



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN: SCIENZE AGRARIE E DEL TERRITORIO

FENOLOGIA DELLA CV. MONTEPULCIANO  
(*VITIS VINIFERA L.*) COLTIVATA NELLE  
MARCHE

Phenology of cv. Montepulciano (*Vitis vinifera L.*) grown in  
the Marche

TESI SPERIMENTALE

Studente:  
EDOARDO VILLANOVA

Relatore:  
PROF.SSA ORIANA SILVESTRONI

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

# SOMMARIO

ELENCO DELLE TABELLE .....	4
ELENCO DELLE FIGURE .....	7
ACRONIMI E ABBREVIAZIONI .....	13
CAPITOLO 1: INTRODUZIONE.....	14
1.1 Gli indici bioclimatici.....	16
1.1.1 Indice bioclimatico dei gradi giorno di Amerine e Winkler (IW).....	16
1.1.2 Indice eliotermico di Huglin (IH).....	17
1.2 Caratterizzazione climatica e bioclimatica della Regione Marche.....	18
1.3 La cultivar Montepulciano.....	24
CAPITOLO 2: SCOPO DELLA TESI.....	28
CAPITOLO 3: MATERIALI E METODI .....	30
3.1 Rilievi fenologici del ciclo vegetativo.....	33
3.2 Rilievi fenologici del ciclo riproduttivo .....	37
3.3 Dati meteorologici.....	37
3.4 Analisi statistica dei dati.....	40
CAPITOLO 4: RISULTATI E DISCUSSIONE.....	41
4.1 Decorso termico del biennio di indagine 2022-2023 a confronto con il decennio precedente (2012-2021).....	41
4.2 Decorso pluviometrico del biennio di indagine 2022-2023 a confronto con il decennio precedente (2012-2021).....	54
4.3 Decorso termico 2022 e 2023 registrato dalle stazioni meteorologiche delle parcelle	68
4.4 Evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nelle zone del Conero e del Piceno nella stagione d'indagine 2022 .....	86
4.5 Evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nelle zone del Conero e del Piceno nella stagione d'indagine 2023 .....	97
4.6 Decorso della maturazione degli acini di Montepulciano nel Conero e nel Piceno nel 2022.....	110
4.7 Decorso della maturazione degli acini di Montepulciano nel Conero e nel Piceno nel 2023.....	113

CONCLUSIONI.....	118
BIBLIOGRAFIA .....	1190
RINGRAZIAMENTI .....	121

## ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: profili genetici di Montepulciano e Pugnitello a confronto. Sono riportate le lunghezze alleliche (rispetto ad uno standard di riferimento) di 12 loci microsatellite (fonte: <a href="http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php?codice=150">http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php?codice=150</a> per il Montepulciano, <a href="http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php?codice=371">http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php?codice=371</a> per il Pugnitello).26	
Tabella 2: localizzazione, distanze e densità d’impianto dei vigneti sperimentali. ....32	32
Tabella 3: localizzazione geografica delle parcelle sperimentali assieme al valore medio della quota. ....33	33
Tabella 4: temperature medie mensili (°C) registrate dalla stazione meteorologica Baraccola della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021.....42	42
Tabella 5: temperature medie mensili (°C) registrate dalla stazione meteorologica Svarchi della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021.....44	44
Tabella 6: temperature medie mensili (°C) registrate dalla stazione meteorologica Grottazzolina della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021. ....46	46
Tabella 7: temperature medie mensili (°C) registrate dalla stazione meteorologica Ete Caldarette della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021.....47	47
Tabella 8: precipitazioni cumulate mensili (mm) registrate dalla stazione meteorologica Baraccola della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021, la riga “Totale” riporta le precipitazioni cumulate annue. .55	55
Tabella 9: precipitazioni cumulate mensili (mm) registrate dalla stazione meteorologica Svarchi della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021, la riga “Totale” riporta le precipitazioni cumulate annue. .57	57
Tabella 10: precipitazioni cumulate mensili (mm) registrate dalla stazione meteorologica Grottazzolina della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media	

si riferisce al decennio 2012-2021, la riga “Totale” riporta le precipitazioni cumulate annue. .....	59
Tabella 11: precipitazioni cumulate mensili (mm) registrate dalla stazione meteorologica Ripatransone della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021, la riga “Totale” riporta le precipitazioni cumulate annue. .....	61
Tabella 12: precipitazioni cumulate medie stagionali ed annuali (mm) registrate dalle stazioni meteorologiche della Protezione Civile delle Marche impiegate nella raccolta dei dati pluviometrici (Baraccola, Svarchi, Grottazzolina e Ripatransone) nel decennio 2012-2021.	62
Tabella 13: temperatura media mensile (°C) rilevata nel 2022 dalle 10 stazioni meteorologiche (6 nel Conero e 4 nel Piceno) installate nelle parcelle esaminate. ....	69
Tabella 14: temperatura media mensile (°C) rilevata nel 2023 dalle 10 stazioni meteorologiche (6 nel Conero e 4 nel Piceno) installate nelle parcelle esaminate. ....	70
Tabella 15: temperature attive cumulate mensili (GG) rilevate nel periodo marzo-ottobre 2022 nelle stazioni parcellari Moncaro del Conero (6 parcelle) e del Piceno (4 parcelle). ....	71
Tabella 16: temperature attive cumulate mensili (GG) rilevate nel periodo marzo-ottobre 2023 nelle stazioni parcellari Moncaro del Conero (6 parcelle) e del Piceno (4 parcelle). ....	72
Tabella 17: ore cumulate mensili nel periodo giugno-settembre 2022 durante cui le parcelle sperimentali del Conero e del Piceno sono state esposte a temperature superiori a 30 °C (colonna centrale) ed a 35 °C (colonna di destra). ....	73
Tabella 18: ore cumulate mensili nel periodo giugno-settembre 2023 durante cui le parcelle sperimentali del Conero e del Piceno sono state esposte a temperature superiori a 30 °C (colonna centrale) ed a 35 °C (colonna di destra). ....	74
Tabella 19: evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nel 2022. Ad ogni fase fenologica corrisponde la data di raggiungimento in ciascuna delle 10 parcelle oggetto d’indagine. ....	88

Tabella 20: evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nel 2022. Ad ogni fase fenologica corrisponde l'accumulo di TA (GG) a partire dal 1° marzo calcolato attraverso i dati termici rilevati dalle stazioni Moncaro installate nelle 10 parcelle oggetto d'indagine. ....	89
Tabella 21: data e cumulo termico (GG) dal 1° marzo a cui corrisponde il raggiungimento delle fasi di 1, 11 e 19 foglie spiegate (E1, E11, E19) nelle 10 parcelle oggetto d'indagine nell'anno 2022. ....	90
Tabella 22: evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nella stagione d'indagine 2023. Ad ogni fase fenologica corrisponde la data di raggiungimento in ciascuna delle 10 parcelle oggetto d'indagine. ....	100
Tabella 23: evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nel 2023. Ad ogni fase fenologica corrisponde l'accumulo di TA (GG) a partire dal 1° marzo calcolato attraverso i dati termici rilevati dalle stazioni Moncaro installate nelle 10 parcelle oggetto d'indagine. ....	100
Tabella 24: data e cumulo termico (GG) dal 1° marzo a cui corrisponde il raggiungimento delle fasi di 1, 11 e 19 foglie spiegate (E1, E11, E19) nelle 10 parcelle oggetto d'indagine nell'anno 2023. ....	102

## ELENCO DELLE FIGURE

- Figura 1: mappa bioclimatica della Regione Marche elaborata a partire da dati delle stazioni agrometeorologiche dell'ASSAM nel periodo di riferimento 1999-2008. Le disponibilità termiche sono indicate seguendo l'indice di Amerine e Winkler (fonte: <http://meteo.marche.it/indiciagro.aspx>).....20
- Figura 2: mappa bioclimatica della Regione Marche elaborata a partire da dati delle stazioni agrometeorologiche dell'ASSAM nel periodo di riferimento 1999-2008. Le disponibilità termiche sono indicate seguendo l'indice di Huglin (fonte: <http://meteo.marche.it/indiciagro.aspx>).....21
- Figura 3: Carta delle zone pluviometricamente affini redatta dall'OGSM sulla base delle precipitazioni medie annue nel periodo 1950-1989. Nella zona costiera meridionale (linea diagonale indaco ed orizzontale celeste) cadono 550-650 mm/anno; nell'ampia zona medio-collinare (linea diagonale celeste) piovono 650-950 mm/anno, mentre nelle restanti zone (alto-collinare e montana) le precipitazioni superano i 950 mm/anno. ....22
- Figura 4: carta tematica della distribuzione delle precipitazioni annue nel territorio marchigiano per il periodo di riferimento 1961-2000, redatta da ASSAM sulla base dei dati registrati da OGSM (fonte: <http://meteo.marche.it/cartetematiche.aspx>).....23
- Figura 5: distribuzione geografica potenziale della cultivar Montepulciano in Italia. La varietà viene effettivamente coltivata in modo principale nella porzione centro-meridionale della penisola (fonte: <http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php?codice=150>). ....24
- Figura 6: Chioma e grappolo di Montepulciano (a sinistra) e di Pignitello (a destra) nel RNVV (<http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php>).....27
- Figura 7: localizzazione satellitare dei vigneti sperimentali della zona del Conero. ....31
- Figura 8: localizzazione satellitare dei vigneti sperimentali della zona del Piceno. ....31
- Figura 9: modello di tabella usata per la raccolta dei dati nei vigneti sperimentali. F, P, e V stanno rispettivamente per fila, palo e vite; ad ogni vigneto è stata associata una scheda con una sequenza consecutiva di tabelle, una per ciascun giorno di raccolta dei dati. ....34
- Figura 10: classificazione delle fasi fenologiche della gemma di vite secondo Baggiolini, modificata da Univpm (fonte: Univpm).35

Figura 11: superata la fase E, quella di formazione del germoglio, il numero associato alla E corrisponde al numero di foglie completamente spiegate, come indicato nel vademecum (fonte: Univpm).35

Figura 12: esempio di tabella per l'archiviazione dei dati relativi alla lunghezza dei germogli. 36

Figura 13: esempio di tabella per l'archiviazione dei dati relativi al numero di foglie per germoglio.36

Figura 14: localizzazione satellitare delle stazioni della Protezione Civile (segnaposto rosso) e dei vigneti sperimentali della zona del Conero (segnaposto blu).38

Figura 15: localizzazione satellitare delle stazioni della Protezione Civile (segnaposto rosso) e dei vigneti sperimentali della zona del Piceno (segnaposto blu).39

Figura 16: differenze tra le temperature medie mensili (°C) del 2022 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Baraccola e Svarchi della zona del Conero.51

Figura 17: differenze tra le temperature medie mensili (°C) del 2023 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Baraccola e Svarchi della zona del Conero.51

Figura 18: differenze tra le temperature medie mensili (°C) del 2022 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Grottazzolina ed Ete Caldarette della zona del Piceno.53

Figura 19: differenze tra le temperature medie mensili (°C) del 2023 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Grottazzolina ed Ete Caldarette della zona del Piceno.53

Figura 20: differenze tra le precipitazioni cumulate mensili (mm) del 2022 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Baraccola e Svarchi della zona del Conero.65

Figura 21: differenze tra le precipitazioni cumulate mensili (mm) del 2023 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Baraccola e Svarchi della zona del Conero.65

Figura 22: differenze tra le precipitazioni cumulate mensili (mm) del 2022 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Grottazzolina e Ripatransone della zona del Piceno.67



Figura 23: differenze tra le precipitazioni cumulate mensili (mm) del 2023 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Grottazzolina e Ripatransone della zona del Piceno.67

Figura 24: correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Baraccola e quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Cantori e Coppo, in basso da sinistra a destra con Lucilla e Mignanelli.76

Figura 25: correlazioni tra le temperature medie giornaliere delle stazioni della Protezione Civile Baraccola e Svarchi con quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra Baraccola con Polenta e Svarchi, in basso da sinistra a destra Svarchi con Cantori e Coppo.77

Figura 26: correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Svarchi e quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Lucilla e Mignanelli, in basso da sinistra a destra con Polenta e Svarchi (Moncaro).78

Figura 27: correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Grottazzolina e quelle delle stazioni Moncaro delle 4 parcelle del Piceno, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Campo delle Mura e Corradetti, in basso da sinistra a destra con Marconi/Sciarroni e Marcantoni/Sgariglia.79

Figura 28: correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Ete Caldarette e quelle delle stazioni Moncaro delle 4 parcelle del Piceno, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Campo delle Mura e Corradetti, in basso da sinistra a destra con Marconi/Sciarroni e Marcantoni/Sgariglia.80

Figura 29: correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Baraccola e quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Cantori e Coppo, in basso da sinistra a destra con Lucilla e Mignanelli.81

Figura 30: correlazioni tra le temperature medie giornaliere delle stazioni della Protezione Civile Baraccola e Svarchi con quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra Baraccola con Polenta e Svarchi, in basso da sinistra a destra Svarchi con Cantori e Coppo.82

Figura 31: correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Svarchi e quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra

giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Lucilla e Mignanelli, in basso da sinistra a destra con Polenta e Svarchi (Moncaro).83

Figura 32: correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Grottazzolina e quelle delle stazioni Moncaro delle 4 parcelle del Piceno, registrate tra giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Campo delle Mura e Corradetti, in basso da sinistra a destra con Marconi/Sciarroni e Marcantoni/Sgariglia.84

Figura 33: correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Ete Caldarette e quelle delle stazioni Moncaro delle 4 parcelle del Piceno, registrate tra giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Campo delle Mura e Corradetti, in basso da sinistra a destra con Marconi/Sciarroni e Marcantoni/Sgariglia.85

Figura 34: evoluzione della lunghezza media dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2022.91

Figura 35: evoluzione della lunghezza media dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo fisiologico (cumulo termico in GG a partire dal 1° marzo) nel 2022.92

Figura 36: evoluzione della velocità d'allungamento (cm/giorno) dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2022.94

Figura 37: evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2022.95

Figura 38: evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo fisiologico (cumulo termico in GG a partire dal 1° marzo) nel 2022.96

Figura 39: evoluzione della lunghezza media dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2023.103

Figura 40: evoluzione della lunghezza media dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo fisiologico (cumulo termico in GG a partire dal 1° marzo) nel 2023.104

Figura 41: evoluzione della velocità d'allungamento (cm/giorno) dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2023.106

Figura 42: evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2023.107

Figura 43: evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo fisiologico (cumulo termico in GG a partire dal 1° marzo) nel 2023.108

Figura 44: evoluzione temporale della chioma nel vigneto CAN nel 2023: in alto (da sinistra a destra) nei giorni 26/4, 3/5 e 9/5; al centro (da sinistra a destra) nei giorni 22/5, 29/5 e 5/6; in basso (da sinistra a destra) nei giorni 12/6, 19/6 e 3/7.109

Figura 45: evoluzione temporale (giorno dell'anno) della concentrazione zuccherina del mosto (°Bx) ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2022.110

Figura 46: evoluzione temporale (giorno dell'anno) dell'acidità totale del mosto (g/L) ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2022.111

Figura 47: evoluzione temporale (giorno dell'anno) del pH del mosto ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2022.112

Figura 48: evoluzione temporale (giorno dell'anno) del peso medio degli acini (g) di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2022.113

Figura 49: evoluzione temporale (giorno dell'anno) della concentrazione zuccherina del mosto (°Bx) ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2023.114

Figura 50: evoluzione temporale (giorno dell'anno) dell'acidità totale del mosto (g/L) ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2023.115

Figura 51: evoluzione temporale (giorno dell'anno) del pH del mosto ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2023.116

Figura 52: evoluzione temporale (giorno dell'anno) del peso medio degli acini (g) di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2023.117

## ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

FTIR      *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*

NDVI      *Normalized Difference Vegetation Index*

Il significato del resto degli acronimi e delle abbreviazioni usate viene sempre prima esplicitato nel testo.

## CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

La superficie vitata delle Marche nel 2023, secondo dati dell'ISTAT, ammontava a circa 14.500 ettari, ed ha assicurato nello stesso anno una produzione di circa 600.000 ettolitri di vino; come nota a margine, si può osservare in particolare la marcata differenza (superiore al 50%) rispetto alla produzione dell'anno precedente, sia in termini di uva da vino che di vino, conseguente ai danni di natura straordinaria inflitti dalle infezioni peronosporiche che hanno influito in maniera drastica sulla vendemmia del 2023 ([confronto produzione uva da vino e vino Marche 2022 e 2023 ISTAT](#)). Da informazioni contenute nel Registro Nazionale delle Varietà di Vite ([RNVV](#)) possiamo annoverare tra i vitigni autoctoni a bacca bianca Verdicchio, Pecorino, Passerina, Maceratino o Ribona, così come il Trebbiano toscano (noto anche come Biancame), e le Malvasie di Candia e bianca lunga, diffuse anche nelle Regioni limitrofe; tra le cultivar a bacca nera si possono invece elencare Lacrima e Vernaccia nera tra i vitigni propriamente autoctoni, mentre Montepulciano, Sangiovese ed Aleatico tra quelli di antica ed ampia diffusione nella Regione, seppur diffusi più o meno estesamente anche nel resto del contesto nazionale. Integrano la componente tradizionale alcuni vitigni internazionali, più spesso solo come complemento minoritario dell'uvaggio-qualora previsto dai disciplinari di produzione-e più raramente vinificati in purezza: sono Merlot, Cabernet franc, Cabernet sauvignon e Pinot nero le principali varietà a bacca nera, Chardonnay e Sauvignon quelle a bacca bianca. Secondo dati del Consiglio per la ricerca in agricoltura (CREA) relativi al profilo territoriale regionale, le Marche sono una delle regioni più collinari d'Italia, con una superficie occupata del 69%. L'ambiente collinare è generalmente privilegiato per la produzione di vini di qualità: a parità di condizioni, una buona capacità di sgrondo favorita dalla giacitura pendente, una minore tendenza al ristagno dell'umidità rispetto alla pianura ed una contenuta manifestazione del fenomeno di inversione termica in relazione ai suoli collocati in fondovalle o in piano sono elementi che oltre a giocare a favore dello stato di salute della pianta, promuovono la concentrazione negli acini dei componenti della qualità quali zuccheri, antociani e tannini. Inoltre, dal momento che la giacitura pendente promuove la lisciviazione dell'azoto, influisce sull'equilibrio vegeto-produttivo della pianta a scapito della crescita dei germogli: l'effetto di contenimento vegetativo esalta in particolare la qualità dei vini rossi, nei

quali la bassa disponibilità del nutriente agevola la crescita delle bacche e favorisce la concentrazione di zuccheri, antociani e tannini (Palliotti et al., 2015). In aggiunta, i suoli marchigiani sono tendenzialmente calcarei e dunque caratterizzati da una componente più o meno consistente di calcare attivo, anch'esso considerato un parametro chiave nella qualità di un vino: influenzando infatti la disponibilità idrica e regolando la disponibilità di ferro e azoto, limita il vigore vegetativo a stimola la ripartizione dei fotosintetati a favore del metabolismo secondario (Palliotti et al., 2015).

Non è un caso dunque se un territorio particolarmente vocato alla viticoltura come quello marchigiano veda riconosciuta la qualità dei propri vini con l'assegnazione di 21 denominazioni di origine, di cui 5 Denominazioni di Origine Controllata e Garantita (DOCG), 15 Denominazioni di Origine Controllata (DOC) ed una Indicazione Geografica Tipica (IGT).

Uno dei parametri che maggiormente influisce sull'ottenimento di una produzione vitivinicola di qualità è senza dubbio il clima, che con le sue componenti definisce l'attitudine geografica di un territorio alla coltivazione della vite. Benché non sia strettamente un elemento climatico, la latitudine influenza il clima determinando la durata del giorno e l'inclinazione dei raggi solari, dunque la disponibilità di luce e calore: la coltivazione della vite è compresa in una fascia estesa tra il 52° parallelo nord ed il 45° perché le esigenze termiche della specie non verrebbero adeguatamente soddisfatte dai territori esclusi dal raggruppamento (Palliotti et al., 2018). La temperatura regola inoltre il germogliamento, la dormienza esogena ed alcuni fondamentali processi fisiologici. Attorno ai 30 °C si aggira la soglia di funzionamento ottimale di fotosintesi e sintesi degli antociani, oltre la quale entrambe le attività vengono progressivamente inibite fino all'annullamento; temperature superiori alla soglia ottimale degradano gli antociani con effetti deleteri sulla colorazione del mosto (Palliotti et al., 2015). Anche il pH del mosto è influenzato dalla temperatura, che infatti è correlata positivamente con l'aumento di potassio e negativamente con il tenore di acido malico, mentre la quantità di zucchero segue un andamento curvilineo simile a quello della fotosintesi netta. Al contrario, le basse temperature sono favorevoli allo sviluppo degli aromi, mentre l'escursione termica sembra favorire l'aumento di colorazione, zucchero e precursori d'aroma (Palliotti et al., 2015).

Appurato come la temperatura sia un elemento chiave della capacità di un territorio di esaltare la potenzialità produttiva della vite, risulta determinante stabilire l'attitudine di un certo territorio ad ospitare la coltivazione della specie assicurando un adeguato connubio tra disponibilità da un lato, ed esigenze termiche dall'altro.

## 1.1 Gli indici bioclimatici

Gli indici bioclimatici sono uno strumento che permette di esprimere con un valore numerico la potenzialità di un territorio ad ospitare la coltivazione della vite garantendo al contempo un'adeguata chiusura del ciclo vegeto-produttivo ed un'ottimale maturazione delle uve. Viceversa, gli indici bioclimatici servono anche per definire le esigenze termiche di un certo vitigno e stabilire dunque se un determinato territorio ha sufficienti disponibilità climatiche per soddisfarle. Le prime ricerche sugli indici bioclimatici risalgono alla fine del 1800 e da allora in avanti ne sono stati elaborati diversi, sia mono che multifattoriali, ma alcuni hanno avuto maggior diffusione perché adattabili ad un ampio spettro di contesti colturali. Tra questi il più universalmente noto è l'indice bioclimatico dei gradi giorno di Amerine e Winkler (IW), insieme all'indice di Huglin (IH) che ne costituisce una modifica: entrambi monofattoriali e calcolati a partire dalla temperatura media atmosferica, sono stati utilizzati nella caratterizzazione di mappe bioclimatiche di diverse aree viticole d'Italia (Di Lena et al., 2023; Gentilesco et al., 2023; Scienza et al., 2008).

### 1.1.1 *Indice bioclimatico dei gradi giorno di Amerine e Winkler (IW)*

L'indice bioclimatico dei gradi giorno di Amerine e Winkler (IW) si basa esclusivamente su dati termici ed è stato inizialmente utilizzato da Amerine e Winkler in uno studio volto alla suddivisione dell'area viticola californiana in cinque zone climatiche al fine di valutarne l'adattabilità alla coltivazione di numerosi vitigni ed alla produzione di diverse tipologie di vini ed uve (Amerine e Winkler, 1944). Conosciuto anche come “sommatoria di gradi giorno” o “sommatorie termiche attive”, l'indice IW ha riscosso un particolare successo nella caratterizzazione bioclimatica di molteplici zone viticole per la sua semplicità di utilizzo, per la sua duttilità e per la sua affidabilità in diversi contesti viticoli. Il calcolo di IW si esegue sommando le temperature attive giornaliere nel periodo di 7 mesi che, nell'emisfero boreale, va dal 1° aprile al 31 ottobre. Le temperature attive giornaliere, dette anche gradi giorno (GG), si ottengono sottraendo alla temperatura media giornaliera dell'aria ( $T_{med}$ ) un valore soglia ( $T_{base}$ ) al di sotto del quale i fenomeni di crescita dei germogli sono minimi o nulli, corrispondente per la vite a +10 °C (Palliotti et al., 2018). Per amor di chiarezza è meglio evidenziare che i GG sono l'unità di misura di IW, e che mentre i primi possono essere riferiti ad un periodo di riferimento variabile (ad esempio, una settimana o un mese), quello di IW è fissato ai 7 mesi compresi tra aprile ed ottobre, nell'emisfero boreale. IW rappresenta dunque una via per inquadrare sinteticamente la disponibilità termica di un certo territorio, e viene calcolato come indicato nella seguente formula:

$$IW = \sum_{01/04}^{31/10} (T_{med} - T_{base})$$

$T_{med}$ =temperatura media giornaliera dell'aria in °C; se  $T_{med} < T_{base}$ , allora è uguale a 0 °C;

$T_{base}$ =valore soglia di crescita della vite (+10 °C).

Come si vede in formula, a temperature attive (TA) inferiori alla  $T_{base}$ , viene assegnato valore nullo. IW risulta particolarmente efficace per delineare relazioni tra vitigno e clima e meglio definire il rapporto tra clima e tipologia di vino che si desidera produrre. Ad esempio, territori con basso IW sono più adatti alla produzione di vini bianchi aromatici, dalla spiccata acidità, di basso tenore alcolico ed adatti alla spumantizzazione, e contestualmente alla coltivazione di vitigni precoci; al contrario, aree con un maggior IW sono con più fortuna destinabili alla produzione di vini dalla dotazione alcolica elevata, bassa acidità ed ottima attitudine all'affinamento, contestualmente alla selezione di cultivar medio-tardive (Palliotti et al., 2018). Nonostante la sua versatilità, l'indice IW, tessendo una relazione tra vitigno e territorio, non risulta molto affidabile per prevedere la data di maturazione di una specifica varietà coltivata in diversi ambienti e con differenti decorsi stagionali (Palliotti et al., 2018).

### 1.1.2 *Indice eliotermico di Huglin (IH)*

L'indice di Huglin viene messo a punto nel 1978 (Huglin, 1978) allo scopo di integrare la validità delle sommatorie termiche attive e di migliorarne l'affidabilità nelle aree settentrionali di coltivazione della vite, nello specifico quelle comprese tra i 40 ed i 50 gradi di latitudine nord. Infatti, IH prende in considerazione come periodo di riferimento quello che va dal 1° aprile al 30 settembre, in luce del fatto che la vendemmia delle uve delle cultivar su cui venne inizialmente sperimentato doveva avvenire entro il mese di settembre, ovvero prima del brusco calo di temperature associato ad aumento della piovosità tipico dei climi continentali e delle latitudini elevate. L'indice eliotermico conferisce importanza, come i GG, alle temperature medie giornaliere, ma differentemente prende in considerazione anche le temperature massime giornaliere; inoltre, la durata del giorno viene compresa nel computo attraverso il coefficiente eliotermico K, variabile in funzione della latitudine e che tra i 40 e i 50 gradi assume valore compreso tra 1,02 e 1,06 (Palliotti et al., 2018). Di seguito la formula:



$$IH = \sum_{01/04}^{30/09} \frac{(T_{med} - T_{base}) + (T_{max} - T_{base})}{2} K$$

$T_{med}$ =temperatura media giornaliera dell'aria in °C; se  $T_{med} < T_{base}$ , allora è uguale a 0 °C;

$T_{max}$ = temperatura massima giornaliera dell'aria in °C; se  $T_{max} < T_{base}$ , allora è uguale a 0 °C;

$T_{base}$ =valore soglia di crescita della vite (+10 °C);

$K$ =coefficiente eliotermico.

A titolo di esempio, in base ad IH si possono distinguere, in alcuni territori viticoli, sei diverse fasce di disponibilità eliotermica comprese tra valori minimi di 1500 unità e massimi di 3000 unità. La classificazione di alcune cultivar in funzione delle necessità termiche secondo l'indice eliotermico permette invece di descrivere un intervallo che va da un minimo di 1500 unità del Müller Thurgau ad un massimo di 2200 unità del Carignan (Palliotti et al., 2018).

## 1.2 Caratterizzazione climatica e bioclimatica della Regione Marche

Il territorio marchigiano è caratterizzato da una ristretta pianura costiera, la cui larghezza varia da poche centinaia di metri a qualche decina di chilometri, sovrastata da una fascia di colline alte intorno ai 300-400 m, solcate da valli trasversali percorse da fiumi per lo più a carattere torrentizio. Alla zona collinare seguono le prime pendici della dorsale appenninica, con un'altitudine di 600-800 m; la retrostante barriera montana raggiunge in più tratti i 1500-1800 m, fino a superare i 2000 m nella catena dei Monti Sibillini, la cui cima più alta, il Monte Vettore, tocca i 2476 m (Amici e Spina, 2002). L'Appennino marchigiano risulta costituito da una struttura complessa, in cui si distinguono diverse linee orografiche ad andamento parallelo e con direzione nord-nord ovest/sud-sud est. I monti discendono verso l'Adriatico tramutandosi in colline, che formano una fascia di continuità che discende dolcemente verso il mare. Il profilo collinare è morbido ed interrotto di tanto in tanto dai calanchi, gole scavate nel complesso roccioso dalle acque dilavanti (Amici e Spina, 2002). Gli elementi che più influiscono sulle caratteristiche climatiche della Regione sono proprio il mar Adriatico ad est ed il massiccio dell'Appennino ad ovest: il primo mitiga gli afflussi di aria fredda provenienti da nord e da est, il secondo ostacola il corso delle correnti occidentali, che alle nostre latitudini sono solitamente temperate ed umide (Amici e Spina, 2002).

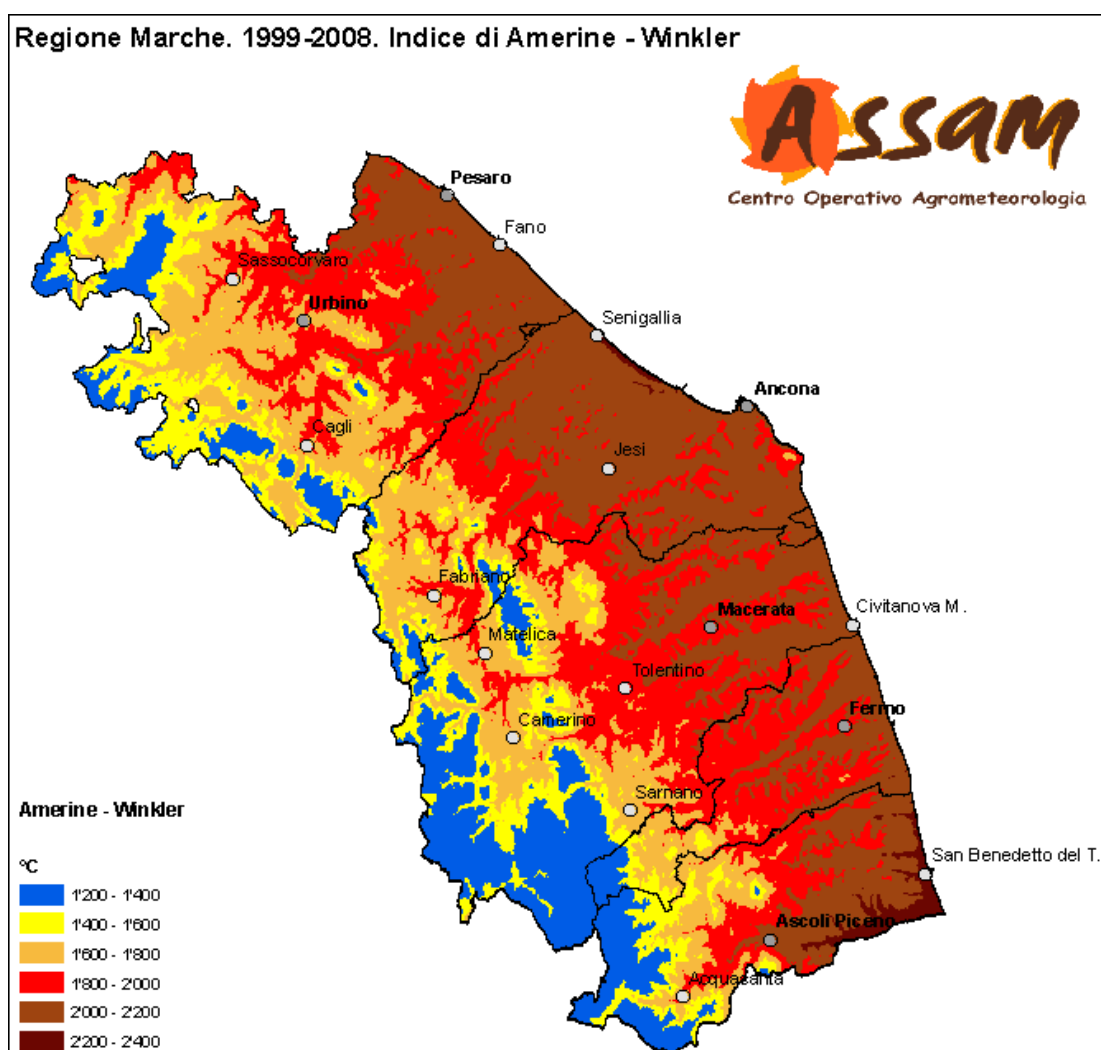
Due dei parametri più indicativi nella caratterizzazione climatica di un territorio sono la temperatura atmosferica e le precipitazioni. Per quanto concerne l'aspetto della temperatura

atmosferica è possibile fare riferimento all'analisi condotta dal Centro di Ecologia e Climatologia dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata (OGSM), che ne tratteggia le caratteristiche in uno studio che ha preso come riferimento dati relativi al periodo compreso tra il 1950 ed il 2000. La fascia litoranea presenta temperature medie annue che variano tra i 13 ed i 16 °C, mentre lungo la fascia appenninica lo stesso parametro subisce una marcata contrazione, assestandosi su valori compresi tra i 4 ed i 5 °C: la causa principale è da ricercarsi nell'influenza esercitata dall'orografia locale (in particolar modo dalla catena preappenninica che racchiude l'entroterra fabrianese), che esercita un'azione schermante sull'influenza mitigatrice dell'Adriatico e determina il carattere di continentalità della fascia stessa. Questa distinta differenza comprova inoltre come la quota sia un elemento capace di influire profondamente sulla temperatura atmosferica (Spina et al., 2002). Le temperature medie estreme, ossia le più basse e le più alte di una determinata località, sono state definite dalla rilevazione locale delle temperature medie mensili dei mesi in genere più freddo e più caldo dell'anno, ovvero rispettivamente gennaio e luglio. A gennaio, alle quote maggiori della fascia appenninica si rilevano temperature medie inferiori allo zero, mentre quelle della fascia litoranea si assestano tra i 4 °C dell'estremo nord della costa regionale ed i 5 °C dell'isolinea adriatica. A luglio, le temperature medie mensili sono abbastanza uniformi nell'intervallo tra i 24 ed i 25 °C per quanto concerne la fascia costiera, mentre i valori più bassi si rinvergono nel settore meridionale della Regione, in particolar modo nell'area dei Sibillini (Spina et al., 2002).

Il Servizio Agrometeorologico dell'Agenzia Servizi del Settore Agroalimentare delle Marche (ASSAM, attualmente rinominata AMAP, <https://www.amap.marche.it/>) ha utilizzato i dati provenienti dalla propria rete di stazioni agrometeorologiche ([http://meteo.marche.it/stazioni\\_coa.aspx](http://meteo.marche.it/stazioni_coa.aspx)) per l'elaborazione di carte tematiche storiche relative alla caratterizzazione bioclimatica del territorio regionale (<http://meteo.marche.it/indiciagro.aspx>; <http://meteo.marche.it/cartetematiche.aspx>) come riportato nelle figure 1 e 2.

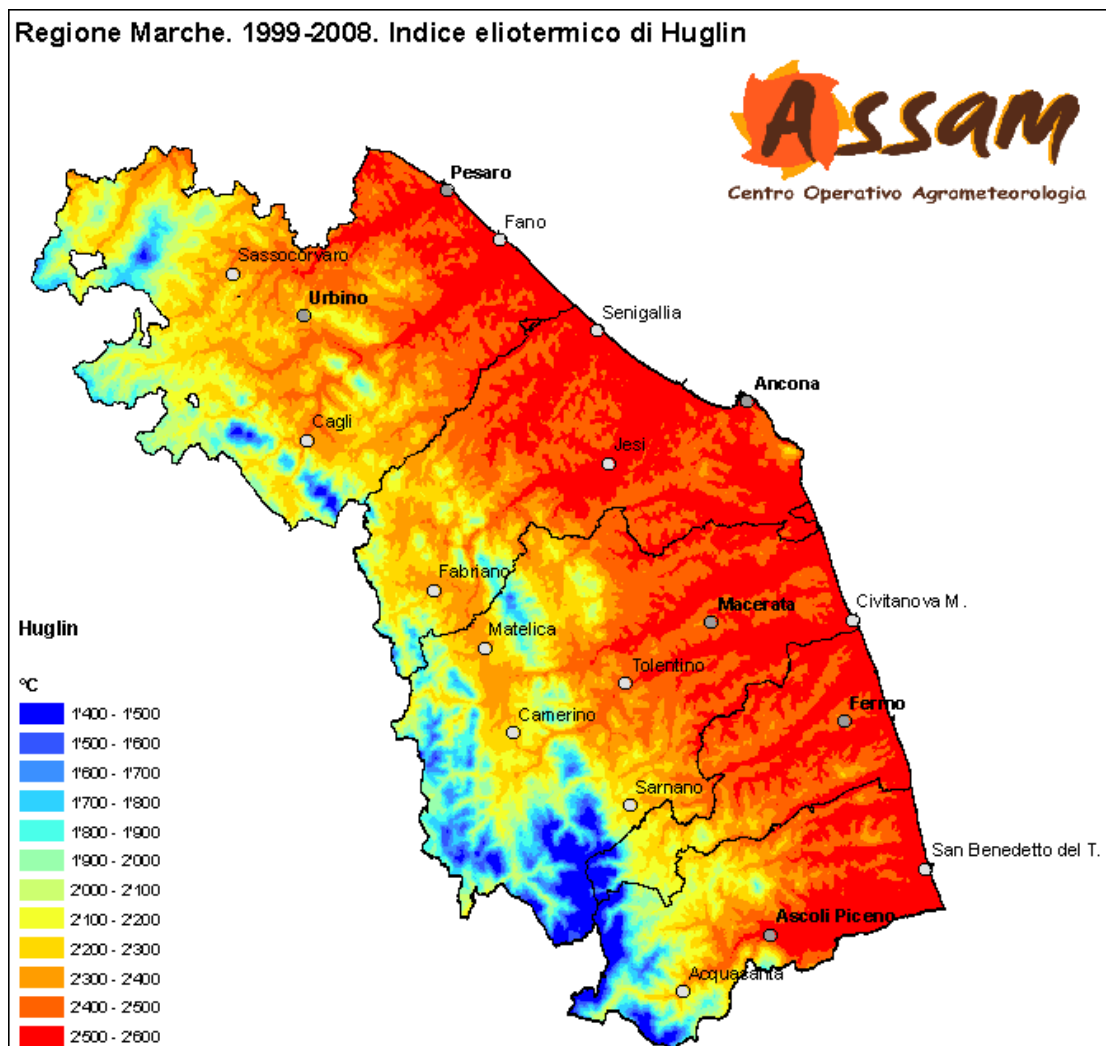
Le figure 1 e 2 riportano due diverse mappe bioclimatiche della Regione Marche elaborate a partire da dati provenienti dalle stazioni agrometeorologiche dell'ASSAM nel decennio di riferimento 1999-2008. Nella mappa la cui classificazione bioclimatica regionale è condotta attraverso l'indice di Amerine e Winkler (figura 1), le zone con maggiore disponibilità termica (tra i 2200 e i 2400 GG) sono indicate in marrone scuro e disposte lungo una ristretta fascia costiera tra Senigallia ed Ancona e lungo la costa sanbenedettese ai confini con l'Abruzzo; gran parte della fascia litoranea e sublitoranea –in marrone più chiaro– offre disponibilità

termiche relativamente elevate (tra i 2000 ed i 2220 GG), ragionevolmente per gli influssi mitigatori dell'Adriatico, mentre la fascia centrale medio-collinare (in rosso ed in beige, disponibilità termiche comprese complessivamente tra i 1600 ed i 2000 GG) e quella interna, preappenninica ed altocollinare (in giallo ed in blu, disponibilità termiche comprese complessivamente tra 1200 e 1600 GG), sono influenzate in maniera più o meno marcata della presenza dei rilievi orografici e sono pertanto in grado di garantire disponibilità termiche da modeste a contenute.



**Figura 1:** mappa bioclimatica della Regione Marche elaborata a partire da dati delle stazioni agrometeorologiche dell'ASSAM nel periodo di riferimento 1999-2008. Le disponibilità termiche sono indicate seguendo l'indice di Amerine e Winkler (fonte: <http://meteo.marche.it/indiciagro.aspx>).

La figura 2 riporta invece le disponibilità termiche regionali espresse secondo l'indice di Huglin, dunque ponendo un accento sulle temperature massime.



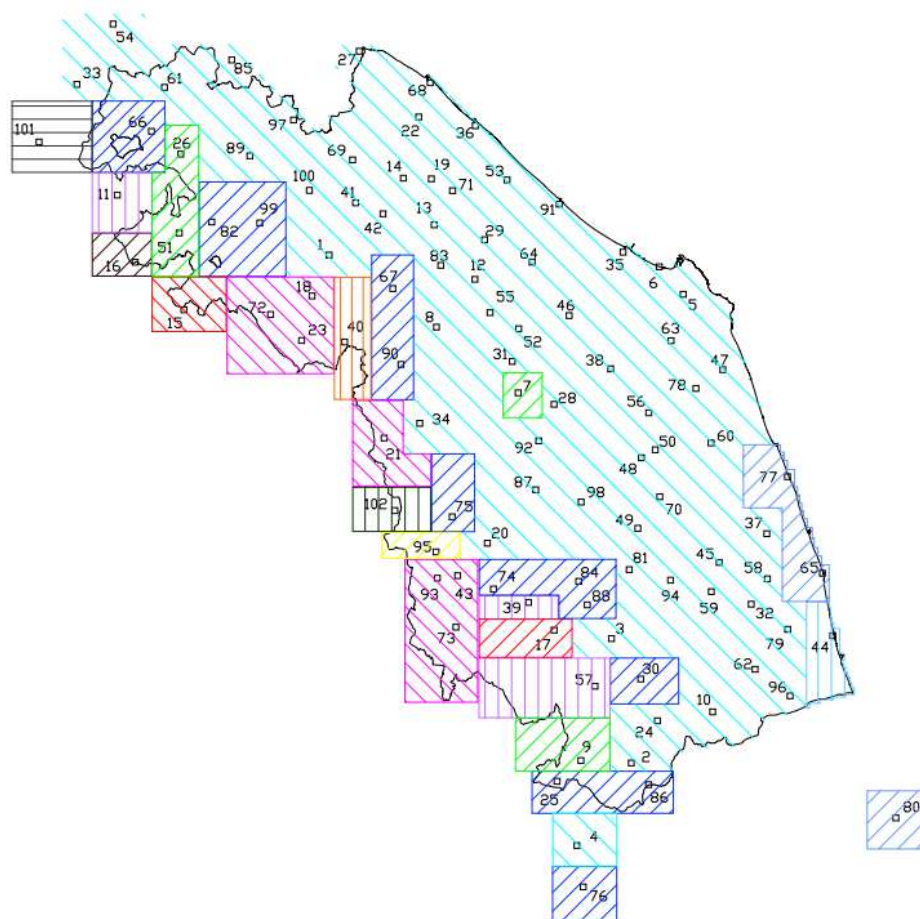
**Figura 2:** mappa bioclimatica della Regione Marche elaborata a partire da dati delle stazioni agrometeorologiche dell'ASSAM nel periodo di riferimento 1999-2008. Le disponibilità termiche sono indicate seguendo l'indice di Huglin (fonte: <http://meteo.marche.it/indiciagro.aspx>).

L'OGSM si è occupato anche della caratterizzazione del territorio regionale dal punto di vista delle precipitazioni, in uno studio in cui sono stati raccolti ed elaborati i dati pluviometrici mensili di 102 stazioni della Protezione Civile misurati tra il 1950 ed il 1989. I risultati dello studio evidenziano come il territorio regionale sia suddivisibile in tre fasce longitudinali corrispondenti a diversi intervalli di piovosità annua: una costiera con valori di precipitazione compresi tra i 600 e gli 850 mm, una medio-basso collinare con valori nell'intervallo da 850 a 1100 mm ed una alto-collinare e montana con valori oltre i 1100 mm (Amici e Spina, 2002).

La sintesi grafica delle elaborazioni dell'OGSM è riportata in figura 3, dal cui esame emerge un elevato grado di affinità tra le stazioni pluviometriche della zona del Conero

(5=Ancona Baraccola, 6=Ancona Torrette, 47= Loreto e 63=Osimo) e quelle della zona del Piceno (45=Grottazzolina; 69=Ripatransone). Nella fascia costiera sono presenti 3 stazioni (Porto Sant’Elpidio, Pedaso e Grottammare, andando da nord a sud) che risultano meno piovose (550-650 mm) per il posizionamento sottovento rispetto al Gran Sasso a sud ed ai Sibillini ad ovest: quando le perturbazioni in arrivo da sud/sud-ovest giungono sulla costa, hanno già scaricato sui complessi montuosi gran parte delle acque precipitabili. Nella fascia medio-basso collinare si inseriscono due minimi relativi nella zona della vallata del Foglia (750-800 mm) ed in quella di Camerino-San Severino Marche (750-900 mm).

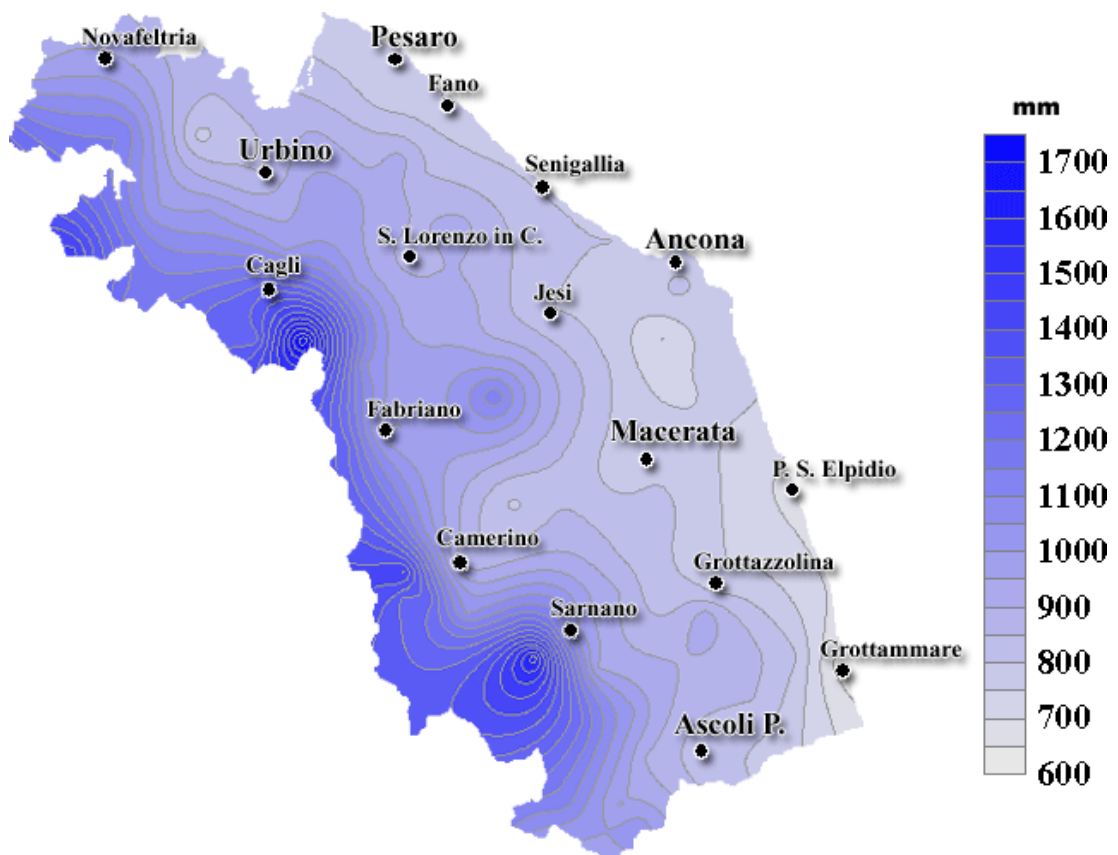
La fascia alto-collinare e montana è quella più piovosa, con massimo assoluto (1550-1700 mm) in corrispondenza del Monte Catria, a cui seguono altri massimi significativi nelle aree dei Monti Sibillini (1500-1550 mm), del Monte Pennino (1350-1400 mm) e del San Vicino (1050-1100 mm) (Amici e Spina, 2002).



**Figura 3:** Carta delle zone pluviometricamente affini redatta dall’OGSM sulla base delle precipitazioni medie annue nel periodo 1950-1989. Nella zona costiera meridionale (linea diagonale indaco ed orizzontale celeste) cadono 550-650 mm/anno; nell’ampia zona medio-collinare (linea diagonale celeste) piovono 650-950 mm/anno, mentre nelle restanti zone (alto-collinare e montana) le precipitazioni superano i 950 mm/anno.

Per quanto riguarda i valori di precipitazione media stagionale, la primavera mostra valori per le tre fasce che vanno da un minimo di 120 ad un massimo di 435 mm, l'estate valori compresi tra 105 e 285 mm, l'autunno tra 165 e 480 mm, infine l'inverno tra 150 e 525 mm (Amici e Spina, 2002).

I dati raccolti dall'OGSM sono stati successivamente impiegati per ulteriori elaborazioni condotte dall'ASSAM sul cinquantennio 1961-2000, ovvero su un periodo leggermente diverso dal precedente (1950-1989). I risultati sono nuovamente riportati su una mappa del territorio regionale (Figura 4).

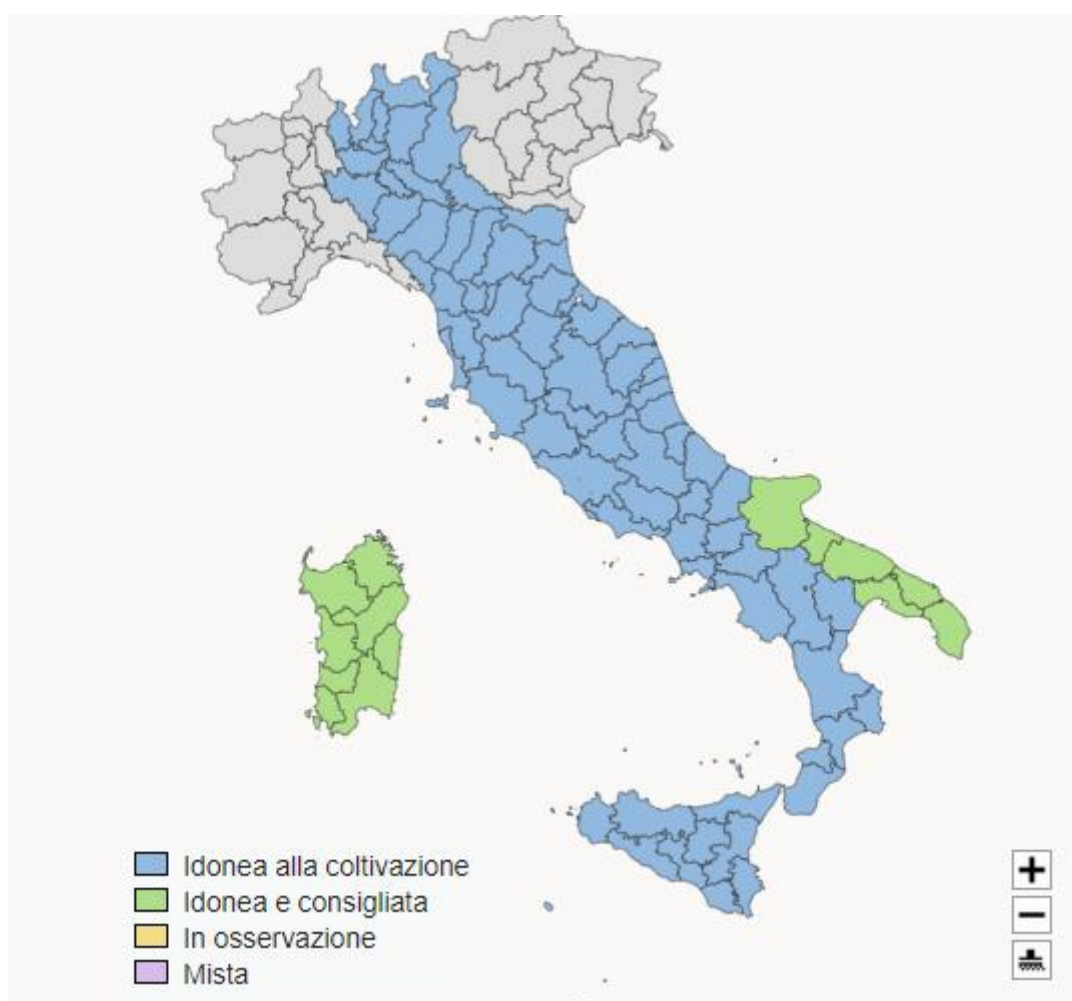


**Figura 4:** carta tematica della distribuzione delle precipitazioni annue nel territorio marchigiano per il periodo di riferimento 1961-2000, redatta da ASSAM sulla base dei dati registrati da OGSM (fonte: <http://meteo.marche.it/cartetematiche.aspx>).

I risultati dell'elaborazione ASSAM dei dati pluviometrici 1961-2000 mostrano un'immagine simile a quella che era emersa nello studio condotto dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata, nonostante i differenti periodi di riferimento: anche in questo caso, così come nello studio precedente, le precipitazioni si distribuiscono grossolanamente in tre fasce e la loro quantità diminuisce procedendo dall'entroterra verso la fascia costiera.

### 1.3 La cultivar Montepulciano

La varietà Montepulciano è inserita nel Registro Nazionale delle Varietà di Vite (RNVV, <http://catalogoviti.politicheagricole.it/catalogo.php>) dal 1970, con il codice 150. Cordiscone è un sinonimo acclarato, peraltro reintrodotta ufficialmente in tempi recenti (novembre 2023) dopo che, sul finire degli anni '80, il passaggio dal registro cartaceo a quello informatizzato ne causò la temporanea scomparsa. Sebbene la sua coltivazione sia giudicata idonea per gran parte del territorio nazionale, come riportato in figura 5, il vitigno viene coltivato quasi esclusivamente nel centro-sud Italia, principalmente nelle Marche, in Abruzzo, in Molise ed in Puglia.



**Figura 5:** distribuzione geografica potenziale della cultivar Montepulciano in Italia. La varietà viene effettivamente coltivata in modo principale nella porzione centro-meridionale della penisola (fonte: <http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php?codice=150>).

Infatti, secondo il 6° censimento dell'agricoltura dell'ISTAT (<https://www.istat.it/statistiche-per-temi/censimenti/censimentistorici/agricoltura/agricoltura-2010/>, 2010), la superficie nazionale dedicata alla coltivazione del Montepulciano è di circa 40000 ettari (ha), 28000 dei quali destinati alla produzione di vini IGT o senza denominazione d'origine ed i restanti 12000 dedicati alla produzione di vini a denominazione d'origine, DOC e DOCG. Per entrambe le categorie è l'Abruzzo la Regione che detiene la maggiore superficie vitata a Montepulciano, con circa 11500 e 7300 ha votati alla produzione di vini senza e con denominazione d'origine, rispettivamente. Le Marche risultano, stando ai dati del censimento, la quarta Regione italiana per superficie complessiva coltivata a Montepulciano, ma la seconda dopo l'Abruzzo per la produzione di vini di qualità superiore, ovvero quelli a denominazione di origine DOC e DOCG. Le Marche inoltre hanno segnato una sorta di linea di demarcazione settentrionale del territorio di coltivazione del vitigno, dal momento che le disponibilità termiche tendono a ridursi all'aumentare della latitudine e Montepulciano presenta una maturazione tardiva (<http://catalogoviti.politicheagricole.it/scheda.php?codice=150>). Infatti, questo vitigno è abbastanza esigente in termini di necessità termiche, che si aggirano tra 2000 e 2200 GG (Palliotti et al. del 2018) per il raggiungimento di una piena maturazione atta a produrre un vino rosso di corpo. Come già anticipato, a livello nazionale il Montepulciano rientra nei disciplinari di produzione di diversi vini a denominazione d'origine, precisamente 3 DOCG, 36 DOC ed 88 IGT. Tutte le DOCG, due marchigiane, Conero ed Offida, ed una abruzzese, Colline Teramane Montepulciano d'Abruzzo, richiedono una percentuale di uvaggio predominante di Montepulciano (minimo 85% le marchigiane e 90% l'abruzzese), ad indicare quanto la presenza del vitigno sia determinante nell'inquadrare la tipologia di vino, non solo dal punto di vista territoriale ma anche da quello organolettico. Le DOC contenenti il Montepulciano fuoriescono anche dai confini marchigiani ed abruzzesi e si ritrovano in Lazio (Colli della Sabina), Umbria (Rosso Orvietano), Molise (Pentro di Isernia), Puglia (San Severo) e persino in Emilia-Romagna (Colli Romagna Centrale), denominazioni i cui disciplinari richiedono una presenza di Montepulciano più o meno sostanziale (dal 75%-80% necessario nel Pentro di Isernia si scende al 40%-50% richiesto nel Colli Romagna Centrale). Infine, una nota a margine va fatta per il Pugnietello, varietà registrata nel 2002 al RNVV con il codice 371. L'analisi di 12 loci microsatellite permette di definire il profilo genetico delle varietà registrate nel RNVV, e dunque la loro identificazione genotipica. La valutazione dei profili genetici di Montepulciano e Pugnietello (tabella 1) mostra le medesime lunghezze alleliche a tutti i 12 loci esaminati. L'assenza di differenze tra le due accessioni porta a rifiutare l'ipotesi dell'esistenza di due vitigni differenti: siamo in presenza di piante che provengono



da un unico capostipite, le cui differenze morfologiche posso essere imputate a fattori ambientali, colturali o ad eventi mutageni. Dal confronto tra le schede ampelografiche dei due vitigni riportate nel RNVV si notano numerose analogie e solo lievi differenze morfologiche, che ci portano a ritenere che il Pugnitello sia un clone di Montepulciano caratterizzato da un grappolo leggermente più piccolo (figura 6).

**Tabella 1:** profili genetici di Montepulciano e Pugnitello a confronto. Sono riportate le lunghezze alleliche (rispetto ad uno standard di riferimento) di 12 loci microsatellite (fonte: <http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php?codice=150> per il Montepulciano, <http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php?codice=371> per il Pugnitello).

Locus	Montepulciano		Pugnitello	
VVS2	N+10	N+22	N+10	N+22
VVMD5	N+4	N+6	N+4	N+6
VVMD7	N+18	N+18	N+18	N+18
VVMD25	N+4	N+6	N+4	N+6
VVMD27	N+14	N+19	N+14	N+19
VVMD28	N+18	N+28	N+18	N+28
VVMD32	N+23	N+37	N+23	N+37
VrZAG62	N+16	N+26	N+16	N+26
VrZAG79	N+14	N+14	N+14	N+14
ISV2	N+20	N+48	N+20	N+48
ISV4	N+18	N+22	N+18	N+22
VMCNG489	N+30	N+28	N+30	N+28



**Figura 6:** Chioma e grappolo di Montepulciano (a sinistra) e di Pignitello (a destra) nel RNVV (<http://catalogoviti.politicheagricole.it/result.php>).

## CAPITOLO 2: SCOPO DELLA TESI

Lo studio delle condizioni che caratterizzano l'ambiente di coltivazione deve essere strategicamente associato alla conoscenza dell'andamento vegeto-produttivo della vite nello stesso ambiente. Infatti, seguire l'evoluzione del comportamento fenologico di uno specifico vitigno permette di eseguire valutazioni circa la correlazione tra la crescita della vite e gli stimoli indotti dall'ambiente. Questo genere di informazioni è da sempre risultato prezioso, dal momento che la conoscenza del comportamento di una pianta in un determinato ambiente, le cui caratteristiche sono soggette a variazioni non troppo ampie, permette di individuare il momento migliore per eseguire svariate operazioni colturali, dal trattamento fitosanitario alla raccolta, agevolando e di molto il lavoro all'agricoltore. A maggior ragione quindi queste informazioni hanno valore oggi, in un contesto di cambiamento climatico globale che sempre più influirà sull'andamento stagionale delle coltivazioni. Dalla fine del 19° secolo la temperatura media globale ha infatti visto un costante incremento registrando, dal 1970, un aumento di 0,2 °C per decennio. Tra il 2012 e il 2022 la temperatura della superficie terrestre in Europa è risultata di 1,99 °C più calda rispetto all'epoca preindustriale (Agenzia Europea dell'ambiente, 2022). L'aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, gli innalzamenti termici, la riduzione delle precipitazioni e la frequenza sempre maggiore con cui si verificano gli eventi climatici estremi possono alterare il ciclo di crescita della vite, modificare il suo areale di coltivazione ed avere effetti sulla diffusione e sul comportamento di patogeni e parassiti (Palliotti et al., 2018). Noto il significativo ruolo multifunzionale che la viticoltura riveste per la Regione Marche, condurre un'agricoltura sempre più innovativa, evoluta dal punto di vista tecnologico, in grado di far fronte alle sfide sempre più ardue poste dal cambiamento climatico risulta necessario per riuscire a fronteggiare gli innalzamenti termici e le carenze idriche estive e continuare ad assicurare un livello elevato di qualità delle uve e dei vini. La disponibilità di informazioni relative alla fenologia dei vitigni diffusi nella Regione da mettere in relazione con il decorso meteorologico stagionale costituisce dunque un aspetto di fondamentale importanza per la definizione di strategie che trovino riscontro applicativo in campo. L'indagine oggetto della presente ricerca è stata condotta all'interno di un ampio progetto di ricerca che ha partecipato al Bando MISE emanato con Decreto

Ministeriale del 2 agosto 2019 (pubblicato nel numero 221 della Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 20 settembre 2019): Intervento a sostegno di progetti di ricerca e sviluppo nei settori applicativi della Strategia nazionale di specializzazione intelligente relativi a “Fabbrica intelligente”, “Agrifood”, “Scienze della vita” e “Calcolo ad alte prestazioni” ai sensi del Capo II, «procedura negoziale», del decreto del 5 marzo 2018. Il progetto di ricerca, che coinvolge quattro partner (tre aziende private, nello specifico la società cooperativa Terre Cortesi Moncaro, APRA srl e Prodotti Alimentari Brunori srl, e un ente di ricerca rappresentato dall’Università Politecnica delle Marche), è stato intitolato “Nuove tecnologie di prodotto per il Food & Wine tipico della tradizione italiana MADE IN ITALY, processo intelligente, integrato, ed interconnesso nella logica di agricoltura di precisione ed industria 4.0, tracciabilità della supply chain, metodi e servizi in ottica blockchain ed in accordo con i criteri del biologico, sostenibilità, sicurezza, design, competitività e globalizzazione”, successivamente riassunto in MISE-Agrifood (ID domanda: MCC 9936, decreto di concessione 81 del 19 gennaio 2023). Il progetto MISE-Agrifood è stato avviato nel gennaio 2021 e riguarda diverse linee di ricerca, tra cui quelle relative allo studio del comportamento fenologico dei vitigni. Nello specifico l’indagine oggetto della presente ricerca ha come scopo lo studio della fenologia e dei fenomeni di crescita delle viti in diverse realtà viticole appartenenti alla zona del Conero e del Piceno nelle annate 2022 e 2023, e si concentra sulla cultivar Montepulciano, vitigno di rilevante importanza tra quelli tradizionali della Regione, che necessita di essere accompagnato da una maggiore disponibilità di informazioni circa il suo comportamento fenologico in un’ottica previsionale in merito al contesto di cambiamento climatico permanente che si prospetta nel prossimo futuro. L’indagine in questione prende in considerazione due fattori di variabilità insieme ad un fattore “fisso” rappresentato dal vitigno: è stato infatti preso in considerazione lo sviluppo vegeto-produttivo di piante di vite di Montepulciano osservandone l’evoluzione durante le annate 2022 e 2023 nelle due aree viticole oggetto di analisi, rappresentate dal Conero e dal Piceno, così da poter effettuare un raffronto sulla fenologia del Montepulciano in annate diverse, fattore in cui la variabilità è garantita dall’alea dell’andamento meteorologico, ed in territori diversi, che spesso di per sé godono di dissimili proprietà pedoclimatiche.

## CAPITOLO 3: MATERIALI E METODI

L'indagine oggetto della presente ricerca è stata svolta in 10 vigneti sperimentali, di cui 6 dislocati nell'area del Conero e 4 in quella del Piceno. Tutti i vigneti dell'area del Conero sono localizzati in provincia di Ancona, mentre quelli del Piceno sono tutti nella provincia di Ascoli Piceno. I vigneti sono perlopiù nominati con i nomi delle località in cui si trovano oppure con quello del proprietario o dell'affittuario; per la zona del Conero sono:

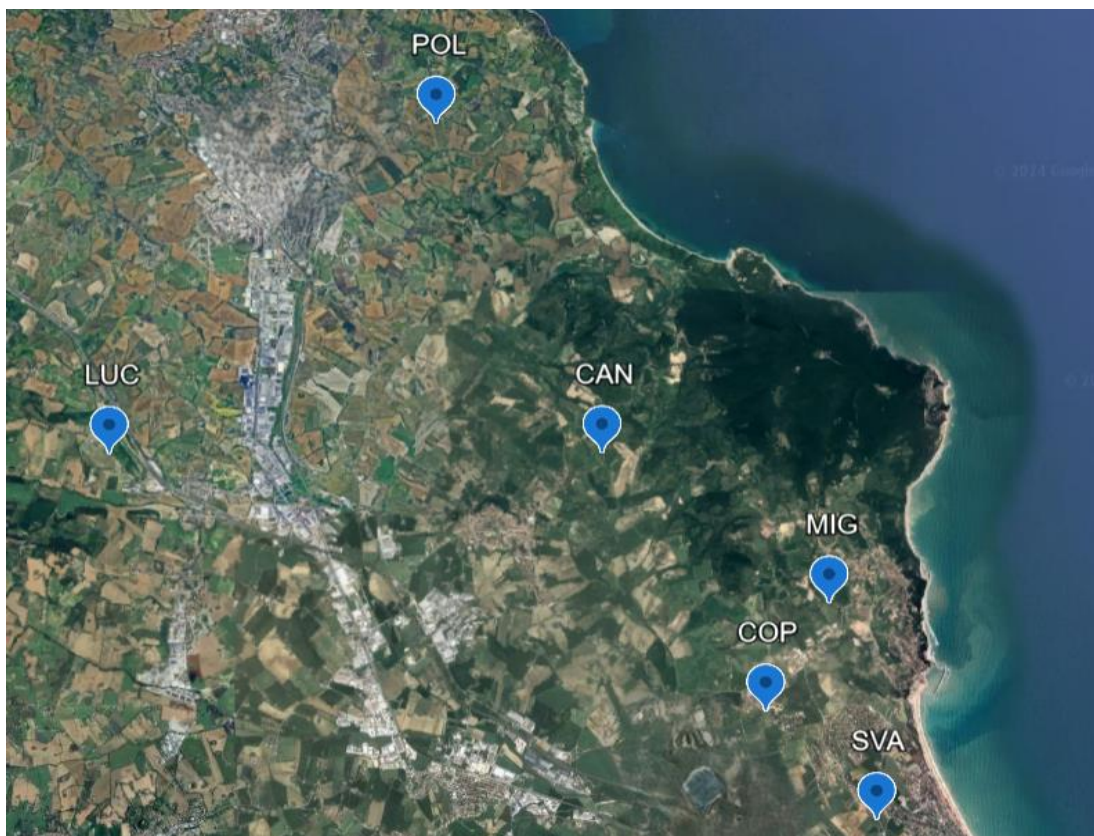
- Cantori (CAN);
- Coppo (COP);
- Lucilla (LUC);
- Mignanelli (MIG);
- Polenta (POL);
- Svarchi (SVA).

mentre per la zona del Piceno sono:

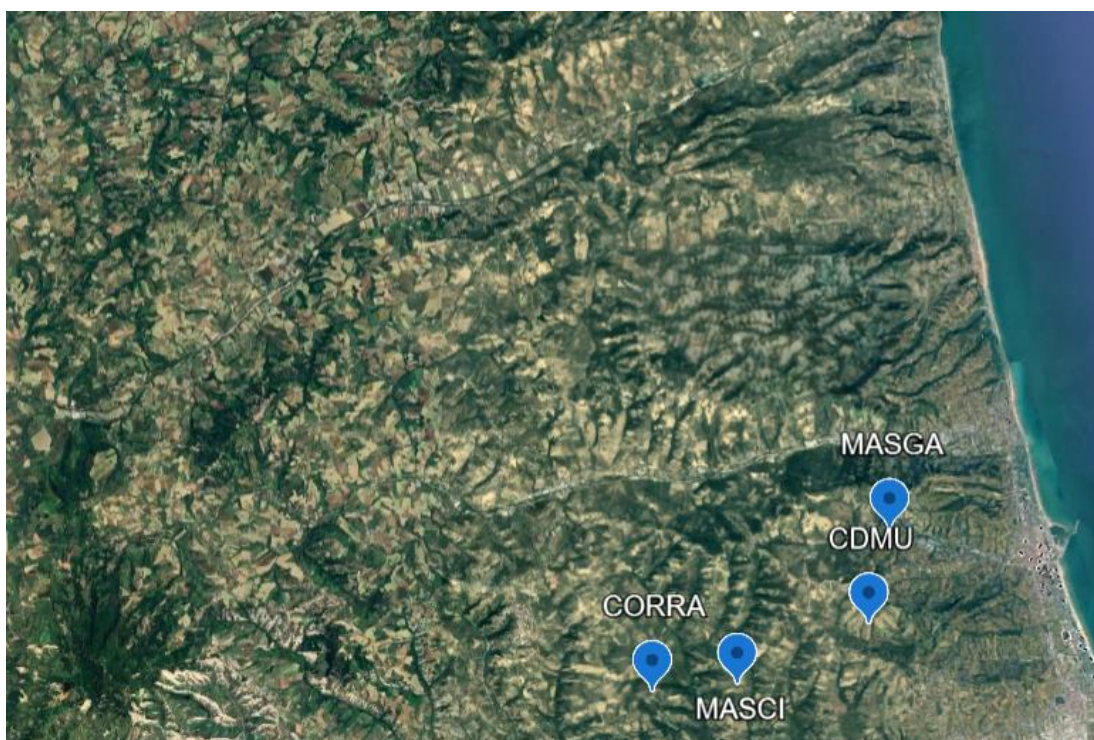
- Campo delle Mura (CDMU);
- Corradetti (CORRA);
- Marconi/Sciarroni (MASCI);
- Marcantoni/Sgariglia (MASGA).

La geolocalizzazione dei vigneti in cui sono stati condotti i rilievi sperimentali è riportata alle figure 7 e 8.

I vigneti oggetto di indagine fenologica sono stati dotati tra la primavera e l'estate 2022 di stazioni meteorologiche in grado di registrare la temperatura dell'aria ad intervalli di 30 minuti e le precipitazioni cumulate giornaliere.



*Figura 7: localizzazione satellitare dei vigneti sperimentali della zona del Conero.*



*Figura 8: localizzazione satellitare dei vigneti sperimentali della zona del Piceno.*

Per quanto riguarda le caratteristiche dei vigneti, tutti quelli selezionati sono allevati a contropalliera con sistema di potatura a tralcio rinnovato (Guyot), sia mono che bilaterale. La distanza tra le file è compresa in generale tra i 2,2 ed i 3 m, e si esprime con una variabilità maggiore nei vigneti del Conero (tra i 2,2 ed i 3 m) rispetto a quelli del Piceno (tra i 2,6 ed i 3 m). La distanza sulla fila varia complessivamente tra 0,8 e 1,5 m, ed in questo caso è nel Piceno che esprime maggiore variabilità (tra 1 e 1,5 m), rimanendo invece più stabile nel Conero (tra 0,8 ed 1 m). Nella zona Conero troviamo le densità di impianto più alte (da un minimo di 3333 a un massimo di 5681 viti/ha) e distanze d'impianto comprese tra un minimo di 2,2x0,8 m e un massimo di 3x1,0 m. Nel Piceno le densità di impianto risultano più contenute rispetto al Conero (da un minimo di 2222 a un massimo di 3846 viti/ha) e le distanze d'impianto sono comprese tra un minimo di 2,6x1,0 m e un massimo di 3x1,5 m (tabella 2).

**Tabella 2:** localizzazione, distanze e densità d'impianto dei vigneti sperimentali.

<b>Parcella</b>	<b>Comune</b>	<b>Zona</b>	<b>Distanza tra filari (m)</b>	<b>Distanza sulla fila (m)</b>	<b>Densità delle viti (n°/ha)</b>
<i>CAN</i>	Camerano	Conero	3,0	1,0	3333
<i>COP</i>	Sirolo	Conero	2,2	0,8	5681
<i>LUC</i>	Ancona	Conero	3,0	1,0	3333
<i>MIG</i>	Sirolo	Conero	2,2	0,8	5681
<i>POL</i>	Ancona	Conero	2,2	0,8	5681
<i>SVA</i>	Numana	Conero	2,6	0,8	4807
<i>CDMU</i>	Monteprandone	Piceno	3,0	1,5	2222
<i>CORRA</i>	Offida	Piceno	2,9	1,2	2873
<i>MASCI</i>	Monsampolo	Piceno	3,0	1,0	3333
<i>MASGA</i>	Acquaviva Picena	Piceno	2,6	1,0	3846

All'interno di ciascuno dei 10 vigneti selezionati è stata individuata una parcella costituita da 4 filari contigui su cui eseguire rilievi fenologici, produttivi e vegetativi. L'individuazione delle parcelle è stata condotta dal personale Moncaro che ha preso in esame le mappe di vigore ottenute dai dati registrati dai satelliti Sentinel-2 per il triennio 2019-2021 e ha selezionato una parcella con livelli di NDVI rappresentativi dell'intero vigneto. Le informazioni derivanti dalle mappe di vigore sono state sottoposte ad una prima verifica soggettiva in campo, basata sull'osservazione visiva delle viti.

La tabella 3 riporta la localizzazione geografica delle parcelle sperimentali, assieme alla loro caratterizzazione altimetrica. Come si nota, le quote altimetriche medie dei vigneti in esame sono comprese tra un minimo di 50 m e un massimo di 126 m per la zona del Conero, e tra un minimo di 88 m e un massimo di 188 m per la zona del Piceno. Risalta subito la differenza di quota media complessiva tra la zona del Conero e quella del Piceno: infatti,

mediamente le parcelle della zona del Conero si trovano ad una quota di 88 m, mentre quelle del Piceno ad una di 138 m. Altro dato da sottolineare è come in entrambe le zone il valore minimo (50 m per la zona Conero ed 88 m per la zona Piceno) risulti aberrante rispetto agli altri, indicando che le parcelle, a prescindere dalla zona, si trovano perlopiù a quote effettivamente superiori a quelle espresse dal valore medio complessivo. Altro dato da sottolineare è come la variabilità del valore sia maggiore nella zona del Piceno rispetto a quella della zona del Conero.

**Tabella 3:** localizzazione geografica delle parcelle sperimentali assieme al valore medio della quota.

<b>Parcelle</b>	<b>Località</b>	<b>Zona</b>	<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Quota media (m s.l.m.)</b>
<i>CAN</i>	Camerano	Conero	43°32'18" N	13°34'08" E	126
<i>COP</i>	Sirolo	Conero	43°30'16" N	13°35'48" E	110
<i>LUC</i>	Ancona	Conero	43°32'17" N	13°29'06" E	98
<i>MIG</i>	Sirolo	Conero	43°31'07" N	13°36'27" E	100
<i>POL</i>	Ancona	Conero	43°34'53" N	13°32'26" E	98
<i>SVA</i>	Numana	Conero	43°29'25" N	13°36'56" E	50
<i>CDMU</i>	Monteprandone	Piceno	42°55'58" N	13°49'13" E	188
<i>CORRA</i>	Offida	Piceno	42°54'54" N	13°44'42" E	143
<i>MASCI</i>	Monsampolo	Piceno	42°55'00" N	13°46'27" E	159
<i>MASGA</i>	Acquaviva Picena	Piceno	42°57'24" N	13°49'40" E	88

### 3.1 Rilievi fenologici del ciclo vegetativo

I rilievi fenologici relativi al ciclo vegetativo sono stati condotti in ciascuno dei 10 vigneti secondo il protocollo messo a punto dall'Università Politecnica delle Marche (Univpm) in accordo con Moncaro. All'interno di ogni vigneto è stata selezionata una parcella costituita da 2 gruppi di 5 viti poste su 2 filari adiacenti, per un totale di 10 viti. Su ciascuna delle 10 viti di ogni parcella sono stati esaminati gli ultimi 8 nodi del capo a frutto, per un totale di 80 nodi per parcella. Quando le viti erano state allevate lasciando due capi a frutto (sistema bilaterale o doppio) si è concordato di scegliere preferibilmente il capo a frutto rivolto verso monte. Nei rari casi in cui quest'ultimo risultava mancante o non sufficientemente lungo, è stato considerato il capo a frutto rivolto verso valle. L'evoluzione fenologica delle gemme e successivamente dei germogli è stata annotata di volta in volta su una scheda predisposta per ciascuna rilevazione in modo da poter verificare agevolmente la condizione registrata nel rilievo precedente, assicurando in questo modo precisione e coerenza ai rilievi stessi (figura 9).



F__	P__	V__	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 5	NODO 6	NODO 7	NODO 8
Rilievo No. 1										
Rilievo No. 2										
Rilievo No. 3										
Rilievo No. 4										
Rilievo No. 5										

**Figura 9:** modello di tabella usata per la raccolta dei dati nei vigneti sperimentali. F, P, e V stanno rispettivamente per fila, palo e vite; ad ogni vigneto è stata associata una scheda con una sequenza consecutiva di tabelle, una per ciascun giorno di raccolta dei dati.

I rilievi fenologici, condotti singolarmente per ciascun nodo del capo a frutto di 10 viti per parcella, hanno riguardato le diverse fasi di sviluppo delle gemme e la formazione del germoglio e si sono basati sulla classificazione proposta da Baggiolini (figura 10), che può essere così riassunta: fase A, gemma ferma, ancora nella fase di riposo vegetativo; fase B, fiocco di cotone, segna l'inizio dello sviluppo delle gemme che si rigonfiano e fanno cadere le perule; fase C, punta verde, la pagina inferiore dei primordi fogliari inizia a palesarsi; fase D, margini fogliari visibili, i bordi delle foglie non ancora spiegate diventano ben visibili; fase E, foglie spiegate, almeno una foglia spiega la sua lamina, che si distanzia dall'asse centrale. La fase E corrisponde alla formazione del germoglio, la cui crescita è stata seguita misurando la lunghezza del suo asse principale e andando a contare il numero di foglie di volta in volta spiegate. Sono state pertanto valutate le Fasi E1 (una foglia spiegata), E2 (2 foglie spiegate), E3 e così via (figura 11).



**Figura 10:** classificazione delle fasi fenologiche della gemma di vite secondo Baggiolini, modificata da Univpm (fonte: Univpm).



**Figura 11:** superata la fase E, quella di formazione del germoglio, il numero associato alla E corrisponde al numero di foglie completamente spiegate, come indicato nel vademecum (fonte: Univpm).

I rilievi sono iniziati dalla fine del mese di marzo, in concomitanza del risveglio vegetativo, e sono stati ripetuti a cadenza pressoché settimanale fino a metà giugno, per chiudersi attorno

agli inizi di luglio quando la crescita dei germogli si era conclusa o fortemente rallentata. I primi rilievi, con le gemme appena uscite dalla dormienza, sono stati relativamente veloci, per via della sola valutazione della fase fenologica e nessuna misurazione. Andando avanti con la stagione, i rilievi sono divenuti progressivamente sempre più lunghi e complicati per via dell'aumento del numero di foglie da contare e per la crescente lunghezza dei germogli da misurare.

In seguito alla formazione del germoglio, sono iniziate le misure della lunghezza del suo asse principale ed il conteggio del numero delle foglie. Le foglie sono state contate a partire dalla base del germoglio, fino all'ultima foglia totalmente spiegata. I dati sono stati poi archiviati in un foglio elettronico e successivamente elaborati (figure 12 e 13) per poi essere rappresentati graficamente.

Lunghezza del germoglio cm					Data	Giorno 136								
					16/05/2023									
					Lung	Parcelle	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 5	NODO 6	NODO 7	NODO 8
					media	32,3	48,625	36,14286	36,625	28,28571	17,125	26,875	34,85714	29,83333
					dev st	16,4	19,8	15,4	8,6	7,4	8,7	14,3	15,3	22,3
					CV	51	41	43	23	26	51	53	44	75
31/12/2022														
Cultivar	Vigneto	Fila	Palo	Vite	DATA	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 5	NODO 6	NODO 7	NODO 8	
Montepulciano	LUCILLA	26	7	1	16/05/2023	45	30	50		2			24	
Montepulciano	LUCILLA	26	7	2	16/05/2023	62		42	30	15	5	25	32	
Montepulciano	LUCILLA	26	7	3	16/05/2023	68	50			27		42		
Montepulciano	LUCILLA	26	7	4	16/05/2023	67	60				30	20	40	
Montepulciano	LUCILLA	26	7	5	16/05/2023			25	30	18	20		8	
Montepulciano	LUCILLA	27	6	1	16/05/2023	45		32	40	22	46	45		
Montepulciano	LUCILLA	27	6	2	16/05/2023		45	32	25	15	24			
Montepulciano	LUCILLA	27	6	3	16/05/2023	22	22	42	25	10	22	25	8	
Montepulciano	LUCILLA	27	6	4	16/05/2023	18	22	42	16	28	48	62	67	
Montepulciano	LUCILLA	27	6	5	16/05/2023	62	24	28	32		20	25		

**Figura 12:** esempio di tabella per l'archiviazione dei dati relativi alla lunghezza dei germogli.

Foglie germoglio No.					Data	Giorno 136								
					16/05/2023									
					Foglie No.	Parcelle	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 5	NODO 6	NODO 7	NODO 8
					media	8,6	11,5	9,428571	9,25	8	6,25	8	8,428571	7,333333
					dev st	2,4	1,6	2,4	1,7	1,6	2,5	1,8	1,6	2,3
					CV	28	14	25	18	20	40	22	19	31
31/12/2022														
Cultivar	Vigneto	Fila	Palo	Vite	DATA	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 5	NODO 6	NODO 7	NODO 8	
Montepulciano	LUCILLA	26	7	1	16/05/2023	11	9	12		2			8	
Montepulciano	LUCILLA	26	7	2	16/05/2023	11		10	9	6	5	8	9	
Montepulciano	LUCILLA	26	7	3	16/05/2023	13	12			9		9		
Montepulciano	LUCILLA	26	7	4	16/05/2023	14	13				11	7	9	
Montepulciano	LUCILLA	26	7	5	16/05/2023			7	10	5	7		4	
Montepulciano	LUCILLA	27	6	1	16/05/2023	12		9	7	7	9	10		
Montepulciano	LUCILLA	27	6	2	16/05/2023		10	10	8	8	8			
Montepulciano	LUCILLA	27	6	3	16/05/2023	10	7	10	8	4	9	7	5	
Montepulciano	LUCILLA	27	6	4	16/05/2023	9	7	9	5	9	8	11	9	
Montepulciano	LUCILLA	27	6	5	16/05/2023	12	8	7	9		7	7		

**Figura 13:** esempio di tabella per l'archiviazione dei dati relativi al numero di foglie per germoglio.

### 3.2 Rilievi fenologici del ciclo riproduttivo

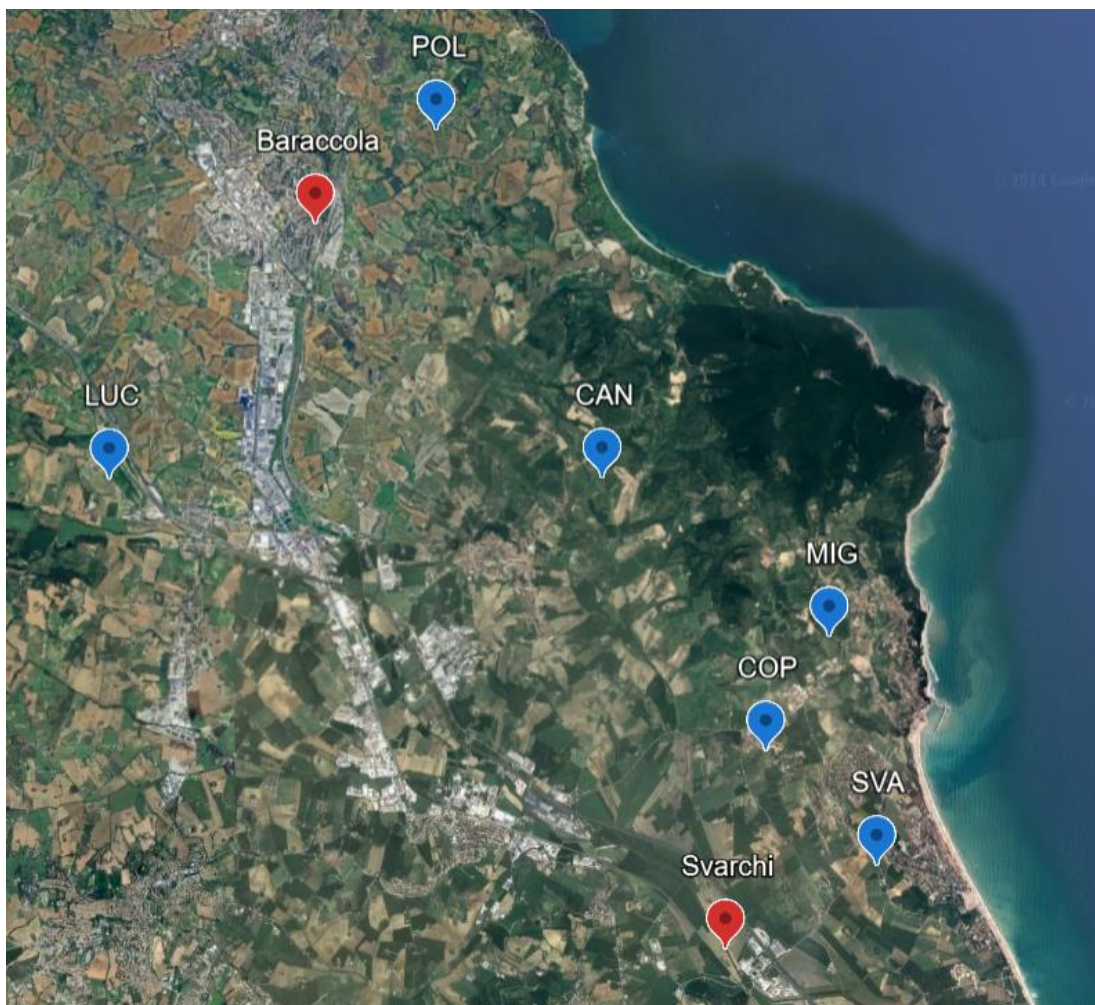
I rilievi per il monitoraggio della maturazione delle uve sono iniziati in prossimità dell'invasatura e sono proseguiti fino alla vendemmia a cura del partner Moncaro, che ha prelevato acini integri nei due filari contigui a quelli in cui erano stato condotti i rilievi fenologici del ciclo vegetativo e che presentavano i medesimi valori di NDVI. In questo caso il numero di viti coinvolte era superiore a quello precedente in quanto sono stati campionati almeno 100 acini passando nell'interfila e raccogliendo metà acini nel filare destro e metà nel filare sinistro, facendo attenzione ad eseguire i prelievi in punti diversi del grappolo (basale, mediano, apicale) così da rendere più rappresentativo il campione. Gli acini sono stati riposti in un sacchetto di plastica su cui era riportato il codice univoco del campione. Il campione è stato conservato in frigorifero portatile e trasferito in laboratorio per essere sottoposto ad analisi. Gli acini, dopo essere stati pesati, sono stati schiacciati accuratamente, il mosto è stato separato dalle parti solide e poi centrifugato. Un'aliquota del mosto limpido è stata impiegata per la determinazione di gradi Brix, acidità totale e pH usando uno strumento, il WineScan™, che adotta la tecnologia al medio infrarosso (FTIR): il campione di mosto viene scansionato nell'intervallo di lunghezze d'onda del medio infrarosso, la luce è assorbita dal campione a seconda dei costituenti (zuccheri, acidi organici, ecc.) che lo compongono, il valore di assorbimento è tradotto attraverso un modello matematico nel dato di concentrazione dei vari componenti. Anche in questo caso, i dati ottenuti sono stati archiviati in un foglio elettronico.

### 3.3 Dati meteorologici

Oltre alla valutazione del decorso termico e pluviometrico delle stagioni d'indagine 2022 e 2023 è stata condotta la caratterizzazione climatica del periodo 2012-2021, con l'obiettivo di confrontare il biennio di indagine 2022-23 con una serie storica di dati. Sia per il 2022 che per il 2023 è stato preso in analisi l'intero anno solare. Nell'analisi sono stati utilizzati i dati termici e pluviometrici registrati e messi a disposizione dalla Protezione Civile delle Marche (<http://app.protezionecivile.marche.it/sol/indexjs.sol?lang=it>). Le stazioni prese in considerazione, selezionate sulla base della loro vicinanza ai vigneti e della quota, sono le seguenti per la zona del Conero (figura 14):

-Stazione termo-pluviometrica Baraccola (codice stazione 613; codici sensori RT-2854 RT-2855), quota 52 m s.l.m.;

-Stazione termo-pluviometrica Svarchi (codice stazione 166; codici sensori RT-2817 e RT-2818), quota 6 m s.l.m.



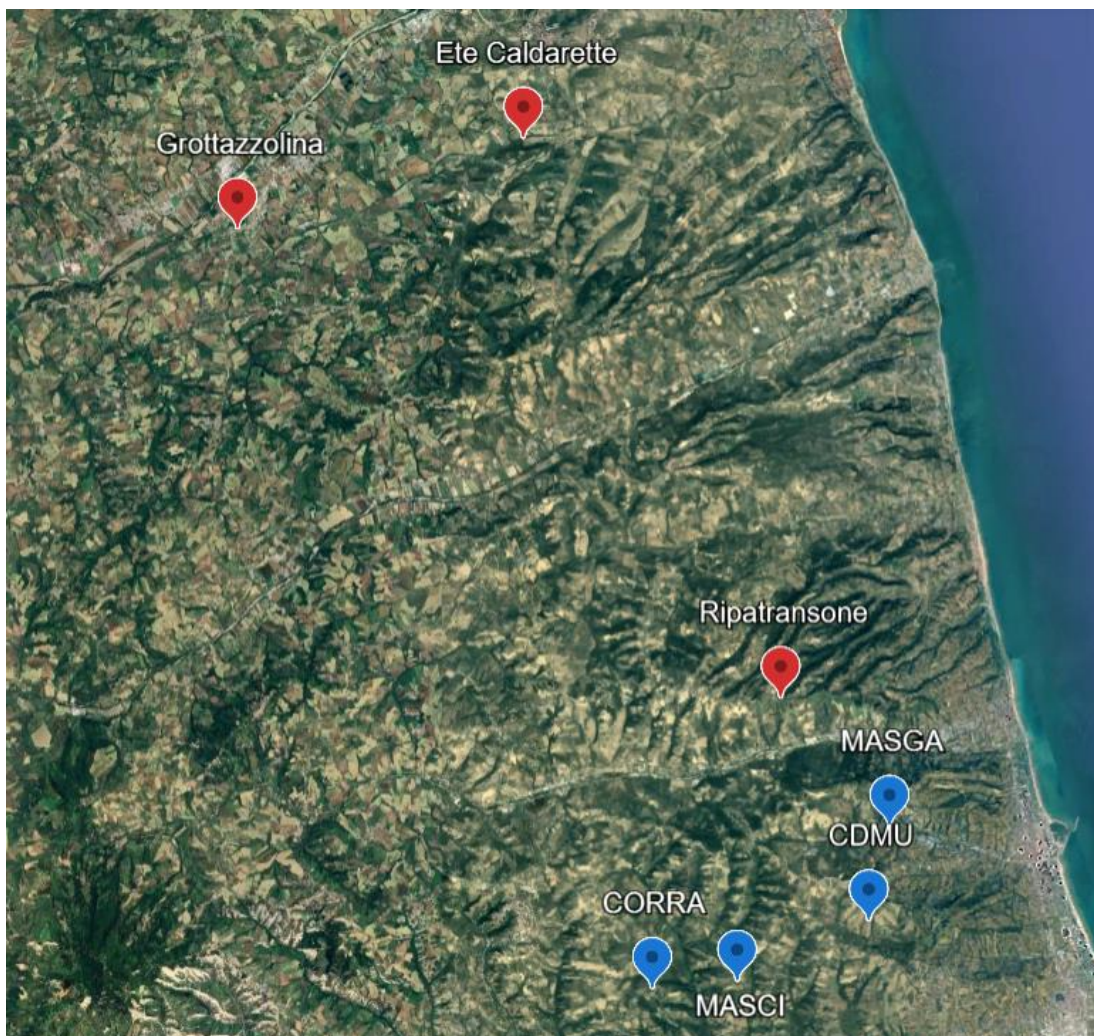
**Figura 14:** localizzazione satellitare delle stazioni della Protezione Civile (segnaposto rosso) e dei vigneti sperimentali della zona del Conero (segnaposto blu).

Per la zona del Piceno (figura 15):

-Stazione termo-pluviometrica Grottazzolina (codice stazione 147; codici sensori RT-1623 e RT-1625), quota 200 m s.l.m.;

-Stazione termica di Ete Caldarette (codice stazione 22; codice sensore RT-2898); quota 48 m s.l.m.;

-Stazione pluviometrica di Ripatransone (codice stazione 2270; codice sensore RM-2183) quota 494 m s.l.m. per il 2012-2014), rilocalizzata nel 2014 (codice stazione 716; codice sensore RT-3006, quota 409 m s.l.m.).



**Figura 15:** localizzazione satellitare delle stazioni della Protezione Civile (segnaposto rosso) e dei vigneti sperimentali della zona del Piceno (segnaposto blu).

Per l'intero periodo 2012-2023 sono stati estratti i dati delle temperature medie mensili e delle precipitazioni cumulate mensili. È stata verificata la qualità dei dati e, ove necessario, si è fatto ricorso ad una ricostruzione dei dati mancanti sulla base delle registrazioni effettuate da stazioni affini.

Per il biennio di indagine 2022-2023 sono stati estratti dal sito della Protezione Civile anche i valori delle temperature medie giornaliere. I dati registrati da ciascuna stazione meteorologica su base oraria sono stati elaborati per calcolare i valori della temperatura media giornaliera ( $T_{med}$ ), che sono stati usati per il successivo calcolo delle temperature attive (TA) necessarie al computo dei cumuli termici e dei GG. La formula è la seguente:

$$TA = T_{med} - 10 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (se } T_{med} > 10 \text{ } ^\circ\text{C}; \text{ se } T_{med} \leq 10 \text{ } ^\circ\text{C, allora } TA = 0$$

Le TA sono state poi cumulate a partire dal 1° marzo di ogni anno per valutare le risorse termiche disponibili per la crescita e lo sviluppo fenologico della vite. Il calcolo dei cumuli termici è stato effettuato per il biennio 2022-23 sia a partire dai dati estratti dalle stazioni meteorologiche della Protezione Civile, sia a partire dai dati registrati da stazioni meteorologiche che il partner Moncaro ha installato tra la primavera e l'estate del 2022 all'interno di ciascun vigneto.

### **3.4 Analisi statistica dei dati**

I dati fenologici sono stati elaborati calcolando, alle date dei rilievi, la percentuale di gemme in ciascuna fase fenologica. Ciascuna fase è stata considerata raggiunta quando il 50% delle gemme si trovava in quella specifica fase o in fasi successive usando step giornalieri. La determinazione del giorno di raggiungimento di ogni fase ha frequentemente richiesto l'interpolazione dei dati ottenuti in due misurazioni successive: è stata calcolata la velocità giornaliera con cui le gemme evolvevano da una fase a quelle successive per poi sottrarla o aggiungerla al valore rilevato più prossimo a 50. Le relazioni tra temperatura e velocità di crescita dei germogli sono state studiate attraverso lo studio della regressione lineare. La dispersione dei dati rispetto alla curva di regressione è stata valutata impiegando il coefficiente di determinazione  $R^2$ . I dati vegetativi, produttivi e qualitativi sono stati sottoposti all'analisi della varianza secondo uno schema a randomizzazione completa e la separazione delle medie è stata condotta calcolando la Differenza Minima Significativa.

## CAPITOLO 4: RISULTATI E DISCUSSIONE

Di seguito vengono riportati i risultati relativi al decorso meteorologico del biennio di indagine a confronto con i dati del decennio precedente (2012-2021), eseguita attraverso l'utilizzo dei dati registrati dalle stazioni della Protezione Civile della Regione Marche presenti nelle vicinanze dei vigneti oggetto di indagine fenologica negli anni 2022 e 2023. Seguono i risultati sull'evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nei vigneti selezionati nella zona del Conero e del Piceno e lo studio della relazione tra temperatura e sviluppo fenologico, per concludere con informazioni sulla composizione delle uve durante la maturazione.

### 4.1 Decorso termico del biennio di indagine 2022-2023 a confronto con il decennio precedente (2012-2021)

Il decorso meteorologico del biennio di indagine a confronto con il decennio precedente (2012-2021) è stato condotto impiegando i dati delle stazioni meteorologiche della Protezione Civile della Regione Marche e verrà analizzato dapprima separatamente per ogni stazione partendo da quelle della zona del Conero e proseguendo con quelle del Piceno, per poi passare ad un confronto diretto tra le stazioni basato sugli scarti dalle medie del decennio.

Osservando i dati raccolti dalla **stazione Baraccola** (tabella 4) emerge chiaramente che gennaio è mediamente il mese più freddo dell'anno (5,5 °C nel decennio 2012-2021), mentre luglio è quello più caldo (25,0 °C nel decennio 2012-21). Nell'arco del decennio 2012-2021 la temperatura media mensile della stagione invernale è rimasta sempre sotto la soglia dei 10 °C, variando tra un minimo di 2,7 °C registrato a febbraio 2012 e un massimo di 9,6 °C registrato a febbraio 2014. L'inverno 2022 ha presentato un gennaio con temperature sotto la media (4,3 °C; -1,2 °C rispetto al 2012-2021), un febbraio nella media del decennio precedente (7,0 °C *versus* 6,8 °C del 2012-2021) e un dicembre ben sopra la media (8,7 °C; + 2,3 °C rispetto al 2012-2021). L'inverno 2023 è risultato più mite del decennio 2012-2021 sia a gennaio (7,4 °C; +1,9 °C rispetto al 2012-2021) che a dicembre (9,5 °C; + 3,1 °C rispetto al 2012-2021), mentre febbraio è stato leggermente più rigido (6,3 °C; -0,5 °C rispetto al 2012-2021). In sintesi, gli ultimi due inverni sono stati segnati da un dicembre decisamente più mite rispetto al periodo precedente.



La stagione primaverile, nella media del decennio 2012-2021, presenta temperature medie mensili che salgono dai 9,5 °C di marzo ai 17,0 °C di maggio. La soglia termica dei 10 °C viene stabilmente superata ad aprile tutti gli anni e, meno frequentemente a marzo, evento registrato negli anni 2012, 2014, 2017 e 2019. Il mese di marzo è stato particolarmente freddo nel 2022 (6,9 °C; -2,5 °C rispetto al 2012-2021) e decisamente mite nel 2023 (11,3 °C; +1,8 °C rispetto al 2012-2021), mentre aprile ha presentato disponibilità termiche inferiori ai valori medi del 2012-2021 sia nel 2022 (12,0 °C; -1,0 °C rispetto al 2012-2021) che nel 2023 (12,1 °C; -0,9 °C rispetto al 2012-2021).

**Tabella 4:** temperature medie mensili (°C) registrate dalla stazione meteorologica Baraccola della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021.

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media	2022	2023
Gennaio	4,5	5,2	7,7	6,6	6,7	3,5	7,0	4,7	5,0	4,5	<b>5,5</b>	<b>4,3</b>	<b>7,4</b>
Febbraio	2,7	5,1	9,6	6,5	9,1	7,8	4,7	6,6	8,7	7,7	<b>6,8</b>	<b>7,0</b>	<b>6,3</b>
Marzo	11,0	9,0	10,4	9,5	9,6	10,7	8,1	10,3	9,0	7,8	<b>9,5</b>	<b>6,9</b>	<b>11,3</b>
Aprile	13,2	13,7	13,5	12,7	13,7	13,2	14,9	12,5	12,1	10,8	<b>13,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12,1</b>
Maggio	16,4	16,5	16,7	18,1	16,9	17,8	18,7	14,8	17,4	17,1	<b>17,0</b>	<b>18,5</b>	<b>16,9</b>
Giugno	23,3	20,4	21,4	21,6	21,1	23,8	22,4	23,6	21,0	23,3	<b>22,2</b>	<b>24,4</b>	<b>21,9</b>
Luglio	26,1	23,9	22,5	26,6	24,9	25,2	24,7	24,8	23,8	25,5	<b>25,0</b>	<b>25,6</b>	<b>25,9</b>
Agosto	25,4	23,7	22,9	23,9	22,9	25,7	25,0	24,9	24,9	24,6	<b>24,4</b>	<b>24,3</b>	<b>23,9</b>
Settembre	19,8	19,4	18,5	20,6	20,1	18,6	20,1	19,8	20,0	19,8	<b>19,7</b>	<b>19,3</b>	<b>21,6</b>
Ottobre	15,9	15,6	16,7	14,8	14,5	14,5	15,5	15,9	13,7	13,8	<b>15,1</b>	<b>15,9</b>	<b>19,1</b>
Novembre	12,0	11,8	12,5	10,0	11,0	9,9	11,6	12,4	10,1	11,2	<b>11,2</b>	<b>11,2</b>	<b>11,6</b>
Dicembre	4,9	5,8	7,6	6,5	5,6	5,8	5,7	8,0	7,4	6,7	<b>6,4</b>	<b>8,7</b>	<b>9,5</b>

La primavera del 2022, dopo un avvio decisamente freddo, si è chiusa con un maggio decisamente caldo (18,5 °C; +1,5 °C rispetto al 2012-2021). Diversamente, la primavera del 2023 ha avuto un inizio caldo a marzo (11,3 °C), un brusco rallentamento ad aprile (12,1 °C) e un ritorno alla norma a maggio (16,9 °C).

La stagione estiva, nella media del decennio 2012-2021, presenta temperature medie mensili che si collocano a 22,2 °C a giugno per salire a 25,0 °C a luglio e scendere leggermente ad agosto (24,4 °C). I valori medi del decennio 2012-2021 sono piuttosto alti e si collocano tra livelli considerati ottimali per la vite e potenziali condizioni di eccesso termico. L'estate del 2022 è stata calda, soprattutto in partenza: giugno (24,4 °C) è stato infatti il più caldo in assoluto dell'intero periodo 2012-2023, con un aumento di 2,2 °C rispetto alla media del decennio di riferimento, luglio (25,6 °C) è stato più caldo di 0,6 °C rispetto al riferimento, mentre agosto (24,3 °C) ha presentato valori in linea con il decennio 2012-2021. L'estate del

2023 ha visto con giugno (21,9 °C) un avvio più fresco sia rispetto al 2022 (24,4 °C), sia rispetto alla media del decennio di riferimento (22,2 °C); luglio (25,9 °C) ha espresso valori medi simili a quelli del 2022 (25,6 °C), ma quasi di 1 °C superiori rispetto al periodo 2012-2021 (25,0 °C); agosto (23,9 °C) è stato appena più fresco sia del 2022 (24,3 °C), sia del riferimento (24,4 °C).

La stagione autunnale ha presentato temperature via via decrescenti che vanno dai 19,7 °C di settembre ai 11,2 °C di novembre nel decennio 2012-2021. Le temperature medie mensili del periodo autunnale non sono mai scese sotto i 10 °C, tranne a novembre 2017 (9,9 °C). L'autunno del 2022 non ha mostrato valori diversi in modo marcato da quelli del periodo di riferimento: l'unica variazione degna di nota è stata quella di ottobre (15,9 °C), che è risultato di 0,8 °C più temperato rispetto al decennio di riferimento. L'autunno del 2023 è stato invece particolarmente mite soprattutto nei primi due mesi, con aumenti importanti delle temperature medie rispetto al decennio di riferimento sia a settembre (+1,9 °C) che ad ottobre (+4 °C); novembre (11,6 °C) si è invece mantenuto in linea con la media 2012-2021 (11,2 °C). Da notare infine, che nel 2023 si sono avuti il settembre e l'ottobre più caldi degli ultimi 12 anni.

Procedendo con l'analisi dei dati raccolti dalla **stazione Svarchi** (tabella 5), si nota chiaramente che gennaio è mediamente il mese più freddo dell'anno (6,8 °C nel decennio 2012-2021), mentre luglio è quello più caldo (24,9 °C nel decennio 2012-21). Nell'arco del decennio 2012-2021 la temperatura media mensile della stagione invernale è rimasta sempre sotto la soglia dei 10 °C, variando tra un minimo di 3,3 °C registrato a febbraio 2012 e un massimo di 11,1 °C registrato a febbraio 2018. L'inverno 2022 ha mostrato un dicembre ben al di sopra della media decennale (9,0 °C; +1,3 °C rispetto al 2012-2021), un gennaio con temperature sotto la media (5,5 °C; -1,3 °C rispetto al 2012-2021), un febbraio nella media del decennio precedente (8,0 °C *versus* 8,2 °C del 2012-2021). L'inverno 2023 è risultato più mite del decennio 2012-2021 sia a dicembre (8,8 °C; +1,1 °C rispetto al 2012-2021) che a gennaio (7,2 °C; +0,4 °C rispetto al 2012-2021), mentre febbraio è stato ben più rigido (6,1 °C; -2,1 °C rispetto al 2012-2021). In sintesi, anche per la stazione di Svarchi gli ultimi due inverni sono stati segnati da un dicembre decisamente più mite rispetto al periodo precedente.

**Tabella 5:** temperature medie mensili (°C) registrate dalla stazione meteorologica Svarchi della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021.

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media	2022	2023
Gennaio	5,5	6,0	8,2	7,1	8,0	5,1	9,1	7,0	6,0	5,6	<b>6,8</b>	<b>5,5</b>	<b>7,2</b>
Febbraio	3,3	5,3	10,2	7,1	9,8	9,3	11,1	7,7	9,4	8,7	<b>8,2</b>	<b>8,0</b>	<b>6,1</b>
Marzo	10,9	9,0	10,8	9,9	10,5	11,7	13,0	10,7	9,7	8,6	<b>10,5</b>	<b>7,6</b>	<b>10,8</b>
Aprile	13,3	13,7	13,6	12,7	14,1	13,4	16,7	12,8	12,4	11,2	<b>13,4</b>	<b>12,4</b>	<b>11,5</b>
Maggio	16,5	16,7	16,6	18,0	17,0	18,1	20,9	15,1	17,5	17,1	<b>17,3</b>	<b>18,5</b>	<b>16,7</b>
Giugno	22,9	20,4	21,2	21,8	21,4	24,2	24,0	23,5	21,0	23,1	<b>22,3</b>	<b>23,8</b>	<b>21,6</b>
Luglio	25,9	23,8	22,2	26,5	24,8	25,5	26,8	24,8	23,5	25,1	<b>24,9</b>	<b>25,2</b>	<b>25,1</b>
Agosto	25,3	23,7	22,8	24,4	23,3	26,2	27,1	25,1	24,9	24,6	<b>24,7</b>	<b>24,6</b>	<b>23,5</b>
Settembre	20,2	19,8	18,9	20,9	21,1	19,5	22,3	20,4	20,7	20,4	<b>20,4</b>	<b>19,8</b>	<b>21,3</b>
Ottobre	16,2	16,1	16,9	15,4	15,7	16,5	17,7	16,3	14,5	14,6	<b>16,0</b>	<b>16,4</b>	<b>18,9</b>
Novembre	12,4	12,4	13,1	11,2	12,3	11,9	13,4	12,8	11,1	12,0	<b>12,3</b>	<b>11,6</b>	<b>11,4</b>
Dicembre	5,6	7,3	8,2	7,7	7,4	8,3	8,1	8,6	8,4	7,8	<b>7,7</b>	<b>9,0</b>	<b>8,8</b>

La stagione primaverile ha mostrato un'evoluzione crescente delle temperature medie mensili passando dai 10,5 °C di marzo ai 17,3 °C di maggio nel decennio 2012-2021. Lo zero vegetativo di 10 °C della vite è stato comodamente superato tutti gli anni in aprile e nel 60% dei casi a marzo, dato che sono state registrate temperature medie mensili inferiori alla soglia nel 2013, 2015, 2020 e 2021. La primavera del 2022 è iniziata con il marzo più rigido degli ultimi 12 anni (7,6 °C; -2,9 °C rispetto alla media 2012-2021) ed è proseguita con un aprile fresco rispetto alla media (12,4 °C; -1 °C rispetto alla media 2012-2021), per terminare con un maggio decisamente più caldo (18,5 °C contro i 17,3 °C della media di riferimento). La primavera del 2023 si è invece aperta con un marzo (10,8 °C) in linea con la media del riferimento decennale, per proseguire con aprile più freddo (11,5 °C; -1,9°C rispetto alla media) e terminare con maggio più fresco (16,7 °C) della media decennale (17,3 °C).

La stagione estiva, nel decennio 2012-2021, ha presentato temperature crescenti da giugno (22,3 °C) a luglio (24,9 °C), per terminare con un agosto appena più fresco (24,7 °C). L'estate del 2022 è stata calda soprattutto all'inizio, con i 23,8 °C di giugno che hanno segnato un aumento di 1,5 °C rispetto alla media del decennio 2012-2021, mentre luglio ed agosto sono rimasti tutto sommato in linea con il decennio di riferimento. L'estate del 2023 si è rivelata invece più fresca della media soprattutto nel mese finale di agosto (23,5 °C), in cui si è registrata una diminuzione di 1,2 °C rispetto alla media 2012-2021.

Nel decennio 2012-2021 la stagione autunnale ha mostrato una diminuzione progressiva delle temperature medie mensili, da settembre (20,4 °C) a novembre (12,3 °C). In tutto il periodo le temperature medie mensili non sono mai scese al di sotto dei 10 °C, lo zero di

vegetazione della vite. L'autunno del 2022 è stato in linea di massima più fresco del decennio di riferimento, con riduzioni di temperatura media rispetto alla media 2012-2021 osservabili a settembre (19,8 °C) e novembre (11,6 °C), di -0,6 °C nel primo mese e di -0,7 °C nel secondo; solo ottobre è stato poco più caldo (16,4 °C), con differenze di scarso rilievo (di + 0,4 °C). L'autunno del 2023, al contrario, si è dimostrato decisamente mite nei primi due mesi, con aumenti di +0,9 °C a settembre (21,3 °C contro 20,4 °C) e +3,9 °C ad ottobre (18,9 °C contro 16,0 °C) rispetto alla media decennale, mentre novembre (11,4 °C) è stato più freddo di -0,9 °C rispetto alla media di riferimento (12,3 °C).

Passando alla zona del Piceno, l'analisi delle temperature medie mensili del decennio 2012-2021 della **stazione Grottazzolina** (tabella 6) conferma che gennaio è il mese più freddo (5,6 °C) e luglio quello più caldo (24,3 °C). Nell'arco del decennio 2012-2021 la temperatura media mensile della stagione invernale è rimasta sempre sotto la soglia dei 10 °C, variando tra un minimo di 2,4 °C registrato a gennaio 2017 ed un massimo di 9,3 °C registrato a febbraio 2014. Anche in questo caso l'inverno del 2022 è iniziato con un dicembre (9,2 °C) ben più mite rispetto alla media decennale (+2,7 °C rispetto alla media 2012-2021), un gennaio freddo (4,7 °C; -0,9 °C rispetto alla media di riferimento) ed un febbraio dalle temperature appena più tenui rispetto al riferimento, con un aumento di 0,7 °C. L'inverno del 2023 ha esibito temperature generalmente più alte rispetto al riferimento soprattutto a dicembre (9,4 °C), durante cui è stato registrato un aumento di 2,9 °C rispetto al periodo di riferimento ed è stato il più caldo del periodo 2012-2023, e a gennaio (7,0 °C; +1,4 °C rispetto alla media 2012-2021). Febbraio 2023 si è mantenuto invece in linea con la media 2012-2021. Complessivamente, si nota come le temperature di dicembre, sia 2022 che 2023, siano state di gran lunga più alte della media e come si siano avvicinate alla soglia dello zero di vegetazione della vite (10 °C).

La stagione primaverile si è distinta per un'evoluzione crescente delle temperature dai 9,4 °C di marzo ai 16,2 °C di maggio. Mentre ad aprile la soglia dei 10 °C è stata sempre superata a marzo le temperature sono state perlopiù inferiori, ed il limite è stato superato solo negli anni 2012, 2014, 2017 e 2019. La primavera 2022 ha visto un avvio freddo con marzo (6,7 °C) e aprile (11,2 °C) che hanno fatto registrare valori nettamente inferiori alla media 2012-2021 (9,4 °C a marzo e 12,7 °C ad aprile), mentre maggio è risultato decisamente caldo (18,9 °C), con un incremento di 2,6 °C se confrontato alla media 2012-2021 (16,2 °C). Nell'ambito dell'intero periodo 2012-2023 la primavera 2022 ha presentato dei livelli estremi: la temperatura media di maggio è stata la più alta in assoluto, quella di marzo la più bassa. La primavera 2023, invece, ha visto un avvio temperato con marzo (11,1 °C; +1,7 °C rispetto alla

media 2012-2021), aprile è stato più fresco della media di riferimento (11,6 °C; -1,1 °C rispetto alla media del decennio di riferimento) mentre maggio 2023 (16,5 °C) ha presentato livelli termici in media con il periodo 2012-2021.

**Tabella 6:** temperature medie mensili (°C) registrate dalla stazione meteorologica Grottazzolina della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021.

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media	2022	2023
Gennaio	5,3	5,5	7,4	6,7	6,4	2,4	7,2	4,0	6,1	5,0	<b>5,6</b>	<b>4,7</b>	<b>7,0</b>
Febbraio	3,0	4,5	9,3	5,9	8,8	8,0	3,6	7,4	9,0	7,9	<b>6,7</b>	<b>7,3</b>	<b>7,0</b>
Marzo	12,0	8,3	10,1	8,9	8,8	11,1	7,7	10,5	8,7	7,8	<b>9,4</b>	<b>6,7</b>	<b>11,1</b>
Aprile	12,7	13,3	12,8	12,4	13,1	12,7	14,8	12,1	12,3	10,4	<b>12,7</b>	<b>11,2</b>	<b>11,6</b>
Maggio	16,4	15,5	15,8	17,5	15,7	17,2	17,8	13,6	16,6	16,2	<b>16,2</b>	<b>18,9</b>	<b>16,5</b>
Giugno	23,5	19,8	20,9	20,9	20,1	23,1	21,1	23,5	20,0	22,8	<b>21,6</b>	<b>24,8</b>	<b>21,7</b>
Luglio	25,6	23,6	21,6	26,1	24,2	24,7	24,4	24,3	23,2	24,9	<b>24,3</b>	<b>26,2</b>	<b>25,9</b>
Agosto	25,6	23,4	22,2	23,3	22,1	25,7	24,1	24,6	24,3	24,0	<b>23,9</b>	<b>24,7</b>	<b>24,2</b>
Settembre	19,2	19,3	17,9	19,3	19,3	18,0	19,5	19,4	19,5	19,9	<b>19,1</b>	<b>19,6</b>	<b>21,5</b>
Ottobre	15,3	15,2	15,7	13,9	13,5	14,3	15,4	15,3	13,5	12,9	<b>14,5</b>	<b>17,4</b>	<b>19,1</b>
Novembre	11,6	10,5	12,1	10,1	10,4	9,3	10,6	11,6	10,2	10,3	<b>10,7</b>	<b>11,7</b>	<b>12,1</b>
Dicembre	5,1	6,4	7,2	6,8	6,4	5,9	6,2	7,9	7,0	6,4	<b>6,5</b>	<b>9,2</b>	<b>9,4</b>

La stagione estiva della stazione Grottazzolina ha avuto un decorso paragonabile a quello delle precedenti stazioni, con temperature crescenti tra giugno (21,6 °C) e luglio (24,3 °C) seguite da un lieve abbassamento ad agosto (23,9 °C). L'estate 2022 è stata particolarmente calda: giugno con 24,8 °C è stato il giugno più caldo in assoluto del periodo 2012-2023 (+3,2 °C rispetto alla media 2012-2021), così luglio con 26,2 °C è stato il mese più caldo dell'intero periodo 2012-2023 ed ha superato di 1,9 °C la media del periodo di riferimento (24,3 °C), mentre agosto ha presentato temperature di poco superiori alla media 2012-2021 (24,7 °C; +0,8 °C). L'estate del 2023 è risultata invece coerente alla media decennale, se non fosse stato per un luglio particolarmente caldo (25,9 °C; +1,6 °C rispetto alla media 2012-2021).

La stagione autunnale ha visto un decorso decrescente delle temperature medie mensili, con valori sempre superiori alla soglia dei 10 °C considerata zero di vegetazione della vite. L'autunno 2022 è stato più temperato della media di riferimento, in particolar modo ad ottobre (17,4 °C; +2,9 °C rispetto alla media 2012-2021). L'autunno 2023 ha mantenuto l'andamento in crescita delle temperature dell'anno precedente, con consistenti aumenti di temperature soprattutto a settembre (21,5 °C; +2,4 °C rispetto alla media 2012-2021) e ad ottobre (19,1 °C; +4,6 °C rispetto al riferimento). Da considerare infine, come tutte le temperature dei mesi autunnali del 2023 rappresentino dei massimi assoluti negli ultimi 12 anni.

Infine, per quanto riguarda la **stazione Ete Caldarette** (tabella 7), l'analisi delle temperature medie mensili del decennio 2012-2021 conferma che gennaio (5,1 °C) è il mese più freddo, luglio il più caldo (24,4 °C). Anche questa stazione ha registrato temperature medie mensili invernali sempre al di sotto dei 10 °C: il mese più freddo è stato febbraio 2012, quello più mite febbraio 2014. L'inverno del 2022 è stato particolarmente caldo a dicembre, che ha registrato un aumento di 3,6 °C rispetto alla media di 6,2 °C del periodo 2012-2021, gennaio è stato in linea rispetto alla media 2012-2021, mentre febbraio è stato leggermente più caldo rispetto alla media (7,5 °C, +0,8 °C rispetto al riferimento). L'inverno del 2023 invece è stato tendenzialmente ben più mite della media, in particolare nei primi due mesi, dato che dicembre, con 8,7 °C, è stato il secondo più caldo degli ultimi 12 anni e di 2,5 °C superiore alla media decennale (6,2 °C); l'aumento di temperatura media mensile di gennaio è stato significativo ma più contenuto rispetto a quello di dicembre (7,6 °C contro 5,1 °C), mentre febbraio è stato coerente con la media di riferimento. In generale, dicembre negli ultimi due anni è stato ben più mite della media 2012-2021.

**Tabella 7:** temperature medie mensili (°C) registrate dalla stazione meteorologica Ete Caldarette della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021.

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media	2022	2023
Gennaio	3,5	4,8	7,1	5,8	6,0	2,5	6,4	3,8	5,5	5,4	<b>5,1</b>	<b>4,9</b>	<b>7,6</b>
Febbraio	2,1	4,4	9,2	6,0	8,5	7,7	4,3	7,1	8,9	8,6	<b>6,7</b>	<b>7,5</b>	<b>6,7</b>
Marzo	10,0	8,4	9,4	8,8	9,2	10,1	7,8	10,7	9,7	8,3	<b>9,2</b>	<b>7,3</b>	<b>11,4</b>
Aprile	12,2	12,9	12,7	11,8	13,1	12,5	14,5	13,3	12,7	11,3	<b>12,7</b>	<b>12,4</b>	<b>12,5</b>
Maggio	15,6	15,7	15,8	17,3	16,0	17,2	18,4	15,6	17,9	17,2	<b>16,7</b>	<b>19,7</b>	<b>18,2</b>
Giugno	22,2	19,6	20,9	20,9	20,7	23,0	21,4	24,7	21,7	23,7	<b>21,9</b>	<b>25,2</b>	<b>23,2</b>
Luglio	24,5	23,1	21,9	25,9	24,2	24,0	24,3	25,8	24,5	26,1	<b>24,4</b>	<b>26,5</b>	<b>27,2</b>
Agosto	24,3	22,9	22,2	23,6	22,2	24,4	24,2	26,1	25,8	25,2	<b>24,1</b>	<b>25,7</b>	<b>25,2</b>
Settembre	19,1	18,6	18,2	19,2	19,4	18,1	19,7	21,1	21,2	21,2	<b>19,6</b>	<b>20,6</b>	<b>22,4</b>
Ottobre	15,4	15,2	15,8	14,4	13,8	13,5	15,4	16,5	13,0	14,7	<b>14,8</b>	<b>17,1</b>	<b>19,1</b>
Novembre	11,4	10,7	12,3	9,7	10,2	8,9	10,8	13,1	5,6	12,5	<b>10,5</b>	<b>12,5</b>	<b>12,1</b>
Dicembre	4,9	5,1	7,0	6,1	5,3	5,0	5,4	8,5	8,0	7,2	<b>6,2</b>	<b>9,8</b>	<b>8,7</b>

La stagione primaverile è stata caratterizzata da un andamento delle temperature medie mensili crescente da marzo a maggio, così come nelle precedenti stazioni. La soglia di germogliamento della vite di 10 °C è stata sempre superata agevolmente ad aprile, mentre a marzo la soglia non è stata raggiunta nel 70% dei casi. Anche in questa stazione la primavera 2022 ha visto un avvio decisamente freddo con marzo (7,3 °C *versus* 9,2 °C della media 2012-2021), invece maggio, con una temperatura media di 19,7 °C ed un aumento di 3,0 °C rispetto

alla media, è stato decisamente caldo; aprile si è mantenuto in linea con la media decennale. La primavera del 2023 si è aperta con un marzo mite (11,4 °C; +2,2 °C rispetto alla media 2012-2021), a cui hanno fatto seguito un aprile in linea con la media ed un maggio più caldo della media decennale (18,2 °C; +1,5 °C rispetto alla media 2012-2021).

La stagione estiva ha visto un aumento delle temperature tra giugno e luglio, con una successiva lievissima diminuzione ad agosto. L'estate 2022 ha avuto un esordio decisamente caldo con giugno, che con 25,2 °C è stato più caldo di 3,3 °C rispetto alla media di riferimento ed il giugno più caldo di tutto il periodo 2012-2023, seguito da un luglio ed un agosto altrettanto caldi (26,5 °C e 25,7 °C; +2,1 °C e +1,6 °C rispetto alle reciproche medie 2012-2021). Anche l'estate del 2023 è stata tendenzialmente più calda della media 2012-2021, con una variazione consistente a luglio, che con 27,2 °C è stato più caldo di 2,8 °C rispetto alla media decennale di 24,4 °C ed il più caldo degli ultimi 12 anni.

La stagione autunnale ha visto un decremento delle temperature da settembre a novembre, con valori che si sono mantenuti stabilmente al di sopra dei 10 °C, considerata soglia di germogliamento della vite. L'autunno 2022 di Ete Caldarette è stato in generale più caldo della media del periodo 2012-2021: la variazione più importante è stata il deciso aumento di temperatura ad ottobre di 2,3 °C rispetto alla media (17,1 °C contro 14,8 °C). Allo stesso modo l'autunno del 2023, così come nelle precedenti stazioni, si è mostrato decisamente caldo rispetto alla media decennale, in particolare nei primi due mesi: a settembre è stata registrata una temperatura media mensile di 22,4 °C, superiore di 2,8 °C rispetto alla media 2012-2021 (19,6 °C), ad ottobre c'è stato un aumento di ben 4,3 °C (19,1 contro 14,8 °C). Entrambi sono stati il settembre e l'ottobre più caldi del periodo 2012-2023. Anche novembre, infine, è stato più caldo della media 2012-2021 (12,1 °C; +1,6 °C rispetto alla media 2012-2021).

L'insieme dei dati riportati nelle tabelle 4, 5, 6 e 7 permette di fare un confronto tra i valori registrati dalle quattro stazioni meteorologiche considerate. Per quanto riguarda la zona del Conero, la stazione Baraccola, situata in una zona industriale in un'area basso-collinare, ha registrato nel periodo di riferimento 2012-2021 una temperatura media a gennaio di 5,5 °C, a luglio di 25,0 °C, rispettivamente il mese più freddo e più caldo dell'anno. Ne deriva che l'indice di continentalità, calcolato come differenza tra le temperature medie mensili del mese più caldo e del mese più freddo, è di 19,5 °C. La temperatura media annua è di 14,6 °C. La stazione Svarchi è situata in una zona rurale prossima alla costa ed ha registrato, nel periodo di riferimento 2012-2021, una temperatura media mensile di 6,8 °C a gennaio, il mese più freddo dell'anno, e di 24,9 °C a luglio, il mese più caldo dell'anno. L'indice di continentalità calcolabile dai dati raccolti da questa stazione è di 18,1 °C, inferiore di 1,4 °C rispetto a quello

della Baraccola. La temperatura media annua in questo caso è di 15,4 °C, di 0,8 °C superiore rispetto a quella della Baraccola: una differenza abbastanza consistente.

Per quanto riguarda la zona del Piceno, in riferimento alla stazione Grottazzolina, situata in area basso-collinare, durante il periodo di riferimento 2012-2021 gennaio è risultato il mese più freddo dell'anno con 5,6 °C (valore molto simile a quello di Baraccola e più basso di Svarchi), mentre luglio con 24,3 °C (valore più basso rispetto a Baraccola e a Svarchi) quello più caldo. Ne deriva un indice di continentalità pari a 18,7 °C (valore più basso di Baraccola e più alto di Svarchi), mentre la temperatura media annua è di 14,3 °C. Infine, la stazione Ete Caldarette, situata in zona basso-collinare, ha registrato una temperatura media mensile di 5,1 °C a gennaio (il mese più freddo dell'anno) e di 24,4 °C a luglio (il mese più caldo), valori molti simili a quelli registrati dalla stazione Baraccola. L'indice di continentalità è pari a 19,3 °C, nuovamente molto simile a quello di Baraccola, e supera quello di Grottazzolina e di Svarchi. La temperatura media annua di Ete Caldarette è di 14,7 °C, simile a quella di Baraccola e leggermente superiore a quella di Grottazzolina, che si colloca a quote superiori.

Nel complesso, l'indice di continentalità varia tra un minimo di 18,1 °C per Svarchi e un massimo di 19,5 °C di Baraccola, mentre la temperatura media annua passa da un minimo di 14,3 °C per Grottazzolina a un massimo di 15,4 °C per Svarchi. Due delle quattro stazioni esaminate (Baraccola, Ete Caldarette) presentano un simile indice di continentalità, cioè la differenza tra la temperatura media del mese più caldo e di quello più freddo dell'anno, che risulta nettamente più elevato di quello di Svarchi, mentre Grottazzolina si pone in posizione intermedia rispetto alle altre stazioni. Il basso indice di continentalità di Svarchi, posta in prossimità della costa del Conero, è da imputare all'effetto mitigatore delle acque marine. Viceversa, la stazione Baraccola, pur essendo a breve distanza dal mare non sembra subirne l'influenza mitigatrice, verosimilmente per l'effetto schermante della collina di Montacuto situata nelle propaggini settentrionali del monte Conero, che si pone tra di essa e il mare.

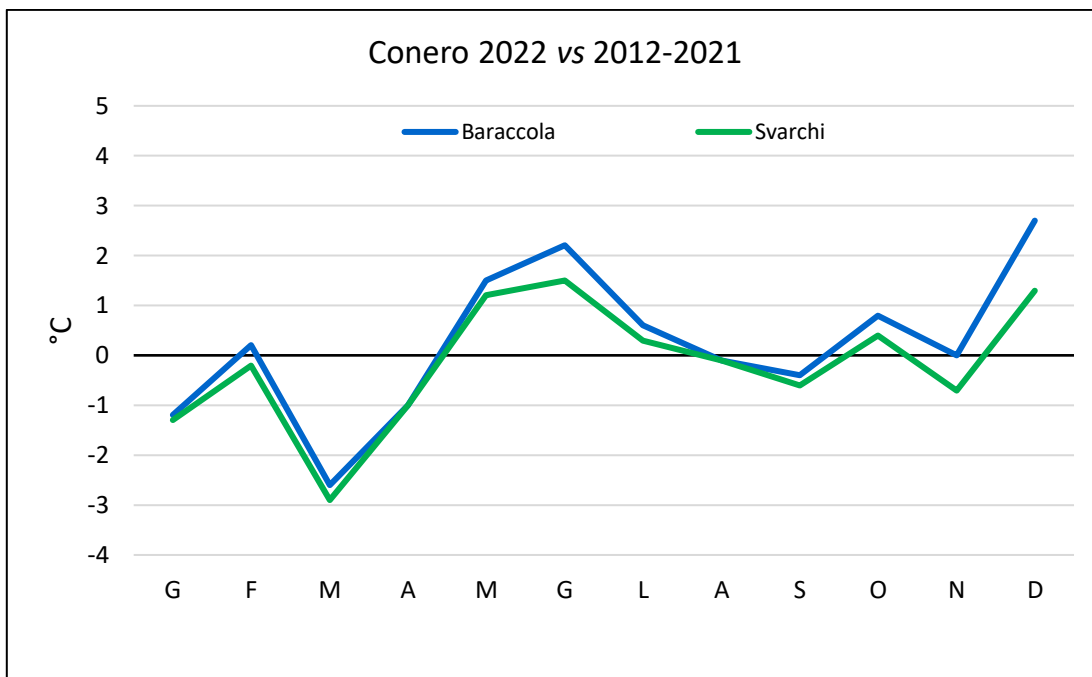
La stazione Grottazzolina, rispetto a Baraccola, pur trovandosi ad una latitudine inferiore presenta temperature medie annue un poco più basse, fenomeno da attribuire all'effetto della quota decisamente più alta (200 m per Grottazzolina *versus* 52 m di Baraccola). A ciò si aggiunga che la stazione Baraccola si trova in un contesto urbano, seppur periferico come quello di una zona industrializzata, che potrebbe contribuire ad innalzare la temperatura annua per effetto dell'isola di calore (Yang et al., 2016). La stazione Ete Caldarette, rispetto a Baraccola, si trova ad una latitudine inferiore e ad una quota decisamente simile (48 m *versus* 52 m) e presenta una temperatura media annua molto simile, il che fa presumere che l'effetto latitudine sia controbilanciato dall'effetto isola di calore che riteniamo caratterizzare la



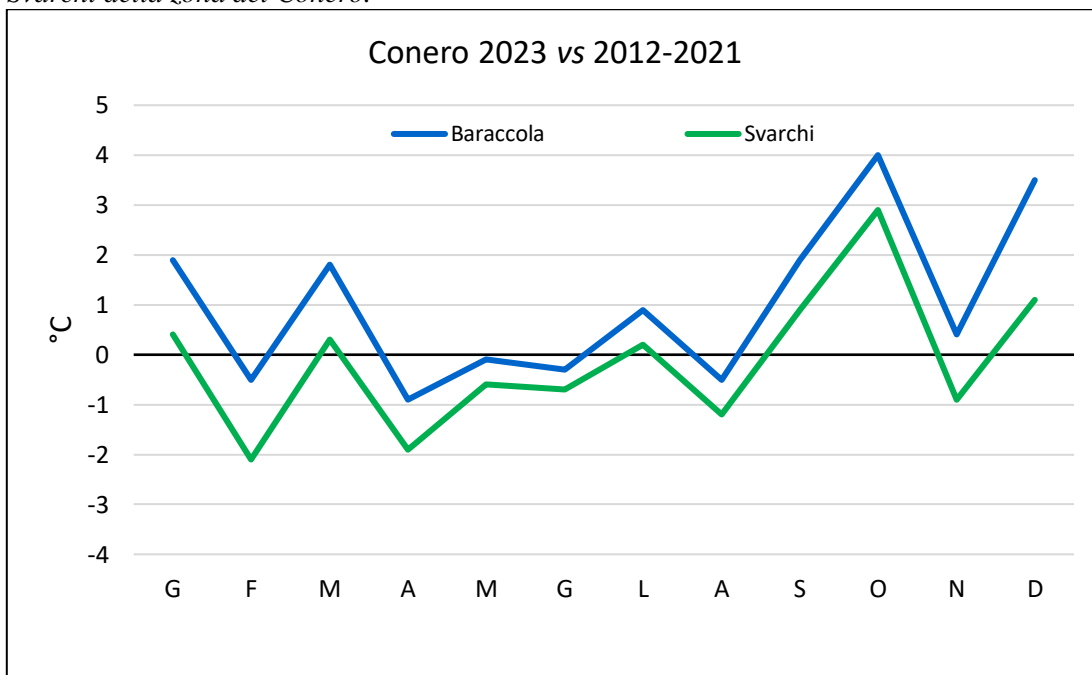
stazione Baraccola. La stazione Ete Caldarette, rispetto a Svarchi, pur trovandosi ad una latitudine inferiore presenta una temperatura media annua leggermente inferiore, verosimilmente per l'effetto combinato del leggero aumento di quota (48 m *versus* 6 m) e della maggior condizione di continentalità.

La figura 16 riporta gli scarti tra le temperature medie mensili del 2022 e le corrispondenti medie del decennio 2012-2021 per le due stazioni termo-pluviometriche della Protezione Civile della zona del Conero: gennaio 2022 è stato poco più freddo della media, mentre febbraio 2022 è risultato in media. Aprile ma soprattutto marzo 2022 sono risultati più freddi della media, mentre da maggio a luglio 2022 le temperature sono state più alte della media, soprattutto per Baraccola. I mesi autunnali non hanno presentato variazioni di sostanza rispetto alla media decennale in entrambe le stazioni, mentre spicca l'aumento della temperatura di dicembre 2022, soprattutto per Baraccola (+ 2,7 °C rispetto alla media 2012-2021).

Le differenze tra le temperature medie mensili del 2023 e quelle del decennio 2012-2021 registrate dalle due stazioni meteorologiche della Protezione Civile scelte nella zona del Conero sono riportate nella figura 17. Gennaio 2023 è stato particolarmente mite, specie per Baraccola (+1,9 °C rispetto al 2012-2021), mentre febbraio 2023 è stato più freddo rispetto alla media del riferimento, con un decremento di 2,1 °C per Svarchi, meno importante per la Baraccola (-0,5 °C). Marzo 2023 è stato un mese caldo rispetto al riferimento, mentre aprile 2023 è risultato inferiore alla media di 0,9 °C alla Baraccola e di 1,9 °C a Svarchi. Contrariamente a quanto successo nel 2022, la tarda primavera e l'estate del 2023 hanno presentato valori tutto sommato simili alla media del 2012-2021, con piccoli scostamenti dalla media per entrambe le stazioni. L'autunno del 2023 è stato invece decisamente caldo, specialmente in ottobre, che ha visto un incremento di temperatura media mensile di 4 °C alla Baraccola e di 2,9 °C a Svarchi rispetto alla media di riferimento, 19,7 °C e 15,1 °C, in ordine. Questo aumento di temperatura si è prolungato anche nell'ultimo mese dell'anno, terminato con un incremento di temperatura media mensile rispetto al 2012-2021 notevole nella stazione Baraccola (9,5 °C; +3,1 °C rispetto alla media 2012-2021), modesto in quella di Svarchi (8,8 °C; +1,1 °C rispetto alla media di riferimento).



**Figura 16:** differenze tra le temperature medie mensili (°C) del 2022 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Baraccola e Svarchi della zona del Conero.

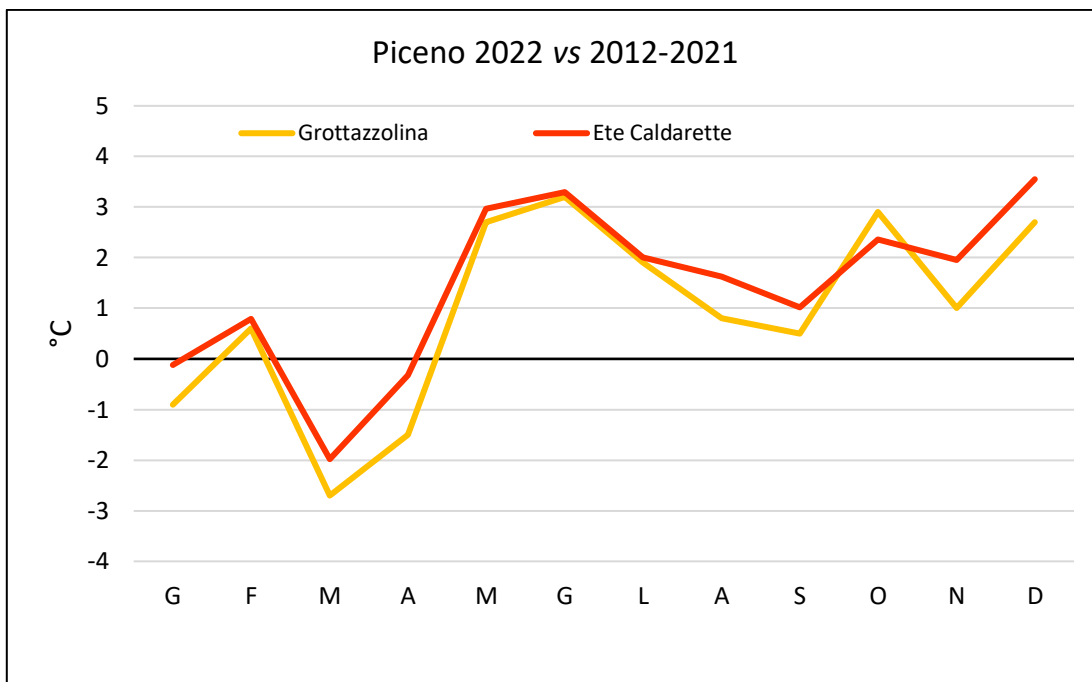


**Figura 17:** differenze tra le temperature medie mensili (°C) del 2023 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Baraccola e Svarchi della zona del Conero.

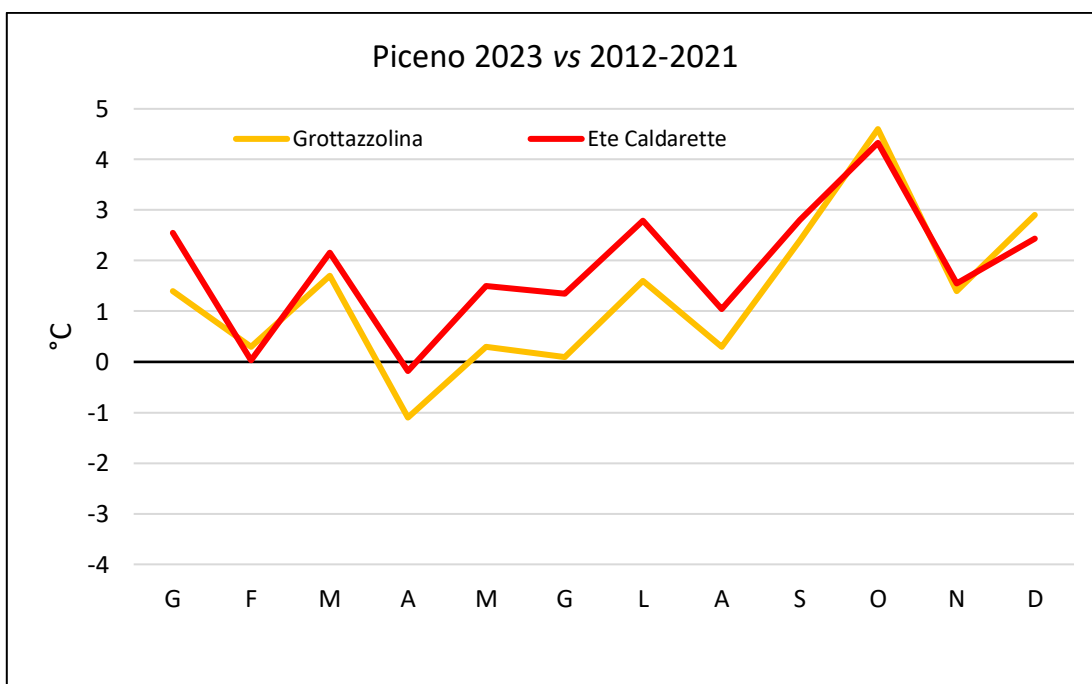
La figura 18 riporta gli scarti tra le temperature medie mensili del 2022 e quelle del decennio di riferimento 2012-2021 registrate dalle due stazioni meteorologiche della

Protezione Civile della zona del Piceno scelte per la raccolta dei dati termici. Anche nel Piceno, così come nel Conero, l'inizio del 2022 è stato lievemente più freddo rispetto alla media mensile di riferimento, con decrementi di 0,9 °C a Grottazzolina (4,7 °C contro 5,6 °C) e di 0,2 °C (4,9 °C contro 5,1 °C) ad Ete Caldarette. Febbraio è stato molto simile alla media decennale (+0,6 °C a Grottazzolina e +0,8 °C ad Ete Caldarette rispetto alle proprie medie decennali), marzo decisamente più freddo della media 2012-2021, segnando decrementi di 2,7 °C a Grottazzolina e di 1,9 °C ad Ete Caldarette; anche aprile è stato freddo, in maniera moderata a Grottazzolina (-1,5 ° rispetto alla media), in modo più contenuto ad Ete Caldarette (-0,3 °C rispetto alla media). Anche la tarda primavera ed i primi due mesi estivi del Piceno nel 2022 sono stati molto caldi se confrontati con la media 2012-2021, soprattutto a giugno, quando sono stati raggiunti incrementi di 3,2 °C e 3,3 °C nelle stazioni di Grottazzolina ed Ete Caldarette, rispettivamente; agosto ha registrato variazioni modeste a Grottazzolina (+0,8 °C rispetto alla media), maggiori ad Ete Caldarette (+1,6 °C rispetto alla media). L'evoluzione dell'autunno e della fine del 2022 hanno seguito invece, con picchi più accentuati, quella del Conero: un settembre in linea con la media, un ottobre ed un dicembre ben più caldi della media in entrambe le stazioni, un novembre più caldo in entrambe le stazioni.

Nella figura 19 sono mostrate le differenze tra le medie delle temperature medie mensili del 2023 in relazione alla media del 2012-2021 registrate dalle stazioni della Protezione Civile di Grottazzolina ed Ete Caldarette. Il 2023 è iniziato con un gennaio più caldo della media in entrambe le stazioni, con aumenti di 1,4 °C a Grottazzolina e di 2,5 °C ad Ete Caldarette rispetto alla media 2012-2021, mentre febbraio è stato in linea con la media in entrambe le stazioni. La primavera ha esordito con un marzo più caldo della media (+1,7 °C a Grottazzolina e +2,2 ad Ete Caldarette), ma è proseguita con un aprile di poco più freddo della media (la differenza maggiore a Grottazzolina, -1,1 °C rispetto alla media di riferimento) ed un maggio simile al riferimento. I mesi estivi sono stati abbastanza simili alla media, con l'unica esclusione di luglio che è stato più caldo in entrambe le stazioni (+1,6 °C a Grottazzolina e +2,8 °C ad Ete Caldarette). L'autunno del 2023 ha seguito un decorso simile a quello del Conero (figura 17), con aumenti importanti di temperatura media mensile rispetto alla media 2012-2021 sia a settembre (+2,4 °C a Grottazzolina e +2,8 °C ad Ete Caldarette) che ad ottobre, in cui gli aumenti hanno raggiunto i 4,3 °C ad Ete Caldarette e i 4,6 °C a Grottazzolina. Infine, a novembre 2023 uno scarto consistente è stato osservato in entrambe le stazioni (+1,4 °C e +1,6 °C ad Ete Caldarette rispetto alla media 2012-2021), mentre dicembre è stato decisamente mite, con aumenti di 2,9 °C a Grottazzolina e di 2,5 °C ad Ete Caldarette rispetto alle proprie medie di riferimento.



**Figura 18:** differenze tra le temperature medie mensili (°C) del 2022 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Grottazzolina ed Ete Caldarette della zona del Piceno.



**Figura 19:** differenze tra le temperature medie mensili (°C) del 2023 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Grottazzolina ed Ete Caldarette della zona del Piceno.

#### 4.2 Decorso pluviometrico del biennio di indagine 2022-2023 a confronto con il decennio precedente (2012-2021)

Analogamente a quanto fatto per il decorso termico, il decorso pluviometrico del biennio di indagine è stato messo a confronto con il decennio precedente (2012-2021) impiegando i dati delle stazioni meteorologiche della Protezione Civile della Regione Marche e verrà analizzato dapprima separatamente per ogni stazione partendo da quelle della zona del Conero e proseguendo con quelle del Piceno, per poi passare ad un confronto diretto tra le stazioni basate sugli scarti dalle medie del decennio.

Cominciando dai dati della **stazione Baraccola** (tabella 8), si osserva che l'anno in cui sono state registrate le più basse precipitazioni cumulate annuali è il 2020 con 618 mm, mentre l'anno complessivamente più piovoso è stato il 2013, con 1069 mm caduti. La media delle precipitazioni cumulate annuali nel decennio 2012-2021 è stata di 903 mm. L'autunno è la stagione più piovosa (277 mm nei mesi di settembre, ottobre e novembre), seguita dalla primavera (245 mm nei mesi di marzo, aprile e maggio), che presenta valori molto simili a quelli dell'inverno (243 mm nei mesi di marzo, aprile e maggio). L'estate (137 mm) si presenta nettamente più secca. Il 2022 si è dimostrato un anno particolarmente siccitoso, dato che con 609 mm caduti è stato l'anno più secco del periodo 2012-2023, valori ben distanti dalla media decennale di 903 mm. Invece, il 2023 con 926 mm si è caratterizzato per valori molto prossimi alla media del decennio di riferimento (903 mm).

Le precipitazioni invernali del decennio 2012-2021 sono state concentrate mediamente a febbraio (101 mm), seguito da dicembre e gennaio con quantità tra loro piuttosto simili (75 mm nel primo e 67 mm nel secondo). L'inverno del 2022 è stato poco meno piovoso rispetto al riferimento: dicembre ha presentato valori nella media (83 mm), ma la cumulata del bimestre gennaio-febbraio è stata di soli 81 mm, valore inferiore a quello medio del solo mese di febbraio nel decennio 2012-2021 (101 mm). Nell'inverno del 2023 le piogge si sono concentrate invece a gennaio, che con 161 mm è stato il più piovoso degli ultimi 12 anni, mentre dicembre (35 mm) e febbraio (66 mm) si sono collocati al di sotto dei rispettivi livelli medi (75 mm e 101 mm, in ordine).

**Tabella 8:** precipitazioni cumulate mensili (mm) registrate dalla stazione meteorologica Baraccola della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021, la riga “Totale” riporta le precipitazioni cumulate annue.

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media	2022	2023
Gennaio	20	103	92	26	47	127	38	121	5	94	67	33	161
Febbraio	168	142	111	137	65	92	216	23	22	31	101	48	66
Marzo	12	110	112	126	180	38	158	42	85	30	89	30	83
Aprile	106	26	94	104	45	54	26	67	48	34	60	46	74
Maggio	50	95	74	138	170	78	98	201	37	20	96	21	122
Giugno	11	137	47	54	136	16	102	7	61	56	63	36	81
Luglio	9	20	119	13	32	13	33	109	34	77	46	27	15
Agosto	16	32	28	21	88	0	30	11	50	4	28	30	102
Settembre	160	71	112	76	46	241	34	58	83	10	89	160	35
Ottobre	84	77	63	213	131	50	68	64	84	58	89	1	16
Novembre	122	170	84	48	46	179	53	106	17	169	99	94	136
Dicembre	120	86	73	2	6	122	86	68	92	97	75	83	35
<b>Totale</b>	<b>878</b>	<b>1069</b>	<b>1009</b>	<b>958</b>	<b>992</b>	<b>1010</b>	<b>942</b>	<b>877</b>	<b>618</b>	<b>680</b>	<b>903</b>	<b>609</b>	<b>926</b>

Le piogge della stagione primaverile nei dieci anni dal 2012 al 2021 presentano una concentrazione a marzo (89 mm) e a maggio (96 mm) e un minimo ad aprile (60 mm). La primavera del 2022 è stata più asciutta della media, considerando che nell'intero trimestre sono caduti 97 mm e che la quantità che è mediamente precipitata nel solo mese di maggio nel decennio di riferimento è stata di 96 mm: marzo (30 mm) è stato meno piovoso della media 2012-2021 (30 mm; -59 mm rispetto al riferimento), così come maggio 2022 (21 mm contro i 96 mm della media decennale); invece, aprile ha fatto registrare valori simili a quelli medi, con una diminuzione di 14 mm rispetto alla media 2012-2021. Al contrario, la primavera 2023 ha mostrato un livello di precipitazioni cumulate mensili che non si è discostato molto dai valori medi del decennio 2012-2021: aprile (74 mm contro i 60 mm della media) è stato il mese meno piovoso del trimestre, marzo ha mostrato valori simili (83 mm, 89 mm di media), mentre maggio è risultato piovoso (122 mm; +26 mm rispetto alla media 2012-2021 di 96 mm).

Nei dieci anni tra il 2012 ed il 2021 la piovosità media della stagione estiva ha avuto un andamento decrescente da giugno ad agosto, mese che ha fornito l'apporto idrico più basso (28 mm). L'estate 2022, dopo una primavera piuttosto asciutta, si è rivelata un poco più siccitosa della media, soprattutto nei primi due mesi: a giugno 2022 sono caduti appena 36 mm di pioggia e a luglio 2022 solo 27 mm, mentre agosto 2022 con 30 mm ha mantenuto precipitazioni in linea con la media (28 mm). L'estate del 2023 al contrario è stata molto più piovosa della media: a giugno sono state registrate precipitazioni di poco superiori alla media

(81 mm; +18 mm rispetto alla media 2012-2021), mentre agosto 2023 (102 mm caduti) è stato il più piovoso degli ultimi 12 anni, di ben 74 mm superiore alla media decennale. Luglio 2023 è stato invece poco più secco della media (15 mm; -31 mm rispetto alla media 2012-2021).

Le precipitazioni della stagione autunnale si sono distribuite in maniera armoniosa nel decennio di riferimento, registrando 89 mm, 89 mm e 99 mm a settembre, ottobre e novembre, rispettivamente. Dall'analisi delle precipitazioni cumulate mensili dell'autunno del 2022 emergono invece due dati estremi: il primo è quello di settembre, che con 160 mm caduti (+71 mm rispetto alla media 2012-2021 di 89 mm) è stato il più piovoso di tutto il periodo 2012-2023 a pari merito con quello del 2012, il secondo è quello di ottobre, che con 1 mm di pioggia caduta è il meno piovoso dell'intero periodo di riferimento e di 88 mm più basso rispetto alla media 2012-2021 (89 mm). Novembre, al contrario, non si discosta dalla media decennale (94 mm; -5 mm rispetto al decennio 2012-2021). Infine, l'autunno del 2023 si caratterizza per due primi mesi secchi rispetto alla media, soprattutto ottobre (16 mm; -73 mm rispetto alla media 2012-2021), ed un novembre appena più piovoso (136 mm; +37 mm rispetto alla media 2012-2021). Da notare come nel biennio 2022-2023 ad ottobre sono stati registrati i due valori più bassi degli ultimi 12 anni.

Proseguendo con la **stazione Svarchi** (tabella 9), si nota che nel decennio 2012-2021 l'anno più secco è stato il 2018 con 508 mm caduti, quello più piovoso il 2014 con 986 mm; la media delle precipitazioni annuali cumulate del periodo si assesta sui 772 mm annui. Le stagioni più piovose sono state l'autunno (260 mm tra settembre, ottobre e novembre) e la primavera (219 mm tra marzo, aprile e maggio), a seguire l'inverno (173 mm tra dicembre, gennaio e febbraio) e l'estate (119 mm tra giugno, luglio ed agosto), che anche in questo caso si è confermata la stagione più arida. Come alla Baraccola anche a Svarchi il 2022 è risultato secco rispetto alla media, con uno scarto importante tra le precipitazioni cumulate annue (573; -199 mm rispetto alla media 2012-2021 delle cumulate annue). Analogamente alla precedente stazione, il 2023 è risultato invece un anno piovoso rispetto alla media (839 mm; +67 mm rispetto al decennio di riferimento). La stagione invernale ha mostrato precipitazioni equamente distribuite, tra i 53 mm di gennaio ed i 62 mm di febbraio. L'inverno del 2022 è stato poco più asciutto della media, ad eccezione di dicembre, lievemente più piovoso (72 mm; +14 mm rispetto alla media 2012-2021). L'inverno 2023 ha ricalcato l'andamento registrato alla Baraccola, ossia: dicembre (34 mm) e febbraio (47 mm) sono stati poco più asciutti della media (-24 mm e -15 mm rispetto alle proprie medie decennali, 58 mm e 62 mm, in ordine), gennaio è stato ben più piovoso della media (153 mm; +100 mm rispetto alla media 2012-2021), addirittura il più piovoso del periodo 2012-2023.

**Tabella 9:** precipitazioni cumulate mensili (mm) registrate dalla stazione meteorologica Svarchi della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021, la riga "Totale" riporta le precipitazioni cumulate annue.

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media	2022	2023
Gennaio	16	84	86	26	42	101	2	79	11	80	53	39	153
Febbraio	79	97	66	126	75	89	4	25	32	28	62	48	47
Marzo	3	89	111	90	148	49	62	39	70	29	69	25	81
Aprile	101	28	90	90	77	67	19	73	62	28	63	41	74
Maggio	52	100	143	90	117	70	72	156	42	28	87	19	105
Giugno	5	71	69	42	89	30	48	5	109	42	51	15	77
Luglio	15	8	115	12	42	3	29	65	52	31	37	17	31
Agosto	25	38	26	26	42	9	22	0	46	80	31	35	102
Settembre	175	52	104	33	72	160	49	88	74	48	85	151	23
Ottobre	64	70	45	240	96	45	80	92	63	77	87	8	11
Novembre	87	134	71	48	53	136	46	82	47	174	88	103	101
Dicembre	92	88	60	8	8	2	75	45	92	109	58	72	34
<b>Totale</b>	<b>714</b>	<b>859</b>	<b>986</b>	<b>831</b>	<b>861</b>	<b>761</b>	<b>508</b>	<b>749</b>	<b>700</b>	<b>754</b>	<b>772</b>	<b>573</b>	<b>839</b>

Le piogge della stagione primaverile si sono distribuite omogeneamente tra i primi due mesi (69 mm a marzo e 63 mm ad aprile), mentre maggio (87 mm) è stato il mese primaverile mediamente più piovoso del periodo 2012-2021. La primavera del 2022 è stata in genere scarica di piogge, dato che tutti e tre i mesi hanno accumulato precipitazioni più o meno inferiori rispetto alle reciproche medie mensili. In particolare, marzo (25 mm contro 69 mm della media 2012-2021) e maggio (19 mm contro gli 87 mm della media di riferimento) sono stati più secchi della media decennale, mentre ad aprile la riduzione non è stata così consistente (41 mm; -22 rispetto alla media 2012-2021). All'opposto, le precipitazioni della primavera 2023 sono risultate di poco più abbondanti della media 2012-2021: l'aumento più consistente è stato registrato a maggio (105 mm; +18 mm rispetto alla media di riferimento), comunque lieve rispetto alla media di riferimento. La stagione estiva è stata prevedibilmente asciutta rispetto alle altre stagioni, con un andamento decrescente delle precipitazioni da giugno (51 mm) ad agosto (31 mm). L'estate del 2022 è stata poco più secca della media decennale, soprattutto a giugno (14 mm), durante cui sono caduti 36 mm in meno dei 51 mm della media 2012-2021, e a luglio (17 mm; -20 mm rispetto alla media 2012-2021), mentre agosto, con 35 mm caduti, si è mantenuto in linea al riferimento decennale di 31 mm. L'estate del 2023 ha avuto un andamento simile a quello descritto nella stazione precedente: giugno (77 mm) è stato poco più piovoso della media 2012-2021 (+26 mm), luglio (31 mm) si è accostato ai valori medi



decennali (37 mm), infine anche a Svarchi agosto (102 mm) è stato il più piovoso degli ultimi 12 anni, con un aumento di 71 mm rispetto alla media decennale (31 mm).

Anche la stagione autunnale di Svarchi ha registrato una distribuzione armonica delle precipitazioni cumulate mensili tra i tre mesi, con valori compresi tra gli 85 mm di settembre e gli 88 mm di novembre. La distribuzione delle precipitazioni dell'autunno del 2022 è invece stata disarmonica, mostrando un settembre tra i più piovosi del 2012-2023 (151 mm; +66 mm rispetto alla media 2012-2021), l'ottobre più secco (8 mm; -79 mm rispetto alla media 2012-2021) del periodo 2012-2023 ed un novembre di nuovo appena più piovoso della media (103 mm; +15 mm rispetto alla media decennale). L'autunno 2023 si è mostrato decisamente asciutto sia a settembre (23 mm) che ad ottobre (11 mm), con diminuzioni rispettive di 62 mm e 76 mm rispetto alle reciproche medie 2012-2021, mentre novembre, con 101 mm, ha mostrato valori abbastanza simili alla media (88 mm). Anche l'analisi dei dati della stazione Svarchi ha riportato una notevole diminuzione delle precipitazioni cumulate di ottobre nel biennio 2022-2023.

Spostando l'attenzione sulla zona del Piceno, l'analisi dei dati della **stazione Grottazzolina** (tabella 10) riporta che l'intervallo di precipitazioni cumulate annuali va da un minimo di 648 mm registrati nel 2021 ad un massimo di 1037 mm registrati nel 2013, e che la media delle precipitazioni cumulate annue nel periodo 2012-2021 ammonta a 849 mm. Le stagioni più piovose sono state l'autunno (272 mm tra settembre, ottobre e novembre) e la primavera (241 mm tra marzo, aprile e maggio), a seguire l'inverno (183 mm tra dicembre, gennaio e febbraio) e l'estate (152 mm tra giugno, luglio ed agosto), che anche in questo caso si è confermata la stagione più asciutta. Il 2022 si è dimostrato particolarmente siccitoso, dato che con un valore della cumulata annua di appena 491 mm è risultato l'anno più arido degli ultimi 12 anni. Il 2023 si è discostato dall'andamento dell'anno precedente, raggiungendo i 913 mm annui: inoltre, da gennaio a giugno ha fatto registrare una cumulata di 699 mm, superando così di ben 208 mm la piovosità di tutto l'anno precedente nel solo primo semestre dell'anno. La stagione invernale nel decennio 2012-2021 ha espresso valori simili di cumulate mensili, passando dai 57 mm di gennaio ai 68 mm di febbraio. L'inverno 2022 si è mostrato complessivamente in linea con le precipitazioni cumulate nei mesi invernali del decennio di riferimento, dal momento che dicembre è risultato in linea con la media decennale, gennaio è stato più asciutto (37 mm; -20 mm rispetto al riferimento) ma febbraio più piovoso (89 mm; +21 mm rispetto alla media). Come registrato anche nelle stazioni del Conero, l'inverno 2023 è stato caratterizzato da un dicembre ed un febbraio secchi rispetto alla media (il primo

particolarmente, passando dai 58 mm della media decennale ai 9 mm del 2023) e da un gennaio ben più piovoso (120 mm; +63 mm rispetto al riferimento).

**Tabella 10:** precipitazioni cumulate mensili (mm) registrate dalla stazione meteorologica Grottazzolina della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021, la riga “Totale” riporta le precipitazioni cumulate annue.

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media	2022	2023
Gennaio	14	74	72	62	24	154	22	76	12	63	57	37	120
Febbraio	92	81	38	114	64	97	117	33	21	27	68	89	64
Marzo	36	90	89	144	126	63	111	35	115	47	86	19	63
Aprile	108	56	90	56	78	79	12	47	82	34	64	28	64
Maggio	34	103	127	148	80	46	97	175	85	20	91	12	298
Giugno	13	123	94	50	162	10	36	5	124	20	64	25	90
Luglio	38	18	118	17	75	20	32	44	10	46	42	29	8
Agosto	3	50	29	101	57	2	62	14	109	36	46	38	56
Settembre	212	49	87	54	33	137	80	163	95	8	92	56	36
Ottobre	59	61	55	129	126	56	49	73	37	126	77	0	30
Novembre	87	241	68	68	41	165	37	118	68	138	103	102	75
Dicembre	78	92	43	5	4	63	62	36	115	83	58	56	9
<b>Totale</b>	<b>774</b>	<b>1037</b>	<b>910</b>	<b>948</b>	<b>870</b>	<b>892</b>	<b>717</b>	<b>819</b>	<b>873</b>	<b>648</b>	<b>849</b>	<b>491</b>	<b>913</b>

La stagione primaverile, nel periodo 2012-2021, ha mostrato precipitazioni cumulate medie mensili simili a marzo (86 mm) e a maggio (91 mm), leggermente inferiori ad aprile (64 mm). La primavera del 2022 si è mostrata ben più asciutta della media in tutti e tre i mesi, con diminuzioni consistenti soprattutto a marzo (19 mm; -67 mm rispetto alla media decennale) e a maggio (12 mm; -79 mm rispetto al riferimento), meno consistenti ad aprile (28 mm; -36 mm rispetto al riferimento): i valori risultano peraltro estremi, dato che sono entrambi i più siccitosi degli ultimi 12 anni. La primavera del 2023 si è dimostrata invece molto più piovosa della media soprattutto a causa delle notevoli precipitazioni cumulate del mese di maggio, che con 298 mm è stato il mese più piovoso del periodo 2012-2023 ed ha superato di 207 mm la piovosità media di maggio del periodo 2012-2021; d’altro canto, marzo è stato appena più asciutto della media (63 mm; -23 mm rispetto al decennio di riferimento), mentre aprile perfettamente in linea al riferimento.

Le scarse piogge della stagione estiva si sono distribuite principalmente, tra il 2012 ed il 2021, nel mese di giugno (64 mm), mentre luglio (42 mm) ed agosto (46 mm) hanno mostrato valori inferiori e simili tra loro. Come già visto per le precedenti stazioni, anche l’estate del 2022 di Grottazzolina è stata siccitosa, con diminuzioni consistenti principalmente a giugno (25 mm; -39 mm rispetto alla media 2012-2021) e di minore entità nei due mesi successivi.

L'estate del 2023 invece è risultata complessivamente piovosa quasi come la media di riferimento (154 mm caduti tra giugno ed agosto, contro i 152 mm caduti mediamente nel decennio 2012-2021), ma le piogge si sono distribuite in maniera disarmonica, concentrandosi prevalentemente a giugno (90 mm; +26 mm rispetto alla media decennale) e ad agosto (56 mm, +10 mm rispetto al riferimento), con l'intermezzo di un luglio arido (8 mm; -34 mm rispetto al 2012-2021).

Infine, nella stagione autunnale la distribuzione delle precipitazioni è stata abbastanza armonica, con settembre (92 mm) e novembre (103 mm) come mesi più piovosi. L'autunno del 2022 è stato decisamente più asciutto rispetto alla media, dato che le precipitazioni cumulate di settembre (56 mm) sono state quasi dimezzate rispetto alla media decennale (92 mm), mentre anche in questa stazione ottobre 2022 è stato il più secco degli ultimi 12 anni, addirittura senza registrate precipitazioni cadute (0 mm); novembre è stato perfettamente in linea alla media. Anche l'autunno del 2023 si è rivelato asciutto, con diminuzioni più o meno consistenti per tutti e tre i mesi: particolarmente significativo il valore di ottobre, che con 30 mm caduti (-47 mm rispetto alla media 2012-2021) è stato il secondo ottobre più asciutto del periodo 2012-2023. Anche in questa stazione è stata confermata la tendenza alla scarsità di precipitazioni nell'ottobre del biennio 2022-2023.

Chiudendo la disamina con la **stazione Ripatransone** (tabella 11), si osserva che le precipitazioni cumulate medie annuali del decennio 2012-2021 sono oscillate tra i 641 mm del 2021 ed i 1295 mm del 2012; la media delle cumulate annuali è stata di 951 mm. Le stagioni più piovose sono state l'autunno (319 mm tra settembre, ottobre e novembre) e la primavera (276 mm tra marzo, aprile e maggio), a seguire l'inverno (212 mm tra dicembre, gennaio e febbraio) e l'estate (143 mm tra giugno, luglio ed agosto), che anche in questo caso si è confermata la stagione più asciutta. Anche in questa stazione il 2022 si è dimostrato l'anno più arido degli ultimi 12 anni, con 527 mm annui caduti. Il 2023 ha raggiunto invece valori congrui alla media, cumulando 939 mm contro i 951 mm del riferimento. La stagione invernale ha cumulato precipitazioni distribuite in maniera tutto sommato equa tra i tre mesi, anche se è stata mantenuta la tendenza che vede le piogge accumularsi soprattutto a dicembre (71 mm) e a febbraio (84 mm) e meno a gennaio (57 mm), come del resto si è osservato per le precedenti stazioni. L'inverno del 2022 è stato più asciutto della media, dato che sia a dicembre (45 mm) che a gennaio (33 mm) ha piovuto meno rispetto al riferimento (71 mm e 57 mm, in ordine), mentre i valori di febbraio sono risultati congrui rispetto alla media del decennio 2012-2021. L'inverno del 2023 si è aperto con un dicembre molto asciutto (9 mm; -62 mm rispetto alla media), che ha raggiunto valori simili al 2015 (4 mm) ed al 2012 (5 mm), mentre gennaio è

stato molto piovoso (121 mm; +64 mm rispetto al riferimento) e febbraio è stato perfettamente congruo alla media 2012-2021.

**Tabella 11:** precipitazioni cumulate mensili (mm) registrate dalla stazione meteorologica Ripatransone della Protezione Civile della Regione Marche nel periodo 2012-2023. La media si riferisce al decennio 2012-2021, la riga “Totale” riporta le precipitazioni cumulate annue.

Mese	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media	2022	2023
Gennaio	37	79	61	79	19	133	19	90	8	48	57	33	121
Febbraio	233	84	51	129	53	101	132	16	17	27	84	79	83
Marzo	54	77	139	169	151	67	123	28	193	54	105	14	71
Aprile	131	49	105	69	84	78	8	77	86	34	72	28	83
Maggio	73	128	184	124	96	48	97	156	60	20	99	19	277
Giugno	16	116	103	47	169	12	76	1	105	17	66	26	83
Luglio	84	39	68	4	115	24	38	42	25	45	48	38	5
Agosto	6	50	22	38	17	2	27	8	79	41	29	49	31
Settembre	406	41	71	67	63	149	51	79	39	3	97	96	54
Ottobre	52	68	136	169	167	66	68	29	56	119	93	2	11
Novembre	110	351	69	68	51	246	43	157	64	129	129	98	111
Dicembre	93	154	52	4	5	101	59	30	108	104	71	45	9
<b>Totale</b>	<b>1295</b>	<b>1236</b>	<b>1061</b>	<b>967</b>	<b>990</b>	<b>1027</b>	<b>741</b>	<b>713</b>	<b>840</b>	<b>641</b>	<b>951</b>	<b>527</b>	<b>939</b>

La stagione primaverile, in analogia alle precedenti stazioni, si è mostrata piovosa, soprattutto nei mesi di marzo (105 mm) e maggio (99 mm), mentre aprile ha raccolto una minor quota di piogge ma comunque significativa (72 mm). La primavera del 2022 è stata davvero siccitosa, dato che la somma delle piogge dei tre mesi (61 mm) è stata di 11 mm inferiore al mese di aprile, il meno piovoso nella media 2012-2021 dei mesi primaverili (72 mm). Marzo (14 mm contro 105 mm della media 2012-2021) e maggio (19 mm contro 99 mm della media decennale) sono stati anche due valori estremi, ovvero i mesi meno piovosi del periodo 2012-2023. Al contrario, la primavera 2023 si è rivelata decisamente piovosa, per quanto iniziata con un marzo più secco della media (71 mm contro 105 mm): colpisce il dato di maggio, che con 277 mm è il più piovoso del periodo 2012-2023 e di ben 178 mm superiore rispetto alla media decennale (99 mm).

La stagione estiva nel periodo 2012-2021 è progredita con un decremento graduale delle precipitazioni cumulate mensili da giugno (66 mm) ad agosto (29 mm), risultando asciutta, in linea con le aspettative. L'estate del 2022 si è rivelata poco più arida della media, con diminuzioni sia a giugno (26 mm; -40 mm rispetto al riferimento) che a luglio (38 mm; -10 mm rispetto alla media 2012-2021), mentre agosto (49 mm) è stato più piovoso di 20 mm rispetto alla media (29 mm). L'estate 2023 è stata invece meno piovosa della media, soprattutto

a causa di luglio, che ha fatto registrare una diminuzione abbastanza consistente (5 mm contro i 48 mm della media decennale); giugno è stato invece più piovoso della media (83 mm contro i 66 mm del riferimento), agosto perfettamente congruo alla media.

Le precipitazioni autunnali del decennio 2012-2021 sono state abbondanti rispetto alle altre stagioni e distribuite uniformemente nei primi due mesi (97 mm e 93 mm a settembre ed ottobre, in ordine), per poi aumentare a novembre (129 mm). Risulta evidente un dato estremo, quello dei 406 mm di settembre 2012: l'analisi delle precipitazioni cumulate giornaliere del mese ha rivelato come la prima pioggia importante si fosse distribuita tra il 3 ed il 6 del mese, quando caddero circa 150 mm di pioggia in totale; 240 mm circa caddero invece tra il 13 ed il 14 di settembre, peraltro su un suolo già saturo d'acqua. Anche l'autunno del 2022, in maniera analoga alle precedenti stagioni, è risultato per la scarsità delle piogge di ottobre, che con appena 2 mm caduti è stato il più secco degli ultimi 12 anni e di ben 91 mm più asciutto rispetto alla media 2012-2021. Settembre è risultato in linea con la media, mentre novembre è stato più asciutto (98 mm; -31 mm rispetto alla media decennale). Infine, l'autunno del 2023 è stato ben più secco rispetto alla media, considerando che le precipitazioni di settembre (54 mm) sono state quasi dimezzate rispetto alla media (97 mm), quelle di ottobre (11 mm contro i 93 mm della media) sono il secondo valore più basso dopo quello del 2022, mentre novembre (111 mm) è poco più asciutto della media (129 mm). Anche per Ripatransone si è confermata la tendenza siccitosa di ottobre nel biennio 2022-2023.

I dati del decennio 2012-2021 registrati dalle 4 stazioni meteorologiche sono stati riassunti in tabella 12 per agevolare il confronto basato sui valori stagionali e annuali.

**Tabella 12:** precipitazioni cumulate medie stagionali ed annuali (mm) registrate dalle stazioni meteorologiche della Protezione Civile delle Marche impiegate nella raccolta dei dati pluviometrici (Baraccola, Svarchi, Grottazzolina e Ripatransone) nel decennio 2012-2021.

Stagione	Baraccola	Svarchi	Grottazzolina	Ripatransone
<i>Inverno</i>	243	173	183	212
<i>Primavera</i>	245	219	241	276
<i>Estate</i>	137	119	152	143
<i>Autunno</i>	277	260	272	319
<b>Totale</b>	<b>902</b>	<b>771</b>	<b>848</b>	<b>950</b>

Dall'analisi dei dati emerge come l'autunno sia la stagione più piovosa a prescindere dalla zona, da un minimo di precipitazioni cumulate stagionali di 260 mm a Svarchi ai 319 mm di Ripatransone. Nella zona del Conero, la stazione della Baraccola associa una maggiore piovosità stagionale (277 mm) ad una minore temperatura media stagionale (15,3 °C) rispetto a Svarchi, che invece ha registrato 260 mm di pioggia autunnale e 16,2 °C di temperatura

media autunnale. Invece, nella zona del Piceno Grottazzolina è caratterizzata da una minore temperatura stagionale di Ripatransone (14,8 °C della prima e 16,2 °C della seconda), però è anche meno piovosa, al contrario di quello che accade nel Conero.

La primavera è stata la seconda stagione più piovosa dopo l'autunno in tutte le stazioni, e le precipitazioni variano da un minimo di 219 mm registrato a Svarchi ad un massimo di 276 mm registrato a Ripatransone. Nel Conero anche in questo caso Baraccola (245 mm) è stata più piovosa di Svarchi (219 mm) e come nella precedente stagione anche la dotazione termica stagionale della Baraccola (13,2 °C) è stata inferiore a quella di Svarchi (13,7 °C). Nella zona del Piceno, Grottazzolina (241 mm) ha accumulato meno precipitazioni cumulate primaverili rispetto a Ripatransone (276 mm), ed anche in questo caso è risultata in media più fredda a primavera, 12,8 °C contro i 13,7 °C di Ripatransone.

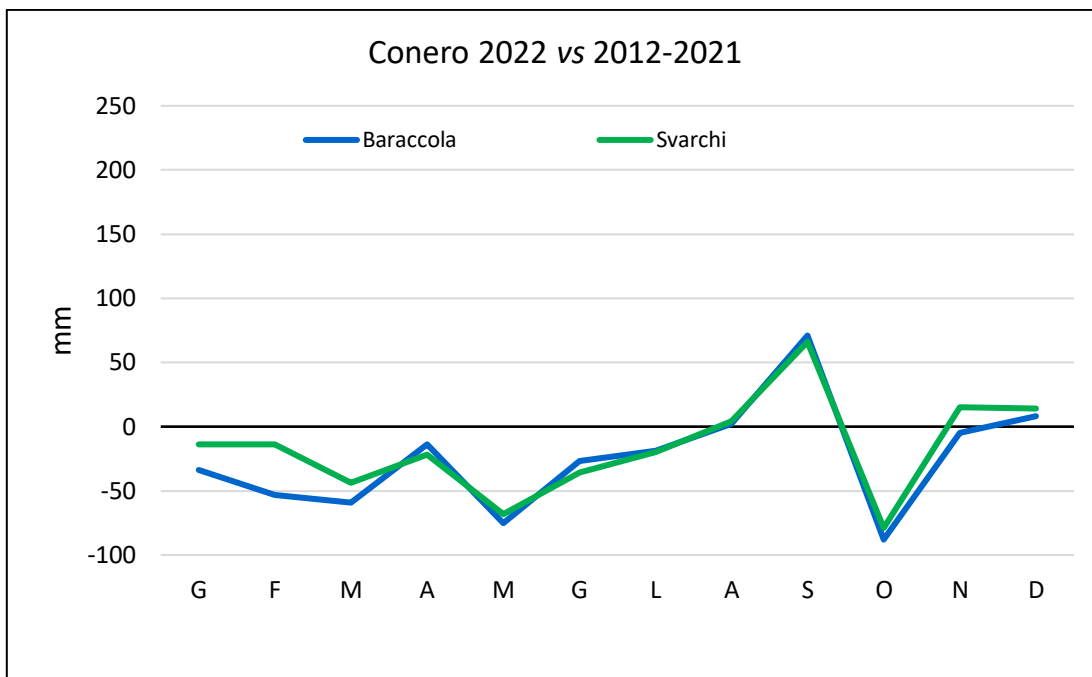
L'inverno è stata per tutte le stazioni una stagione meno piovosa della primavera, anche se a Baraccola i valori sono stati pressappoco uguali, con 243 mm caduti in inverno a confronto con i 245 mm primaverili. Le precipitazioni variano da un minimo di 173 mm di Svarchi ad un massimo di 243 mm di Baraccola. Anche in questo caso l'associazione tra la maggior piovosità cumulata stagionale e la minor temperatura media stagionale permane anche in inverno nel Conero, con la Baraccola che mette a confronto i 6,1 °C contro i 7,6 °C di Svarchi per la temperatura e i 243 mm contro i 173 mm di Svarchi per la piovosità. Anche nella zona del Piceno viene mantenuto lo standard finora osservato, ossia Grottazzolina, la stazione più secca (183 mm contro i 212 di Ripatransone), è anche mediamente la più fredda (6,3 °C contro 8,0 °C di Ripatransone).

L'estate si conferma per tutte le stazioni la stagione in assoluto più arida, con un minimo di 119 mm registrato a Svarchi ed un massimo di 152 mm registrato a Grottazzolina. Nel Conero, Baraccola è stata leggermente più piovosa di Svarchi (137 mm contro 119 mm), mentre stavolta le temperature medie stagionali si sono praticamente equivate (23,9 °C contro i 24,0 °C di Svarchi). Nel Piceno invece, stavolta Grottazzolina è risultata appena più piovosa di Ripatransone (152 mm contro 143 mm), ma si è comunque mantenuta più fresca (23,3 °C contro i 24,4 °C di Ripatransone).

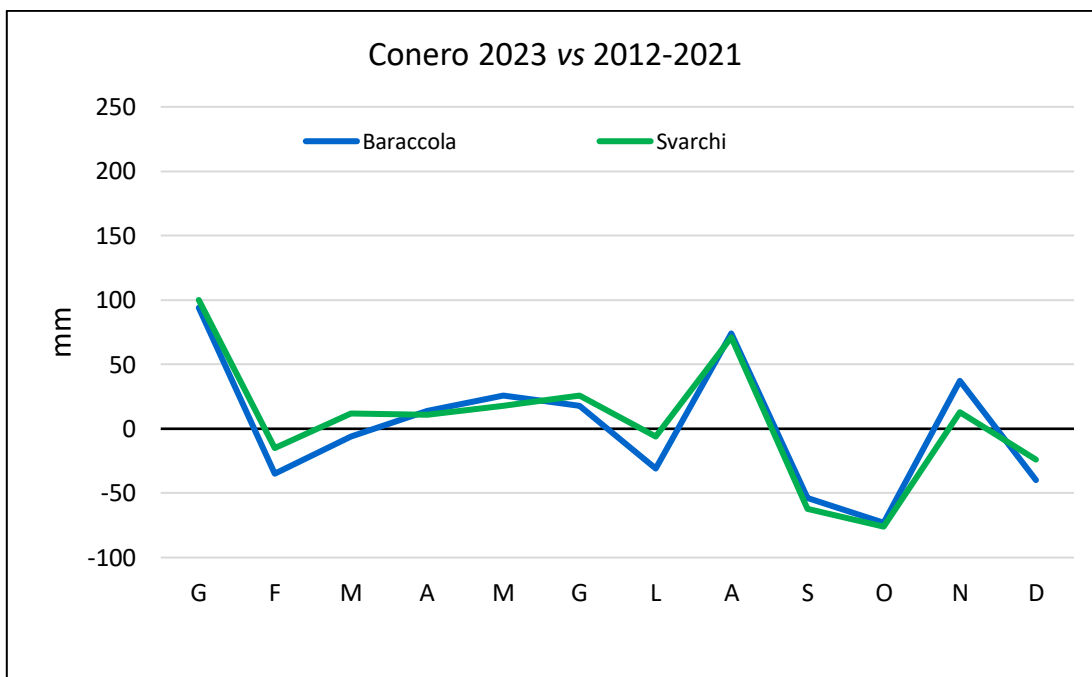
Lo scostamento tra i dati medi mensili del 2022 rispetto alla precipitazione cumulata media del decennio 2012-2021 è riportato in figura 20, dal cui esame emerge che per le stazioni meteorologiche della Protezione Civile della Regione Marche della zona del Conero prese in considerazione, i valori sono perlopiù inferiori alla media. Si può osservare come gli scarti siano da poco ad abbastanza consistenti da gennaio a marzo, e come la Baraccola registri le variazioni di maggior misura rispetto alla media. Gli scarti si riducono ad aprile — pur

rimanendo le precipitazioni inferiori alla media, di -14 mm alla Baraccola e di -22 mm a Svarchi — per poi ampliarsi nuovamente in maniera consistente a maggio (-75 mm alla Baraccola e -68 a Svarchi rispetto alle proprie medie 2012-2021); da giugno ad agosto i valori tendono ad assimilarsi alla media anche se le precipitazioni rimangono più basse della media decennale, finché lo scarto quasi si azzerava ad agosto. Negli ultimi mesi dell'anno risulta una differenza positiva significativa a settembre per entrambe le stazioni, corrispondente ad un aumento delle precipitazioni rispetto alla media di riferimento (+71 mm alla Baraccola e +66 a Svarchi rispetto alle reciproche medie mensili 2012-2021). Lo scarto positivo di settembre è controbilanciato dalla marcata siccità di ottobre registrata in entrambe le stazioni (-88 mm alla Baraccola e -79 a Svarchi rispetto alle proprie medie mensili 2012-2021); l'anno si chiude con novembre e dicembre, che presentano differenze irrisorie rispetto alla media decennale.

La resa grafica degli scarti tra le precipitazioni cumulate mensili del 2023 e le corrispondenti precipitazioni medie mensili del decennio 2012-2021 è riportata nella figura 21. Si può constatare una differenza sostanziale rispetto alla situazione del Conero nel 2022 (figura 20), ovvero un inizio d'anno ben piovoso registrato in entrambe le stazioni, con scarti positivi rispetto alla media 2012-2021 di 94 mm alla Baraccola e 100 mm a Svarchi, seguito da un febbraio appena più siccitoso rispetto alla media. Da marzo a giugno le differenze rispetto alla media sono positive ma poco consistenti, a differenza del 2022 (figura 20) che è stato invece caratterizzato da un periodo corrispondente in prevalenza siccitoso rispetto alla media di riferimento. Luglio registra una leggera flessione negativa (-31 mm per la Baraccola e -6 mm per Svarchi rispetto alla media 2012-2021), quindi l'estate si chiude con un agosto molto piovoso in entrambe le stazioni (+74 mm alla Baraccola e +71 mm a Svarchi rispetto alla media di riferimento). Mentre settembre era stato nel 2022 (figura 20) piovoso in entrambe le stazioni, nel 2023 lo scarto è negativo (-54 mm alla Baraccola e -62 mm a Svarchi rispetto alla media 2012-2021); anche in questa stazione si registra un'importante siccità nel mese di ottobre, con diminuzioni di 73 mm alla Baraccola e 76 mm a Svarchi rispetto alle reciproche medie mensili del decennio di riferimento. In entrambe le stazioni novembre si mostra appena più piovoso della media, dicembre di poco più asciutto, con una diminuzione di 40 mm alla Baraccola e di 24 mm a Svarchi rispetto al decennio di riferimento.



**Figura 20:** differenze tra le precipitazioni cumulate mensili (mm) del 2022 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Baraccola e Svarchi della zona del Conero.

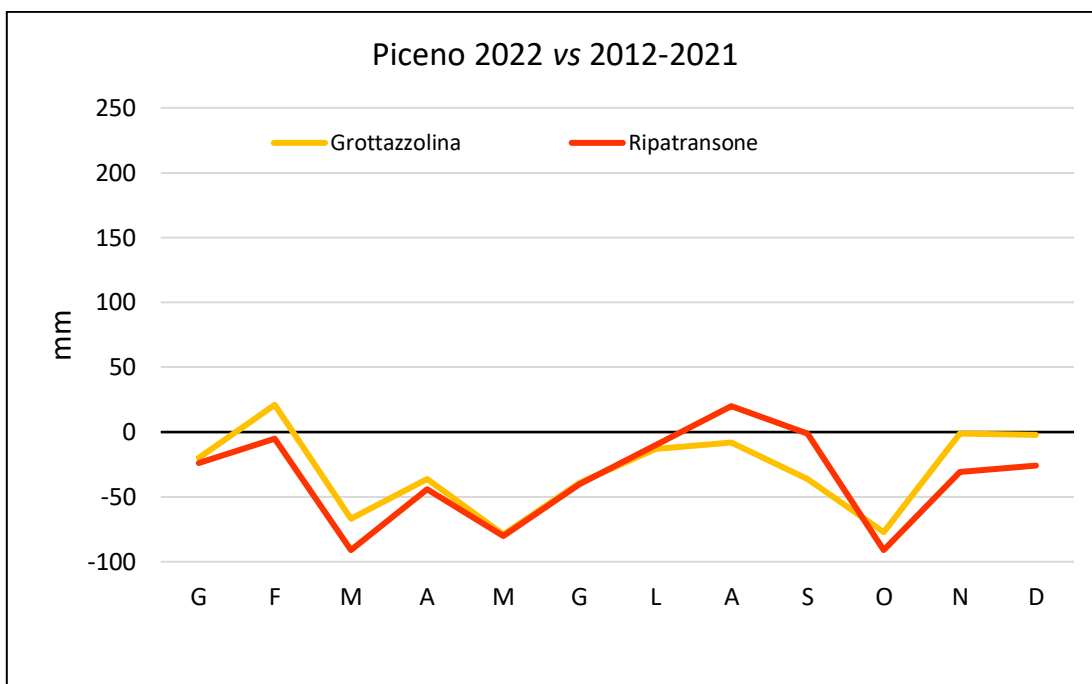


**Figura 21:** differenze tra le precipitazioni cumulate mensili (mm) del 2023 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Baraccola e Svarchi della zona del Conero.

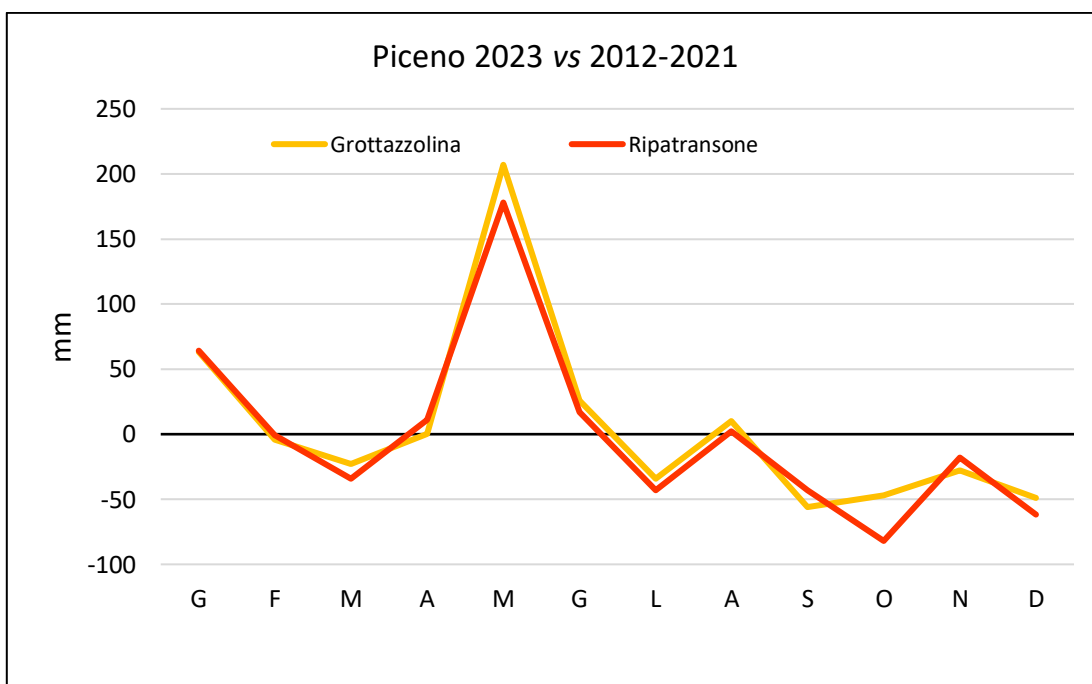


Proseguendo con la zona del Piceno, la differenza tra i dati medi mensili del 2022 rispetto alla precipitazione cumulata media del decennio 2012-2021 è riportata in figura 22, dal cui esame emerge che per le stazioni meteorologiche della Protezione Civile della Regione Marche prese in considerazione, gennaio e febbraio presentano valori appena abbastanza vicini alla media, il primo in negativo, il secondo in positivo. Anche per le stazioni della zona del Piceno è possibile notare la carenza di piogge che ha caratterizzato la primavera e l'estate del 2022, rispetto alla media decennale: gli scarti negativi più consistenti si osservano a marzo (-67 mm a Grottazzolina e -91 mm a Ripatransone rispetto alla media 2012-2021) e a maggio (-79 mm a Grottazzolina e -80 mm a Ripatransone rispetto al riferimento), mentre aprile e giugno presentano valori già più vicini alla media, ma che comunque oscillano complessivamente tra i -36 mm ed i -44 mm. Da luglio a settembre gli scarti non sono così ampi come nel periodo precedente, anche se a Grottazzolina la differenza rispetto alla media è più evidente, come a settembre, in cui viene registrata una diminuzione di 36 mm rispetto alla media decennale. Gli ultimi tre mesi dell'anno sono caratterizzati da scarti sempre negativi, importante notare quello di ottobre (-77 mm a Grottazzolina e -91 mm a Ripatransone rispetto alle reciproche medie 2012-2021), mese che anche nelle stazioni del Conero è risultato sempre siccitoso nel biennio 2022-2023 (figura 20 e 21).

Gli scarti tra le precipitazioni cumulate mensili delle stazioni del Piceno nel 2023 e quelle corrispondenti del decennio di riferimento 2012-2021 sono riportati in figura 23. Gennaio è stato più piovoso rispetto alla media (+60 mm). I mesi di febbraio, marzo ed aprile presentano scarti dalla media compresi in un intervallo che va da 0 mm (nessuna differenza) a -34 mm, mentre maggio presenta in entrambe le stazioni uno scarto positivo che a Grottazzolina raggiunge i 207 mm e a Ripatransone i 178 mm. I mesi estivi si collocano sulla media tranne luglio, che in entrambe le stazioni risulta più siccitoso (-34 mm a Grottazzolina e -43 mm a Ripatransone rispetto alla media 2012-2021). I mesi autunnali del 2023 sono caratterizzati da una tendenza siccitosa, con riduzioni consistenti tra settembre (-56 mm a Grottazzolina e -43 mm a Ripatransone rispetto alla media decennale) ed ottobre (-47 mm a Grottazzolina e -82 mm a Ripatransone rispetto al riferimento), che si conferma un mese siccitoso, come osservato anche nelle precedenti situazioni (figura 20, 21 e 22) I mesi da settembre a dicembre sono caratterizzati da un andamento tendenzialmente asciutto, con riduzioni con differenze rimarchevoli rispetto alla media soprattutto nella stazione di Ripatransone. Infine, gli scarti di novembre sono negativi ma contenuti, andando dai -28 mm di Grottazzolina ai -18 mm di Ripatransone, mentre dicembre risulta moderatamente asciutto in entrambe le stazioni (-49 mm alla Baraccola e -62 mm a Ripatransone rispetto alla media 2012-2021).



**Figura 22:** differenze tra le precipitazioni cumulate mensili (mm) del 2022 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Grottazzolina e Ripatransone della zona del Piceno.



**Figura 23:** differenze tra le precipitazioni cumulate mensili (mm) del 2023 e quelle corrispondenti del decennio 2012-2021 registrate dalle stazioni meteorologiche Grottazzolina e Ripatransone della zona del Piceno.

#### 4.3 Decorso termico 2022 e 2023 registrato dalle stazioni meteorologiche delle parcelle

Ogni vigneto campione è stato fornito di una stazione meteorologica dal partner Moncaro che ha giornalmente registrato la precipitazione cumulata, la temperatura media, minima e massima. Per entrambi gli anni di indagine, 2022 e 2023, sono stati ottenuti i dati di temperatura del periodo più significativo ai fini dello sviluppo vegeto-produttivo della vite, ovvero dal 1° marzo al 31 ottobre. In alcune occasioni le stazioni meteorologiche parcellari (M) non si sono rivelate efficaci nella misurazione dei dati ricercati, perciò è stato necessario integrarli interpolandoli con i dati raccolti dalle stazioni meteorologiche della Protezione Civile (PC) più affini con la stazione M deficitaria, garantendo in questo modo una ricostruzione il più affidabile possibile.

L'andamento delle temperature medie mensili registrate dalle stazioni M nel 2022 è riportato nella tabella 13. Nella zona del Conero le medie mensili della stagione primaverile sono state tendenzialmente superiori alle corrispondenti delle stazioni PC. Marzo è risultato un mese fresco, con temperature medie comprese tra i 6,1 °C di POL e gli 8,5 °C di MIG che in nessun caso hanno superato i 10 °C della soglia di crescita della vite. Le temperature medie si sono alzate ad aprile 2022, oscillando tra gli 11,8 °C di POL ed i 13,1 °C di MIG, per poi giungere a maggio fino ai 19,6 °C di CAN e POL. Anche le temperature della stagione estiva sono state moderatamente più calde di quelle rilevate da entrambe le stazioni PC, e l'andamento delle temperature è stato crescente da giugno a luglio con una minima flessione finale ad agosto. Luglio è stato il mese in cui è stata registrata più variabilità, con una differenza di 1,7 °C tra COP (25,8 °C) e CAN (27,5 °C). A giugno ed agosto invece le temperature medie registrate dalle stazioni M sono state meno variabili, mostrando una differenza massima di 1,2 °C registrata a giugno (tra i 24,3 °C di COP e i 25,5 °C di CAN). Settembre ed ottobre 2022 hanno mostrato temperature medie decrescenti ed in media superiori a quelle delle stazioni PC. A settembre sono sempre stati superati i 20 °C ad eccezione di POL (19,6 °C), le temperature di ottobre sono state comprese tra i 16,5 °C di POL ed i 18,1 °C di CAN. Le stazioni più fresche, con una temperatura media nel periodo marzo-ottobre (M-O) di 18,8 °C entrambe, sono state COP e POL, quella più calda MIG, con una media M-O di 19,8 °C.

I dati raccolti dalle stazioni M della zona del Piceno nel 2022 hanno mostrato poche differenze rispetto a quelli delle stazioni della PC del Piceno usate per la raccolta dei dati termici, Grottazzolina (GRO) ed Ete Caldarette (ETE). Di queste, GRO è stata quella più fresca ed ETE quella più calda, nel periodo M-O (tabelle 6 e 7). In accordo con le precedenti stazioni le temperature medie di marzo sono state comprese nell'intervallo 7,1 °C di MASCI ed i 7,4

°C di MASGA, ben distanti dalla soglia di crescita di 10 °C della vite. Aprile è stato decisamente più caldo di marzo con valori oscillanti tra gli 11,5 °C ed i 12,2 °C ed una variabilità superiore rispetto a marzo, le temperature di maggio sono state poco variabili, tra 19,0 °C e 19,5 °C. La stagione estiva ha avuto un andamento termico crescente tra giugno e luglio, con una successiva diminuzione ad agosto: la variabilità dei dati raccolti è stata bassa, la più alta è stata di 0,9 °C a luglio (tra i 26,1 °C di MASGA ed i 27 °C di CORRA). Settembre ha mostrato sempre temperature superiori ai 20 °C ad eccezione di MASGA (19,8 °C), ottobre è stato discretamente variabile, con temperature medie comprese tra i 16,9 °C di MASGA ed i 18,3 °C di CDMU. La stazione con la minore temperatura media nel periodo M-O è stata MASGA (18,9 °C), le più calde CDMU e CORRA (19,3 °C).

**Tabella 13:** temperatura media mensile (°C) rilevata nel 2022 dalle 10 stazioni meteorologiche (6 nel Conero e 4 nel Piceno) installate nelle parcelle esaminate.

Mese	Conero						Piceno			
	CAN	COP	LUC	MIG	POL	SVA	CDMU	CORRA	MASCI	MASGA
Marzo	7,4	7,3	7,3	8,5	6,1	8,3	7,3	7,3	7,1	7,4
Aprile	12,5	12,2	12,4	13,1	11,8	12,8	11,8	11,8	11,5	12,2
Maggio	19,6	18,8	18,9	19,8	19,6	19,1	19,3	19,5	19,0	19,3
Giugno	25,5	24,3	24,9	25,1	24,8	24,5	25,1	25,4	25,0	24,6
Luglio	27,5	25,8	26,4	27,1	26,9	26,3	26,7	27,0	26,6	26,1
Agosto	25,7	25,1	25,2	25,9	25,1	25,7	25,3	25,5	25,1	24,9
Settembre	20,5	20,2	20,3	20,5	19,6	20,6	20,3	20,4	20,1	19,8
Ottobre	18,1	17,0	17,8	18,1	16,5	17,7	18,3	17,8	17,6	16,9

La tabella 14 riporta l'andamento delle temperature medie mensili registrate dalle stazioni M nel 2023. Anche qui le temperature medie mensili registrate sono state sempre di poco superiori alle corrispondenti delle stazioni PC della zona, GRO ed ETE. Nella zona del Conero a marzo 2023 tutte le stazioni M hanno registrato temperature medie superiori ai 10 °C della soglia di vegetazione della vite, coerentemente con le rilevazioni delle stazioni PC (tabelle 6 e 7), con temperature comprese tra gli 11,3 °C di POL e gli 11,9 °C di CAN. Aprile è stato poco più caldo di marzo e maggio più fresco del 2022, con temperature medie comprese tra i 17,1 °C di COP e i 17,9 °C di SVA. Anche in questo caso la stagione estiva ha iniziato con un andamento crescente delle temperature tra giugno e luglio, seguiti da un agosto meno caldo. La variabilità più alta tra le temperature registrate si osserva a luglio e ad agosto, in entrambi i mesi 1,3 °C tra la minima e la massima registrate. Settembre è stato sempre ben oltre i 20 °C (tra 21,8 °C e 22,7 °C) così come ottobre, ad eccezione di COP (19,7 °C). La stazione più fresca è stata COP con una media tra le medie mensili M-O di 19,2 °C, la più calda CAN (20,0

°C di media M-O), dove per 7 mesi su 8 sono state peraltro registrate temperature massime relative.

Le temperature medie mensili rilevate nel 2023 nelle stazioni M del Piceno sono state in generale appena più alte di quelle registrate nel periodo M-O a GRO e più basse di quelle rilevate ad ETE. Le temperature medie del periodo M-O sono molto simili (11,4 °C e 11,9 °C), mentre maggio si assesta su una media di 16,9 °C con una variabilità espressa tra 16,7 °C e 17,1 °C. Anche in quest'ultimo caso le medie mensili salgono tra giugno e luglio e si abbassano di poco in agosto, che esprime la maggiore variabilità tra le temperature rilevate (1,2 °C, tra 24,2 °C a MASGA e 25,4 °C a CORRA). A settembre le temperature medie sono state ben al di sopra dei 20 °C (tra 21,7 °C a MASGA e 22,4 °C a CORRA), ad ottobre quasi sempre al di sotto ma comunque miti (tra i 18,9 °C di MASGA e i 20,3 °C di CDMU). La stazione più fresca, con una temperatura media tra le medie mensili del periodo M-O di 19,0 °C, è stata MASGA, mentre quella più calda CORRA (19,7 °C), dove per 7 mesi su 8 sono state registrate delle massime relative.

**Tabella 14:** temperatura media mensile (°C) rilevata nel 2023 dalle 10 stazioni meteorologiche (6 nel Conero e 4 nel Piceno) installate nelle parcelle esaminate.

Mese	Conero						Piceno			
	CAN	COP	LUC	MIG	POL	SVA	CDMU	CORRA	MASCI	MASGA
Marzo	11,9	11,5	11,8	11,8	11,3	11,5	11,6	11,7	11,5	10,9
Aprile	12,5	12,0	12,3	12,4	11,6	12,2	11,9	12,1	11,7	11,8
Maggio	17,3	17,1	17,3	17,7	17,2	17,9	16,9	17,1	16,7	16,9
Giugno	22,9	22,0	22,9	22,9	22,1	22,3	22,2	22,5	21,7	22,0
Luglio	27,0	25,7	26,8	26,7	26,4	25,8	26,6	26,8	26,0	25,8
Agosto	25,3	24,0	25,2	24,9	24,7	25,3	25,1	25,4	24,7	24,2
Settembre	22,7	21,8	22,6	22,7	21,8	22,3	22,3	22,4	21,9	21,7
Ottobre	20,4	19,7	20,2	20,1	20,1	20,0	20,3	19,8	19,4	18,9

Per descrivere e rappresentare le disponibilità termiche delle parcelle viene utilizzato il modello dell'accumulo delle temperature attive (TA) a partire dal 1° marzo fino al 31 ottobre, che consiste nella sommatoria delle temperature medie giornaliere diminuite di 10° C, ovvero la temperatura soglia sopra alla quale si hanno fenomeni di crescita rilevanti nella vite; per T medie minori di 10° C il contributo alla sommatoria è nullo, perciò non vi sono diminuzioni.

Le TA cumulate mensilmente nelle parcelle nel periodo M-O del 2022 sono indicate nella tabella 15, la cui analisi consente alcune considerazioni. Si osserva che le TA cumulate di marzo sono in linea con le basse temperature medie mensili registrate nel 2022 dalle stazioni M (tabella 13): infatti, i GG sono compresi tra i 3 GG di POL ed i 13 GG di MIG in entrambe le zone, valori per nulla significativi ai fini della crescita della vite. Ad aprile la disponibilità

termica aumenta in linea con le medie mensili registrate, ed i cumuli termici sono compresi tra un minimo di 62 GG espressi a MASCI ed un massimo di 96 GG di MIG. I cumuli termici aumentano proporzionalmente all'aumento delle temperature medie mensili e ciascuna stazione raggiunge coerentemente il cumulo massimo nel mese di luglio, il più caldo in tutte le stazioni. È inoltre interessante notare che, in linea con le aspettative, le stazioni più fresche sono state anche quelle con i cumuli termici complessivi minori nel periodo M-O, e molto plausibilmente nell'intero anno solare. Ad esempio, nel 2022 nella zona del Conero COP e POL hanno avuto la minor temperatura media nel periodo M-O a pari merito (18,8 °C), ed infatti hanno accumulato i due minori valori in termini di temperature attive (2263 per COP e 2299 per POL). Lo stesso dicasi per MASGA, che nel Piceno nel 2022 è stata la più fresca con 18,9 °C di media nel periodo M-O ed ha il minor cumulo termico tra le stazioni del Piceno (2282 GG). MASCI ha il secondo minor cumulo termico M-O (2318 GG) ed infatti ha registrato tre minime mensili relative nel 2022, a marzo, aprile e maggio. Lo stesso *fil rouge* si ritrova nell'analisi dei cumuli termici massimi M-O: MIG, stazione più calda del Conero del 2022 (19,8 °C di  $T_{med}$  nel periodo M-O) esprime il più alto cumulo termico totale (2454 GG), seguita a ruota da CAN (2450 GG), seconda stazione più calda del Conero nel 2022 (19,6 °C di  $T_{med}$  nel periodo M-O). La coppia CORRA-CDMU nel Piceno, stazioni più calde nel 2022 a pari merito con 19,3 °C, esprimono i più alti cumuli termici M-O (2395 GG e 2379 GG).

**Tabella 15:** temperature attive cumulate mensili (GG) rilevate nel periodo marzo-ottobre 2022 nelle stazioni parcellari Moncaro del Conero (6 parcelle) e del Piceno (4 parcelle).

Mese	Conero						Piceno			
	CAN	COP	LUC	MIG	POL	SVA	CDMU	CORRA	MASCI	MASGA
Marzo	7	5	6	13	3	10	9	10	8	9
Aprile	83	76	79	96	70	88	69	66	62	77
Maggio	298	272	275	304	299	283	288	293	280	288
Giugno	465	428	447	453	445	436	454	462	449	439
Luglio	542	489	508	530	525	505	518	528	514	499
Agosto	488	468	471	493	468	487	475	481	467	461
Settembre	316	307	309	314	288	319	310	311	303	294
Ottobre	251	218	241	251	201	238	256	243	236	215
<b>Totale</b>	<b>2450</b>	<b>2263</b>	<b>2338</b>	<b>2454</b>	<b>2299</b>	<b>2368</b>	<b>2379</b>	<b>2395</b>	<b>2318</b>	<b>2282</b>

Le temperature attive cumulate mensilmente nel periodo M-O del 2023 dalle stazioni M sono riportate nella tabella 16. Si nota subito la differenza rispetto alle temperature medie mensili registrate a marzo del 2023, infatti i cumuli termici mensili sono decisamente più alti e compresi tra i 49 GG di MASGA ed i 75 GG di CAN, considerando entrambe le zone: del resto, le temperature di marzo 2023 sono state ben più alte di marzo 2022, sia nel Conero che

nel Piceno. Aprile esprime cumuli termici simili al 2022 e compatibili con un'accelerazione della crescita della vite, mentre i valori di maggio, compresi tra i 208 GG a MASCI ed i 244 di SVA, sono stati ben più bassi del 2022, compatibilmente con la diminuzione delle medie mensili di maggio dal 2022 al 2023 (tabella 14 e 15). Si nota anche come i mesi estivi abbiano garantito disponibilità termiche inferiori rispetto a quelle del 2022, soprattutto a giugno: nel 2023 il valore più alto è quello di 388 GG di CAN, ben più basso del valore minore del 2022, i 428 GG di COP. In compenso settembre ed ottobre 2023 sono stati più caldi del 2022 ed hanno perciò fornito sì maggiori GG, ma in una fase conclusiva dello sviluppo vegeto-riproduttivo della vite: ottobre 2023 ha cumulato TA comprese tra i 275 GG di MASGA ed i 322 GG di CAN, valori più simili a settembre del 2022 (intervallo compreso tra i 288 GG ed i 319 GG) che non al suo analogo dell'anno precedente (intervallo compreso tra i 201 GG ed i 256 GG). Anche in questo caso le stazioni M più fresche, COP nel Conero e MASGA nel Piceno, sono state quelle che hanno garantito le dotazioni termiche totali minori nelle rispettive zone (2263 GG a COP e 2282 GG a MASGA), così come CAN e CORRA, le stazioni più calde del Conero e del Piceno nel 2023, sono state quelle con i cumuli termici complessivi più alti (2482 GG e 2391 GG, in ordine).

**Tabella 16:** temperature attive cumulate mensili (GG) rilevate nel periodo marzo-ottobre 2023 nelle stazioni parcellari Moncaro del Conero (6 parcelle) e del Piceno (4 parcelle).

Mese	Conero						Piceno			
	CAN	COP	LUC	MIG	POL	SVA	CDMU	CORRA	MASCI	MASGA
Marzo	75	65	72	68	65	63	66	69	67	49
Aprile	87	72	81	82	70	74	72	74	65	65
Maggio	227	220	227	239	223	244	214	220	208	213
Giugno	388	360	386	386	364	370	367	375	352	360
Luglio	527	486	521	517	508	491	515	520	496	489
Agosto	475	435	471	462	457	475	469	478	455	442
Settembre	382	355	378	380	355	370	369	372	357	350
Ottobre	322	301	316	312	312	310	320	303	293	275
<b>Totale</b>	<b>2482</b>	<b>2294</b>	<b>2452</b>	<b>2445</b>	<b>2353</b>	<b>2396</b>	<b>2391</b>	<b>2412</b>	<b>2293</b>	<b>2242</b>

In seguito a questa disamina sui cumuli termici è sembrato utile concentrarsi sulle disponibilità termiche dei mesi più caldi dell'anno, quelli estivi, assieme a quello di settembre che nel Montepulciano, dato il ciclo tardivo, è il mese in cui viene portata a termine la maturazione. Va tenuto in considerazione, infatti, che il periodo da giugno a settembre (G-S) nel biennio 2022-2023 oggetto di indagine è stato in linea di massima più caldo della media del decennio 2012-2021, sia nel Conero che nel Piceno, e che le temperature ottimali per la fotosintesi nella vite sono comprese tra 25-30 °C; temperature di 37-38 °C innescano invece fenomeni di fotoinibizione cronica con manifestazioni di clorosi e necrosi a carico dei tessuti

fogliari, aggravati ed accelerati da un eventuale contesto di deficit idrico (Palliotti et al., 2018). Ci si è chiesti dunque per quante ore le parcelle del Conero e del Piceno fossero state esposte a temperature superiori ai 30 °C ed ai 35 °C nel biennio 2022-2023, ed i risultati del 2022 sono esposti nella tabella 17. Si nota subito che le ore di esposizione superiori a 30 °C, sono notevoli per tutte le stazioni, in particolare per luglio ed agosto. Infatti, le ore di luglio sono comprese in un intervallo variabile tra 63 di COP e 267 a CAN, ossia un'esposizione variabile dai 3 agli 11 giorni circa. Anche le ore di giugno ed agosto superiori ai 30 °C sono numerose, inoltre in quest'ultimo mese la variabilità del dato tra le stazioni è relativamente bassa: l'esposizione è infatti compresa tra 138 e 212 ore tra tutte le stazioni M. A settembre le "ondate di calore" subiscono prevedibilmente una drastica riduzione, e sono comprese tra le 9 ore registrate a MASGA e le 38 ore di CAN. Le ore di esposizione a temperature superiori ai 35 °C sono decisamente minori rispetto alla precedente categoria, anche se nei vigneti più caldi del Conero, CAN e MIG, le ore di esposizione a luglio sono state 88, equiparabili a circa 4 giorni di esposizione a temperature fisiologicamente lesive per la vite.

**Tabella 17:** ore cumulate mensili nel periodo giugno-settembre 2022 durante cui le parcelle sperimentali del Conero e del Piceno sono state esposte a temperature superiori a 30 °C (colonna centrale) ed a 35 °C (colonna di destra).

Parcelle	Ore a T>30 °C				Ore a T>35 °C				
	GIU	LUG	AGO	SET	GIU	LUG	AGO	SET	
<i>Conero</i>	CAN	170	262	193	38	11	88	25	0
	COP	104	63	ND	ND	0	11	ND	ND
	LUC	118	244	175	36	3	37	12	0
	MIG	160	267	198	11	5	88	24	0
	POL	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	SVA	112	228	212	23	0	17	18	0
<i>Piceno</i>	CDMU	93	228	155	20	1	24	8	0
	CORRA	185	257	198	36	6	67	12	0
	MASCI	113	235	161	23	2	41	9	0
	MASGA	108	243	138	9	0	12	7	0

La tabella 18 riporta, infine, le ore di esposizione a temperature superiori ai 30 °C ed ai 35 °C delle parcelle del Conero e del Piceno nel 2023. Il primo dato che colpisce è la differenza tra il giugno di quest'anno ed il precedente: le ore cumulate sono state comprese tra le 42 di MASGA e le 90 di MIG, mentre a giugno 2022 solo la minima esposizione è stata di 93 ore a CDMU, la massima di 185 a CORRA. Per il resto, sia a luglio che ad agosto le ore di esposizione sono state di poco meno numerose rispetto a quelle sviluppate nei mesi corrispondenti del 2022, mentre quelle di settembre sono state (tra le 2 di MASGA e le 74 di LUC) più numerose di quelle del 2022. Infine, contestualmente con la generale riduzione delle



temperature medie mensili registrate tra il 2022 ed il 2023 in entrambe le zone, le ore di esposizione delle parcelle a 35 °C sono state tutto sommato inferiori in tutti e 4 i mesi indagati nel 2023 rispetto al 2022, anche se colpisce la presenza, seppur minima, di 1 e 2 ore registrate a settembre rispettivamente a CAN e a LUC.

**Tabella 18:** ore cumulate mensili nel periodo giugno-settembre 2023 durante cui le parcelle sperimentali del Conero e del Piceno sono state esposte a temperature superiori a 30 °C (colonna centrale) ed a 35 °C (colonna di destra).

Parcelle	Ore a T>30 °C				Ore a T>35 °C				
	GIU	LUG	AGO	SET	GIU	LUG	AGO	SET	
<i>Conero</i>	CAN	78	242	192	61	5	49	44	1
	COP	44	179	158	23	0	9	10	0
	LUC	89	258	225	74	11	56	48	2
	MIG	90	248	166	43	8	48	16	0
	POL	ND	ND	ND	13	ND	ND	ND	0
	SVA	55	146	118	ND	0	14	16	ND
<i>Piceno</i>	CDMU	48	210	167	40	3	36	21	0
	CORRA	76	255	200	61	5	54	46	0
	MASCI	47	209	165	37	1	22	22	0
	MASGA	42	193	152	2	2	8	7	0

Infine, per verificare che le temperature registrate dalle stazioni M fossero affini a quelle registrate dalle stazioni PC, sono state studiate le correlazioni tra i dati di temperatura rilevati delle stazioni PC per entrambe le zone (Baraccola e Svarchi per il Conero e Grottazzolina ed Ete Caldarette per il Piceno) e i dati di temperatura delle stazioni meteorologiche installate nei vigneti presi in esame: CAN, COP, LUC, MIG, POL e SVA per il Conero e CDMU, CORRA, MASCI e MASGA per il Piceno. Lo studio delle correlazioni si è rivelato utile anche per recuperare attraverso la regressione alcune delle misurazioni perdute a causa del funzionamento deficitario di alcune stazioni M in certi periodi, come si accennava all’inizio del sottocapitolo.

Le correlazioni tra le temperature medie giornaliere registrate dalle stazioni PC Baraccola (BRC) e Svarchi (SVR) e quelle delle 6 parcelle M del Conero (CAN, COP, LUC, MIG, POL, SVA) nel periodo primaverile (da marzo a maggio) del biennio 2022-2023 sono riportate nelle figure 24, 25 e 26; l’operazione analoga nella zona del Piceno, con le correlazioni tra le stazioni PC Grottazzolina (GRO) ed Ete Caldarette (ETE) e le 4 stazioni M (CDMU, CORRA, MASCI e MASGA) è riportata nelle figure 27 e 28.

In generale si nota che nella zona del Conero le temperature medie giornaliere della primavera presentano correlazioni da strette a molto strette per tutte le stazioni M con entrambe le stazioni PC, BRC e SVR; l’unica eccezione lampante è la stazione POL, che avendo un

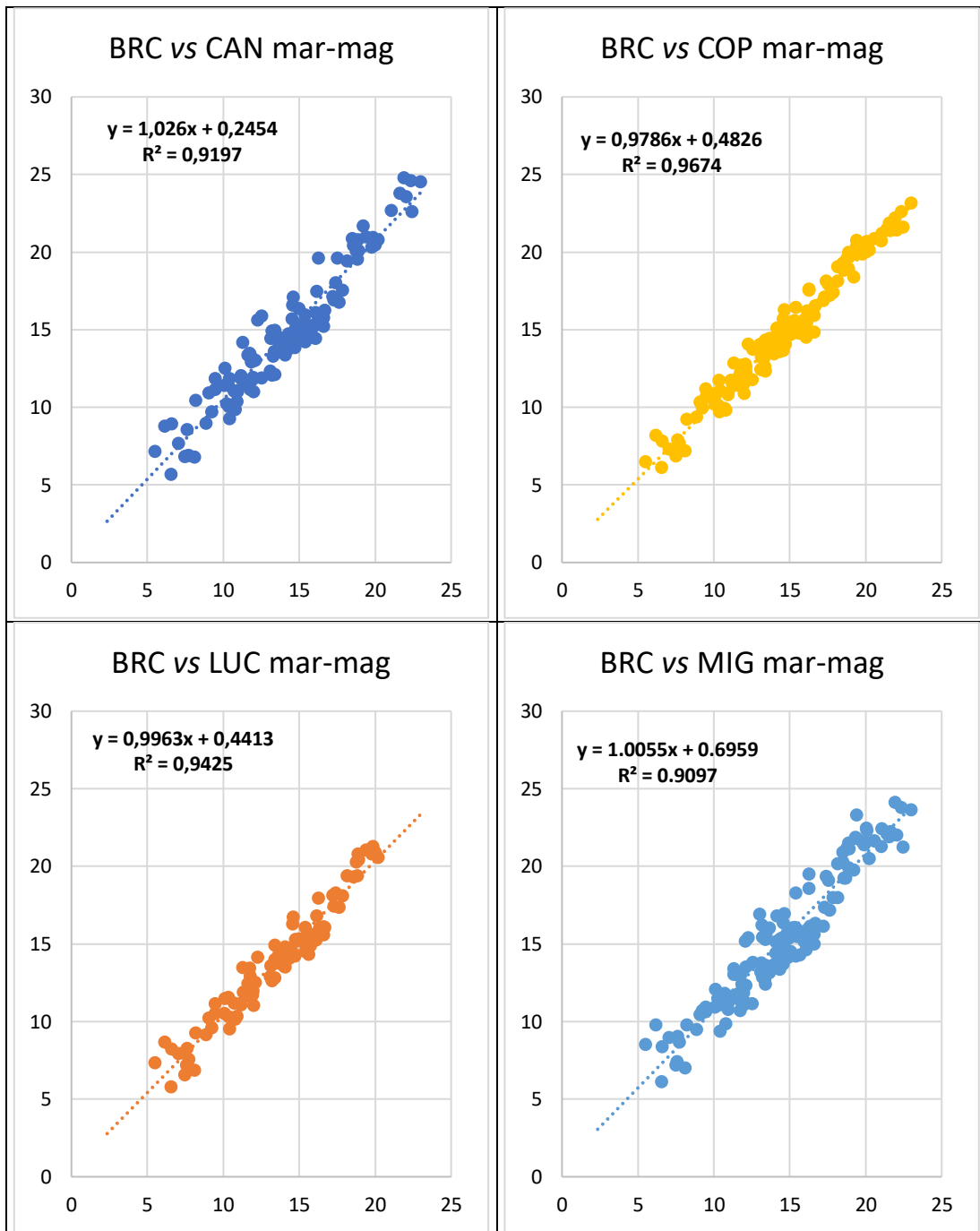
coefficiente di determinazione di 0,74 con BRC e di 0,68 con SVR correla molto poco con entrambe le stazioni. Oltretutto la stazione POL nell'intero biennio 2022-2023 ha registrato una quantità insufficiente di dati, motivo per cui si è scelto di ricostruirli sfruttando le regressioni con la stazione CAN.

Nella zona del Piceno le temperature medie giornaliere della primavera presentano correlazioni tra le stazioni PC e le stazioni M nel biennio 2022-2023, che sono molto strette tra la stazione GRO e tutte le stazioni M, con valori del coefficiente di determinazione che oscillano tra 0,96 e 0,98. Le correlazioni con la stazione ETE, invece, sono da strette a moderatamente strette, con un coefficiente di determinazione compreso nell'intervallo 0,86-0,94.

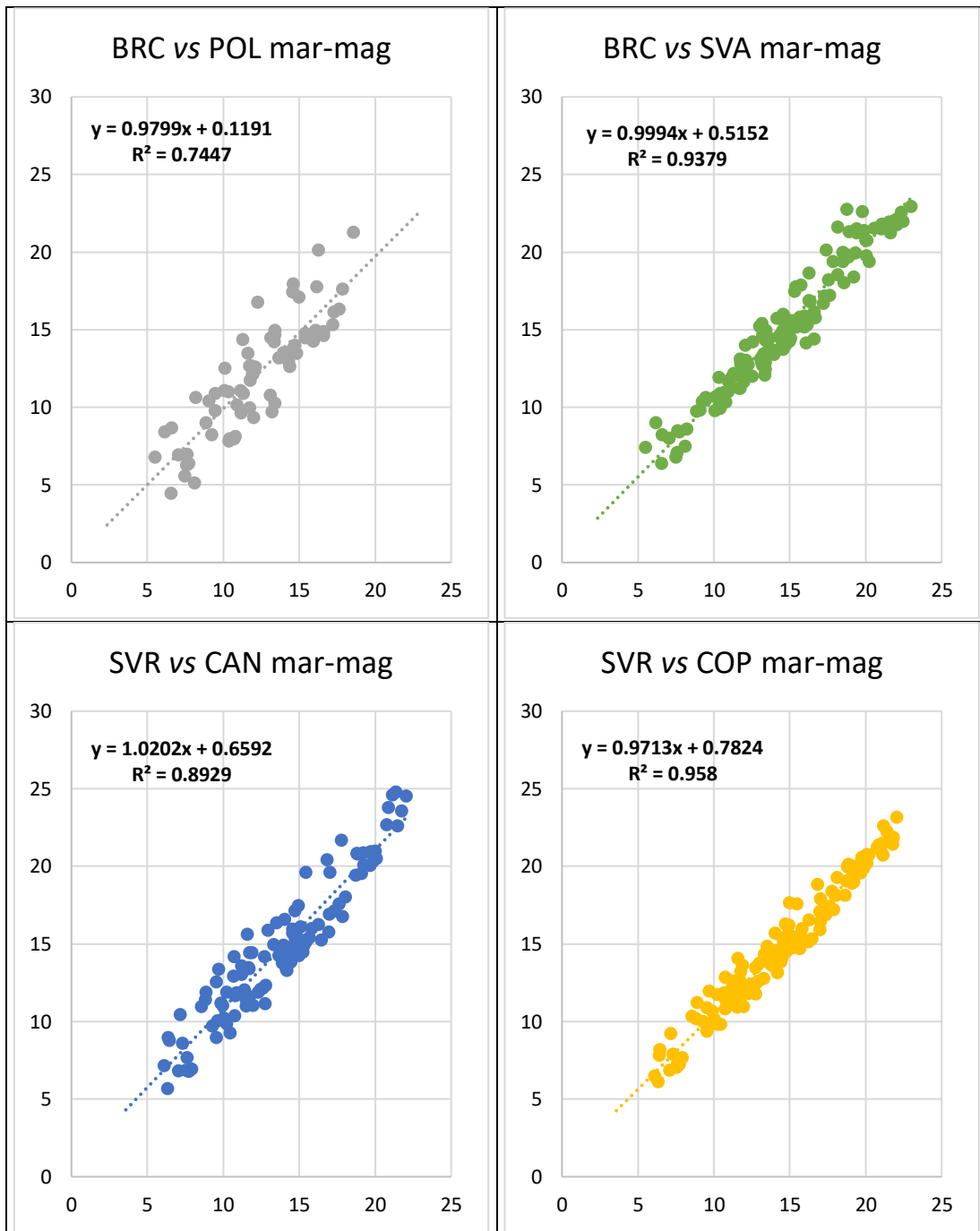
Le correlazioni tra le temperature medie giornaliere registrate dalle stazioni PC Baraccola (BRC) e Svarchi (SVR) e quelle delle 6 parcelle M del Conero (CAN, COP, LUC, MIG, POL, SVA) nel periodo di crescita e maturazione degli acini (da giugno a settembre) del biennio 2022-2023 sono riportate nelle figure 29, 30 e 31; l'operazione analoga nella zona del Piceno, con le correlazioni tra le stazioni PC Grottazzolina (GRO) ed Ete Caldarette (ETE) e le 4 stazioni M (CDMU, CORRA, MASCI e MASGA) è riportata nelle figure 32 e 33.

Anche nel periodo giugno-settembre le correlazioni tra i dati di temperatura media giornaliera raccolti dalle stazioni PC della zona del Conero (BRC e SVA) e quelli delle stazioni M della stessa zona si dimostrano da strette a molto strette, con la debita eccezione della stazione POL, che mostra valori molto bassi del coefficiente di determinazione (0,48 con BRC e 0,58 con SVR) e per cui è stata scelta anche in questo caso la ricostruzione dei dati di temperatura attraverso la regressione con i dati raccolti dalla stazione CAN.

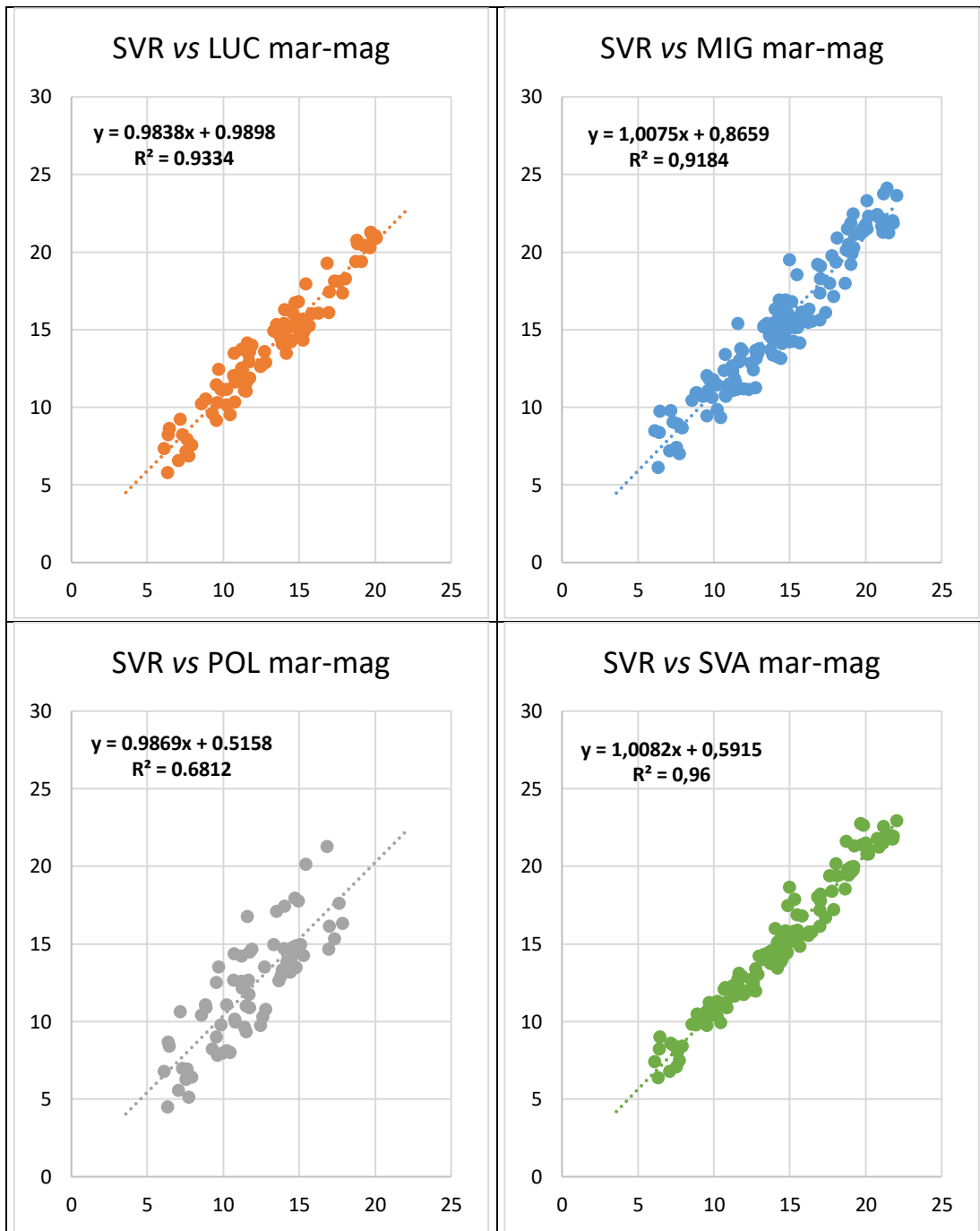
Per quanto riguarda infine la correlazione tra i dati termici giornalieri raccolti dalle stazioni PC e gli stessi raccolti dalle stazioni M nella zona del Piceno nel periodo tra giugno e settembre del biennio 2022-2023, si può confermare che le correlazioni sono da strette a molto strette, soprattutto con la stazione GRO, che mostra sempre valori del coefficiente di determinazione superiori a 0,95. Per ETE i valori del coefficiente di determinazione sono leggermente più bassi, comunque denotano correlazioni strette risultando tutti superiori a 0,90.



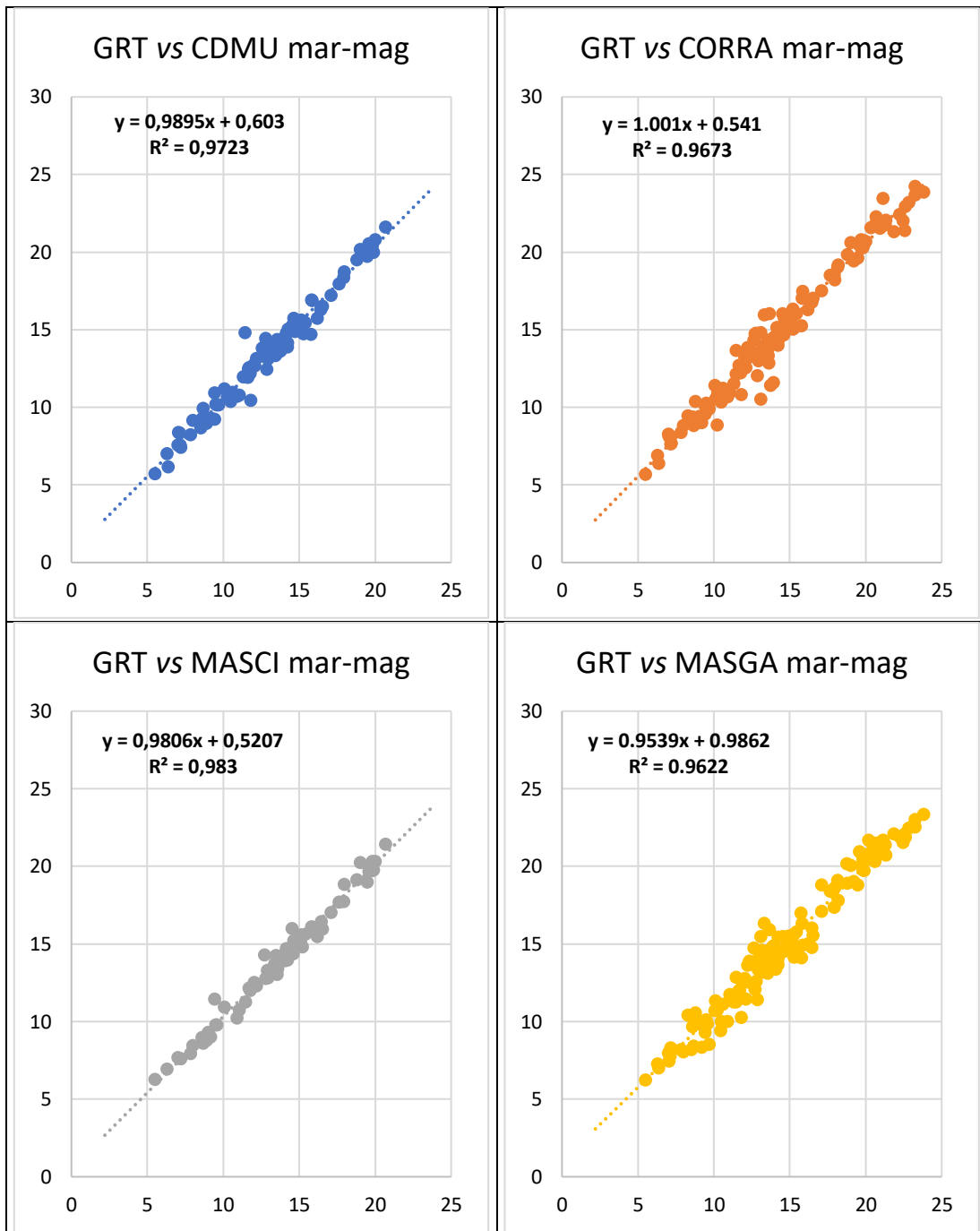
**Figura 24:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Baraccola e quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Cantori e Coppo, in basso da sinistra a destra con Lucilla e Mignanelli.



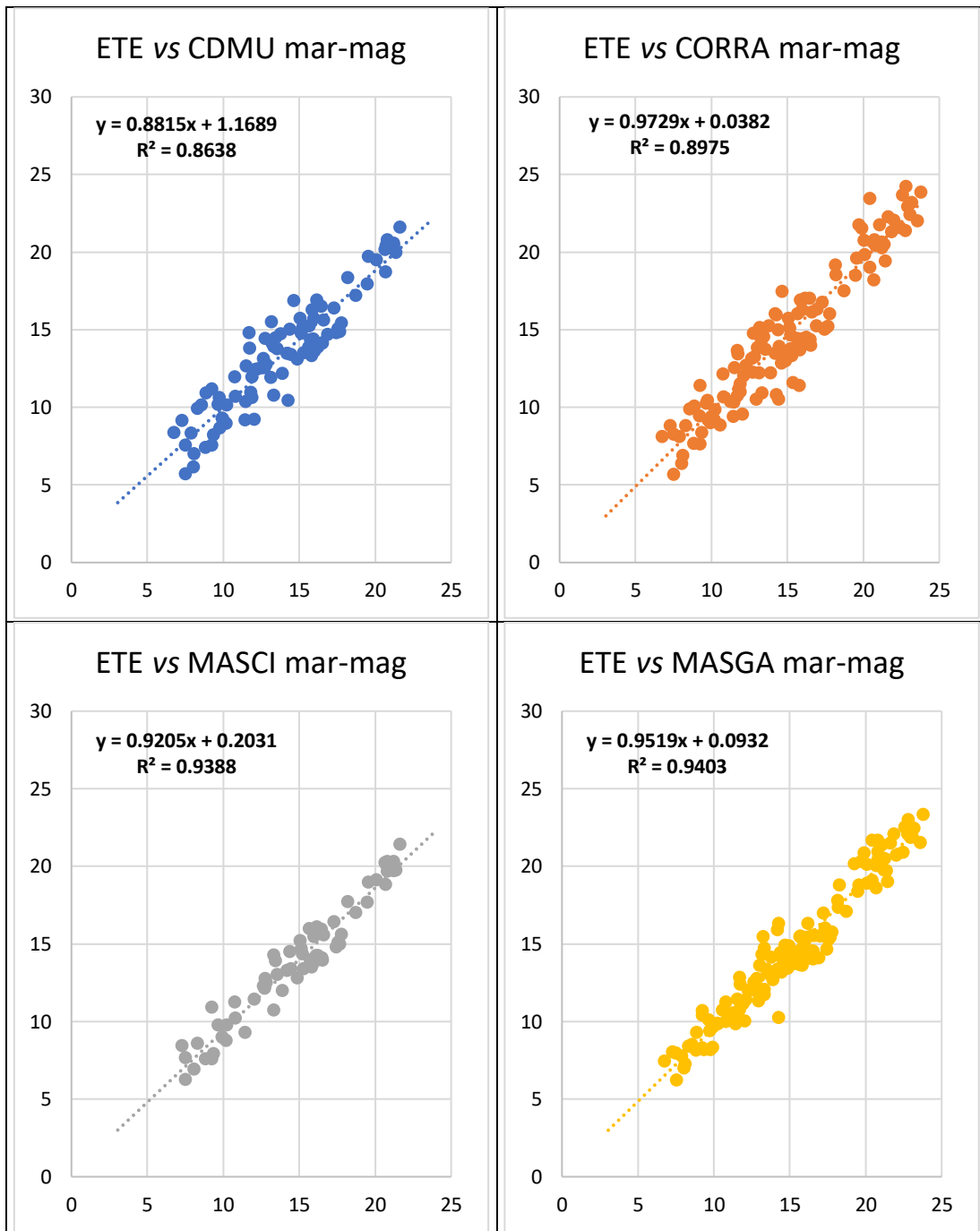
**Figura 25:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere delle stazioni della Protezione Civile Baraccola e Svarchi con quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra Baraccola con Polenta e Svarchi, in basso da sinistra a destra Svarchi con Cantori e Coppo.



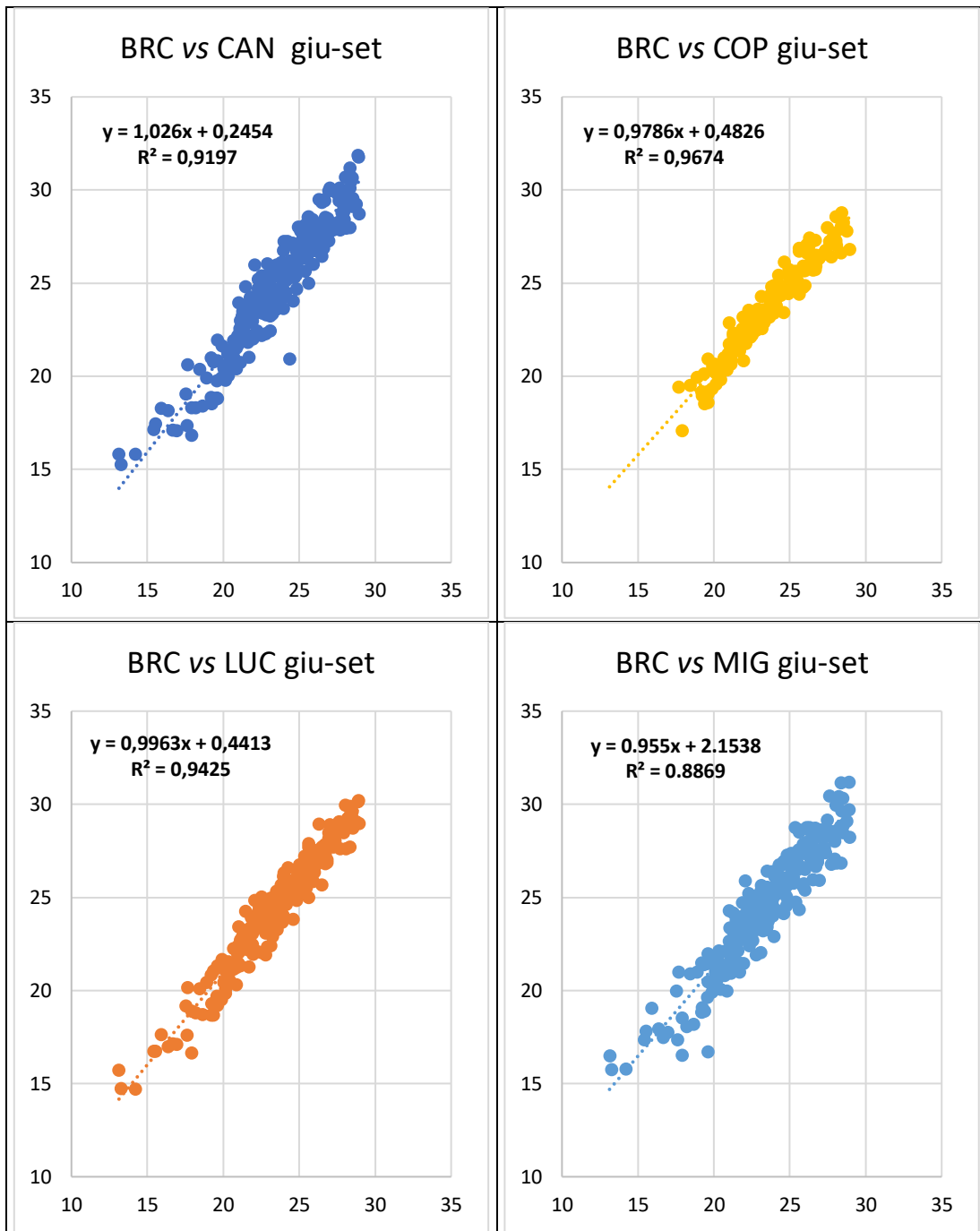
**Figura 26:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Svarchi e quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Lucilla e Mignanelli, in basso da sinistra a destra con Polenta e Svarchi (Moncaro).



**Figura 27:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Grottazzolina e quelle delle stazioni Moncaro delle 4 parcelle del Piceno, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Campo delle Mura e Corradetti, in basso da sinistra a destra con Marconi/Sciarroni e Marcantoni/Sgariglia.

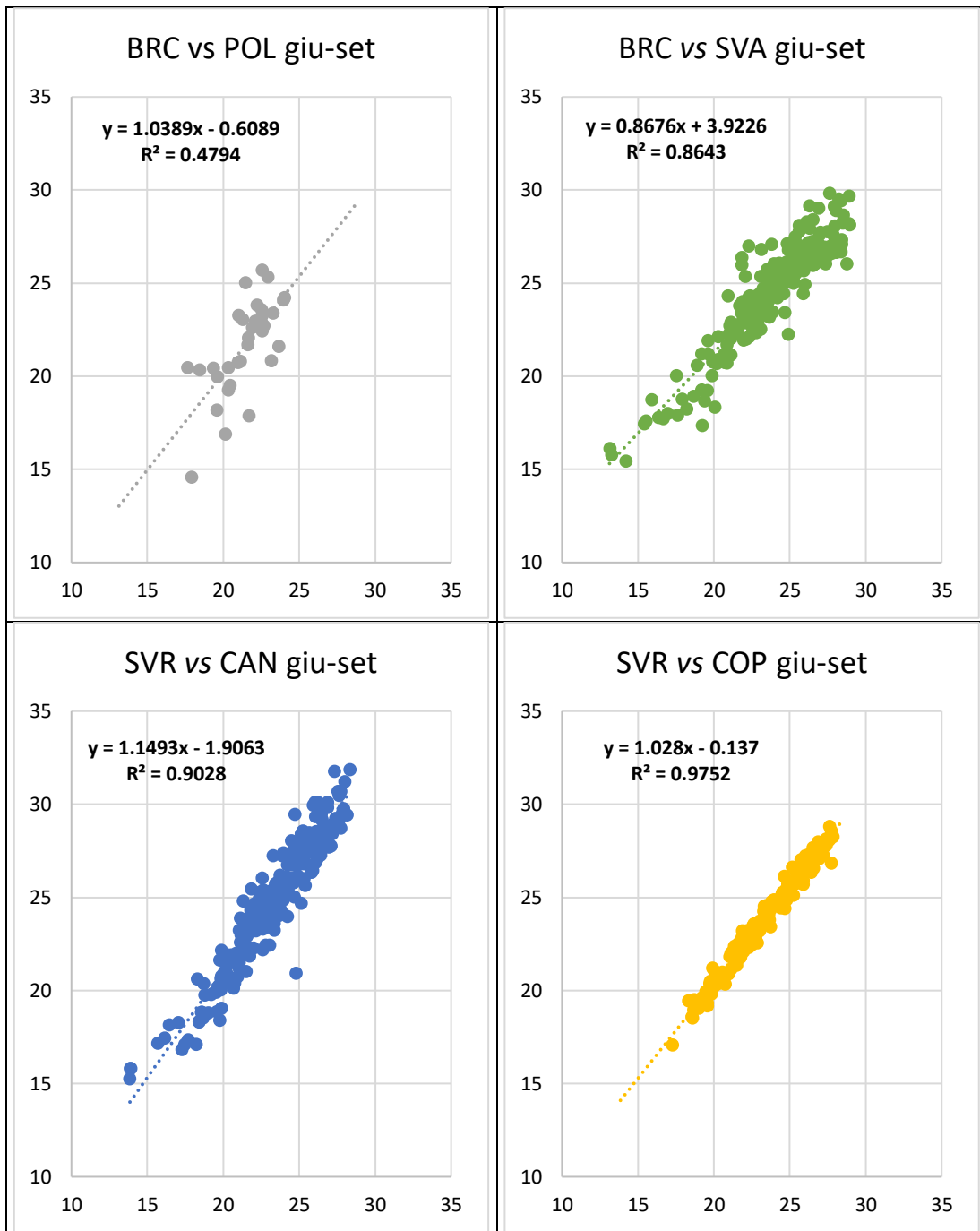


**Figura 28:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Ete Caldarette e quelle delle stazioni Moncaro delle 4 parcelle del Piceno, registrate tra marzo e maggio nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Campo delle Mura e Corradetti, in basso da sinistra a destra con Marconi/Sciarroni e Marcantoni/Sgariglia.

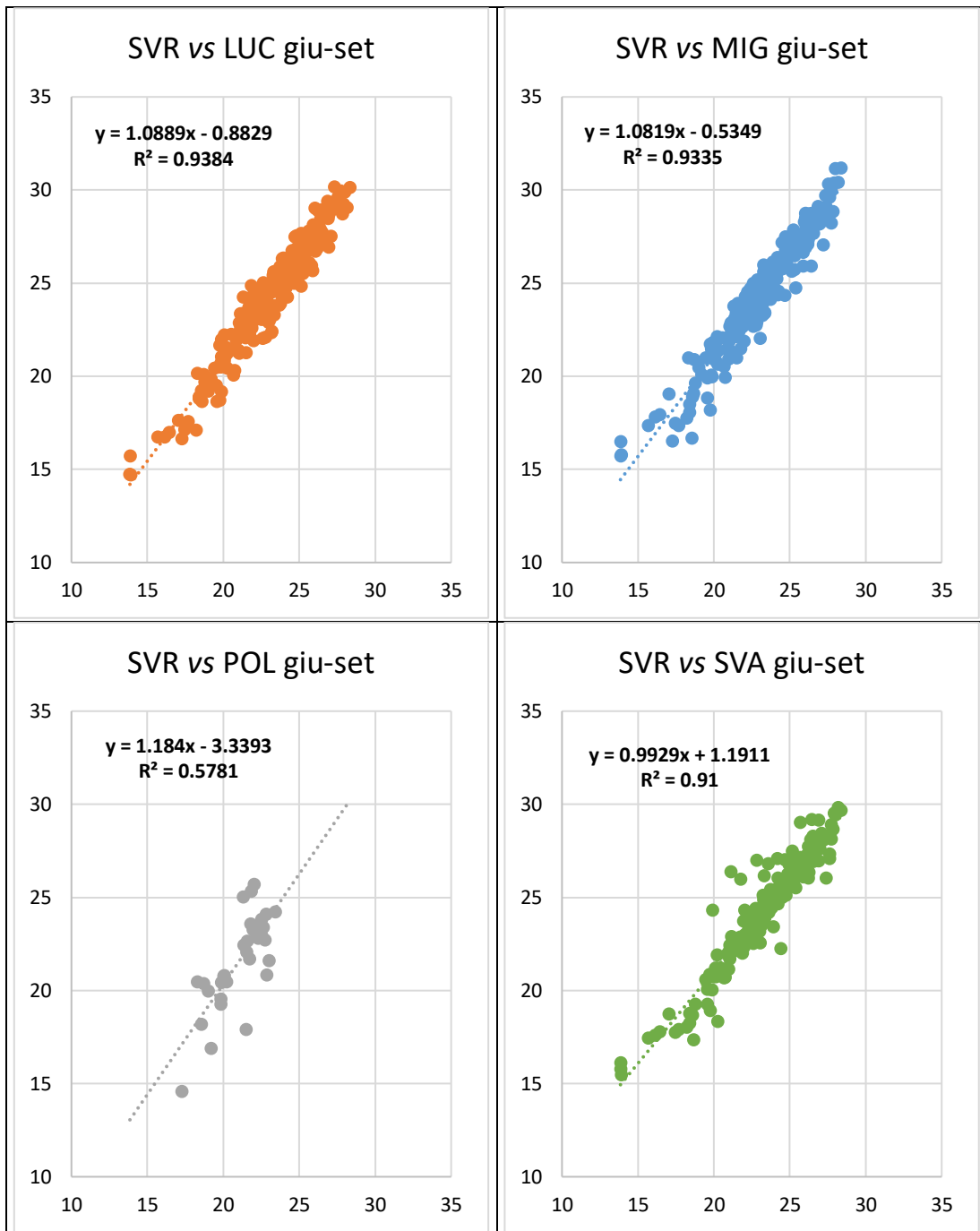


**Figura 29:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Baraccola e quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Cantori e Coppo, in basso da sinistra a destra con Lucilla e Mignanelli.

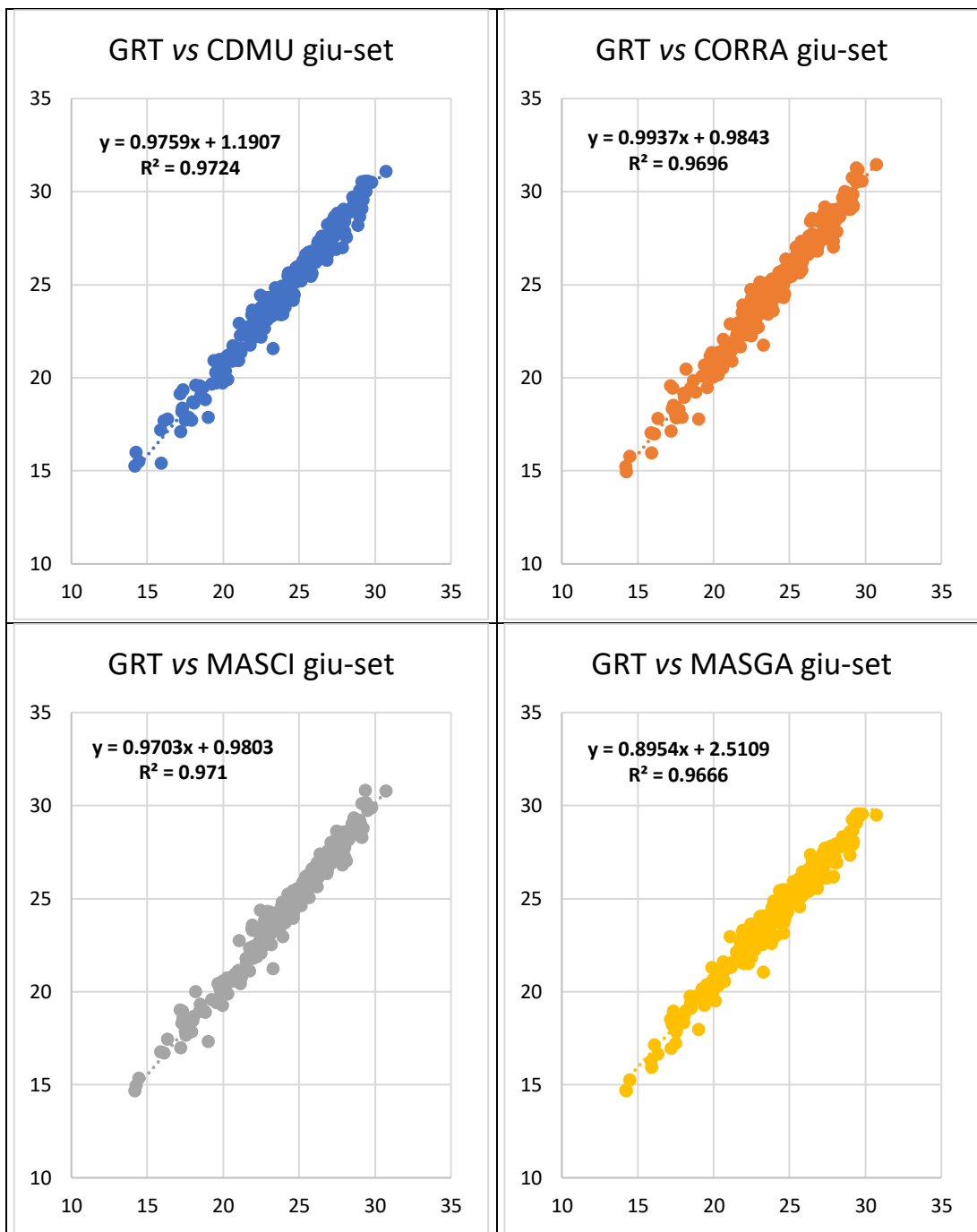




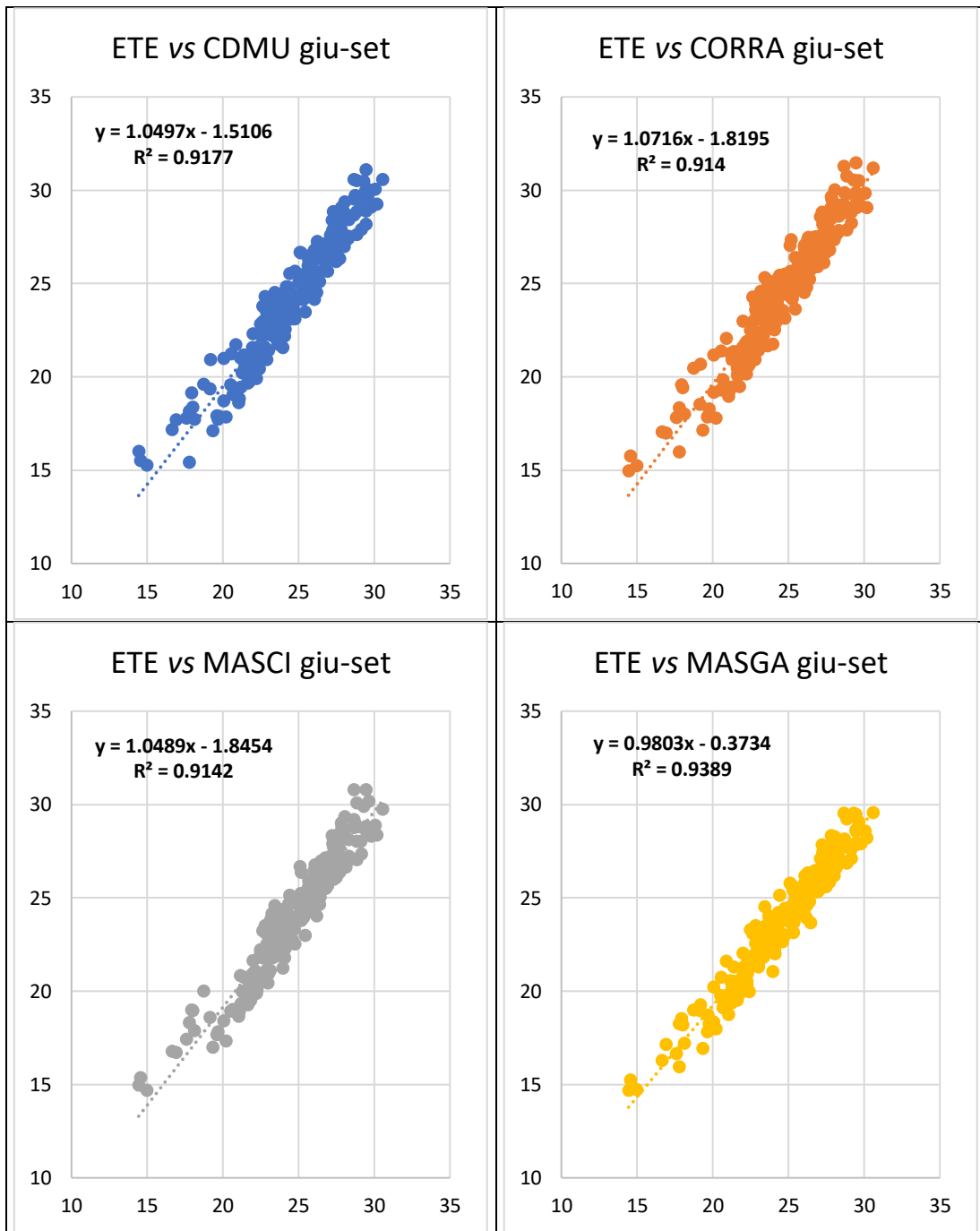
**Figura 30:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere delle stazioni della Protezione Civile Baraccola e Svarchi con quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra Baraccola con Polenta e Svarchi, in basso da sinistra a destra Svarchi con Cantori e Coppo.



**Figura 31:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Svarchi e quelle delle stazioni Moncaro di alcune parcelle del Conero, registrate tra giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Lucilla e Mignanelli, in basso da sinistra a destra con Polenta e Svarchi (Moncaro).



**Figura 32:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Grottazzolina e quelle delle stazioni Moncaro delle 4 parcelle del Piceno, registrate tra giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Campo delle Mura e Corradetti, in basso da sinistra a destra con Marconi/Sciarroni e Marcantoni/Sgariglia.



**Figura 33:** correlazioni tra le temperature medie giornaliere della stazione della Protezione Civile Ete Caldarette e quelle delle stazioni Moncaro delle 4 parcelle del Piceno, registrate tra giugno e settembre nel biennio 2022-2023. In alto da sinistra a destra con Campo delle Mura e Corradetti, in basso da sinistra a destra con Marconi/Sciarroni e Marcantoni/Sgariglia.

#### 4.4 Evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nelle zone del Conero e del Piceno nella stagione d'indagine 2022

Lo studio dell'evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nei vigneti selezionati nel Conero (6: CAN, COP, LUC, MIG, POL, SVA) e nel Piceno (4: CDMU, CORRA, MASCI, MASGA) nel 2022 è stato condotto attraverso lo svolgimento di rilievi fenologici in campo a cui è seguito il calcolo del raggiungimento di ciascuna fase fenologica (B=fiocco di cotone, C=punta verde, D=margini fogliari visibili, E1=prima foglia spiegata, E3=terza foglia spiegata, ecc.) da parte di almeno il 50% delle gemme. Raggiunta la fase fenologica E1, attraverso l'utilizzo dei dati raccolti durante i rilievi fenologici, si è proceduto con il calcolo delle fasi fenologiche da 3 a 21 foglie spiegate (E3-E21). Nella tabella 19 sono riportate le date in cui le suddette fasi fenologiche sono state raggiunte in ciascuno dei 10 vigneti oggetto d'indagine, nella tabella 20 sono riportati i GG cumulati alla data in cui ciascuna fase fenologica è stata raggiunta. Nel 2022 non è stato possibile rilevare il raggiungimento della fase B, ma le indagini di campo hanno permesso di registrare accuratamente le fasi successive: la fase C è stata raggiunta tra il 7/4 (LUC) ed il 10/4 (CAN, SVA) nel Conero e più tardivamente, tra il 12/4 (CORRA) ed il 21/4 (MASGA), nel Piceno. I cumuli termici del Conero variano dai 12 GG ai 40 GG, intervallo simile a quello del Piceno (29 GG-44 GG) nonostante la maggiore precocità della prima zona. La fase D viene raggiunta l'8/4 nel Conero da LUC (21 GG) ed il 14/4 da CAN e SVA, con 35 GG e 41 GG; nel Piceno è CORRA il più precoce (15/4, 37 GG) e MASGA il più tardivo (24/4, 57 GG).

LUC è il più precoce nel Conero anche nella fase di emissione della prima foglia (E1), che avviene il 14/4 con appena 33 GG; il più tardivo è SVA, che raggiunge la fase E1 il 22/4 con 60 GG di cumulo termico. Nel Piceno CORRA è il più precoce e raggiunge la fase E1 il 21/4 con 43 GG di cumulo termico; MASGA, il più tardivo, emette la sua prima foglia il 29/4 con 81 GG di cumulo termico. Nel complesso, l'emissione della prima foglia ha richiesto nel Conero tra i 33 GG (LUC) ed i 60 GG (MIG) di cumulo termico, mentre nel Piceno il fabbisogno di TA è stato maggiore, richiedendo tra i 42 GG (MASCI) e gli 81 GG (MASGA). La fase E3 è stata raggiunta nel Conero più precocemente il 22/4 con 51 GG da LUC, più tardi nel 29/4 da SVA con 93 GG; nel Piceno per prima il 28/4 da CDMU e CORRA insieme, con lievi differenze di cumulo termico (71 GG e 65 GG, rispettivamente), per ultima da MASGA il 2/5 (94 GG). A raggiungere per primi la fase E5 nel Conero sono COP (106 GG) e MIG (112 GG) l'1/5, SVA (132 GG) ci impiega 6 giorni in più (7/5). Nel Piceno è CORRA (3/5, 88 GG) a raggiungere per primo la fase E5, l'ultimo sempre MASGA (11/5, 149 GG). MIG raggiunge nel Conero il 7/5 la fase E7 (145 GG), SVA il 13/5 (183 GG). Nel Piceno è CDMU (124 GG) a raggiungere per primo la fase E7 il 10/5, l'ultimo sempre MASGA il 18/5 (229

GG). Il 13/5 MIG raggiunge per primo nel Conero la fase E9 cumulando 204 GG, mentre SVA, per ultimo, impiega 4 giorni in più (17/5, 228 GG); nel Piceno è CORRA ad emettere per primo la nona foglia (15/5, 180 GG), MASGA l'ultimo il 24/5 (298 GG).

La fase E11, che corrisponde ad un germoglio provvisto di 11 foglie spiegate, segna un momento cruciale dello sviluppo del germoglio: oramai le foglie preformate all'interno della gemma sono tutte spiegate e le nuove foglie emesse derivano dall'attività dell'apice vegetativo. MIG raggiunge per primo la fase E11 nel Conero il 15/5 (229 GG), per ultimi POL e SVA (20/5, 232 GG e 255 GG); nel Piceno è CORRA a raggiungere per primo la fase E11 il 19/5 con 223 GG, mentre l'ultimo è MASGA il 30/5 con 363 GG. In complesso, nel Conero sono stati necessari da 164 GG a 195 GG per passare dalla fase E1 alla fase E11, nel Piceno da 180 GG a 282 GG.

La fase E13 viene raggiunta nel Conero per primo da MIG il 18/5 con 264 GG e per ultimo da POL il 24/5 con 291 GG. Nel Piceno la fase E13 viene raggiunta tra il 23/5 ed il 4/6 (CDMU e MASGA), con 274 GG-430 GG. La fase E15 nel Conero viene raggiunta sempre per prima da MIG il 21/5 con 297 GG, per ultima da POL il 29/5 con 351 GG; nel Piceno viene raggiunta tra il 26/5 (CDMU) ed il 9/6 (MASGA), tra 312 GG e 398 GG. Nel Conero è sempre MIG per primo a raggiungere la fase E17, il 25/5 con 348 GG, mentre l'ultimo è stato POL il 3/6 con 413 GG. Nel Piceno troviamo CDMU che raggiunge per primo la fase E17, il 30/5 con 356 GG, per ultimo è sempre MASGA, con ben 607 GG il 17/6, dati molto distanti dagli altri vigneti a prescindere dalla zona. Il vigneto più precoce del Conero nel raggiungimento della fase E19 si è mantenuto MIG, con 392 GG il 29/5, mentre il più tardivo è stato POL, che ha accumulato 551 GG fino al 14/6 e non è poi riuscito a raggiungere la fase E21 (segno di basso vigore); nel Piceno anche la fase E19 viene raggiunta per prima da CDMU — che cumula 426 GG al 4/6 — mentre il vigneto più tardivo rimane MASGA, che raggiunge la fase E19 il 4/7 con 883 GG (un chiaro sintomo di basso vigore), qui fermandosi.

Nel complesso, per passare dalla fase E11 alla fase E19 nel Conero sono stati necessari dai 151 GG di SVA ai 319 GG di POL, nel Piceno tra i 193 GG di CDMU ai 520 GG di MASGA. La fase E21, l'ultima considerata nella nostra indagine sull'evoluzione dei germogli, non viene raggiunta da LUC e POL, mentre MIG si conferma il più vigoroso raggiungendo E21 l'1/6 con 425 GG, CAN, COP e SVA tra il 5-6/6. Nel Piceno MASGA si ferma ad E19, CDMU è il primo ad arrivare ad E21 con 489 GG l'8/6, l'ultimo CORRA il 3/7 con 885 GG. In sintesi, si nota che la fase C inizia con moderato anticipo nel Conero rispetto al Piceno: questa precocità di sviluppo si riduce gradualmente fino all'incirca alla fase E7, infatti le fasi da E9 ad E13 vengono raggiunte pressappoco negli stessi giorni indipendentemente dalla zona da

quasi tutti i vigneti. Gli andamenti di crescita tendono a differire nuovamente ed in maniera via via più evidente a partire dalla fase E13 fino alla fase E21, seguendo una dinamica simile a quella osservata nella fase C-E7: i vigneti del Conero infatti raggiungono la fase E21 con almeno 2 giorni di anticipo rispetto a quelli del Piceno. Sia nel Conero che nel Piceno sono presenti dei vigneti dalle dinamiche di crescita peculiari: MIG nel Conero si è dimostrato molto precoce, raggiungendo la fase finale E21 prima di tutti gli altri vigneti e con 4-5 giorni di anticipo rispetto agli altri vigneti del Conero; sempre nel Conero, LUC aveva raggiunto molto velocemente la fase E1 con un cumulo termico di appena 33 GG, più basso rispetto a tutti gli altri vigneti, ma ha raggiunto lentamente le fasi dalla E11 alla E19 (cui si è fermato) tra le ultime posizioni. POL ha raggiunto le fasi da E5 ad E11 con cumuli di TA simili agli altri vigneti, ma le date sono posticipate: proseguendo, POL raggiungerà la fase E19 da 10 a 12 giorni più tardi rispetto agli altri vigneti del Conero, senza raggiungere la fase E21. Anche CORRA, come LUC nel Conero, ha raggiunto le fasi C-E3 in maniera precoce rispetto agli altri vigneti del Piceno ma ha mostrato dalla fase E13 alla fase E21 un graduale rallentamento dei ritmi di crescita. Restando nel Piceno, MASGA è stato sempre il vigneto più debole, nonostante i cumuli termici siano stati in linea con quelli degli altri vigneti del Piceno a parità di data, a testimonianza del fatto che altri fattori oltre alla temperatura incidono sullo sviluppo vegetativo (periodo di potatura secca, tipologia, periodo ed intensità di potatura verde, disponibilità idriche, giacitura, esposizione, caratteristiche pedologiche del terreno, ecc.).

**Tabella 19:** *evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nel 2022. Ad ogni fase fenologica corrisponde la data di raggiungimento in ciascuna delle 10 parcelle oggetto d'indagine.*

Fase fenologica	Conero						Piceno			
	CAN	COP	LUC	MIG	POL	SVA	CDMU	CORRA	MASCI	MASGA
<i>B</i>										
<i>C</i>	10/4	8/4	7/4	9/4	9/4	10/4	15/4	12/4	15/4	21/4
<i>D</i>	14/4	10/4	8/4	11/4	12/4	14/4	17/4	15/4	17/4	24/4
<i>E1</i>	20/4	18/4	14/4	19/4	19/4	22/4	22/4	21/4	23/4	29/4
<i>E3</i>	26/4	24/4	22/4	25/4	26/4	29/4	28/4	28/4	29/4	2/5
<i>E5</i>	4/5	1/5	2/5	1/5	5/5	7/5	4/5	3/5	6/5	11/5
<i>E7</i>	12/5	9/5	12/5	7/5	12/5	13/5	10/5	11/5	13/5	18/5
<i>E9</i>	15/5	14/5	16/5	13/5	16/5	17/5	16/5	15/5	18/5	24/5
<i>E11</i>	19/5	17/5	19/5	15/5	20/5	20/5	20/5	19/5	22/5	30/5
<i>E13</i>	22/5	20/5	23/5	18/5	24/5	23/5	23/5	24/5	26/5	4/6
<i>E15</i>	25/5	24/5	27/5	21/5	29/5	26/5	26/5	28/5	30/5	9/6
<i>E17</i>	29/5	28/5	31/5	25/5	3/6	30/5	30/5	2/6	3/6	17/6
<i>E19</i>	2/6	2/6	4/6	29/5	14/6	2/6	4/6	13/6	7/6	4/7
<i>E21</i>	6/6	6/6		1/6		5/6	8/6	3/7	12/6	

**Tabella 20:** evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nel 2022. Ad ogni fase fenologica corrisponde l'accumulo di TA (GG) a partire dal 1° marzo calcolato attraverso i dati termici rilevati dalle stazioni Moncaro installate nelle 10 parcelle oggetto d'indagine.

Fase fenologica	Conero						Piceno			
	CAN	COP	LUC	MIG	POL	SVA	CDMU	CORRA	MASCI	MASGA
<i>B</i>										
<i>C</i>	29	19	12	40	23	36	37	29	31	44
<i>D</i>	35	25	21	40	24	41	41	37	34	57
<i>E1</i>	50	40	33	60	38	60	46	43	42	81
<i>E3</i>	75	58	51	79	60	93	71	64	66	94
<i>E5</i>	106	84	92	112	92	132	94	88	91	149
<i>E7</i>	162	123	154	145	141	183	124	133	143	229
<i>E9</i>	193	171	196	204	187	228	191	180	200	298
<i>E11</i>	240	204	224	229	232	255	233	223	246	363
<i>E13</i>	281	230	272	264	291	292	274	289	297	430
<i>E15</i>	322	279	320	297	351	327	312	339	339	498
<i>E17</i>	367	325	361	348	413	369	356	397	393	607
<i>E19</i>	416	379	417	392	551	406	426	548	457	883
<i>E21</i>	474	437		425		448	489	885	510	

L'esame delle differenze tra i 10 vigneti per quel che riguarda le principali fasi fenologiche registrate nel 2022 (tabella 21) evidenzia che la fase E1 di prima foglia spiegata è avvenuta nel Conero con un modesto scarto temporale (8 giorni) ed è stata più precoce con LUC (14/4), che ha mostrato la seconda temperatura media più bassa nel periodo M-O (19,2 °C), rispetto a SVA (22/4), che aveva una  $T_{med}$  M-O molto simile a LUC (19,4 °C). Lo scarto temporale nel raggiungimento della fase E1 nel Piceno nei diversi vigneti del Piceno è stato di 8 giorni come nel Conero, ma la fase è posticipata di 7 giorni; inoltre, CORRA (21/4) rispetto a MASGA (29/4) ha avuto una  $T_{med}$  M-O più alta di (19,3 °C contro 18,9 °C).

L'emissione dell'undicesima foglia conclude lo sviluppo delle foglie preformate nella gemma (da 8 a 11), mentre a partire dalla fase E7-E8 cominciano già ad essere presenti foglie adulte (30-40 giorni di età) che hanno raggiunto una buona capacità fotosintetica e che in breve permettono al germoglio di passare dalla condizione di *sink* a quella di *source*, garantendo un accumulo netto di fotosintetati (Palliotti et al., 2018). Il passaggio alla condizione di *source* è da considerarsi completo al raggiungimento della fase E11, che nel Conero è avvenuto con uno scarto di 5 giorni: MIG si rivela il più precoce (15/5), POL e SVA i più tardivi (20/5 entrambi); nel Piceno lo scarto (11 giorni) viene amplificato da MASGA (30/5), altrimenti sarebbe di 3 giorni (CORRA 19/5-MASCI 22/5).

Lo scarto temporale registrato tra i vigneti del Conero alla fase E19 si amplia di nuovo notevolmente a 16 giorni, sebbene la maggior parte dei vigneti sia stata compresa nell'intervallo 29/5-4/6: differisce solo POL (14/6), che è stato il vigneto più fresco del 2022



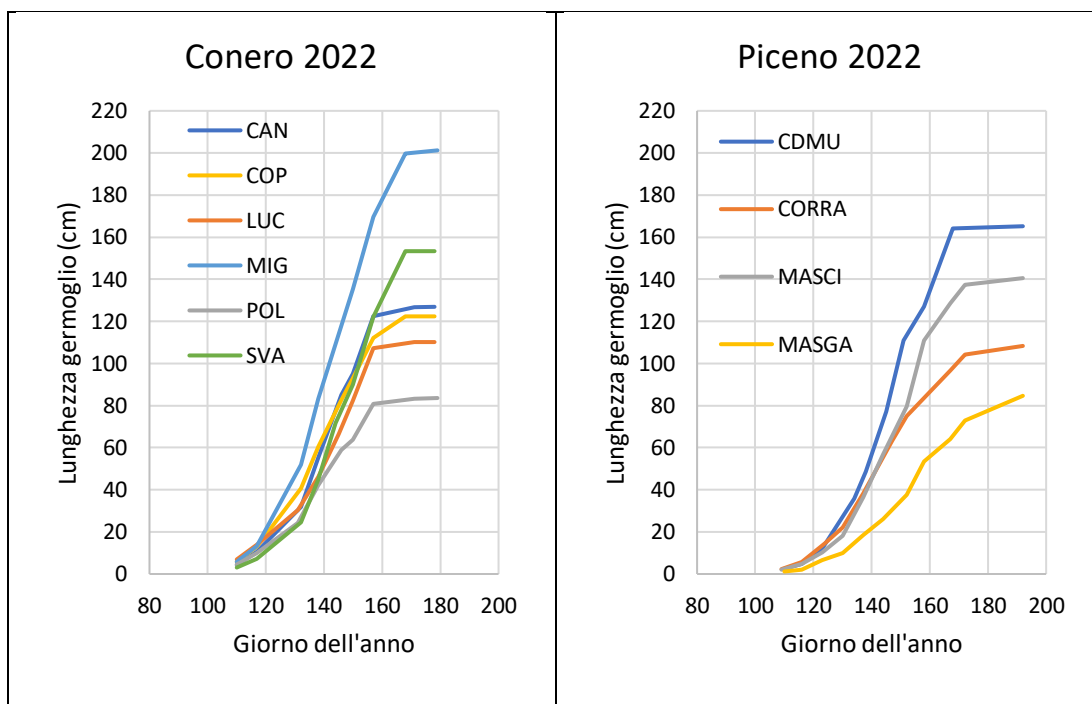
insieme a COP (entrambi 18,8 °C di  $T_{med}$  nel periodo M-O); lo scarto temporale del Piceno è ancora più ampio (30 giorni, dal 4/6 al 4/7), per quanto 3 dei 4 vigneti siano arrivati in fase E19 tra il 4/6 ed il 13/6: MASGA raggiunge la fase E19 il 4/7, anche se la minore  $T_{med}$  M-O di 18,9 °C non può da sola spiegare questa differenza.

**Tabella 21:** data e cumulo termico (GG) dal 1° marzo a cui corrisponde il raggiungimento delle fasi di 1, 11 e 19 foglie spiegate (E1, E11, E19) nelle 10 parcelle oggetto d'indagine nell'anno 2022.

Parcelle	E1		E11		E19		
	Data	Cumulo termico	Data	Cumulo termico	Data	Cumulo termico	
<i>Conero</i>	CAN	20/4	50	19/5	240	2/6	416
	COP	18/4	40	17/5	204	2/6	379
	LUC	14/4	33	19/5	224	4/6	417
	MIG	19/4	60	15/5	229	29/5	392
	POL	19/4	38	20/5	232	14/6	551
	SVA	22/4	60	20/5	255	2/6	406
<i>Piceno</i>	CDMU	22/4	46	20/5	233	4/6	426
	CORRA	21/4	43	19/5	223	13/6	548
	MASCI	23/4	42	22/5	246	7/6	457
	MASGA	29/4	81	30/5	363	4/7	883

L'evoluzione della lunghezza media dei germogli dei 10 vigneti di Montepulciano tra il Conero e il Piceno nel 2022 è stata studiata mettendola in relazione sia al tempo cronologico, sia al tempo fisiologico computato come cumulo termico delle TA, dato dalla sommatoria delle temperature medie giornaliere diminuite di 10°C, considerata la soglia di crescita della vite. Il decorso stagionale dell'allungamento medio dei germogli di Montepulciano nel Conero e nel Piceno nel 2022 in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) è riportato in figura 34. La lunghezza media finale dei germogli è stata abbastanza simile tra il Conero ed il Piceno, anche se la variabilità tra i vigneti è stata maggiore nel Conero (da un minimo di 84 cm di POL ad un massimo di 201 cm di MIG; nel Piceno da un minimo di 85 cm di MASGA ad un massimo di 165 cm di CDMU). Nel Conero il vigneto più debole è stato POL con 84 cm, MIG il più vigoroso con 201 cm. Nonostante le differenze a carico della lunghezza media finale dei germogli, si può suddividere l'evoluzione cronologica in tutti i vigneti in tre fasi: una prima fase di crescita lenta in cui tutti i vigneti seguono dinamiche di crescita simili tra loro che termina all'incirca a fine aprile (giorno 117), una seconda fase di crescita rapida in cui la maggior parte dei vigneti segue ritmi di crescita simili (dal giorno 117 al giorno 157-168), ed una terza fase di crescita stazionaria durante cui i germogli crescono poco o nulla, che ha avvio tra il giorno 157 ed il 168, a seconda del vigneto. MIG si rivela vigoroso già dall'inizio della seconda fase, mentre POL manifesta la sua debolezza a partire dal giorno 146. Nella maggior

parte dei vigneti i germogli raggiungono lunghezze capaci di garantire un adeguato equilibrio vegeto-produttivo nelle piante, comprese tra i 110 cm di LUC ed i 153 cm di SVA; lunghezze medie contenute come quella di POL (84 cm) o esuberanti come quelle di MIG (201 cm) sono incapaci di garantire un adeguato sviluppo del frutto, da un lato per carenza di fotosintetati e mancanza di vigoria, dall'altro per eccesso di risorse deputate al sostentamento della componente vegetativa.

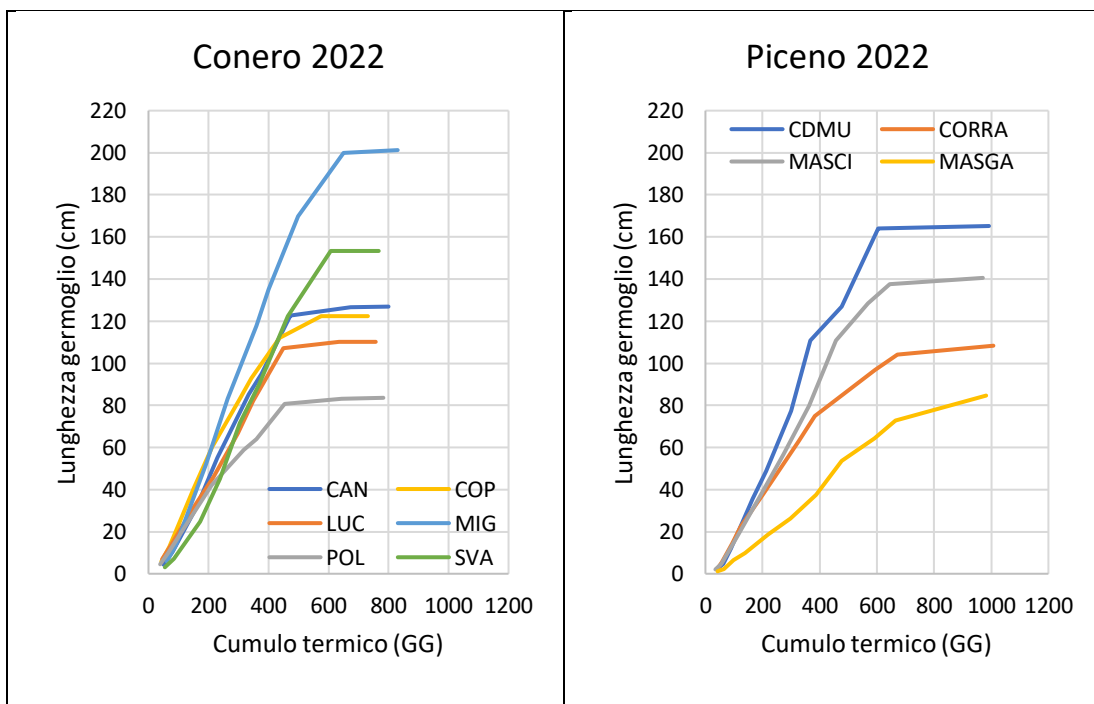


**Figura 34:** evoluzione della lunghezza media dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2022.

Nel Piceno la variabilità delle lunghezze medie è meno ampia, perciò nel complesso la vigoria risulta appena inferiore rispetto a quella espressa nel Conero. Nel Piceno il vigneto più debole è stato MASGA con 85 cm, CDMU il più vigoroso con 165 cm. Anche nel Piceno si può riconoscere lo stesso schema di evoluzione cronologica della lunghezza media già visto nel Conero: una prima fase di crescita lenta in cui tutti i vigneti seguono dinamiche di crescita simili tra loro (fino al giorno 123-124), una seconda fase di crescita rapida in cui la maggior parte dei vigneti segue ritmi di crescita tutto sommato simili (dal giorno 130-134 al giorno 168-172), ed una terza fase di crescita stazionaria durante cui i germogli crescono poco o nulla, che ha avvio dal giorno 168-172 in poi. MASGA fin dalla prima decade di aprile (giorno 130) esprime ritmi di crescita molto più bassi rispetto agli altri vigneti, raggiungendo una lunghezza media finale di 85 cm, non adeguata a garantire un'ottimale maturazione dell'uva. CORRA e MASCI mantengono ritmi di crescita molto simili fino al giorno 152 ma terminano con

lunghezze finali medie ben diverse, mediamente vigorosa MASCI (141 cm) e poco vigorosa CORRA (108 cm). CDMU assume ritmi di crescita superiori a partire dal giorno 138 fino a raggiungere una lunghezza media del germoglio segno di un vigore più che ottimale (165 cm).

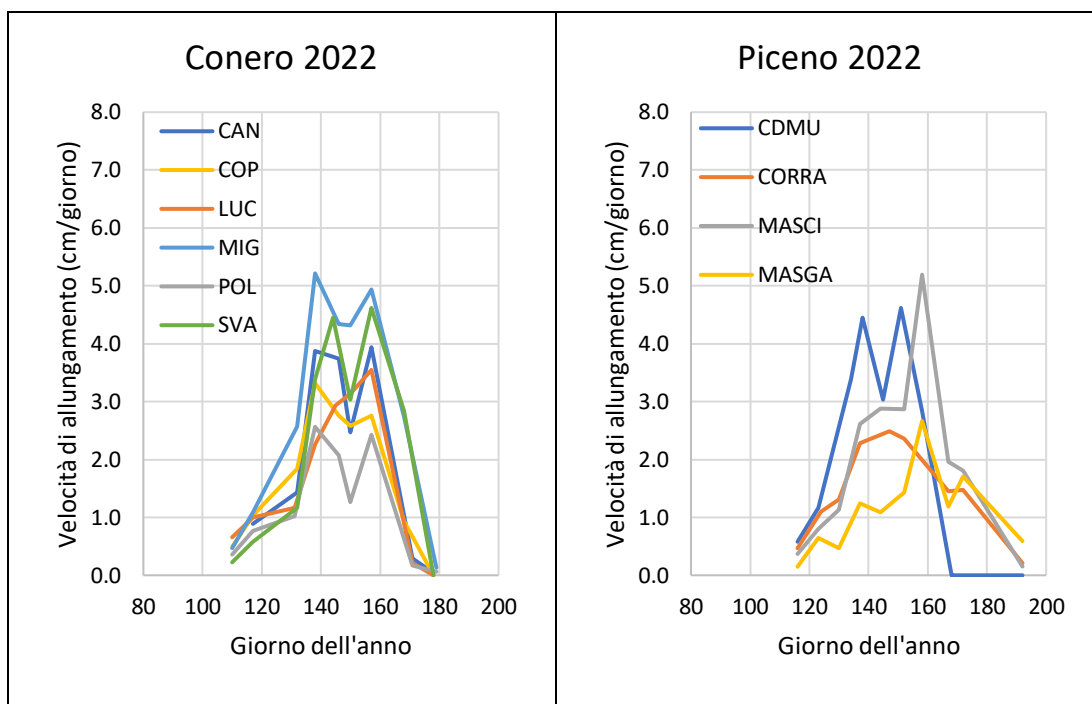
Il decorso stagionale dell'allungamento dei germogli dei 10 vigneti di Montepulciano tra il Conero ed il Piceno nel 2022 in funzione del tempo fisiologico (temperature attive cumulate) è riportato in figura 35. L'evoluzione della lunghezza dei germogli riferita al tempo fisiologico può essere suddivisa in due fasi in entrambe le zone di indagine: una prima fase di crescita quasi lineare, rapida, seguita da una fase stazionaria. Rispetto alla crescita in funzione del tempo cronologico si osserva un aumento generalizzato dei ritmi di crescita (denotato dall'aumento della pendenza di tutte le curve) in entrambe le zone, pur mantenendo ciascun vigneto la stessa classe di vigoria individuata nei grafici in figura 34. Nel Conero la fase di allungamento si esaurisce più precocemente (tra 437 GG e 474 GG) nella maggior parte dei vigneti di modesto vigore, più tardi nei vigneti più vigorosi, MIG (649 GG) e SVA (650 GG); nel Piceno invece la fase stazionaria si instaura più uniformemente, tra i 568 GG di MASCI ed i 605 di CDMU. Da queste prime elaborazioni si conferma che la temperatura dell'aria svolge un ruolo di estremo rilievo nel periodo iniziale della crescita dei germogli.



**Figura 35:** evoluzione della lunghezza media dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo fisiologico (cumulo termico in GG a partire dal 1° marzo) nel 2022.

L'evoluzione della velocità di allungamento dei germogli in relazione al tempo cronologico (giorno dell'anno) nell'anno 2022 è riportata in figura 36 per entrambe le zone, Conero e Piceno. La velocità di allungamento dei germogli ha mostrato nel 2022 una forte variabilità temporale in entrambe le zone di indagine, tuttavia il decorso di massima prevede una fase di aumento della velocità che raggiunge un primo picco all'incirca agli inizi di maggio, seguito in alcuni vigneti da un secondo massimo relativo contenuto entro la prima decade di giugno. Dopo il giorno 160 si assiste infatti in entrambe le zone ad un calo importante della velocità di allungamento, che finisce per azzerarsi o quasi tra la fine di giugno (giorno 180 circa, nel Conero) e la prima decade di luglio (giorno 190 circa, nel Piceno), il tutto in presenza di temperature nella maggior parte dei casi ottimali per la crescita. I rallentamenti della crescita osservati a partire dal giorno 160 circa sono fisiologici e dovuti a diversi fattori, tra i quali i principali sono la competizione esercitata dagli acini di recente formazione, *sink* più forti dei meristemi apicali dei germogli, l'insorgere frequente di fenomeni di carenza idrica, il verificarsi di eccessi termici.

Nel Conero il vigneto più vigoroso si conferma MIG, con un picco massimo della velocità di allungamento pari a ben 5,2 cm/giorno al giorno 138, mentre, alla stessa data, nel vigneto più debole si tocca un massimo di crescita di 2,6 cm/giorno. Nel Piceno invece, la più alta velocità di allungamento dei germogli è stata raggiunta da MASCI (5,2 cm/giorno al giorno 158), anche se la lunghezza media maggiore era stata di CDMU. Nel Piceno, il picco di crescita più contenuto è stato quello di CORRA (2,5 cm/giorno al giorno 147), nonostante MASGA si sia rivelato il vigneto con la minor lunghezza media dei germogli nel Piceno (tabella 34 e 35). Infine, una tendenza osservabile con maggior frequenza nel Conero (5 vigneti su 6) rispetto al Piceno (1 vigneto su 4) è la presenza di due picchi di crescita a distanza di circa 20 giorni l'uno dall'altro: il primo è di solito un massimo assoluto e si verifica entro la seconda-terza decade di maggio (giorno 138-144), il secondo si verifica entro la prima decade di giugno (giorno 157): una delle cause potrebbe ricercarsi nella deviazione del flusso di risorse assimilate in favore dell'antesi, avvenuta, nei vigneti oggetto di indagine nel 2022, tra la fine di maggio ed i primi di giugno.



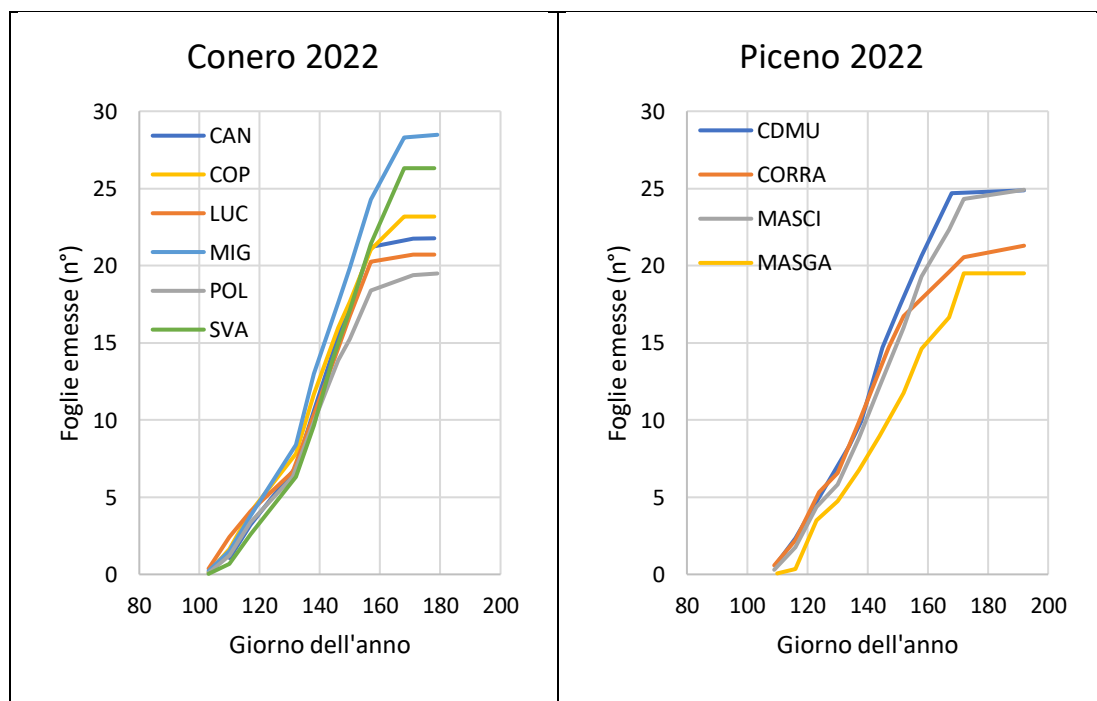
**Figura 36:** evoluzione della velocità d'allungamento (cm/giorno) dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2022.

La valutazione dell'evoluzione del numero di foglie emesse mediamente dai germogli dei 10 vigneti di Montepulciano tra il Conero ed il Piceno nel 2022 è stata studiata mettendola in relazione prima al tempo cronologico e poi al tempo fisiologico (sommatoria delle TA), come già fatto per lo studio della lunghezza media dei germogli. Il decorso stagionale del numero medio di foglie emesse dai germogli dei vigneti di Montepulciano nel Conero e nel Piceno nel 2022 in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) è riportato in figura 37. Ad un primo sguardo il numero medio di foglie emesse risulta leggermente superiore nel Conero rispetto al Piceno, sebbene nel Conero si esprima una variabilità maggiore. Il numero medio di foglie emesse al termine dei rilievi varia infatti nel Conero tra le 19 di POL e le 28 di MIG, che si confermano nuovamente il vigneto più debole ed il più vigoroso tra quelli del Conero, rispettivamente. L'intervallo di variazione nel Piceno va dalle 20 emesse in media da MASGA, il vigneto finora meno vigoroso del Piceno, alle 25 emesse in media da CDMU e MASCI (entrambi vigneti risultati vigorosi dalle precedenti analisi).

È possibile riconoscere nel Conero il modello di crescita in tre fasi già visto per l'evoluzione della lunghezza dei germogli, anche se in maniera più sfumata: la fase di crescita iniziale — durante cui i vigneti procedono ad emettere foglie ad un ritmo uniforme — termina tra il giorno 130 e il 140 per dare inizio ad una fase in cui i ritmi di crescita divergono in funzione della diversa vigoria dei vigneti: MIG, il più vigoroso, ha una curva di pendenza

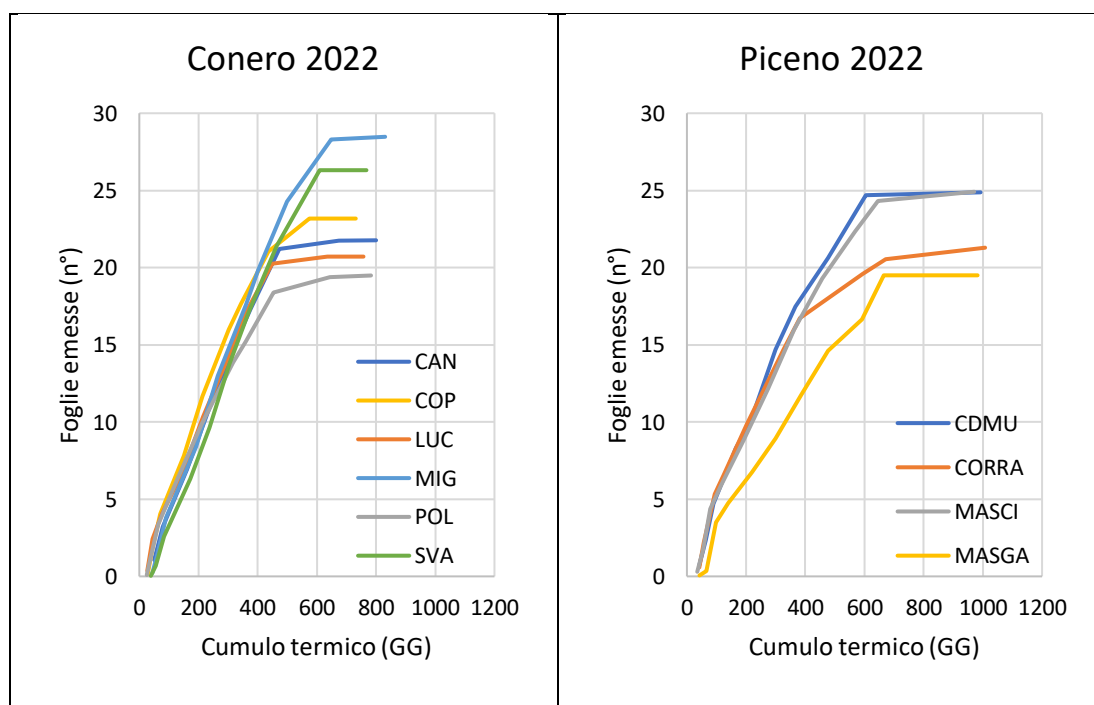
maggiore ed un ritmo di crescita appena superiore a tutti gli altri vigneti, POL, debole, ha una curva di pendenza minore ed un ritmo di crescita appena inferiore a quello degli altri vigneti; gli altri 4 viaggiano a ritmi simili tra loro ed intermedi tra MIG e POL; la terza fase, stazionaria, dalle emissioni nulle o minime, si instaura tra la prima e la seconda decade di maggio (tra il giorno 157 di CAN ed il 171 di POL).

Nel Piceno, al contrario di quanto appena descritto, è più difficile individuare un modello di emissione a tre fasi: i ritmi di crescita della maggior parte dei vigneti appaiono uniformi fin dall'inizio della valutazione per poi divergere a partire dal giorno 150 circa (fine maggio), momento dal quale si adegueranno a quelle caratteristiche di vigoria già osservate in precedenza per ciascuno, per poi terminare con una fase stazionaria. Infatti, CDMU e MASCI, i due più vigorosi, procedono secondo ritmi simili per concludere all'ultimo rilievo con 25 foglie ciascuno, CORRA, rivelatosi poco vigoroso, riduce il suo ritmo a partire dal giorno 147 divergendo dai due precedenti. MASGA invece, il vigneto meno vigoroso nella nostra trattazione del Piceno, assume fin dall'inizio un livello di crescita minore rispetto a quello altresì uniforme degli altri tre, seguendo inoltre ritmi di crescita via via decrescenti che lo porteranno a fermarsi, a partire dal giorno 172 (seconda decade di giugno), alle 20 foglie emesse (indice di bassa vigoria).



**Figura 37:** evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2022.

L'evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli dei vigneti del Conero e del Piceno nel 2022 in funzione del tempo fisiologico (figura 38) può essere suddivisa in due fasi in entrambe le zone d'indagine: una prima fase di crescita quasi lineare seguita da una fase stazionaria. Nel 2022 l'emissione media di foglie nei vigneti del Conero si è protratta linearmente fino ad un cumulo di circa 430 GG nella maggior parte dei vigneti, in seguito ha cominciato a rallentare sensibilmente nella maggior parte dei vigneti ad eccezione di SVA e MIG, in cui l'emissione è continuata fino ai 608 GG ed ai 649 GG rispettivamente, per poi stabilizzarsi; POL fa eccezione, seguendo ritmi di crescita inferiori agli altri già dai 350 GG circa ed entrando in fase stazionaria precocemente, da 454 GG. Nel Piceno si può distinguere lo stesso modello a due fasi: CDMU e MASCI viaggiano accoppiati fino a poco più di 600 GG per poi passare alla fase stazionaria, CORRA segue un ritmo di emissione fogliare inferiore rispetto ai precedenti vigneti a partire da circa 400 GG per entrare in fase stazionaria da 593 GG, ed infine MASGA segue un andamento tarato su un livello ed un ritmo di crescita più bassi rispetto a tutti gli altri vigneti già da circa 100 GG, prima ancora di emettere 5 foglie; diverrà stazionario dai 665 GG in poi. Da queste ulteriori analisi emerge nuovamente la conferma di come la temperatura atmosferica svolga un ruolo fondamentale nel periodo iniziale della crescita dei germogli, durante il quale si manifesta come fattore limitante.



**Figura 38:** evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo fisiologico (cumulo termico in GG a partire dal 1° marzo) nel 2022.

#### **4.5 Evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nelle zone del Conero e del Piceno nella stagione d'indagine 2023**

Lo studio dell'evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nei vigneti selezionati nel Conero (6: CAN, COP, LUC, MIG, POL, SVA) e nel Piceno (4: CDMU, CORRA, MASCI, MASGA) è stato condotto nel 2023 seguendo lo stesso metodo adottato nel 2022, ovvero attraverso lo svolgimento di rilievi fenologici in campo a cui è seguito il calcolo del raggiungimento di ciascuna fase fenologica (B=fiocco di cotone, C=punta verde, D=margini fogliari visibili, E1=prima foglia spiegata, E3=terza foglia spiegata, ecc.) da parte di almeno il 50% delle gemme. Raggiunta la fase fenologica E1, attraverso l'utilizzo dei dati raccolti durante i rilievi fenologici, si è proceduto con il calcolo delle fasi fenologiche da 3 a 21 foglie spiegate (E3-E21). Nella tabella 22 sono riportate le date in cui le suddette fasi fenologiche sono state raggiunte in ciascuno dei 10 vigneti oggetto d'indagine, nella tabella 23 sono riportati i GG cumulati alla data in cui ciascuna fase fenologica è stata raggiunta. Al contrario di quanto accaduto nel 2022 nel 2023 si è riusciti a determinare il raggiungimento della fase B, avvenuta con lieve anticipo nel Piceno rispetto al Conero: nel Piceno lo scarto tra i vigneti è stato di 11 giorni, con MASCI il più precoce (29/3) e MASGA il più tardivo (9/4), nel Conero lo scarto è di 12 giorni, dal 31/3 di POL al 12/4 di SVA. La fase C è stata raggiunta tra il 10/4 (LUC) ed il 18/4 (SVA) nel Conero e più tardivamente, tra il 13/4 (CORRA) ed il 21/4 (MASGA), nel Piceno. I cumuli termici del Conero variano dai 73 GG ai 98 GG, intervallo simile a quello del Piceno (76 GG-85 GG) nonostante la maggiore precocità della prima zona. Una prima differenza sostanziale rispetto al 2022 già si palesa: i cumuli termici sono stati di gran lunga maggiori nel 2023 rispetto al 2022, eppure la fase C è stata raggiunta con qualche giorno di ritardo nel Conero e pressappoco nello stesso periodo nel Piceno nel 2023 rispetto al 2022. Due considerazioni: i cumuli termici del 2023 sono dovuti alle maggiori temperature medie di marzo ed aprile del 2023 rispetto a quelle del 2022, le gemme in una fase precoce di sviluppo non sembrano molto sensibili a variazioni anche consistenti di livelli di esposizione alle TA. La fase D viene raggiunta il 14/4 nel Conero da LUC (91 GG) e POL (87 GG) ed il 21/4 da SVA, con 100 GG; nel Piceno è CORRA il più precoce (16/4) e MASGA il più tardivo (23/4), entrambi con 86 GG.

LUC è il più precoce nel Conero anche nella fase di emissione della prima foglia (E1), che avviene il 20/4 con 106 GG; il più tardivo è SVA, che raggiunge la fase E1 il 24/4 con 114 GG di cumulo termico. Nel Piceno CORRA è il più precoce e raggiunge la fase E1 il 22/4 con 105 GG di cumulo termico; MASGA, il più tardivo, emette la sua prima foglia il 28/4 con 104 GG di cumulo termico. Nel complesso, escludendo POL, l'emissione della prima foglia ha richiesto nel Conero tra i 103 GG (COP) ed i 128 GG (CAN) di cumulo termico, mentre nel



Piceno il fabbisogno di TA è stato intermedio, richiedendo tra i 104 GG (MASGA) e i 108 GG (CDMU); le date di raggiungimento della fase E1 nel 2023 tendono ad essere più simili a quelle del 2022 in entrambe le zone anche se le gemme/neo-germogli sono state/i esposte/i a cumuli termici ben superiori nel 2023, segno che altri fattori oltre alla temperatura atmosferica intervengono nell'ontogenesi, o che le TA sono efficaci fino ad un certo livello. La fase E3 è stata raggiunta nel Conero più precocemente il 24/4 con 127 GG da LUC, più tardi nel 30/4 da SVA con 137 GG; nel Piceno per prima il 26/4 da CORRA (124 GG), più tardi da MASGA il 5/5 (138 GG). A raggiungere per primi la fase E5 nel Conero sono LUC (158 GG) l'1/5, SVA (169 GG) ci impiega 5 giorni in più (6/5). Nel Piceno è CORRA (5/5, 168 GG) a raggiungere per primo la fase E5, l'ultimo sempre MASGA (12/5, 181 GG). LUC raggiunge nel Conero il 7/5 la fase E7 (196 GG), SVA il 15/5 (227 GG). Nel Piceno è CORRA (219 GG) a raggiungere per primo la fase E7 il 13/5, l'ultimo sempre MASGA il 21/5 (226 GG). Il 16/5 LUC raggiunge per primo nel Conero la fase E9 cumulando 247 GG, mentre SVA, per ultimo, impiega 4 giorni in più (20/5, 260 GG); nel Piceno CORRA e MASCI raggiungono la fase E9 il 21/5 (con 259 GG e 240 GG, rispettivamente), MASGA il 28/5 (297 GG).

La fase E11, che corrisponde ad un germoglio provvisto di 11 foglie spiegate, segna un momento cruciale dello sviluppo del germoglio: oramai le foglie preformate all'interno della gemma sono tutte spiegate e le nuove foglie emesse derivano dall'attività dell'apice vegetativo. LUC raggiunge per primo la fase E11 nel Conero il 21/5 (276 GG), per ultimo POL (25/5, 296 GG); nel Piceno CDMU, CORRA e MASCI raggiungono per primi la fase E11 il 26/5 con 301 GG, 313 GG e 291 GG rispettivamente, mentre l'ultimo è MASGA l'1/6 con 336 GG. In complesso, nel Conero sono stati necessari da 156 GG a 205 GG per passare dalla fase E1 alla fase E11, nel Piceno da 186 GG a 232 GG: sono valori tutto sommato abbastanza simili a quelli richiesti nel 2022, a riprova del fatto che il fabbisogno in TA può essere considerato un dato stabile a parità di zona e di varietà, a prescindere dal momento in cui il cumulo termico necessario al passaggio di fase viene ottenuto: infatti, l'arrivo in fase E11 è stato posticipato nel 2023 di circa 2-5 giorni in tutti i vigneti rispetto al 2022, anche se la fase è stata raggiunta con quasi la stessa quantità di GG.

La fase E13 viene raggiunta nel Conero per primo da LUC il 25/5 con 318 GG e per ultimo da POL il 30/5 con 348 GG. Nel Piceno la fase E13 viene raggiunta tra il 30/5 (CORRA e MASCI) ed il 4/6 (MASGA), con 331 GG-366 GG. La fase E15 nel Conero viene raggiunta sempre per prima da LUC il 29/5 con 360 GG, per ultima da POL il 4/6 con 397 GG; nel Piceno viene raggiunta tra il 2/6 (CORRA, 384 GG) e l'8/6 (MASGA, 405 GG). Nel Conero sono LUC e MIG per primi a raggiungere la fase E17, il 2/6 con 403 GG e 411 GG

rispettivamente, mentre l'ultimo è stato POL il 9/6 con 448 GG. Nel Piceno troviamo CORRA che raggiunge per primo la fase E17, il 5/6 con 414 GG, per ultimo è sempre MASGA, con 450 GG il 12/6. Nel Conero LUC e MIG raggiungono insieme anche la fase E19 (6/6), con 443 GG e 453 GG rispettivamente, mentre il più tardivo è stato POL, che ha accumulato 490 GG fino al 13/6; nel Piceno anche la fase E19 viene raggiunta per prima da CORRA — che cumula 478 GG all'11/6 — mentre il vigneto più tardivo rimane MASGA, che raggiunge la fase E19 il 18/6 con 516 GG.

Nel complesso, per passare dalla fase E11 alla fase E19 nel Conero sono stati necessari dai 152 GG di SVA ai 194 GG di POL, nel Piceno tra i 165 GG di CORRA ai 240 GG di CDMU. La fase E21, a differenza di quanto accaduto nel 2022, viene raggiunta da tutti i vigneti in entrambe le zone: nel Conero MIG la raggiunge più precocemente il 9/6 con 490 GG, POL per ultimo il 18/6 con 548 GG. Nel Piceno CDMU, CORRA e MASCI raggiungono la fase E21 il 19/6 con 557 GG, 574 GG e 538 GG rispettivamente, MASGA il 24/6 con 607 GG. In sintesi, anche nel 2023 si nota una maggiore precocità di sviluppo nel Conero rispetto al Piceno, mentre rispetto al 2022 entrambe le zone risultano più tardive, raggiungendo la fase E21 — laddove è stato possibile un confronto — con un ritardo di 5 o 6 giorni. L'anticipo del 2022 si nota anche nelle fasi iniziali della crescita, nel periodo B-E1, durante cui il 2023 avrebbe dovuto essere favorito dalle maggiori temperature medie (cui conseguono maggiori cumuli termici) di marzo-aprile rispetto al 2022. Un altro fatto notevole è come i ritmi di crescita tendano ad armonizzarsi nel periodo E5-E13, durante cui la crescita del germoglio è fortemente sostenuta nella pianta; successivamente, in entrambe le zone nella fase finale E15-E21 tendono a prevalere le caratteristiche di vigoria tipiche di ciascun vigneto, motivo per cui quelli con dinamiche di crescita peculiari mostrano in fase E21 risultati divergenti dalla media. Anche nel 2023 infatti, sia nel Conero che nel Piceno alcuni vigneti spiccano per delle dinamiche di crescita diverse dallo standard fissato dagli altri della stessa zona: LUC nel Conero nel 2023 si è dimostrato quasi sempre il più precoce, anche se lo sviluppo vegetativo è stato tutto sommato uniforme per la maggior parte dei vigneti del Conero; come nel 2022, anche MIG nel 2023 è risultato abbastanza precoce, terminando in E21 il 9/6, un giorno prima rispetto a LUC; SVA sembrava inizialmente indietro rispetto agli altri, con scarti fino a 12 giorni, ma dalla fase E9-E21 ha recuperato mantenendo ritmi di sviluppo simili agli altri vigneti. Anche nel 2023 POL si è dimostrato nel complesso un vigneto poco vigoroso, cumulando ritardi tra i 4 e gli 8 giorni nel raggiungimento delle fasi E15 ed E21. Nel Piceno CDMU subisce un rallentamento tra E13 ed E19 rispetto a CORRA e MASCI, vigneti con cui nel precedente periodo B-E11 aveva condiviso il ritmo di crescita, per poi raggiungere la fase

E21 nello stesso giorno degli altri due: alterazioni di questo tipo potrebbero essere dovute a scelte differenti in materia di tecniche colturali, dato che la divergenza avviene in piena crescita dei germogli. Restando nel Piceno, MASGA si conferma anche nel 2023 il vigneto più debole, mantenendo livelli e ritmi di crescita più bassi e raggiungendo la fase E21 con 5 giorni di ritardo rispetto agli altri vigneti del Piceno.

**Tabella 22:** *evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nella stagione d'indagine 2023. Ad ogni fase fenologica corrisponde la data di raggiungimento in ciascuna delle 10 parcelle oggetto d'indagine.*

Fase fenologica	Conero						Piceno			
	CAN	COP	LUC	MIG	POL	SVA	CDMU	CORRA	MASCI	MASGA
B	1/4	2/4	2/4	2/4	31/3	12/4	31/3	30/3	29/3	9/4
C	15/4	14/4	10/4	14/4	11/4	18/4	16/4	13/4	14/4	21/4
D	19/4	17/4	14/4	17/4	14/4	21/4	18/4	16/4	17/4	23/4
E1	23/4	22/4	20/4	23/4	21/4	24/4	23/4	22/4	23/4	28/4
E3	27/4	27/4	24/4	28/4	25/4	30/4	30/4	26/4	29/4	5/5
E5	4/5	5/5	1/5	5/5	3/5	6/5	7/5	5/5	7/5	12/5
E7	11/5	12/5	7/5	12/5	11/5	15/5	14/5	13/5	14/5	21/5
E9	18/5	18/5	16/5	18/5	19/5	20/5	22/5	21/5	21/5	28/5
E11	22/5	21/5	21/5	22/5	25/5	24/5	26/5	26/5	26/5	1/6
E13	26/5	26/5	25/5	26/5	30/5	28/5	3/6	30/5	30/5	4/6
E15	31/5	31/5	29/5	30/5	4/6	31/5	7/6	2/6	3/6	8/6
E17	3/6	4/6	2/6	2/6	9/6	4/6	13/6	5/6	8/6	12/6
E19	7/6	8/6	6/6	6/6	13/6	7/6	18/6	11/6	12/6	18/6
E21	10/6	11/6	10/6	9/6	18/6	11/6	19/6	19/6	19/6	24/6

**Tabella 23:** *evoluzione fenologica della cultivar Montepulciano nel 2023. Ad ogni fase fenologica corrisponde l'accumulo di TA (GG) a partire dal 1° marzo calcolato attraverso i dati termici rilevati dalle stazioni Moncaro installate nelle 10 parcelle oggetto d'indagine.*

Fase fenologica	Conero						Piceno			
	CAN	COP	LUC	MIG	POL	SVA	CDMU	CORRA	MASCI	MASGA
B	79	71	79	74	65	78	66	66	63	55
C	98	80	83	87	73	87	83	85	81	76
D	107	85	91	92	87	100	86	86	82	86
E1	128	103	106	119	91	114	108	105	105	104
E3	143	121	127	138	111	137	138	124	127	138
E5	180	161	158	175	147	169	180	168	172	181
E7	232	209	196	225	204	227	215	219	206	226
E9	266	239	247	257	240	260	258	259	240	297
E11	294	259	276	288	296	301	301	313	291	336
E13	337	308	318	333	348	349	381	355	331	366
E15	388	357	360	378	397	381	419	384	369	405
E17	421	399	403	411	448	424	484	414	416	450
E19	461	438	443	453	490	453	541	478	459	516
E21	497	474	492	490	548	501	557	574	538	607

L'esame delle differenze tra i 10 vigneti per quel che riguarda le principali fasi fenologiche registrate nel 2023 (tabella 24) evidenzia che la fase E1 di prima foglia spiegata è avvenuta nel Conero con un basso scarto temporale (4 giorni) ed è sopraggiunta più precocemente a LUC (20/4), che ha mostrato la seconda temperatura media più alta nel periodo M-O nel 2023 (19,9 °C), rispetto a SVA (24/4), che pure aveva una  $T_{med}$  M-O molto simile a LUC (19,7 °C). Lo scarto temporale nel raggiungimento della fase E1 nei vigneti del Piceno è stato di 6 giorni, per quanto escludendo il dato di MASGA, il vigneto meno vigoroso, si riduca a solo un giorno.

L'emissione dell'undicesima foglia conclude lo sviluppo delle foglie preformate nella gemma (da 8 a 11), mentre a partire dalla fase E7-E8 cominciano già ad essere presenti foglie adulte (30-40 giorni di età) che hanno raggiunto una buona capacità fotosintetica e che in breve permettono al germoglio di passare dalla condizione di *sink* a quella di *source*, garantendo un accumulo netto di fotosintetati (Palliotti et al., 2018). Il passaggio alla condizione di *source* è da considerarsi completo al raggiungimento della fase E11, che nel Conero è avvenuto con uno scarto di 4 giorni: COP e LUC si sono rivelati i più precoci (21/5), POL il più tardivo (25/5); nel Piceno MASGA (1/6) raggiunge la fase E11 6 giorni più tardi delle altre parcelle, altrimenti lo scarto non ci sarebbe (CDMU, CORRA e MASCI raggiungono E11 il 26/5). Tendenzialmente nel 2023 la fase E11 è stata rilevata in entrambe le zone con qualche giorno di ritardo nel 2023 rispetto al 2022, probabilmente a causa della minore temperatura media di maggio 2023 che ha offerto cumuli di TA inferiori rispetto a maggio 2022. In entrambi gli anni la fase è stata raggiunta con bassi scarti in entrambe le zone (*outlier* a parte) e con livelli differenti di cumuli termici, segno che i germogli, nella fase cruciale del loro sviluppo, tendono ad adeguare i propri ritmi di crescita a prescindere dall'influenza di fattori esterni.

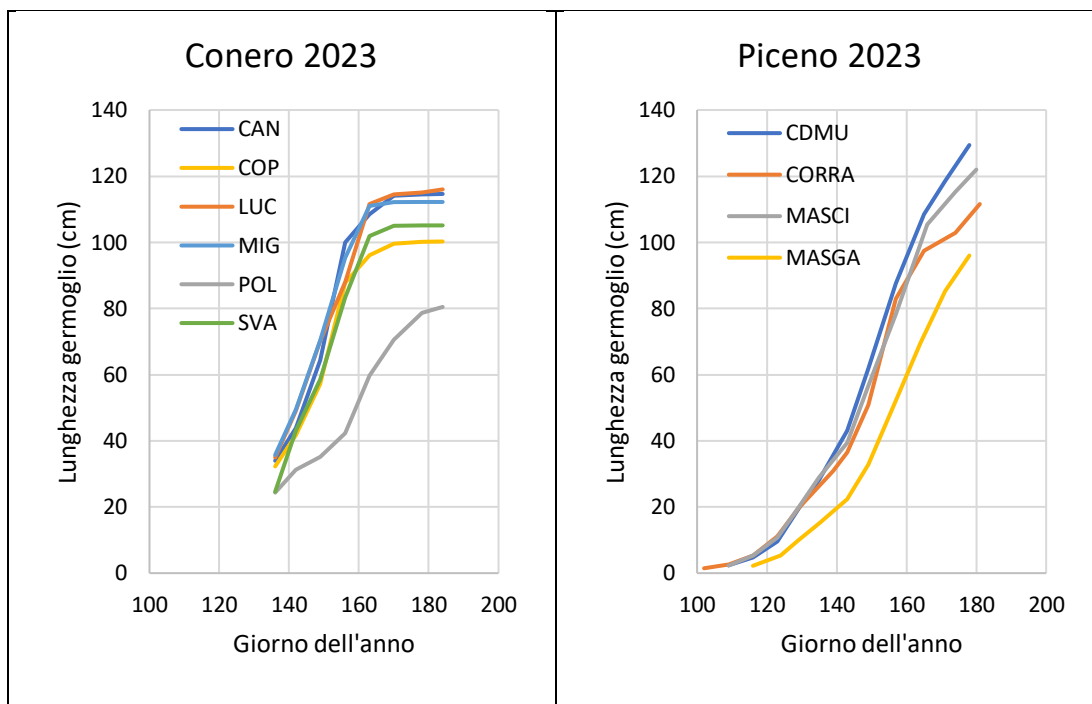
Lo scarto temporale registrato tra i vigneti del Conero alla fase E19 si amplia a 7 giorni, sebbene la maggior parte dei vigneti sia stata compresa nell'intervallo 6/6-8/6: differisce solo POL (13/6), un vigneto tra i più freschi nel 2023 (19,4 °C di  $T_{med}$  nel periodo M-O); lo scarto temporale del Piceno è sempre di 7 giorni, ma la fase è posticipata di almeno 5 giorni, confermando la tendenza generale del Piceno ad essere leggermente più tardivo del Conero.

**Tabella 24:** data e cumulo termico (GG) dal 1° marzo a cui corrisponde il raggiungimento delle fasi di 1, 11 e 19 foglie spiegate (E1, E11, E19) nelle 10 parcelle oggetto d'indagine nell'anno 2023.

Parcelle	E1		E11		E19		
	Data	Cumulo termico	Data	Cumulo termico	Data	Cumulo termico	
<i>Conero</i>	CAN	23/4	128	22/5	294	7/6	461
	COP	22/4	103	21/5	259	8/6	438
	LUC	20/4	106	21/5	276	6/6	443
	MIG	23/4	119	22/5	288	6/6	453
	POL	21/4	91	25/5	296	13/6	490
	SVA	24/4	114	24/5	301	7/6	453
	<i>Piceno</i>	CDMU	23/4	108	26/5	301	18/6
CORRA		22/4	105	26/5	313	11/6	478
MASCI		23/4	105	26/5	291	12/6	459
MASGA		28/4	104	1/6	336	18/6	516

L'evoluzione della lunghezza media dei germogli dei 10 vigneti di Montepulciano tra il Conero e il Piceno nel 2023 è stata studiata mettendola in relazione sia al tempo cronologico, sia al tempo fisiologico computato come cumulo termico delle TA, dato dalla sommatoria delle temperature medie giornaliere diminuite di 10°C, considerata la soglia di crescita della vite. Il decorso stagionale dell'allungamento medio dei germogli di Montepulciano nel Conero e nel Piceno nel 2023 in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) è riportato in figura 39. Il primo dato che colpisce è la notevole differenza tra le lunghezze medie espresse nel 2023 rispetto a quelle del 2022: i germogli hanno raggiunto una lunghezza compresa tra 80 cm e 116 cm nel Conero e tra 96 cm e 129 cm nel Piceno, toccando valori massimi decisamente inferiori rispetto a quelli del 2022. Il Conero ha mostrato nel 2023 una minore vigoria generale rispetto al Piceno, mentre la variabilità dei valori è stata molto simile. Nel Conero il vigneto più debole è stato POL con 80 cm, LUC il più vigoroso con 116 cm. Nonostante le differenze a carico della lunghezza media finale dei germogli, si può suddividere l'evoluzione cronologica dell'allungamento dei germogli in due fasi e non in tre come accaduto nel 2022: il tardivo inizio dei rilievi di lunghezza non ha infatti permesso di registrare la prima fase di crescita lenta. Nel Conero nel 2023 si riconosce una fase di crescita rapida in cui la maggior parte dei vigneti segue ritmi di crescita simili (dal primo giorno di rilevazione delle lunghezze, il 136) a cui segue una fase di crescita stazionaria durante cui i germogli crescono poco o nulla, che ha avuto avvio attorno al giorno 170 per la maggior parte dei vigneti. POL si rivela fin dai primi rilievi più debole degli altri, mantenendosi per tutto il decorso dello sviluppo su un livello ed un ritmo di crescita più bassi rispetto agli altri vigneti. Le lunghezze medie raggiunte dai germogli del Conero nel 2023 sono perlopiù inadatte a garantire un adeguato equilibrio vegeto-produttivo nelle piante: la maggior parte si aggira tra i 100 cm ed i 116 cm lunghezze

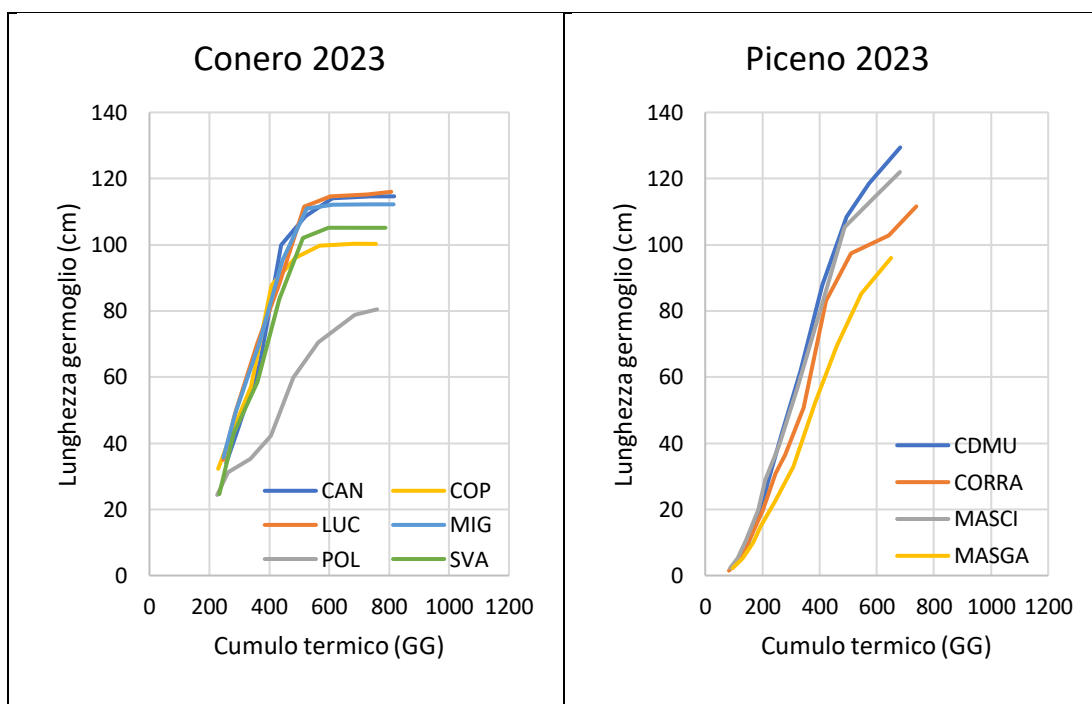
medie incapaci di garantire un ottimale sviluppo del frutto, per carenza di fotosintetati e mancanza di vigoria.



**Figura 39:** evoluzione della lunghezza media dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2023.

Nel Piceno nel 2023 i germogli hanno raggiunto una lunghezza media compresa tra 96 cm (MASGA) e 129 cm (CDMU), valori superiori a quelli del Conero, a differenza di quanto successo nel 2022. Il vigneto più debole è stato nuovamente MASGA con 96 cm, CDMU sempre il più vigoroso con 129 cm. Nel Piceno, l'inizio tempestivo dei rilievi di lunghezza nel 2023 permette di confermare la presenza di tre fasi: una prima fase di crescita lenta in cui tutti i vigneti seguono dinamiche di crescita simili tra loro (fino al giorno 140 circa), una seconda fase di crescita rapida in cui la maggior parte dei vigneti segue ritmi di crescita tutto sommato simili (fino al giorno 160 circa), ed una terza fase di crescita stazionaria durante cui i germogli crescono di nuovo lentamente, osservabile dal giorno 160 circa alla fine dei rilievi. MASGA fin dai primi rilievi (giorno 125 circa) esprime ritmi di crescita appena più bassi rispetto agli altri vigneti, però su livelli di crescita inferiori, terminando perciò con la minore lunghezza media finale (96 cm). Gli altri tre vigneti seguono dinamiche di crescita molto simili e si diversificano a partire da circa la metà di giugno (giorno 165), terminando in un intervallo compreso tra 112 cm (CORRA) e 129 cm (CDMU).

Il decorso stagionale dell'allungamento dei germogli dei 10 vigneti di Montepulciano tra il Conero ed il Piceno nel 2023 in funzione del tempo fisiologico (temperature attive cumulate) è riportato in figura 40. Come nel 2022, si possono distinguere due fasi in entrambe le zone di indagine: una prima fase di crescita quasi lineare, rapida, seguita da una fase stazionaria. Nel Conero la fase di allungamento si esaurisce all'incirca tra 500 GG e 530 GG nella maggior parte dei vigneti, ed in seguito la demarcazione con la fase stazionaria è ben definita; anche in questa rappresentazione l'evoluzione di POL si mantiene distante da quella degli altri vigneti, benché l'influenza delle TA si manifesti comunque nell'aumento della pendenza della curva, e cioè nell'aumento del ritmo di crescita rispetto all'influsso del tempo cronologico. Nel Piceno la fase stazionaria si instaura attorno ai 500 GG per tutti i vigneti, ma la transizione dalla fase di crescita rapida a quella stazionaria è più sfumata che nel Conero, infatti i germogli continuano a crescere, seppur a ritmo minore, fino alla fine dei rilievi in campo. Da queste elaborazioni si rafforza ancora di più il concetto che la temperatura dell'aria svolge un ruolo di estremo rilievo nel periodo iniziale della crescita dei germogli.



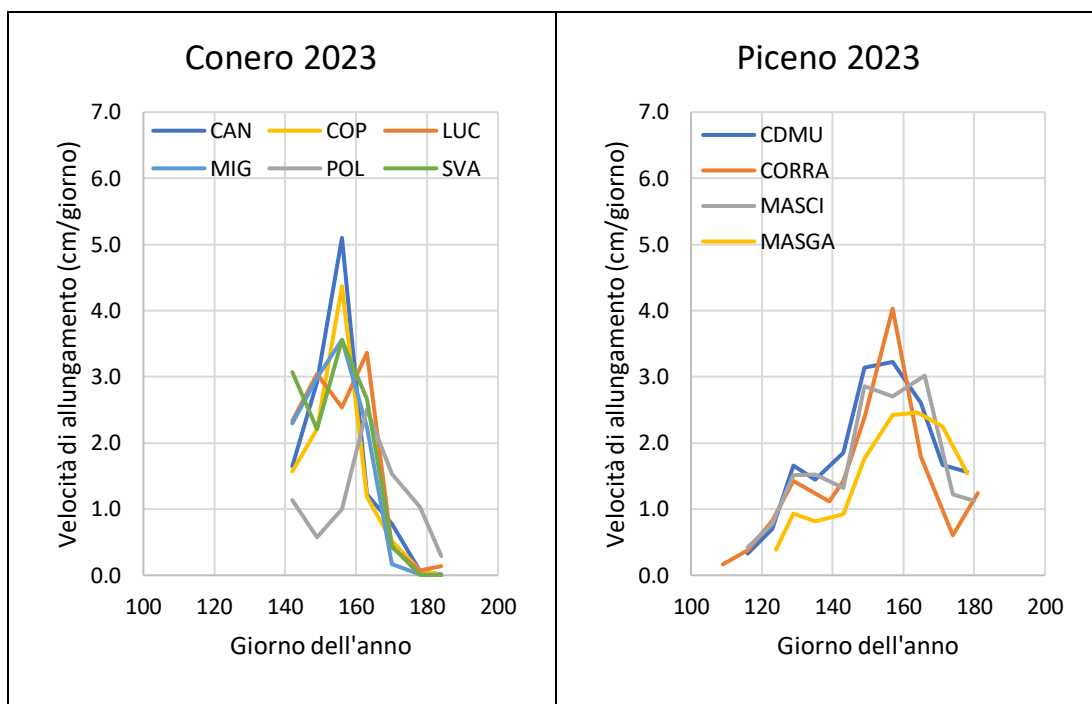
**Figura 40:** evoluzione della lunghezza media dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo fisiologico (cumulo termico in GG a partire dal 1° marzo) nel 2023.

L'evoluzione della velocità di allungamento dei germogli in relazione al tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2023 è riportata in figura 41 per entrambe le zone, Conero e Piceno. Si nota come prima cosa che, nonostante il Piceno si sia dimostrato più vigoroso del Conero nel

2023, i vigneti del Conero hanno comunque maturato delle velocità di allungamento dei germogli tendenzialmente superiori. La velocità di allungamento dei germogli ha mostrato nel 2023 una forte variabilità temporale in entrambe le zone di indagine, tuttavia il decorso di massima ha previsto una fase di aumento della velocità che ha raggiunto un picco all'incirca tra il giorno 155 ed il giorno 165 (la metà di giugno), seguito da un rallentamento generale della crescita. Dopo il giorno 160 si assiste infatti in entrambe le zone ad un calo importante della velocità di allungamento, che finisce per azzerarsi o quasi tra la fine di giugno (giorno 180 circa, nel Conero) e la prima decade di luglio (giorno 190 circa, nel Piceno), il tutto in presenza di temperature nella maggior parte dei casi ottimali per la crescita. I rallentamenti della crescita osservati a partire dal giorno 160 circa sono fisiologici e dovuti a diversi fattori, tra i quali i principali sono la competizione esercitata dagli acini di recente formazione, *sink* più forti dei meristemi apicali dei germogli, l'insorgere frequente di fenomeni di carenza idrica, il verificarsi di eccessi termici. Il picco di velocità di allungamento è stato raggiunto con un ritardo di circa dieci giorni nel 2023 rispetto al 2022, probabilmente a causa della minore temperatura media mensile di maggio nel 2023 rispetto al 2022.

Nel Conero i vigneti più vigorosi si rivelano CAN, con un picco massimo di 5,1 cm/giorno al giorno 156, e COP, con 4,4 cm/giorno alla medesima data. Prevedibilmente il più debole è POL, che ha toccato un picco massimo di crescita di 2,5 cm/giorno nel giorno 163. Nel Piceno invece, la velocità di allungamento maggiore dei germogli è stata raggiunta da CORRA (4,0 cm/giorno al giorno 157), mentre MASGA ha presentato un picco massimo di soli 2,5 cm/giorno, raggiunto nel giorno 164. Infine, al contrario di quanto accaduto nel 2022, nel 2023 è stato osservato un solo picco della velocità di allungamento del germoglio e le curve ottenute tendono ad assumere la conformazione di una gaussiana, manifestando una fase iniziale di aumento della velocità, un picco, ed una fase di scarico con diminuzione progressiva più o meno rapida delle velocità di crescita.

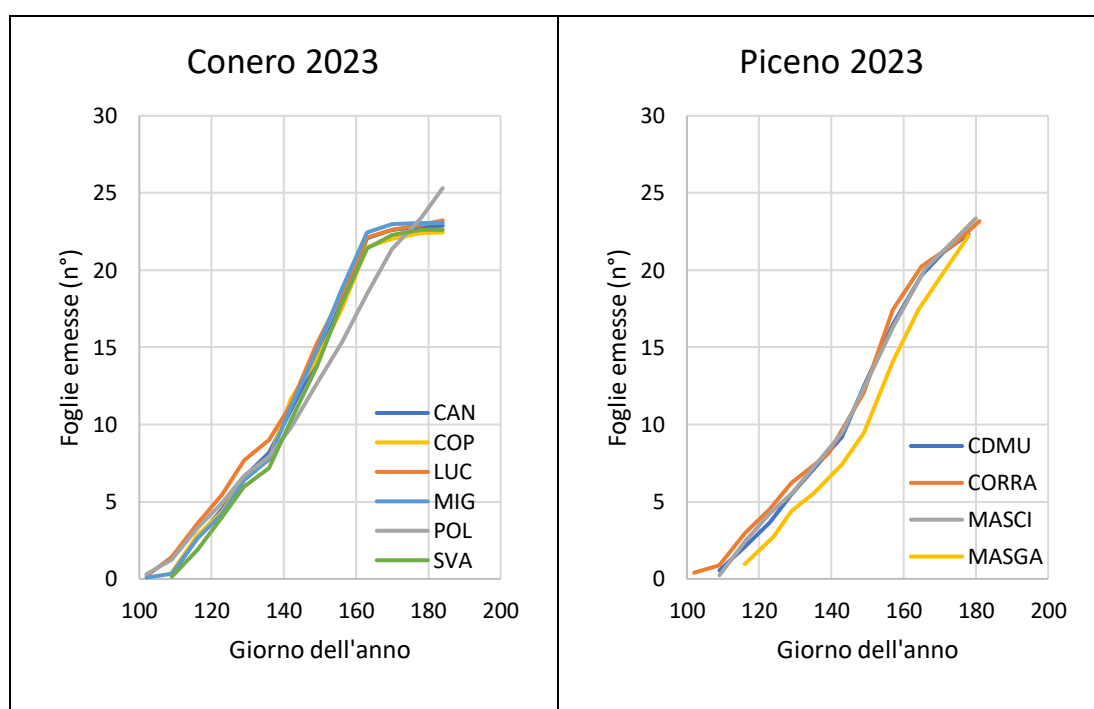




**Figura 41:** evoluzione della velocità d'allungamento (cm/giorno) dei germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2023.

La valutazione dell'evoluzione del numero di foglie emesse mediamente dai germogli dei 10 vigneti di Montepulciano tra il Conero ed il Piceno nel 2023 è stata studiata mettendola in relazione prima al tempo cronologico e poi al tempo fisiologico (sommatoria delle TA), come già fatto per lo studio della lunghezza media dei germogli. Il decorso stagionale del numero medio di foglie emesse dai germogli dei vigneti di Montepulciano nel Conero e nel Piceno nel 2023 in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) è riportato in figura 42. Si riesce di nuovo a confermare come il 2023 sia stato un anno in cui tutti i vigneti hanno espresso una vigoria minore rispetto al 2022: il numero di foglie emesse nel Conero va dalle 22 di COP alle 25 di POL, mentre nel Piceno CDMU e MASGA ne emettono mediamente 22, CORRA e MASCI 23. Il numero medio di foglie emesse è più basso del 2022 (19-28 nel Conero e 20-25 nel Piceno), ed è inoltre molto più omogeneo in entrambe le zone. Infatti, gli intervalli del numero di foglie emesse nel Conero e nel Piceno sono molto stretti, e questa uniformità è un riflesso della contenuta variabilità osservata interpretando i dati dell'allungamento dei germogli. Nel Conero un caso particolare è quello di POL, che in ciascuna delle precedenti analisi si è manifestato come il più debole, il vigneto con i germogli più corti; eppure, forniti del maggior numero medio di foglie (25): ne consegue una limitata lunghezza degli internodi, nuovamente carattere frequente nei vigneti di basso vigore.

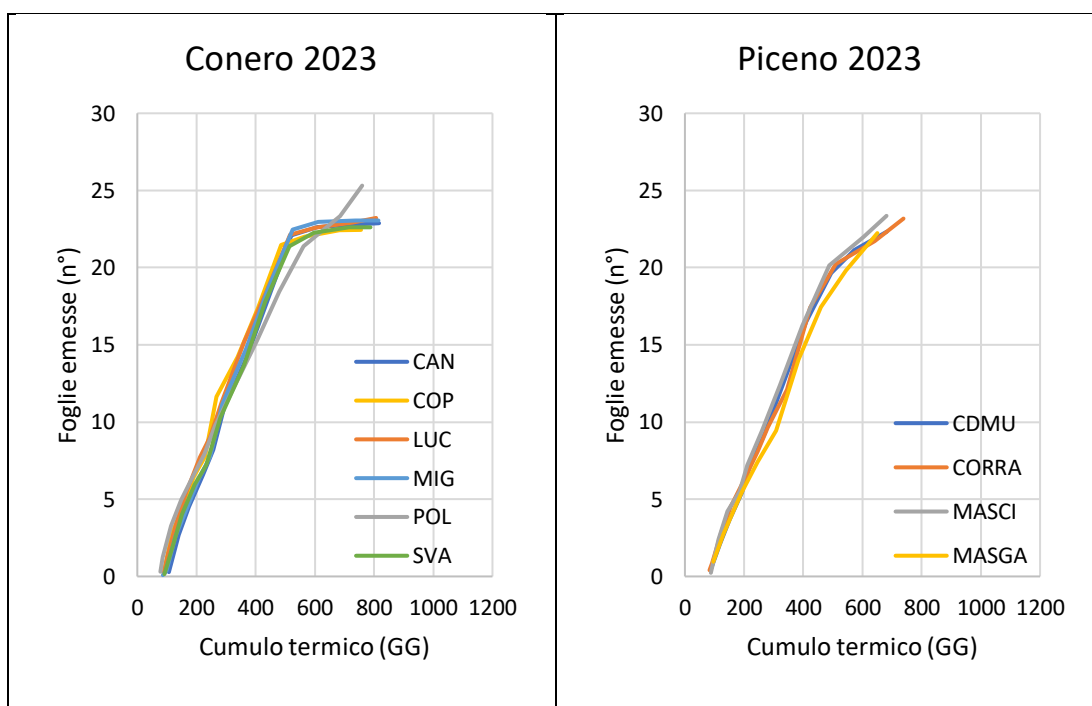
Si riconosce in entrambe le zone il modello di crescita in tre fasi già visto in precedenza, anche se in maniera più sfumata: la fase di crescita iniziale, più lenta, termina in entrambe le zone attorno al giorno 130-135 (metà di maggio) per proseguire con una fase di crescita più rapida, in cui i ritmi di crescita si mantengono uniformi. Tra il giorno 163 ed il 166 (attorno alla metà di giugno) subentra la terza fase, stazionaria: nel Conero il numero di foglie emesse da questo momento viene azzerato o comunque molto ridotto, mentre nel Piceno vengono registrate ancora alcune emissioni, segno che nel Conero durante la fase di crescita rapida sono state emesse più foglie che nel Piceno, data l'omogeneità finale dei dati. Un vigneto per ciascuna zona cresce seguendo una dinamica diversa dagli altri: sono POL nel Conero, già descritto, che nonostante cresca seguendo un ritmo più basso degli altri a partire dal giorno 140 circa, termina con il più alto numero medio di foglie emesse (25), e MASGA nel Piceno, che invece segue lo stesso ritmo di crescita degli altri vigneti ma ad un livello minore, terminando tuttavia con 22 foglie all'ultimo rilievo (giorno 178).



**Figura 42:** evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo cronologico (giorno dell'anno) nel 2023.

L'evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli dei vigneti del Conero e del Piceno nel 2023 in funzione del tempo fisiologico (figura 43) può essere suddivisa in due fasi in entrambe le zone d'indagine: una prima fase di crescita quasi lineare seguita da una fase stazionaria. Nel 2023 l'emissione media di foglie nei vigneti del Conero si è protratta

linearmente fino ad un cumulo di circa 500 GG-530 GG nella maggior parte dei vigneti, in seguito ha cominciato a rallentare sensibilmente nella maggior parte dei vigneti, entrando in fase stazionaria; POL ha fatto eccezione, seguendo ritmi di crescita inferiori agli altri dai 430 GG circa ed entrando tardivamente nella fase stazionaria, al termine dei nostri rilievi. Nel Piceno si può distinguere lo stesso modello a due fasi: l'emissione fogliare è resa molto più uniforme dalla relazione con i cumuli termici, tanto da ridurre anche la differenza tra MASGA (il vigneto "solitario" nel Piceno del 2023 per vigoria, ritmo e livello di crescita) ed il resto dei vigneti. La prima fase di crescita lineare è perdurata fino all'incirca ai 490 GG, per poi proseguire con una sfumata fase stazionaria in tutti i vigneti, data da una lieve riduzione dei ritmi di emissione fogliare. Da queste ulteriori analisi emerge ancora una volta come la temperatura atmosferica svolga un ruolo fondamentale nel periodo iniziale della crescita dei germogli.



**Figura 43:** evoluzione del numero medio di foglie emesse dai germogli di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) in funzione del tempo fisiologico (cumulo termico in GG a partire dal 1° marzo) nel 2023.

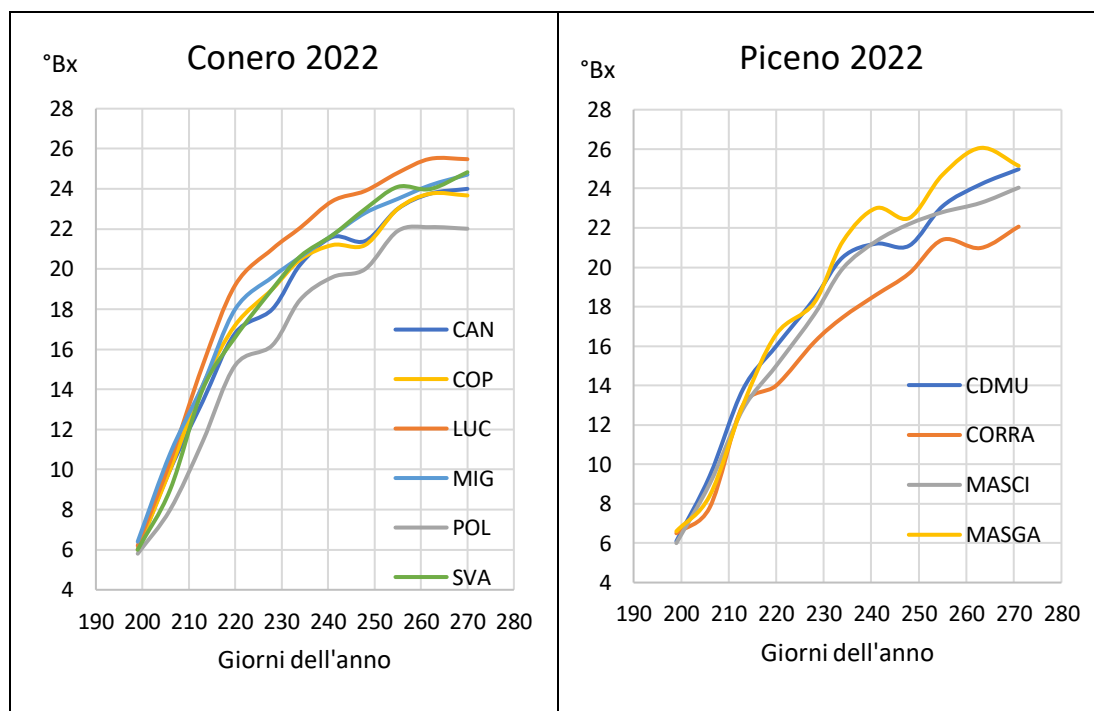
In figura 44 viene riportato, come esempio, lo sviluppo della chioma del vigneto CAN del Conero durante il decorso stagionale: sono state selezionate 9 date e le immagini sono state organizzate in un'unica figura per poterne seguire l'evoluzione della chioma.



**Figura 44:** *evoluzione temporale della chioma nel vigneto CAN nel 2023: in alto (da sinistra a destra) nei giorni 26/4, 3/5 e 9/5; al centro (da sinistra a destra) nei giorni 22/5, 29/5 e 5/6; in basso (da sinistra a destra) nei giorni 12/6, 19/6 e 3/7.*

#### 4.6 Decorso della maturazione degli acini di Montepulciano nel Conero e nel Piceno nel 2022

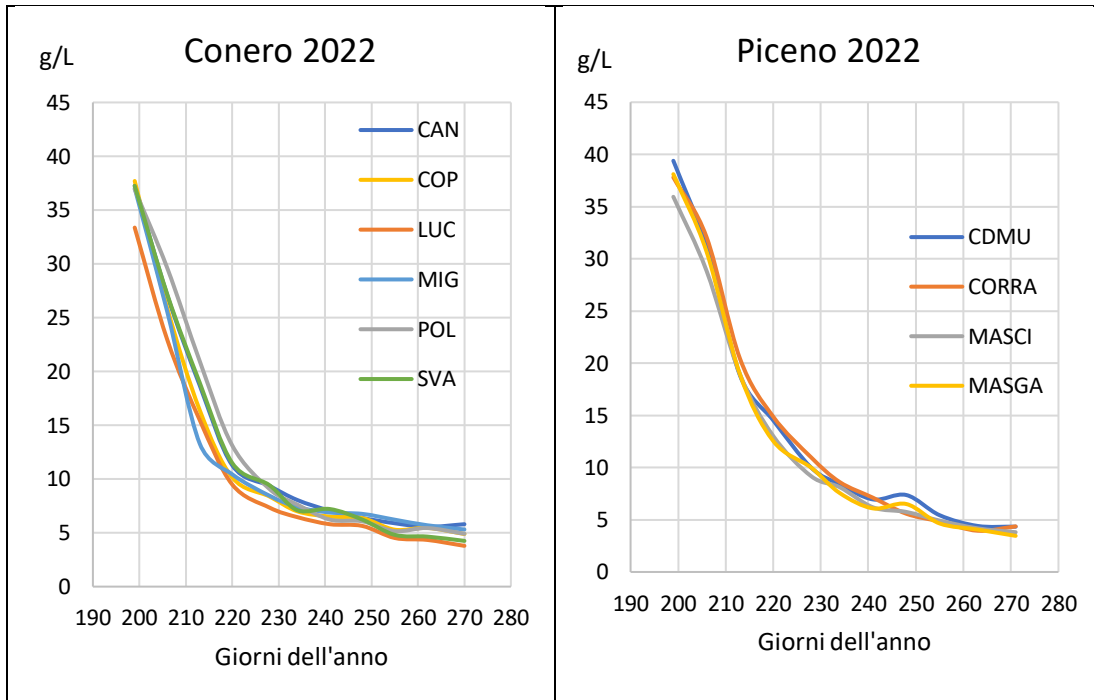
Il monitoraggio del ciclo riproduttivo degli acini delle parcelle di Montepulciano del Conero e del Piceno nel 2022 è stato svolto seguendone il decorso della maturazione già a partire dal periodo in prossimità dell'invasatura per proseguire fino alla vendemmia, avvenuta entro la prima decade di ottobre. Dalle elaborazioni condotte dal D3A su dati forniti da Moncaro emerge che il decorso dell'accumulo zuccherino è proseguito in modo abbastanza uniforme in tutti i vigneti nel 2022 (figura 45). La concentrazione di 8 °Bx, associata ad un intenerimento generalizzato del mesocarpo, è stata raggiunta attorno al giorno 205 (25 luglio) nella maggior parte dei vigneti. Il decorso della concentrazione ha seguito un andamento regolare che ha portato ad ottenere all'ultimo rilievo nel Conero mosti con un contenuto zuccherino compreso tra i 22 °Bx (POL) ed i 25 °Bx (LUC), lo stesso intervallo delineato nel Piceno tra CORRA (22 °Bx) e CDMU e MASGA (25 °Bx entrambi).



**Figura 45:** evoluzione temporale (giorno dell'anno) della concentrazione zuccherina del mosto (°Bx) ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2022.

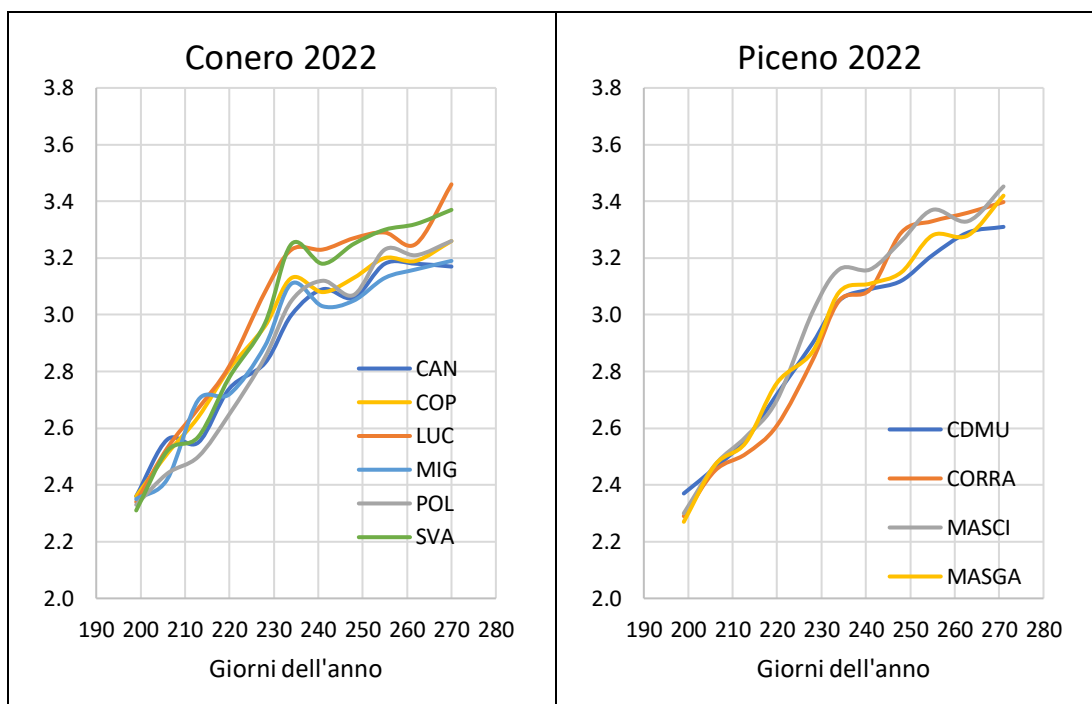
L'evoluzione temporale dell'acidità totale ha avuto un decorso decisamente uniforme in tutti i vigneti di entrambe le zone nel 2022 (figura 46). In entrambe le zone si assiste ad una fase di calo molto rapido che porta il mosto da valori iniziali compresi tra i 33 g/L ed i 37 g/L a concentrazioni attorno ai 12-13 g/L, di solito attorno al giorno 220-230 (prima-seconda

decade di agosto), cui segue una fase di lento declino legata alla presenza sempre più limitata di acido malico. Il cambio di fase avviene nel Conero con un anticipo di circa 10 giorni rispetto al Piceno, probabilmente per la propria condizione di lieve precocità generale osservata rispetto al Piceno stesso nel 2022.



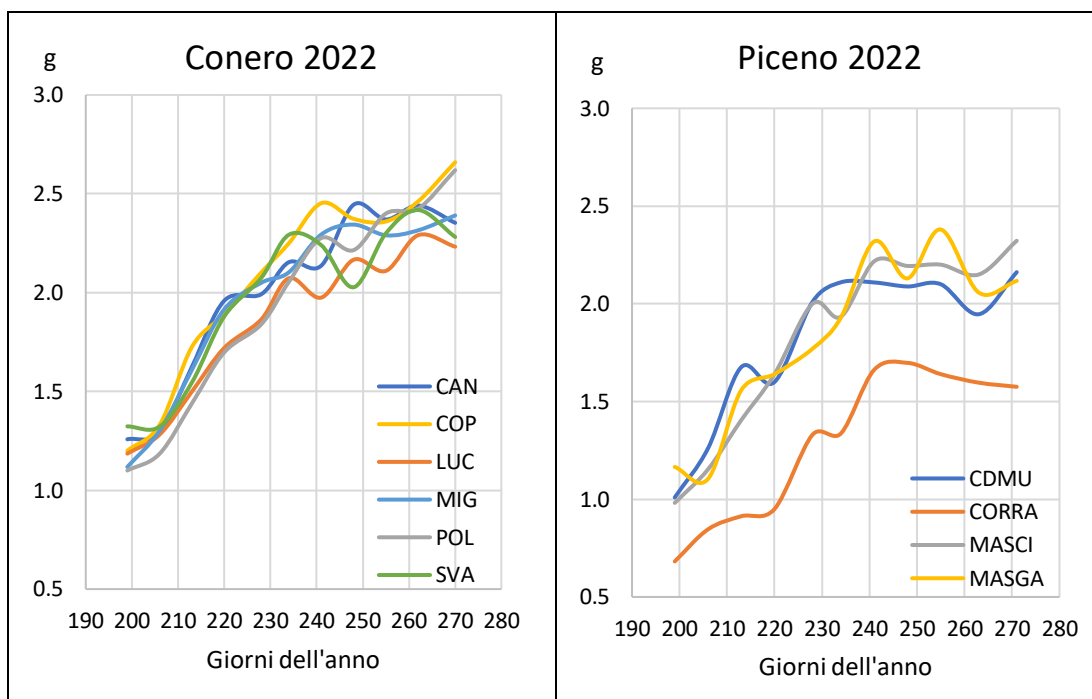
**Figura 46:** evoluzione temporale (giorno dell'anno) dell'acidità totale del mosto (g/L) ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2022.

L'evoluzione temporale del pH ha avuto un decorso abbastanza regolare in tutti i vigneti di Montepulciano in entrambe le zone nel 2022 (figura 47), in linea con l'evoluzione dell'acidità totale. In entrambe le zone si assiste ad un aumento del pH fino ad un valore compreso tra 3,0 e 3,5 all'approssimarsi della maturazione.



**Figura 47:** evoluzione temporale (giorno dell'anno) del pH del mosto ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2022.

Nella figura 48 è riportata l'evoluzione del peso medio degli acini nel Conero e nel Piceno nel 2022. Il primo dato da notare riguarda il maggior peso medio riscontrato negli acini dei vigneti del Conero, in linea con la maggior vigoria generale mostrata nel 2022 rispetto a quelli del Piceno. L'andamento nel Conero è stato abbastanza uniforme e gli acini sono passati da 1,1-1,3 g circa del primo prelievo al giorno 199 (seconda decade di luglio) ad acini dal peso medio compreso tra 2,3 g (LUC) e 2,7 g (COP), prelevati al giorno 270 a maturazione ultimata. Il decorso dell'evoluzione del peso medio degli acini nel Piceno nel 2022 è invece molto meno uniforme: in particolare, si nota che il vigneto CORRA fin dal primo rilievo (giorno 199) possiede acini dal peso medio decisamente più basso (0,7 g) rispetto a quello degli altri tre vigneti, il cui peso iniziale oscilla tra 1,0 g e 1,2 g. La differenza viene mantenuta fino al termine dell'indagine, periodo in cui anzi viene amplificata dai diversi ritmi di riempimento degli acini: CORRA raggiungerà al giorno 271 un peso medio di 1,6 g degli acini, mentre il peso degli acini degli altri tre vigneti sarà compreso tra 2,1 g (MASGA) e 2,3 g (MASCI), valori ben diversi.



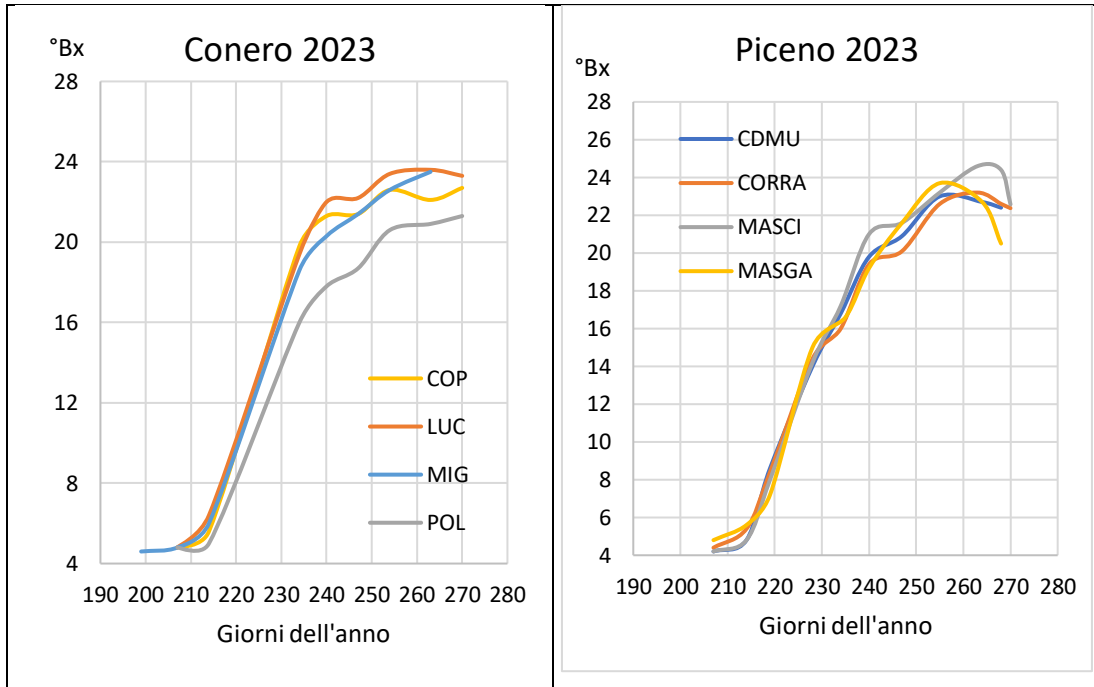
**Figura 48:** evoluzione temporale (giorno dell'anno) del peso medio degli acini (g) di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2022.

#### 4.7 Decorso della maturazione degli acini di Montepulciano nel Conero e nel Piceno nel 2023

Il monitoraggio del ciclo riproduttivo degli acini delle parcelle di Montepulciano del Conero e del Piceno nel 2023 è stato svolto secondo le stesse modalità attuate nell'anno precedente, cioè seguendone il decorso della maturazione già a partire dal periodo in prossimità dell'inviatura per proseguire fino alla vendemmia, avvenuta entro la prima decade di ottobre. Dalle elaborazioni condotte dal D3A su dati forniti da Moncaro emerge che il decorso dell'accumulo zuccherino è proseguito in modo abbastanza uniforme in tutti i vigneti nel 2023 (figura 49). Nella zona del Conero mancano i prelievi effettuati da CAN e SVA in quanto il grave attacco della peronospora ha reso impossibile una regolare maturazione degli acini e di conseguenza la loro raccolta. La concentrazione di 8 °Bx, associata ad un intenerimento generalizzato del mesocarpo, è stata raggiunta tra il giorno 215 ed il 220, dunque con un complessivo ritardo di maturazione rispetto al 2022 nella maggior parte dei vigneti. Il decorso della concentrazione ha seguito un andamento regolare che ha portato ad ottenere all'ultimo rilievo nel Conero mosti con un contenuto zuccherino compreso tra i 21 °Bx (POL) ed i 23 °Bx (LUC), nel Piceno tra i 20 °Bx di MASGA ed i 23 °Bx MASCI. I ritardi di

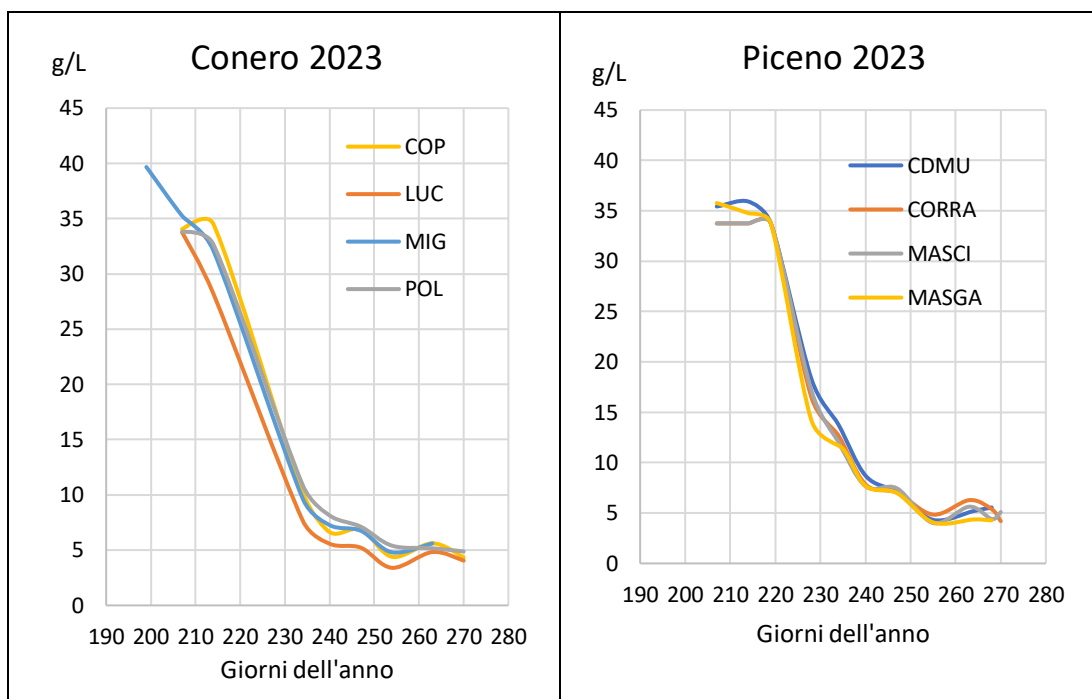


maturazione del 2023 sono chiari anche nella riduzione del contenuto zuccherino dei mosti rispetto al 2022.



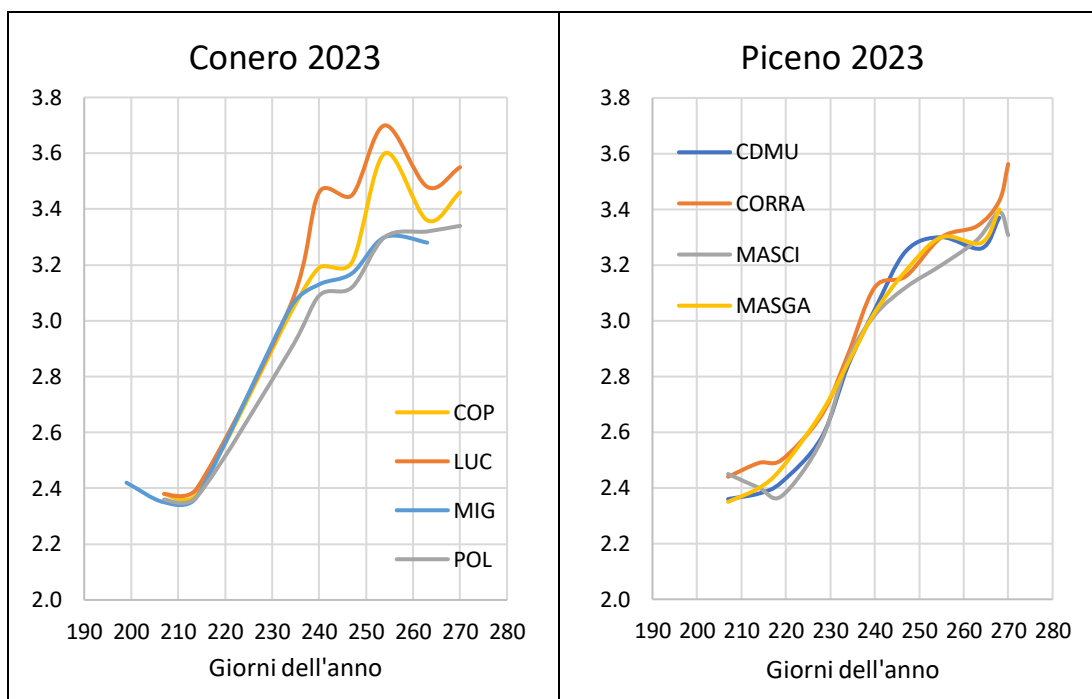
**Figura 49:** evoluzione temporale (giorno dell'anno) della concentrazione zuccherina del mosto (°Bx) ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2023.

L'evoluzione temporale dell'acidità totale ha avuto un decorso moderatamente uniforme nei vigneti di entrambe le zone nel 2023 (figura 50). In entrambe le zone si assiste ad una fase di calo molto rapido che porta il mosto da valori iniziali compresi tra i 33 g/L ed i 39 g/L (dato di MIG del Conero) a concentrazioni attorno ai 7-8 g/L, all'incirca attorno al giorno 245 (prima settimana di settembre), cui segue una fase di lento declino legata alla presenza sempre più limitata di acido malico. Il cambio di fase avviene con 15-20 giorni di ritardo nel 2023 rispetto al 2022, indice di un ritardo nella maturazione rispetto al 2022.



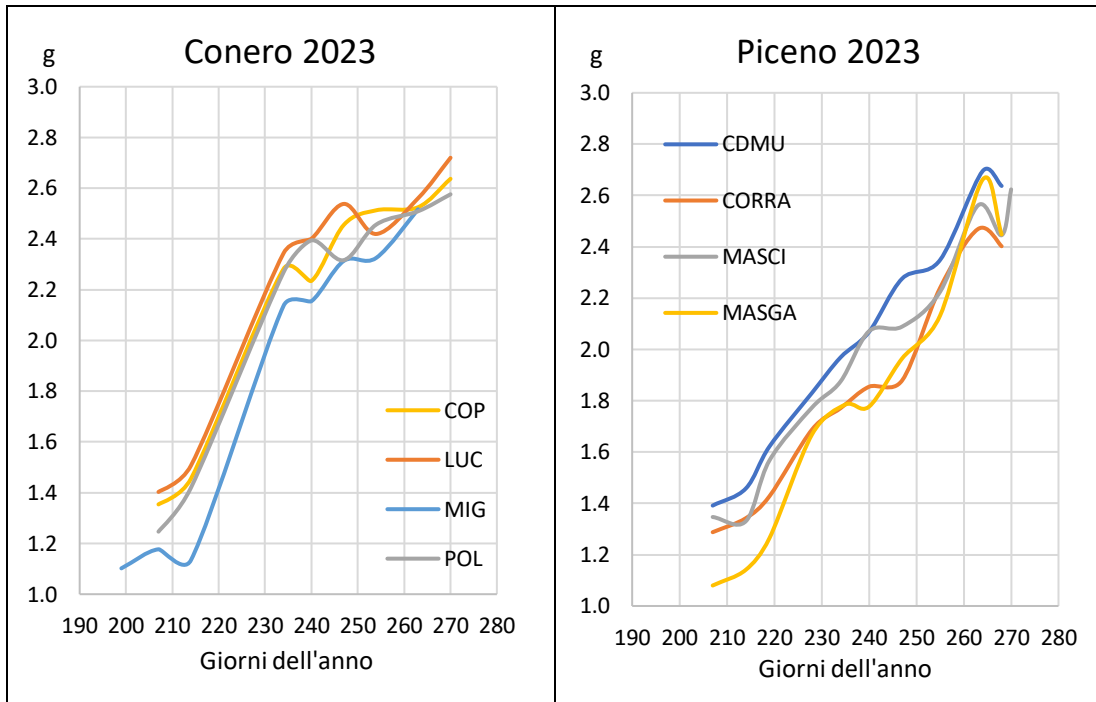
**Figura 50:** *evoluzione temporale (giorno dell'anno) dell'acidità totale del mosto (g/L) ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2023.*

L'evoluzione temporale del pH ha avuto un decorso abbastanza regolare in tutti i vigneti di Montepulciano in entrambe le zone nel 2023 (figura 51), in linea con l'evoluzione dell'acidità totale. In entrambe le zone si assiste ad un aumento del pH fino ad un valore compreso tra 3,3 e 3,5 all'approssimarsi della maturazione.



**Figura 51:** evoluzione temporale (giorno dell'anno) del pH del mosto ottenuto dalla spremitura degli acini di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2023.

Nella figura 52 è riportata l'evoluzione del peso medio degli acini nel Conero e nel Piceno nel 2023. Al contrario di quando accaduto nel 2022, nel 2023 i pesi medi degli acini nelle due zone non esprimono cospicue differenze. L'andamento nel Conero è stato abbastanza uniforme e gli acini sono passati da 1,1-1,4 g circa del primo prelievo al giorno 199 ed il giorno 207 (seconda-terza decade di luglio) ad acini dal peso medio compreso tra 2,6 g (POL) e 2,7 g (LUC), prelevati al giorno 270 a maturazione ultimata. Il decorso dell'evoluzione del peso medio degli acini nel Piceno nel 2023 è stato altrettanto uniforme: in particolare, si nota che nel vigneto CORRA, a differenza di quanto avvenuto nel 2022, sono stati raccolti sviluppati acini di peso medio simile a quello degli altri vigneti, pur terminando con il peso medio più basso (2,4 g). Il peso medio iniziale ha oscillato tra 1,0 g e 1,4 g, mentre quello finale (al giorno 270) sarà compreso tra 2,4 g e 2,6 g, molto simile a quello raggiunto nel Conero.



**Figura 52:** evoluzione temporale (giorno dell'anno) del peso medio degli acini (g) di Montepulciano nel Conero (a sinistra) e nel Piceno (a destra) nel 2023.

## CONCLUSIONI

Lo studio del comportamento fenologico delle viti della cultivar Montepulciano appartenenti a diverse località della zona del Conero e del Piceno nelle annate 2022 e 2023 ci ha dato l'opportunità di acquisire maggiori informazioni circa l'andamento del ciclo biologico di una varietà la cui importanza, come abbiamo visto, non si limita alla sola Regione Marche, e di realizzare un consistente archivio di dati. Inoltre, attraverso la raccolta e l'elaborazione di informazioni sullo sviluppo fenologico appartenenti a due anni caratterizzati da una diversa impronta meteorologica, è stato possibile eseguire un confronto circa il comportamento vegetativo del Montepulciano in due territori relativamente vicini, ma distinti nelle proprie particolarità dal punto di vista pedoclimatico, nel biennio 2022-2023. A tal proposito si è rivelata di fondamentale importanza la definizione climatica delle due stagioni di indagine e il loro confronto con un periodo più ampio che fornisca un termine di riferimento, il decennio precedente 2012-2021. Infatti, le annate sulle quali si è concentrata l'indagine della presente tesi sono risultate notevolmente differenti sia dal punto di vista termico che pluviometrico. Dall'analisi dei dati termici delle stazioni della Protezione Civile (Baraccola, Svarchi, Grottazzolina, Ete Caldarette) è risultata una primavera del 2022 caratterizzata da un avvio piuttosto freddo con marzo ed aprile, mentre maggio ha presentato temperature elevate al di sopra della media del periodo di riferimento che sono state tali per tutta la stagione estiva ed anche nei mesi autunnali. Al contrario, il 2023 è stato caratterizzato da un inizio primaverile piuttosto caldo con marzo, seguito da un aprile freddo e dai mesi di maggio e giugno che hanno presentato temperature in linea con la media del periodo di riferimento. Luglio è risultato decisamente caldo rispetto alla media, agosto ha mostrato valori in linea con la media, mentre i mesi autunnali hanno nuovamente mostrato temperature superiori alla media di riferimento. Sotto l'aspetto delle precipitazioni, dall'analisi dei dati pluviometrici delle stazioni della Protezione Civile (Baraccola, Svarchi, Grottazzolina, Ripatransone) è emerso che il 2022 è stato un anno scarsamente piovoso, con precipitazioni concentrate in autunno e in inverno ed una primavera ed un'estate da secche a poco piovose. Il 2023 è stato nella prima parte dell'anno particolarmente piovoso, con maggio che ha presentato valori di precipitazione estremi e nettamente superiori alla media in entrambe le zone. Anche l'estate del 2023 si è

dimostrata ben più piovosa della media decennale, mentre l'autunno si è rivelato relativamente asciutto. Lo svolgimento dei rilievi fenologici in due annate differenti dal punto di vista climatico ci ha permesso di evidenziare, nel confronto tra le due stagioni, le differenze nel comportamento dei vigneti delle due diverse zone in relazione al differente decorso meteorologico. In linea di massima tutti i vigneti hanno mostrato, a prescindere dalla zona, un maggior vigore nel 2022, sospinti dalle elevate temperature riscontrate nel periodo tardo primaverile-estivo. Il 2023 infatti è stato caratterizzato in generale da una minore vigoria, dovuta in parte alle minori temperature riscontrate tra maggio e giugno ma soprattutto all'eccessiva piovosità tardo primaverile-estiva, che oltre a provocare ritardi di maturazione poi riscontrati tramite l'analisi dei campioni di mosto, ha creato le condizioni ideali per la peronospora, che ha contribuito all'abbattimento del rigoglio delle piante inficiando anche notevolmente la vendemmia finale. Un risultato inaspettato è stato invece quello di riscontrare nel Conero in entrambi gli anni la zona più precoce, data l'influenza dell'effetto latitudine sul clima. Relativamente al monitoraggio della maturazione degli acini effettuato dal partner Moncaro, abbiamo assistito ad un regolare decorso dell'accumulo zuccherino e dell'evoluzione temporale dell'acidità totale e del pH in entrambi gli anni di prova. Il decorso del peso medio degli acini si è rivelato grossomodo uniforme, anche se nel Piceno il vigneto CORRA ha mostrato una variabilità notevole tra il 2022 (peso medio basso) ed il 2023 (peso medio in linea con gli altri vigneti).

## BIBLIOGRAFIA

- Amerine M. A., Winkler A. J., 1944. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*, 15, pp. 493-676.
- Amici M., Spina R., 2002. *Campo medio della precipitazione annuale e stagionale sulle Marche per il periodo 1950-2000*. Centro di Ecologia e Climatologia Osservatorio Geofisico Sperimentale Macerata, 126 pp.
- Di Lena B., Giuliani D., Pietrangeli F., Di Bucchianico N., Di Virgilio A., Ricci A., Mazzocchetti A., 2023. *Analisi della fenologia nelle aree viticole e olivicole della Regione Abruzzo correlata ai cambiamenti climatici (periodo aprile-novembre)*. Servizio Supporto Specialistico all'Agricoltura Regione Abruzzo, 14 pp.
- Gentile G., Coletta A., Tarricone L., Alba V., 2023. Bioclimatic characterization relating to temperature and subsequent future scenarios of vine growing across the Apulia Region in Southern Italy, *Agriculture*, 644(13), pp. 1-14.
- Huglin P., 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 64, pp. 1117-1126.
- Palliotti A., Poni S., Silvestroni O., 2015. *La nuova viticoltura. Innovazioni tecniche per modelli produttivi efficienti e sostenibili*. Milano: Edagricole, 532 pp.
- Palliotti A., Poni S., Silvestroni O., 2018. *Manuale di viticoltura*. Milano: Edagricole, 403 pp.
- Scienza A., Toninato L., Zappata A., Mariani L., Failla O., Marangon A., Favero C., Pastore R., Ragazzi F., Zamarchi P., 2008. 2-Caratterizzazione agroclimatica, a cura di *La zonazione della DOC Lison-Pramaggiore. Manuale d'uso del territorio*. Legnaro: Veneto Agricoltura, pp. 29-38.
- Spina R., Stortini S., Fusari R., Scuterini C., Di Marino M., 2002. *Caratterizzazione climatologica delle Marche: campo medio della temperatura per il periodo 1950-2000*. Centro di Ecologia e Climatologia Osservatorio Geofisico Sperimentale S.C.A.R.L., 57 pp.
- Yang L., Quian F., Song D., Zheng K., 2016. Research on urban heat-island effect. *Procedia Engineering*, 169, pp. 11-18.

## RINGRAZIAMENTI

Terminato questo ultimo lavoro accademico ritengo indispensabile fare alcuni brevi ringraziamenti. Per primo alla mia relatrice, la professoressa Oriana Silvestroni, una persona di una disponibilità e di un'umanità non semplici da trovare.

Ringrazio anche Marco Narcisi e Denis Animalì, dipendenti della Moncaro che mi hanno accompagnato e guidato nella calda e piovosa primavera ed inizio estate del 2023 a caccia di smisurati e disordinati germogli prima, ed introvabili acini poi (maledetta peronospora!), ringraziamento che estendo anche alla società cooperativa Terre Cortesi Moncaro ed ai suoi soci conferitori che hanno messo a disposizione i vigneti sperimentali.

Un sentito grazie anche ai membri del gruppo di ricerca dell'Area di colture arboree, Vania Lanari, Tania Lattanzi e Luca Pallotti, che mi sono stati d'aiuto nella redazione di alcuni dei grafici più delicati e nell'interpretazione di dati oscuri.

Ed infine ringrazio la mia famiglia, soprattutto mia madre Enrica, e la mia ragazza, Renata, per la pazienza e la cura dimostratami.

*Au revoir.*