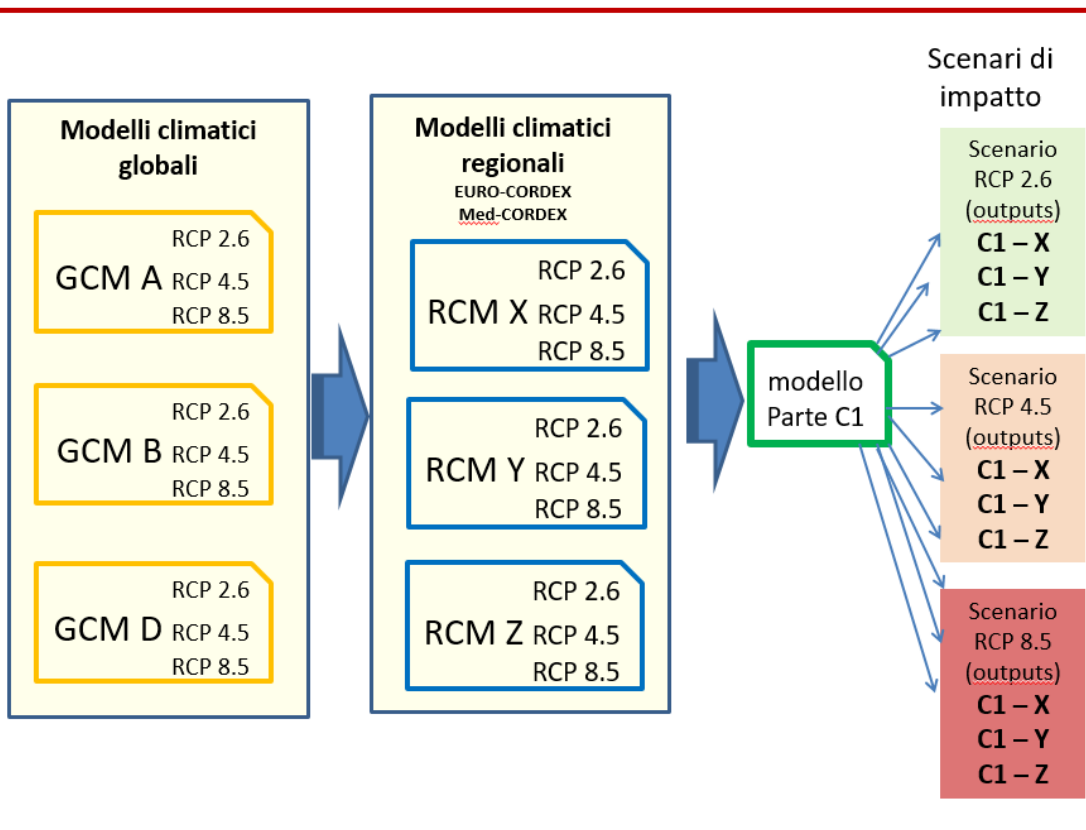
Risoluzione spaziale



Modello idrodinamico adeguato a simulare la realtà ad alta risoluzione spaziale



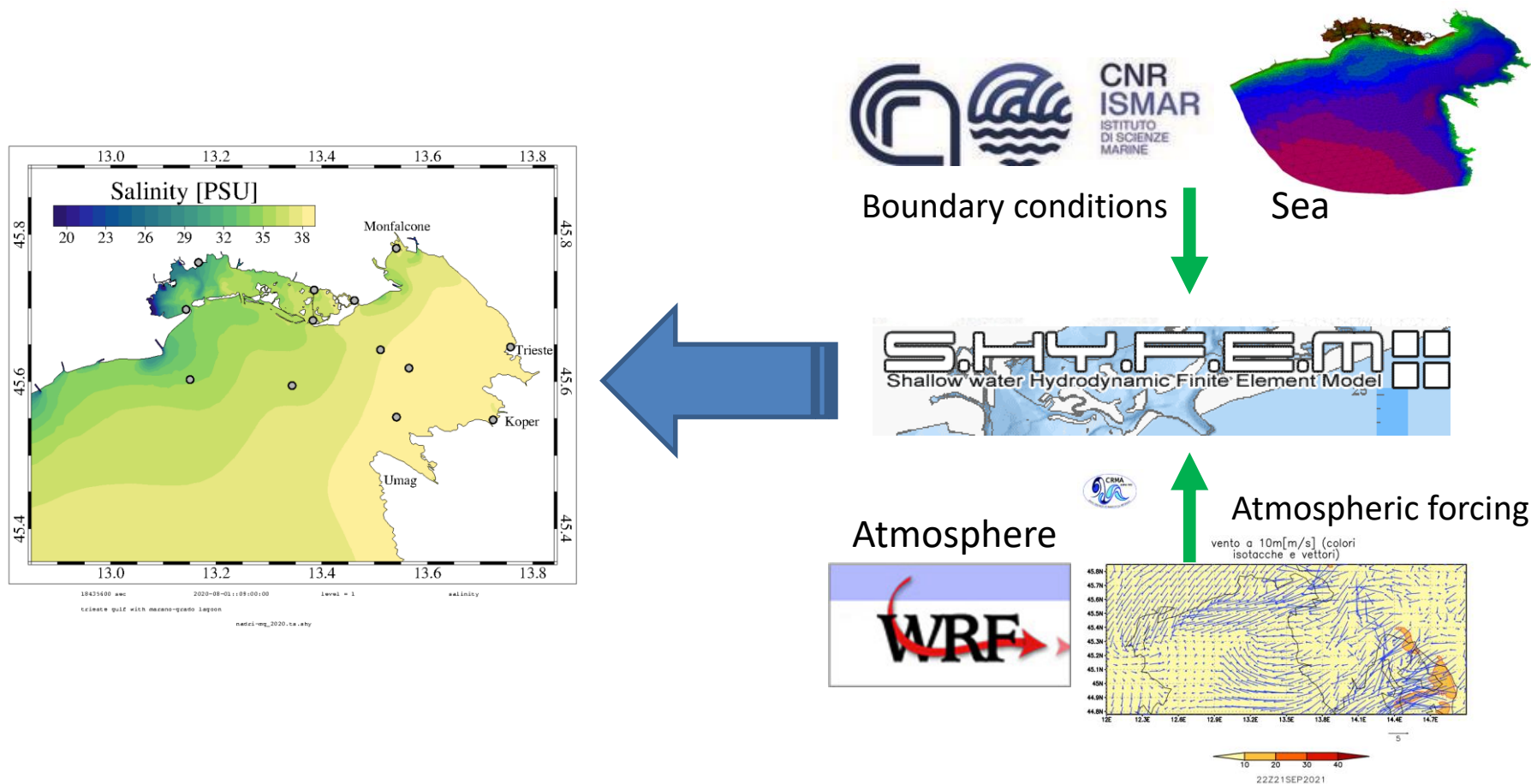
La strategia adottata nel progetto AdriaClim per l'area pilota del FVG



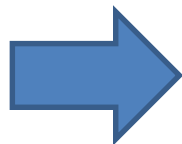
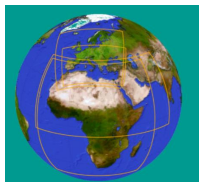
Il benchmark, cioè la simulazione di riferimento

Un anno intero di simulazione: dati orari (2018)

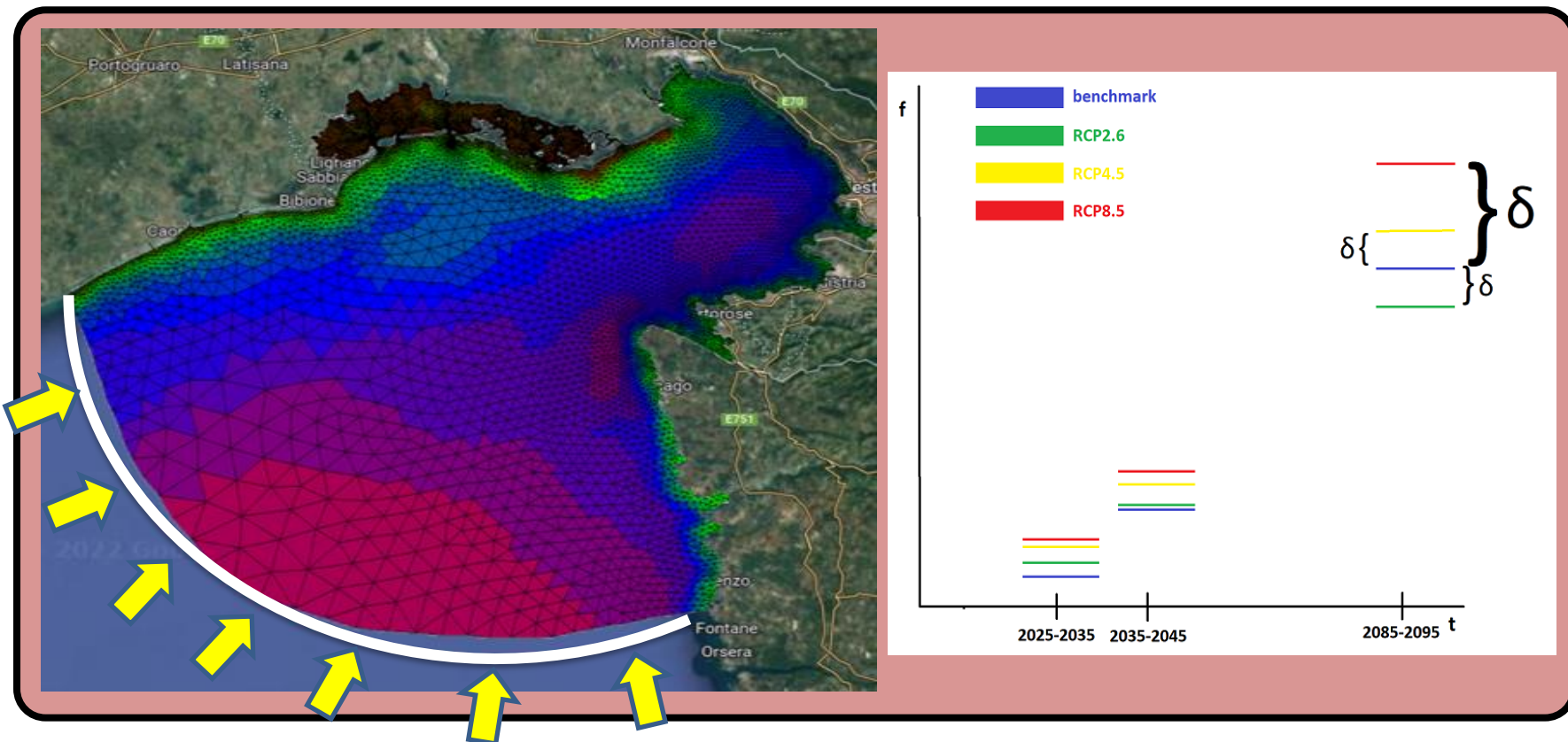
CNR-ISMAR (PP1) boundary conditions + ARPA FVG (PP11) WRF analyses



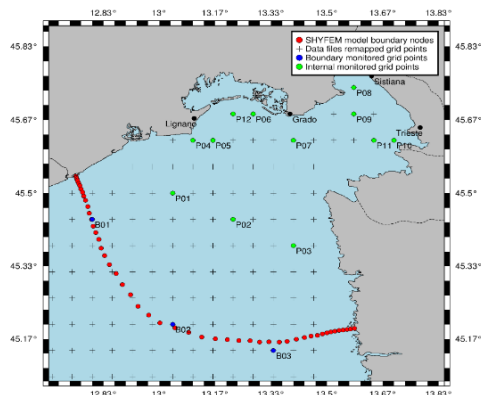
Perturbare il benchmark per propagare il segnale nell'area pilota



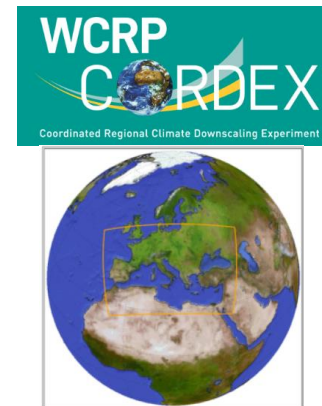
*Downscaling
dinamico*



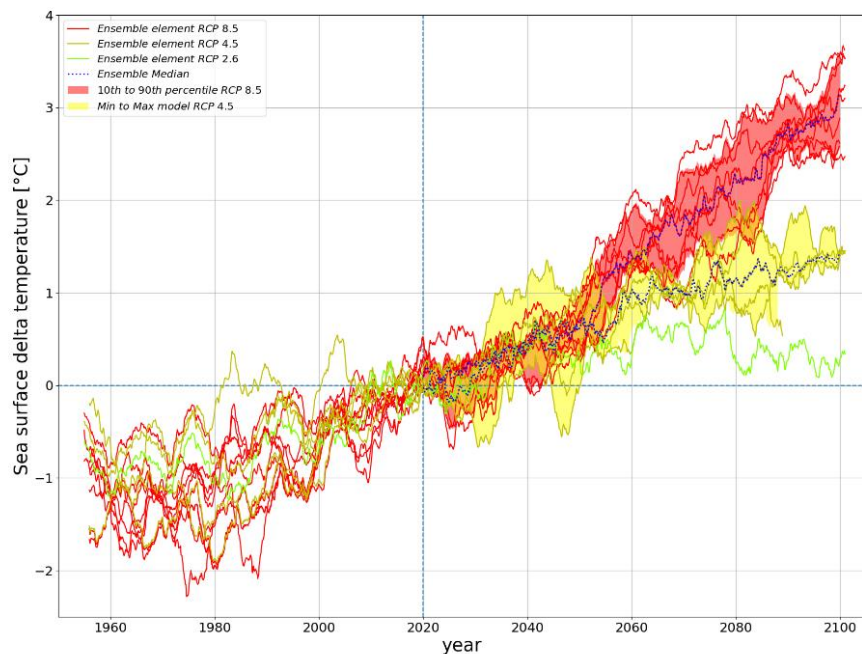
Gli scenari climatici a scala di bacino adriatico – bassa risoluzione



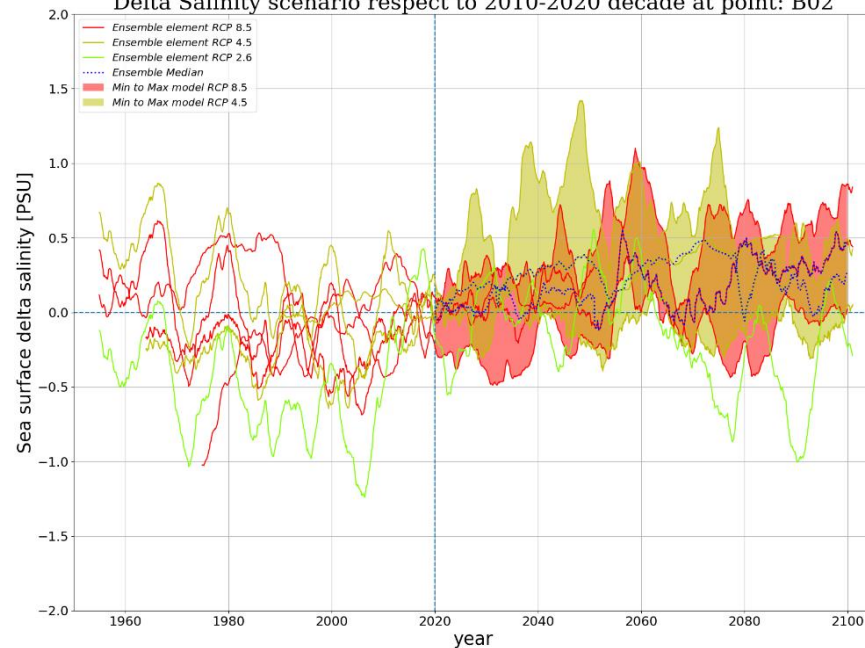
Le condizioni al contorno per le simulazioni ad alta risoluzione nel golfo di Trieste e nella laguna di Marano e Grado, provengono da scenari climatici simulati ad una risoluzione spaziale inferiore (MED-CORDEX)



Delta Temperature scenario respect to 2010-2020 decade at point: B02



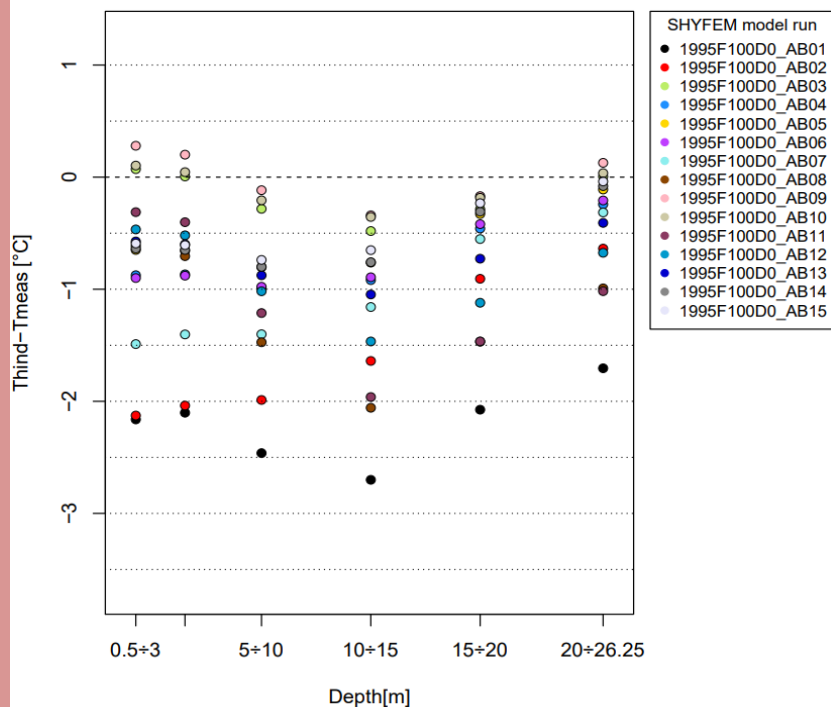
Delta Salinity scenario respect to 2010-2020 decade at point: B02



Calibrazione del sistema modellistico: confronto con la realtà

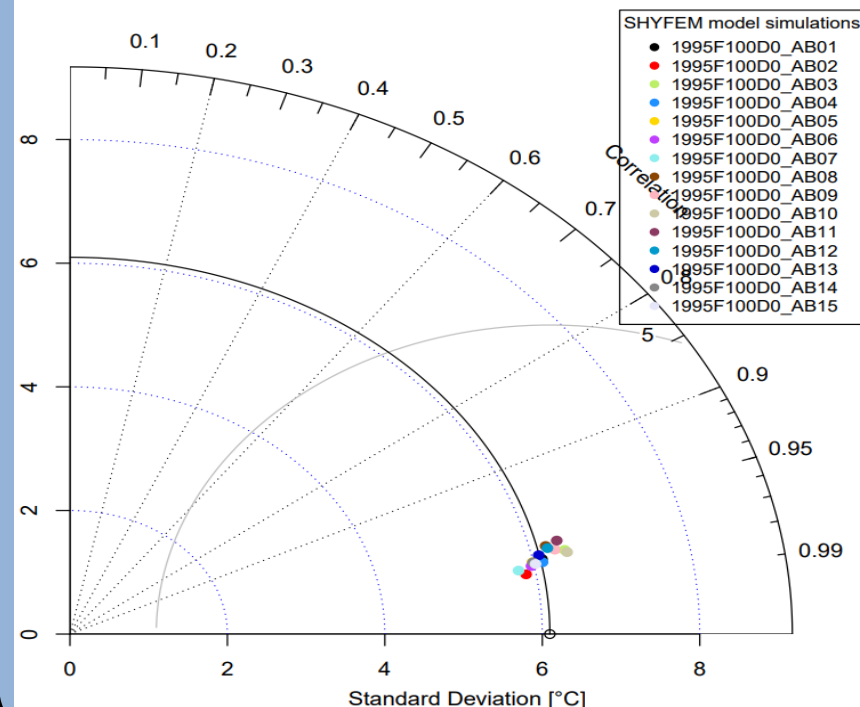
Bias

SHYFEM model (Thind-Tmeas) Mean value
Stations: tot Period: Total



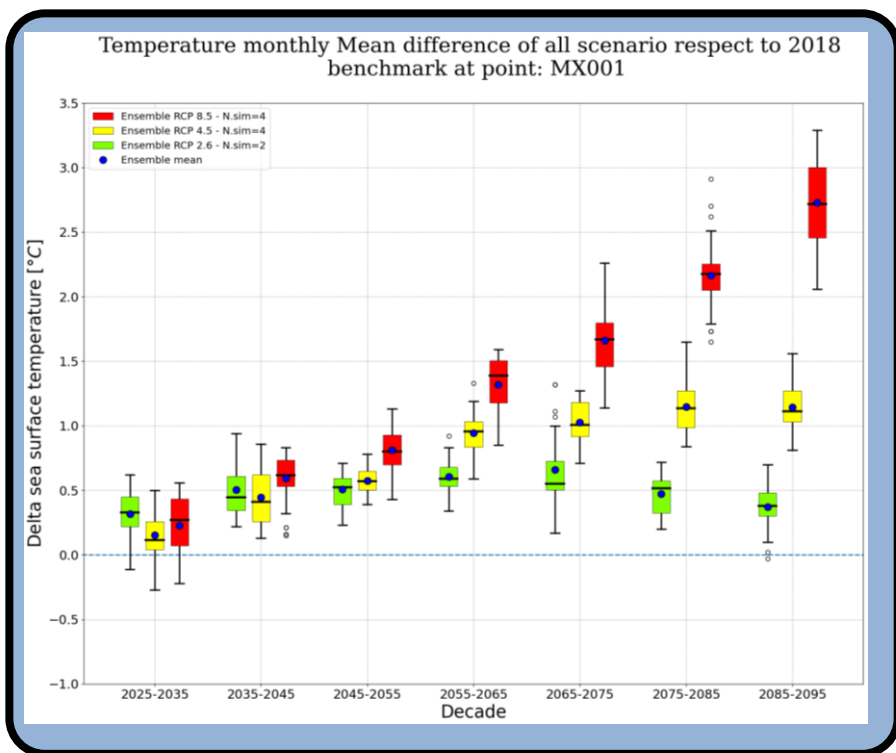
Correlation

Temperature Taylor Diagram
Stations: tot Period: Total Depth: 5.5 ÷ 5.75 m

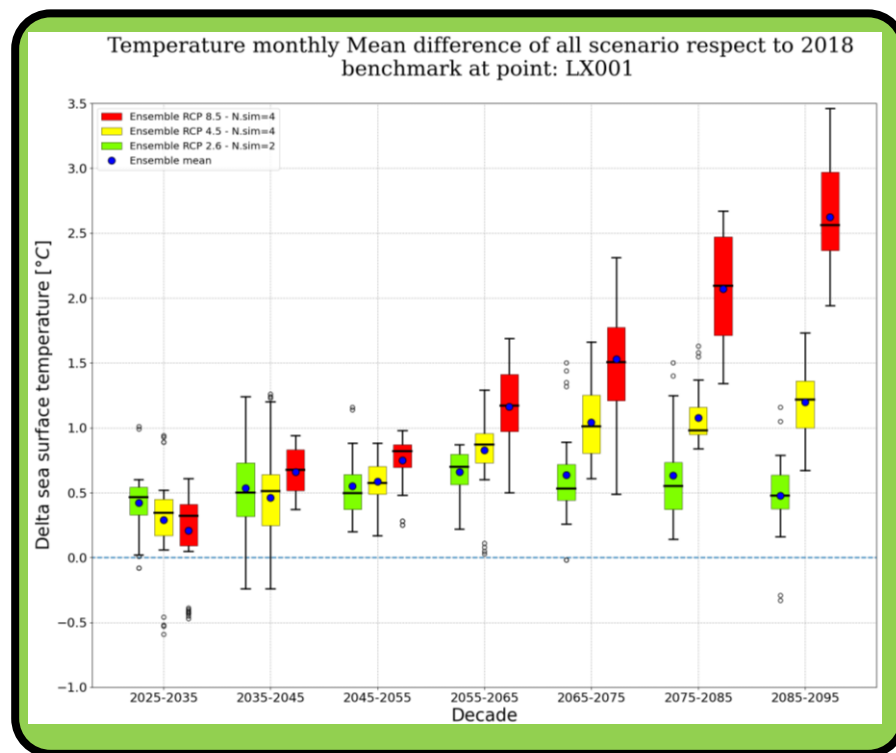


Perturbazione del benchmark: simulazione dello stato futuro

Mare aperto



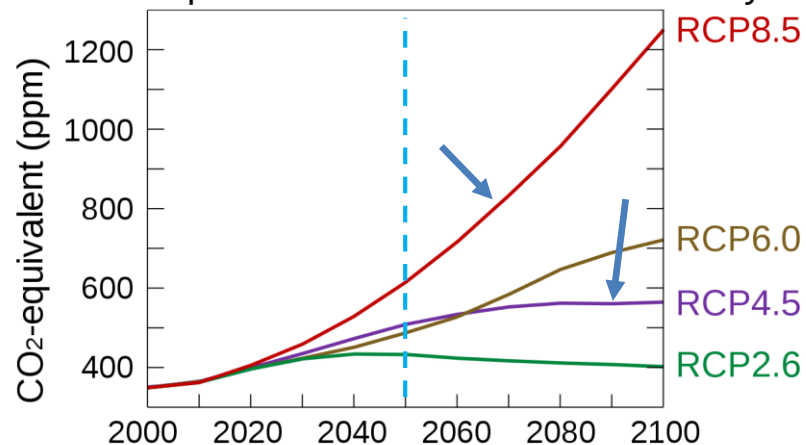
Laguna



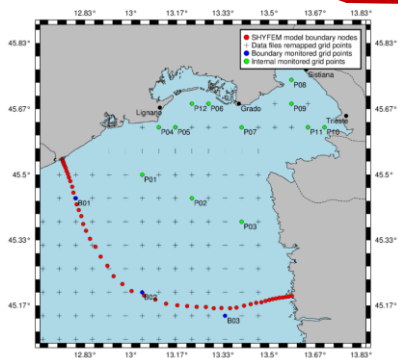
Simulazioni condotte nell'ambito del progetto AdriaClim

Con riferimento all'area pilota del Friuli Venezia Giulia:

IPCC Representative Concentration Pathways

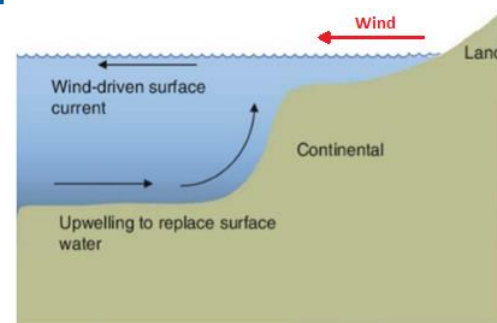
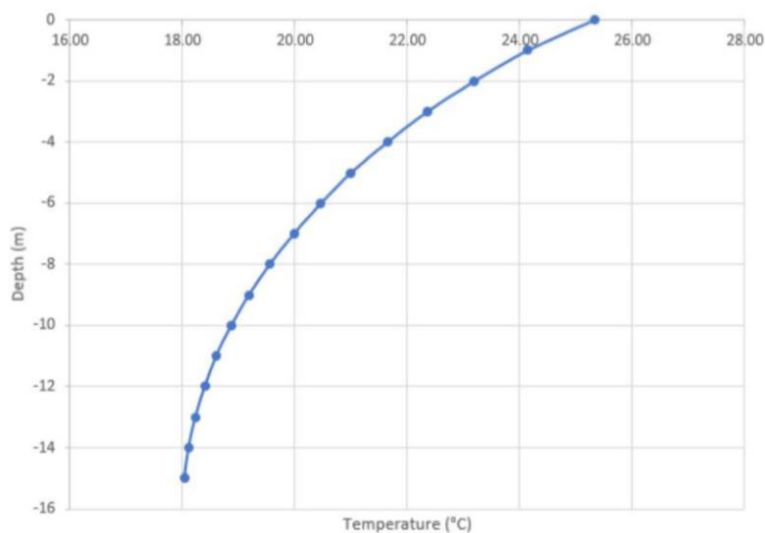


- simulazioni numeriche ad alta risoluzione spaziale (da 2 km in mare aperto a 10 m in laguna);
- stato attuale dei parametri fisici ambientali (temperatura, salinità, correnti e livello del mare ora per ora per alcuni anni presi come riferimento);
- scenari (RCP 4.5 e 8.5) futuri (fino al **2100**) dell'ambiente, determinati dai cambiamenti climatici globali (temperatura, salinità, correnti e livello del mare);
- simulazioni di impatti su specifici processi ambientali (rimescolamento ed ossigenazione delle acque, frequenza delle condizioni meteo marine favorevoli alle mareggiate e alle acque alte)

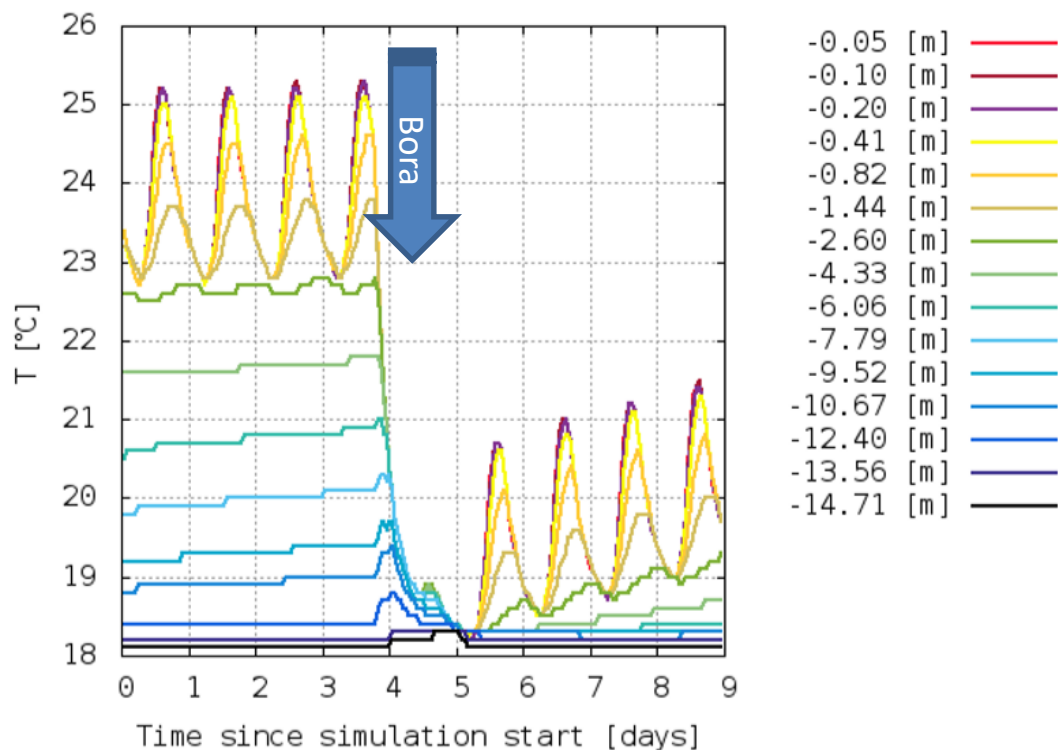


Rimescolamento dell'acqua nel golfo di Trieste per eventi di Bora

Termoclino debole
debole stratificazione dell'acqua in superficie



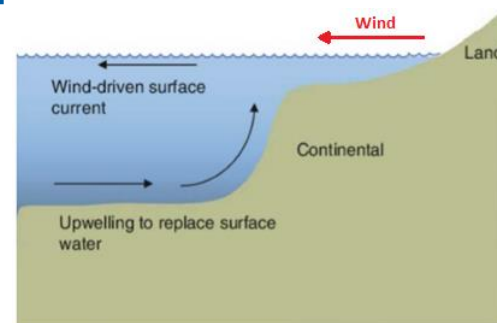
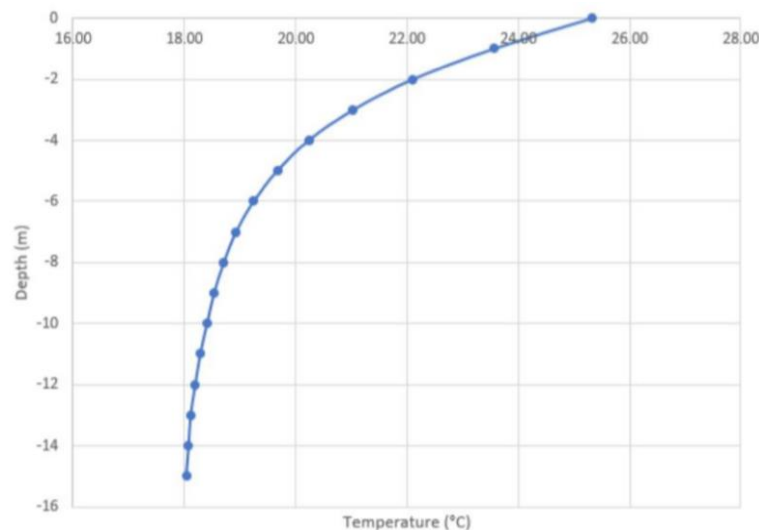
Variable : T - All depths



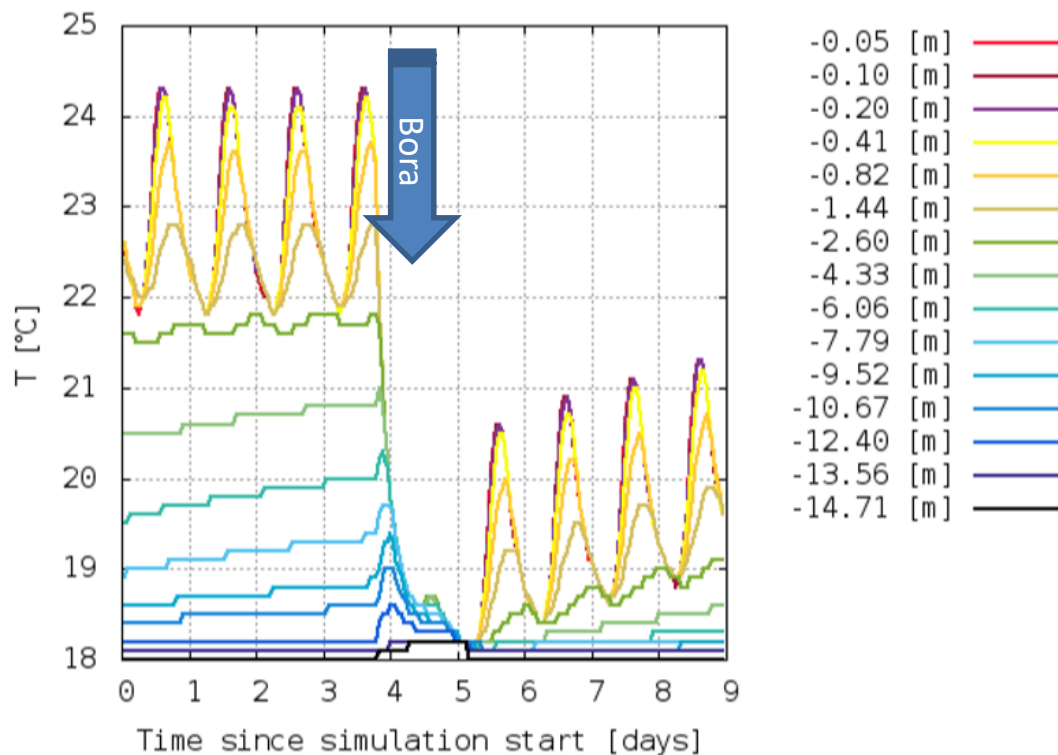
	Time
Effective mixing	~12 hours
Homogenization	~24 hours
Thermocline restoration	~hours

Rimescolamento dell'acqua nel golfo di Trieste per eventi di Bora

Termoclino forte
forte stratificazione dell'acqua in superficie



Variable : T - All depths

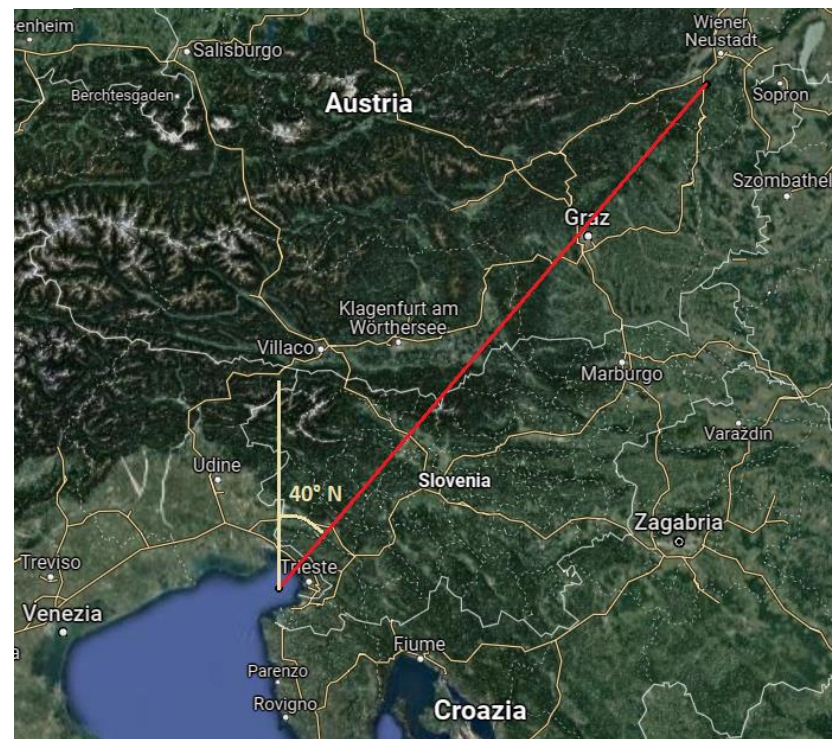
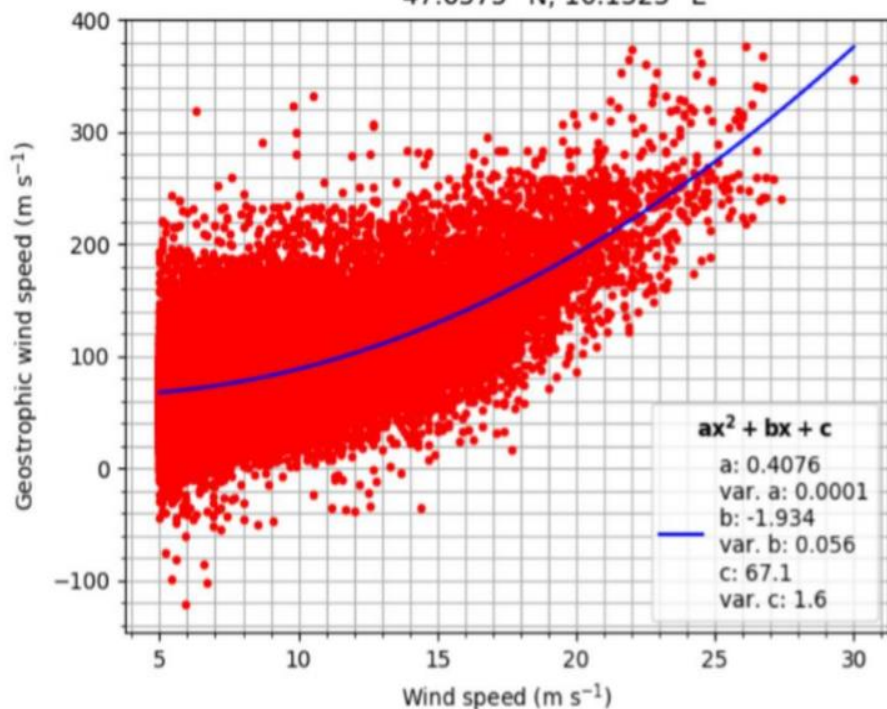


	Time
Effective mixing	~12 hours
Homogenization	~24 hours
Thermocline restoration	~hours

Downscaling (statistico) dei forzanti atmosferici e studio degli episodi

$$\vec{u}_g = \frac{1}{\rho f} \hat{k} \times \vec{\nabla} p$$

Latitude, longitude:
x -> 45.651° N, 13.753° E
y -> 45.6182° N, 13.5653° E
47.6575° N, 16.1323° E



Scenari di episodi di Bora per il XXI secolo



Trends on medians ($\alpha=0.05$)

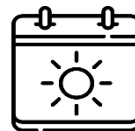
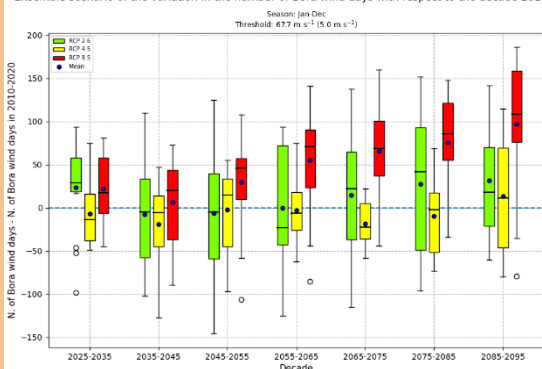
5 m s⁻¹

- RCP2.6: no trends
- RCP4.5: no trends
- RCP8.5: 1.5 days year⁻¹ (p-value=0.00)

10 m s⁻¹

- RCP2.6: no trends
- RCP4.5: no trends
- RCP8.5: 0.5 days year⁻¹ (p-value=0.02)

Ensemble scenario of the variation in the number of Bora wind days with respect to the decade 2010-2020



Trends on medians ($\alpha=0.05$)

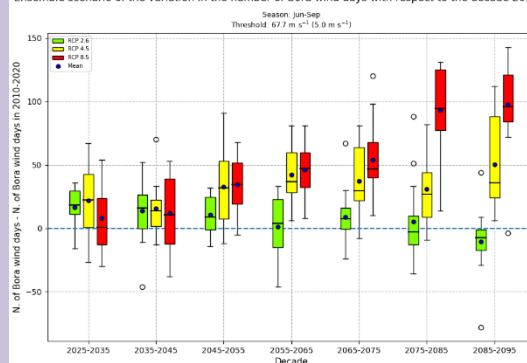
5 m s⁻¹

- RCP2.6: -0.4 days year⁻¹ (p-value=0.00)
- RCP4.5: no trends
- RCP8.5: 1.7 days year⁻¹ (p-value=0.00)

10 m s⁻¹

- RCP2.6: -0.2 days year⁻¹ (p-value=0.01)
- RCP4.5: no trends
- RCP8.5: 0.6 days year⁻¹ (p-value=0.00)

Ensemble scenario of the variation in the number of Bora wind days with respect to the decade 2010-2020



Trends on medians ($\alpha=0.05$)

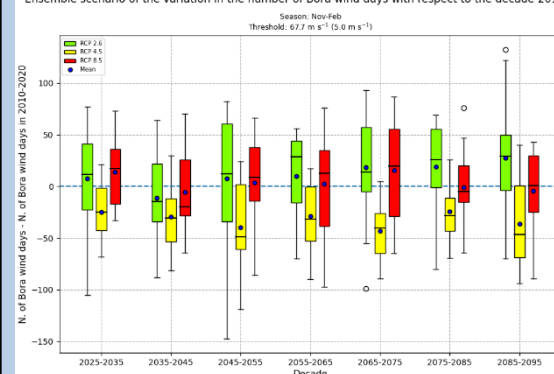
5 m s⁻¹

- RCP2.6: no trends
- RCP4.5: no trends
- RCP8.5: no trends

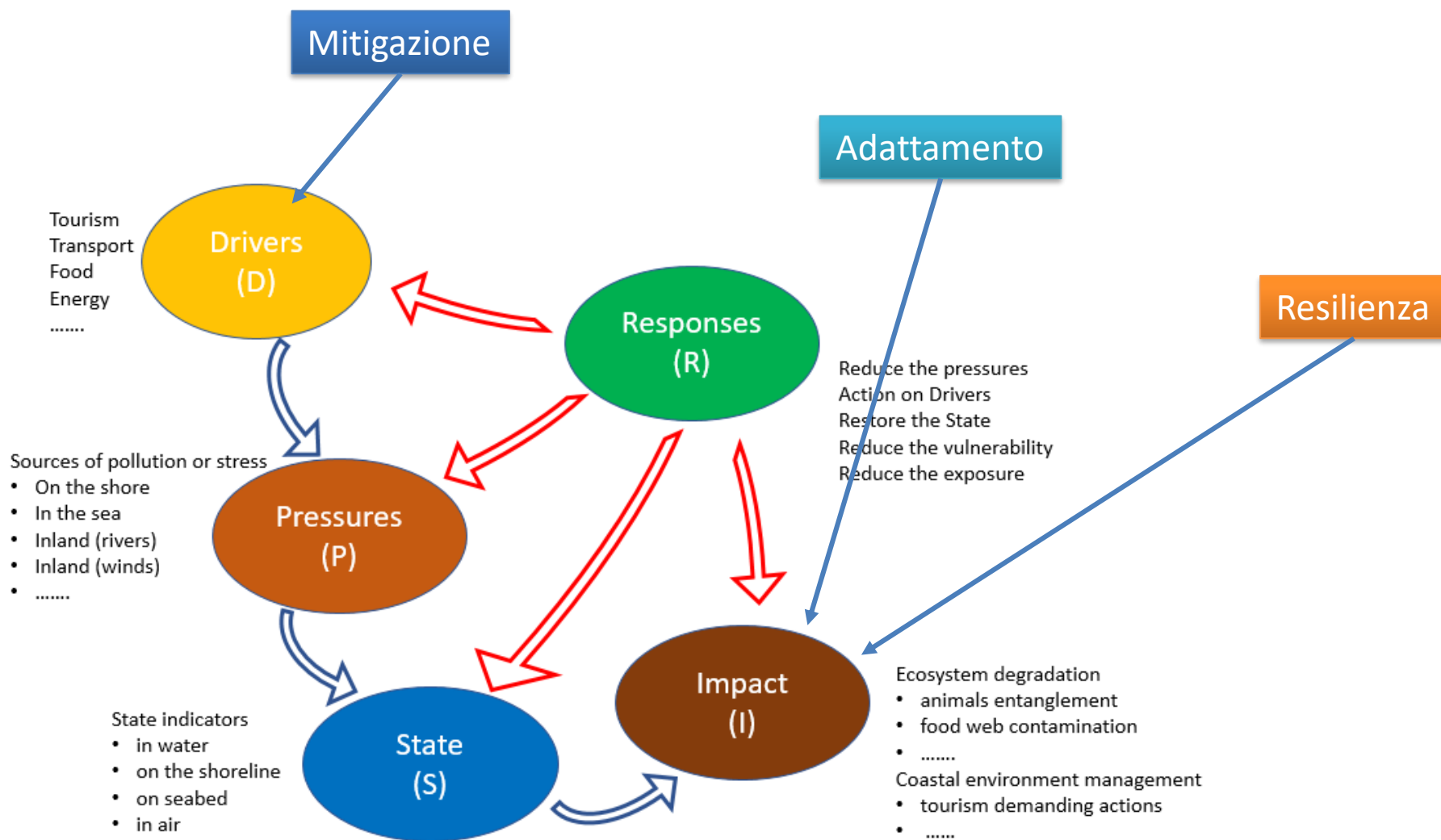
10 m s⁻¹

- RCP2.6: no trends
- RCP4.5: no trends
- RCP8.5: no trends

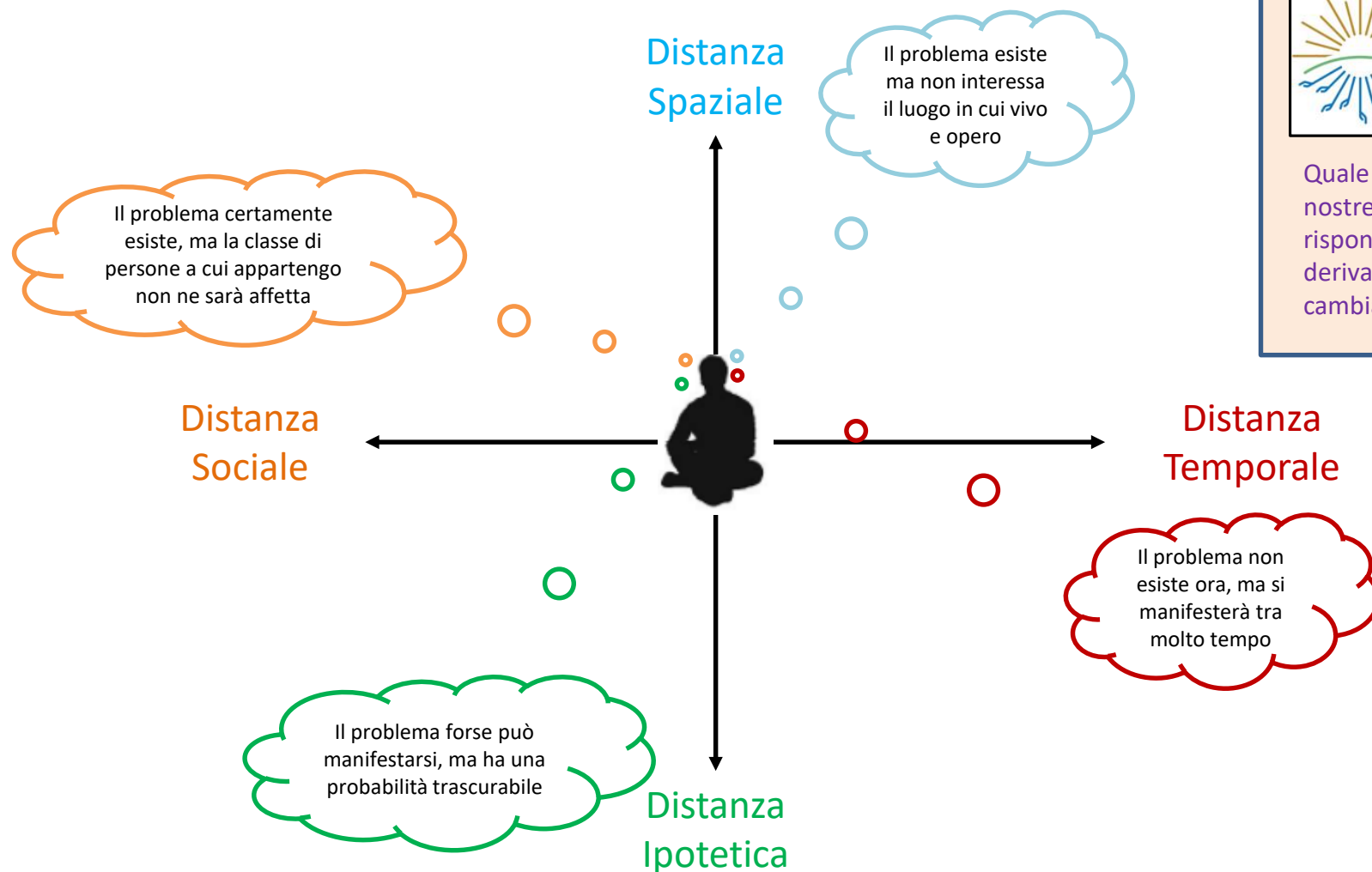
Ensemble scenario of the variation in the number of Bora wind days with respect to the decade 2010-2020



Le risposte al cambiamento climatico: Mitigazione, Adattamento e Resilienza



La percezione del problema è essenziale per risposte efficaci ed efficienti



Quale è l'efficacia delle nostre azioni per rispondere ai rischi derivanti dai cambiamenti climatici?

Grazie per l'attenzione