

### 3. INDAGINE CLIMATICA

L'indagine agroclimatica si propone di valutare la vocazione alla viticoltura dell'area DOCG del Chianti Rufina facendo ricorso a tecniche proprie della climatologia statica e dinamica e più in generale dell'agrometeorologia. In tal modo si può giungere a definire in termini quantitativi sia le risorse climatiche sia le limitazioni imposte dal clima alla coltura della vite.

Fra le risorse climatiche saranno in particolare indagate:

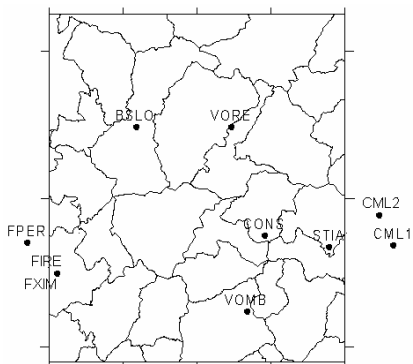
- la radiazione solare e nello specifico quella frazione di energia solare (detta radiazione fotosinteticamente attiva o PAR) utile per il processo di fotosintesi e che è alla base della produzione degli zuccheri e delle altre sostanze organiche elaborate dalla vite;
- le risorse termiche espresse in forma di gradi giorno (indice di Winkler) o di altri opportuni indici;
- le risorse idriche descritte tanto in termini di precipitazione che di riserva idrica presente nel terreno. In quest'ultimo caso saranno adottati modelli di bilancio idrico territoriale;
- gli aspetti anemometrici ed igrometrici tipici dell'area in esame.

Fra gli elementi climatici limitanti, l'attenzione sarà focalizzata in particolare su:

- temperature invernali e primaverili inferiori ai valori critici;
- temperature estive superiori al cardinale massimo;
- limitazioni idriche (siccità);
- precipitazioni abbondanti durante la raccolta e nel periodo immediatamente precedente.

Da rilevare anche la ricerca di livelli di dettaglio elevati, e da ciò deriva il fatto che tutte le mappe termiche, pluviometriche, radiative e di bilancio idrico riportate nel testo saranno basate su dati

Figura 3.1 – Localizzazione delle stazioni utilizzate per l'analisi agroclimatica. In figura sono indicati gli acronimi indicati in tabella 1



numerici riferiti a celle unitarie di dimensioni inferiori all'ettaro. Tali dati numerici costituiscono un prodotto di notevole importanza per lo studio della vocazionalità fino al livello del singolo vigneto.

### 3.1. LE FONTI DI DATI

L'analisi agroclimatica richiede l'adozione di un modello digitale del terreno (DEM) idoneo a porre in evidenza gli elementi orografici che influiscono in modo significativo sul clima dell'area (pendenza, esposizione, giacitura, ecc.). Come modello digitale del terreno si è adottato un modello a celle con celle elementari di a 75 x 75 m (fig. 3.2).

Le stazioni i cui dati sono stati impiegati per le analisi sono riportate in figura 3.1 e in tabella 3.1. Si tratta di stazioni afferenti alle reti del Servizio Idrografico, dell'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria e del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica.

stazione	Acronimo	altezza (msm)	utmX	utmY
<b>BORGO SAN LORENZO</b>	BSLO	193	691719	4869732
<b>CAMALDOLI</b>	CML1	1116	726648	4853785
<b>CAMALDOLI (EREMO)</b>	CML2	1111	737398	4853511
<b>CONSUMA</b>	CONS	1040	709159	4855065
<b>FIRENZE</b>	FIRE	51	676988	4854132
<b>FIRENZE (OSS. IMEN)</b>	FXIM	51	681039	4849856
<b>FIRENZE PERETOLA</b>	FPER	40	681039	4849856
<b>RUFINA</b>	RUFI	115	699914	4855368
<b>STIA</b>	STIA	479	717909	4853524
<b>VALLOMBROSA</b>	VOMB	962	706794	4844800
<b>VILLORE</b>	VORE	418	704680	4869750

Tabella 3.1 - Caratteristiche delle stazioni utilizzate per l'analisi agroclimatica (le coordinate sono espresse nel sistema internazionale UTM 32).

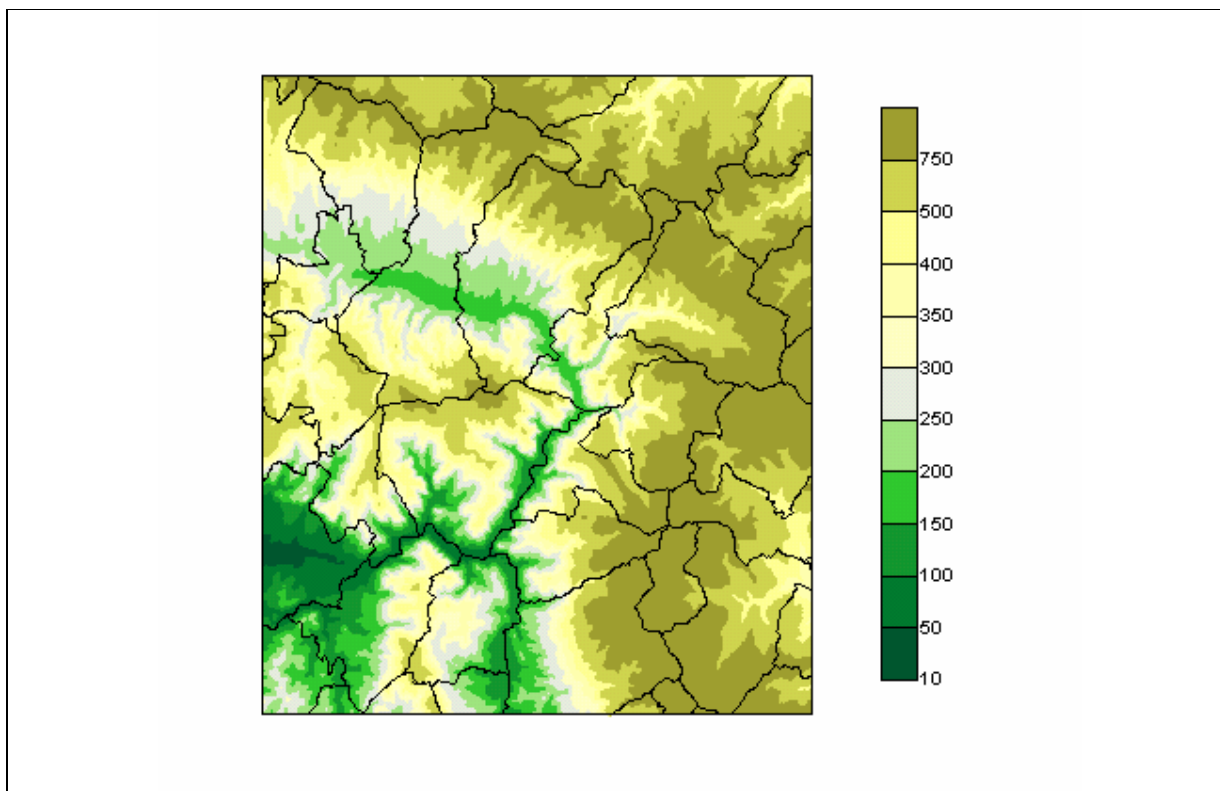


Figura 3.2 – rappresentazione grafica del modello digitale del terreno (DEM) impiegato per l'analisi agroclimatica.

### 3.2. I CARATTERI GENERALI DEL CLIMA DELL'AREA

Scopo di questo paragrafo è fornire un inquadramento generale sul clima dell'area, rinviando ai paragrafi successivi per gli approfondimenti sui singoli elementi del clima.

Il clima dell'area viticola del Chianti Rufina si caratterizza per la presenza di estati calde ma non afose e di inverni abbastanza freddi e discretamente piovosi. Le temperature medie estive sono di 22-23°C e le medie invernali di 4-6°C; le precipitazioni medie annue sono comprese fra 900 e 1150 mm, con minimo estivo, massimo principale in autunno e massimo secondario fra inverno e primavera; le nevicate sono relativamente rare e per lo più scarse.

Si tratta di un'area interna soggetta ad un influsso climatico del mediterraneo, come dimostra il minimo pluviometrico estivo. Tuttavia non possiamo affermare di trovarci di fronte ad un vero e proprio clima mediterraneo come attesta ad esempio il mancato soddisfacimento dei requisiti di mediterraneità stabiliti da Koeppen e da Rivas Martinez.

In particolare Koeppen (Mariani 2002a) considera a clima mediterraneo le aree in cui nel semestre invernale cade oltre il 70% delle precipitazioni totali annue mentre per l'area in esame tale valore si assesta fra il 55 ed il 65% (si veda in proposito il paragrafo dedicato alle precipitazioni). La classificazione di Rivas Martinez indica invece come mediterranee le aree in cui la pioggia risulti inferiore al doppio della temperatura media mensile ( $P < 2T$ ) per almeno due mesi l'anno, il che ancora una volta non si verifica nella zona in esame.

Secondo la classificazione di Koeppen rivisitata da Pinna per l'area italiana (Mennella 1972) l'area a vocazione viticola del Chianti Rufina presenta un clima di tipo **temperato sublitoraneo**, che si qualifica per temperature medie annue comprese fra 10 e 14,4 °C, una media del mese più freddo fra 4 e 5,9°C, tre mesi (giugno, luglio ed agosto) con medie termiche superiori a 20°C ed un'escursione termica annua (differenza fra temperatura media del mese più freddo e di quello più caldo) fra 16 e 19°C.

Inoltre un approccio classificatorio basato sul concetto di scala dei fenomeni climatici ci conduce ad affermare di essere in presenza di un mesoclima appenninico interno, tipico della zona a rilievo dell'area a macroclima mediterraneo.

### 3.3. I PRINCIPALI FATTORI CHE GENERANO IL CLIMA DELL'AREA

Il clima caratteristico della zona DOCG del Chianti Rufina è il risultato dell'azione combinata di un insieme di fattori che agiscono a diverse scale, dalla macroscale alla microscale (Pinna 1972). In particolare ai fattori latitudinali, i cui effetti sulle ciclicità giornaliere e stagionali della temperatura e della radiazione solare sono a tutti noti, si aggiungono i fattori orografici (pendenza, esposizione e giacitura) il cui effetto combinato dà origine al cosiddetto topoclimate.

Da non trascurare sono inoltre gli effetti sul clima legati alla vicinanza di importanti regioni sorgenti di masse d'aria con caratteri peculiari ed in particolare:

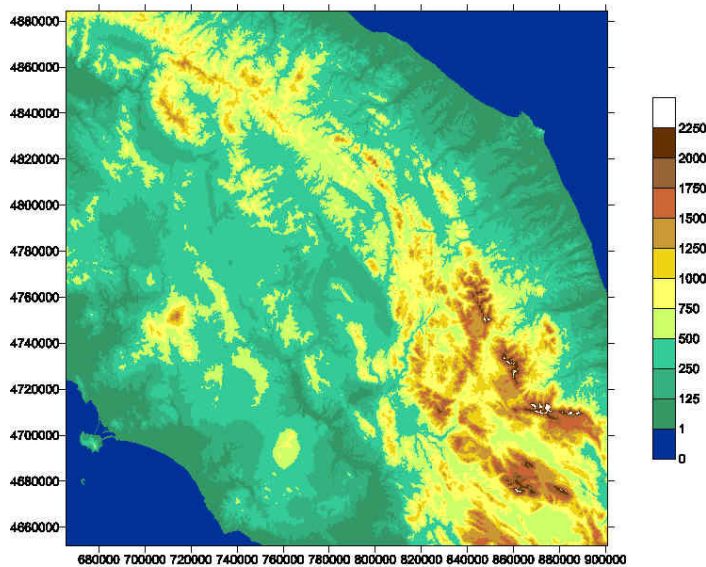


Figura 3.3 - L'orografia dell'Italia Centrale. I suoi effetti sulle condizioni meteo - climatiche dell'area viticola del Chianti Rufina sono descritti in dettaglio nella relazione.

- **il Mediterraneo**, fonte di masse d'aria umida e mite in tutte le stagioni
- **l'Oceano Atlantico**, che è fonte di masse d'aria umida e relativamente mite (aria polare marittima) che tuttavia risulta sempre più fredda rispetto a quella mediterranea, il che si rivela cruciale per la formazione di perturbazioni, in forma di sistemi frontali e di vortici, particolarmente frequenti nel periodo che va dall'autunno alla

primavera;

- **la massa continentale eurasiatica**, sorgente di masse d'aria polare continentale, particolarmente fredda ed asciutta in inverno;
- **la zona artica** che in tutte le stagioni è fonte di masse d'aria fredda;
- **la fascia subtropicale**, fonte di masse d'aria torrida e che tende a umidificarsi passando sul Mediterraneo.

Le sopra elencate masse d'aria possono influenzare sensibilmente il clima dell'area in esame in virtù della circolazione atmosferica che ne determina l'apporto. In particolare le strutture circolatorie sinottiche caratteristiche dell'area italiana sono:

- **gli anticicloni dinamici** (si rammentano qui l'anticiclone delle Azzorre, il cui stabile ingresso sul Mediterraneo segna l'affermarsi di condizioni estive, ed i promontori anticiclonici africani, che verranno più avanti indicati come responsabili della maggior parte delle ondate di caldo che interessano l'area italiana);
- **gli anticicloni termici** (in particolare l'anticiclone russo – siberiano, il cui espandersi verso il Mediterraneo nel periodo invernale espone l'area ad irruzioni di gelida aria polare continentale, fenomeno anche noto come monzone invernale europeo);
- **le saccature atlantiche**, depressioni a forma di V il cui transito è tipico dei mesi autunnali, invernali e primaverili. La disposizione di tali strutture (orientamento dell'asse, estensione verso

sud, ecc.) determina le aree e i versanti più esposti ai fenomeni che comunque in generale vedono particolarmente esposto il versante tirrenico dell'Appennino e dunque l'area del Chianti Rufina;

- **le depressioni mobili del Mediterraneo**, innescate dall'irruzione di masse d'aria fredda nella media troposfera. Fra queste ricordiamo, per il contributo al quadro precipitativo dell'area in esame, le depressioni del Tirreno, particolarmente frequenti nella fase autunnale e primaverile. Una minor rilevanza per il quadro precipitativo dell'area è invece da attribuire alle depressioni del Golfo di Genova, depressioni secondarie in prevalenza innescate dal transito di saccature atlantiche e la cui traiettoria le porta nella maggioranza dei casi ad interessare la Valpadana e a portarsi poi verso sudest interessando in modo più diretto le regioni del versante adriatico (Marche, Abruzzo).

In tale contesto dinamico gioca un ruolo fondamentale la catena appenninica che agisce sulla circolazione atmosferica alterandola profondamente. In particolare gli Appennini intercettano l'umidità dalla circolazione dando luogo ad intensificazioni orografiche sui versanti sopravvento (*stau*) e ad attenuazione delle precipitazioni sottovento (*foehn*). Di tale fenomeno discuteremo più approfonditamente nel paragrafo dedicato alle precipitazioni

### 3.4. LE RISORSE CLIMATICHE

#### 3.4.1. La radiazione solare

La radiazione solare è necessaria per il processo fotosintetico e dunque si rivela essenziale per l'accumulo di zuccheri nel grappolo. In particolare viene qui presa in esame la radiazione fotosinteticamente attiva (Photosynthetically Active radiation - PAR) e cioè quella frazione d'energia solare utile al processo di fotosintesi e che è alla base della produzione degli zuccheri e delle altre sostanze organiche elaborate dalla vite.

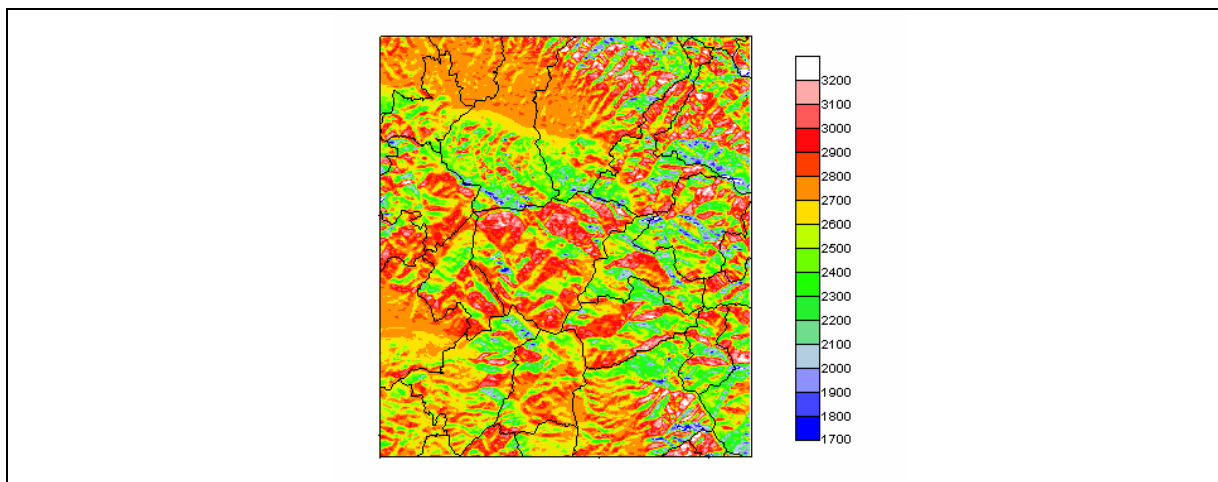


Figura 3.4 – Radiazione fotosinteticamente attiva (MJ m<sup>-2</sup> anno<sup>-1</sup>) stimata per l'area viticola del Chianti Rufina.

L'algoritmo utilizzato per la stima della PAR prevede anzitutto il calcolo della posizione del sole (elevazione ed *azimut*) attraverso l'impiego di formule trigonometriche classiche cui segue l'ottenimento dal DEM (figura 3.2) dell'orizzonte reale dato dal profilo dei rilievi. Segue poi la valutazione delle ore di sole reali attraverso il calcolo dell'intersezione fra traiettoria del sole ed orizzonte reale. Si procede poi al calcolo del flusso di radiazione totale giornaliera, nelle sue componenti diretta e diffusa, su una superficie comunque orientata ed alla successiva trasformazione di tali valori in valori di PAR utilizzando formule empiriche. I risultati delle formule sopra riportate, che sono in  $W/m^2$ , vengono tradotti in  $MJ/m^2$  moltiplicando per il tempo.

Tale procedura è stata applicata al DEM del territorio che è composto di celle elementari di 75 x 75 m, per ognuna delle quali viene dunque calcolata:

- la pendenza e l'esposizione, utilizzando algoritmi standard per eseguire tali calcoli sui DEM;
- l'orizzonte reale, utilizzando un algoritmo appositamente predisposto e che esegue una ricerca a spirale riassegnando via via l'orizzonte alle celle che presentano la maggiore elevazione.

Alla cella in esame vengono poi applicati gli algoritmi di calcolo della posizione del Sole nel corso della giornata e con step di 10', ottenendo così la stima delle grandezze radiative di interesse agronomico a livello giornaliero (radiazione solare globale – diretta e diffusa e PAR). Tali elaborazioni giornaliere vengono ripetute lungo l'intero corso dell'anno per tener conto della diversa posizione del nostro astro lungo le stagioni. In particolare viene eseguito un ciclo di elaborazione giornaliera ogni 10 giorni per un totale di 36 cicli.

I dati ottenuti per ogni singola cella di 75 x 75 m (figura 3.4) consentono una valutazione quantitativa delle potenzialità climatiche in termini di energia solare disponibile per il processo fotosintetico.

I dati forniti esprimono il potenziale radiativo (e cioè la PAR potenziale o PPAR) in quanto sono riferiti a condizioni di cielo sereno limpido e dunque trascurano la copertura nuvolosa, la quale ovviamente genera una decurtazione della radiazione in arrivo al suolo.

La conversione dei dati di PPAR in dati di PAR media effettiva è ottenibile sottraendo l'effetto della copertura nuvolosa dai dati di PPAR, il che può risultare praticabile data la ridotta estensione dell'area in esame che ci consente di ipotizzare una distribuzione omogenea della copertura nuvolosa media annua.

stazioni	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Firenze	5,7	5,4	5,8	6,1	5,2	4,2	3	2,6	4	5,3	5,8	6,4	4,9
Vallombrosa	5,7	5,4	6,5	6,4	6,4	5,4	3,9	3,7	3,9	6,5	5,9	6,4	5,5
Chianti Rufina (*)	5,7	5,4	6,2	6,3	5,8	4,8	3,5	3,2	4	5,9	5,9	6,4	5,2

(\*) = media aritmetica fra i dati di Firenze e di Vallombrosa

Tabella 3.2 - Valori medi mensili di copertura nuvolosa per la zona del Chianti Rufina.

Supponendo dunque che la copertura sia rappresentata da cirri o cirrostrati (30%), altocumuli e altostrati (30%) ad infine da stratocumuli (40%) e adottando il rapporto espresso in tabella 3.3 possiamo dedurre un coefficiente annuo di riduzione espresso dall'equazione seguente:

$$c1 = 1 - (0,52 \cdot 0,3 \cdot 0,20 + 0,52 \cdot 0,3 \cdot 0,55 + 0,52 \cdot 0,4 \cdot 0,70) = 0,70$$

Pertanto la stima annua della PAR sarà ottenuta moltiplicando PPAR per 0,70.

Nubi	Riduzione (%)
Cirri, cirrostrati	0,20
Altocumuli, altostrati	0,55
Strati, stratocumuli	0,70

Tabella 3.3 – riduzione della radiazione solare prodotta da cielo coperto per diversi tipi di rispetto a quella che si avrebbe con cielo sereno.

### 3.4.2. La temperatura e le risorse termiche

Analizzando le temperature minime mensili (tabella 3.4) si può osservare che in media la temperatura dell'aria raggiunge i valori minimi nel mese di gennaio sia per le minime sia per le massime.

Stazione		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
<b>BORGIO SAN LORENZO</b> (193 msm)	Tx	9,1	10,6	14,2	19,5	23,9	27,8	31,3	31,1	26,5	20,7	14,0	9,6	19,9
	Tn	-0,6	0,4	2,1	5,9	9,2	12,5	14,2	14,2	12,0	7,9	4,6	1,1	7,0
	Td	4,3	5,5	8,2	12,7	16,6	20,2	22,8	22,7	19,3	14,3	9,3	5,4	13,4
<b>CAMALDOLI</b> (1116 msm)	Tx	2,2	3,9	6,4	10,0	14,9	18,8	22,2	22,3	18,7	12,7	7,0	4,7	12,0
	Tn	-3,7	-3,4	-0,5	2,4	6,6	10,1	12,3	12,0	10,0	5,6	1,8	-0,5	4,4
	Td	-0,8	0,3	3,0	6,2	10,8	14,5	17,3	17,2	14,4	9,2	4,4	2,1	8,2
<b>CAMALDOLI (EREMO)</b> (1111 msm)	Tx	2,1	3,3	5,9	10,4	15,1	19,1	22,6	22,4	18,3	12,8	7,0	4,0	11,9
	Tn	-3,5	-2,9	-0,8	2,9	6,7	10,0	12,5	12,3	9,9	6,0	2,1	-1,3	4,5
	Td	-0,7	0,2	2,6	6,7	10,9	14,6	17,6	17,4	14,1	9,4	4,6	1,4	8,2
<b>CONSUMA</b> (1040 msm)	Tx	5,6	6,5	8,9	12,9	17,3	21,1	24,6	24,2	20,3	15,2	9,9	6,5	14,4
	Tn	-2,5	-1,8	-0,2	3,0	6,1	9,0	11,4	11,3	9,1	5,8	2,4	-0,3	4,4
	Td	1,6	2,4	4,4	8,0	11,7	15,1	18,0	17,8	14,7	10,5	6,2	3,1	9,4
<b>FIRENZE</b> (51 msm)	Tx	9,7	11,2	14,5	18,5	22,9	27,0	30,3	29,7	25,8	20,3	14,0	10,1	19,5
	Tn	3,0	3,5	5,5	8,3	11,6	15,3	17,7	17,7	15,0	10,7	7,2	3,6	9,9
	Td	6,4	7,4	10,0	13,4	17,3	21,2	24,0	23,7	20,4	15,5	10,6	6,9	14,7
<b>FIRENZE (OSS, XIMEN)</b> (51 msm)	Tx	9,2	10,9	14,3	18,8	23,3	26,8	30,1	29,6	25,6	20,4	14,1	10,1	19,4
	Tn	2,1	3,1	5,2	8,5	11,9	15,1	17,6	17,5	14,8	10,8	7,1	3,7	9,8
	Td	5,7	7,0	9,8	13,7	17,6	21,0	23,9	23,6	20,2	15,6	10,6	6,9	14,6
<b>FIRENZE PERETOLA</b> (51 msm)	Tx	10,1	11,8	15,1	18,7	23,4	27,5	31,0	30,8	26,5	20,8	14,7	10,6	20,1
	Tn	1,8	2,6	4,9	7,6	11,4	14,8	17,2	17,1	14,3	10,1	5,7	2,8	9,2
	Td	6,0	7,2	10,0	13,2	17,4	21,2	24,1	24,0	20,4	15,5	10,2	6,7	14,6
<b>STIA</b> (479 msm)	Tx	8,4	9,5	12,5	17,1	21,7	26,2	29,7	29,8	25,8	20,4	13,7	9,7	18,7
	Tn	-0,6	0,0	1,7	4,8	8,0	11,0	13,0	13,1	10,9	7,6	3,9	0,9	6,2
	Td	3,9	4,8	7,1	11,0	14,9	18,6	21,4	21,5	18,4	14,0	8,8	5,3	12,5
<b>VALLOMBROSA</b> (962 msm)	Tx	3,9	4,8	7,4	11,4	15,8	19,6	23,5	23,3	19,5	14,2	9,0	5,3	13,1
	Tn	-1,3	-1,0	0,9	4,4	7,7	10,7	13,1	12,9	10,8	7,1	3,6	0,4	5,8
	Td	1,3	1,9	4,2	7,9	11,8	15,2	18,3	18,1	15,2	10,7	6,3	2,9	9,5
<b>VILLORE</b> (418 msm)	Tx	9,9	10,6	14,4	18,5	21,3	24,8	27,7	27,4	24,2	18,5	14,1	11,6	18,6
	Tn	3,5	3,7	5,9	9,0	11,7	14,4	16,4	15,8	14,6	11,0	6,7	5,4	9,8
	Td	6,7	7,2	10,2	13,8	16,5	19,6	22,1	21,6	19,4	14,8	10,4	8,5	14,2

Tabella 3.4 – temperature medie delle massime (Tx), delle minime (Tn) e delle medie (Td) per alcune stazioni rappresentative per l'area (fonti varie)

Il mese termicamente più favorito risulta di norma luglio, che manifesta le medie mensili più elevate sia nei minimi sia nei massimi; leggermente meno caldo risulta agosto.

In figura 3.5 si riporta la temperatura media annua modellizzata con riferimento al DEM di figura 3.2. Per ottenerla sono stati analizzati i singoli campi termici medi mensili per mezzo del modello GRID8 (Mariani 2002a), il quale ricostruisce la temperatura di ogni cella da 75 x 75 m applicando una media pesata (con peso inversamente proporzionale al quadrato delle distanze) alle temperature delle stazioni dell'area, temperature che erano state preventivamente rese omogenee per altezza ed esposizione rispetto alla cella stessa.

Il tabella 3.5 sono invece riportate alcune statistiche riferite al trentennio 1961-90 per la stazione di Firenze Peretola del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. Si tratta di una stazione relativamente decentrata rispetto all'area in esame e che tuttavia dev'essere considerata alla luce della buona qualità dei dati relativi. In particolare l'analisi sulle temperature medie delle massime e delle minime a livello decadale mostrano che il periodo più caldo dell'anno ricade fra la terza decade di luglio e la prima di agosto mentre l'apice del freddo si raggiunge nella seconda decade di gennaio. Gennaio appare il mese più freddo, con un totale medio di 12 ore gironaliere al di sotto di 0°C; luglio è viceversa il mese più caldo con una media di 10,2 ore / giorno al di sopra dei 25°C.

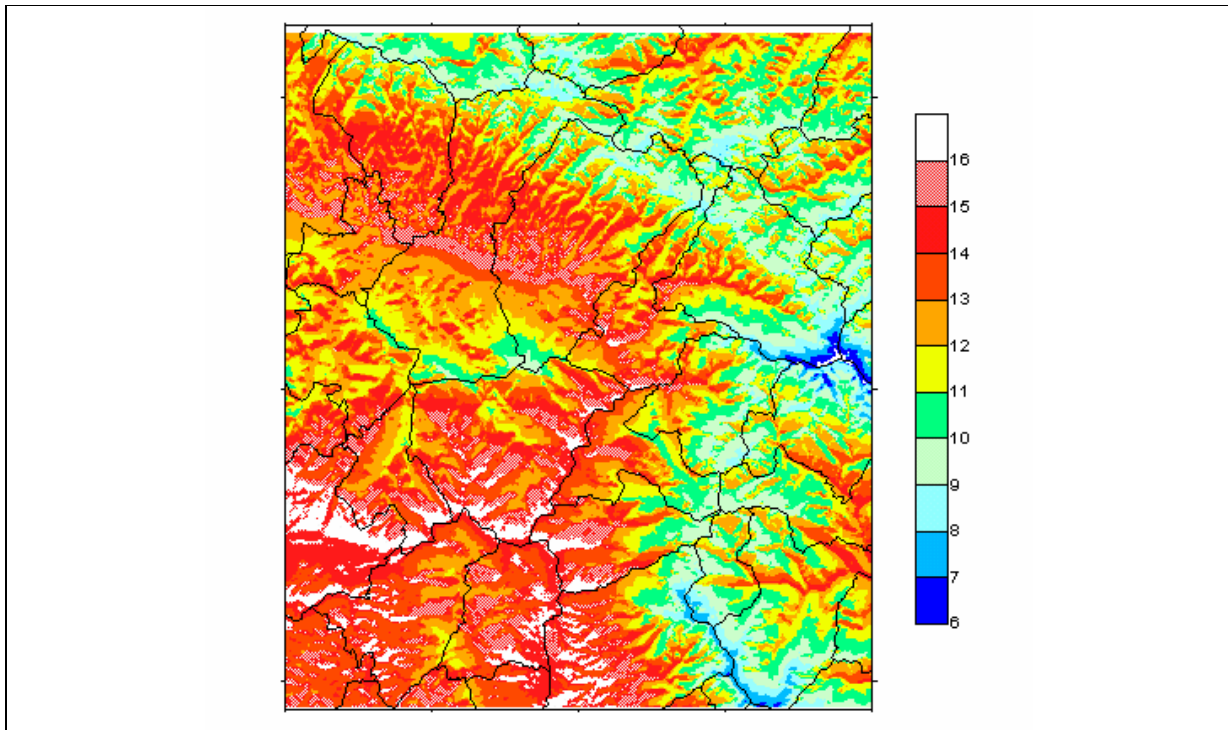


Figura 3.5 – La temperatura media annua (°C)



	Tx1d	Tx2d	Tx3d	Tx-m	Tn1d	Tn2d	Tn3d	Tn-m	Tx>S	Tn<I	OT>S	OT<I
<b>gennaio</b>	9,7	9,5	11,0	10,1	1,1	1,0	2,1	1,4	0,0	12,0	0,0	2,9
<b>febbraio</b>	12,0	11,5	12,3	12,0	2,4	2,9	3,0	2,8	0,0	8,5	0,0	1,3
<b>marzo</b>	13,3	15,0	16,7	15,0	3,6	4,8	6,2	4,9	0,2	4,3	0,0	0,5
<b>aprile</b>	17,9	18,6	19,8	18,8	7,6	7,1	8,4	7,7	1,6	0,5	0,1	0,0
<b>maggio</b>	21,8	23,7	24,6	23,4	10,1	11,6	12,2	11,3	11,1	0,0	1,2	0,0
<b>giugno</b>	25,8	27,1	29,2	27,3	13,6	14,6	16,0	14,7	22,2	0,0	5,1	0,0
<b>luglio</b>	30,4	31,0	31,9	31,1	16,8	17,4	17,5	17,2	29,8	0,0	10,2	0,0
<b>agosto</b>	31,9	31,2	28,9	30,6	17,8	17,2	16,2	17,0	28,7	0,0	9,5	0,0
<b>settembre</b>	27,6	26,8	25,3	26,6	15,3	14,4	13,1	14,2	20,6	0,0	4,0	0,0
<b>ottobre</b>	23,4	21,3	18,8	21,1	11,9	10,2	8,2	10,0	4,7	0,2	0,4	0,0
<b>novembre</b>	17,0	15,2	12,7	14,9	7,2	5,6	3,7	5,5	0,0	4,7	0,0	0,6
<b>dicembre</b>	11,2	10,3	9,9	10,4	3,2	2,1	2,0	2,4	0,0	9,7	0,0	1,9

Legenda:

- Tx1d, Tx2d, Tx3d = media della temperatura massima delle tre decadi del mese (°C)
- Tx-m, Tn-m = media della temperatura massima e minima dell'intero mese (°C)
- Tn1d, Tn2d, Tn3d = media della temperatura minima delle tre decadi del mese (°C)
- Tx>S = numero medio di giorni al mese con massima  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  (n)
- Tn<I = numero medio di giorni al mese con minima  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  (n)
- OT>S = numero medio di ore al giorno con temperatura  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  (n)
- OT<I = numero medio di ore al giorno con temperatura  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  (n)

Tabella 3.5 – statistiche termiche relative alla stazione di Firenze per il periodo **1961-1990** (fonte: Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare).

### 3.4.3. Le precipitazioni

La distribuzione delle precipitazioni medie mensili per le stazioni della provincia di Firenze (tabella 3.6) mostra che in autunno ricade il massimo precipitativo principale dell'anno, con la piovosità più elevata che si colloca mediamente in novembre.

Il massimo pluviometrico secondario si presenta invece a fine inverno (febbraio) o a primavera e ad esso è riconducibile la buona piovosità di aprile e maggio e la piovosità discreta del mese di giugno.

stazione	h	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno	Pinv	Pest	%Pinv
<b>BORGO SAN LORENZO</b>	193	97	112	91	79	78	53	31	46	86	96	143	114	1025	652	372	64
<b>CAMALDOLI</b>	1116	154	172	148	186	133	95	70	70	104	187	197	232	1747	1090	658	62
<b>CAMALDOLI (EREMO)</b>	1111	178	183	151	157	136	88	65	76	115	171	236	201	1757	1120	636	64
<b>CONSUMA</b>	1040	114	118	102	107	118	82	54	70	86	111	154	134	1248	732	516	59
<b>FIRENZE</b>	51	61	65	58	54	64	46	27	50	62	78	93	72	728	426	302	58
<b>FIRENZE (OSS. XIMEN)</b>	51	70	77	62	56	69	50	27	41	71	77	99	81	780	466	314	60
<b>FIRENZE PERETOLA</b>	51	69	60	67	73	58	42	25	63	65	72	106	82	781	456	325	58
<b>RUFINA</b>	115	87	83	74	92	93	78	34	43	83	144	140	105	1056	633	423	60
<b>STIA</b>	479	99	101	82	78	79	63	45	58	75	99	141	117	1035	637	398	62
<b>VALLOMBROSA</b>	962	126	112	111	119	116	79	53	64	101	119	160	141	1301	769	532	59
<b>VILLORE</b>	418	94	98	83	90	86	69	38	49	78	99	131	121	1036	625	411	60

Tabella 3.6 – piovosità media mensile ed annuale per alcune stazioni rappresentative del territorio in esame (fonti varie).

Stazione	h	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
BORGO SAN LORENZO	1116	10,4	11,4	11,7	13,3	11,7	10,2	7,3	5,2	7,3	12,3	13,9	14,6	129,3
CAMALDOLI	393	9,1	8,6	9,5	9,0	8,7	7,1	4,5	5,1	6,5	7,3	10,6	9,4	95,4
CAMALDOLI (EREMO)	357	10,8	9,3	10,4	10,8	9,1	8,2	5,8	5,8	7,3	8,6	11,9	11,7	109,7
CONSUMA	357	9,9	11,4	11,0	8,0	9,4	7,3	4,4	6,1	7,9	8,3	8,4	11,0	103,1
FIRENZE	96	9,9	8,0	9,5	8,9	7,5	6,9	5,0	4,8	6,3	7,6	10,6	10,8	95,8
FIRENZE (OSS. XIMEN)	104	8,0	8,0	6,5	4,3	5,9	5,6	4,0	3,3	5,6	8,6	10,2	8,0	78,0
FIRENZE PERETOLA	229	9,4	8,4	8,6	9,1	8,6	6,3	3,5	5,9	5,7	7,4	10,0	8,8	91,7
STIA	479	10,5	10,5	10,5	10,2	10,1	8,5	5,2	5,8	7,1	8,8	11,5	11,2	109,9
VALLOMBROSA	1040	11,0	10,6	11,0	11,3	11,2	8,8	5,0	5,9	6,6	8,7	11,9	11,1	113,1
VILLORE	962	12,3	11,5	11,8	11,8	10,6	9,0	5,0	5,5	7,8	8,8	12,5	12,2	118,8

**Tabella 3.7 – numero dei giorni piovosi per le stazioni rappresentative del territorio in esame (fonti varie)**

Dal punto di vista circolatorio si osserva che i periodi di piovosità intensa e prolungata tipici della fase autunnale e primaverile sono da attribuire al flusso perturbato sudoccidentale associato alle depressioni che influenzano l'area tirrenica in tale periodo, alle quali la zona appare particolarmente esposta in virtù della scarsa elevazione e scarsa continuità dei rilievi verso ovest - sudovest.

Meno influenti appaiono invece le depressioni adriatiche (es: minimi di Genova nella parte finale della loro traiettoria, minimi dello Ionio, depressioni africane) il cui influsso, più sensibile nell'area adriatica, appare di molto smorzato per effetto dell'Appennino tosco-emiliano e marchigiano che formano una barriera elevata e continua in grado di proteggere dall'influsso diretto di tali sistemi perturbati.

I mesi di luglio ed agosto, nei quali dominano giornate calde e asciutte con cielo sereno, presentano una piovosità particolarmente scarsa su tutto il territorio mentre una graduale ripresa delle piogge si verifica a settembre, allorché tuttavia la prevalente natura temporalesca dei fenomeni rende l'apporto idrico assai discontinuo e solo parzialmente fruibile da parte della vite.

La figura 3.6 mostra la distribuzione delle precipitazioni medie sul territorio in esame. Tale mappa è il risultato dell'analisi eseguita spazializzando con un sistema di medie pesate con peso inversamente proporzionale al quadrato delle distanze i valori di precipitazione delle stazioni della Toscana. Si osservi in particolare che l'area viticola del Chianti Rufina presenta piovosità medie comprese fra 900 e 1150 mm. Si noti inoltre il progressivo incremento dei quantitativi di pioggia da ovest verso est associato all'approssimarsi del massimo orografico di 1200 – 1300 mm annui che coincide con la groppa del Pratomagno, il cui effetto di sottrazione dell'umidità dalla circolazione atmosferica è attestato anche dal minimo di sottovento a est della stessa, nel Casentino (stazione di Stia).

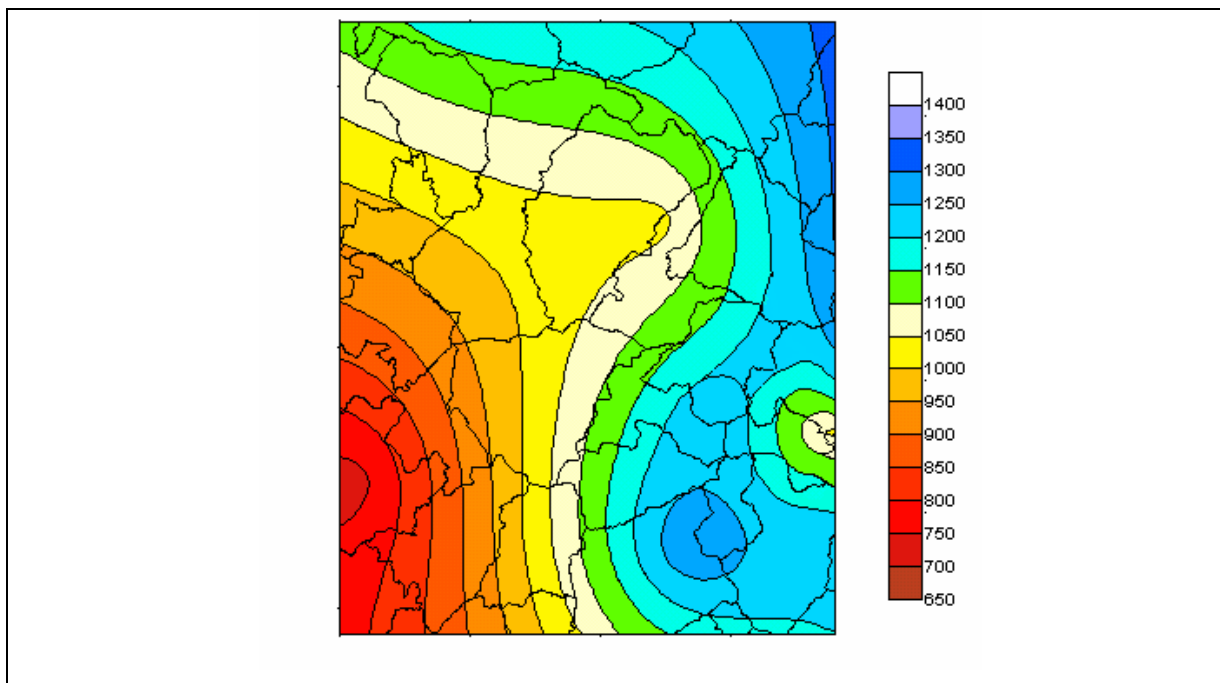


Figura 3.6 – Mappa delle precipitazioni medie annue riferite al territorio in esame

Per quanto riguarda le nevicate si stima per la Toscana interna una media di 3,6 giorni annui con caduta di neve, concentrati nei mesi di gennaio e febbraio; rare sono invece le nevicate a dicembre e a marzo. La permanenza al suolo del manto nevoso dopo le precipitazioni nevose è modesta, non superando di norma gli 1-2 giorni.

#### 3.4.4. L'umidità relativa e il vento

La scarsità dei dati di umidità relativa rende ardua una sua analisi stante anche l'elevata variabilità nello spazio che la caratterizza. A titolo di riferimento in tabella 3.8 si riportano i valori di umidità relativa media giornaliera rilevati nella stazione di Firenze Peretola del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica.

Lo stato igrometrico dell'atmosfera è significativamente influenzato dal regime dei venti dominati, ed infatti il tipico regime da nord-est invernale è caratterizzato da livelli igrometrici relativamente bassi (25-60%) e da un andamento dell'umidità relativa abbastanza regolare ed inverso rispetto a quello della temperatura. Il regime da nordest estivo (figura 3.7b) è analogo per comportamento rispetto a quello invernale da cui si distingue per i più bassi valori di umidità relativa (15-40%).

Dal punto di vista circolatorio tali considerazioni evidenziano l'effetto dell'appennino Romagnolo-marchigiano il quale sottrae umidità alla circolazione facendo assumere caratteri leggermente favonici alla massa d'aria in arrivo da nordest.

Al contrario il regime da Sud – Ovest (figura 3.7a), tipico delle fasi perturbate e foriere di precipitazioni, si caratterizza per valori mediamente elevati di umidità relativa.

Dall’analisi della circolazione giornaliera sul centro Italia per il periodo 1962-1994 (Mariani 2002b) si ricava che il regime circolatorio da sud-ovest influenza l’area per un numero medio di 129 giorni l’anno mentre il regime da nord – est è presente in media 37 giorni l’anno. Nel resto dell’anno prevalgono invece condizioni di tempo stabile nel corso delle quali dominano nettamente le circolazioni a regime di brezza.

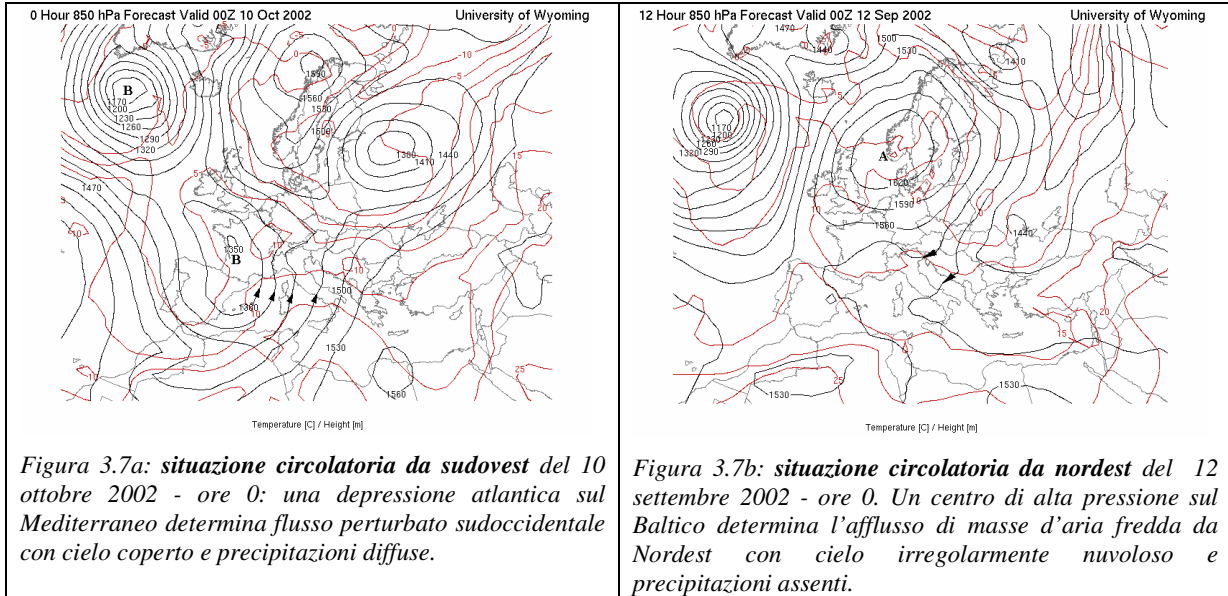


Figura 3.7 – Mappe meteorologiche riferite al livello isobarico di 850 hPa - circa 1450 m di quota media – e che illustrano due esempi di regimi circolatori caratterizzati da condizioni termiche e circolatorie del tutto opposte che trovano la loro ripercussione più immediata nel tempo atmosferico osservato al suolo (fonte: Wyoming University).

La brezza è un vento di origine termica che interessa i primi 200-500 m al di sopra del suolo (Giuliaci 1993). In particolare l’area viticola in esame è interessata dai classici circuiti di brezza di monte e di valle originati dalla presenza del rilievo. Alle brezze si devono fenomeni macroscopici quali:

- i drenaggi notturni di aria più fresca che scivola dalle pendici e tende ad accumularsi nei fondovalle dando origine al cosiddetto “lago freddo”;
- il rimescolamento della massa d’aria che può attenuare la sensazione di afa nel periodo estivo.

Gennaio	febbraio	marzo	Aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
76	70	66	68	68	68	65	66	69	73	76	78

Tabella 3.8 - Statistiche dell’umidità relativa (%) registrate a Firenze nel periodo 1961 – 1990 (fonte: Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare).

	<b>ORA</b>	<b>CALME</b>	<b>DIREZIONE</b>	<b>INTENSITA'</b>		
	<b>(UTC)</b>	<b>(frequenza)</b>	<b>PREVALENTE</b>	<b>PREVALENTE</b>		
GENNAIO	03	76,9	NNE	4	-	6
GENNAIO	15	61,8	NNE	7	-	10
FEBBRAIO	03	75,3	NNE	4	-	6
FEBBRAIO	15	41,8	NNE	7	-	10
MARZO	03	78,8	NNE	4	-	6
MARZO	15	28,8	NNE	4	-	6
APRILE	03	83,6	NNE	4	-	6
APRILE	15	20,7	WSW	4	-	6
MAGGIO	03	90,7	WSW	4	-	6
MAGGIO	15	17,3	WSW	4	-	6
GIUGNO	03	93,2	NNE	1	-	3
GIUGNO	15	15,3	WSW	4	-	6
LUGLIO	03	94,4	NNE	1	-	3
LUGLIO	15	12,4	WSW	4	-	6
AGOSTO	03	93,7	NORD	4	-	6
AGOSTO	15	16,4	WSW	4	-	6
SETTEMBRE	03	91,3	NNE	1	-	3
SETTEMBRE	15	29,8	WSW	4	-	6
OTTOBRE	03	83,2	NNE	7	-	10
OTTOBRE	15	48,7	NNE	7	-	10
NOVEMBRE	03	80,1	NNE	4	-	6
NOVEMBRE	15	61,0	NNE	4	-	6
DICEMBRE	03	77,5	NNE	4	-	6
DICEMBRE	15	62,2	NNE	4	-	6

Tabella 3.9 - Statistiche del vento prevalente alle 4 e alle 16 solari per la stazione di Firenze e per il periodo 1968 – 1990. La direzione è quella di provenienza - l'intensità è espressa in nodi (fonte: Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare).

A tali circolazioni eminentemente locali si sovrappone la circolazione a scala sinottica la quale, a seconda della posizione dei diversi centri d'azione, può assumere direzioni di provenienza assai diverse.

Per una caratterizzazione anemometrica di larga massima dell'area in esame possiamo attingere ai dati osservativi di Firenze (tabella 3.9) da cui emerge la frequenza delle condizioni di calma di vento alle ore 3, sintomo dell'accentuarsi delle condizioni di stabilità nella fase notturna. Inoltre osservando i dati delle ore 15, coincidenti grossomodo con il massimo termico giornaliero e dunque con il massimo sviluppo delle brezze, si nota la scarsa frequenza delle calme nella fase diurna nel periodo che va da marzo a settembre, nel quale il soleggiamento elevato predispone ad un notevole sviluppo delle brezze.

Si segnala infine che per ricavare il vento da utilizzare nell'equazione di Penman - Monteith per la stima dell'evapotraspirazione si è fatto ricorso alla seguente equazione ricavata operando una regressione lineare rispetto alla quota h dei valori medi annui di velocità del vento v per alcune stazioni dell'area interna della Toscana e dell'Umbria:

$$v = 0,0012 * h + 0,90 \quad (r^2=0,45)$$

### 3.5. GLI INDICI BIOCLIMATICI

#### 3.5.1. Indici a base termica

La tabella 3.10 riassume una serie di indici agroclimatici riferiti a cinque stazioni rappresentative dell'area in esame

La mancanza di dati termici per le località dell'area del Chianti Rufina è stata superata utilizzando un algoritmo di ricostruzione, analogo a quello proprio del modello GRID8, che si basa su un sistema di medie pesate con peso inversamente proporzionale al quadrato della distanza. Le medie pesate sono eseguite sui valori noti preventivamente omogeneizzati per l'altezza rispetto alla stazione incognita.

stazione	h	TDyy	TXyy	TNyy	Indice di Winkler (°C)	Indice di Huglin	KJ	dd>10
BORGO SAN LORENZO	193	13,4	19,9	7	1809	2448	23,1	227
CERRETO GUIDI	123	14,3	20,2	8,4	1946	2481	21,9	245
CONSUMA	1040	9,4	14,4	4,4	862	1349	19,1	170
<b>DICOMANO</b>	<b>162</b>	<b>14,4</b>	<b>19,3</b>	<b>9,5</b>	<b>1917</b>	<b>2341</b>	<b>19,5</b>	<b>250</b>
EMPOLI (PRUNECCHIO)	33	14,7	21,1	8,2	2033	2611	22,1	251
FIRENZE	51	14,7	19,5	9,9	2033	2450	21,5	325
FIRENZE PERETOLA	51	14,6	20,1	9,2	2042	2514	22,3	322
FIRENZE (OSS, IMEN)	51	14,6	19,4	9,8	2036	2450	22,5	248
FIRENZUOLA	422	11,1	16,3	5,7	1216	1534	21,1	197
<b>LONDA</b>	<b>226</b>	<b>13,7</b>	<b>18,7</b>	<b>8,8</b>	<b>1763</b>	<b>2208</b>	<b>19,7</b>	<b>236</b>
<b>PONTASSIEVE</b>	<b>108</b>	<b>14,3</b>	<b>19,1</b>	<b>9,4</b>	<b>1915</b>	<b>2335</b>	<b>21,1</b>	<b>244</b>
<b>PELAGO</b>	<b>309</b>	<b>13,1</b>	<b>17,8</b>	<b>8,5</b>	<b>1657</b>	<b>2083</b>	<b>20,5</b>	<b>225</b>
<b>RUFINA</b>	<b>115</b>	<b>14,2</b>	<b>19,2</b>	<b>9,3</b>	<b>1899</b>	<b>2329</b>	<b>20,5</b>	<b>244</b>
VINCI	97	14,4	20,2	8,6	1977	2494	22,1	246
VALLOMBROSA	962	9,5	13,1	5,8	905	1277	20,1	171
VILLORE	418	14,2	18,6	9,8	1796	2175	16,9	250

Tabella 3.10 – indici bioclimatici a base termica calcolati per alcune stazioni rappresentative per l'area del Chianti Rufina (hh è l'altezza della stazione (msm); KJ= è l'indice di continentalità di Johannson; EF=è la capacità erosiva del clima secondo Fournier); dd>10 = numero di giorni annui al di sopra della soglia di 10°C.

Fra le stazioni sono state volutamente riportate anche quelle montane in modo tale da evidenziare la sensibilità alla quota dei diversi indici impiegati. Si noti che l'area presenta valori dell'indice di Huglin (Huglin 1986) compresi fra 2050 e 2350 e valori dell'indice di Winkler compresi fra 1650 e 1950; si tratta di valori analoghi a quelli registrati in altre affermate zone a denominazione d'origine (tabelle 3.11a e 3.11b).

L'indice di continentalità di Johannson KJ può assumere valori compresi fra 0 (climi perfettamente oceanici – es: isole Faroer) e 100 (climi pienamente continentali – es. Siberia centrale). Nel caso dell'area del Chianti Rufina i valori di KJ si collocano intorno a 19-21, il che testimonia l'influsso del Mediterraneo che tende a contrastare l'effetto di continentalità indotto dalla collocazione interna all'Appennino.

La mitezza del clima è attestata anche dal numero di giorni con temperatura al di sopra della soglia di 10°C (dd>10) che per le stazioni dell'area è stimabile in 225 – 250.

Stazione	stato	Lat	Indice di Winkler	Indice di Huglin
Reims	Fr	49 N	958	1550
Angers	Fr	48 N	1069	1650
Tours	Fr	47 N	1126	1690
Dijon	Fr	47 N	1133	1710
Cognac	Fr	46 N	1282	1780
Toulouse	Fr	44 N	1377	1950
Bordeaux	Fr	45 N	1480	2100
Montpellier	Fr	43 N	1798	2250
Verona (Vr)	It	45 N	1697	2250
Piemonte – DOCG Barolo	It	45 N	1750	2180
Bari (Ba)	It	41 N	2021	2407
Castagneto Carducci (Li)	It	44 N	1747	2444
Chianti Classico senese	It	43 N	1639	2155
Montalcino (Si)	It	43 N	2257	2442
Barcelona	E	41 N	1975	2350
Cadiz	E	36 N	2119	2428
Cordoba	E	38 N	2466	3120
Athènes	Gr	38 N	2329	2950
Kecskemet	H	47 N	1412	2060
Odessa	Ucr.	46 N	1401	1850

Tabella 3.11a – Valori medi degli indici di Huglin e di Winkler ricavati per alcune importanti zone viticole italiane ed europee.

Stazione	stato	Lat	Indice di Winkler	Indice di Huglin
Napa	Usa	38 N	1409	2126
Fresno	Usa	37 N	2323	3166
Santiago	Rch	32 S	1516	2286
Stellenbosch	Za	33 S	1779	2346
Mendoza	Ra	32 S	2019	2600
Mildura	Aus	34 S	2037	2750

Tabella 11b – valori medi degli indici di Huglin e di Winkler ricavati per alcune importanti zone viticole extraeuropee.

Per l'indice di Winkler è stata anche redatta una mappa (figura 3.8) che ne illustra la distribuzione spaziale per l'area in esame. I dati numerici alla base della mappa sono stati ottenuti applicando il seguente metodo:

- l'analisi spaziale dei campi mensili di temperatura media viene effettuata con il modello GRID8 in precedenza descritto;
- Le unità termiche cumulate per ogni mese e per ogni punto di griglia vengono ottenute moltiplicando per il numero di giorni del mese il valore ottenuto sottraendo la soglia (10°C) alla media del mese (si considerano ovviamente solo i mesi con cumuli positivi);
- Tutte le elaborazioni sono riferite ai mesi da aprile a ottobre, in conformità con il metodo messo a punto da Winkler per la California.

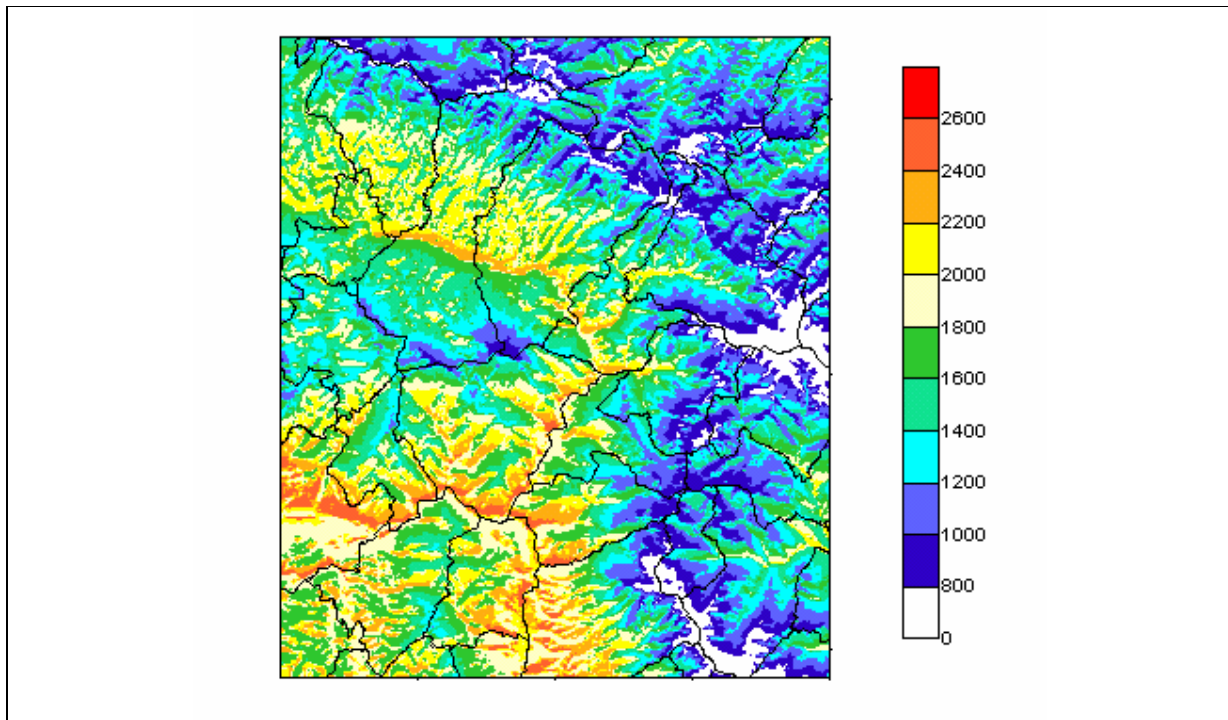


Figura 3.8 – Mappa del valore medio dell'indice di Winkler (°C)

### 3.5.2. Indici a base pluviometrica e termopluviometrica

La tabella 3.12 riporta una serie di indici a base pluviometrica e termo-pluviometrica. Anche in questo caso la mancanza di dati termici per le località dell'area del Chianti Rufina è stata superata utilizzando un algoritmo di ricostruzione basato su un sistema di medie pesate con peso inversamente proporzionale al quadrato della distanza.

L'intensità media annua di precipitazione (mm/giorno piovoso) è un elemento importante in quanto legato al potenziale erosivo a base climatica, il quale viene qui espresso utilizzando l'indice di Fournier che indica il numero di tonnellate di terreno per ettaro e per anno potenzialmente erodibili in assenza di idonei sistemi colturali.

Infine l'indice di De Martonne, che per le stazioni dell'area del Chianti Rufina risulta su valori compresi fra 40 e 50, ci consente di far rientrare l'area in esame fra quelle a clima umido.



stazione	h	Rryy	ngpyy	Indice di De Martonne	intr2	EF
BORGO SAN LORENZO	193	1024	97	44	10,6	5,4
CERRETO GUIDI	123	870	94	36	9,2	2,5
CONSUMA	1040	1248	113	64	11	4,8
<b>DICOMANO</b>	<b>162</b>	<b>1060</b>	<b>104</b>	<b>43</b>	<b>10,2</b>	<b>3,9</b>
EMPOLI (PRUNECCHIO)	33	869	91	35	9,6	2,7
FIRENZE	51	728	85	29	8,6	1,1
FIRENZE PERETOLA	51	781	150	32	8,5	2,4
FIRENZE (OSS, IMEN)	51	780	87	32	9	1,4
FIRENZUOLA	422	1221	108	58	11,3	7,2
<b>LONDA</b>	<b>226</b>	<b>1135</b>	<b>109</b>	<b>48</b>	<b>10,4</b>	<b>4,3</b>
<b>PONTASSIEVE</b>	<b>108</b>	<b>1012</b>	<b>106</b>	<b>42</b>	<b>9,6</b>	<b>3,4</b>
<b>PELAGO</b>	<b>309</b>	<b>1118</b>	<b>110</b>	<b>48</b>	<b>10,1</b>	<b>4,1</b>
<b>RUFINA</b>	<b>115</b>	<b>1068</b>	<b>107</b>	<b>44</b>	<b>10</b>	<b>3,9</b>
VINCI	97	870	96	36	9,1	2,5
VALLOMBROSA	962	1301	119	67	11	5,2
VILLORE	418	1036	99	43	10,5	3,5

Tabella 3.12 – indici bioclimatici legati al ciclo dell’acqua (hh è l’altezza della stazione (msm); Intr2 è l’intensità media della precipitazione (mm/giorno piovoso); W è l’indice di Winkler (°C); EF= è la capacità erosiva del clima secondo Fournier (t / ha), Et0 è l’evapotraspirazione da coltura di riferimento secondo Penman - Monteith (mm); Def\_t è il deficit pluviometrico dato dalla differenza Rr-Et0 (mm).

### 3.6. LE LIMITAZIONI CLIMATICHE

Fra le limitazioni climatiche tipiche dell’area passeremo in rassegna in particolare le seguenti:

- temperature invernali e primaverili inferiori ai valori critici
- temperature estive superiori al cardinale massimo
- siccità
- precipitazioni abbondanti durante la raccolta e nel periodo immediatamente precedente

#### 3.6.1. Temperature invernali e primaverili inferiori ai valori critici

Se la più elevata probabilità di gelate ricorre in gennaio, mese più freddo dell’anno, occorre segnalare l’elevato rischio climatico di gelate tardive tipico del mese di febbraio, ancora esposto alle irruzioni di aria fredda dai Balcani. A tale proposito si ricorda che in febbraio si sono registrate due delle tre gelate storiche del 20° secolo (febbraio 1929, febbraio 1956), mentre la terza (1985) si è avuta a gennaio.

Da segnalare anche che i mesi di febbraio e marzo possono presentare periodi caldi precoci che stimolano il risveglio vegetativo delle colture pur persistendo un rischio sensibile di gelate tardive.

Nel periodo di pieno riposo vegetativo la vite subisce danni solo per temperature grossomodo inferiori a -15/-18 °C. Tali valori appaiono alquanto improbabili nell’area in esame in base ai dati riportati in tabella 3.13 che illustra i tre valori minimi assoluti raggiunti nei vari mesi dell’anno per

la stazione di Firenze nel periodo 1951-2000, cui si deve aggiungere la minima di  $-10,3$  °C registrata a Firenze nel febbraio 1929 e segnalata da Fea (Fea 1988).

MESE		anno	Temperatura Minima °C	anno	Temperatura Massima °C	anno	Precipitaz, in 24 ore mm	anno	Precipitaz, in 12 ore mm
GENNAIO	1°estremo	1985	-13,2	1985	19,0	1981	52	1965	41
	2°estremo	1968	-12,8	1962	19,0	1965	49	1984	34
	3°estremo	1990	-12,2	1999	18,2	1956	47	1981	30
FEBBRAIO	1°estremo	1956	-11,4	1990	23,0	1960	55	1960	52
	2°estremo	1993	-9,9	1989	21,0	1983	51	1951	42
	3°estremo	1963	-8,4	1973	21,0	1995	43	1965	40
MARZO	1°estremo	1973	-8,0	1989	26,0	1985	112	1985	112
	2°estremo	1987	-7,4	1968	26,0	1983	44	1983	39
	3°estremo	1952	-6,4	1976	25,0	1974	42	1974	23
APRILE	1°estremo	1962	n,d,	1968	29,0	1996	52	1996	45
	2°estremo	1973	n,d,	1961	28,0	1978	47	1972	31
	3°estremo	1980	n,d,	1955	28,0	1972	39	1959	28
MAGGIO	1°estremo	1957	1,0	1979	34,0	1967	83	1967	80
	2°estremo	1962	1,0	1958	33,0	1994	53	1964	46
	3°estremo	1970	1,0	1953	33,0	1964	46	1954	38
GIUGNO	1°estremo	1975	5,6	1990	40,0	1965	51	1982	48
	2°estremo	1955	6,8	1982	37,0	1982	48	1998	43
	3°estremo	1975	7,0	1994	36,3	1998	43	1965	38
LUGLIO	1°estremo	1954	8,0	1983	42,6	1989	94	1989	90
	2°estremo	1970	8,2	1952	39,6	1976	64	1976	64
	3°estremo	1971	10,0	1958	39,5	1964	55	1964	50
AGOSTO	1°estremo	1963	9,0	1958	39,9	1985	86	1985	86
	2°estremo	1995	9,6	1974	39,5	1966	64	1966	64
	3°estremo	1966	10,0	1973	39,2	1989	56	1989	55
SETTEMBRE	1°estremo	1972	4,0	1971	36,4	1952	101	1952	99
	2°estremo	1977	4,0	1973	36,0	1961	74	1961	74
	3°estremo	1988	5,0	1982	35,0	1951	69	1980	59
OTTOBRE	1°estremo	1974	-1,4	1956	31,0	1992	96	1991	65
	2°estremo	1965	-0,4	1985	31,0	1987	67	1992	54
	3°estremo	1970	-0,2	1988	30,0	1991	65	1987	48
NOVEMBRE	1°estremo	1983	-6,0	1984	25,0	1966	132	1966	132
	2°estremo	1981	-6,0	1999	24,8	1979	66	1991	54
	3°estremo	1954	-6,0	1963	24,2	1991	63	1957	49
DICEMBRE	1°estremo	1973	-9,0	1989	20,0	1958	62	1958	60
	2°estremo	1988	-8,0	1954	19,0	1960	56	1960	47
	3°estremo	1991	-8,0	1952	19,0	1979	55	1981	45

Tabella 3.13 – Temperature e precipitazioni estreme riferite al cinquantennio 1951 – 2000 per la stazione di Firenze (fonte: Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare).

Dai dati statistici 1961-90 di Firenze Peretola riportati in tabella 3.5 si ricava che il rischio di gelate tardive appare concentrato nei mesi di febbraio e marzo mentre più limitato appare ad aprile (0,5 casi l’anno in media) e nullo risulta a maggio.

Ovviamente l’estensione all’area in esame di tali valori estremi registrati a Firenze Peretola, che dista oltre 20 km dall’area del Chianti Rufina, è da operare con prudenza, stante la possibilità di accumuli d’aria fredda in zone di compluvio tipica delle aree collinari. Tuttavia è sembrato corretto farvi riferimento in assenza di dati più specifici.

### 3.6.2. Temperature estive superiori al cardinale massimo

Dal punto di vista circolatorio sono ben note le cause che conducono alle ondate di caldo sul Mediterraneo. In particolare le **ondate di caldo di lunga durata** sono associate a promontori anticiclonici meridionali che spingono masse d'aria torrida dall'area africana verso il centro del Mediterraneo. La durata media di tali ondate di caldo varia da un minimo di 9 a un massimo di 21 giorni, secondo uno studio condotto da Michele Conte (Conte 1994) che identificò 28 episodi nel periodo dal 1950 al 1992. Lo stesso Conte evidenziò inoltre la presenza di **ondate di caldo di breve durata** dovute all'anomala presenza della corrente a getto subtropicale sull'area europea. Tale fenomeno conduce a ondate di caldo poco persistenti ma particolarmente intense. Sempre nel periodo 1952-92 sono stati individuati 32 casi di queste ondate di calore, con durata media di 3-5 giorni.

Occorre peraltro precisare che il rischio di temperature elevate nell'area in esame è significativo anche se localmente mitigato delle brezze. In proposito si segnala che la massima assoluta del periodo 1926-55 (Fea 1988) per Firenze è stata pari a 40,5°C, mentre la tabella 3.13 mostra gli estremi assai elevati raggiunti nel periodo 1951 –2000. Si noti in particolare che valori superiori ai 39°C sono stati osservati nel periodo da giugno ad agosto, con punte estreme di oltre 40°C raggiunte nel giugno 1990 e nel luglio 1983.

### 3.6.3. Precipitazioni abbondanti durante la raccolta e nel periodo che la precede

È noto che precipitazioni frequenti ed abbondanti nel periodo che precede la raccolta e durante la fase di raccolta hanno un'incidenza negativa sulla qualità della produzione, oltre a costituire un ostacolo alle operazioni di raccolta.

L'analisi del rischio climatico di precipitazioni può essere svolta utilizzando la tecnica dei percentili. In particolare la tabella 3.14 riporta l'analisi statistica svolta sulle serie storiche 1961-1990 relative alla stazione di Firenze del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica. Tale analisi mostra il sensibile incremento del rischio di precipitazioni nel periodo che precede la vendemmia. Tale fenomeno è attestato in particolare dall'andamento del valore dell'80° percentile delle precipitazioni (valore superato solo nel 20% degli anni e cioè in media due anni ogni 10) che è costantemente inferiore a 100 mm/mese da maggio a luglio ed oltrepassa la soglia di 100 mm a partire dal mese d'agosto, persistendo al di sopra di tale soglia fino al gennaio dell'anno successivo. Sempre da agosto si assiste al superamento della soglia di 2 eventi mensili con precipitazione superiore ai 10 mm, il che attesta l'aumento d'intensità dei fenomeni rispetto ai mesi di giugno e luglio.

Da notare comunque che le statistiche dei giorni piovosi riportate in tabella 3.7 mostrano che mediamente le precipitazioni di agosto risultano concentrate su un numero ridotto di eventi (4-6 giorni piovosi al mese) mentre 5-7 giorni di pioggia caratterizzano in media settembre e solo a ottobre si supera la soglia degli 8 giorni piovosi medi mensili.

Infine per una visione quantitativa del rischio climatico di eventi precipitativi estremi si riportano le statistiche sui tempi di ritorno riferite alla stazione di Firenze (tabella 3.15).

	<b>Rtot</b>	<b>R&gt;R2</b>	<b>Rmin</b>	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Rmax</b>
gennaio	73,1	2,4	0,8	30	58,9	68,1	113,8	178,5
febbraio	69,2	2,4	20,2	32,4	43,1	70,4	89	181,2
marzo	80,1	2,7	1,4	23,6	58,2	78,1	117	220,9
aprile	77,5	2,6	10,8	34,2	54,1	86,2	110,9	183,2
maggio	72,6	2,4	0,4	43	54,8	73,6	97,4	164,4
giugno	54,7	1,8	3,2	29,2	36,9	49,8	88,4	133,6
luglio	39,6	1,3	0	5,4	15	27,4	57,6	219,1
agosto	76,1	2,7	2,4	27,4	60	84,4	114	193,2
settembre	77,5	2,6	0,5	27,1	50,3	88,7	108,9	209,4
ottobre	87,8	3,1	2,6	28,8	57,2	92,8	138,3	261
novembre	111,2	4	6,6	55,7	89,3	117,8	157,1	233
dicembre	91,3	3,2	9,4	53,7	76,7	92,8	117,2	273,8

- Rtot = media della precipitazione totale mensile (mm)
- R>R2 = numero medio di giorni al mese con precipitazione >= 10 mm (n)
- Rmin = minimo della precipitazione totale mensile (mm)
- Q1,Q2,Q3,Q4 = 1°,2°,3°,4° quintile della precipitazione totale mensile (mm)
- Rmax = massimo della precipitazione totale mensile (mm)

Tabella 3.14 – statistiche pluviometriche relative alla stazione di Firenze per il periodo **1961- 90**. I valori Q1, Q2, Q3 e Q4 indicano la precipitazione cumulata mensile che non viene superata, rispettivamente, nel 20%,40%, 60%, 80% dei casi (fonte: Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare).

<b>Precipitazione mm</b>	<b>Ore</b>			
	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>24</b>
<b>25</b>	1,5	1	1,1	1
<b>50</b>	7,2	3,7	2,6	1,4
<b>75</b>	48,4	36,7	24,3	4,3
<b>100</b>	> 200	> 200	> 200	17,6
<b>125</b>	> 200	> 200	> 200	75,9
<b>150</b>	> 200	> 200	> 200	> 200

Tabella 3.15 – Tempi di ritorno di valori dati di precipitazione che cadono in 1, 3, 6 e 24 ore (elaborazioni L.A.M.M.A. su dati servizio Idrografico). Esempio di interpretazione: una precipitazione di 75 mm in un’ora si verifica ogni 48,4 anni mentre una di 50 mm in 6 ore si verifica ogni 2,6 anni

### 3.6.4. La siccità

Vista l’importanza dell’alimentazione idrica per la coltura della vite si è pensato di valutare lo stress idrico cui è sottoposta una coltura e la data d’inizio e di fine dello stesso attraverso quattro indici costituiti rispettivamente da:

- n° giorni con riserva idrica vuota (n<sub>dd</sub>)
- data di svuotamento della riserva (g<sub>ini</sub>)
- data di inizio del ripristino del riserva (g<sub>fine</sub>)

- entità del deficit inteso come cumulo dei valori negativi di riserva (def\_t).

Data la prevalente disponibilità di dati mensili, per valutare tali indici si è sviluppato un bilancio idrico a passo mensile redatto sulla base delle seguenti assunzioni:

- “serbatoio” (capacità di campo cc – punto d’appassimento pa) nel volume di terreno esplorato dalla radici fissato ai due valori standard di 150 e 100 mm;
- terreno a inizio anno è considerato alla capacità di campo;
- eccesso idrico totalmente infiltrato senza alcun utilizzo dello stesso da parte della coltura;
- quota di ruscellamento e di evaporazione dalla superficie dei vegetali pari al 25% della pioggia totale (ovvero pioggia utile = 75%);
- assenza di falda;
- stima dell’evapotraspirazione da coltura di riferimento et0 effettuata con il metodo di Penman - Monteith (Allen et al. 1998), considerando una velocità del vento legata alla quota come descritto precedentemente, un’umidità relativa media stimata a partire dai dati medi mensili di Tx e Tn (Mc Vicar & Jupp 1999) ed una radiazione solare globale stimata anch’essa a partire dai dati medi di Tx e Tn con metodo Campbell-Donatelli (Bechini et al. 2000). Il valore totale mensile di et0 viene stimato moltiplicando il valore così ottenuto per il numero di giorni del mese;
- valore dell’evapotraspirazione massima per la coltura della vite ottenuto moltiplicando et0 per il coefficiente colturale mensile riportato in tabella 3.16;
- pioggia utile (e cioè immessa nel serbatoio del terreno senza essere ruscellata o evaporata) posta pari all’85% del totale nei mesi da marzo a ottobre ed al 100% del totale nei mesi restanti;
- primo giorno con riserva vuota ricavato sottraendo all’ultimo giorno del primo mese con riserva vuota un n° di giorni pari al rapporto fra il deficit del mese stesso e l’evapotraspirazione media giornaliera etm;
- l’ultimo giorno con riserva vuota è ottenuto addizionando all’ultimo giorno dell’ultimo mese con riserva vuota una frazione dei giorni del mese ottenuto con l’equazione  $30 * (\text{pioggia\_utile} - \text{etm}) / \text{pioggia\_utile}$ .

Tabella 3.16 – Coefficienti colturali mensili utilizzati per ricavare l’evapotraspirazione massima etm della vite per l’area in esame.

Mese	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	Dic
<b>Kc</b>	0.2	0.2	0.2	0.48	0.59	0.68	0.68	0.68	0.68	0.59	0.38	0.2

In tabella 3.17 si riportano i valori mensili di evapotraspirazione da coltura di riferimento (et0) ottenuti per alcune stazioni della provincia di Firenze. Si noti che le stazioni dell’area DOC in esame presentano valori di et0 relativamente omogenei e compresi fra 1150 e 1200 mm.

I risultati ottenuti con il modello applicato a singole stazioni ed all'intero territorio operando su celle di 75 x 75 m sono rispettivamente presentati in tabella 3.18 e in figura 3.9. Da quest'ultima si osserva che nel caso di serbatoio più ampio (AWC = 150 mm) la riserva si svuota solo per periodi limitati ed a stagione avanzata, il che può tradursi in vantaggio in termini di qualità dell'uva (Huglin 1986). In proposito si deve considerare che un'AWC complessiva di 150 mm è tutt'altro che improbabile in vigneti che allignano su suoli non troppo superficiali, alla luce della capacità della vite di colonizzare il terreno con le proprie radici fino a profondità rilevanti.

Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
BORGO SAN LORENZO	47	54	85	113	143	157	177	166	125	92	57	44	1260
CERRETO GUIDI	47	55	86	111	140	155	173	162	124	91	59	46	1249
CONSUMA	43	48	73	96	124	139	157	147	114	83	51	41	1116
<b>DICOMANO</b>	<b>46</b>	<b>53</b>	<b>84</b>	<b>108</b>	<b>135</b>	<b>149</b>	<b>167</b>	<b>156</b>	<b>120</b>	<b>86</b>	<b>57</b>	<b>46</b>	<b>1207</b>
EMPOLI (PRUNECCHIO)	49	57	88	114	143	158	176	163	125	93	60	47	1273
FIRENZE	44	53	84	108	136	152	170	156	120	86	55	43	1207
FIRENZE (OSS. IMEN)	44	53	83	109	138	151	169	156	119	86	55	43	1206
FIRENZE PERETOLA	47	55	86	109	138	154	173	162	123	88	57	45	1237
FIRENZUOLA	45	46	68	86	111	124	142	150	132	103	70	53	1130
<b>LONDA</b>	<b>46</b>	<b>53</b>	<b>82</b>	<b>106</b>	<b>133</b>	<b>148</b>	<b>166</b>	<b>156</b>	<b>119</b>	<b>87</b>	<b>56</b>	<b>45</b>	<b>1197</b>
<b>PELAGO</b>	<b>43</b>	<b>50</b>	<b>79</b>	<b>102</b>	<b>130</b>	<b>145</b>	<b>164</b>	<b>154</b>	<b>117</b>	<b>86</b>	<b>55</b>	<b>42</b>	<b>1167</b>
<b>PONTASSIEVE</b>	<b>45</b>	<b>52</b>	<b>82</b>	<b>106</b>	<b>134</b>	<b>148</b>	<b>167</b>	<b>156</b>	<b>119</b>	<b>86</b>	<b>56</b>	<b>44</b>	<b>1195</b>
<b>RUFINA</b>	<b>45</b>	<b>53</b>	<b>82</b>	<b>106</b>	<b>134</b>	<b>148</b>	<b>167</b>	<b>156</b>	<b>119</b>	<b>86</b>	<b>56</b>	<b>44</b>	<b>1196</b>
STIA	47	53	83	108	139	156	177	168	130	96	60	46	1263
VALLOMBROSA	37	42	66	88	114	127	148	140	106	76	46	36	1026
VILLORE	46	53	86	110	133	146	162	152	118	83	58	47	1194
VINCI	47	55	86	111	140	155	173	161	123	91	58	46	1246

Tabella 3.17 – Valori totali mensili ed annui dell'evapotraspirazione da coltura di riferimento et0 (mm) applicando l'algoritmo di Penman – Monteith.

stazione	h	et0	etm	Def_t	Inf_t	g_ini	g_fine	Ndd
BORGO SAN LORENZO	193	1260	686	103	77	27lu	19ot	84
CERRETO GUIDI	123	1249	676	109	113	26lu	21ot	87
CONSUMA	1040	1116	608	0	438	00ge	00ge	0
<b>DICOMANO</b>	<b>162</b>	<b>1207</b>	<b>653</b>	<b>42</b>	<b>230</b>	<b>22ag</b>	<b>17ot</b>	<b>56</b>
EMPOLI (PRUNECCHIO)	33	1273	687	109	81	28lu	22ot	86
FIRENZE	51	1207	655	44	89	21ag	21ot	61
FIRENZE PERETOLA	51	1206	670	111	77	27lu	22ot	87
FIRENZE (OSS. IMEN)	51	1237	655	79	100	30lu	24ot	86
FIRENZUOLA	422	1130	609	81	61	16ag	26ot	71
<b>LONDA</b>	<b>226</b>	<b>1197</b>	<b>648</b>	<b>18</b>	<b>275</b>	<b>28ag</b>	<b>17ot</b>	<b>50</b>
<b>PONTASSIEVE</b>	<b>108</b>	<b>1167</b>	<b>647</b>	<b>46</b>	<b>199</b>	<b>21ag</b>	<b>18ot</b>	<b>58</b>
<b>PELAGO</b>	<b>309</b>	<b>1195</b>	<b>634</b>	<b>14</b>	<b>269</b>	<b>28ag</b>	<b>16ot</b>	<b>49</b>
<b>RUFINA</b>	<b>115</b>	<b>1196</b>	<b>648</b>	<b>32</b>	<b>233</b>	<b>24ag</b>	<b>17ot</b>	<b>54</b>
VALLOMBROSA	962	1026	562	0	258	00ge	00ge	0
VILLORE	418	1194	641	65	105	16ag	17ot	62
VINCI	97	1246	675	108	112	26lu	21ot	87

Tabella 3.18 – Risultati del modello di bilancio idrico per alcune stazioni della provincia di Firenze ottenuti nell'ipotesi di un serbatoio complessivo di 150 mm. Etm è l'evapotraspirazione massima per la vite e Def è il deficit pluviometrico dato dalla differenza Rr-Et0 (mm); Def\_t è il deficit idrico totale, g\_ini e g\_fine sono rispettivamente il giorno di svuotamento e di inizio del ripristino della riserva idrica nello strato esplorato dalle radici.

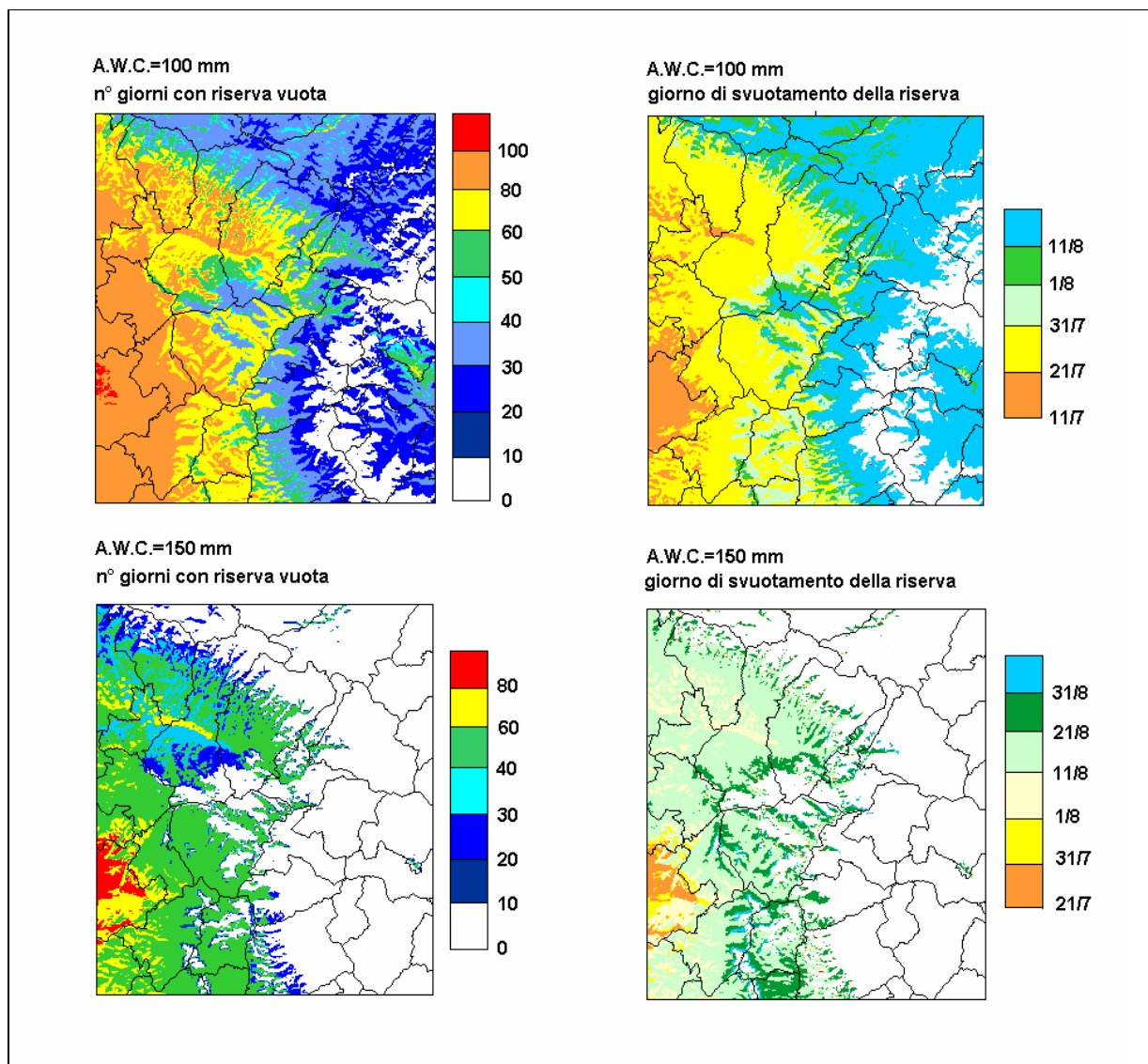


Figura 3.9 – Risultati del modello di bilancio idrico applicato a scala territoriale nelle due ipotesi di AWC di 150 e di 100 mm.

### 3.7. CONCLUSIONI

L'analisi condotta ha consentito di descrivere in modo quantitativo i caratteri del clima del Chianti Rufina, clima che in termini generali può essere definito come clima temperato caldo con stagione secca non molto pronunciata ed estate calda.

I risultati ottenuti consentono di concludere che i caratteri agroclimatici dell'area viticola del Chianti Rufina ne fanno un territorio vocato per una viticoltura di qualità.

Tale conclusione risulta suffragata sia dall'analisi delle risorse che da quella dei fattori limitanti legati al clima.

In particolare l'analisi delle risorse climatiche, mostra ottimi livelli delle risorse radiative, termiche e pluviometriche, che si collocano su valori simili a quelli riscontrati nelle migliori aree viticole italiane e mondiali.

Inoltre l'analisi del rischio di eventi meteorologici critici per la produzione viticola (basse temperature invernali, gelate tardive, elevate temperature estive, precipitazioni nella fase pre-vendemmia, siccità) mostra come i livelli di rischio non appaiano particolarmente rilevanti o comunque si collocano su valori tali da non pregiudicare la viticoltura.