

F-AIR SG

APPLICAZIONE DEL FILTRO DI KALMAN ALLE PREVISIONI DI QUALITÀ DELL'ARIA

Anna Chiara Goglio, Irene Gallai, Giovanni Bonafè
Palmanova, Novembre 2018

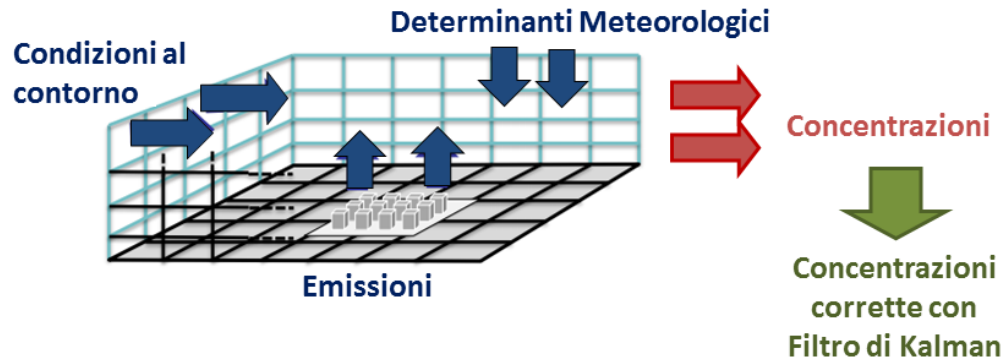
ARPA FVG – CRMA
Centro Regionale di Modellistica Ambientale
crma@arpa.fvg.it

F-Air SG

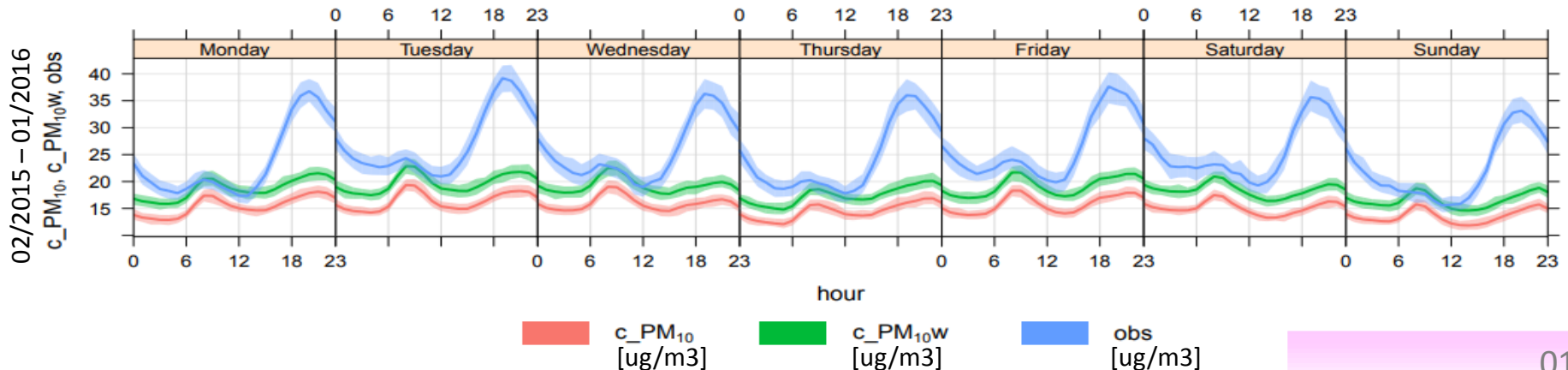
Applicazione del filtro di Kalman alle previsioni di qualità dell'aria

- **Introduzione**
 - **Perché una SG?**
 - **Il fattore G**
 - **Il filtro di Kalman**
- **Effetti del KF**
 - Prime verifiche disponibili
 - Confronti tra mappe
 - Confronti tra serie temporali
 - Conclusioni
- **Flusso F-Air**
 - Repository F-Air
 - Suite F_Air_SG
 - Catena F-Air
- **Bibliografia**
- **Prodotti archiviati**
 - Dati disponibili
 - F_Air Vs F_Air_SG
 - Prodotti post-processing

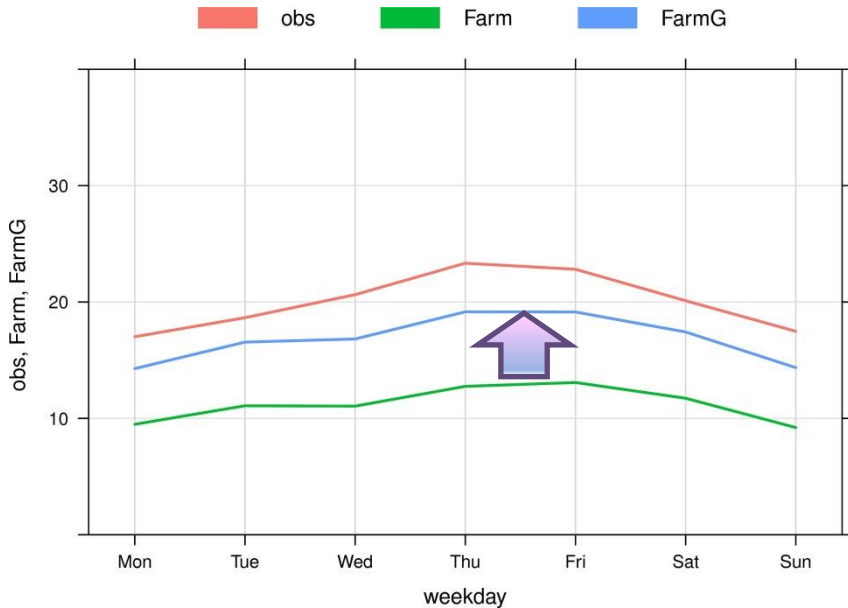
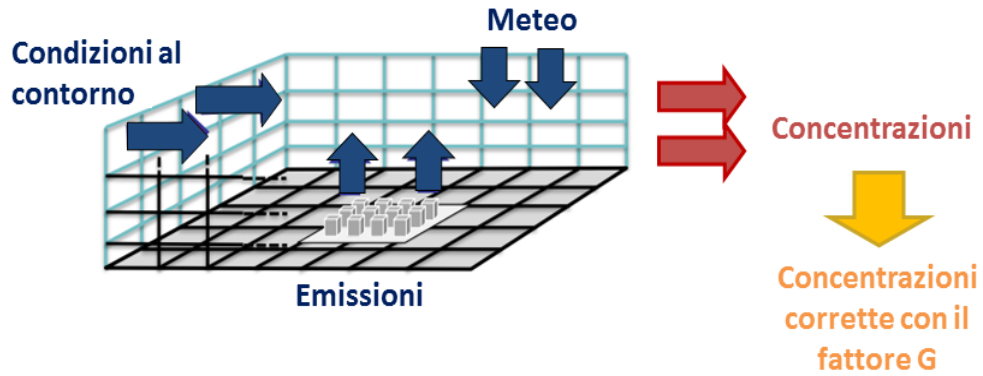
Perché una SG ?



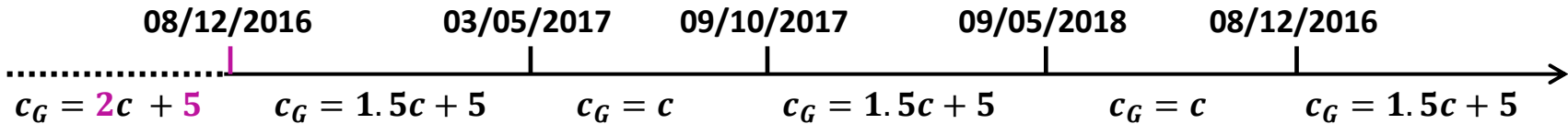
- ❑ Necessità di introdurre una *bias-adjustment technique* che migliori l'accuratezza delle previsioni di QA rimuovendo gli **errori sistematici**
- ❑ Necessità di aggiornare gli eseguibili utilizzati dalla catena operativa (2015 → 2017)



Soluzione attuale: il fattore G



$$c_G = 1.5c + 5$$



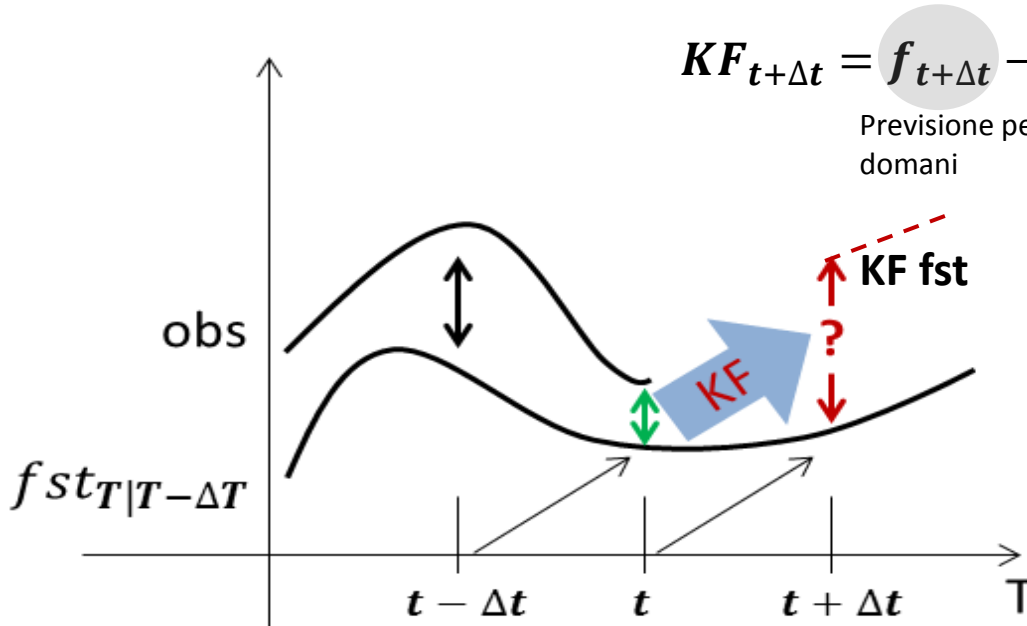
Il filtro di Kalman

E' un sistema di post-elaborazione adottato per la riduzione del bias lineare, adattativo, ricorsivo..

$$KF_{t+\Delta t} = f_{t+\Delta t} - \hat{x}_{t+\Delta t|t}$$

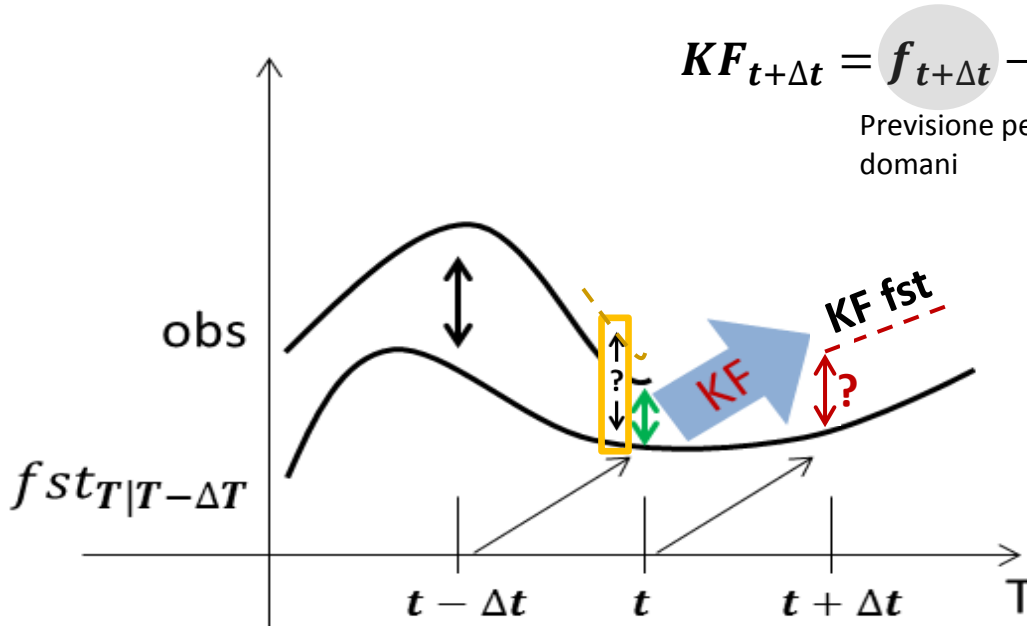
Previsione per
domani

Previsione di
oggi del bias
di domani



Il filtro di Kalman

E' un sistema di post-elaborazione adottato per la riduzione del bias lineare, adattativo, ricorsivo..



$$KF_{t+\Delta t} = f_{t+\Delta t} - \hat{x}_{t+\Delta t|t}$$

Previsione per
domani

Previsione di
oggi del bias
di domani

$$\hat{x}_{t+\Delta t|t} = \hat{x}_{t|t-\Delta t} + \beta_{t|t-\Delta t} (y_t - \hat{x}_{t|t-\Delta t})$$

Previsione di ieri
del bias di oggi

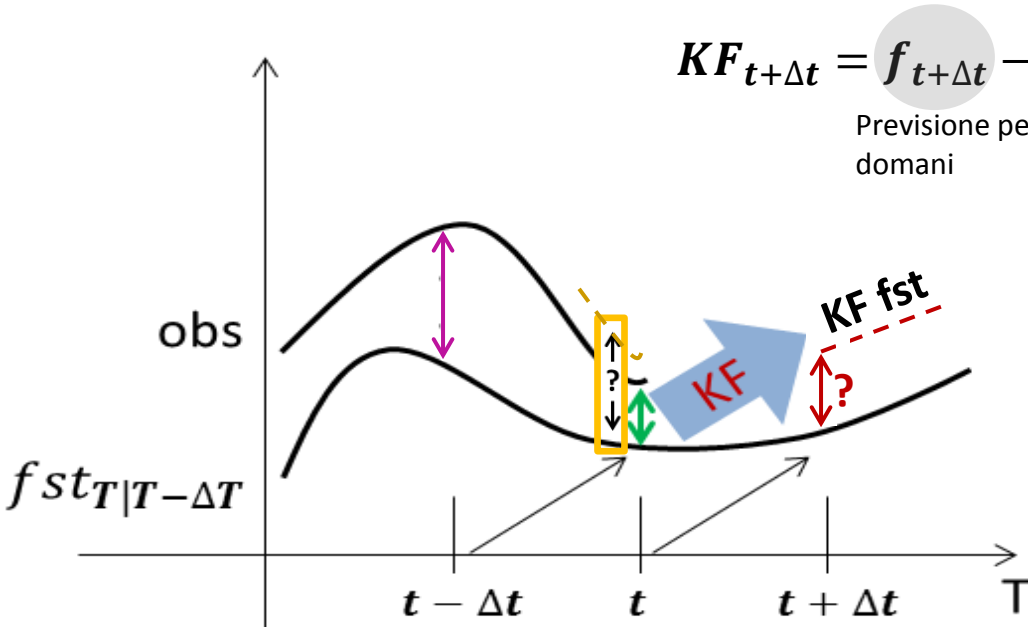
Kalman gain

Bias della previsione di oggi:
previsione - osservato

β = peso del bias-sul-bias-di-oggi
sul calcolo del bias di domani

Il filtro di Kalman

E' un sistema di post-elaborazione adottato per la riduzione del bias lineare, adattativo, ricorsivo..



$$KF_{t+\Delta t} = f_{t+\Delta t} - \hat{x}_{t+\Delta t|t}$$

Previsione per domani

Previsione di oggi del bias di domani

$$\hat{x}_{t+\Delta t|t} = \hat{x}_{t|t-\Delta t} + \beta_{t|t-\Delta t} (y_t - \hat{x}_{t|t-\Delta t})$$

Previsione di ieri del bias di oggi

Bias della previsione di oggi: previsione - osservato

β = peso del bias-sul-bias-di-oggi sul calcolo del bias di domani

$$\beta_{t|t-\Delta t}(r) = \frac{f(\beta_{t-\Delta t|t-2\Delta t}) + \sigma_{\eta}^2}{f(\beta_{t-\Delta t|t-2\Delta t}) + \sigma_{\eta}^2 + \sigma_{\epsilon}^2}$$

$$y_t = y_{t-1} + \eta_{t-1} + \epsilon_t$$

Err. sistematico Err. random

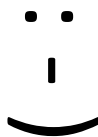
$$r = \frac{\sigma_{\eta}^2}{\sigma_{\epsilon}^2} = \frac{\text{peso err. sistematico}}{\text{peso err. random}} \text{ t.c.}$$

- Se $r \rightarrow 1$ KF non corregge gli errori delle fst ($\beta \ll 1$)
- Se $r \rightarrow 0$ KF non risponde alle variazioni del bias ($\beta \rightarrow 1$)

Species	KF ratio (r) t.c. minimizza RMSE previsioni-osservazioni				
	000-023	024-047	048-071	072-095	096-119
PM ₁₀ , daily	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4
PM _{2.5} , daily	1.0	0.6	0.4	0.4	0.6
NO ₂ , hourly	0.16	0.16	0.06	0.06	0.06
O ₃ , hourly	0.6	0.8	0.16	0.16	0.16
SO ₂ , hourly	0.16	0.08	0.06	0.08	0.08
PM ₁₀ , hourly	0.16	0.08	0.08	0.06	0.6

Il filtro di Kalman

E' un sistema di post-elaborazione adottato per la riduzione del bias lineare, adattativo, ricorsivo..

- 
- ✓ Migliora i coefficienti ad ogni iterazione (è adattativo)
 - ✓ Richiede una fase di training breve (è adattativo e ricorsivo)
 - ✓ E' veloce (10' per correggere run di previsioni a 5 giorni)
 - ✓ E' facile da implementare (è lineare)
 - ✓ E' ottimale per la riduzione del bias in caso di **errori sistematici**



X **Non** è adatto per previsioni di **eventi estremi**

X E' sensibile al valore del parametro r (dovrebbe essere stagionale)

F-Air SG

Applicazione del filtro di Kalman alle previsioni di qualità dell'aria

- Introduzione
 - Perché una SG?
 - Il fattore G
 - Il filtro di Kalman
- **Flusso F-Air**
 - **Repository F-Air**
 - **Suite F_Air_SG**
 - **Catena F-Air**
- Prodotti archiviati
 - Dati disponibili
 - F_Air Vs F_Air_SG
 - Prodotti post-processing
- Effetti del KF
 - Prime verifiche disponibili
 - Confronti tra mappe
 - Confronti tra serie temporali
 - Conclusioni
- Bibliografia

Il repository F-Air

F-Air

oper_1.0 → Versione attualmente operativa (eseguibili 2015)

oper_2.0 → Prima versione con Kalman (eseguibili 2015)

oper_2.1 → Versione operativa con Kalman (eseguibili 2017)

long_1.0 → Corse annuali

long_2.0 → Versione per run su più scadenze con Kalman (eseguibili 2017)

Il repository F-Air

oper_2.1

scripts

config/farm2_oper-fcst

templates

farm2_oper-fcst.ini

R

data

run

pbs



Eseguibili py

arianet
arplot
arpmeas.py
convWRF.CDO+NCO.py
convWRF.py -> convWRF.CDO+NCO.py
convWRF.py_old
convWRF.python.py
decode_chimere.py
emi.py
F-Air.py
FAirtasks.py
FAirutils.py
FARM.py
FARM.py_old
flask_site
GAP.py
kalman.py
obsdata.py
plot.py
postbin.py
prechem.py
prekalm.py
premet.py
preNRT.py
__pycache__
recursion.py
runFARM.py
runWPS.py
runWRF.py
setup.py
static.py
SURFPRO.py
web.py

Il repository F-Air

oper_2.1

scripts

→ Eseguibili **py**

config/farm2_oper-fcst

→ **Ini file, yaml,..**

templates

farm2_oper-fcst.ini

R

data

run

pbs

kalman/

agcorine22_lupar.txt

arplot.ini

cartog

clevs.yaml

daily_g1

daily_g1.backup

farm.ini

farm_species_SAPRC99

full_set_farm.ini

fworker.yaml -> ../../pbs/fworker.yaml

gap_g1.ini

grib_WRF_table.txt

launchpad.yaml ->

../../pbs/my_launchpad.yaml

lufile_g1

ncap2_wrf_g1.ini

obs_species.yaml

ramps.svg

set_farm.ini

species_elab.yaml

SURFPRO3.ini.daily.template

SURFPRO3.ini.template

surf_species_SAPRC99

WRF_g1.txt

WRFvars_ext.yaml

Il repository F-Air

oper_2.1

scripts

→ Eseguibili **py**

config/farm2_oper-fcst

→ **Ini file, yaml,**

templates

farm2_oper-fcst.ini

R

data

run

pbs

kalman/

agcorine22_lupar.txt

arplot.ini

cartog

clevs.yaml

daily_g1

daily_g1.backup

farm.ini

farm_species_SAPRC99

full_set_farm.ini

fworker.yaml -> ../../pbs/fworker.yaml

gap_g1.ini

grib_WRF_table.txt

launchpad.yaml ->

../../pbs/my_launchpad.yaml

lufile_g1

ncap2_wrf_g1.ini

obs_species.yaml

ramps.svg

set_farm.ini

species_elab.yaml

SURFPRO3.ini.daily.template

SURFPRO3.ini.template

surf_species_SAPRC99

WRF_g1.txt

WRFvars_ext.yaml

arpmeas_species.yaml
kalman_species.yaml

g1/

NO2

O3

PM10

SO2

arpmeas.template
array forecast.ini
model.ini
obs.arpmeas.ini
obs.ini
param.txt
postbin.ini
station.coo

Il repository F-Air

arpmeas_species.yaml

kalman_species.yaml

g1/

NO2

O3

PM10

SO2

arpmeas.template

array forecast.ini

model.ini

obs.arpmeas.ini

obs.ini

param.txt

postbin.ini

station.coo

```
'PM10':
  'unit': 'ug/m3'
  'ratio': 0.01
  'time': 1
'SO2':
  'unit': 'ug/m3'
  'ratio': 0.04
  'time': 24
'O3':
  'unit': 'ug/m3'
  'ratio': 0.04
  'time': 24
'NO2':
  'unit': 'ug/m3'
  'ratio': 0.04
  'time': 24
```



...
kalman_species.yaml contiene per ogni specie i seguenti parametri:

- unità di misura
- rapporto sigma misure/sigma modello
- numero di dati disponibili in un giorno

...
param.txt contiene i parametri per l'algoritmo del filtro di Kalman

```
Kalman (UCAR) info file
-----
! par.varo          = variance of observation variance
! par.varp         = variance of prediction variance
! par.lowerLimit   = variable lower bound
! par.upperLimit   = variable upper bound
! par.mv           = value corresponding to missing value (typically -999.)
! par.update       = time between update (1 day / 24 hours)
! ratio            = error ratio e.g. (obs. variance)/(pred. variance)
! enforcePositiveValues = enforces filtered values to be >=0.
! usemin_obs       = use minimum observed values when filtered ones are < 0.
! qclim, qcdst     = data quality control limit error [%] (negative do not perform, 0-100%)
!                  data quality control horizontal correlation distance factor [km]
! interp_meas      = Interpolate missing observations (0/1)
! meas_format      = measurements: standard csv or ECOMANAGER format (0/1)
! output_format    = KF & HF: standard csv or ECOMANAGER format (0/1)
! meas_out         = write measurements in standard csv format after missing data treatment
!                  and quality control analysis (0/1)
! par.varo = 0.005 from Delle Monache mail (used in tests)
! par.varo = 0.0005 from Delle Monache paper
-----
0.0005
1.
0.
400.
-999.
24
0.01
1
1
-100. 50.
1
0
0
0
```

Species	KF ratio (<i>r</i>) t.c. minimizza RMSE previsioni-osservazioni				
	000-023	024-047	048-071	072-095	096-119
PM ₁₀ , daily	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4
NO ₂ , hourly	0.16	0.16	0.06	0.06	0.06
O ₃ , hourly	0.6	0.8	0.16	0.16	0.16
SO ₂ , hourly	0.16	0.08	0.06	0.08	0.08

Il repository F-Air

arpmeas_species.yaml

kalman_species.yaml

g1/

NO2

O3

PM10

SO2

arpmeas.template

array forecast.ini

model.ini

obs.arpmeas.ini

obs.ini

param.txt

postbin.ini

station.coo



```

'PM10':
  'unit': 'ug/m3'
  'time': '1'
  'gl':
    'Rh': 500
    'Rz': 500
    'ldufile': 'lufile_g1'
'PM25':
  'unit': 'ug/m3'
  'time': '1'
  'gl':
    'Rh': 500
    'Rz': 500
    'ldufile': 'lufile_g1'
'all':
  'unit': 'ug/m3'
  'time': '24'
  'gl':
    'Rh': 500
    'Rz': 500
    'ldufile': 'lufile_g1'
  
```

arpmeas_species.yaml

contiene per ogni specie i seguenti parametri:

- unità di misura
- numero di dati disponibili in un giorno
- per ogni griglia di calcolo, i raggi d'influenza orizzontale e verticale e il file di uso del suolo opzionale

```

! <Rh>      R influence radius/horizontal correlation distance factor [km]
! <Rz>      R vertical correlation distance factor [m]
  
```

```

! Record format:
! x      y      z label cod cod6 cod3 Lrepr act
! -----
363.935 5102.898 0116 CAI 0 CAI '' 5 1
405.475 5052.898 0030 CAR 0 CAR '' 5 1
386.998 5077.729 0126 DOB 0 DOB '' 20 1
362.668 5099.478 0092 OSV 0 OSV '' 5 1
315.472 5092.101 0027 POR 0 POR '' 5 1
375.538 5092.337 0060 SGV 0 SGV '' 5 1
347.106 5140.622 0316 TOL 0 TOL '' 5 1
341.322 5152.470 1685 ZON 0 ZON '' 20 1
  
```

```

Lrepr=case_when(
  PDM_SOURCE_CODE=="TRF" & POST_TYPE_CODE=="URB" ~ 1,
  PDM_SOURCE_CODE=="BKG" & POST_TYPE_CODE=="URB" ~ 5,
  PDM_SOURCE_CODE=="IND" & POST_TYPE_CODE=="URB" ~ 3,
  PDM_SOURCE_CODE=="TRF" & POST_TYPE_CODE=="SBR" ~ 1,
  PDM_SOURCE_CODE=="BKG" & POST_TYPE_CODE=="SBR" ~ 5,
  PDM_SOURCE_CODE=="IND" & POST_TYPE_CODE=="SBR" ~ 3,
  PDM_SOURCE_CODE=="TRF" & POST_TYPE_CODE=="RUR" ~ 1,
  PDM_SOURCE_CODE=="BKG" & POST_TYPE_CODE=="RUR" ~ 20,
  PDM_SOURCE_CODE=="IND" & POST_TYPE_CODE=="RUR" ~ 3,
)
  
```

Il repository F-Air

oper_2.1

scripts

→ Eseguibili **py**

config/farm2_oper-fcst

→ Ini file, yaml,..

templates

→ **Job e ini file template di F-Air**

farm2_oper-fcst.ini

BCIC_AQ-email-notify.yaml

FAIR_AQ-email-notify.yaml

farm2_oper-fcst.ini.tpl ->

farm2_oper-fcst_kalman.ini.tpl

farm2_oper-fcst.ini.tpl_nokalm

farm2_oper-fcst_kalman.ini.tpl

lufile_g1.tpl

METEO_AQ-email-notify.yaml

run_F-Air_job.tpl ->

run_F-Air_job.tpl.kalman

run_F-Air_job.tpl.kalman

run_F-Air_job.tpl.new

run_F-Air_job.tpl.old

R

data

run

pbs

Il repository F-Air

oper_2.1

scripts

→ Eseguibili **py**

config/farm2_oper-fcst

→ Ini file, yaml,..

templates

→ Job e ini file template di F-Air

farm2_oper-fcst.ini

→ File di inizializzazione di F-Air

R

data

run

pbs

Il repository F-Air

oper_2.1

scripts

→ Eseguibili **py**

config/farm2_oper-fcst

→ Ini file, yaml,..

templates

→ Job e ini file template di F-Air

farm2_oper-fcst.ini

→ File di inizializzazione di F-Air

R

→ Script per l'estrazione delle misure

data

aqobs_diss_TPL.R

coordconvert.R

geo.functions.R

get_catastoaria_TPL.R

get_nrtaq.R read_bronx_TPL.R

run

pbs

Il repository F-Air

oper_2.1

scripts

→ Eseguibili **py**

config/farm2_oper-fcst

→ Ini file, yaml,..

templates

→ Job e ini file template di F-Air

farm2_oper-fcst.ini

→ File di inizializzazione di F-Air

R

→ Script per l'estrazione delle misure

data

→ Deposito estrazione dati

run

→ Work dir estrazione dati

pbs

→ File yaml

La suite F_Air_SG

- ▼ F_Air_SG ▲🕒
 - cron 09:00
 - ▼ sentinel
 - tsen_run_cleaner
 - ▶ tsen_check_bcic
 - ▶ AQ_bcic_notify
 - ▶ tsen_check_meteo
 - ▶ AQ_meteo_notify
 - ▶ spy
 - ▶ log
 - ▼ AQ_obs_extraction
 - t_data_extraction
 - ▼ AQ_forecast
 - ▼ no_kalm
 - t_setup_F_Air ▲
 - ▼ t_run_F_Air ▲
 - F_Air_run: completed
 - F_Air_start
 - F_Air_stop
 - F_Air_abort
 - tsen_sendmail ▲
 - ▼ kalman
 - t_setup_F_Air
 - ▼ t_run_F_Air
 - F_Air_run: completed
 - F_Air_start
 - F_Air_stop
 - F_Air_abort
 - tsen_sendmail
- t_cut_first_deadline
- t_archive ▲
- t_clean

OBS_EXTRACTION

```

Pollutant: PM10

Output file: OBS_PM10.dat ... Found!
lrwxrwxrwx 1 operative arpa 14 Oct 29 09:01 /u/arpa/operative/src/F-Air/oper_2.1/run/kalman/

Tail..

10/10/2018;00:00;34.24;33.58;-999;31.71;34;31.23;50.3;30.39;30.1;38.58;31.36;18.96
11/10/2018;00:00;32.7;32.46;28.2;34.19;33.9;30.72;48.9;29.9;29.4;40.9;27.88;24.17
12/10/2018;00:00;31.45;34.13;25.3;31.81;34;30.93;31.5;28.19;30.3;37.5;27.86;25.84
13/10/2018;00:00;33.55;32.16;25.2;33.27;32.3;26.59;35;28.07;28.1;36.97;30.71;19.08
14/10/2018;00:00;32.7;30.13;25.5;34.92;31;27.82;40.4;29.39;26.8;31.47;28.33;21.3
15/10/2018;00:00;31.35;34.21;27.9;32.52;30.1;26.27;48.8;29.57;27.3;38.74;28.82;25.86
16/10/2018;00:00;27.94;33.58;24.6;30.18;32.7;29.35;27.3;24.23;33.1;35.69;25.17;20.95
17/10/2018;00:00;21.98;28.85;-999;23.77;-999;16.29;27.9;16.39;21;28.29;15.24;17.77
18/10/2018;00:00;42.44;32.01;27.8;45.38;-999;45.05;43.4;28.58;29.8;25.18;37.55;13.78
19/10/2018;00:00;32.7;30.13;25.5;34.92;31;27.82;40.4;29.39;26.8;31.47;28.33;21.3

```

FORECAST: --sched --check --postmet --gap --surf --prechem --emi --disp

```

FARM_conc_g1_20181004+000-023.nc
FARM_conc_g1_20181004+024-047.nc
FARM_conc_g1_20181004+048-071.nc
FARM_conc_g1_20181004+072-095.nc
FARM_conc_g1_20181004+096-119.nc

```

KALMAN: --kalman

FARM_adj_g1_NO2_20181004+000-023.nc	FARM_adj_g1_PM10_20181004+000-023.nc
FARM_adj_g1_NO2_20181004+024-047.nc	FARM_adj_g1_PM10_20181004+024-047.nc
FARM_adj_g1_NO2_20181004+048-071.nc	FARM_adj_g1_PM10_20181004+048-071.nc
FARM_adj_g1_NO2_20181004+072-095.nc	FARM_adj_g1_PM10_20181004+072-095.nc
FARM_adj_g1_NO2_20181004+096-119.nc	FARM_adj_g1_PM10_20181004+096-119.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+000-023.nc	FARM_adj_g1_SO2_20181004+000-023.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+024-047.nc	FARM_adj_g1_SO2_20181004+024-047.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+048-071.nc	FARM_adj_g1_SO2_20181004+048-071.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+072-095.nc	FARM_adj_g1_SO2_20181004+072-095.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+096-119.nc	FARM_adj_g1_SO2_20181004+096-119.nc

La suite F_Air_SG

- ▼ F_Air_SG ▲🕒
 - cron 09:00
 - ▼ sentinel
 - tsen_run_cleaner
 - ▶ tsen_check_bcic
 - ▶ AQ_bcic_notify
 - ▶ tsen_check_meteo
 - ▶ AQ_meteo_notify
 - ▶ spy
 - ▶ log
 - ▼ AQ_obs_extraction
 - t_data_extraction
 - ▼ AQ_forecast
 - ▼ no_kalman
 - t_setup_F_Air ▲
 - ▼ t_run_F_Air ▲
 - F_Air_run: completed
 - F_Air_start
 - F_Air_stop
 - F_Air_abt
 - tsen_sendmail
 - ▼ kalman
 - t_setup_F_Air
 - ▼ t_run_F_Air
 - F_Air_run: completed
 - F_Air_start
 - F_Air_stop
 - F_Air_abort
 - tsen_sendmail
- t_cut_first_deadline
- t_archive ▲
- t_clean

```
OBS_EXTRACTION

Pollutant: PM10

Output file: OBS_PM10.dat ... Found!
lrwxrwxrwx 1 operative arpa 14 Oct 29 09:01 /u/arpa/operative/src/F-Air/oper_2.1/run/kalman/

Tail..

10/10/2018;00:00;34.24;33.58;-999;31.71;34;31.23;50.3;30.39;30.1;38.58;31.36;18.96
11/10/2018;00:00;32.7;32.46;28.2;34.19;33.9;30.72;48.9;29.9;29.4;40.9;27.88;24.17
12/10/2018;00:00;31.45;34.13;25.3;31.81;34;30.93;31.5;28.19;30.3;37.5;27.86;25.84
13/10/2018;00:00;33.55;32.16;25.2;33.27;32.3;26.59;35;28.07;28.1;36.97;30.71;19.08
14/10/2018;00:00;32.7;30.13;25.5;34.92;31;27.82;40.4;29.39;26.8;31.47;28.33;21.3
15/10/2018;00:00;31.35;34.21;27.9;32.52;30.1;26.27;48.8;29.57;27.3;38.74;28.82;25.86
16/10/2018;00:00;27.94;33.58;24.6;30.18;32.7;29.35;27.3;24.23;33.1;35.69;25.17;20.95
17/10/2018;00:00;21.98;28.85;-999;23.77;-999;16.29;27.9;16.39;21;28.29;15.24;17.77
18/10/2018;00:00;42.44;32.01;27.8;45.38;-999;45.05;43.4;28.58;29.8;25.18;37.55;13.78
19/10/2018;00:00;32.7;30.13;25.5;34.92;31;27.82;40.4;29.39;26.8;31.47;28.33;21.3
```

```
FORECAST: --sched --check --postmet --gap --surf --prechem --emi --disp

FARM_conc_g1_20181004+000-023.nc
FARM_conc_g1_20181004+024-047.nc
FARM_conc_g1_20181004+048-071.nc
FARM_conc_g1_20181004+072-095.nc
FARM_conc_g1_20181004+096-119.nc
```

EXIT_STATUS = 0 , 1

DUMMY???

```
KALMAN: --kalman

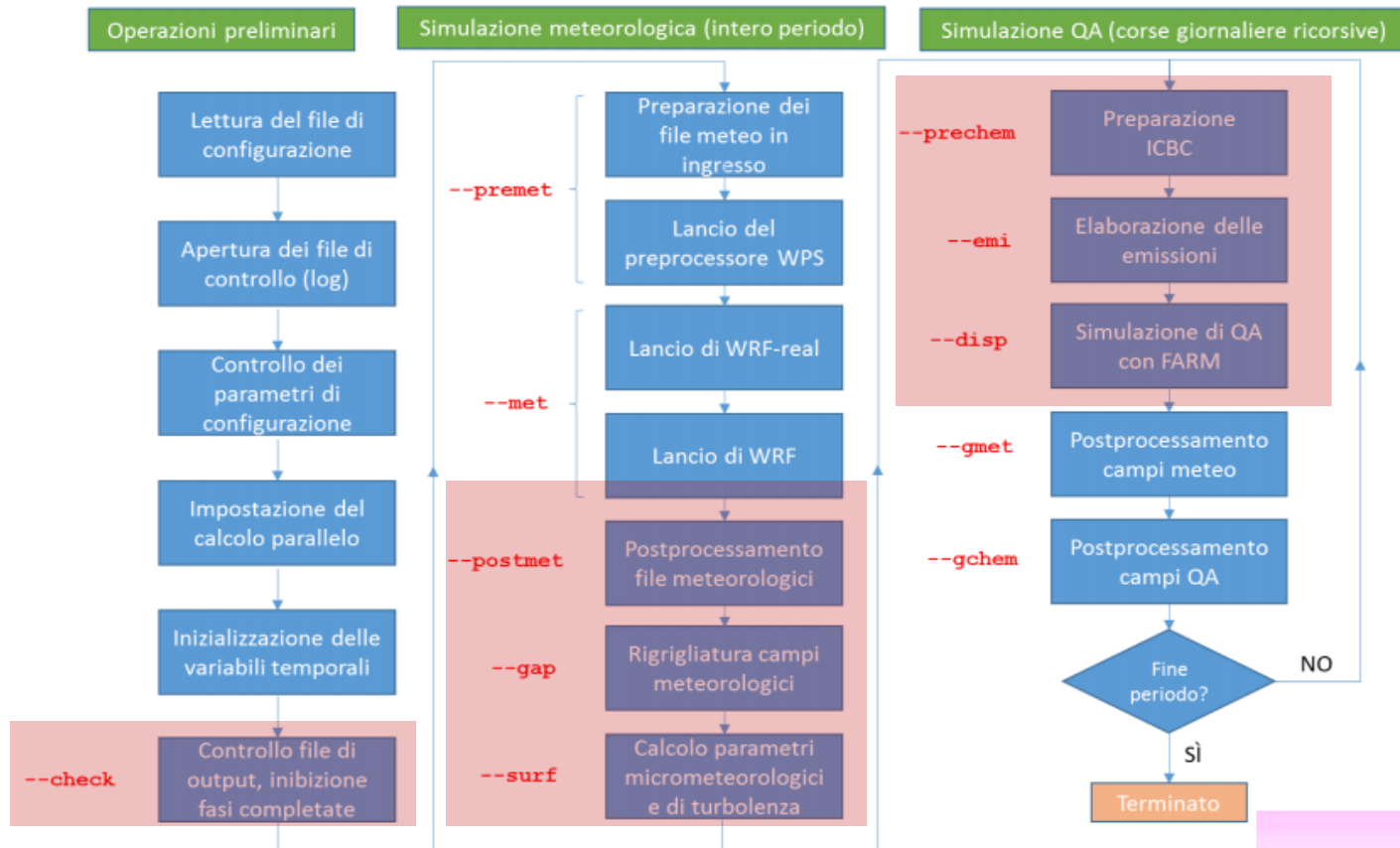
FARM_adj_g1_NO2_20181004+000-023.nc
FARM_adj_g1_NO2_20181004+024-047.nc
FARM_adj_g1_NO2_20181004+048-071.nc
FARM_adj_g1_NO2_20181004+072-095.nc
FARM_adj_g1_NO2_20181004+096-119.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+000-023.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+024-047.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+048-071.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+072-095.nc
FARM_adj_g1_O3_20181004+096-119.nc

FARM_adj_g1_PM10_20181004+000-023.nc
FARM_adj_g1_PM10_20181004+024-047.nc
FARM_adj_g1_PM10_20181004+048-071.nc
FARM_adj_g1_PM10_20181004+072-095.nc
FARM_adj_g1_PM10_20181004+096-119.nc
FARM_adj_g1_SO2_20181004+000-023.nc
FARM_adj_g1_SO2_20181004+024-047.nc
FARM_adj_g1_SO2_20181004+048-071.nc
FARM_adj_g1_SO2_20181004+072-095.nc
FARM_adj_g1_SO2_20181004+096-119.nc
```

EXIT_STATUS = 1

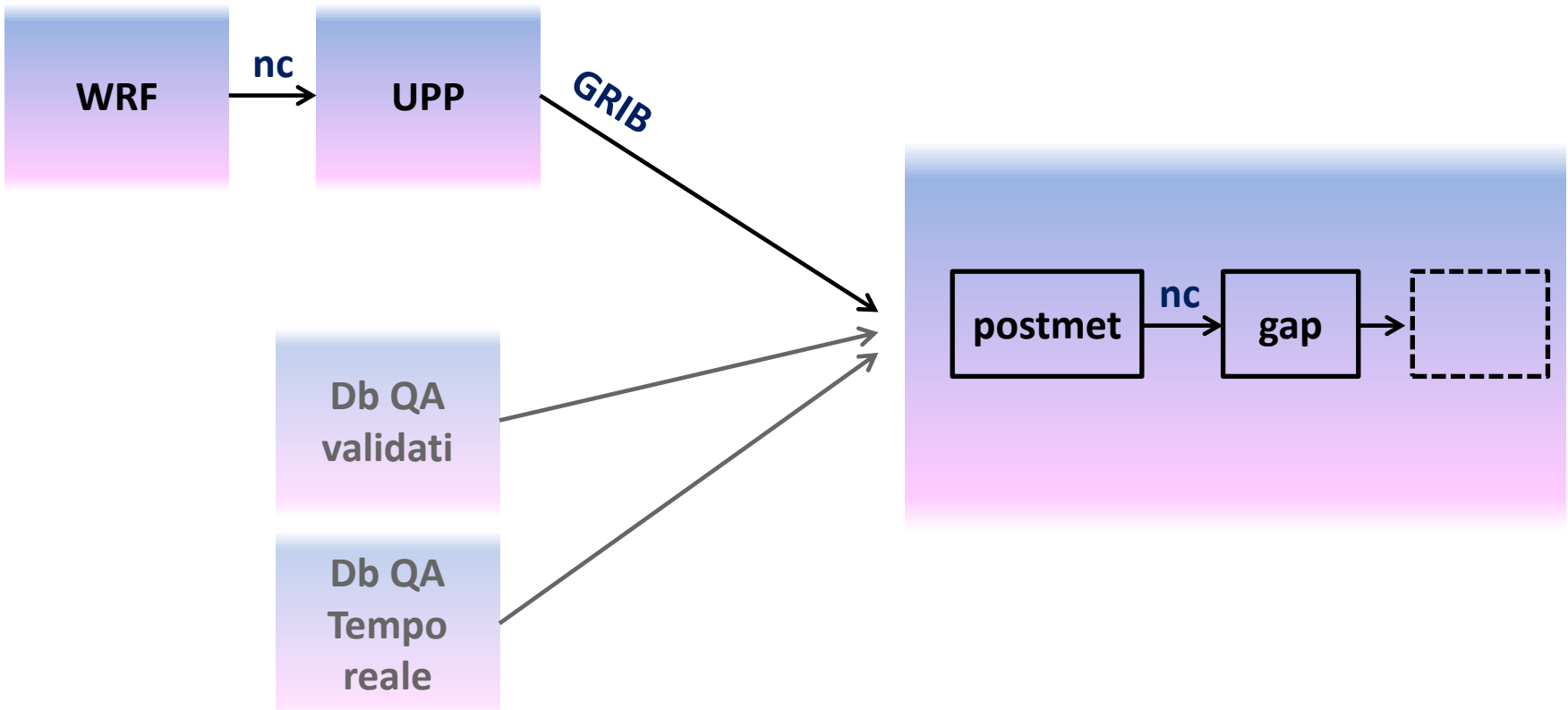
Diagramma di F-Air

Run	Opzioni F-Air.py	WallTime
FORECAST	--sched --check --postmet --gap --surf --prechem --emi --disp	1 h (+120 h)
KALMAN	-- kalman	10 ' (+120 h)



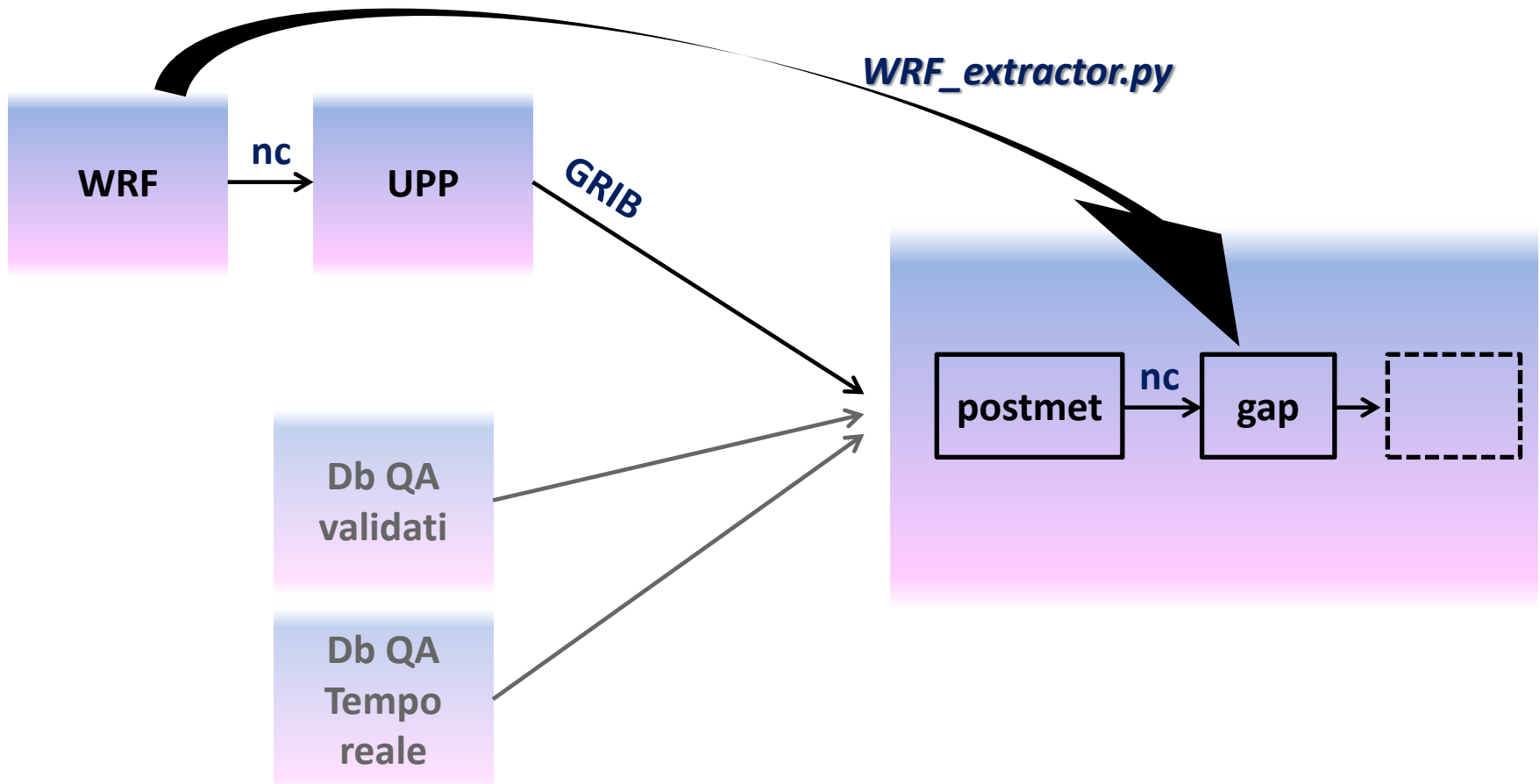
Input meteo

Run	Opzioni F-Air.py	WallTime
FORECAST	--sched --check --postmet --gap --surf --prechem --emi --disp	1 h (+120 h)
KALMAN	-- kalman	10 ' (+120 h)



Input meteo

Run	Opzioni F-Air.py	WallTime
FORECAST	--sched --check --postmet --gap --surf --prechem --emi --disp	1 h (+120 h)
KALMAN	-- kalman	10 ' (+120 h)



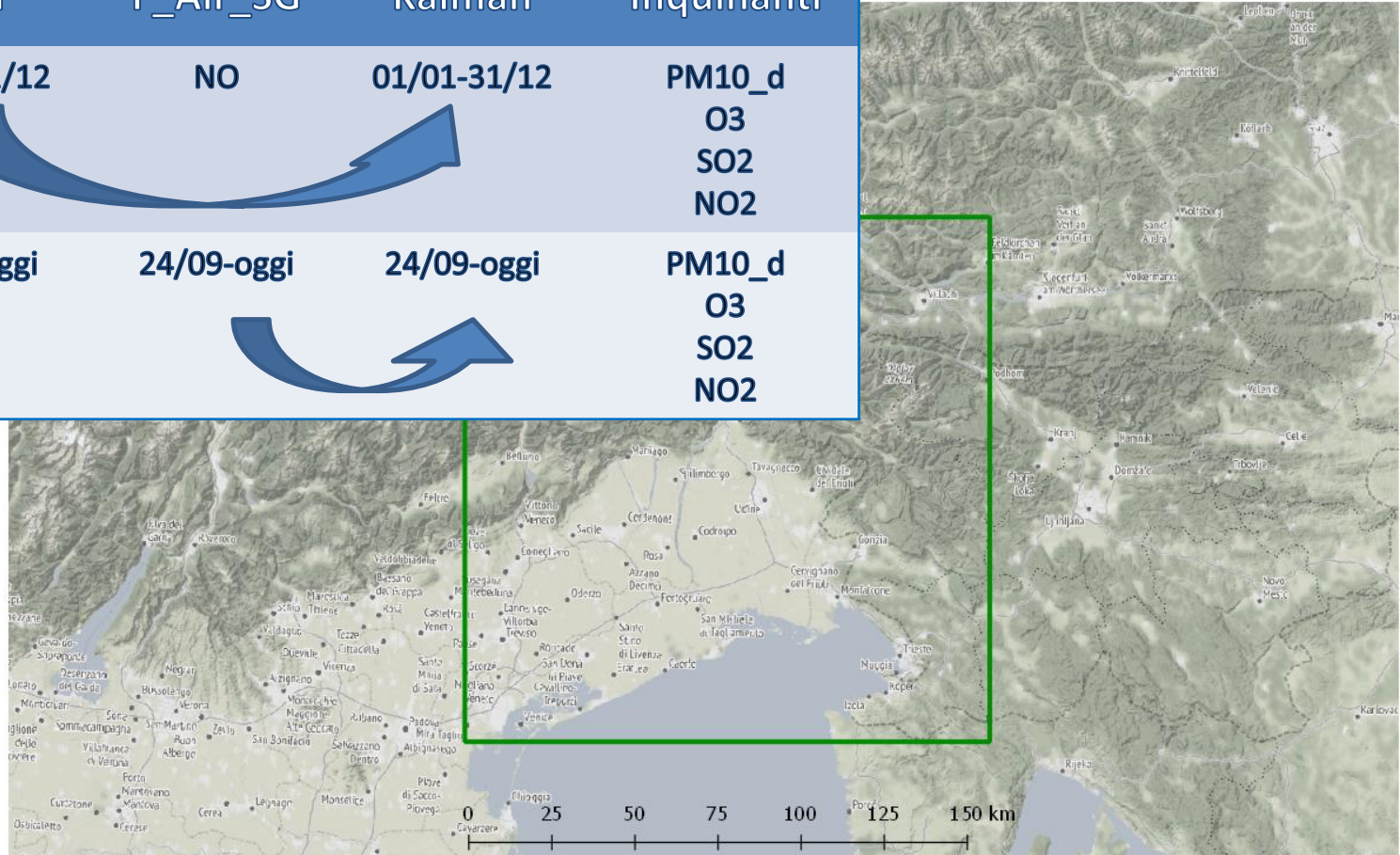
F-Air SG

Applicazione del filtro di Kalman alle previsioni di qualità dell'aria

- Introduzione
 - Perché una SG?
 - Il fattore G
 - Il filtro di Kalman
- Flusso F-Air
 - Repository F-Air
 - Suite F_Air_SG
 - Catena F-Air
- **Prodotti archiviati**
 - **Dati disponibili**
 - **F_Air Vs F_Air_SG**
 - **Prodotti post-processing**
- Effetti del KF
 - Prime verifiche disponibili
 - Confronti tra mappe
 - Confronti tra serie temporali
 - Conclusioni
- Bibliografia

Campi disponibili

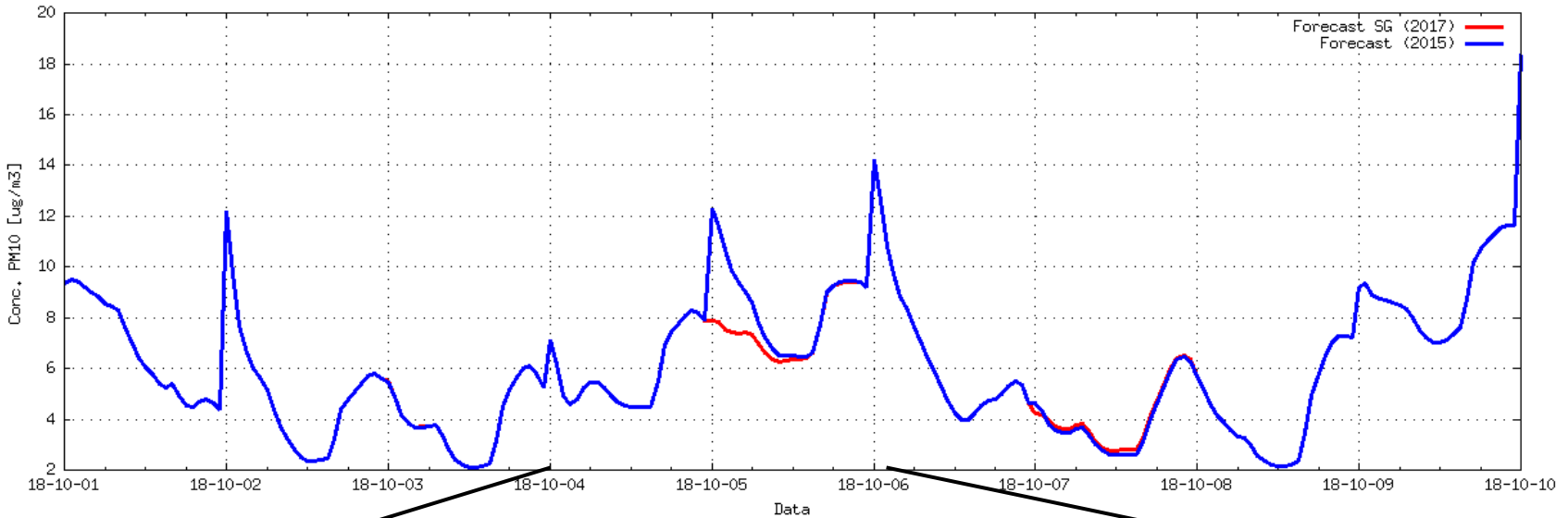
Anno	F_Air	F_Air_SG	Kalman	Inquinanti
2017	01/01-31/12	NO	01/01-31/12	PM10_d O3 SO2 NO2
2018	01/01-oggi	24/09-oggi	24/09-oggi	PM10_d O3 SO2 NO2



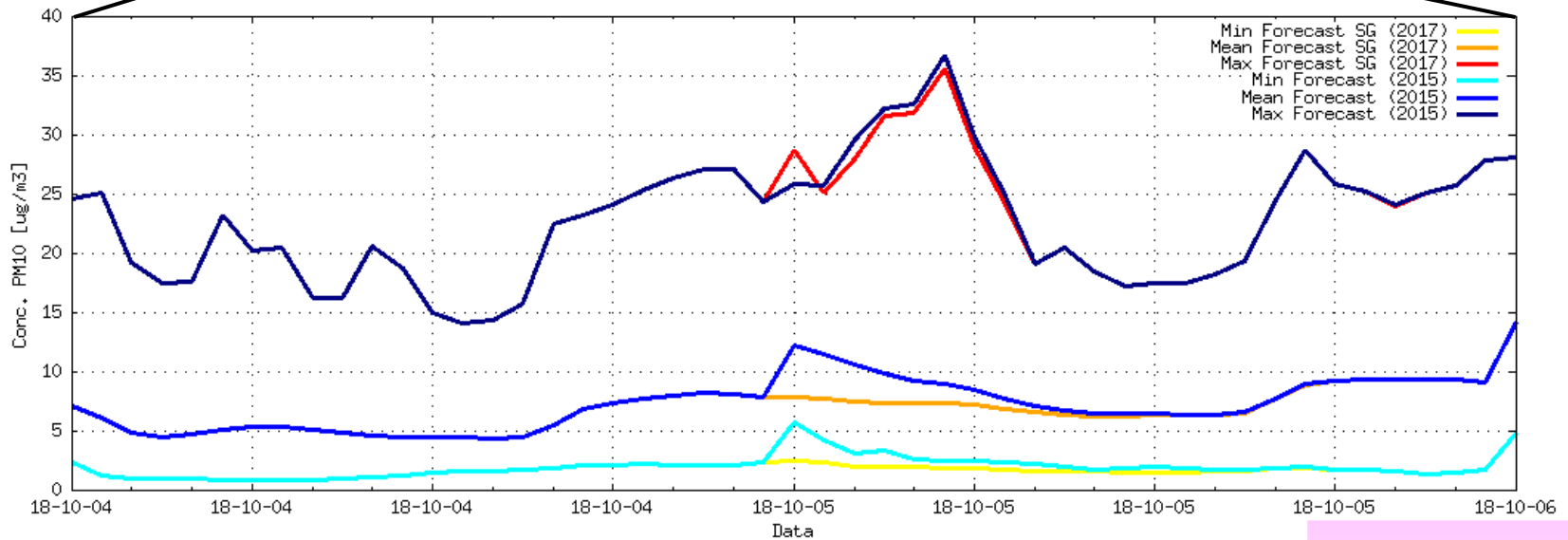
Archivio	/lustre/arpa/operative/data/ariareg/farm/0601F0B0C0_0003/YYYY/YYYYMMDD_00/ /lustre/arpa/gogliaoa/data/ariareg/farm/air_quality_forecast/YYYY/YYYYMMDD_00/
File	FARM_conc_g1_YYYYMMDD+hi-hf.nc FARM_adj_g1_POLL_YYYYMMDD+hi-hf.nc

F_Air Vs F_Air SG (+24h)

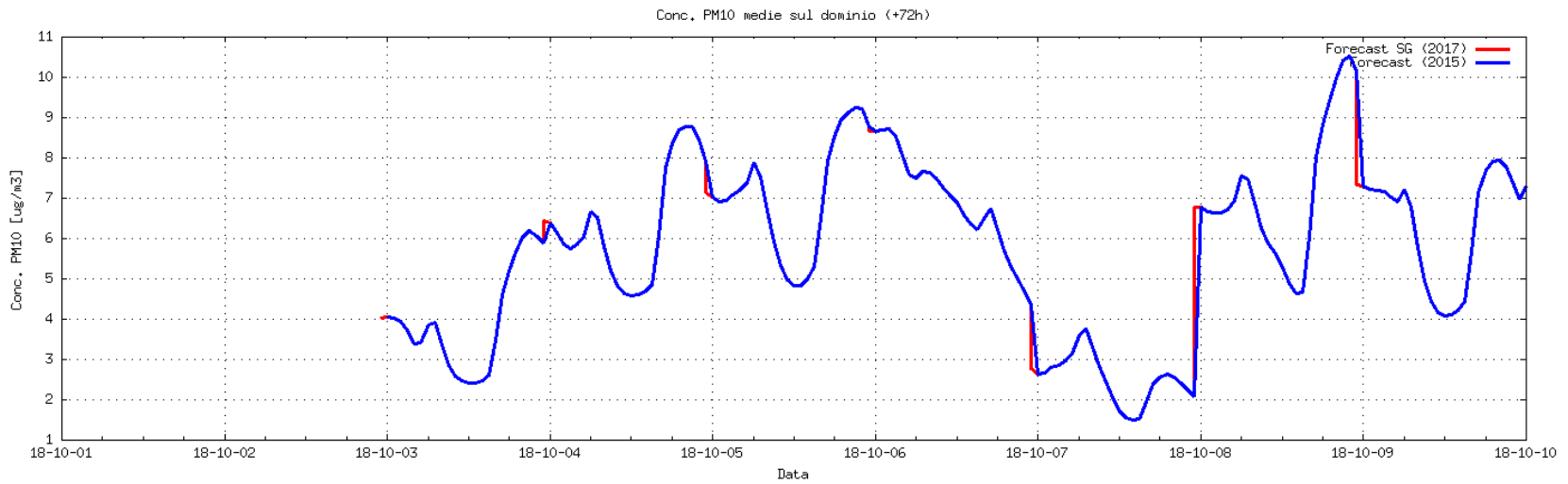
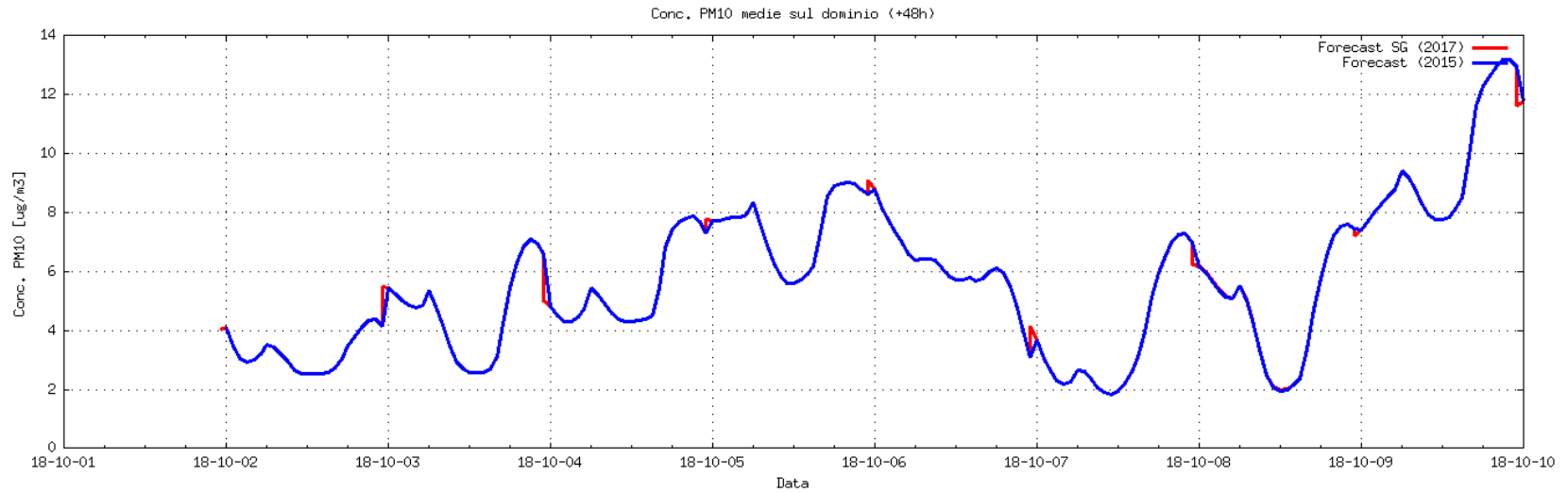
Conc. PM10 medie sul dominio (+24h)



Conc. PM10 massimi/medie/minimi sul dominio (+24h)



F_Air Vs F_Air SG (+48h,+72h)

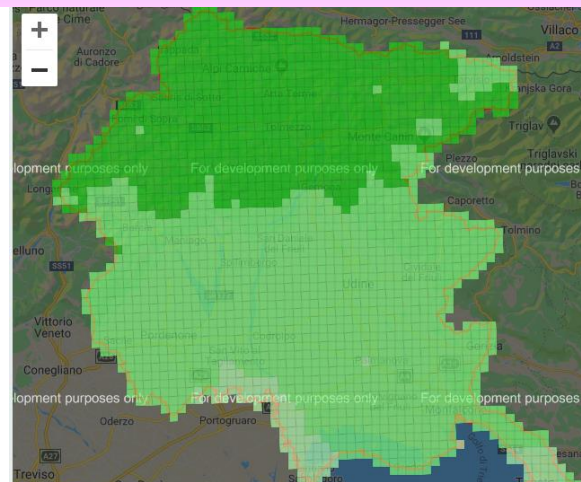


❖ SU PUNTO (estrazione su baricentro Comune)

- Serie temporali delle concentrazioni orarie + media giornaliera (o media trascinata su 8 ore per l'ozono)
[anche su WEB per PM10, O3, NO2 e SO2]

❖ SU AREA (regione / pianura / montagna / comuni / area triestina / interland udinese ...)

- Per tutte le aree ci sono
 - Serie temporali dei superamenti
 - sì/no degli indicatori normati per legge
- Solo per le più grandi
 - Mappa superamenti sì/no degli indicatori sui punti di griglia
- Valori su tutti i punti di griglia degli indicatori [anche su WEB]:
 - PM10 conc. media giornaliera
 - O3 massimo della conc. media calcolata su 8 ore
 - NO2 massimo della conc. media oraria nel giorno
 - SO2 massimo della conc. media oraria nel giorno
 - SO2 conc. media giornaliera

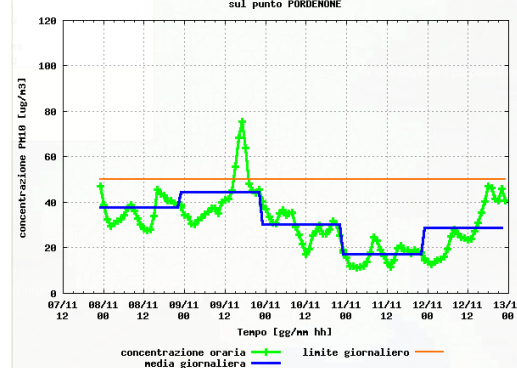


Inferenza il territorio dei comuni di Mortegliano, Pozzuolo del Friuli.



data	valore (µg/Nm³)
01/11/2018	16,7
31/10/2018	10,1
30/10/2018	14,2
29/10/2018	19,1
28/10/2018	16,6
27/10/2018	16,1
26/10/2018	22,1
25/10/2018	24,2
24/10/2018	33,3
23/10/2018	15,5
22/10/2018	9,1
21/10/2018	22,6
20/10/2018	38,0
19/10/2018	38,7
18/10/2018	31,6
17/10/2018	17,2

Serie temporale concentrazioni PM10
previsione omessa il 20/10/2018
sul punto PORDENONE



F-Air SG

Applicazione del filtro di Kalman alle previsioni di qualità dell'aria

- Introduzione
 - Perché una SG?
 - Il fattore G
 - Il filtro di Kalman
- Flusso F-Air
 - Repository F-Air
 - Suite F_Air_SG
 - Catena F-Air
- Prodotti archiviati
 - Dati disponibili
 - F_Air Vs F_Air_SG
 - Prodotti post-processing
- Effetti del KF
 - **Prime verifiche disponibili**
 - **Confronti tra mappe**
 - **Confronti tra serie temporali**
 - **Conclusioni**
- Bibliografia

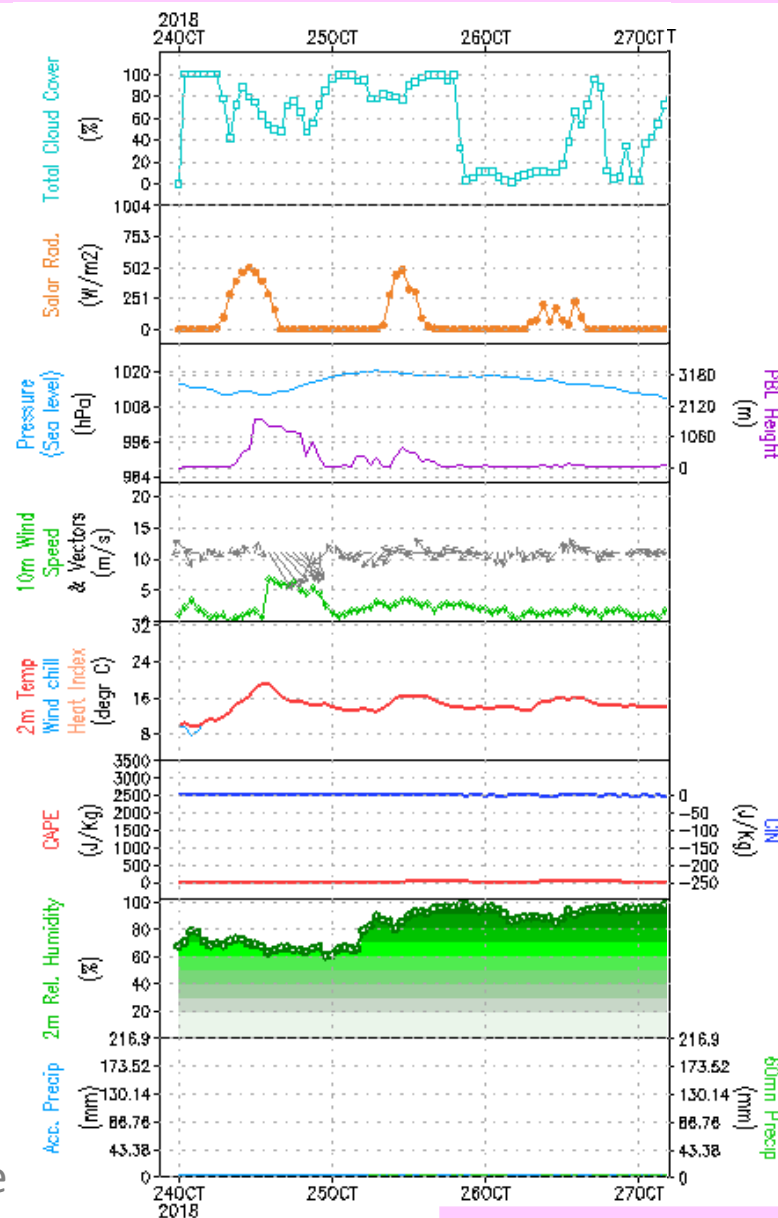
Prime verifiche disponibili

Confronti tra mappe regionali

- PM10 giornaliero
- Casi studio 24-26/10/2018
- Basi dati: KF, fattore G, previsioni standard

Confronti tra serie temporali

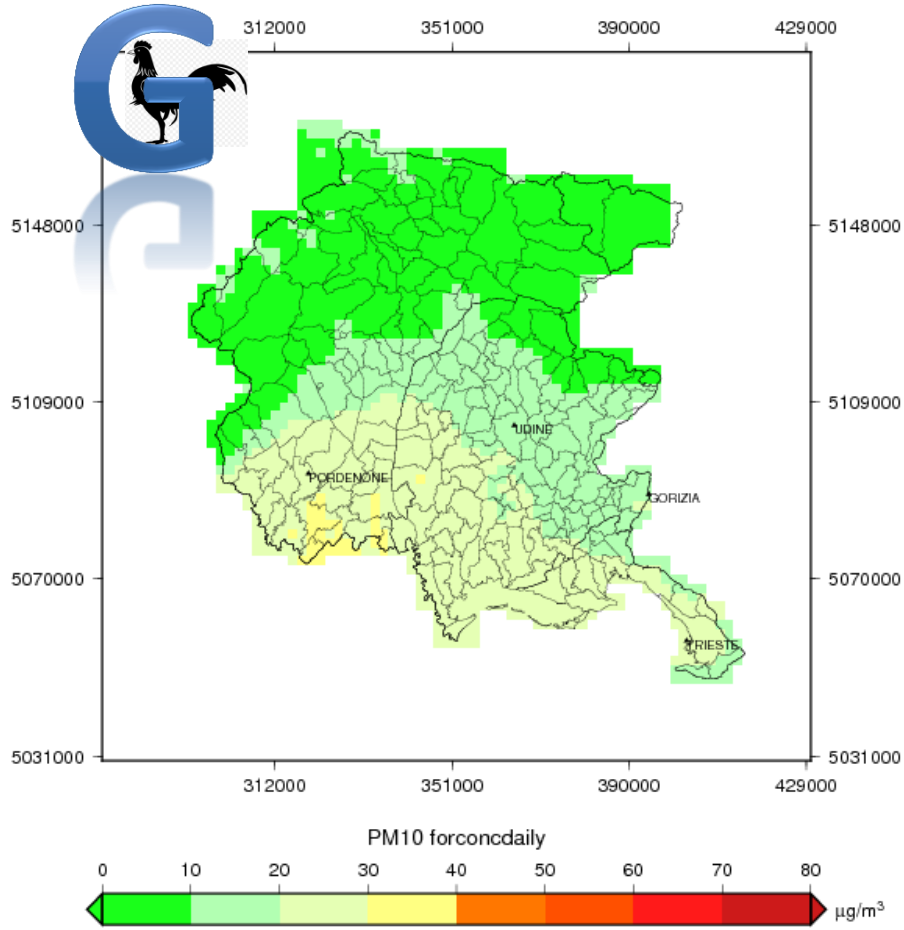
- PM10 giornaliero
- Casi studio 24-26/10/2018
- Basi dati: KF, fattore G, previsioni standard, misure
- Stazioni: Bagnaria arsa, Brugnera, Udine



Mappe regionali PM10 +24h

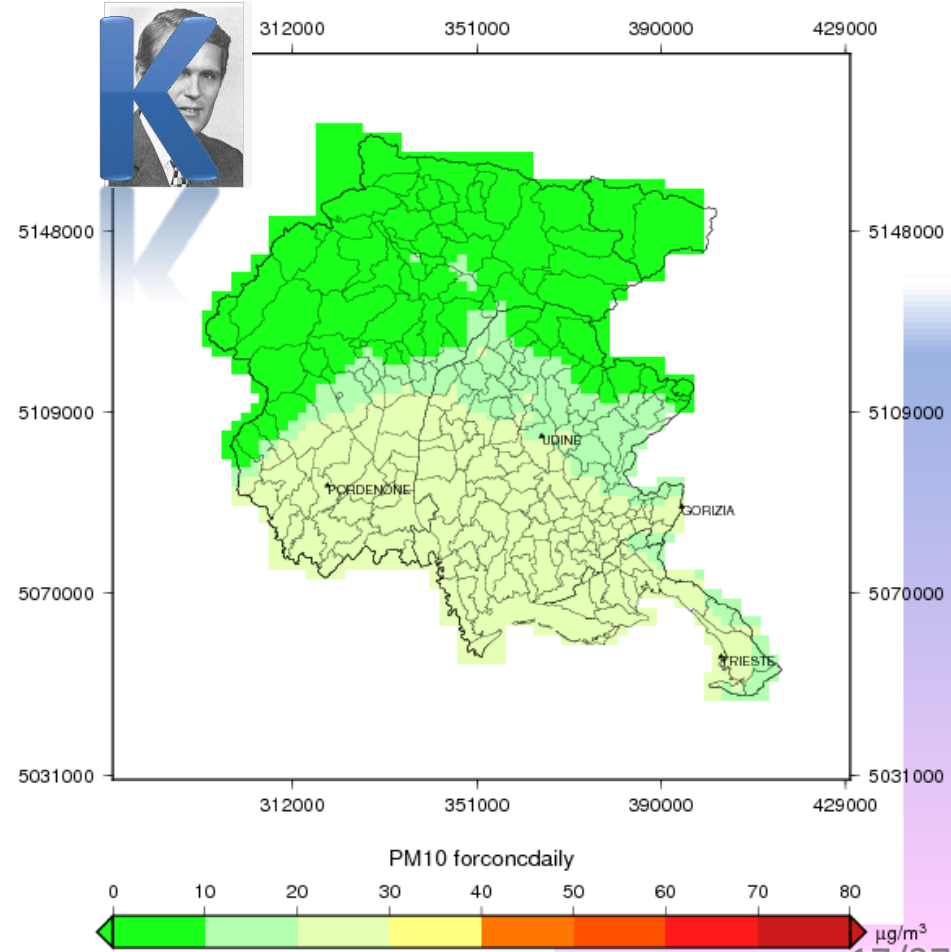
Concentrazioni medie giornaliere di PM10

Previsione emessa il 20181024 00 +024h; zona REGIONALE



Concentrazioni medie giornaliere di PM10

Previsione emessa il 20181024 00 +024h; zona REGIONALE

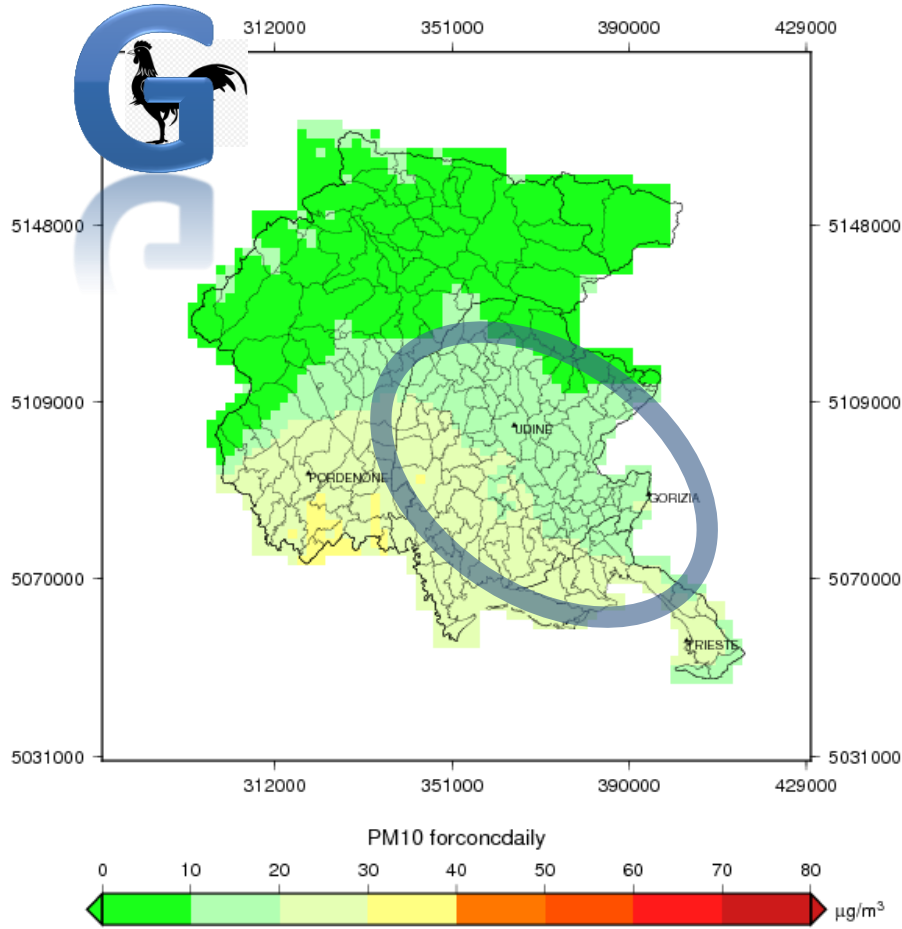


Mappe regionali PM10 +24h

Concentrazioni medie giornaliere di PM10

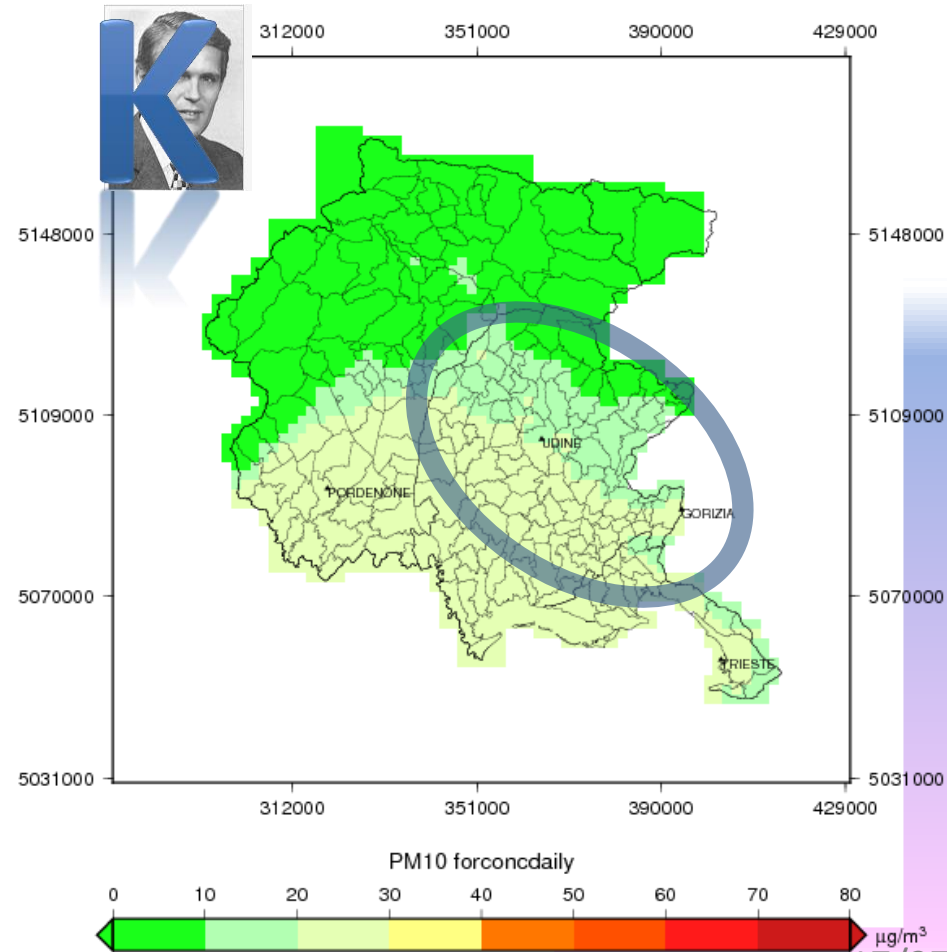
1) Media/alta pianura orientale K>G

Previsione emessa il 20181024 00 +024h; zona REGIONALE



Concentrazioni medie giornaliere di PM10

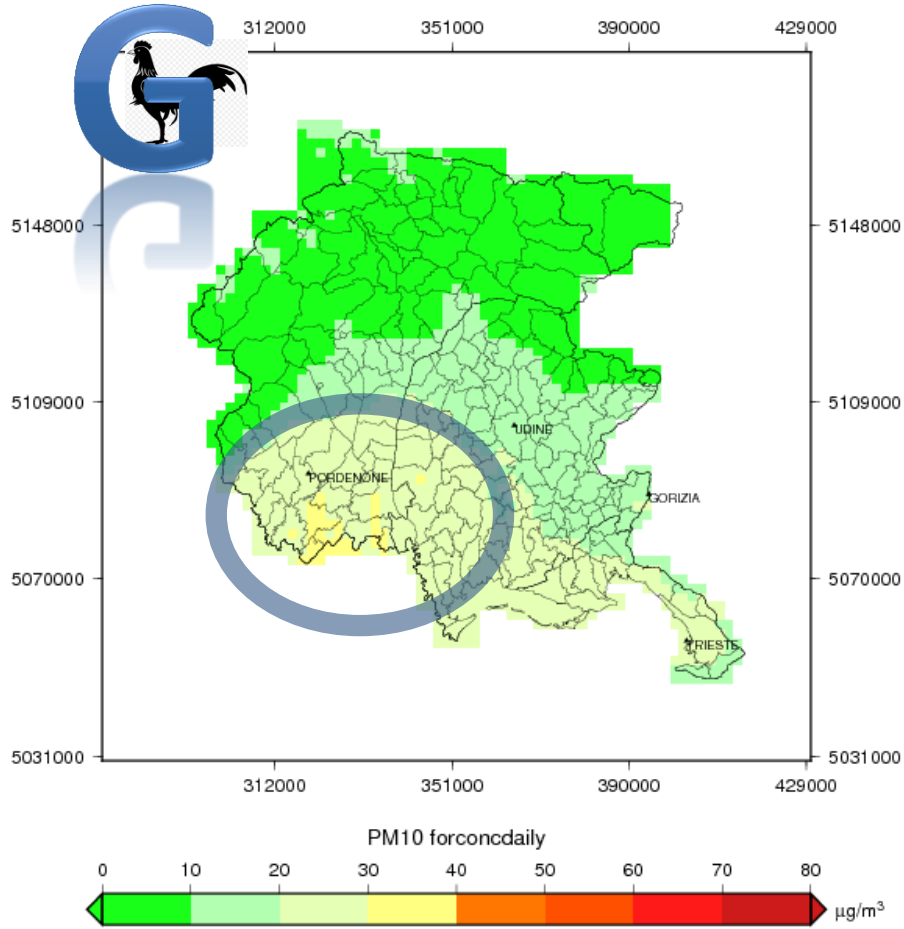
Previsione emessa il 20181024 00 +024h; zona REGIONALE



Mappe regionali PM10 +24h

Concentrazioni medie giornaliere di PM10

Previsione emessa il 20181024 00 +024h; zona REGIONALE

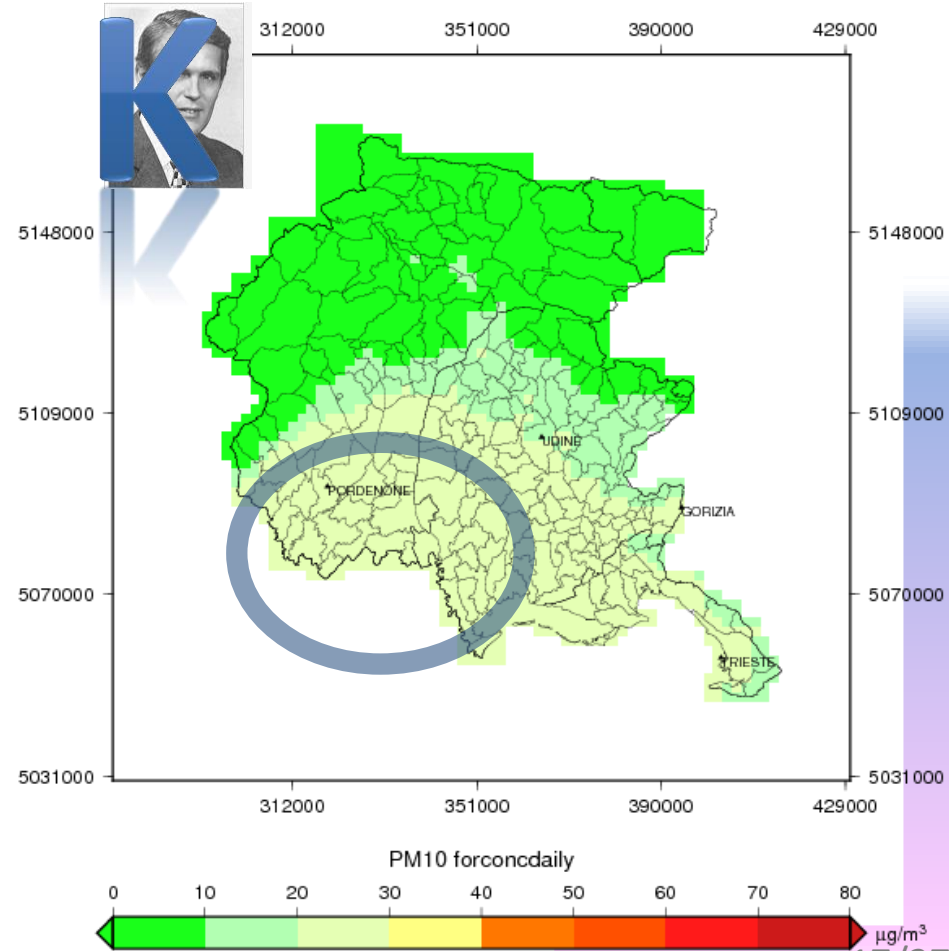


1) Media/alta pianura orientale $K > G$

2) Zona PN $G > K$ \Rightarrow bc?

Concentrazioni medie giornaliere di PM10

Previsione emessa il 20181024 00 +024h; zona REGIONALE

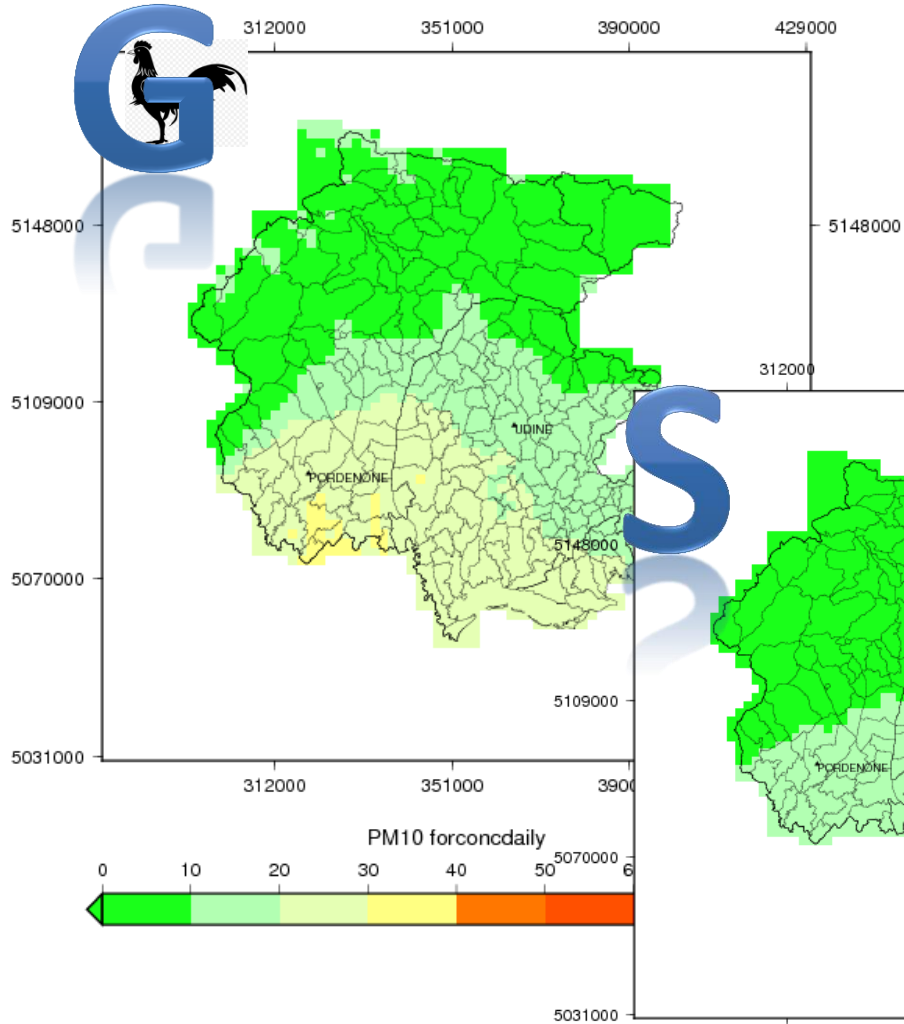


Mappe regionali PM10 +24h

Concentrazioni medie giornaliere di PM10

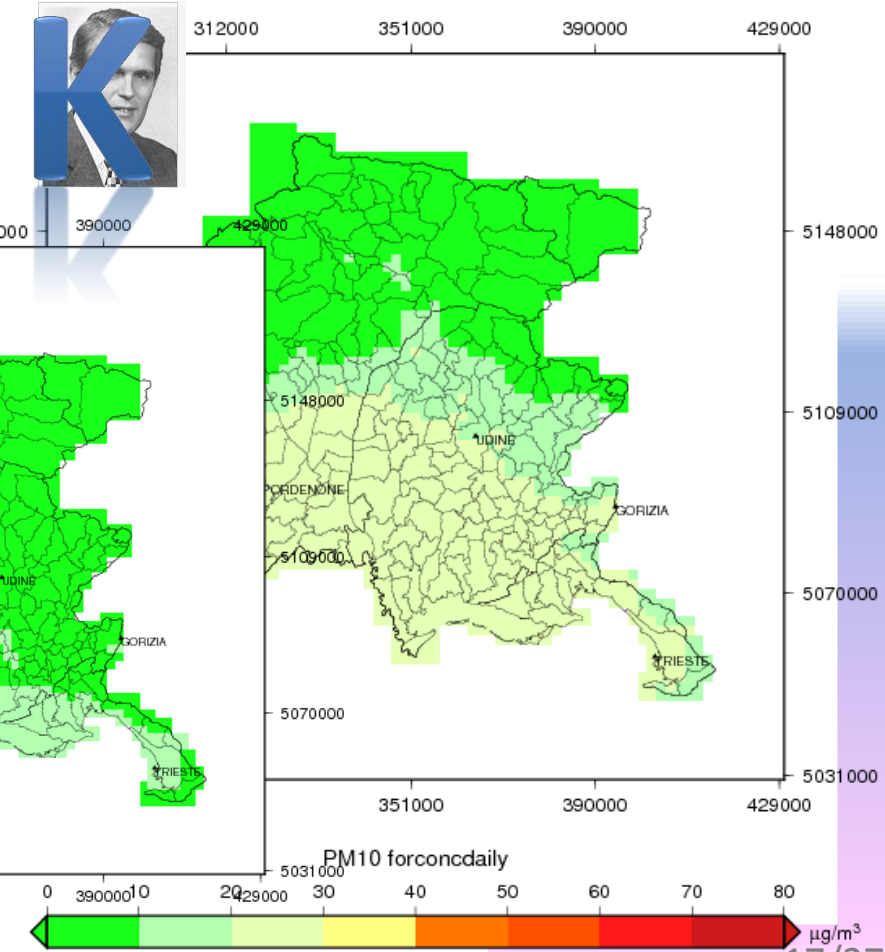
- 1) Media/alta pianura orientale $K > G > std$
- 2) Zona PN $G > K > std$

Previsione emessa il 20181024 00 +024h; zona REGIONALE



Concentrazioni medie giornaliere di PM10

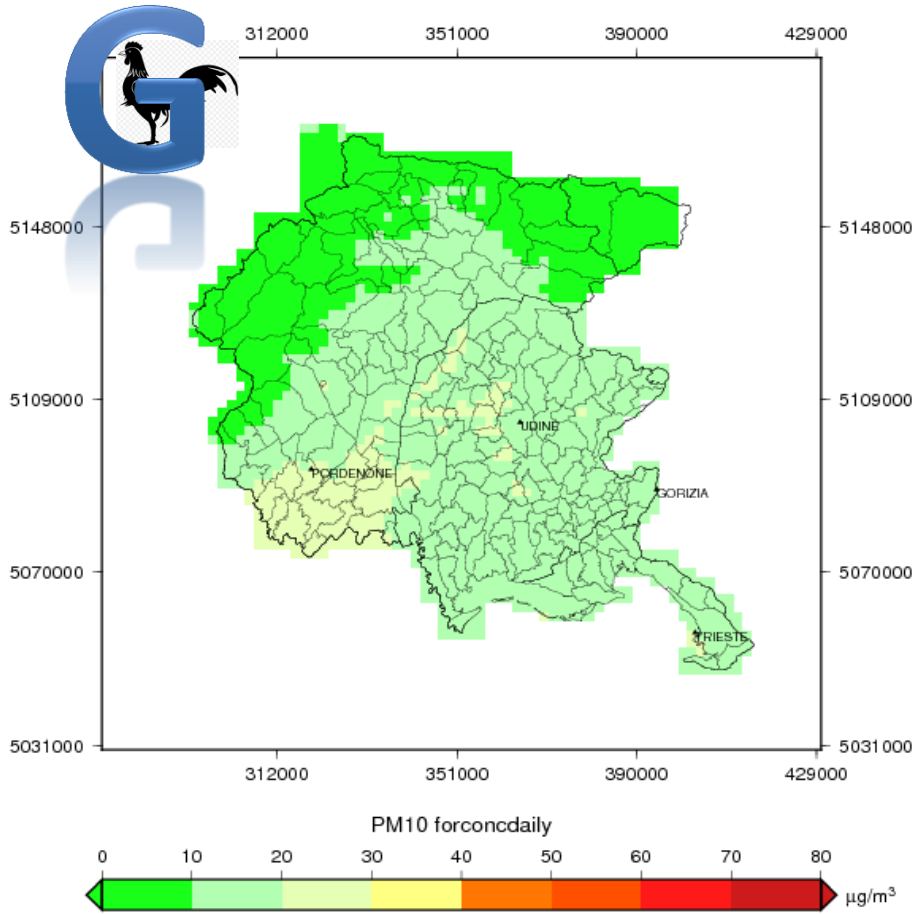
Previsione emessa il 20181024 00 +024h; zona REGIONALE



Mappe regionali PM10 +48h

Concentrazioni medie giornaliere di PM10

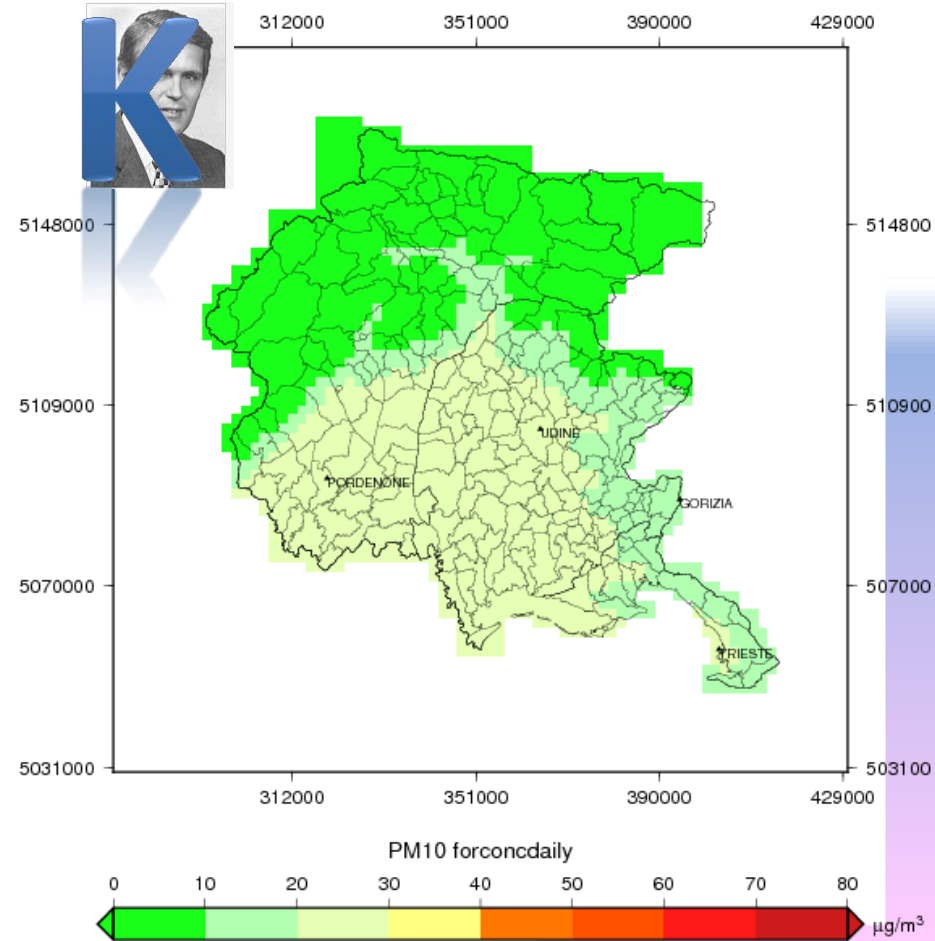
Previsione emessa il 20181024 00 +048h; zona REGIONALE



- 1) Pianura **K>G**  **Stz?**
- 2) Montagna **G>K**  **(Rh=500 km, Rz = 500 m)**

Concentrazioni medie giornaliere di PM10

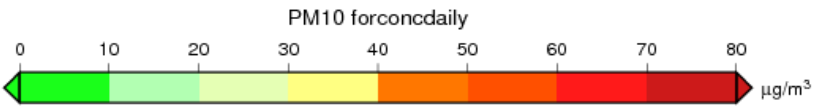
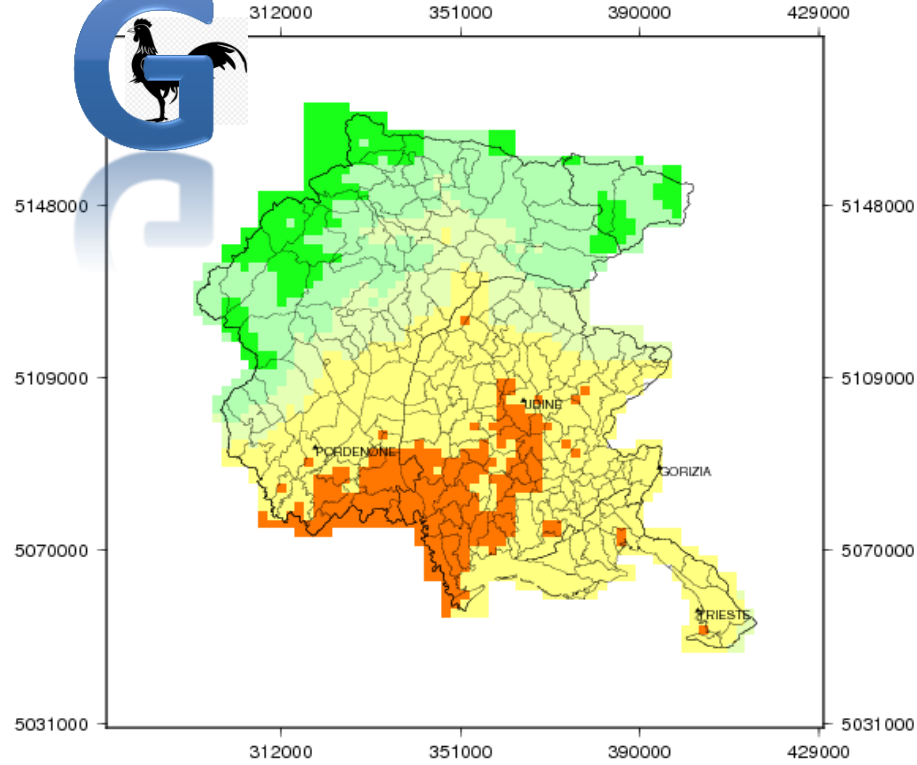
Previsione emessa il 20181024 00 +048h; zona REGIONALE



Mappe regionali PM10 +72h

Concentrazioni medie giornaliere di PM10

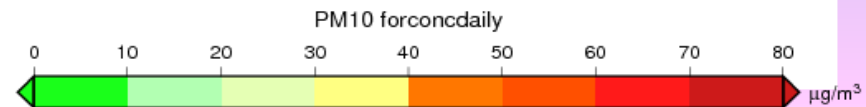
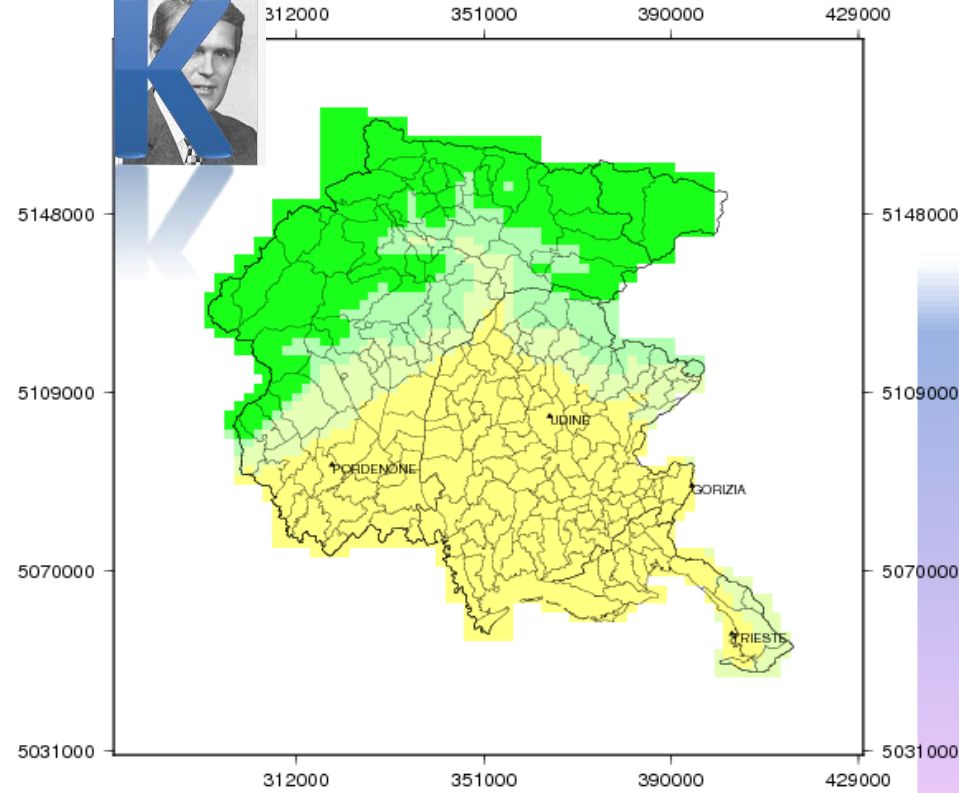
Previsione emessa il 20181024 00 +072h; zona REGIONALE



- 1) Zona PN **G>K**
- 2) Montagna **G>K**

Concentrazioni medie giornaliere di PM10

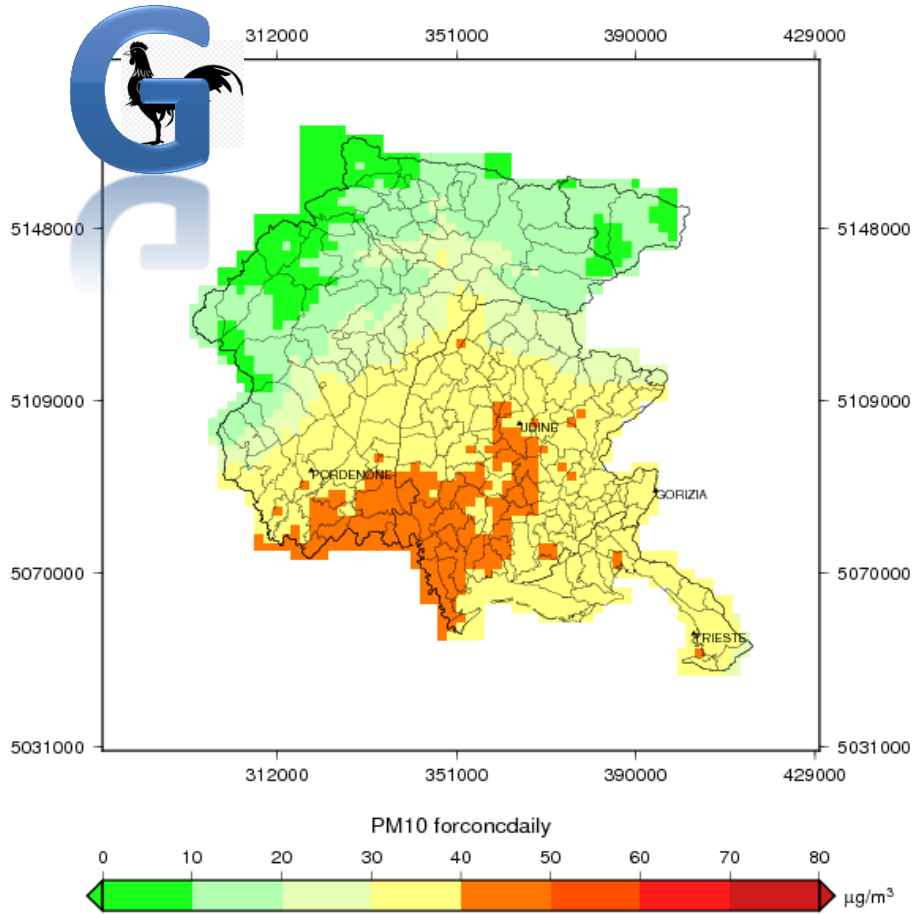
Previsione emessa il 20181024 00 +072h; zona REGIONALE



Mappe regionali PM10

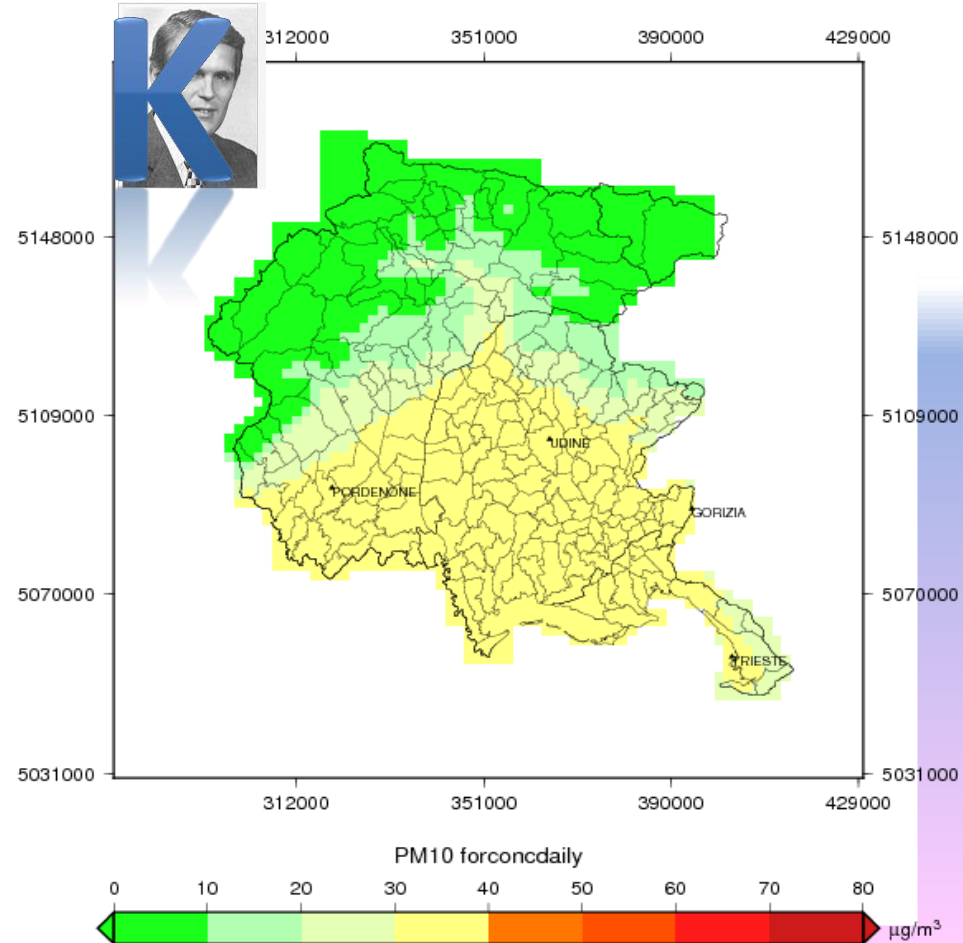
Concentrazioni medie giornaliere di PM10

Previsione emessa il 20181024 00 +072h; zona REGIONALE



Concentrazioni medie giornaliere di PM10

Previsione emessa il 20181024 00 +072h; zona REGIONALE



⇒ K ≠ G

Differenza nella
variabilità spaziale

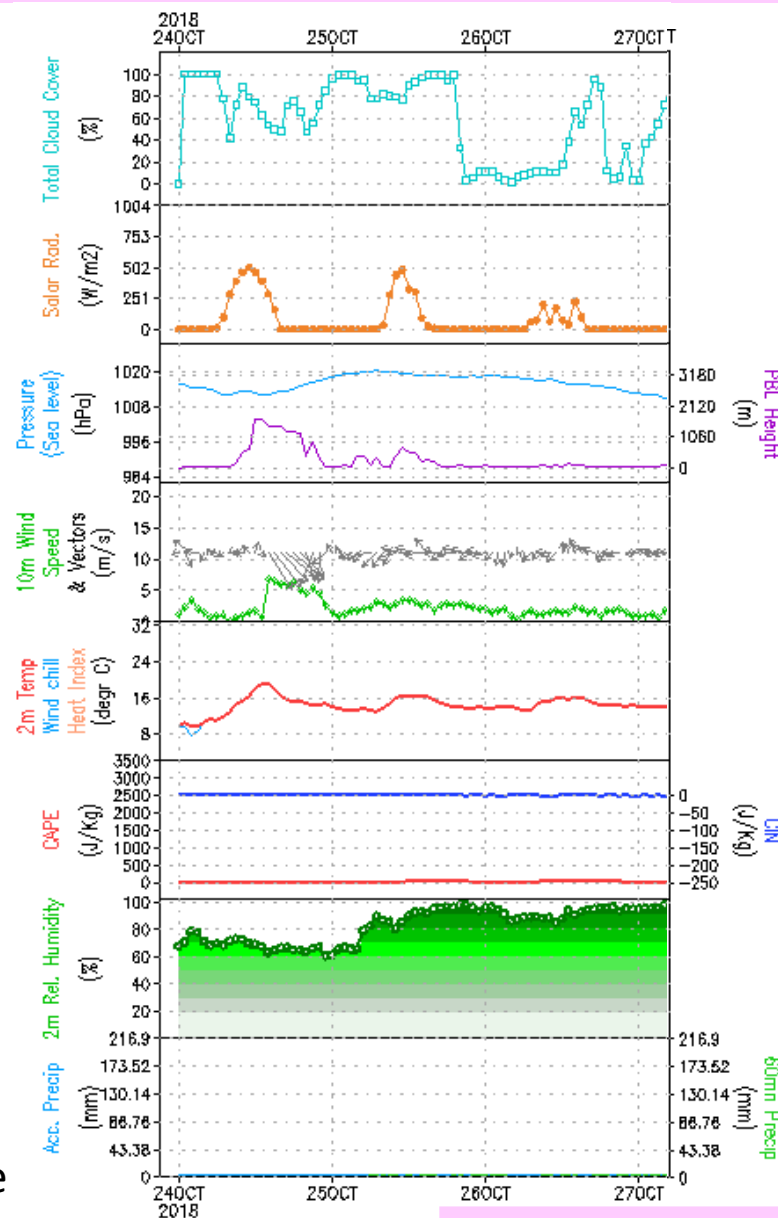
Prime verifiche disponibili

Confronti tra mappe regionali

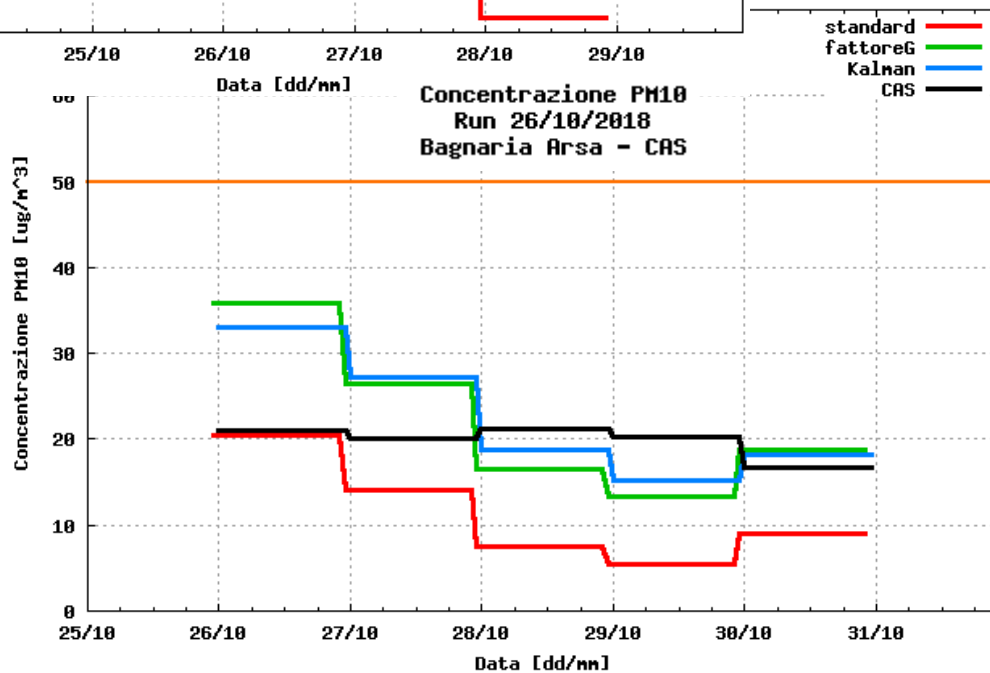
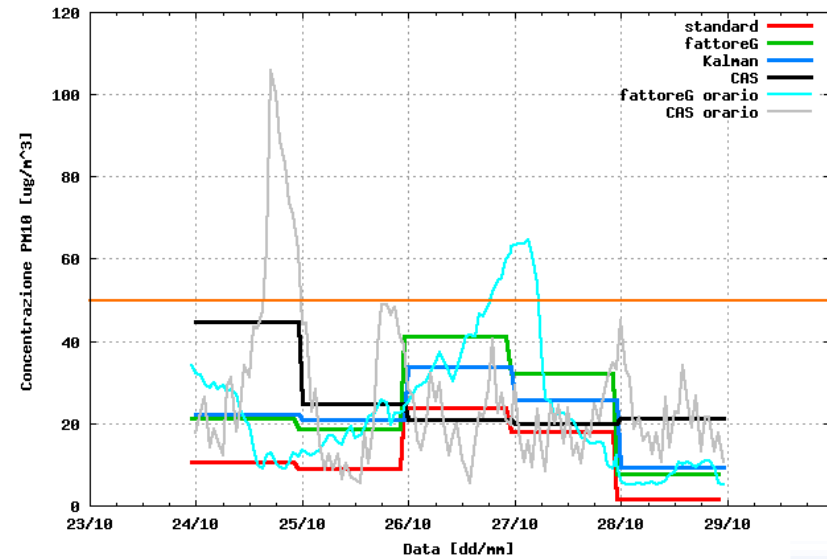
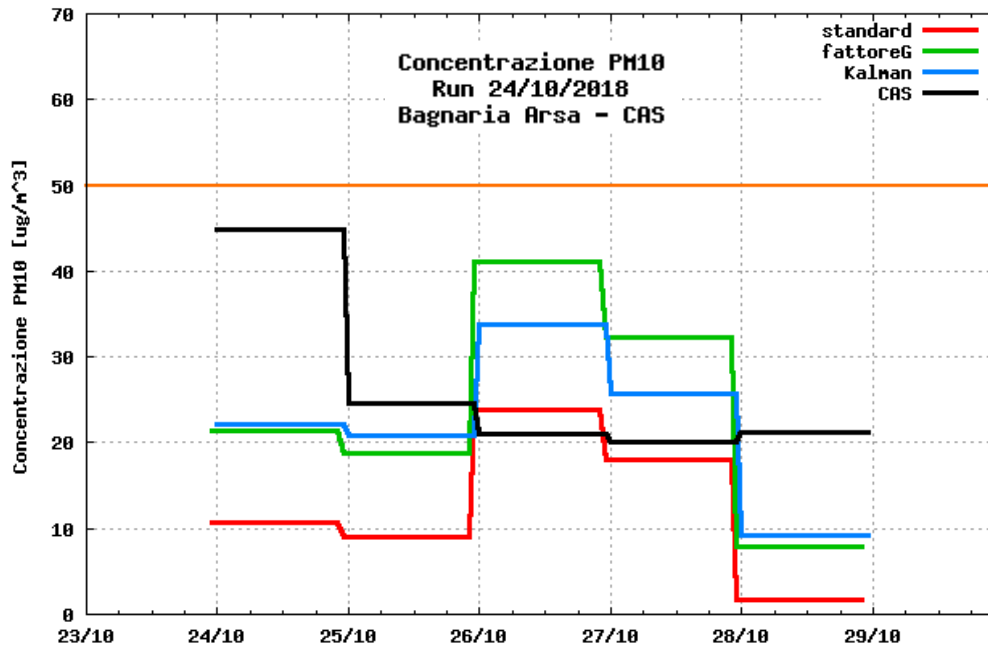
- PM10 giornaliero
- Casi studio 24-26/10/2018
- Basi dati: KF, fattore G, previsioni standard

Confronti tra serie temporali

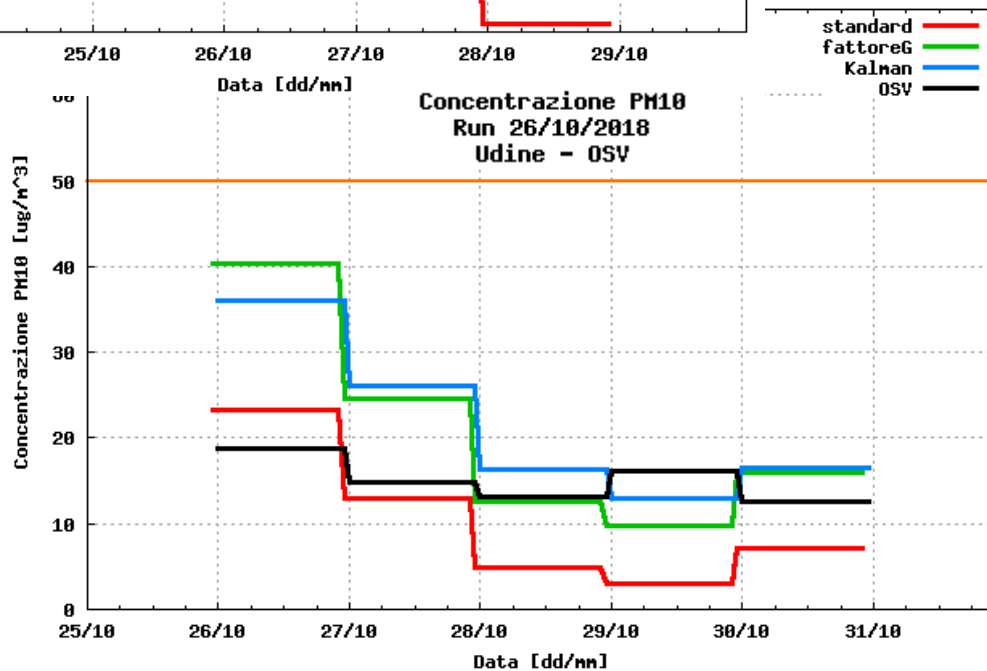
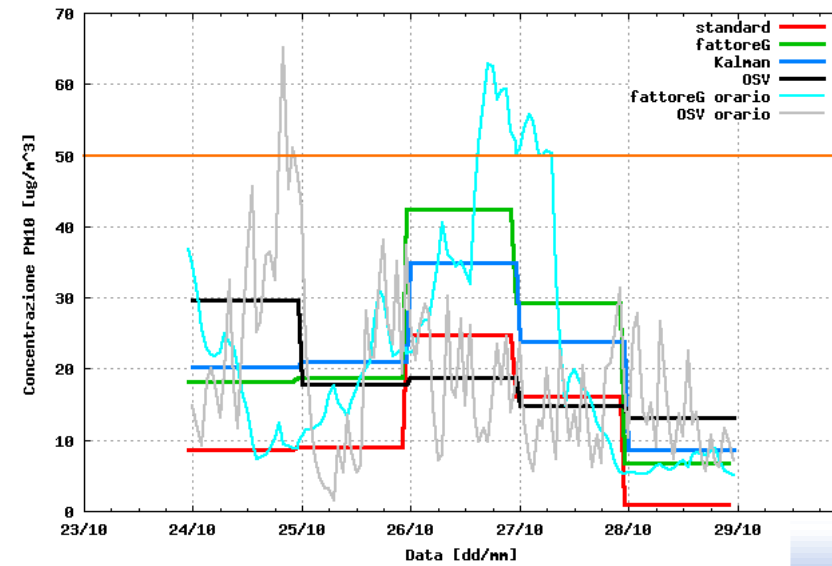
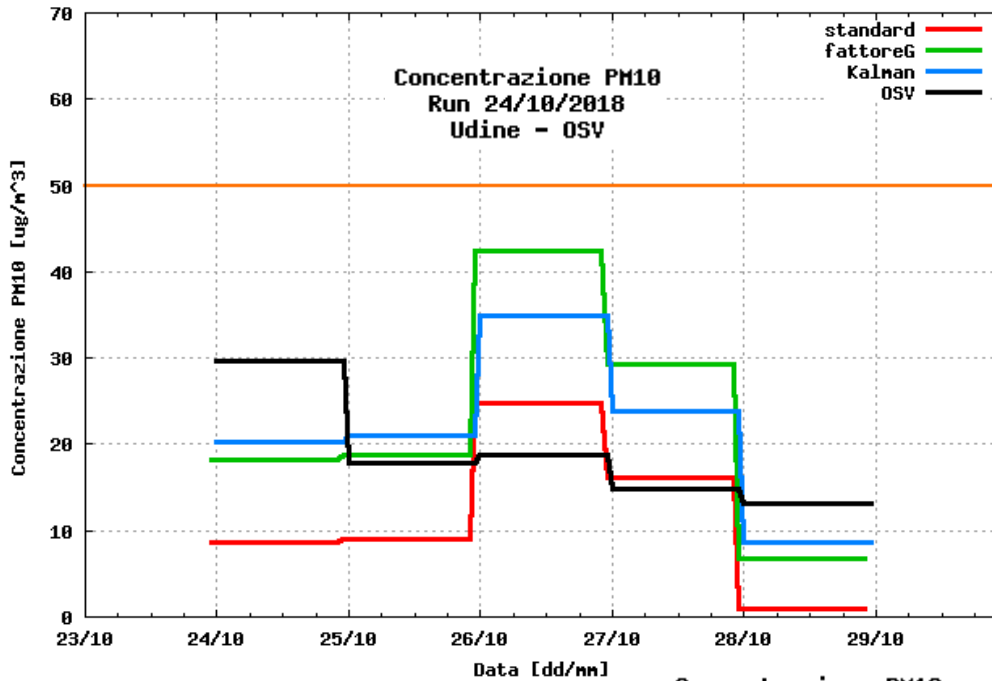
- PM10 giornaliero
- Casi studio 24-26/10/2018
- Basi dati: KF, fattore G, previsioni standard, misure
- Stazioni: Bagnaria arsa, Brugnera, Udine



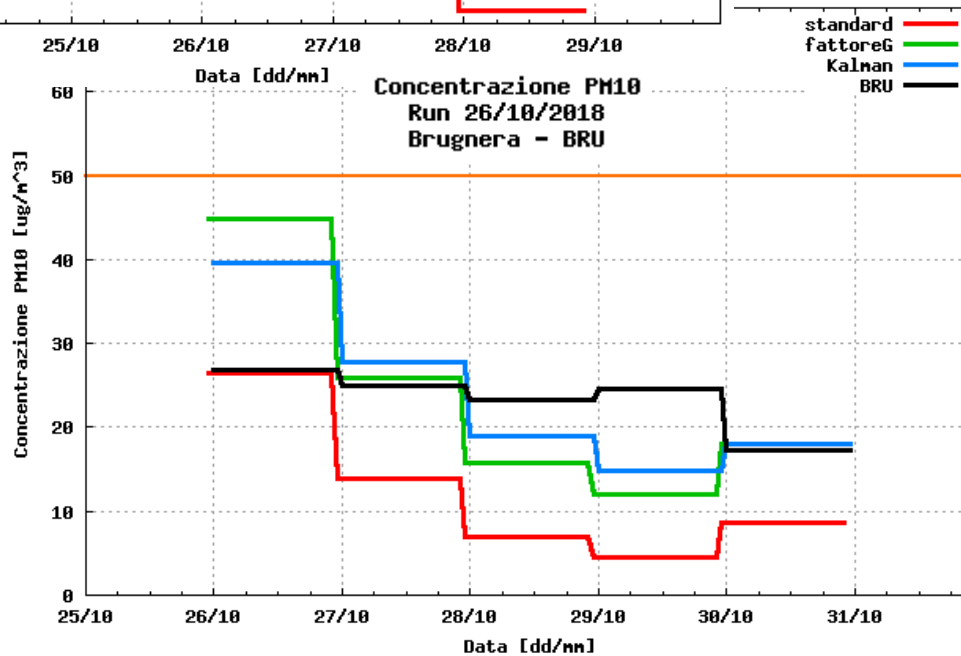
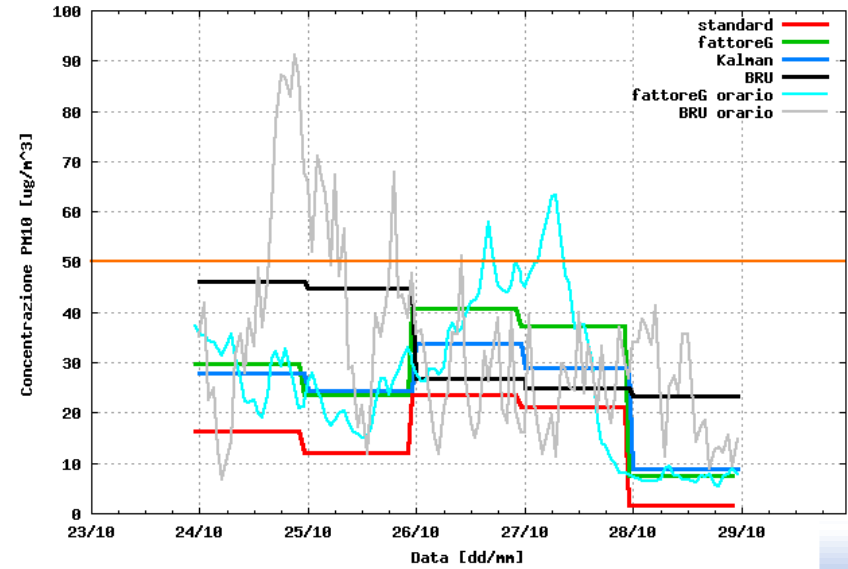
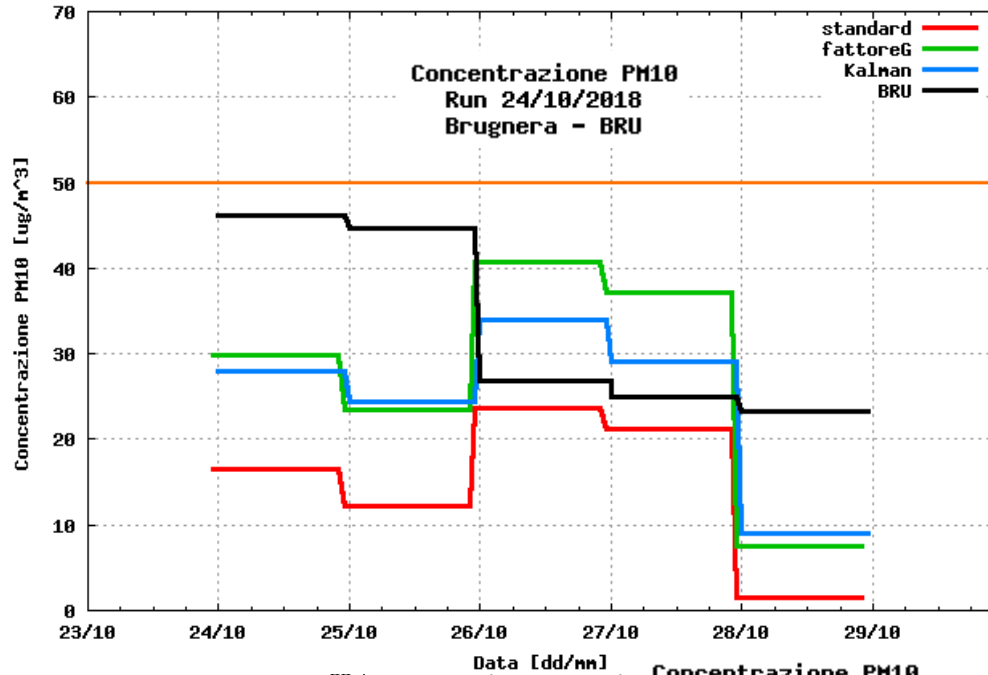
Confronti ST PM10 CAS



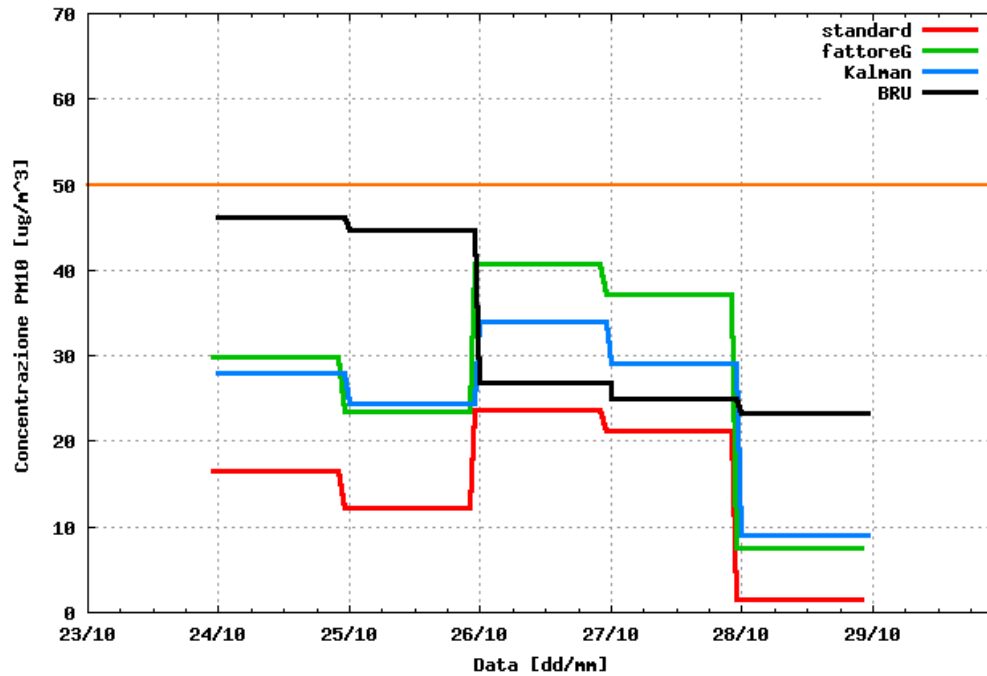
Confronti ST PM10 OSV



Confronti ST PM10 BRU



Confronti ST PM10



- Nella maggior parte dei casi **obs** > **std**
- **G** e **K** hanno tendenzialmente lo stesso andamento
- Per **conc.** < 30 ug/m³ le correzioni **G** e **K** sono confrontabili
- Per **conc.** > 30 ug/m³ tendenzialmente **K** > **G** > **std**

Conclusioni

- Le **previsioni di QA** come attualmente generate sono **affette da bias**, almeno per quanto riguarda il PM10
- La correzione apportata alla concentrazione di PM10 dal **KF** nei casi studio analizzati va nella direzione di quella apportata tramite **fattore G** per quanto riguarda le serie temporali
- Si notano differenze nella spazializzazione generata dal **KF** (arpmeas) e dal **fattore G** per il PM10 nei casi studio analizzati

F-Air SG

Applicazione del filtro di Kalman alle previsioni di qualità dell'aria

- Introduzione
 - Perché una SG?
 - Il fattore G
 - Il filtro di Kalman
- Flusso F-Air
 - Repository F-Air
 - Suite F_Air_SG
 - Catena F-Air
- Prodotti archiviati
 - Dati disponibili
 - F_Air Vs F_Air_SG
 - Prodotti post-processing
- Effetti del KF
 - Prime verifiche disponibili
 - Confronti tra mappe
 - Confronti tra serie temporali
 - Conclusioni
- **Bibliografia**

Bibliografia

- ❖ Delle Monache, L., T. Nipen, X. Deng, Y. Zhou, and R. Stull (2006), **Ozone ensemble forecasts: 2. A Kalman filter predictor bias correction**, J. Geophys. Res.,111, D05308
- ❖ Camillo Silibello, Alessio D'Allura , Sandro Finardi, Andrea Bolignano, Roberto Sozzi (2015), **Application of bias adjustment techniques to improve air quality forecasts**, Atmospheric Pollution Research 6 928e938
- ❖ M. P. Costa (2016), **F-Air Sistema Previsionale Per La Qualità Dell'aria Riferimento per l'utente**, Versione 2.0.2
- ❖ G. Calori, S. Finardi, M.G. Morselli, C. Silibello, G. Tinarelli (2013), **Aria suites tools – Reference guide**, Versione 2013.18
- ❖ Arianet (2017), **Applicazione e calibrazione del filtro di kalman finalizzata al miglioramento delle prestazioni del sistema di previsione di qualità dell'aria della regione Friuli Venezia Giulia**