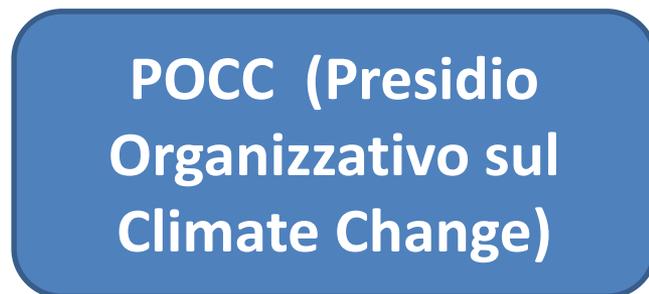


# Scenari di cambiamento climatico a scala locale a supporto dei piani di adattamento urbano

Rodica Tomozeiu, Roberta Monti, Vittorio Marletto, Lucio Botarelli  
(*Arpae-Simc*)

Delibera di Assemblea legislativa n. 187/2018  
**Strategia di mitigazione e adattamento ai  
cambiamenti climatici della Regione Emilia-  
Romagna(SRACC)**

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici>



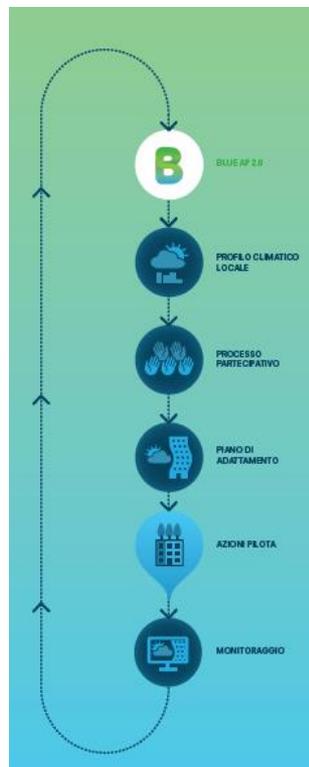
- monitoraggio climatico della regione Emilia-Romagna;
- produzione di scenari climatici a scala locale
- diffusione dei temi climatici

## 2012-2015 progetto **BLUEAP Life:** Bologna Local Adaptation Plan



<http://www.blueap.eu/site/>

- Indicatori:
  - Temperatura
  - Piogge
- Metodo:
  - Reg. statistica applicata a 7 GCMs + EM (run ENSEMBLES)
- Scenario: **A1B**
  - 2021-2050;
  - 2071-2099

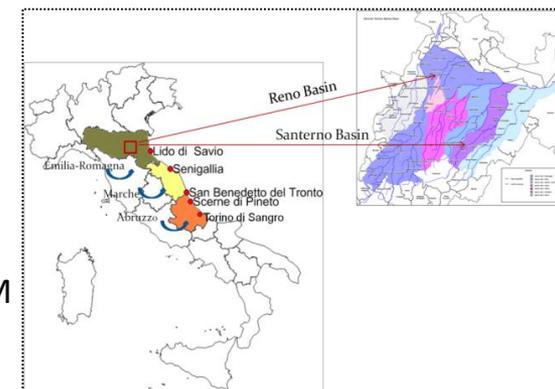


## 2015-2018 progetto **PRIMES Life+:** Preventing flooding risk by making resilient communities



<http://www.lifeprim.es.eu/index.php/il-progetto/>

- Indicatori:
  - Piogge
- Metodo:
  - Reg. statistica applicata a CMCC-CM
- Scenario: **RCP4.5**
  - 2021-2050;

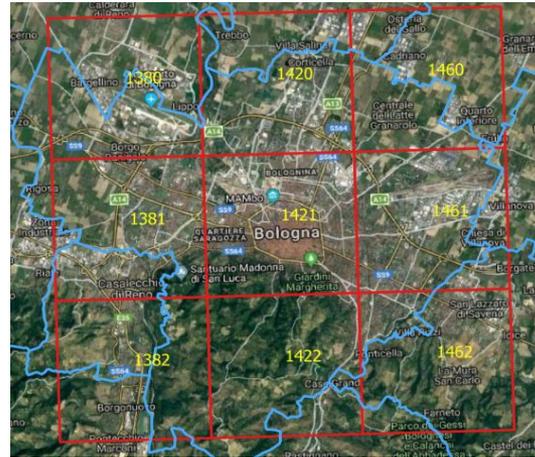


## Piano di Adattamento + Protocolli di Intesa tra Comuni

(altri casi di studio: Comune di Milano, Modena, Reggio Emilia)

## 2017-2019: *SRACC e Piano Urbanistico Generale (PUG) di Bologna*

- Indicatori:  
Temperature ed estremi
- Metodo:  
regionalizzazione statistica applicata alle simulazioni 4 GCMs + EM
- Scenario: **RCP4.5**
  - 2021-2050 rispetto al periodo 1961-1990



## 2019-2020 *ADRIADAPT: A Resilience information platform for Adriatic cities and towns*

- regionalizzazione statistica per Cervia e Unione dei Comuni della Val di Savio
- Scenari: **RCP4.5 RCP8.5**
  - 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, 2081-2100 rispetto al periodo 1986-2005





Rischio idraulico

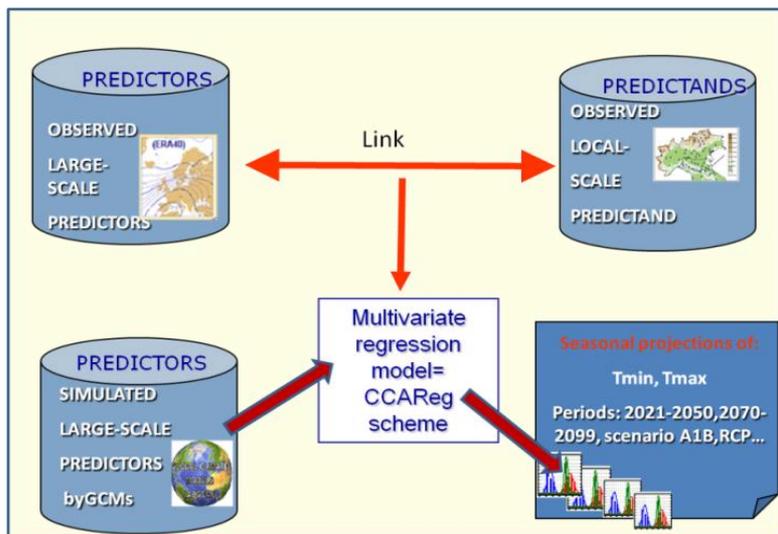
Scarsità  
idrica

Isola di  
calore

Ondate  
di calore

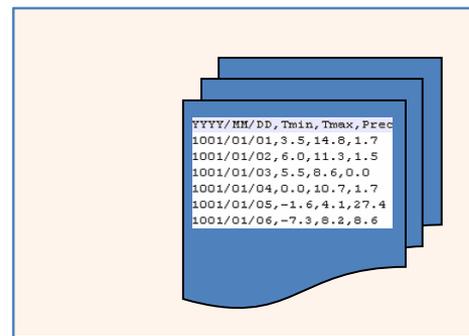
Downscaling statistico(DS) applicato ai modelli climatici globali (GCMs):  
consiste in una regressione multivariata basata sul metodo delle correlazioni canoniche  
(approccio Perfect-Prog)

## 1. Statistical downscaling model



## 2. Weather generator

Output stagionali

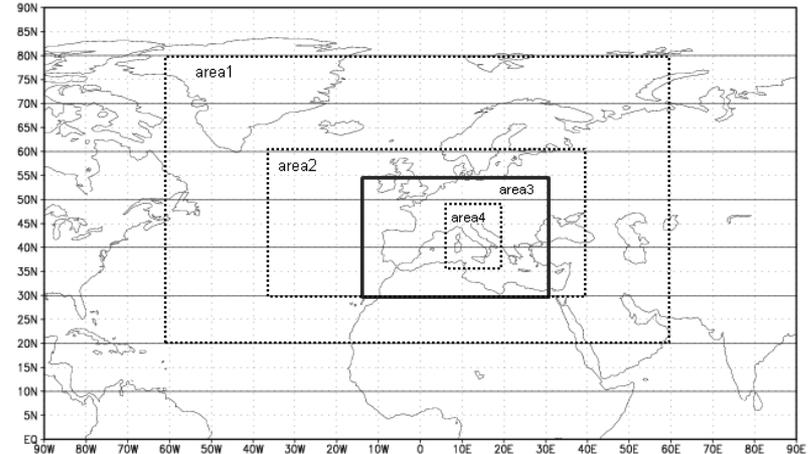


Output giornalieri

## 3. Impact model



- Scenari emissivi diversi;
- Skills diversi dei GCMs per i predittori a larga scala;
- Skill del modello di regionalizzazione statistica:
  - Dominio di definizione,
  - Tipo e numero dei predittori
  - Incertezze statistiche

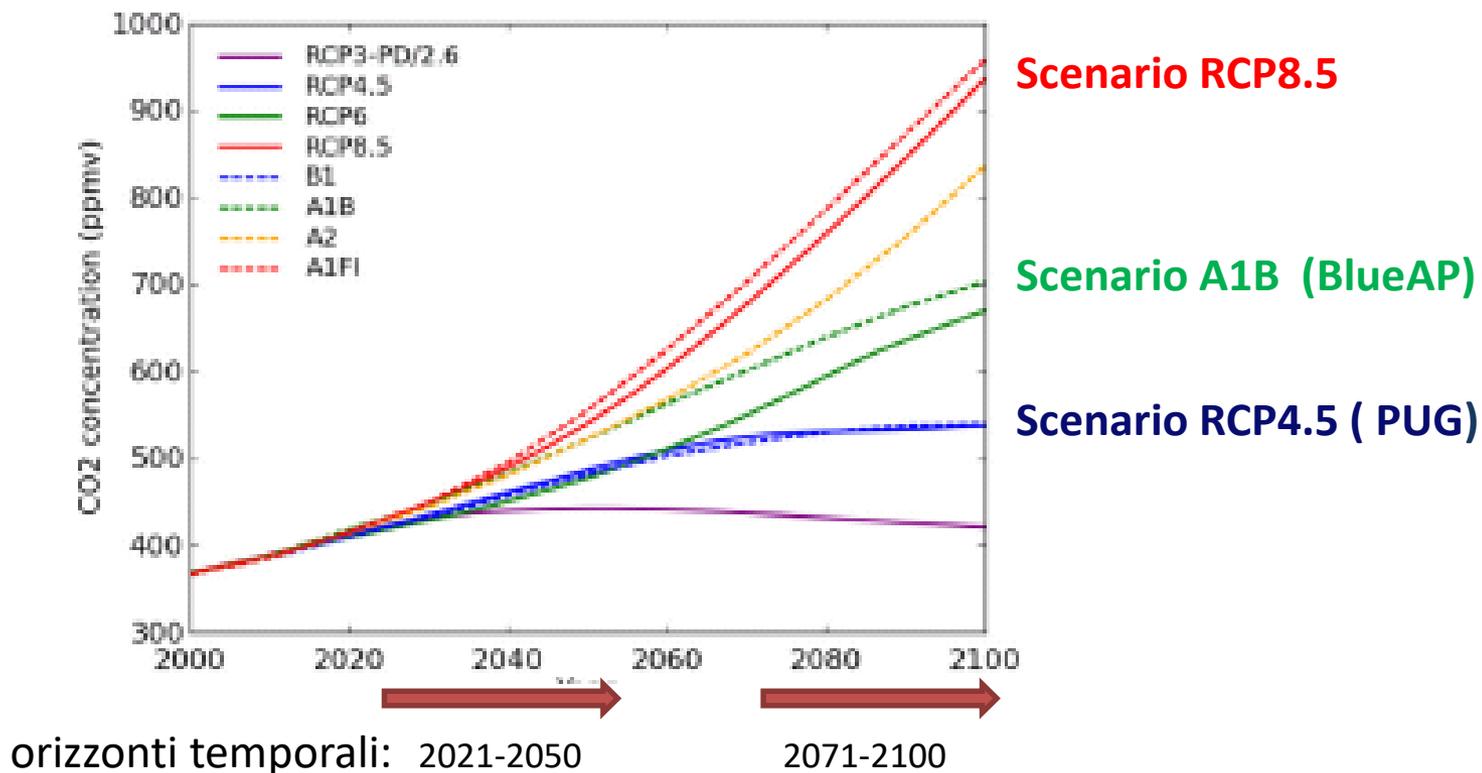


Tomozeiu R. et al.,(2007): Climate change scenarios for surface temperature in Emilia-Romagna (Italy) obtained using statistical downscaling models. Theoretical and Applied Climatology, 90, 25-47

Soluzione? Ensemble Mean



**Differenza tra RCPs e SRES:** RCPs sono rappresentativi di un ventaglio di politiche climatiche da adottare nel XXI secolo



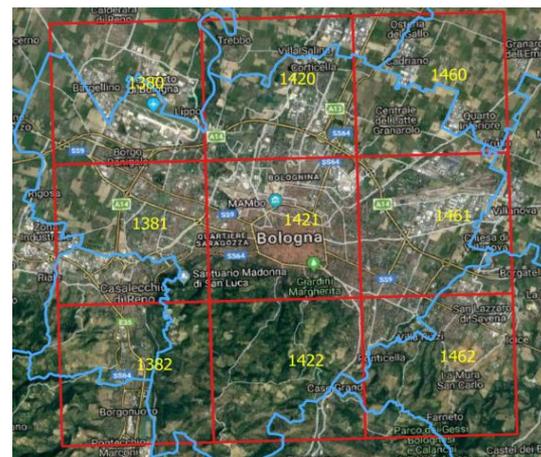
## BLUEAP: scenario A1B (progetto Ensembles)

## PUG: scenario RCP4.5 (progetto CMIP5)

Modello Climatico Globale (GCM)	Centro Modellistico	Risoluzione spaziale
INGV-SX	Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici	0.75°x0.75°
BCCR	Bjerkness Centre for Climate Research	T63
EGMAM	Freie Universitat Berlin Institute Meteorology	T30
ECHAM5/MPI-OM	Max Planck Institute for Meteorology	T63
HadGEM1	UK Met Office Hadley Center	1.25°x1.875°
IPSL - CM4	Institute Pier Laplace	2.5x3.75°

Modello Climatico Globale (GCM)	Centro Modellistico	Risoluzione spaziale
CMCC-CM	Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici	0.75°x0.75°
MPI-ESM-MR	Max Planck Institute for Meteorology	1.87°x1.87°
CNRM-CM5	Centre National de Recherches Meteorologiques	1.40°x1.40°
CanESM2	Canadian Center for Climate Modelling and Analysis	2.79x2.81°
INM-CM4	Russian Institute for Numerical Climate Modelling	2°x1.5°
NorESM1	Norwegian Climate Center	1.9°x2.5°

1) **Predittandi:** Tmin, Tmax, onde di calore, notti tropicali, periodo 1961-2010 calcolati dal dataset ERACLITO v4.2 (Antolini et al, 2015)



2) **Predittori:** Z500, T850, MSLP; dati ERA40+ERA interim (risoluzione 2.5x2.5°), periodo 1959-2010;



<https://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/reanalysis-climate-monitoring>

**ECMWF**

Home About Forecasts Computing Research Learning

Data assimilation | Modelling and prediction | **Climate reanalysis** | Projects | Special p

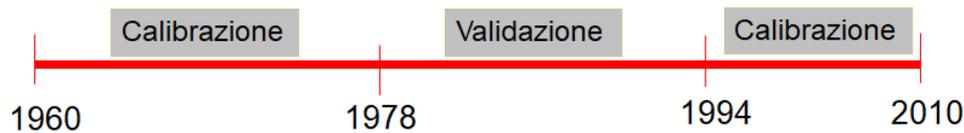
### Reanalysis for climate monitoring

**Monitoring climate change requires timely access to observations and reanalyses.**

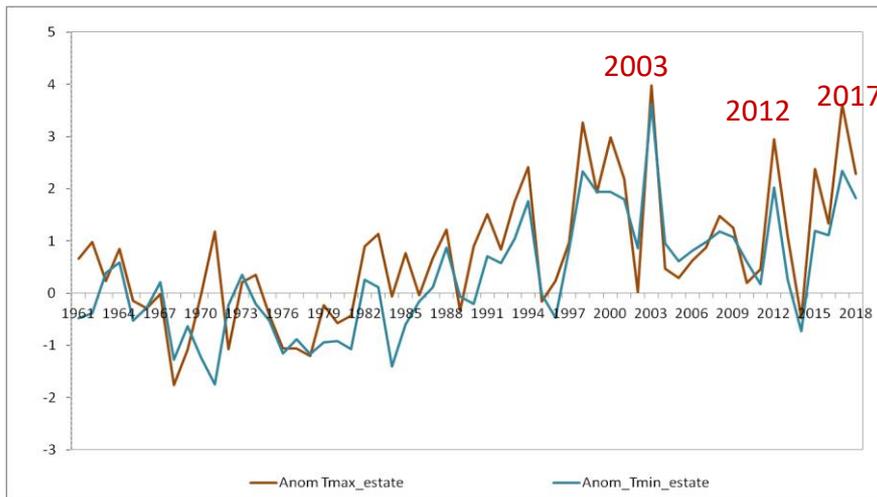
An important requirement for reanalysis is that it uses a single model version and data assimilation method, in order to get a consistent data set for the full reanalysis period. If, in addition, the reanalysis can be continued close to real time, then it can be used to monitor changes in the climate and its variability on long time scales.

ERA-Interim is ECMWF's latest atmospheric reanalysis, based on a 2006 version of the Integrated Forecast Model. ERA-Interim data are available for dates from 1979 and continues to be extended forward in time.

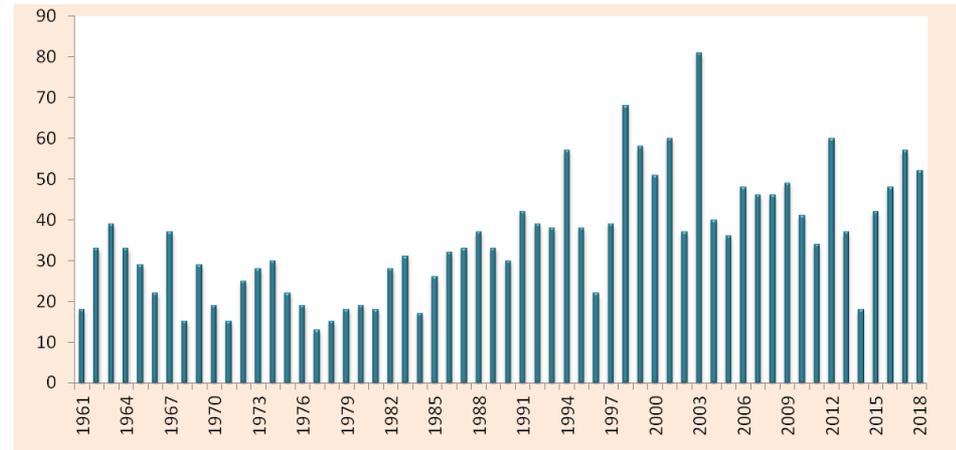
**Periodi di setup CCAReg:**



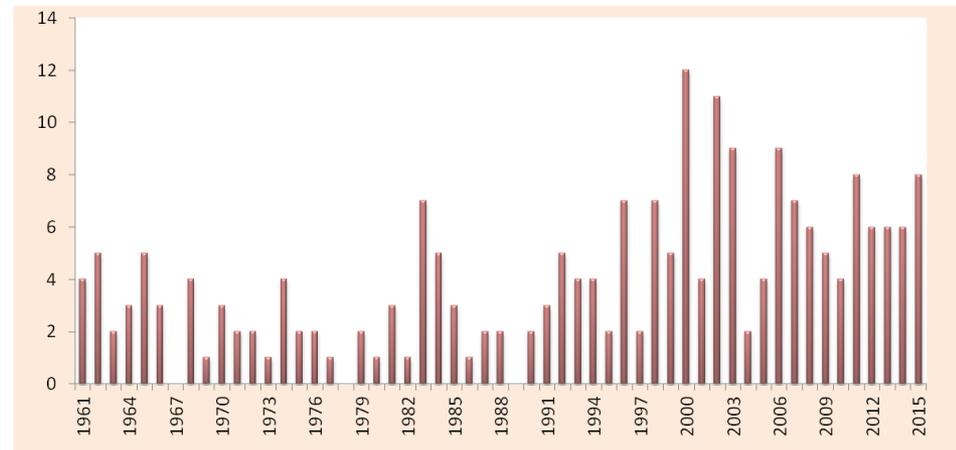
### Anomalie termiche (estate)



### Notti tropicali (estate)

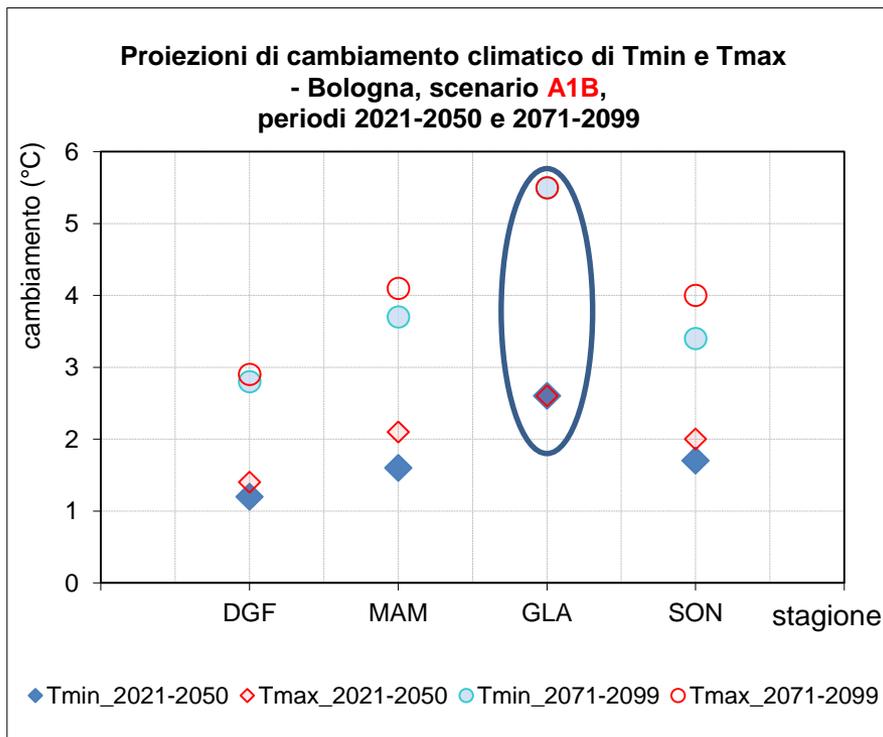


### Onde di calore (estate)



## BLUEAP (scenario A1B)

## PUG (scenario RCP4.5)

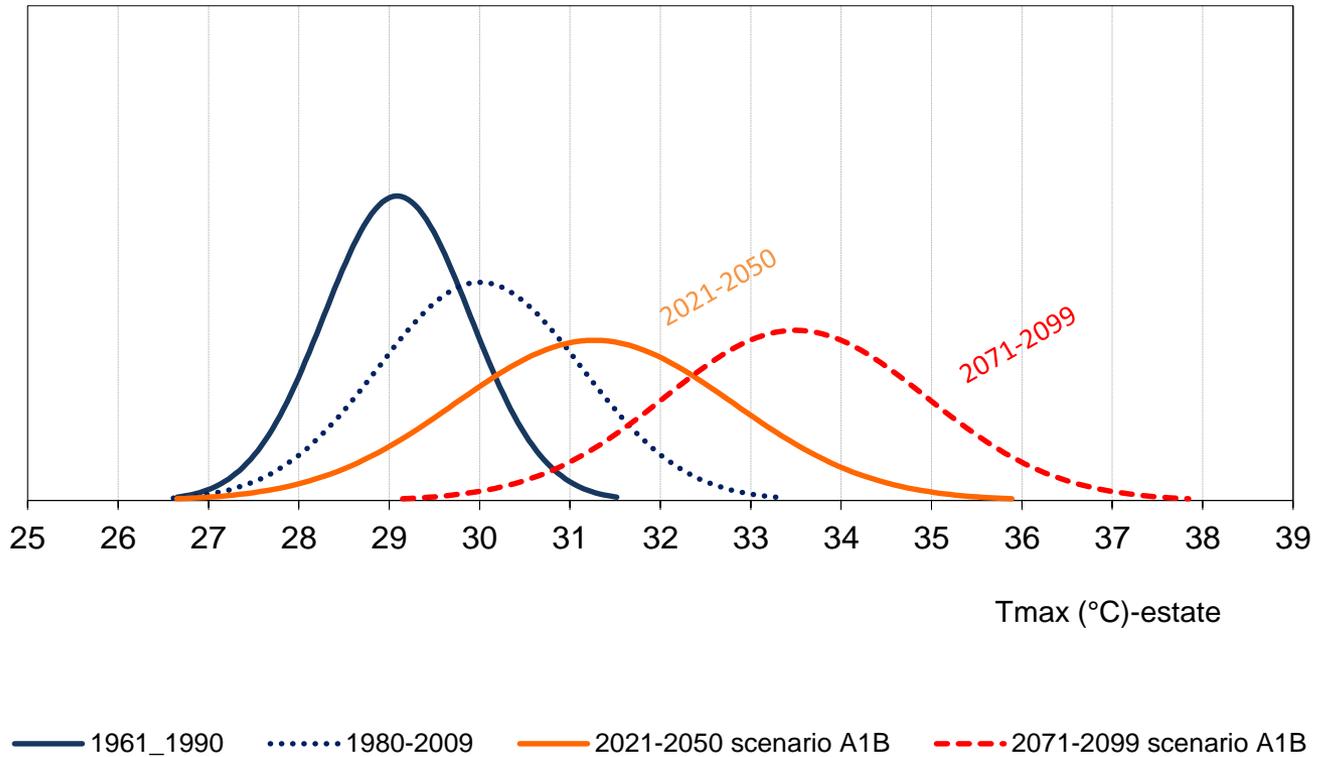


2021:2050	Inverno (delta°C)	Primavera (delta°C)	Estate (delta °C)	Autunno (delta °C)
Tmin	1.2	1.3	1.8	1.7
Tmax	1.5	2.1	2.9	1.3

**Clima di riferimento 1961-1990**

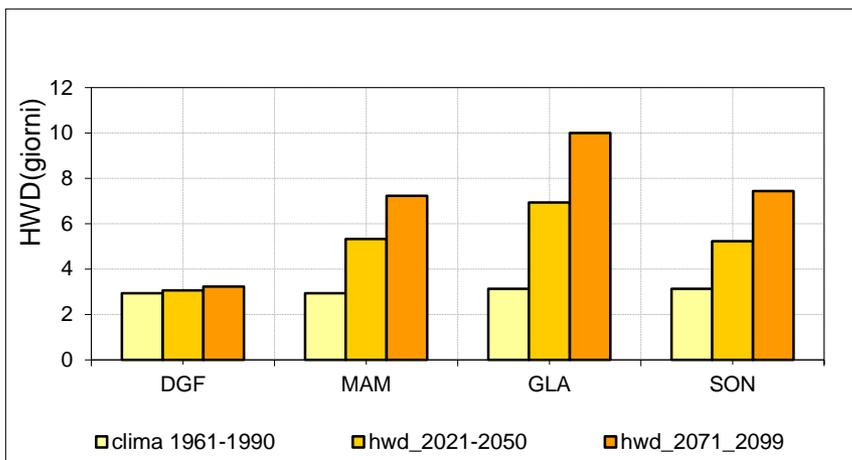
Incremento della Tmin e Tmax in tutte le stagioni, maggiore in estate.

Scenari climatici a Bologna - Temperatura massima estate (giugno-agosto)

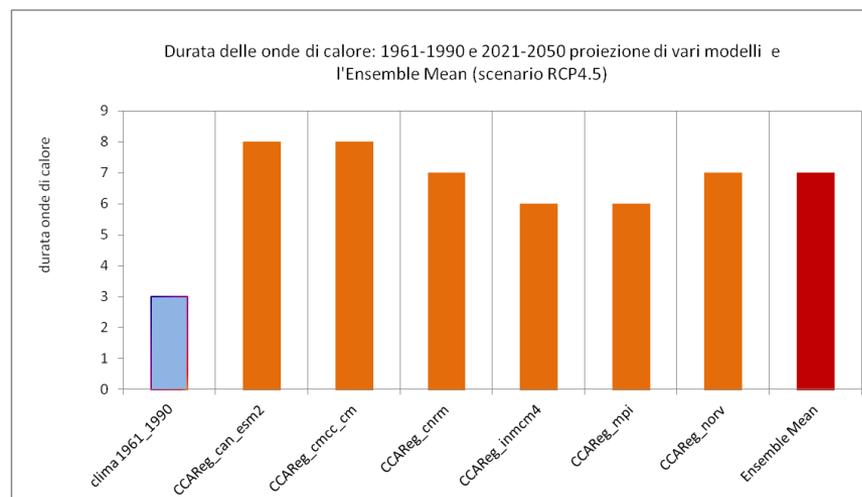


**Onde di calore:** numero massimo di giorni consecutivi con la Tmax maggiore del 90mo percentile giornaliero nel periodo di riferimento (1961-1990)

## BLUEAP (scenario A1B)

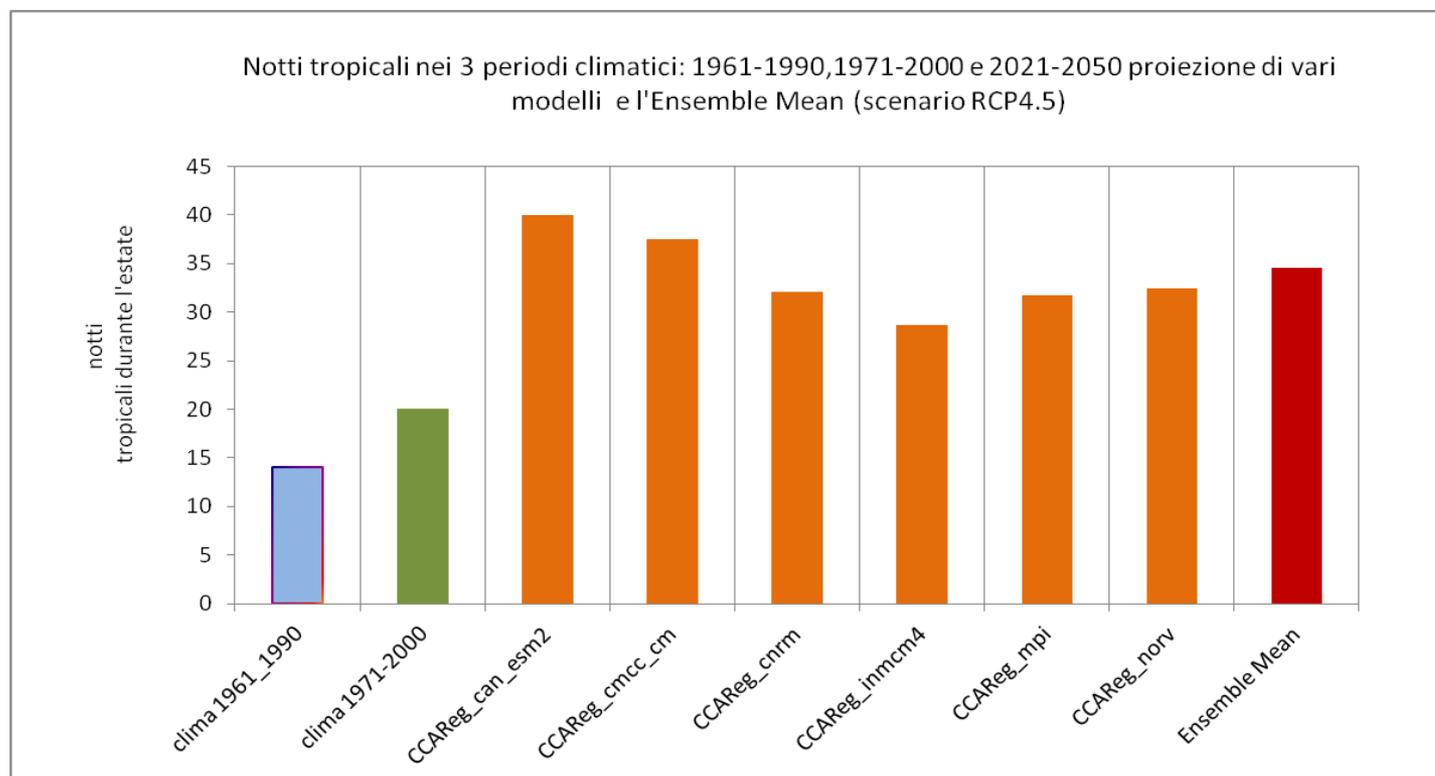


## PUG (scenario RCP4.5)



**Notti tropicali:** numero di giorni con la Tmin maggiore di 20 °C

## PUG (scenario RCP4.5)



VULNERABILITÀ



**ONDATE DI CALORE  
IN AREA URBANA**

STRATEGIA

Incrementare il greening urbano: tutelare e valorizzare le aree verdi estensive alberate e l'agricoltura urbana

Incrementare isolamento e greening edifici pubblici e privati

Diminuire la vulnerabilità della popolazione esposta a rischi sanitari collegati con l'aumento delle temperature

AZIONI PILOTA

Nuovo regolamento del verde

Nuovi orti comunali urbani

Campagna informativa GreenUP



**Nuovi orti comunali quartiere Savena**

VULNERABILITÀ



**SICCITÀ  
E CARENZA IDRICA**

STRATEGIA

- Ridurre i prelievi di risorse idriche naturali
- Eliminare le acque parassite e la commistione tra acque bianche e nere
- Regolazione delle portate del fiume Reno
- Tutelare la produzione agricola

AZIONI PILOTA

- Nuovi obiettivi di risparmio del RUE
- Riduzione dei consumi idrici a FICo
- Irrigazione con acqua non potabile dei Giardini Margherita
- Raccolta della pioggia nell'Istituto di Agraria
- Risanamento Torrente Aposa
- Risanamento canale Ficcacollo

VULNERABILITÀ



**EVENTI ESTREMI DI  
PIOGGIA E RISCHIO  
IDROGEOLOGICO**

STRATEGIA

- Migliorare la risposta idrogeologica della città
- Rendere il territorio più "resistente" alle precipitazioni intense
- Ridurre il carico inquinante sulle acque veicolato dalle piogge
- Aumentare la resilienza della popolazione e dei beni a rischio

AZIONI PILOTA

- Nuove linee guida per il drenaggio urbano sostenibile
- Gestione sostenibile delle piogge nuovo insediamento commerciale (via Larga)
- Gestione sostenibile delle piogge di una nuova urbanizzazione POC aree demaniali
- Pacchetti assicurativi

**Sostenere le portate dei corsi d'acqua nel periodo estivo**



Fonte : <http://www.blueap.eu/site/>

https://www.arpae.it/dettaglio\_generale.asp?id=2867&idlivello=1591

The screenshot shows the top navigation bar of the Arpae website. It includes the Arpae logo, a search icon, and a navigation menu with items like 'Idro-Meteo-Clima', 'Temi ambientali', 'Arpae in regione', and 'arpae emilia-romagna'. Below the navigation bar, there is a breadcrumb trail: 'Ti trovi in : Arpae / Idro-Meteo-Clima / Argomenti / Clima /'. The main content area features a large orange banner with the text 'Osservatorio clima' and a sun icon. Below the banner, a paragraph of text describes the observatory's mission: 'Dal 2019 è operativo l'Osservatorio clima che aggiorna i dati e fornisce indicatori di base sul clima regionale, aggiornando i dati e le elaborazioni riguardanti il clima regionale, presente e futuro, per la pianificazione settoriale e intersettoriale.'

#### Referenti

**Lucio Botarelli**, responsabile Territorio e Reti

**Vittorio Marletto**, responsabile Osservatorio Clima

#### Collaboratori

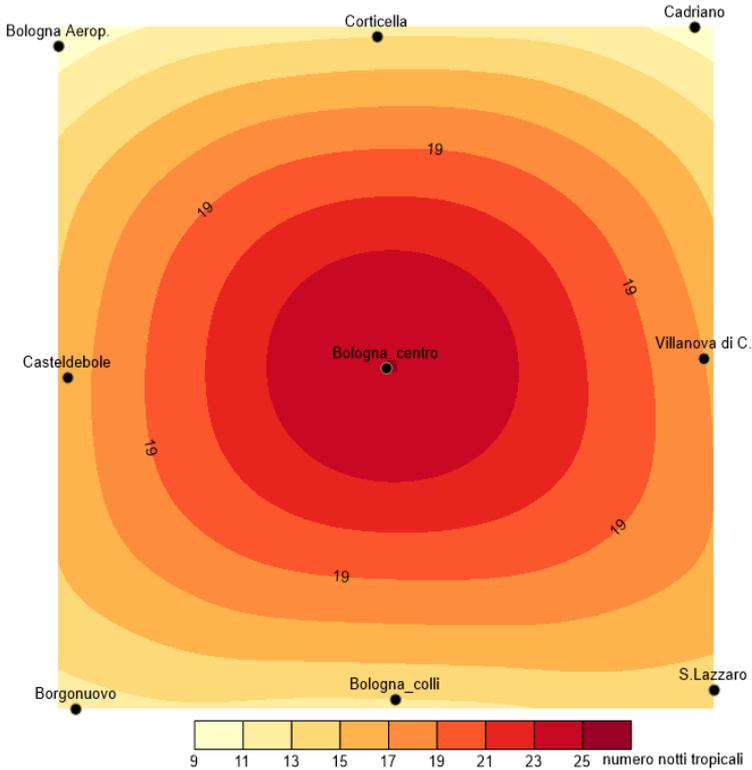
Gabriele Antolini, Roberta Monti, Fabrizio Nerozzi, Andrea Pasquali, Valentina Pavan, William Pratzzoli, Andrea Selvini, Fausto Tomei, Rodica Tomozeiu, Giulia Villani, Antonio Volta

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE !**

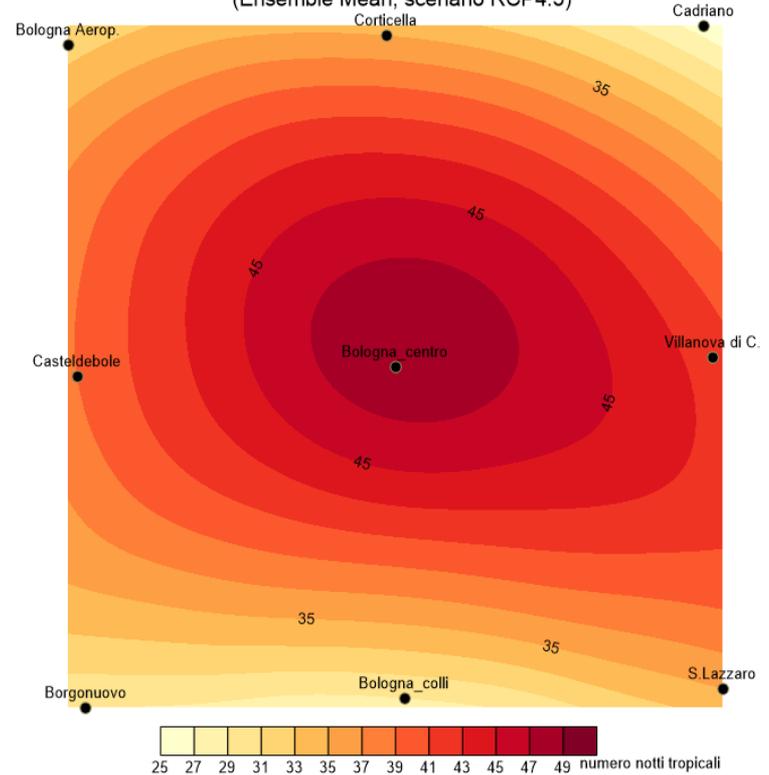
## PRESENTE

## FUTURO

Estate: notti tropicali, periodo 1961-1990



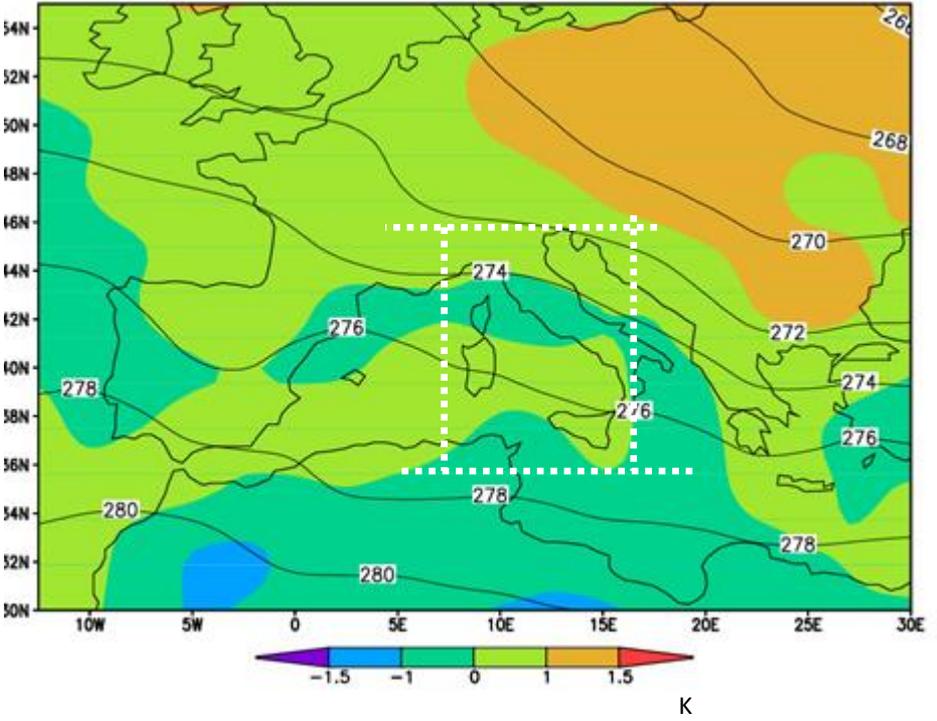
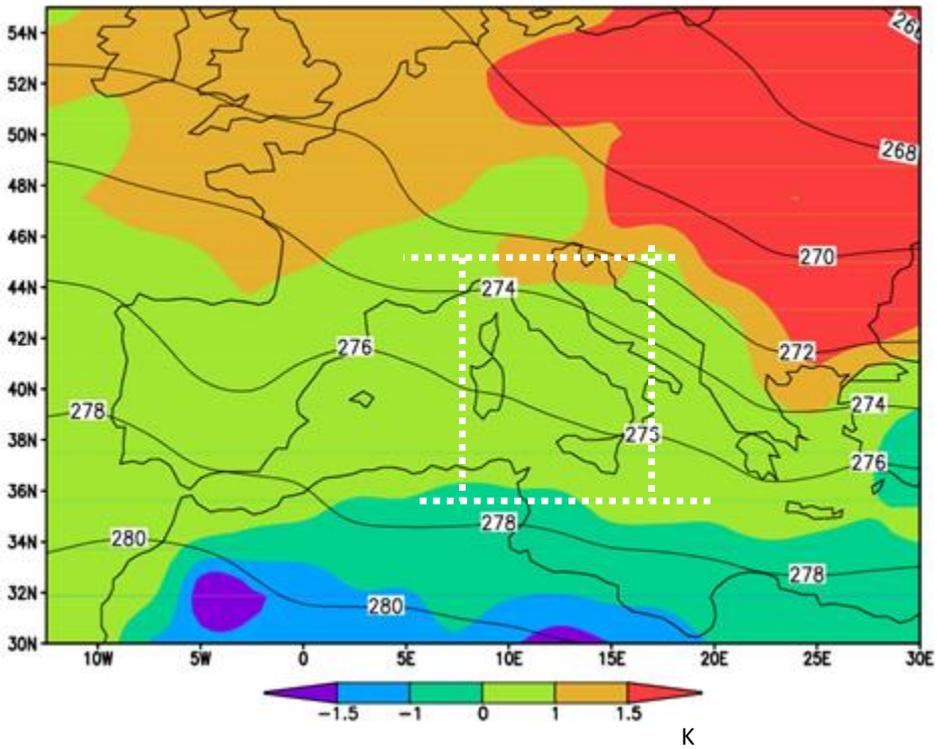
Proiezioni future notti tropicali: estate, 2021-2050  
(Ensemble Mean, scenario RCP4.5)



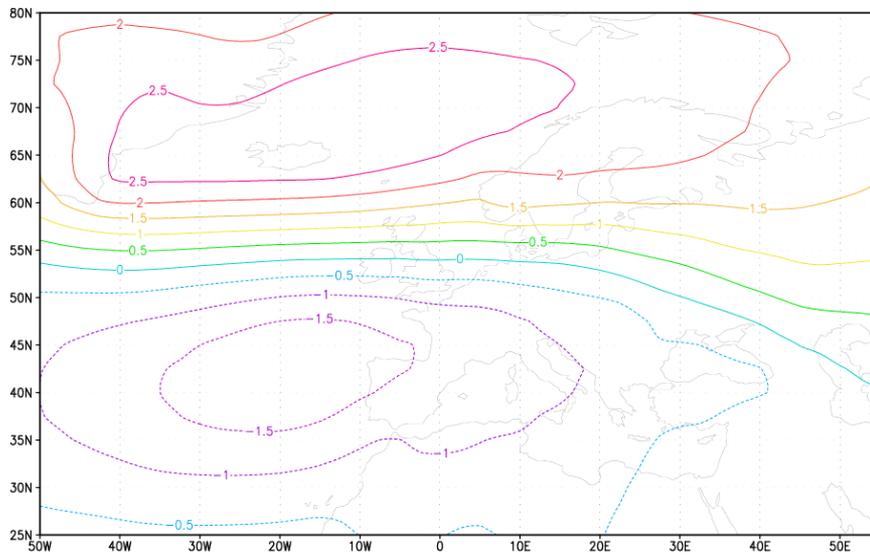
INGV - ERA40

T850 winter (DJF)

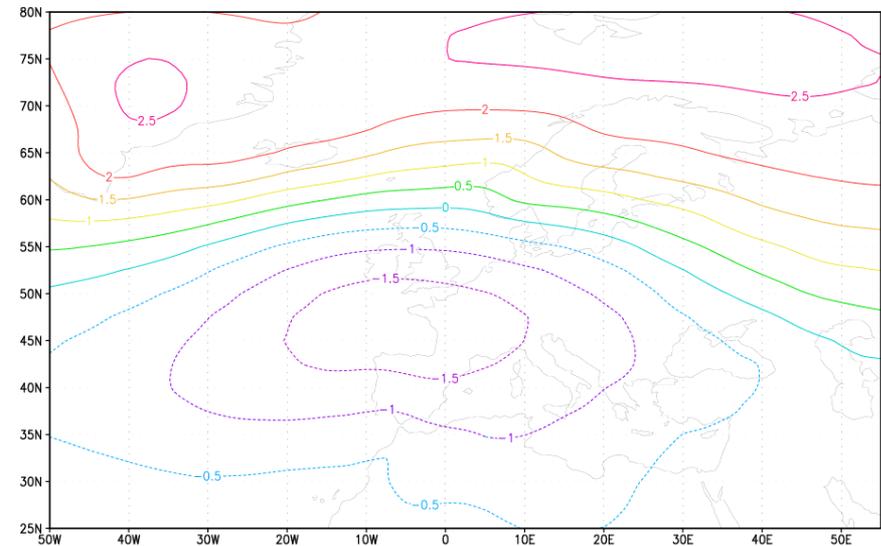
ECHAM5- ERA40



EOF1 MSLP DJF, ERA40 (1961-1990)



EOF1 MSLP DJF, ECHAM5 (1961-1990)



	var_EOF1(%)	var_EOF2(%)
ERA40	43.6	16.7
ECHAM5	43	18.3