

Capitolo 3

Il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nella filiera vitivinicola: sperimentazione effettuata sul comprensorio del Cesanese, Lazio centro-meridionale

3.1 Introduzione

Come mostrato nel capitolo precedente, e ribadito da Marchionni et al. (2013), il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ potrebbe rappresentare, se determinato su vini e substrati geologici con la stessa precisione ed accuratezza, un ottimo e semplice “marker” per la tracciabilità di provenienza geografica dei vini di qualità. Inoltre, ciascun substrato pedologico, su cui è impiantato un vigneto, potrebbe essere caratterizzato da una propria composizione isotopica dello Sr, e pertanto rappresentare potenzialmente un parametro scientifico paragonabile ad una vera e propria impronta digitale sia del vigneto che del vino prodotto. Come mostrato da Marchionni et al. (2013) in alcuni casi si continuano ad osservare discrepanze tra i valori del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del vino e quelli del substrato (Boari et al, 2008; Marchionni et al , 2013). Queste discrepanze possono essere dovute sia ad adulterazione dei vini analizzati che a processi relativi alla filiera enologica dalla captazione dello Sr da parte delle radici della vite che in seguito al processo di vinificazione. Il metodo di campionamento realizzato nello studio preliminare di messa a punto della metodica sperimentale di analisi non permette l’assoluta certezza che i vini presecelti dagli scaffali delle enoteche commerciali rispettino i requisiti del disciplinare di provenienza. D’altra parte nemmeno gli studi sperimentali condotti da Almeida & Vasconcelos (2003, 2004), Boari et al. (2008) e Malheiro et al. (2009) sulla verifica della conservazione del rapporto isotopico attraverso il processo di vinificazione dei “rossi” sono tutt’altro che esaustivi del problema. Infatti nel caso degli studi sperimentali di Almeida & Vasconcelos (2003, 2004) la precisione analitica risultava troppo bassa per poter dimostrare la conservazione del rapporto isotopico dello Sr durante la vinificazione, mentre Malheiro et al. (2009) addirittura non riportava alcun dato sulla riproducibilità analitica, risultando pertanto invalutabile, mentre nel caso di Boari et al. (2008) la verifica sperimentale è limitata ad un solo confronto mosto-vini. In ultimo, ma non meno importante di quanto fin’ora puntualizzato, rimane il problema relativo al substrato

pedologico. Infatti nel capitolo precedente, e quindi in Marchionni et al. (2013) si è partiti dall'assunzione che il rapporto isotopico dello Sr si conservasse attraverso il passaggio da substrato geologico (rocce) al vino, considerando il suolo come un'orizzonte trasparente. In realtà il suolo, soprattutto nei casi di orizzonti pedologici derivanti da rocce quarzo feldspatiche sia sedimentarie (arenarie) che ignee (graniti s.l.), il rilascio dello Sr risulta essere differenziale per ciascun minerale, ed essendo i minerali delle rocce a valori di Rb/Sr differente, anche il rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ della frazione elementare dello Sr rilasciata sarà diverso in funzione dell'età della roccia o del minerale (e.g., Blum et al., 1993, 1998; Blum & Erel, 1995, 1997).

Con la finalità di chiarire in maniera univoca gli aspetti riguardanti la geochimica isotopica dello Sr durante la filiera agroalimentare dal suolo alla vite ed al vino si è intrapreso uno studio sperimentale su di un numero limitato e selezionato di aziende (quattro) del comparto vitivinicolo della regione vinicola del “Cesanese”. In questo studio abbiamo determinato i rapporti isotopici $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del substrato geologico (rocce) e suoli soprastanti delle vigne di produzione, nelle uve, nel succo d'uva (mosto), ed infine nel vino.

L'obiettivo finale di questo studio è di esplorare la possibilità di confermare e validare l'uso dei rapporti $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ come un robusto parametro geochimico che in aggiunta alle caratteristiche organolettiche è utile alla definizione dell'autenticità della provenienza geografica dei vini rossi di alta qualità.

3.2 Il Cesanese

La cultivar “Cesanese” è un vitigno rosso italiano che viene coltivato principalmente nel distretto Lazio (Fig. 3.1). Il vino è prodotto utilizzando il 100 % di uve dell'omonimo vitigno, ed è regolamentata da tre disciplinari differenti in tre zone di produzione adiacenti ma geograficamente distinte: il *Cesanese di Affile* DOC, il *Cesanese di Olevano* DOC, ed il *Cesanese del Piglio* DOC.

Le aziende vinicole selezionate coprono le tre aree DOC distinte e definiscono una regione geologicamente e geochimicamente ben definita (e.g., Colacicchi & Parotto, 2006; Critelli et al., 2007; Giordano et al., 2010), della quale esiste un'ampia e

documentata letteratura scientifica riguardante la distribuzione degli isotopi dello Sr nel suo substrato geologico (le rocce; Ferrara et al., 1985; Conticelli et al., 2002, 2007, 2010a, 2010b; Gaeta et al., 2006, 2011; Boari et al., 2009a, 2009b).

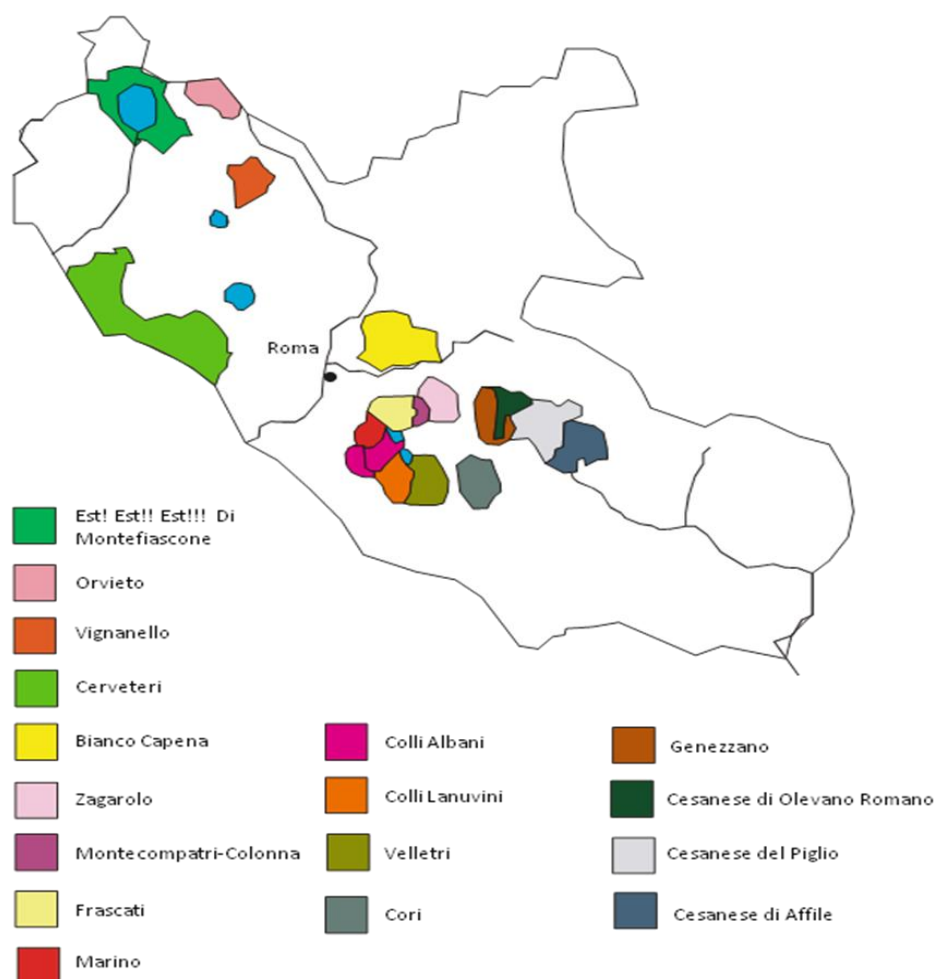


Figura 3.1. Carta della distribuzione dei principali cultivar nella Regione Lazio (la ridisegnerai dopo la prima consegna).

Le cinque aziende vitivinicole prescelte sono *Damiano Ciolli*, *ColettiConti*, *Compagnia di Hermes*, *Colline di Affile* e *Terre del Cesane*. Per ciascuna 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*. 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.

Dopo Piemonte e Toscana, il Lazio è attualmente la terza regione per numero di vini di qualità nel territorio italiano contando su un totale di 1 area a D.O.C.G. e 26 a D.O.C.,

oltre a 4 I.G.T, e analogamente a quanto avviene nel mercato vinicolo mondiale, anche nel Lazio la produzione si sta sempre più orientando verso i vini di pregio. La significativa diminuzione della superficie vitata e il costante decremento della produzione annua totale sono dei chiari indicatori di questo andamento. Il risultato è quindi un aumento delle produzioni DOC/DOCG e IGT 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. 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 per 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 assicurare i consumatori sull'autenticità e provenienza geografica del prodotto.

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

3.3.1 Cenni storici

In Italia centrale un grande contributo all'espansione della vite fu dato dalla civiltà etrusca: 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 insieme a cereali, olivi o altre coltivazioni. I piaceri del vino etrusco furono cantati da poeti antichi, quali Virgilio, che celebra la ricca terra dell'Etruria in un passo delle Georgiche. 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. Nello stesso tempo i romani regolarono giuridicamente la coltivazione dei vigneti tramite l'emanazione di numerosi editti a protezione delle vigne della penisola. 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. 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 “*Cesanese*” 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*”. Il Cesanese rivestiva grande importanza 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 il vino 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. 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 testimonia 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". 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. 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 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.

Alla fine dell'800 viene introdotta la distinzione tra i vari 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 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 1938 in uno studio sul “Cesanese del Piglio” viene sottolineato 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).

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.

3.3.2 La regione vitivinicola del Cesanese oggi

L'area di produzione del vino Cesanese si trova nell'alta valle Latina occupata dal Fiume Sacco, comprendente le propaggini nord occidentali della piccola dorsale dei Monti Affilani e dei Monti Ernici, che scendono con pendii via via meno ripidi fino alla pianura blandamente ondulata della Valle Latina (Fig. 3.2). I vitigni sono distribuiti blandamente sia nelle aree collinari occupate prevalentemente da substrati calcarei che direttamente nell'alta valle Latina (valle del Sacco) impiantandosi sia su terreni derivati dal disfacimento delle formazioni sedimentari appenniniche che direttamente sulle rocce del vicino vulcano laziale (Colli Albani).

La regione vinicola oggi è suddivisa in tre distinti disciplinari: il *Cesanese di Affile* "DOC", il Cesanese del Piglio "DOCG" ed il Cesanese di Olevano (DOC). La regione vitivinicola del Cesanese nel suo insieme si sviluppa sul territorio di 10 comuni delle province di Roma e Frosinone per una copertura totale di 217 km² (Cesanese del Piglio = 153 km²; Cesanese di Olevano = 37 km²; Cesanese di Affile 27 km²). La distribuzione areale dedicata a vigneto è anch'essa variabile. Nell'area a DOC di Affile il totale dell'area coltivata a vite è di 14 ettari, valore che corrisponde all'estensione di territorio che produce vini a DOC; nell'area di Olevano Romano la superficie vitata raggiunge i 239 ettari, di cui ca. 50 iscritti all'albo dei vigneti DOC; 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 DOC (Fig. 3.2).

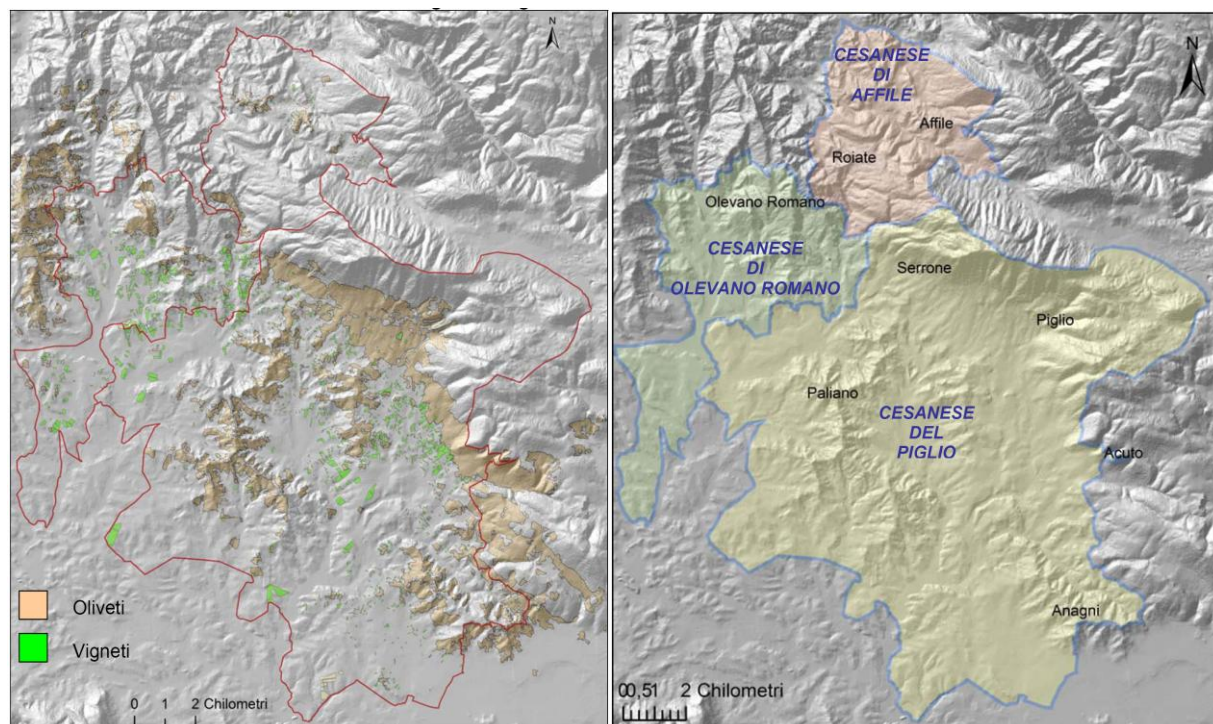


Figura 3.2 Carte affiancate della distribuzione dei vigneti ed oliveti nella regione vitivinicola del vino “Cesanese” e della suddivisione dei tre disciplinari oggi riconosciuti nella regione (da Bollati, 2011)..

3.3.3 Il vino Cesanese

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). Secondo un’indagine sperimentale condotta a partire dai primi anni ’80 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. 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.

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*, 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 e 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. 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. Parallelamente a quanto avviene nel mercato vinicolo del Lazio, la produzione nell’area a DOC Cesanese è sempre più orientata verso i vini di qualità, con un crescente aumento delle produzioni a DOC e DOCG, che negli ultimi anni hanno ricevuto numerosi riconoscimenti.

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.

3.4. 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 (Fig. 3.3).

Nella porzione nord orientale, sui rilievi dei Monti Affilani ed Ernici, affiorano estesamente i termini più antichi della successione stratigrafica che caratterizza l'area esaminata, 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.

I termini più recenti dell'*Unità Argilloso-marnosa* segnano 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 NO a SE (Fig. 3.3).

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 - Calcarei a briozoi e litotamni
- CC4 - Calcarei micritici e calcareniti
- CC3 - Calcarei micritici parz. dolomitizzati
- CC2 - Calcarei micritici
- CC1 - Dolomie
- faglie
- giaciture
- Corsi d'acqua

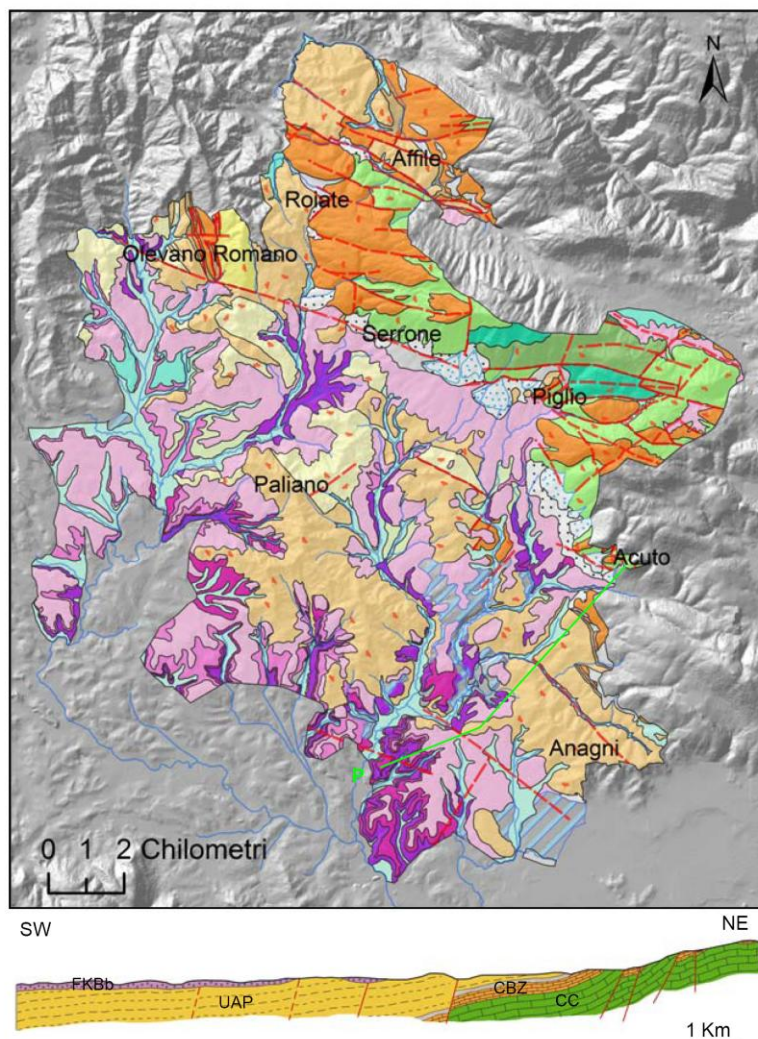


Figura 3.3. Carta e sezione Geologica dell'area del Cesanese (da Bollati 2011). Per la descrizione delle formazioni vedi testo.

Con la deposizione torbidity si chiude il ciclo marino della sedimentazione mesozoica e ha inizio la sedimentazione di depositi vulcanoclastici del Pleistocene medio, provenienti dall'apparato vulcanico dei Colli Albani (Giordano et al., 2010).

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 uno 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 m. I depositi vulcanici affiorano estesamente in tutto il settore centro meridionale della zona studiata (Fig. 3.3).

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 (Fig. 3.3).

3.4.1. Stratigrafia di dettaglio dell'area vinicola del Cesanese

Vengono qui riportati nel dettaglio in ordine cronologico le principali formazioni riportate nella carta geologica realizzata da Bollati (2011) di figura figura 3.4:

Depositi Continentali Quaternari

- Al** - 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. Formazione costituita da travertini litoidi, compatti e ben cementati, con intercalazioni di limi, sabbie e ghiaie calcaree detritiche, passanti verso l'alto ad intercalazioni di materiale colluviale. *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. *Pleistocene medio p.p.*;

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

VSN - Formazione di Villa Senni. Questa formazione è riferibile all'ultima eruzione di grande volume del litosoma Vulcano Laziale. *Pleistocene medio p.p.*;

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

SLV - Formazione Di Fontana Centogocce. Formazione costituita da un'alternanza di orizzonti di lapilli e scorie di natura stromboliana intercalati a prodotti lavici e di surge talvolta interrotti da livelli pedogenizzati. *Pleistocene medio p.p.*

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.

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-Unità' 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 metri), 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. *Tortoniano p.p.*;

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.

UAM-Unità Argilloso-Marnosa. *Tortoniano p.p.*;

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 limnivori (*Cylindrites*).

Depositi Pre-Orogenesi

CBZ - Calcari a Briozoi e Litotamni. Nella sua porzione basale sono prevalenti calcareniti a granulometria fine con frammenti di echinodermi pectinidi e ditrupe (“*Calcareniti arancioni*” Auctt). Nella porzione superiore dell’unità sono prevalenti calcareniti biodeitriche con briozoi, litotamni, coralli, molluschi ed echinodermi (“*Calcari a briozoi*” Auctt). *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*

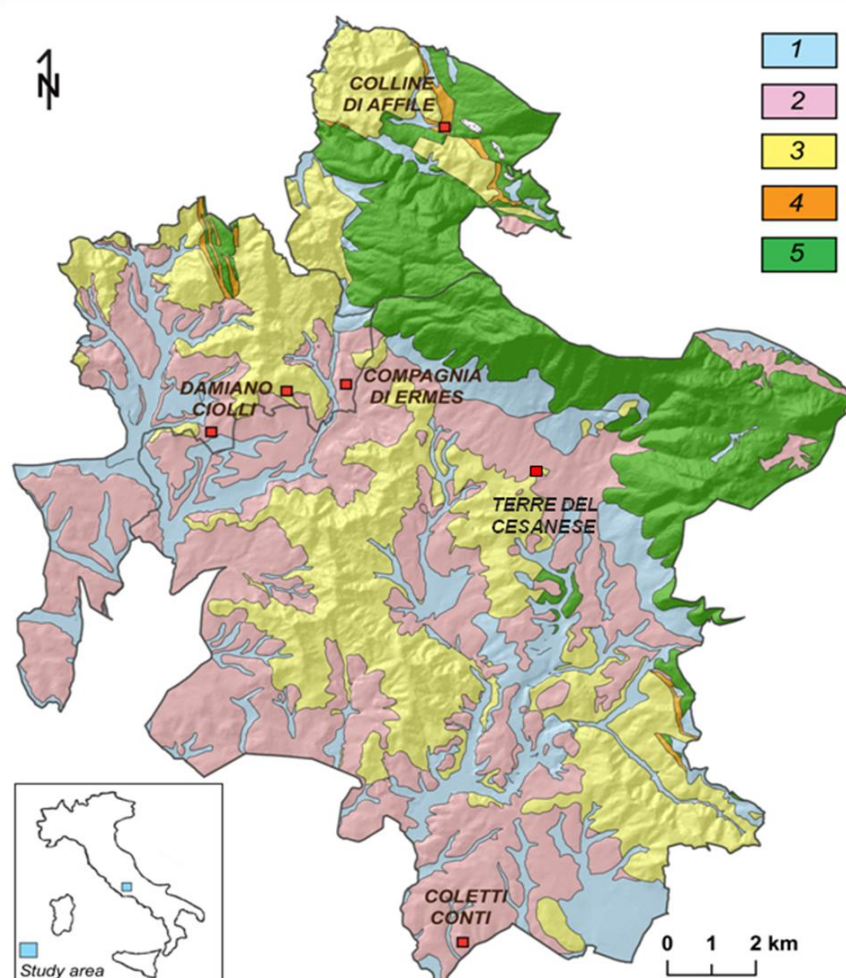


Figura 3.4. Carta Geologica schematica della regione vitivinicola del Cesanese con indicazione delle Aziende Esaminate (ridisegnata dopo Bollati 2011). Legenda: 1- Depositi marini e continentali del Pliocene e Quaternario; 2- Depositi vulcanici del Pleistocene; 3- Marne pelitiche e Arenarie torbiditiche del tardo Miocene; 4- Formazione delle marne ad *Orbulina* del tardo Miocene; 5- Calcari a *Briozoi* e *Litotamni* del Miocene.

3.5. Le aziende del Cesanese

Le cinque aziende selezionate per il presente studio sono state prescelte sia per la loro vocazione alla produzione di vini di qualità che per le loro ridotte dimensioni (vigne pari ad 1-4 ha) per essere produttori di alta qualità, che hanno peraltro garantito la provenienza delle uve e di aver usato un processo di produzione natural. Tutti i vini sono stati prodotti dalla varietà rossa *Cesanese di Affile* (monocultivar). Le aziende hanno permesso, inoltre, il controllo del prodotto nelle varie fasi di produzione nel periodo di svolgimento dell'attività sperimentale, oltre a permettere l'accesso ed il campionamento dei suoli delle vigne di produzione del vino, delle uve vendemmiate e dei mosti (con e senza lieviti), oltre ovviamente al vino. Le analisi su vini e mosti sono state ripetute in

diverse annate al fine di verificare la riproducibilità e la conservazione nel tempo del rapporto isotopico dello Sr, ad ulteriore verifica di quanto trovato da Marchionni et al. (2013) nello studio sperimentale “blind” effettuato su bottiglie di vini di qualità provenienti da enoteche commerciali.

3.5.1 Azienda Vitivinicola Damiano Ciolli

L'Azienda vitivinicola *Damiano Ciolli* in attività dal 2001 (<http://www.damianociolli.it/>) 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.

In questo studio è stato preso in considerazione il vino “*Silene*” prodotto attraverso uve provenienti da due distinti vigneti

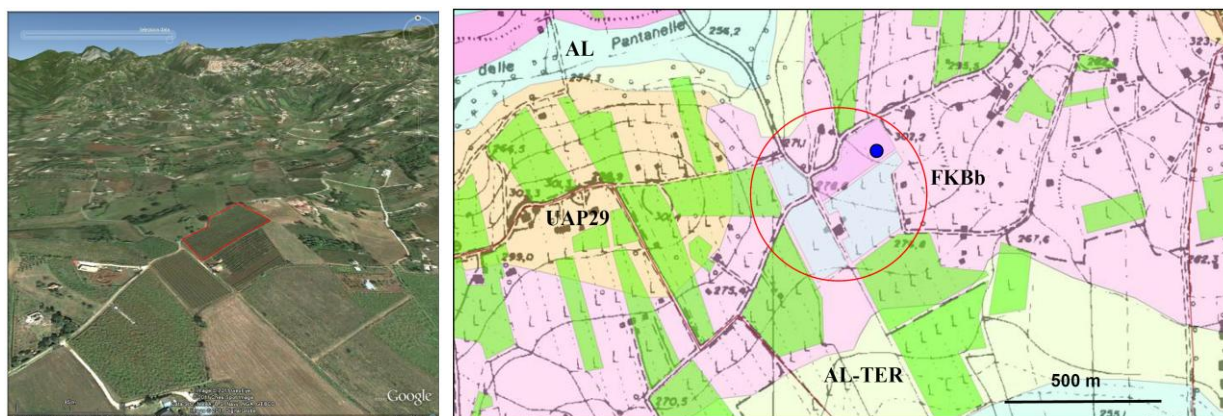


Figura 3.5. Vigna di San Giovenale dell'Azienda “Damiano Ciolli” con a sinistra in perimetro della vigna scontornato su di un'immagine tratta da Google, ed a destra uno stralcio della Carta Geologica di figura 3.3 con l'ubicazione dei vigneti indicata dal cerchio rosso, mentre il pallino blu rappresenta l'ubicazione dei campioni di suolo prelevati (da Bollati 2011).

Il primo vigneto si trova in località San Giovenale (Fig. 3.5) 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 SO e presenta debole pendenza, raggiungendo un'altitudine compresa tra i 285 e i 295 m s.l.m. Il suolo è impostato su di un substrato geologico di origine vulcanica (*Tufo lionato*). 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.

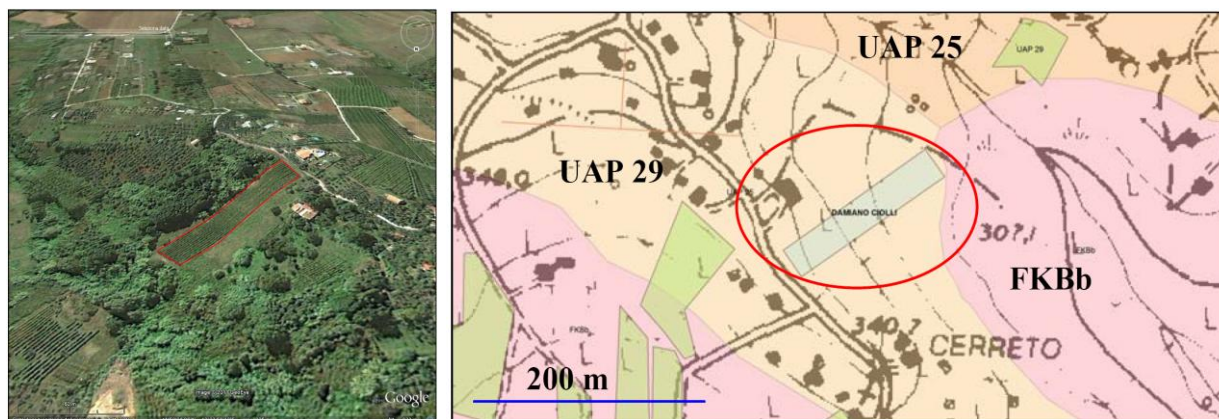


Figura 3.6 Vigna di Cerreto dell'Azienda "Damiano Ciolli" con a sinistra in perimetro della vigna scontornato su di un'immagine tratta da Google, ed a destra uno stralcio della Carta Geologica di figura 3.3 con l'ubicazione dei vigneti indicata dal cerchio rosso (da Bollati 2011).

Il secondo vigneto si trova in località Cerreto (Fig. 3.6), nel comune di Olevano Romano (CTR 376130 Paliano), ad una altitudine media di 360 m s.l.m. per uno sviluppo areale 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.

Nell'area di produzione del vino *Silene*, in località S. Giovenale, lo scavo di una trincea 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*.

3.5.2 Azienda Vitivinicola Compagnia di Ermes

L'Azienda *Compagnia di Ermes* (<http://compagniadiermes.it/>) si sviluppa su di un'area di circa 10 ettari coltivata a vigneto posti 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 "Cesanese di Olevano Romano". Il vigneto utilizzato per questo studio sperimentale, dal quale si produce il vino *Attis*, si trova in località la Selva (Fig. 3.7), su pendio a debole pendenza esposto a est, ed a una quota di ca. 300 m s.l.m., sviluppandosi

su di un'area di ca. 0,7 ettari con un suolo impostato su di un substrato di origine vulcanica (*Formazione di Madonna degli Angeli* in litofacies piroclastica). 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 1,5 m X 1,00 m; i filari sono disposti a rittochino in direzione E-O.



Figura 3.7. Vigna la Selva dell'Azienda "Compagnia di Hermes" con a sinistra in perimetro della vigna scontornato su di un'immagine tratta da Google, ed a destra uno stralcio della Carta Geologica di figura 3.3 con l'ubicazione dei vigneti indicata dal cerchio rosso (da Bollati 2011).

3.5.3 Azienda Vitivinicola Colletti Conti

L'azienda Colletti Conti produce le proprie uve da secoli nel podere "La Caetanella" il del quale "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" (<http://www.coletticonti.it/>). L'area dell'azienda coltivata a vigneto è pari a circa 20 ettari e si trova nel comune di Anagni. Il vigneto utilizzato per il presente studio sperimentale produce uvaggio per l'esclusiva produzione del vino *Romanico* ed è posto in località Colle Cotoverio (CTR 389060 Anagni).

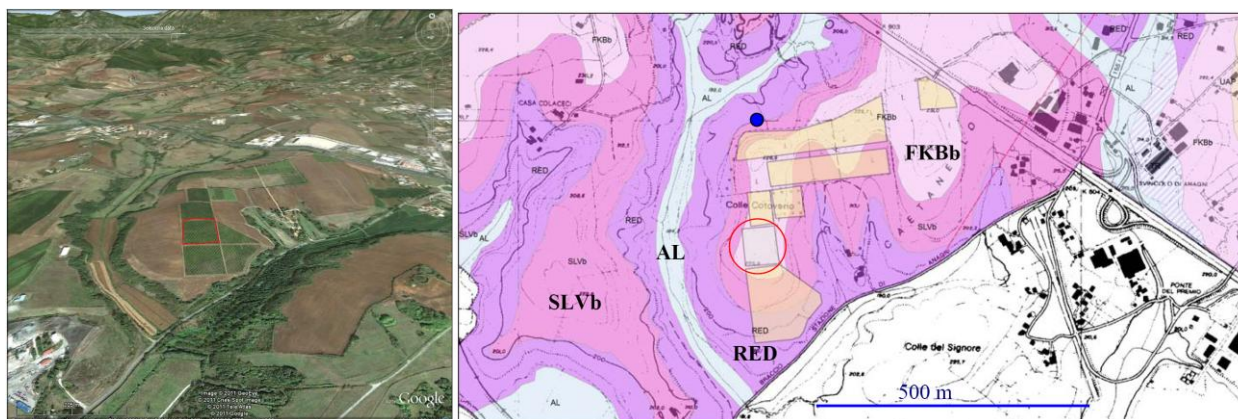


Figura 3.8. Vigna di Colle Cotoverio dell'Azienda "Colletti Conti" con a sinistra in perimetro della vigna scontornato su di un'immagine tratta da Google, ed a destra uno stralcio della Carta Geologica di

figura 3.3 con l'ubicazione dei vigneti indicata dal cerchio rosso, mentre il pallino blu rappresenta l'ubicazione dei campioni di suolo prelevati (da Bollati 2011).

Il vigneto è caratterizzato da un pendio sub-pianeggiante esposto a sud (Fig. 3.8), ad un'altitudine di circa 225 m s.l.m., e presenta un'area di ca. 1,5 ettari; il suolo è impostato su di un substrato geologico di natura vulcanica (Formazioni *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.

Sul lato settentrionale del Colle Cotoverio (Fig. 3.8), 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 un deposito di surge pisolitico, 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 materiale piroclastico appartenente alla formazione delle Pozzolane Rosse, con litici sedimentari e vulcanici (questi ultimi con dim. sino a 7-8 cm), scorie centimetriche, lapilli. Inoltre è stato prelevato un campione di suolo, ad una profondità di 10 cm dal piano campagna, del vigneto *Romanico* (campione C1).

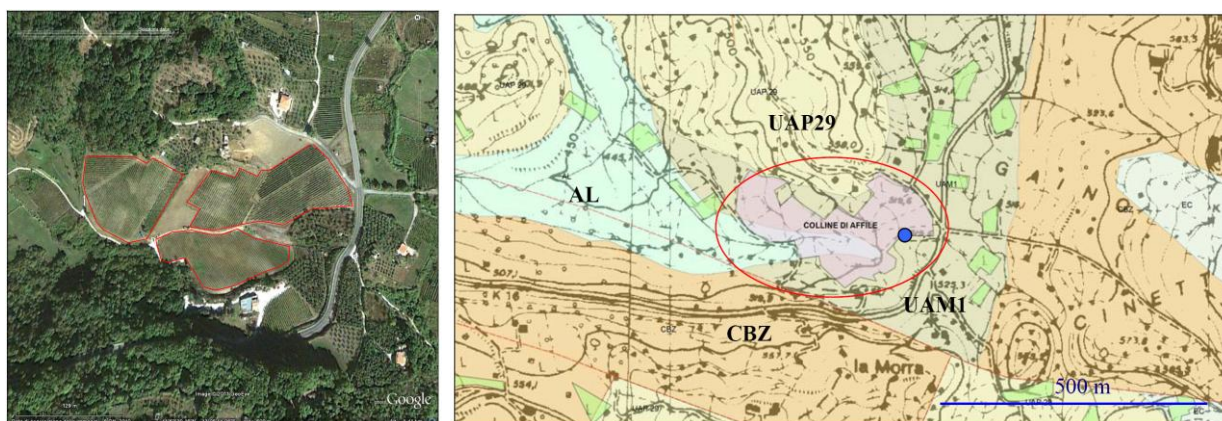


Figura 3.9. Vigna di Colle Faggiano dell'Azienda "Colline di Affile" con a sinistra in perimetro della vigna scontornato su di un'immagine tratta da Google, ed a destra uno stralcio della Carta Geologica di figura XX con l'ubicazione dei vigneti indicata dal cerchio rosso, mentre il pallino blu rappresenta l'ubicazione dei campioni di suolo prelevati (da Bollati 2011).

3.5.4 Azienda Vitivinicola Colline di Affile

L'azienda Colline di Affile è una cooperativa che raccoglie 21 piccoli viticoltori (www.collinediaffile.it) e produce dal 2004 il vino "Cesanese di Affile DOC". I terreni

vitati dell'azienda Colline di Affile utilizzati per questo studio sperimentale si trovano sul territorio del comune di Affile, in località Colle Faggiano (CTR 376100 Affile), su un suolo impostato sui prodotti di disfacimento della formazione delle *Marne ad Orbulina Auct.*. La vigna è posta ad una altitudine compresa tra i 470 e 525 m s.l.m., impiantata nel 2005. La vigna di Colle Faggiano si trova su pendii a diversa esposizione per uno sviluppo areale totale di 3,9 ettari (Fig. 3.9). Il vitigno, impiantato nel 2007, appartiene alla varietà *Cesanese di Affile* con filari disposti a rittochino in direzione prevalente NNO-SSO, NNO-SSE, ed E-O; il sistema d'allevamento è il cordone speronato con sesto d'impianto 2,20 m X 1,00 m.

3.5.5 Azienda Vitivinicola Terre del Cesanese

L'azienda Terre del Cesanese possiede vigneti ubicati in diverse località sul territorio del comune del Piglio (FR), e su diverse tipologie di substrato variabile da vulcanico a sedimentario. Per questo studio sperimentale è stato preso in considerazione un solo vigneto posto in località Colle Passo (Fig. 3.10) e sono state utilizzate delle microvinificazioni su più annate piuttosto che il vino prodotto dall'azienda in quanto prodotto con uve provenienti da vigne con substrati differenti. Il substrato della vigna di Colle Passo è di natura sedimentaria con un suolo impostato su una *litofacies massiva* dell'Unità Arenaceo-pelitica, La vigna di Colle Passo (CTR 376140 Piglio), è ad una altitudine di 430 m s.l.m. (Fig. 3.10), con un vitigno, impiantato nel 2002, appartenente alla varietà *Cesanese di Affile*; i filari sono disposti a rittochino con direzione NNO-SSE; il sistema d'allevamento è il cordone speronato con sesto d'impianto 2,60 m X 1,00 m.

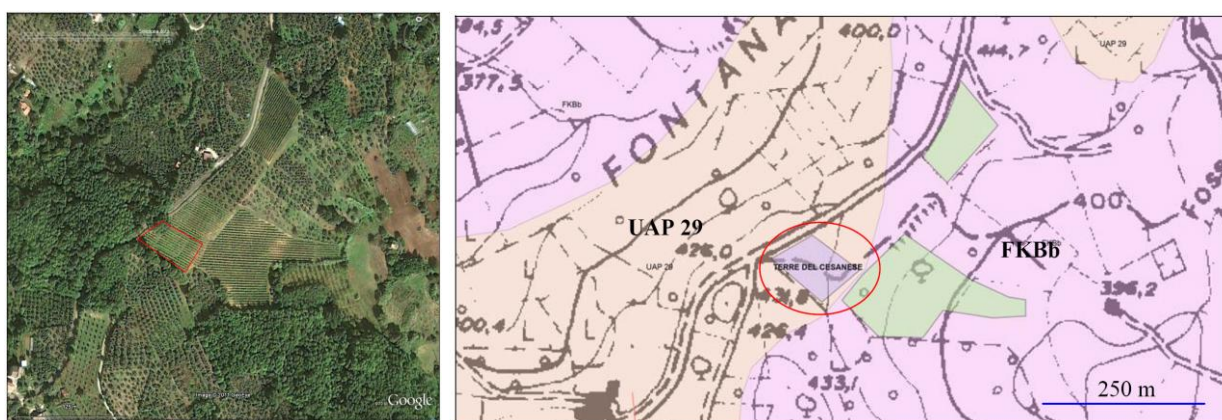


Figura 3.10. Vigna di Colle Passo dell'Azienda "Terre del Cesanese" con a sinistra in perimetro della vigna scontornato su di un'immagine tratta da Google, ed a destra uno stralcio della Carta Geologica di figura 3.3 con l'ubicazione dei vigneti indicata dal cerchio rosso (da Bollati 2011).

Infine 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*.

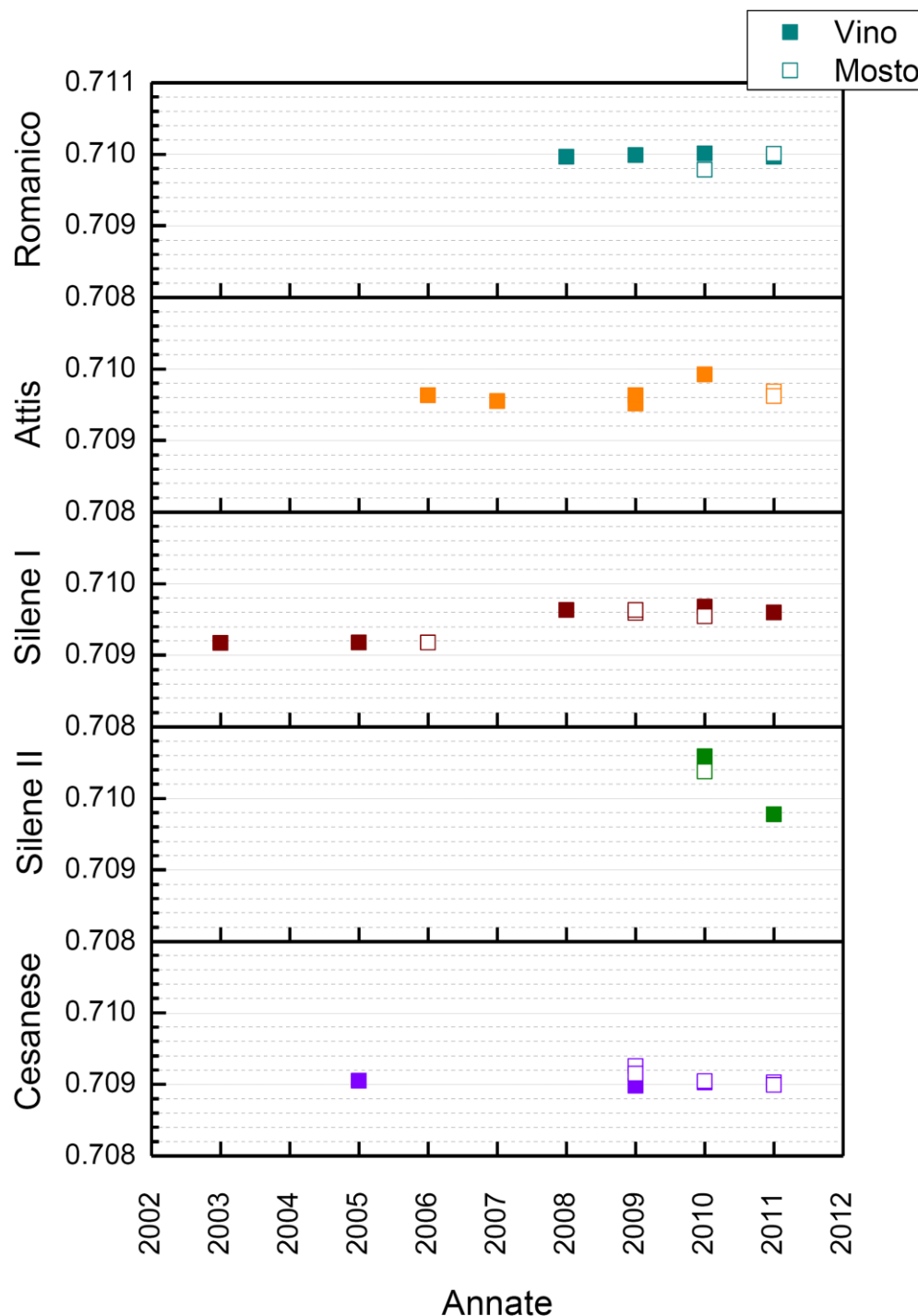


Figura 3.11. Rapporto isotopico dello Sr nelle diverse annate per i vari vini analizzati. Romanico (Coletti Conti -substrato vulcanico; Silene I Damiano Ciolli- substrato vulcanico; Silene II Damiano Ciolli – substrato sedimentario; Attis Hermes – substrato vulcanico; Cesanese Colline d’Affile – substrato sedimentario).

3.6. Risultati

I risultati delle analisi isotopiche sui vini, mosti, uve, suoli e rocce sono riportati tutti nella tabella 3 in Appendice 4, e verranno qui di seguito presentati azienda per azienda per poi essere discussi complessivamente nel quadro della definizione della filiera vitivinicola.

3.6.1 Azienda Vitivinicola Damiano Ciolli

Per le analisi isotopiche nel 2010 è stata realizzata una microvinificazione con le uve del vigneto di San Giovenale mentre del Silene sono stati analizzati campioni delle annate 2003, 2005, 2006, 2008, 2010 e 2011. Sempre per il Silene sono stati analizzati 4 campioni di mosto a partire dall'annata 2006, con due mosti per quella del 2009, prima e dopo l'aggiunta dei lieviti, ed infine quello dell'annata 2010. La microvinificazione del vigneto in località Cerreto ha permesso di analizzare un mosto del 2010 e un vino del 2011. I valori del rapporto isotopico variano tra 0.709168 e 0.709675. Il valore più basso appartiene alla vendemmia del 2003. Durante la stagione di crescita dell'uva del 2003, i produttori hanno aggiunto calce alla vigna per correggere il pH acido del suolo. L'aggiunta di calce, con un rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.709$, si riscontra in un più basso rapporto dello Sr nella vendemmia del 2003, che ha protratto la sua azione sia nel 2005 che nel 2006 (Tabella 3 Appendice 4). Il vino e il mosto di queste tre vendemmie ha un rapporto medio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70917$, mentre il vino e il mosto del Silene delle vendemmie del 2008, 2009, 2010, and 2011 hanno un rapporto medio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70961$. Durante la vendemmia del 2010 il produttore ha iniziato ad utilizzare anche le uve della seconda vigna, che si trovano su un substrato molto eterogeneo e formato da arenarie torbiditiche e marne pelitiche del Tardo Miocene, tenendole però separate nella produzione del vino da quelle della vigna di San Giovenale. I valori di questo vitigno variano tra 0.709774 del vino del 2011 e 0.710586 del vino del 2010. Mentre il mosto del 2010 ha un valore di 0.710377. quindi l'uso di questo vitigno ha riportato una composizione più radiogenica dello Sr (Fig. 3.11, Silene II) rispetto a quella degli altri vini Silene prodotti esclusivamente usando uve della prima vigna, che è coltivata su un substrato vulcanico.

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

(descritta nel paragrafo 1.6), allo scopo di simulare il processo di effettiva assimilazione della porzione biodisponibile da parte della pianta nel vigneto. 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* (0,709465; Fig. 3.12). Non sono invece confrontabili i valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dei campioni di arenarie 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 dei suoli che si originano dalla *Formazione Arenaceo-pelitica*.

3.6.2 Azienda Vitivinicola Compagnia di Ermes

Con le uve del vigneto La Selva l'azienda produce il vino *Attis*, con una produzione annua di circa 4.000 bottiglie; la vendemmia avviene manualmente, in cassette di plastica da 18 kg, con una vinificazione perfezionata in acciaio e successivamente affinata in *barrique*. Di questo vino abbiamo campioni del 2006, 2007, 2010 e di mosto del 2009 e del 2011 (per entrambe le annate abbiamo un campione con lieviti e uno senza). Il vino e il mosto *Attis* delle vendemmie del 2006, 2007, 2009, 2010, and 2011 hanno un rapporto medio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70965$. Il vino del 2010 ha un rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ più alto (0.709923; Tabella 3 in Appendice 4). Questa discrepanza è presto spiegata perché il produttore nel 2010 ha aggiunto al processo di vinificazione anche uve provenienti da altre vigne localizzate a sud-est di Olevano Romano prodotte su un suolo impostato su di un substrato geologico formato da arenarie torbiditiche e marne pelitiche del Tardo Miocene (Fig. 3.11) con un caratteristico rapporto isotopico dello Sr (Tabella 4Appendice 4). Trascurando il vino del 2010, il vino e il mosto *Attis* hanno un rapporto medio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.709649$.

Occorre inoltre notare come, sebbene non siano stati prelevati campioni di suolo da questo specifico vigneto, i valori medi del vino *Attis* 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. 3.12).

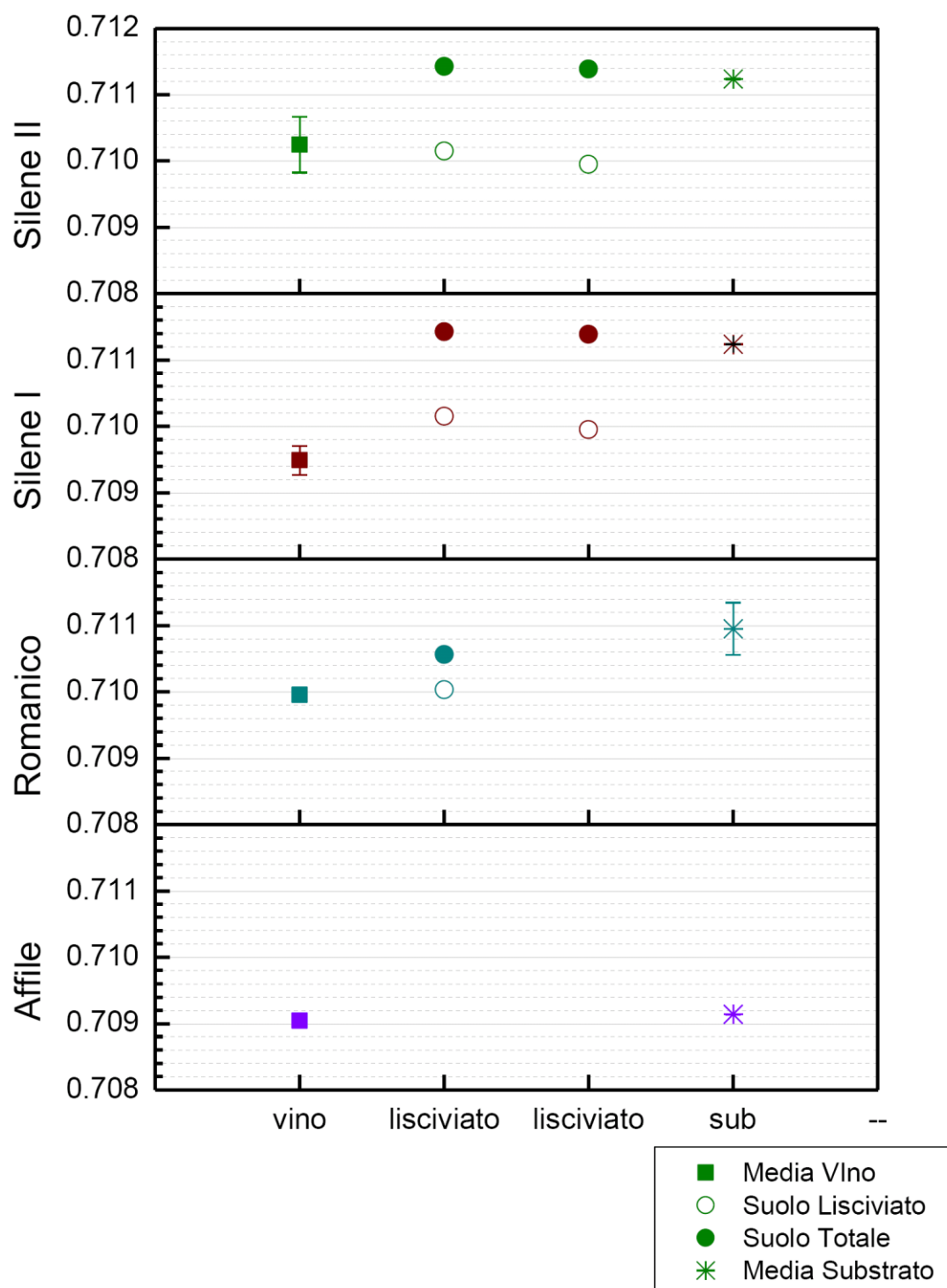


Figura 3.12. Rapporto isotopico medio dello Sr per i vari vini analizzati confrontato con il rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del suolo lisciviato, suolo totale e la media del substrato; la barra di errore dove non presente rientra nel simbolo.

3.6.3 Azienda Vitivinicola Colletti Conti

L'azienda produce il vino *Romanico*, con una quantità annua di ca. 5.000 bottiglie. Di questo vino abbiamo raccolto campioni del 2008, 2009, 2010 e 2011, e mosto del 2010 e 2011.

Il vino e il mosto del *Romanico* hanno valori che variano tra un minimo di 0.709781 e un massimo di 0.710010 con un rapporto medio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.709952$.

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 tabella 4 Appendice 4. 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* (Fig. 3.11).

3.6.4 Azienda Vitivinicola Colline di Affile

Le uve utilizzate per la produzione del vino "Cesanese di Affile DOC" di questa azienda vengono raccolte manualmente, in casse di plastica da 20 kg, con una vinificazione che avviene in acciaio e l'affinamento in barrique, con una produzione annua di circa 15.000 bottiglie. Per questo vino abbiamo avuto a disposizione campioni delle annate 2005, 2009, 2010 e 2011 e 4 campioni di mosto per le annate del 2009 e 2010, sia prima che dopo l'aggiunta dei lieviti.

Il vino e il mosto di Cesanese d'affile delle vendemmie del 2005, 2009, 2010, and 2011 hanno un rapporto medio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.709057$.

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* (Fig. 3.12) 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 alla 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 tabella 4 (Appendice 4). 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 Briozi 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).

3.6.5 Terre del Cesanese

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 (Tabella 3, Appendice 4). 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. Nell'area del vigneto esaminato è stato prelevato un campione di arenarie dell'Unità *arenaceopelitica* (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.

3.6.6 Colle Canino

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 Hermes*, mentre il valore del vino denominato *Colle Canino 2* (0,709873) è meno in linea con i precedenti (Tabella 3, Appendice 4). Esaminando tali dati si evince l'esistenza di una discreta corrispondenza (Fig. 3.12) 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).

3.7 Discussione

La composizione isotopica dello Sr nel vino, nel mosto, nell'uva per le diverse vigne viene riportata nella tabella 3 Appendice 4, mentre quella del suolo, de suoli lisciviati e del bedrock viene riportato in Appendice 4 tabella 4. Ognuno dei quattro rossi cesanese analizzato per diverse vendemmie, insieme a mosto e uva, ha una composizione di Sr costante che riflette il substrato pedogenetico dove ogni vigna è coltivata (Fig. 3.12), inoltre non si hanno significative differenze tra vino, mosto e uva (Tabelle 3, Appendice 4), escluso alcune piccole differenze discusse azienda per azienda.

Gli esperimenti di lisciviazione per avere la composizione di Sr biodisponibile nella soluzione suolo rivela, come aspettato, una diversa composizione di Sr con rispetto per il corrispondente suolo e bedrock (Tabella 4, Appendice 4). In particolare, tutte le frazioni biodisponibili analizzate hanno una composizione di Sr meno radiogenica di quella del bulk (Fig. 3.12) indicando il prevalente contributo della fase non radiogenica (e.g., feldspato e vetro piuttosto che biotite; e.g., Blum & Erel, 1995, 1997) nel bilancio dello Sr nella soluzione suolo. Considerando che i campioni, di suoli lisciviati e di bedrock, analizzati (ca. 500 g) potrebbero non essere rappresentativi dell'eterogeneità dello Sr nell'intera vigna (1-4 ettari), e la biodisponibilità è funzione del tempo e i 10 giorni di esperimento potrebbero non riprodurre l'intera stagione di crescita dell'uva, possiamo dedurre alcune importanti osservazioni riguardanti la relazione tra la composizione dello Sr del vino e l'area geografica di produzione. La composizione di Sr dei vini localizzati su vigne su substrato vulcanico (*Romanico*, *Attis*, e *Silene I*) è meno radiogenica di quella del bulk suolo/bedrock ma simile alla soluzione suolo lisciviata estratta con capsule di

resina UNIBEST®. Gli isotopi dello Sr del vino Cesanese d’Affile, la cui vigna è situata su un substrato di marne, e più basso di altri vini del consorzio Cesanese e simile alla composizione di Sr nella formazione Late Miocene Orbulina Marls Formation. La composizione di Sr nel vino Silene II, deriva da la seconda vigna del *Silene* che si trova su un substrato eterogeneo, e la più alta tra quelle dei vini del consorzio Cesanese, sottolineando l’influenza dell’isotopo radiogenico dello Sr delle arenarie torbiditiche e della marne pelitiche del Tardo Miocene (Appendice 4).

In quest’ultimi due casi, non abbiamo realizzato esperimenti di lisciviazione (preferibilmente concentrati su substrati vulcanici), ma i nostri dati (Fig. 3.12) indicano che la frazione biodisponibile prelevata dalle radici è meno radiogenica di quella del rispettivo bulk dove la vigna è situata.

Nel caso della formazione delle marne ad orbulina, la calcite è il maggior deposito di Sr implicando che gli isotopi dello Sr del bulk sono calcite-controlled, perciò il vino Cesanese d’Affile ha la stessa “firma” dell’isotopo Sr della bulk rock. Al contrario, il vino Silene II, nonostante la sua composizione radiogenica dell’isotopo Sr, ha valore significativamente basso rispetto a quello del bulk rock delle arenarie torbiditiche (Fig. 3.12). Le arenarie torbiditiche consistono in un variabile insieme di fasi relativamente non radiogeniche (carbonate and quartzofeldspatic fragments, and calcite cement) e fasi radiogeniche (micas and metamorphic fragments) e sono intercalate con marne pelitiche (Critelli et al., 2007). Di conseguenza, noi tentiamo di spiegare l’apparente dicotomia causata dalla preferenziale dissoluzione della calcite e idrolisi dei feldspati, che rilascia alla soluzione suolo meno Sr radiogenico rispetto al bulk rock (e.g., Blum & Erel, 1995, 1998). I risultati di questo studio dimostrano che la composizione dello Sr nei vini è una firma importante per collegare la geologia con l’area geografica di produzione. Tutti i vini e i mosti di diverse vendemmie hanno un’eccellente riproducibilità del rapporto isotopico dello Sr all’interno di ogni singola vigna, indipendentemente dalla natura del substrato, del clima, dell’altitudine, della geomorfologia, e della disponibilità d’acqua. Abbiamo osservato solamente limitate variazioni a questa regola generale correlate a specifiche situazioni e dimostrando l’abilità dello Sr di rappresentare un robusto strumento geochimico per studi di tracciabilità sull’autenticità della provenienza geografica di vini di alta-qualità. L’aggiunta di calce al substrato delle vigne del Silene

nel 2003 spiega i più bassi valori di $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del 2003, 2005, e 2006 rispetto alle vendemmie del 2008, 2009, e quella del 2010 (Fig. 3.11). La composizione di Sr nel vino della vendemmia *Attis* del 2010 è più alta degli altri vini *Attis* (Fig. 3.12) perché i produttori hanno aggiunto uve provenienti da vigne situate su un substrato di arenarie. Questo dato dimostra che gli isotopi dello Sr non si frazionano durante il processo di vinificazione realizzato con una buona pratica manifatturiera, infatti noi abbiamo misurato lo stesso dato sia nell'uva che nel mosto, che nei vini in bottiglia. Ogni substrato della vigna trasmette alle radici, all'uva e all'eventuale vino la sua firma di Sr. Il basso valore che è stato misurato nel vino *Cesanese di Affile*, le cui vigne sono cresciute su un substrato sedimentario costituito da Marne ad Orbulina del Tardo Miocene, mentre l'alto valore $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ è stato misurato nei vini *Silene* prodotti usando uve di vigne impostate su arenarie torbiditiche e peliti calcaree del Tardo Miocene (*Silene II*).

I vini *Silene*, *Attis*, and *Romanico*, provengono da vigne localizzate su substrati vulcanici quaternari, ed hanno $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ valori consistenti con quelli della frazione estratta dalla soluzione suolo che dovrebbe rappresentare la frazione biodisponibile (Fig. 3.12).

3.8. Conclusioni

In questo studio sperimentale abbiamo dimostrato come il rapporto isotopico dello Sr si mantenga invariato durante il processo di vinificazione, conservando i rapporti isotopici tipici del substrato. Contrariamente a quanto osservato da Marchionni et al. (2013), anche in virtù del maggiore dettaglio di questo studio sperimentale, appare evidente che il rapporto isotopico da tenere in considerazione come valore di confronto per la validazione di provenienza geografica dei vini sia quello del lisciviato del suolo, piuttosto che quelli del suolo analizzato nella sua componente totale o quello delle rocce del substrato geologico, benché in prima approssimazione questi ultimi siano molto vicini al valore isotopico dello Sr dei vini. La determinazione dei rapporti isotopici dello Sr con metodiche che permettano di ottenere dati ad elevatissima precisione, comparabile a quella utilizzata comunemente in geologia, sono comparabili direttamente con i rapporti isotopici del substrato geologico delle vigne. Questo permette attraverso la determinazione di due parametri molto semplici quello del valore del suolo lisciviato e quello del vino di identificare in maniera univoca la vigna di provenienza dei vini rossi,

permettendo un confronto immediato non mediato da complicati procedimenti di analisi statistica multivariata.