

PROGETTO AGROMETEORE

CREA Agricoltura e Ambiente

GRUPPO DI LAVORO 0

Indagine preliminare su serie storiche di temperatura finalizzate alla modellistica fenologica

Dati del Servizio Integrato Agrometeorologico dell'Agencia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio - ARSIAL

Gennaio 2018

INDAGINE PRELIMINARE SU SERIE STORICHE DI TEMPERATURA FINALIZZATE ALLA MODELLISTICA FENOLOGICA

**Dati del Servizio Integrato Agrometeorologico
dell’Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l’Innovazione
dell’Agricoltura del Lazio - ARSIAL**

Documento realizzato nell’ambito del Programma Rete Rurale Nazionale

Autorità di gestione: Ministero delle
politiche agricole alimentari e forestali
Ufficio DISR2 - Dirigente: Paolo Ammassari

Referenti Ministero: Pasquale Falzarano
Ufficio DISR3 - Dirigente: Maria Vittoria
Briscolini

Piano Biennale 2017 - 2018
CREA – Centro di Politiche e Bioeconomia
Coordinatore: Alessandro Monteleone

Scheda Progetto: CREA – AA 5.3
AGROMETEORE
Referente: Stanislao Esposito

Autori:
Roberta Alilla, Barbara Parisse

Impaginazione e grafica:
Roberta Alilla, Barbara Parisse, Eleonora
Gerardi

INDICE

1 INTRODUZIONE.....	5
2 CONTROLLO QUALITA' DEI DATI.....	5
2.1 Dati orari.....	5
2.1 Dati giornalieri	6
3 SELEZIONE DI STAZIONI IN AREE VOCATE A VITE E OLIVO	7
4 RICOSTRUZIONE DATI MANCANTI.....	9
5 ELABORAZIONE MODELLI FENOLOGICI VITE	10
5.1 Confronti termici	12
5.1.1 Dati orari misurati vs dati ricostruiti.....	12
5.1.2 Dati giornalieri ARSIAL vs dati stimati su grid GR10-BDAN	12
5.2 Confronti fenologici.....	15
5.2.1 Simulazioni modelli Vite con dati GR10-BDAN	15
5.2.2 Simulazioni dei modelli di Vite con dati dell'area di Velletri (fonti dati: ARSIAL, GR10-BDAN, ex IDROGRAFICO, ENAV) vs rilievi fenologici in campo.....	17
6 CONCLUSIONI	19
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	20
ALLEGATI.....	21

INDAGINE PRELIMINARE SU SERIE STORICHE DI TEMPERATURA FINALIZZATE ALLA MODELLISTICA FENOLOGICA

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito della riunione del GRUPPO DI LAVORO 0 – Esigenze prioritarie per i Servizi, tenutasi il 13 Luglio 2017, è emersa l'esigenza da parte del Dr. Paolo Onorati, referente del Servizio Integrato Agrometeorologico (SIARL) dell'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio (ARSIAL), di fornire servizi agrometeorologici agli agricoltori laziali, incluse mappe fenologiche delle principali colture esistenti sul territorio, dei loro parassiti e delle fitopatologie, sulla base di modellistica specifica. Il tasso di sviluppo delle piante dipende dalla loro temperatura interna la quale, se i fattori fisico-chimici dell'ambiente non sono limitanti, è una funzione della temperatura dell'aria (Gilbert et al., 1976). Pertanto, i modelli che simulano lo sviluppo fenologico delle piante utilizzano come variabile guida la temperatura dell'aria. Al fine della realizzazione di mappe fenologiche è, quindi, di fondamentale importanza verificare la qualità del dato di input: la temperatura oraria o la temperatura massima e minima giornaliera. A questo proposito è stata approntata un'indagine preliminare sulle serie storiche di temperatura registrate dalle stazioni agrometeorologiche gestite dall'ARSIAL, della quale si riportano le procedure adottate e i risultati ottenuti.

Fornitura dati:

- 1) Dati di temperatura minima, massima e media oraria di 123 stazioni per il periodo compreso tra il 1/1/2000 e il 26/07/2017.
- 2) Dati di temperatura minima, massima e media giornaliera di 96 stazioni per il periodo compreso tra il 1/1/2000 e il 02/10/2017.
- 3) Anagrafica delle stazioni.

2. CONTROLLO QUALITA' DEI DATI

2.1 Dati orari

L'analisi del metadato delle stazioni ha evidenziato l'esistenza di un'associazione univoca del tipo uno a molti tra la descrizione della stazione e gli ID nei seguenti casi:

Descr. Stazione	Località	Longitudine	Latitudine	Quota	ID_1	ID_2
Farnese P Sala	Pian di Sala	11.74611	42.58361	390	72	130
Sabaudia	Acquaviva	13.00333	41.36333	22	157	1238
Aprilia	Cossira	12.74667	41.49611	45	158	1239

Per la stessa stazione a ciascun ID corrisponde un intervallo temporale differente. In via preliminare, si è deciso di costruire una serie temporale unica a partire dai due set, associando alla serie così ottenuta l'ID_2, senza effettuare alcun controllo di omogeneità temporale, come raccomandato dal WMO. Tutte le serie di

temperatura minima e massima oraria sono state sottoposte a controlli di qualità sintattici e logici secondo le Linee Guida ISPRA 156/2017 (Schede 31T e 32T). Viste le finalità di utilizzo di tali dati nella modellistica fenologica, e tenuto conto che quest'ultima non ammette la presenza di dati mancanti, si è ritenuto opportuno procedere ad una valutazione della completezza delle serie. I risultati sono illustrati nelle tabelle degli ALLEGATI I e II, in cui è riportato il numero di dati mancanti (NA), rispettivamente della temperatura minima e massima oraria per ciascuna stazione di misura e per ciascun anno nel periodo compreso tra il 1/1/2000 e il 26/07/2017. La stazione di Acquapendente (ID 39) non è stata inserita nelle tabelle, poiché è risultata priva di dati nella finestra analizzata.

2.2 Dati giornalieri

Tutte le serie di temperatura minima (tn) e massima (tx) giornaliera sono state sottoposte a controlli di qualità sintattici e logici secondo le Linee Guida ISPRA 156/2017 (Schede 38T, 39T, 40T). Come specificato per i dati orari, anche per i giornalieri è necessario disporre di data set completi per la modellistica fenologica. A riguardo, è stata approssiata un'analisi grafica speditiva che ha permesso di localizzare l'occorrenza dei missing data per ogni serie termometrica di ciascuna stazione, i cui risultati sono raccolti nella sezione grafica contenuta nell'ALLEGATO III (NAdistribution_96stations). Poiché per la maggior parte delle stazioni, il numero di dati mancanti (NA) era molto elevato nel periodo da inizio serie (01/01/2000) al 2004, in questa fase si è deciso di focalizzare l'attenzione sulle serie termometriche disponibili dal 01/01/2004 al 02/10/2017. Di seguito si riporta un esempio di output relativo alla stazione di Alatri (ID 41): in rosso sono mostrati i dati mancanti, più ampia è la fascia rossa, maggiore è il numero di giorni con assenza del dato. Il grafico in basso (Fig. 1b) rappresenta il focus temporale sul quale si sono concentrate le successive analisi.

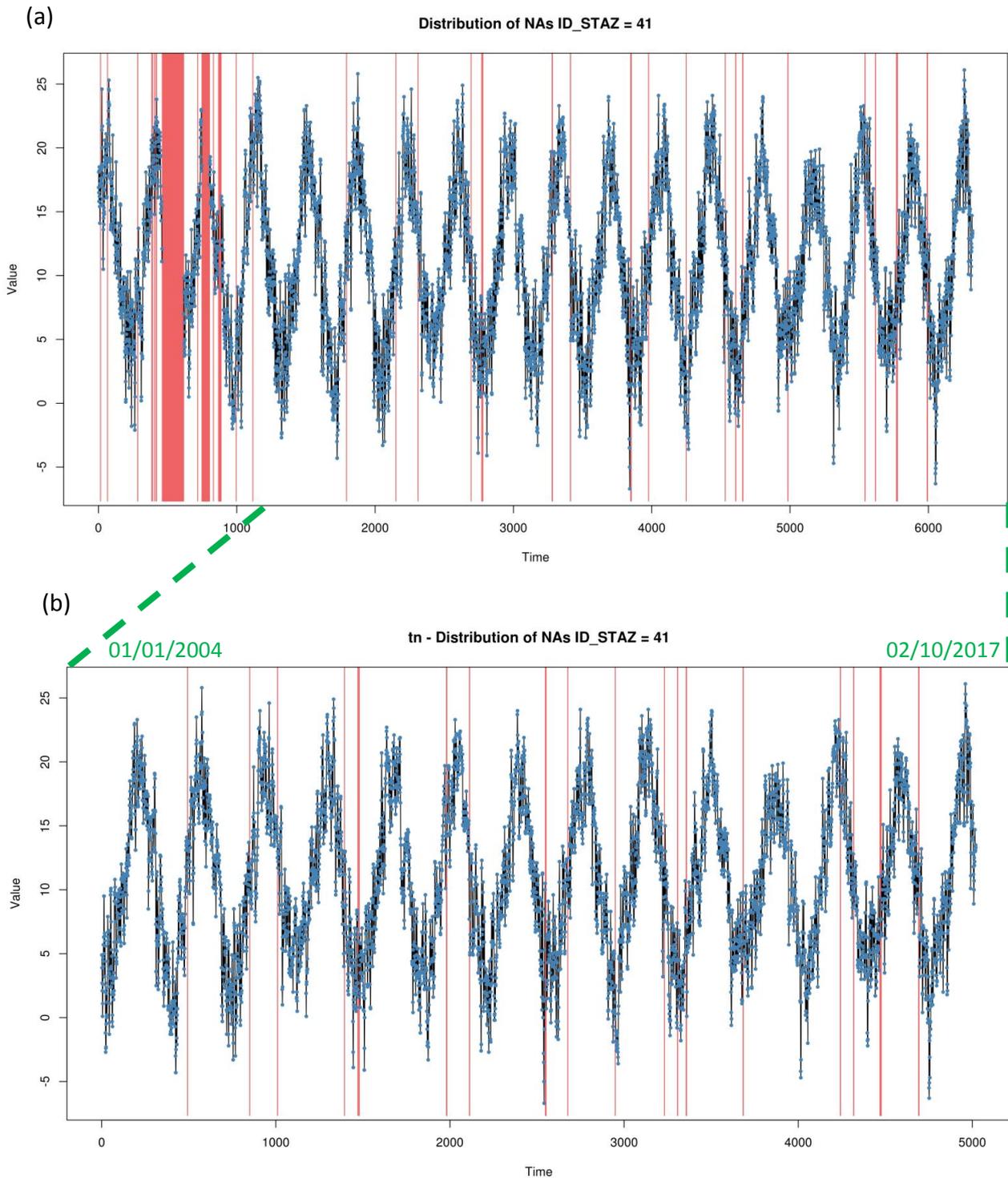


Fig. 1 Serie di temperatura minima giornaliera della stazione di Alatri (ID 41). In rosso la distribuzione di dati mancanti(NA).

3. SELEZIONE DI STAZIONI IN AREE VOCATE A VITE E OLIVO

Dall'indagine sono state considerate le stazioni della rete ARSIAL che dall'analisi di prossimità spaziale risultavano ubicate in aree vocate a vigneto e oliveto, rispettivamente codice 221 e 223 della Carta di Uso del Suolo della Regione Lazio (cusarp2010, <http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/cus-lazio-approfondimento->

delle-formazioni-naturali-e-seminaturali-iv-e-v-livello-corine-land-cover). Inoltre, sono state escluse le stazioni di recente attivazione, come quella di Pontecorvo (ID 1240, anno inizio esercizio 2015) e quelle stazioni che presentavano prolungate interruzioni nell'intervallo 2004-2017, come la stazione Marcellina (ID 85). Ai fini della successiva analisi fenologica sono state, quindi, selezionate 24 stazioni rappresentate nella mappa seguente con i codici identificativi ARSIAL (Fig. 2).

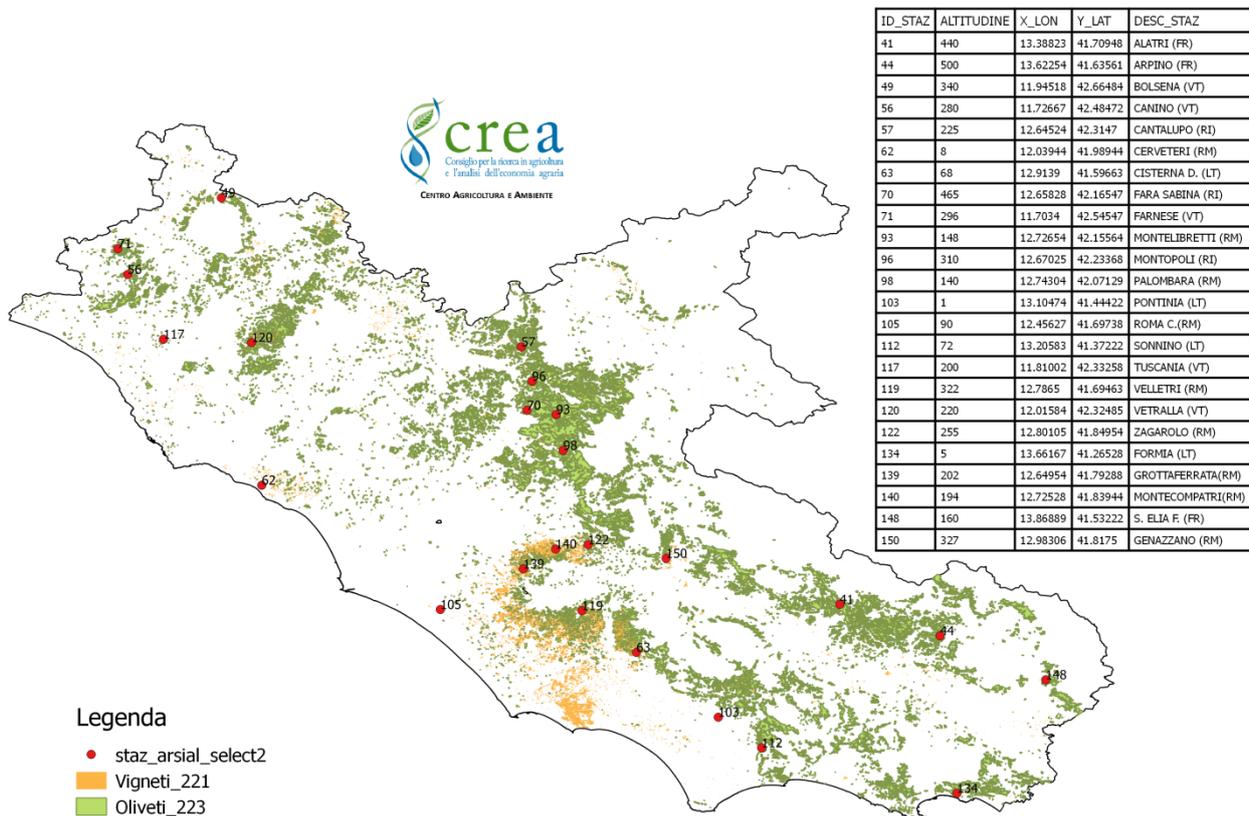


Fig. 2 Stazioni ARSIAL selezionate per la modellistica fenologica.

Si è proceduto, quindi, al conteggio degli NA i cui risultati sono raccolti nelle tabelle degli ALLEGATI IV e V, rispettivamente per la temperatura minima e massima giornaliera, per ciascuna stazione di misura per il periodo compreso tra il 1/1/2004 e il 02/10/2017, relativamente agli anni di esercizio. Ai fini della successiva fase di ricostruzione dei missing data, è stato necessario valutare anche il numero massimo di NA consecutivi (ALLEGATI VI e VII).

4. RICOSTRUZIONE DATI MANCANTI

Al fine di realizzare carte fenologiche della regione Lazio utilizzando i dati ARSIAL come input ai modelli fenologici sviluppati nell'ambito del progetto IPHEN (Mariani et al., 2013), si è resa necessaria la ricostruzione dei dati termometrici giornalieri mancanti. Per la ricostruzione è stata scelta la procedura che minimizzava gli errori, di seguito descritta. Per ogni singola stazione e per ciascuna delle due variabili (tn e tx) è stato

necessario elaborare un riferimento medio giornaliero utilizzando tutti i dati disponibili della fornitura iniziale. La temperatura del giorno medio di riferimento ($T_i rif$) è stata calcolata mediando le temperature registrate all'interno della finestra mobile a 3 giorni centrata sul giorno i -esimo di tutti gli anni (j) di esercizio della stazione, dove n indica il numero totale dei giorni considerati, al massimo 126 (7 giorni della finestra mobile x 18 anni complessivi).

$$T_i rif = \sum_{j=2000}^{2017} \frac{(T_{i\pm 3})_j}{n}$$

Rispetto alla stessa popolazione di dati, per ogni singola grandezza e per ogni giorno medio di riferimento ($T_i rif$), sono stati calcolati sia indici di dispersione che di asimmetria. Le tabelle a e b sono riepilogative delle statistiche descrittive (es. tx_stat_giorno_medio_riferimento.csv nell'ALLEGATO VIII). L'imputazione dei valori mancanti (NA) è stata realizzata attraverso un algoritmo di media mobile pesata in modo lineare, considerando le otto osservazioni 4 precedenti e 4 successive centrate sul giorno da imputare ($T_i lin$); la funzione utilizzata è na.ma() con coefficiente $K=4$ e weighting = "linear" - Linear Weighted Moving Average (LWMA), del package imputeTS di R CRAN. Infine, il dato giornaliero ricostruito ($T_i ric$) è stato calcolato mediante una media ponderata tra la temperatura del giorno medio di riferimento ($T_i rif$) e il valore imputato ($T_i lin$):

$$T_i ric = \frac{2}{3} T_i rif + \frac{1}{3} T_i lin$$

Nella figura si riporta come esempio, il grafico relativo alla ricostruzione dei dati mancanti di temperatura minima della stazione di Cisterna D. (ID 63), contenuto nell'ALLEGATO III (NAimputation_24stations). In rosso i valori imputati, in blu quelli misurati.

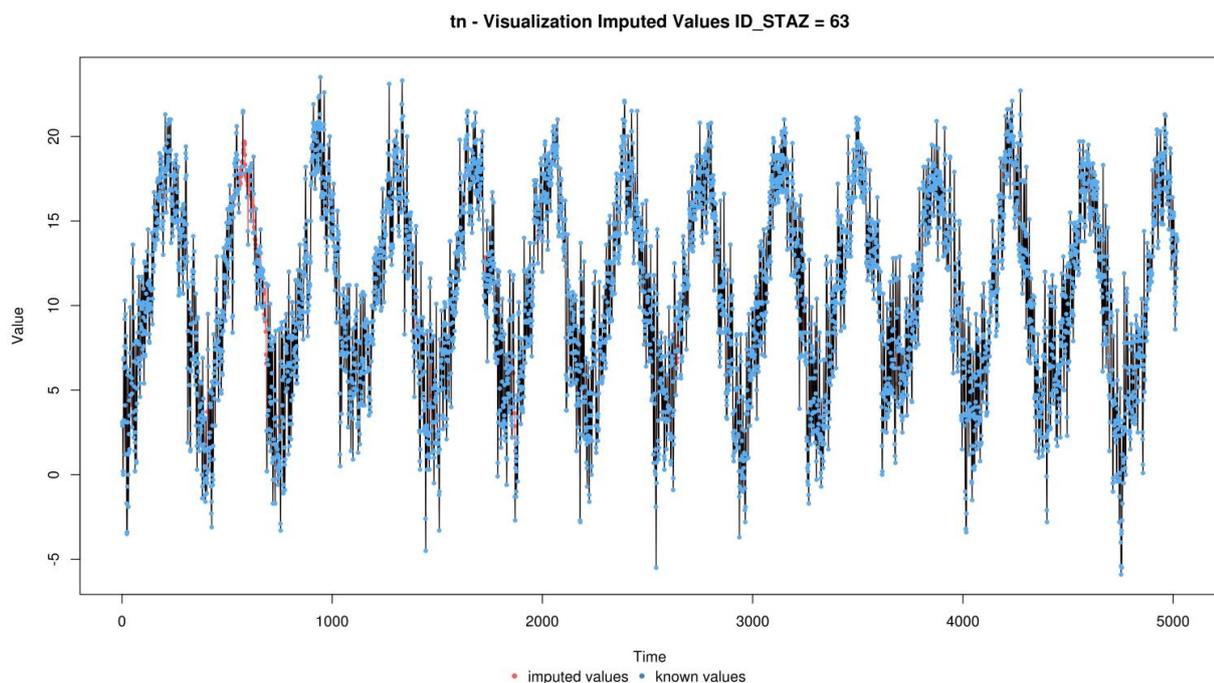


Fig. 3 Serie di temperatura minima giornaliera della stazione di Cisterna D. (ID 63).

5. ELABORAZIONE MODELLI FENOLOGICI VITE

Una volta ricostruiti i dati mancanti, le serie termometriche giornaliere di tutte le 24 stazioni ARSIAL sono state utilizzate come input dei modelli fenologici sviluppati nell'ambito del progetto IPHEN (Mariani et al., 2013); in via preliminare, si è scelto di simulare il ciclo riproduttivo della vite, cv. Cabernet Sauvignon e Chardonnay. La metodologia adottata in IPHEN è basata sulle ore normali di caldo (*Normal Heat Hours – NHH*), un analogo delle *chill units*, che traduce in ore normali le risorse termiche cumulate da una specie in una data ora. Pertanto, dalle temperature massime e minime delle 24 stazioni sono state stimate le temperature orarie, applicando l'algoritmo di Parton e Logan (Parton e Logan, 1981; Cesaraccio et al., 2001). Nel grafico di fig. 4 sono confrontate, come esempio, le temperature orarie misurate nel 2006 nella stazione di Alatri (ID 41), con le temperature orarie ottenute mediante l'algoritmo di Parton e Logan a partire dalle quelle minime e massime giornaliere, a destra sono riportati i principali indici che valutano la bontà del fit. I grafici e gli indici sono stati elaborati mediante il package hydroGOF di R CRAN, tutti i confronti sono contenuti nell'ALLEGATO III (ggofhourlyT_obsvsim). Successivamente, dalle temperature orarie sono state calcolate le NHH accumulate dalla pianta attraverso una curva di risposta che rappresenta l'efficacia della temperatura per la fenologia delle piante (Wang e Engel, 1998, Weikai e Hunt, 1999). Infine, le NHH sono state tradotte in fasi della scala BBCH (Meier, 2001), adottando equazioni empiriche ricavate per regressione su dati storici di NHH e fenologia per ciascuna cultivar. Le fig. 4 e 5 presentano in sequenza per le 24 stazioni le date di inizio fioritura (fase BBCH 61) di tutti gli anni, simulate dai modelli fenologici per entrambe le cultivar. Come si può notare dai grafici, superando le differenze dovute alla variabilità termica interannuale, per la maggior parte delle stazioni le date sono concentrate tra il 100° e il 140° giorno dell'anno (DOY), suggerendo che in queste la fioritura è iniziata intorno al 10 di aprile e terminata entro il 20 maggio per tutti gli anni dal 2004 al 2017, nonostante questa fase della vite si presenti normalmente tra maggio e giugno (Fregoni, 2013). In particolare, nella stazione di Sonnino (ID 112), dalla simulazione si ottengono date di inizio fioritura tutte comprese entro il 120° giorno dell'anno, pari al 30 aprile.

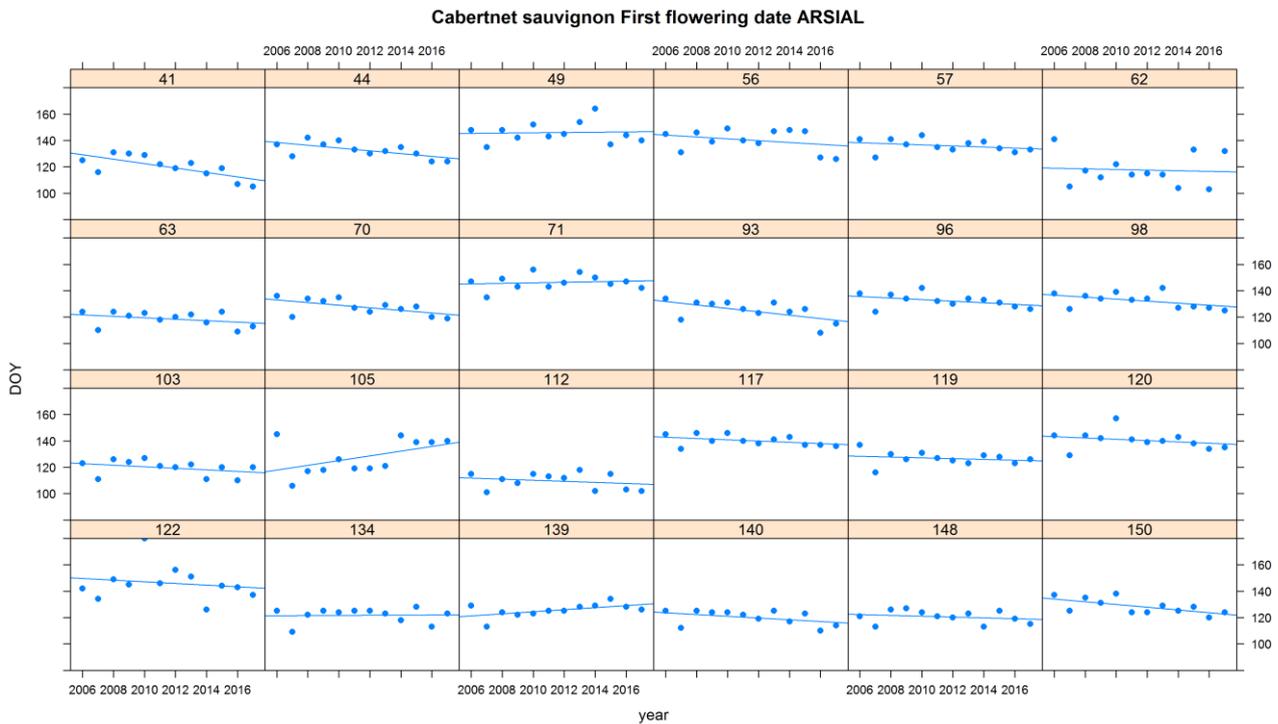


Fig. 4. Date di inizio fioritura (BBCH 61) del Cabernet Sauvignon simulate dal modello IPHEN, per tutte le stazioni 24 stazioni.

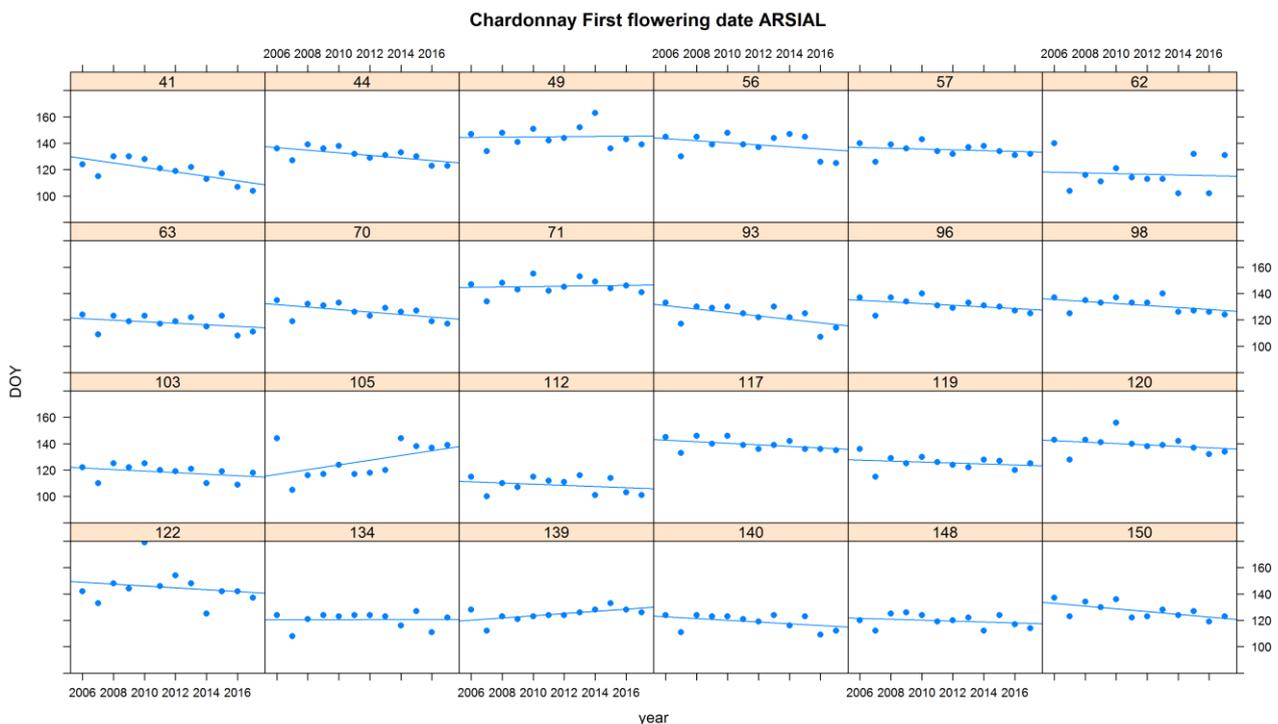


Fig. 5. Date di inizio fioritura (BBCH 61) dello Chardonnay simulate dal modello IPHEN, per tutte le stazioni 24 stazioni.

I modelli di simulazione IPHEN utilizzano unicamente le temperature come variabili di input, pertanto è ragionevole pensare che la causa di questo evidente anticipo sia da ricercare o nelle temperature misurate dalle stazioni ARSIAL o nell'accuratezza dei modelli fenologici utilizzati. Al fine di indagare sulle cause si è,

quindi, proceduto, in primo luogo, ad un confronto termico e poi fenologico, utilizzando dati termometrici acquisiti da altre reti laziali come input ai modelli fenologici e osservazioni fenologiche effettuate in campo.

5.1 Confronti termici

5.1.1 Dati orari misurati vs dati ricostruiti

Come prima analisi si è proceduto al confronto tra i dati orari misurati dalle stazioni ARSIAL con quelli orari stimati dai dati di temperatura minima e massima giornaliera delle medesime stazioni, utilizzando l'algoritmo di Parton e Logan (1981). Nel grafico di fig. 6 si riportano come esempio, i dati misurati nel 2006 nella stazione di Alatri (ID 41), con quelli stimati; il riquadro a destra riassume i principali indici che valutano la bontà dell'adattamento. I grafici e gli indici sono stati elaborati mediante il package hydroGOF di R CRAN, tutti i confronti sono contenuti nell'ALLEGATO III (ggofhourlyT_obsvssim).

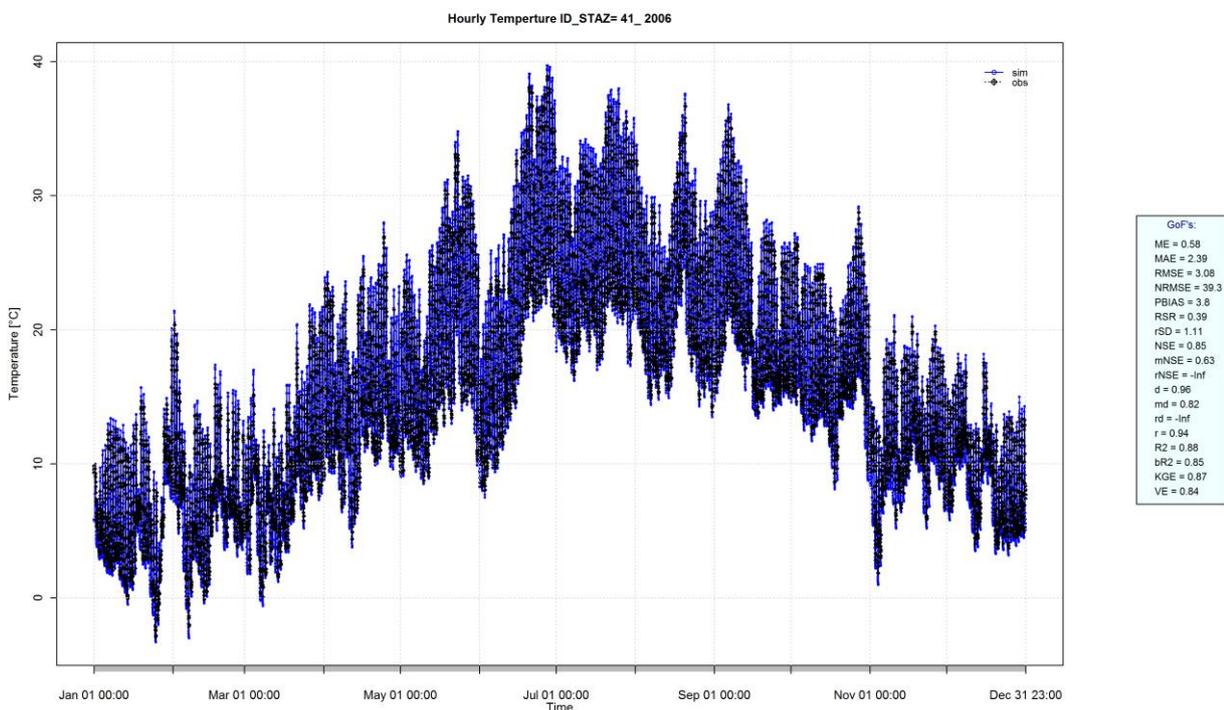


Fig. 6. Temperatura oraria. Confronto tra dati misurati e simulati per la stazione di Aatri (ID 41) anno 2006.

5.1.2 Dati giornalieri ARSIAL vs dati stimati su grid GR10-BDAN

I dati di temperatura minima e massima giornaliera delle 24 stazioni ARSIAL sono stati confrontati con i dati termometrici interpolati sul grid regolare georiferito con risoluzione di cella 0.14°/0.10° Long/Lat (circa 10 km di lato) che copre tutto territorio nazionale (Fig. 7 GR10-BDAN); tale gridded dataset è stato realizzato con tecniche di interpolazione geostatistica a partire dai dati delle stazioni di misura appartenenti a differenti reti di rilevamento, nazionali e regionali, che giornalmente confluiscono nella Banca Dati Agrometeorologica Nazionale del Mipaaf: rete agrometeorologica nazionale (RAN), Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (SMAM), Ente Nazionale Assistenza al Volo (ENAV), cui si aggiungono 91 stazioni dei servizi agrometeorologici regionali. Dal gridded dataset, disponibile in serie temporale giornaliera di raster layers, utilizzando le coordinate geografiche delle 24 stazioni ARSIAL, sono stati estratti i vettori delle serie termometriche delle celle corrispondenti a partire dal 01/01/2006 e confrontati con quelli misurati dalle

stazioni. L'elaborazione non ha tenuto conto dei dati ricostruiti, limitandosi a confrontare unicamente le misure registrate nelle singole stazioni.

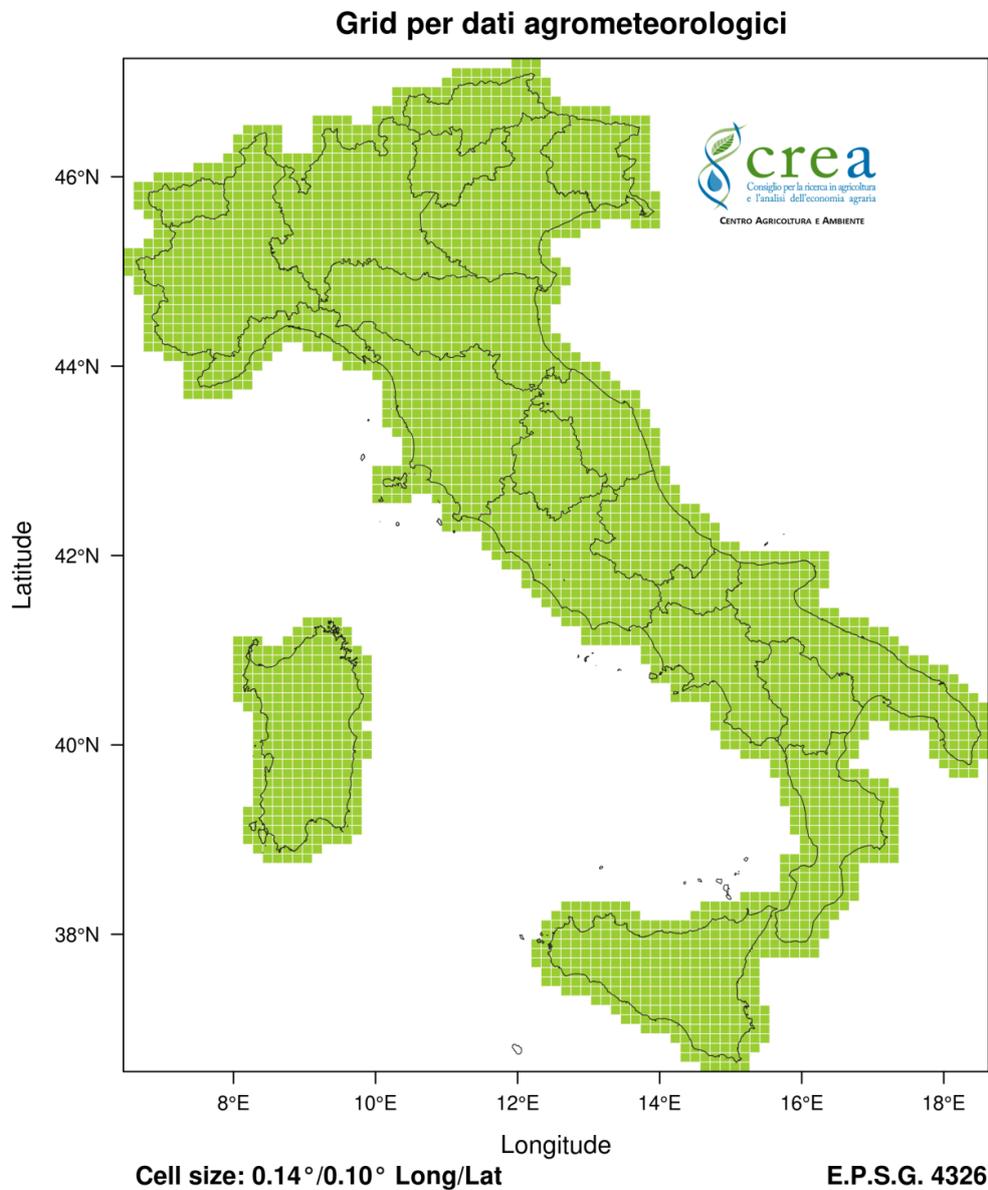


Fig.7 Grid regolare di riferimento per il dataset agrometeorologico della Banca Dati Agrometeorologica Nazionale (GR10-BDAN).

I grafici di Fig. 8 e 9 rappresentano il confronto tra i boxplot relativi rispettivamente alla temperatura minima (tn) e alla temperatura massima (tx) misurate nelle stazioni ARSIAL (in rosso) e delle corrispondenti celle selezionate dal grid GR10-BDAN (in blu).

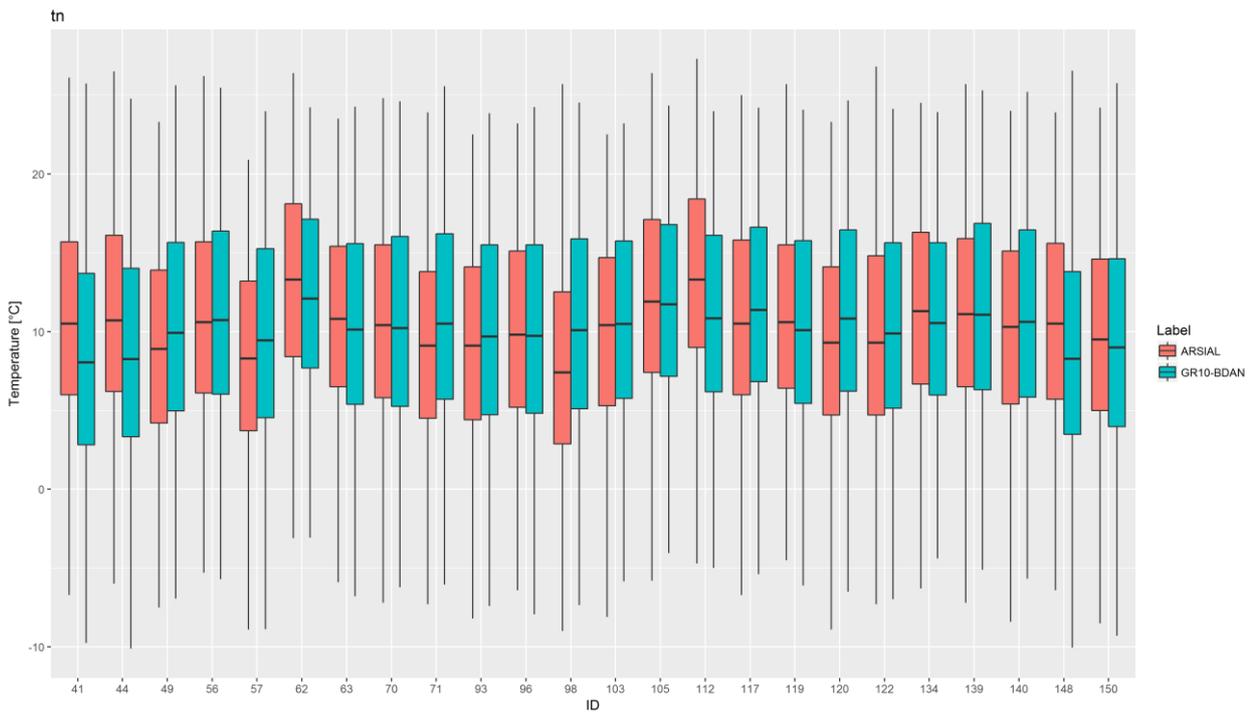


Fig. 8. Temperature minime giornaliere. Confronto tra i boxplot dei dati registrati nelle stazioni ARSIAL (in rosso) e quelli estratti dal GR10-BDAN (in blu).

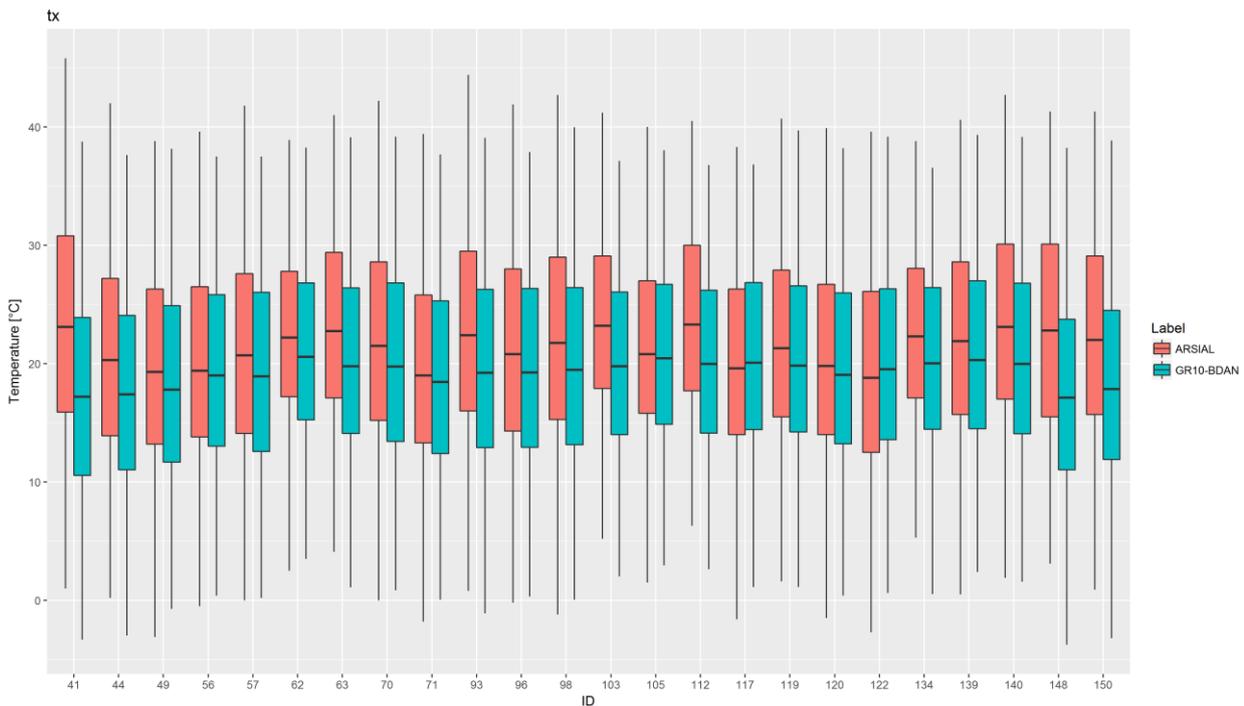


Fig. 9. Temperature massime giornaliere. Confronto tra i boxplot dei dati registrati nelle stazioni ARSIAL (in rosso) e quelli estratti dal GR10-BDAN (in blu).

Le temperature minime e massime giornaliere misurate dalle stazioni ARSIAL presentano generalmente valori di deviazione standard più elevati rispetto a quelle del GR10-BDAN, ciò è ragionevole dato che si tratta di un confronto tra dati misurati e dati che sono risultati di un modello di interpolazione. L'andamento delle

temperature minime risulta abbastanza concorde con scarti degli massimi di 2.5 °C tra i valori medi registrati dalle stazioni ARSIAL e quelle del GR10-BDAN. Per quanto riguarda le temperature massime giornaliere, invece, i dati delle stazioni ARSIAL sono mediamente più elevati di quelli del GR10-BDAN per 22 delle 24 stazioni. In particolare, le stazioni di Alatri, S. Elia F. e Genazzano (rispettivamente ID 41, 148 e 150), presentano differenze tra i 5 e 6 °C rispetto ai valori medi. Si riporta, come esempio, il grafico relativo all'andamento delle temperature massime registrate nella stazione di Alatri (ID 41) e estratte dal GR10-BDAN per le stesse coordinate della stazione.

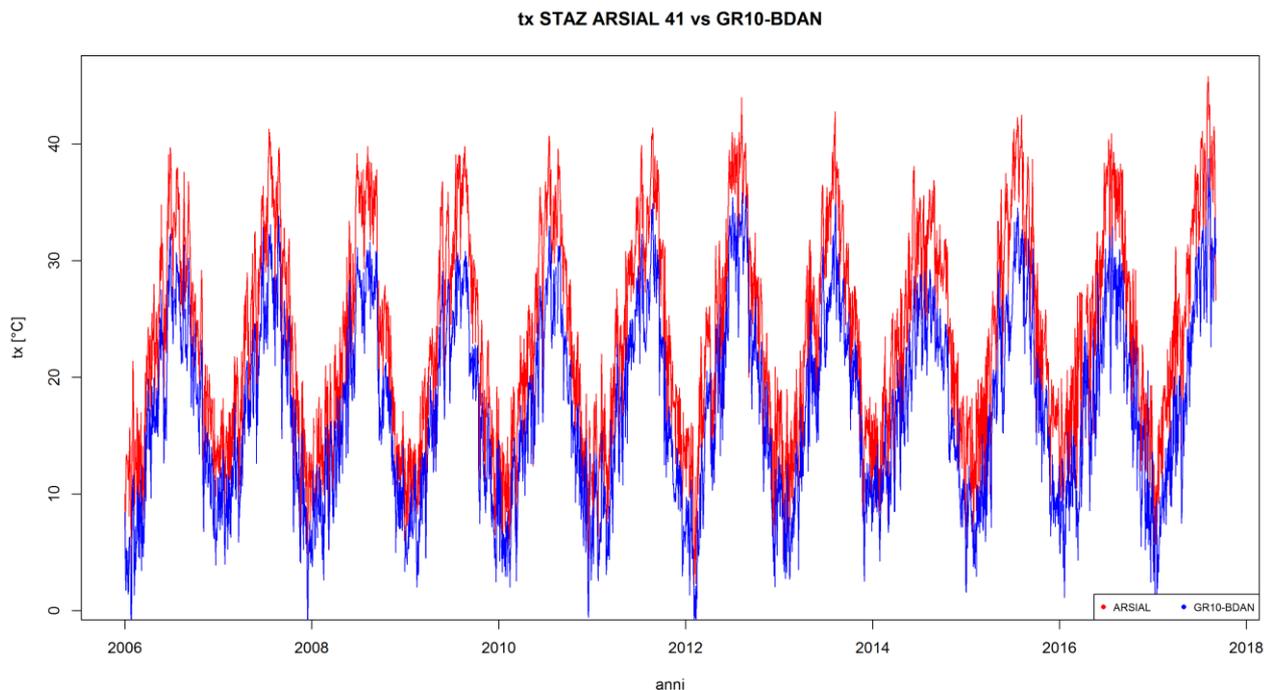


Fig. 10 Temperatura massima della stazione di Alatri (ID 41). In rosso le misurazioni ARSIAL, in blu i dati del GR10-BDAN.

5.2 Confronti fenologici

5.2.1 Simulazioni modelli Vite con dati GR10-BDAN

Al fine di verificare l'accuratezza dei modelli fenologici IPHEN, sono stati elaborati gli stessi modelli per il Cabernet Sauvignon e lo Chardonnay utilizzando come dati termometrici di input le serie estratte dal grid GR10-BDAN per le stesse coordinate delle stazioni ARSIAL dal 2006 al 2017. Le fig. 11 e 12 rappresentano in sequenza le date di inizio fioritura (fase BBCH 61) così ottenute per tutti gli anni, per entrambe le cultivar. Dai grafici si osserva che, rispettando l'andamento più precoce dello Chardonnay rispetto al Cabernet Sauvignon, le date di inizio fioritura sono generalmente concentrate tra il 120° e il 170° giorno dell'anno (DOY- giorno dell'anno), quindi tra maggio e giugno come prevede la tempistica del ciclo riproduttivo della vite. Anche le date della stazione di Sonnino (ID 112), particolarmente anticipate nella simulazione con i dati misurati dall'ARSIAL, risultano ora allineate.

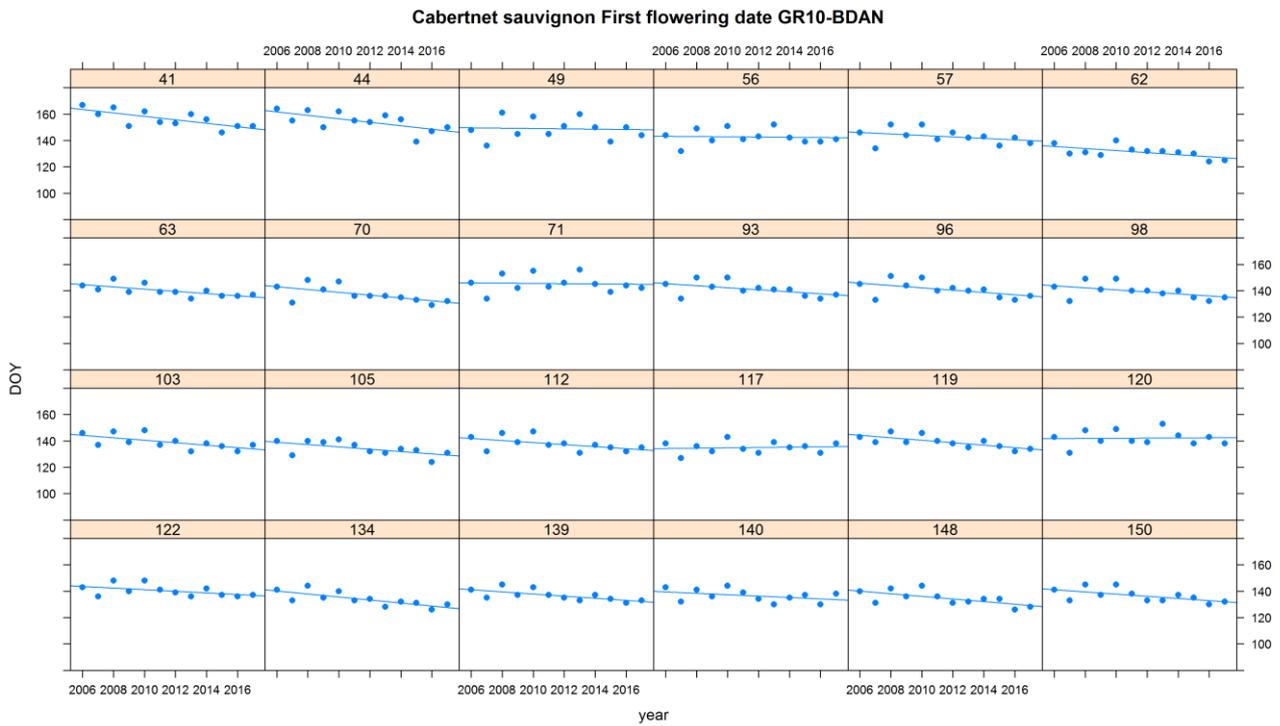


Fig. 11. Date di inizio fioritura (BBCH 61) del Cabernet Sauvignon simulate dal modello IPHEN, con le temperature del GR10-BDAN.

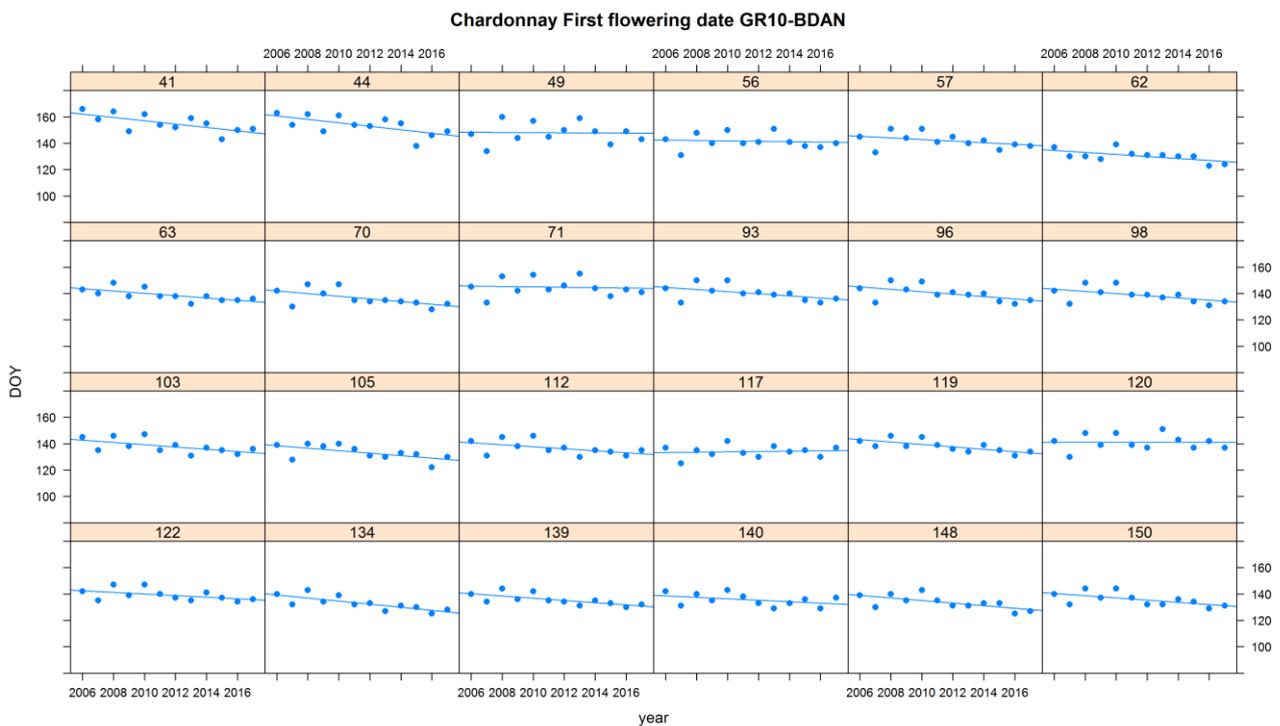


Fig. 12. Date di inizio fioritura (BBCH 61) dello Chardonnay simulate dal modello IPHEN, con le temperature del GR10-BDAN.

5.2.2 Simulazioni dei modelli di Vite con dati dell'area di Velletri (fonti dati: ARSIAL, GR10-BDAN, ex IDROGRAFICO, ENAV) vs rilievi fenologici in campo

Come ulteriore verifica si è scelto di validare i modelli con i dati della stazione ARSIAL di Velletri (ID 119), nei pressi della quale, dal 2006 vengono effettuati rilievi fenologici di Cabernet Sauvignon e Chardonnay. Inoltre, sono state elaborate delle simulazioni fenologiche che avevano come dati termici di input le temperature estratte dal grid GR10-BDAN per le medesime coordinate della stazione di Velletri e quelle misurate in stazioni limitrofe gestite dalle altre due reti di monitoraggio: il SERVIZIO IDROGRAFICO (stazione di Velletri) e l'ENAV (stazione di Ciampino solo dal 2006 al 2015). I grafici delle fig. 13 e 14 mostrano, come esempio, il confronto tra le osservazioni in campo del 2011 e le uscite dei modelli fenologici che avevano come dati termici di input le temperature minime e massime delle stazioni suddette, rispettivamente per il Cabernet Sauvignon e per lo Chardonnay. Dai grafici si osserva che lo sviluppo del Cabernet Sauvignon, cultivar tardivo, è simulato attraverso con una curva di crescita che presenta un flesso nelle fasi di chiusura del grappolo (BBCH 75-79). Al contrario, lo Chardonnay è particolarmente precoce e il modello di simulazione riproduce tale caratteristica mediante una curva di crescita della fase BBCH con una pendenza continua fino alla completa maturazione. I grafici relativi al 2007 mettono in evidenza che, le simulazioni eseguite con i dati del ARSIAL (rosso), del SERVIZIO IDROGRAFICO (grigio) e dell'ENAV (arancione) sono alquanto simili, nonostante la differente collocazione delle stazioni. Tra di esse, le simulazioni ottenute a partire dai dati della stazione ARSIAL (rosso) sono quelle con maggior anticipo, non solo nei confronti degli output risultanti dall'utilizzo di dati delle altre reti, in particolare quelli del GR10-BDAN (blu), ma anche rispetto ai dati fenologici misurati in campo (verde). In particolare, per il Cabernet l'anticipo è più evidente nelle fasi iniziali e poi si riduce durante maturazione, mentre per lo Chardonnay riguarda tutto il ciclo riproduttivo.

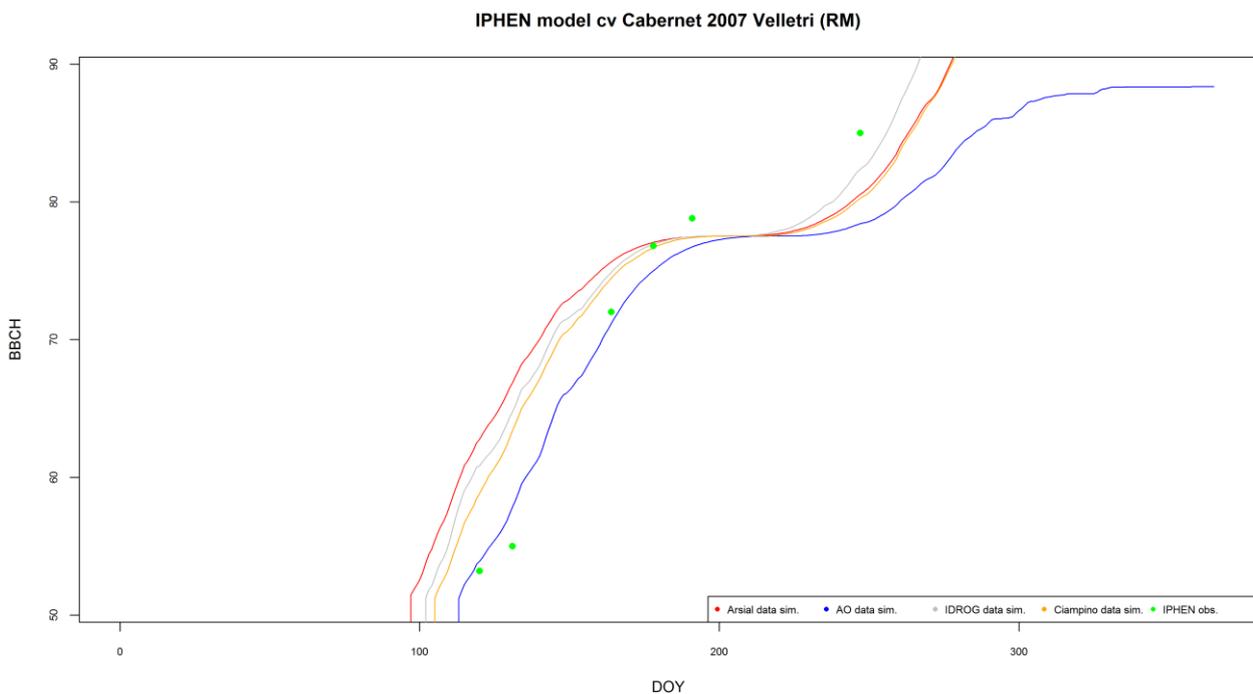


Fig. 13 Confronto tra le simulazioni della fenologia del Cabernet Sauvignon nel sito di Velletri e le osservazioni in campo.

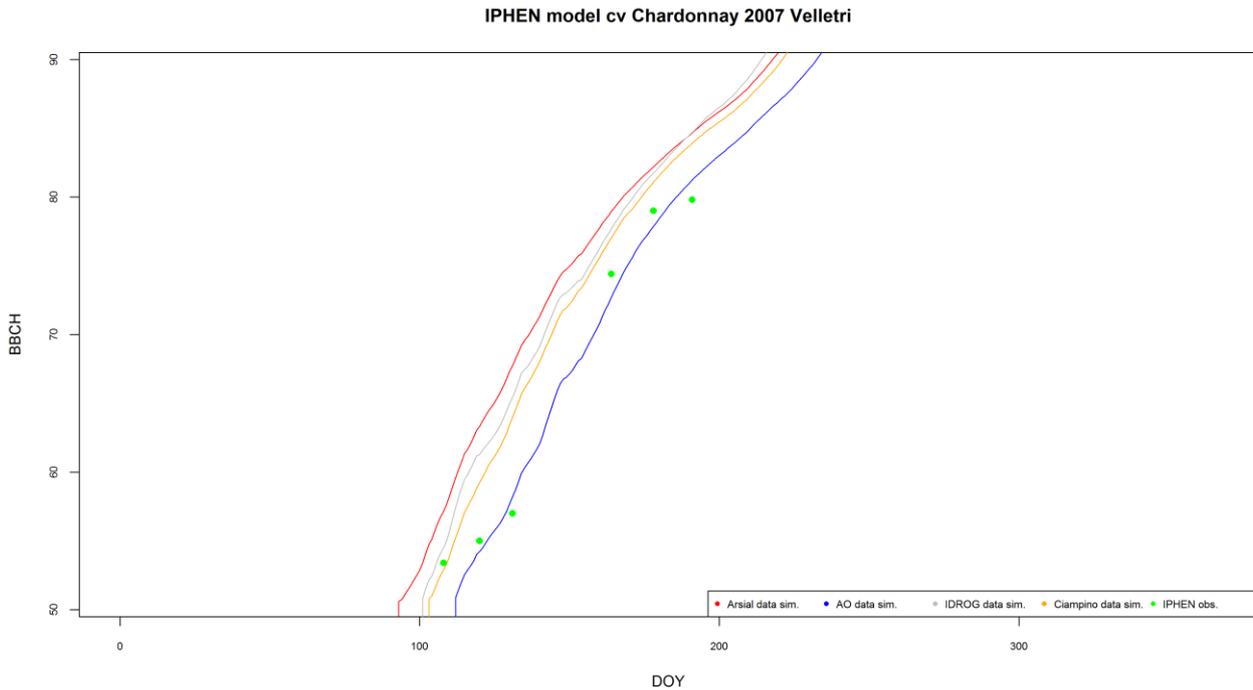


Fig. 14 Confronto tra le simulazioni della fenologia dello Chardonnay nel sito di Velletri e le osservazioni in campo.

Nell'ALLEGATO III (ggoffenoobsvssim) sono raccolti i grafici di confronto tra le date delle fasi osservate in campo e simulate con i dati termometrici delle reti, in essi sono calcolati i principali indici di stima del best fit dei modelli di simulazione adottati, calcolati mediante il package hydroGOF di R CRAN. In particolare, L'RMSE (Root Mean Square Error) che varia da 0 a ∞ , stima la differenza tra i dati previsti tramite un modello e quelli osservati, e la previsione è tanto più buona quanto i valori di RMSE sono piccoli.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{n}}$$

l'NSE (coefficiente di Nash-Sutcliffe) che varia da $-\infty$ a 1. Un'efficienza pari ad 1 ($E = 1$) corrisponde ad un accordo perfetto tra valori modellati e dati osservati. Un'efficienza pari a 0 ($E = 0$) indica che le previsioni del modello sono accurate quanto la media dei valori osservati; valori inferiori a 0 ($E < 0$) suggeriscono che la media dei dati osservati è un modello migliore di quello adottato. Essenzialmente più l'efficienza è vicina ad 1 e maggiore è l'accuratezza del modello.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - \bar{X}_{obs})^2}$$

per entrambi gli indici X_{obs} è il valore osservato e X_{model} è quello simulato dal modello al tempo i .

Nelle tabelle 7 e 8 sono stati inseriti, per tutti gli anni di cui sono disponibili i rilevamenti a Velletri (dal 2006 al 2017, escluso il 2010), i valori di RMSE e di NSE medi calcolati tra date di rilievo in campo di una data fase fenologica, espresse in giorni dell'anno e quelle simulate, per la medesima fase, rispettivamente utilizzando come input i dati meteo dell'ARSIAL, del GR10-BDAN, dell'IDROGRAFICO e dell'ENAV. Dal confronto si deduce

che le simulazioni effettuate con i dati ARSIAL forniscono degli RMSE nettamente più elevati di quelle che impiegano dati di input provenienti dalle altre reti, soprattutto per quanto riguarda lo Chardonnay, come suggerito dai grafici. Inoltre, risulta evidente che il modello di simulazione dello Chardonnay fornisce prestazioni migliori rispetto a quello del Cabernet Sauvignon, mostrando valori di RMSE inferiori, in media 8 giorni, tra le date in cui sono state osservate determinate fenofasi in campo e quelle ottenute dalle simulazioni effettuate con i dati del GR10-BDAN. Questo risultato è confermato dalla stima dell'efficienza calcolata tramite l'indice NSE in cui si osserva un valore medio di 0.94 (il massimo è 1) per il modello di sviluppo riproduttivo dello Chardonnay e di -0.09 per quello del Cabernet Sauvignon.

anno	ARSIAL		GR10-BDAN		IDROGRAFICO		ENAV	
	RMSE	NSE	RMSE	NSE	RMSE	NSE	RMSE	NSE
2006	27	0.14	33	-0.28	31	-0.13	30	-0.04
2007	26	0.61	33	0.37	21	0.74	24	0.66
2008	41	-0.91	43	-1.1	35	-0.39	40	-0.82
2009	32	-0.82	31	-0.68	27	-0.27	31	-0.66
2011	30	0.02	30	-0.01	28	0.14	29	0.05
2012	31	-0.23	34	-0.54	28	0	31	-0.24
2013	33	0.42	34	0.38	26	0.63	26	0.63
2014	43	-0.08	41	0.02	33	0.36	36	0.26
2015	40	0.09	43	-0.02	31	0.47	11	0.49
2016	39	-0.09	37	0.04	28	0.44		
2017	45	-1.58	10	0.78	34	0.03		
<i>mean</i>	35	-0.22	34	-0.09	29	0.18	29	0.04

Tab. 7 Valori di RMSE e NSE medi annuali tra le date di rilevamento in campo di una determinata fase del Cabernet Sauvignon e quelle simulate con i dati ciascuna rete.

anno	ARSIAL		GR10-BDAN		IDROGRAFICO		ENAV	
	RMSE	NSE	RMSE	NSE	RMSE	NSE	RMSE	NSE
2006	7	0.95	10	0.88	12	0.84	7	0.95
2007	15	0.88	6	0.98	13	0.91	10	0.95
2008	10	0.88	5	0.97	2	1	6	0.96
2009	18	0.42	8	0.89	11	0.8	15	0.6
2011	12	0.81	7	0.93	9	0.9	9	0.9
2012	10	0.9	8	0.94	7	0.96	9	0.92
2013	15	0.88	9	0.95	11	0.93	12	0.93
2014	11	0.89	7	0.96	16	0.79	10	0.91
2015	8	0.95	9	0.94	12	0.89	7	0.82
2016	10	0.95	8	0.96	16	0.86		
2017	8	0.96	7	0.97	17	0.83		
<i>mean</i>	11	0.86	8	0.94	11	0.88	9	0.88

Tab. 8 Valori di RMSE e NSE medi annuali tra le date di rilevamento in campo di una determinata fase dello Chardonnay e quelle simulate con i dati ciascuna rete.

6. CONCLUSIONI

L'indagine è stata svolta con l'intento di fornire supporto all'ARSIAL per la divulgazione di servizi agrometeorologici utili per gli agricoltori della Regione Lazio. A questo proposito, prima di giungere alla realizzazione di mappe fenologiche delle principali colture, dei loro insetti parassiti e delle fitopatologie, che derivano dall'elaborazione di modelli fenologici quanto più accurati possibile, è essenziale disporre di variabili di input ai modelli validati e fisicamente coerenti. Il lavoro è iniziato quindi, con il controllo dei dati termometrici registrati dalle stazioni ARSIAL come consigliato dalle Linee Guida ISPRA 156/2017, al quale ha fatto seguito la ricostruzione dei dati giornalieri mancanti, eseguita mediante la procedura che minimizzava gli errori, spiegata in dettaglio nel report. I dati termometrici ricostruiti sono stati utilizzati, successivamente, come input per i modelli fenologici sviluppati nell'ambito del progetto IPHEN per la vite, cultivar Cabernet

Sauvignon e Chardonnay. Nonostante i dati termometrici giornalieri avessero superato i controlli logici e sintattici di base ritenuti standard (criteri A, schede 38T,39T,40T), i modelli fenologici della vite, utilizzandoli come input, hanno prodotto, come output, andamenti fenologici particolarmente in anticipo rispetto alla normale dinamica del ciclo riproduttivo della pianta. Questa evidenza ha richiesto indagini ulteriori sulla qualità delle serie termometriche registrate dalle stazioni ARSIAL e sull'accuratezza dei modelli fenologici impiegati. A questo proposito si è ritenuto opportuno acquisire i dati termometrici interpolati nel grid GR10-BDAN e quelle acquisite da altre reti insistenti nella Regione Lazio (servizio Idrografico e ENAV), simulare con questi dati la fenologia della vite e confrontare gli output con quelli delle stazioni ARSIAL e con i dati fenologici rilevati in campo. Il confronto tra le serie termometriche registrate dalle stazioni ARSIAL e i dati interpolati nel grid GR10-BDAN hanno evidenziato per le prime valori mediamente superiori, in particolare delle temperature massime giornaliere. Le simulazioni fenologiche effettuate con le serie termometriche dell'ARSIAL e di altre reti laziali hanno sottolineato quanto i valori anomali di temperatura misurata dalle centraline dell'ARSIAL possano influire sulle elaborazioni successive e portare a considerazioni, ad esempio sull'andamento fenologico di una stagione, che si discostano sia dalle previsioni ottenute con altri input, sia soprattutto dalle osservazioni raccolte in campo. Per quanto riguarda la validità dei modelli IPHEN, impiegati per la simulazione del ciclo riproduttivo del Cabernet Sauvignon e dello Chardonnay, si può affermare che: mentre il primo modello risulta di minore accuratezza e utilità nell'area laziale, suggerendo quindi la necessità di una apposita calibrazione, il secondo fornisce ottime prestazioni prevedendo l'insorgenza delle fasi fenologiche con uno scarto medio di 8 giorni.

In conclusione, si ritiene opportuno innanzitutto procedere al controllo della qualità dei dati termometrici misurati dalle stazioni ARSIAL anche secondo i criteri opzionali delle Linee Guida ISPRA 156/2017, procedendo nel caso alla verifica della funzionalità degli strumenti di misura.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Barbero S. et al. (2017): Linee guida per il controllo di validità dei dati idro-meteorologici. ISPRA – Manuali e Linee Guida 156/2017. Roma, 2017.
- Cesaraccio, C., D. Spano, P. Duce and R.L. Snyder. 2001. An improved model for degree-days values from temperature data. *Int. J. Biometeorol.* 45, 161-169.
- Fregoni M., 2013. *Viticultura di qualità. Trattato dell'eccellenza da terroir*. Tecniche Nuove ed., pp. 939.
- Gilbert N.A., Gutierrez A.P., Frazer B.D., Jones R.E., 1976. *Ecological relationships*. Freeman, San Francisco.
- Mariani L., Alilla R., Cola G., Dal Monte G., Epifani C., Puppi G., Failla O. 2013. IPHEN - a real-time network for phenological monitoring and modelling in Italy. *International Journal of Biometeorology* 57: 3 881-893
- Meier U (ed) (2001) *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants*. BBCH. Monograph, 2nd edn. Federal Biological Research Centre of Agriculture, Germany
- Moritz S. 2017. *ImputeTS: Time Series Missing Value Imputation*. R package version 2.5, <https://CRAN.R-project.org/package=imputeTS>
- Parton W.J., Logan J.A., 1981. A model for diurnal variation in soil and air temperature. *Agr. Met.*, 23, 205-216.
- Wang E, Engel T (1998) Simulation of phenological development of wheat crops. *Agric Syst* 58(1):1-24.
- Weikai Y, Hunt LA (1999) An equation for modelling the temperature response of plants using only the cardinal temperatures. *Ann Bot* 84:607-614.
- Zambrano-Bigiarini Mauricio, 2017. *hydroGOF: Goodness-of-fit functions for comparison of simulated and observed hydrological time series*. R package version 0.3-10, <http://hzambran.github.io/hydroGOF/> doi:10.5281/zenodo.840087

ALLEGATI

- ✓ ALLEGATO I tabella del numero di dati mancanti (NA) della temperatura minima oraria
- ✓ ALLEGATO II tabella del numero di dati mancanti (NA) della temperatura massima oraria
- ✓ ALLEGATO III tutti i grafici in formato immagine (png) organizzati in cartelle
- ✓ ALLEGATO IV tabella del numero di dati mancanti (NA) della temperatura minima giornaliera
- ✓ ALLEGATO V tabella del numero di dati mancanti (NA) della temperatura massima giornaliera
- ✓ ALLEGATO VI tabella del numero di dati mancanti (NA) consecutivi della temperatura minima giornaliera
- ✓ ALLEGATO VII tabella del numero di dati mancanti (NA) consecutivi della temperatura massima giornaliera
- ✓ ALLEGATO VIII tabelle a e b riepilogative delle statistiche descrittive del giorno medio di riferimento

Temperatura minima oraria: numero di missing data (NA) per stazione e per anno

	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	56	57	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	
2000		955	235			184		692		234		157		4157	1042	267			371						156		2762					
2001		4382	2759			1655		379		277		2598		2374	2732	324			2241				726		415		4701					
2002		8373	2859			8395	1619	4951	3599		1068	4907	1975		923	1195	30	4967		1613				1285		1292	7641	2501	7819			
2003		4060	40		622	2608	2227	2590		2823	284	1159	2053	2097	1331	1623	237	2226	2919	1284	2986	2929	4094	2084	881	658	3919	8029	3850	453	2915	2917
2004		65	0		0	227	2	23	0	694	2	1310	2	8	228	24	2	1	584	2	2	9	138	71	1929	697	1	3	0	2	1	
2005	6393	12	17		1	309	3	421	8	26	1	166	78	6	667	67	1	2	3	2	2	6	1644	320	349	0	0	67	1	3	3	
2006	120	36	46	4957	1	31	4	13	10	32	2	203	5	144	451	31	4	87	72	1	5	2	0	552	1065	46	1	144	2	3	11	
2007	97	121	30	1	6	124	1	5	3	37	2	267	12	27	28	256	2	25	37	1	3	26	57	178	1272	13	6	51	7	1	2	
2008	0	34	67	26	0	47	124	141	0	24	2	162	11	36	318	23	3	1	256	5088	5088	0	62	182	2	40	1	27	58	0	2	
2009	0	350	90	35	3	160	1	157	0	55	1	163	6	47	244	157	2	0	10	1	50	1	104	66	399	54	2	268	2	98	1	
2010	164	723	101	3943	3907	12	5	143	3424	26	6	144	4020	135	217	41	4	3	29	5	3	84	70	209	7203	2	3907	35	3780	37	24	
2011	99	65	10			142	11	58		130	86	84		104	161	175	49	6	81	15	3	30	97	0	17		257		40	52		
2012	549	3	13			5	28	26		8	7	24		24	301	193	51	16	30	1	398	15	17	36	14		89		10	3		
2013	8	216	58			50	10	233		49	4	13		135	5	5	4	4	48	4	5	50	9	70	3		5		10	82		
2014	8	4	44			103	9	12		57	27	9		230	58	268	6	14	4	4	18	6	19	349	476		6		6	123		
2015	7	1	47			1	89	1		669	150	87		2	1	1	105	4	2	3	12	178	0	4	190		3		5	22		
2016	3	1	123			1	4	1		34	10	1		3	1	0	6	8	5	7	6	7	10	154	3		1		9	6		
2017	144	52	2			4	63	2		36	4	17		7	5	1	3	2	1	2	3	3	1	2	2		2		4	3		

	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
2000									1819	540	3138	212					1207		335							2172	165			2397	
2001				8759		8756			3102	2183	4619	1908					3151	2664	2000						8759	3388	2203			4173	
2002				107	5536	4635				1032		2942	4751	5068			4379	1639	397	828	4752				1367	4752		1143		7954	
2003			2950	657	17	1014	2113	7134		128	6522	409	2891	6	2901	6427	76	87	231	152	6	5523	2898	2915	392		4498	2739	2914	2940	8603
2004		8575	999	0	0	20	15	0	393	730	2421	1120	2	373	0	1	0	501	101	11	2	2	75	2	123	2	983	33	2	2	1017
2005	3645	0	2921	2	10	2	26	0	442	2171	1357	297	0	2	21	0	2	72	2	203	2	1	0	0	7	0	445	13	0	0	385
2006	0	3	444	0	404	0	1	26	364	438	250	27	11	23	9	0	0	12	30	38	36	92	337	2	480	1	188	207	1	3	7
2007	1	2	94	52	2	5	246	2	33	28	36	37	24	6	137	3	0	73	1	27	0	14	82	0	2	3	184	26	1	1	53
2008	0	5085	2	6	55	3	38	1	374	218	154	34	0	170	1	1	1	59	1	162	1	1	65	3	16	0	287	25	1	10	37
2009	13	14	4	1	0	5	14	4	322	23	82	72	1	422	1	5	1	586	8	237	1	14	16	0	391	56	100	89	1	46	71
2010	3475	13	3957	3950	7681	3784	3935	3804	59	494	86	50	49	8097	3959	3695	3788	278	3530	224	3	3762	4628	7	3983	15	52	101	3	57	40
2011		18							252	123	324	754	3				161		190	3				6		7	1079	159	30	17	603
2012		35							9	7	249	27	6970				19		8	3				4		2	17	11	10	3	42
2013		5							93	15	484	0	4698				12		6	5				4		3	154	383	6	6	1
2014		46							71	50	269	4	7				3		5	4				6		3	52	4	3	4	147
2015		5							432	1	20	1	13				1		31	211				4		11	1	1	4	3	35
2016		4							168	136	288	1	6				406		8	87				10		158	131	2	8	9	0
2017		3							2	2	19	4	3				1		1	2				2		4	1	4	2	2	1

Temperatura minima oraria: numero di missing data (NA) per stazione e per anno

RETERURALE
NAZIONALE
20142020

	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	133	134	135	136
2000						144	659			457					5017																
2001						249	4270			2248					2299																
2002					7989	1743	7284	4751		2062		6150			180																
2003		6259			87	2959	6258	3	2914	3891	3279	3621	3012	2760	240	2541	2781														
2004		0			1	372	2100	2	704	269	2	732	2	107	33	2	1	8580													
2005		0		5663	68	5	585	0	339	283	2	49	13	17	144	9	20	0													
2006	673	11	3215	20	4	14	14	3	3	24	4	6	4	1	3568	487	2	2								4908					
2007	0	12	6183	122	95	25	33	2	52	42	3	71	3	6	85	1	3	3													2
2008	64	0	0	4	1	160	30	2	59	87	0	13	2	10	79	3	1	9	3406	3406											35
2009	309	0	0	30	9	271	60	7	308	49	10	3	0	617	236	96	2	0	9	3	1798	8007									1
2010	5	29	12	3	3931	4	74	72	174	44	6	3831	158	3936	33	232	6	168	3758	3930	319	34	3195	2651	4519	34	4885	4843	4830	4840	4992
2011	3	7	105	10		38	498	363	105	3	4		15		7	5	30	4			137	22	102	61	44	4	107	40	18	129	102
2012	47	27	45	14		10	21	3	3	25	15		2		7	5	3	14			28	1	293	83	5	3	10	2	12	1182	83
2013	5	12	12	11		946	173	16	9	125	3		26		249	4	5	3			106	38	51	385	26	12	7	12	8	0	64
2014	5	6	8	22		662	182	7	11	4	63		8		150	5	4	4			136	120	9	9	307	10	10	168	15	5	12
2015	23	4	120	26		16	60	4	34	1	10		6		0	8	9	13			10	10	5	1	1	4	10	176	0	35	0
2016	47	9	7	11		0	54	10	0	1	6		11		104	5	4	4			7	17	7	222	2	12	1	56	42	2	157
2017	7	23	6	1		2	1	2	1	1	2		4		2	3	4	1			3	5	3	0	0	77	4	78	1	1	2

	137	138	139	140	141	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	159	1237	1238	1239	1240	1241	1242					
2000																															
2001																															
2002																															
2003																															
2004																															
2005																															
2006																															
2007																															
2008																															
2009																															
2010	4945	4986	4981	4980	5033	5091	4884	4952	4914	4956	4838	5091	4910	5393	5343	5366	5281	4980	7331												
2011	18	38	297	42	9	28	48	42	32	28	35	64	71	200	23	14	9	64	40			3095	3096								
2012	39	8494	108	7	12	6	7	5	13	6	661	6	14	6	18	16	103	9	5	7320		1	0								
2013	13	5	0	4	50	159	6	7	9	9	1	7	5	4	4	4	4	38	9	23		3	33								
2014	8	130	35	5	98	11	8	9	11	129	108	9	10	4	4	13	4	7	43	5		164	2								
2015	4	133	0	73	301	3	4	1	41	200	142	3	28	3	9	12	45	10	1	6215	2593	78	35	5198	7298						
2016	16	202	0	0	74	0	0	2	0	16	0	315	0	16	5	8	7	10	0		3	0	18	1	5	6578					
2017	4	567	2	94	148	1	128	2	1	16	1	3	2	4	2	3	2	3	1		7	1	19	7	2	3					



Temperatura massima oraria: numero di missing data (NA) per stazione e per anno

**RETERURALE
NAZIONALE
20142020**

	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	56	57	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	
2000		955	235			192		692		234		157		4157	1042	267			371							156		2763				
2001		4388	2760			1655		379		277		2820		2374	2732	324			2255					726		415		4701				
2002		8373	2859			8395	1621	4943	3599		1061	4896	2137		923	1187	31	4967		1635				1285		1292	7641	2501	7819			
2003		4134	40			614	2607	2227	2590	2823	288	1159	2379	2097	1331	1623	241	2226	2919	1340	2986	2929	4094	2084	881	658	3919	8029	3856	453	2915	2917
2004		87	1			0	228	10	23	0	699	2	1539	13	8	229	25	2	1	619	2	2	0	138	72	255	697	1	2	2	1	
2005	6400	19	17			1	309	3	421	6	28	1	441	78	6	667	67	2	2	20	2	2	5	1643	320	349	0	0	70	1	3	3
2006	120	58	46	4968		5	31	4	15	0	25	2	474	17	142	449	39	4	95	141	1	5	2	0	552	1067	46	6	151	12	3	3
2007	99	134	37	22	11	127	1	8	3	39	2	491	19	29	36	243	2	25	79	1	3	26	60	180	1275	13	8	59	11	1	2	
2008	0	44	70	41	0	47	107	141	1	34	2	336	9	36	318	23	3	1	284	5089	5088	8	62	182	4	40	1	31	58	0	2	
2009	0	369	99	40	3	160	1	157	0	72	1	278	9	47	264	157	2	0	39	1	50	1	105	66	399	54	2	271	2	98	1	
2010	164	722	101	3943	3907	12	5	151	3424	18	6	144	4020	135	217	41	4	3	29	5	3	67	70	209	7203	2	3907	54	3780	38	24	
2011	101	65	10			142	11	58		130	86	85		104	161	175	49	6	81	15	3	30	97	0	17		302		40	52		
2012	550	3	13			5	28	26		18	7	24		24	301	194	51	16	30	1	360	15	17	36		14		89		10	3	
2013	8	216	58			50	10	233		49	4	12		136	5	5	4	4	48	4	5	146	9	70		3		5		18	84	
2014	8	4	44			102	9	4		65	31	9		230	58	268	6	14	4	4	23	6	19	349		475		6		126		
2015	15	1	47			1	84	1		669	193	87		2	1	1	105	4	2	3	12	193	0	12		190		3		5	25	
2016	3	1	165			1	4	1		34	11	1		3	1	0	60	8	5	7	6	7	10	154		3		68		9	6	
2017	144	52	2			4	63	2		36	4	17		7	5	1	3	2	1	2	3	3	1	2		2		2		4	3	

	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
2000									1819	540	3161	233					1209		344							2178	168			2397	
2001				8759		8756			3102	2183	4621	1915						3151	2664	2006					8759		3388	2203			4173
2002				157	5536	4635				1040			2967	4751	5068			4379	1639	397	833	4754			1368	4754		1143		7954	
2003			2950	683	17	1018	2113	7134		131	6524	424	2891	6	2902	6429	75	93	231	155	6	5523	2898	2915	392		4498	2739	2914	2940	8603
2004		8575	999	0	0	20	24	0	393	738	2428	1142	2	373	5	9	0	502	101	21	4	2	75	2	123	10	967	34	2	2	1018
2005	3645	0	2921	2	10	2	26	0	443	2172	1361	298	0	2	21	0	2	72	0	203	2	1	0	0	7	0	414	13	0	0	392
2006	5	3	447	0	404	0	3	26	364	438	286	38	11	27	3	0	1	12	17	48	27	92	344	2	480	1	175	210	1	3	12
2007	1	5	94	54	3	8	245	5	37	25	47	47	16	12	136	5	6	80	1	33	1	14	83	0	10	5	180	31	1	1	53
2008	0	5085	2	6	55	3	27	1	374	218	164	42	0	170	1	1	1	59	1	163	1	1	65	3	15	0	282	25	1	10	37
2009	13	13	2	1	0	5	14	4	322	23	93	72	1	432	9	5	1	586	8	237	1	14	24	0	389	60	91	89	1	67	71
2010	3474	13	3947	3950	7681	3784	3935	3804	59	494	80	50	7	8097	3959	3695	3788	278	3530	224	3	3762	4628	7	3983	7	52	101	3	73	40
2011		18							252	123	326	756	3					161		190	3			6		8	1080	159	30	23	603
2012		35							9	7	241	27	6970					19		8	19			4		2	17	11	2	3	42
2013		5							93	15	484	0	4698					12		6	5			4		3	154	382	6	6	10
2014		46							71	50	269	4	7					3		5	4			6		3	53	4	3	4	147
2015		3							436	1	39	1	13					1		31	199			4		9	1	1	4	3	35
2016		4							168	136	293	1	8					406		8	114			10		161	133	2	8	9	1
2017		3							11	8	19	4	4					1		1	2			2		2	1	4	2	2	1

Temperatura massima oraria: numero di missing data (NA) per stazione e per anno

	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	133	134	135	136
2000						148	659			458					5017																
2001						249	4270			2248					2299																
2002					7989	1743	7284	4754		2062		6152			180																
2003		6259			87	2959	6258	3	2921	3891	3279	3609	3012	2760	240	2541	2781														
2004		0			3	372	2100	6	710	269	2	780	2	81	33	2	1	8580													
2005		0		5663	68	5	585	0	340	275	2	49	13	17	144	7	20	0													
2006	672	3	3215	24	6	14	14	4	14	22	4	6	4	3	3573	487	2	2													4914
2007	0	8	6183	122	97	31	41	2	60	39	3	63	3	8	94	1	3	3													1
2008	67	0	0	4	1	160	30	2	63	87	0	13	2	1	79	3	1	0	3415	3415											36
2009	310	0	0	30	1	253	60	0	308	49	20	3	0	616	236	96	2	0	10	3	1798	8007									1
2010	5	29	12	3	3931	2	74	56	175	44	6	3831	169	3936	33	160	6	6	3758	3913	269	34	3195	2651	4519	34	4885	4843	4830	4840	4992
2011	3	7	105	10		38	498	364	105	3	4		15		7	5	30	4			144	22	102	60	44	4	112	40	18	130	102
2012	16	27	45	13		10	21	3	3	23	15		2		7	5	3	14			28	1	293	83	5	3	10	13	12	1219	83
2013	5	12	12	11		946	173	17	9	125	3		45		326	4	5	3			106	38	51	385	26	12	7	12	8	0	64
2014	6	6	8	22		585	182	7	11	4	69		8		150	5	4	4			136	121	17	9	310	10	10	169	15	5	12
2015	8	4	120	26		8	60	4	34	1	10		6		0	8	11	5			10	11	5	1	1	4	2	176	0	36	0
2016	47	9	7	11		0	54	10	0	36	6		7		104	5	4	4			7	17	7	222	2	12	1	56	53	2	157
2017	5	23	6	1		2	1	2	1	1	2		4		2	3	4	1			3	5	3	0	0	77	4	78	1	1	2

	137	138	139	140	141	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	159	1237	1238	1239	1240	1241	1242				
2000																														
2001																														
2002																														
2003																														
2004																														
2005																														
2006																														
2007																														
2008																														
2009																														
2010	4945	4986	4981	4980	5032	5099	4884	4952	4914	4956	4838	5090	4910	5432	5343	5366	5290	4982	7331											
2011	18	38	300	42	9	28	48	52	32	28	35	64	71	198	23	14	9	64	40				3095	3096						
2012	39	8494	108	7	18	6	16	11	5	6	661	6	5	6	18	17	103	9	5	7320			1	0						
2013	13	5	0	4	50	159	6	13	47	9	1	7	5	4	4	4	4	38	9	23			3	33						
2014	8	130	35	5	98	11	8	12	11	129	115	9	10	4	4	5	4	7	43	8			164	2						
2015	4	133	0	73	301	3	4	4	41	200	142	3	28	3	9	12	45	10	1	6215	2593	79	31	5198	7298					
2016	16	202	0	0	74	0	4	2	0	16	0	315	0	16	5	8	7	10	0			3	0	9	1	5	6578			
2017	4	567	2	94	148	1	191	2	1	16	9	3	2	4	2	3	2	3	1			7	1	28	2	2	2	3		

Temperatura minima giornaliera: numero di missing data (NA) per stazione e per anno



	38	40	41	44	45	46	48	49	50	52	53	54	56	57	59	60	61	62	63	64	66	68	69	70	71	73	74	77	78	81	82	83	84	
2004		3	0	9	0	1	37	0	63	1	15	1	0	0	27	0	0	1	6	3	29	0	0	0	0	357	0	1	17	32	124	66		
2005	268	1	1	22	0	18	1	0	12	1	36	5	0	0	0	0	0	1	81	18	0	3	0	0	0	153	0	1	0	20	93	62	19	
2006	5	2	2	2	0	1	2	0	22	5	23	1	0	4	4	0	1	0	0	30	2	7	0	0	0	0	18	0	16	20	12	2		
2007	7	11	1	7	0	0	3	0	29	1	1	13	0	1	3	0	0	2	3	8	1	4	1	0	0	0	0	0	1	1	2	3		
2008	0	2	4	2	8	9	1	0	14	2	15	1	0	0	14	212	212	0	3	10	2	1	4	0	0	0	212	4	0	17	10	7	2	
2009	0	18	5	10	0	12	4	0	16	3	14	9	0	0	1	0	2	0	6	4	3	13	0	5	0	2	1	0	0	16	1	4	5	
2010	9	13	5	1	0	8	3	0	8	12	17	3	0	0	2	0	0	3	4	14	0	2	158	2	2	145	1	323	158	3	33	8	3	
2011	7	4	1	6	0	3	8	5	3	4	10	10	2	0	6	1	0	1	6	0	2	11		2	2				11	5	15	36		
2012	24	0	2	0	0	2	1	0	2	2	18	15	2	1	4	0	24	1	2	4	2	8		0	0				1	1	15	4		
2013	1	11	5	3	0	18	3	0	1	8	0	0	0	0	2	0	0	2	0	5	0	0		0	4				4	1	22	0		
2014	0	0	2	9	0	1	3	2	0	10	3	15	0	1	0	0	1	0	1	16	25	0		0	7			3	3	13	0			
2015	0	0	4	0	6	0	42	8	4	0	0	0	5	0	0	0	1	9	0	0	15	0		0	2				28	0	2	0		
2016	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0		0	0				7	6	12	0		
2017	7	4	0	0	4	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	0	2	274	0	274	274	0	0	1	0	
	85	90	92	93	96	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	109	110	111	112	113	114	117	119	120	121	122	125	126	127	128	129	130	131	
2004	0	21	1	0	0	0	51	2	0	0	58		0				17	110	0	32	12	0	0	2	0	0	357		16	81	5	0		
2005	0	3	9	0	0	0	22	1	0	0	25		0		236	0	26	0	15	13	0	1	6	1	2	0		0	15	0	0	0		
2006	1	1	2	3	0	0	9	15	0	0	0	28	1	134	2	1	1	0	0	2	0	0	150	21	0	0		1	45	15	205	0		
2007	2	3	1	0	0	0	11	1	0	0	3	0	1	258	10	1	1	0	3	2	0	0	5	0	0	0		0	53	5	0	1		
2008	0	3	11	0	0	0	14	1	0	1	2	4	0	0	0	11	2	0	3	5	0	0	4	0	1			9	0	5	3	0		
2009	0	33	14	0	0	4	6	5	0	3	4	16	0	0	3	16	4	0	16	5	1	0	10	5	0	0	84	334	19	21	1	0	0	
2010	6	15	16	0	0	1	7	8	0	4	3	0	1	0	0	0	4	6	12	5	0	10	3	15	0	9	20	3	110	52	18	2	2	
2011	0	8	10	0	0	0	46	8	1	1	39	0	0	5	1	2	24	17	7	0	0	1	0	0	1	0	6	2	5	2	0	4		
2012	291	1	1	0	0	0	2	2	1	0	3	4	2	2	1	2	2	0	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	12	4	0	0	0	
2013	196	1	1	0	0	0	8	24	0	0	0	0	1	0	1	40	8	2	0	9	0	1	13	0	0	0	9	2	3	17	2	1	0	
2014	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	9	0	0	0	1	38	8	0	0	0	4	0	7	0	0	0	9	8	0	0	21	0	0	
2015	1	0	2	10	0	0	0	0	0	0	4	2	0	6	2	2	4	0	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
2016	0	18	1	6	0	8	7	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	
2017	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	133	134	135	136	137	138	139	140	141	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	159	1237	1238	1239	1240	1241	1242				
2004	42	0	0		6		0	0	0				0	0	0	7	1		0	0	5	37												
2005	123	0	1		1		0	0	0				0	5	4	1	1		1	0	0	3												
2006	19	0	1		20		1	0	4			207	0	0	0	0	0		2	0	2	1												
2007	4	3	7		0		0	0	1			0	0	1	5	1	12		0	0	0	4												
2008	0	1	0		1		0	0	0	141	141	1	0	1	0	1	3		0	0	0	1												
2009	0	0	0		19		0	0	0	1	0	2	0	1	1	32	1		0	0	1	0												
2010	3	1	2	208	7	208	2	1	1	1	4	8	5	11	1	12	5	228	1	13	2	3	306											
2011	2	1	7	7	1	2	17	3	0	1	2	1	2	1	2	6	5	9	2	1	0	4	2			129	129							
2012	0	0	54	7	2	354	5	0	0	0	0	0	1	0	38	0	1	0	1	1	5	0	0	304		0	0							
2013	0	0	0	7	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3		0	2							
2014	12	0	0	0	0	6	3	0	8	0	0	0	1	8	5	0	0	0	0	1	0	0	5	0		14	0							
2015	9	0	2	0	0	6	0	8	14	0	0	0	5	10	8	0	3	0	0	1	2	1	0	259	109	4	3	217	304					
2016	6	3	0	9	1	9	0	0	8	0	0	0	0	0	0	28	0	1	0	1	0	1	0		0	0	2	0	0	273				
2017	5	1	0	0	0	25	0	8	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	1	0	2	1	0	0	0	0		

Temperatura massima giornaliera: numero di missing data (NA) per stazione e per anno



	38	40	41	44	45	46	48	49	50	52	53	54	56	57	59	60	61	62	63	64	66	68	69	70	71	73	74	77	78	81	82	83	84	
2004	4	0	9	1	1	37	0	95	1	15	1	0	0	29	0	0	0	6	3	29	0	0	0	0	0	357	0	1	17	33	124	68		
2005	268	1	1	22	0	18	1	0	48	1	36	5	0	0	1	0	0	1	81	18	0	3	0	0	0	153	0	1	0	20	93	62	19	
2006	5	3	2	2	0	1	1	0	52	5	23	1	0	5	9	0	1	0	0	30	2	7	1	0	0	0	18	0	16	20	14	2		
2007	7	6	2	7	0	0	3	0	52	1	1	13	0	1	5	0	0	2	3	8	1	4	1	0	0	0	0	0	1	1	3	4		
2008	0	2	4	2	6	9	1	0	32	2	15	1	0	0	16	212	212	1	3	10	2	1	4	0	0	0	212	4	0	17	10	8	2	
2009	0	19	5	10	0	12	4	0	28	3	16	9	0	0	3	0	2	0	6	4	3	13	0	5	0	2	1	0	0	16	1	4	5	
2010	9	13	5	1	0	9	2	0	8	12	17	3	0	0	2	0	0	3	4	14	0	2	158	2	2	145	1	323	158	3	33	8	3	
2011	7	4	1	6	0	3	8	5	3	4	10	10	2	0	6	1	0	1	6	0	2	11		2	2				11	5	16	36		
2012	24	0	2	0	0	2	2	0	2	2	18	16	2	1	4	0	21	1	2	4	2	8		0	0				1	1	15	4		
2013	1	11	5	3	0	18	3	0	1	8	0	0	0	0	2	0	0	10	0	5	0	0		1	4				4	1	22	0		
2014	0	0	2	9	0	0	4	2	0	10	3	15	0	1	0	0	1	0	1	16	25	0		0	7			3	3	13	0			
2015	1	0	4	0	6	0	42	8	4	0	0	0	0	5	0	0	1	11	0	0	15	0		0	2				29	0	4	0		
2016	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6	0	9		0	0				7	6	13	0		
2017	7	4	0	0	4	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	0	2	274	0	274	274	1	0	1	0	
	85	90	92	93	96	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	109	110	111	112	113	114	117	119	120	121	122	125	126	127	128	129	130	131	
2004	0	21	1	0	0	1	50	2	0	0	58		0			17	110	0	32	12	0	0	2	0	0	357		16	18	5		0		
2005	0	3	9	0	0	0	17	1	0	0	25		0		236	0	26	0	15	13	0	1	6	0	2	0		0	15	0		0		
2006	1	1	3	2	0	0	8	15	0	0	0	28	0	134	2	1	1	0	0	2	0	0	150	21	0	0		1	45	16	206	0		
2007	1	4	1	0	0	0	11	2	0	0	3	0	0	258	10	2	1	0	3	2	0	0	6	0	0	0		2	53	5	0	1		
2008	0	3	11	0	0	0	14	1	0	1	2	4	0	0	0	11	2	0	3	5	0	0	4	0	0	0		9	0	5	3	0		
2009	0	33	14	0	0	4	5	5	0	3	4	16	0	0	3	15	4	0	16	5	2	0	10	5	0	0	84	334	19	21	2	0	0	
2010	0	15	16	0	0	0	7	8	0	5	3	0	1	0	0	0	4	5	12	5	0	10	3	8	0	0	15	3	110	52	18	2	2	
2011	0	8	10	0	0	0	46	8	1	2	39	0	0	5	1	2	24	17	7	0	0	1	0	0	1	0	6	2	5	2	0	4		
2012	291	1	1	0	0	0	2	2	0	0	3	1	2	2	1	2	2	0	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	12	4	0	0	0	
2013	196	1	1	0	0	0	8	24	0	0	1	0	1	0	1	40	8	2	0	9	0	2	19	0	0	0	9	2	3	17	2	1	0	
2014	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	9	0	0	0	1	30	8	0	0	0	4	0	7	0	0	0	9	8	1	0	21	0	0	
2015	1	0	2	10	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6	2	1	4	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	0	18	1	8	0	9	7	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	5	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	
2017	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	133	134	135	136	137	138	139	140	141	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	159	1237	1238	1239	1240	1241	1242				
2004	42	0	0		6		0	0	0				0	1	0	6	2		0	1	5	39												
2005	123	0	1		1		0	0	0				0	5	4	1	1		1	0	0	3												
2006	19	0	0		20		1	0	4			208	0	1	0	0	0		0	0	1	1												
2007	4	3	7		0		0	0	1			3	1	3	5	1	12		0	0	0	3												
2008	0	1	0		1		0	0	0	142	142	1	0	0	0	0	1		0	0	0	1												
2009	0	0	1		19		0	0	0	1	0	2	0	1	0	32	1		0	0	1	0												
2010	3	1	2	208	7	208	2	1	1	2	1	8	5	11	1	12	5	231	1	13	3	3	306											
2011	2	1	7	7	1	2	18	3	0	1	2	1	2	1	2	6	5	9	2	1	0	4	2			129	129							
2012	0	0	54	7	2	354	5	0	1	0	1	0	0	0	38	0	0	0	1	1	5	0	0	304		0	0							
2013	0	0	0	7	0	0	0	0	5	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3		0	2							
2014	12	0	0	0	0	6	3	0	8	0	0	0	1	8	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0		14	0							
2015	9	0	2	0	0	6	0	8	14	0	0	0	5	10	8	0	3	0	0	1	2	1	0	259	109	4	2	217	304					
2016	6	4	0	9	1	9	0	0	8	0	0	0	0	0	0	28	0	1	0	1	0	1	0		0	0	1	0	0	273				
2017	5	1	0	0	0	25	0	8	7	0	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	274	1	0	3	1	0	0	0	0		

Temperatura minima giornaliera: numero di missing data (NA) consecutivi per stazione e per anno



	38	40	41	44	45	46	48	49	50	52	53	54	56	57	59	60	61	62	63	64	66	68	69	70	71	73	74	77	78	81	82	83	84	
2004		2	-	9	-	1	16	-	16	1	7	1	-	-	14	-	-	1	4	1	16	-	-	-	-	357	-	1	8	13	40	19		
2005	262	1	1	9	-	18	1	-	4	1	25	1	-	-	-	-	-	1	18	3	-	1	-	-	-	151	-	1	-	5	88	41	8	
2006	5	1	1	1	-	1	1	-	4	4	17	1	-	4	3	-	1	-	-	5	1	6	-	-	-	-	18	-	5	12	5	1		
2007	3	2	1	4	-	-	3	-	6	1	1	8	-	1	2	-	-	2	2	4	1	1	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1		
2008	-	1	3	1	6	4	1	-	3	1	3	1	-	-	4	212	212	-	2	4	1	1	3	-	-	-	212	2	-	13	8	3	1	
2009	-	6	3	4	-	3	3	-	8	1	6	6	-	-	1	-	2	-	3	3	3	9	-	5	-	2	1	-	10	1	3	3		
2010	5	4	5	1	-	6	2	-	7	3	5	2	-	-	1	-	-	3	2	9	-	1	158	2	1	145	1	278	158	3	20	1	3	
2011	4	3	1	6	-	3	4	2	3	3	5	6	2	-	3	1	-	1	4	-	1	11	-	-	-	-	-	-	11	5	11	18		
2012	23	-	1	-	-	1	1	-	1	1	8	7	2	1	1	-	4	1	2	4	1	7	-	-	-	-	-	-	1	1	6	1		
2013	1	10	3	2	-	5	3	-	1	3	-	-	-	-	2	-	-	1	-	2	-	-	-	-	4	-	-	4	1	7	-			
2014	-	-	2	3	-	1	3	2	-	10	3	10	-	1	-	-	1	-	1	15	17	-	-	-	3	2	-	3	3	4	-			
2015	-	-	2	-	3	-	12	4	4	-	-	-	4	-	-	-	1	8	-	-	5	-	-	-	2	-	-	7	-	2	-			
2016	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6	11	-		
2017	7	1	-	-	3	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	274	-	2	274	-	274	274	-	-	1	-
	85	90	92	93	96	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	109	110	111	112	113	114	117	119	120	121	122	125	126	127	128	129	130	131	
2004	-	17	1	-	-	-	10	1	-	-	26	-	-	-	-	8	39	-	17	4	-	-	1	-	-	357	-	16	81	3	-			
2005	-	3	8	-	-	-	11	1	-	-	8	-	-	-	236	-	13	-	13	10	-	1	6	1	2	-	-	15	-	-	-			
2006	1	1	2	2	-	-	2	6	-	-	28	1	134	1	1	1	-	-	1	-	-	-	147	18	-	-	-	1	45	15	205	-		
2007	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	1	-	1	258	4	1	1	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	53	4	-	1		
2008	-	2	4	-	-	-	5	1	-	1	1	3	-	-	-	3	1	-	2	3	-	-	1	-	1	-	-	5	-	2	2	-		
2009	-	13	7	-	-	4	4	3	-	2	3	7	-	-	2	4	3	-	7	2	1	-	9	4	-	-	70	334	13	9	1	-		
2010	3	10	5	-	-	1	2	3	-	2	2	-	1	-	-	-	4	2	6	4	-	5	2	5	-	7	7	1	44	44	15	1	2	
2011	-	7	6	-	-	-	26	7	1	1	14	-	-	5	1	2	11	15	4	-	-	1	-	1	-	5	2	4	2	1	-	3		
2012	291	1	1	-	-	-	1	1	1	-	3	4	1	2	1	1	1	-	-	2	1	-	1	-	1	-	-	12	4	-	-	-		
2013	196	1	1	-	-	-	7	7	-	-	-	-	1	-	1	40	8	2	-	9	-	1	6	-	-	-	3	1	2	17	2	1	-	
2014	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	1	19	7	-	-	-	4	-	7	-	-	-	4	4	-	-	6	-	-	
2015	1	-	2	10	-	-	-	-	-	-	4	1	-	6	2	1	4	-	3	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
2016	-	18	1	4	-	4	4	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	10	-	1	-		
2017	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
	133	134	135	136	137	138	139	140	141	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	159	1237	1238	1239	1240	1241	1242				
2004	42	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	5	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2005	116	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	1	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2006	8	-	1	-	20	1	-	4	-	-	207	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2007	4	3	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	3	1	11	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2008	-	1	-	-	1	-	-	-	141	141	1	-	1	-	1	1	9	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2009	-	-	-	-	12	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1	9	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2010	2	1	2	208	7	208	2	1	1	1	2	4	2	6	1	9	3	221	1	11	2	2	306	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2011	1	1	3	2	1	1	7	2	-	1	1	1	2	1	1	3	2	7	1	1	-	2	2	-	-	129	129	-	-	-	-	-		
2012	-	-	54	3	2	354	5	-	-	-	-	-	1	-	19	-	1	-	1	1	5	-	-	304	-	-	-	-	-	-	-	-		
2013	-	-	-	3	-	-	-	-	5	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	2	-	-	-	-	-		
2014	6	-	-	-	-	2	2	-	7	-	-	-	1	3	5	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	5	-	-	-	-	-	-		
2015	5	-	2	-	-	6	-	4	14	-	-	-	5	7	5	-	3	-	-	1	2	1	-	259	107	4	1	217	304	-	-	-		
2016	2	2	-	9	1	9	-	-	5	-	-	-	-	-	-	17	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	273	-		
2017	4	1	-	-	-	24	-	5	7	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	274	1	-	1	1	-	-	-	-		

Temperatura massima giornaliera: numero di missing data (NA) consecutivi per stazione e per anno



	38	40	41	44	45	46	48	49	50	52	53	54	56	57	59	60	61	62	63	64	66	68	69	70	71	73	74	77	78	81	82	83	84
2004		2	-	9	1	1	16	-	16	1	7	1	-	-	14	-	-	-	4	1	16	-	-	-	-	357	-	1	8	13	40	19	
2005	262	1	1	9	-	18	1	-	11	1	25	1	-	-	1	-	-	1	18	3	-	1	-	-	151	-	1	-	5	88	41	8	
2006	5	2	1	1	-	1	1	-	7	4	17	1	-	4	3	-	1	-	-	5	1	6	1	-	-	-	18	-	5	12	5	1	
2007	3	3	1	4	-	-	3	-	7	1	1	8	-	1	2	-	-	2	2	4	1	2	1	-	-	-	-	-	1	1	2	2	
2008	-	1	3	1	6	4	1	-	3	1	3	1	-	-	4	212	212	1	2	4	1	1	3	-	-	212	2	-	13	8	3	1	
2009	-	6	3	4	-	3	3	-	11	1	6	6	-	-	2	-	2	-	3	3	3	9	-	5	-	2	1	-	10	1	3	3	
2010	5	4	5	1	-	6	2	-	7	3	5	2	-	-	1	-	-	3	2	9	-	1	158	2	1	145	1	278	158	3	20	1	3
2011	4	3	1	6	-	3	4	2	3	3	5	6	2	-	3	1	-	1	4	-	1	11	-	-	-	1	2	-	11	5	11	18	
2012	23	-	1	-	-	1	1	-	1	1	8	7	2	1	1	-	4	1	2	4	1	7	-	-	-	1	-	-	1	1	6	1	
2013	1	10	3	2	-	5	3	-	1	3	-	-	-	-	2	-	-	8	-	2	-	-	-	1	4	-	-	4	1	7	-		
2014	-	-	2	3	-	-	3	2	-	10	3	10	-	1	-	-	1	-	1	15	17	-	-	3	2	-	-	3	3	4	-		
2015	1	-	2	-	3	-	12	4	4	-	-	-	4	-	-	-	1	8	-	-	5	-	-	2	-	-	-	7	-	2	-		
2016	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	7	6	11	-		
2017	7	1	-	-	3	-	2	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	274	-	2	274	-	274	274	1	-	1	-
	85	90	92	93	96	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	109	110	111	112	113	114	117	119	120	121	122	125	126	127	128	129	130	131
2004	-	17	1	-	-	1	10	1	-	-	26	-	-	-	-	8	39	-	17	4	-	-	1	-	-	357	-	16	8	3	-		
2005	-	3	8	-	-	-	11	1	-	-	8	-	-	-	236	-	13	-	13	10	-	1	6	-	2	-	-	15	-	-	-		
2006	1	1	2	2	-	-	2	6	-	-	28	-	134	1	1	1	-	-	1	-	-	147	18	-	-	-	1	45	15	205	-		
2007	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	258	4	1	1	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	2	53	4	-	1	
2008	-	2	4	-	-	-	5	1	-	1	1	3	-	-	-	3	1	-	2	3	-	-	1	-	-	-	-	5	-	2	2	-	
2009	-	13	7	-	-	4	4	3	-	2	3	7	-	-	2	4	3	-	7	2	1	-	9	4	-	-	70	334	13	9	1	-	
2010	-	10	5	-	-	-	2	3	-	3	2	-	1	-	-	-	4	2	6	4	-	5	2	4	-	-	7	1	44	44	15	1	2
2011	-	7	6	-	-	-	26	7	1	1	14	-	-	5	1	2	11	15	4	-	-	1	-	-	1	-	5	2	4	2	1	-	3
2012	291	1	1	-	-	-	1	1	-	-	3	1	1	2	1	1	1	-	-	2	1	-	1	-	-	1	-	-	12	4	-	-	-
2013	196	1	1	-	-	-	7	7	-	-	1	-	1	-	1	40	8	2	-	9	-	1	8	-	-	-	3	1	2	17	2	1	-
2014	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	1	19	7	-	-	-	4	-	7	-	-	-	4	4	1	-	6	-	-
2015	1	-	2	10	-	-	-	-	-	-	4	-	-	6	2	1	4	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	18	1	5	-	4	4	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	5	-	-	-	-	-	10	-	1	-	
2017	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
	133	134	135	136	137	138	139	140	141	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	159	1237	1238	1239	1240	1241	1242			
2004	42	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	1	-	-	1	5	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2005	116	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	1	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2006	8	-	-	20	-	1	-	4	-	-	207	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2007	4	3	6	-	-	-	1	-	-	-	3	1	3	3	1	11	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2008	-	1	-	1	-	-	-	141	141	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2009	-	-	1	12	-	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-	9	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2010	2	1	2	208	7	208	2	1	1	1	1	4	2	6	1	9	3	221	1	11	2	2	306	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2011	1	1	3	2	1	1	7	2	-	1	1	1	2	1	1	3	2	7	1	1	-	2	2	-	-	129	129	-	-	-	-	-	
2012	-	-	54	3	2	354	5	-	1	-	1	-	-	-	19	-	-	-	1	1	5	-	-	304	-	-	-	-	-	-	-	-	
2013	-	-	-	3	-	-	-	-	5	7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	2	-	-	-	-	-	
2014	6	-	-	-	-	2	2	-	7	-	-	-	1	3	5	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	5	-	-	-	-	-	-	
2015	5	-	2	-	-	6	-	4	14	-	-	-	5	7	5	-	3	-	-	1	2	1	-	259	107	4	1	217	304	-	-	-	
2016	2	2	-	9	1	9	-	-	5	-	-	-	-	-	-	17	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	273	-	-	
2017	4	1	-	-	-	24	-	5	7	-	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	274	1	-	1	1	-	-	-	-	