



SCUOLA DOTTORALE IN
GEOLOGIA DELL'AMBIENTE E DELLE RISORSE
(SDIGAR)

Sezione GEOLOGIA DELLE RISORSE

Ciclo XXIV

TITOLO

**Zonazione viticola e tracciabilità geografica di vini
di pregio attraverso analisi geochimiche:
un caso di studio nell'area di produzione del vino
Cesanese (Lazio)**

Andrea Bollati

A.A. 2011/2012

Tutor
Prof. Massimo Mattei

Direttore SDIGAR
Prof. Domenico Cosentino

Revisori
Prof. Sandro Conticelli
Università degli Studi di Firenze

Prof. Sergio Chiesa
CNR-IDPA

Ringraziamenti

Desidero ringraziare: il Prof. Massimo Mattei per il continuo sostegno e per la fiducia accordatami durante i tre anni di dottorato, i revisori Prof. Sandro Conticelli (Università degli Studi di Firenze) e Prof. Sergio Chiesa (CNR-IDPA) per il supporto e i consigli che hanno permesso un notevole miglioramento della tesi, la Dott.sa Sara Marchionni (Università degli Studi di Firenze) per la realizzazione delle analisi isotopiche e l'aiuto per una migliore interpretazione dei dati, la Dott.sa Paola Molin (Dip. di Sc. Geologiche dell'Università di RomaTre) per l'aiuto riguardante l'analisi territoriale ai fini della zonazione viticola, la Dott.sa Annabruna Petrangeli (CNR-IRSA) per avermi introdotto allo strumento GIS e per i consigli per il suo migliore utilizzo, il Dott. Fiorenzo Fumanti (ISPRA) e il Dott. Massimo Paolanti (AIP) per avermi fornito dati sui suoli e sui profili pedologici dell'area di studio. Inoltre vorrei ricordare e ringraziare la Prof.sa Lucilia Gregori (Università degli Studi di Perugia) prematuramente scomparsa, i cui convegni su Geologia e Vino sono stati di fondamentale aiuto e ispirazione per la mia ricerca, e per aver condiviso l'organizzazione della sessione "I Paesaggi del Vino" al convegno della FIST, Geoitalia 2011. Infine, rivolgo un sincero ringraziamento per l'aiuto e la disponibilità mostrata, alle aziende vitivinicole coinvolte nello studio, nelle persone di Damiano Ciolli, Federico Alimontani, Mariano Mampieri, Pierluca Proietti e Antonello Coletti Conti.

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
1.1 METODOLOGIA D'INDAGINE	4
2. GEOLOGIA E VINO	7
2.1. LA RICERCA IN ITALIA	8
2.2. LE PROVINCE GEOLOGICHE DELLA PENISOLA ITALIANA E LA VITIVINICOLTURA	10
3. LA VITIVINICOLTURA NEL LAZIO	12
3.1 LA VITIVINICOLTURA NELL'AREA A D.O.C. CESANESE	14
4. STUDI DI ZONAZIONE VITICOLA	23
4.1 INTRODUZIONE	23
4.2. METODOLOGIA DELLA ZONAZIONE VITICOLA	25
4.3. LA ZONAZIONE VITICOLA IN ITALIA	26
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	29
5.1. STRATIGRAFIA	30
5.2. PERMEABILITÀ DEI DEPOSITI AFFIORANTI	32
5.3. ASSETTO TETTONICO	33
5.4. CENNI DI GEOMORFOLOGIA	34
6. CARATTERISTICHE DEI SUOLI AFFIORANTI	36
6.1 DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI SUOLI AFFIORANTI	41
7. CLIMA E INDICI BIOCLIMATICI	47
7.1. CLIMA E VITICOLTURA	48
7.2. INDICI BIOCLIMATICI	50
7.3 ANALISI DEI DATI	51
8. ZONAZIONE VITICOLA DELL'AREA DI PRODUZIONE DEL VINO CESANESE	59
8.1. INTRODUZIONE	59
8.2. CARTE TEMATICHE	60
8.3. ANALISI DEI DATI	63
8.4. CONCLUSIONI	76
9. TRACCIABILITÀ GEOGRAFICA DEI VINI TIPICI	78
9.1. INTRODUZIONE	78

9.2. COMPONENTE ORGANICA E AUTENTICITÀ E TRACCIABILITÀ GEOGRAFICA DEI VINI	79
9.3. LA COMPONENTE INORGANICA NEL VINO	80
9.4. LA SISTEMATICA DEL SISTEMA RUBIDIO-STRONZIO	81
9.5. TRACCIABILITÀ GEOGRAFICA DEI PRODOTTI DELL'AGROALIMENTARE E DEI VINI TIPICI	83
10. TRACCIABILITA' GEOGRAFICA DI ALCUNI VINI PRODOTTI NELL'AREA A D.O.C. CESANESE	88
10.1. INTRODUZIONE	88
10.2. SPETTROMETRIA DI MASSA A IONIZZAZIONE TERMICA (TIMS)	88
10.3. AZIENDE ESAMINATE E ANALISI ISOTOPICHE	89
DAMIANO CIOLLI	90
COMPAGNIA DI ERMES	95
COLETTI CONTI.....	97
COLLINE DI AFFILE	100
TERRE DEL CESANESE.....	102
COLLE CANINO.....	103
10.4. DISCUSSIONE	104
10.5. CONCLUSIONI	112
11. CONCLUSIONI	114
BIBLIOGRAFIA	118

ALLEGATI

- 1 - CARTA GEOLOGICA
- 2 - CARTA DELLA DISTRIBUZIONE DEI VIGNETI
- 3 - CARTA DELLE PENDENZE
- 4 - CARTA DELLE ESPOSIZIONI
- 5 - CARTA DELLA DISTRIBUZIONE DELLE FRANE
- 6 - CARTA DELLA DISTRIBUZIONE DEGLI OLIVETI E DEI VIGNETI
- 7 - CARTA DELLA UBICAZIONE DEI PROFILI PEDOLOGICI
- 8 - CARTA GEOPEDOLOGICA
- 9 - CARTA DELLA VOCAZIONE VITICOLA DELL'AREA DOC CESANESE
- 10 - CARTA DELLA VOCAZIONE VITICOLA DELL'AREA DOC CESANESE E DISTRIBUZIONE DEI VIGNETI
- 11 - AZIENDA *DAMIANO CIOLLI*
- 12 - AZIENDA *COMPAGNIA DI ERMES*
- 13 - AZIENDA *COLETTI CONTI*
- 14 - AZIENDA *COLLINE DI AFFILE*
- 15 - AZIENDA *TERRE DEL CESANESE*

1. INTRODUZIONE

Scopo della presente tesi è di individuare una metodologia di zonazione viticola che permetta di migliorare le conoscenze dei fattori che influiscono sulla qualità del prodotto vino nell'area a D.O.C. "Cesane". Lo studio dell'area in oggetto (comprendente due aree a D.O.C. ed una a D.O.C.G., al confine tra le Province di Roma e Frosinone) considera le sue caratteristiche climatiche, geologiche, pedologiche e morfologiche con l'obiettivo di verificarne la vocazione alla produzione vitivinicola. Lo scopo di una zonazione è quello di fornire al viticoltore uno strumento per la miglior gestione dei vigneti e dell'azienda e alla Pubblica Amministrazione un valido supporto per le scelte di pianificazione territoriale.

La tesi si prefigge inoltre di verificare la tracciabilità geografica di vini tipici (monocultivar) provenienti dal territorio di produzione del vino Cesane, con l'obiettivo di definire un metodo integrato geologico-chimico per la caratterizzazione del prodotto, di definire i legami esistenti tra la composizione del vino e la natura del substrato e di valorizzare i vitigni autoctoni ed i corrispondenti vini in base al loro ambiente di appartenenza.

Lo studio è stato svolto con la collaborazione della Dot.ssa Sara Marchionni del Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università degli Studi di Firenze, dell'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio (ARSIAL) e delle aziende di produzione di vino Cesane di pregio "Damiano Ciolli", "Compagnia di Hermes", "Colline di Affile", "Coletti Conti" e "Terre del Cesane".



Vigneti azienda *Damiano Ciolli* (località S. Giovenale, Olevano Romano).

1.1 Metodologia d'indagine

Il presente studio si compone di un'indagine multidisciplinare effettuata a scala territoriale interessante l'intero areale di produzione del vino "Cesanese", tra i territori della regione Lazio di maggior tradizione e vocazione vitivinicola, distribuito sul territorio di 10 comuni tra la provincia di Roma e di Frosinone e costituito da tre aree contigue: due aree a D.O.C. (dal 1973), denominate di Affile e di Olèvano Romano, ed una D.O.C.G. (la prima del Lazio, dal 2008), denominata del Piglio (fig. 1). Inoltre è stata condotta un'indagine a scala puntuale, considerando 6 siti sperimentali (i vigneti di cinque aziende vitivinicole di pregio) compresi nel territorio di produzione del vino Cesanese.

Le cinque aziende esaminate sono state selezionate sulla base della diversa tipologia di substrato dove sono ubicati i vigneti e della qualità del vino prodotto (dimostrata dai numerosi riconoscimenti ricevuti), sulla garanzia di provenienza dei vini da aree di produzione ben definite, sul tipo di coltura (monovigneti autoctoni laziali) e sulle modalità di vinificazione seguite.

Nell'intero areale esaminato sono stati definiti i caratteri climatici, geologici, pedologici e morfologici, e per alcune aree i caratteri geochimici.

Sono stati elaborati dati agro-meteorologici (temperatura, precipitazioni, umidità) con cui sono stati calcolati alcuni indici bioclimatici (quali l'*Indice di Sommatoria Termica*, l'*Indice di Huglin*, l'*Indice Bioclimatico di qualità Fregoni*, il *Cool Night Index*, il *Pluviofattore di Lang* e l'*Indice di Aridità*), utili per caratterizzare il territorio in termini di vocazione alla coltura della vite.

Per l'intero areale del territorio del Cesanese è stata realizzata una carta geologica (con il fine di definire la natura del substrato). L'analisi morfologica è stata eseguita attraverso l'uso di DEM (Modelli Digitali del Terreno), da cui sono state estratte le carte della pendenza, dell'esposizione e dell'altitudine; inoltre, utilizzando e rielaborando la cartografia esistente è stata prodotta la carta della distribuzione delle frane dell'area in oggetto.

L'elaborazione delle carte tematiche è stata realizzata in ambiente G.I.S., con l'utilizzo del *software ArcGis 9.3*.

Attraverso l'utilizzo di ortofotocarte e la consultazione d'immagini satellitari del sito *Google Earth* sono stati individuati, perimetrati e georiferiti tutte le aree vitate presenti nel territorio considerato; sulla carta ottenuta sono stati evidenziati gli areali dei vigneti delle aziende di maggior prestigio produttrici di vino Cesanese.

Nelle sei aree di produzione scelte è stato eseguito uno studio di maggior dettaglio che ha previsto la definizione delle caratteristiche del vigneto e delle tecniche di coltivazione e vinificazione. Ciascun vigneto esaminato è stato perimetrato e georiferito con un dispositivo GPS. Sono state raccolte le informazioni riguardanti il tipo di vitigno, l'anno d'impianto, la disposizione dei filari, la loro orientazione, il sistema d'allevamento e il sesto d'impianto, a cui si aggiungono,

per ciascun vino analizzato, le informazioni riguardanti le tecniche di raccolta e pigiatura, le modalità di vinificazione, di affinamento, d'invecchiamento e imbottigliamento.

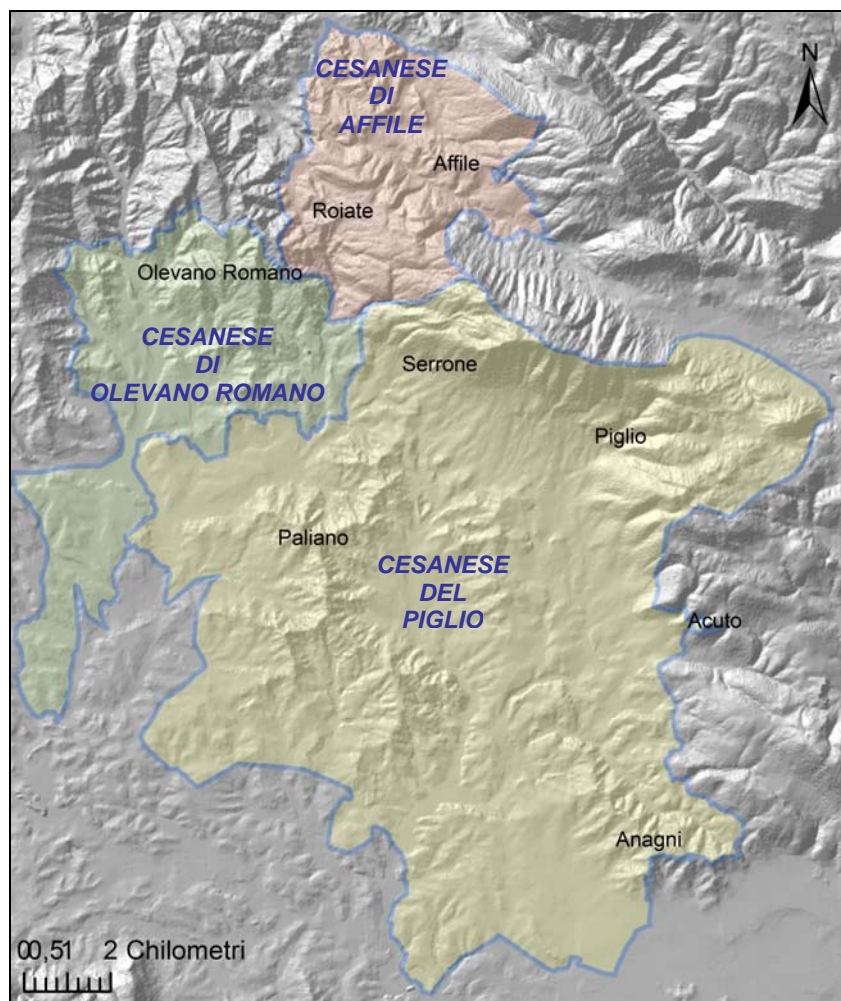


Figura 1 - Ubicazione dell'area di produzione del vino DOC Cesanese.

Analisi isotopiche della frazione inorganica

Sono state eseguite analisi chimiche della composizione isotopica dello Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), strettamente legata alla natura del substrato geologico dove sono impiantate le vigne; le analisi sono state effettuate sul substrato, sul suolo, sull'uva, sul mosto e sul vino, dunque durante l'intero processo di vinificazione di ogni vino considerato, sino al prodotto finito ed imbottigliato.

Lo scopo è quello di verificare che durante la vinificazione non ci siano frazionamenti isotopici significativi legati al processo di trasformazione dell'uva in vino, e di definire il legame tra il prodotto finito ed il suo territorio di provenienza. Le analisi del mosto, dell'uva e del vino sono state ripetute in diverse annate allo scopo di dimostrare la ripetibilità dei risultati, anche al variare delle condizioni atmosferiche e climatiche.

Le analisi isotopiche sono state realizzate dalla Dr.ssa Sara Marchionni, presso i laboratori del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze (DST-FI), attraverso spettrometria di massa a ionizzazione termica (TIMS).

Costruzione di una banca dati in ambiente GIS

L'insieme dei dati raccolti è stato inserito in una banca dati in ambiente GIS, comprendente elementi informativi di base (limiti amministrativi, idrografia, coperture aerofotografiche) ed elementi informativi specifici acquisiti durante lo studio. Tra questi ultimi vi sono i dati concernenti l'assetto morfologico del territorio (modello digitale del terreno, carte di acclività ed esposizione, carta delle frane), quelli relativi agli aspetti geologici (litologia, assetto geometrico del substrato), quelli relativi agli aspetti climatici (riguardanti la distribuzione delle precipitazioni e della temperatura e il loro andamento stagionale, i periodi di deficit idrico, l'umidità media dell'aria e il calcolo di alcuni indici bioclimatici) e quelli relativi agli aspetti vitivinicoli (tipo di vitigno, modalità di coltivazione).

Elaborazione dei dati raccolti

La banca dati e le elaborazioni riguardanti i fattori geologici, morfologici, pedologici e climatici dell'area esaminata sono stati utilizzati per l'individuazione delle zone del territorio del Cesanese più adatte alla produzione di vini di qualità. In particolare sono state individuate le aree che in questo territorio sono caratterizzate da caratteri morfologici e di esposizione favorevoli e quelle dotate di un adeguato substrato geologico e conseguentemente di un adeguato tipo di suolo; tali aree sono individuate nella *Carta della vocazione viticola dell'area a D.O.C. Cesanese*, comprendente sei classi vocazionali.

2. GEOLOGIA E VINO

Negli ultimi anni la correlazione esistente tra geologia e territorio di produzione dei vini è stata oggetto di numerose ricerche (circa 2 milioni di pagine web su Google alla voce “*wine + geology*”), sia in quei paesi ove esiste un’antica tradizione vitivinicola (Dubos,1984; Seguin, 1986; Morlat, 1989; Wilson, 1998; Cita et al. 2001,2003; Colacicchi & Parotto, 2006; Gregori, 2006) sia in quei paesi ove questa tradizione è più recente (Hancock, 1997; Wooldridge J. 2000; Maltman, 2008; White et. al. , 2009).

La pubblicazione di Wilson del 1998 (“*Terroir: The Role of Geology, Climate, and Culture in the Making of French Wines*”) affronta i principali fattori ambientali che concorrono nella caratterizzazione di un *Terroir*, ed esamina in dettaglio le più importanti aree di produzione vitivinicola di Francia, ognuna in grado di offrire vini tipici e di pregio.

Meritano un una segnalazione i volumi sulla “*Geologia dei Vini Italiani*” (Cita et al. 2001, 2003; Colacicchi & Parotto, 2006) ove sono trattate le molteplici tipologie di paesaggio vitato presenti nella penisola, e i rapporti tra substrato, suoli, morfologia del territorio e viticoltura; tali aspetti vengono affrontati regione per regione e numerose schede vengono dedicate ai vini prodotti, con particolare attenzione ai vini realizzati con vitigni autoctoni.

Più di recente, parallelamente ai cambiamenti climatici e al progresso tecnologico, si è acceso un serrato dibattito riguardo i fattori che determinano la qualità di un vino, tra due principali scuole di pensiero, quella “europea” e quella “anglosassone”: la prima considera come fattore più importante il contesto geo-pedologico, il *Terroir*, seguito dal clima, il vitigno e le tecniche di vinificazione, mentre la seconda pone al primo posto il clima, seguito dal vitigno, dal tipo di suolo e dalle tecniche di vinificazione. Gli anglosassoni (prevalentemente americani, sudafricani e australiani), che non sono legati al vitigno autoctono e che producono vini in aree molto estese che richiedono la meccanizzazione delle pratiche agricole investono molto sulla ricerca nel campo della vitivinicoltura, sono contrari all’opinione diffusa che le caratteristiche del substrato e del relativo suolo sono di primaria importanza per l’espressione della tipicità di un vino e del suo gusto, e affermano dunque che una influenza diretta del sistema substrato/soilo non è scientificamente dimostrata (Maltman, 2008); se dunque per alcuni il fattore geologico influisce notevolmente sulla crescita della vite e il carattere di un vino (Wilson, 1998; White, 2003), e ad esempio lo *Champagne* è comunemente associato ai pendii gessiferi, lo *Chablis* con i calcari del Kimmeridgiano, il *Beaujolais* con i graniti ecc. (Jefford, 2002), per altri questo fattore è sopravvalutato; a favore di questa tesi si considera la realtà di vigneti posti in regioni diverse ma su stesso substrato che producono vini con caratteristiche diverse. Dunque per una delle due scuole di pensiero è il clima il primo protagonista e se questo cambia è la qualità del prodotto che ne risente. Studi scientifici hanno dimostrato che il clima è determinante per la qualità del vino, ad esempio per delle uve di qualità le medie delle temperature durante la stagione della crescita

vegetativa (aprile-ottobre) devono essere comprese tra i 13 e i 22 °C e non è un caso che la viticoltura sia diffusa entro certe latitudini e altitudini. Altra considerazione a favore del clima ipotizza che se le condizioni climatiche di una certa area vitivinicola evolvessero nel tempo, in futuro porterebbero il viticoltore a cambiare tipo di vitigno, scegliendone uno più adatto alle nuove condizioni: nella stessa area verrebbe prodotto dunque un altro vino e ciò modificherebbe sia il concetto di *Terroir* di un determinato vino (prodotto storicamente in quella zona), sia di vitigno autoctono che quello di area a D.O.C. (White, 2009).

In conclusione per la scuola anglosassone il fattore geo-pedologico non influenza più di tanto la qualità del vino ma piuttosto lo sviluppo e il vigore delle viti, mentre il clima assume un ruolo fondamentale come d'altronde quello dell'uomo dal quale dipende (attraverso la scelta di tecniche viticole ed enologiche) la qualità del prodotto.

2.1. La ricerca In Italia

Il territorio italiano presenta, unico paese al mondo, più di 350 vitigni autoctoni (Mattei & Parotto, 2008), tipici di areali con peculiari caratteristiche geologiche, morfologiche e climatiche, dai quali si producono vini di qualità e alta qualità, molti dei quali vengono esportati in tutto il mondo; per i suddetti motivi nel nostro paese le ricerche nel campo della vitivinicoltura assumono notevole importanza per la valorizzazione e la tutela dei vitigni autoctoni che producono vini di pregio.

In tali studi una notevole attenzione è stata dedicata allo studio delle caratteristiche geologiche del substrato ed alla loro influenza nella produzione dei suoli come elemento di primaria importanza per la produzione vinicola e per la determinazione dei fattori che ne controllano le caratteristiche e la qualità.

Tali studi individuano come substrati più favorevoli alla coltivazione della vite da vino quelli per lo più sciolti, a tessitura aperta e con una percentuale significativa di minerali argillosi; dunque depositi riferibili in genere ad ambienti fluvio - lacustri (non a caso in Francia le più estese zone di produzione di vini si trovano in prossimità dei maggiori fiumi), marini (ove affiorano prevalentemente sabbie), di conoide alluvionale, pedemontani e vulcanici (ove affiorano prevalentemente depositi piroclastici); da questi depositi si sviluppano in genere suoli incoerenti o poco coerenti, eterogenei, poco selezionati granulometricamente e ben drenati, che permettono una maggiore penetrazione delle radici delle piante ed una più facile lavorazione del terreno. Da uno studio recente, che mette in relazione le aree a D.O.C.G. italiane con i tipi di substrato che le caratterizzano (Zangheri, 2003), si evince che sono prevalenti i suoli impostati su rocce sabbiose, arenacee e calcaree.

La qualità di un vino e le sue caratteristiche organolettiche sensoriali sono dunque influenzate dalle caratteristiche fisiche, dalla composizione chimica del suolo e dunque del substrato; alle caratteristiche del suolo si correlano tradizionalmente alcuni aspetti delle qualità dei vini, come

mostrato da Carpentieri nel 1930 nella tab. 1 e più recentemente da M. Fregoni nella tab. 2 (Ricci Alunni, 2004).

Suoli	Vini
Vulcanici, asciutti	Alcolici, profumati, fini
Granitici, sabbiosi	Alcolici, molto fini
Rossi, ferruginosi	Alcolici, molto colorati
Calcarei, sciolti, ciottolosi	Alcolici, fini
Calcarei, sabbiosi, leggeri	Alcolici
Argillo-calcarei, compatti	Colorati, tannici, aspri
Argillo-calcarei, mezzani	Comuni
Argillosi, fertili, non umidi	Mediocri, poco serbevoli
Freschi, fertili	Poco alcolici, leggeri, poco serbevoli, scadenti

Tabella 1 - Correlazione tra caratteristiche del suolo e alcuni aspetti delle qualità dei vini (Carpentieri, in Ricci Alunni, 2004).

Suoli	Vini
Ciottolosi-permeabili	Di elevata qualità, alta gradazione alcolica, fini e intensamente profumati
Sabbiosi	Fini, delicati, profumati, poveri di sostanze estrattive
Tendenzialmente argillosi	Ricchi di estratto, morbidi, di buona acidità e di lunga conservazione
Pesanti e molto argillosi	Ricchi di estratto, aromatici, intensamente colorati, spesso disarmonici e grossolani
Umidi	Di bassa gradazione, molto acidi, ricchi di sostanze proteiche
Calcarei	Molto alcolici, di bassa acidità e profumati. Si considerano in questo gruppo anche i terreni marnosi, ricchi di sali minerali e le terre rosse che generano vini di qualità eccelsa
Ricchi di humus	Grossolani, instabili, poveri di estratto. Non hanno pregi particolari
Acidi	Fini, delicati, non eccessivamente ricchi di corpo e di colore. Sono tuttavia di ottima qualità

Tabella 2 - Correlazione tra caratteristiche del suolo e alcuni aspetti delle qualità dei vini (Fregoni, in Ricci Alunni, 2004).

Dunque una roccia calcarea, ricca in calcio, conferirà finezza e robustezza al futuro vino: il famoso *Moscato di Noto* è prodotto da terreni di natura calcarenitica e anche il *Prosecco di Conegliano-Valdobbiadene* nasce da vigneti impiantati su un substrato calcareo. Le rocce vulcaniche, ricche in potassio, danno uve molto zuccherine: esempi noti di vini che derivano da

uve impiantate su tali terreni, sono il *Greco di Tufo*, un vino bianco proveniente dalle fertili pendici del Vesuvio e dai rilievi collinari dell'Avellinese, su affioramenti di lave leucititiche e di tufi a granulometria grossolana (con strati a lapilli e pomici) che favoriscono una buona areazione del terreno; l'*Aglianico del Vulture*, che cresce principalmente sui prodotti piroclastici dell'omonimo apparato vulcanico; il *Moscato di Pantelleria*, che cresce sulle lave basaltiche dell'isola omonima.

Dai terreni argillosi è possibile che si ottenga un vino più alcolico, ricco di colore: una buona componente argillosa la troviamo nel substrato del *Barolo* piemontese, costituito da rocce marnoso-calcaree, nel substrato del *Brachetto d'Acqui*, che cresce su marne e arenarie, su quello del *Sangiovese di Romagna*, diffuso tanto su argille che su sabbie, e del *Trebbiano di Romagna*, coltivato sulle colline dai terreni argilloso-sabbiosi. Anche i più famosi vitigni toscani (tra i quali il *Brunello di Montalcino*, il *Nobile di Montepulciano* e il *Chianti*) si sviluppano principalmente su terreni di natura argillosa e argilloso-sabbiosa.

Come scritto in precedenza i terreni a granulometria sabbiosa (con una certa porzione di argilla) sono migliori di quelli prevalentemente argillosi, poiché sono favorevoli alla produzione di vini più leggeri e profumati, con un buon grado alcolico e poco colorati: il rinomato *Asti Spumante* proviene proprio da terreni arenacei sciolti, mentre il *Teroldego Rotaliano* del Trentino viene coltivato su alluvioni grossolane, con elementi calcarei e dolomitici.

2.2. Le province geologiche della penisola italiana e la vitivinicoltura

La penisola italiana è un'area particolarmente interessante per la sua complessa evoluzione tettonica, che ha dato luogo a un territorio estremamente diversificato nei caratteri geologici, litologici e morfologici. La produzione vitivinicola nell'area italiana avviene in settori con un substrato geologico quasi sempre ben caratterizzato in termini di composizione mineralogica, petrografica e geochimica (Cita et al., 2004).

Dal punto di vista delle grandi province geologiche della penisola italiana è possibile distinguere le diverse zone sulla base delle caratteristiche dei litotipi principali presenti in affioramento.

Considerando l'area della Catena Appenninica, questa è costituita prevalentemente da depositi sedimentari mesozoici e terziari. I litotipi affioranti sono principalmente calcari, marne e arenarie, mentre sono estremamente rari e concentrati nelle depressioni strutturali i depositi costituiti da terre rosse e da materiale vulcanico.

L'area collinare della fascia adriatica è caratterizzata dalla presenza di un substrato costituito in grandissima prevalenza da rocce sedimentarie che rappresentano i depositi di riempimento dei bacini di avanfossa Neogenici e Quaternari. I terreni affioranti sono rappresentati soprattutto da arenarie e argille di ambiente marino. Nei fondovalle dei fiumi che tagliano trasversalmente la catena e le aree collinari, sono invece preponderanti i depositi continentali grossolani di origine alluvionale, particolarmente sviluppati lungo i versanti adriatici abruzzesi e marchigiani. In questo

quadro un'eccezione è costituita dall'area vulcanica del Monte Vulture sita tra Puglia e Basilicata e sede di una intensa coltivazione viticola.

I depositi argillosi e sabbiosi di origine marina sono anche molto sviluppati lungo tutto il margine tirrenico tosco-laziale, dove colmano le ampie depressioni strutturali neogeniche legate ai processi di apertura del Mar Tirreno. In questa stessa area, e in particolare lungo una fascia che si estende dalla Toscana meridionale sino alla zona vesuviana, affiorano estesamente i depositi legati all'attività quaternaria dei complessi vulcanici della *Provincia Magmatica Romana*. Si tratta di depositi prevalentemente piroclastici, di notevole spessore, che ricoprono un'ampia fascia collinare particolarmente fertile e sede di un'estesa coltivazione vitivinicola. Alla fascia vulcanica dell'area tirrenica sono da aggiungere i vulcani quaternari delle isole Eolie (nelle quali sono di particolare importanza per la produzione vinicola le isole di Lipari e Salina), Pantelleria e soprattutto l'Etna, sulle cui pendici si sviluppa un'importante produzione vinicola.

Per quanto scritto è evidente come la produzione vitivinicola italiana, seppure estesa su quasi tutto il territorio, presenti delle precise peculiarità geologiche che rendono lo studio dei rapporti tra geologia e vino di particolare interesse (Tommasini et al. 2011).

3. LA VITIVINICOLTURA NEL LAZIO

Il Lazio è attualmente la terza regione per numero di vini di qualità nel territorio italiano, dopo Piemonte e Toscana, contando su un totale di 1 area a D.O.C.G. e 26 a D.O.C., oltre a 4 I.G.T. (fig. 3.1), e analogamente a quanto avviene nel mercato vinicolo mondiale, anche nel Lazio la produzione si sta sempre più orientando verso i vini di pregio.



Figura 3.1 - Aree a D.O.C. e a D.O.C.G. del Lazio (in Colacicchi & Parotto, 2006).

Questo andamento è testimoniato da una serie di chiari indicatori, quali la significativa diminuzione della superficie vitata e il costante decremento della produzione annua totale (fig. 3.2).

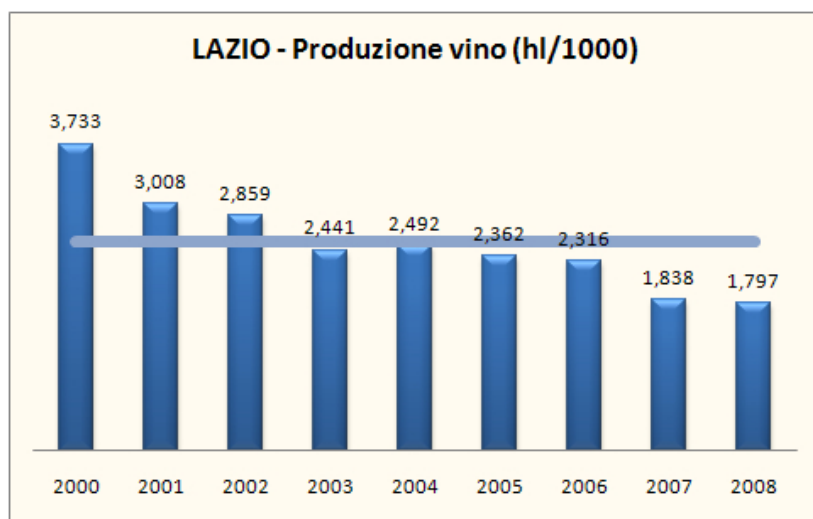


Figura 3.2 - Andamento della produzione di vino nel Lazio nel periodo 2000-2008 (<http://inumeridelvino.it/tag/lazio>).

Questa tendenza è confermata dal costante decremento della resa per ettaro, con un progressivo avvicinamento ai migliori standard nazionali ed internazionali (Fig. 3.3).

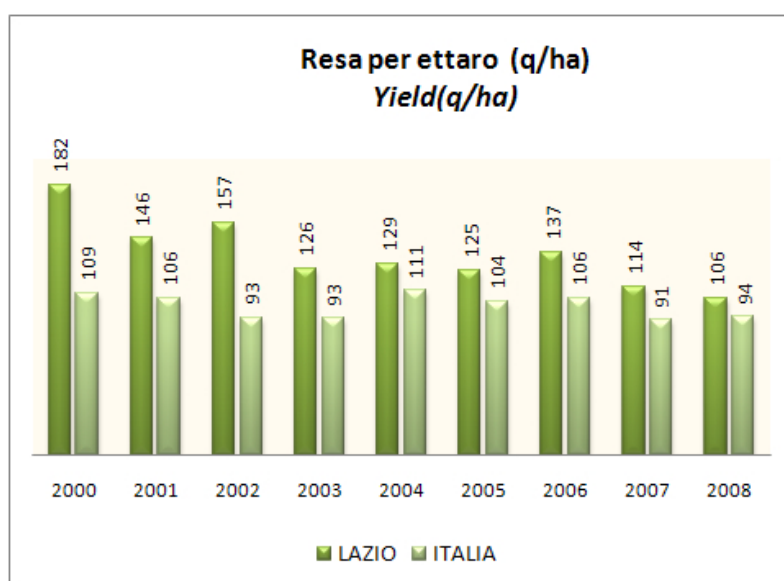


Figura 3.3 - Distribuzione temporale della resa per ettaro nel Lazio e suo confronto con quella del territorio italiano. Si noti il suo progressivo allineamento con la media nazionale (<http://inumeridelvino.it/tag/lazio>).

Il risultato è quindi un crescente peso delle produzioni DOC/DOCG e IGT (fig. 3.4) che testimoniano la costante tendenza delle aziende laziali verso la produzione di vini di qualità che siano competitivi con i migliori prodotti nazionali ed esteri.

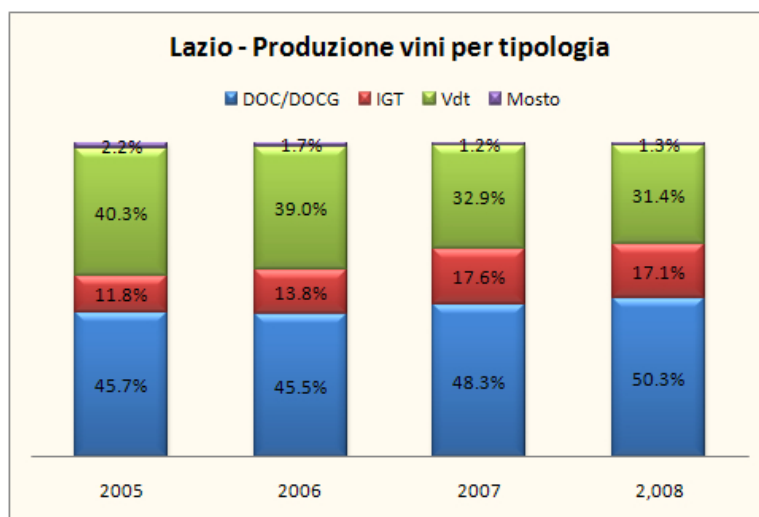


Figura 3.4 - Distribuzione percentuali delle tipologie di vini prodotte nel Lazio (<http://inumeridelvino.it/tag/lazio>).

Allo stato attuale l'abbondanza di vini di qualità nel Lazio non trova tuttavia un'adeguata ricaduta socio-economica, sia per quanto riguarda gli aspetti legati alla penetrazione sul mercato e alla commercializzazione dei vini sia per l'esistenza di una sostanziale subalternità dei *brand* laziali rispetto ai ben più conosciuti prodotti di altre aree del territorio italiano. Una delle ragioni di questa debolezza dei vini di qualità laziali risiede anche nella loro scarsa identità geografica e varietale. Questo aspetto è particolarmente importante perché in molti consumatori il legame tra qualità e identità geografica viene considerato sinonimo di qualità, tanto che il prestigio associato al nome e alla provenienza dei vini spesso prevale sulla loro effettiva qualità, definita sui normali criteri di gusto e sensorialità (Jackson, 2008). Per questi motivi tanto più l'industria del vino si muove verso prodotti di pregio, tanto più è necessario rassicurare i consumatori sull'autenticità e provenienza geografica del prodotto.

3.1 La vitivinicoltura nell'area a D.O.C. Cesanese

3.1.1 Cenni storici

In Italia centrale un grande contributo all'espansione della vite fu dato dalla civiltà Etrusca, la cui viticoltura presentava caratteri molto diversi da quella greca: la vite etrusca primitiva veniva appoggiata a tutori vivi, quali i pioppi, gli aceri e gli olmi; la potatura era scarsa, saltuaria, e la vite era spesso in coltura promiscua associata a cereali, olivi o altre coltivazioni, mentre la vite greca veniva allevata ad alberello e potata, sostenuta con tutori morti e coltivata in coltura specializzata.

Queste differenze fanno pensare che la viticoltura etrusca derivi dall'osservazione diretta delle caratteristiche naturali della vite selvatica che si arrampicava liberamente sui vicini alberi ad alto fusto (Colacicchi & Parotto, 2006).

I piaceri del vino etrusco furono cantati da poeti antichi, quali Virgilio, che celebra la ricca terra dell'Etruria in un passo delle Georgiche:

*“Salve, grande genitrice di messi, terra Saturnia, grande madre di eroi.
Ma il suolo grasso e ricco di fecondi umori e il campo coperto d'erba, fertile e ubertoso...
Ti offriranno un giorno viti rigogliose e fluenti di molto Bacco...”*
(Georg. II, 173)

Successivamente con la romanizzazione dell'Etruria la viticoltura si sviluppò in modo tale da indurre Catone il Censore (234-149 a.C.) a suggerire, come buona abitudine nell'acquisto di un podere, di dare importanza prioritaria alla vite e quindi, prima dell'olivo, alla coltivazione dei salici per produrre i vimini necessari per le legature dei tralci.

In epoca romana la coltivazione della vite seguiva tecniche sia di origine greca sia di provenienza etrusca. Il Lazio per la sua posizione geografica, rappresentò l'ideale linea di congiunzione tra i due modi di allevamento.

A queste si affiancarono nuove tecniche di selezione delle uve (a seconda che fosse impiegata per il consumo da tavola, per la produzione di vino di buona qualità, o per un vino mediocre destinato agli schiavi) e migliori pratiche di raccolta, invecchiamento e trattamento del mosto per migliorarne la qualità (www.vinilazio.org). Il progresso tecnico vitivinicolo fu illustrato e favorito anche da un'ampia letteratura: Plinio il Vecchio per esempio, nel suo trattato scientifico *Naturalis Historia*, enfatizza l'importanza di adeguare la varietà di vitigno al terreno e al clima della zona di impianto; criteri moderni entrati nel modo di pensare dei viticoltori nell'ultimo secolo (Colacicchi & Parotto, 2006). Nello stesso tempo i romani furono i primi a regolare giuridicamente la coltivazione dei vigneti tramite l'emanazione di numerosi editti a protezione delle vigne della penisola, e pene severe erano previste per chi abbandonasse le piantagioni di viti. Con l'espansione dell'Impero Romano il vino si diffuse nelle province che venivano man mano conquistate. Di fatto i romani più di ogni altro popolo hanno diffuso la viticoltura nel Mediterraneo e in tutte le regioni in cui hanno dominato.

I territori di Affile, Olevano Romano, Piglio e dintorni erano già abitati dall'anno 1000 a.C. da Equi ed Ernici, popolazioni italiche che “condivisero” la regione con gli Etruschi. Secondo le testimonianze di antichi scrittori, gli Ernici erano un popolo di agricoltori e il territorio era pingue e ricco di messi.

Questi territori divennero poi colonia romana nel 306 a.C. e subirono una netta trasformazione, a partire dalla suddivisione del territorio in piccoli appezzamenti.

Il termine “*Cesane*” fu coniato proprio in questo periodo. Già dai tempi antichi il vitigno era impiantato in aree collinari che all'occorrenza venivano disboscate; sarebbe quindi il vino prodotto nelle “*caesae*”, i “*luoghi dagli alberi tagliati*”. Inoltre non bisogna dimenticare la vicinanza della zona con le vie consolari Casilina e Latina, utilizzate all'epoca romana per il commercio di prodotti alimentari provenienti dal sud tra i quali anche il vino.

Grande importanza rivestiva il Cesanese fin dai tempi degli imperatori Nerone e Traiano, che vollero avere una residenza in questi luoghi, ma non meno l'ebbe nei secoli a venire, quando nel Medioevo era ricercato presso nobili signori e prelati ecclesiastici che lo avevano apprezzato nei vicini monasteri benedettini.

Con la caduta dell'Impero Romano e la grande crisi demografica del Medioevo, lo sviluppo della viticoltura si deve in gran parte ai conventi, diventati in seguito veri e propri centri vitivinicoli, ove i monaci già si dedicavano alla nobile arte del vino, poiché elemento sacro e indispensabile per la celebrazione della messa. Dopo l'anno Mille, l'iniziale severo regime alimentare che regola i pasti all'interno dei conventi, subisce un radicale cambiamento: crescono i patrimoni da gestire soprattutto a seguito d'imponenti lasciti testamentari, le proprietà si espandono e tutto ciò allontana i monaci dalla dimensione di una vita semplice e frugale. Il vino diventa sempre più sinonimo di ricchezza e prestigio, ma allo stesso tempo il potere clericale del vino divenne oggetto di scherno dal popolo costretto alla sua astinenza (www.vinilazio.org).

La pratica della viticoltura inizia quindi a migrare seguendo lo sviluppo e l'espansione della religione cristiana. Ancora oggi, le aree di maggior coltivazione della vite e di maggior consumo del vino corrispondono alle aree geografiche in cui si è avuta una maggiore espansione e penetrazione del cristianesimo (Colacicchi & Parotto, 2006).

Il passaggio dal periodo romano all'alto Medioevo è scarsamente documentato; è certa comunque la presenza di una comunità cristiana nell'area delle città di Anagni e Paliano. Alcuni documenti dell'epoca testimoniano l'appartenenza delle città della valle del fiume Sacco ai possedimenti del convento benedettino di Subiaco, sotto i quali rimasero per tutto il Medioevo.

Sino a tutto il Rinascimento, queste città vissero in prima persona le lotte politiche tra la corte papale e le ricche famiglie feudali. In particolare i Colonna furono una delle più importanti signorie che controllarono tali aree (www.piglioonline.it). Il vino Cesanese quindi, da genere destinato all'alimentazione e agli usi liturgici, diventa un bene ricercato, moneta di scambio e fonte di ricchezza per produttori e commercianti. Tra la fine del basso Medioevo e il Rinascimento iniziò infatti lo sviluppo della viticoltura "borghese". I ceti arricchiti con l'artigianato e il commercio investirono le loro risorse finanziarie nella viticoltura, mentre la maggiore sicurezza nelle campagne e la diffusione della mezzadria stabilizzarono i contadini sulla terra, consentendo la coltivazione di specie arboree a lungo ciclo biologico, come la vite. La viticoltura fu favorita inoltre dallo sviluppo di un'ampia produzione artistica e letteraria dedicata alla vite. Moltissimi artisti dell'epoca, fini degustatori della nobile bevanda, posero la vite come soggetto principale delle loro opere: Michelangelo, che nella Cappella Sistina dipingerà la colossale sbornia di Noè; Caravaggio, autore di "Bacco adolescente", in cui l'uva viene esaltata in una lussuosa rappresentazione; Luca Signorelli, che accetterà di affrescare il Duomo di Orvieto a patto che sul contratto, accanto alla retribuzione, siano aggiunti due boccali di buon vino (www.vinilazio.org).

E' di questo periodo anche Sante Lancerio, storico e geografo ma soprattutto “bottigliere” di Papa Paolo III, pontefice romano che regnò dal 1534 al 1559. Lancerio seguiva il Papa in tutti i suoi viaggi, selezionando i vini da servire in tavola dopo averne accertato la qualità.

Della sua ricerca ci ha lasciato un libretto intitolato “I vini d'Italia”, considerato il primo testo della letteratura vitivinicola italiana, in cui si analizza gusto e retrogusto, aspetto e profumo, elementi indispensabili da considerare prima di bere un vino, assieme a stato d'animo, circostanze e periodo dell'anno. Peccato però che all'interno di questa lista, che comprende ben 53 vini, il Cesanese non goda di un ottima reputazione, Lancerio scrive infatti dei “vini dei Colonesi”, provenienti da Olevano Romano e dintorni: “...*Sua Santità non ne beveva di nessuno perché certo et per esperienza sono vini cotti et arrosti et arsi et grassi. Sicchè sono vini da lasciarsi alli contadini*” (www.informatoreagrario.it).

Nel '600 il Cesanese veniva indicato come “vino romanesco”, cioè che arrivava dalle campagne romane e, come questi, era un vino legato alla tradizione contadina e rurale, amabile o dolce e poco pregevole per il fine palato dei nobili degustatori dell'epoca.

E' solo nell'ottocento che il vino di Olevano Romano si è conquistato la sua meritata “gloria” quando queste zone divennero meta prescelta di poeti, scrittori e soprattutto pittori europei (tra i quali J.A. Koch, J.B.C. Corot, C. Rottman, T.C. Aligny, J.J. Faber e H. Reinhold) che, oltre ad essere attirati dai meravigliosi paesaggi ispiratori per i loro dipinti, avevano la possibilità di godere della buona tavola locale. Il pittore sentimentale Scheffel così scrive nel suo “Commiato da Olevano”:

“... perché al bello è strettamente legato il buono, quando rigusterò qui, in questa tavola simili maccheroni, simili polli, simili piccioni, simili frittture e simile uva? E inoltre quando estinguerò per discrezione l'indiscreta quantità di vino rosso sannitico?” (www.informatoreagrario.it).

Il vino Cesanese nasce e si trasforma quindi dall'evoluzione di culture antichissime: arrivato fino a noi grazie al forte contributo etrusco e romano nel Lazio, sopravvissuto alla grande crisi del Medioevo, criticato dal nobile palato ecclesiastico, ed amato dai sognanti pittori rinascimentali e romantici.

Mengarini e Mancini introducono, alla fine dell'800 la distinzione tra le sottovarietà dei vitigni “Cesanese di Affile” (detto dal Mancini “Affile” o “Piglio”) e “Cesanese Comune”, quest'ultimo caratterizzato da un acino di maggiori dimensioni rispetto al primo. La distinzione ampelografica seguiva l'area di coltivazione: l'area collinare del complesso vulcanico dei Castelli Romani per il “Comune”, una parte dell'alto frusinate per la varietà “Affile” o “Piglio”.

Nel lavoro di Mancini del 1888, “Il Lazio viticolo e vinicolo” il vitigno del Cesanese “che potrebbe dirsi il Pinot del Lazio ”è diffuso nell'area tra Paliano, Piglio e Anagni” ed è “educato ad albero”, “riesce a meraviglia in tutta la plaga vitifera del circondario di Frosinone”, “matura le sue uve sui

primi di ottobre”, presenta *“uve che hanno buccia talmente coriacea da resistere a qualunque intemperie”* e *“vinificato a dovere, da vino che poco o nulla lascia a desiderare”*.

L'agronomo Bottini nel suo studio sul “Cesanese del Piglio” del 1938 (www.coletticonti.it) sottolineò come i depositi ove è più diffusa la viticoltura (tra gli abitati di Piglio, Serrone, Paliano, Anagni ed Acuto) fossero distinguibili in tre tipologie per colore, consistenza e composizione chimica: i tufi terrosi, facilmente sgretolabili, color rossastro-ruggine, il tufo pozzolanico molto consistente e di colore grigiastro e le arenarie consistenti e di colore giallastro pallido. Nello stesso studio i terreni di color rossastro sono indicati come i più diffusi mentre dal punto di vista agrario i tipi di depositi si possono ricondurre a due fondamentali: terreni vulcanici ben provvisti di tutti gli elementi nutritivi e con ottimo equilibrio fra i vari elementi e terreni arenacei ben provvisti di basi nutritive ma scarseggianti di anidride fosforica.

Le secolari sperimentazioni empiriche contadine suggerivano una migliore qualità del Cesanese Comune coltivato sui terreni vulcanici dei Castelli Romani e la superiorità indiscussa del Cesanese di Affile sui terreni meno fertili derivati da calcari e arenarie della zona di Piglio, Olevano Romano e zone circostanti (Garofalo, 1998).

La grave infezione della fillossera alla fine dell'ottocento e l'istituzione delle D.O.C. negli anni '60 del secolo scorso hanno provocato una vera e propria rivoluzione della tradizionale base ampelografica laziale; fino agli anni '60 infatti, la coltivazione della vite e la vinificazione del Cesanese erano svolte da piccole imprese e da agricoltori che producevano per un uso proprio o locale.

Solo nel 1960 si assiste ad una fase più strutturata di produzione e commercializzazione del prodotto. Nel 1973 viene riconosciuta la Denominazione di Origine Controllata (D.O.C.) al Cesanese del Piglio, al Cesanese di Affile ed a quello di Olevano Romano.

Per il solo Cesanese del Piglio, unico vino laziale, si avrà nel 2008 il riconoscimento della Denominazione di Origine Controllata e Garantita.

3.1.2 Cesanese D.O.C.

L'area di produzione del vino Cesanese D.O.C. si trova nell'alta valle del Fiume Sacco, comprendente le propaggini nord occidentali dei Monti Ernici e della piccola dorsale dei Monti Affilani, che scendono con pendii via via meno ripidi fino alla pianura blandamente ondulata della Valle Latina.

Il settore più rilevato, con alcune cime che superano i 1000 metri di altezza, è costituito da calcari, diffusamente modellati dall'erosione carsica; in questo settore le vigne sono impiantate su lembi di terra rossa o su fasce di accumulo di detriti calcarei e di terra rossa al piede di alcuni versanti. Altri vigneti sfruttano limitati lembi di terreni marnoso-argillosi interposti tra i calcari e le arenarie; queste ultime formano i rilievi collinari di quote minori e che, a partire da 400 metri di quota in giù, sono

ricoperti da spessori crescenti di depositi vulcanici provenienti dal Vulcano Laziale, e sono proprio i suoli bruno-rossastri derivati dall'alterazione delle piroclastiti che ospitano estesi vigneti.

I vitigni impiegati sono il *Cesanese comune* e il *Cesanese d'Affile* (un clone locale derivato dal precedente). Secondo i disciplinari di produzione per i vini a D.O.C. "Cesanese di Affile" e "Cesanese di Olevano Romano" è ammesso fino al 10% di altri vitigni neri (Sangiovese, Montepulciano, Barbera) o anche bianchi (Trebiano toscano, Bombino bianco), mentre il disciplinare di produzione per il vino a D.O.C.G. "Cesanese del Piglio" si ammette che questo vino sia ottenuto dalle uve prodotte dai vigneti aventi, nell'ambito aziendale, la seguente composizione ampelografica: Cesanese di Affile e/o Cesanese comune 90% minimo, vitigni complementari, «idonei alla coltivazione» per la regione Lazio a bacca rossa per non più del 10%.

I vini a D.O.C. "Cesanese di Affile" e "Cesanese di Olevano Romano" all'atto dell'immissione al consumo, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- colore: rosso rubino tendente al granato con l'invecchiamento;
- odore: delicato, caratteristico del vitigno di base;
- sapore: morbido, leggermente amarognolo, "Secco" e "asciutto" nei tipi aventi un contenuto massimo in zuccheri residui dell'1%; "amabile" nei tipi con contenuto in zuccheri residui compresi tra l'1,1%, e il 3,5%, "dolce" nei tipi con contenuto in zuccheri residui superiore al 3,5% e una gradazione alcolica minima svolta non inferiore a gradi 10;
- gradazione alcolica minima complessiva: gradi 12;
- acidità totale minima: 5,5 per mille;
- estratto secco netto minimo: 22 per mille.

Il vino a D.O.C.G. "Cesanese del Piglio" o "Piglio" all'atto dell'immissione al consumo, deve rispondere alle seguenti caratteristiche:

- colore: rosso rubino con riflessi violacei;
- odore: caratteristico del vitigno di base;
- sapore: morbido, leggermente amarognolo, secco;
- titolo alcolometrico volumico totale minimo: 12,00% vol;
- acidità totale minima: 4,5 g/l;
- estratto non riduttore minimo: 22 g/l;

La tipologia: "Piglio Superiore" deve avere le seguenti caratteristiche:

- colore: rosso rubino, tendente al granato con l'invecchiamento;
- odore: intenso, ampio, con note floreali e fruttate;
- sapore: secco, armonico, di buona struttura, con retrogusto gradevolmente amarognolo;
- titolo alcolometrico volumico totale minimo: 13,00% vol;
- acidità totale minima: 4,5 g/l;
- estratto non riduttore minimo: 24 g/l.

Tale tipologia sottoposto ad un periodo di invecchiamento non inferiore a 20 mesi, di cui 6 mesi di affinamento in bottiglia e con un titolo alcolometrico volumico totale minimo di 14,00% Vol., può fregiarsi della menzione aggiuntiva “Riserva”.

3.1.3 Studi recenti sul Cesanese a D.O.C.

Il vitigno “Cesanese di Affile” rappresenta una delle poche varietà autoctone del Lazio potenzialmente in grado di produrre vini rossi di qualità (Garofolo et al., 1998).

Un’indagine sperimentale volta alla caratterizzazione dei vini Cesanese a D.O.C. a base prevalente di *Cesanese di Affile* è stata condotta a partire dai primi anni ‘80 (Garofolo, Moretti, 1986). Secondo quest’indagine il vino Cesanese è in genere di colore rosso rubino, di gusto mediamente tannico, con un’attitudine prevalente all’invecchiamento breve; inoltre il livello qualitativo dei vini Cesanese ottenibile dai vigneti delle zone a D.O.C. raggiunge punte di eccellenza, ma questi risultati non sono sempre ripetibili a causa della discreta sensibilità del vitigno agli andamenti climatici stagionali; ciò si esplica in saltuarie carenze nella biosintesi polifenolica soprattutto antocianica, con conseguente minore idoneità dei vini all’invecchiamento oltre un anno, oppure in acidità fisse (maggiori nei vini prodotti con uve *Cesanese Comune* rispetto ai vini prodotti con uve *Cesanese di Affile*) non sempre adeguate all’equilibrio chimico-fisico ed organolettico (Garofalo et al., 2001). A ciò si aggiunge il fatto che le zone in cui si produce il Cesanese non sono pedologicamente omogenee e pertanto ciò influisce sul diverso accumulo degli antociani e di altri composti di interesse enologico nelle uve (Garofolo et al., 1996); pertanto i produttori di Cesanese hanno spesso utilizzato in passato uve a forte dotazione antocianica come migliorativi generici e integratori di colore.

Secondo uno studio del 2001 (GAL Monti prenestini - Progetto di caratterizzazione del territorio del “Cesanese” nei comuni di Olevano Romano, Genazzano, Serrone e Piglio) la viticoltura del Cesanese è in forte regressione, con un abbandono della superficie vitata del 30% rispetto al 1980 e conseguente degrado territoriale e paesaggistico; gli appezzamenti vitati sono frammentati e questo crea problemi di gestione dei vigneti in un’ottica economica. L’ambiente di coltivazione evidenzia alcune importanti differenze per quanto riguarda la morfologia che condiziona le esposizioni e le pendenze dei versanti e le altitudini: in questo senso sono da “privilegiare i siti con esposizione a sud, sud-ovest e ovest e quote non troppo elevate”. Per quanto riguarda la densità d’impianto, per il Cesanese lo studio consiglia dalle 4000 alle 6000 piante per ettaro e tra le forme di allevamento il *cordone speronato* (fig. 3.5), che si presta a produzioni di qualità a causa del contenuto sviluppo vegetativo e al buon equilibrio vegeto-produttivo e alla meccanizzazione integrale delle operazioni colturali, e il *guyot*, adatto ai terreni a scarsa fertilità è più siccitosi, ove la vite presenta uno sviluppo contenuto. Inoltre, lo studio delle cinetiche dei processi di maturazione delle uve evidenzia che esistono importanti differenze nei processi di accumulo degli zuccheri

legate alle condizioni del sito di coltivazione e a quelle colturali dei vigneti esaminati e che la maturazione del Cesanese non sempre raggiunge gradazioni zuccherine ottimali per delle uve destinate a vini rossi di pregio; per tali motivi è importante migliorare le tecniche colturali in modo da ottimizzare l'attività fotosintetica della vite migliorando la quantità e la qualità della parete vegetale.



Figura 3.5 - Il cordone speronato.

Negli ultimi anni sono state realizzate prove di diversificazione delle tipologie tradizionali di vini a base di Cesanese; alcune di queste hanno dato risultati incoraggianti e riguardano in particolare l'elaborazione di vini di pronto consumo (mediante macerazione carbonica delle uve) e la produzione di vini spumanti, secchi ed amabili. Tra le altre è stata applicata una tecnica, basata sull'appassimento, mediante taglio, di circa il 30% delle uve vendemmiabili, denominata DMR (Doppia Maturazione Ragionata), che dimostra di essere in grado di diversificare ad alto livello la struttura olfattiva e gustativa dei vini, ma anche di sostenere e rafforzare il patrimonio acidico e polifenolico con risultati di notevole interesse (Garofolo, 1998). Anche attraverso un'altra tecnica che prevede il taglio ottimale dopo circa 2-3 settimane dall'invasatura (ovvero quando le uve hanno pH=3.1 circa e zuccheri intorno al 15%), si possono ottenere vini di notevole livello, sensibilmente diversi da quelli tradizionali e quindi accessibili a categorie diverse di consumatori.

Attualmente, parallelamente a quanto avviene nel mercato vinicolo del Lazio, la produzione nell'area a D.O.C. Cesanese è sempre più orientata verso i vini di qualità, con un crescente

aumento delle produzioni a D.O.C. e D.O.C.G., che negli ultimi anni hanno ricevuto numerosi riconoscimenti.

Pierluca Proietti, presidente della *Strada del Vino Cesanese*, intervenendo al Vinitaly 2011 (la più grande fiera Italiana dedicata al settore vinicolo) ha dichiarato che “alla fine degli anni 80 vi erano solamente quattro produttori di vino, oggi ve ne sono 40 e tra queste anche piccole aziende con un ettaro e mezzo di vigna, che sono una preziosa eccellenza”.

La *Strada del Vino Cesanese* è stata costituita nel 2006 con “l’obiettivo di rafforzare la cultura della qualità dell’accoglienza e dell’ospitalità, valorizzando le peculiarità enologiche, gastronomiche, storiche ed ambientali presenti nell’ambito della *Strada del Vino Cesanese*; tale progetto organizza e coordina il lavoro di promozione dei singoli soci, che devono avere alcuni requisiti e standard qualitativi; tra i soci vi sono principalmente aziende vitivinicole, singole o associate, aziende agrituristiche, enoteche, aziende olivicole ecc.. Oggi, grazie anche a queste volenterose realtà associative il vino Cesanese sta assumendo sempre più un ruolo di primo piano nel panorama vinicolo italiano.

4. STUDI DI ZONAZIONE VITICOLA

4.1 Introduzione

Il territorio ove un vitigno è coltivato, con le sue caratteristiche, il suo *Terroir*, definito come “*le condizioni naturali che influenzano la biologia della vite e la composizione dell’uva*” (H. Johnson), assume grande importanza per la definizione della qualità del vino e per la caratterizzazione e tipizzazione geografica dello stesso; non a caso le categorie dei vini a D.O.C. (Denominazione d’Origine Controllata) e a D.O.C.G. (Denominazione d’Origine Controllata e Garantita) comprendono vini prodotti in determinate aree geografiche e nella procedura per l’ottenimento della denominazione d’origine è prevista anche una relazione geologica di dettaglio.

La qualità di un vino dipende da quattro fattori principali (tab. 4.1) rappresentati dal clima, dalle condizioni geo-pedologiche e topografiche, dal tipo di vitigno e dall’uomo (attraverso la scelta delle tecniche viticole e di vinificazione).

VITIGNO	CLIMA
Tipo di vigneto Portinnesto	Temperature Piovosità Illuminazione Venti Regime idrico
SUBSTRATO, SUOLO e TOPOGRAFIA	UOMO
Litologia Composizione mineralogica Tessitura Granulometria Profondità Spessore Pendenza Esposizione Altitudine	Densità d’impianto Forma di allevamento Potatura produzione Irrigazione e concimazione Epoca e modalità di vendemmia Tecniche di vinificazione Invecchiamento e affinamento

Tabella 4.1 - I principali fattori naturali e umani che influenzano la qualità del vino (in Fregoni, 1998).

Lo studio dei molteplici fattori che legano il vitigno all'ambiente consentendogli di esprimere le proprie potenzialità genetiche avviene grazie ad una metodologia chiamata *zonazione viticola*.

Per *zonazione* si intende la suddivisione di un territorio in aree omogenee per caratteristiche geopedologiche, topografiche e climatiche che sono in grado di influenzare la risposta colturale (Costantini & Buccelli, 2008).

Uno studio di zonazione viticola si realizza dunque attraverso parametri, geologici, pedologici, climatici e biologici e richiede l'apporto di diverse figure professionali per individuare e descrivere i fattori ambientali e colturali che influiscono sulla qualità dell'uva e del vino, per realizzare carte vocazionali nelle quali sono indicati, per ogni porzione di territorio, i vitigni, e gli obiettivi vinicoli più appropriati, per ottimizzare le scelte della viticoltura (tecniche d'impianto e colturali) al fine di esaltare la tipicità della denominazione d'origine.

Le macrozonazioni delimitano e classificano ampie zone viticole (e possono definire sottozone e *cru*), le microzonazioni considerano piccole porzioni di aree viticole e singole aziende; a seconda della scala di indagine, diverse saranno le finalità e diversi saranno i parametri utilizzati.

I primi fruitori dei risultati di questi studi sono i viticoltori, in quanto la zonazione permette una scelta più appropriata nella fase di impianto del vigneto. Lo studio del *terroir* e del suo legame con la vite e il vino permette di avere una conoscenza più approfondita della variabilità espressa da un territorio in termini di produttività dei singoli vitigni, di vigoria e capacità vegetativa, di sviluppo delle fasi fenologiche, e dunque di intervenire con i giusti interventi agronomici (potature verdi, gestione del suolo, scelta di portinnesti) e fertilizzazioni.

Negli studi di zonazione viticola assume notevole importanza l'informazione e la divulgazione dei risultati e il confronto con i potenziali fruitori, in questo modo la zonazione viticola assume la sua rilevanza: quello di essere realmente utilizzabile e condivisibile per poter migliorare le scelte tecniche e produrre vini di migliore qualità.

La zonazione dunque può rappresentare uno strumento fondamentale per la valorizzazione di un territorio inteso come spazio fisico e spazio antropico con la sua storia e cultura, quindi un importante strumento per la gestione e la programmazione dello sviluppo e promozione di una determinata area vitata.

4.2. Metodologia della zonazione viticola

Uno studio di zonazione viticola comprende l'analisi del substrato, del suolo, della topografia, del clima e dell'interazione vitigno-ambiente geo-pedoclimatico (tabella 4.2).

Il substrato e il suolo determinano l'originalità e la tipicità del vino, di fatto alcuni vini si ottengono in determinate aree con specifiche caratteristiche geo-pedologiche e non sono riproducibili con il trasferimento del vitigno; di questi due elementi, le caratteristiche più importanti da considerare sono: la natura litologica del substrato, la tessitura del suolo (che influenza la penetrazione delle radici e il rifornimento idrico e minerale della pianta) e la profondità esplorabile dalle radici, la permeabilità del suolo, il suo pH, la % di sostanza organica, il contenuto di calcare attivo, la capacità di scambio cationico, il contenuto di macro e microelementi ecc..

Importante è inoltre la conoscenza della fisiografia di un'area viticola: pendenza, esposizione del versante e altitudine sono fattori che influiscono sui livelli termici, sulle escursioni notte/giorno, sulle ore d'insolazione, sui movimenti di massa d'acqua, sulle precipitazioni, sulle pratiche agrarie ecc..

La conoscenza della distribuzione dei diversi litotipi del substrato e dei suoli e la conoscenza della fisiografia di un'area permette di pianificare le politiche di produzione attraverso la costruzione di carte tematiche opportune e di individuare aree omogenee per caratteristiche geo-pedologiche e topografiche.

Per quanto riguarda la caratterizzazione climatica del territorio occorre individuare le stazioni meteorologiche presenti nell'area d'interesse e raccogliere ed analizzare i dati pluriennali termometrici, pluviometrici, dell'umidità della aria, del vento, della radiazione solare ecc..

Il clima ha una notevole influenza sull'andamento delle diverse fasi fenologiche del ciclo vitale della pianta, sul contenuto degli zuccheri, sull'acidità totale, sul pH, sul contenuto di acido tartarico e malico, sul contenuto in antociani e polifenoli, sugli aromi ecc.. In generale nelle aree a clima temperato freddo si producono vini poco alcolici, più acidi e aromatici, mentre in quelle a clima temperato caldo sono favoriti gli zuccheri, l'acidità è ridotta (il pH cresce soprattutto nei suoli ricchi in K) e i polifenoli si ossidano; inoltre, la siccità incrementa i tannini.

L'elaborazione dei dati termo-pluviometrici consente di determinare alcuni indici bioclimatici viticoli che consentono di differenziare le aree viticole, anche in relazione agli obiettivi vitivincoli da perseguire.

Lo studio del sistema biologico identifica i vitigni che meglio si possono adattare a determinate condizioni climatico-territoriali; alcuni vitigni di fatto sono più adattabili a diverse condizioni ambientali altri soffrono il cambiamento delle stesse. In uno studio d'identificazione delle aree più adatte alla viticoltura è importante considerare i vitigni già storicamente impiantati, sui quali si potrebbe sviluppare un programma di miglioramento genetico.

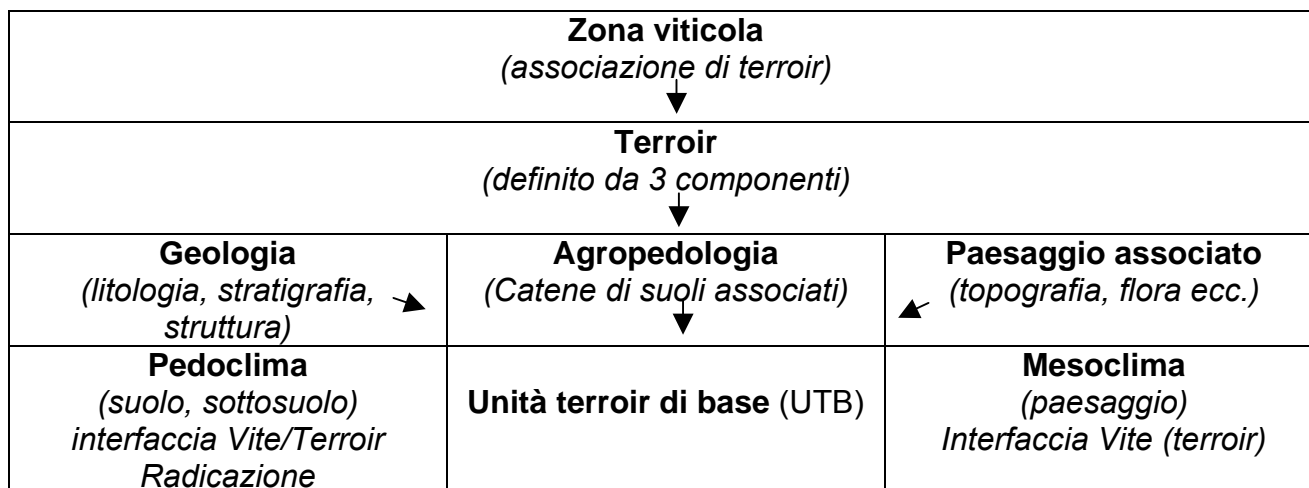


Figura 4.1 - Zonazione dei terroir (Morlat, 1998).

4.3. La zonazione viticola in Italia

In Italia, negli anni '80, si è registrato un notevole incremento delle ricerche che hanno considerato la metodologia della zonazione al fine di verificare la vocazione, l'attitudine di un territorio alla produzione vitivinicola (fig.4.2): uno studio di zonazione basato sulla composizione chimico fisica del suolo è stata eseguita nelle aree vitate della Franciacorta e della Valtenesi e nel territorio comunale di Canneto Pavese con il fine di individuare condizioni pedologiche limitanti (Fregoni e Bavaresco, 1985), mentre per la provincia di Venezia (Fregoni *et al.*, 1988) viene realizzata una carta geopedologica della zona a D.O.C. di Lison-Pramaggiore; in Toscana Lulli *et al.* (1989) compiono studi per l'individuazione di terreni idonei alla produzione della *Vernaccia di San Gimignano*.

A partire dai primi anni '90 gli studi di zonazione viticola hanno avuto un approccio sempre più multidisciplinare, considerando le componenti del substrato, del suolo e del clima sull'espressione qualitativa dei prodotti. Studi di questo tipo sono stati realizzati in molte regioni: in Lombardia nell'Oltrepò Pavese (Scienza *et al.*, 1990; Fregoni *et al.*, 1992), in Franciacorta (Panont *et al.*, 1999; Scienza *et al.*, 1999; Chiesa *et al.*, 2006) e in Valtellina (Murada *et al.*, 2006), in Toscana nell'area di Bolgheri (Bogoni *et al.*, 1999), in provincia di Arezzo (Scienza *et al.*, 2003; Toninato *et al.*, 2006) e nei comuni di Vinci e Cerreto Guidi (Cricco e Toninato, 2004; Toninato *et al.*, 2005), in Piemonte (2001; Schubert *et al.*, 2003), nelle aree di produzione del *Barolo* e del *Barbera d'Asti* (Boni, 2006), in Veneto (AA.VV., 2001), in Val d'Alba (Failla *et al.*, 1998; Failla *et al.*, 1999), nel territorio di Soave, uno dei distretti vinicoli più importanti d'Italia (Calò *et al.*, 2002; Bencioli *et al.*, 2006), in Trentino (Falcetti *et al.*, 1997) nella zona di produzione del vino *Marzemino* (Falcetti *et al.*, 1999), in Vallagarina (Porro *et al.*, 2002) e in Umbria (Gregori, 2006).

In Toscana, oltre agli studi citati, è stato realizzato una zonazione che ha valutato la vocazione alla viticoltura dell'areale di produzione del *Vino Nobile di Montepulciano* (Costantini *et al.*, 1996).

Lo studio ha dimostrato che le proprietà fisico-idrologiche del suolo possono essere influenti riguardo la risposta fenologica delle colture e il loro risultato produttivo, quantitativo e qualitativo.

Nella stessa regione è stato condotto lo studio di zonazione viticola ed olivicola della provincia di Siena (Costantini *et al.*, 2006): si tratta della più grande zonazione realizzata in Italia (ha interessato un'area di circa 3.820 km²) e ha visto la realizzazione di un G.I.S. in cui sono stati raccolti tematismi di carattere topografico, geologico, geomorfologico, di uso del suolo; la cartografia prodotta mostra la distribuzione delle aree a diversa attitudine, su base probabilistica, alla viticoltura e alla olivicoltura.

L'Emilia-Romagna è sicuramente una delle regioni che più si sono dedicate allo studio dei legami tra il sottosuolo, il suolo e qualità del vino; in tale regione il Servizio di Sviluppo del Sistema Agro-alimentare, con la collaborazione di vari enti tra cui il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e il Servizio Meteorologico di ARPA ha realizzato diversi progetti di zonazione viticola che hanno interessato ormai tutte le zone a D.O.C. (Scotti, 2006).

In Friuli l'ERSA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo Rurale) sta realizzando un programma di studi relativi alla zonazione viticola dei comprensori a D.O.C. regionali. Al momento sono state realizzate le carte di vocazione viticola delle zone a D.O.C. "Isonzo del Friuli", "Friuli Grave", "Collio"; tali carte, risultato di studi compiuti da geologi, pedologi ed agronomi, individuano diverse unità vocazionali caratterizzate da uno specifico ambiente (climatico, geologico, morfologico) e dalla presenza di un tipo di suolo dominante (Colugnati e Michelutti, 1998; Michelutti *et al.*, 2006).

Al centro sud della penisola questo tipo di studi si stanno diffondendo solo negli ultimi anni. Recentemente nel Lazio, nell'area del Frascati D.O.C., è stata sperimentata una metodologia di zonazione che combina l'uso di tecniche di *Remote Sensing* e l'uso del G.I.S. (Loret *et al.*, 2007).

In Sardegna la zonazione vitivinicola del "Cannonau" Doc di Jerzu (www.sardegnaagricoltura.it) ha consentito l'individuazione di macrozone evidenziando, per ciascuna, l'influenza del suolo e del clima; inoltre la caratterizzazione delle zone, effettuata attraverso rilievi fenologici ed agronomici, ha messo in luce aspetti riguardanti l'accumulo delle sostanze coloranti e il legame fra i composti aromatici e le escursioni termiche. In Abruzzo Pisante *et al.* (2009) conducono studi di zonazione nel territorio del "Montepulciano d'Abruzzo", in Basilicata è stato realizzato uno studio preliminare della D.O.C. "Aglianico del Vulture" (Caputo *et al.*, 2006) in cui si evince lo stretto legame tra qualità delle uve, gli aspetti geo-pedologici e le caratteristiche topografiche (esposizione, pendenza e altitudine). Infine, si segnala la zonazione viticola del "Cirò" D.O.C. in Calabria (AA. VV., 2002), la zonazione viticola della Val Telesina in Campania (Bonfante *et al.* 2006), una zonazione vitivinicola nel tarantino (Fanizza, 2003) ed una nell'area a D.O.C. "San Severo" (Pisante, 2003) in Puglia, studi di zonazione nel territorio dell'isola di Pantelleria (Brancadoro *et al.*, 1999) e infine, il progetto (in corso) della zonazione della D.O.C. "Etna" in Sicilia.

Progetto	Doc/Docg	Scala	Periodo	Pubblicazione risultati
Oltrepo Pavese (PV)	Oltrepo Pavese	1:25.000	1983-1987	Scienza et al., 1990
S.Gimignano (SI)	Vernaccia di San Gimignano	1:10.000	1984-1986	Lulli et al., 1989
Forlì	Sangiovese, Albana	1:10.000	1986	Antoniazzi e Bordini, 1986
Faedo (TN)	Trentino	1:10.000	1988-1990	Falcetti, 1994
Val Tidone (PC)	Colli Piacentini	1:5.000	1989-1991	Fregoni et al., 1992
La Toscanella	Chianti Classico	1:5.000	1989-1990	Costantini et al., 1990
Montepulciano (SI)	Vino Nobile di Montepulciano	1:25.000	1989-1992	Costantini et al., 1996
Isonzo (GO)	Isonzo	1:50.000	1989-1993	Michelutti et al., 1996
Franciacorta (BS)	Franciacorta	1:25.000	1992-1994	Panont et al., 1997
Valli Cembra e Adige (TN, BZ)	Trentino, Alto Adige	1:10.000	1992-1995	Falcetti et al., 1998
Marche (AN, MC)	Verdicchio dei Castelli di Jesi e di Matelica	nd	1993	Intrieri et al., 1993
Castagneto Carducci (LI)	Bolgheri	1:10.000	1993-1995	Bogoni et al, 1997
Val d'Illasi (VR)	Soave, Valpolicella	1:25.000	1993-1995	Failla, Fiorini, 1998
Barolo (CN)	Barolo	1:25.000	1994-1996	Regione Piemonte, 2000
Trentino (TN)	Trentino	1:10.000	1995	Bertamini et al, 1995
Colli Euganei e Piave (PD, TV, VE)	Colli Euganei, Piave	1:25.000	1995-1996	Falcetti, Campostrini, 1996
Grave (PN)	Grave del Friuli	1:50.000	1995-1997	Colugnati et al., 1997
Val Lagarina (TN)	Trentino	1:20.000	1994-1996	Porro et al., 2002
Barbera (AT, AL)	Barbera d'Asti	1:25.000	1997-1998	Regione Piemonte, 2001
Cirò (Kr)	Cirò	1:25.000	1998-1999	ARSSA, 2002
Conegliano (TV)	Prosecco	1:10.000	2000	Tomasi et al, 2004
Provincia di Arezzo	Chianti, Cortona, Valdichiana	1:50.000	1999-2001	Scienza et al., 2003
Provincia di Siena	Varie a vitigno di riferimento Sangiovese	1:100.000	1999-2000 2002-2003	Costantini e Sulli, 2000; Costantini et al., 2001; Costantini et al., 2006

Figura 4.2 - Principali Zonazioni viticole in Italia (in Costantini & Buccelli, 2008).

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona di studio si estende nell'alta valle del Fiume sacco ed è delimitata a ovest dai Monti Prenestini meridionali e a nord est e a est dai Monti Affilani e Ernici nord occidentali.

I termini più antichi della successione stratigrafica che caratterizza l'area esaminata affiorano estesamente nella porzione nord orientale, sui rilievi dei Monti Affilani ed Ernici (allegato 1), con i calcari, e subordinati calcari dolomitici, cretacici riferibili ad un ambiente di piattaforma carbonatica interna, di età compresa tra l'Aptiano e il Campaniano (eccetto una piccola area sul versante settentrionale dei monti Ernici, ove affiorano dolomie del Neocomiano-Barremiano); nell'area del M.te Scalambra lo spessore complessivo di tali litotipi supera i 700 metri. Verso l'alto la successione evolve nei depositi calcarenitici, bioclastici, medio miocenici di rampa carbonatica (unità dei *Calcari a briozoi e litotamni*) che trasgrediscono direttamente sui termini alto-cretacici; tali depositi affiorano (con spessori massimi di 70-80 metri) esclusivamente sui versanti sud occidentali dei Monti Affilani ed Ernici. La successione prosegue verso i termini più recenti con l'*Unità Argilloso-marnosa* che segna l'inizio del processo di flessurazione litosferica che interessa tale area nel Tortoniano; tale processo evolve nella definizione della paleo-avanfossa, testimoniata dalla deposizione di sedimenti silicoclastici torbiditici sin-orogenici dell'*Unità Arenaceo-pelitica* del Tortoniano superiore. L'*Unità Argilloso-marnosa* presenta uno spessore massimo di c.a. 50 metri e affiora in allungati lembi ai piedi dei rilievi calcarei dei monti Affilani ed Ernici e in corrispondenza della scaglia tettonica calcarea di Olevano Romano; l'*Unità Arenaceo-pelitica* raggiunge spessori di alcune centinaia di metri (variabili tra 200 e 600) e affiora, nell'area esaminata, a ovest dei rilievi calcarei e in modo diffuso da NW a SE.

Con la deposizione torbiditica si chiude il ciclo marino della sedimentazione meso-cenozoica e ha inizio la sedimentazione di depositi vulcanoclastici del Pleistocene medio, provenienti dall'apparato vulcanico dei Colli Albani; la base della successione vulcanoclastica è rappresentata dall'*Unità Vulcano-sedimentaria*, costituita da argille e sabbie-argillose continentali, con intercalazioni di epicineriti e croste travertinose del Pleistocene p.p. (con spessore variabile tra i 20 e i 40 metri); a tali litotipi segue un deposito piroclastico massivo e caotico, semicoerente, riferibile alle *Pozzolane Rosse* ("Pozzolane Rosse" o "Pozzolane di S. Paolo" *Auctt.*) che presenta un spessore di poche decine di metri; a tale termine seguono pochi metri di lapilli scoriacei e livelli cineritici della litofacies piroclastica della *Formazione di Fontana Centogocce* seguita da un deposito piroclastico massivo e caotico, litoide, riferibile al *Tufo Lionato* ("Tufo Lionato litoide" *Auctt.*) della *Formazione di Villa Senni*, che presenta uno spessore di c.a. 10 metri. L'ultimo termine della successione vulcanica è rappresentato da depositi di scorie e ceneri da ricaduta, pedogenizzati e depositi rimaneggiati della litofacies piroclastica della *Formazione di Madonna degli Angeli*, il cui spessore massimo raggiunge i 4-5 metri. I depositi vulcanici affiorano estesamente in tutto il settore centro meridionale della zona studiata.

Tra i depositi quaternari più recenti e più diffusi nell'area vi sono i travertini, affioranti per lo più nel settore sud orientale, i depositi alluvionali del Fiume Sacco e dei suoi affluenti, i depositi eluvio-colluviali (talora associati alle *terre rosse* dei fondovalle dei rilievi calcarei) e i detriti di falda affioranti ai piedi dei rilievi carbonatici.

5.1. Stratigrafia

In questo paragrafo vengono descritti nel dettaglio tutti i termini, dai più recenti ai più antichi, della successione affiorante nell'area di studio:

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

AI - Alluvioni attuali e recenti

Depositi prevalentemente limosi e sabbiosi.

Olocene

Dt - Detrito di falda

Depositi clastici, eterometrici non cementati.

Olocene

EC - Depositi eluvio/colluviali

Depositi da limosi a sabbiosi, costituiti da "terre rosse" residuali nelle depressioni carsiche.

Olocene

ALt - Alluvioni terrazzate

Depositi prevalentemente ciottolosi, sabbioso-argillosi.

Olocene

FL - Fluvio-lacustre

Depositi fluvio-lacustri, di natura siltitica e arenitica.

Pleistocene - Olocene

Tr - Travertini

La facies più rappresentata è costituita da livelli di limi, sabbie e ghiaie calcaree detritiche, con intercalazioni verso l'alto di materiale colluviale. Alternati ai precedenti vi sono travertini litoidi, compatti e ben cementati.

Pleistocene medio - Olocene

VULCANOCLASTITI DELL'ALTA VALLE DEL FIUME SACCO

FKB - FORMAZIONE DI MADONNA DEGLI ANGELI

La formazione è costituita da lave e piroclastiti derivanti da apparati monogenici peri ed extracalderici, alternate a orizzonti provenienti dall'edificio centrale delle Faete.

FKBb - Litofacies piroclastica

Depositi di scorie e ceneri da ricaduta, di colore bruno-rossastro, pedogenizzati al tetto e depositi rimaneggiati associati sia a coni di scorie che ad apparati eccentrici. Lo spessore massimo raggiunge i 4-5 metri.

Pleistocene medio p. p.

VSN - FORMAZIONE DI VILLA SENNI

La formazione di Villa Senni è riferibile all'ultima eruzione di grande volume del litosoma Vulcano Laziale.

VSN1 - Tufo Lionato ("Tufo Lionato litoide" Aucutt.)

Deposito piroclastico massivo e caotico, litoide, a matrice cineritico-lapillosa con abbondanti pomici gialle, scorie grigie, litici lavici e olocristallini. Localmente, il deposito è interessato da intensa fessurazione. *Gas-pipes*, laminazioni e impronte di tronchi sono spesso presenti nelle zone distali e nelle paleo valli. Lo spessore complessivo raggiunge i 10-12 metri c.a. (in località Valle Varaneri).

Pleistocene medio p.p.

SLV - FORMAZIONE DI FONTANA CENTOGOCCE

SLVb Litofacies piroclastica

Depositi tabulari di lapilli scoriacei ben classati e livelli cineritici intercalati da paleosuoli. Le scorie sono da afiriche di color marrone scuro, a porfiriche con cristalli di leucite e pirosseno. Lo spessore complessivo raggiunge i 2-3 metri.

Pleistocene medio p.p.

RED - POZZOLANE ROSSE

Deposito piroclastico massivo e caotico, da viola a grigio scuro, semicoerente, a matrice cineritica grossolana, e abbondante scheletro composto da scorie rosse, litici lavici, litici sedimentari termometamorfosati, e cristalli di leucite, clinopirosseno e biotite. In affioramento lo spessore massimo di tale deposito è di c.a. 30 metri.

Pleistocene medio p.p.

AR-SA - UNITA' VULCANO-SEDIMENTARIA

Depositi argillosi e sabbioso-argillosi, di ambiente continentale (palustre, di alveo alluvionale, sino a lacustre), con intercalazioni di concrezioni e croste travertinose (con spessore a luoghi di alcuni m), di ghiaie e di epicineriti argillificate e pedogenizzate. Lo spessore complessivo dell'unità è variabile tra i 20 e i 40 metri.

Pleistocene p.p.

DEPOSITI SIN-OROGENESI

UAP - UNITÀ ARENACEO-PELITICA

UAP₂₅ - Litofacies arenaceo-pelitica

Arenarie medio-fini, in strati da sottili a spessi, con subordinate peliti al tetto.

UAP₂₇ - Litofacies arenacea massiccia con intercalazioni pelitico-arenacee

Arenarie massive con intercalazioni di livelli arenaceo-pelitici; frequenti i livelli pelitici al tetto degli strati arenacei.

UAP₂₉ - Litofacies arenacea massiccia

Arenarie, raramente a granulometria grossolana, in strati da molto spessi a massivi.

Tortoniano p.p.

UAM - UNITÀ ARGILLOSO-MARNOSA

UAM₂ - Argille a Orbulina

Argille, marne argillose e marne ricche in foraminiferi planctonici (*Orbulina spp.*)

UAM₁ - Marne a Cylindrites

Marne calcaree e calcari marnosi in strati sottili; presenti granuli glauconitici e tracce di organismi limivori (*Cylindrites*).

Tortoniano p.p.

DEPOSITI PRE-OROGENESI

CBZ - CALCARI A BRIOZOI E LITOTAMNI

Nella porzione basale sono prevalenti calcareniti a granulometria fine con frammenti di echinodermi pectinidi e ditrupe (*"Calcareniti arancioni"* Aucutt). Nella porzione superiore dell'unità sono prevalenti calcareniti biodetritiche con briozoi, litotamni, coralli, molluschi ed echinodermi (*"Calcari a briozoi"* Aucutt).

Langhiano p.p. - Tortoniano p.p.

SUCCESSIONE DI PIATTAFORMA CARBONATICA

CC₄ - CALCARI MICRITICI E CALCARENITI

Calcari micritici, calcari dolomitici (nella porzione sommitale), in strati spessi e molto spessi; macrofauna a rudiste (hippuritidi e radiolitidi), a tratti concentrate in banchi.

Coniaciano - Campaniano

CC₃ - CALCARI MICRITICI PARZIALMENTE DOLOMITIZZATI

Calcari micritici a tratti parzialmente dolomitizzati, in strati medi e spessi; si intercalano orizzonti più granulosostenuti con rudiste (radiolitidi) prevalentemente in frammenti.

Turoniano

CC₂ - CALCARI MICRITICI

Calcari micritici in strati sottili e medi, a luoghi con strutture da disseccamento. La macrofauna è rappresentata prevalentemente da rudiste (requienidi nella porzione inferiore e radiolitidi in quella superiore), ostreidi e subordinati gasteropodi.

Aptiano - Cenomaniano

CC₁ - DOLOMIE

Dolomie cristalline in strati spessi e molto spessi.

Neocomiano - Barremiano

5.2. Permeabilità dei depositi affioranti

Sulla base delle caratteristiche di permeabilità è possibile suddividere i depositi affioranti in 8 principali tipologie, di seguito descritte:

Alluvioni: depositi fluviali attuali e recenti a permeabilità da media a bassa.

Conoidi e detriti di versante: depositi ad alta permeabilità.

Travertini: depositi da litoidi a sabbiosi ad elevata permeabilità.

Depositi vulcanici, suddivisibili in tre classi di permeabilità:

3 – *Cineriti brune pedogenizzate* (FKBb): depositi cineritici parzialmente pedogenizzati a bassa permeabilità.

2 – *Colate piroclastiche con intercalazioni cineritiche argillificate* (SLVb - VSN1): questa classe comprende alla base le piroclastiti della *Formazione di Fontana Centogocce* (SLVb) a cui segue un deposito massivo caotico litoide (“Tufo Lionato”, VSN1), interessato da intensa fessurazione al quale si intercalano cineriti argillificate. La permeabilità d’insieme è da medio bassa a media ed è condizionata dalla presenza di orizzonti di paleosuoli e cineriti argillificate.

1 – *Colata piroclastica inferiore* (RED): la permeabilità di questo deposito è buona e al suo interno ospita una falda di notevole interesse.

In generale, i suoli vulcanici del Lazio presentano una tessitura prevalentemente media e medio-fine, quindi con valori poco variabili dell’AWC (Available Water Capacity) con una media di 150-160 mm (Capelli et al., 2005).

Argille e sabbie argillose: argille e sabbie argillose (AR - SA) con intercalazioni travertinose e livelli di epicineriti argillificate e pedogenizzate. La permeabilità è praticamente nulla e quando è presente costituisce il livello impermeabile di base per la falda contenuta nelle vulcaniti sovrastanti, e da accludere nei confronti di quella contenuta nel complesso torbiditico.

Torbiditi silicoclastiche: arenarie in banchi e strati spessi (UAP₂₉) con intercalazioni arenaceo-pelitiche (UAP₂₇) e pelitiche (UAP₂₅). La permeabilità è bassa o moderata in prossimità della superficie e all’interno degli orizzonti arenacei.

Marne argillose e delle argille marnose: marne argillose e argille marnose (UAM_{1,2}) impermeabili.

Calcari cretacici e miocenici: calcari, calcari dolomitici e calcareniti (CC, CBZ); tali litotipi presentano permeabilità elevata per l’intensa fratturazione e carsificazione.

5.3. Assetto tettonico

A est della dorsale dei Monti Prenestini, nel settore nord occidentale dell’area esaminata, si sviluppa la porzione meridionale dell’ampio sinclinorio (che si estende a sud dei Monti Ruffi) occupato da depositi torbiditici alto-tortoniani, con pieghe il cui asse presenta direzione NS e debole immersione verso S. Il sinclinorio evolve verso est nella stretta fascia di deformazione (allungata in direzione NS) di Bellegra-Olevano Romano rappresentante il tratto meridionale della *Linea Olevano-Antrodoco* (Parotto, 1980; Corrado, 1995). Tale elemento tettonico segna l’accavallamento del dominio di transizione umbro-sabino sui depositi flyschoidi dell’alta valle del Fiume Aniene e del Fiume Sacco; verso E tali depositi si appoggiano stratigraficamente sulle

successioni di Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese delle dorsali dei Monti Simbruini ed Ernici (allungate in direzione NW-SE).

Nel dettaglio, la struttura prevalentemente carbonatica che si sviluppa tra gli abitati di Bellegra e Olevano Romano, caratterizzata da scaglie tettoniche embricate ed anastomizzate a vergenza orientale, sovrascorre verso est sui depositi silicoclastici dell'*Unità Arenaceo-pelitica*; la superficie di sovrascorrimento della scaglia tettonica più esterna presenta in generale una immersione verso W ed una inclinazione di circa 30-40°; tale struttura è interrotta da faglie a direzione EW e WNW-ESE, sub verticali, a prevalente componente di movimento orizzontale.

I Monti Ernici nord occidentali e gli Affilani sono articolati in scaglie embricate a prevalente vergenza nord orientale; tali scaglie comprendono porzioni di diversa ampiezza della successione stratigrafica, dal Cretacico inferiore p.p. al Miocene superiore. La dorsale di M.te Scalambra (porzione dei Monti Ernici nord occidentali) presenta un asse orientato NW-SE e risulta una struttura monoclinale con immersione degli strati verso W-SW (Cestari & Pantosti, 1990). Tale struttura è interessata da un sistema di faglie a carattere distensivo con direzione WNW-ESE e con piani immergenti verso SSW; tra queste, degna di nota per estensione e rigetto è la faglia bordiera sita lungo il versante sud occidentale del M.te Scalambra che interrompe a S la *Linea Olevano-Antrodoco*; inoltre, sono presenti subordinati sistemi di faglie trasversali e ad andamento meridiano. La scaglia calcarea del M.te Scalambra sovrascorre sui depositi terrigeni alto-miocenici attraverso un elemento tettonico con direzione WNW-ESE passante a sud dell'abitato di Affile (allegato 1). A nord di tale elemento si sviluppa la dorsale calcarea dei Monti Affilani che presenta una struttura con caratteristiche del tutto simili alla precedente; tale struttura è limitata a nord da un sovrascorrimento con direzione WNW-ESE, ubicato alla base del versante nord.

La porzione centro meridionale dell'area esaminata, più depressa morfologicamente è interessata dall'affioramento prevalente dei depositi silicoclastici dell'*Unità Arenaceo-pelitica* e dei depositi piroclastici dei Colli Albani; i primi sono interessati da pieghe il cui asse presenta direzione NW-SE e nel settore sud orientale anche da faglie con c.a. stessa direzione.

5.4. Cenni di geomorfologia

Nel settore sud occidentale, e in parte quello centrale dell'area esaminata, a morfologia collinare di tipo tabulare, dove affiorano le vulcaniti dell'Alta Valle del Fime Sacco, sono evidenti le fasce concentriche a differente acclività (comprese prevalentemente tra lo 0 e il 10 %) che caratterizzano i diversi litotipi vulcanici (allegato 3): in corrispondenza delle cineriti pedogenizzate, al *top* dei rilievi, le pendenze sono minori, mentre sono maggiori dove affiorano le colate piroclastiche, che costituiscono i fianchi degli stessi rilievi.

Nel settore collinare centrale e di raccordo con le dorsali carbonatiche dei Monti Ernici e Affilani, dove affiorano i depositi torbitici, le acclività medie aumentano e sono comprese prevalentemente tra il 5 e il 15 %, sino ad arrivare anche oltre il 25 %.

Comprese tra questi settori vi sono circoscritte piane alluvionali con acclività minime; queste caratterizzano anche il settore in cui affiorano in modo diffuso i travertini, a sud ovest di Anagni.

Nel settore dei Monti Ernici e Affilani (a nord est dell'area di studio) si osserva una maggiore estensione dei versanti esposti a SW e a W, e ciò è imputato all'assetto monoclinico delle strutture con strati immergenti prevalentemente a SW e E (Patera, in S.G.I., 2005).

Le rocce costituite da alternanze arenaceo-pelitiche (UAP₂₅) e le rocce prevalentemente arenacee (UAP₂₇ e UAP₂₉) dell'*Unità arenaceo-pelitica*, con il loro assetto stratigrafico e strutturale, rappresentano un importante fattore di attivazione e controllo della morfogenesi gravitativa, difatto dove queste affiorano sono maggiormente diffusi i fenomeni di dissesto. Su tali litotipi le frane di tipo scorrimento e colamento e le frane superficiali diffuse costituiscono i movimenti di massa più frequenti (allegato 5). Dove affiorano le vulcaniti tali fenomeni sono molto meno presenti; i rari scorrimenti sono concentrati nelle porzioni inferiori dei versanti/scarpate più acclivi, e innescati dallo scalzamento al piede ad opera dei corsi d'acqua, mentre le frane di colamento intressano per lo più le cineriti pedogenizzate e i depositi eluvio-colluviali.

6. CARATTERISTICHE DEI SUOLI AFFIORANTI

L'elaborazione di alcuni dati sui suoli provenienti da 50 profili pedologici della *Carta dei Suoli del Fiume Sacco* (Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante - Regione Lazio, 1985) e la carta stessa ci permettono di indicare alcune caratteristiche dei suoli affioranti nell'area di studio, tra cui la tessitura, lo spessore, il pH, la capacità di scambio cationico (CSC), la densità apparente, la permeabilità e l'AWC (*Available Water Capacity*). Il pH, la profondità utile per le radici, la disponibilità di acqua, insieme alla concentrazione degli elementi minerali nel suolo e allo stato di alterazione dello stesso, rappresentano alcuni dei più importanti fattori che regolano la quantità di elementi minerali disponibili per la vite nel suolo.

Prima di descrivere i suoli con le loro peculiarità, di seguito viene affrontato il significato delle suddette caratteristiche, anche in funzione della viticoltura:

La **tessitura** è la proprietà fisica del terreno che lo identifica in base alla composizione percentuale delle sue particelle solide distinte per classi granulometriche. La tessitura dei suoli è correlata alla composizione minerale delle rocce da cui si originano; la composizione mineralogica influisce anche sulla *struttura* del suolo, cioè sulla disposizione e l'orientamento delle particelle di cui è costituito; tali caratteristiche influiscono dunque sulla profondità e facilità di radicazione e sulla capacità delle piante di assorbire acqua ed elementi nutritivi (Buccelli & Costantini, 2006); ad esempio nei terreni argillosi gli apparati radicali sono più superficiali e dunque più soggetti a squilibri idrici (Fregoni, 1998).

Dunque la crescita della vite dipende in gran parte dal tipo di tessitura e struttura di un suolo (Wilson, 1998). Per le piante i migliori suoli di crescita sono quelli con tessitura detta franca o di medio impasto, costituiti da una percentuale di sabbia (dal 35 al 55%) tale da permettere una buona circolazione idrica, una sufficiente ossigenazione ed una facile penetrazione delle radici; una percentuale di argilla (dal 10 al 25%) tale da mantenere un sufficiente grado di umidità nei periodi asciutti, di permettere la strutturazione e di trattenere i nutrienti; una frazione trascurabile di scheletro. Il limo è presente in percentuali che vanno dal 25 al 45%.

Studi di settore affermano che il contenuto di sabbia si contrappone al grado e accumulo zuccherino e alla quantità di uva prodotta, mentre considerando la frazione di un suolo superiore ai 2 mm (lo scheletro), questa influisce positivamente sul grado e accumulo zuccherino e negativamente sulla quantità di uva prodotta (Costantini et al., 2006).

Lo **spessore** totale o profondità utile di un suolo indica la profondità alla quale si trovano gli strati impenetrabili alle radici. Lo spessore determina dunque la profondità radicale e la possibilità di "immagazzinamento" di acqua e nutrienti (De Marco, 2006).

Spessore suolo	Valore (cm)
molto scarso	<25
scarso	25-50
moderatamente elevato	50-100
elevato	100-150
molto elevato	>150

Tab. 6.1 Classi di suoli in base allo spessore.

La profondità del suolo agisce direttamente sulla quantità di uva prodotta, sul numero di grappoli a ceppo e sul contenuto acidico e inversamente sul grado e accumulo zuccherino (Costantini et al., 2006).

In generale, lo spessore del suolo è strettamente correlato con la pendenza di un versante e la natura del substrato (tab. 6.2).

Classe	Pendenza (intervallo)	Spessore suoli su depositi alluvionali fini e su piroclastiti sciolte	Spessore suoli su substrato tipo flysch	Spessore suoli su depositi ghiaiosi alluvionali	Spessore suoli su formazioni litoidi (calcari, lave)
1	0° – 2°	150	75	50	40
2	2° – 20°	120	60	40	30
3	20° – 40°	30	30	20	20
4	> 40°	suolo	generalmente	assente	

Tabella 6.2 - Correlazione tra spessore del suolo, litologia del substrato e pendenza del versante (Capelli et al., 2005).

L'analisi del **pH** ha lo scopo di determinare l'acidità del terreno e la conoscenza del suo valore è importante perché al suo variare cambia la disponibilità degli elementi nutritivi del suolo: a bassi valori di pH i microelementi (Fe, Mn, Zn, Cu, Co) sono maggiormente solubilizzati mentre possono crearsi carenze dei macroelementi (Ca, Mg, P e K) e viceversa (tab.6.3).

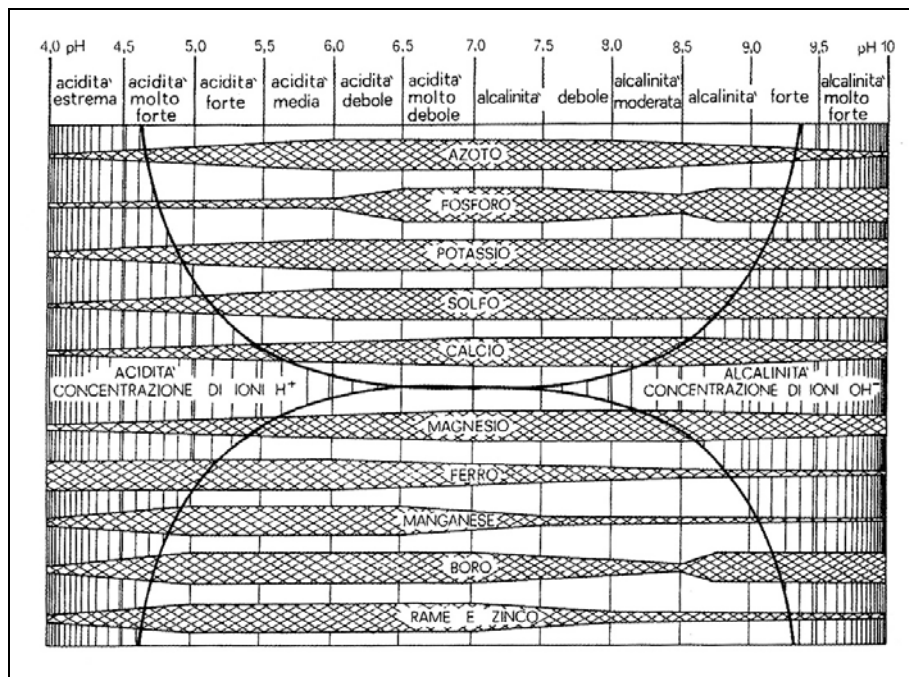


Tabella 6.3 - Assorbimento dei principali elementi minerali in funzione del pH del terreno (Fregoni, 1980).

In base al valore del pH i suoli si classificano in: suoli fortemente acidi pH = 4; suoli acidi pH = 5; suoli moderatamente acidi pH = 6; suoli neutri pH = 7; suoli alcalini pH = 8; suoli fortemente alcalini pH = 9

La maggior parte delle piante comunemente coltivate prediligono terreni con valori di pH che oscillano tra 6,5 e 7,2; le piante da frutta prediligono un terreno neutro o leggermente acido, mentre la vite sopporta una leggera alcalinità (Wilson, 1998) e i suoi valori di riferimento sono compresi tra 5,5 e 8,2 (Buccelli et. al., 2006).

La **capacità di scambio cationico** (CSC) corrisponde alla somma totale dei cationi scambiabili adsorbiti dai colloidali organici e minerali. Viene espressa in meq/100g o in cmol(+)/kg di terra fine del suolo e la sua determinazione è di notevole importanza perché fornisce un'indicazione sulla dotazione potenziale di elementi nutritivi di un suolo (quindi sulla sua potenziale fertilità) e sulla natura dei minerali argillosi.

La CSC di un suolo è correlata al contenuto di argilla e di sostanza organica (è quindi piuttosto bassa nei terreni sciolti, poveri di colloidali): è funzione del tipo di fillosilicato, maggiore nel gruppo delle vermiculiti, minore nel gruppo delle caoliniti (tab. 6.4), ed è elevata nella sostanza organica (spesso superiore a 300 meq/100 g di suolo).

Dunque i migliori suoli agricoli sono quelli ricchi in minerali delle argille del tipo montmorillonite e vermiculite (Wilson, 1998).

Valori della CSC di alcuni minerali

	CSC (meq/100g)		CSC (meq/100g)
Humus	300-500	Palygorskite	66-73
Zeolite	200-400	Halloysite	40-50
Allofane	100-250	Palygorskite	18-40
Hectorite	145-165	Illite	10-40
Vermiculite	100-150	Clorite	10-40
Montmorillonite	80-150	Caolinite	0-15

Tabella 6.4 - Valori della CSC di alcuni minerali.

Valutazione della CSC dei terreni (meq/100g)	
Bassa	meno di 10
Media	10 – 20
Alta	oltre 20

Tabella 6.5 - Valutazione della CSC dei terreni.

Per **densità** apparente s'intende il rapporto massa/volume del suolo (compresi i vuoti), può variare sensibilmente in relazione alla tessitura (tab.6.7) ed è un indice indiretto della porosità del suolo; inoltre aumenta con la diminuzione della sostanza organica (le particelle minerali sono più pesanti e diminuisce la porosità del terreno).

Densità	Valore (g/cm ³)
bassa	<1.2
media	1.2-1.4
alta	>1.4

Tabella 6.6 - Classi di densità apparente.

Tessitura	Densità apparente	Porosità %
S	1.6	40
SL	1.5	43
L	1.4	47
SiL	1.3	50
AL	1.2	55
A	1.1	58

Tabella 6.7 - Figura - Relazioni tra densità apparente, tessitura e porosità.

La **permeabilità** rappresenta la capacità di un suolo ad essere attraversato dall'acqua, tale proprietà dipende essenzialmente dalla porosità pertanto è maggiore nei suoli sabbiosi e/o in quelli ben strutturati. Tale caratteristica del suolo assume primaria importanza per lo studio del drenaggio e delle applicazioni irrigue.

L'**AWC** è espressione del volume d'acqua che può essere trattenuto dal suolo quindi potenzialmente utilizzabile dalle piante. L'AWC di un suolo è il risultato della sommatoria dei valori dei diversi orizzonti del profilo pedologico misurabili su campioni in laboratorio; per la stima di questo parametro si possono utilizzare metodi basati su correlazioni empiriche tra il valore dell'AWC e la tessitura (tab. 6.9) e la densità apparente dei suoli.

$$AWC = H (1 - P) 120 F \text{ [mm]}$$

H spessore del suolo (m), **P** petrosità (%); **120** valore medio dell'AWC per i suoli considerati, **F** fattore di correzione per i suoli derivanti da terreni vulcanici (= 1.3)

AWC	Valore (mm)
molto bassa	<50
bassa	50-100 mm
moderata	100-150 mm
elevata	150-200 mm
molto elevata	>200

Tabella 6.8 - Classi di AWC.

Classe granulometrica	AWC (mm)
Fine, molto fine, limosa, franca fine, limosa grossolana	>150
Franca, franca grossolana	75 – 150

Tabella 6.9 - Granulometria e AWC.

Studi recenti (Costantini et al., 2006) affermano che alcune variabili pedologiche strettamente correlate come il contenuto in argilla, il drenaggio interno e l'AWC influiscono negativamente sul grado zuccherino, sul peso degli acini, sulla quantità di uva prodotta e sull'acidità.

6.1 Descrizione dei principali suoli affioranti

L'analisi della *Carta dei Suoli del Fiume Sacco* (ISNP, 1985) e il confronto di questa con la carta geologica prodotta in questo studio permette di elaborare la carta Geopedologica (allegato 8) che comprende i seguenti tipi di suoli principali e le cui caratteristiche sono state in parte estrapolate dall'analisi di 50 profili pedologici disponibili in letteratura (ISNP, 1985):

Suoli vulcanici: i suoli bruni (fig. 6.1) formati dai depositi della *Formazione di Madonna degli Angeli* (indicati come luvisuoli vertico ferrici nella *Carta dei suoli del fiume Sacco*) presentano una tessitura prevalente da fine (argillosa) a moderatamente fine (franco-argillosa o franco-limoso), spessori >100 cm, un pH medio da neutro a subacido; inoltre, presentano una capacità di scambio cationico (CSC) elevata, una densità apparente media pari a 1,07 (bassa), un drenaggio variabile da buono a mediocre e una buona riserva idrica, pari a ca. 150-160 mm/m (Capelli et al., 2005), espressa dall'AWC; i suoli che si originano dal *Tufo Lionato*, dalle piroclastiti della *Formazione Fontana Cento Gocce*, e dalle *Pozzolane rosse* (indicati nella *Carta dei suoli del fiume Sacco* come regosuoli eutrici e litosuoli), sono talvolta più pietrosi dei precedenti e con tessitura prevalente medio fine; sono affioranti su versanti a maggiore pendenza e anche per questo motivo presentano spessori minori (0,4 - 1,0 m); la capacità di scambio cationico (CSC) da media a elevata, la densità apparente media pari a 1,02 (bassa), il drenaggio moderatamente rapido e la riserva idrica media (AWC pari a 100 - 150 mm/m).

I suoli che si originano da substrati vulcanici piroclastici grazie all'elevata frammentazione e alla conseguente grande superficie di reazione, argillificano facilmente e cedono elementi nutritivi al suolo (Colacicchi & Parotto, 2006), come il potassio (di cui queste piroclastiti sono ricche), rivelandosi particolarmente adatti alla viticoltura e alla vite, considerata "pianta potassiofila per eccellenza" (Fregoni, 1980; Mpelasoka et al., 2003). Il potassio (K), insieme all'azoto (N), al magnesio (Mg), al calcio (Ca) e al fosforo (P) è un elemento di fondamentale importanza per la crescita della vite, favorisce infatti l'accumulo di zuccheri nelle bacche, regola l'equilibrio acido, favorisce la resistenza alle malattie e al gelo (Buccelli et al., 2006), inoltre regola la circolazione dell'acqua nella vite (Chan et al., 2011).

Ubicazione: i suoli vulcanici sono largamente distribuiti in tutta la porzione centro-meridionale dell'area esaminata, alla base del versante sud-occidentale dei M.ti Ernici nord occidentali e alla base dei crinali ove affiora l'*Unità Arenaceo-pelitica*, divenendo prevalenti verso sud e sud-ovest a cavallo del fiume Sacco.



Figura 6.1 - Suoli bruni vulcanici dei vigneti dell'azienda Damiano Ciolli (località Contrada S. Giovenale).

Suoli prevalentemente arenacei (indicati nella *Carta dei suoli del fiume Sacco* come regosuoli calcarei con inclusioni di litosuoli): presentano cemento calcareo, tessitura media (franca e franca-limosa), pH medio da neutro a leggermente basico, spessori medi tra i 40 e i 70 cm, una CSC media, una densità apparente media pari a 1,19 (media) e una permeabilità elevata dunque una bassa riserva idrica (pari a ca. 100 mm/m).

I suoli arenacei sono in generale sciolti, poveri in colloidali (minerali argillosi e humus), molto permeabili, dilavabili, ricchi in scheletro e poveri di elementi nutritivi, dunque dotati di scarsa fertilità; l'alternanza o l'intercalazione di orizzonti marnosi e argillosi migliora le proprietà dei suoli derivati (Grecchi, 2006).

Ubicazione: tali suoli sono ben rappresentati da nord a sud dell'area studiata, in particolare a ovest dei monti Affilani ed Ernici nord-occidentali, alla base della scaglia tettonica calcarea di Olevano Romano, e in una larga fascia (di alcuni km) orientata circa NW-SE, tra gli abitati di Paliano e Anagni (fig.6.2).



Figura 6.2 - Suoli arenacei dell'azienda Damiano Ciolli (località Cerreto).

Suoli alluvionali (indicati nella *Carta dei suoli del fiume Sacco* come fluvisuoli eutrici): sono caratterizzati da tessiture da medie (franche) a moderatamente fini (franco-argillose) a fini (limose), spessori variabili (da pochi decimetri a oltre 150 cm), da un pH medio da neutro a subacido, e da una CSC media.

Sulle alluvioni terrazzate i suoli si presentano a vario grado di lisciviazione.

Ubicazione: le alluvioni sono distribuite lungo il corso del fiume Sacco e dei suoi principali affluenti compresi nell'area esaminata (da monte verso valle rappresentati da: F.so di valle Capiccia, F.so del Castellaccio-F.so delle Mole, Rio S. Maria-F.so di Bassano).

Suoli travertinosi (indicati nella *Carta dei suoli del fiume Sacco* come *cambisuoli eutrici con inclusioni di litosuoli*): i travertini producono suoli con tessitura media (franca), con pH medio da subacido a subalcalino, con una CSC media e densità apparente pari a 1,16; in generale tali suoli presentano un modesto spessore, sono poco evoluti, ricchi di scheletro e poco fertili.

Ubicazione: i suoli travertinosi sono affioranti diffusi tra F.so delle Mole e C.le S. Vito e a sud di Anagni (tra F.so di Bassano e F.so di Tufano).

Terre rosse residuali: derivanti dalla dissoluzione delle rocce calcaree, presentano per lo più una tessitura argilloso-limosa, con colore marrone-rossiccio (fig. 6.3) ed uno scarso spessore nel profilo (20-40 cm). La capacità di ritenuta idrica è elevata; lo scheletro è rappresentato da frammenti grossolani di calcare, mentre la parte fine contiene solo scarse percentuali di carbonato

di calcio. Quando il profilo si presenta maggiormente evoluto, lo scheletro è assente e il pH è subacido e talvolta acido. In tali suoli la presenza di elementi nutritivi è in genere scarsa e di conseguenza anche la fertilità, ma a altitudini e pendenze non eccessive e con una opportuna concimazione ed irrigazione possono essere utilizzati per la viticoltura (Grecchi, 2006).

Ubicazione: lembi di estensione limitata di “Terre rosse” si trovano al piede del versante sud-occidentale dei calcarei M.ti Affilani (tra Affile e Arcinazzo Romano) mentre sono più estesi lungo la conca carsica degli Altipiani di Arcinazzo.



Figura 6.3 - Vigneti sulle terre rosse residuali (siti a SW di Arcinazzo Romano).

Suoli calcarei (indicati nella Carta dei suoli del fiume Sacco come *Litosuoli e Rendzina*): i suoli che si originano dai litotipi calcarei (calcari cretacici e calcari miocenici) affioranti sui versanti acclivi dei Monti Ernici occidentali (con pendenze superiori al 30% e quote superiori ai 500 m s.l.m.) presentano scheletro abbondante e uno spessore scarso; il colore bruno scuro è il risultato della presenza di una discreta frazione argillosa, *humus* e ossidi di Fe e Al. Tali suoli sono per lo più aridi considerando l'elevata permeabilità per fratturazione della roccia madre e presentano un pH in genere alcalino (nei suoli poco evoluti è abbondante il calcio ereditato dalla roccia madre).

Suoli marnoso-argillosi: tali litotipi, riferibili all'*Unità Marnoso-argillosa* (fig. 6.4), presentano bassa permeabilità, una capacità di ritenuta idrica da media ad elevata, il pH da neutro ad alcalino; inoltre producono suoli a spessore molto ridotto, soprattutto sui pendii più acclivi.

Ubicazione: nell'area esaminata le marne argillose non sono molto rappresentate, ma affioramenti di discreta estensione si trovano a ovest e a sud di C.le Faggiano, a nord dell'abitato di Affile.



Figura 6.4 - Vigneti sulle Marne ad orbulina, dell'azienda Colline di Affile.

Detriti di falda: i suoli che si originano su tali detriti presentano una tessitura sabbiosa grossolana e sono ricchi in scheletro. Lo spessore è sottile o assente (nei pendii più acclivi); la capacità di ritenuta idrica è molto bassa come basso è il contenuto di elementi nutritivi. In genere dove presenti sono suoli poco evoluti (regosuoli) con scarse attitudini agronomiche ma ove stabilizzati (generalmente nella porzione più a valle) possono essere coltivati a uliveto.

Ubicazione: sono per lo più siti ai piedi del versante sud-occidentale dei M.ti Ernici qui rappresentati dal monte Scalambra e dal monte Pila Rocca (tra la località S. Quirico e l'abitato di Acuto).

Secondo la classificazione dei terreni della Valle del Fiume Sacco (ISNP,1985), che prevede 6 principali classi di suoli (attribuiti sulla base della loro profondità, pH, permeabilità, presenza di scheletro, pendenza e quota), i suoli alluvionali e travertinosi ricadono nella classe 1 la quale comprende i migliori terreni dal punto di vista agrario; questi consentono produzioni abbondanti a costi contenuti per una vasta gamma di colture; i suoli vulcanici bruni formati dai depositi della *Formazione di M. degli Angeli* appartengono alla classe 2 comprendente terreni arabili di più modesta produttività e richiedono costi di produzione più elevati (hanno quindi una redditività buona anche se inferiore a quella dei terreni di classe 1); i suoli che si originano dal *Tufo Lionato*, dalle piroclastiti della *Formazione Fontana Cento Gocce*, e dalle *Pozzolane rosse* fanno parte della classe 3, costituita da terreni arabili sui quali si esercita un'attività agricola ai limiti della convenienza economica, anche se la messa a coltura di questi terreni implica quindi dei rischi, essi

presentano di norma una redditività discreta, accettabile, specie quando si ricorre a determinate pratiche colturali, variabili da caso a caso; i suoli prevalentemente arenacei che si originano dall'*Unità Arenaceo-pelitica* ricadono nella classe 4 che presenta limitazioni anche gravi e viene definita limitatamente coltivabile e comprendente terreni che possono essere utilizzati da una particolare coltura (nell'area esaminata corrispondente con l'olivicoltura) capace di fornire un reddito malgrado le severe limitazioni che li caratterizzano; infine i suoli calcarei vengono attribuiti alla classe 6, comprendente terreni non arabili, non idonei.

7. CLIMA E INDICI BIOCLIMATICI

È stato condotto uno studio sul clima che caratterizza l'area esaminata, con la determinazione di indici bioclimatici viticoli che permettono di caratterizzare climaticamente la zona in oggetto e di verificarne l'attitudine alla vitivinicoltura, anche in relazione agli obiettivi vinicoli da realizzare.

In generale, l'area di produzione del vino Cesanese è protetta dai venti più freddi (a NE, dalla dorsale dei M.ti Ernici occidentali, a N, dai M.ti Affilani e a NW dai M.ti Prenestini), presenta una esposizione dei versanti prevalente verso S e W e un clima mediamente temperato, mai nebbioso, con rare gelate primaverili. Il territorio esaminato si trova a cavallo di due regioni fitoclimatiche (Blasi, 1994), la regione temperata e la regione temperata di transizione, la prima caratteristica delle aree submontane e montane, la seconda caratteristica delle aree prevalentemente collinari. La regione temperata è in genere caratterizzata da precipitazioni abbondanti, fino a 1600 mm, l'aridità estiva è assente o poco accentuata, mentre la regione temperata di transizione è caratterizzata da precipitazioni comprese all'incirca. tra i 950 e i 1250 mm, con un'aridità estiva che può avere una durata di uno o due mesi.

Per inquadrare in modo opportuno climaticamente e bioclimaticamente l'area a D.O.C.G. "Cesanese del Piglio" e l'area a D.O.C. "Cesanese di Olevano Romano" sono stati elaborati dati registrati tra il 2004 e il 2009 provenienti da tre stazioni della rete agrometeorologica dell'ARSIAL (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio), mentre per quanto riguarda l'area a D.O.C. "Cesanese di Affile" sono disponibili dati, misurati tra il 2003 e il 2010, della stazione dell'Ufficio Idrografico di Roma sita presso il convento di S. Scolastica (nel comune di Subiaco) a quota 378 m s.l.m. (tab 7.2)

Le stazioni dell'ARSIAL considerate sono quelle di *La Gloria* (nel comune di Anagni) a quota 352 m s.l.m., di *Civitella* (nel comune di Piglio) sita a quota 380 m s.l.m. e di *Cooperativa La Sonnina* (nel comune di Genazzano) posta a quota 241 m s.l.m. (fig. 7.1).

Per ogni stazione sono stati elaborati dati riguardanti temperature e precipitazioni e, per le stazioni dell'ARSIAL, anche dell'umidità media dell'aria.

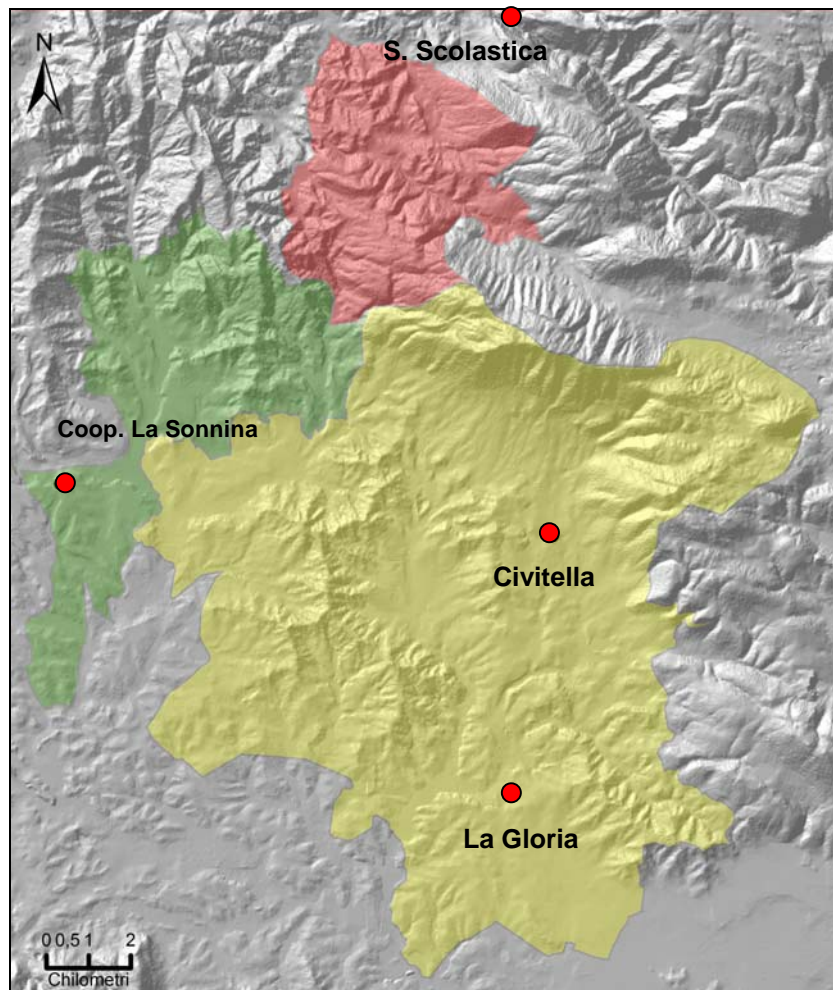


Figura 7.1 - Ubicazione stazioni meteorologiche considerate.

7.1. Clima e viticoltura

Riguardo il clima, il fattore termico è quello che maggiormente influenza le fasi fenologiche, determinando condizioni più o meno favorevoli alla maturazione dell'uva, allo sviluppo di aroma e colore e in generale alla sua qualità (Jackson et. al, 1993).

In questo studio è stata dedicata particolare attenzione ai dati riguardanti le principali fasi del periodo vegetativo del ciclo biologico della vite: il germogliamento (lo schiudersi delle gemme), fioritura (la formazione dei fiori), l'allegagione (la trasformazione dei fiori in frutti), l'invaiaitura (i frutti si colorano di rosso o di giallo a seconda del tipo di uve e nella bacca inizia la fase di accumulo rapido di zuccheri e di veloce degradazione degli acidi organici) e la maturazione (l'acino aumenta di volume e si arricchisce di zuccheri) che tradizionalmente si considera raggiunta quando il rapporto tra zuccheri e acidi è massimo (Poni, 2003).

Secondo studi recenti (Buccelli & Costantini, 2006), per ogni fase fenologica le temperature ottimali sono comprese tra i seguenti intervalli: durante il germogliamento 9 – 10°C; durante la fioritura 18 – 22°C; fino alla maturazione 20 – 24°C; dall'inizio alla fine della vendemmia 18 – 22°C.

Nell'area a D.O.C. Cesanese del Piglio, secondo studi di settore (www.entecra.it), la fase fenologica del germogliamento avviene tra la seconda e la terza decade di aprile, la fase della fioritura tra la prima e la seconda decade di giugno, e la fase dell'invasatura nella seconda decade di agosto.

Altri valori di riferimento per la viticoltura riguardano la temperatura media annua che deve essere superiore ai 10°C (ottimale intorno ai 14 -15°C), la temperatura media estiva non inferiore ai 19 °C (con temperatura massima compresa fra 38 e 42°C) e le medie invernali superiori a -1°C; la soglia minima di temperatura necessaria alla ripresa del ciclo vegetativo si colloca circa a 10 °C, per 7 giorni consecutivi alla fine dell'inverno (Fregoni, 1998). La vite, durante il "riposo vegetativo", è caratterizzata da una considerevole resistenza al freddo, con una temperatura critica (temperatura al di sotto della quale inizia a manifestarsi la morte delle piante) intorno ai -15/-18°C per piante ben indurite e nella fase fenologica di gemma d'inverno. La bibliografia indica valori critici di circa -2/-3°C per la fase di punte verdi (germogliamento delle gemme).

Oltre al fattore termico per la qualità dell'uva è fondamentale la quantità di acqua disponibile; ad esempio, Jackson e Cherry (1988) hanno mostrato come in regioni caratterizzate da elevata piovosità il raggiungimento della piena maturazione risulta più difficile; inoltre è stato osservato che, nelle regioni temperate, in genere prive di condizioni di siccità, una certa carenza d'acqua durante la maturazione è favorevole alla qualità organolettica del vino (Riou *et al.*, 1994).

Considerando dunque le precipitazioni invernali, i valori di riferimento indicano un *range* compreso tra i 300 e i 100 mm, mentre le precipitazioni primaverili sono ottimali se inferiori ai 300 mm.

Infine per quanto riguarda l'umidità media annua è opportuno che questa non superi valori di circa il 65-75 %.

TEMPERATURE °C	T Fase del germogliamento	9 – 10
	T Fase della fioritura	18 – 22
	T Fino alla maturazione	20 – 24
	Fase inizio-fine vendemmia	18 – 22
	T media annua	> 10 (ottimale intorno ai 14 -15)
	T media estiva	non inferiore ai 19
	T massima	compresa fra 38 e 42
	T medie invernali	superiori a -1
	T necessaria alla ripresa del ciclo vegetativo	10 (per 7 giorni consecutivi alla fine dell'inverno)
	T critica invernale	-15/-18
T critica per la fase di punte verdi	-2/-3	
PRECIPITAZIONI mm	P invernali	100-300
	P primaverili	< di 300
UMIDITA' %	U media annua	65-75

Tabella 7.1 - Valori di riferimento per la viticoltura riguardo le temperature, le precipitazioni e l'umidità.

7.2. Indici bioclimatici

La vite è l'unica specie coltivata che possiede una serie di indici bioclimatici utili per l'individuazione e la classificazione dei diversi *terroir*; tali indici prendono in considerazione le variabili climatiche più importanti al fine di stabilire la diversa attitudine enologica di un territorio, anche allo scopo di individuare i vitigni che meglio si possono adattare a questo (Vercesi et al., 2003). Gli indici bioclimatici possono definire dei macroclimi o caratterizzare microclimi se determinati con dati climatici di zone viticole ristrette ed omogenee o di singole aree vitate. Vi sono indici che si basano sugli andamenti termici (indici unifattoriali), e indici che considerano temperature e precipitazioni (indici bifattoriali); per questo studio, tra i primi sono stati presi in considerazione gli indici di *Winkler* (IW) o Indice di sommatoria termica, di *Huglin*, di *Fregoni* e il *Cool Night Index*, tra i secondi il *Pluviofattore di Lang* e l'*indice di aridità*.

L'*indice di Winkler* (IW) o Indice di sommatoria termica, esprime la somma di tutte le temperature medie giornaliere (T_{med}) nel periodo vegetativo della vite (da aprile a settembre), fino alla sua maturazione e raccolta. In viticoltura l'Indice di sommatoria termica (determinato per il periodo 1 aprile - 30 settembre) deve essere > 1000 .

$$IW = \sum_{01.04/30.09} (T_{med} - 10)$$

Poiché la vite sotto i $10^{\circ} C$ arresta il suo sviluppo, tale valore è stato sottratto dalla sommatoria, ponendo pari a zero i contributi delle giornate con temperatura media < 10 ;

L'*indice di Huglin* (IH) nella valutazione delle potenzialità termiche impiega le temperature medie e massime giornaliere del semestre 1° Aprile - 30 Settembre (nel nostro emisfero). I limiti per la viticoltura si collocano tra i valori 1200 e 3000 IH;

$$IH = \sum_{30/09-01/04} (T_{med} - 10) + (T_{max} - 10) / 2 \times K$$

T_{med} : temperatura media giornaliera ($^{\circ}C$); T_{max} : temperatura massima giornaliera ($^{\circ}C$);

K : coefficiente moltiplicatore.

L'*indice di qualità di Fregoni* (IF) stabilisce una relazione fra le temperature diurne inferiori ai $10^{\circ}C$ nei giorni della maturazione delle bacche (circa 30 gg prima della raccolta) e la qualità e la finezza dei vini; l'indice somma le oscillazioni termiche giorno/notte e le moltiplica al numero di giorni aventi temperature inferiori a $10^{\circ}C$, il tutto riferito al mese di settembre, mese più comune della vendemmia in Europa. Nei trenta giorni che precedono la vendemmia, l'indice bioclimatico di qualità è calcolato con la seguente formula:

$$IF = \sum_{30/1} IX (T_{max} - T_{min}) \times \sum_{30/1} IX (n^{\circ} dd < 10^{\circ}C)$$

T_{max} = temperatura massima giornaliera ($^{\circ}C$) T_{min} = temperatura minima giornaliera ($^{\circ}C$)

Il principio dell'indice bioclimatico Fregoni si basa sul concetto che le oscillazioni termiche elevate giorno-notte prima della raccolta favoriscono la sintesi di antociani e aromi (gli ultimi 10 giorni sono ancora più importanti). Per tali motivi, in generale, i migliori caratteri organolettici (finezza aromatica, tannini morbidi, intensità, brillantezza e stabilità dei pigmenti coloranti) dell'uva e del vino si ottengono in quelle aree ove nel periodo pre-vendemmia le escursioni termiche giorno/notte sono più accentuate; l'indice è quindi influenzato dall'altitudine (i territori montani e collinari sembrano favoriti rispetto alle pianure), dalle correnti aeree e dalla distanza dei grappoli da terra; aumenta da sud a nord e dalla pianura alla montagna; in generale valori bassi dell'indice non depongono a favore della qualità (Fregoni, 2003).

Il Cool Night Index (CI) viene calcolato determinando la media delle temperature minime del mese di settembre e valuta le condizioni termiche notturne associandole al periodo di maturazione dell'uva.

Il Pluviofattore di Lang (PL) mette in relazione la precipitazione annuale P (in mm) con la temperatura media annua T (in °C):

$$\text{Pluviofattore } Pf = P/T$$

L'indice di aridità (IA) di De Martonne rappresenta un perfezionamento del Pluviofattore di Lang

$$A = P / (T+10)$$

A = Indice di Aridità; P = somma precipitazione annuale (mm); T = temperatura media annua (°C)

7.3 Analisi dei dati

I dati e la loro elaborazione si riferiscono a tre stazioni della rete agrometeorologica dell'ARSIAL (stazioni di La Gloria, Civitella e Coop. La Sonnina) e ad una stazione dell'Ufficio Idrografico di Roma (presso il convento di S. Scolastica).

Stazione La Gloria: presenta una temperatura media annua di 14,9 C°, una temperatura media nel periodo del germogliamento di 13,7 C°, nel periodo della fioritura di 21,4 C° e nella fase dell'invaiaitura di 24,0 C°; la temperatura media del mese più caldo (luglio) è di 24,5 C° e l'indice di sommatoria termica (IW) è pari a 1916,6.

La precipitazione media annua è di 1079,33 mm, la precipitazione media invernale ammonta a 286 mm, quella primaverile a 251 mm e quella del mese precedente alla vendemmia (settembre) è di c.a. 80 mm.

L'umidità media annua dell'aria è del 72,1%.

L'indice di Huglin calcolato (2748,8), secondo le classi climatiche proposte per la viticoltura (Tonietto et al. 2004), è caratteristico di un'area calda; l'indice di Fregoni presenta valori variabili da ca. 400 (valore medio dell'indice) a 5000 (valore elevato dell'indice) a seconda delle annate; il

Cool Night Index (13,6 = *cool nights*) indica notti di settembre fresche, con discrete escursioni termiche giorno/notte che favoriscono la sintesi di antociani e aromi (Tonietto et al., 2010); infine il *Pluviofattore di Lang* (71,6) e l'*indice di aridità* (42,3) sono caratteristici di zone montane umide.

Stazione Civitella: la temperatura media annua è di 14,0 C°, la temperatura media nella fase del germogliamento è di 12,8 C°, nel periodo della fioritura è di 20,2 C° e nella fase dell'invaiaitura è di 22,8 C°; la temperatura media del mese più caldo (luglio) è di 23,0 C° e l'*indice di sommatoria termica* (IW) è pari a 1718,6.

La precipitazione media annua è di 1118,7 mm, la precipitazione media invernale ammonta a 300 mm e quella primaverile a 316 mm, mentre quella del mese precedente alla vendemmia (settembre) è di ca. 90 mm.

L'umidità media annua dell'aria è del 68,6%.

L'*indice di Huglin* calcolato (2538,2) è caratteristico di un'area temperata-calda (Tonietto et al. 2004); l'*indice bioclimatico di qualità Fregoni* presenta valori variabili da ca. 400 (valore medio dell'indice) a 5000 (valore elevato dell'indice) a seconda delle annate; il *Cool Night Index* (13,0 = *cool nights*) ci indica notti di settembre fresche come nel caso della stazione di La Gloria; il *Pluviofattore di Lang* (83,0) e l'*indice di aridità* (48,0) sono caratteristici di zone montane umide.

Stazione Coop. La Sonnina: registra una temperatura media annua è di 14,7 C°, una temperatura media nel periodo del germogliamento di 13,7 C°, nel periodo della fioritura di 21,3 C° e nella fase dell'invaiaitura di 23,7 C°; la temperatura media del mese più caldo (luglio) è di 24,4 C° e l'*indice di sommatoria termica* è pari a 1881,4.

La precipitazione media annua è di 1127,1 mm, la precipitazione media invernale raggiunge i 283,0 mm e quella primaverile i 258,4 mm; inoltre la precipitazione media del mese precedente alla vendemmia (settembre) è di ca. 90 mm.

L'umidità media annua dell'aria è del 70,8%.

L'*indice di Huglin* calcolato (2668,6) è caratteristico di un'area calda; l'*indice bioclimatico di qualità Fregoni* con valori variabili da ca. 400 a 3000 a seconda delle annate; il *Cool Night Index* (13,9 = *cool nights*) presenta valori simili a quelli misurati per le due precedenti stazioni; il *Pluviofattore di Lang* (87,0) e l'*indice di aridità* (52,0) sono caratteristici di zone montane umide.

Stazione S. Scolastica: registra una temperatura media annua di 14,1 C° (tra il 2004 e il 2009), una temperatura media nel periodo del germogliamento di 12,7 C°, nel periodo della fioritura di 20,3 C° e nella fase dell'invaiaitura di 22,9 C°; la temperatura media del mese più caldo (luglio) è di 23,4 C° e l'*indice di sommatoria termica* è pari a 1705,3.

La precipitazione media annua è di 1153,7 mm, la precipitazione media invernale raggiunge i 379,3 mm e quella primaverile i 305,7 mm, infine la precipitazione media del mese precedente alla vendemmia (settembre) è di ca. 100 mm.

L'*indice di Huglin* calcolato (2431,3) è caratteristico di un'area calda; l'*indice bioclimatico di qualità Fregoni* è pari a ca. 400; il *Cool Night Index* (12,42 = *cool nights*) presenta valori simili a

quelli misurati per le due precedenti stazioni; il *Pluviofattore di Lang* (83,6) e l'*indice di aridità* (48,9) sono caratteristici di zone montane umide.

In generale, secondo i valori di temperatura, precipitazione ed umidità di riferimento per la viticoltura (precedentemente indicati) tali dati ci mostrano che l'area esaminata è climaticamente adatta per la produzione vitivinicola, come si evince ad esempio considerando i dati delle 4 stazioni a disposizione riguardanti le temperature medie dei mesi di aprile, giugno e agosto (periodi di riferimento delle fasi del germogliamento, della fioritura e dell'invaiaitura), che registrano valori simili e ottimali per la viticoltura (tab. 7.2).

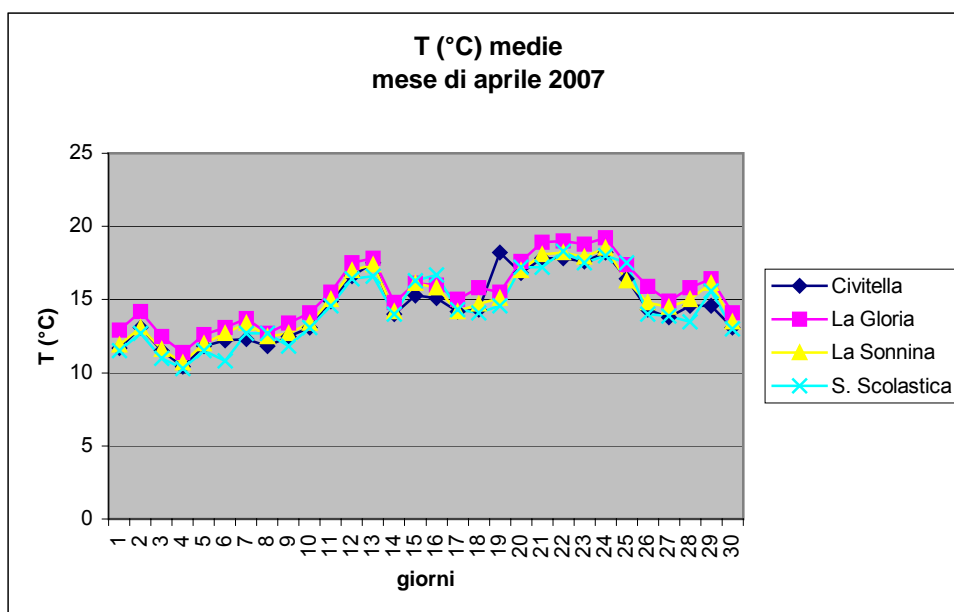
		La Gloria	Civitella	Coop La Sonnina	S. Scolastica	Valori di riferimento per la viticoltura
TEMPERATURE (C°)	T media annua	14,9	14,0	14,7	14,1	> 10 (14 -15)
	T media nel periodo del germogliamento (aprile)	13,7	12,8	13,7	12,7	9 – 10
	T media periodo della fioritura (giugno)	21,4	20,2	21,3	20,3	18 – 22
	T media periodo fase dell'invaiaitura (agosto)	24,0	22,8	23,7	22,9	20 – 24
	T Fase inizio-fine vendemmia	18	17	18	17,3	18 – 22
	T media del mese più caldo	24,5	23,0	24,4	23,4	18 -26
PRECIPITAZIONI (mm)	P media annua	1079,3	1118,7	1127,1	1153,7	400 - 1200
	P media invernale	286	300	283,0	379,3	100-300
	P media primaverile	251	316	258,4	305,7	< 300
	P del mese precedente alla vendemmia (settembre)	80	90	90	100	0 - 150
UMIDITA' %	U media annua dell'aria	72,1	68,6	70,8	-	65-75

Tabella 7.2 - Dati termo-pluviometrici calcolati per ogni stazione meteorologica considerata.

INDICI BIOCLIMATICI	La Gloria	Civitella	Coop La Sonnina	S. Scolastica	Valori di riferimento per la viticoltura
Indice di sommatoria termica (IW)	1916,6	1718,6	1881,4	1705,3	> 1000
Indice di Huglin	2748,8	2538,2	2668,6	2431,3	1200 e 3000
Cool Night Index	13,6	13,0	13,9	12,42	<i>cool nights</i>
Indice di aridità	42,3	48,0	52,0	48,9	zone montane umide

Tabella 7.3 - Indici bioclimatici calcolati.

In generale, si evidenziano comunque temperature medie con lievi differenze, con la stazione di S. Scolastica che registra temperature minori di 1 - 2 gradi massimo e precipitazioni medie maggiori rispetto alle altre stazioni.



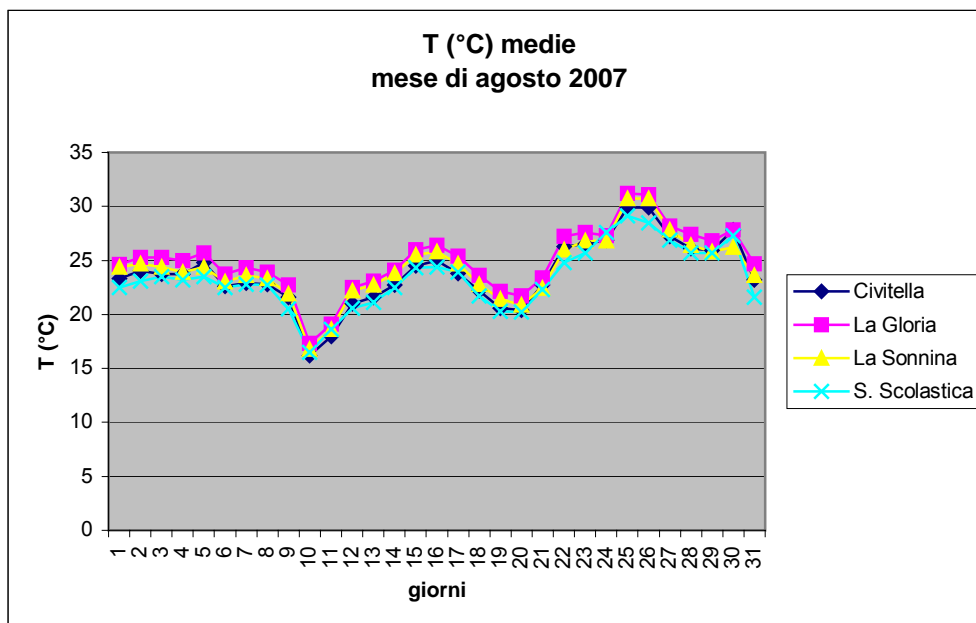
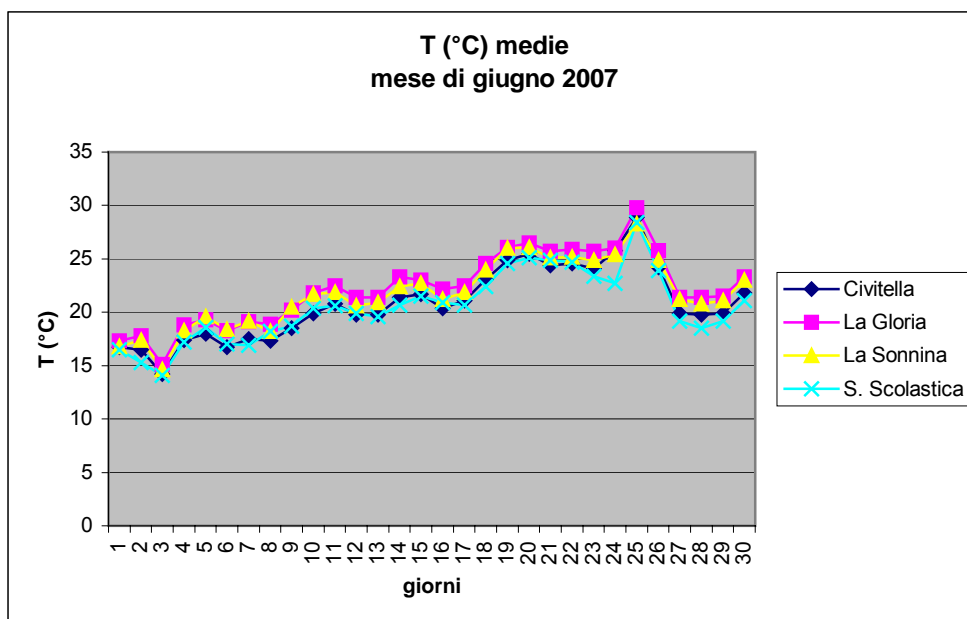
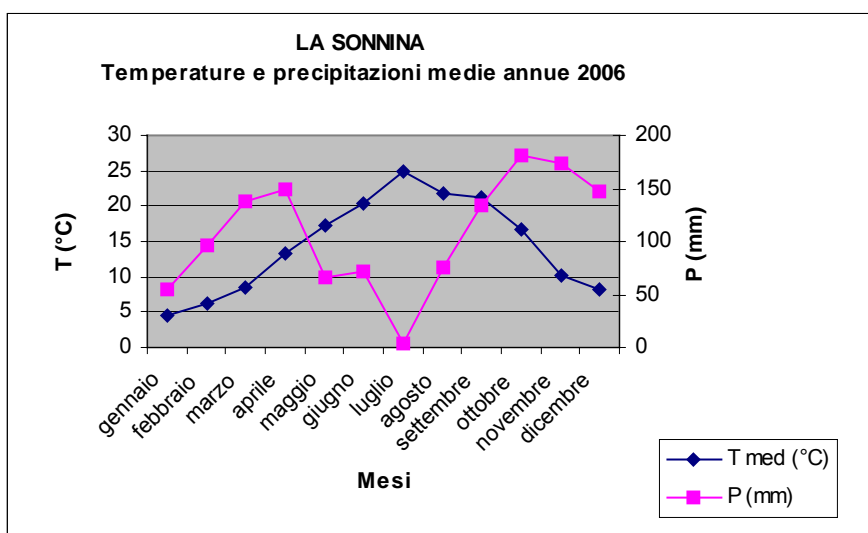
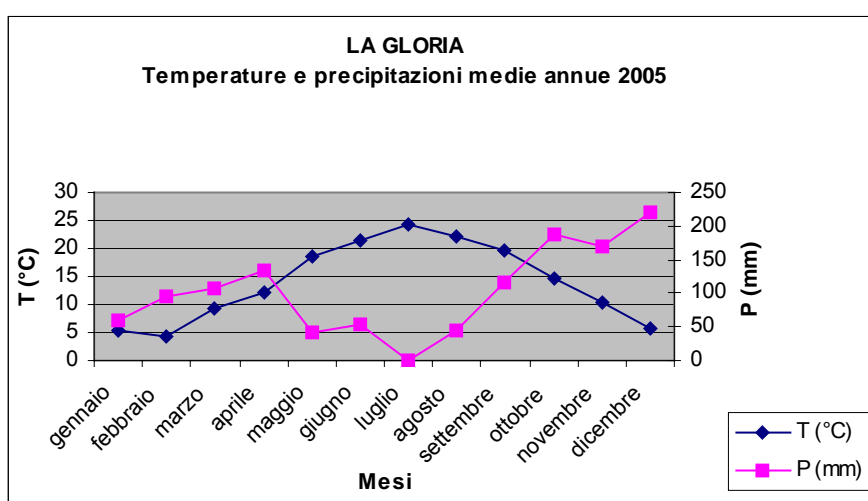


Figura 7.2 - Grafici dell'andamento delle temperature medie dei mesi di aprile, giugno e agosto (periodi di riferimento delle fasi del germogliamento, della fioritura e dell'invaiaitura) del 2006.

Durante il riposo vegetativo non si registrano temperature inferiori ai $-15/-18^{\circ}\text{C}$ e nel mese di aprile (periodo del germogliamento) non si registrano temperature tali che possano determinare delle gelate tardive (la bibliografia indica valori critici di circa $-2/-3^{\circ}\text{C}$ per la fase di punte verdi), fenomeno assai dannoso per il ciclo vegetativo della vite. Le temperature medie del mese più caldo (luglio) rientrano in un *range* tipico delle aree ove si producono vini da tavola superiori (tab. 8.2); inoltre le precipitazioni medie del mese che precede la vendemmia (settembre) non superano mai i 100 mm, dunque i valori limite indicati per la viticoltura.

Dai diagrammi ombrotermici (che mostrano l'andamento dei valori delle medie mensili delle temperature e delle precipitazioni), tra il 2004 e il 2009, si evince l'esistenza di un moderato stress idrico, prevalentemente nel mese di agosto (in alcune annate anticipato nel mese di luglio), quando alle massime temperature registrate si associano le minime precipitazioni (figura 7.3).

Tali condizioni, se si determinano dopo l'invasatura (dunque durante la fase della maturazione), possono essere favorevoli alla produzione di uva da vino di qualità (Bravdo & Hepner, 1987; Buccelli, Costantini & 2006) perchè rallentano l'accrescimento vegetativo, riducendo la taglia delle bacche e favorendo nelle stesse l'accumulo e una maggiore concentrazione di soluti. Al contrario, un accrescimento vegetativo prolungato allunga il periodo della crescita dei germogli, aumenta il volume dell'acino, altera il rapporto buccia/polpa e posticipa il periodo della piena maturazione.



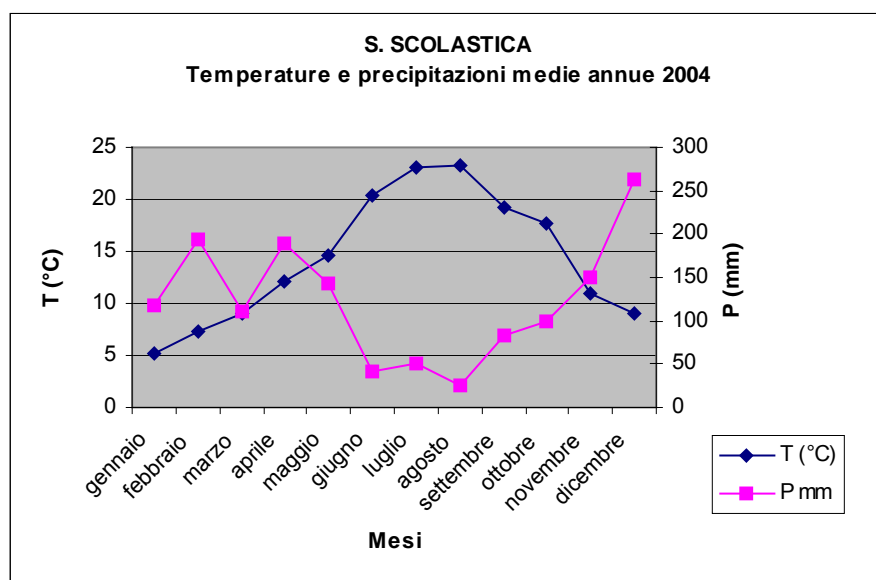
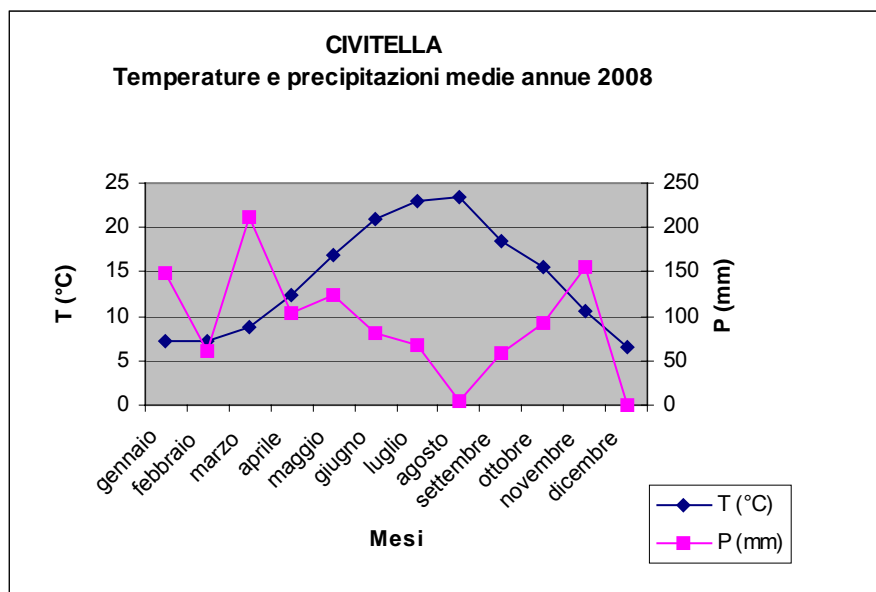


Figura 7.3 - Grafici dell'andamento delle temperature e delle precipitazioni medie annue.

Confrontando i dati riguardanti le precipitazioni delle tre stazioni dell'ARSIAL con quelle della stazione del comune di Affile si nota che il periodo con minime precipitazioni di questo centro abitato è anticipato rispetto alle suddette tre stazioni, interessando prevalentemente il periodo compreso tra la seconda metà di giugno e il mese di luglio (figura 7.2).

I valori degli indici bioclimatici viticoli, di *sommatoria termica* e di *Huglin* rientrano in un intervallo tipico delle aree ove si producono vini da tavola superiori o vini con un tasso alcolico elevato (tab. 7.3). Per quanto riguarda l'*Indice Fregoni* il valore medio è di c.a. 400, ma in alcune annate (2007-08) i valori possono salire sino a 3000-4000.

Si precisa che i valori di riferimento per gli indici suddetti sono orientativi e che per ottenere dei dati più rappresentativi sarebbe opportuno calcolare tali indici avvalendosi di stazioni di misura quanto più in prossimità delle aree vitate considerate e in un periodo di tempo di almeno 10 anni.

OBIETTIVI VITICOLI	I.W.	I.H.	I.F. (Italia)	T mese più caldo	P annuale mm	P mese pre- vendemmia
Vini spumanti	< 1370	1500-1600	> 1200	16-24	400-1200	0-150
Vini da tavola leggeri	1370-1650	1700-1800	1200-1000	18-24	400-1200	0-170
Vini da distillazione	1650-1925	1900-2000	1000-800	16-24	400-1200	0-170
Vini da tavola superiori	1925-2200	2100-2200	800-600	20-26	350-800	0-150
Vini molto alcolici, liquorosi	> 2200	> 2300	< 600	20-28	350-800	0-100

Tabella 7.3 - Correlazione tra gli obiettivi viticoli e il clima (Fregoni, 1998).

8. ZONAZIONE VITICOLA DELL'AREA DI PRODUZIONE DEL VINO CESANESE

8.1. Introduzione

Lo studio in oggetto riguarda le caratteristiche geologiche, pedologiche, morfologiche e climatiche dell'area di produzione del Cesanese DOC, con l'obiettivo di definire una metodologia finalizzata a verificarne l'attitudine alla produzione vitivinicola.

Lo studio di zonazione viticola per l'area di produzione del vino Cesanese ha richiesto un'iniziale ricerca bibliografica, un'attività di campagna di verifica dei dati raccolti, l'acquisizione di nuovi dati ed l'elaborazione di questi in ambiente G.I.S. (Sistemi Informativi geografici), con l'utilizzo del software ArcGIS 9.3..

L'area esaminata comprende il territorio di 10 comuni (fig. 8.1) siti tra la provincia di Roma e di Frosinone, due aree a D.O.C. (dal 1973) denominate di Affile (27 km²) e di Olèvano Romano (37 km²) e un'area a D.O.C.G. (dal 2008, la prima nel Lazio), denominata del Piglio (153 km²), per un totale di 217 km², di cui 675 ettari coltivati a vite.

Nell'area a D.O.C. di Affile il totale dell'area coltivata a vite è di 14 ettari, valore che corrisponde all'estensione di territorio che produce vini a D.O.C.; nell'area di Olevano Romano la superficie vitata raggiunge i 239 ettari, di cui ca. 50 iscritti all'albo dei vigneti D.O.C.; nella terza e più estesa area del Cesanese del Piglio il totale di ettari vitati è di 422, di cui ca. 150 iscritti all'albo dei vigneti D.O.C..

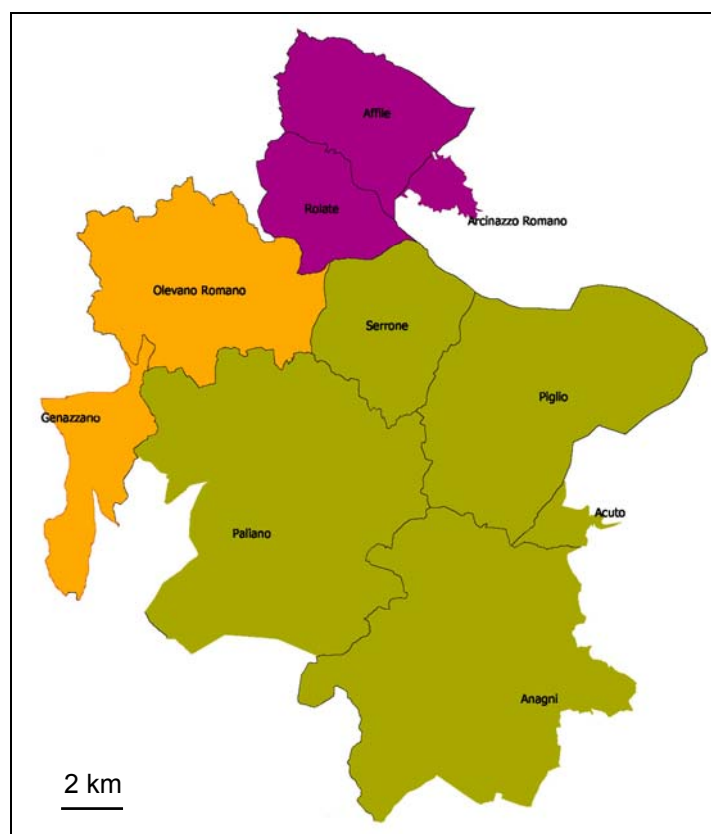


Figura 8.1 - L'area DOC Cesanese e i 10 comuni compresi.

8.2. Carte tematiche

Lo studio di zonazione viticola ha previsto la realizzazione di alcune carte tematiche realizzate in ambiente G.I.S.; tali elaborati sono georiferiti nel sistema unificato europeo UTM ED50, zona 33N.

Attraverso i disciplinari delle tre aree a D.O.C. sono stati tracciati (sulla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 della Regione Lazio) i confini dell'areale esaminato.

Attraverso ortofotocarte del 2005, alla scala 1:10.000, sono stati individuate e perimetrate tutte le aree vitate comprese nel territorio considerato (allegato 2, fig. 8.2); utile è stato l'uso delle immagini satellitari del software *Google Earth* per un ulteriore controllo e aggiornamento dei dati (le immagini del 2011 presentano una migliore risoluzione rispetto a quelle consultabili in precedenza e permettono inoltre di verificare se un'area vitata ha subito modifiche nel tempo); sulla carta ottenuta sono stati ubicati gli areali dei vigneti di 38 aziende di prestigio produttrici di vino Cesanese (allegato 2, fig. 8.3).

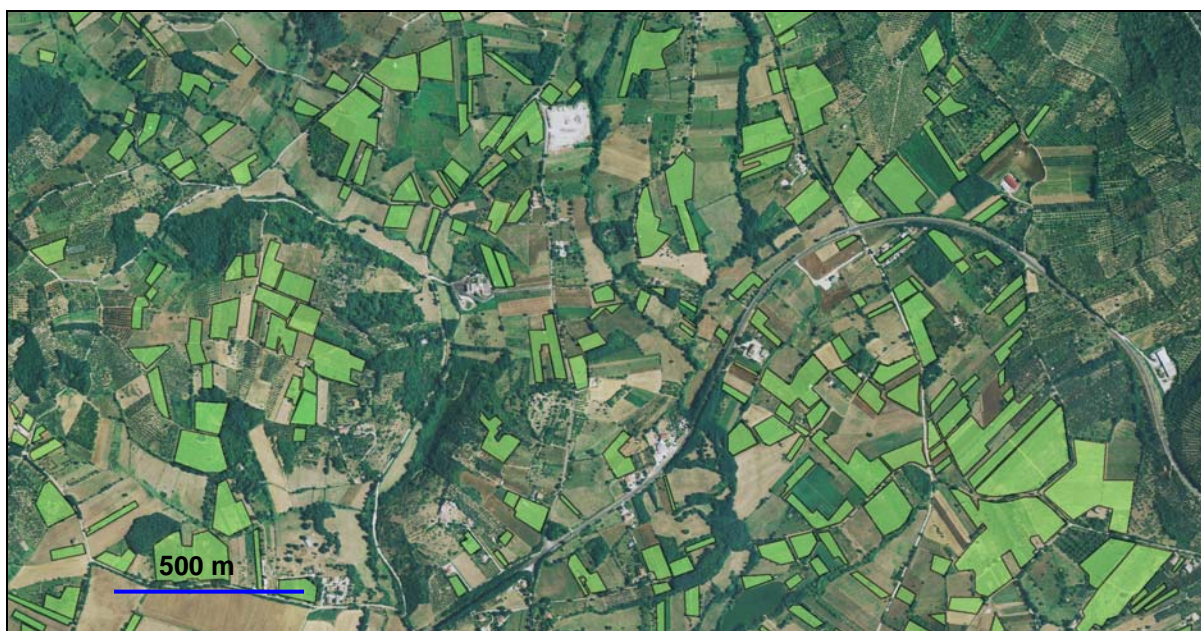


Figura 8.2 - Stralcio della ortofotocarta (del 2005) con la distribuzione delle aree vitate (in verde).

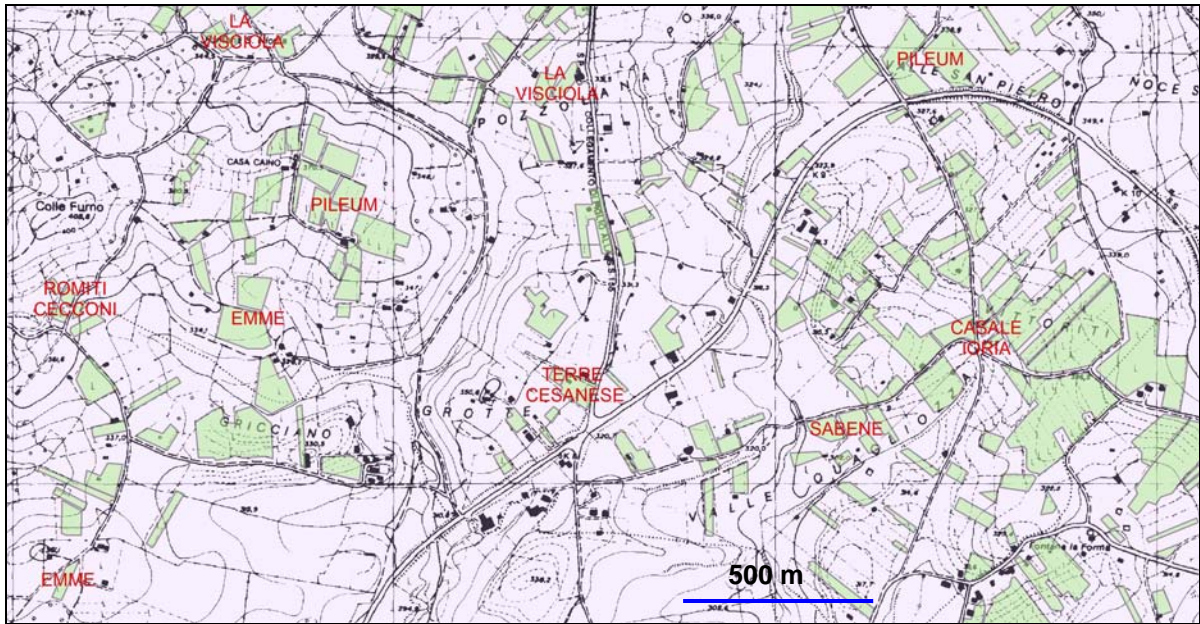


Figura 8.3 - Stralcio della CTR con la distribuzione delle aree vitate (in verde) e delle aziende produttrici di vino Cesanese.

E' stata prodotta la carta geologica (allegato 1) utilizzando e rielaborando (con l'adattamento alla base topografica della CTR del Lazio) quattro fogli CARG (scala 1:50.000), di cui due editi, i fogli n.376 Subiaco e n.389 Anagni (SGI, 1975 e1981), e due inediti, i fogli n.375 Tivoli e n.388 Velletri (in lavorazione presso il Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università degli Studi RomaTre) e il materiale bibliografico a disposizione (Corrado, 1995).

Utilizzando e rielaborando la cartografia del progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) ed altre pubblicazioni sull'area in oggetto (Provincia di Roma; 2009), è stata prodotta la carta della distribuzione delle frane (allegato 5, fig. 8.4).

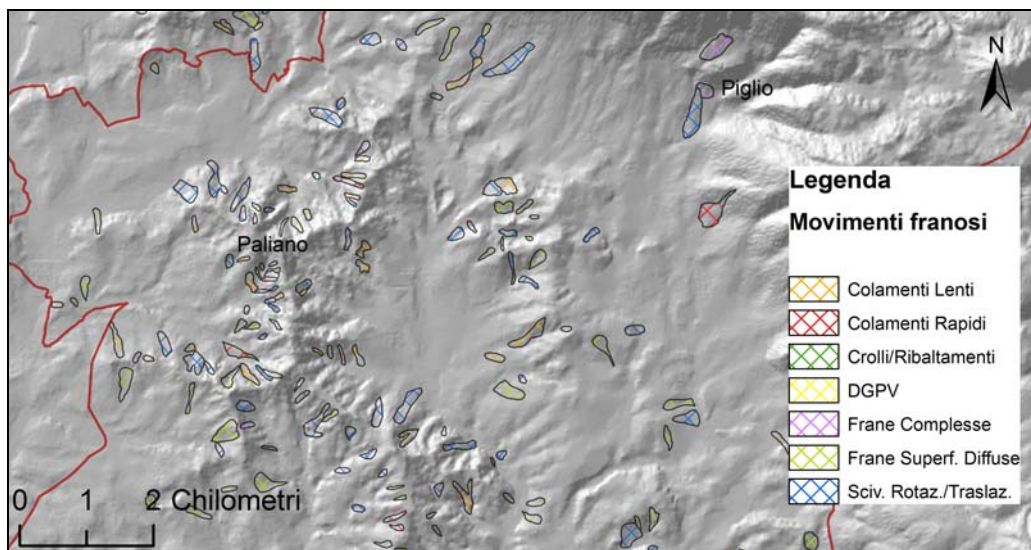


Figura 8.4 - Stralcio della carta della distribuzione delle frane dell'area esaminata.

Attraverso l'elaborazione del Modello digitale delle elevazioni o DEM (*Digital Elevation Model*) dell'area, con celle a maglia di 20 metri, sono state prodotte le carte delle pendenze (allegato 3, fig. 8.5) e delle esposizioni (allegato 4, fig. 8.6); queste consentono di ricavare utili informazioni sulle caratteristiche morfologiche dell'area esaminata; inoltre, la sovrapposizione di tali carte alle superfici dei disciplinari di produzione e alle aree vitate permette di fare significative deduzioni sotto il profilo viticolo ed enologico.

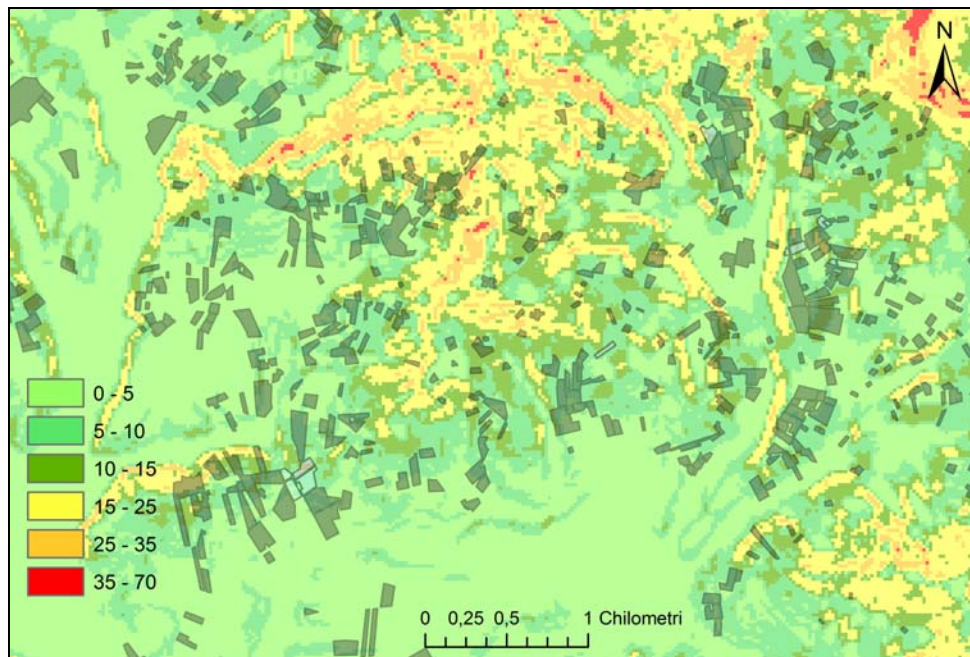


Figura 8.5 - Stralcio della carta delle pendenze con la distribuzione delle aree vitate.

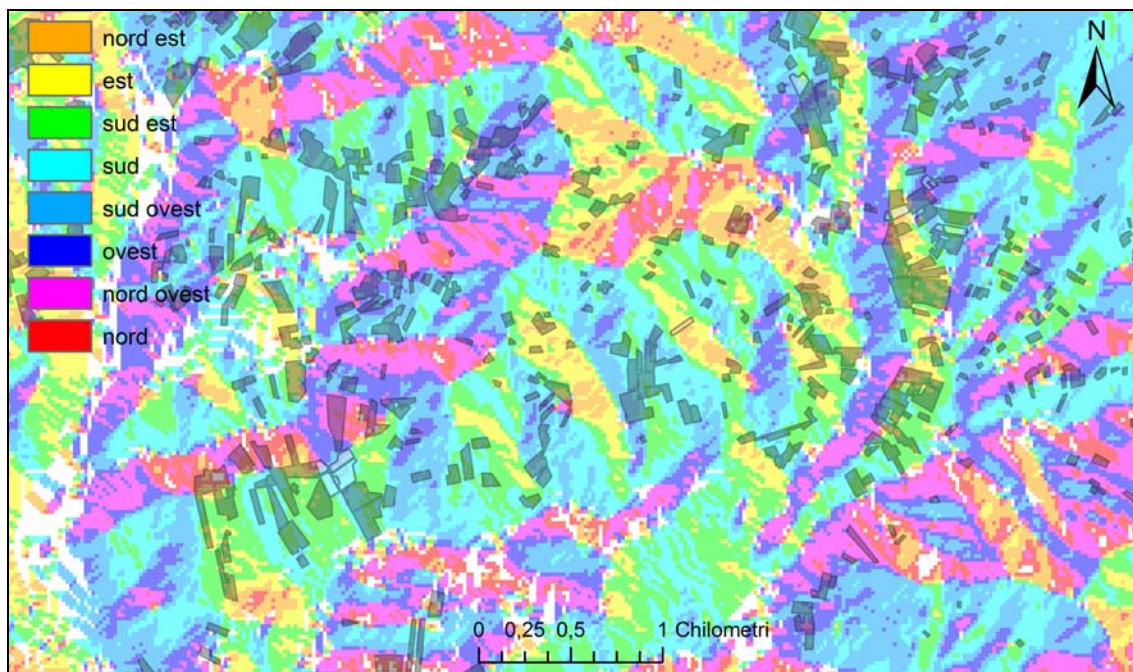


Figura 8.6 - Stralcio della carta delle esposizioni con la distribuzione delle aree vitate.

8.3. Analisi dei dati

Lo strumento utilizzato per l'analisi e l'elaborazione dei dati è il software ESRI *ArcGis 9.3*.

I dati relativi alla distribuzione spaziale dei vigneti sono stati sovrapposti, attraverso funzioni di *overlay* del *software* utilizzato, alle informazioni territoriali relative alla litologia, all'acclività ed esposizione dei versanti e all'altitudine della superficie topografica; ciò ha permesso di determinare la superficie destinata alla viticoltura per ciascuna formazione geologica e per ciascuna classe di pendenza, di esposizione dei versanti e di altitudine.

7.3.1 Estensione dei litotipi affioranti nell'area del Cesanese DOC

I litotipi maggiormente affioranti in tutta l'area esaminata sono quelli vulcanici (comprendenti le *Pozzolane rosse Auctt.*, la *Formazione di Fontana Centogocce* in litofacies piroclastica, il *Tufo Lionato* della *Formazione di Villa Senni* e la *Formazione di Madonna degli Angeli* in litofacies piroclastica) e quelli arenacei (appartenenti all'*Unità Arenaceo-pelitica*, comprendente principalmente la litofacies arenacea massiva e la litofacies arenaceo-pelitica) con rispettivamente il 33 ed il 28 % (fig. 8.7).

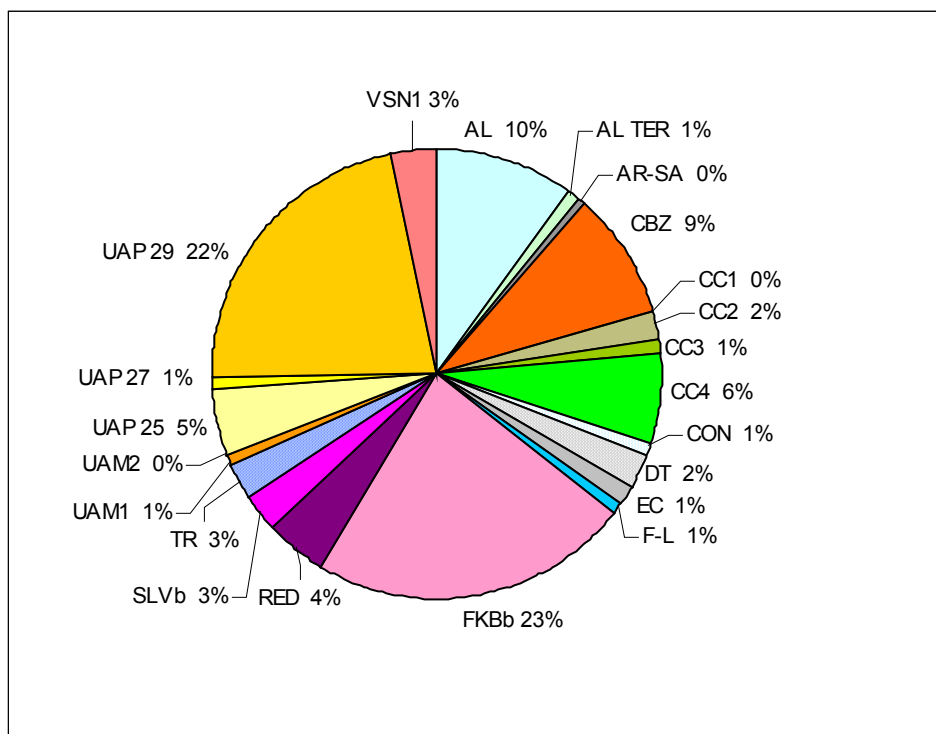


Figura 8.7 - Estensione delle Formazioni affioranti.

8.3.2. Distribuzione dei vigneti sulle formazioni geologiche affioranti

I vigneti sono maggiormente distribuiti sui suoli formati da substrati vulcanici (66 %) e in percentuali minori su suoli prevalentemente arenacei della *Formazione Arenaceo-pelitica* (13 %) e su quelli alluvionali (7 %); in particolare (fig. 8.8), per quanto riguarda i suoli vulcanici, i vigneti sono più diffusi sui suoli che si originano dalla litofacies piroclastica della *Formazione di Madonna degli Angeli* (54 %), costituita da cineriti parzialmente pedogenizzate che producono suoli di rilevante spessore; questi grazie all'elevata frammentazione e alla conseguente grande superficie di reazione, argillificano facilmente e cedono elementi nutritivi al suolo (Colacicchi & Parotto, 2006), come il potassio (di cui sono ricchi), rivelandosi particolarmente adatti alla viticoltura e alla vite (pianta potassiofila).

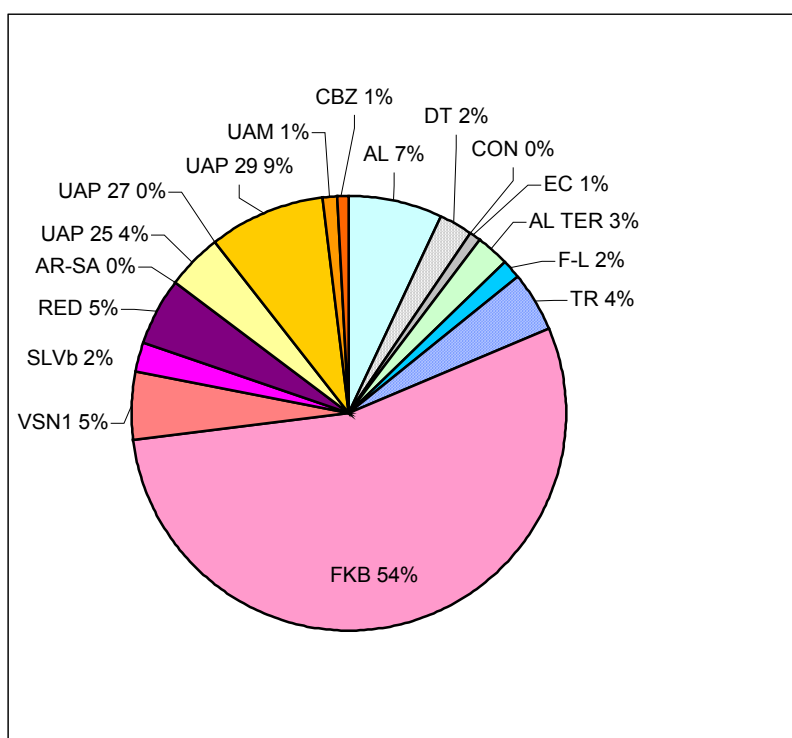


Figura 8.8 - Distribuzione dei vigneti rispetto alle Formazioni geologiche affioranti.

In generale i litotipi vulcanici originano forme del paesaggio più dolci rispetto alle forme legate all'affioramento dei litotipi arenacei (fig. 8.9); quest'ultimi producono suoli di minor spessore, più sciolti, più pietrosi, ben drenati dunque spesso lisciviati, meno adatti alla coltivazione della vite (e più adatti all'olivicoltura, come si evince dalla carta dell'allegato 6); inoltre costituiscono rilievi con versanti acclivi (che richiedono tecniche di lavorazione più costose), spesso sede di fenomeni franosi e pertanto caratterizzati da una propensione al dissesto, il quale non favorisce la pedogenesi (fig. 8.9).

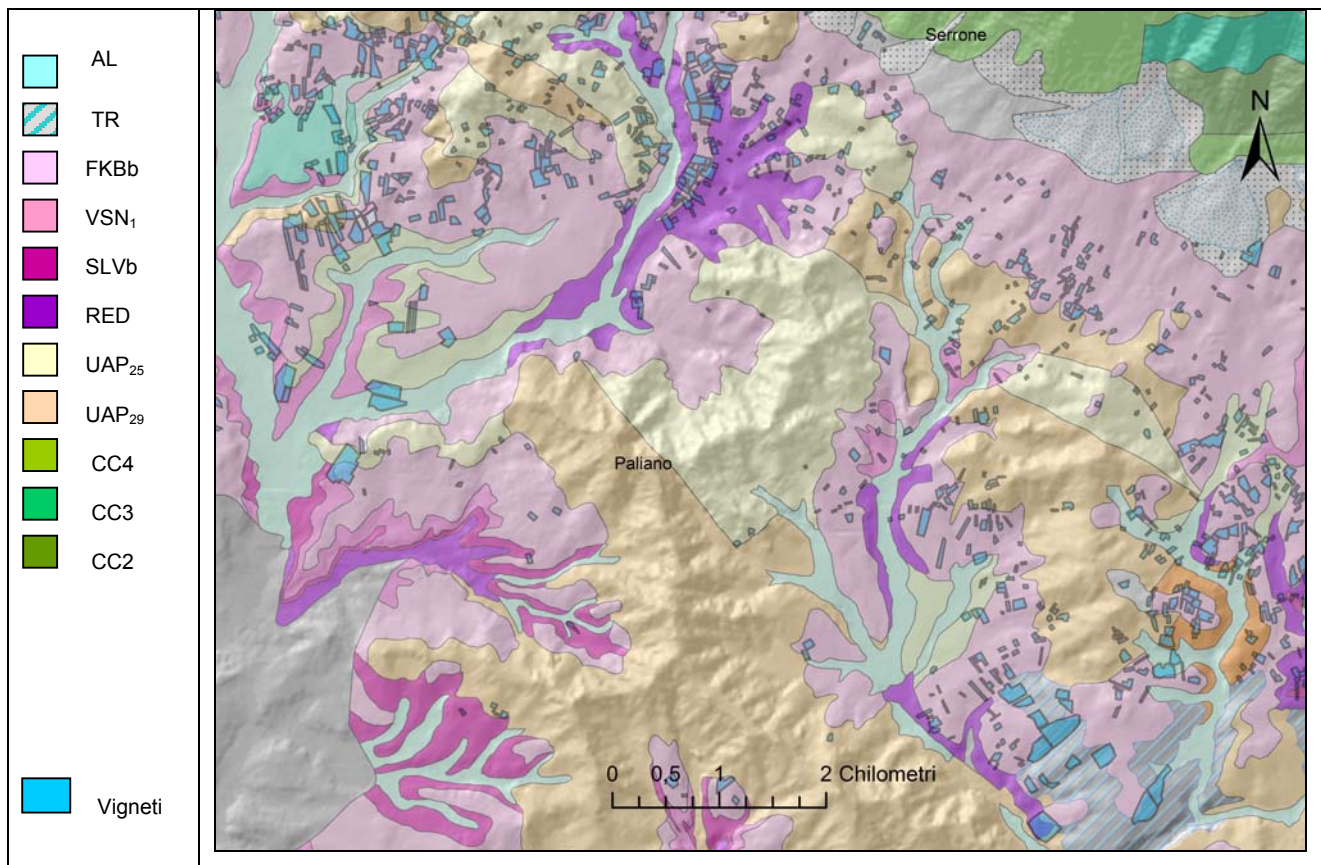


Figura 8.9 - Overlay della carta della distribuzione dei vigneti sulla carta geologica e il DEM (modello digitale di elevazione) dell'area esaminata.

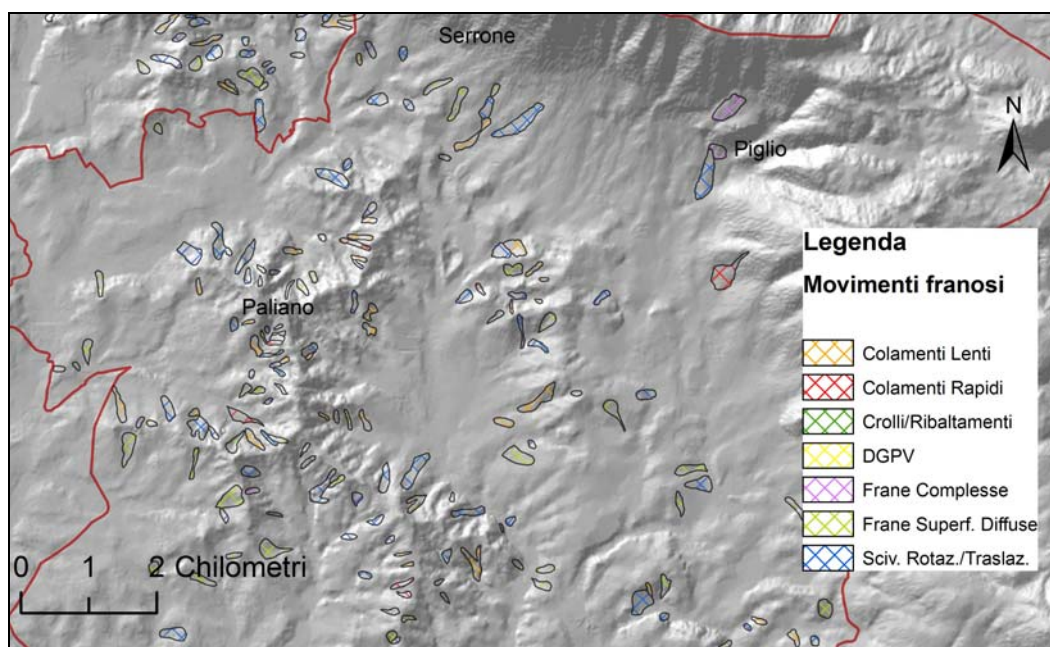


Figura 8.10 - Stralcio della carta della distribuzione delle frane dell'area studiata.

8.3.3. Vigneti e topografia

Pendenza, esposizione del versante e altitudine sono importanti fattori che influiscono sui livelli termici, sulle ore d'insolazione, sulle escursioni notte/giorno, sulle precipitazioni, sui movimenti di massa d'acqua, sulla pedogenesi, sull'incidenza dei processi erosivi, ecc..

In generale le aree vocate per la viticoltura prevalgono nelle zone dove le pendenze sono minori o nulle (valori compresi tra lo 0 e il 10 %), dove minore è l'incidenza dei processi erosivi e la pedogenesi è agevolata, anche dalla maggiore infiltrazione dell'acqua piovana nel sottosuolo che rappresenta il principale agente della genesi di un suolo (Magliulo et al., 2005); inoltre nelle aree a bassa pendenza le pratiche agrarie sono più agevoli.

L'esposizione e la pendenza dei versanti influenzano la quantità di radiazione solare disponibile per le piante (tab. 8.1); tale influenza si esplica dunque sul comportamento vegetativo e sulla cinetica di accumulo di alcuni metaboliti nell'uva (Guidoni et al., 2010). In generale i versanti più vocati per la viticoltura sono il sud-ovest (dove l'insolazione presenta un massimo accumulo termico nelle prime ore pomeridiane e prosegue più a lungo rispetto agli altri versanti), seguiti dai versanti sud e sud-est.

Esposizione	Pendenza 100%	Pendenza 58%	Pendenza 27%	Pendenza 0%
Sud	110.700	107.900	98.00	-
Nord	21.300	38.200	59.00	-
Piano	-	-	-	82.00

Tabella 8.1 - Influenza dell'esposizione e della pendenza sul calore incidente, espresso in calore cm² (Fregoni, 1998).

L'altitudine invece influisce direttamente sulle temperature, di fatto la temperatura diminuisce di 0,6 °C ogni 100 metri di quota e ciò corrisponde ad un ritardo di 2 - 3 giorni nell'inizio delle varie fasi fenologiche della vite (Buccelli & Costantini, 2006). Per tale motivo, nella penisola italiana la coltivazione della vite raramente è praticata oltre i 600 m s.l.m..

Nell'area esaminata, i vigneti sono distribuiti maggiormente in aree a basse energie del rilievo (figura 8.10): l'81 % delle aree vitate è posto su pendenze comprese tra lo 0 e il 10 %, la pendenza media è del 6 % mentre la massima è del 25 %.

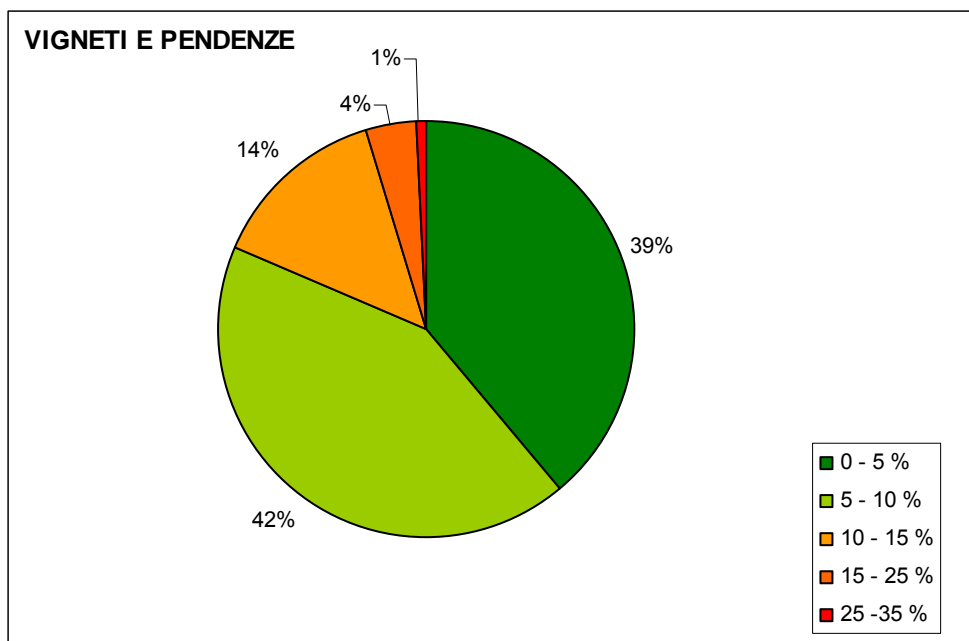


Figura 8.10 - Distribuzione dei vigneti rispetto le pendenze.

La figura 8.11 mostra come i vigneti sono maggiormente ubicati sui versanti esposti a SE (17 %), a S (23 %) e a SW (25 %), e in modo minore su versanti esposti a W (15 %) e a E (9%); in generale, al diminuire della pendenza i vigneti si distribuiscono anche su versanti a diversa esposizione.

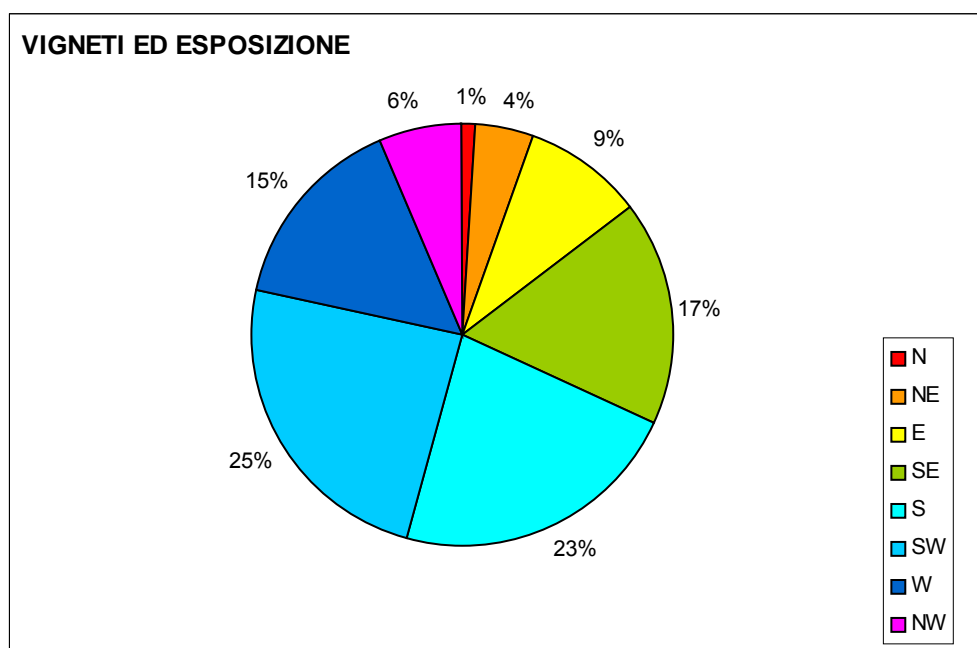


Figura 8.11 - Distribuzione dei vigneti rispetto all'esposizione dei versanti.

Circa il 92 % dei vigneti è posto a quote comprese tra i 208 e i 400 m s.l.m., il 5 % tra i 400 e 500 m s.l.m. e il 3 % tra i 500 e i 700 m s.l.m., con una altitudine media di 322 m s.l.m. (fig. 8.12).

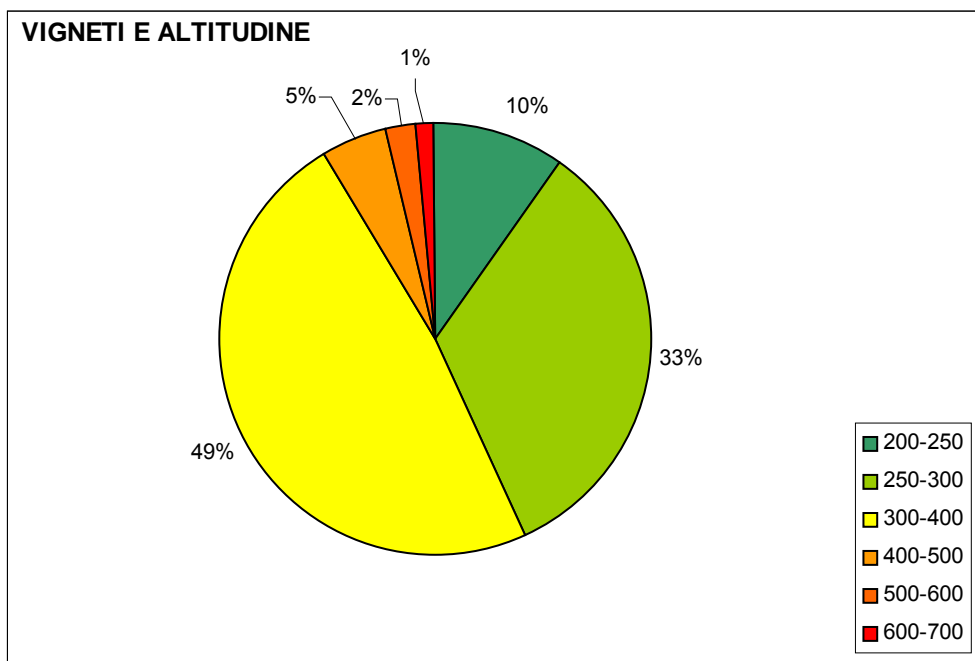


Figura 8.12 - Distribuzione dei vigneti rispetto all'altitudine.

8.3.4. Carta della vocazione viticola dell'area a D.O.C. del vino Cesanese

La realizzazione della *Carta della vocazione viticola dell'area a D.O.C. del vino Cesanese* (allegato 9) ha richiesto l'individuazione di 4 fattori, uno geologico e tre topografici, che più hanno influenza sulla qualità della viticoltura; le formazioni geologiche, gli intervalli di pendenza e di altitudine e le esposizioni sono state suddivise secondo diverse classi di attitudine alla viticoltura.

Ogni fattore è stato così suddiviso in quattro classi, ognuna di queste presenta un punteggio variabile da 4 a 1.

In base ai principali litotipi delle formazioni affioranti nell'area esaminata, alla tipologia di suolo che da questi si origina e al confronto tra i dati la figura 8.7 (estensione delle formazioni) e la figura 8.8 (distribuzione dei vigneti rispetto le formazioni) del precedente paragrafo le formazioni geologiche sono state suddivise in diverse classi in base alla loro maggiore o minore attitudine alla coltivazione della vite.

Formazioni affioranti	Punteggio
FKBb	4
VSN ₁ , SLVBb, RED, UAM _{1,2}	3
UAP _{25/27/29} , AL, TR, AL TER	2
C, CBZ, FL, DT, EC	1

I punteggi sono stati assegnati considerando essenzialmente la tipologia di suolo che si origina dalle principali formazioni affioranti e confrontando le percentuali di estensione delle formazioni e le percentuali di distribuzione dei vigneti sulle stesse, considerando inoltre la geometria che caratterizza i diversi litotipi e il contesto topografico e morfologico.

Nell'area di studio, i depositi piroclastici sono ben rappresentati in affioramento quanto i depositi appartenenti all'*Unità Arenaceo-pelitica*, tuttavia i depositi vulcanici sono quelli ove sono maggiormente distribuiti i vigneti, localizzati prevalentemente sulle piroclastiti della *Formazione di Madonna degli Angeli* (FKBb). Di fatto il 54 % delle aree vitate delle tre aree a D.O.C. del Cesanese si trovano su un substrato costituito dalla suddetta formazione e a questa è stato assegnato il punteggio massimo, mentre ai depositi silicoclastici dell'*Unità Arenaceo-pelitica* (UAP) è stato attribuito un punteggio minore. Ciò è spiegato considerando che le cineriti parzialmente pedogenizzate della *Formazione di Madonna degli Angeli* grazie all'elevata frammentazione producono suoli di opportuno spessore (>100 cm), con tessitura franco-limoso o franco-argillosa, un pH medio da neutro a subacido, una elevata capacità di scambio cationico (CSC), una bassa densità apparente (1,07), un drenaggio variabile da buono a mediocre e una buona riserva idrica (pari a ca. 150-160 mm/m) espressa dall'AWC; inoltre, per la natura dei depositi vulcanici da cui si originano (alcalino-potassici), tali suoli sono molto ricchi in potassio, rivelandosi particolarmente adatti alla vite (pianta potassiofila).

In generale, dall'analisi dei dati a disposizione, i suoli vulcanici in quest'area sono i più adatti alla viticoltura.

I suoli prevalentemente arenacei che si originano dall'*Unità Arenaceo-pelitica* (UAP) presentano invece spessori medi tra i 40 e i 70 cm, una tessitura franca e franca-limoso, un pH da neutro a leggermente basico, una permeabilità elevata dunque una bassa riserva idrica (pari a ca. 100 mm/m). Rispetto ai suoli vulcanici tali suoli arenacei sono in generale più sciolti, più ricchi in scheletro (più pietrosi) e più poveri in colloidali (minerali argillosi e humus) dunque con minore capacità di scambio cationico; inoltre, essendo molto permeabili sono dilavabili e poveri di elementi nutritivi, dunque dotati di minor fertilità e come considerato in precedenza (paragrafo 8.3.2) più adatti alla olivicoltura, che costituisce l'altra principale coltura che caratterizza l'area studiata.

Alcune condizioni locali influiscono sull'assegnazione dei punteggi, come nel caso dell'*Unità Argilloso-marnosa* (UAM) che nella zona di Affile costituisce il substrato più adatto alla viticoltura, anche grazie all'affioramento in vallecole protette e bene esposte.

Riguardo i terreni alluvionali (AL) e i travertini (TR) se in generale la loro geometria, le loro caratteristiche e i suoli che producono (soprattutto per quanto riguarda le alluvioni) favoriscano la viticoltura e in generale le pratiche agricole (tessitura franca, buon drenaggio, pH neutro), i loro affioramenti più estesi si trovano nelle porzioni più meridionali (travertini) e depresse morfologicamente (alluvioni e travertini) dell'area di studio, caratterizzate da un clima più secco (soprattutto nella stagione estiva) e meno adatto. Inoltre, esaminando la distribuzione dei vigneti

sulle alluvioni e sui travertini bisogna considerare anche l'intensa urbanizzazione che interessa spesso aree dove questi depositi affiorano, come ad esempio nella zona (ove affiorano i travertini) ubicata tra l'abitato di Anagni e l'autostrada Roma-Napoli (a sud est dell'area studiata).

Sono state individuate 4 classi di pendenze (fig. 8.14); considerando che le aree più adatte alla viticoltura (e in generale per l'agricoltura) sono quelle dove le pendenze sono minori, dove minore è l'incidenza dei processi erosivi e la pedogenesi è agevolata, e dove le pratiche agrarie sono più favorevoli e agevoli, e considerando che nell'area studiata proprio l'81% dei vigneti è sito in terreni a pendenza compresa tra lo 0 e il 10 % a questa classe è stato attribuito il massimo punteggio.

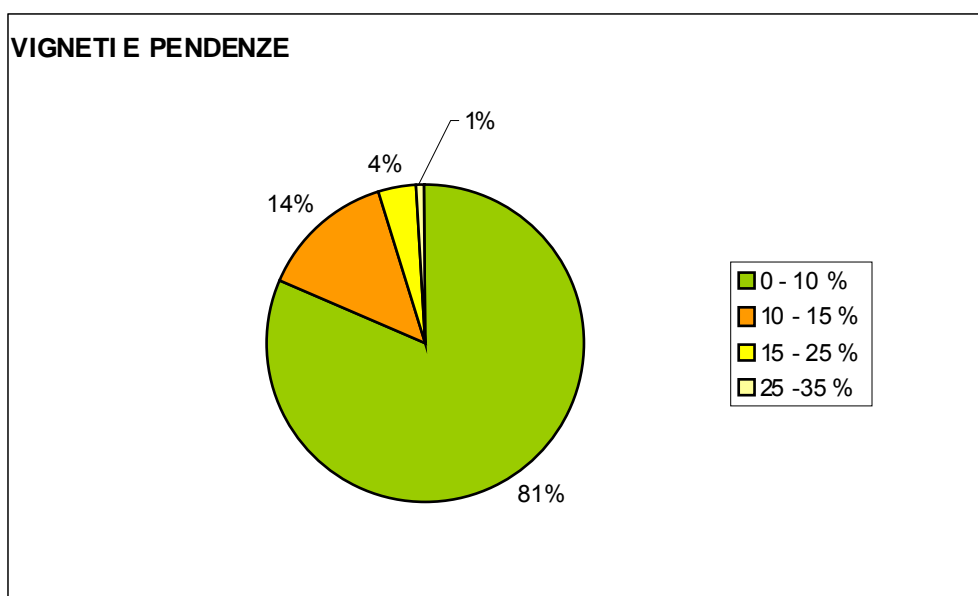


Figura 8.14 - Distribuzione dei vigneti rispetto le pendenze.

Intervalli di pendenza	Punteggio
0 – 10 %	4
10 –15 %	3
15 – 25 %	2
25 –35 %	1

Sono state individuate 4 classi di esposizione dei versanti (fig. 8.15); considerando che le esposizioni a SW (dove l'insolazione presenta un massimo accumulo termico nelle prime ore pomeridiane e prosegue più a lungo rispetto ai versanti diversamente esposti), a S e a W sono le più indicate alla viticoltura a queste è stato attribuito il punteggio massimo (4), mentre l'esposizione dei terreni verso N presenta il punteggio minimo (1).

L'esposizione di un versante riveste notevole importanza nell'interazione tra vite e clima, infatti influisce sulla quantità di radiazione solare disponibile per le piante che a sua volta influenza la

qualità delle produzioni viticole: in generale, alle latitudini della viticoltura italiana, le ore di sole sono correlate positivamente con la quantità e qualità di uva prodotta (ad esempio l'accumulo degli zuccheri nelle bacche è superiore in quelle più esposte al sole). Inoltre esiste uno stretto legame tra temperatura dell'aria e le ore di sole e l'insolazione: tali fattori hanno grande influenza sul ciclo vegetativo della vite e la sintesi degli antociani, l'accumulo degli zuccheri e la sintesi degli aromi nelle bacche (Buccelli & Costantini, 2006).

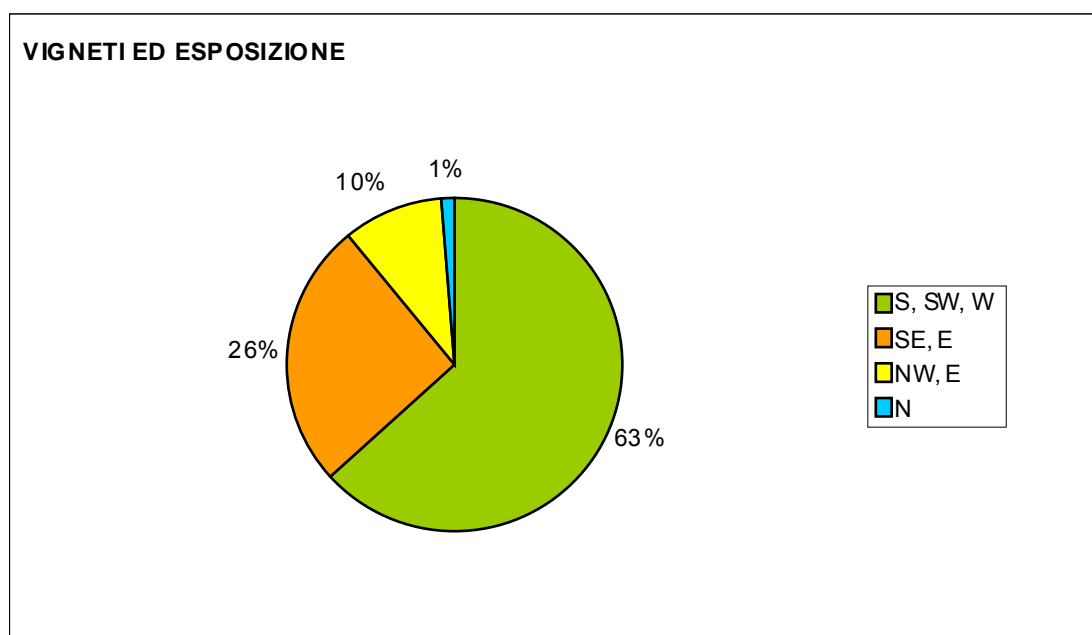


Figura 8.15 - Distribuzione dei vigneti rispetto all'esposizione dei versanti.

Esposizione	Punteggio
S, SW, W	4
SE, E	3
NW, NE	2
N	1

Considerando gli intervalli di altitudine ai quali sono distribuiti i vigneti (fig. 8.16): il punteggio massimo è stato dato all'intervallo di altitudine 300 – 400 perchè, considerando anche le condizioni topografiche, in corrispondenza di questo intervallo si creano le condizioni climatiche (soprattutto per quanto riguarda le temperature) più adatte alle pratiche viticole.

Come si è visto nel precedente paragrafo l'altitudine influisce direttamente sulle temperature (all'aumentare dell'altitudine diminuiscono le temperature), e per questo motivo alle quote elevate più elevate dell'area a D.O.C. del Cesanese la viticoltura è poco sviluppata e diffusa solo in strette valli protette dai venti e su versanti prevalentemente esposti a sud.

L'intervallo di altitudine compreso tra i 200 e i 300 m è favorevole alla viticoltura ma non gli è stato attribuito il punteggio massimo perchè nell'area esaminata le quote minori sono distribuite nel

settore meridionale, in corrispondenza delle aree più depresse (valli e piane alluvionali) dove nel periodo estivo si possono creare più facilmente condizioni di eccessivo stress idrico e nel periodo invernale eccessive condizioni di umidità.

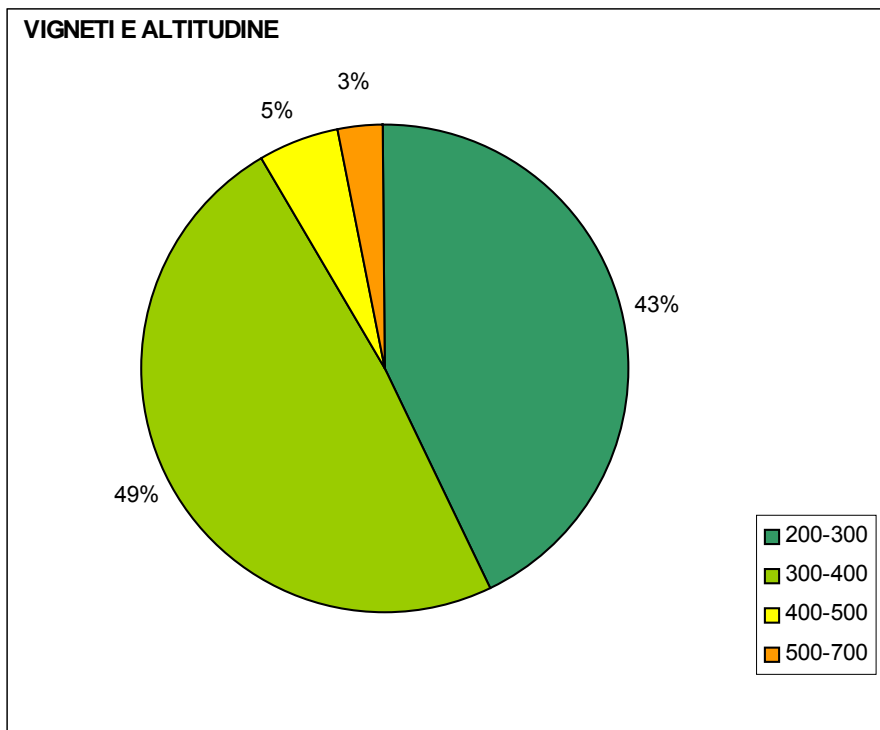
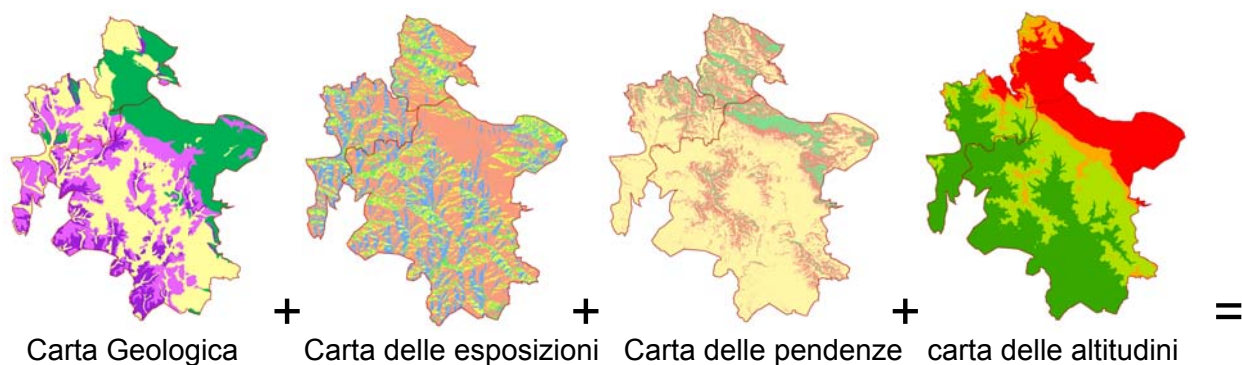


Figura 8.16 - Distribuzione dei vigneti rispetto all'altitudine.

Intervalli di altitudine	Punteggio
300 - 400	4
200 - 300	3
400 - 500	2
500 - 700	1

Sovrapponendo la carta geologica, delle pendenze, delle esposizioni e delle altitudini, rielaborate secondo le nuove suddette classi, è stata realizzata la *Carta della vocazione viticola dell'area a D.O.C. del vino Cesanese* (fig. 8.17, allegato 9); tale carta presenta 6 classi vocazionali (A, B, C, D, E, F), comprendenti aree omogenee per caratteristiche geo-pedologiche e topografiche.



Carta della vocazione viticola

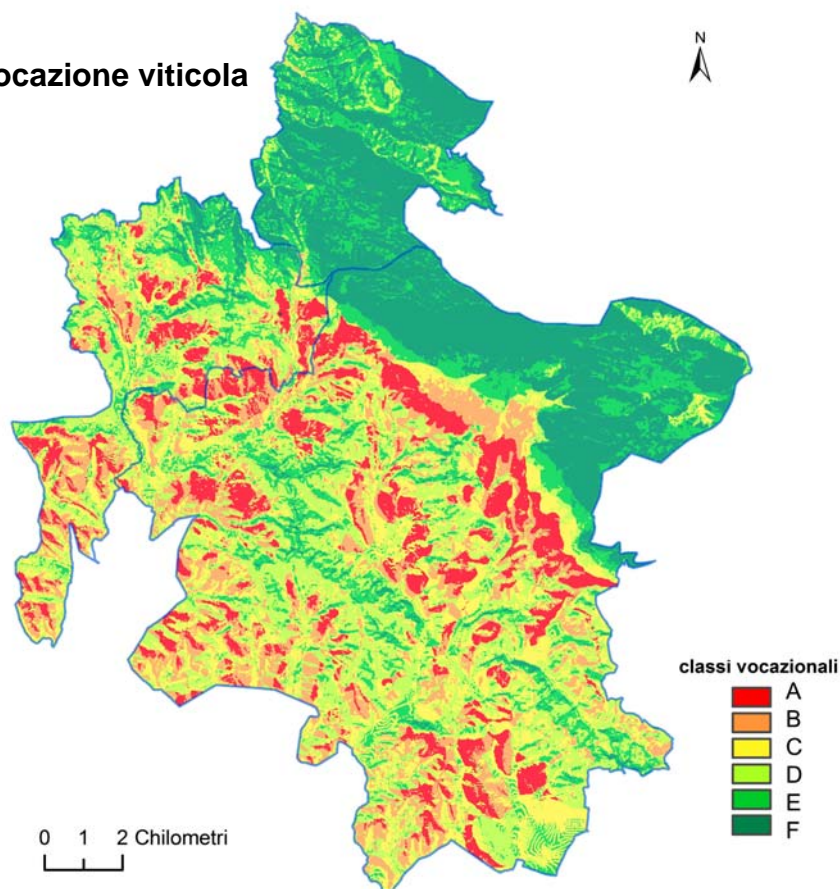


Figura 8.17 - Costruzione della “Carta della vocazione viticola dell’area a D.O.C. del vino Cesanese”.

Le porzioni di territorio che ricadono all’interno della classe A sono quelle che per litotipo e condizioni topografiche sono le più adatte alla viticoltura nell’area a D.O.C. del Cesanese: i litotipi più adatti sono quelli vulcanici, piroclastici (in particolare della *Formazione di Madonna degli Angeli*), da cui si originano suoli di notevole spessore, con tessitura franco-limosa o franco-argillosa, un pH medio da neutro a subacido, una elevata capacità di scambio cationico, una bassa densità apparente, un drenaggio variabile da buono a mediocre, una buona riserva idrica e un buon contenuto in potassio; le condizioni topografiche migliori corrispondono a versanti con

pendenze comprese tra lo 0 e il 10 in %, una esposizione degli stessi a S, a SW, a W e un'altitudine compresa tra i 300 e i 400 m s.l.m. (tab. 8.3).

Formazioni affioranti	Esposizione	Pendenza	Altitudine	Punteggio per ogni classe	Punteggio (somme)
FKBb	S, SW, W	0 – 10 %	300 - 400	4	16
VSN1, SLVb, RED, UAM1,2	SE, E	10 – 15 %	200 - 300	3	12
UAP_{25/27/29}, AL, TR, AL TER	NW, NE	15 – 25 %	400 - 500	2	8
C, CBZ, FL, DT, EC	N	25 – 35 %	500 - 700	1	4

Tabella 8.3

Le classi successive comprendono porzioni di territorio dove la viticoltura è possibile ma passando dalle classe B alla F le condizioni geo-pedologiche, topografiche e climatiche sono sempre meno adatte, e l'intervento del viticoltore sarà più gravoso sia in termini di tempo dedicato alle pratiche agricole sia in termini economici.

La carta della vocazione viticola indica che nella zona a D.O.C.G. del Cesanese del Piglio e nella zona a D.O.C. di Olevano Romano sono ampiamente diffuse le porzioni di territorio ricadenti nelle classi A, B e C; in particolare, in tutta la D.O.C. del Cesanese la classe A rappresenta per estensione l'11%, la classe B il 13 %, la 3 il 17 % (fig. 8.18). Considerando che la classe F comprende porzioni di territorio montano inadatte alla viticoltura (che un'area D.O.C. non dovrebbe comprendere), ricalcolando le % di estensione delle aree di ogni classe di vocazione la grandezza delle aree più vocate si amplia notevolmente.

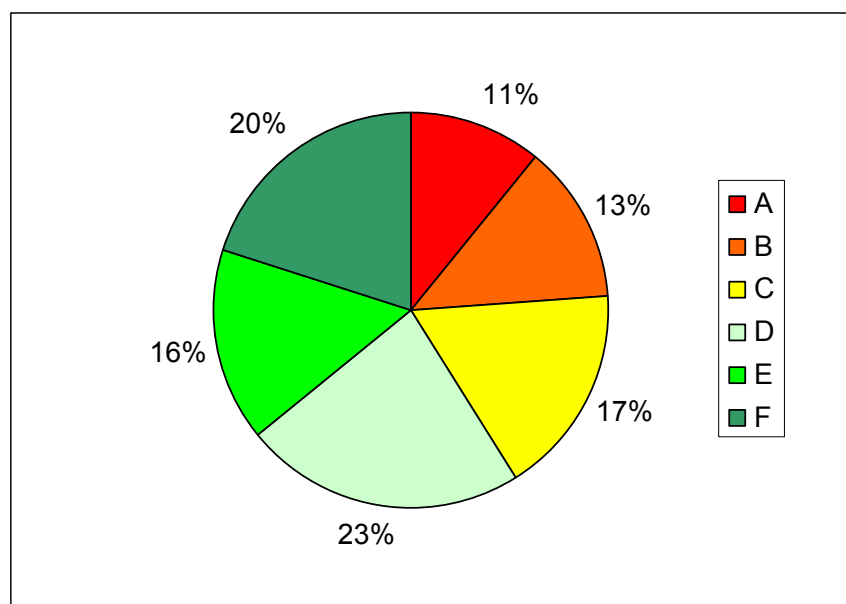


Figura 8.18 - Estensione delle classi vocazionali.

Esaminando la distribuzione dei vigneti si evince che le aree appartenenti alle classi A e B sono particolarmente adatte alla produzione vitivinicola e per tale motivo interessate a luoghi da estese aree vitate (allegato 10); in particolare, il 35 % delle aree vitate è ubicato in aree appartenenti alla classe A, il 24 % alla B, il 20 % alla C, il 16 % alla D, il 5 % alla E e infine l'1% alla F (fig. 8.19).

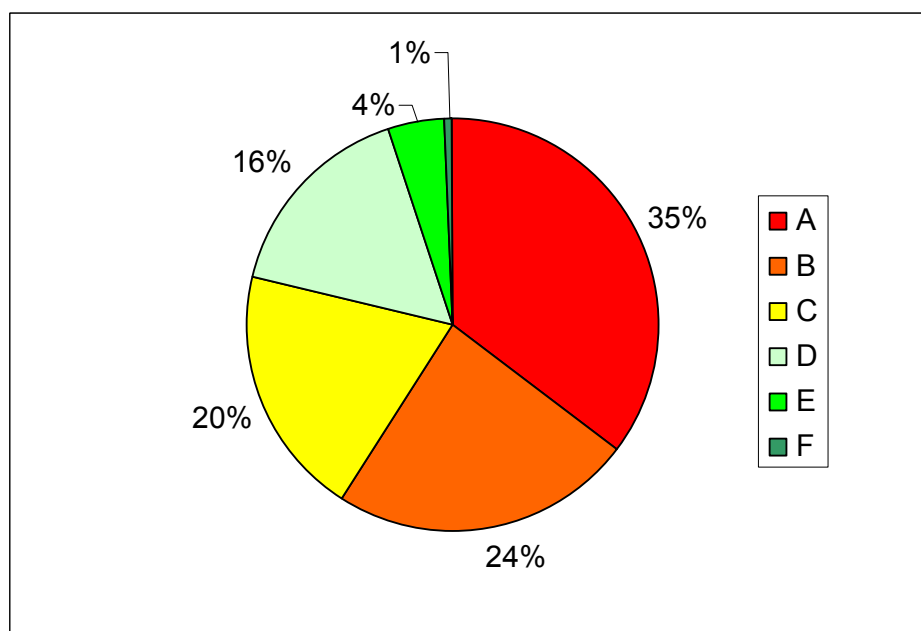


Figura 8.19 - Distribuzione dei vigneti per classi di vocazione vitivinicola.

Inoltre dal confronto tra la *Carta della distribuzione dei vigneti* e la *Carta della vocazione viticola* e considerando l'ubicazione degli areali dei vigneti di 38 aziende di prestigio produttrici di vino Cesanese ed in particolare gli areali delle 9 aziende che hanno ottenuto negli ultimi anni i maggiori

riconoscimenti (*Antiche Cantine Mario Terenzi, Azienda Vitivinicola Buttarelli, Casale della Ioria, Coletti Conti, Damiano Ciolli, Azienda Agricola Emme, Marcella Giuliani, Azienda Agricola Migrante, Vini Giovanni Terenzi*) si evince che 7 areali su 9 sono ubicati proprio in quelle zone che per litotipo e condizioni topografiche sono più indicate per la produzione vitivinicola, prevalentemente all'interno della classe A, e che in tale zona è possibile produrre un vino di qualità.

8.4. Conclusioni

Lo studio di zonazione viticola dell'area a D.O.C. del vino Cesanese è stato realizzato attraverso l'analisi delle caratteristiche geologiche, pedologiche, topografiche e climatiche, e ha permesso di verificare la vocazione dell'area alla produzione vitivinicola individuando aree omogenee per caratteristiche geo-pedologiche e topografiche in grado di influenzare positivamente la risposta colturale.

Lo studio dei dati climatici provenienti da quattro stazioni meteorologiche presenti nell'area esaminata, da cui sono inoltre stati determinati alcuni indici bioclimatici viticoli, ha permesso di caratterizzare climaticamente la zona in oggetto e di appurare come questa sia climaticamente adatta per la produzione vitivinicola.

La sovrapposizione (*overlay*) dei dati relativi alla distribuzione spaziale dei vigneti agli altri parametri geoambientali ha permesso di riscontrare che la maggiore frequenza dei vigneti è individuata su superfici aventi un substrato costituito da depositi vulcanici piroclastici, su versanti poco acclivi e geomorfologicamente più stabili, con esposizione verso i quadranti meridionali e a quote comprese tra i 200 e i 400 m.

La *Carta della vocazione viticola dell'area a D.O.C. del vino Cesanese* individua 6 classi vocazionali: le prime due (classi A e B) comprendono porzioni di territorio dove le condizioni litologiche e topografiche sono le più indicate per la produzione vitivinicola. Nella zona a D.O.C.G. del Cesanese del Piglio e nella zona a D.O.C. di Olevano Romano sono ampiamente estese le porzioni di territorio ricadenti nelle classi A e B (che rappresentano il 24 % di tutta l'area D.O.C. del Cesanese); il 60 % delle aree vitate è ubicato nelle aree appartenenti a queste due classi, a luoghi senza una particolare concentrazione di aree vitate; per tali motivi possono essere considerate a maggior ragione aree da valorizzare e tutelare nell'ottica di uno sviluppo viticolo.

L'ubicazione degli areali dei vigneti delle aziende di prestigio produttrici di vino Cesanese ed in particolare degli areali delle aziende che hanno ottenuto negli ultimi anni i maggiori riconoscimenti, ubicati in zone appartenenti alle classi A e B, permette di affermare che in questi areali è possibile produrre un vino di qualità, e che dunque le caratteristiche del substrato e del suolo che insiste su

di essi condizionano fortemente ed in senso positivo l'attività vegetativa della vite e i caratteri organolettici dei vini, determinando l'originalità e la tipicità del vino cesanese.

In conclusione, la zonazione si rivela uno strumento efficace che permette di mettere in relazione la qualità di un ambiente e la qualità dei prodotti, uno strumento fondamentale sia per ottimizzare le scelte della viticoltura, al fine di esaltare la tipicità delle produzioni e della denominazione d'origine sia per valorizzare e tutelare un territorio inteso come spazio fisico e spazio antropico con la sua storia e cultura, dunque un importante strumento per la gestione e la programmazione dello sviluppo e promozione di una determinata area vitata.

9. TRACCIABILITA' GEOGRAFICA DEI VINI TIPICI

9.1. Introduzione

La necessità di definire metodi scientifici affidabili per il riconoscimento e la tracciabilità geografica degli alimenti nasce dalla crescente richiesta da parte dei consumatori di prodotti di buona qualità e con una chiara identità regionale. Tra questi il vino è sicuramente il prodotto che è stato oggetto di maggiore attenzione, anche in considerazione del progressivo sviluppo dei marchi D.O.C. e D.O.C.G. e dell'importanza economica assunta dal concetto di *Terroir*, che ne definisce l'inscindibile legame con il territorio come elemento determinante per la sua valorizzazione economica. La comunità scientifica e gli organismi internazionali hanno dedicato grande attenzione alla messa a punto di metodologie scientifiche e tecnologie idonee alla certificazione di qualità dei vini di pregio (Jackson, 2008).

Negli ultimi anni nuovi studi si sono concentrati sulla possibilità di definire con criteri analitici e basi scientifiche l'area di provenienza di un vino partendo dalla sua analisi; verificare la tracciabilità geografica di un vino permette di indagare sul suo percorso produttivo e quindi anche sulla sua autenticità. Nei vini di pregio la certificazione di autenticità e provenienza geografica rappresenta un fattore di estrema valorizzazione del vino proposto al mercato.

Gli studi odierni si basano sull'individuazione di sostanze caratteristiche del sistema substrato/suolo di provenienza con l'obiettivo di risalire dalla composizione chimico-fisica del prodotto vino al suo areale (territorio) d'origine.

Le caratteristiche del vino sono direttamente correlate sia al vitigno di origine che all'ambiente di coltivazione mentre le sue qualità dipendono strettamente dalla qualità dell'uva e solo da uve sane e al giusto grado di maturazione è possibile ottenere vini di qualità: dunque è nel vigneto più che nella cantina che nasce il grande vino.

La composizione della matrice organica di un vino è legata al vitigno utilizzato nella produzione, la composizione chimica e isotopica della matrice inorganica è legata alla natura del suolo di impianto della vigna, che eredita le proprie caratteristiche composizionali e qualitative direttamente dal substrato geologico; dunque l'insieme di parametri chimici, organici e geochimici di un vino può rappresentare la sua impronta digitale, e quindi fornire uno strumento di straordinaria efficacia per la sua tracciabilità.

Uno degli obiettivi della presente tesi è di definire un parametro geochimico intrinseco, espressione delle caratteristiche geologiche del substrato, che in aggiunta alle caratteristiche organolettiche determinate dalla miscela polifenolica, permetta di collegare ciascun vino al suo territorio di produzione e di definire la costanza dei processi di produzione del vino e delle aree di provenienza.

9.2. Componente organica e autenticità e tracciabilità geografica dei vini

Nella componente organica del vino sono presenti elementi leggeri quali l'idrogeno (H), il carbonio (C), l'ossigeno (O), l'azoto (N) e lo zolfo (S); i rapporti isotopici di tali elementi variano in funzione della provenienza regionale, della specie vegetativa coinvolta (tipo di vitigno), della stagione e del clima; i rapporti isotopici di idrogeno, carbonio e ossigeno misurati nel 1994 in vini provenienti da diverse regioni italiane indicano che il rapporto D/H presenta valori compresi tra 98 e 107 ppm e diminuisce all'aumentare della latitudine, che il rapporto $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ aumenta con la latitudine mentre il rapporto $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (misurato nell'acqua) diminuisce.

L'analisi dei rapporti isotopici di idrogeno, carbonio e ossigeno è utilizzata per il controllo dell'autenticità del vino (Roßmann et al., 1996; Roßmann 2001); in particolare la contraffazione dovuta all'aggiunta di zuccheri (di canna o barbabietola) viene rivelata con l'analisi del rapporto isotopico D/H ($^2\text{H}/^1\text{H}$) e del $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, mentre l'aggiunta d'acqua è rivelabile con lo studio del rapporto $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$.

Alcuni metodi di analisi isotopica sono riconosciuti a livello nazionale ed internazionale e sono stati inseriti in regolamenti CEE e nazionali (Regolamento (CE) N. 822/97, modifica del regolamento (CEE) n. 2676/90); l'Unione Europea nel 1990 ha stabilito per i vini un *database* ufficiale basato sui rapporti isotopici dell'idrogeno, mentre dal 1997, nella stessa banca dati, sono stati inseriti i dati riferiti agli isotopi dell'ossigeno (Cocchi et al., 2005).

Secondo gli studi sin qui compiuti (Bréas et al., 1994; Day et al., 1994; Versini et al., 1999; Christoph et al., 2003, 2004) l'analisi isotopica degli elementi leggeri considerati non è adatta per verificare la tracciabilità geografica-geologica del vino, perché nel substrato e nel suolo questi elementi sono presenti in concentrazioni elevate in molti composti mentre nel vino i composti principali che contengono ad esempio carbonio e ossigeno sono l'acqua e l'etanolo, ed inoltre perché i rapporti isotopici di questi elementi sono fortemente dipendenti da fattori climatici locali e dall'andamento climatico stagionale.

I composti fenolici

Un'ulteriore elemento di analisi per la tracciabilità del vino può essere rappresentato dalla composizione della componente organica del vino che è strettamente correlata al tipo di vitigno utilizzato.

Nell'ambito della frazione organica i composti fenolici sono riconosciuti come componenti fondamentali nel definire le caratteristiche di un vino; la loro concentrazione dipende da molti fattori, fra cui i principali sono il vitigno, il grado di maturazione ed il processo di vinificazione (Shahidi & Naczki, 2004); a tali composti sono legate dunque le caratteristiche organolettiche di un vino, quali il colore, l'odore, il sapore, l'astringenza ed in parte anche l'aroma.

Le caratteristiche sensoriali del vino variano in funzione della varietà di uva impiegata, del processo di vinificazione adottato, dei processi di polimerizzazione ossidativa e di trasformazione

che avvengono durante le fasi d'invecchiamento (Cabras, 2004). I polifenoli del vino comprendono acidi idrossibenzoici e idrossicinnammici, stilbenoidi, flavonoidi, antocianosidi responsabili del colore, flavonoli, flavoni e molecole per lo più correlate con il processo d' invecchiamento quali tannini condensati (Flamini, 2003; Shahidi & Naczki, 2004). Quindi la composizione delle diverse classi di derivati fenolici nei vini permette di avere indicazioni sul tipo di vitigno, sul grado di maturazione del frutto, sulle modalità di vinificazione, e sull'eventuale processo di invecchiamento.

9.3. La componente inorganica nel vino

Gli elementi chimici presenti nella frazione inorganica del vino (presente con concentrazioni < 0,1 %), assorbiti dalle radici della pianta e fissati all'interno dei tessuti biologici dell'acino, hanno un'origine naturale (considerando il sistema substrato/suolo) e antropica (considerando l'uso dei fertilizzanti, l'inquinamento atmosferico e del sottosuolo e le sofisticazioni durante il processo di vinificazione).

La composizione chimica degli elementi minerali presenti in tracce nei suoli dipende da diversi fattori: dal pH, dall'umidità, dalla porosità, dalla quantità di frazione argillosa e dai processi humici (Kim & Thorton, 1993); inoltre la quantità in valore assoluto degli elementi acquisiti dal vino può variare secondo l'annata in funzione della temperatura media stagionale, delle precipitazioni e dell'umidità media durante il periodo vegetativo della vite e di crescita dell'uva. Per tali motivi l'analisi statistica multivariata applicata ad un ampio numero di elementi analizzati risulta molto laboriosa ai fini della tracciabilità geografica di un vino.

Tra gli elementi maggiormente studiati per la tracciabilità geografica dei vini vi sono i Lantanidi (terre rare) e alcuni metalli alcalini e alcalino terrosi, quali il Rubidio (Rb) e lo Stronzio (Sr).

Le concentrazioni di riferimento (dell'ordine delle ppb [ng/g]) sono ben al di sotto dei limiti di sicurezza ammissibili per la salute umana, ma sono rilevabili attraverso strumentazioni opportune ad elevatissima sensibilità. Nonostante le bassissime concentrazioni la loro distribuzione relativa è fortemente correlata alla composizione mineralogica dei suoli e dei loro protoliti (rocce del substrato); studi recenti affermano che negli alimenti la distribuzione relativa dei lantanidi riflette quella d'origine (del substrato/suolo) anche se la loro quantità in valore assoluto diminuisce, nel percorso substrato - suolo - pianta - frutto - mosto - vino (Oddone et al., 2007); per quanto riguarda l'elemento Stronzio (Sr) è stato dimostrato invece che il suo contenuto totale varia durante la vinificazione (fig. 9.1)

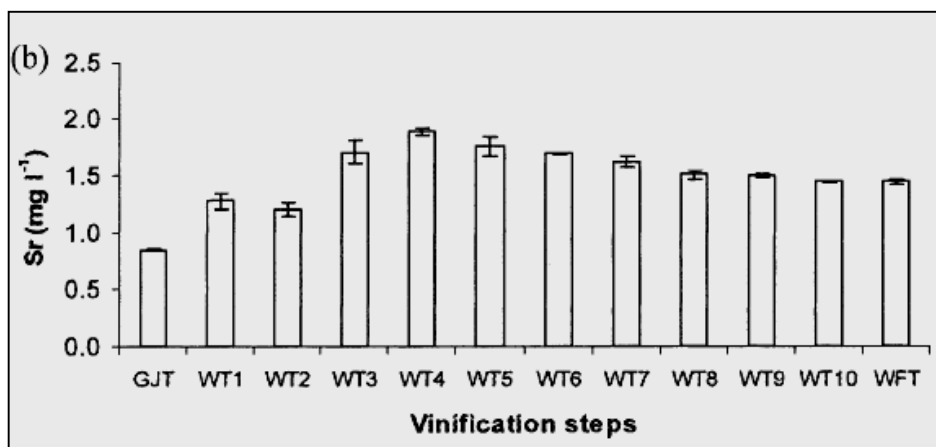


Figura 9.1- Valori della concentrazione totale di Stronzio dal mosto (GJT) al prodotto finale (WFT); in Almeida & Vasconcelos (2004).

9.4. La sistematica del sistema Rubidio-Stronzio

La definizione della composizione isotopica di alcuni elementi chimici utilizzati in geologia (Sr, Nd, Pb), sia per la datazione assoluta delle rocce che come traccianti petrogenetici, rappresenta un approccio semplice e potenzialmente affidabile per la tracciabilità geologica della vigna di provenienza e quindi del vino da essa prodotto (Almeida e Vasconcelos, 2001; Mihaljevič et al., 2006; Boari et al., 2008).

Lo stronzio (Z=38, simbolo=Sr) è un metallo alcalino terroso e possiede in natura quattro isotopi stabili, tre non radiogenici (⁸⁴Sr, ⁸⁶Sr, ⁸⁸Sr) ed uno radiogenico (⁸⁷Sr) che deriva dal decadimento radioattivo naturale β- del ⁸⁷Rb ($\lambda = 1.42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$); mentre i rapporti tra gli isotopi non radiogenici rimangono immutati nel tempo il rapporto isotopico ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr è variabile e dipende dal contenuto di Rb e Sr presente nella roccia costituente il substrato e dal tempo trascorso dalla sua formazione, quindi dall'età della roccia stessa. La figura 9.2 mostra come partendo da una stessa composizione isotopica di partenza, con il passare del tempo 4 litotipi sviluppano rapporti isotopici ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr diversi tra loro in funzione dei rapporti Rb/Sr che li contraddistinguono. Il litotipo 4, ad esempio, caratterizzato da un rapporto Rb/Sr maggiore, ha una maggiore produzione di ⁸⁷Sr dal decadimento naturale di ⁸⁷Rb; nel litotipo 1, al contrario, essendo caratterizzato da un rapporto Rb/Sr=0, il rapporto isotopico ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr rimane costante nel tempo.

Un suolo derivante da un substrato costituito da rocce acide, ad esempio i graniti, presenta un rapporto ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr > 0,710 mentre un suolo che deriva da un substrato basico, ad esempio di natura basaltica o calcarea, presenta valori dello stesso rapporto isotopico < 0,710 (Kelly, 2005; Boari et al. 2008a); la differenza dei valori è spiegata considerando l'elevato rapporto Rb/Sr presente nel granito, che nel tempo determina un'alta produzione di ⁸⁷Sr radiogenico (la concentrazione di questo isotopo dunque aumenta col tempo).

Pertanto il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ è variabile da roccia a roccia ma costante nella stessa formazione rocciosa (Faure, 1986, 2001; Horn, 1993; Dickin, 1995).

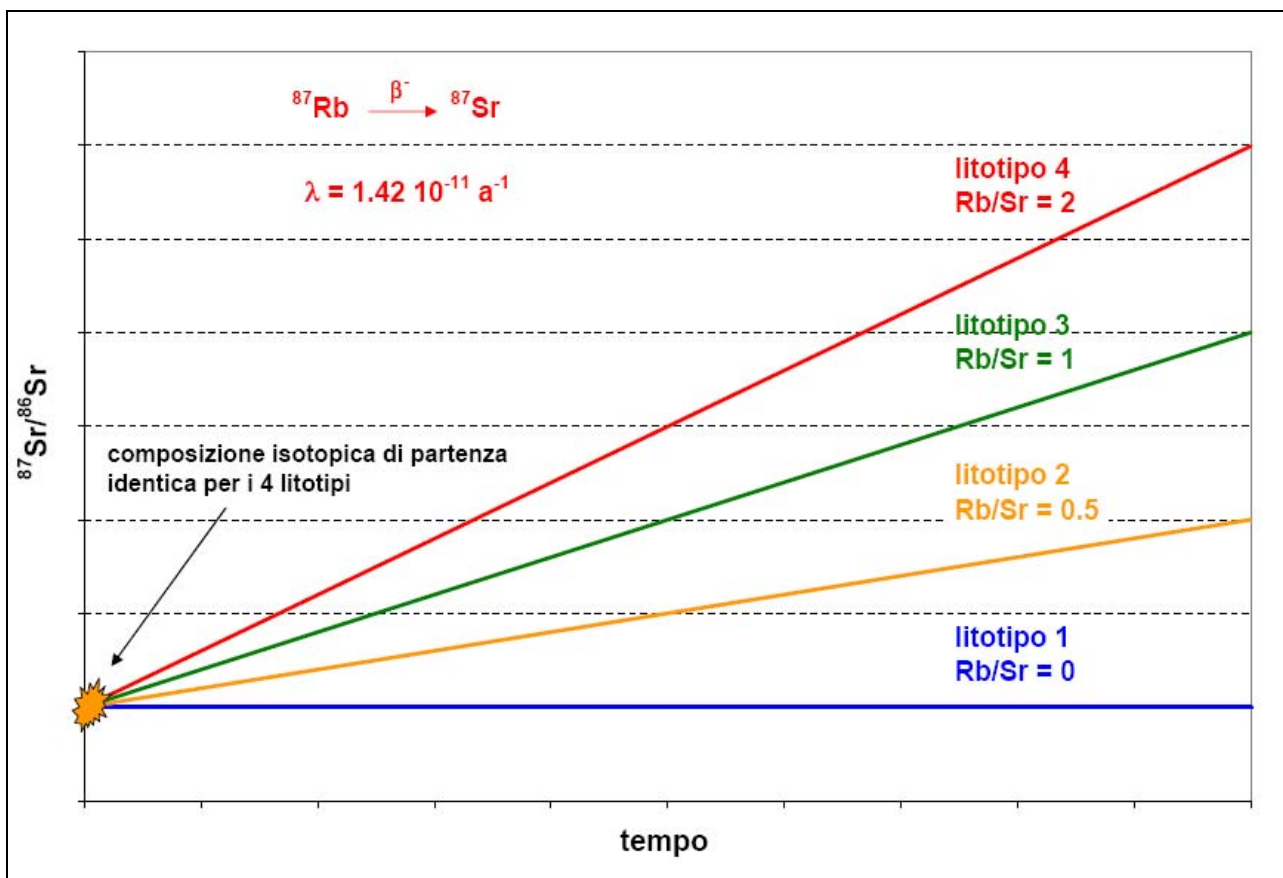
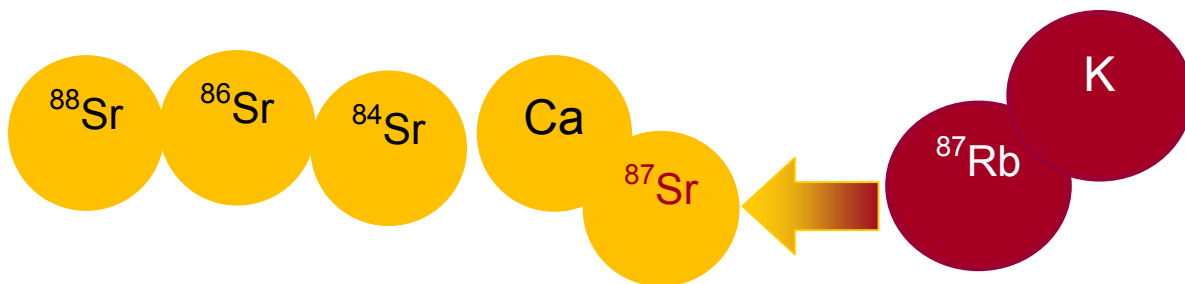


Figura 9.2 - Evoluzione schematica del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in funzione del tempo (in Braschi et al. 2011).

Il Rb e lo Sr sono facilmente frazionati dai processi geologici in seguito al loro diverso comportamento geochimico, dovuto alla loro diversa carica e raggio ionico. Infatti, il raggio ionico dello Stronzio (1.18 Å) è molto simile a quello del Calcio (1.00 Å), e tende quindi a sostituirlo nei reticoli cristallini dei minerali comuni delle rocce contenenti il Ca (e.g. calcite, feldspati). Diversamente il Rb (raggio ionico di 1.52 Å) ha affinità geochimica con il K (raggio ionico di 1.38 Å), e quindi i processi petrogenetici sia di ambiente sedimentario che metamorfico e igneo tendono a formare minerali e rocce con contenuti di Rb e Sr nettamente distinti tra loro.



Lo Sr disponibile per le piante deriva da: lo scambio ionico con i suoli, l'acqua di falda e le precipitazioni atmosferiche, l'uso di fertilizzanti; la capacità di assorbimento dipende dalla natura del substrato, dalla struttura e composizione del suolo, dalla presenza d'acqua, dal tipo di pianta; inoltre l'assorbimento dello Sr non è costante nelle diverse parti della pianta.

9.5. Tracciabilità geografica dei prodotti dell'agroalimentare e dei vini tipici

Oggi sono sempre più numerosi i consumatori che scelgono prodotti di qualità provenienti da un determinato luogo/regione, di conseguenza le ricerche nel campo della tracciabilità geografica degli alimenti sono sempre più diffuse, e hanno come obiettivo proprio la prevenzione delle frodi e la salvaguardia dei prodotti tipici.

L'uso del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ è stato considerato, con risultati positivi, per verificare la provenienza del riso di alcuni dei maggiori paesi produttori, quali la Cina, il Vietnam, l'Australia e la California (Kawasaki et al., 2002). Misure dello stesso rapporto su formaggi provenienti da diverse regioni del mondo (Svizzera, Francia, Finlandia, Canada Australia ecc.) sono confrontabili con quelle dei suoli/substrati di provenienza (Fortunato et al., 2004); così i formaggi provenienti da aree geologicamente più antiche (Finlandia e Australia) presentano valori $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ più alti rispetto a quelli provenienti da aree il cui substrato è costituito da carbonati, basalti o rocce cristalline più giovani (fig. 9.3).

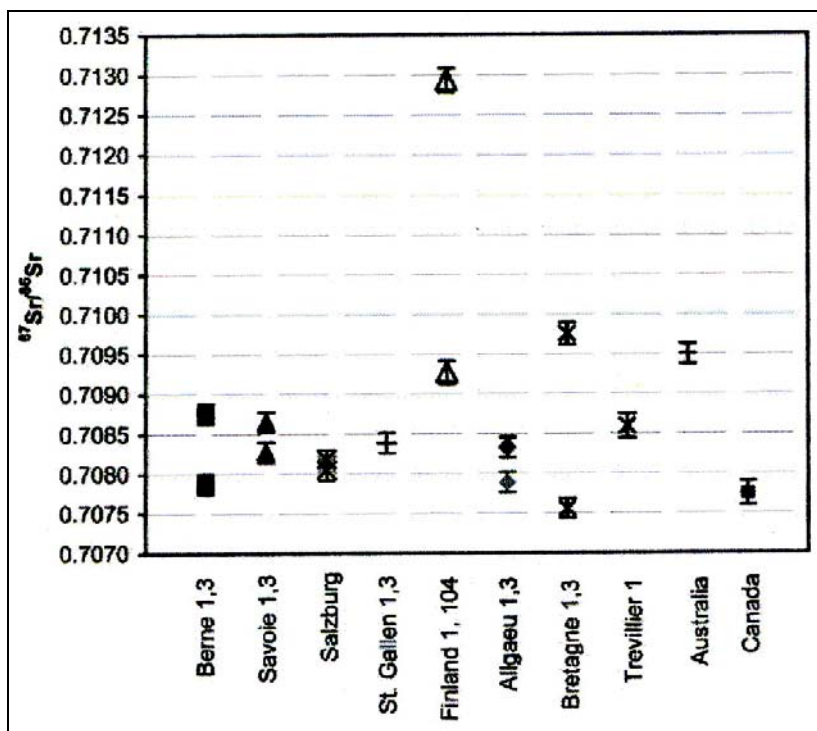


Figura 9.3 - Valori della composizione isotopica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) e origine di alcuni formaggi (in Fortunato et al., 2004)

Un recente studio condotto sulla composizione isotopica dello Sr su chicchi di caffè della varietà “Bourbon Pointu” provenienti dalle isole Reunion (Techer et al., 2011) mostra che la maggior parte dell Sr disponibile proviene dal suolo e in minima parte dall’atmosfera, che la piccola differenza tra i valori della composizione isotopica tra la pianta e il suolo è dovuta all’influenza dei fertilizzanti i quali però non sono determinanti per distinguere la provenienza di questa varietà di caffè coltivata in aree con caratteristiche geologiche differenti; infatti la composizione isotopica dello Sr degli stessi chicchi di caffè coltivati in Nuova Caledonia mostra valori più alti in accordo con la natura del substrato.

Nel campo dell’enologia, la Germania è uno dei primi paesi dove è stato realizzato uno studio che mette a confronto la composizione isotopica dello Sr dei vini con differenti suoli prodotto di diversi litotipi; la figura 9.4 mostra come la maggior parte dei valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei vini considerati sia compreso nell’intervallo di valori proprio dei diversi litotipi e corrispondenti suoli dove sono stati prodotti.

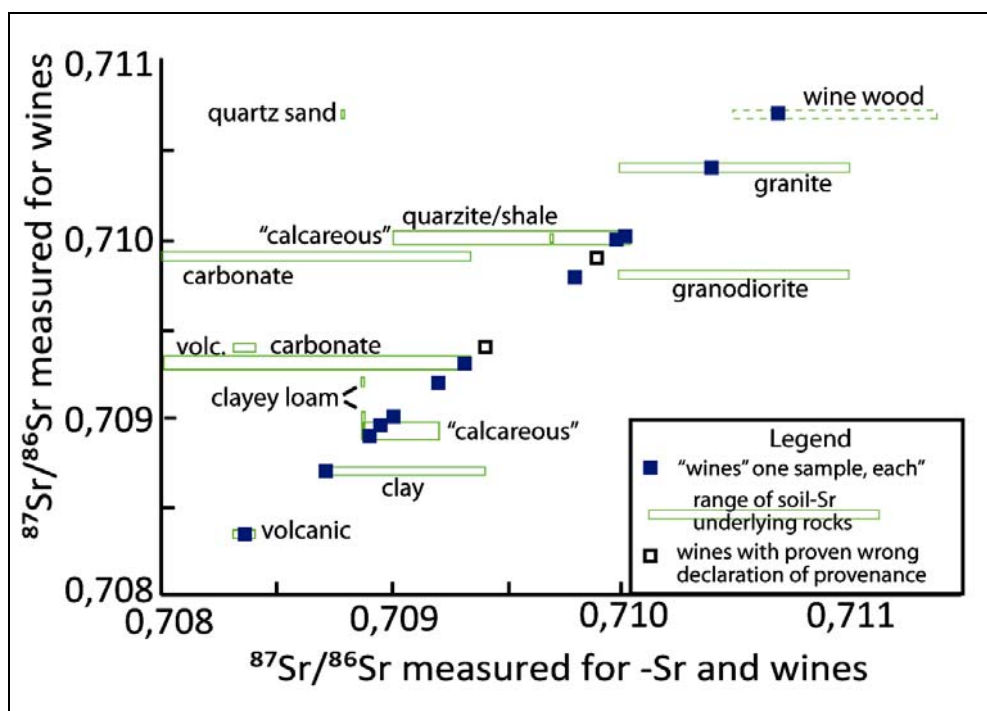


Figura 9.4 - Valori del rapporto isotopico ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) di vini e dei diversi litotipi delle corrispondenti zone di produzione (in Horn et al., 1998)

La letteratura scientifica ha dimostrato che la composizione isotopica dello Sr adsorbito dalle rocce del substrato della vigna di produzione (generalmente presente in quantità <1 mg/kg), non viene modificata dal processo di vinificazione (Almeida & Vasconcelos, 2001). Studi realizzati su vini tedeschi (Horn et al., 1993;1998), francesi (Lancelot et al., 1999; Barbaste et al., 2002; Fortunato et al., 2004), portoghesi (Almeida & Vasconcelos, 2003) e italiani (Boari et al., 2008a,b) hanno dimostrato che i valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ rimangono costanti lungo il percorso che inizia dal substrato, o dal suolo, e finisce nel vino; ad esempio nella figura 9.5 si evidenzia come non ci siano differenze nella composizione isotopica tra il suolo, i mosti e i vini prodotti

nell'areale del Douro in Portogallo, e nella fig. 9.6 tra il mosto e il vino dei prodotti Cesanese di Olevano e *Lettere* della Campania.

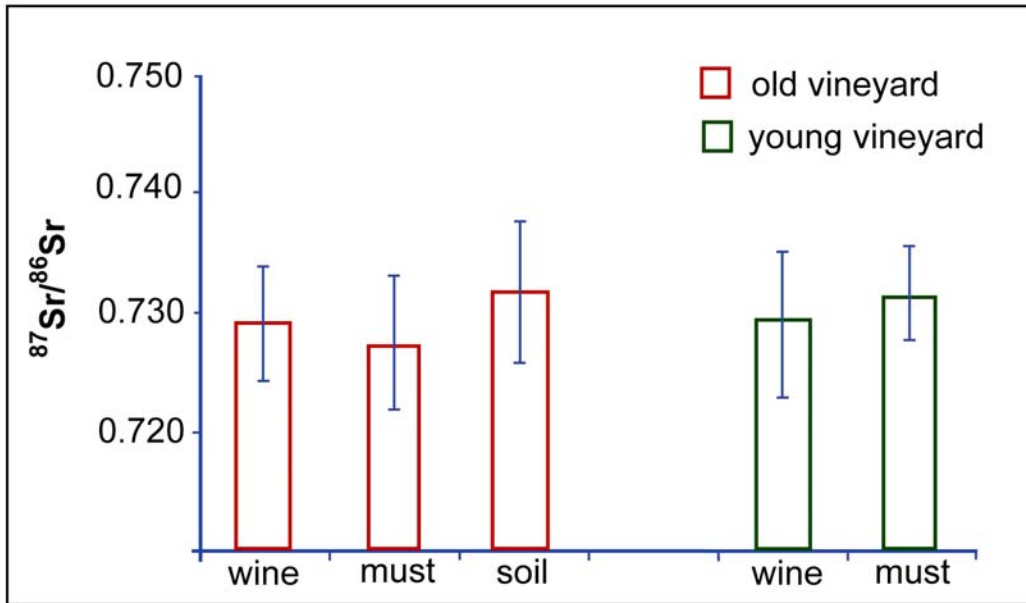


Figura 9.5 - Valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ misurati su suolo, mosto e vini del distretto di Douro in Portogallo (in Almeida & Vasconcelos, 2003).

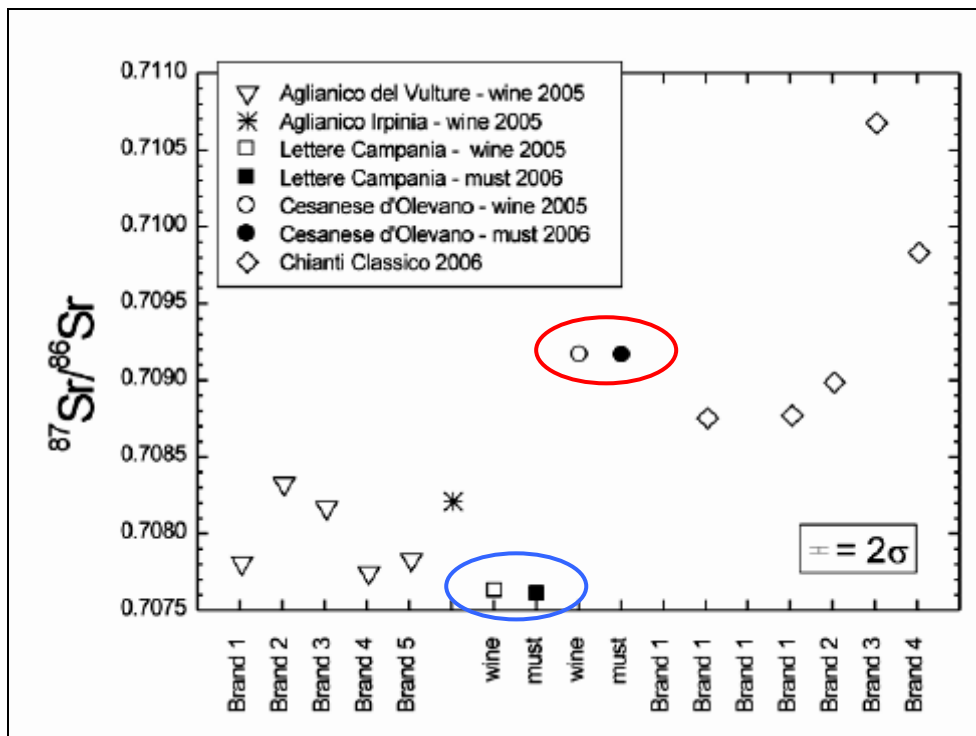


Figura 9.6 - Diagramma dei valori della composizione isotopica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) di alcuni vini dei Consorzi del Chianti Classico, Cesanese, Aglianico del Sannio e Aglianico del Vulture (in Boari et al., 2008).

La figura 9.7 (in Almeida & Vasconcelos, 2003) mostra come vi siano significative differenze tra i valori della composizione isotopica di vini prodotti in differenti regioni.

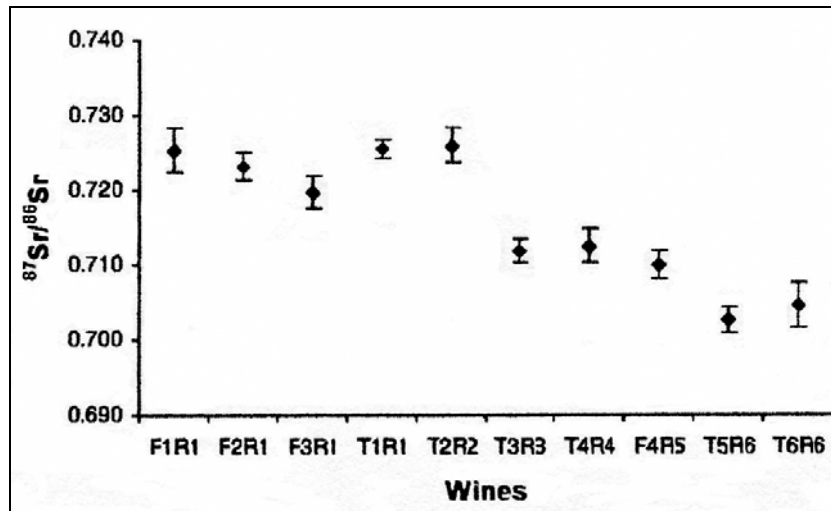


Figura 9.7 - Diagramma dei valori della composizione isotopica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) di alcuni vini (serie F e T) provenienti da cinque regioni del Portogallo (Douro R_1 , Dao R_2 , Bairrada R_3 , Borba R_4 , Madeira R_5) e uno dalla regione francese del Bordeaux (R_6) (in Almeida & Vasconcelos, 2003).

La raccolta e il confronto di alcuni dati del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di alcuni vini provenienti da diverse aree del mondo (fig. 9.8) ci permette di affermare che esiste indubbiamente una relazione tra natura del substrato e valore del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nei vini; tale tesi è confermata se si mettono a confronto i dati dei valori $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di vini e rispettivi mosti italiani provenienti da aree litologicamente differenti (fig. 9.9).

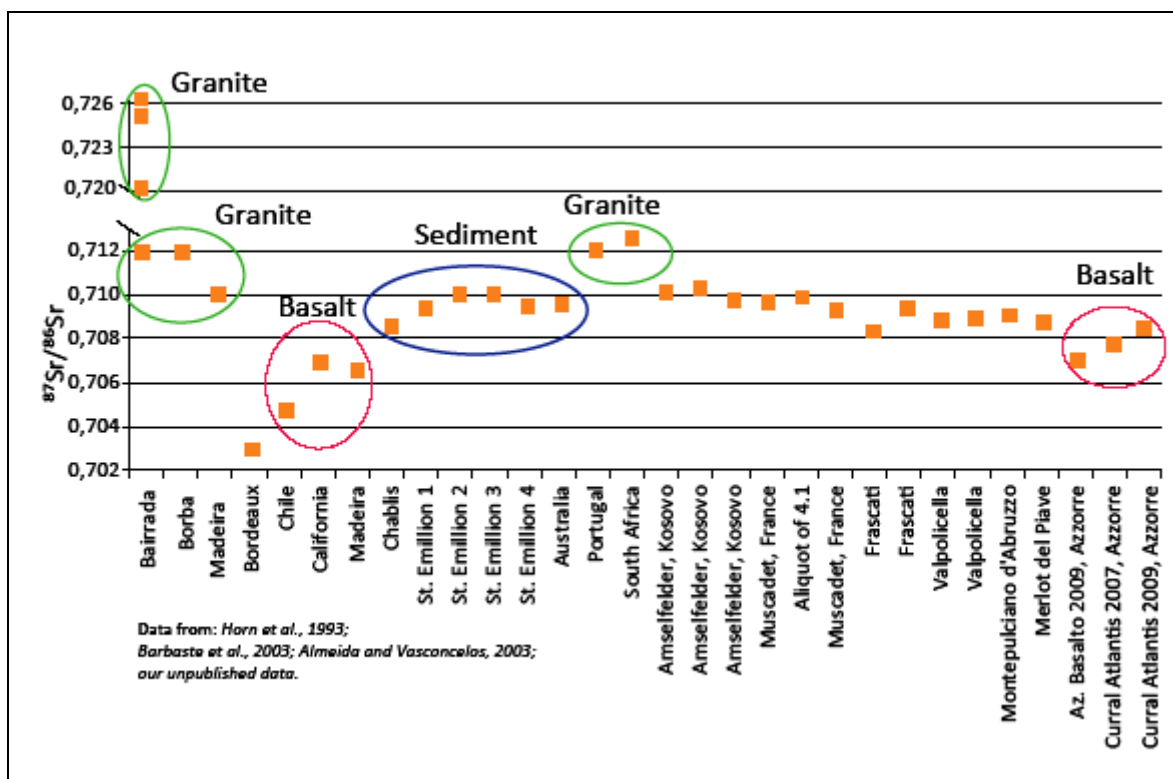
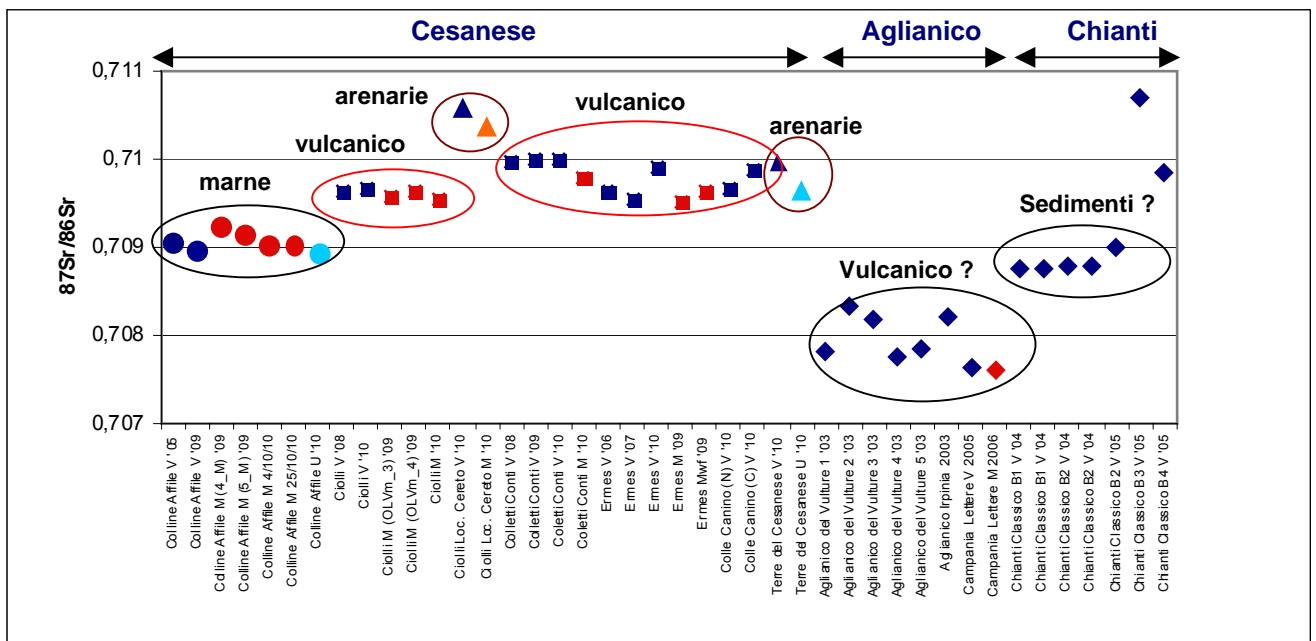


Figura 9.8 - Valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di alcuni vini provenienti da diverse aree del mondo. Si noti come i vini provenienti da vigneti ubicati su suoli basaltici (di regioni come il Cile, la California, Madeira e le Azzorre) presentino i valori più bassi (tra 0,704 e 0,708) in accordo con i dati di letteratura e lo stesso si può dire considerando i dati dei vini provenienti da vigneti ubicati su suoli granitici (di regioni come il Sud Africa e il Portogallo) che presentano una composizione isotopica caratteristicamente maggiore di 0,710.



vino ■ mosto ■ uva ■

vulcanico □ arenarie △ marne ○ substrato sconosciuto ◇

Figura 9.9 - Valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di mosti e vini italiani provenienti da aree litologicamente differenti.

Sulla base dei dati esaminati e mostrati si può affermare che gli isotopi dello Sr vengono assorbiti dalle piante nelle stesse proporzioni in cui si trovano nei suoli e che il processo di vinificazione non determina il loro frazionamento (Capo et al., 1998; Stewart et al., 1998).

Pertanto ogni porzione di territorio ove s'impiana un vigneto presenta uno specifico rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ che può rappresentare un'impronta digitale del vino rispetto alla sua provenienza geografica e dunque uno strumento per la definizione dell'autenticità di un prodotto agro-alimentare.

In conclusione è importante specificare che tale strumento può essere efficace se consideriamo prevalentemente i vini rossi, perchè nella produzione dei vini bianchi viene utilizzata nella stragrande maggioranza dei casi la bentonite per rendere più chiaro il colore del vino, modificando in questo modo la sua composizione isotopica.

10. TRACCIABILITA' GEOGRAFICA DI ALCUNI VINI PRODOTTI NELL'AREA A D.O.C. CESANESE

10.1. introduzione

Per verificare la tracciabilità geografica di alcuni vini provenienti da vigneti caratterizzati da substrati di diversa natura sono state scelte cinque aziende vitivinicole: *Damiano Ciolli*, *Coletti Conti*, *Compagnia di Ermes*, *Colline di Affile* e *Terre del Cesanese* (fig. 10.1); la scelta è avvenuta sulla base dei substrati di diversa natura che caratterizzano le aree vitate e della qualità del vino prodotto (dimostrata dai numerosi riconoscimenti ricevuti), sulla garanzia di provenienza dei vini da aree ben definite, sul tipo di coltura (monovarietale) e sulle modalità di vinificazione.

Per ogni azienda sono state individuate una o due porzioni di territorio vitato di estensione limitata (da uno a quattro ettari) caratterizzate da un substrato litologicamente omogeneo ove sono impiantati vitigni a bacca rossa *Cesanese comune* e/o *Cesanese di Affile*. Nell'area di produzione del vino Cesanese il vitigno Cesanese di Affile è il più diffuso e rappresenta una delle poche varietà autoctone del Lazio in grado di produrre vini rossi di qualità.

La determinazione del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, nella componente inorganica dei vini e dei mosti e delle uve, nei substrati geologici e nei suoli, è stata realizzata dalla Dr.ssa Sara Marchionni, del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze; le misure sono state realizzate con l'utilizzo della tecnica della spettrometria di massa a ionizzazione termica (TIMS).

10.2. Spettrometria di massa a ionizzazione termica (TIMS)

Per la determinazione della distribuzione isotopica è stata utilizzata la tecnica di spettrometria di massa (MS) accoppiata ad una sorgente di energia che provochi la formazione anche parziale di ioni a partire dal campione; in particolare è viene utilizzata la spettrometria di massa con ionizzazione termica (TIMS o *Thermal Ionization Mass Spectrometry*) nella quale ioni monoelementari vengono generati evaporando il campione su una superficie riscaldata; gli ioni sono separati e misurati singolarmente per determinare la distribuzione isotopica degli elementi di interesse

Procedura sperimentale

La preparazione e purificazione dei campioni prima della misure isotopiche vengono eseguite in un laboratorio di chimica controllato da contaminazioni ("*Class 1000*" environment).

Prima della separazione cromatografica Sr/Rb, sul campione (mosto o vino) viene realizzato un pre-trattamento che permette la distruzione della matrice organica, con lo scopo di evitare

l'introduzione nel sistema di misura di specie potenzialmente interferenti dal punto di vista della misura con spettrometria di massa.

Il pre-trattamento consiste in un'irradiazione con raggi UV del campione (10 ml di vino/mosto essiccati), miscelato ad acqua ossigenata (H₂O₂) al 36% e acido nitrico HNO₃ al 65-69 wt.% di alta qualità, che coadiuva la degradazione fotolitica dei composti organici presenti.

La misura del rapporto ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr è complicata dal fatto che il nuclide ⁸⁷Sr è isobaro con il ⁸⁷Rb; se infatti dal punto di vista chimico le due specie hanno comportamento diverso, dal punto di vista fisico risultano avere la stessa massa e all'interno dello spettrometro di massa, avendo rapporto massa/carica molto simile, danno segnali indistinguibili: al valore di massa/carica = 87, il segnale è dunque dovuto alla somma dei contributi di ⁸⁷Sr e ⁸⁷Rb. La possibilità di discriminare i due segnali è legata alla capacità di risoluzione dell'analizzatore di massa.

Il rubidio crea quindi interferenza positiva, in quanto il segnale del suo isotopo ⁸⁷Rb si somma a quello del lo ⁸⁷Sr. Il rubidio è solitamente presente nell'uva e nel vino in quantità maggiori rispetto a Sr (0.2 - 4.2 mg/l nel vino); inoltre, mentre l'isotopo ⁸⁷Sr corrisponde al 7,0% del totale di stronzio, l'isotopo ⁸⁷Rb corrisponde al 27.8% del totale di rubidio; e per tali motivi, per avere una misura accurata e affidabile del valore di rapporto isotopico ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr, è necessario rimuovere lo ione Rb⁺.

10.3. Aziende esaminate e analisi isotopiche

Su ogni area vitata delle aziende considerate è stato realizzato uno studio che prende in esame gli aspetti geologici, geomorfologici (altimetria ed esposizione, acclività, eventuale presenza di fenomeni franosi) e climatici (temperature aria, precipitazioni, umidità aria).

I vigneti scelti per le analisi chimiche sono stati perimetrati con un dispositivo gps (che include tecnologia SiRF Star III); con lo stesso sono stati registrati i dati altimetrici.

Per ogni vigneto considerato sono stati raccolti i dati riguardanti l'ubicazione, l'orientazione dei filari, la loro disposizione rispetto al pendio, l'età delle viti, il sistema di allevamento, il sesto d'impianto, la fenologia e il vitigno impiegato. Per ogni vino è stato considerato il metodo di vinificazione e di affinamento.

Le analisi degli isotopi dello stronzio (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) sono state realizzate (per ogni vigneto considerato), su campioni di substrato e suolo, uva, mosto (senza e con lieviti) e vino. Le analisi su vini e mosti sono state ripetute in diverse annate al fine di verificare la riproducibilità e la costanza dei dati.

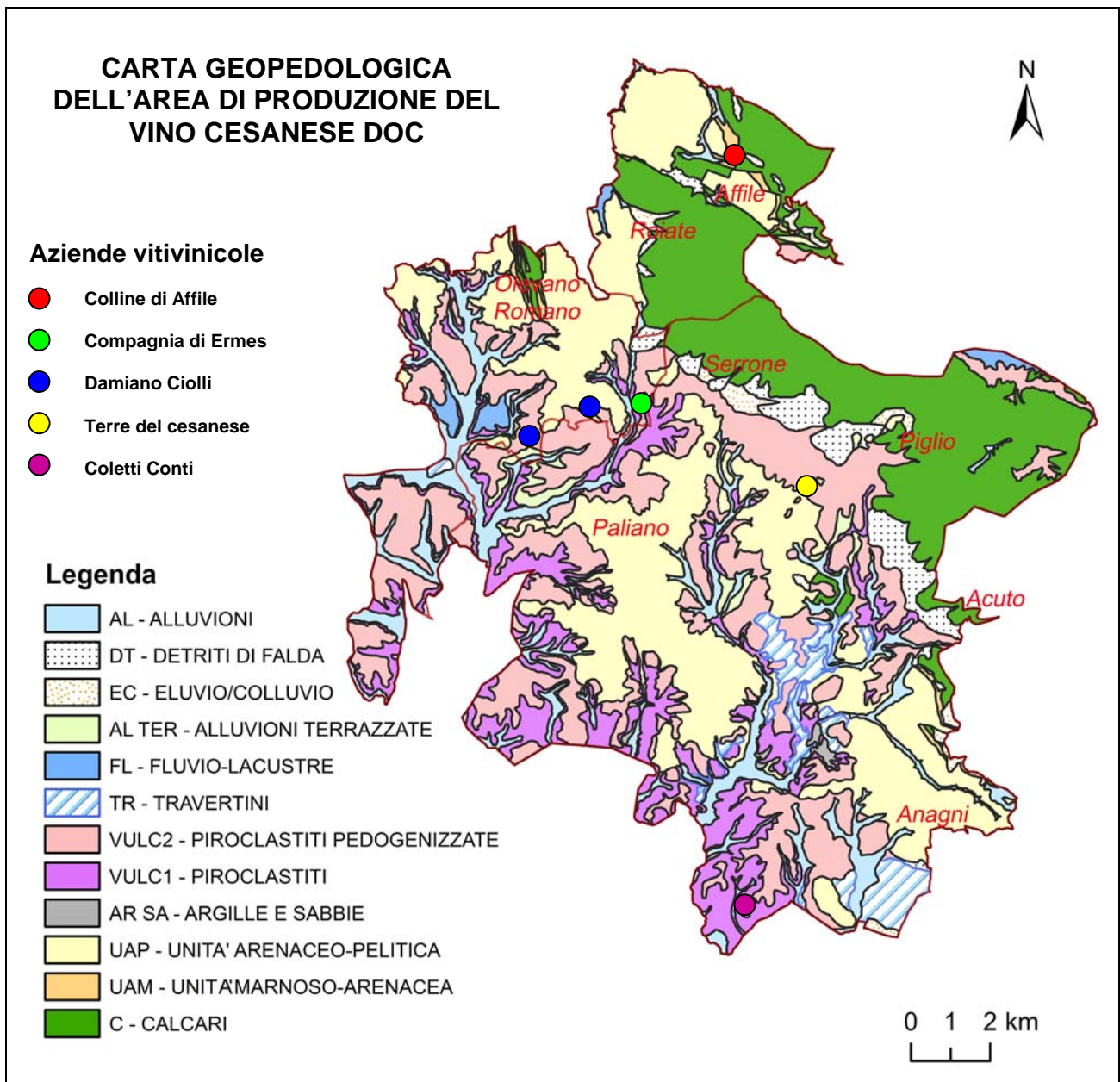


Figura 10.1 - Carta geopedologica ed ubicazione delle aziende vitivinicole esaminate.

Di seguito vengono presentate le aziende e i vigneti studiati, i vini scelti per le analisi e i dati delle analisi isotopiche.

Damiano Ciolli

L'Azienda *Damiano Ciolli* inizia la sua attività nel 2001, tuttavia Damiano Ciolli è l'erede di una tradizione di viticoltori che si protrae da quattro generazioni. L'azienda si sviluppa su un'area collinare di circa 5 ettari (interamente compresa nella zona a denominazione d'origine "Cesanese di Olevano Romano"), dove vengono prodotti principalmente i vini *Cirsium* e *Silene* utilizzando il vitigno *Cesanese d'Affile*, per un totale di circa 15.000 bottiglie annue.

L'azienda ha ricevuto molteplici riconoscimenti e premi da parte delle più importanti riviste del settore: la guida *Vini Buoni d'Italia* (che si occupa in particolare di vini prodotti con vitigni

autoctoni), segnala l'azienda di *Damiano Ciolli* nell'edizione del 2010 e la stessa guida premia nel 2009 e nel 2010 rispettivamente il vino *Cesanese di Olevano Romano Doc Cirsium* del 2005 e del 2006; la guida *BereBene low cost* del Gambero Rosso inserisce da alcuni anni il vino *Silene* come uno dei migliori vini del Lazio in considerazione del rapporto qualità/prezzo.

Il vino "Silene"

Il vigneto è sito in località San Giovenale (allegato 11) nel comune di Olevano Romano (CTR 376130 Paliano) ed è distinto al Catasto Urbano nel foglio n.15, particella n. 175. Il terreno del vigneto esaminato è esposto a SW e presenta debole pendenza; raggiunge un'altitudine compresa ca. tra i 285 e i 295 m s.l.m. Il suolo è vulcanico (con substrato costituito dalla *Formazione di Madonna degli Angeli* in litofacies piroclastica).

Il vigneto presenta un'area di ca. 1,2 ettari ed è stato impiantato nel 1981; il vitigno appartiene alla varietà *Cesanese di Affile*. I filari sono disposti a rittochino in direzione NE-SW; il sistema d'allevamento è il cordone speronato con sesto d'impianto 2,5 m X 1,15 m.

La vendemmia avviene manualmente (in casse di plastica da 20 kg), la vinificazione e l'affinamento avvengono in acciaio.

Tale vigneto produce il vino *Silene* (con produzione annua di ca. 5000 bottiglie da 750 ml).

Nella *Carta della vocazione viticola della zona a D.O.C. Cesanese* i terreni ubicati in località Contrada San Giovenale rientrano nella classe A.

Il vigneto di località Cerreto

Il vigneto è sito in località Cerreto, nel comune di Olevano Romano (CTR 376130 Paliano), ad una altitudine media di 360 m s.l.m., è stato impiantato nel 2007, presenta un'area di ca. 1,2 ettari; il vitigno appartiene alla varietà *Cesanese di Affile*.

Il vigneto è ubicato su suolo arenaceo (con substrato costituito dalla *litofacies arenaceo-pelitica* dell'*Unità Arenaceo-pelitica*).

I filari sono disposti a rittochino in direzione NE-SW; il sistema d'allevamento è il cordone speronato.

Per le analisi isotopiche nel 2010 è stata realizzata una microvinificazione con le uve di questo vigneto.

Analisi isotopiche

Del vino "Silene" sono stati analizzati campioni di diverse annate: 2003, 2005, 2006, 2008 e 2010; del mosto *Silene* sono stati analizzati tre campioni: due campioni del 2009, uno senza lieviti (OLVm3) ed uno con lieviti (OLVm4), e un campione del 2010. La microvinificazione di uve provenienti dal vigneto ubicato in località Cerreto ha permesso di analizzare un campione di mosto ed uno di vino, entrambi del 2010.

I valori misurati per il vino *Silene* di *Damiano Ciolli* variano tra un minimo di 0,709168, per l'anno 2003, e un massimo di 0,709675 per il 2010, valori che sono rappresentativi di due diverse popolazioni (tab. 10.1).

La prima comprende, oltre al vino *Silene* 2003, anche i campioni di vino e mosto relativi alle annate 2005 e 2006, e mostra valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ intorno a 0,70917. Questi bassi valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, significativamente minori di quelli misurati in tutte gli altri vini con substrato vulcanico, sono molto probabilmente dovuti al fatto che nel 2003 fu aggiunta della calce nel terreno del vigneto. Per questo motivo i dati provenienti dai vini e dai mosti di queste annate non sono stati ritenuti rappresentativi del vigneto in esame.

Per le annate 2008, 2009 e 2010 i risultati mostrano invece valori significativamente maggiori, compresi tra un massimo 0,709675 e un minimo 0,709545. I dati mostrano valori sostanzialmente comparabili del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ tra i vini *Silene* di diverse annate e i mosti senza e con lieviti. La media di tutti i valori ottenuti è di 0,70954, la media del vino è di 0,709491 mentre quella del mosto è di 0,709589 (tab. 10.1 e fig. 10.1).

Per quanto riguarda i dati di mosto e vino provenienti dal vigneto sito in località Cerreto e posto su un substrato costituito dall'*Unità Arenaceo-pelitica*, questi presentano valori di 0,710586 per il vino e 0,710377 per il mosto, che sono significativamente più alti dei precedenti (provenienti da un vigneto posto su rocce piroclastiche); occorre anche notare che in questo caso il campione di mosto è leggermente minore rispetto al vino.

Vino <i>Silene</i> (località S. Giovenale)		
Vino - '03	2003	0,709168 ± 0,000005
Vino - '05	2005	0,709177 ± 0,000005
Mosto - '06	2006	0,709174 ± 0,000007
Vino - '08	2008	0,709629 ± 0,000005
Vino - '10	2010	0,709675 ± 0,000006
Mosto - (OLVm3) '09	2009	0,709590 ± 0,000006
Mosto - (OLVm4) '09	2009	0,709632 ± 0,000006
Mosto - '10	2010	0,709545 ± 0,000006
Vino località Cerreto		
Vino - '10	2010	0,710586 ± 0,000008
Mosto - '10	2010	0,710377 ± 0,000005




Tabella 10.1 - Campioni di vino e mosto analizzati dell'azienda Damiano Ciolli.

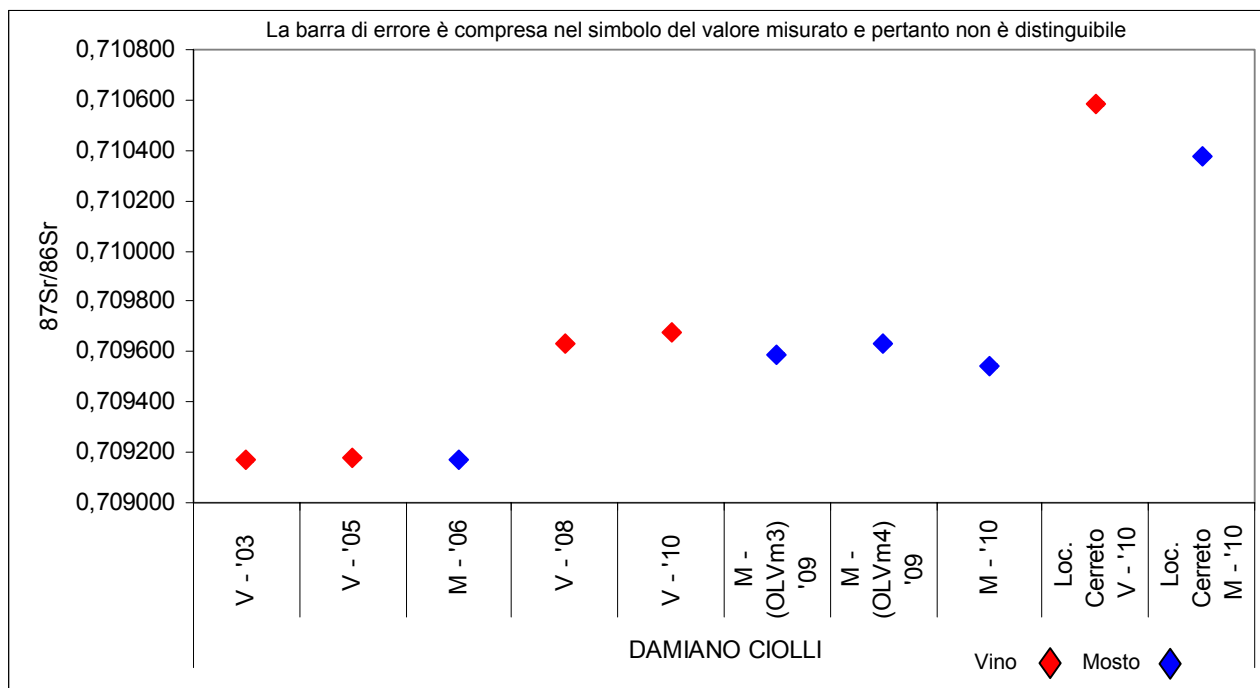


Figura 10.1 - Valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di vino e mosto di diverse annate dell'azienda Damiano Ciolli. I campioni relativi alle annate 2003, 2005, 2006 mostrano valori più bassi in relazione all'aggiunta di calce nel vigneto. Si noti la significativa consistenza dei valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nelle diverse annate tra il 2008 e il 2010. I campioni in località Cerreto sono ubicati su un substrato arenaceo.

Nell'area di produzione del vino *Silene*, in località S. Giovenale, lo scavo di una trincea (fig. 10.2, allegato 11) ha permesso il prelievo di due campioni di suolo e di uno del substrato roccioso. Il campione di suolo più superficiale è stato prelevato ad una profondità dal piano campagna di 25 cm, il secondo ad una profondità di 60 cm ed il terzo, di substrato a oltre 100 cm. Il campione di substrato è una piroclastite, probabilmente appartenente alla litofacies del *Tufo lionato*. In questi campioni il valore del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ è stato misurato sia nel tal quale che dopo un processo di lisciviazione effettuato per mezzo di una resina specifica, allo scopo di simulare il processo di effettiva assimilazione della porzione biodisponibile da parte della pianta nel vigneto.



Figura 10.2 - Trincea nel vigneto "Silene".

I risultati delle analisi isotopiche realizzate sui suddetti campioni sono indicati nella seguente tabella, sia per il substrato totale che per i campioni lisciviati (tab. 10.2)

Campioni trincea vigneto <i>Silene</i> (N41°49'36.91", E13° 01'38.52")					
		Analisi suolo totale		Analisi lisciviato con resine	
DM3 suolo	- 25 cm	0,711386	± 0,000006	0,709947	± 0,000005
DM2 suolo	- 60 cm			0,710147	± 0,000006
DM1 tufo	- 100 cm	0,711238	± 0,000006	0,710232	± 0,000006

Tabella 10.2 - Campioni di suolo e substrato analizzati.

I valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nei campioni tal quale del substrato sono significativamente maggiori di quelli misurati nei vini e nei mosti provenienti dal vigneto. I risultati ottenuti nei suoli lisciviati mostrano una sostanziale diminuzione nel rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ che, pur rimanendo maggiore di quello misurato nei vini, assume valori sicuramente confrontabili con quelli ottenuti dalla media del vino *Silene* (0,709491) (fig. 10.11). Non sono invece confrontabili i valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei campioni di arenarie (AF3 e G1 in figura 10.11) con il vino proveniente dalla località Cerreto (dove il vigneto d'origine è posto su litotipi arenacei), anche se il valore di quest'ultimo è il più alto

della serie dei vini a disposizione dell'azienda *Damiano Ciolli*. La notevole differenza tra i valori isotopici delle arenarie e del vino suddetto è da imputare alla eterogeneità del suoli che si originano dalla *Formazione Arenaceo-pelitica*, costituita in generale dall'alternanza di spessi strati arenacei con più sottili orizzonti pelitici; dunque per avere dei dati confrontabili (tra substrato/suolo e vini) è opportuno conoscere presumibilmente anche il valore della composizione isotopica delle peliti.

Compagnia di Ermes

L'Azienda *Compagnia di Ermes*, condotta da Silvestro Ciolli e Mariano Mampieri è impegnata attualmente nella coltivazione di circa 10 ettari di vigneti siti nel territorio del comune di Olevano Romano (CTR 376130 Paliano), in località la Selva, Colle Forma, Colle Celone (a sud ovest dell'abitato di S. Quirico) su suoli vulcanici, e in località Selva a sud est di Olevano Romano, su suoli arenacei; tali località sono comprese nella zona a denominazione d'origine "Cesane di Olevano Romano".

Il vino "Attis"

Il vigneto considerato si trova in località la Selva (allegato 12), su pendio a debole pendenza esposto a est, ad una quota di ca. 300 m s.l.m. e presenta un'area di ca. 0,7 ettari; il suolo è di tipo vulcanico (con substrato costituito dalla *Formazione di Madonna degli Angeli* in litofacies piroclastica).

Il vitigno appartiene alla varietà *Cesane di Affile* ed è stato impiantato nel 2001; il sistema d'allevamento è il cordone speronato con sesto d'impianto 1,5 m X 1,00 m; i filari sono disposti a rittochino in direzione E-W.

Tale vigneto produce il vino *Attis* (con produzione annua di circa 4000 bottiglie da 750 ml); la vendemmia avviene manualmente (in cassette di plastica da 18 kg), la vinificazione avviene in acciaio e l'affinamento in *barrique*.

Nella *Carta della vocazione viticola della zona a D.O.C. Cesane* i terreni ubicati in località Contrada la Selva rientrano nella classe A.

Analisi isotopiche

Del vino *Attis* sono stati analizzati campioni di tre annate: 2006, 2007 e 2010; del mosto *Attis* sono stati analizzati 2 campioni del 2009, uno senza lieviti (M) ed uno con lieviti (Mwf); inoltre è stato analizzato un campione di uva del 2010.

I valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sono sostanzialmente costanti per i vini di diverse annate e per i mosti (senza e con lieviti), che misurano valori medi intorno a 0,7097; da questo *trend* generale si discosta il valore ottenuto dal vino *Attis* del 2010, significativamente più alto (0,709923) rispetto agli altri della stessa azienda (fig. 10.3). Occorre rilevare che tale valore anomalo è riconducibile al fatto che nella produzione 2010 alle uve provenienti dal vigneto di località la Selva sono state

aggiunte uve appartenenti a vigneti dell'azienda ubicati a sud est di Olevano Romano, che sorgono su un substrato arenaceo e ciò giustifica il valore più alto del rapporto isotopico (fig. 10.3). Il valore dell'uva 2010 non viene invece considerato attendibile considerando l'alto errore sperimentale (tabella 10.3). I dati di questi due campioni non sono stati quindi considerati come rappresentativi del vino *Attis*.

Prendendo in considerazione i campioni effettivamente riferibili al vigneto esaminato si può notare come esista una notevole costanza nei valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ tra i vini di diverse annate e i mosti (senza e con lieviti); i valori sono infatti compresi tra un massimo 0,709633 e un minimo 0,709512. La media di tutti i valori a disposizione è di 0,709649: la media del vino è di 0,709701 mentre quella del mosto è di 0,70957.

Vino <i>Attis</i>			
Vino - '06	2006	0,709633	$\pm 0,000006$
Vino - '07	2007	0,709548	$\pm 0,000005$
Vino - '10	2010	0,709923	$\pm 0,000005$
Mosto M - '09	2009	0,709512	$\pm 0,000007$
Mosto Mwf - '09	2009	0,709628	$\pm 0,000006$
Uva - '10	2010	0,709444	$\pm 0,000031$




Tabella 10.3 - Campioni di vino e mosto analizzati dell'azienda Compagnia di Ermes.

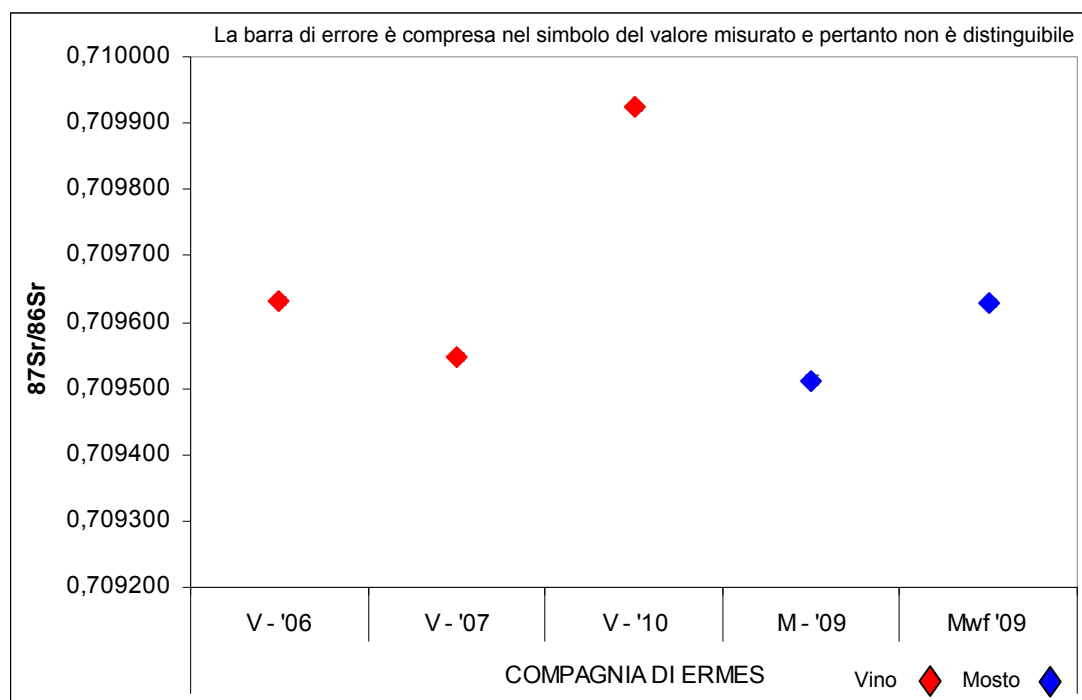


Figura 10.3 - Valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di vino e mosto di diverse annate dell'azienda Compagnia di Ermes. Si noti la consistenza dei valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nelle diverse annate, sia per i campioni di vino che di mosto.

Occorre inoltre notare come, sebbene non siano stati prelevati campioni di suolo da questo specifico vigneto, i valori medi del vino *Attis* (0,709701) siano confrontabili con i valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei suoli vulcanici (campioni DM2L e DM3L) e dei depositi vulcanici (campioni DM1L e CC1L) lisciviati, campionati sia nella vicina area di produzione del vino *Silene* sia nella più lontana area di produzione del vino *Romanico* (fig. 10.11).

Coletti Conti

Questa azienda vitivinicola è da secoli proprietà della famiglia Coletti Conti il cui podere “La Caetanella” costituisce il centro delle attività; di fatto “la dolce giacitura collinare, la felice esposizione e la natura vulcanica del terreno assai ricco di elementi minerali rappresentano ottime premesse per la produzione di vini di qualità” (www.coletticonti.it). Negli ultimi anni la riconversione dei vigneti e della cantina, la selezione delle varietà sperimentali, la ricerca e le microvinificazioni e la produzione di vini di qualità sono opera di Antonello Coletti Conti.

L'area dell'azienda coltivata a vigneto (ca. 20 ettari) si trova nel comune di Anagni, in località Colle Cotoverio (CTR 389060 Anagni).

L'azienda grazie alla qualità pregiata dei propri vini ha ricevuto numerosi importanti riconoscimenti: la pubblicazione *Duemilavini* nel 2008 assegna 5 grappoli (vini eccellenti) al vino *Cosmato* 2005 e nel 2010 al Cesanese del Piglio *Romanico* 2007; per *Papillon* il vino Cesanese del Piglio *Romanico* 2006 è tra i migliori 100 vini d'Italia 2009; nella guida *Vini d'Italia 2010* del Gambero Rosso lo stesso vino riceve i “Tre bicchieri”; inoltre al *Roma Wine Festival* 2010 l'azienda ha ricevuto il RWF AWARD per la Viticoltura sostenibile, “dedicato a premiare le aziende che hanno scelto di coniugare l'impresa del vino con una sensibilità di responsabilità e consapevolezza ambientale”.

Nella *Carta della vocazione viticola della zona a D.O.C. Cesanese* i terreni ubicati in località Colle Cotoverio rientrano nella classe A.

Il vino “Romanico”

Il vigneto considerato si trova su pendio sub-pianeggiante esposto a sud (allegato 13), ad un'altitudine di circa 225 m s.l.m., e presenta un'area di ca. 1,5 ettari; il suolo è vulcanico piroclastico (con substrato costituito dalle formazioni di *Madonna degli Angeli* e *Fontana Centogocce*),.

Il vitigno appartiene alla varietà *Cesanese di Affile* ed è stato impiantato nel 2001; il sistema d'allevamento è il cordone speronato con sesto d'impianto 2,20 m X 0,90 m; i filari sono disposti nord-sud.

La vendemmia avviene manualmente (in casse di plastica da 20 kg), la vinificazione avviene in acciaio e l'affinamento in *barrique*.

Tale vigneto produce il vino *Romanico* (con produzione annua di ca. 5000 bottiglie da 750 ml).

Analisi isotopiche

Del vino *Romanico* sono stati analizzati campioni di tre annate: 2008, 2009 e 2010; del mosto *Romanico* è stato analizzato un campione del 2010; inoltre è stato analizzato un campione di uva del 2010.

I risultati ottenuti dal campione dell'uva 2010 mostrano un elevato errore sperimentale (tab. 10.4) e dunque questo dato non è stato preso in considerazione nelle valutazioni successive e non è stato inserito nel grafico di figura 10.4.

I dati ottenuti mostrano come i valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei vini di diverse annate dell'azienda *Coletti Conti* sono sostanzialmente costanti (fig. 10.4) e simili al valore del mosto (anno 2010).

Tali valori sono compresi tra un massimo 0,710010 e un minimo 0,709782; la media di tutti i valori a disposizione è di 0,709936, la media del vino è di 0,709988 mentre quella del mosto è di 0,709782.

Vino <i>Romanico</i>			
Vino - '08	2008	0,709965	$\pm 0,000006$
Vino - '09	2009	0,709989	$\pm 0,000005$
Vino - '10	2010	0,710010	$\pm 0,000006$
Mosto - '10	2010	0,709782	$\pm 0,000009$
Uva - '10	2010	0,710189	$\pm 0,000024$

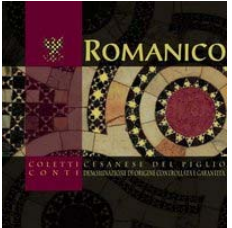


Tabella 10.4 - Campioni di vino, mosto e uva analizzati dell'azienda *Coletti Conti*.

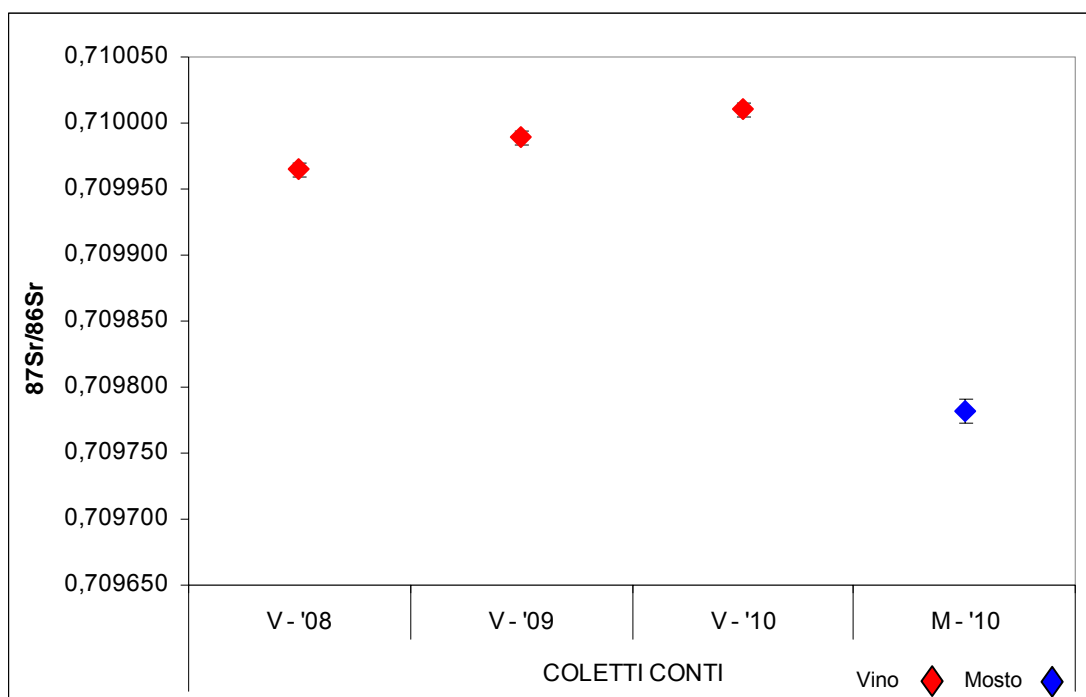


Figura 10.4 - Valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di vino e mosto di diverse annate dell'azienda *Coletti Conti*. Si noti la consistenza dei valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nei vini di diverse annate.

Sul lato settentrionale del Colle Cotoverio (allegato 13), lungo il fronte di scavo di una cava inattiva, sono stati prelevati a diverse altezze cinque campioni di rocce. Il campione più superficiale è stato prelevato ad una altezza di 219 m s.l.m. ed è rappresentato da scorie di caduta, il secondo ad 1 m dal primo (più in basso) è costituito da cineriti di caduta, il terzo a 4 m dal secondo è formato da pisoliti con pomici, minerali di sanidino ecc., il quarto a 4 m dal terzo è costituito da argille grigie, mentre l'ultimo campione è stato prelevato a 7 m dal quarto ed è costituito da pozzolane rosse, da poco consolidate a cementate, con litici sedimentari e vulcanici (questi ultimi con dim. sino a 7-8 cm), scorie centimetriche, lapilli, struttute di pipes. Inoltre è stato prelevato un campione di suolo, ad una profondità di 10 cm dal piano campagna, del vigneto *Romanico* (campione C1 in tab. 10.5).

Anche in questo caso sono stati esaminati sia campioni di suolo e substrato tal quale che campioni lisciviati attraverso l'uso di una resina specifica. I risultati delle analisi isotopiche realizzate sui suddetti campioni sono presentati nella seguente tabella (tab. 10.5).

<i>Campioni Colle Cotoverio</i>					
(N41°43'30.43", E13°06'00.92"; N41°43'13.82", E13°05'55.96" *)					
		Analisi suolo totale		Analisi lisciviato con resine	
CC1 scorie	219 m s.l.m.	0,710560	± 0,000006	0,710032	± 0,000006
CC2 cineriti	- 1 m (da CC1)	0,711104	± 0,000006		
CC3 pisoliti con pomici	- 5 m (da CC1)	0,711489	± 0,000006		
CC4 argille	- 9 m (da CC1)	0,711049	± 0,000006	0,710302	± 0,000006
CC5 pozzolane rosse	- 16 m (da CC1)	0,710565	± 0,000006		
C1 suolo *	Vigneto "romanico"	0,710562	± 0,000006		

Tabella 10.5 - Campioni di suolo e substrato analizzati.

I campioni tal quale del substrato mostrano valori variabili tra un minimo di 0,710560 ed un massimo di 0,711489, valori significativamente maggiori di quelli misurati nelle diverse annate del vino *Romanico*. Al contrario, come già osservato nel caso del vigneto *Silene* (dell'azienda *Damiano Ciolli*), i campioni lisciviati mostrano una sostanziale diminuzione del valore del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. In particolare, esaminando l'insieme dei dati, si nota l'esistenza di una buona corrispondenza tra i valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei suoli vulcanici lisciviati (campione CC1L) e quelli ottenuti dal suolo e dai depositi vulcanici lisciviati del vigneto *Silene* (campioni DM2L, DM3L, DM1L). Questi valori sono assolutamente paragonabili con quelli della media del vino *Romanico* (0,709988) (fig. 10.11).

Colline di Affile

L'azienda nasce nel 2003 con il "*Progetto per il recupero e il rilancio del Cesanese di Affile D.O.C.*" (www.collinediaffile.it) che si pone l'obiettivo di incentivare nel lungo periodo la nascita di iniziative imprenditoriali legate al prodotto vino e di promuovere lo sviluppo del territorio, "gravato da una condizione di intensa stagnazione economica e privo di significative iniziative imprenditoriali".

Nell'ottobre 2004 nasce la "Colline di Affile scrI", una cooperativa di 21 soci produttori che raccoglie l'uva con la quale viene prodotto il primo "Cesanese di Affile D.O.C."

I terreni vitati dell'azienda Colline di Affile esaminati in questo studio sono posti entro il comune di Affile, in località Colle Faggiano (CTR 376100 Affile) sono il risultato dell'alterazione dei depositi della formazione delle *Marne ad Orbulina Auct.*, ad una altitudine compresa tra i 470 e 525 m s.l.m.. Si tratta di un impianto del 2005 sito "in una zona di Affile dove a memoria d'uomo sono da sempre esistite vigne coltivate a Cesanese, ma che negli ultimi anni era stata quasi del tutto abbandonata"

Nella *Carta della vocazione viticola della zona a D.O.C. Cesanese* i terreni ubicati in località Colle Faggiano rientrano nelle classi C e D.

Il vino "Cesanese di Affile"

I vigneti considerati si trovano su pendii a diversa esposizione disposti su un'area di ca. 3,9 ettari (allegato 14).

Il vitigno, impiantato nel 2007, appartiene alla varietà *Cesanese di Affile*; i filari sono disposti a rittochino con direzioni prevalenti NNE-SSW, NNW-SSE, E-W; il sistema d'allevamento è il cordone speronato con sesto d'impianto 2,20 m X 1,00 m.

La vendemmia avviene manualmente (in casse di plastica da 20 kg), la vinificazione avviene in acciaio e l'affinamento in barrique.

Tali vigneti producono il vino *Cesanese di Affile* (con produzione annua di circa 15.000 bottiglie da 750 ml).

Analisi isotopiche

Del vino *Cesanese di Affile* sono stati analizzati campioni di 2 annate: 2005 e 2009; del mosto *Cesanese di Affile* sono stati analizzati 4 campioni: due del 2009, uno senza lieviti (4_M) ed uno con (5_M), prodotto, con un quantitativo del 5%, anche con uve provenienti da un vigneto posto su un substrato costituito da *Terre Rosse*) e due del 2010 uno senza lieviti (4/10/10) ed uno con (25/10/10); inoltre è stato analizzato un campione di uva del 2010.

Analogamente a quanto osservato negli altri vigneti esaminati i valori degli isotopi dello Sr di vino e mosto (con e senza lieviti) di diverse annate dell'azienda *Colline di Affile* sono simili (tab. 10.6 e fig. 10.5), soprattutto confrontando i due valori del vino con i valori dei mosti del 2010; inoltre, anche il valore della composizione isotopica del campione di uva è confrontabile con quello dei vini

e dei mosti suddetti. Tali valori sono compresi tra un massimo di 0,709254 e un minimo 0,708938; la media di tutti i valori a disposizione è di 0,709061, la media del vino è di 0,709012 mentre quella del mosto è di 0,709116.

Vino Cesanese di Affile			
Vino - '05	2005	0,709046	± 0,000006
Vino - '09	2009	0,708978	± 0,000006
Mosto - (4_M)'09	2009	0,709254	± 0,000006
Mosto - (5_M)'09	2009	0,709145	± 0,000006
Mosto - 4/10/10	2010	0,709025	± 0,000006
Mosto - 25/10/10	2010	0,709042	± 0,000006
Uva - '10	2010	0,708938	± 0,000007




Tabella 10.6 - Campioni di vino, mosto e uva analizzati dell'azienda Colline di Affile.

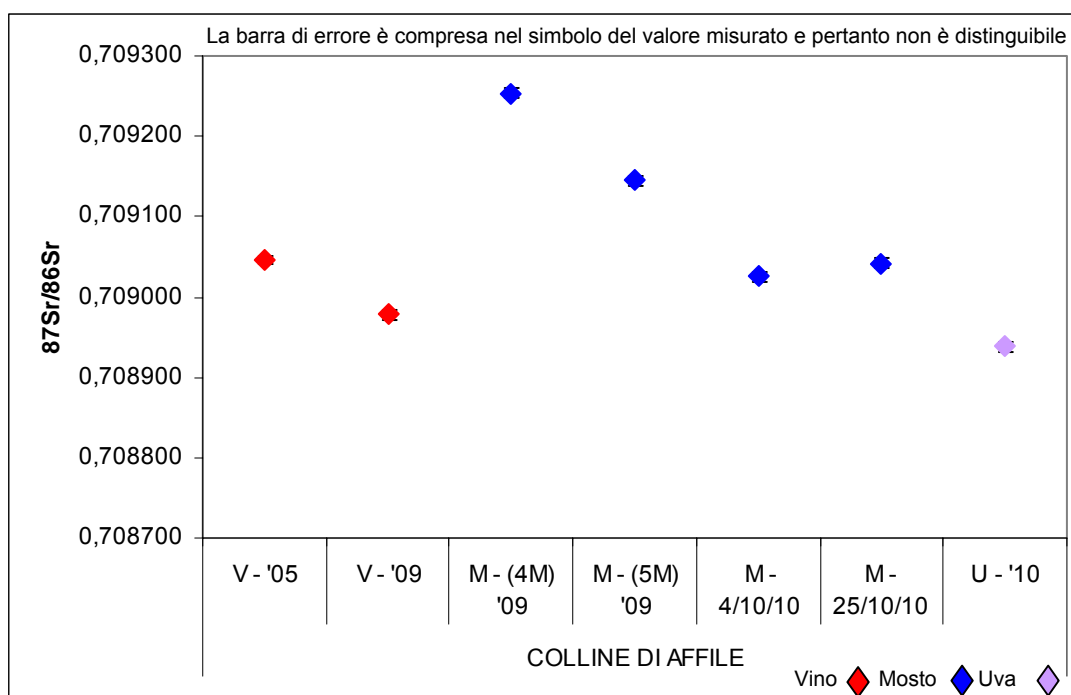


Figura 10.5 - Valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di vino, mosto e uva di diverse annate dell'azienda Colline di Affile.

Anche in quest'area sono stati poi esaminati diversi campioni del substrato roccioso. In particolare, nell'area dei vigneti considerata e nei suoi immediati dintorni sono stati prelevati tre campioni di rocce: un campione di *Marne a Orbulina* (allegato 14) dell'*Unità argilloso-marnosa* (su cui è direttamente impiantato il vigneto), un campione di arenarie dell'*Unità arenaceo-pelitica* e un campione di calcareniti appartenenti al formazione dei *Calcari a briozi e litotamni*. Questi due ultimi campioni, pur non essendo relativi in maniera diretta all'area dei vigneti esaminata, sono stati

presi in esame al fine di valutare l'eventuale contributo del materiale detritico eventualmente accumulatosi negli strati più superficiali del substrato.

I risultati delle analisi isotopiche realizzate sui suddetti campioni sono presentati nella seguente tabella (tab. 10.7)

Campioni vigneto <i>Cesanese di Affile</i>		
(N41°53'29.65", E13°05'17.47" *)		
Analisi suolo totale		
AF1 Marne a <i>Orbulina</i> *	0,709136	± 0,000006
AF2 Calcari a Briozoi e Litotamni	0,708851	± 0,000007
AF3 Arenarie (UAP)	0,715146	± 0,000006

Tabella 10.7 - Campioni di substrato analizzati.

I dati ottenuti mostrano un valore del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ estremamente variabile, con un valore massimo di 0,715146 ottenuto nel campione di arenaria ed uno minimo di 0,708851 ottenuto nel campione proveniente dalle *Calcareniti a Briozoi e Litotamni*, entrambi affioranti all'esterno dell'area del vigneto. Per quanto riguarda il campione delle *Marne a Orbulina* (campione AF1), questo mostra un valore del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,708851) sostanzialmente simile a quello della media del vino *Colline di Affile* (0,709012) (fig. 10.11) .

Terre del Cesanese

L'azienda *Terre del Cesanese* appartiene a Pierluca Proietti, attualmente presidente della *Strada del vino Cesanese*.

I vigneti dell'azienda sono ubicati in diverse località entro il territorio del comune di Piglio, e su diverse tipologie di substrato: vulcanico e arenaceo.

Il vigneto dell'azienda preso in considerazione è posto su suolo arenaceo (con substrato costituito dalla *litofacies massiva dell'Unità Arenaceo-pelitica*), in località Colle Passo (CTR 376140 Piglio), ad una altitudine di 430 m s.l.m. (allegato15).

Il vitigno, impiantato nel 2002, appartiene alla varietà *Cesanese di Affile*; i filari sono disposti a rittochino con direzione NNW-SSE; il sistema d'allevamento è il cordone speronato con sesto d'impianto 2,60 m X 1,00 m.

Analisi isotopiche

La microvinificazione di uve provenienti dal vigneto ubicato in località Colle Passo ha permesso di analizzare un campione di vino; inoltre è stato analizzato un campione di uva del 2010 (tab. 5).

I dati dei valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di vino (0,709966) e uva (0,709627) del 2010 dell'azienda *Terre del Cesanese* provenienti da un vigneto posto su un substrato rappresentato

dalla *litofacies massiva* (UAP₂₉) dall'*Unità Arenaceo-pelitica* sono diversi tra loro e inoltre poco corrispondenti con quelli riferiti al vigneto di località Cerreto dell'azienda *Damiano Ciolli*, posto su un substrato costituito dalla *litofacies arenaceo-pelitica* (UAP₂₅) della stessa unità.

Terre del Cesanese (Colle Passo)			
Vino - '10	2010	0,709966	± 0,000005
Uva - '10	2010	0,709627	± 0,000007

Tabella 5 - Campioni di vino e mosto analizzati dell'azienda Terre del Cesanese.

Nell'area del vigneto esaminato è stato prelevato un campione di arenarie dell'*Unità arenaceo-pelitica* (campione G1); l'analisi realizzata su tale campione mostra un valore del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ pari a 0,717961, non confrontabile con quello del vino e dell'uva; è dunque valida la stessa considerazione formulata per il vino dell'azienda *Damiano Ciolli* prodotto da uve provenienti dalla località Cerreto.

Colle Canino

Sono stati analizzati due campioni di vino del 2010 provenienti da due vigneti adiacenti ubicati in località Colle Canino (comune di Paliano), posti su substrato vulcanico piroclastico costituito dalla *Formazione di Madonna degli Angeli*.

Il valore del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del vino denominato *Colle Canino 1* (0,709674) si avvicina a quelli dei vini delle aziende *Damiano Ciolli* e *Compagnia di Ermes*, mentre il valore del vino denominato *Colle Canino 2* (0,709873) è meno in linea con i precedenti (tab. 6).

Colle Canino			
Colle Canino 1, Vino - '10	2010	0,709674	± 0,000006
Colle Canino 2 (loc. la Casetta), Vino - '10	2010	0,709873	± 0,000008

Tabella 6 - Campioni di vino analizzati provenienti da vigneti ubicati in località Colle Canino

Esaminando tali dati si evince l'esistenza di una discreta corrispondenza (fig. 10.11) tra i valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei suoli vulcanici (campioni DM2L e DM3L) e dei depositi vulcanici (campioni DM1L e CC1L) lisciviati e la media del vino proveniente dalla località Colle canino (0,709773).

10.4. Discussione

Introduzione

Nell'ambito delle ricerche sulla tracciabilità geografica dei vini attraverso la geochimica isotopica la presente tesi ha realizzato, per la prima volta a livello internazionale, delle analisi degli isotopi dello stronzio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) su campioni di substrato e suolo, uva, mosto (senza e con lieviti) e vino provenienti, per ogni azienda esaminata, da vigneti di limitata estensione e ubicati in areali ben definiti geologicamente; altra novità di rilievo di questo studio è costituita dalla ripetizione delle analisi su vini e mosti in diverse annate, al fine di verificare la riproducibilità e la costanza dei dati.

Ricerche precedenti (considerate nel paragrafo 9.5 della presente tesi) avevano confrontato dati provenienti da analisi isotopiche parziali rispetto alla filiera *substrato-suolo-uva-mosto-vino* concentrandosi a volte solo su suolo, mosto e vino (Almeida & Vasconcelos, 2003), altre volte su suolo e vino (Horn et al., 1998) e in altri casi solo su mosto e vino; se in tali studi era stato già evidenziato che la composizione isotopica dello Sr adsorbito dal suolo della vigna di produzione non veniva modificata dal processo di vinificazione, non erano mai stati controllati i meccanismi di partizione durante il processo di assimilazione nella filiera che inizia dal substrato e finisce nel vino. Negli studi precedenti le provenienze geografiche sono generiche (si indicano regioni di produzione e mai un'azienda o un singolo vigneto), come lo sono le informazioni geologiche (di fatto nei vari articoli pubblicati si parla di suoli di natura basaltica o granitica o sedimentaria e mai di uno specifico substrato, con le sue caratteristiche chimico-petrografiche e la sua esatta età). Negli stessi studi le analisi dei vini e dei mosti sono state fatte *una tantum* e mai nell'arco temporale di alcuni anni, dunque la ripetibilità e la costanza dei dati non è mai stata controllata. Inoltre i vini considerati sono per lo più prodotti da uve appartenenti a diversi vitigni e non come in questa tesi da un unico vitigno, tra l'altro autoctono; nelle ricerche precedenti dunque non è stata considerata la possibilità di una diversa assimilazione della frazione inorganica a seconda del tipo di vite.

Altra novità della presente tesi riguarda le analisi isotopiche su campioni di substrato e suolo opportunamente lisciviati con l'utilizzo di opportune resine, allo scopo di riprodurre quanto più possibile il processo di assimilazione della pianta di vite.

Discussione dei dati

Vini, mosti e uve

Il primo dato importante che si evince dal grafico di figura 10.6 è che i risultati riguardanti le analisi realizzate sui vini e i mosti e le uve campionati indicano che la loro composizione isotopica presenta un valore caratteristico nell'ambito di ciascuna azienda agricola.

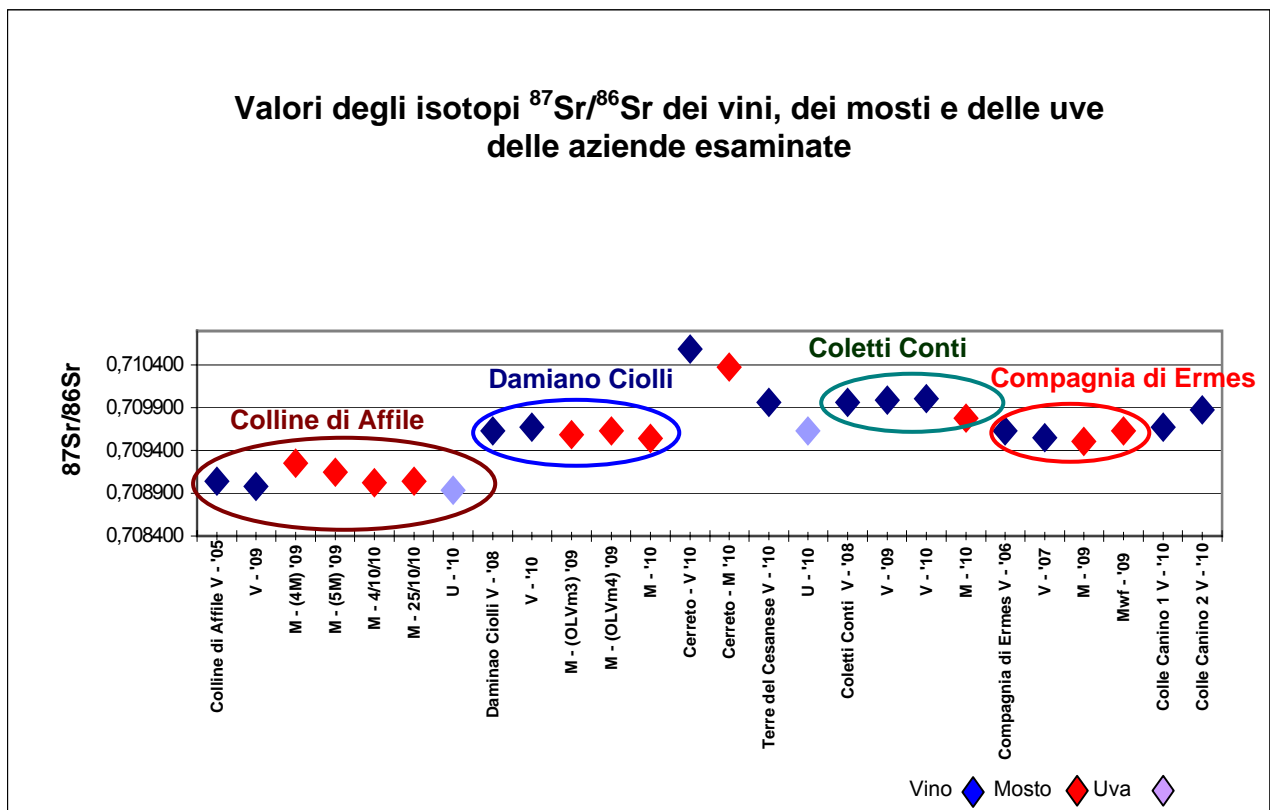


Figura 10.6- Grafico riassuntivo dei valori degli isotopi $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei vini, dei mosti e delle uve delle aziende esaminate.

Inoltre, come evidenziato dalle figure 10.7, 10.8 e 10.9, esiste una buona corrispondenza delle medie dei valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei vini e dei mosti (senza e con lieviti) dell'azienda *Compagnia di Ermes* e dell'azienda *Damiano Ciolli*, verosimilmente posti su suoli provenienti dallo stesso substrato di natura vulcanica piroclastica (riferibile alla *Formazione di Madonna degli Angeli*). Si ricorda che per i motivi evidenziati nel paragrafo precedente, nel calcolo delle medie non sono stati considerati i campioni di vino *Silene* del 2003 e del 2005 e del mosto 2006 dell'azienda *Damiano Ciolli*, e il campione di vino *Attis* 2010 dell'azienda *Compagnia di Ermes*.

Il valore della media del rapporto isotopico dei vini provenienti dalla località *Colle Canino* è del tutto simile alle medie dei vini delle aziende *Damiano Ciolli* (vino "*Silene*") e *Compagnia di Ermes* (vino "*Attis*"): questo dato conferma dunque, come è indicato nella carta geologica (allegato n.1), che il substrato vulcanico su cui crescono i vigneti da cui provengono i vini esaminati sia lo stesso e rappresentato dalla *Formazione di Madonna degli Angeli*.

I valori dei vini di diverse annate e del mosto, e conseguentemente delle loro medie, dell'azienda *Coletti Conti*, i cui vigneti sono ubicati sullo stesso substrato vulcanico piroclastico delle suddette aziende, sono sensibilmente diversi (più alti).

Considerando ora i vini i cui vigneti crescono sul *flysch*, i valori del rapporto isotopico di vino e uva dell'azienda *Terre del Cesanese* (il cui vigneto d'origine è posto su un substrato rappresentato dalla *litofacies massiva dell'Unità Arenaceo-pelitica*) sono diversi tra loro e inoltre non corrispondenti con quelli riferiti al vigneto di località Cerreto dell'azienda *Damiano Ciolli*, posto su

un substrato costituito dalla *litofacies arenaceo-pelitica* della stessa unità. In generale, si nota come i valori riferiti al vigneto di località Cerreto siano i più alti di tutta la serie a disposizione.

Per quanto riguarda i vini dell'azienda *Colline di Affile* i cui vigneti sono ubicati sulla formazione delle *Marne ad Orbulina*, i valori di vino e mosto (con e senza lieviti) di diverse annate, e conseguentemente delle loro medie, sono come ci si aspettava diversi (più bassi) da tutti quelli determinati, considerando proprio la diversa tipologia del substrato.

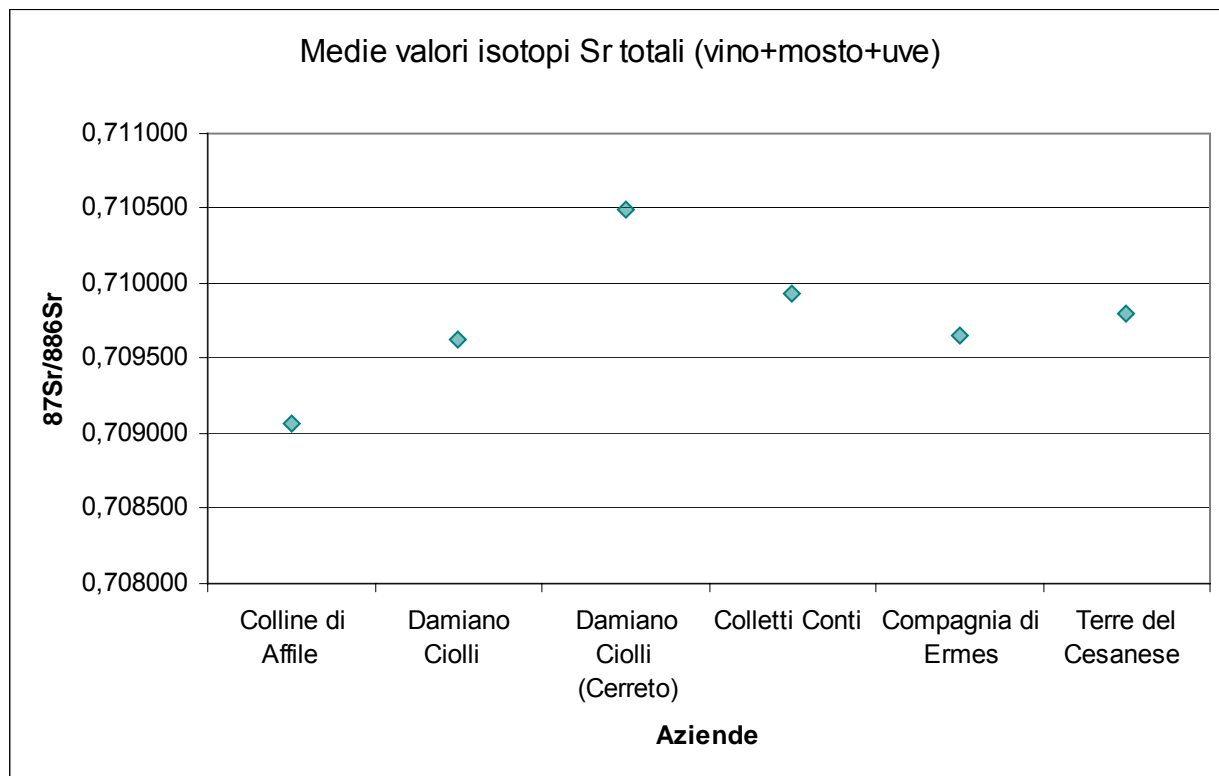


Figura 10.7- Medie dei valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ totali (vino+mosto+uve) delle aziende esaminate.

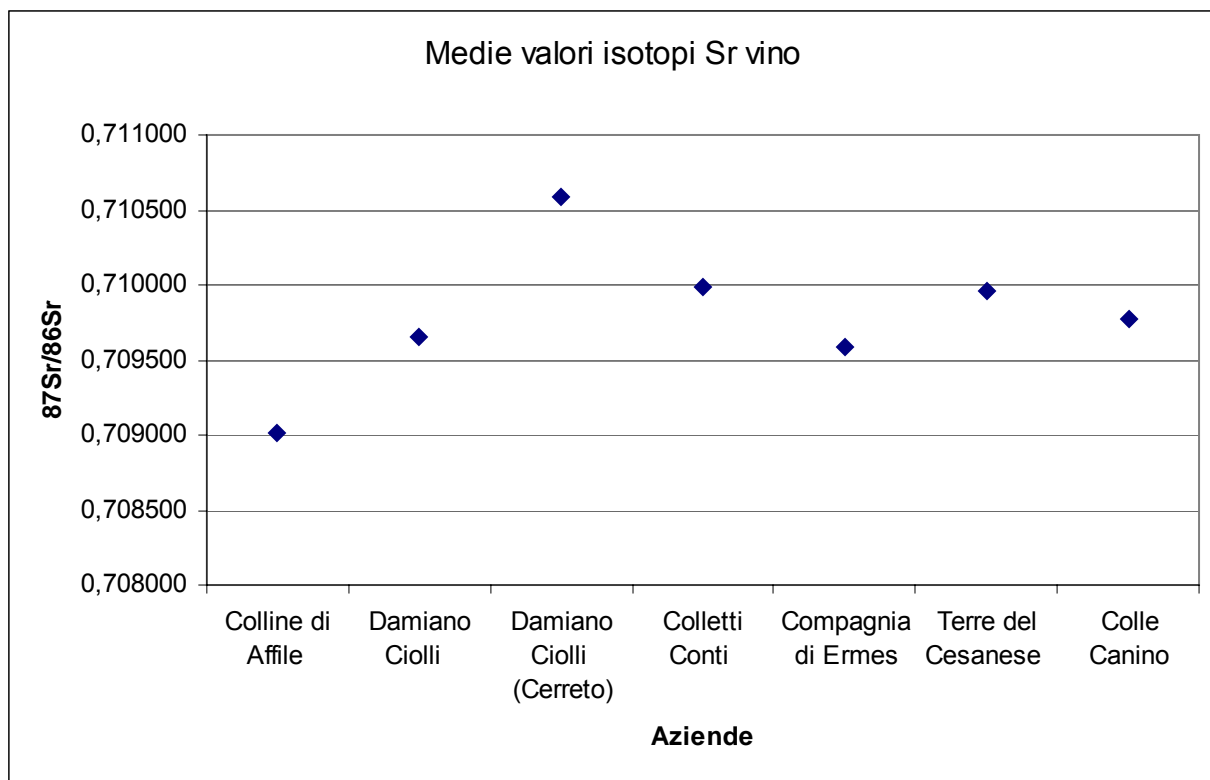


Figura 10.8 - Medie dei valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del vino delle aziende esaminate.

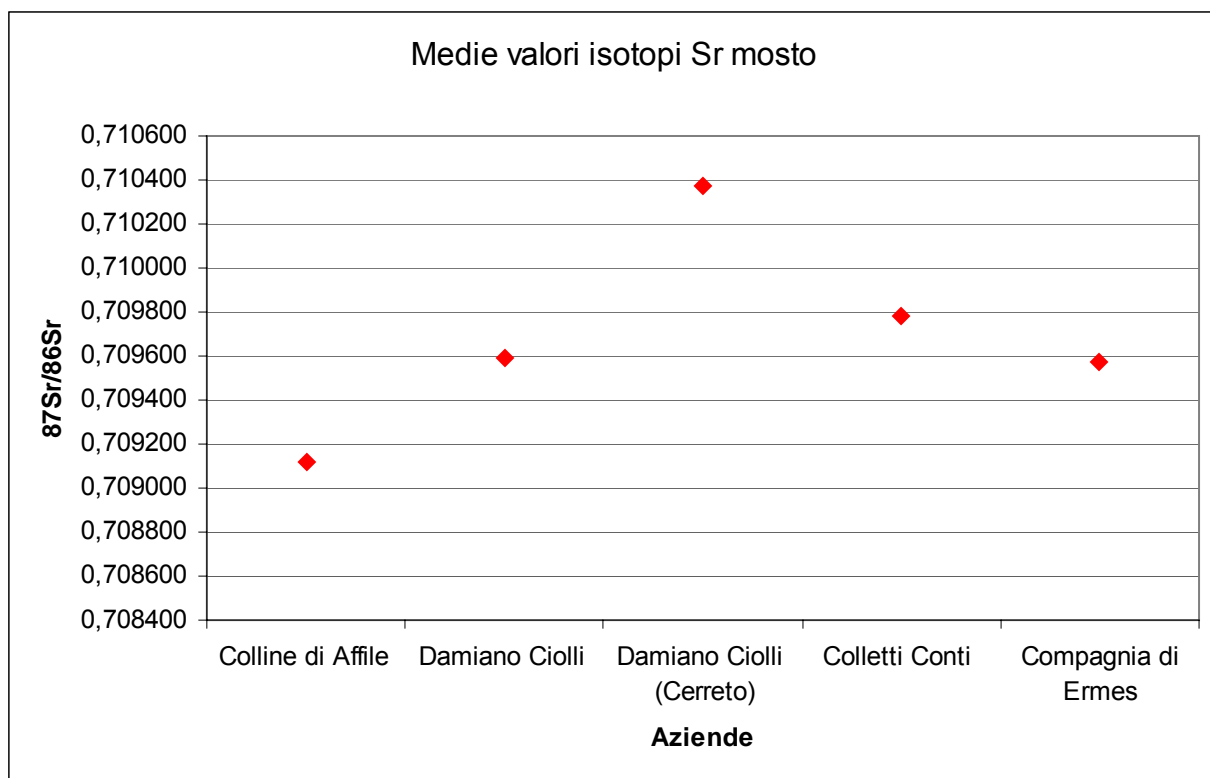


Figura 10.9 - Medie dei valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del mosto delle aziende esaminate.

Substrato e suoli

I dati riguardanti le analisi dei campioni di suolo e substrato raccolti indicano che la loro composizione isotopica presenta un valore caratteristico nell'ambito di ciascun litotipo di una certa età (tab. 7 e fig. 10.11); i campioni indicati con la lettera "L" sono quelli lisciviati in laboratorio (attraverso l'utilizzo di opportune resine), e dunque verosimilmente più rappresentativi di quelle porzioni di suolo o substrato dove le radici della vite penetrano e si forniscono degli elementi nutritivi.

Il valore del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del campione dei *Calcari a Briozoi e Litotamni*, del miocene medio-superiore, è il più basso della serie analizzata (AF2: 0,708851), seguito da quello delle *Marne a Orbulina* (AF1: 0,709136), del miocene superiore, e dunque dai valori dei campioni di natura vulcanica del Pleistocene medio (DM 1,3; DML 1,2,3; C1; CC 1,2,3,5; CC1L) compresi tra un valore massimo di 0,711489 e un valore minimo di 0,709947; il valore dei campioni delle argille (CC4 e CC4L) intercalate negli orizzonti vulcanici, sono confrontabili con quelli dei campioni vulcanici. Inoltre, come si nota dalla figura 10.10, i valori dei suddetti campioni vulcanici (come d'altronde i valori dei "vini vulcanici" dell'area del Cesanese) sono confrontabili con quelli disponibili in letteratura, provenienti dal distretto vulcanico dei Colli Albani.

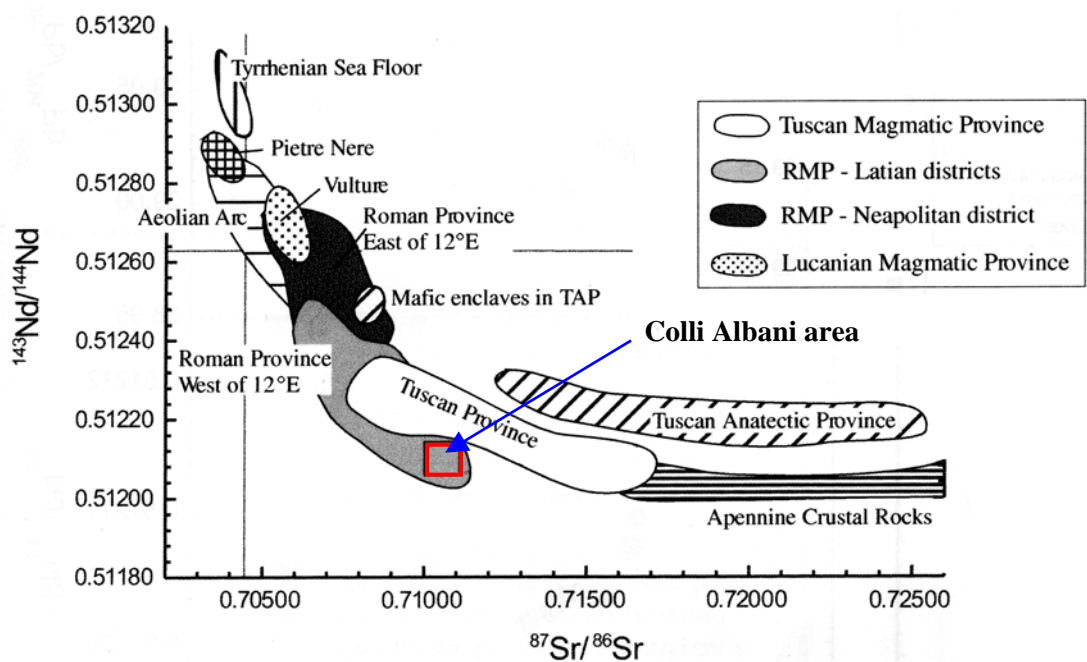


Figura 10.10 - Composizione isotopica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) delle rocce potassiche e ultrapotassiche della penisola italiana (Boari et al., 2009).

Infine, il valore della composizione isotopica dei due campioni di arenarie del miocene superiore (della *Formazione Arenaceo-pelitica, litofacies arenacea massiva*), G1 (0,717961) e AF3 (0,715146), risulta decisamente la più alta della serie a disposizione.

AF2 - Calcari a Briozoi e Litotamni	0,708851	± 0,000007
AF1 - Marne a Orbulina	0,709136	± 0,000006
AF3 - Arenarie (Colle Faggiano)	0,715146	± 0,000006
G1 - arenarie "Terre del Cesanese"	0,717961	± 0,000007
DM1 - Tufo	0,711238	± 0,000006
DM1 L - Tufo	0,710232	± 0,000006
DM2 L - Suolo (-60)	0,710147	± 0,000006
DM3 - Suolo (-25)	0,711386	± 0,000006
DM3 L - Suolo (-25)	0,709947	± 0,000005
C1 - suolo "Romanico"	0,710562	± 0,000006
CC1 - Scorie di caduta	0,71056	± 0,000006
CC1 L - Scorie di caduta	0,710032	± 0,000006
CC2 - Cineriti di caduta	0,711104	± 0,000006
CC3 - Pisolitico con pomici	0,711489	± 0,000006
CC4 - Argille grigie	0,711049	± 0,000006
CC4 L - Argille grigie	0,710302	± 0,000006
CC5 - Pozzolane rosse	0,710565	± 0,000006

Tabella 7 - Valori della composizione isotopica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) dei campioni di suolo e substrato raccolti.

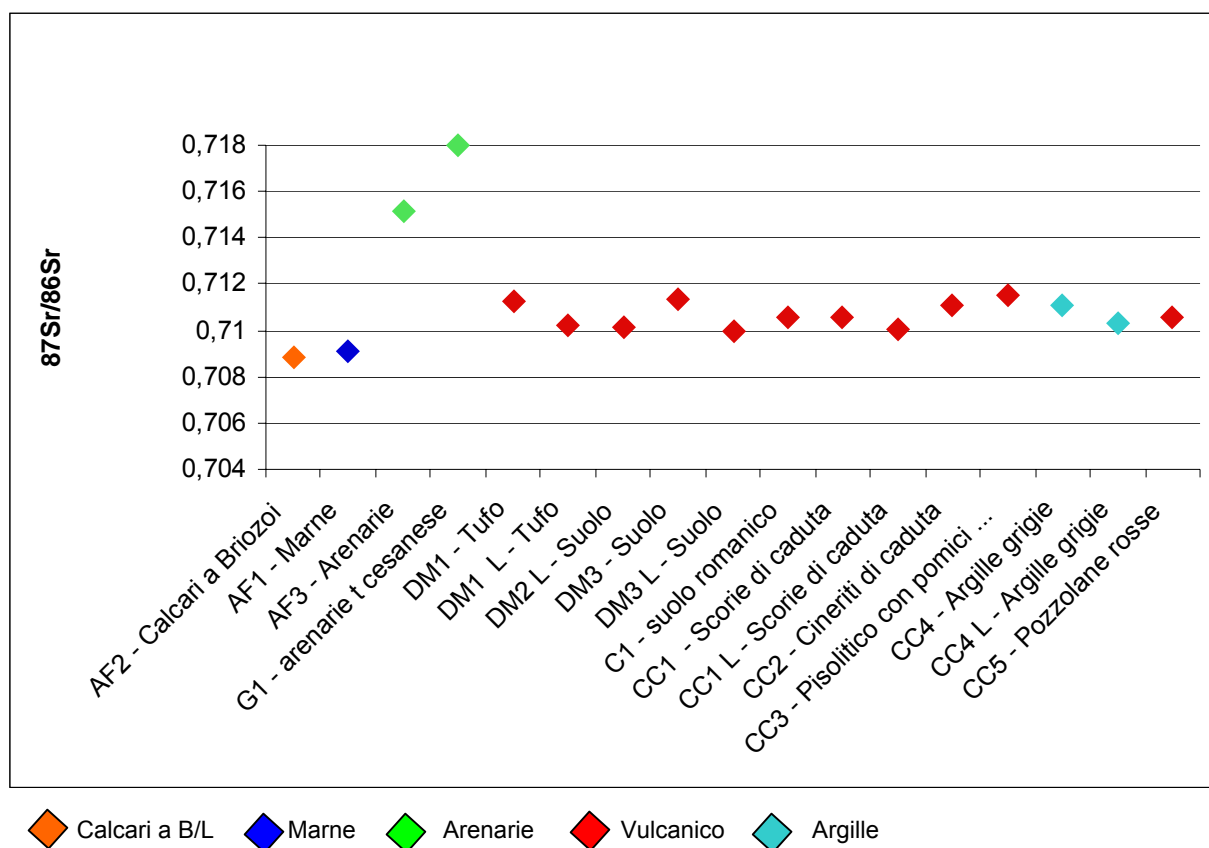


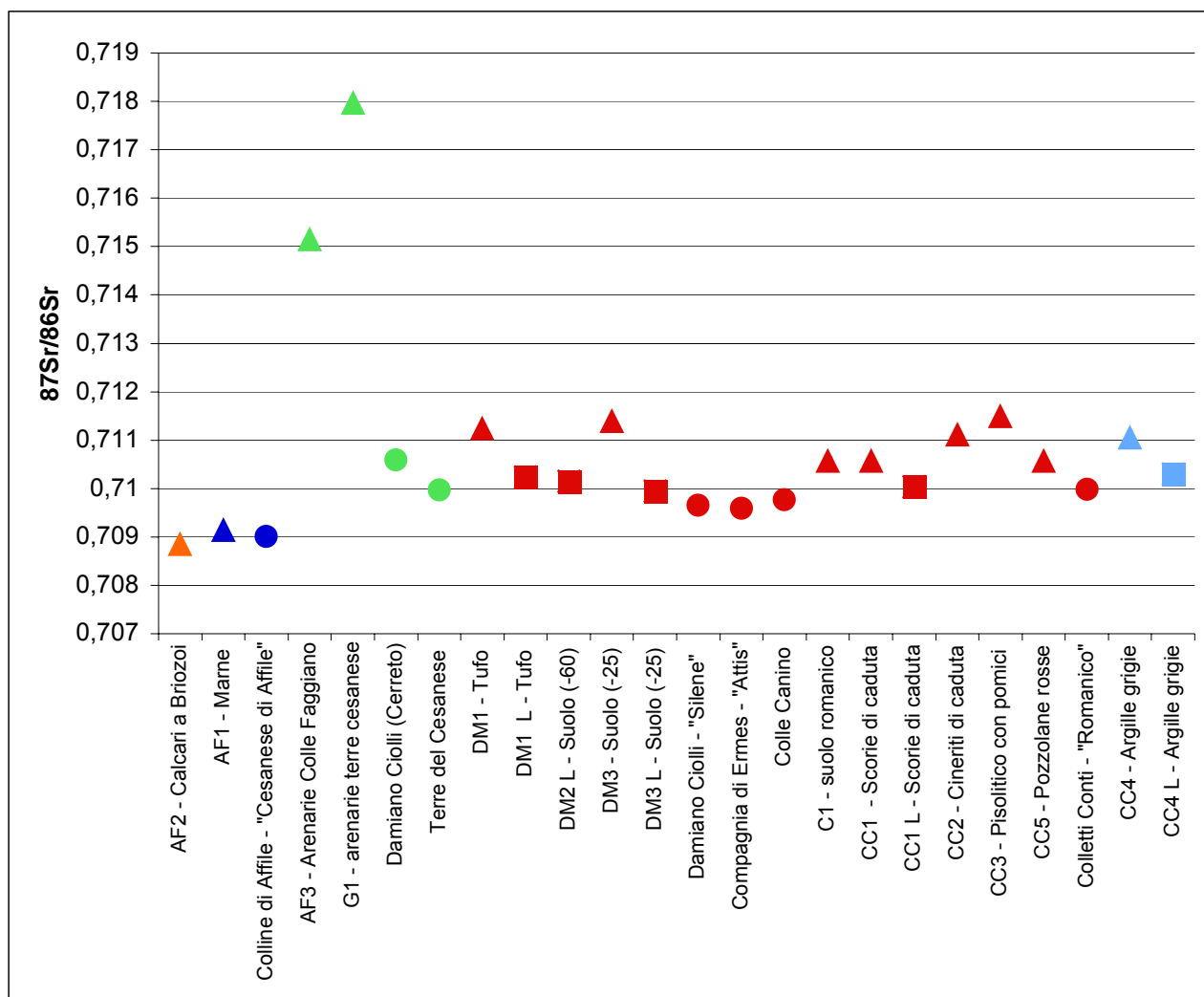
Figura 10.11 - Grafico dei valori della composizione isotopica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) dei campioni di suolo e substrato raccolti.

Tracciabilità geografica dei vini

Dal confronto tra i valori della composizione isotopica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) dei campioni di suolo e substrato raccolti e le medie dei valori dei vini esaminati (fig. 10.12) si evince che esiste, come visto nel paragrafo precedente, una buona corrispondenza tra il valore delle *Marne a Orbulina* e il valore del vino *Cesanese di Affile* (azienda *Colline di Affile*); lo stesso discorso è valido confrontando i valori dei campioni di natura vulcanica lisciviati (CC1L, DM3L, DM2L e DM1L) e il dato del vino *Romanico* (azienda *Coletti Conti*); anche se in generale non esiste una buona corrispondenza tra i valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei suoli vulcanici e dei depositi vulcanici lisciviati con la media del vino *Silene* (azienda *Damiano Ciolli*) e la media del vino *Attis* (azienda *Compagnia di Ermes*), tali valori sono sicuramente confrontabili (fig. 10.12); lievemente migliore è la corrispondenza tra i suddetti valori dei campioni di suolo e substrato di natura vulcanica e il valore del vino proveniente dalla località Colle Canino.

Infine non sono confrontabili i valori dei campioni di arenarie (AF3 e G1) con il vino proveniente dalla località Cerreto (azienda *Damiano Ciolli*) e quello dell'azienda *Terre del Cesanese*, anche se i valori delle medie di quest'ultimi sono i più alti della serie dei vini a disposizione; la notevole differenza tra i valori delle arenarie e dei vini suddetti è da imputare alla eterogeneità dei suoli che si originano dalla *Formazione Arenaceo-pelitica*, costituita in generale dall'alternanza di spessi strati arenacei con più sottili orizzonti pelitici; dunque per avere dei dati confrontabili (tra substrato/soilo e vini) sarebbe opportuno essere a conoscenza anche del valore della composizione isotopica delle peliti.

In conclusione, considerando la complessità di tale ricerca, ad esempio per quanto riguarda la raccolta di campioni di substrato e suolo realmente rappresentativi per ogni vigneto (con estensione di alcuni ettari) e le sofisticate analisi isotopiche di laboratorio e inoltre considerando il breve tempo a disposizione per la raccolta di un numero rappresentativo di dati (vini e mosti di diverse annate), si può affermare che i risultati raggiunti sono senza dubbio positivi e confermano l'efficacia dell'utilizzo del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ come metodo di analisi per la verifica della tracciabilità geografica di un vino e come elemento di certificazione per la valorizzazione di vini di pregio e vini tipici.



△ suolo e substrato □ suolo o substrato lisciviato ○ vino
 ▲ Marne ▲ Calcari a B/L ▲ Arenarie ▲ Vulcanico ▲ Argille

Figura 10.12 - Confronto tra valori della composizione isotopica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) dei campioni di suolo e substrato raccolti e le medie dei vini esaminati.

10.5. Conclusioni

La composizione isotopica dello Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) dei vini e dei mosti analizzati di quattro delle cinque aziende esaminate non varia in maniera significativa nelle diverse annate; questo dato ci indica inoltre che i valori degli isotopi del Sr sono indipendenti dal fattore precipitazioni, il cui andamento è variabile negli anni considerati. Considerando che dal punto di vista dell'errore sperimentale esiste una incertezza sulla sesta cifra decimale (la media della deviazione standard è pari a $\pm 0,000006$) si può affermare che la composizione isotopica considerata ha un valore caratteristico e riproducibile nell'ambito di ciascuna azienda agricola. L'assorbimento dello Sr da parte delle radici della pianta e il suo trasferimento al prodotto finale è uniforme nel tempo e permette di utilizzare tale parametro geochimico come una vera e propria impronta digitale del "prodotto vino" rispetto alla sua provenienza geografica, indipendentemente dall'annata di produzione.

Le differenze nei valori della composizione isotopica dello Sr nei vini, nei mosti e nelle uve e che si riscontrano all'interno di una stessa area a D.O.C. e nell'ambito delle singole aziende agricole è da imputare a due fattori principali: l'eterogeneità litologica del substrato su cui sono impiantate le vigne e la variabilità isotopica della frazione di Sr lisciviabile dal suolo (e dal substrato da cui si è originato) e quindi bio-disponibile.

Il secondo fattore è connesso con l'estrema complessità delle caratteristiche fisiche e litologiche del suolo e del substrato; conseguentemente il rapporto tra fasi mineralogiche con alto Rb/Sr (i.e. alto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ come miche e minerali argillosi) e con basso Rb/Sr (i.e. basso $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ come calcite e feldspati) non è plausibile che rimanga costante nelle parcelle di vigneto considerate. La variabilità del rapporto tra questi due tipi estremi di fasi mineralogiche presenti nei suoli comporta necessariamente che la composizione isotopica della frazione di Sr lisciviabile non sia costante e possa quindi determinare le variazioni riscontrate nei diversi punti di campionamento delle microvinificazioni.

Non a caso le differenze maggiori nei valori della composizione isotopica si registrano tra vini provenienti da vigneti ubicati su suoli prevalentemente arenacei in generale sciolti, poveri in colloidali (minerali argillosi e humus), molto permeabili e dunque per tutte queste caratteristiche lisciviabili. Bisogna considerare comunque che tali dati riguardano solo l'annata 2010 e che per giungere a maggiori certezze è opportuno analizzare campioni di vino e mosto di diverse annate.

I dati riguardanti le analisi dei campioni di suolo e substrato raccolti indicano che la loro composizione isotopica presenta un valore caratteristico nell'ambito di ciascun litotipo di una certa età (tab. 7 e fig. 10.11); tali campioni, raccolti con il fine di confrontare i valori della composizione isotopica di questi con quelli dei vini considerati, permettono di definire il legame tra il prodotto finito ed il suo territorio di provenienza, dunque la tracciabilità geografica di un vino.

In conclusione, dai dati a disposizione ed esposti in questo capitolo si giunge alle seguenti considerazioni:

1. Il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ è costante negli anni considerati e non cambia nella trasformazione uva-mosto-vino.
2. Il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ varia in funzione della natura del substrato;
3. Il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ può essere modificato dall'aggiunta di fertilizzanti e da ripascimenti del suolo;
4. Il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del mosto e del vino può essere modificato dall'aggiunta di uve provenienti da vigneti ubicati su substrati di diversa natura;
5. Il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di un vino può certificare la costanza dell'area di provenienza e delle procedure di coltivazione e vinificazione;
6. Il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ può fornire un elemento di certificazione utile per la valorizzazione di vini di pregio e vini tipici.
7. Il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ può definire il legame tra il prodotto finito ed il suo territorio di provenienza, dunque la tracciabilità geografica di un vino.

11. CONCLUSIONI

È stato condotto uno studio di zonazione viticola con l'obiettivo di definire una metodologia finalizzata a verificare l'attitudine alla produzione vitivinicola dell'area a D.O.C. *Cesanese* (nel Lazio) e che permetta di migliorare le conoscenze dei fattori che influiscono sulla qualità del prodotto vino.

Inoltre è stato realizzato uno studio geologico-chimico con l'obiettivo di definire un metodo integrato per la caratterizzazione la tracciabilità geografica del prodotto vino, di definire i legami esistenti tra la composizione del vino e la natura del substrato e dunque di valorizzare i vitigni autoctoni ed i corrispondenti vini in base al loro ambiente di appartenenza.

Zonazione viticola

Lo studio di zonazione viticola è stato realizzato attraverso l'analisi delle caratteristiche climatiche, geologiche, pedologiche e topografiche e ha permesso di verificare la vocazione dell'area alla produzione vitivinicola individuando aree omogenee per caratteristiche geopedologiche e topografiche in grado di influenzare positivamente la risposta culturale.

L'elaborazione dei dati e delle carte tematiche è stata realizzata in ambiente G.I.S.

Lo studio e l'elaborazione dei dati climatici (con la determinazione alcuni indici bioclimatici viticoli) ha permesso di caratterizzare climaticamente la zona in oggetto e di appurare come questa sia climaticamente adatta per la produzione vitivinicola.

Attraverso operazioni di *overlay* dei dati relativi alla distribuzione spaziale dei vigneti agli altri parametri geoambientali si evince che la maggiore frequenza dei vigneti è individuata su superfici aventi un substrato costituito da depositi vulcanici piroclastici, su versanti poco acclivi e geomorfologicamente più stabili, con esposizione verso i quadranti meridionali e a quote comprese tra i 200 e i 400 m.

È stata realizzata la *Carta della vocazione viticola dell'area a D.O.C. del vino Cesanese* che individua 6 classi vocazionali. Le classi A e B comprendono porzioni di territorio dove le condizioni litologiche e topografiche sono le più indicate per la produzione vitivinicola; nella zona a D.O.C.G. del Cesanese del Piglio e nella zona a D.O.C. di Olevano Romano sono estese le porzioni di territorio ricadenti nelle classi A e B (che rappresentano il 24 % di tutta l'areale esaminato); il 60 % delle aree vitate è ubicato nelle aree appartenenti a queste due classi.

L'ubicazione degli areali dei vigneti delle aziende di prestigio produttrici di vino Cesanese ed in particolare in quelli delle aziende che hanno ottenuto negli ultimi anni i maggiori riconoscimenti, ubicati in zone appartenenti alle classi A e B, indica che in queste aree è possibile produrre un vino di qualità e che dunque le caratteristiche del substrato e del suolo che insiste su di esse condizionano fortemente ed in senso positivo l'attività vegetativa della vite e i caratteri organolettici dei vini.

Considerando che la qualità di un vino dipende da quattro fattori principali (quali il clima, le condizioni geo-pedologiche e topografiche, il tipo di vitigno, le tecniche viticole ed enologiche) e che nell'area studiata il vitigni *Cesanese di Affile* e *Cesanese Comune* sono storicamente il più diffuso e dunque verosimilmente adatto alla produzione di vini, anche di qualità, e verificando attraverso la zonazione viticola che l'area esaminata è climaticamente adatta e che gran parte del suo territorio per caratteristiche geopedologiche e topografiche è adatto alla viticoltura di qualità, si può affermare che questo territorio è dotato di una importante risorsa (strettamente connessa con l'ambiente di origine) e che dipende dall'uomo valorizzarla e tutelarla.

In conclusione, lo studio di zonazione viticola dell'area a D.O.C. del vino Cesanese ha permesso di verificare la sua vocazione alla produzione vitivinicola, individuando aree omogenee per caratteristiche climatiche geo-pedologiche e topografiche in grado di influenzare positivamente la risposta culturale e condizionare i caratteri organolettici dei vini, determinando l'originalità e la tipicità del vino Cesanese.

La metodologia proposta, che si avvale del lo strumento GIS per l'analisi e l'integrazione dei tematismi che influenzano la produzione vitivinicola, permette di definire ad una scala di dettaglio le zone di maggior vocazione per la produzione di vini di qualità.

In fine, la zonazione si rivela:

- uno strumento efficace che può mettere in relazione la qualità di un ambiente alla qualità dei prodotti e che può ottimizzare le scelte della viticoltura al fine di esaltare la tipicità delle produzioni e della denominazione d'origine;
- un potenziale supporto per la gestione e la programmazione dello sviluppo e promozione di una determinata area vitata di pregio.

Tracciabilità geografica dei vini tipici

I consumatori che scelgono prodotti di qualità provenienti da un determinata località sono sempre più numerosi, di conseguenza le ricerche nel campo della tracciabilità geografica degli alimenti sono sempre più diffuse, avendo come obiettivo la prevenzione delle frodi e la salvaguardia dei prodotti tipici.

La definizione della composizione isotopica dello Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), utilizzato in geologia sia per la datazione assoluta delle rocce che come tracciante petrogenetico, rappresenta uno strumento potenzialmente affidabile per la tracciabilità geologico-geografica della vigna di provenienza e quindi del vino da essa prodotto; la letteratura scientifica ha dimostrato infatti che la composizione isotopica dello Sr adsorbito dalle rocce del substrato della vigna di produzione, non viene modificata dal processo di vinificazione (Almeida & Vasconcelos, 2001) e studi realizzati su vini europei (Horn et al., 1993;1998; Lancelot et al., 1999; Barbaste et al., 2002; Fortunato et al., 2004; Almeida & Vasconcelos, 2004; Boari et al., 2008a,b) hanno dimostrato che i valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ rimangono costanti lungo il percorso che inizia dal substrato e finisce nel vino.

In questo studio, per verificare la tracciabilità geografica di alcuni vini tipici dell'area a D.O.C. Cesanese, sono state scelte cinque aziende vitivinicole: *Damiano Ciolli*, *Coletti Conti*, *Compagnia di Ermes*, *Colline di Affile* e *Terre del Cesanese*.

Per ogni azienda sono state individuate una o due porzioni di territorio vitato caratterizzate da un substrato litologicamente omogeneo ove sono impiantati vitigni a bacca rossa *Cesanese di Affile* (autoctono, il più diffuso) e/o *Cesanese comune*.

La determinazione del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, nella componente inorganica dei vini e dei mosti e delle uve, nei substrati geologici e nei suoli, è stata realizzata dalla Dr.ssa Sara Marchionni, dottoranda presso il Dip. di Sc. della Terra dell'Università degli Studi di Firenze; le misure sono state realizzate con l'utilizzo della tecnica della spettrometria di massa a ionizzazione termica (TIMS).

La composizione isotopica dello Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) dei vini e dei mosti analizzati non varia in maniera significativa nelle diverse annate, dunque si può affermare che la composizione isotopica considerata ha un valore caratteristico e riproducibile nell'ambito di ciascuna azienda viticola, e può rappresentare una vera e propria impronta digitale del "prodotto vino" rispetto alla sua provenienza geografica, indipendentemente dall'annata di produzione.

Le differenze nei valori della composizione isotopica dello Sr nei vini, nei mosti e nelle uve e che si riscontrano all'interno di una stessa area a D.O.C. e nell'ambito delle singole aziende agricole è da imputare a due fattori principali: l'eterogeneità litologica del substrato su cui sono impiantate le vigne e la variabilità isotopica della frazione di Sr lisciviabile dal suolo (e dal substrato da cui si è originato) e dunque bio-disponibile.

Il metodo geologico-chimico considerato per la caratterizzazione del prodotto enologico non è applicabile ad ogni tipo di vino ma a quei vini rossi profondamente legati al territorio di origine, che spesso coincidono con prodotti di qualità ed alta qualità.

Tale metodo è estremamente indicato per individuare l'uso elevato di fertilizzanti, ripascimenti di terreno, e aggiunte di uve provenienti da vigneti ubicati su substrati di altra natura. Per tali motivi potrebbe dunque rappresentare un utile strumento per dimostrare la qualità anche di quei vini biologici e biodinamici (prodotti con l'utilizzo di particolari tecniche agricole ed enologiche) che in questi ultimi anni stanno riscuotendo un grande successo tra i consumatori e sono sempre più diffusi sul mercato enologico.

In fine, i campioni di substrato e suolo raccolti con il fine di confrontare i valori della composizione isotopica di questi con quelli dei vini considerati hanno permesso di definire il legame tra il prodotto finito ed il suo territorio di provenienza; i risultati raggiunti confermano dunque l'efficacia dell'utilizzo del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ come metodo di analisi per la verifica della tracciabilità geografica di un vino e come elemento di certificazione per la valorizzazione di vini di pregio e vini tipici; il parametro geochimico rappresentato dal rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ può rappresentare quindi per un comprensorio di produzione (ad esempio un'area a D.O.C. o D.O.C.G.) uno

strumento di controllo e per una azienda un marchio per garantire al consumatore la provenienza delle uve da un territorio specifico le cui qualità ambientali vengono ereditate dal vino.

In conclusione, i dati raccolti con lo studio di zonazione viticola dell'area a D.O.C. del Cesanese indicano verosimilmente che le caratteristiche delle formazioni affioranti e dei suoli che da esse si originano possono condizionare notevolmente l'attività vegetativa della vite e in parte i caratteri organolettici dei vini e dunque determinare l'originalità e la tipicità di un vino; per tali motivi e considerando l'estesa conoscenza del territorio del geologo, si può asserire che il ruolo di questa figura professionale può essere di fondamentale importanza sia negli studi di zonazione viticola sia in quelli sulla tracciabilità geografica dei vini, oggi sempre più diffusi.

BIBLIOGRAFIA

AA. VV. (2001) - *La zonazione viticola dei Colli Euganei*. Veneto Agricoltura.

AA. VV. (2002) - *Carta dei suoli e Zonazione Viticola del Cirò DOC*. Regione Calabria - Assessorato Agricoltura Caccia e Pesca, ARSSA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e per i Servizi in Agricoltura).

Almeida C.M.R. & Vasconcelos M.T.S.D. (2001) - *ICP-MS of Sr-isotopes ratios in wine in order to be used as a fingerprint of its regional origin*. J. Anal. At. Spectrom., 16, 607-611

Almeida C.M.R. & Vasconcelos M.T.S.D. (2004) - *Does the winemaking process influence the wine $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$? A case study*. Food Chemistry, 85: 7-12

Barbaste M., Robinson K., Guilfoyle S., Medina B., Lobinsky R. (2002) - *A precise determination of the Strontium isotope ratios in wine by inductively coupled plasma sector field multicollector mass spectrometry (ICP-SF-MC-MS)*. J. Anal. At. Spectrom., 17: 135-137

Bavaresco L. (2003) - *Nutrizione minerale della vite in relazione al Terroir*. In Fregoni et al., "Terroir, Zonazione, Viticoltura", Trattato internazionale. Phytoline editore.

Benciolini G., Tomasi D., Pascarella G., Lorenzoni A., Verze G. (2006) - *La zonazione viticola del Soave : il suolo come fattore di qualità dei vini*. Boll. Soc. Geol. It., Volume Speciale n.6 (2006), 135-146

Biancotti A. & Fratianni S. (2005) - *La conoscenza climatica per la determinazione del terroir vitivinicolo in Valle Rea (Colline delle langhe, Piemonte)*. In: Atti del Convegno Nazionale "I Paesaggi del Vino", Perugia 18-20 aprile 2005, 41-53

Blasi C. (1994) - *Fitoclimatologia del Lazio*. Fitosociologia 27: 151-175

Boari E., Tommasini S., Mulinacci N., Mercurio M., Morra V., Mattei M., Conticelli S. (2008) - *$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ of some Central and Southern Italian wines and its use as fingerprints for geographic provenance*. Proceedings di OIV 2008 - 31st World Congress of Vine and Wine, 6 p.

Boari E., Avanzinelli R., Melluso L., Giordano G., Mattei M., De Benedetti A., Morra V., Conticelli S. (2009) - *Isotope geochemistry (Sr-Nd-Pb) and petrogenesis of leucite-bearing volcanic rocks from "Colli Albani" volcano, Roman Magnetic Province, Central Italy: inferences on volcano evolution and magma genesis*. Bull Volcanol (2009) 71:977-1005. DOI 10.1007/s00445-009-0278-6

Bogoni M., Lizio Bruno F., Scienza A. (1999) - *La zonazione viticola di Castagneto Carducci (Livorno)*. L'Informatore Agrario, 29-31

Bonfante A. & Terribile F. (2006) - *Zonazione viticola. Un approccio su base fisica*. Il Suolo (Bollettino dell'Associazione Italiana Pedologi), n. 1-3 anno 2006 (<http://www.aip-suoli.it>)

Boni I. (2006) - *La zonazione vitivinicola in Piemonte. Gli esempi del Barolo e del Barbera d'Asti*. Il Suolo, Bollettino della Associazione Italiana Pedologi. N. 1 - 3 anno 2006, 25-30

Brancadoro L., Pilenga C., Lanat D., Scienza A., Guaitoli F., Perciabosco M., Pumo A. (1999) - *La zonazione viticola della Pantelleria*. L'Informatore Agrario num. 16 Supplemento Zonazioni viticole, pag. 33 del 09/04/1999

- Braschi E., Marchionni S., Bucelli P., Bollati A., Costantini E. A., Mattei M., Conticelli S., Tommasini S. (2011) - L'Indice di Provenienza Controllata: una caratteristica geochimica intrinseca che lega il vino al proprio terroir di origine. (in stampa)
- Bravdo B.A., Hepner Y. (1987) - *Irrigation management and fertigation to optimize grape composition and vine performance*. Acta Hort., 206: 49-67
- Bréas O., Reniero F., Serrini G. (1994) - *Isotope ratio mass spectrometry - analysis of wines from different european countries*. Rapid communications in mass spectrometry 8 (12): 967-970
- Bucelli P. & Costantini E. (2006) - *Vite da vino e zonazioni vitvinicole*. In *Metodi di valutazione dei suoli e delle terre*. Edizioni Cantagalli, Siena, 2006, p. 922. Collana dei metodi analitici per l'agricoltura diretta da Paolo Sequi, vol. 7
- Calò A., Tomasi D., Biscaro S., Costacurta S., Giorgessi F. (2002) - *Le vigne del Soave*. Consorzio tutela vini Soave e Recioto di Soave.
- Caputo. R, Fiore A., Nuzzo V. (2006) - *Risultati preliminari di una zonazione dell'area di produzione della DOC "Aglianico del Vulture"*. Boll. Soc. Geol. It., Volume Speciale n.6 (2006), 161-167
- Capelli G., Mazza R.e Gazzetti C. (2005) - *Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio - Gli acquiferi vulcanici*. Pitagora editrice Bologna
- Capo R.C., Stewart B.W., Chadwick O.A. (1998) - *Strontium isotopes as tracers of ecosystem processes: theory and methods*. Geoderma 82, 197-225
- Cellino A. (2001) - *Barbera Studio per la caratterizzazione del territorio, delle uve e dei vini dell'area di produzione del Barbera d'Asti*. Regione Piemonte.
- Cestari R. & Pantosti D. (1990) - *Considerazioni geologico-stratigrafiche sul Monte Scalambra (M.ti Ernici - Appennino Centrale)*. Mem. Descr. Carta Geol. It., v. 38: 39-50
- Chan K. Y. & Fahey D. J. (2011) - *Effect of composted mulch application on soil and wine grape potassium status*. Soil Research 49(5) 455-461
- Chiesa S. & Ravelli R. (2006) - *Franciacorta una viticoltura modernissima con una lunga storia*. Boll. Soc. Geol. It., Volume Speciale n.6 (2006), 129-134
- Christoph N., Roßmann A., Voerkelius S. (2003) - *Possibilities and limitations of wine authentication using stable isotope and meteorological data, data banks and statistical tests. Part 1: Wines from Franconia and Lake Constance 1992 to 2001*. Mitteilungen Klosterneuberg, 53: 23-40
- Christoph N., Baratossy G., Kubanovic V., Kozina B., Roßmann A., Schlicht C. (2004) - *Possibilities and limitations of wine authentication using stable isotope ratio analysis and traceability. Part 2: Wines from Hungary, Croatia and other European countries*. Mitteilungen Klosterneuberg, 54: 155-169
- Cita M.B., Chiesa S., Massiotta P. (2001) - *Geologia dei Vini Italiani - Italia settentrionale*. BE-MA Editrice, Milano.
- Cita M.B., Chiesa S., Mirocle Crisci G. (2001) - *Geologia dei Vini Italiani - Italia meridionale e insulare*. BE-MA Editrice, Milano.

- Cita M.B., Chiesa S., Colacicchi R., Crisci G.M., Massiotta P., Parotto M. (2004) - *Italian wines and geology*. BE-MA Editrice, Milano.
- Cocchi M., Durante C., Ferrari G., Lunati F., Manzini D., Marchetti A. (2005) - *La rintracciabilità del vino si costruisce coi marker di tipicità*. Agricoltura, mensile della Regione Emilia-Romagna, 121-123
- Colacicchi R. & Parotto M. (2006) - *Geologia dei Vini Italiani - Italia centrale*. BE-MA Editrice, Milano.
- Colugnati G., Michelutti G. (1998) - *Suoli e vigneti - La vocazione viticola del comprensorio di produzione dei vini D.O.C. "Friuli Grave"*. Provincia di Pordenone. Consorzio tutela vini DOC - ERSA - C.C.I.A.A. di Pordenone.
- Conticelli S., Tommasini S., Braschi E., Mattei M. E Mulinacci N. (2009) - *Geologie e prodotti eno-oleari: isotopi $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in vini DOCG italiani e loro utilizzo come tracciante per la definizione della provenienza territoriale di origine*. Workshop "Tracciabilità e qualificazione del vino e dell'olio" Polo Scientifico e tecnologico di Firenze, 17 Marzo 2009.
- Corrado S. (1995) - *Nuovi vincoli geometrico-cinematici all'evoluzione neogenica del tratto meridionale della linea Olevano-Antrudoco*. Boll. Soc. Geol. It. 114: 245-276
- Costantini E.A.C., Barbetti R., Buccelli P., Cimato A., Franchini E., L'Abate G., Pellegrini S., Storchi P., Vignozzi N. (2006) - *Zonazione viticola e olivicola della provincia di Siena*. Grafiche Boccacci ed. Colle val d'Elsa (Si): p. 224
- Costantini Edoardo A.C., Bucelli P. (2008) - *Suolo, vite ed altre colture di qualità: l'introduzione e la pratica dei concetti "terroir" e "zonazione"*. Ital. J. Agron. / Riv. Agron., 3.
- Cricco J. & Toninato L. (2004) - *La zonazione di Cerreto Guidi e Vinci: La scoperta di un territorio*. ARSIA Pacini Ed., Pisa.
- Day M.P., Zhang B.L., Martin G.J. (1994) - *The use of trace element data to complement stable isotope methods in the characterization of grape musts*. American Journal of Enology and Viticulture, 45: 79-85
- De Marco E. (2006) - *Una proposta metodologica per la zonazione olivicola: caso di studio in areale cilentano*. Tesi di Dottorato. Università degli Studi di Napoli Federico II, Dip. di Ingegneria Agraria e Agronomia del Territorio.
- Dickin A.P. (2003) - *Radiogenic Isotope Geology*. Cambridge (UK), Cambridge University Press.
- Dubos, J. (1984) - *Importance du terroir comme facteur de différenciation qualitative des vins*. Bull. O.I.V. 57 (639), 420-434
- Failla O., Scienza A., Fiorini P., Minelli R., Panont C. A. (1999) - *La zonazione viticola della Valle d'Ilasi (Verona)*. L'Informatore Agrario, 16 (1), 21-23
- Failla O., Scienza A., Panzera G.B., Pastore R., Michelutti G., Bianco D., Zanolla S, Cicogna A., Mariani L., Barbieri S., Brancadoro L., Toninato L., Krasnig P. (2007) - *Suoli e Vigneti del Collio. Clima e suolo all'origine della qualità del vino. Zonazione e manuale d'uso del territorio*. A cura di G. Michelutti, O. Failla, A. Cicogna. - Pozzuolo del Friuli (UD) : ERSA, 2007. - ISBN 9788889402139.
- Falcetti M. & Campostrini F. (1997) - *Il Marzemino trentino D.O.C. L'ambiente, la vite, il vino*. Consorzio di tutela del Marzemino trentino.

- Falcetti M., De Biasi C., Aldrighetti C. (1999) - *I progetti di zonazione viticola in Trentino*. Edizioni l'Informatore Agrario, 16, 25-27
- Fanizza L. (2003) - *Le Vigne del Tarantino – Zonazione vitivinicola del territorio*. Taranto, Provincia di Taranto
- Faure G. (1986) - *Principles of isotope geology*. New York (USA), John Wiley & Sons, 594 p.
- Fortunato G., Mumic K., Wunderly S., Pillonell L., Bossett J.O., Gremaud G. (2004) - *Application of Strontium isotope abundance ratios measured by MC-ICP-MS for food authentication*. J. Anal. At. Spectrom., 19: 227-234
- Fратиanni S. & Zavattini J. A. (2006) - *I tipi di tempo e la coltivazione vitivinicola in Piemonte: il terroir del Barolo*. In: Atti del Convegno Nazionale "I Paesaggi del Vino", Perugia 6-9 nov. 2006, 147-157
- Fregoni M. & Bavaresco L. (1985) - *Ricerche sugli indici pedologici relativi alla scelta dei portinnesti della vite*. Vignevis 12 (3) 19-22
- Fregoni M., Bavaresco L., Gaiatto R. & Vittori A (1988) - *Carta nutrizionale e tematico-vocazionale della zona a D.O.C. di Lison-Pramaggiore*. Amministrazione della provincia di Venezia.
- Fregoni M., Zamboni M., Borselli M., Frascini E., Scienza A., Valenti L., Panont. Ca., Brancadoro L., Bodoni M., Failla O., Laruccia N., Nardi I., Filippi N., Lega P., Linoni F. e Libé A. (1992). *Ricerca pluridisciplinare per la zonazione viticola della Val Tidone (Piacenza, Italia)*. Vignevis, 11.
- Fregoni M. (1998) - *Viticultura di qualità*. Edizioni L'Informatore Agrario.
- Fregoni M. (2003) - *L'indice bioclimatico di qualità Fregoni*. In Fregoni et al., "Terroir, Zonazione, Viticultura", Trattato internazionale. Phytoline editore.
- Garofolo A., Moretti S. (1986) - *Indagine chimica e chimico-fisica sul "Cesanese dei Piglio DOC"*. Riv. Vitic. Enol. XXXIX 8, 341-359
- Garofolo A. (1998) - *Diversificazione e valorizzazione di produzioni tipiche sul territorio: i Cesanesi*. Atti del Simposio Internazionale: Territorio e Vino. Siena 19-24 maggio, 753-764
- Garofolo A., Tiberi D. (1999) - *Caratterizzazione di presunti cloni di Cesanese di Affile*. Nota 1: composti varietali fissi. XI giornate GESCO, Sicilia 6-12 giugno.
- Giordano G., Mattei M., Funiciello R. (2010) - *The Geological Map of the Colli Albani Volcano*. The Geological Society, London. Special Publication of IAVCEI, 3
- Grecchi M. (2006) - *Manuale di Geologia Agraria*. Edizioni GeoGraph - Segrate, 640 p
- Gregori L. (2006) - *La Geologia del vino (in Umbria)*. Il Suolo, Bollettino della Associazione Italiana Pedologi. N. 1 - 3 anno 2006, 58-74
- Gregori L. & Melelli L. (2005) - *Itinerari geo-eno-turistici attraverso il "Paesaggio" umbro*. In: Atti del Convegno Nazionale "I Paesaggi del Vino", Perugia 18-20 aprile 2005, 133-142
- Guidoni S., Gangemi L., Ferrandino A. (2010) - *Influenza dell'esposizione del vigneto sulla maturazione dell'uva*. VIII International Terroir Congress. 14-18 giugno, 2010 Soave (VR).

- Halliday J. & H. Johnson H. (1992) - *The art and science of wine* - London : Mitchell Beazley, p. 232
- Hancock J. (1997) - *Conference report: Les terroirs viticoles - concept, produit, valorisation*. Colloque International, Angers, France, 17-18 July 1996. *J. Wine Res.* 8, 51-54
- Horn P., Schaaf P., Holbach B., Hölzl S., Eschnauer H. (1993) - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ from rock and soil into vine and wine. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 196 (1993) 407-409
- Horn P., Hölzl S., Todt W., Matthies D. (1998) - *Isotope abundance ratios of Sr in wine provenance determinations in a tree-root activity study and of Pb in a pollution study of tree rings*. *Isotopes in Environmental Health Studies*, 34: 31-42
- Huglin, P. & Schneider R, C. (1998) - *Biologie et écologie de la vigne*. Paris, Lavoisier. 370 p.
- Kawasaky A., Oda H., Hirata T. (2002) – Determination of strontium isotope ratio of brown rice for estimating its provenance. *Soil Science and Plant Nutrition*, 48 (5), 635-640
- Kelly S., Heaton K., Hoogewerff J. (2005) - *Tracing the geographical origin of food: the application of multi-element and multi-isotope analyses*. *Trends in Science and Technology*, 16, 555-567
- Kim K.W. & Thornton I. (1993) - *Influence of uraniumiferous black shales on Cadmium, Molybdenum and Selenium in soils and crop plants in the Deog-Pyoung area of Korea*. *Environmental Geochemistry and Health*, 15, 119-133
- Kráľ J., Čech P., Nováková J. - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, δ 18O and trace elements in the wines of Slovak producers. ŠGÚDŠ - Geological Survey of Slovak Republic, Mlynska dolina 1, 817 04 Bratislava 11, Slovakia.
- Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante - Regione Lazio, Assessorato Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca (1985) - *Produttività potenziale e classificazione dei terreni. Nota I. Valle del fiume Sacco*. Supplemento Annali ISNP, Roma.
- Jackson R., (2008) - *Wine Science, Principles and Applications*. Academic Press, 776 p
- Jefford A. (2002) - *The New France*. London: Mitchell Beazley.
- Lancelot J., Herrerias J., Verdoux P., Lurton L. (1999) - *The use of strontium isotopes geochemistry for a high resolution identification of wines from Rhone Valley*. Fifth European Symposium on Food Authenticity. La Baule, France.
- Loret E., Fusco L., Pecci A., Pesolillo S, Comandini F. (2007) - *Approccio alla zonazione vitivinicola nell'area del Frascati D.O.C. attraverso tecniche di Remote Sensing e GIS*. Quarte Giornate di Studio su Metodi Numerici, Statistici e Informatici nella Difesa delle Colture Agrarie e delle Foreste. Ricerca e Applicazioni, Università della Tuscia, Viterbo, Italy, 2007.
- Lulli L., Costantini E. A. C., Mirabella A., Gigliotti A., Bucelli P. (1989) - *Influenza del suolo sulla qualità della Vernaccia di San Gimignano*. *Vignevini* 16 (1/2), 53-62
- Magliulo P., Russo F., Lo Curzio S. (2004) - *Rapporti tra assetto geomorfologico, caratteri dei suoli e produzione vitivinicola per la definizione preliminare del Terroir della Valle Telesina (Provincia di Benevento)*. In: Atti del Convegno Nazionale "I Paesaggi del Vino", Perugia 6-8 feb. 2004, 111-122
- Magliulo P., Russo F., Lo Curzio S. (2005) - *Elaborazione di dati geoambientali in ambiente GIS per la caratterizzazione del Terroir della Valle Telesina (Provincia di Benevento)*. In: Atti del Convegno Nazionale "I Paesaggi del Vino", Perugia 18-20 aprile 2005, 151-164

- Maltman A. (2008) - *The Role of Vineyard Geology in Wine Typicity*. Journal of Wine Research, 2008, Vol. 19, No. 1, 1-17
- Mancini C. (1888) - *Il Lazio viticolo e vinicolo, monografia*. Ristampa a cura dell'Ass. all'Agricoltura della Provincia di Roma (1989), 299
- Martinis B. (1994) - *Caratteristiche geologiche del M. Scalambra (Lazio)*. Rend. Fis. Acc. Lincei, s. 9, v. 5:171-180
- Mattei M. & Parotto M. (2008) - *Le indagini geologiche e la caratterizzazione e tipicizzazione dei vini nel territorio italiano*. In: "Gaia & Bacco, ovvero la Terra e il suo nettare, l'influenza del terroir sulla qualità dei vini" Ordine dei Geologi della Campania. Napoli, 15 Febbraio 2008.
- Mengarini F. (1888) - *La viticoltura e l'enologia nel Lazio*. Roma, Tipogr. della R. Accademia dei Lincei, 1888, pp. 46, 75, 102
- Michelutti G., Barbieri S., Bianco D. (2006) - *Esperienze di zonazione viticola in Friuli Venezia Giulia*. Il Suolo, Bollettino della Associazione Italiana Pedologi. N. 1 - 3 anno 2006, 22-24
- Mihaljevič M., Ettler V., Šebek O., Strnad L., Chrastný V. (2006) - *Lead isotopic signatures of wine and vineyard soils-tracers of lead origin*. J. Geochem. Exploration, 88, 130-133
- Morlat, R. (1989) - *Le terroir viticole: contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins*. Application aux vignobles rouge de Moyenne Vallée de la Loire. PhD Thesis, University of Bordeaux II. p. 289
- Motti A. (2006) - *Un esempio di possibile applicazione delle carte geologiche di dettaglio. Le 11 zone DOC e DOCG destinate alla produzione viti-vinicola in Umbria*. In: Atti del Convegno Nazionale "I Paesaggi del Vino", Perugia 6-9 nov. 2006, 255-263
- Mpelasoka B, Schachtman DP, Treeby MT, Thomas MR (2003) A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. Australian Journal of Grape and Wine Research 9, 154-168 (doi: 10.1111/j.1755-0238.2003.tb00265).
- Murada G., Failla O., Mariani L., Minelli R., Scienza A. (2006) - *Viticultural zoning of Valtellina (Northern Italy)*. In: Atti primo congresso internazionale sulla viticoltura di montagna e in forte pendenza.. - [s.l.] : CERVIM, 2006
- Muttoni G., Scardia G., Kent D. V., Swisher C. C., Manzi G. (2009) - *Pleistocene magnetochronology of early hominin sites at Ceprano and Fontana Ranuccio, Italy*. Earth and Planetary Science Letters, Volume 286, 255-268
- Oddone M., Baldizzone M., Aceto M., Robotti E., Marengo E. (2007) - *Studio preliminare sull'impiego dei lantanidi come marcatori nelle filiere alimentari: determinazione con ICP-MS*. XX Congresso Nazionale di Chimica Analitica - La Chimica Analitica per l'ambiente e gli alimenti, S. Martino al Cimino (Viterbo).
- Oddone M., Robotti E., Marengo E., Baldizzone M., Aceto M. (2007) - *Studio della tracciabilità sulla filiera del vino mediante determinazione dei lantanidi con ICP-MS*. Atti del VI° Congresso Nazionale di Chimica degli Alimenti, ISBN: 978-88-87359-52-7, a cura di Coïsson J.D., Arlorio M., Martelli A., Editrice Taro, Alessandria.
- Panont C. A., Comolli G., Minelli R., Scienza A., Failla O. (1999) - *La zonazione viticola della Franciacorta*. L'Informatore Agrario, 16 (1), 17-19

Pisante M., Iori, M. (2003) - *La zonazione viticola del comprensorio di San Severo e valorizzazione del territorio*. Atti del convegno 1° Congresso della Viticoltura ad uva da vino e dell'Enologia dell'Italia centro-meridionale. San Severo (FG), 14 marzo 2003.

Pisante M., Ramazzotti S., Herrera Nunez J.C., Moneta A., Castrignanò A., Barca E., Fiorentino C. (2009) - *Agroscopeampelos un progetto di ricerca interdisciplinare per il Montepulciano d'Abruzzo DOCG "Colline Teramane"*. In PISANTE, M. et al. (a cura di) "Atti Tornata ad Atri (TE) 6 settembre 2008", Accademia Italiana della Vite e del Vino: 23-34

Poni S. (2003) - *Influenza del clima sulla fenologia della vite*. In Fregoni et al., "Terroir, Zonazione, Viticoltura", Trattato internazionale. Phytoline editore.

Porro D., Da Col R., Menegoni R. (2002) - *La zonazione del vigneto SAV*. Società agricola Vallagarina, Rovereto.

Provincia di Roma (Dip. VII), Dip. di Sc. Geologiche, Università degli studi Roma Tre (2009) - *Carta dei "Fenomeni di dissesto nell'area dei comuni di Bellegra, Genazzano, Pisoniano, Olevano Romano e S. Vito Romano" (scala 1:10.000)*, in "Studi sui fenomeni del dissesto lungo le strade provinciali avvenuti a seguito dell'evento alluvionale del 21 maggio 2008", Relazione finale dicembre 2009.

Ricci Alunni G. (2004) - *Uno degli autori della qualità di un vino: il terreno*. In: Atti del Convegno Nazionale "I Paesaggi del Vino", Perugia 6-8 feb. 2004, 151-162

Rigazio L., Praz G., Demoz Lale P., Zecca O., Mariani L., Minelli R., Failla O., Scienza A. (2006) - *Zonage du terroir viticole en Vallée d'Aoste*. In: Atti primo congresso internazionale sulla viticoltura di montagna e in forte pendenza.. - [s.l.] : CERVIM, 2006.

Roßmann A. (2001) - *Determination of Stable Isotope Ratios in Food analysis*. Food Reviews International, 17, 347-381

Roßmann A., Schmidt H.- L., Reniero F., Versini G., Moussa I., Merle M.C. (1996) - *Stable carbon isotope content in ethanol of EC data bank wines from Italy, France and Germany*. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung, 203, 293-301

Riou C., Becker N., Sotes Ruiz V., Gomez-Miguel V., Carbonneau A., Panagiotou M., Calo A., Costacurta A., Castro de R., Pinto A., Lopes C., Carneiro L., Climaco P. (1994) - *Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: application au zonage de la teneur en sucre dans la communauté européenne*. Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Luxembourg, 322 p

Schubert A., Lovisolo C., Mancini M., Orlandini S., Moriondo M., Spanna F., Dolzan S., De Marziis M., Della Valle D., Gily M., Sanlorenzo G. (2003) - *Caratterizzazione, valorizzazione e diversificazione delle produzioni di Moscato nel suolo areale di produzione*. Regione Piemonte, 1-74

Scienza A., Bogoni M., Valenti L., Brancadoro L., Romano F. (1990) - *Stima della vocazione viticola dell'Oltrepo Pavese*. In "Vocazione del territorio alla coltivazione della vite: criteri di zonazione", 26-44

Scienza A., Panont C. A., Minelli R., Failla O., Comolli G. (1999) - *La zonazione della Franciacorta: il modello viticolo della DOCG*. Rivista di Viticoltura e Enologia, 5-25

Scienza A. & Toninato L. (2003) - *Arezzo: Terra di Vini. Dalla zonazione al manuale d'uso del territorio*. Provincia di Arezzo.

- Scotti C. (2006) - *Emilia Romagna: dalla conoscenza del suolo alla qualità del vino*. Atti della giornata di studio: "Suolo e Vino", Imola, 11-12/10/06. <http://www.aip-suoli.it/editoria/bollettino/n1-3a06/n1-3a06.htm>
- Seguin G. (1986) - *Terroirs' and pedology of wine growing*. *Experientia* 42, 861-873
- Servizio Geologico d'Italia (1975) - Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000) *Foglio 389 "Anagni"*
- Servizio Geologico d'Italia (1981) - Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000) *Foglio 376 "Subiaco"*
- Servizio Geologico d'Italia (2005) - Carta Geomorfologica d'Italia (scala 1:50.000) *Foglio 389 "Anagni"*
- Servizio Geologico d'Italia (2008) - Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000) *Foglio 374 "Roma"*
- Stewart B.W., Capo R.C., Chadwick O. A. (1998) - *Quantitative strontium isotope models for weathering, pedogenesis and biogeochemical cycling*. *Geoderma* 82, 173-195
- Techer I., Lancelot J., Descroix F., Guyot B. (2011) - *About Sr isotopes in coffee 'Bourbon Pointu' of the Réunion Island*. *Food Chemistry* 126 (2011) 718–724
- Tonietto J. & Carbonneau A. (2004) - *A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide*. *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 124, Issues 1-2, 20 July 2004, p. 81-97
- Tonietto J., Sotés V., Zanus M.C., Montes C., Uliarte E.M., Antelo L., Clímaco P., Peña A., Guerra C.C., Catania C.D., Kohlberg E., Pereira G. E., da Silva J.R., Ragoût J.V., Navarro L.V., Laureano O., de Castro R., del Monte R.F., del Monte S.A., Gómez-Miguel V.D., Carbonneau A. (2010) - *L'Effet du climat viticole sur la typicité des vins - Caractérisation au Niveau des Régions Viticoles Ibéro-Américaines*. VIII International Terroir Congress June 14th-18th, 2010. Soave (Vr), Italy.
- Toninato L., Bernava M., Cricco J., Brancadoro L. (2005) - *Caratterizzazione dei terroir di Vinci e Cerreto Guidi mediante le risposte del Sangiovese*. *L'Informatore Agrario*, 2, 63-66
- Toninato L., Boncompagni S., Brancadoro L., Failla O., Scienza A. (2006) - *Zonazione e qualità dei vini nella provincia di Arezzo*. *L'Informatore Agrario*, 25, 54-57
- Valenti L., Mattivi F., Compagnoni M., Mariani L., Dell'Orto M., Ghoglieno I. (2010) - *Influenza delle componenti climatiche e pedologiche sulla variabilità dei contenuti polifenolici in alcuni ambienti vitati della DOCG Sagrantino di Montefalco*. VIII International Terroir Congress. 14-18 giugno, 2010 Soave (VR).
- Vercesi A., Castagnoli A., Dosso P. (2003) - *Metodologie di caratterizzazione agrometeorologica dei territori*. *Clima e viticoltura*. Supplemento a *L'Informatore Agrario*, n.14/2003.
- Versini G., Monetti A., Reniero F. (1999) - *Monitoring authenticity and regional origin of wines by natural stable isotope ratios analysis*. In: *Wine: nutritional and therapeutic benefits*, T.R. Watkins (ed), ACS Symposium Series 661: 113-130
- Zamboni M. (2006) - *Le zonazioni viticole in Emilia-Romagna*. *Il Suolo*, Bollettino della Associazione Italiana Pedologi. N. 1 - 3 anno 2006, 44-48
- Zangheri P. (2003) - *I Terroir delle DOCG italiane*. In Fregoni et al., "Terroir, Zonazione, Viticoltura", Trattato internazionale. Phytoline editore.

Wilson J.E. (1998) - *Terroir: The Role of Geology, climate and culture in the making of French Wines*. Mitchell Beazley, London.

Wooldridge J. (2000) - *Geology: A central aspect of terroir*. Wynboer December, <http://www.wynboer.co.za/recentarticles/1200geology.php3>.

Winkler A. J., Cook James a., Kliever W. M., Lider Lloyd A. (1975) - *General Viticulture*. University of California Press; Revised & enlarged edition (December 13, 1974), 710 p.

White R. E. (2003) - *Soils for fine wines*. Oxford: Oxford

White M. A., Diffenbauhg N. S., Jones G. V., Pal J. S., Giorgi F. (2006) - *Extreme heat reduces and shifts United States premim wine production in the 21st century*. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0603230103

White M. A., Whalen P. & Jones G. V. (2009) - *Land and wine*. Nature Geoscience, Vol. 2, feb. 2009, 82-84 (doi:10.1038/ngeo429)

Siti internet consulati:

www.aip-suoli.it

www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/IFFI_-_Inventario_dei_fenomeni_franosi_in_Italia

www.coletticonti.it

www.collinediaffile.it

<http://compagniadiermes.it/>

www.entecra.it (Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura)

<http://www.ersa.fvg.it/tematiche/suoli-e-carte-derivate/cartografia-derivata/zonazione-viticola>

www.informatoreagrario.com

<http://inumeridelvino.it/tag/lazio>

www.sardegnaagricoltura.it

www.stradadelvinocesane.com

www.vinilazio.org

www.wineblog.it

www.winegis.it

www.winesurf.it

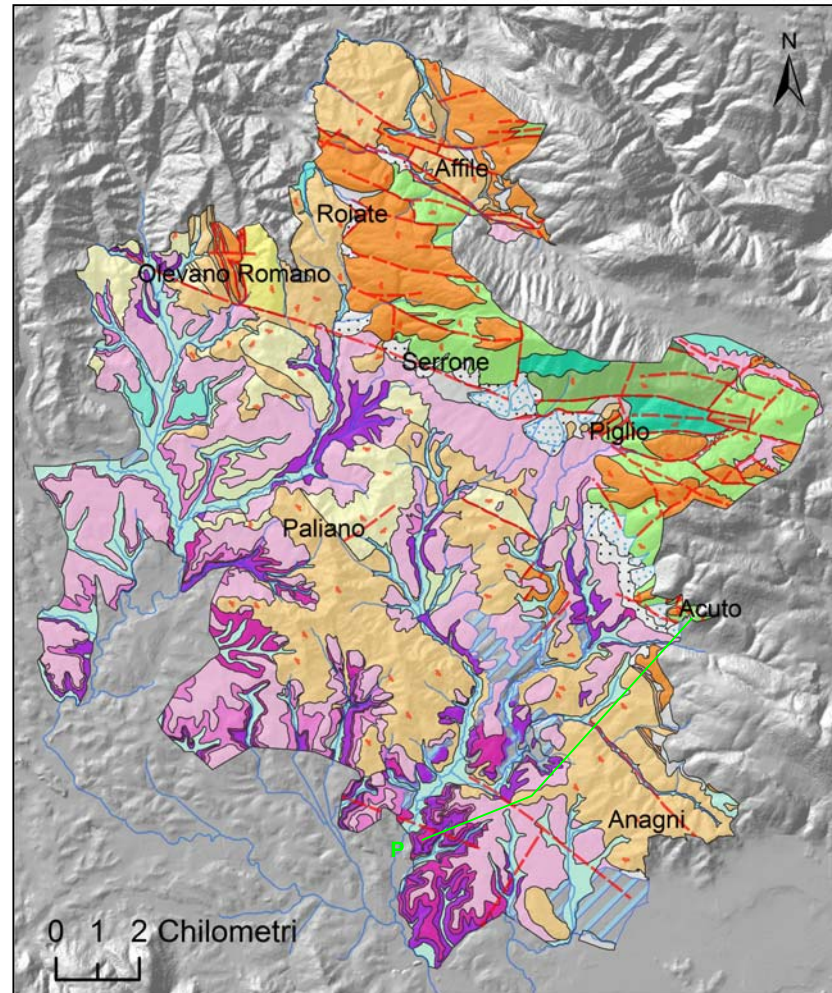
ALLEGATI

- 1 - CARTA GEOLOGICA
- 2 - CARTA DELLA DISTRIBUZIONE DEI VIGNETI
- 3 - CARTA DELLE PENDENZE
- 4 - CARTA DELLE ESPOSIZIONI
- 5 - CARTA DELLA DISTRIBUZIONE DELLE FRANE
- 6 - CARTA DELLA DISTRIBUZIONE DEGLI OLIVETI E DEI VIGNETI
- 7 - CARTA DELLA UBICAZIONE DEI PROFILI PEDOLOGICI
- 8 - CARTA GEOPEDOLOGICA
- 9 - CARTA DELLA VOCAZIONE VITICOLA DELL'AREA DOC CESANESE
- 10 - CARTA DELLA VOCAZIONE VITICOLA DELL'AREA DOC CESANESE E DISTRIBUZIONE DEI VIGNETI
- 11 - AZIENDA *DAMIANO CIOLLI*
- 12 - AZIENDA *COMPAGNIA DI ERMES*
- 13 - AZIENDA *COLETTI CONTI*
- 14 - AZIENDA *COLLINE DI AFFILE*
- 15 - AZIENDA *TERRE DEL CESANESE*

ALLEGATO 1 - Carta Geologica dell'area di produzione del vino Cesanese DOC

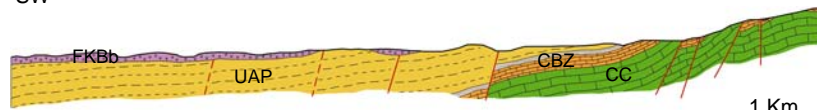
Legenda

- AL - Depositi alluvioni
- DT - Detrito di falda
- CON - Depositi di Conoide all.
- EC - Dep. eluvio/ colluviali
- AL TER - Alluvioni terrazzate
- F-L - Dep. fluvio-lacustri
- TR - Travertini
- FKBb - Formaz. Madonna degli Angeli (lit. pirocl.)
- VSN1 - Formaz. di Villa Senni (Tufo Lionato)
- SLVb - Formaz. di Fontana Centogocce (lit. pirocl.)
- RED - Pozzolane Rosse
- AR-SA - Argilliti e sabbie argillose, continentali
- UAP 25 - Litofacies arenaceo-pelitica
- UAP 27 - Litofacies massiva, con inter. a/p
- UAP 29 - Litofacies massiva
- UAM2 - Argille a Orbulina
- UAM1 - Marne a cylindrites
- CBZ - Calcari a briozoi e litotamni
- CC4 - Calcari micritici e calcareniti
- CC3 - Calcari micritici parz. dolomitizzati
- CC2 - Calcari micritici
- CC1 - Dolomie
- faglie
- giaciture
- Corsi d'acqua



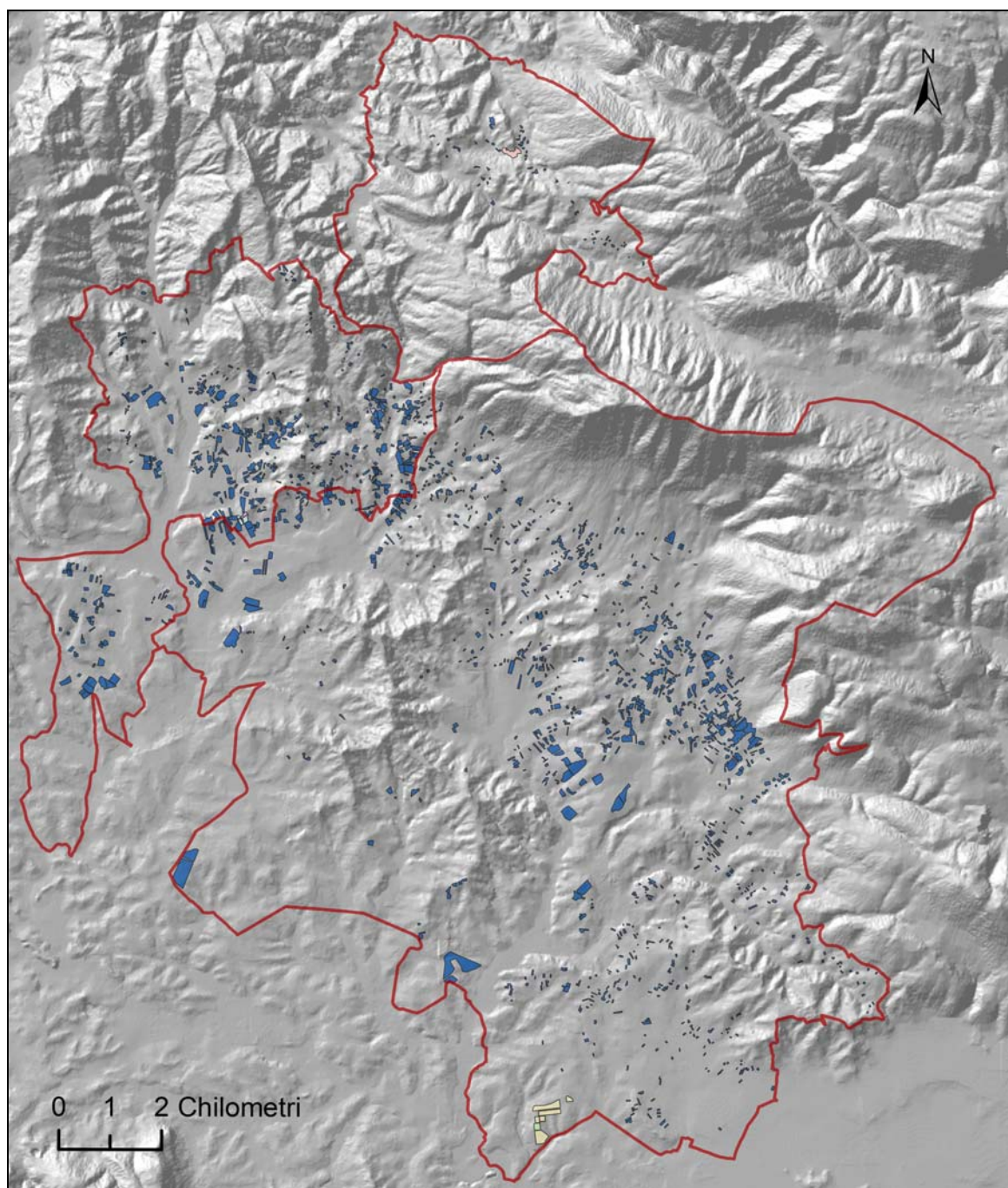
SW



NE



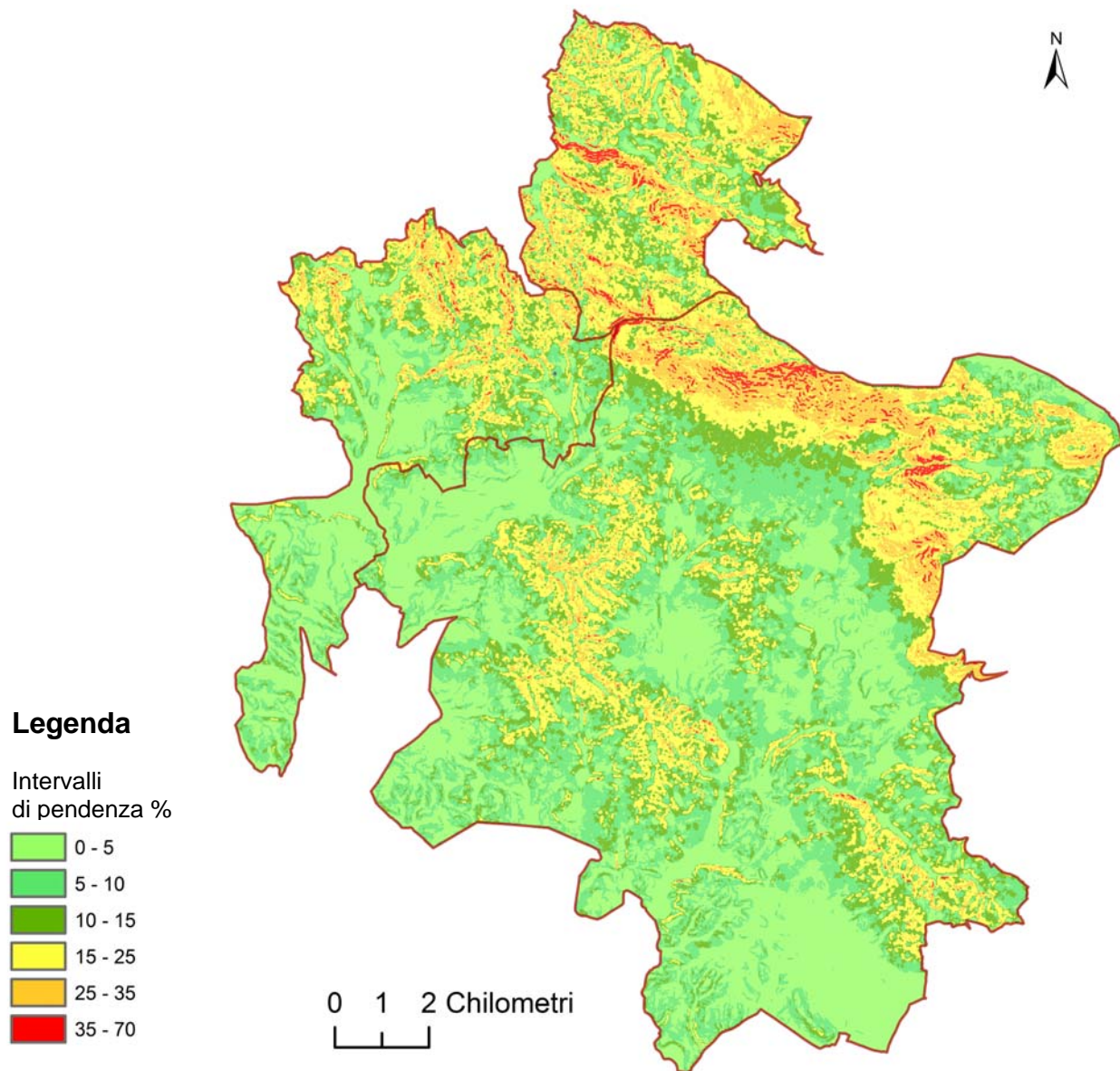
1 Km

ALLEGATO 2 - Carta della distribuzione delle aree vitate nell'area DOC Cesanese

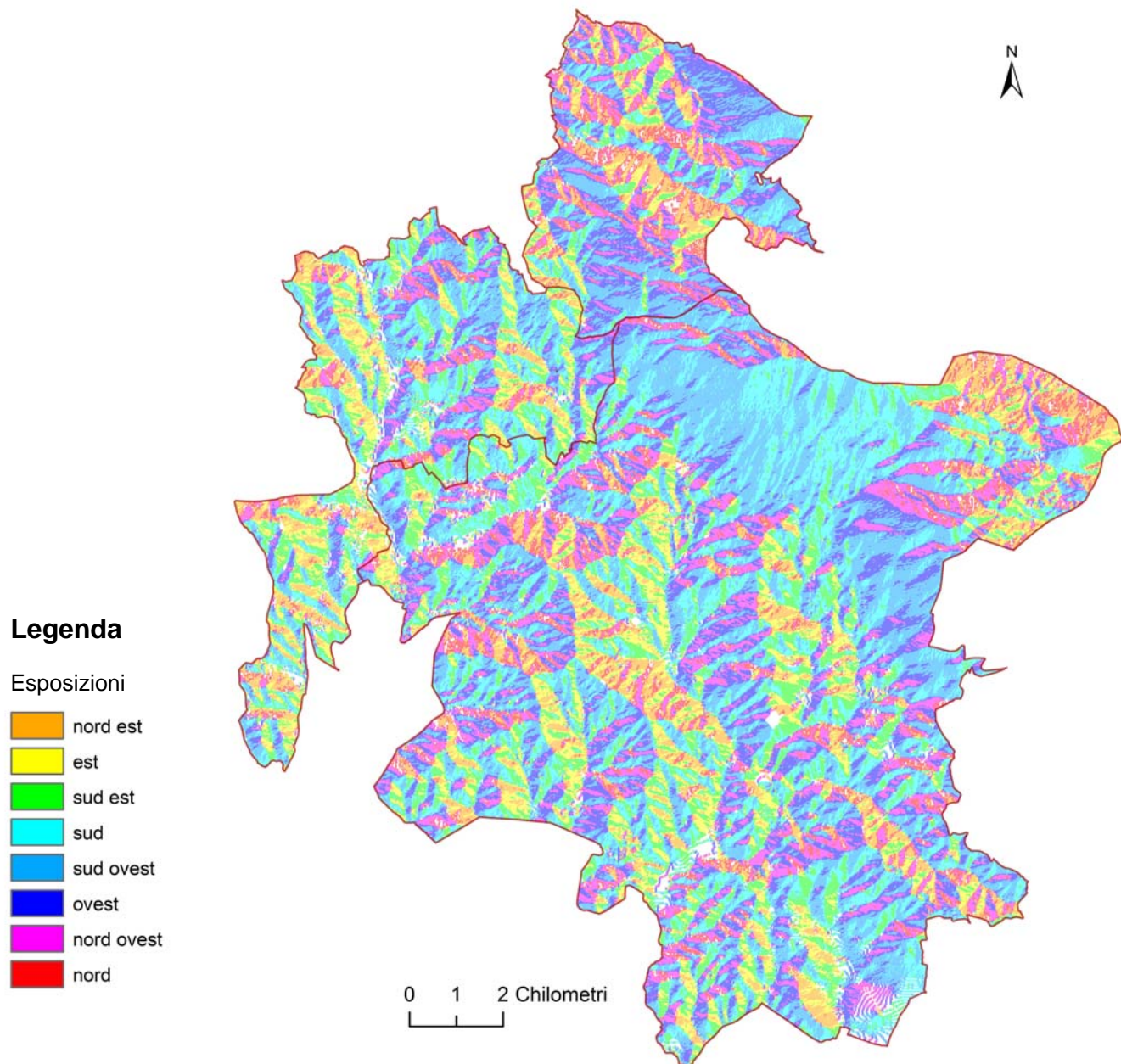


-  Aree vitate
-  Limiti aree DOC Cesanese

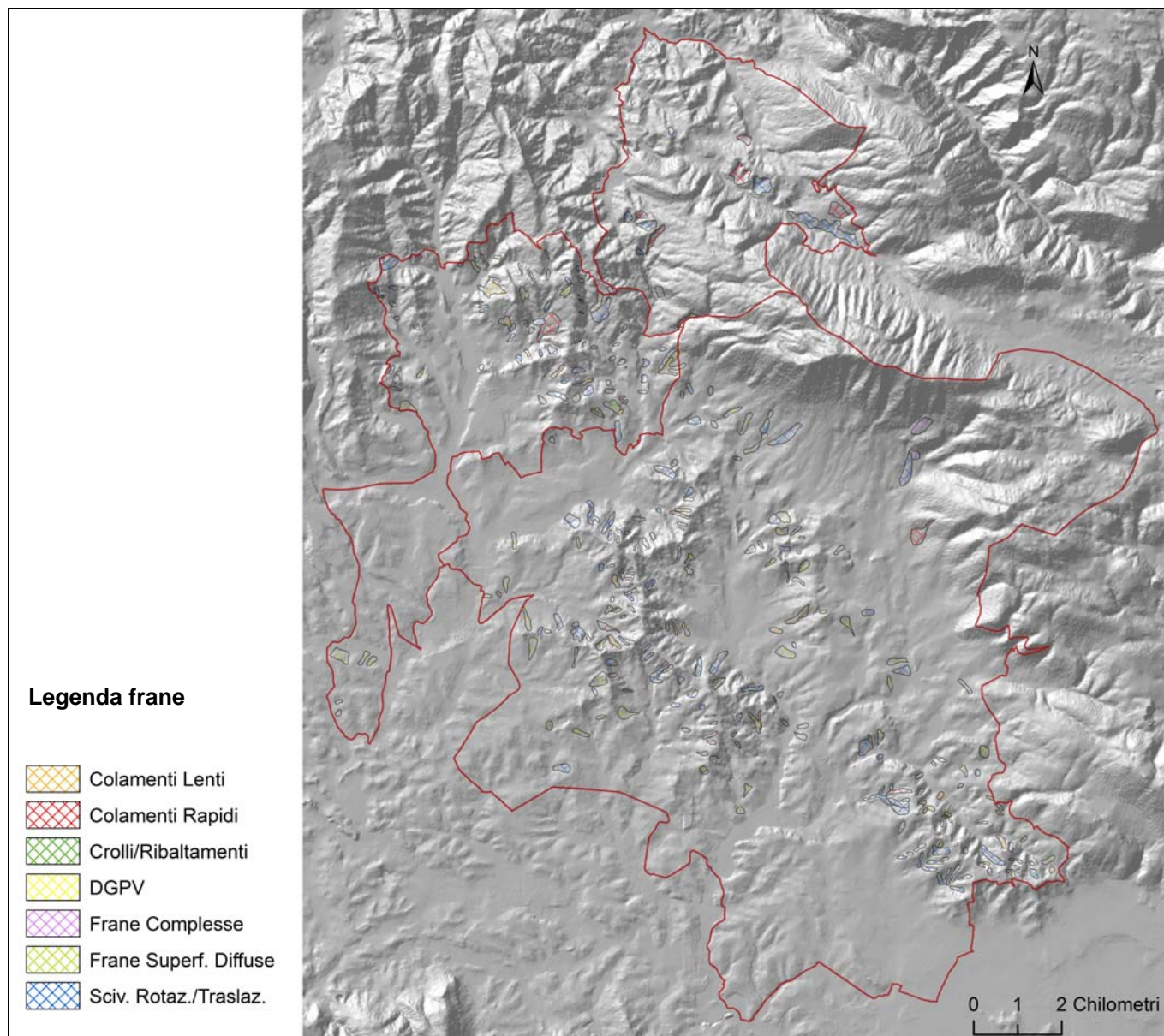
ALLEGATO 3 - Carta delle pendenze dell'area DOC Cesanese

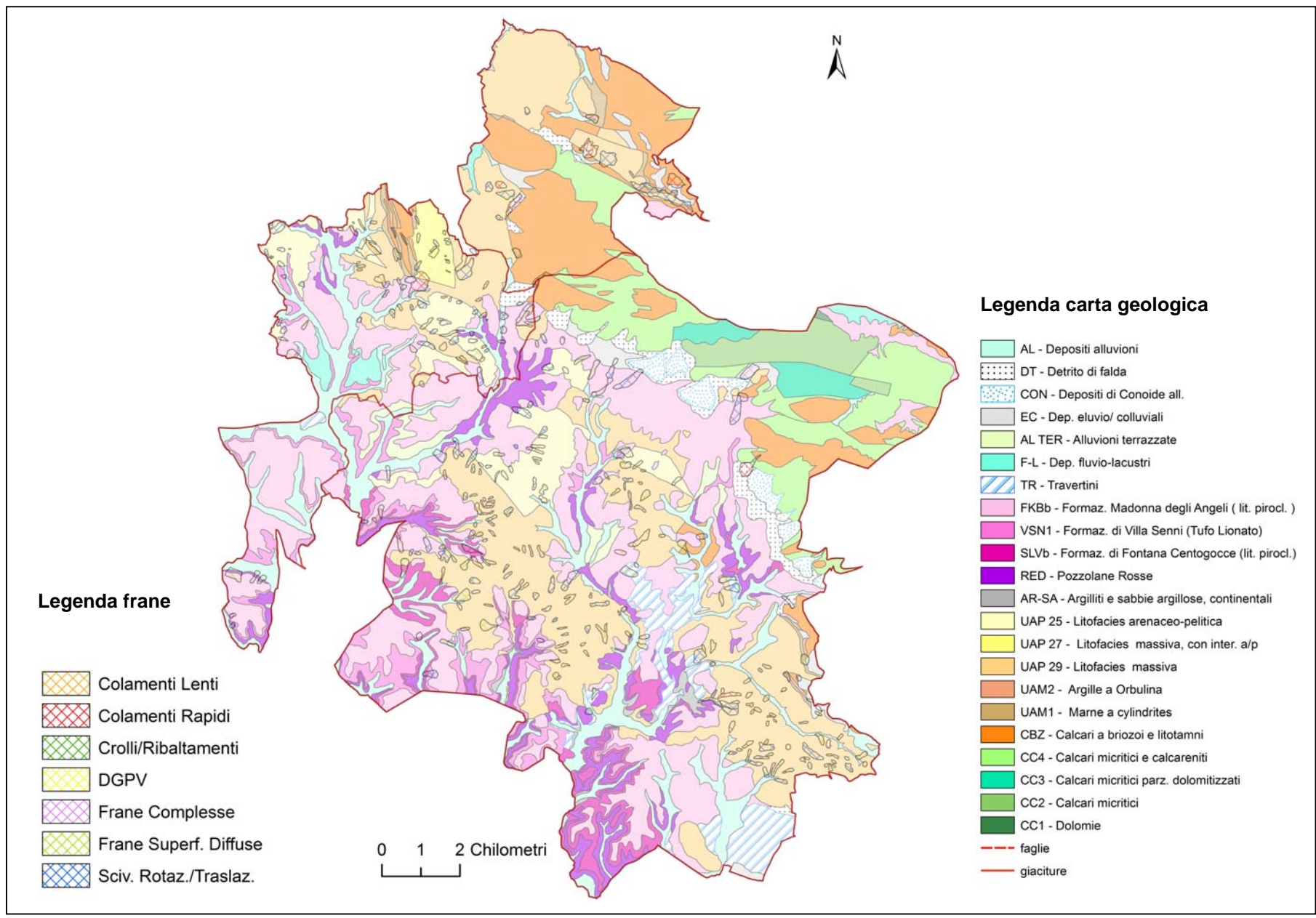


ALLEGATO 4 - Carta delle esposizioni dell'area a DOC Cesanese

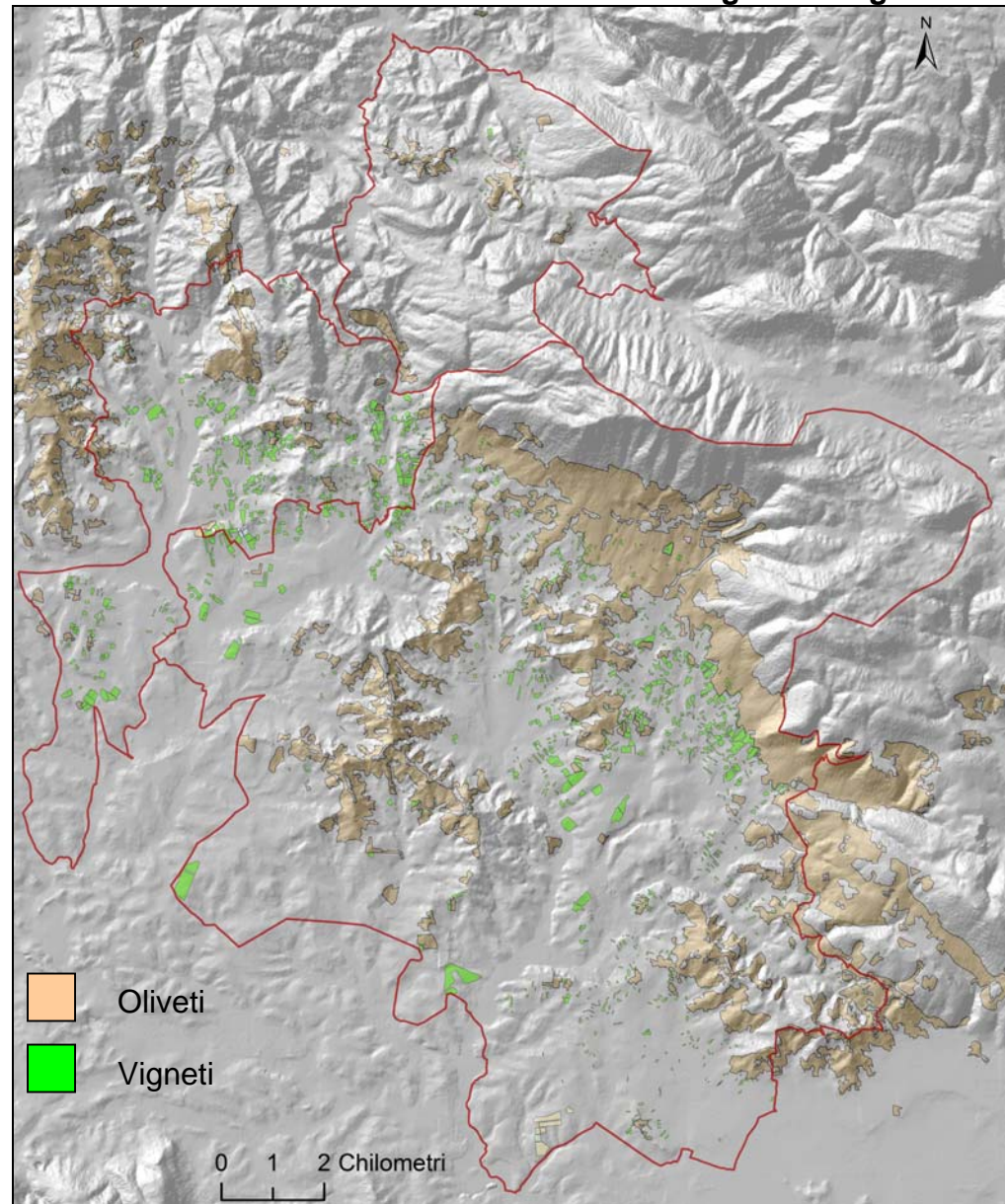


ALLEGATO 5 - Carta della distribuzione delle frane dell'area DOC Cesanese

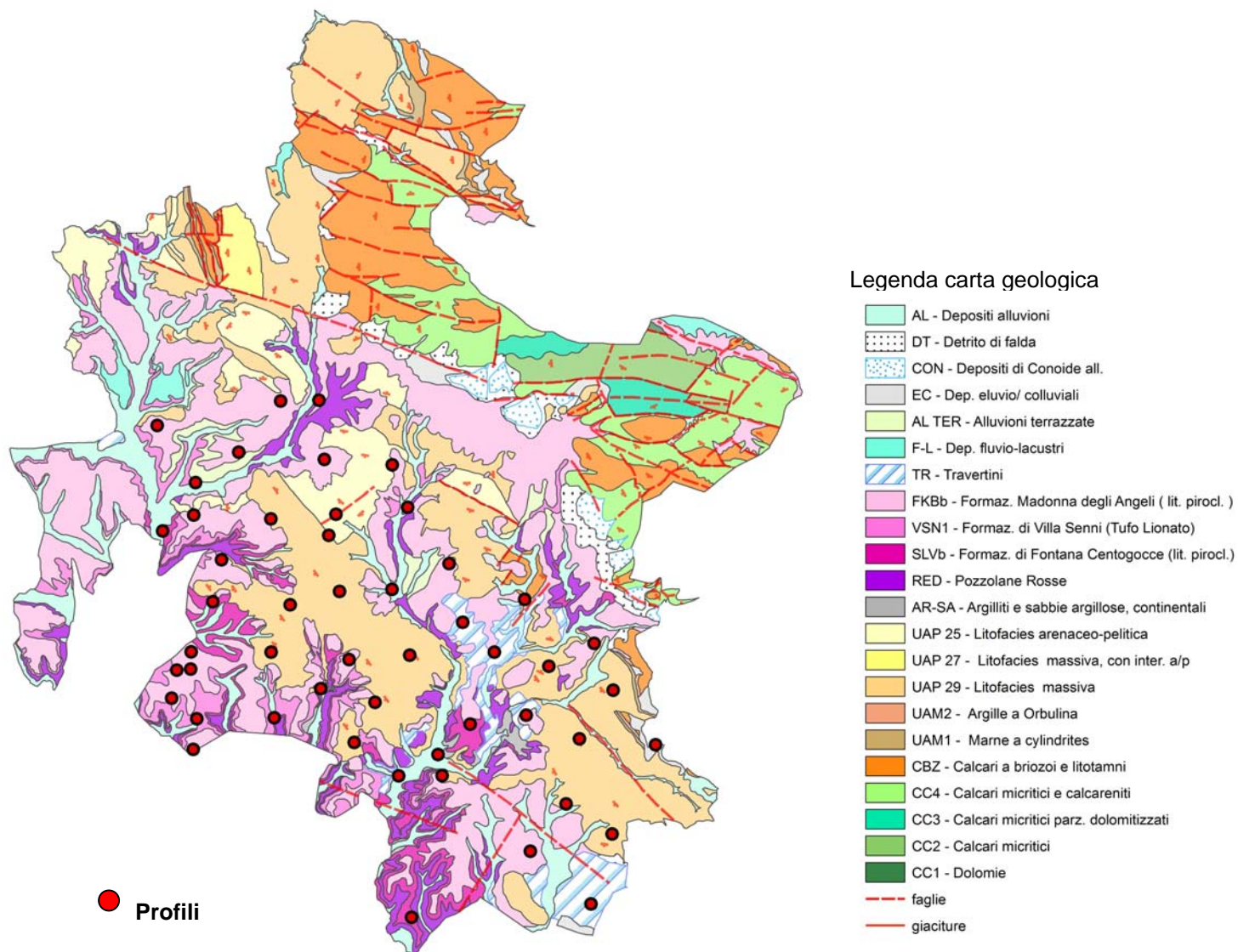




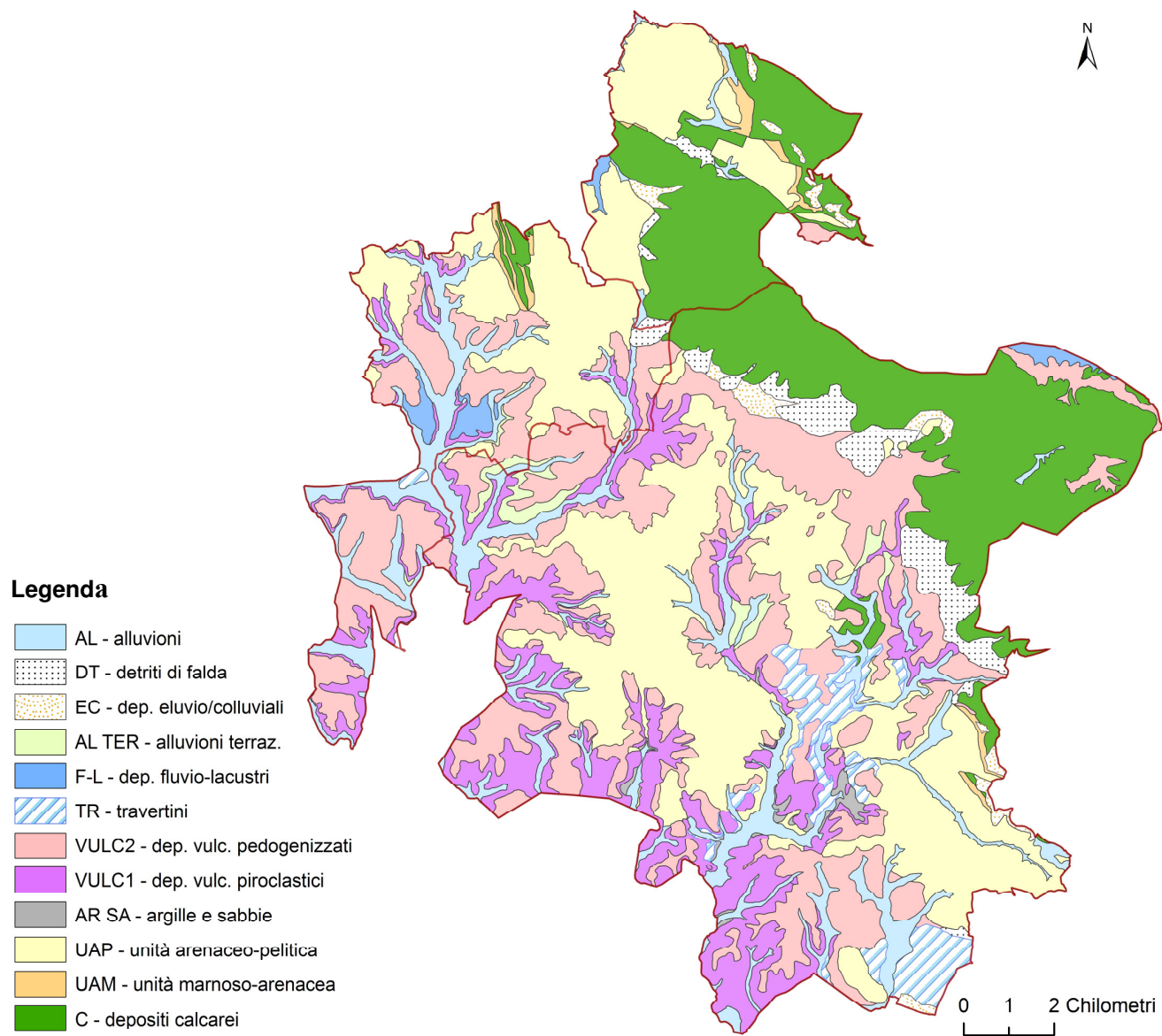
ALLAGATO 6 – Carta della distribuzione dei vigneti e degli oliveti



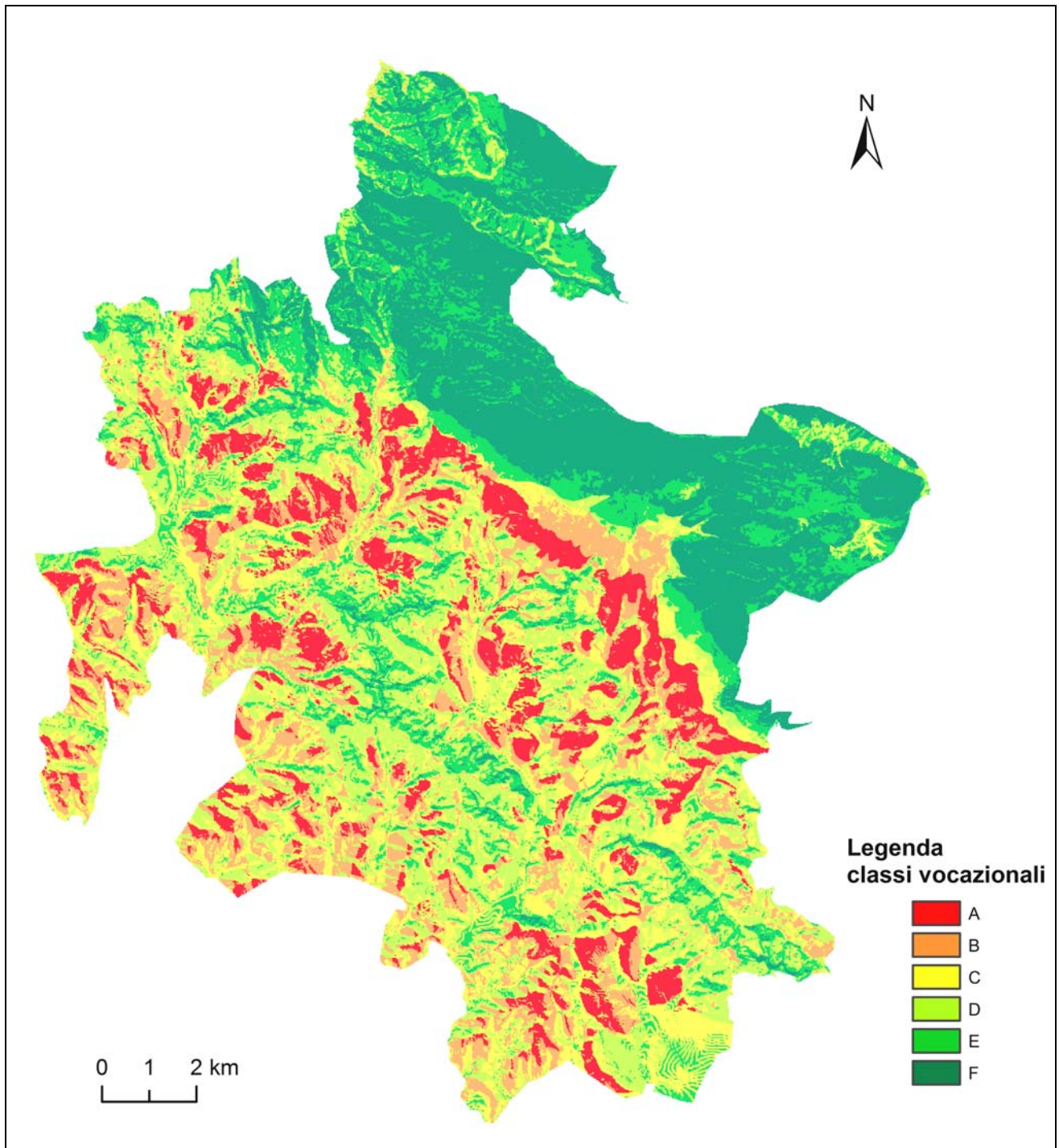
ALLEGATO 7 – Carta geologica e ubicazione dei profili pedologici



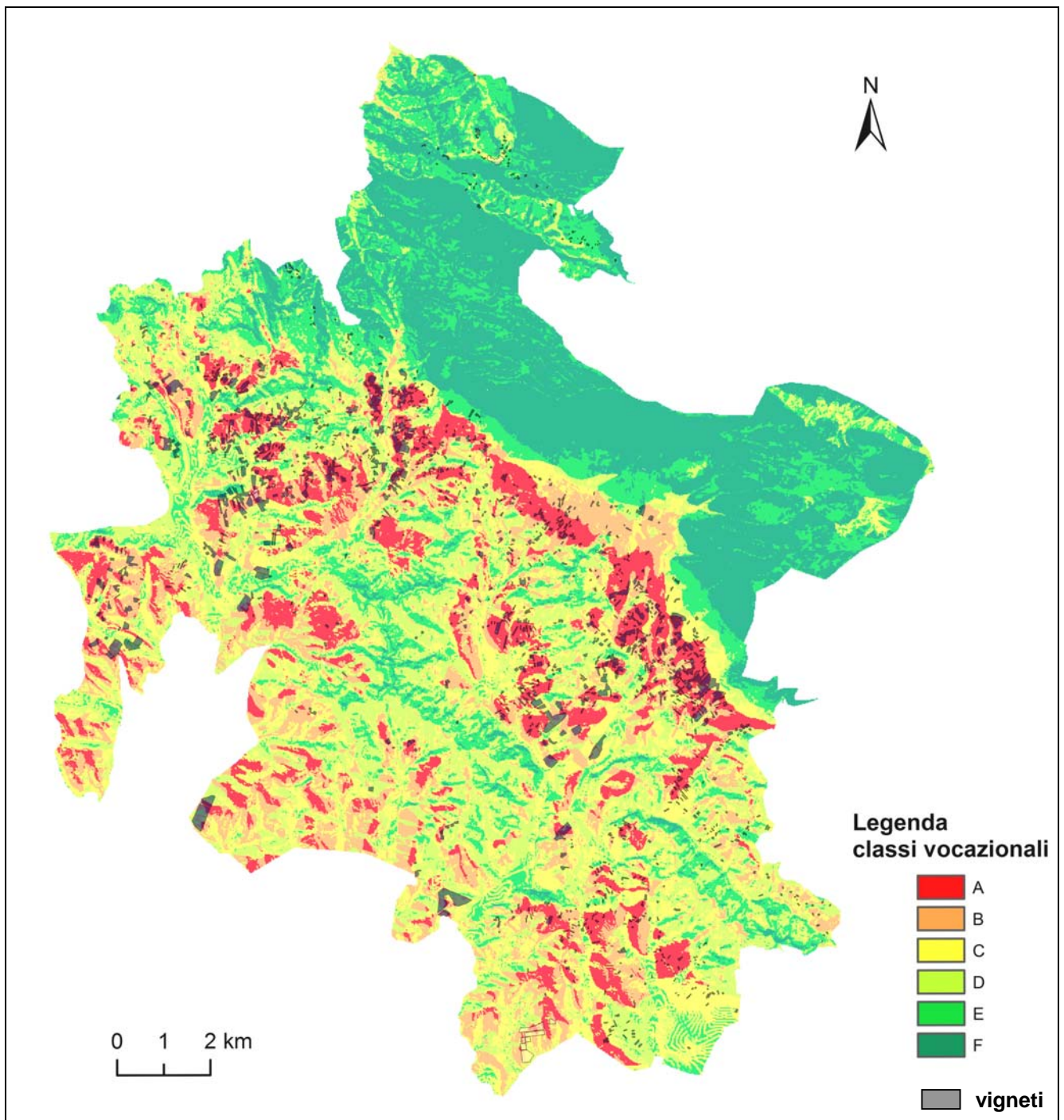
ALLEGATO 8 - Carta Geopedologica



ALLEGATO 9 - Carta della vocazione viticola dell'area DOC Cesanese



ALLEGATO 10 - Carta della vocazione viticola dell'area DOC Cesanese e distribuzione dei vigneti



ALLEGATO 11 - Azienda *Damiano Ciolli*

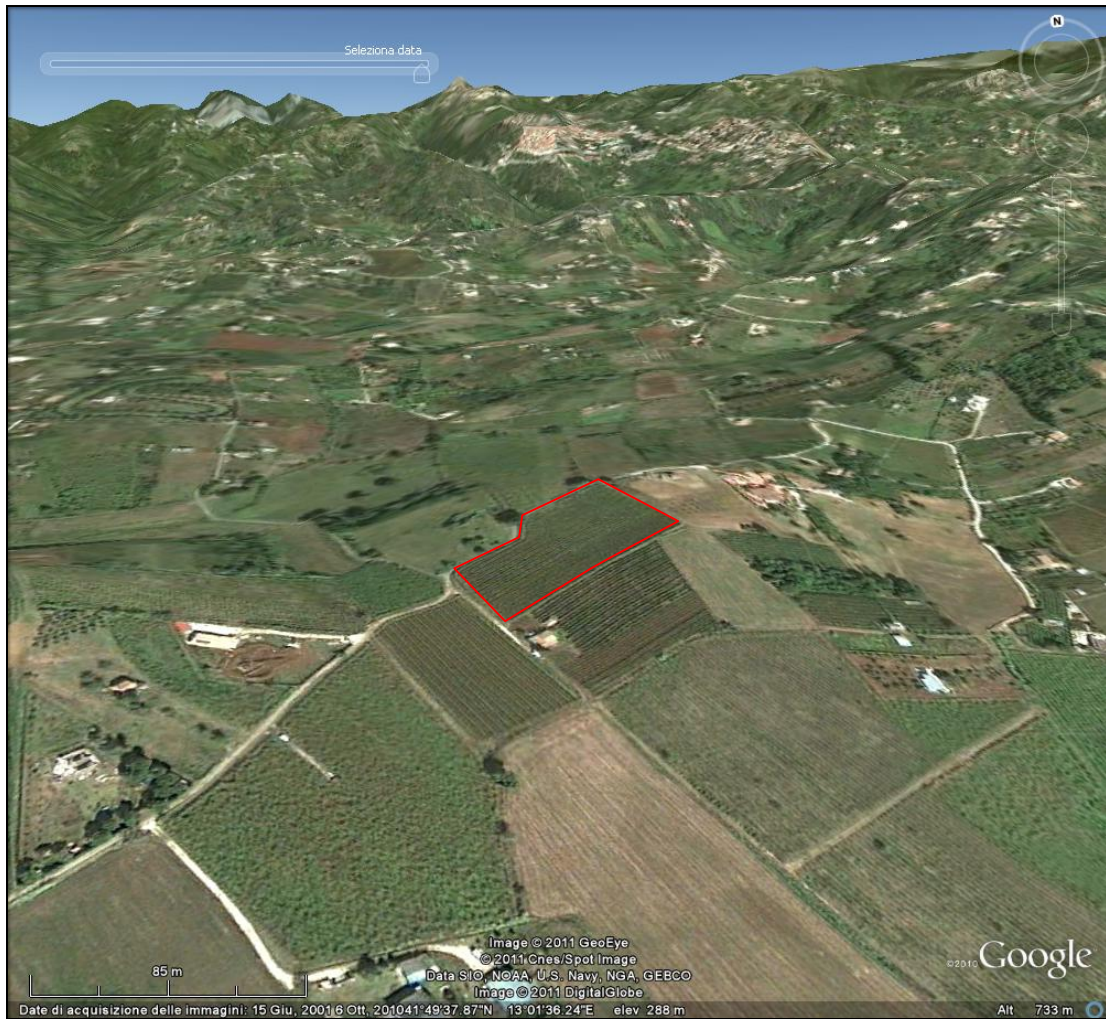
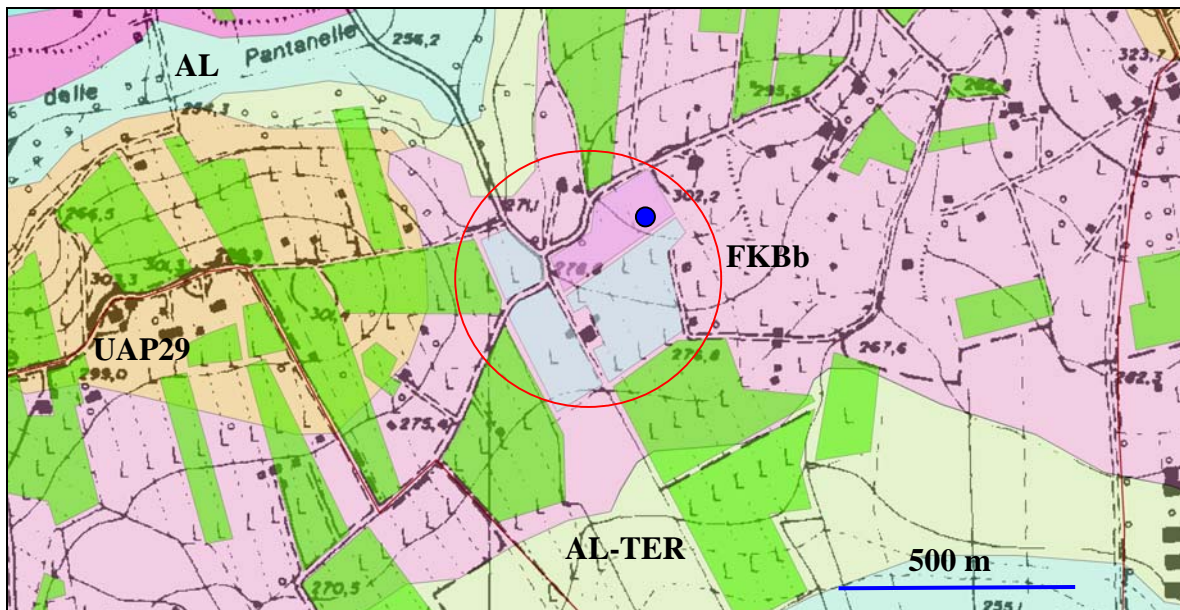


Immagine tratta da *Google Earth* con l'ubicazione del vigneto esaminato dell'azienda *Damiano Ciolli*



Stralcio della carta geologica (*allegato 1*) con l'ubicazione dei vigneti dell'azienda *Damiano Ciolli*
(● ubicazione della trincea dove sono stati prelevati i campioni di suolo e substrato: N41°49'36.91", E13°01'38.52")



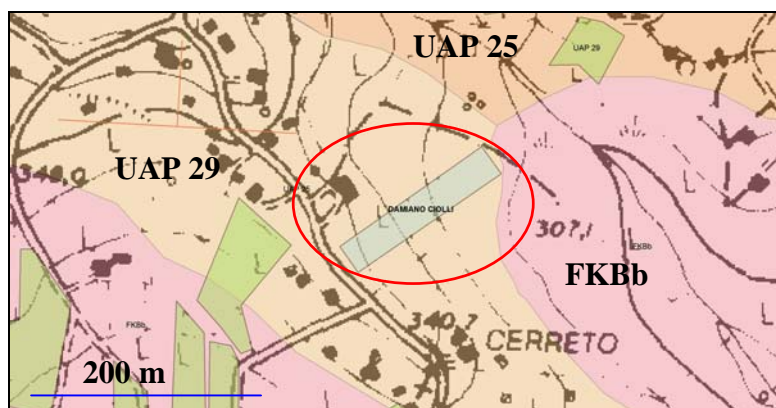
Vigneto *Silene*



Suoli vulcanici piroclastici, bruni, affioranti nell'area della azienda *Damiano Ciolli*



Immagine tratta da *Google Earth* con l'ubicazione del vigneto esaminato dell'azienda *Damiano Ciolli*, ubicato in località Cerreto



Stralcio della carta geologica (*allegato 1*) con l'ubicazione del vigneto dell'azienda *Damiano Ciolli* (località Cerreto)



Vigneto dell'azienda *Damiano Ciolli* posto su substrato arenaceo
(località Cerreto)

ALLEGATO 12 - Azienda *Compagnia di Ermes*

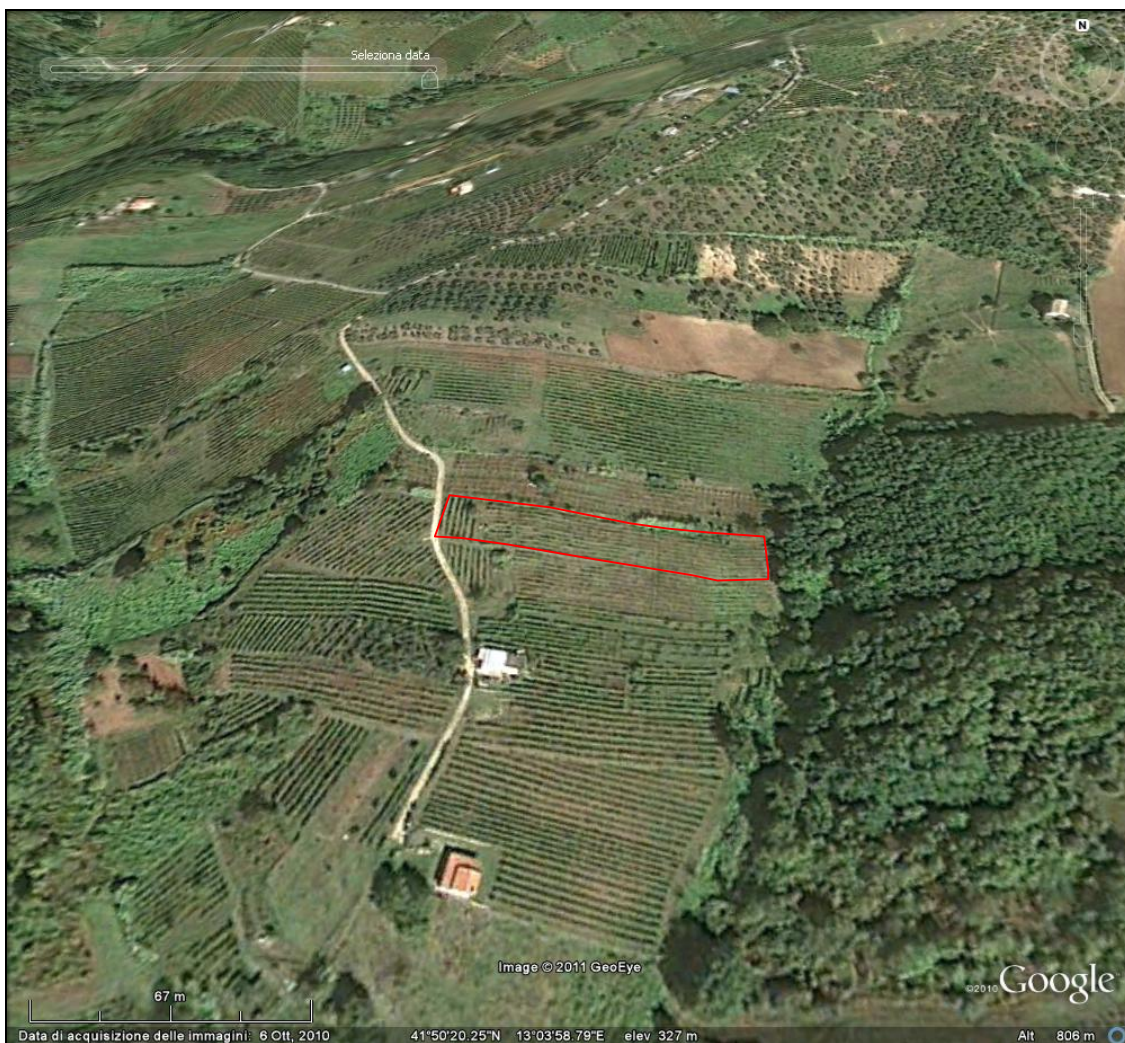
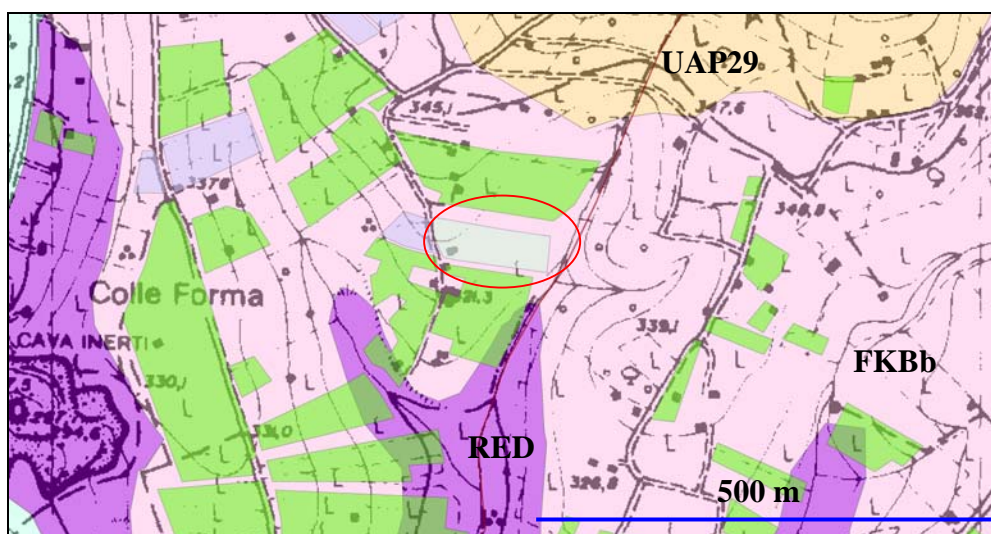


Immagine tratta da *Google Earth* con l'ubicazione del vigneto esaminato dell'azienda *Compagnia di Ermes*



Stralcio della carta geologica (allegato 1) con l'ubicazione del vigneto esaminato dell'azienda *Compagnia di Ermes*



Vigneto *Attis*, posto su suoli vulcanici piroclastici cineritici e pedogenizzati



Vigneto *Attis*

ALLEGATO 13 - Azienda Coletti Conti

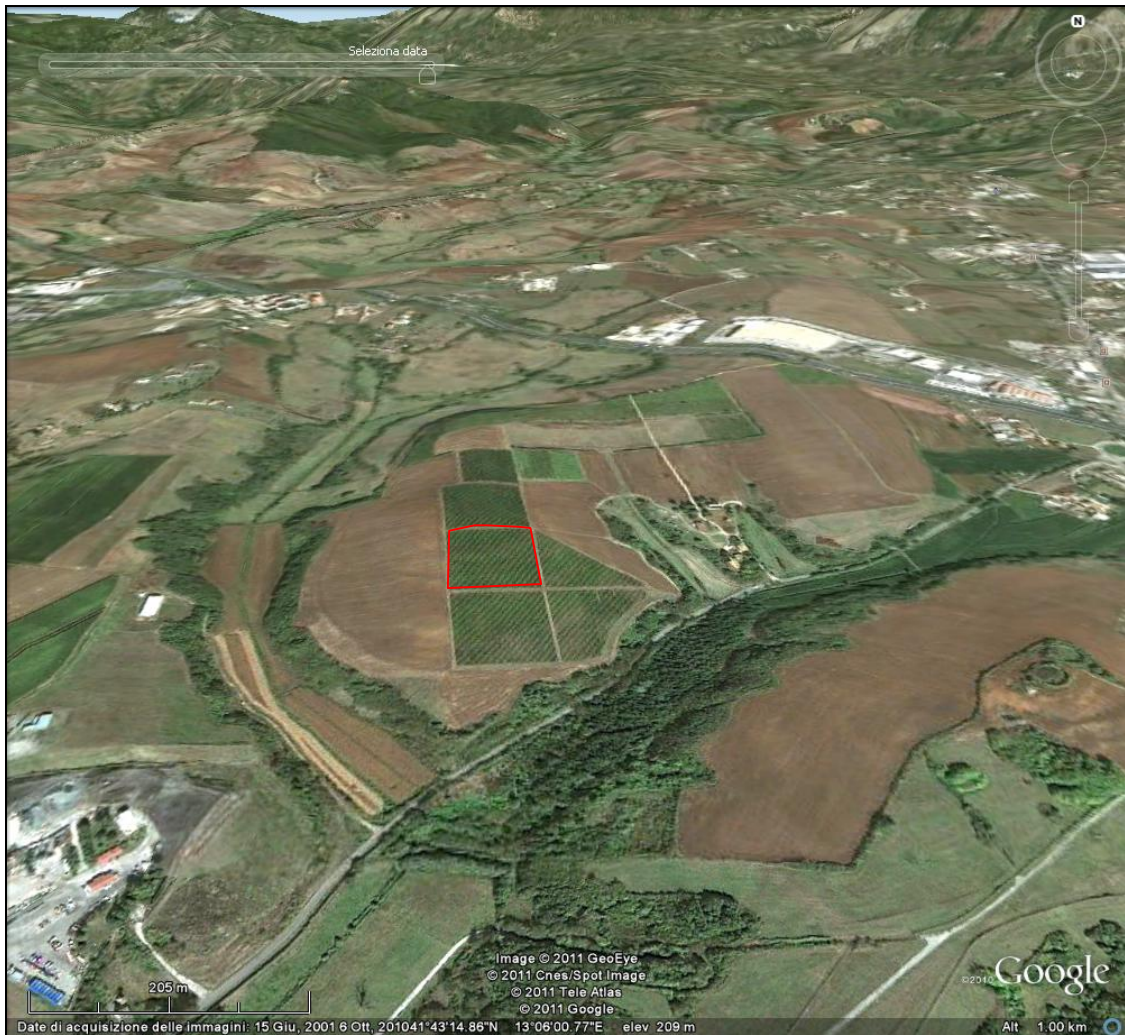
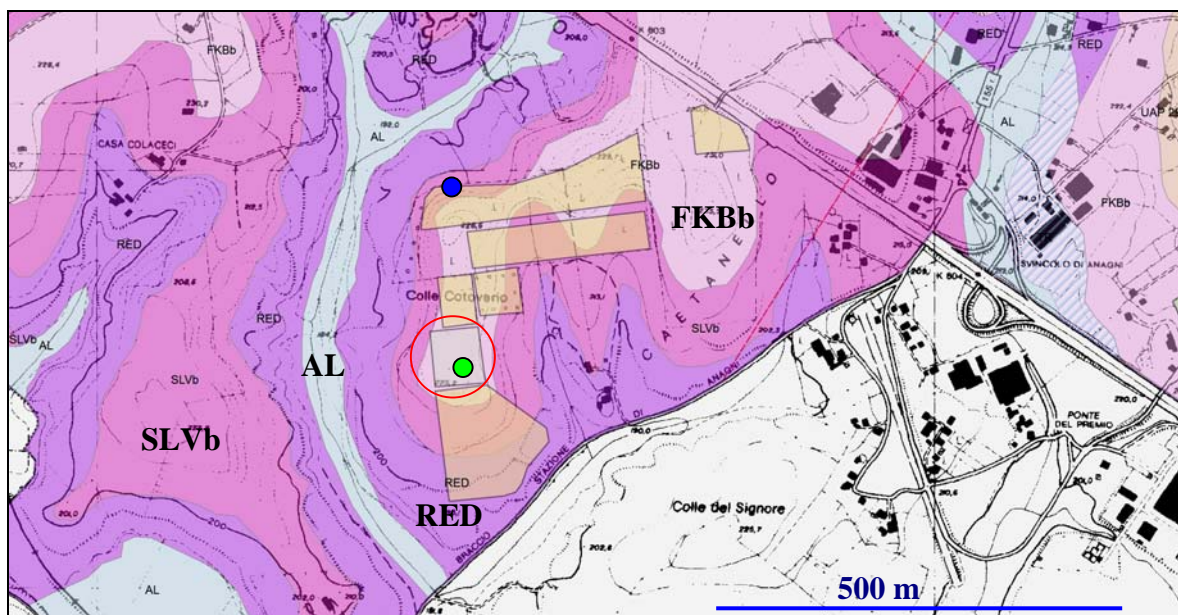


Immagine tratta da *Google Earth* con l'ubicazione del vigneto esaminato dell'azienda *Coletti Conti*



Stralcio della carta geologica (allegato 1) con l'ubicazione del vigneto esaminato dell'azienda *Coletti Conti* (● ubicazione del fronte di cava dove sono stati prelevati i campioni di substrato: N41°43'30.43", E13°06'00.92"; ● ubicazione campione di suolo: N41°43'13.82", E13°05'55.96")



Vigneti e suoli vulcanici in località Colle Cotoverio



Vigneto *Romanico* in località Colle Cotoverio

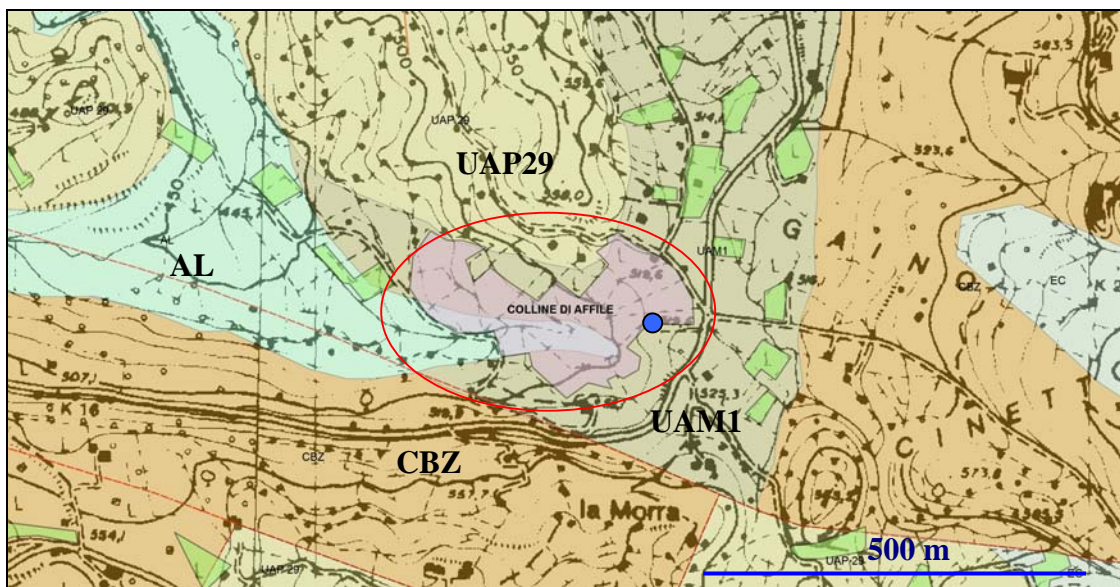


Fianco nord del Colle Cotoverio con esposizione di parte della successione vulcanica

ALLEGATO 14 - Azienda *Colline di Affile*



Immagine tratta da *Google Earth* con l'ubicazione dei vigneti esaminati dell'azienda *Colline di Affile*



Stralcio della carta geologica (allegato 1) con l'ubicazione del vigneto esaminato dell'azienda *Colline di Affile* (● ubicazione prelievo campione di substrato: N41°53'29.65", E13°05'17.47")



Vigneti *Colline di Affile* in località Colle Faggiano



Vigneti *Colline di Affile*

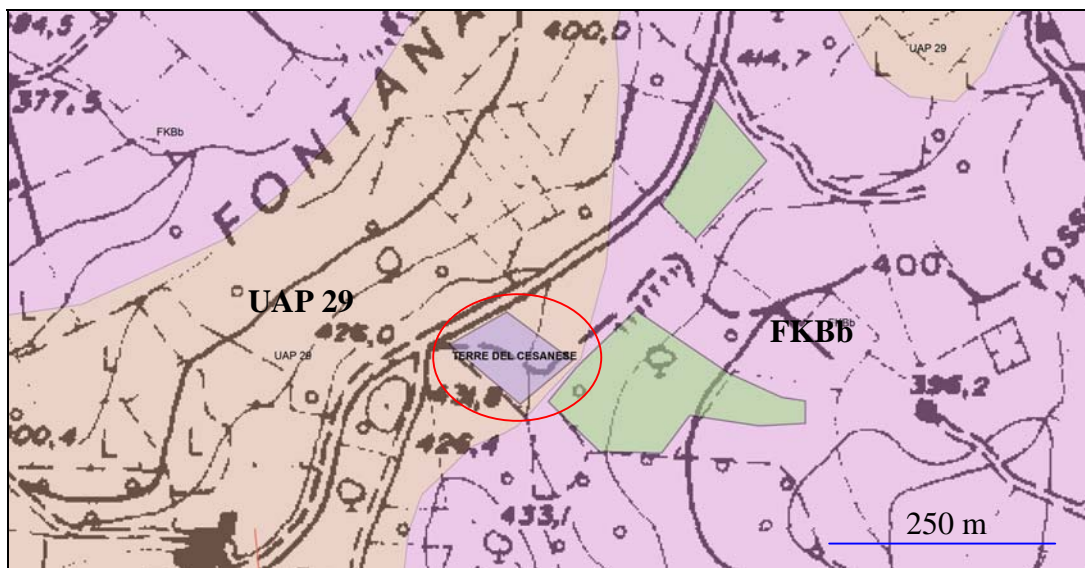


Marne a Orbulina substrato/suolo su cui poggiano in vigneti dell'azienda Colline di Affile

ALLEGATO 15 - Azienda Terre del Cesanese



Immagine tratta da *Google Earth* con l'ubicazione del vigneto esaminato dell'azienda *Terre del Cesanese*



Stralcio della carta geologica (allegato 1) con l'ubicazione del vigneto esaminato dell'azienda *Terre del Cesanese*



Vigneto esaminato dell'azienda Terre del Cesanese



Vigneto esaminato dell'azienda Terre del Cesanese, ubicato su suoli arenacei