

# NAUSICA INTERIM



## CATENA OPERATIVA DI ANALISI METEOROLOGICHE



ARPA FVG – CRMA  
Centro Regionale di Modellistica Ambientale  
[crma@arpa.fvg.it](mailto:crma@arpa.fvg.it)

Anna Chiara Goglio  
Palmanova, Dicembre 2018

- **Introduzione**
  - **Obiettivi NAUSICA**
  - **Obiettivi NAUSICA Interim**
  
- Database Campi Meteorologici
  - Prodotti disponibili
  - Suite operativa NAUSICA\_gen
  - Risultati verifiche qualità
  
- Database Campi statistici
  - Prodotti disponibili
  - Suite NAUSICA\_stat
  - Risultati verifiche qualità
    - Temperatura
    - Intensità vento
    - Precipitazioni
  
- Conclusioni
  
- Bibliografia

# Obiettivi

## ❖ Progetto **NAUSICA**:

- **Creazione database di ANALISI meteorologiche:**
  - 18 anni di simulazioni annuali (2001-2017)
  - Modello **WRF** (downscaling *analisi ECMWF*)
  - 3 domini innestati ad alta risoluzione:
    - Continentale  $\Delta s = 50 \text{ km}$   $\Delta t = 6 \text{ h}$
    - Nazionale  $\Delta s = 10 \text{ km}$   $\Delta t = 3 \text{ h}$
    - Regionale  $\Delta s = 2 \text{ km}$   $\Delta t = 1 \text{ h}$
  
- **Verifica** e visualizzazione della qualità:
  - Confronti stagionali  
**SERIE TEMPORALI** nei punti di STZ
  - Confronti stagionali  
**DISTRIBUZIONI** su AREA
  
- Redazione REPORT distribuibile



# Obiettivi

## ❖ Progetto NAUSICA:



## ❖ NAUSICA INTERIM:

### ➤ Creazione database di ANALISI meteorologiche:

- 18 anni di simulazioni annuali (2001-2017)
- Modello **WRF** (*analisi ECMWF*)
- 3 domini innestati ad alta risoluzione:
  - Continentale  $\Delta s = 50 \text{ km}$   $\Delta t = 6 \text{ h}$
  - Nazionale  $\Delta s = 10 \text{ km}$   $\Delta t = 3 \text{ h}$
  - Regionale  $\Delta s = 2 \text{ km}$   $\Delta t = 1 \text{ h}$

### ➤ **Verifica** e visualizzazione della qualità:

- Confronti **SERIE TEMPORALI**  
nei punti di STZ
- Confronti **DISTRIBUZIONI** su AREA

### ➤ Redazione REPORT distribuibile

### ➤ **Messa in operatività della catena NAUSICA**

- Simulazioni annuali
- Modello **WRF** (*downscaling analisi ECMWF*)
- 3 domini innestati ad alta risoluzione:
  - Continentale  $\Delta s = 50 \text{ km}$   $\Delta t = 6 \text{ h}$
  - Nazionale  $\Delta s = 10 \text{ km}$   $\Delta t = 3 \text{ h}$
  - Regionale  $\Delta s = 2 \text{ km}$   $\Delta t = 1 \text{ h}$

### ➤ Generazione di un database di **CAMPI STATISTICI** derivati

### ➤ **Verifica** del database generato:

- Confronto **campi statistici**  
nei punti di STZ

### ➤ Redazione di un REPORT distribuibile

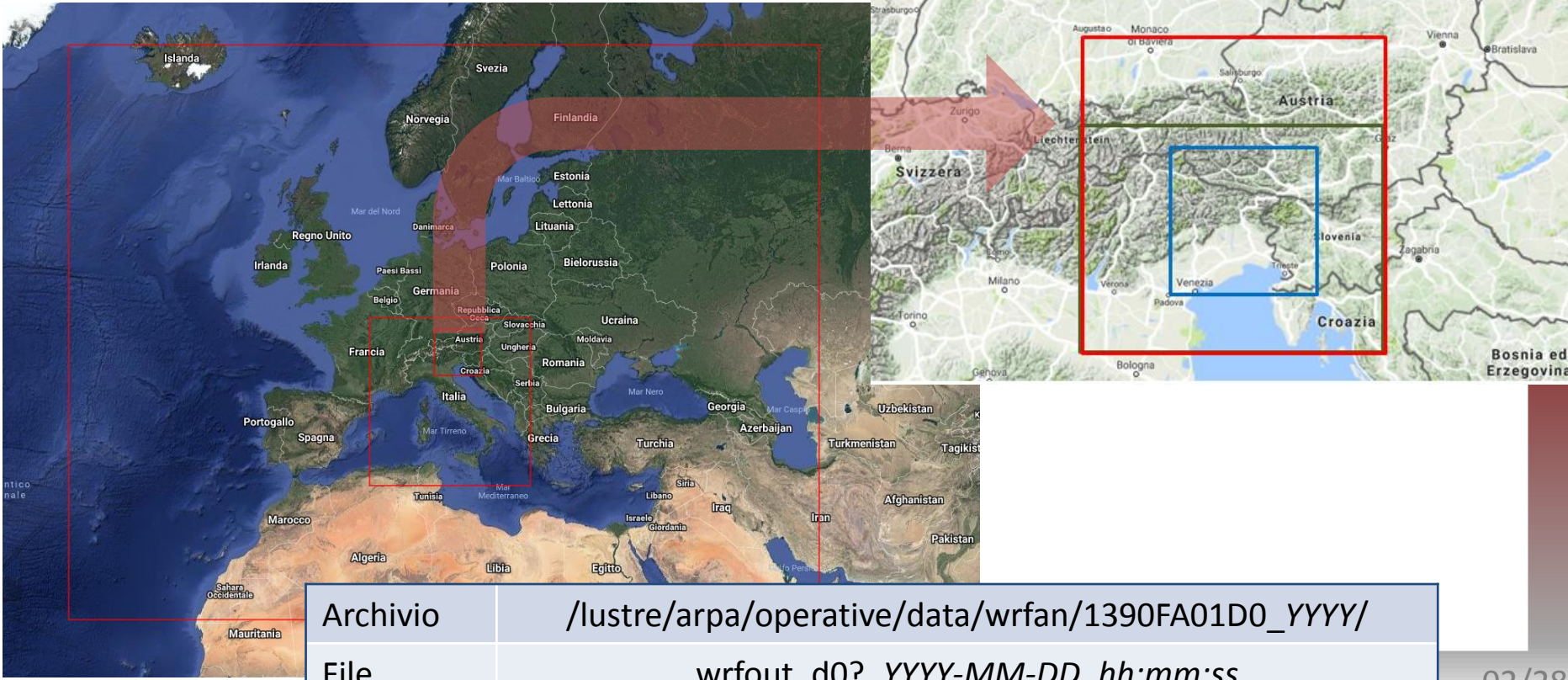
- Introduzione
  - Obiettivi NAUSICA
  - Obiettivi NAUSICA Interim
  
- **Database Campi Meteorologici**
  - **Prodotti disponibili**
  - **Suite operativa NAUSICA\_gen**
  - **Risultati verifiche qualità**
  
- Database Campi statistici
  - Prodotti disponibili
  - Suite NAUSICA\_stat
  - Risultati verifiche qualità
    - Temperatura
    - Intensità vento
    - Precipitazioni
  
- Conclusioni
  
- Bibliografia



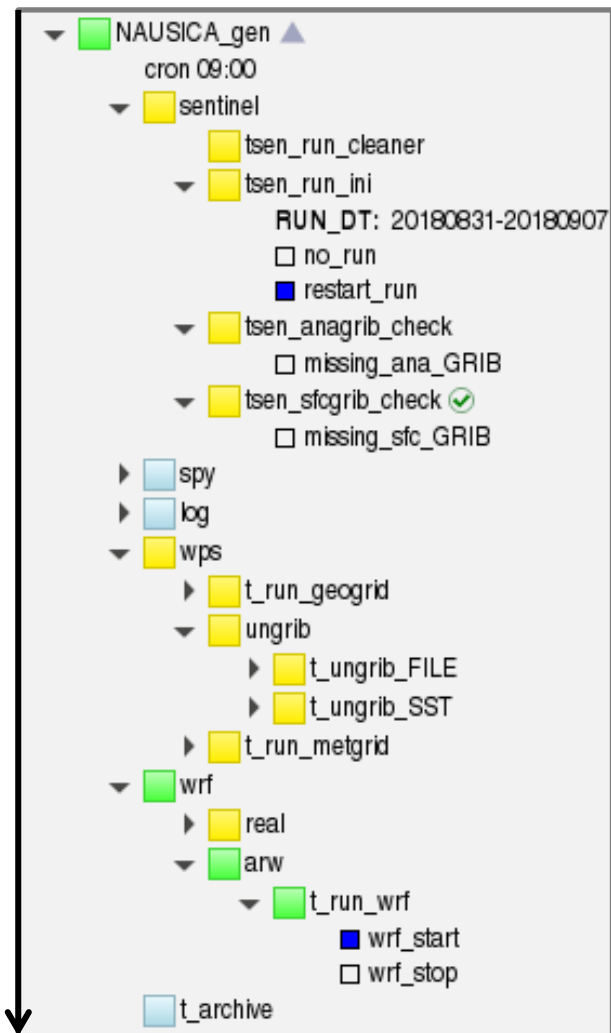
# Database campi meteo

	d03	d02	d01
Periodo	2001-2018	2001-2018	2001-2018
Risoluzione spaziale	2 km x 2 km	10 km x 10 km	50 km x 50 km
Risoluzione temporale	1 h	3 h	6 h
<b>Dimensioni</b>	<b>16 Tb</b>	<b>2.8 Tb</b>	<b>0.614 Tb</b>

**TOT =  
1.4 Tb  
Anno**

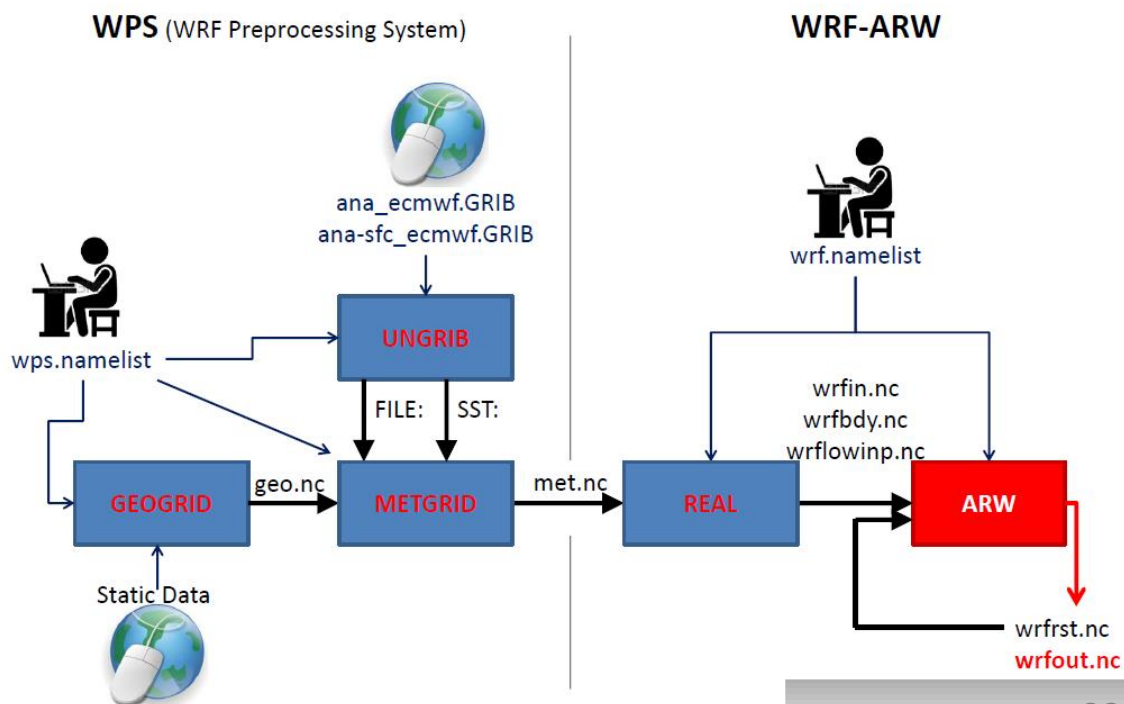


# Suite operativa NAUSICA\_gen

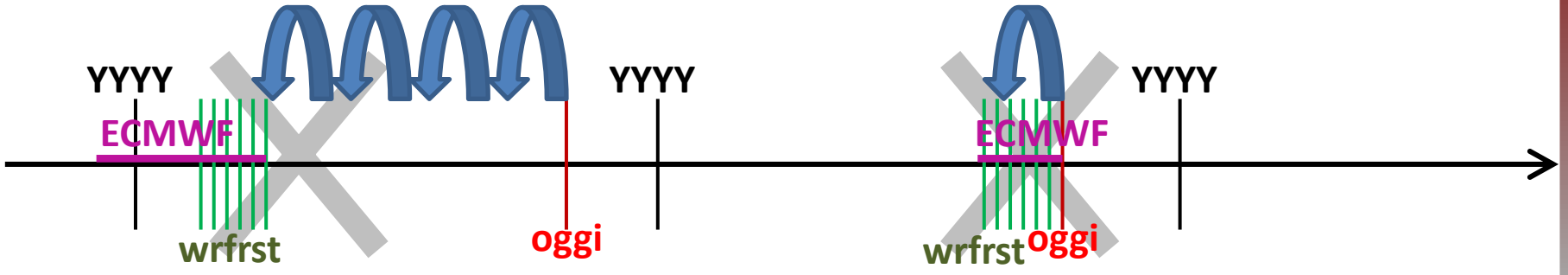
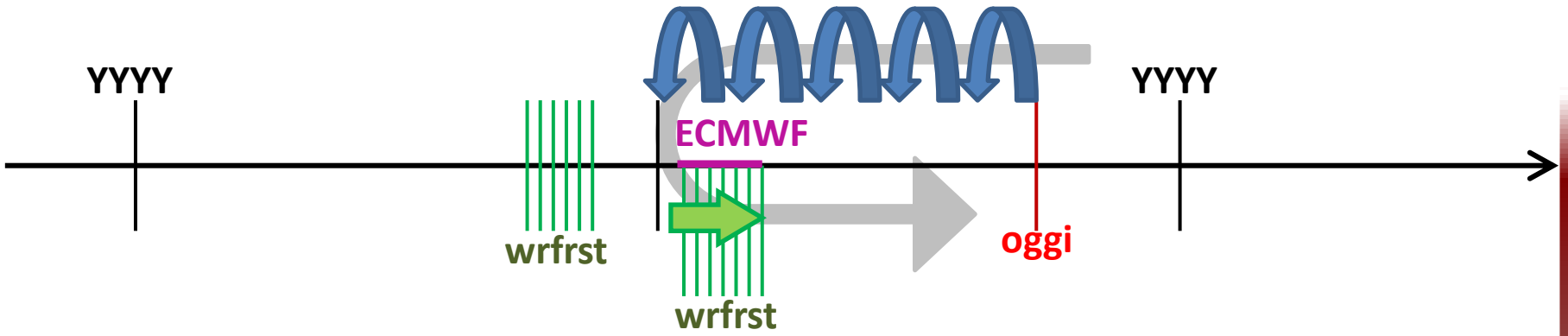
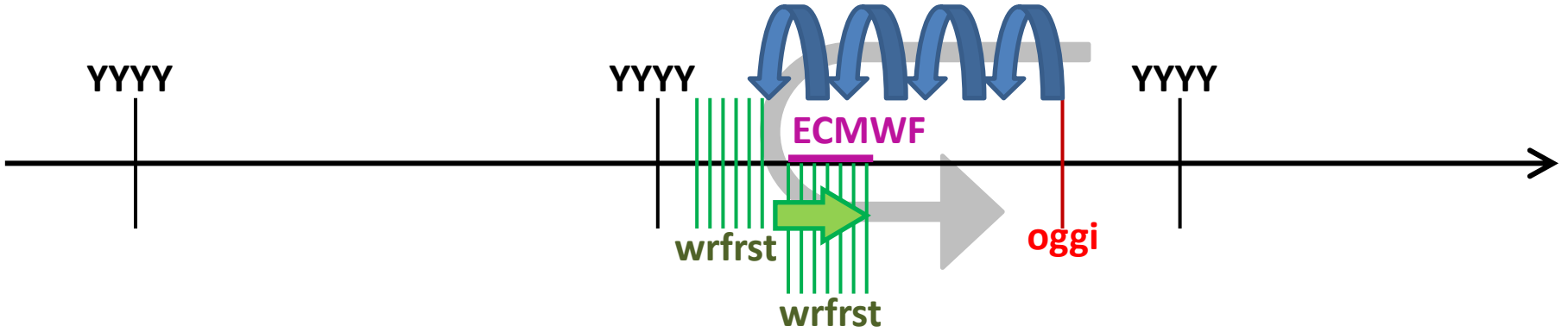


Risorse (coda Julia)	Tempi (run wrf)
4 nodi da 40ppn (nproc_x=16, nproc_y=10)	5.0 h (7 giorni)
<b>4 nodi da 32 ppn (nproc_x=16, nproc_y=8)</b>	<b>4.4 h (7 giorni)</b>
4 nodi da 30 ppn (nproc_x=12, nproc_y=10)	4.5 h (7 giorni)

**WRF** → THE WEATHER RESEARCH & FORECASTING MODEL

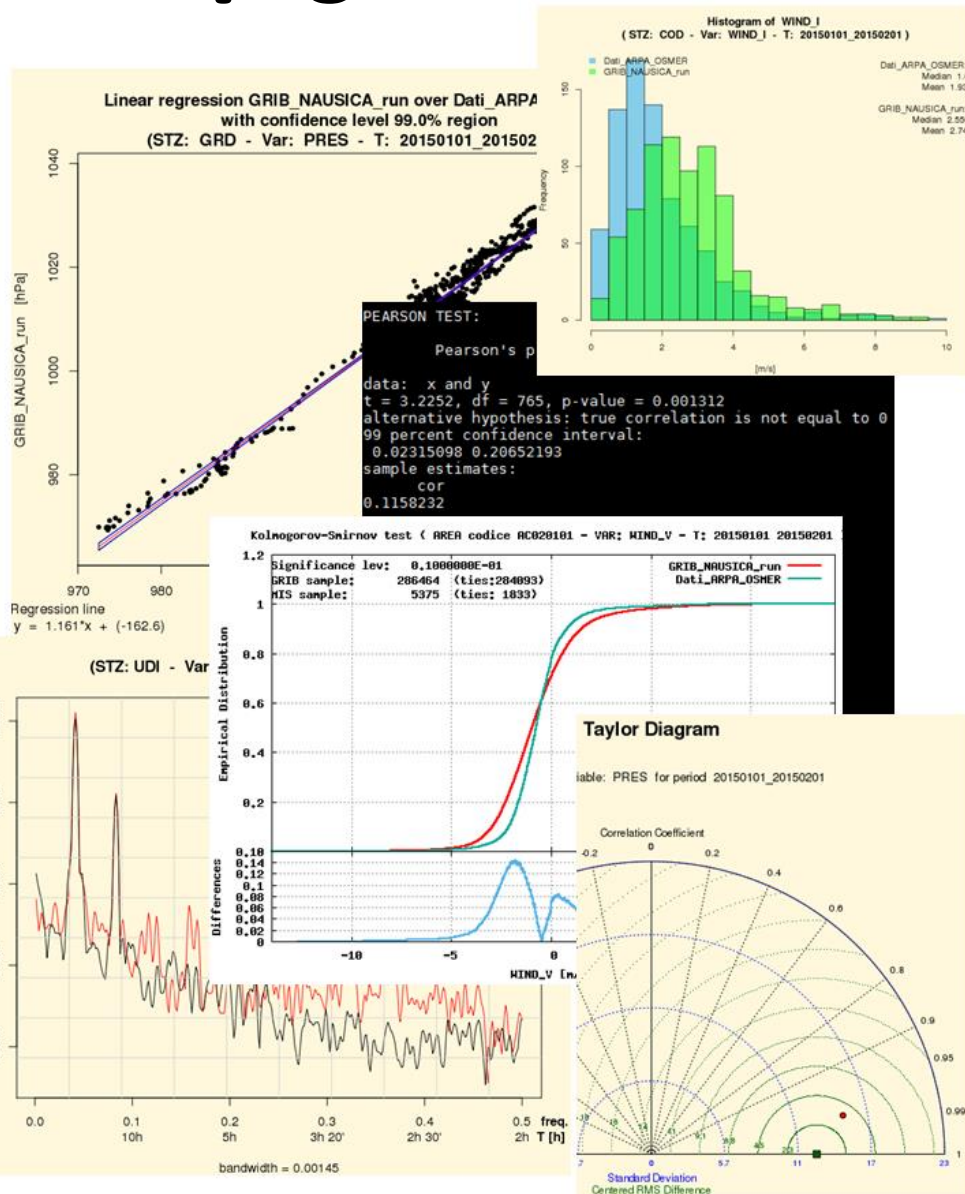
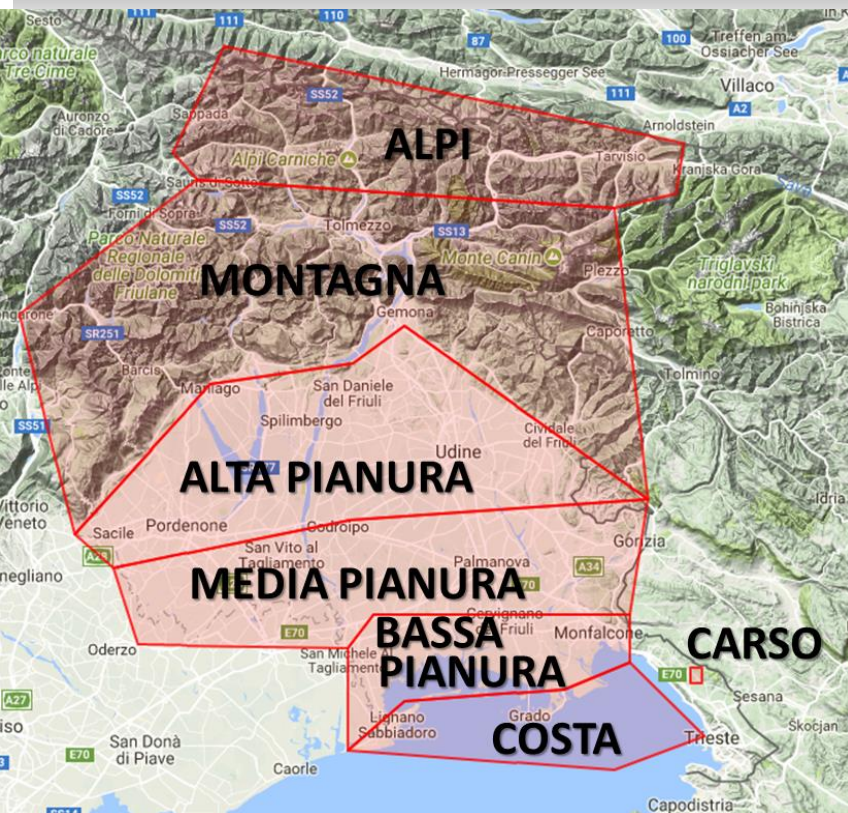


# Suite operativa NAUSICA\_gen



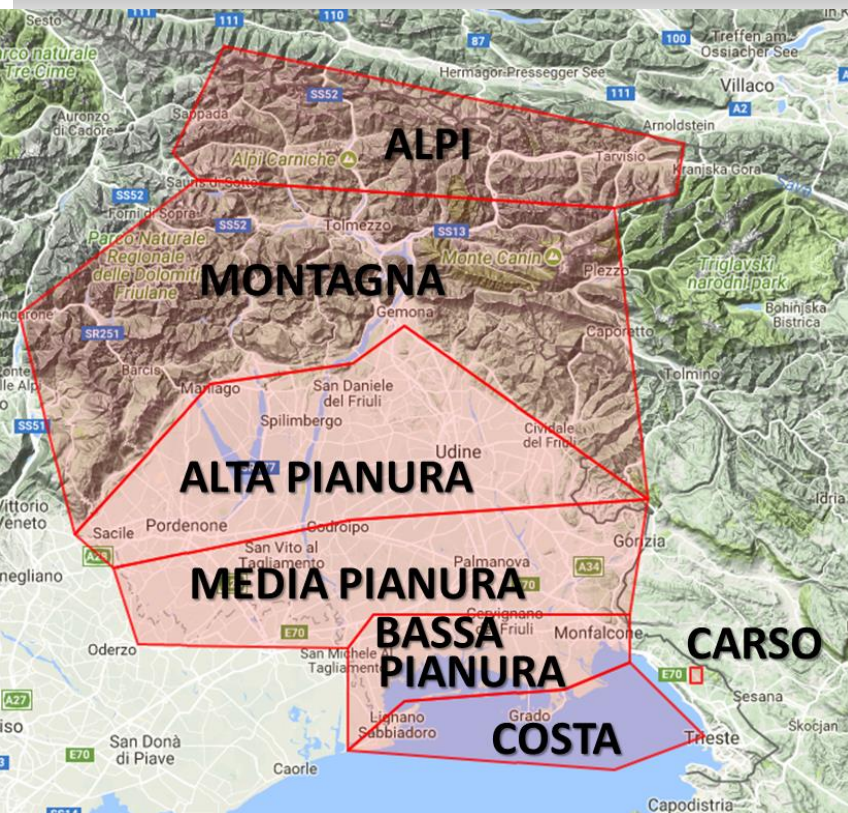


# Verifiche dei campi generati



- Confronto stagionale **SERIE TEMPORALI** nei punti di STZ
- Confronto stagionale **DISTRIBUZIONI** su AREA

# Verifiche dei campi generati



- Confronto stagionale **SERIE TEMPORALI** nei punti di STZ
- Confronto stagionale **DISTRIBUZIONI** su AREA

## ✓ **Accordo soddisfacente tra modello e misure**

Nelle **SIMULAZIONI** rispetto alle misure:

### ➤ **Temperature:**

Distribuzione qualche grado più stretta

### ➤ **Venti:**

**Sovrastima** (bias di  $\approx 1-2$  m/s su diverse aree)

### ➤ **Precipitazione:**

Sottostima dei bassi valori su alcune aree

### ➤ **Umidità:**

Distribuzione più stretta

### ➤ **Pressione:**

Distribuzione più larga

### ➤ **Radiazione:**

**Sovrastima sistematica** di circa  $100 \text{ W/m}^2$

### ➤ **Evapotraspirazione:**

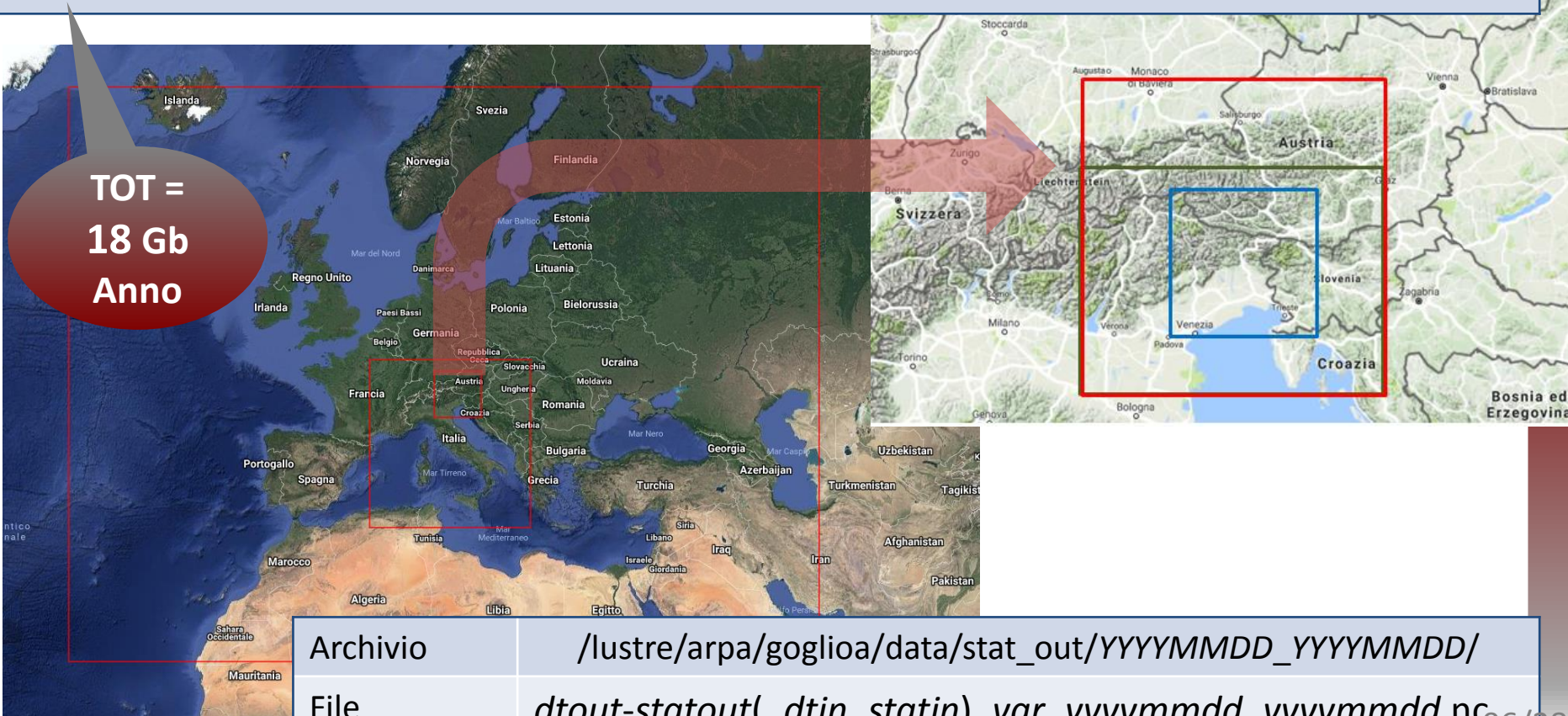
Sottostima soprattutto nelle stagioni fredde

- Introduzione
  - Obiettivi NAUSICA
  - Obiettivi NAUSICA Interim
  
- Database Campi Meteorologici
  - Prodotti disponibili
  - Suite operativa NAUSICA\_gen
  - Risultati verifiche qualità
  
- **Database Campi statistici**
  - **Prodotti disponibili**
  - **Suite NAUSICA\_stat**
  - **Risultati verifiche qualità**
    - **Temperatura**
    - **Intensità vento**
    - **Precipitazioni**
  
- Conclusioni
  
- Bibliografia



# Database Campi Statistici

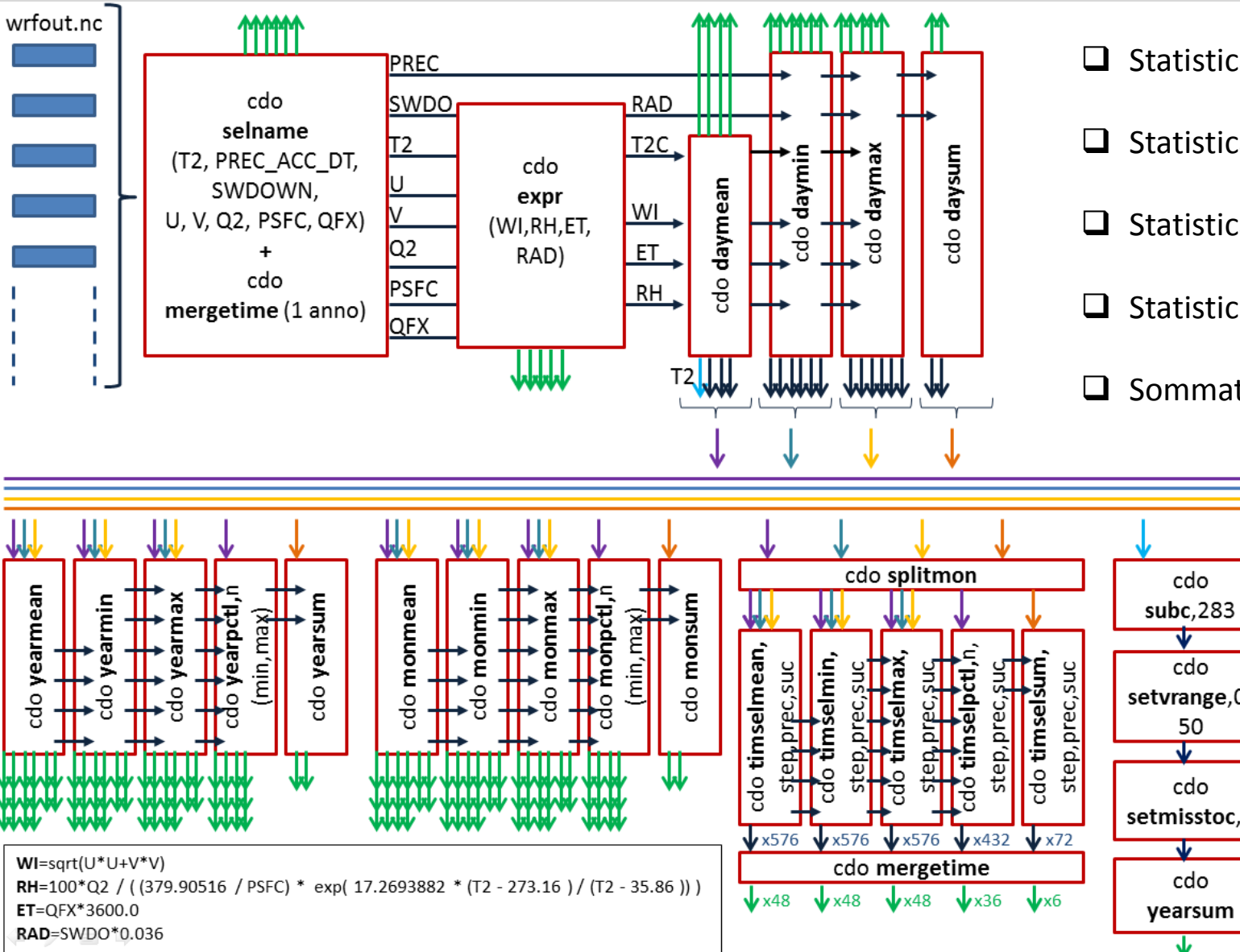
	Campi estratti e derivati (annuali)	Statistica Giornaliera (annuali)	Statistica Mensile (annuali)	Statistica Annuale (annuali)	Statistica Decadale (annuali)	Sommatorie termiche (annuali)	Tabelle
Periodo	2001-2017	2001-2017	2001-2017	2001-2017	2001-2017	2001-2017	2001-2017
Risoluzione	2 km x 2 km	2 km x 2 km	2 km x 2 km	2 km x 2 km	2 km x 2 km	2 km x 2 km	STZ
Dimensioni	289 Gb	18 Gb	2.5 Gb	542 Mb	7.4 Gb	7.9 Mb	38 Mb



Archivio	/lustre/arpa/goglioia/data/stat_out/YYYYMMDD_YYYYMMDD/
File	dtout-statout(_dtin_statin)_var_YYYYMMDD_YYYYMMDD.nc

# Campi Statistici

- Statistica giornaliera
- Statistica mensile
- Statistica annuale
- Statistiche decadali
- Sommatoria termica





- Confronti campi statistici NAUSICA/tabelle OSMER nel punto di stazione **UDINE OSV**

- Stimatori statistici analizzati:

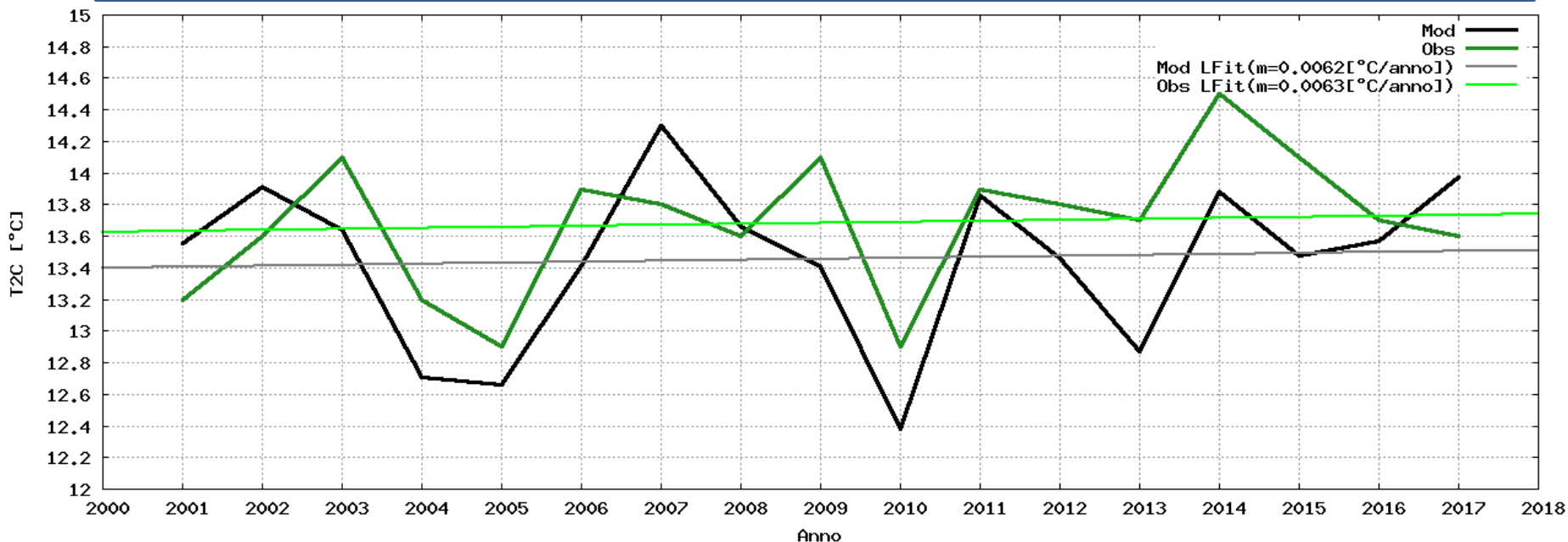
- **Media** annuale, mensile e decadale della **media** giornaliera di **temperatura** a 2m
- **Media** annuale e mensile della **media** giornaliera dell'intensità del **vento** a 10m
- **Precipitazione cumulata** annuale, mensile e decadale
- **Massima** annuale e mensile della **massima** giornaliera di **temperatura** a 2m
- **Minima** annuale e mensile della **minima** giornaliera di **temperatura** a 2m
- **Massima** annuale e mensile della **media** giornaliera dell'intensità del **vento** a 10m



- Introduzione
  - Obiettivi NAUSICA
  - Obiettivi NAUSICA Interim
  
- Database Campi Meteorologici
  - Prodotti disponibili
  - Suite operativa NAUSICA\_gen
  - Risultati verifiche qualità
  
- **Database Campi statistici**
  - **Prodotti disponibili**
  - **Suite NAUSICA\_stat**
  - **Risultati verifiche qualità**
    - **Temperatura**
    - **Intensità vento**
    - **Precipitazioni**
  
- Conclusioni
  
- Bibliografia

# Temperatura media

## Medie annuali delle medie giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine



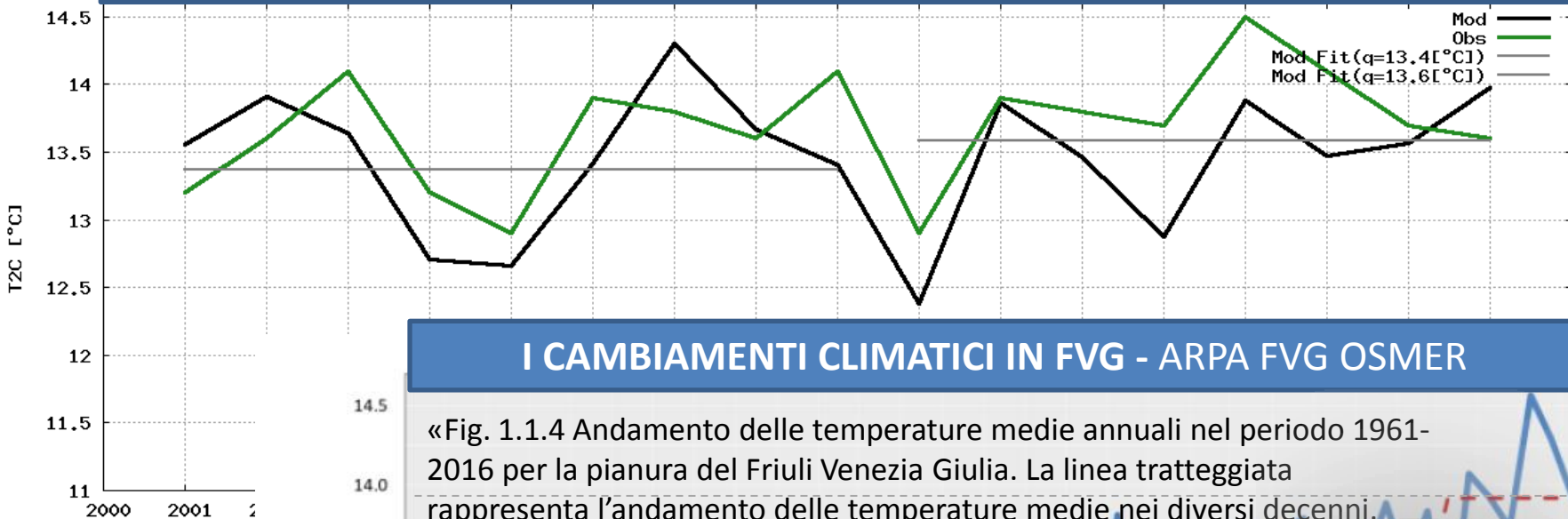
- Tenzialmente **Obs** > **Mod**

- $\Delta_{mod/obs} < 0.8^{\circ}\text{C}$

- $\frac{\Delta T}{Anno} |_{obs} \sim \frac{\Delta T}{Anno} |_{mod} \approx 0.006^{\circ}\text{C}/\text{Anno}$

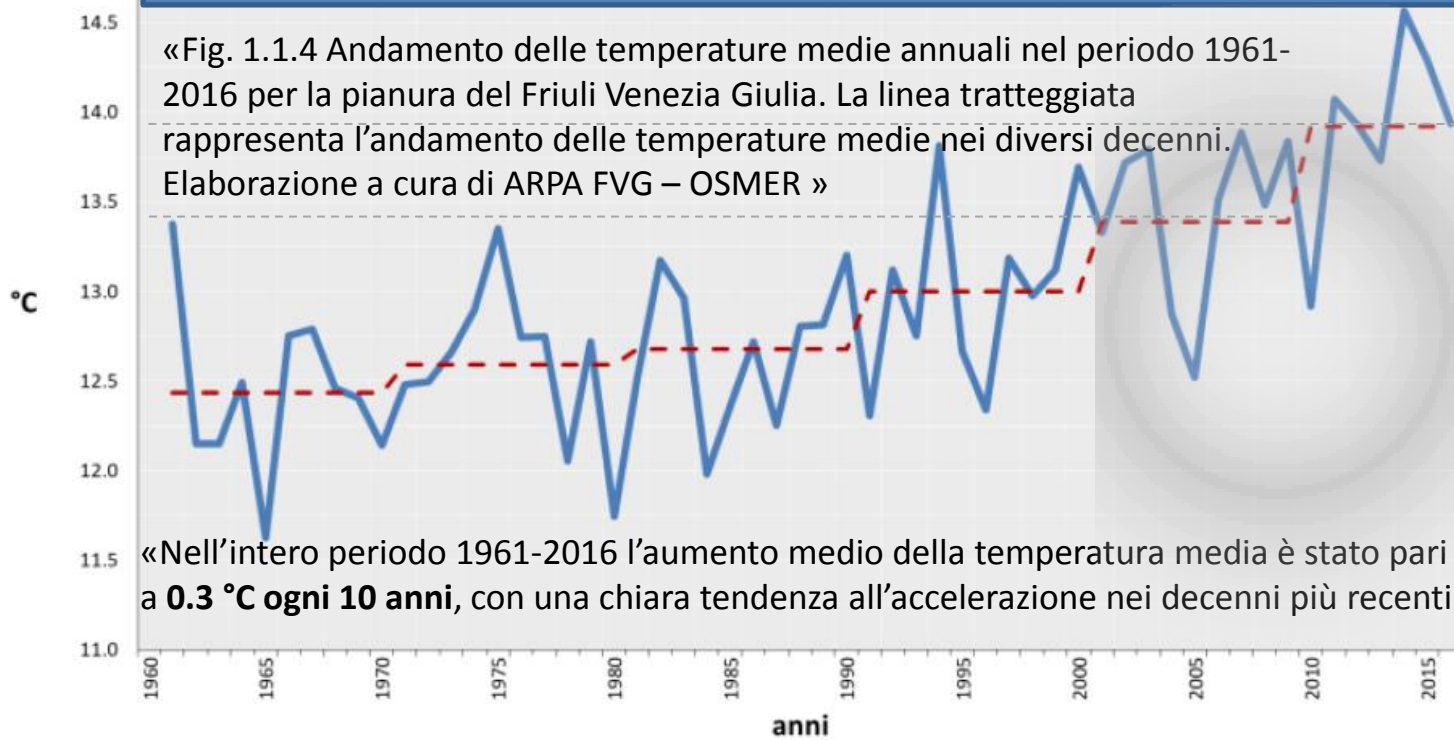
# Temperatura media

## Medie annuali delle medie giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine



## I CAMBIAMENTI CLIMATICI IN FVG - ARPA FVG OSMER

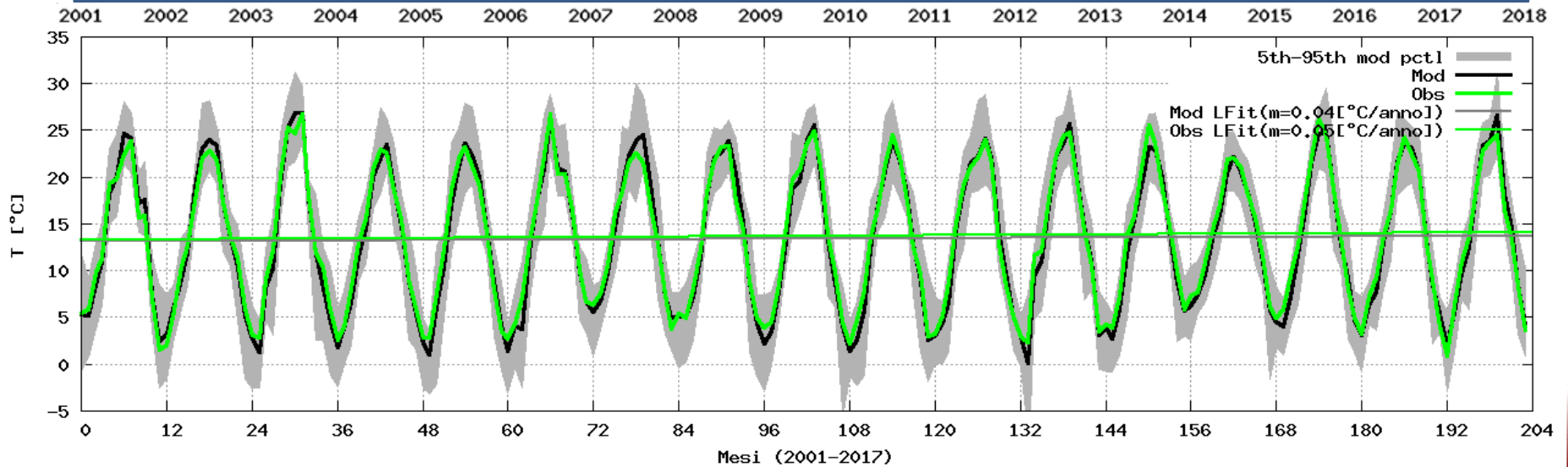
«Fig. 1.1.4 Andamento delle temperature medie annuali nel periodo 1961-2016 per la pianura del Friuli Venezia Giulia. La linea tratteggiata rappresenta l'andamento delle temperature medie nei diversi decenni. Elaborazione a cura di ARPA FVG – OSMER »



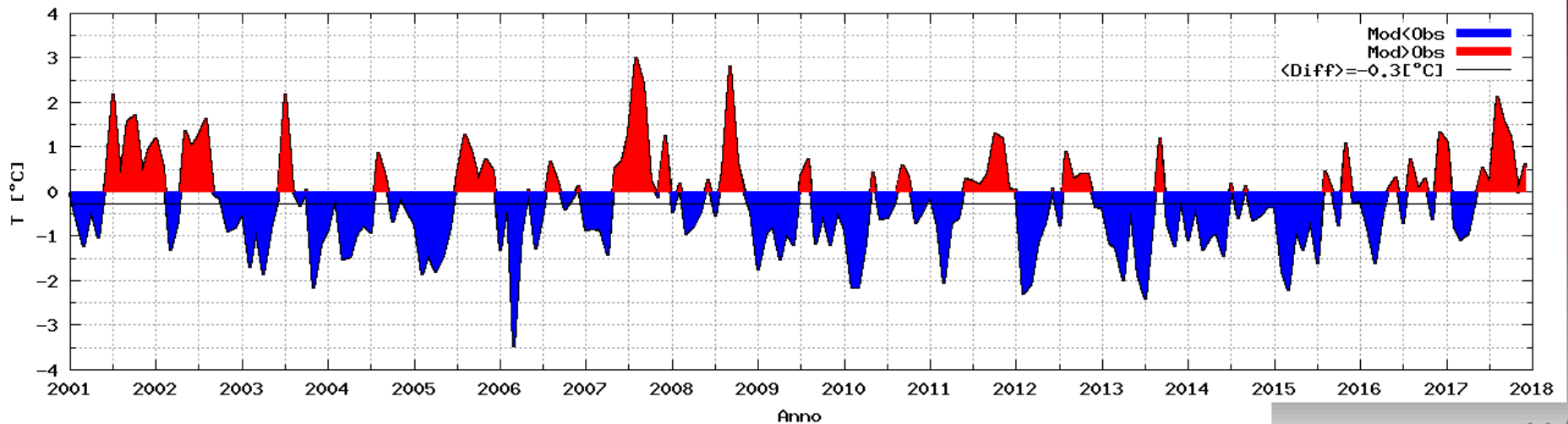
«Nell'intero periodo 1961-2016 l'aumento medio della temperatura media è stato pari a **0.3 °C ogni 10 anni**, con una chiara tendenza all'accelerazione nei decenni più recenti»

# Temperatura media

## Medie mensili delle medie giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine

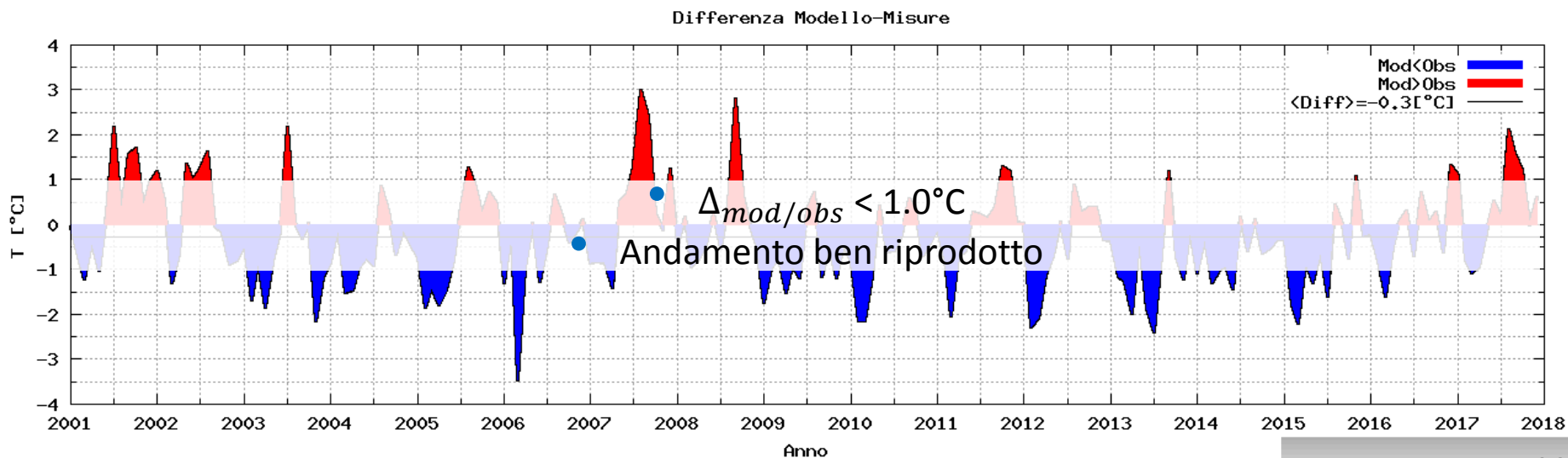
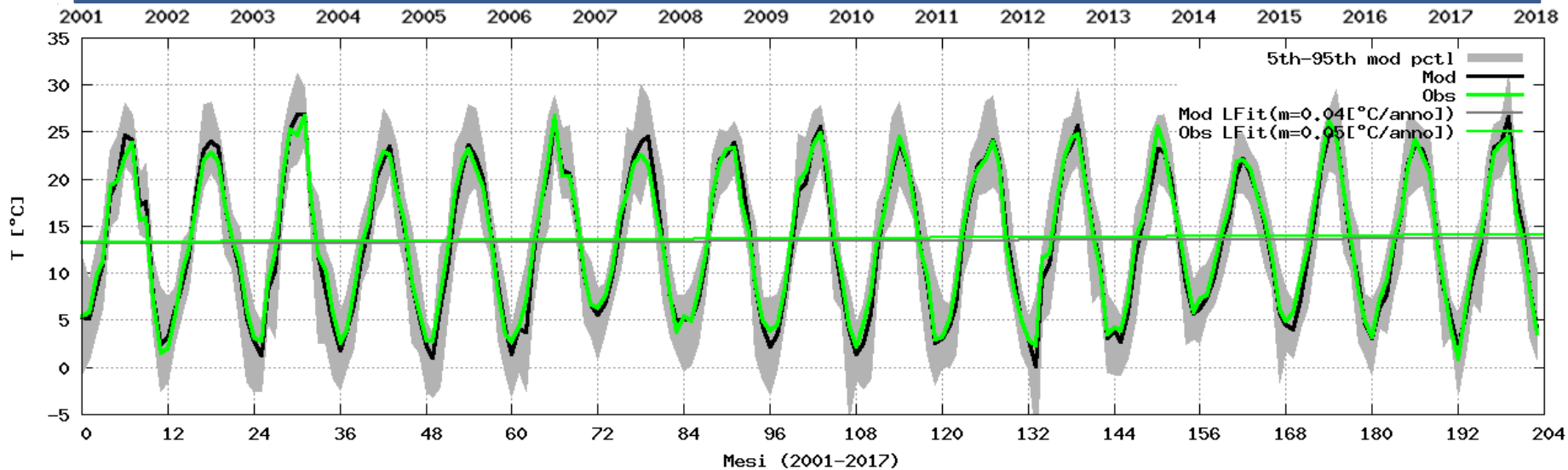


## Differenza Modello-Misure



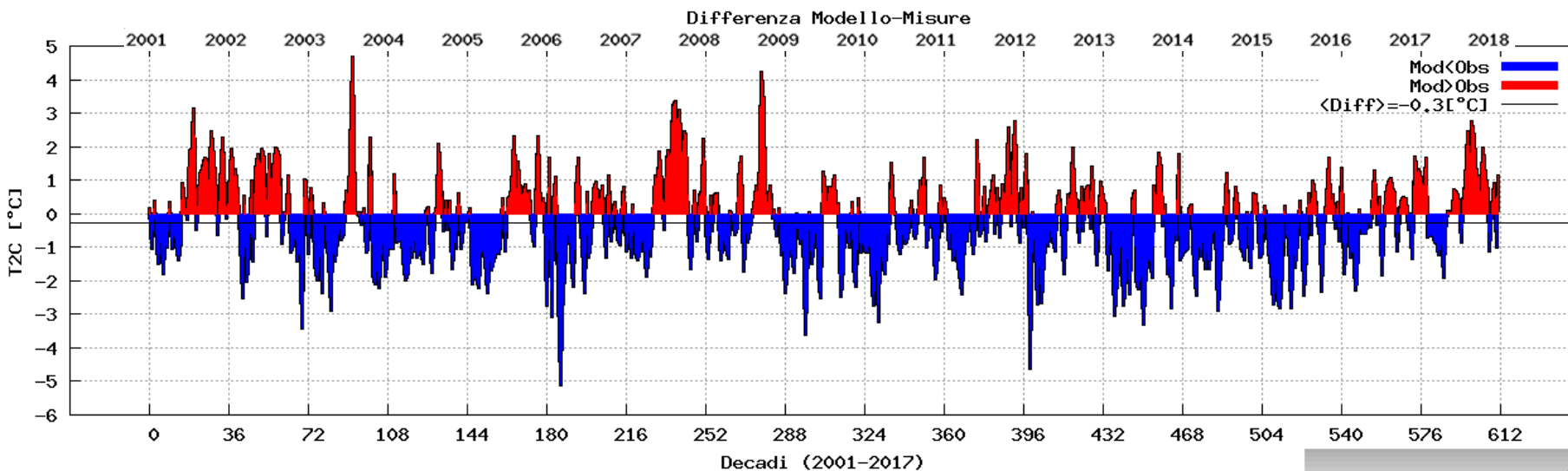
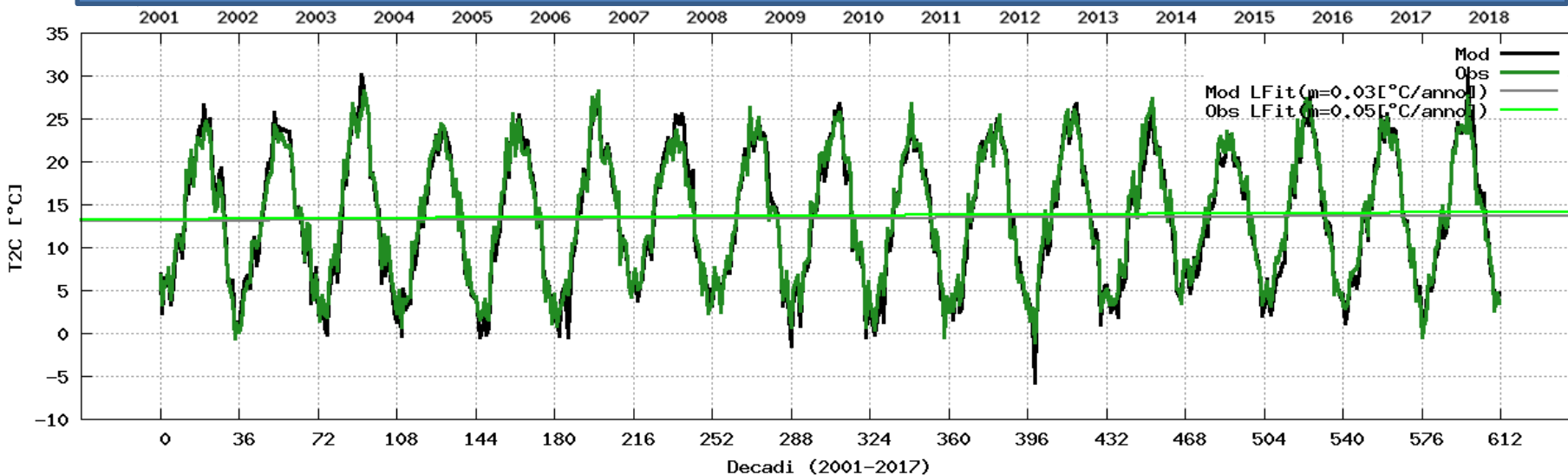
# Temperatura media

## Medie mensili delle medie giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine



# Temperatura media

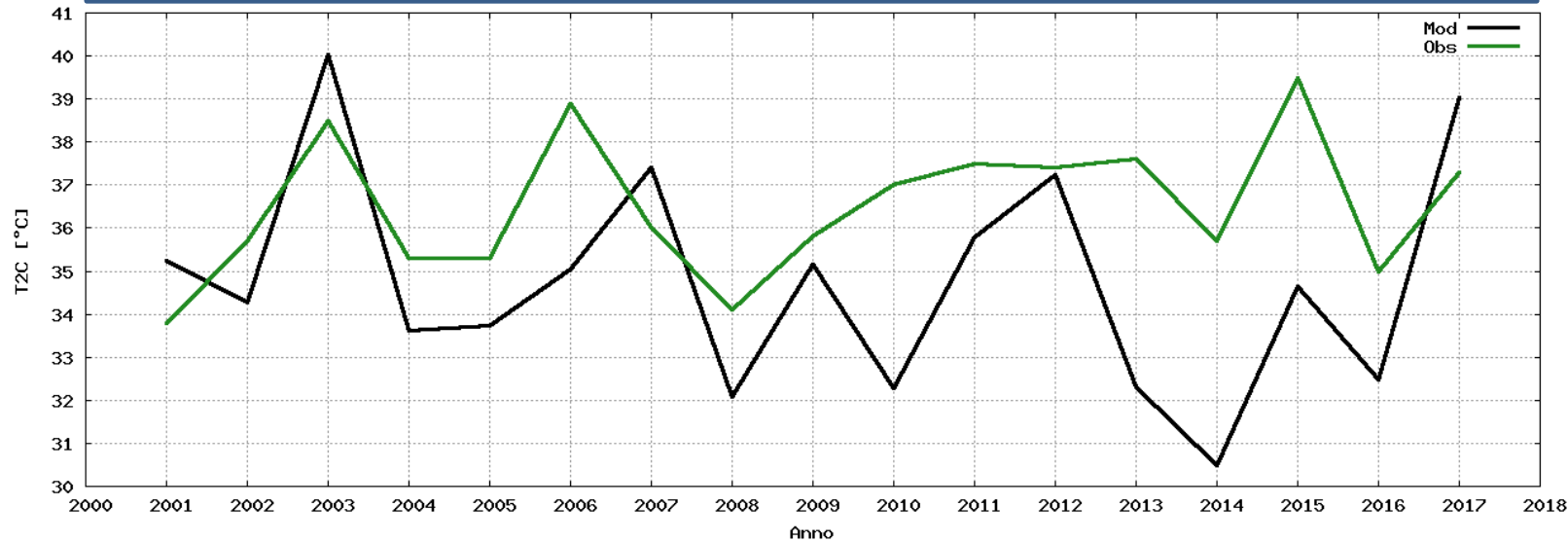
## Medie decadali delle medie giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine



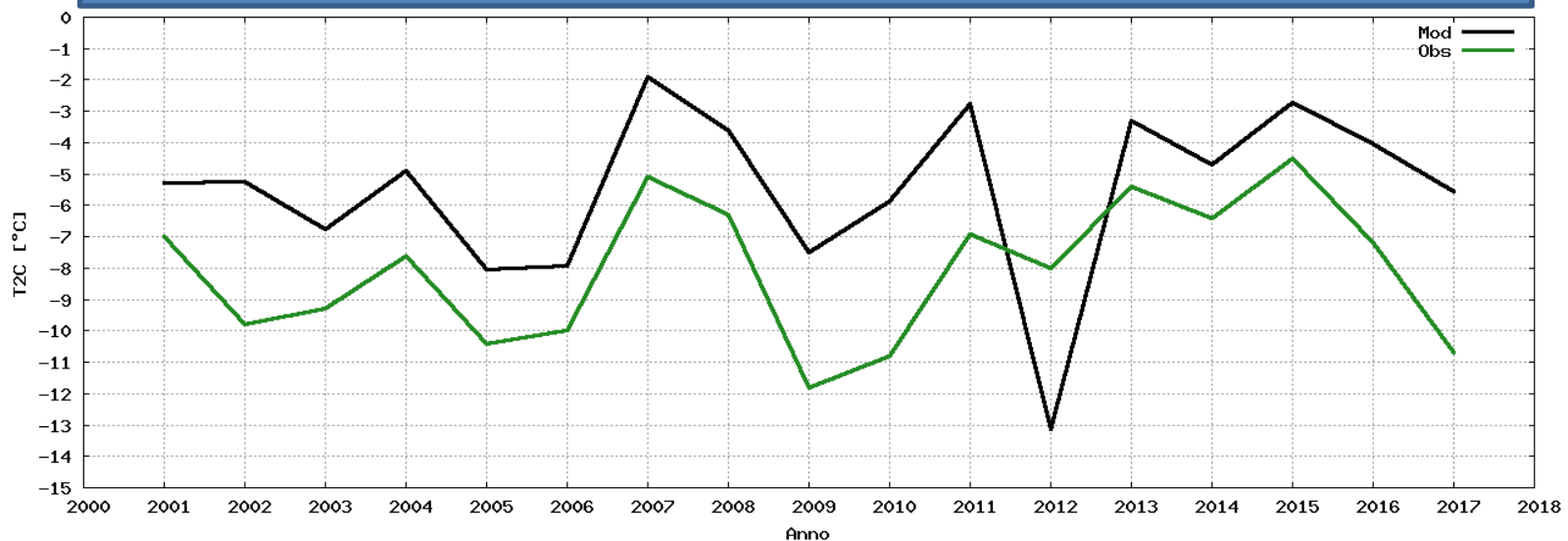


# Temperatura massima e minima

## Massime annuali delle massime giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine

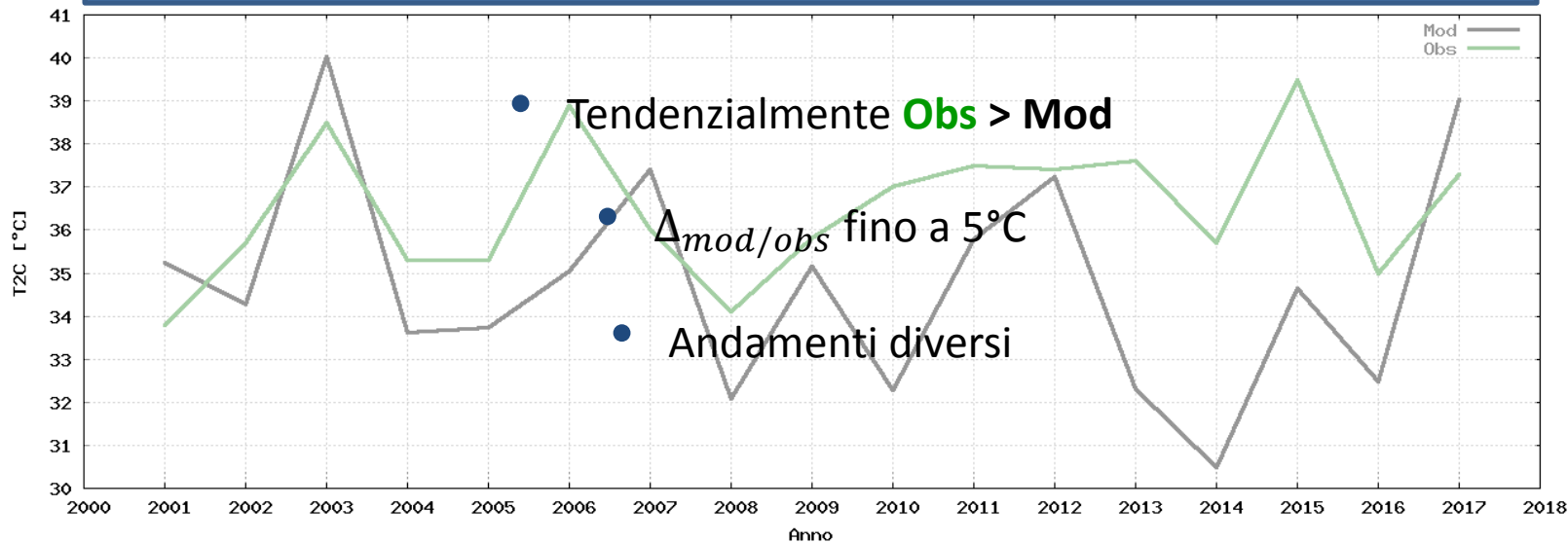


## Minime annuali delle minime giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine

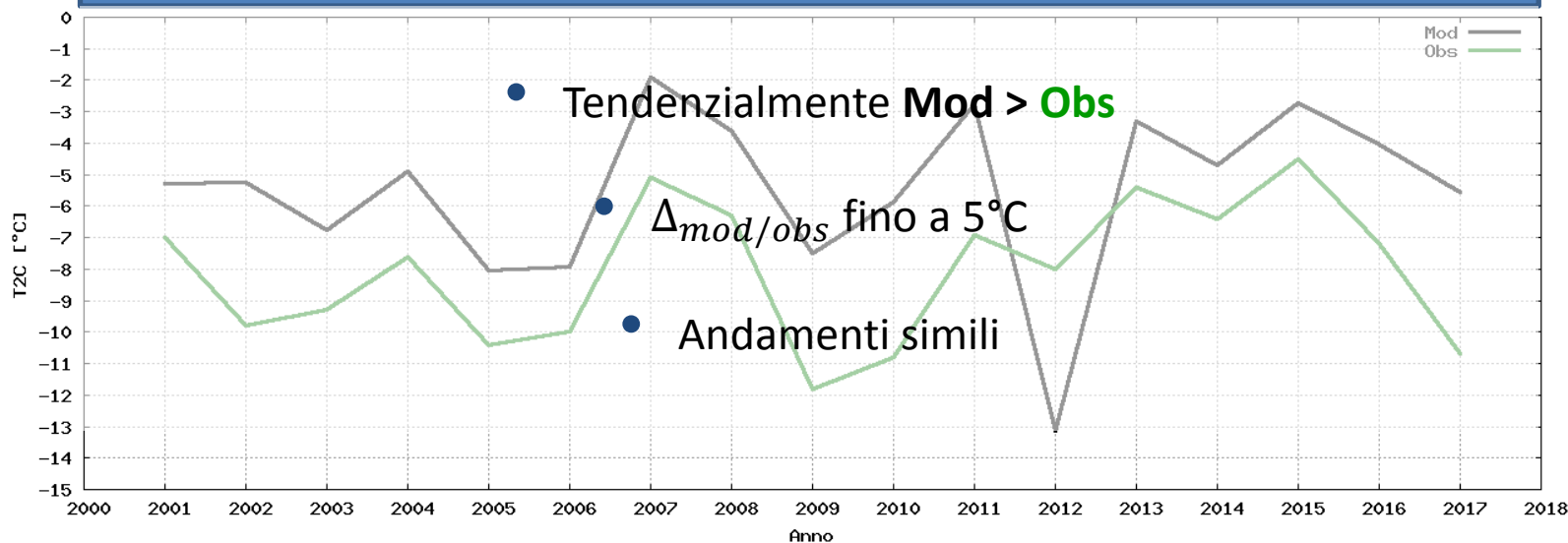


# Temperatura massima e minima

## Massime annuali delle massime giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine

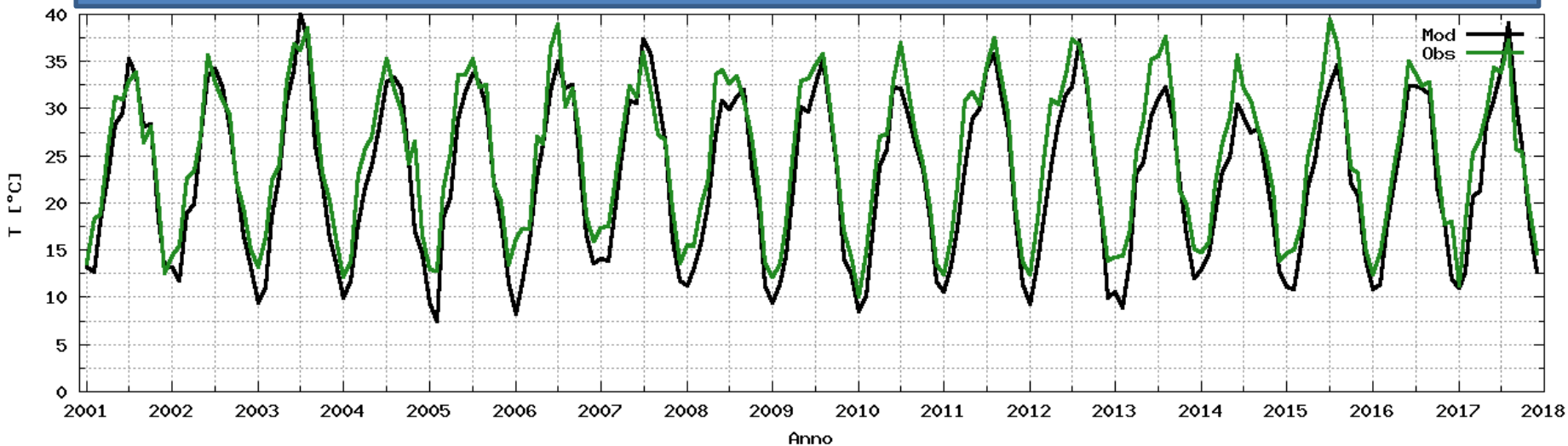


## Minime annuali delle minime giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine

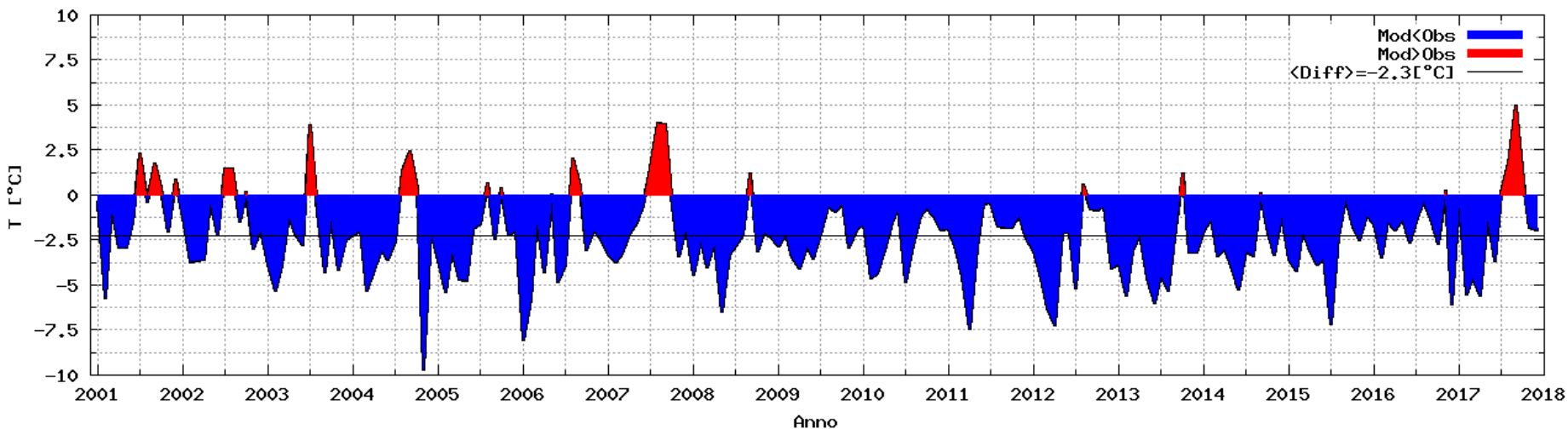


# Temperatura massima

Massime mensili delle massime giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine

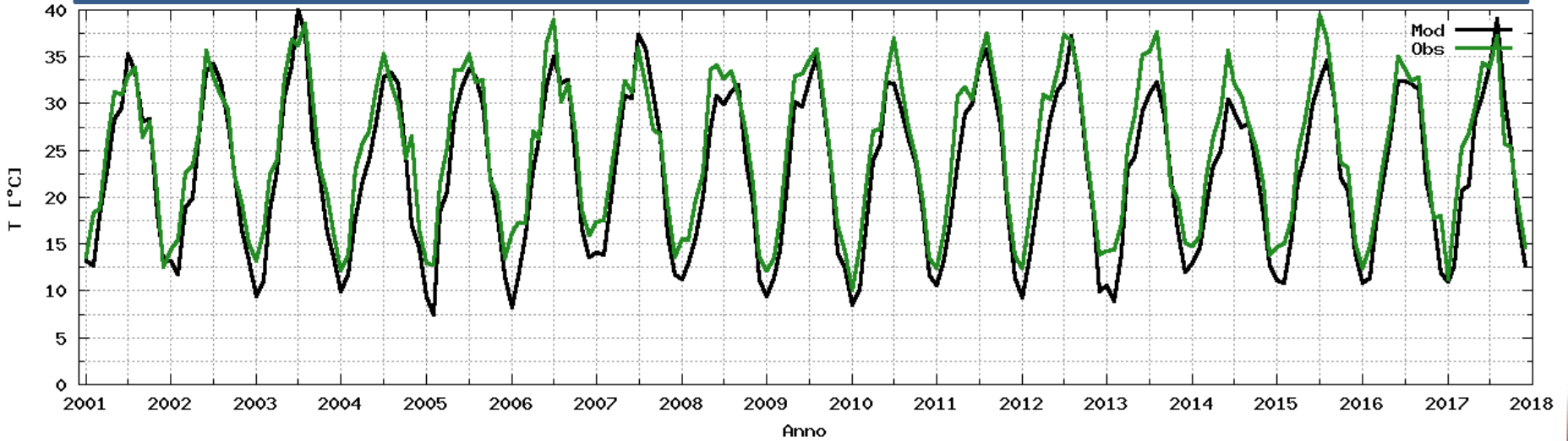


Differenza Modello-Misure

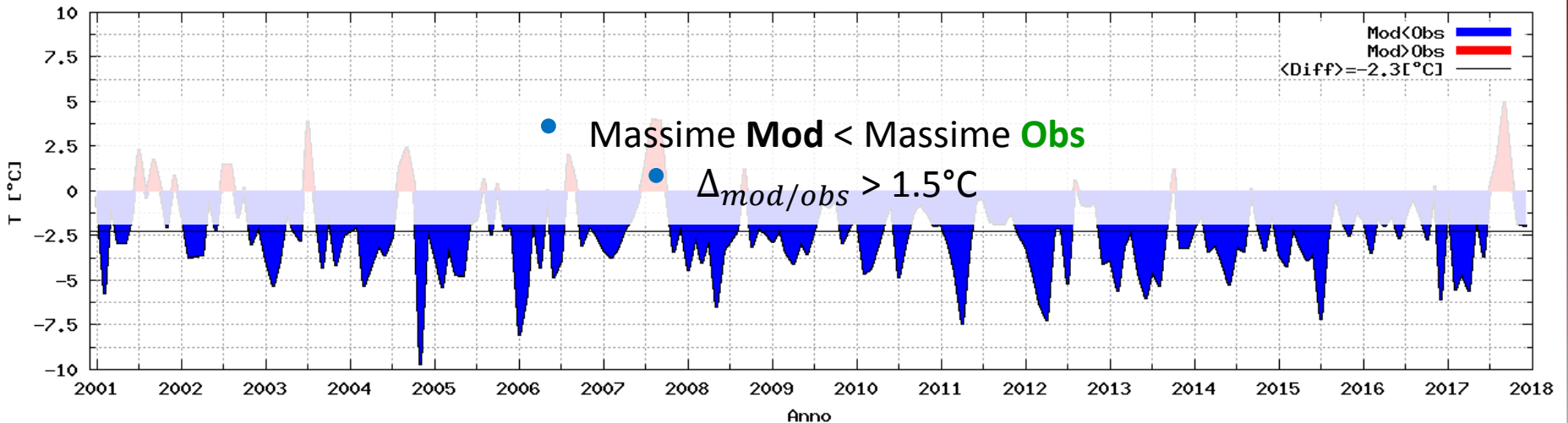


# Temperatura massima

Massime mensili delle massime giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine

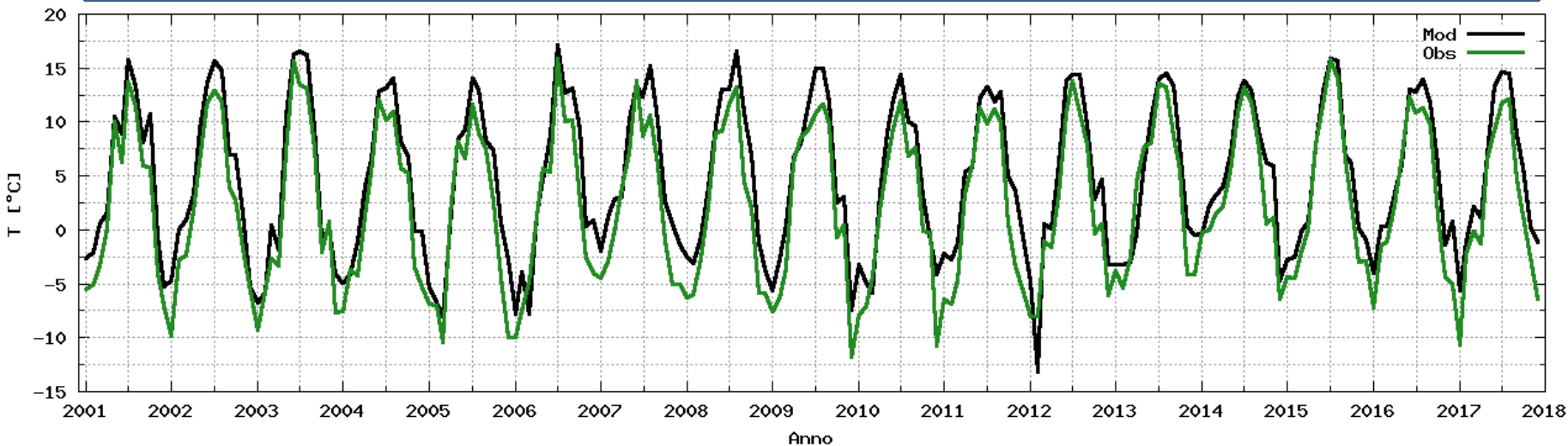


Differenza Modello-Misure

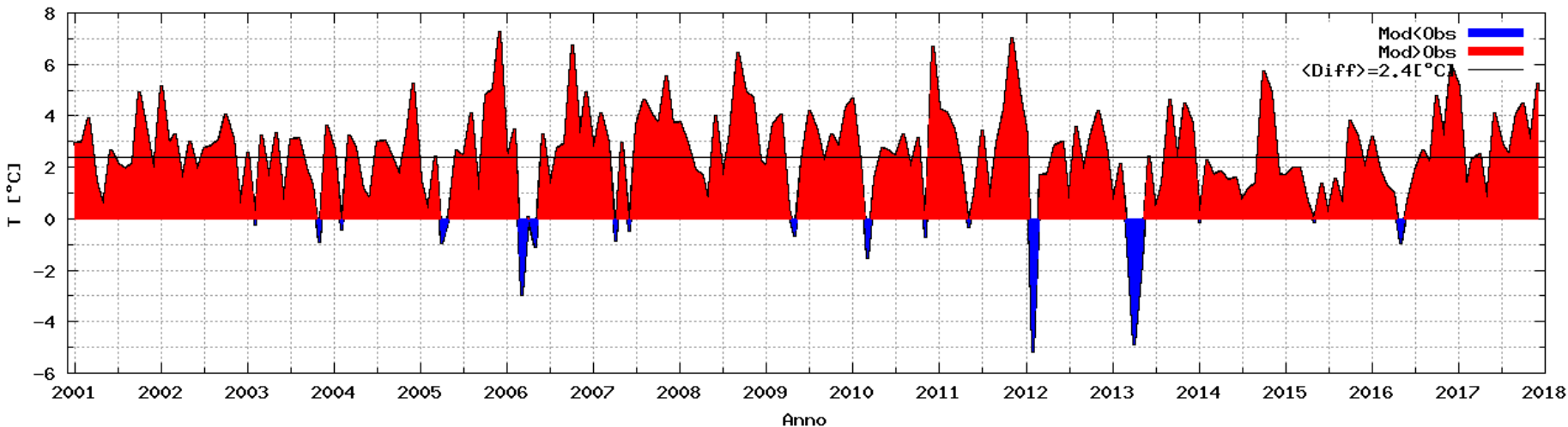


# Temperatura minima

Minime mensili delle minime giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine

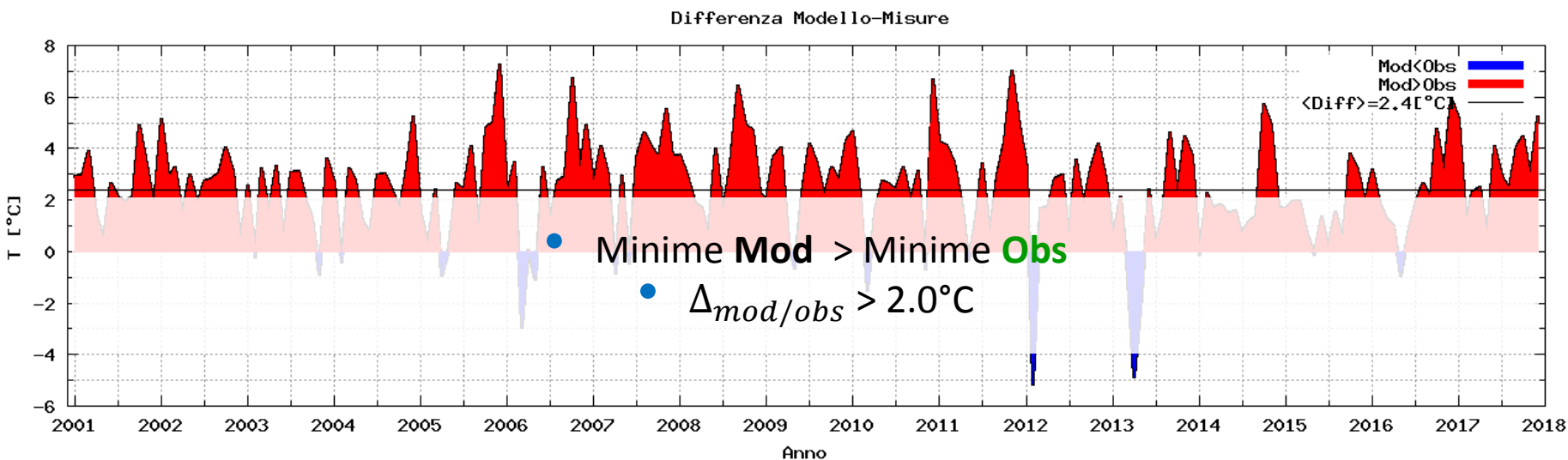
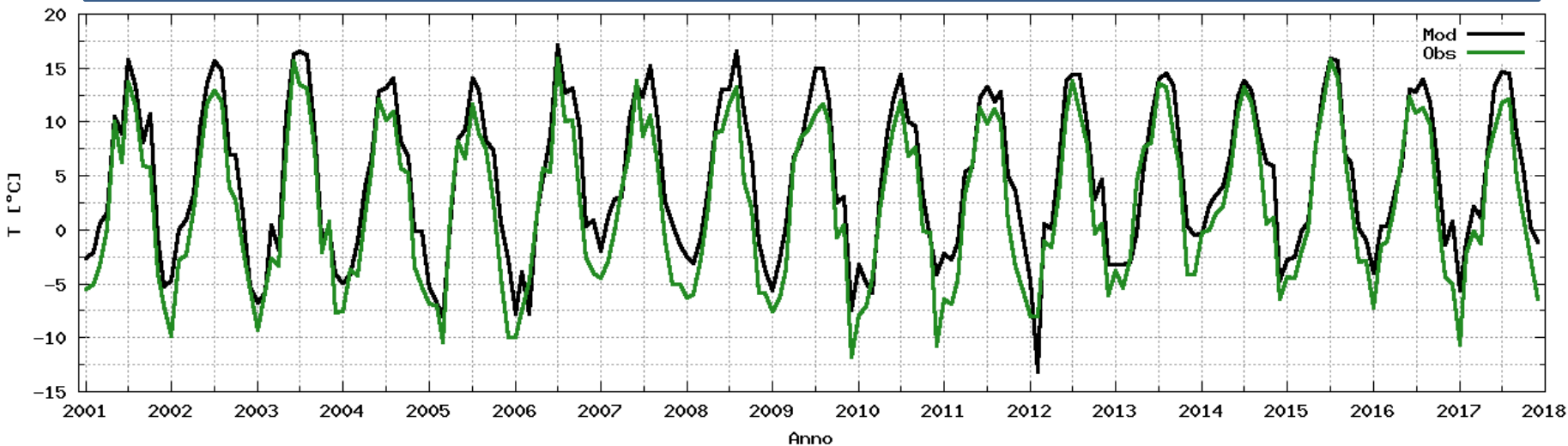


Differenza Modello-Misure



# Temperatura minima

Minime mensili delle minime giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine





# Temperatura conclusioni

## Medie mensili ed annuali delle medie giornaliere di Temperatura a 2 m ad Udine

Elaborazioni mensili - Media della temperatura media dell'aria giornaliera - 2001-2017

Stazione di UDINE SANT'OSVALDO (UD)

NOTE

Ove possibile le misure mancanti sono state sostituite con misure di stazioni limitrofe.



Altitudine (m s.l.m.) 91  
Latitudine (N) 46.0400  
Longitudine (E) 13.2300

°C	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2001	5,4	5,9	9,8	11,4	19,3	19,8	22,5	23,9	15,6	15,9	7,0	1,5	13,2
2002	2,1	5,7	10,4	12,6	17,4	22,1	22,8	21,8	17,4	13,7	11,3	6,0	13,6
2003	3,1	2,9	9,0	12,1	20,1	25,3	24,7	26,8	18,0	11,8	10,3	5,7	14,1
2004	2,6	3,9	8,1	13,1	15,5	20,9	23,0	22,6	18,5	15,5	9,1	5,9	13,2
2005	2,9	2,9	7,7	12,2	18,6	21,9	23,2	21,1	19,1	14,1	8,0	3,5	12,9
2006	2,7	4,3	7,2	13,1	17,4	22,3	26,7	20,3	20,4	16,4	10,0	6,7	13,9
2007	6,4	7,6	10,6	16,2	18,5	21,5	22,6	21,6	16,8	12,9	7,4	3,7	13,8
2008	5,5	4,9	8,2	12,2	18,3	21,8	23,2	23,4	17,4	14,3	8,8	4,9	13,6
2009	3,9	4,5	8,5	14,7	19,7	20,8	23,6	24,9	20,5	13,8	9,9	4,6	14,1
2010	2,2	4,7	7,9	13,5	16,6	21,3	24,5	22,0	17,5	12,5	9,7	3,0	12,9
2011	3,2	5,2	8,7	15,0	19,1	21,2	22,0	24,0	21,7	12,9	8,4	5,0	13,9
2012	3,0	2,3	11,6	12,1	17,6	22,3	24,4	24,8	19,7	14,4	10,6	3,5	13,8
2013	4,3	3,9	7,3	13,8	15,8	21,0	25,6	23,6	18,7	14,8	9,9	5,8	13,7
2014	7,3	7,7	10,9	14,4	17,0	21,9	22,0	21,2	18,1	15,7	11,6	6,1	14,5
2015	4,9	5,8	9,5	12,6	17,9	22,1	26,3	24,4	18,8	13,6	8,1	5,1	14,1
2016	3,3	7,1	9,3	13,7	16,4	21,2	24,3	22,4	20,6	13,0	9,0	4,0	13,7
2017	0,9	6,3	10,9	13,5	18,0	22,9	23,8	24,5	16,6	13,3	8,5	3,6	13,6

Statistiche

°C	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Media 2001-2017	3,7	5,0	9,2	13,3	17,8	21,8	23,8	23,1	18,6	14,0	9,3	4,6	13,7
Min	0,9	2,3	7,2	11,4	15,5	19,8	22,0	20,3	15,6	11,8	7,0	1,5	12,9
Max	7,3	7,7	11,6	16,2	20,1	25,3	26,7	26,8	21,7	16,4	11,6	6,7	14,5
Dev.st	1,7	1,6	1,4	1,2	1,3	1,2	1,4	1,7	1,6	1,3	1,3	1,4	0,4
Numero	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Percentili

°C	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
5 %	1,9	2,8	7,3	12,0	15,7	20,6	22,0	20,9	16,4	12,4	7,3	2,7	12,9
50 %	3,2	4,9	9,0	13,1	17,9	21,8	23,6	23,4	18,5	13,8	9,1	4,9	13,7
95 %	6,6	7,6	11,0	15,2	19,8	23,4	26,4	25,3	20,8	16,0	11,4	6,2	14,2

Elaborazioni mensili NAUSICA - Media della temperatura media dell'aria giornaliera - 2001-2017

Stazione di UDINE SANT'OSVALDO (UD)



Altitudine (m s.l.m.) 91  
Latitudine (N) 46.036  
Longitudine (E) 13.228

°C	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2001	5,3	5,2	8,6	11,0	18,3	20,0	24,7	24,2	17,2	17,6	7,4	2,4	13,6
2002	3,3	6,2	9,1	11,9	18,7	23,1	24,0	23,4	17,4	13,5	10,4	5,2	13,9
2003	2,7	1,2	8,2	10,3	19,3	25,2	26,9	26,9	17,7	11,8	8,2	4,5	13,6
2004	1,8	3,8	6,6	11,6	14,5	20,2	22,1	23,5	18,8	14,8	9,0	5,5	12,7
2005	2,2	1,1	6,3	10,4	17,1	21,1	23,6	22,4	19,9	14,3	8,7	4,0	12,7
2006	1,4	4,1	3,8	12,1	17,4	21,0	26,3	21,0	20,6	16,0	9,9	6,8	13,4
2007	5,5	6,8	9,8	14,8	19,0	22,2	23,9	24,6	19,2	13,1	7,3	4,9	14,3
2008	5,1	5,1	7,3	11,4	17,9	22,0	22,7	23,9	20,2	15,0	8,8	4,5	13,7
2009	2,2	3,5	7,8	13,2	18,8	19,6	23,9	25,6	19,4	13,3	8,7	4,2	13,4
2010	1,4	2,5	5,8	12,4	17,0	20,7	23,9	21,8	18,1	12,8	9,0	2,6	12,4
2011	3,1	4,4	6,7	14,3	18,5	21,5	22,2	24,1	22,1	14,2	9,6	5,1	13,9
2012	3,0	0,0	9,5	11,0	16,9	22,3	23,7	25,7	19,9	14,8	11,0	3,2	13,5
2013	3,9	2,8	6,0	11,8	15,5	19,1	23,2	22,9	19,9	14,1	8,7	5,7	12,9
2014	6,2	7,4	9,6	13,4	16,1	20,5	22,2	20,6	18,2	15,1	11,1	5,8	13,9
2015	4,6	4,0	7,3	11,8	16,6	21,5	24,7	24,8	18,8	12,9	9,2	4,8	13,5
2016	3,1	6,3	7,7	13,2	16,5	21,5	23,6	23,1	20,6	13,3	8,4	5,3	13,6
2017	2,0	5,5	9,8	12,6	17,8	23,4	23,9	26,6	18,2	14,5	8,5	4,2	14,0

Statistiche

°C	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Media 2001-2017	3,3	4,1	7,6	12,2	17,4	21,5	23,9	23,8	19,2	14,2	9,0	4,6	13,5
Min	1,4	0,0	3,8	10,3	14,5	19,1	22,1	20,6	17,2	11,8	7,3	2,4	12,4
Max	6,2	7,4	9,8	14,8	19,3	25,2	26,9	26,9	22,1	17,6	11,1	6,8	14,3
Dev.st	1,5	2,1	1,7	1,3	1,3	1,5	1,3	1,8	1,3	1,4	1,1	1,1	0,5
Numero	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Percentili

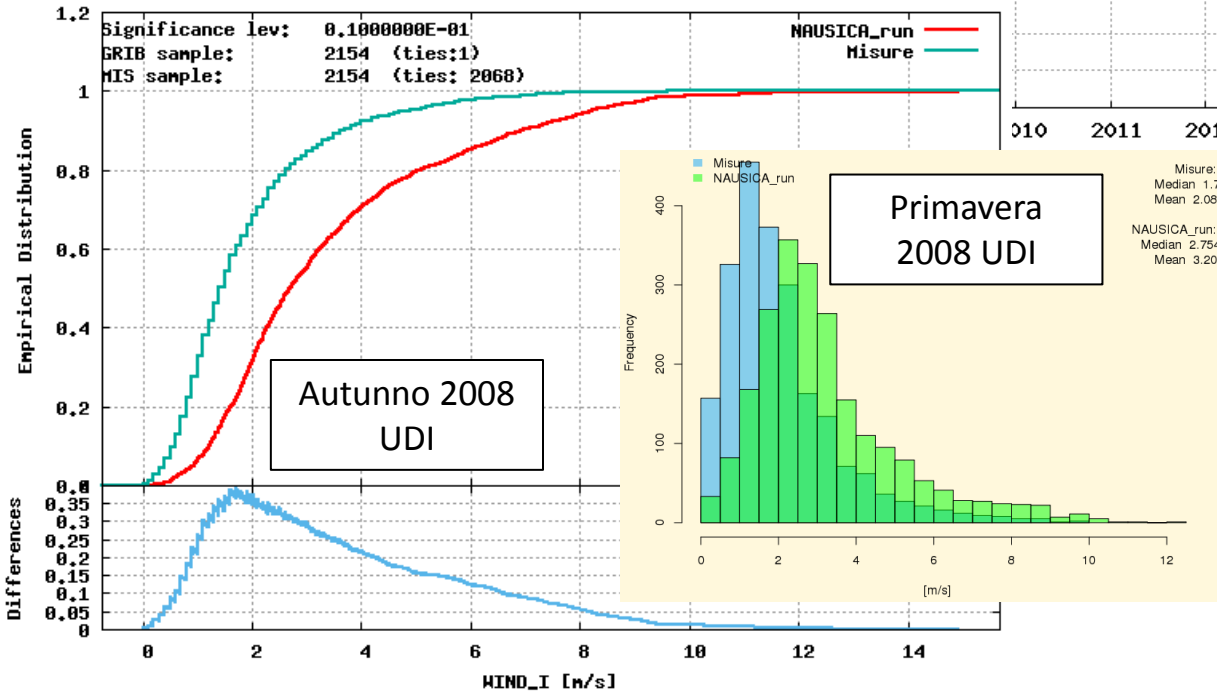
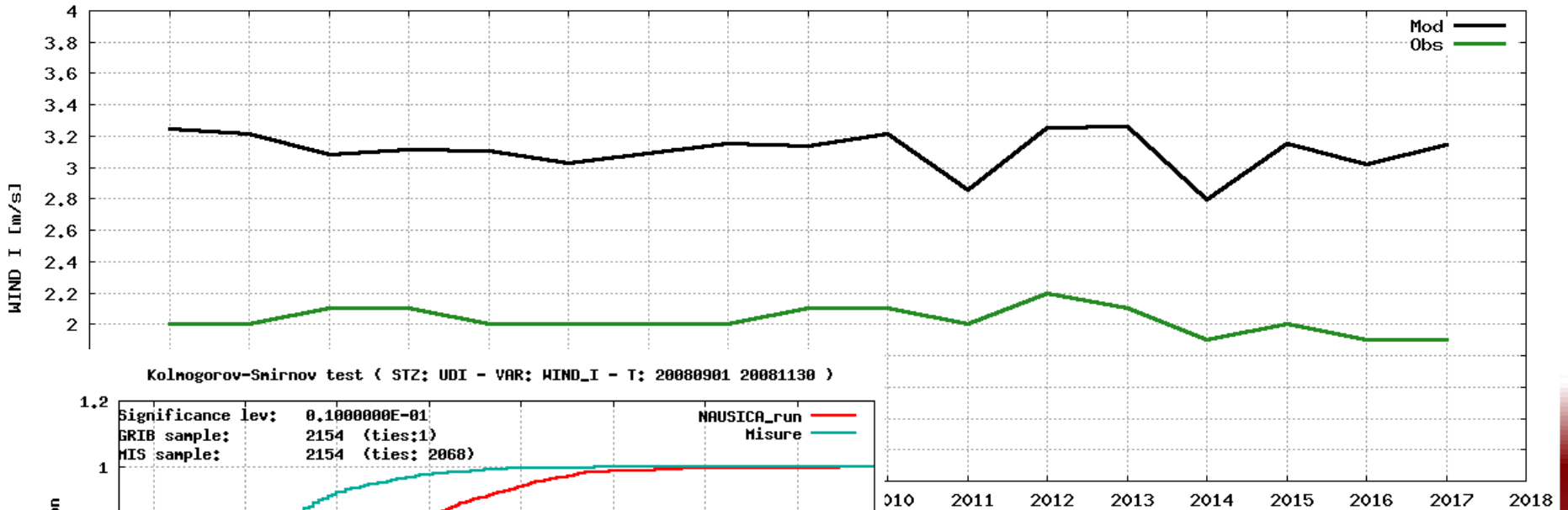
°C	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
5 %	1,4	0,9	5,4	10,4	15,3	19,5	22,1	20,9	17,3	12,6	7,3	2,6	12,6
50 %	3,1	4,1	7,7	11,9	17,4	21,5	23,9	23,9	19,2	14,2	8,8	4,8	13,6
95 %	5,7	6,9	9,8	14,4	19,1	23,8	26,4	26,7	20,9	16,3	11,0	6,0	14,0

- Medie ben riprodotte dal modello ( $\Delta_{mod/obs} < 1^\circ\text{C}$ )
- Distribuzioni modello troppo strette

- Introduzione
  - Obiettivi NAUSICA
  - Obiettivi NAUSICA Interim
  
- Base dati Campi Meteorologici
  - Prodotti disponibili
  - Suite operativa NAUSICA\_gen
  - Risultati verifiche qualità
  
- **Base dati Campi statistici**
  - **Prodotti disponibili**
  - **Suite NAUSICA\_stat**
  - **Risultati verifiche qualità**
    - **Temperatura**
    - **Intensità vento**
    - **Precipitazioni**
  
- Conclusioni
  
- Bibliografia

# Vento medio

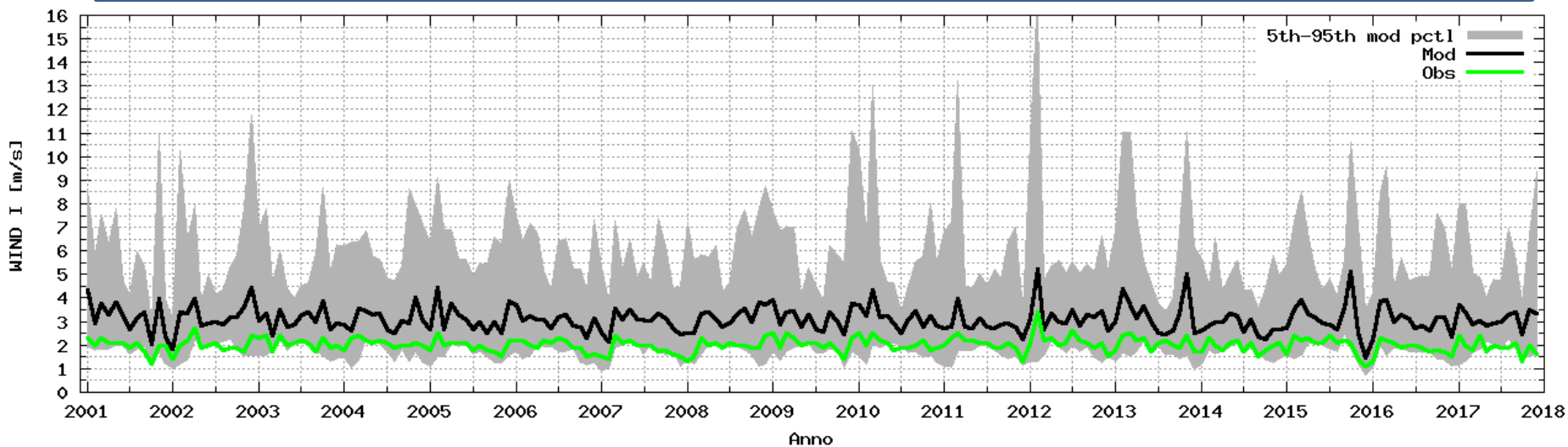
## Medie annuali delle medie giornaliere di Vento a 10 m ad Udine



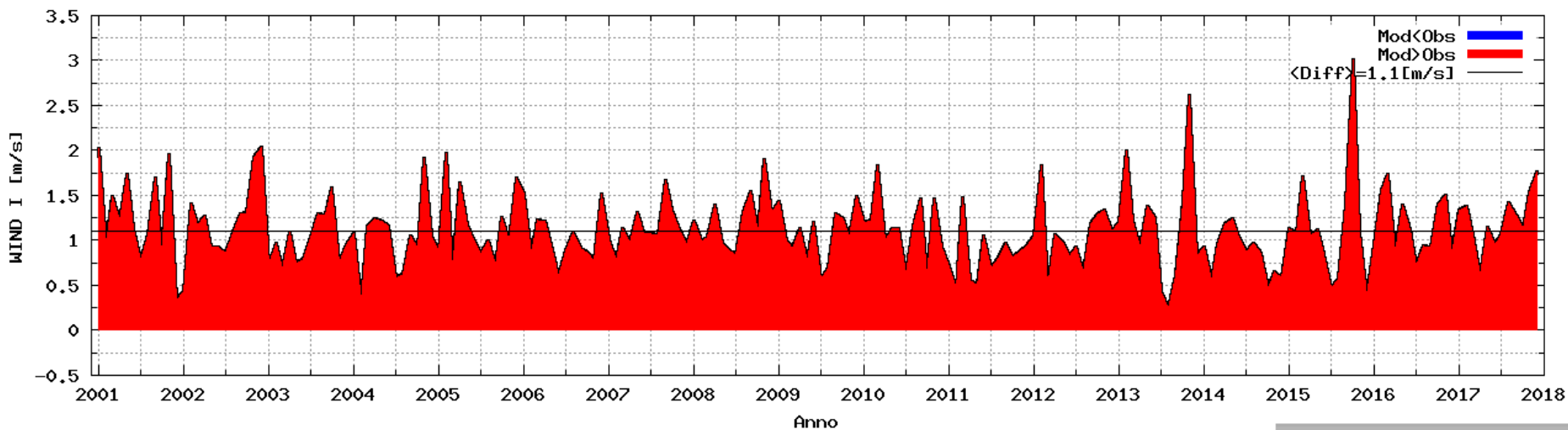
- Sistematically **Mod > Obs**
- $\Delta_{mod/obs} \approx 1 \text{ m/s}$
- Andamento simile

# Vento medio

## Medie mensili delle medie giornaliere di Vento a 10 m ad Udine

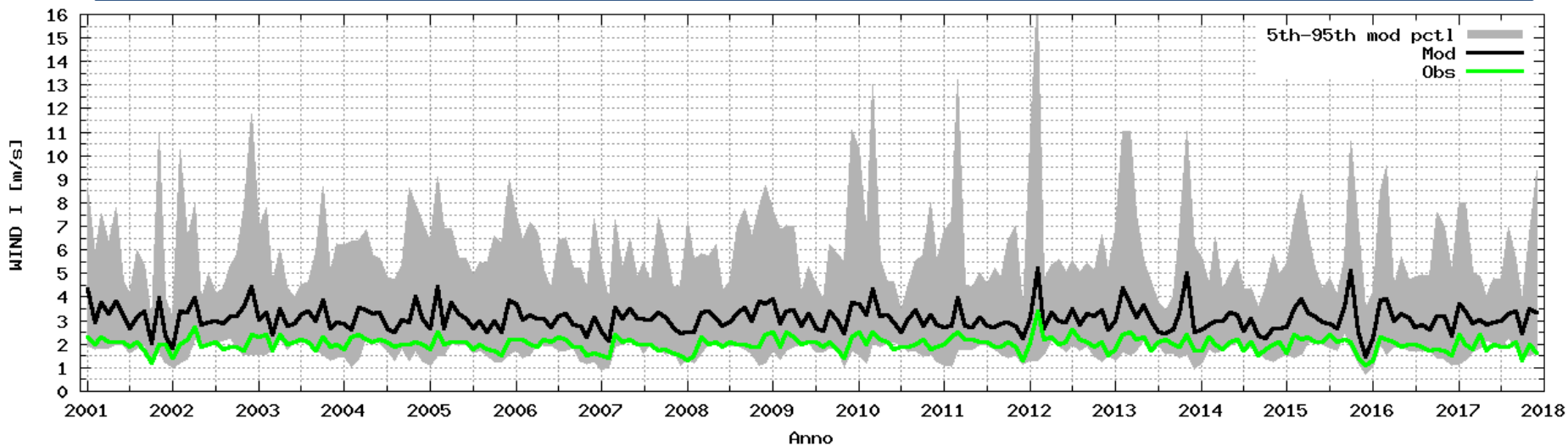


## Differenza Modello-Misure

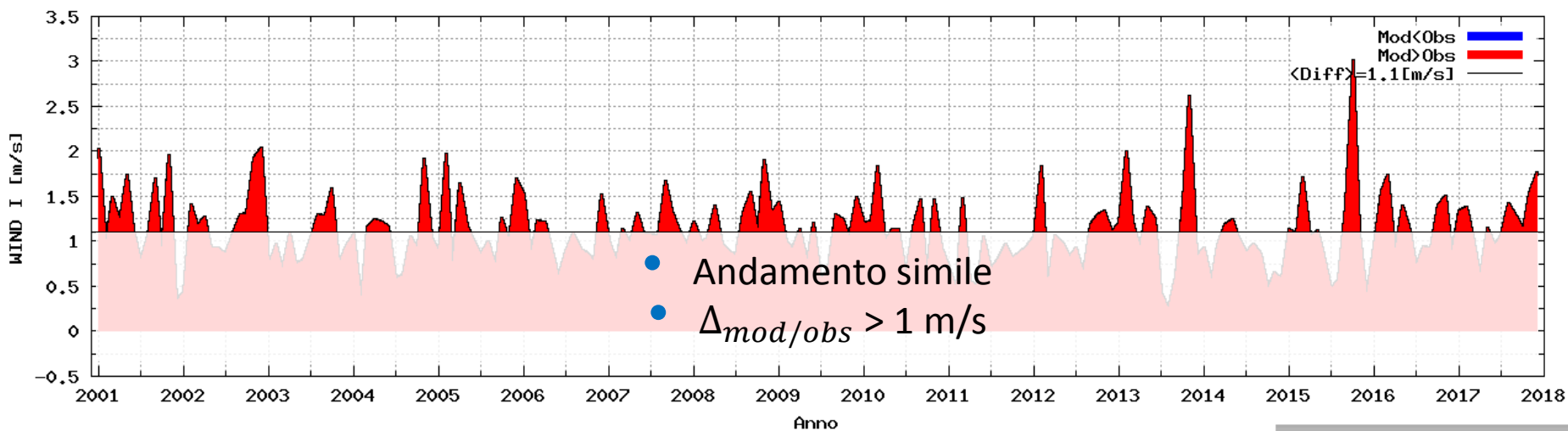


# Vento medio

Medie mensili delle medie giornaliere di Vento a 10 m ad Udine



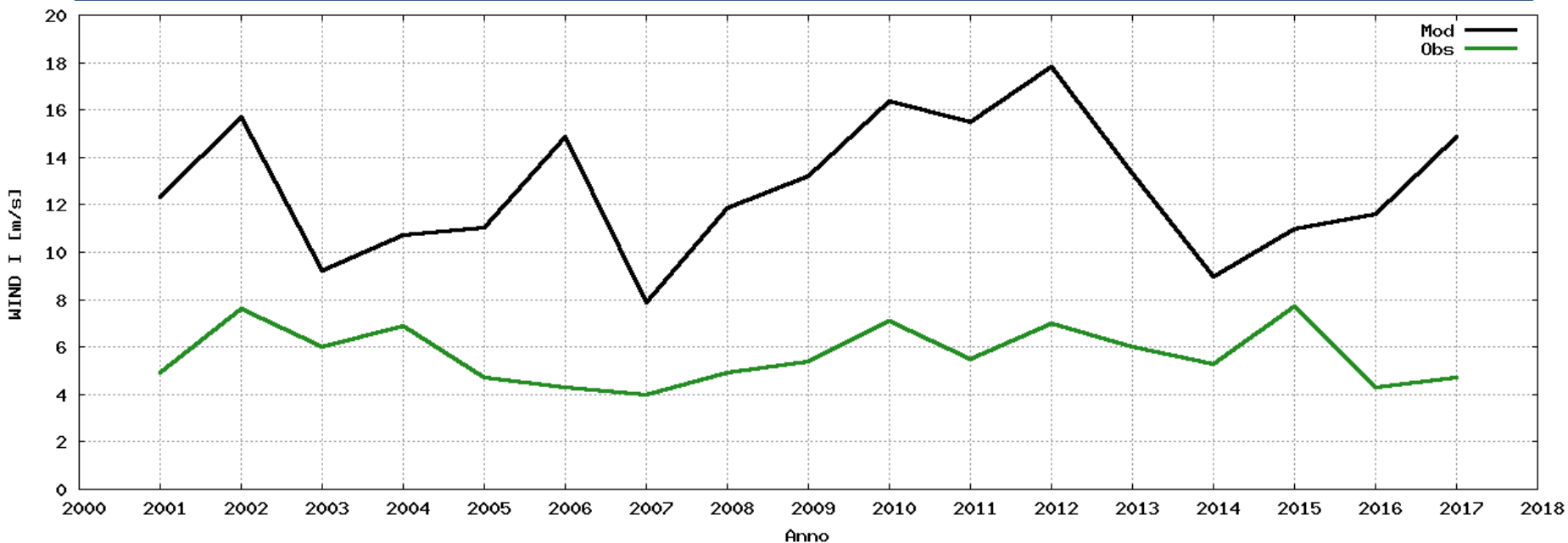
Differenza Modello-Misure





# Vento massimo

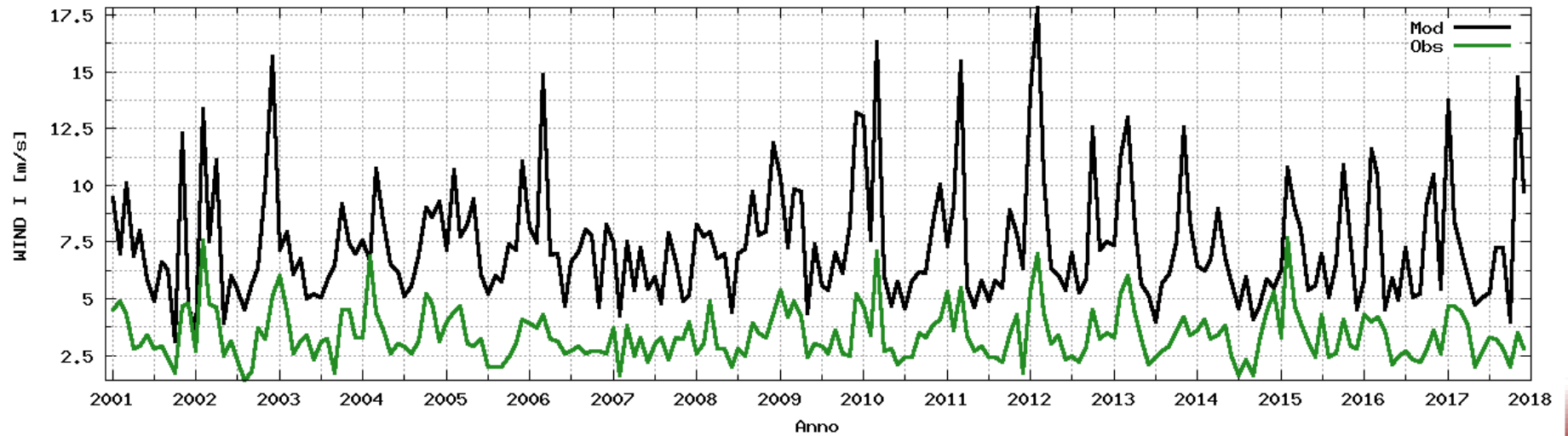
## Massime annuali delle medie giornaliere di Vento a 10 m ad Udine



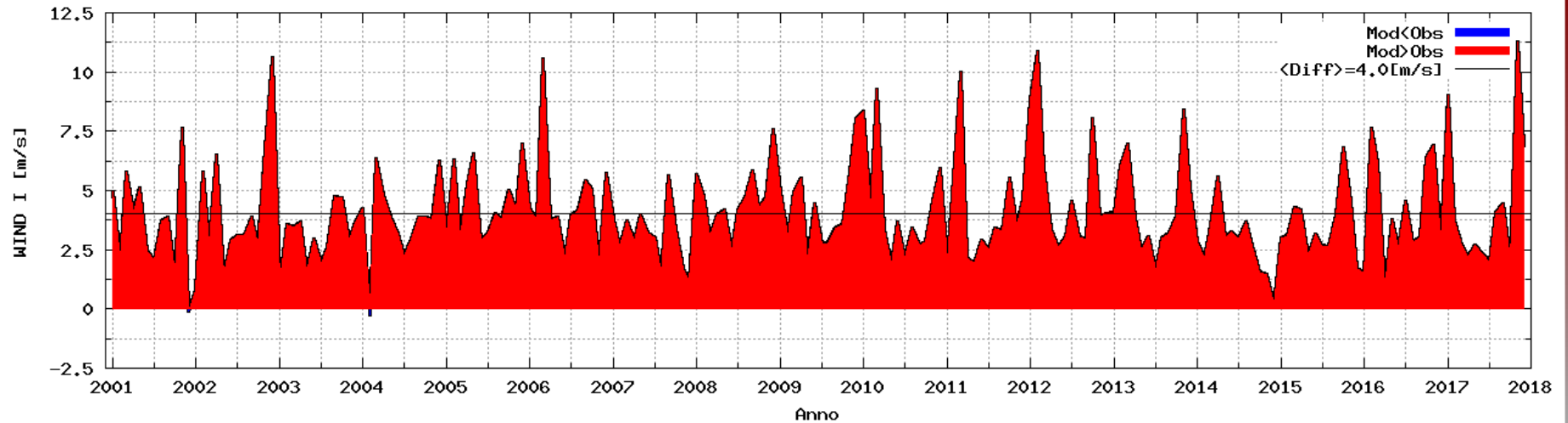
- Sistematicamente **Mod** > **Obs**
- $\Delta_{mod/obs}$  fino a 10 m/s
- Andamenti differenti

# Vento massimo

## Massime mensili delle medie giornaliere di Vento a 10 m ad Udine

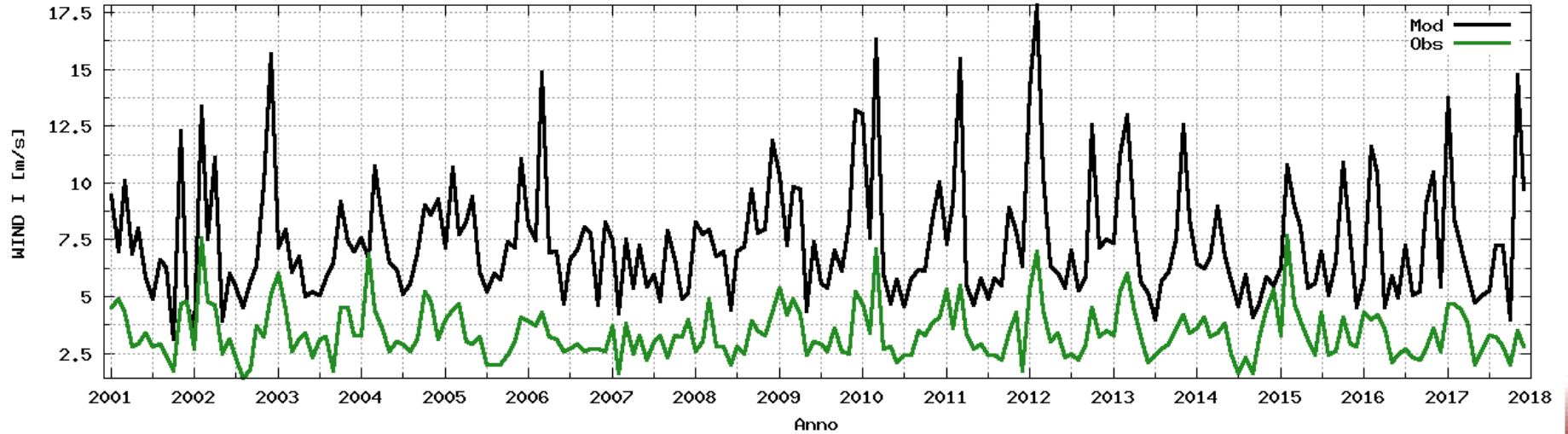


### Differenza Modello-Misure

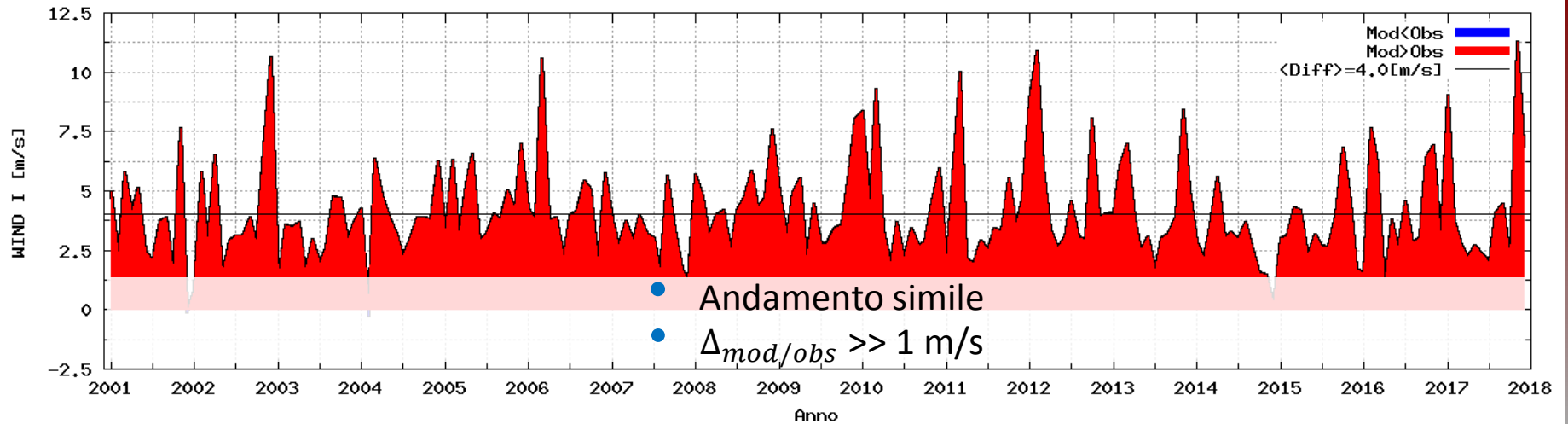


# Vento massimo

## Massime mensili delle medie giornaliere di Vento a 10 m ad Udine



Differenza Modello-Misure



# Vento conclusioni

## Medie mensili ed annuali delle medie giornaliere di Vento a 10 m ad Udine

Elaborazioni mensili - Media della velocità media giornaliera del vento a 10 m - 2001-2017

Stazione di UDINE SANT'OSVALDO (UD)

NOTE

Il dato non viene riportato se mancano le misure di più di 5 giorni.



Altitudine (m s.l.m.) 91  
Latitudine (N) 46.0400  
Longitudine (E) 13.2300

m/s	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2001	2,3	2,0	2,3	2,1	2,1	2,1	1,9	2,1	1,7	1,2	2,0	2,0	2,0
2002	1,4	2,0	2,2	2,7	1,9	2,0	2,1	1,8	1,9	1,9	1,7	2,4	2,0
2003	2,3	2,4	1,7	2,4	2,0	2,1	2,2	2,1	1,7	2,3	1,9	2,0	2,1
2004	1,8	2,3	2,4	2,2	2,1	2,2	2,1	1,9	2,0	2,0	2,1	2,0	2,1
2005	1,8	2,5	2,0	2,1	2,1	2,1	1,8	2,0	1,8	1,7	1,5	2,2	2,0
2006	2,2	2,2	2,0	1,9	2,2	2,1	2,3	2,2	1,9	1,9	1,5	1,6	2,0
2007	1,5	1,4	2,4	2,1	2,2	2,0	2,0	1,7	1,8	1,6	1,5	1,5	2,0
2008	1,3	1,5	2,3	2,0	2,1	1,9	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	2,4	2,0
2009	2,5	1,9	2,5	2,3	2,0	2,1	2,1	1,9	2,1	1,8	1,4	2,3	2,1
2010	2,5	2,0	2,5	2,2	2,1	1,8	1,9	1,9	2,0	2,2	1,8	1,9	2,1
2011	2,0	2,3	2,5	2,2	2,2	2,1	2,1	1,9	1,9	2,1	1,9	1,3	2,0
2012	2,1	3,4	2,2	2,3	2,0	2,1	2,6	2,2	2,1	1,9	2,1	1,5	2,2
2013	1,8	2,4	2,5	2,2	2,3	1,7	2,1	2,2	2,0	1,9	2,4	1,7	2,1
2014	1,7	2,3	2,0	1,8	2,1	2,2	1,7	2,1	1,5	1,8	2,0	2,1	1,9
2015	1,6	2,4	2,2	2,3	2,1	2,1	2,4	2,1	2,2	2,1	1,4	1,1	2,0
2016	1,3	2,3	2,2	2,1	1,9	2,0	2,0	1,9	1,7	1,8	1,7	1,5	1,9
2017	2,4	2,0	1,8	2,4	1,7	2,0	1,9	1,9	2,1	1,3	2,0	1,6	1,9

Statistiche

m/s	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Media 2001-2017	1,9	2,2	2,2	2,2	2,1	2,0	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	2,0
Min	1,3	1,4	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,5	1,2	1,4	1,1	1,9
Max	2,5	3,4	2,5	2,7	2,3	2,2	2,6	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,2
Dev.st	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,1
Numero	17	17	17	17	17	17	16	17	17	17	17	17	16

Percentili

m/s	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
5 %	1,3	1,5	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,9	1,7	1,3	1,4	1,3	1,9
50 %	1,8	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0
95 %	2,5	2,7	2,5	2,5	2,2	2,2	2,5	2,2	2,1	2,2	2,2	2,4	2,1

Elaborazioni mensili NAUSICA - Media della velocità media giornaliera del vento a 10 m - 2001-2017

Stazione di UDINE SANT'OSVALDO (UD)



Altitudine (m s.l.m.) 91  
Latitudine (N) 46.036  
Longitudine (E) 13.228

m/s	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2001	4,3	2,9	3,8	3,3	3,8	3,2	2,7	3,2	3,4	2,1	4,0	2,3	3,2
2002	1,8	3,4	3,4	4,0	2,8	2,9	3,0	2,9	3,2	3,2	3,6	4,4	3,2
2003	3,0	3,4	2,4	3,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,0	3,9	2,6	3,0	3,1
2004	2,9	2,6	3,6	3,4	3,3	3,4	2,7	2,5	3,0	2,9	4,0	3,0	3,1
2005	2,7	4,5	2,6	3,7	3,3	3,1	2,7	3,0	2,5	3,0	2,5	3,9	3,1
2006	3,7	3,0	3,2	3,1	3,1	2,7	3,2	3,3	2,8	2,8	2,3	3,1	3,0
2007	2,5	2,2	3,5	3,1	3,5	3,1	3,1	3,1	3,4	3,1	2,7	2,5	3,0
2008	2,5	2,5	3,3	3,4	3,1	2,8	2,9	3,3	3,5	3,0	3,8	3,7	3,2
2009	3,9	2,9	3,4	3,4	2,8	3,3	2,7	2,6	3,4	3,0	2,4	3,8	3,1
2010	3,7	3,2	4,3	3,2	3,2	2,9	2,5	3,1	3,5	2,8	3,3	2,8	3,2
2011	2,7	2,8	4,0	2,8	2,7	3,1	2,8	2,7	2,9	2,9	2,8	2,2	2,9
2012	3,1	5,2	2,7	3,4	3,0	2,9	3,5	2,8	3,3	3,2	3,4	2,6	3,3
2013	3,0	4,4	3,7	3,1	3,7	3,0	2,5	2,4	2,6	3,3	5,0	2,5	3,3
2014	2,6	2,8	3,0	3,0	3,3	3,2	2,6	3,1	2,4	2,3	2,7	2,7	2,8
2015	2,7	3,5	3,9	3,4	3,2	2,9	2,9	2,7	3,6	5,1	2,5	1,5	3,2
2016	2,2	3,8	3,9	3,0	3,3	3,1	2,7	2,8	2,6	3,2	3,2	2,3	3,0
2017	3,7	3,4	2,9	3,0	2,8	3,0	3,0	3,3	3,4	2,4	3,5	3,4	3,1

Statistiche

m/s	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Media 2001-2017	3,0	3,3	3,4	3,3	3,2	3,0	2,9	2,9	3,1	3,1	3,2	2,9	3,1
Min	1,8	2,2	2,4	2,8	2,7	2,7	2,5	2,4	2,4	2,1	2,3	1,5	2,8
Max	4,3	5,2	4,3	4,0	3,8	3,4	3,5	3,4	3,6	5,1	5,0	4,4	3,3
Dev.st	0,7	0,8	0,5	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,7	0,7	0,7	0,1
Numero	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Percentili

m/s	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
5 %	2,2	2,4	2,6	2,9	2,7	2,8	2,5	2,5	2,5	2,2	2,4	2,1	2,8
50 %	2,9	3,2	3,4	3,3	3,2	3,0	2,8	3,0	3,2	3,0	3,2	2,8	3,1
95 %	4,0	4,6	4,0	3,8	3,7	3,3	3,3	3,3	3,6	4,1	4,2	4,0	3,3

- Sovrastima sistematica del modello ( $\Delta_{mod/obs} \approx 1 \text{ m/s}$ )
- Andamenti medi abbastanza ben riprodotti

- Introduzione
  - Obiettivi NAUSICA
  - Obiettivi NAUSICA Interim
  
- Base dati Campi Meteorologici
  - Prodotti disponibili
  - Suite operativa NAUSICA\_gen
  - Risultati verifiche qualità
  
- **Base dati Campi statistici**
  - **Prodotti disponibili**
  - **Suite NAUSICA\_stat**
  - **Risultati verifiche qualità**
    - **Temperatura**
    - **Intensità vento**
    - **Precipitazioni**
  
- Conclusioni
  
- Bibliografia

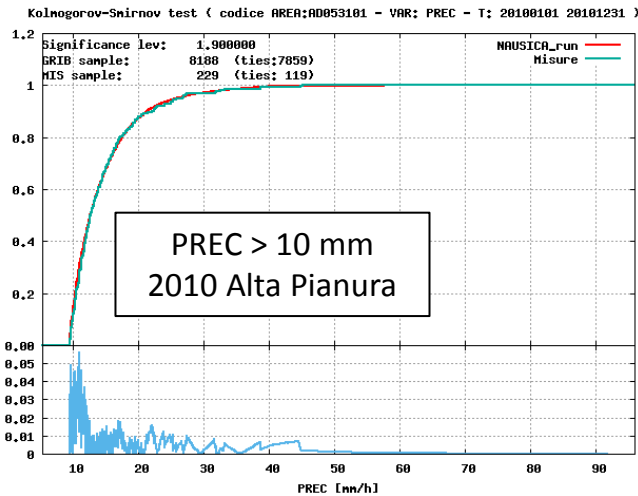
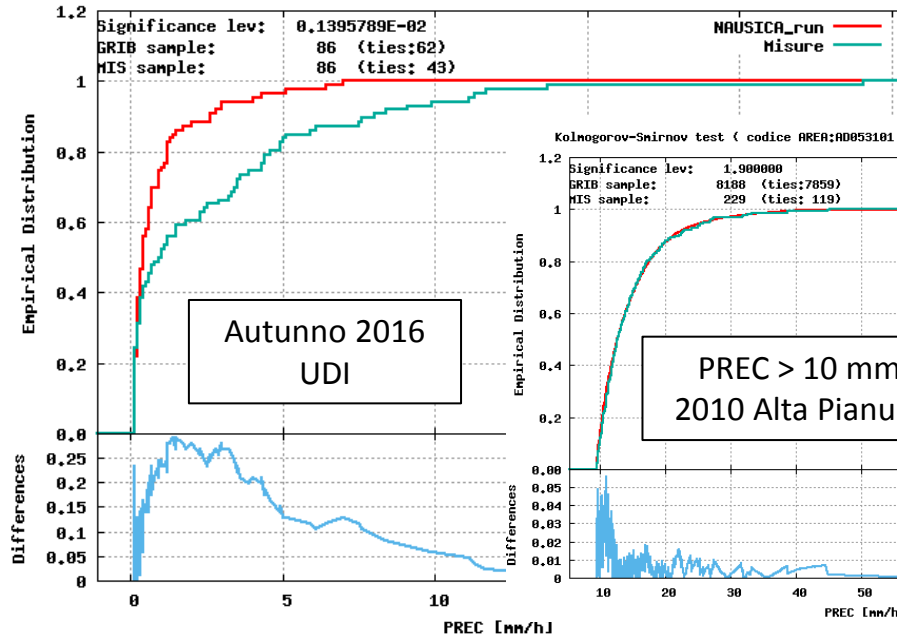


# Pioggia

## Precipitazione cumulata annuale ad Udine



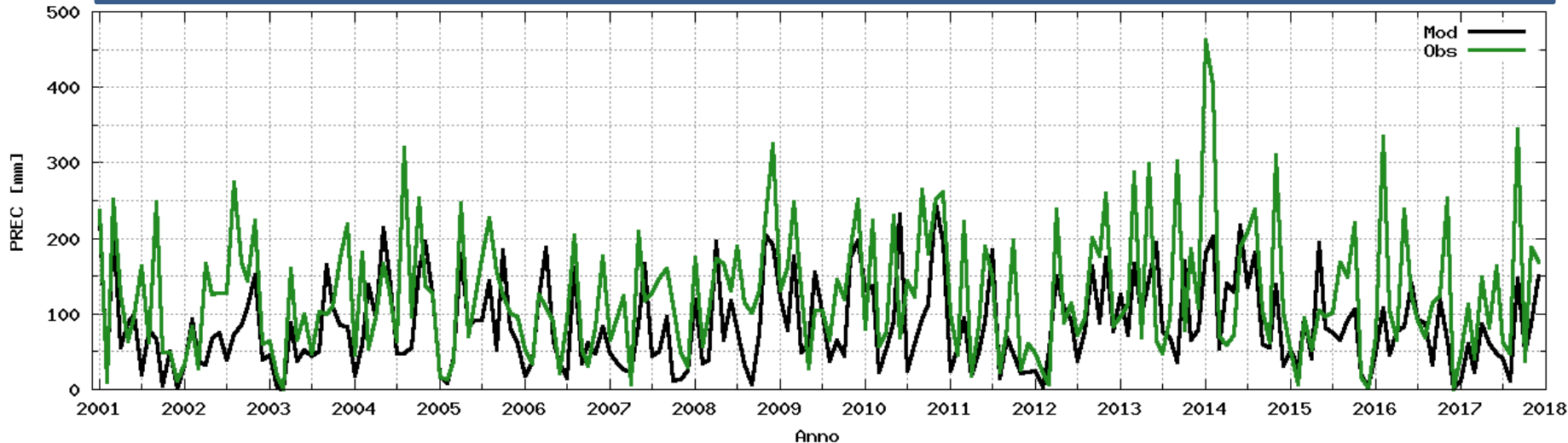
Kolmogorov-Smirnov test ( STZ: UDI - VAR: PREC - T: 20160901 20161130 )



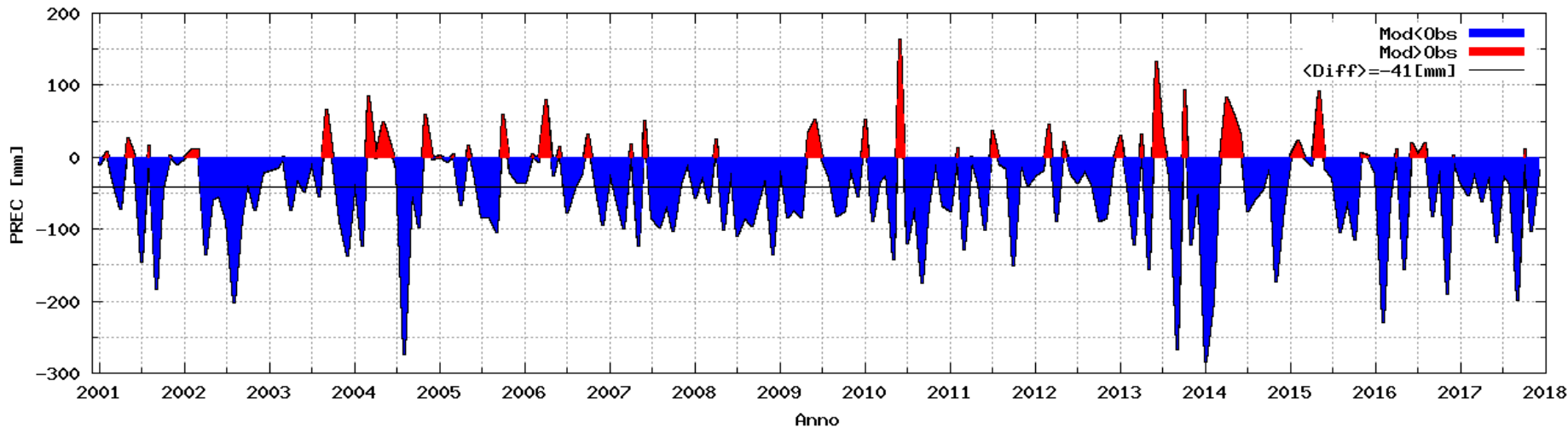
- Sistematicamente **Mod < Obs**
- $\Delta_{mod/obs} \approx 400 \text{ mm/anno}$
- Andamento ben riprodotto

# Pioggia

Precipitazione cumulata mensile ad Udine

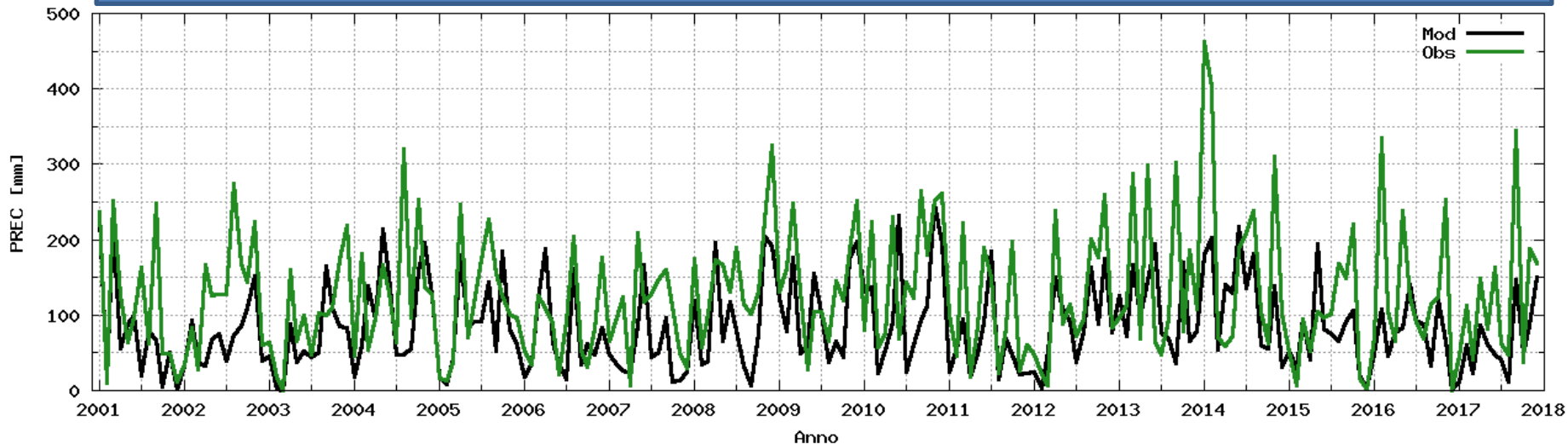


Differenza Modello-Misure

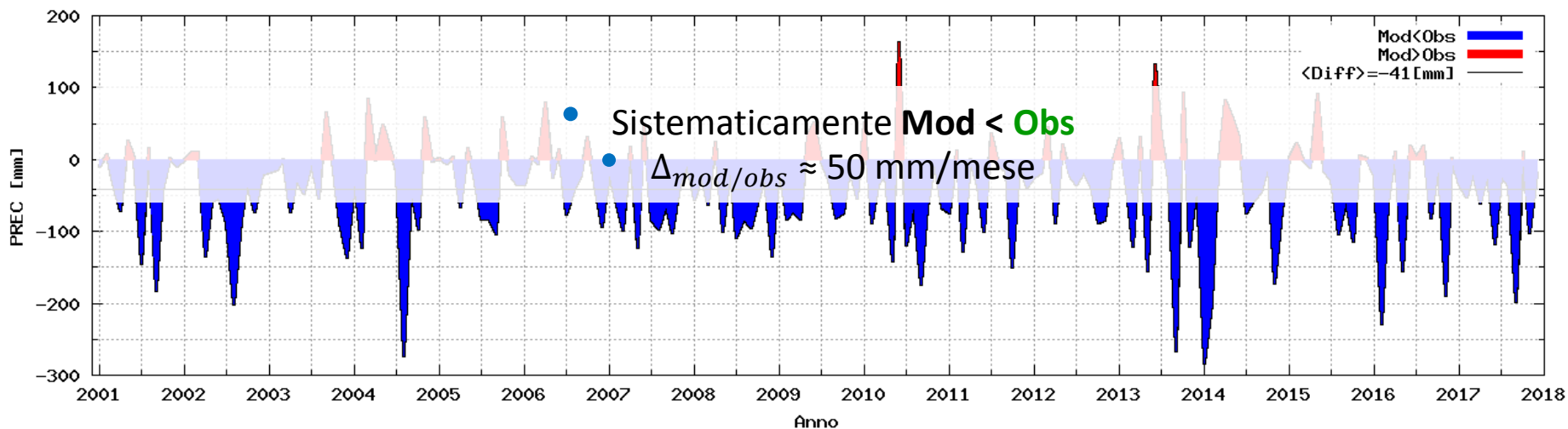


# Pioggia

## Precipitazione cumulata mensile ad Udine

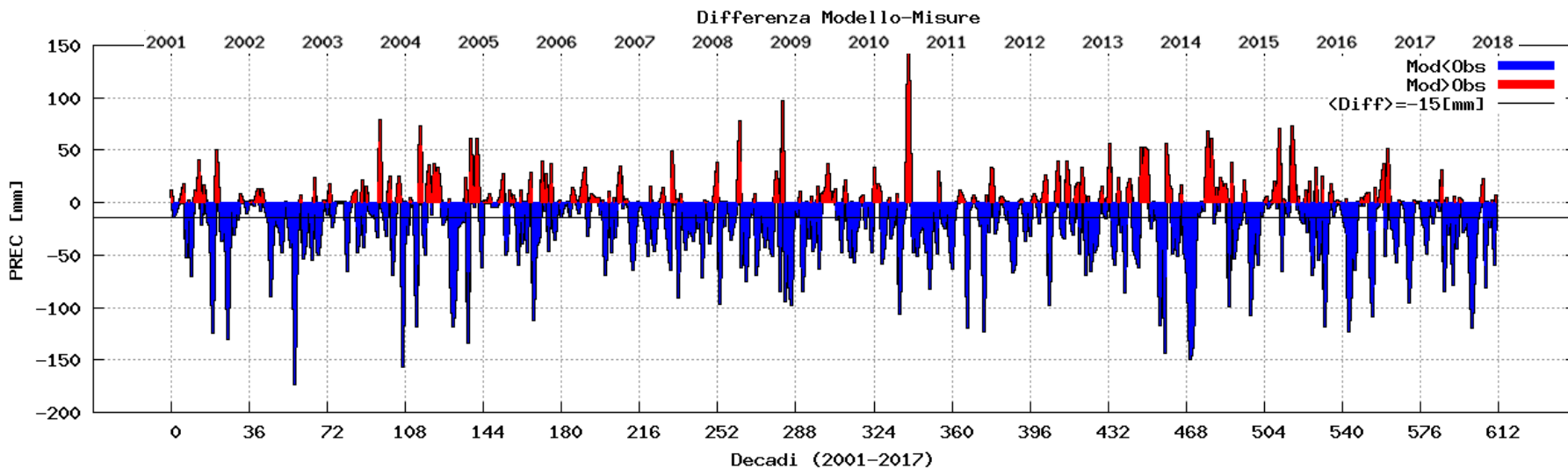
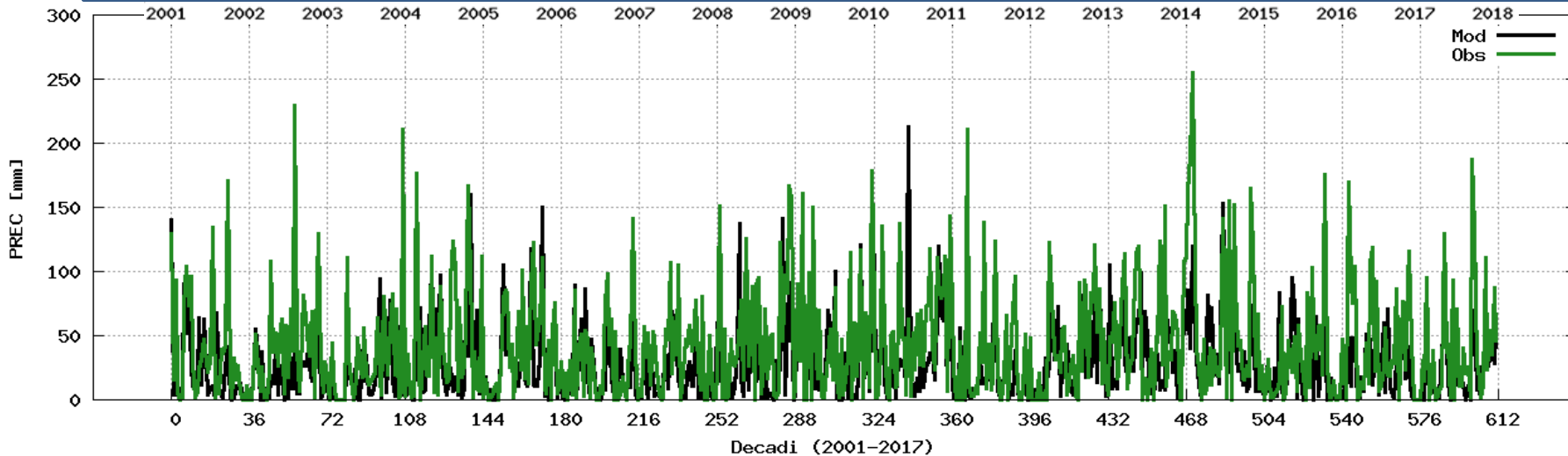


## Differenza Modello-Misure



# Pioggia

Precipitazione cumulata decadale ad Udine



# Pioggia conclusioni

## Precipitazione cumulata mensile ed annuale ad Udine

### Elaborazioni mensili - Piogge cumulate - 2001-2017

Stazione di UDINE SANTOSVALDO (UD)

**NOTE**

Ove possibile le misure mancanti sono state sostituite con misure di stazioni limitrofe.  
Il dato non viene riportato se sono state sostituite più di 10 misure o se dopo la sostituzione mancano le misure di più di 3 giorni.



Altitudine (m s.l.m.) 91  
Latitudine (N) 46.0400  
Longitudine (E) 13.2300

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2001	237	9	251	125	63	98	164	62	249	49	49	11	1367
2002	34	83	27	167	125	127	127	274	169	143	224	60	1561
2003	63	16	0	160	66	99	47	103	100	110	173	219	1155
2004	46	181	54	96	166	131	63	321	97	254	137	128	1673
2005	17	13	38	246	70	114	174	227	155	126	101	96	1376
2006	53	34	125	109	88	21	91	204	54	31	82	176	1067
2007	65	97	124	6	209	117	128	147	160	113	50	29	1246
2008	175	58	101	173	166	130	189	115	102	130	226	325	1890
2009	130	161	249	132	28	104	105	66	146	119	186	251	1676
2010	80	224	57	75	230	69	144	122	265	179	252	262	1957
2011	99	45	222	18	85	190	148	23	84	198	26	61	1199
2012	48	21	7	239	88	114	72	94	201	176	260	84	1405
2013	97	112	287	68	299	64	47	95	302	78	186	108	1743
2014	463	402	71	59	72	188	209	238	105	62	311	101	2282
2015	50	6	94	52	104	97	102	168	148	221	16	1	1059
2016	71	335	107	66	238	122	92	69	114	124	254	0	1592
2017	45	113	41	148	81	164	62	47	344	38	188	168	1437

**Statistiche**

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Media 2001-2017	104	112	109	114	128	115	116	140	164	127	160	122	1511
Min	17	6	0	6	28	21	47	23	54	31	16	0	1059
Max	463	402	287	246	299	190	209	321	344	254	311	325	2282
Dev.st	108	117	90	69	76	42	50	86	82	64	92	98	336
Numero	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

**Percentili**

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
5 %	31	8	6	16	56	55	47	42	78	37	24	1	1065
50 %	65	83	94	109	88	114	105	115	148	124	186	101	1437
95 %	282	348	258	240	250	188	193	283	310	228	270	275	2022

### Elaborazioni mensili NAUSICA - Piogge cumulate - 2001-2017

Stazione di UDINE SANTOSVALDO (UD)

**NOTE**

Ove possibile le misure mancanti sono state sostituite con misure di stazioni limitrofe.  
Il dato non viene riportato se sono state sostituite più di 10 misure o se dopo la sostituzione mancano le misure di più di 3 giorni.



Altitudine (m s.l.m.) 91  
Latitudine (N) 46.036  
Longitudine (E) 13.228

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2001	229	16	218	55	88	99	20	78	68	6	50	2	928
2002	33	93	37	33	66	74	38	74	85	110	151	39	834
2003	45	1	0	88	38	53	44	50	164	109	86	83	761
2004	18	60	138	95	213	152	47	48	55	158	196	126	1307
2005	19	8	41	181	85	91	92	144	52	184	80	61	1038
2006	18	36	120	187	64	35	15	161	34	62	47	83	862
2007	48	34	27	23	87	167	44	51	97	12	13	24	625
2008	120	35	40	196	66	118	80	32	7	76	204	191	1164
2009	123	78	176	49	61	155	103	38	66	45	175	197	1264
2010	131	137	23	54	90	231	25	61	92	113	247	196	1399
2011	24	56	95	18	49	90	184	15	69	48	21	23	691
2012	24	3	51	151	108	92	37	77	164	88	175	77	1046
2013	126	72	167	98	145	195	78	69	36	170	65	79	1300
2014	180	203	53	141	128	218	135	181	61	55	139	30	1525
2015	52	29	94	41	195	82	75	65	92	107	20	3	852
2016	49	108	46	76	83	140	94	88	33	120	66	2	904
2017	11	61	22	87	61	48	40	11	147	48	87	150	773

**Statistiche**

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Media 2001-2017	74	60	79	93	96	120	68	73	78	89	107	80	1016
Min	11	1	0	18	38	35	15	11	7	6	13	2	625
Max	229	203	218	196	213	184	181	164	184	247	197	1525	
Dev.st	65	53	64	59	49	59	45	48	45	52	73	69	267
Numero	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

**Percentili**

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
5 %	16	2	18	22	46	45	19	14	28	11	19	2	678
50 %	48	56	51	87	85	99	47	65	68	88	86	77	928
95 %	190	150	185	189	198	221	145	165	164	173	213	196	1424

- Sottostima sistematica del modello

- $\Delta_{mod/obs} \approx 50 \text{ mm/mese}$



# Conclusioni verifiche di qualità

**Temperature** medie ben riprodotte ( $\Delta_{mod/obs} < 1 \text{ }^\circ\text{C}$ )

**E**

Trend climatico congruente con quello misurato

**Ma**

Distribuzione modello troppo stretta (minime alte / massime basse)

**Venti** sistematicamente sovrastimati dal modello ( $\Delta_{mod/obs} > 1 \text{ m/s}$ )

**Ma**

Fluttuazioni dell'intensità media ben riprodotte

**Precipitazione** sistematicamente sottostimata dal modello

( $\Delta_{mod/obs} > 50 \text{ mm/mese}$ )

**Ma**

Ottimo accordo per precipitazioni intense

( $\Delta_{mod/obs} < 1 \text{ mm/h}$  per  $\text{PREC} > 10 \text{ mm/h}$ )

- Introduzione
  - Obiettivi NAUSICA
  - Obiettivi NAUSICA Interim
  
- Base dati Campi Meteorologici
  - Prodotti disponibili
  - Suite operativa NAUSICA\_gen
  - Risultati verifiche qualità
  
- Base dati Campi statistici
  - Prodotti disponibili
  - Suite NAUSICA\_stat
  - Risultati verifiche qualità
    - Temperatura
    - Intensità vento
    - Precipitazioni
  
- **Conclusioni**
  
- **Bibliografia**

# Punti di forza, Debolezze e Prospettive

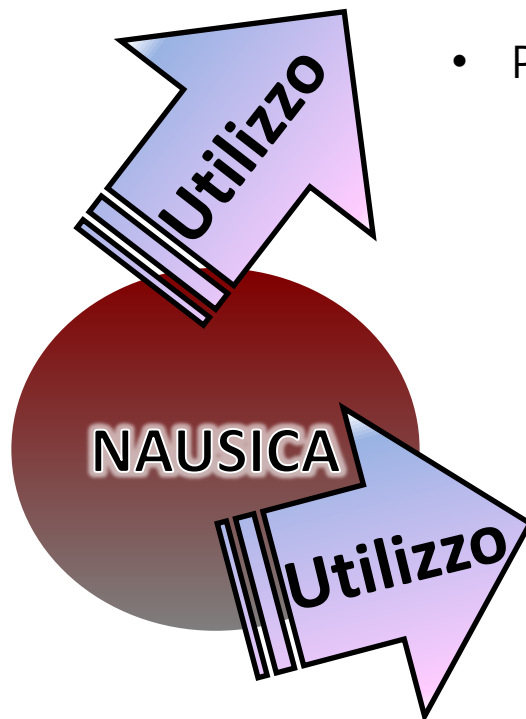


NAUSICA

# Punti di forza, Debolezze e Prospettive

In **sala Meteo** e **modelli PCIV**:

- Piogge intense ben riprodotte



Per **scopi climatici**:

- Temperature medie e piogge intense ben riprodotte
- ⇒ trend su climate change, tempi di ritorno eventi estremi e di breve durata

# Punti di forza, Debolezze e Prospettive

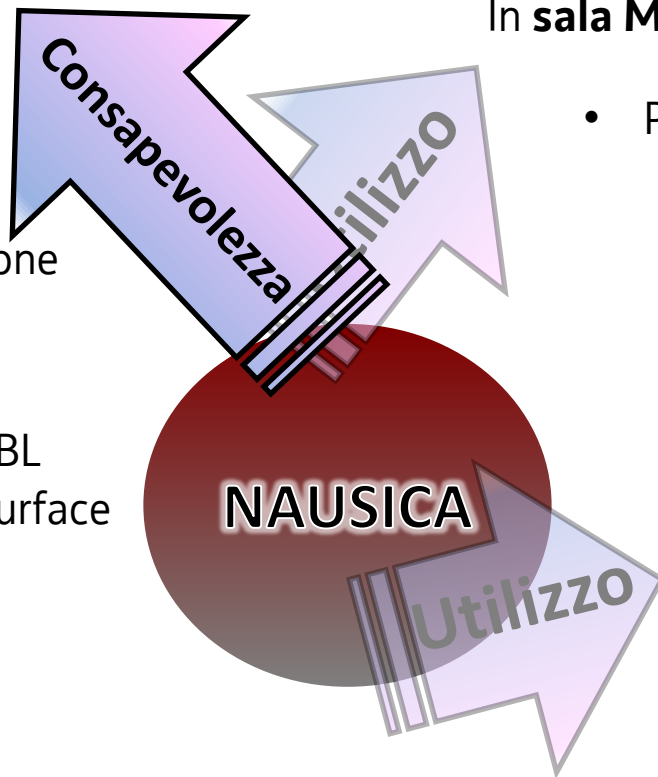
## Aspetti del **modello WRF**

(anche WRF operativo)  
da migliorare:

Precipitazioni deboli  
sottostimate, distribuzione  
temperature stretta,..



- Parametrizzazione PBL
- Parametrizzazione Surface layer



## In **sala Meteo** e **modelli PCIV** :

- Piogge intense ben riprodotte

## Per **scopi climatici**:

- Temperature medie e piogge intense ben riprodotte
- ⇒ trend su climate change, tempi di ritorno eventi estremi e di breve durata

# Punti di forza, Debolezze e Prospettive

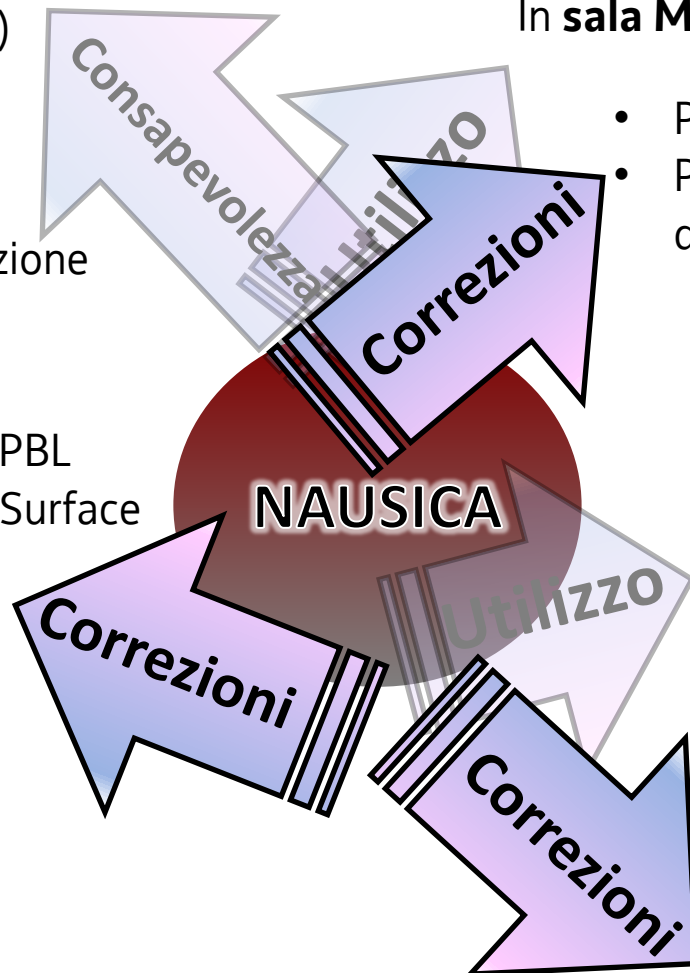
## Aspetti del **modello WRF**

(anche WRF operativo)  
da migliorare:

Precipitazioni deboli  
sottostimate, distribuzione  
temperature stretta,..



- Parametrizzazione PBL
- Parametrizzazione Surface layer



## In **sala Meteo** e **modelli PCIV** :

- Piogge intense ben riprodotte
- Possibile correzione dei bias (in funzione dell'area):

calcolo *fattore correttivo* per precipitazioni deboli, estremi di temperatura, venti deboli,..

## Per **scopi climatici**:

- Temperature medie e piogge intense ben riprodotte  
⇒ trend su climate change, tempi di ritorno eventi estremi e di breve durata
- Possibile correzione bias:  
calcolo *fattore correttivo* per precipitazioni cumulate



# Punti di forza, Debolezze e Prospettive

## Aspetti del **modello WRF**

(anche WRF operativo)  
da migliorare:

Precipitazioni deboli  
sottostimate, distribuzione  
temperature stretta,..



- Parametrizzazione PBL
- Parametrizzazione Surface layer

## **Estensione** verifiche di qualità:

- Interpretazione analisi già svolte (Campi, Stazioni ed Aree, Periodi, ..)
- Produzione analisi climatologia su aree

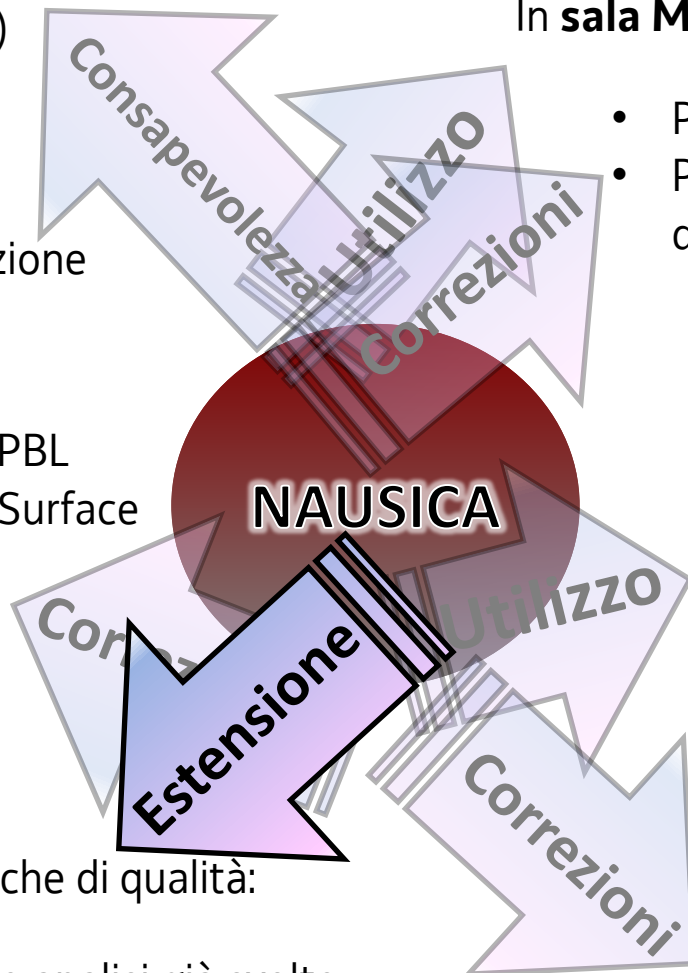
## In **sala Meteo** e **modelli PCIV** :

- Piogge intense ben riprodotte
- Possibile correzione dei bias (in funzione dell'area):

calcolo *fattore correttivo* per precipitazioni deboli, estremi di temperatura, venti deboli,..

## Per **scopi climatici**:

- Temperature medie e piogge intense ben riprodotte  
⇒ trend su climate change, tempi di ritorno eventi estremi e di breve durata
- Possibile correzione bias:  
calcolo *fattore correttivo* per precipitazioni cumulate



# Punti di forza, Debolezze e Prospettive

## Aspetti del **modello WRF**

(anche WRF operativo)  
da migliorare:

Precipitazioni deboli  
sottostimate, distribuzione  
temperature stretta,..



- Parametrizzazione PBL
- Parametrizzazione Surface layer

## **Estensione** verifiche di qualità:

- Interpretazione analisi già svolte (Campi, Stazioni ed Aree, Periodi, ..)
- Produzione analisi climatologia su aree

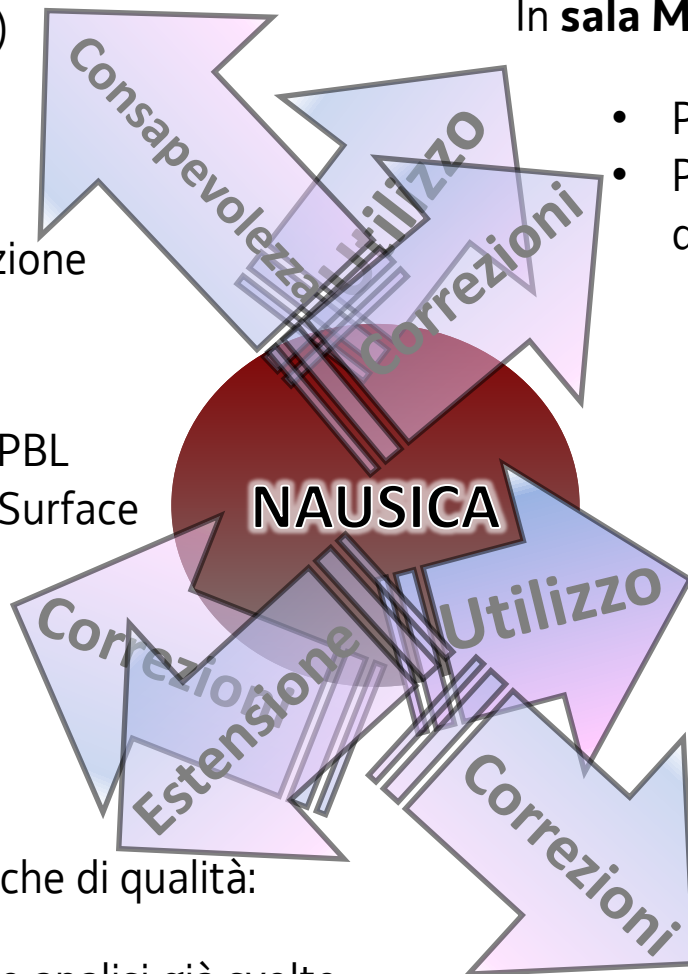
## In **sala Meteo** e **modelli PCIV** :

- Piogge intense ben riprodotte
- Possibile correzione dei bias (in funzione dell'area):

calcolo *fattore correttivo* per precipitazioni deboli, estremi di temperatura, venti deboli,..

## Per **scopi climatici**:

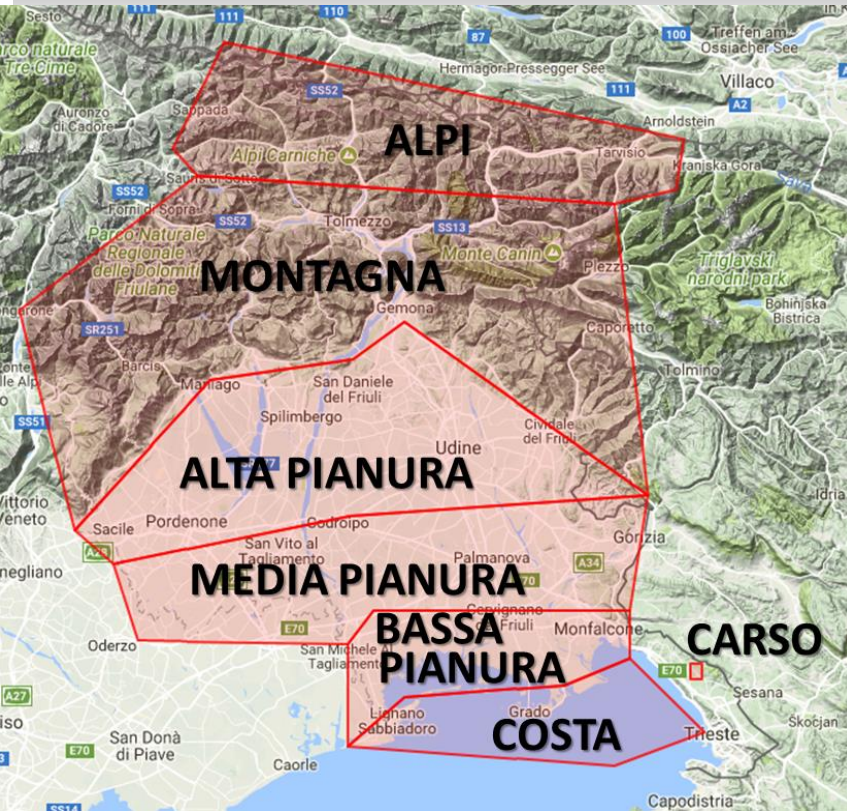
- Temperature medie e piogge intense ben riprodotte  
⇒ trend su climate change, tempi di ritorno eventi estremi e di breve durata
- Possibile correzione bias:  
calcolo *fattore correttivo* per precipitazioni cumulate



- ❖ ARPA FVG - CRMA, **Progetto NAUSICA. Downscaling di analisi meteorologiche ad alta risoluzione sul dominio Alpe Adria**, Report interno ARPA FVG (Dicembre 2017)
- ❖ ARPA FVG, **Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e dei loro impatti più significativi per il FVG**, Report interno ARPA FVG (Dicembre 2017)



# Verifiche dei campi generati



- Confronto stagionale **SERIE TEMPORALI** nei punti di STZ
- Confronto stagionale **DISTRIBUZIONI** su AREA

✓ **Accordo soddisfacente tra modello e misure**

➤ **Temperature**

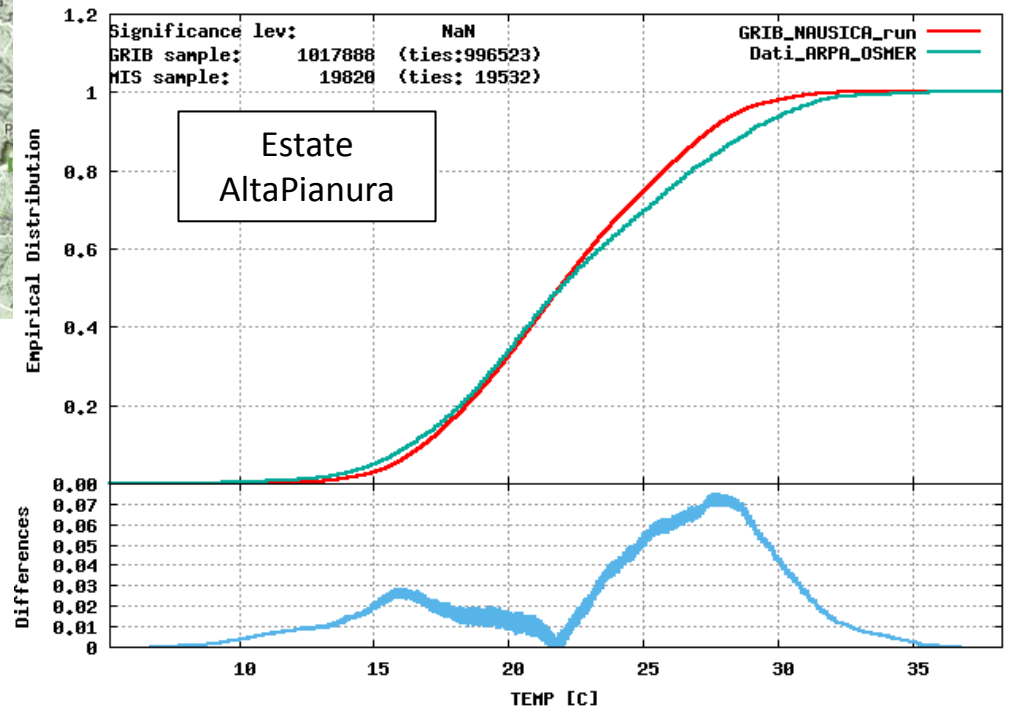
BIAS:

Estate, Autunno < 0.8°C

Primavera < 1.5°C

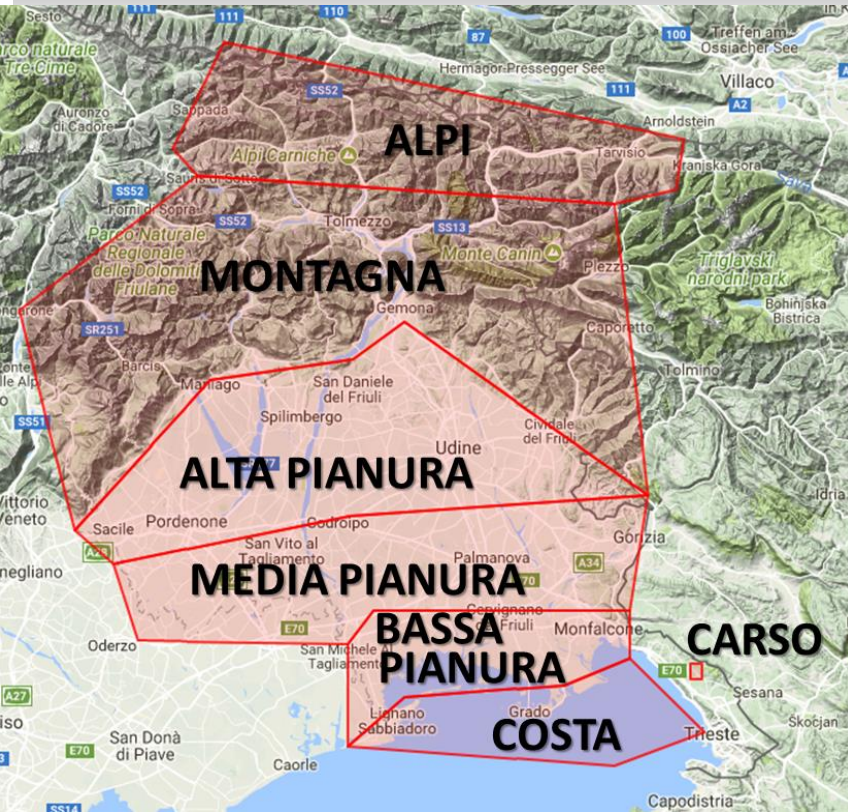
Inverno < 2.0°C

Kolmogorov-Smirnov test ( codice AREA:AD050201 - VAR: TEMP - T: 20100601 20100831 )





# Verifiche dei campi generati



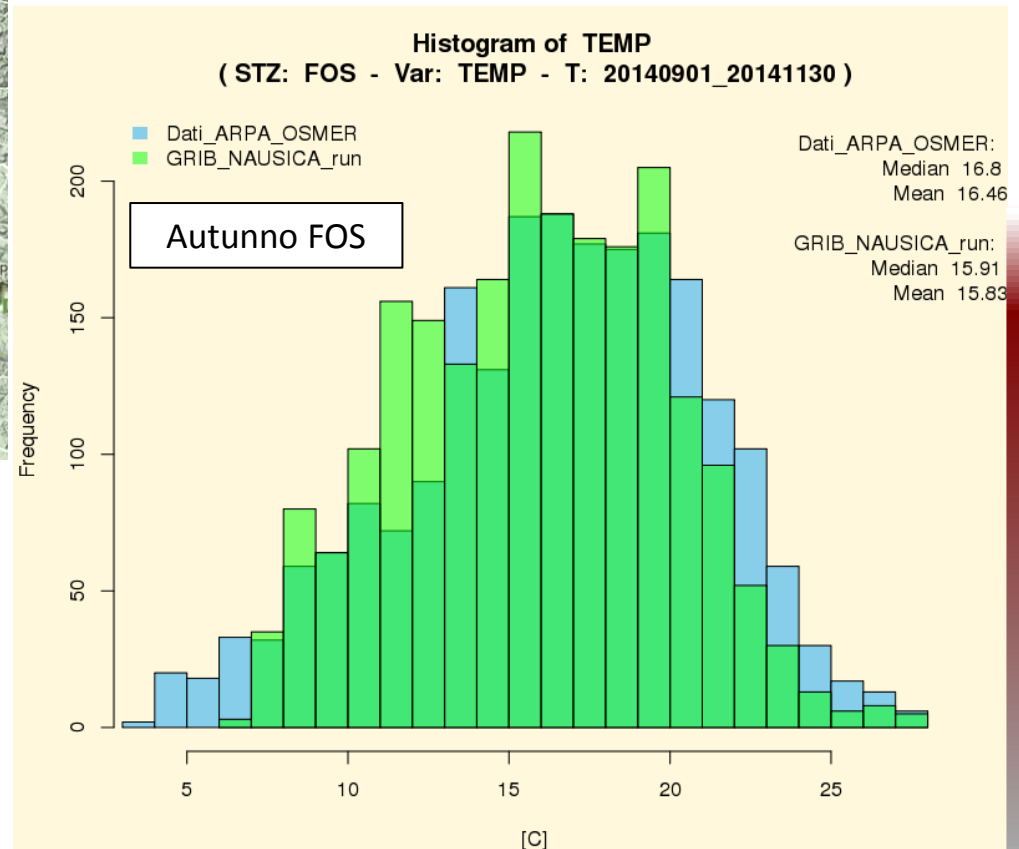
- Confronto stagionale  
**SERIE TEMPORALI**  
nei punti di STZ
- Confronto stagionale  
**DISTRIBUZIONI** su AREA

✓ **Accordo soddisfacente tra modello e misure**

Nelle **SIMULAZIONI** rispetto alle misure:

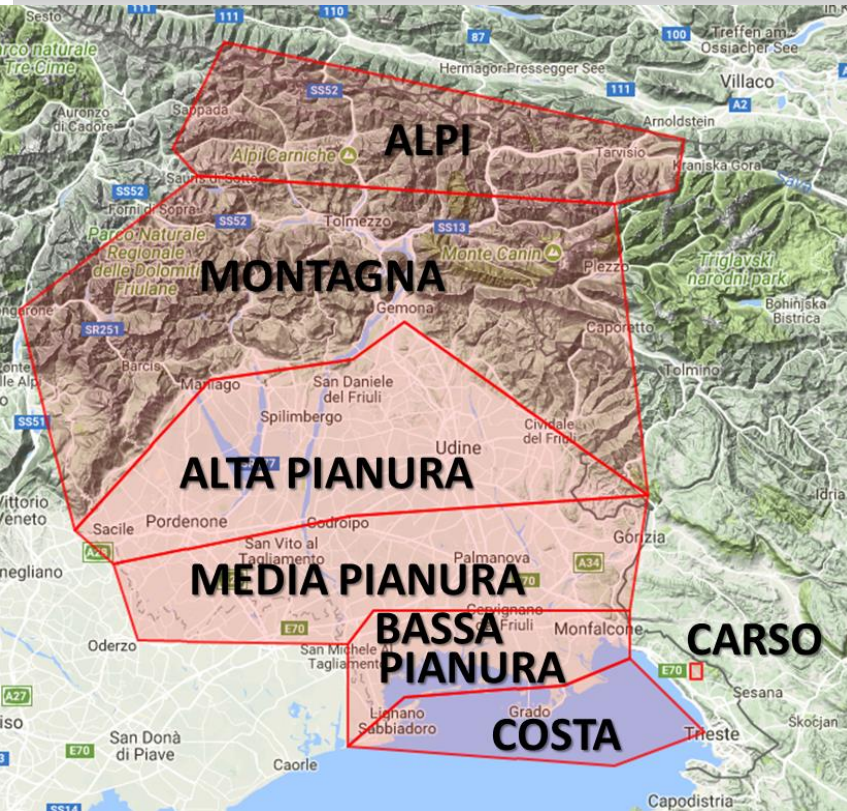
➤ **Temperature:**

Distribuzione qualche grado più stretta





# Verifiche dei campi generati

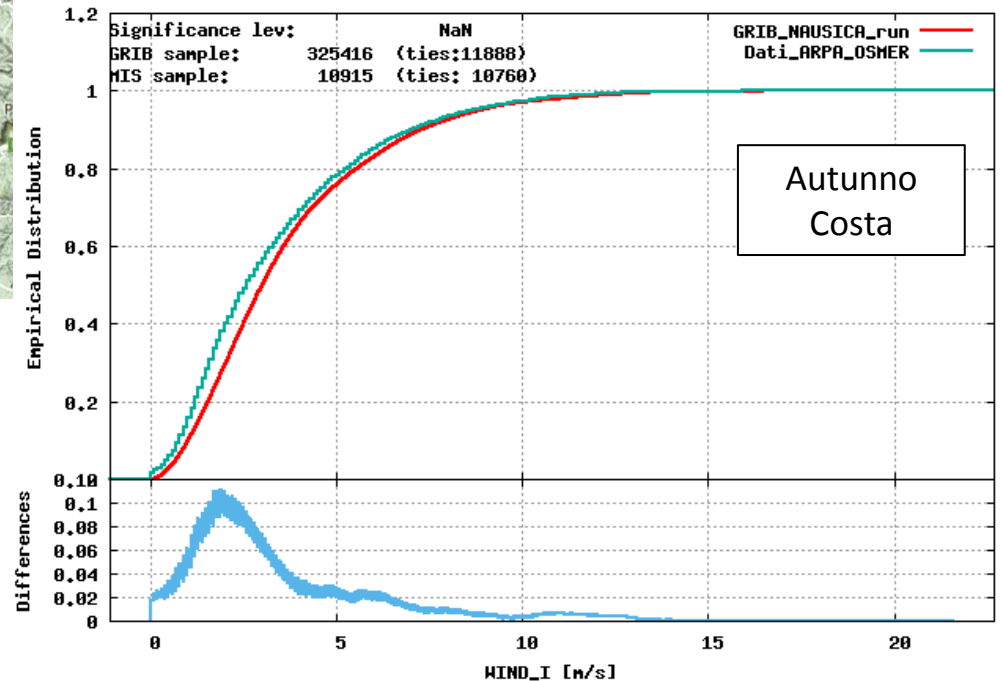


✓ **Accordo soddisfacente tra modello e misure**

➤ **Venti**

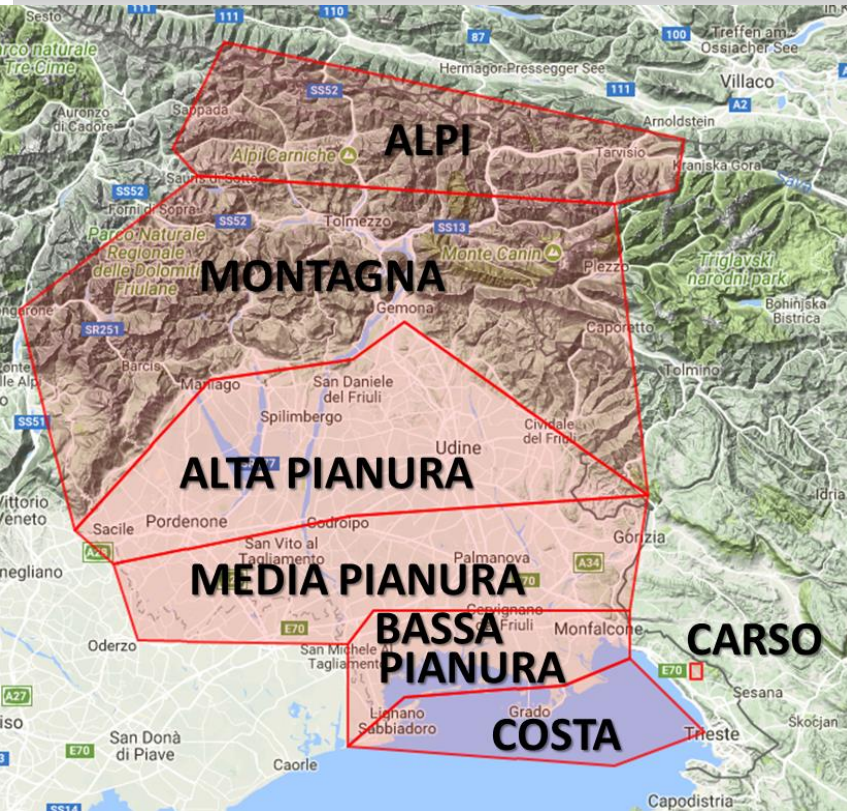
La costa è l'area con accordo migliore

Kolmogorov-Smirnov test ( AREA codice AA051501 - VAR: WIND\_I - T: 20140901 20141130 )



- Confronto stagionale **SERIE TEMPORALI** nei punti di STZ
- Confronto stagionale **DISTRIBUZIONI** su AREA

# Verifiche dei campi generati

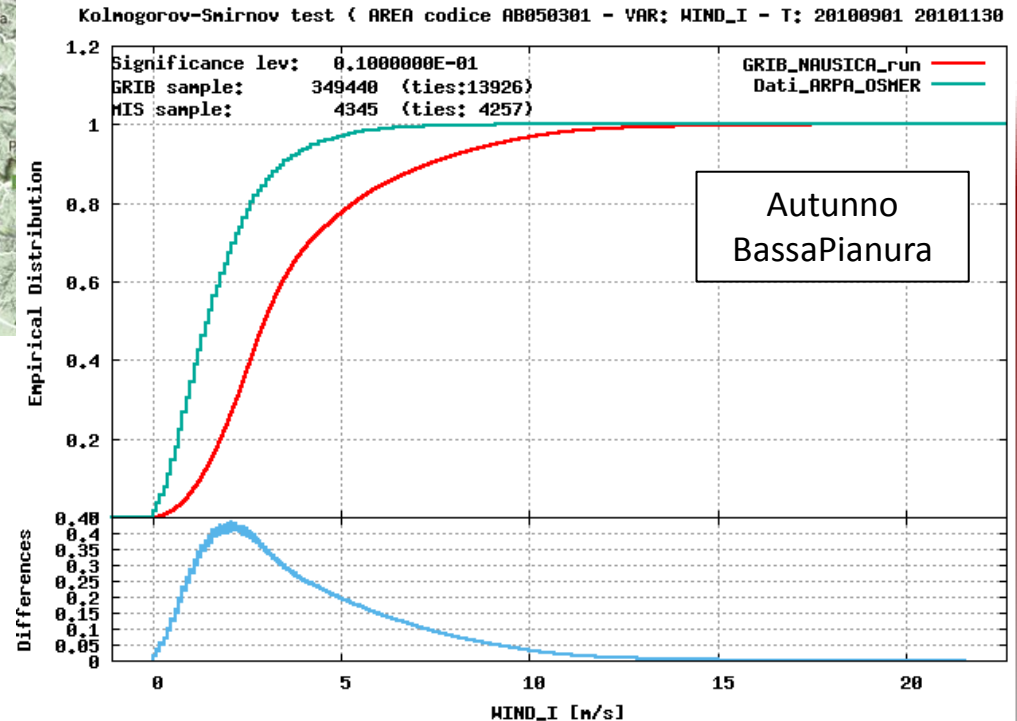


- Confronto stagionale  
**SERIE TEMPORALI**  
nei punti di STZ
- Confronto stagionale  
**DISTRIBUZIONI** su AREA

✓ **Accordo soddisfacente tra modello e misure**

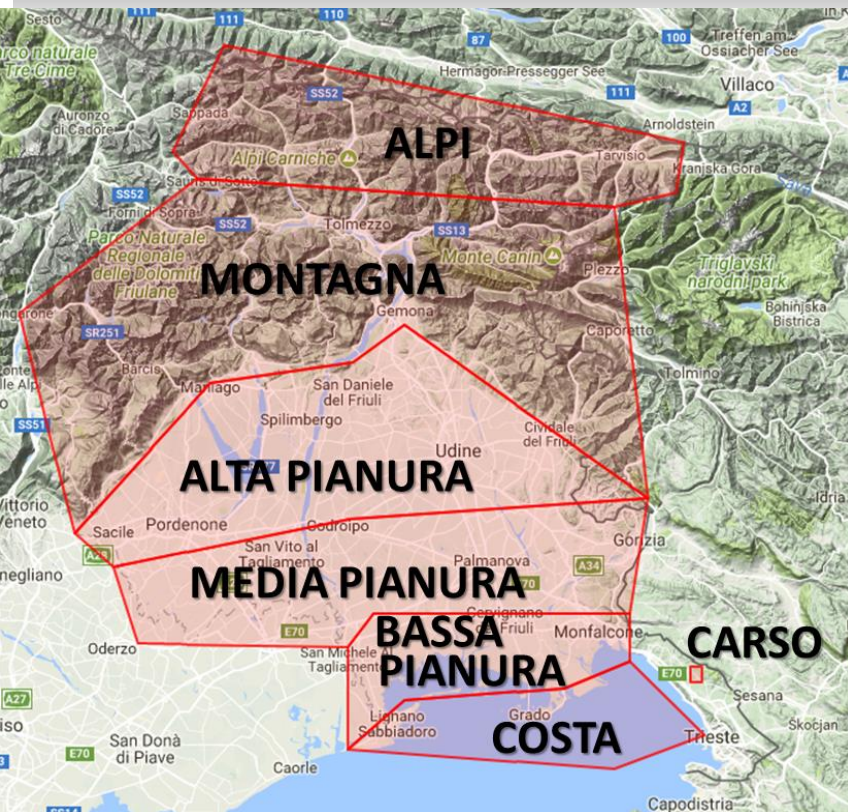
Nelle **SIMULAZIONI** rispetto alle misure:

➤ **Venti:**  
**Sovrastima** (bias di  $\approx 1-2$  m/s su diverse aree)





# Verifiche dei campi generati



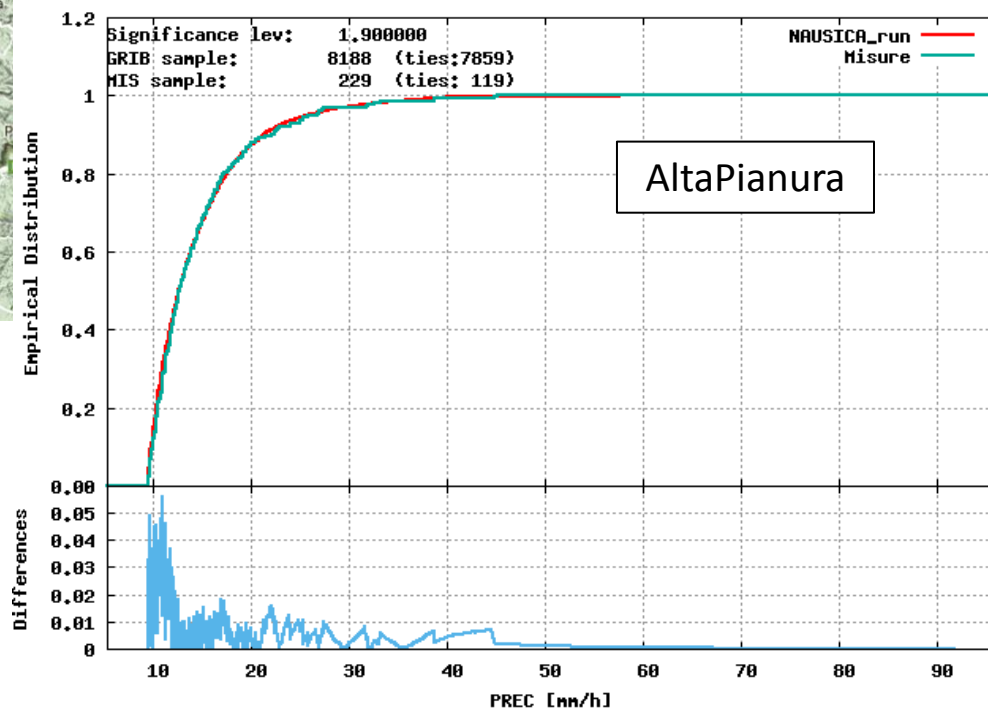
✓ **Accordo soddisfacente tra modello e misure**

➤ **Precipitazione > 10 mm/h**

Ottimo accordo su tutte le aree:

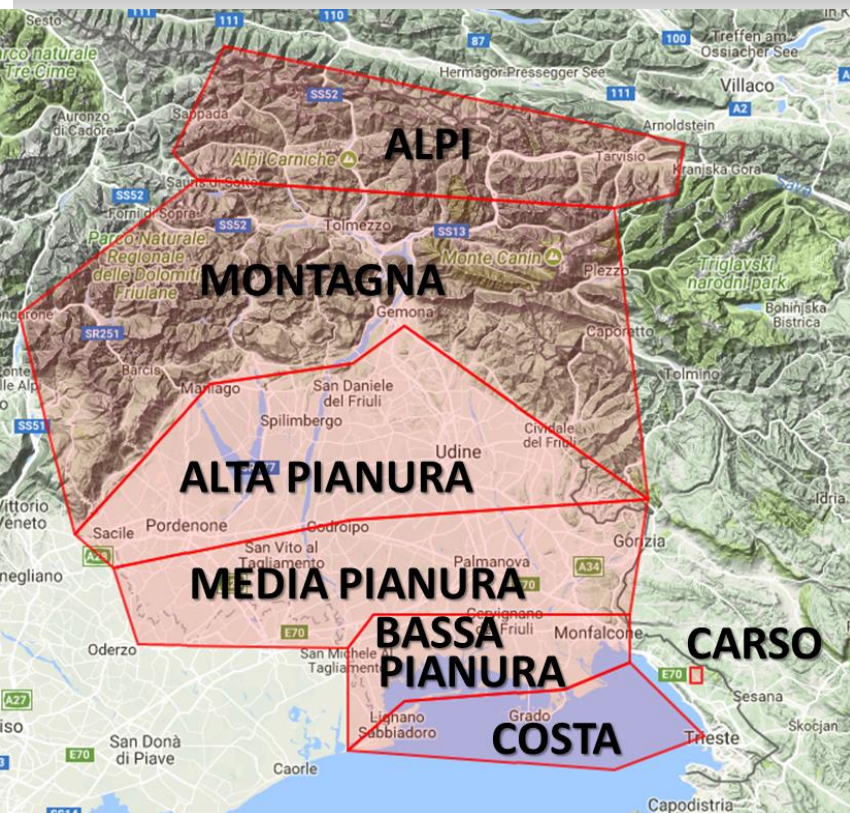
BIAS < 1 mm/h

Kolmogorov-Smirnov test ( codice AREA:AD053101 - VAR: PREC - T: 20100101 20101231 )



- Confronto stagionale **SERIE TEMPORALI** nei punti di STZ
- Confronto stagionale **DISTRIBUZIONI** su AREA

# Verifiche dei campi generati



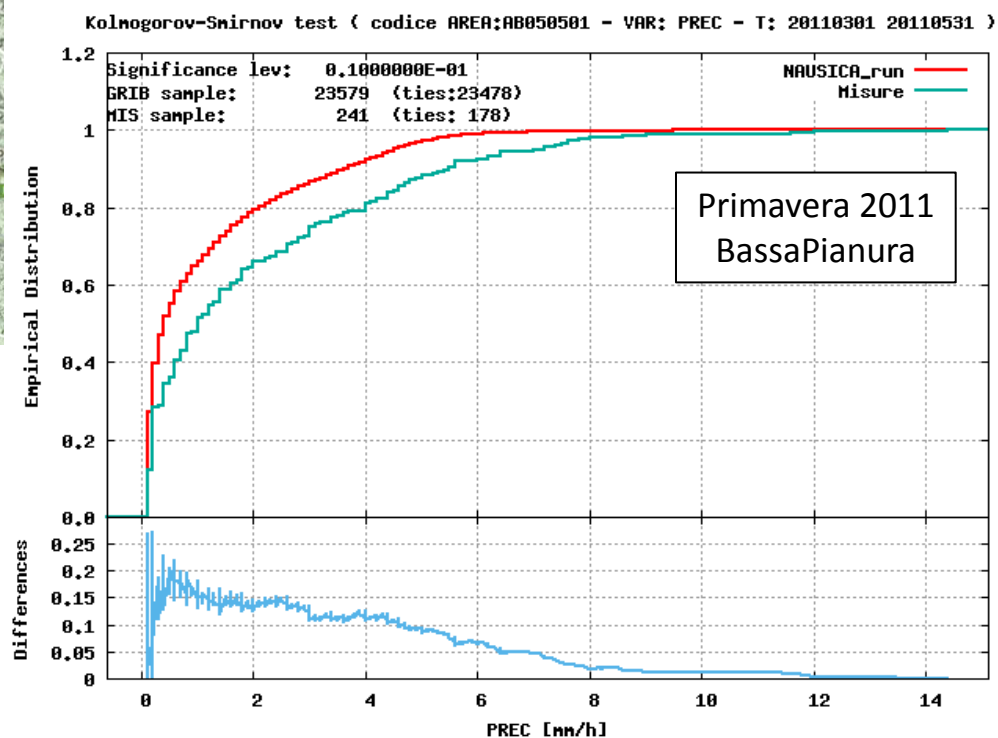
- Confronto stagionale **SERIE TEMPORALI** nei punti di STZ
- Confronto stagionale **DISTRIBUZIONI** su AREA

✓ **Accordo soddisfacente tra modello e misure**

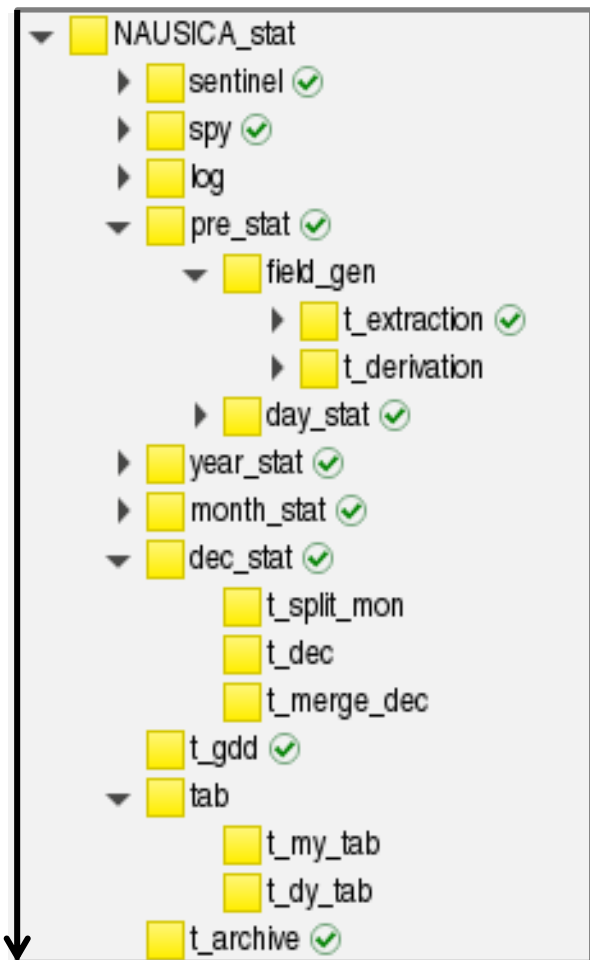
Nelle **SIMULAZIONI** rispetto alle misure:

➤ **Precipitazione:**

Sottostima dei bassi valori su alcune aree



# Suite NAUSICA\_stat



- Statistica giornaliera
- Statistica mensile
- Statistica annuale
- Statistiche decadali
- Sommatoria termica

