

EVENTO FINALE – PROGETTO VERDEVALE

VERDEVALE: SCOPRI IL VALORE ECONOMICO DEI BENEFICI DEL VERDE?

Flormart Padova - 21 settembre 2023

COME CALCOLIAMO IL VALORE DEL VERDE E QUALI DATI UTILIZZIAMO?

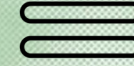
Ing. Gianluca Antonacci
CISMA Srl

Valore economico: metodo del costo unitario

Servizio ecosistemico



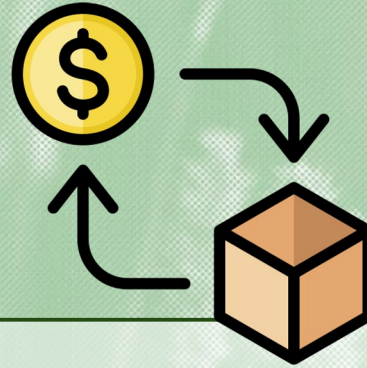
Costo unitario/marginale



Valore economico del servizio ecosistemico



Energia risparmiata (kWh/a)
CO₂ sequestrata (tCO₂/a)
PM e NO₂ assorbiti (kg/a)



Costo energia elettrica (€/kWh)
Costo sociale del carbone (€/tCO₂)
Costo sociale per inquinante (€/kg)



Impatto annuo del servizio ecosistemico in termini monetari: €/a

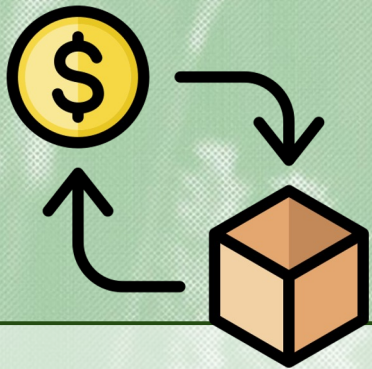
Valore economico: metodo del costo unitario



Energia risparmiata (kWh/a)
CO₂ sequestrata (tCO₂/a)
PM e NO₂ assorbiti (kg/a)

Valori annuali, calcolati su base fisica considerando:

- la fisiologia delle specie;
- l'effetto della meteorologia;
- la zona climatica.



Costo energia elettrica (€/kWh)
Costo sociale del carbone (€/tCO₂)
Costo sociale per inquinante (€/kg)

Stime (anche approssimate), da utilizzare come proxy per il calcolo, ma che provengano da fonti e base dati ufficiali, confrontabili, facilmente reperibili ed aggiornate.



Impatto annuo del servizio ecosistemico in termini monetari: €/a

Fonti e basi dati utilizzate per individuare i costi unitari

Servizio ecosistemico

Energia risparmiata (kWh/a)

CO₂ sequestrata (tCO₂/a)

PM e NO₂ assorbiti (kg/a)

Costo unitario/marginale

Costo energia elettrica (€/kWh)

Costo medio annuo dell'energia elettrica per le utenze domestiche.

Costo sociale del carbone (€/tCO₂)

Costo marginale degli impatti sull'ambiente e sulla salute umana causati dall'emissione di una tonnellata di gas climalteranti.

Costo sociale per inquinante (€/kg)

Costo esterno associato agli effetti e agli impatti arrecati da ciascun inquinante sulla salute della popolazione esposta.

Fonte dati

Paesi UE: portale eurostat.





































Svizzera: Commissione Federale Energia Elettrica (ELCOM).

Singolo Paese: agenzia governativa di riferimento, es. ARERA per l'Italia.

Banca Mondiale: Voci di costo alla scala nazionale e per iniziativa di tariffazione dal sistema di scambio delle quote di emissione (ETS).

Database modello EcoSense: Valido nell'UE, è lo sviluppo/aggiornamento del database ExternE, con la previsione al 2050 dei costi sociali unitari per inquinante e Paese.

Gestione costi unitari all'interno di GreenSpaces

Anno	Tipo prezzo	Prezzo unitario [€]	Fonte	Azioni
2023	CO ₂ [t]	87,15	World Bank (https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data)	  
2023	Energia [kWh]	0,34	Arera (https://www.arera.it/it/dati/eep35.htm)	  
2023	Rimozione PM ₁₀ [kg]	112,63	Open Energy (https://openenergy-platform.org/dataedit/view/scenario/reeem_ecosenseev ;	  
2022	CO ₂ [t]	78,31	World Bank (https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data)	  
2022	Energia [kWh]	0,49	Arera (https://www.arera.it/it/dati/eep35.htm)	  
2022	Rimozione PM ₁₀ [kg]	102,08	Open Energy (https://openenergy-platform.org/dataedit/view/scenario/reeem_ecosenseev ;	  
2021	CO ₂ [t]	45,05	Word Bank (https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data)	  
2021	Energia [kWh]	0,23	Arera (https://www.arera.it/it/dati/eep35.htm)	  
2021	Rimozione PM ₁₀ [kg]	97,50	Open Energy (https://openenergy-platform.org/dataedit/view/scenario/reeem_ecosenseev ;	  
2020	CO ₂ [t]	16,78	World Bank (https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data)	  
2020	Energia [kWh]	0,18	Arera (https://www.arera.it/it/dati/eep35.htm)	  
2020	Rimozione PM ₁₀ [kg]	97,31	Open Energy (https://openenergy-platform.org/dataedit/view/scenario/reeem_ecosenseev ;	  

Cruscotto servizi ecosistemici e "valore economico" dell'albero

Greenspaces - Yearly ES - Tre x
bolzano.r3staging.com/tree_ecosystem_service_year

Città di Bolzano
Stadt Bozen

Yearly ES - Trees (2324) Administrator

Cerca

Filtro attivo (Ultimo anno ...)

Anno	Località	Nr. albero	Cartellino	Tassonomia	Diametro [cm]	CO ₂ stoccata [kg]	CO ₂ sequestrata [kg/Anno]
2022	1.05028 - Parco Maso Premstraller	033		Quercus rubra	52,84	1.651,18	24,71
2022	1.05028 - Parco Maso Premstraller	037		Quercus rubra	30,24	830,20	41,29
2022	1.05029 - Rivellone	02173		Fraxinus sp.	21,33	295,12	47,02
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	007		Fraxinus sp.	11,46	22,51	8,67
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	009		Fraxinus excelsior (Frassino maggiore)	20,05	413,28	52,92
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	010		Fraxinus excelsior (Frassino maggiore)	28,65	804,57	53,03
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	023		Fraxinus sp.	12,73	39,26	17,27
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	025		Fraxinus excelsior (Frassino maggiore)	26,10	691,42	54,18
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	026		Tilia cordata	26,42	491,98	33,32
2022	1.09137 - Scuola dell'infanzia Girasole Cortile Ex Kofler	008		Aesculus xcarnea	27,37	167,55	17,07
2022	1.1320 - Via Carducci	002		Acer pseudoplatanus	48,38	1.284,02	10,34
2022	1.1320 - Via Carducci	004		Acer pseudoplatanus	72,26	1.570,47	5,16
2022	1.1320 - Via Carducci	006		Acer pseudoplatanus	43,61	1.201,13	12,40
2022	1.1320 - Via Carducci	008		Acer pseudoplatanus	34,70	1.009,70	17,37
2022	1.1320 - Via Carducci	009		Acer platanoides (Acero riccio)	17,19	302,70	27,67
2022	1.1320 - Via Carducci	010		Acer pseudoplatanus	38,83	1.105,30	14,76
2022	1.1320 - Via Carducci	011		Acer pseudoplatanus	13,69	273,89	37,78
2022	1.1320 - Via Carducci	012		Acer pseudoplatanus	56,98	1.407,67	7,81
2022	1.1320 - Via Carducci	014		Acer pseudoplatanus	54,43	1.373,99	8,59

Legenda: Anno cumulativo

Righe per pagina 25 1 - 25 di 2324 < > >> Pagina 1 / 93



Cruscotto servizi ecosistemici e "valore economico" dell'albero

Yearly ES - Trees (2324)

Filtro attivo (Ultimo anno ...)

Anno	Località
2022	1.05028 - Parco Maso Premstraller
2022	1.05028 - Parco Maso Premstraller
2022	1.05029 - Rivellone
2022	1.05113 - Giardino delle Religione
2022	1.05113 - Giardino delle Religione
2022	1.05113 - Giardino delle Religione
2022	1.05113 - Giardino delle Religione
2022	1.05113 - Giardino delle Religione
2022	1.05113 - Giardino delle Religione
2022	1.09137 - Scuola dell'infanzia Girasole Cortile Ex Kofler
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci
2022	1.1320 - Via Carducci

Yearly ES - Trees (2324)

Filtro attivo (Ultimo anno ...)

CO ₂ assorbita [kg/Anno]	O ₂ prodotto [kg/Anno]	PM _{2,5} rimosso [g/Anno]	PM ₁₀ rimosso [g/Anno]	Energia risparmiata [kWh/Anno]	Pioggia intercettata [l/Anno]	CO ₂ stoccata [€]	CO ₂ sequestrata [€/A]
2.925,71	1.063,90	275,78	1.261,37	529,01	11.650,39	129,30	
1.674,35	608,86	157,83	721,87	173,26	6.667,39	65,01	
622,51	226,37	79,54	300,36	87,68	3.778,41	23,11	
176,42	64,15	20,31	76,71	25,31	2.030,19	1,76	
585,24	212,82	74,78	282,38	77,50	3.552,21	32,36	
836,21	304,08	106,84	403,47	158,21	5.075,47	63,01	
196,02	71,28	22,57	85,23	31,25	2.255,76	3,07	
761,88	277,05	97,35	367,60	131,34	4.624,32	54,15	
775,34	281,94	104,75	624,87	76,60	4.028,96	38,53	
1.017,50	370,00	113,95	464,80	75,23	4.919,78	13,12	
916,33	333,21	156,34	957,44	313,43	8.274,31	100,55	
1.368,47	497,62	233,48	1.429,86	699,05	12.357,03	122,98	
825,90	300,33	140,91	862,96	254,62	7.457,77	94,06	
657,19	238,98	112,13	686,67	161,22	5.934,27	79,07	
135,77	49,37	42,41	259,71	39,56	2.939,56	23,70	
735,48	267,45	125,49	768,47	201,92	6.641,22	86,56	
108,12	39,31	33,77	206,80	25,08	2.340,76	21,45	
1.079,10	392,40	184,11	1.127,51	434,67	9.744,09	110,23	
1.030,87	374,86	175,88	1.077,12	396,69	9.308,60	107,60	

Legenda: Anno cumulativo

Righe per pagina 25 1 - 25 di 2324

Cruscotto servizi ecosistemici e "valore economico" dell'albero

Yearly ES - Trees (2324)

Filtro attivo (Ultimo anno ...)

Anno	Località	Nr. albero	Cartellino	Costo [€/Anno]	CO ₂ stoccata [€]	CO ₂ sequestrata [€/Anno]	PM10 rimosso [€/Anno]	Energia risparmiata [€/Anno]	Valore economico totale [€/Anno]	Albero
2022	1.05028 - Parco Maso Premstraller	033		11.650,39	129,30	1,94	122,98	257,63	382,55	
2022	1.05028 - Parco Maso Premstraller	037		6.667,39	65,01	3,23	70,38	84,38	157,99	
2022	1.05029 - Rivellone	02173		3.778,41	23,11	3,68	29,28	42,70	75,67	
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	007		2.030,19	1,76	0,68	7,48	12,33	20,49	
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	009		3.552,21	32,36	4,14	27,53	37,74	69,42	
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	010		5.075,47	63,01	4,15	39,34	77,05	120,54	
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	023		2.255,76	3,07	1,35	8,31	15,22	24,88	
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	025		4.624,32	54,15	4,24	35,84	63,96	104,04	
2022	1.05113 - Giardino delle Religione	026		4.028,96	38,53	2,61	60,93	37,31	100,84	
2022	1.09137 - Scuola dell'infanzia Girasole Cortile Ex Kofler	008		4.919,78	13,12	1,34	45,32	36,64	83,29	
2022	1.1320 - Via Carducci	002		8.274,31	100,55	0,81	93,35	152,64	246,80	
2022	1.1320 - Via Carducci	004		12.357,03	122,98	0,40	139,41	340,44	480,25	
2022	1.1320 - Via Carducci	006		7.457,77	94,06	0,97	84,14	124,00	209,11	
2022	1.1320 - Via Carducci	008		5.934,27	79,07	1,36	66,95	78,51	146,82	
2022	1.1320 - Via Carducci	009		2.939,56	23,70	2,17	25,32	19,27	46,75	
2022	1.1320 - Via Carducci	010		6.641,22	86,56	1,16	74,93	98,33	174,42	
2022	1.1320 - Via Carducci	011		2.340,76	21,45	2,96	20,16	12,22	35,34	
2022	1.1320 - Via Carducci	012		9.744,09	110,23	0,61	109,93	211,69	322,23	
2022	1.1320 - Via Carducci	014		9.308,60	107,60	0,67	105,02	193,19	298,88	

Legenda: Anno cumulativo

Righe per pagina 25 1 - 25 di 2324 < > >> Pagina 1 / 93

Scheda albero: "valore economico" dell'albero

Valore cambia per anno

2021

2022

2023

	CO ₂ stoccata [€]	CO ₂ sequestrata [€/Anno]	PM10 rimosso [€/Anno]	Energia risparmiata [€/Anno]	Valore economico totale [€/Anno]
2021	74,39	1,11	108,67	105,58	215,37
2022	129,30	1,94	122,98	257,63	382,55
2023	27,71	0,41	122,74	97,23	220,38

- in base a:
- * dimensione albero
 - * condizioni meteo
 - * costo unitario

The screenshot shows a web interface for tree management. The main content area displays a table with columns for 'Anno' and 'Località'. Below this, a detailed table is highlighted with a red border, showing economic values for three years (2021, 2022, 2023). The table includes columns for CO₂ stoccata, CO₂ sequestrata, PM10 rimosso, Energia risparmiata, and Valore economico totale. The interface also includes a sidebar with navigation options like 'Generale', 'Lavori', and 'Ambiente', and a top navigation bar with 'Yearly ES - Trees (2324)' and 'Alberi - Visualizzazione'.



Dati meteorologici: fonti e utilizzo

Gli algoritmi sviluppati all'interno di GreenSpaces utilizzano informazioni meteorologiche per diversi moduli:

- * servizi ecosistemici
- * valore economico
- * irrigazione
- * programmazione lavori

Ai fini del calcolo del valore ecologico ed economico della pianta si usano i dati giornalieri di vari parametri, cumulando gli effetti dall'inizio dell'anno. Per il modulo irrigazione, che ha fine gestionale, servono invece anche i dati previsionali.

Al fine di valutare una corretta soluzione per la scelta delle fonti dati sono state analizzate due soluzioni basate su sorgenti informative open, istituzionali e solide:

- * ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts)
- * DWD (Deutscher Wetterdienst)

Cruscotto meteo

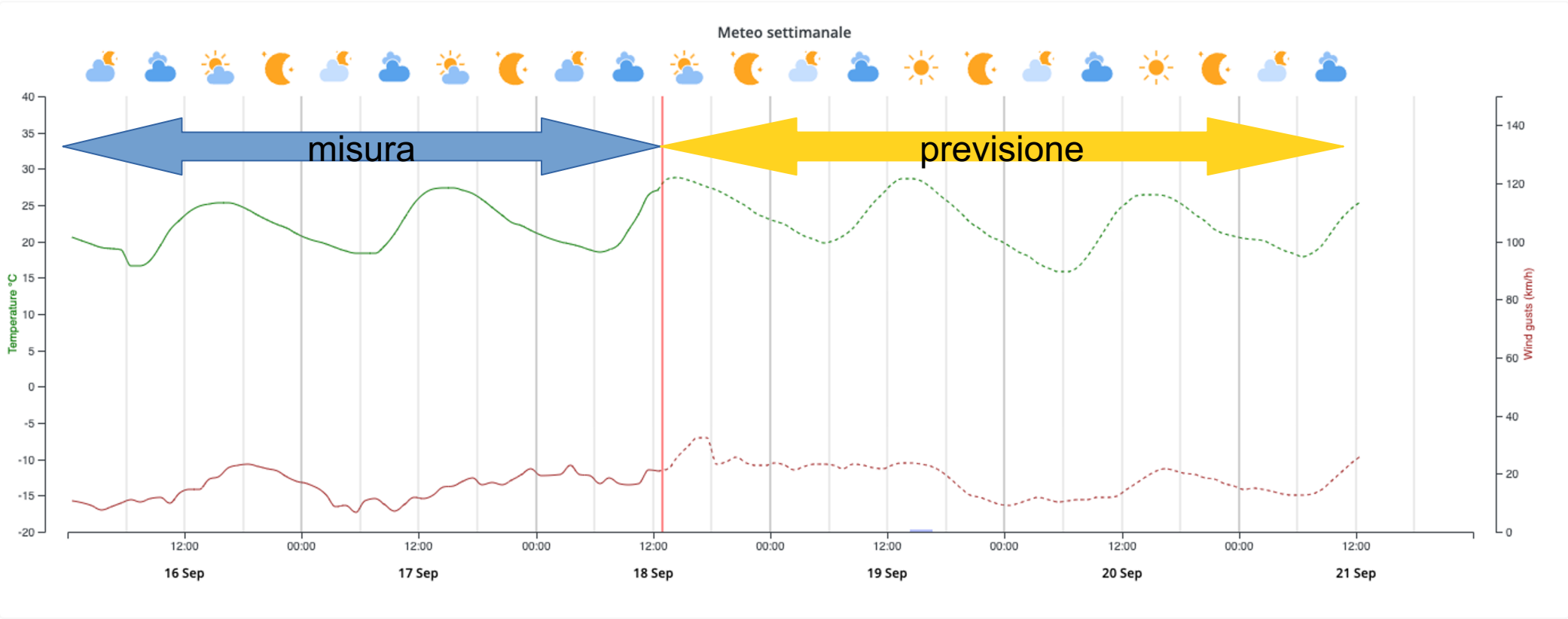
27.1°C
Oggi: 18/09/2023
Ora: 12:53:55

☀️

Velocità media del vento: 9.2 km/h
Raffiche di vento: 20.8 km/h
Precipitazioni: 0 mm
Umidità relativa: 53%
Evapotraspirazione: 0.23 mm/h

⚠️ Avvisi

Non vi sono allerte meteo



Applicazione dati meteorologici

Parametri meteorologici acquisiti:

- temperatura e umidità dell'aria
- velocità del vento
- radiazione solare globale
- pressione atmosferica
- precipitazione

Non solo cruscotto con visualizzazione di dati meteo, bensì anche il calcolo parametri derivati da usare per il calcolo dei servizi ecosistemici e dell'irrigazione:

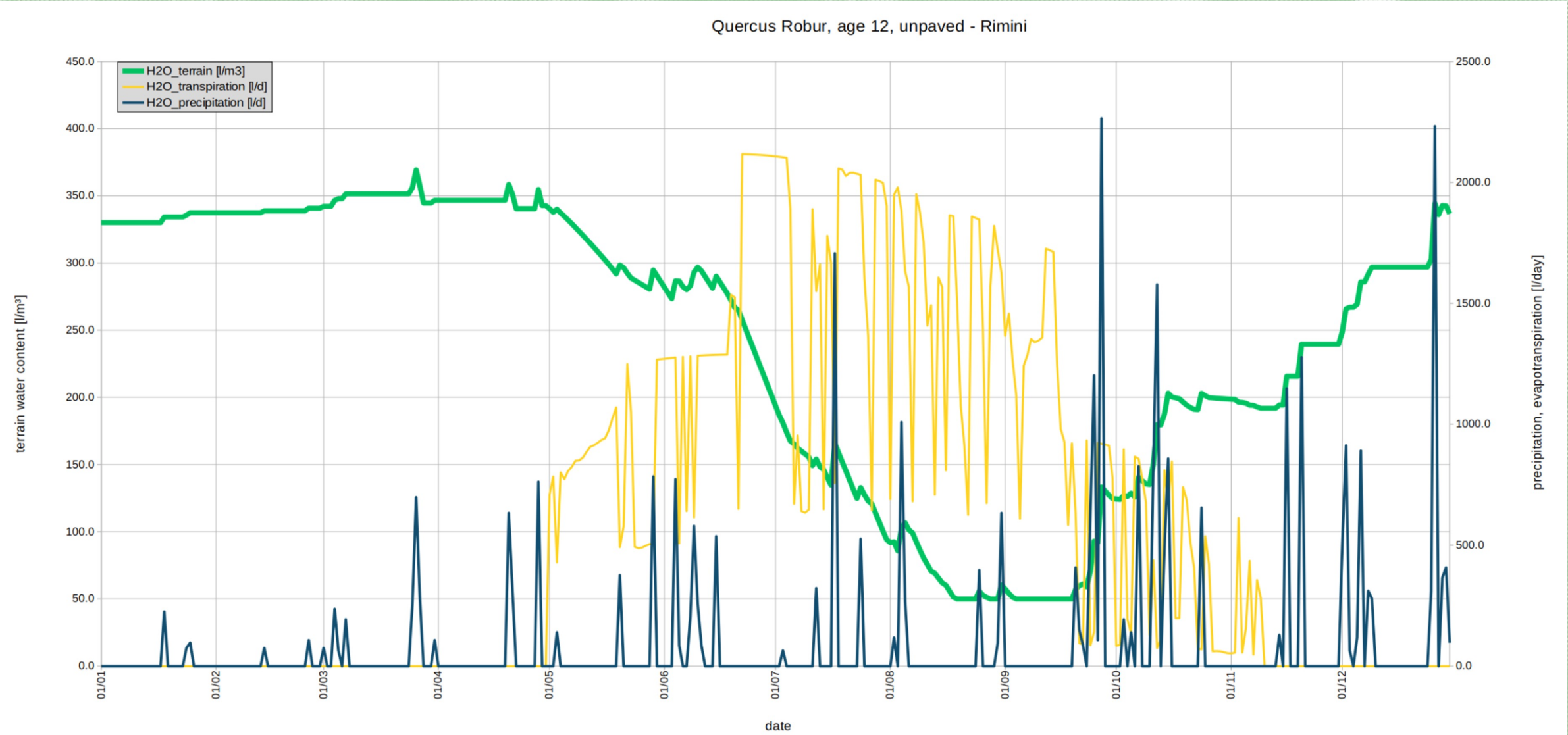
- evaporazione
- radiazione netta

E di conseguenza è possibile stimare per ogni pianta, date le sue dimensioni

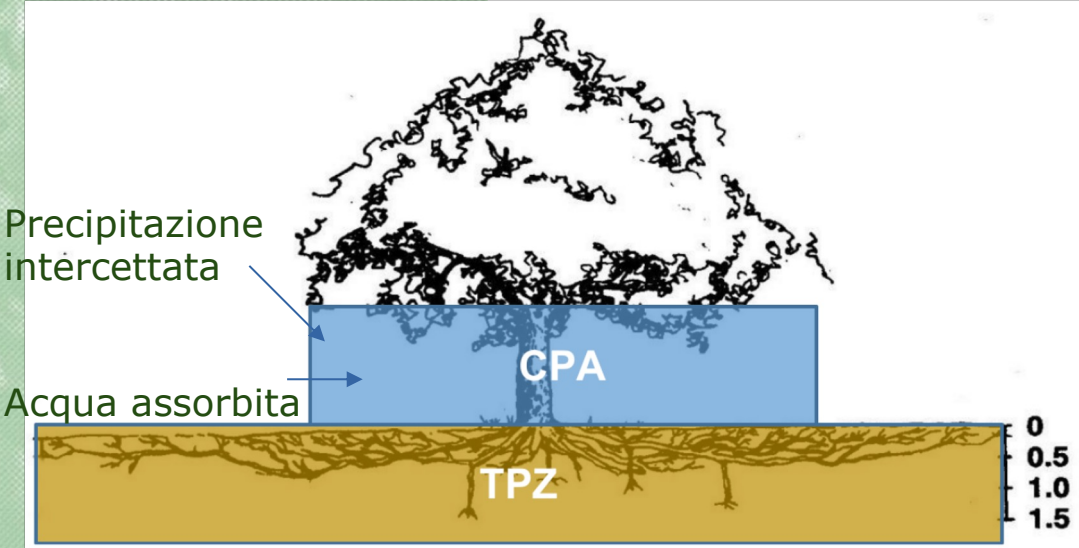
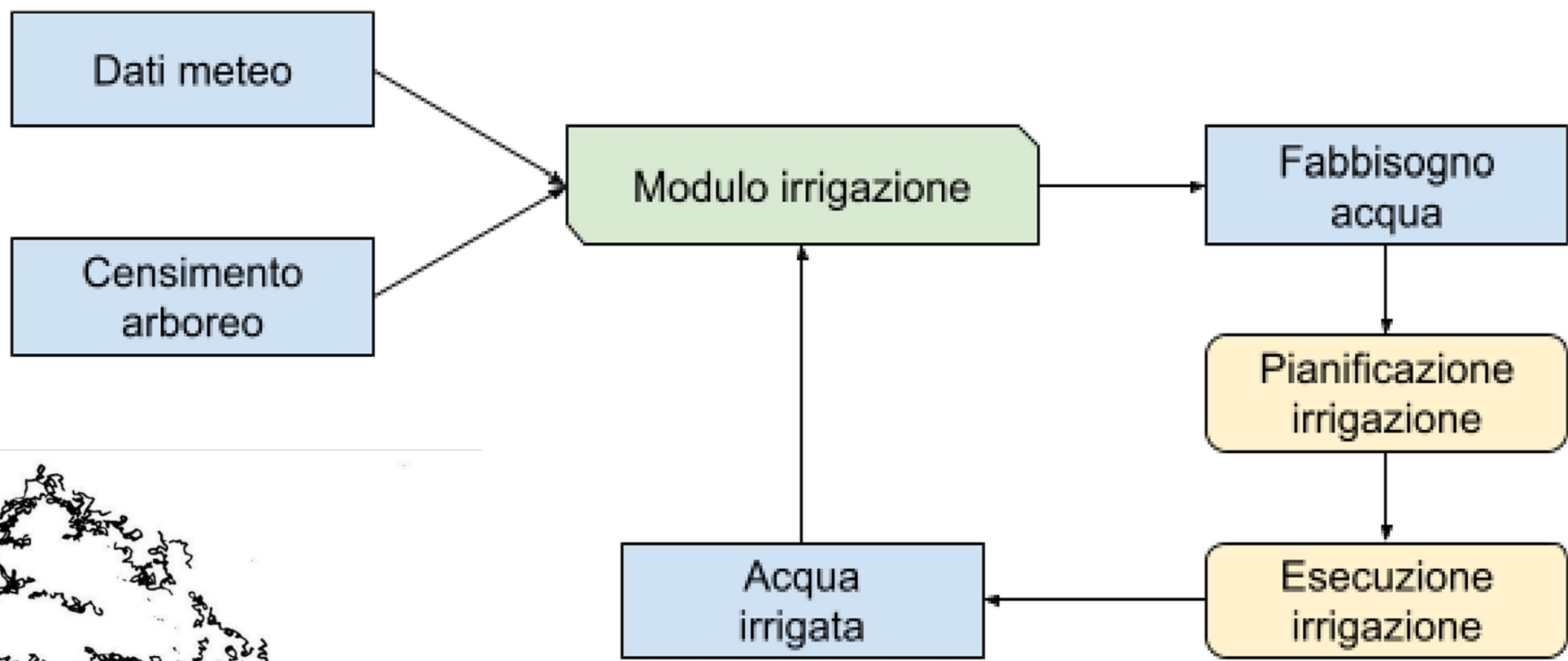
- CO₂ assimilata e O₂ prodotto
- H₂O intercettata
- traspirazione
- raffrescamento
- polveri depositate (



Applicazione dati meteorologici: concetto del modulo "water"



Applicazione dati meteorologici: concetto del modulo "water"



Verifica usabilità dataset meteorologici in GreenSpaces

Città	Riferimento	Storico	Previsione
Krakow	UBIMET (mod) Osservatorio (pioggia, obs)	ECMWF ERA5-Land reanalysis @ 9x9 km	DWD – ICON @ 5x5 km
Rimini	UBIMET (mod)	ECMWF ERA5-Land reanalysis @ 9x9 km	DWD – ICON @ 2x2 km
Mantova	ARPA Lombardia (obs)	ECMWF ERA5-Land reanalysis @ 9x9 km	DWD – ICON @ 2x2 km
Bolzano	PAB (obs)	ECMWF ERA5-Land reanalysis @ 9x9 km	DWD – ICON @ 2x2 km
Lugano	Meteo Swiss (obs)	ECMWF ERA5-Land reanalysis @ 9x9 km	DWD – ICON @ 2x2 km

Dati su griglia dalle due fonti dati sono stati analizzati e confrontati con dati misurati per il periodo settembre – dicembre 2022

Località: Krakow, Rimini e Mantova si sviluppano su terreno piano; Bolzano e Lugano in ambiente montano

ECMWF-ERA5: usata per rianalisi dello storico

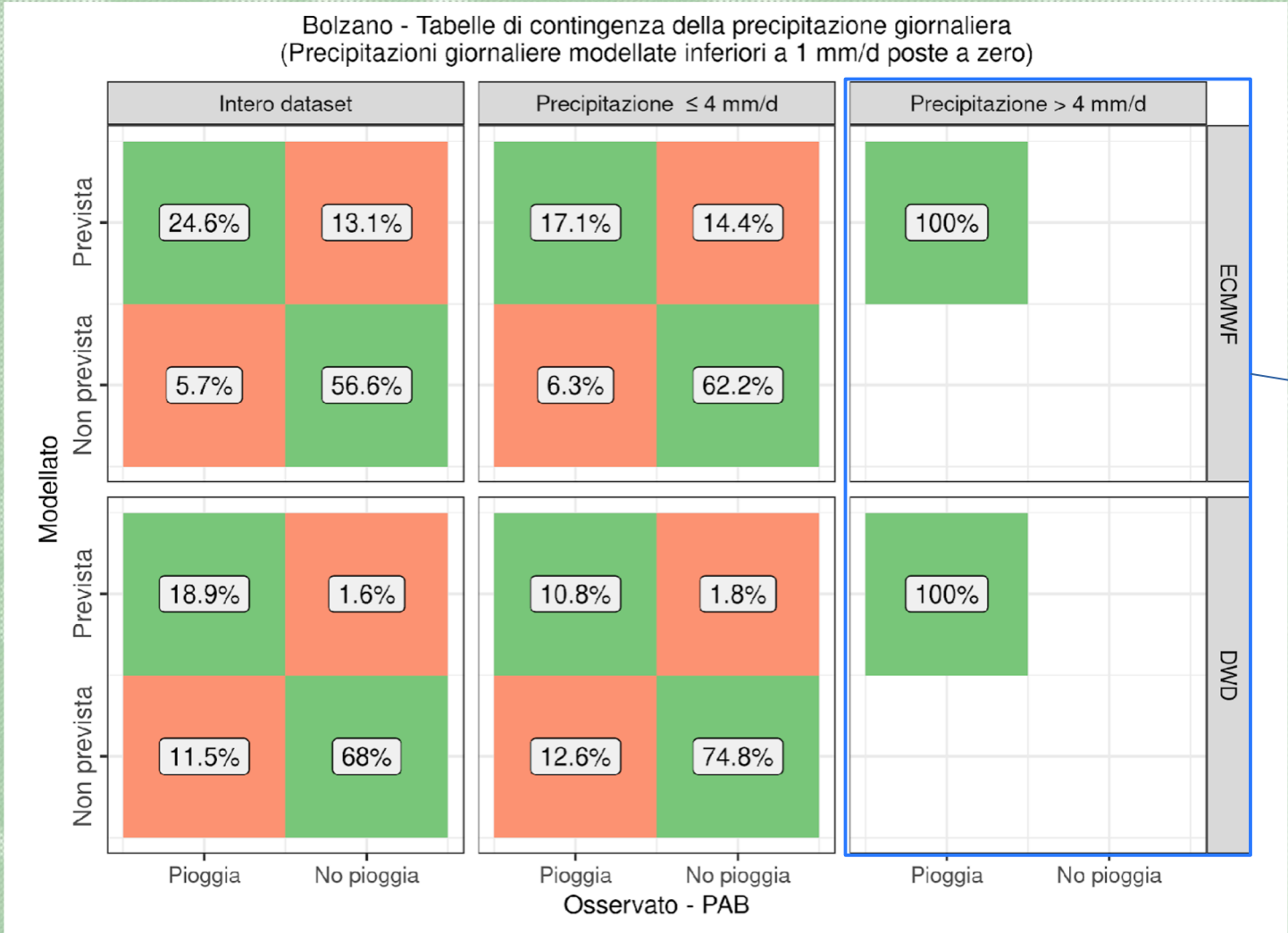
DWD-ICON: modello prognostico previsionale con output orario a 48 ore e aggiornato ogni 3 ore

Obs = dati osservati da stazioni meteorologiche al suolo

Mod = dati modellati attraverso modelli numerici (previsione/rianalisi)



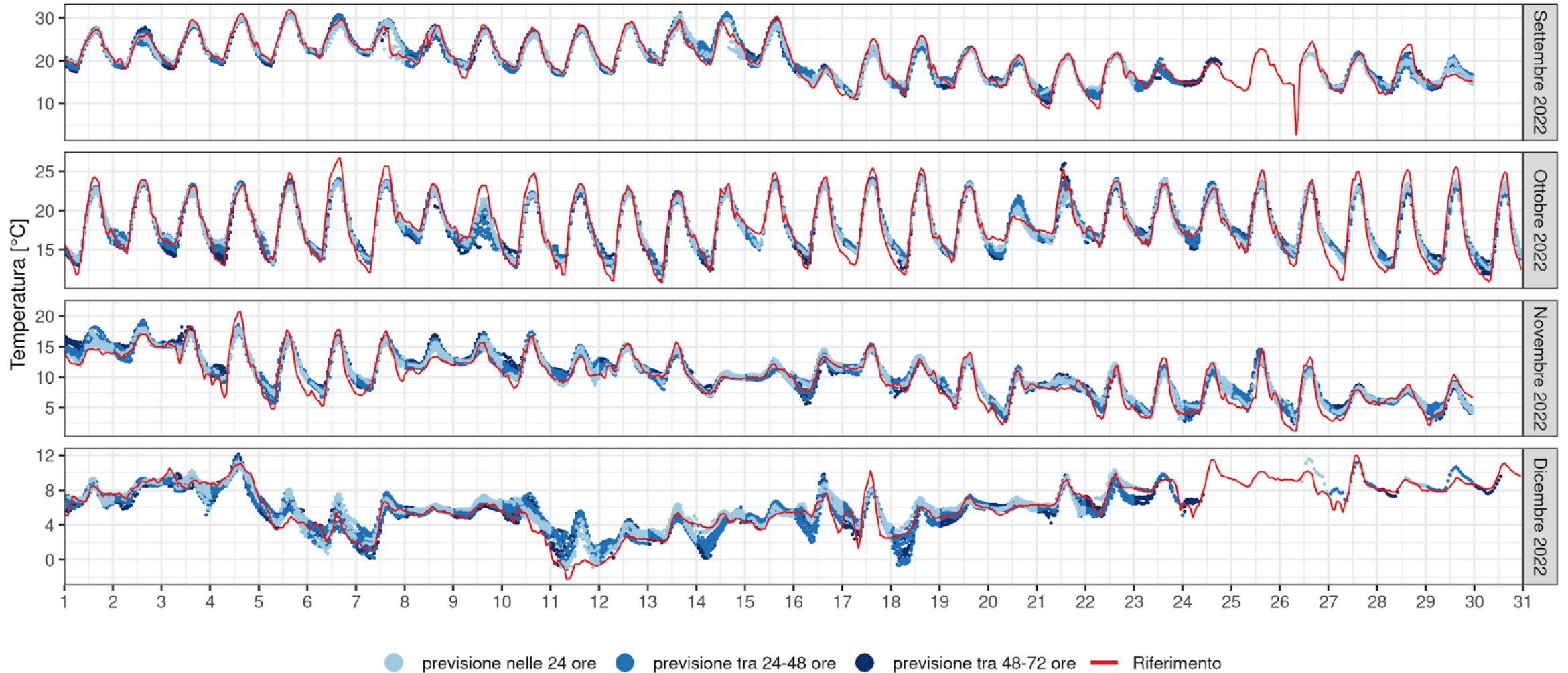
Verifica affidabilità previsioni meteorologiche in GreenSpaces: precipitazione (modulo "irrigazione", modulo "servizi ecosistemici", modulo "valore economico")



→ Pioggia intensa sempre prevista correttamente

Verifica affidabilità previsioni meteorologiche in GreenSpaces: temperatura (modulo "irrigazione", modulo "servizi ecosistemici", modulo "valore economico")

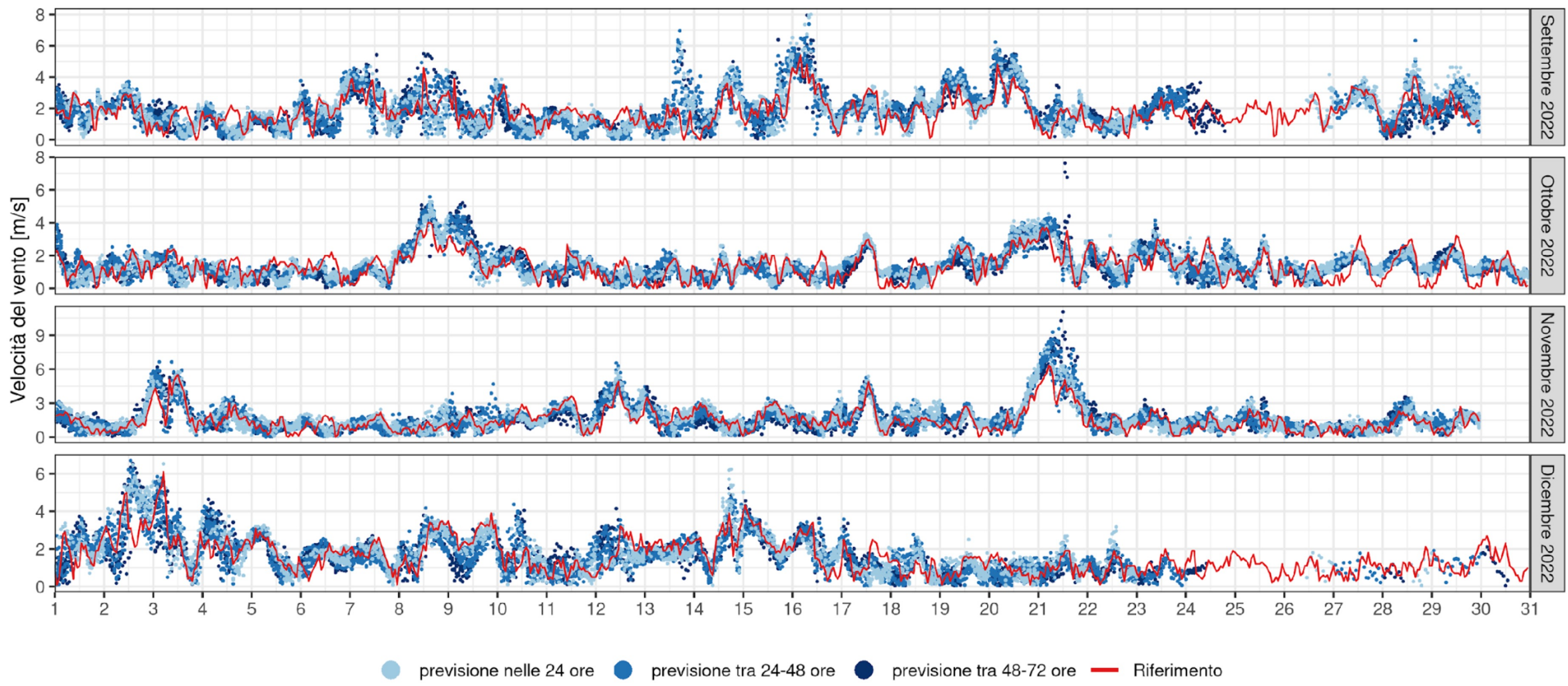
Mantova - confronto previsioni DWD vs dati osservati ARPA Lombardia



Verifica affidabilità previsioni meteorologiche in GreenSpaces: pioggia

(modulo "servizi ecosistemici", gestione interventi)

Mantova - confronto previsioni DWD vs dati osservati ARPA Lombardia



Verifica usabilità dataset meteorologici in GreenSpaces: risultati

- 1) **Temperatura e umidità relativa** sono riprodotte con buona qualità in entrambi i dataset (ECMWF ERA5-Land e DWD-ICON). Solo alcune sovrastime/sottostime di massimi e minimi di umidità in aree a terreno complesso (Bolzano e Lugano)
- 1) **Vento** (velocità e raffica) ben simulato in tutte le città. Sottostima a Bolzano e Lugano è riconducibile alla dimensione della griglia di calcolo troppo "grossolana" rispetto all'orografia
- 1) **Radiazione globale** prevista correttamente.
- 1) **Precipitazione**
- I modelli prevedono abbastanza correttamente l'assenza di precipitazioni.
 - I modelli tendono a dare **più falsi positivi**, ossia i modelli tendono a prevedere pioggia quando non piove.
 - Precipitazioni con quantitativi giornalieri > 4 mm **previsti correttamente**.
 - Per Krakow individuato possibile problema nei dati di riferimento.

Città / Grandezza	Dataset per costruzione di serie storiche ECMWF Rianalisi - ERA5-Land	Dataset per costruzione di serie storiche Previsione DWD ICON-EU e -D2
Temperatura dell'aria		
Bolzano	Valori medi orari e medie orarie massime e minime giornaliere ben modellate	Cicli giornalieri previsti con buona accuratezza
Krakow		
Lugano		
Mantova		
Rimini		
Umidità relativa		
Bolzano	Valori tendenzialmente ben modellati. Dispersione connessa a processi alla scala locale non risolvibili alla risoluzione del modello, soprattutto in aree ad orografia complessa (Bolzano, Lugano)	Valori simulati prossimi al riferimento. A volte si osservano sovrastime e sottostime di minimi/massimi, soprattutto per le città con orografia complessa
Krakow		
Lugano		
Mantova		
Rimini		
Velocità del vento e raffica No raffica in ECMWF ERA5-Land		
Bolzano	Sottostima venti > 2m/s e raffiche > 5 m/s	Ciclo giornaliero non sempre previsto correttamente, soprattutto a Bolzano e Krakow, a causa delle basse velocità dei venti
Krakow		
Lugano	Sottostima venti > 2m/s e raffiche > 5 m/s	
Mantova		
Rimini		
Radiazione globale		
Bolzano	Ciclo giornaliero previsto correttamente	Ciclo giornaliero previsto correttamente
Krakow		
Lugano		
Mantova		
Rimini		
Precipitazione		
Bolzano	Sovrastima	Assenza di precipitazioni prevista correttamente. Tendenza a prevedere eventi meteorici non osservati (falsi positivi). Scarsa la frequenza di eventi osservati ma non previsti.
Krakow	Possibile problema nei dati di riferimento	
Lugano	Valori abbastanza in linea con il riferimento	
Mantova		
Rimini		

Uso di dati meteorologici in GreenSpaces: conclusioni

L'utilizzo di dati meteorologici in GreenSpaces arricchisce l'informazione sul patrimonio arboreo gestito ed aiuta nella programmazione operativa

- *previsione di piogge e vento intenso all'interno della dashboard consente di programmare in maniera più efficiente gli interventi sul verde urbano*
- *la previsione della precipitazione unito allo storico dello stesso parametro dall'inizio della stagione vegetativa consente di individuare i periodi e le piante per cui è necessaria irrigazione (allerta su singola pianta)*
- *lo storico delle condizioni meteorologiche sull'area consente di calcolare I servizi ecosistemici sulla singola pianta, per singolo giorno dell'anno*
- *possiamo assegnare un valore economico per ogni beneficio della pianta che così fornisce un contributo ben identificabile all'interno del patrimonio arboreo cittadino per: CO2 assimilata, raffrescamento, polveri depositate*



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

www.verdevale.eu

INFO @mail:
comunicazione@verdevale.eu

