Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale - APS

Supplemento al n. 1/2022
ISSN 1591-5352

Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma

GEOLOGIA NEL BICCHIERE

I PAESAGGI DEL VINO

A CURA DI

Eugenio Di Loreto, Francesco Stragapede, Federico Toffoletto

www.menhirsalento.it

Società Italiana di Geologia Ambientale - APS
Associazione di protezione ambientale a carattere nazionale riconosciuta dal Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare con D.M. 24/5/2007 e con successivo D.M. 11/10/2017

PRESIDENTE
Antonello Fiore

CONSIGLIO DIRETTIVO NAZIONALE
Lorenzo Cadrobbi, Franco D'Anastasio (*Segretario*), Daria Duranti (*Tesoriere*), Ilaria Falconi, Antonello Fiore (*Presidente*), Sara Frumento, Fabio Garbin, Enrico Gennari, Giuseppe Gisotti (*Presidente onorario*), Luciano Masciocco, Fabio Oliva, Michele Orifici (*Vicepresidente*), Vincent Ottaviani (*Vicepresidente*), Paola Pino d'Astore, Livia Soliani

Geologia dell'Ambiente
Periodico trimestrale della SIGEA - APS

Supplemento al N. 1/2022
Anno XXX • gennaio-marzo 2022

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229
del 31 maggio 1994

DIRETTORE RESPONSABILE
Giuseppe Gisotti

VICE DIRETTORE RESPONSABILE
Eugenio Di Loreto

COMITATO SCIENTIFICO
Mario Bentivenga, Aldino Bondesan, Giovanni Bruno, Francesco Cancellieri, Rachele Castro, Maria Di Nezza, Massimiliano Fazzini, Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado, Endro Martini, Luciano Masciocco, Davide Mastroianni, Mario Parise, Giacomo Prosser, Giuseppe Spilotro, Vito Uricchio, Gianluca Valensise

COMITATO DI REDAZIONE
Fatima Alagna, Federico Boccalaro, Valeria De Gennaro, Eugenio Di Loreto, Sara Frumento, Fabio Garbin, Michele Orifici, Vincent Ottaviani, Maurizio Scardella

REDAZIONE
SIGEA - APS c/o Fidaf - Via Livenza, 6 00198 Roma
tel. 06 5943344
info@sigeaweb.it

PROCEDURA PER L'ACCETTAZIONE DEGLI ARTICOLI
I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti ad un giudizio di uno o più referees

UFFICIO GRAFICO
Pino Zarbo (Fralerighe Book Farm)
www.fralerighe.it

PUBBLICITÀ
SIGEA - APS

STAMPA
Industria grafica Sagraf Srl, Capurso (BA)

La quota di iscrizione alla SIGEA - APS per il 2022 è di € 30 e da diritto a ricevere la rivista "Geologia dell'Ambiente". Per ulteriori informazioni consulta il sito web all'indirizzo www.sigeaweb.it

Sommario

Presentazione
Eugenio Di Loreto, Francesco Stragapede, Federico Toffoletto 5

Introduzione
Giuseppe Gisotti 7

Relazioni

Geodiversità dei paesaggi viti vinicoli italiani
Silvano Agostini 13

La Terracotta e il Chianti Classico. L'uso della terracotta nell'enologia moderna
Cosimo Bojola 19

Geodiversità e vigneti: il terroir della Liguria
Gerardo Brancucci, Michele Brancucci, Pietro Marescotti, Monica Solimano, Ilda Vagge, Roberto Vegnuti 25

La conoscenza dei suoli come contributo alla viticoltura dei Colli Berici
Andrea Dalla Rosa, Silvia Obber 30

La viticoltura dell'ambiente murgiano: utilizzazione agronomica del territorio e proximal sensing
Daniela De Benedetto 37

Il Vino degli Etruschi: le DOC di Cerveteri e Tarquinia, siti UNESCO
Eugenio Di Loreto, Lorenzo Liperi 42

Archeologia della Vite e del Vino in Maremma: il progetto ArcheoVino a Scansano (Grosseto)
Marco Firmati, Andrea Zifferero, Valerio Zorzi, Gaia Ferrari Melillo 48

Geodiversità e biodiversità nel Parco Nazionale della Maiella (Geoparco Unesco): dal progetto Vola Volè, vino biologico prodotto con Cantina Orsogna, alle nuove sfide tra identità territoriale e valorizzazione dell'agribiodiversità
Adele Garzarella, Valter Di Cecco, Camillo Zulli, Aurelio Manzi, Marco Di Santo, Luciano Di Martino 59

Paesaggi del vino delle Marche, tra passato, presente e futuro
Enrico Gennari, Raffaele Papi, Patrizio Pacitti 64

Qui arrivò il vulcano: i terreni vulcanici nei territori dei vini di origine della Campania
Gianluigi Giannella 71

La Sicilia del vino tra storia, paesaggi costieri e vulcani
Alessandra Giorgianni, Gianvito Graziano 78

Le colline del Soave da paesaggio a patrimonio
Aldo Lorenzoni 86

Campania Felix: il Lacryma Christi tra scienza e mito
Francesca Romana Lugeri, Barbara Aldighieri 90

Vini del Po. Un controsenso o una parte dell'anima dei luoghi?
Sergio Malcevschi 97

Viticoltura Berica. Dati geomorfologici ed agronomici a confronto. Difesa dai dissesti
Marco Manferrari 108

Geoarcheologia del vino tra cultura e turismo esperienziale
Giovanna A.M. Massacci, Paola Pino d'Astore 117

La viticoltura nell'ambiente murgiano: utilizzazione agronomica del territorio
Marcello Mastrorilli 122

Il vino in Calabria: storia, geodiversità, terroir e vitigni
Gaetano Osso, Michelangelo Iannone 125

Il potenziale enologico dei Colli Berici
Giovanni Ponchia 137

Geodiversità e biodiversità negli ecosistemi vitivinicoli in Campania
Giuseppe Rolandi, Roberto Rolandi 142

Uso di sistemi Gis per analisi geologiche geopedologiche territoriali volte allo studio delle aree vocate alla vitivinicoltura nella Core Zone Unesco Monferrato degli Infernot (Monferrato casalese-Piemonte)
Paolo Sassone 149

Tintilia: storia di un vitigno nel territorio molisano
Michele Sisto, Antonio Di Lisio, Angelo Sanzò 156

Sostenibilità ambientale e Ricerca dell'Eccellenza:
il progetto Banfi a Montalcino (Toscana - Italia)
Francesco Stragapede 164

La rassegna "Geologia nel bicchiere" nella regione Veneto
(Vinitaly – Verona, 9 aprile 2019)
Federico Toffoletto 176

I suoli della Conegliano-Valdobbiadene Prosecco Superiore
DOCG
Diego Tomasi 180

Val d'Alpone fra geositi e vigneti per una candidatura
UNESCO
Roberto Zorzin, Giorgio Carnevale,
Stefano Dominici, Luca Giusberti,
Cesare Andrea Papazzoni, Guido Roghi 184

Testi poetici

Amissi dea piassa
Federico Toffoletto 191

'Na onbra in conpagnìa
Emilio Gallina 192

Redoci
Emilio Gallina 193

Tèra de proséco
Emilio Gallina 194

Un mar de vide
Emilio Gallina 195

La venniégne
Nicola Stragapede 196

Vino bono
Trilussa 197

Er vino e ll'acqua
Giuseppe Gioacchino Belli 198

Recensione convegni

Paesaggi del vino della Marca Trevigiana
Federico Toffoletto 201

Paesaggi del vino dei Colli Berici
Federico Toffoletto 206

"Geologia nel bicchiere". Nelle terre del Brunello
Francesco Stragapede 209

Geologia nel bicchiere nelle terre del Gallo Nero
Francesco Stragapede 214

Paesaggi del vino. Valori, esperienze, rischi e opportunità
Eugenio Di Loreto 220

Geologia nel bicchiere nelle Terre dell'Aglianico
del Greco di Tufo e del Fiano
Valeria De Gennaro 226

La geologia nel bicchiere. I Paesaggi e i vini vulcanici
campani
Eugenio Di Loreto 229

I paesaggi, i vigneti e la geodiversità nelle terre
del *puer Apuliae*
Gianni Avvantaggiato 231

Paesaggi del vino delle Colline Veronesi
Federico Toffoletto 234

Geologia nel bicchiere: nelle terre di Leonardo
Francesco Stragapede 237

Geologia nel Bicchiere. Paesaggio vitivinicolo Ligure
Francesco Stragapede 242

Geodiversità e vigneti: il terroir della Liguria

The Geodiversity of the Ligurian DOC Vineyards and Its Relationships with the Terroir

Gerardo Brancucci[1], Michele Brancucci[2], Pietro Marescotti[3], Monica Solimano[2], Ilda Vagge[4], Roberto Vegnuti[2]

[1] Dipartimento Architettura e Design (dAD) - Geomorfolab, Scuola Politecnica, Università di Genova
[2] GeoSpectra s.r.l. Spin Off Università di Genova
[3] Dipartimento Scienze della terra e della Vita (DISTAV), Scuola Scienze MM.FF. NN., Università di Genova
[4] Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia (DiSAA), Università statale Milano

Email: info@geospectra.it

Parole chiave: vigneti liguri DOC, FP-EDXRF, etichetta geologica del prodotto©, paesaggi terrazzati
Key words: DOC Ligurian vineyards, FP-EDXRF, geological label of the product, terraced landscapes

RIASSUNTO

La regione Liguria (Italia nordoccidentale) è caratterizzata da una notevole geodiversità, che è strettamente correlata con la varietà pedologica e paesaggistica. Questo articolo riporta e discute i risultati di una ricerca multidisciplinare svolta per indagare le relazioni tra l'"impronta geologica" dei suoli e la qualità dei vini, andando oltre le classiche etichette di qualità italiane, come la DOC (Denominazione di Origine Controllata), la DOP (Denominazione di Origine Protetta) e l'IGP (Indicazione Geografica Protetta). Abbiamo applicato un innovativo approccio multidisciplinare (geologico, geomorfologico, geochimico, mineralogico, ecologico e vegetazionale) mirato a dimostrare le strette relazioni tra il "*fingerprint* geologico" di un territorio e le proprietà organolettiche di prodotti agricoli.

ABSTRACT

The Liguria region (NW Italy) is characterized by a wide geodiversity, which is strictly correlated with a huge variety of landscapes. This article reports and discusses the results of a multidisciplinary research performed to investigate the relationships among the "geological fingerprint" of soils and the quality of wines, going beyond the classical quality labels, such as the DOC (Controlled Designation of Origin), the DOP (Protected Designation of Origin) and the IGP (Protected Geographical Indication) labels. We applied an innovative multidisciplinary approach (geological, geomorphological, geochemical, mineralogical, ecological and vegetational) aimed to demonstrate the close relationships between the "geological fingerprint" of an area and the organoleptic properties of agricultural products in general and wines in particular.

* Tradotto e aggiornato da:
The Geodiversity of the Ligurian DOC Vineyards and Its Relationships with the Terroir, International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 8, No. 9, September 2017

I. INTRODUZIONE

Tra i prodotti agroalimentari si possono distinguere quelli per l'industria alimentare (generalmente prodotti di trasformazione) e quelli intimamente legati e profondamente radicati con il territorio. Gli ultimi, compresi i vini, sono quelli che meglio rispecchiano il nostro progetto finalizzato alla ricerca delle peculiarità geo-pedologiche, caratteristiche che potrebbero rappresentare l'impronta "digitale" dell'alta qualità e di prodotti agroalimentari garantiti. In particolare, come delineato da [1] "il vino è senza dubbio il prodotto agricolo che meglio rispecchia le condizioni ambientali, sociali ed economiche sotto cui crescono le uve". La caratterizzazione geopedologica dei vigneti rappresenta quindi un valido strumento per lo sviluppo e la promozione di *terroir*. L'idea nasce dal concetto di pedogenesi, ovvero l'insieme dei processi che progressivamente trasformano la roccia madre (*bedrock*) in suolo; durante questi processi il suolo eredita caratteristiche uniche derivanti dall'interazione di diversi fattori tra cui la mineralogia e la chimica del substrato roccioso, la posizione geografica, il clima, contesto geomorfologico e l'attività biologica.

Nell'intraprendere questo studio ci siamo posti diverse domande: se il suolo ha caratteristiche uniche, il suolo agricolo ha caratteristiche specifiche ereditabili dal prodotto? Quali sono i principali caratteristiche geo-pedologiche del miglior *terroir*? È possibile correlare le caratteristiche geologiche e fisico-chimiche dei suoli alle proprietà organolettiche del prodotto?

Su questi presupposti la nostra ricerca si è concentrata sull'importanza della geodiversità sulla qualità dei vini DOC liguri[1].

II. METODI ANALITICI

Per ogni vigneto DOC selezionato sono stati raccolti sessanta campioni di suolo e un numero variabile di affioramenti rocciosi. Ogni punto di campionamento è stato georeferenziato, utilizzando il sistema di posizionamento globale (GPS), e mappato, utilizzando software open source per sistemi informativi (QGIS e GRASS). Ogni campione di suolo (circa 1 kg di terreno) è stao raccolto con una trivella manuale fino alla profondità di 50 cm dal piano di campagna. I campioni sono stati successivamente setacciati *in situ* per rimuovere la frazione > 2 cm. Per le analisi granulometriche, minero-petrografiche e chimiche ogni campione è stato ridotto mediante quartatura. Il colore del suolo è stato determinato sia in situ sia in laboratorio (su campioni essiccati) utilizzando tavole Munsell Soil Charts. La composizione chimica dei suoli è stata determinata utilizzando lo spettrofotometro XRF portatile (FP-EDXRF) X-MET7500 (Oxford Instruments) sulla frazione granulometrica < 2 mm. Per ogni vigneto indagato sono state effettuate analisi ICP-MS e ICP-AES su campioni selezionati e i dati sono stati utilizzati per realizzare le curve di taratura dello spettrofotometro XRF. Le analisi qualitative e quantitative comprendo elementi maggiori, minori e tracce con numero atomico ≥ 12 (Mg).

Le analisi minero-petrografiche sono state eseguite mediante microsco-

1 La sperimantazione descritta in questo lavoro è stata replicata anche su altri prodotti quali i funghi (*boletus edulis*) del Sassello nel Parco regionale del Beigua Geoparks, mela Rotella della Lunigiana e su alcuni uliveti della "taggiasca" in provincia di Imperia

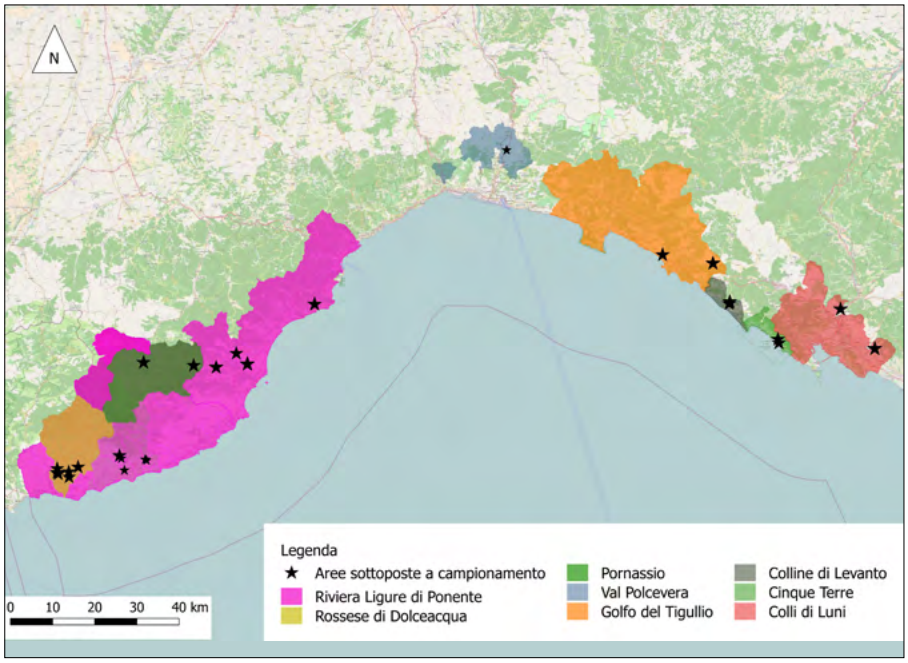

Figura 1. Distribuzione geografica della denominazione DOC in Liguria. Stelle nere indicare i punti di campionamento. Modificato da "Disciplinare di Produzione della Denominazione di Origine Controllata". Mappa di base da http://www.openstreetmap.org/copyright

pia ottica in luce polarizzata trasmessa (MOLP) e miscroscopia elettronica a scansione con microanalisi (SEM-EDS). I principali risultati sono stati elaborati, sintetizzati e schematizzati per la realizzazione di un database GIS e utilizzati e per la realizzazione di mappe della distribuzione spaziale di elementi chimici e specie mineralogiche selezionate.

III. I VIGNETI LIGURI

La metodologia sopra descritta è stata applicata a vigneti DOC liguri selezionati con l'obiettivo di determinare la variabilità geologica e il suo rapporto con i suoli agricoli. Come riportato in Figura 1, la Liguria conta otto denominazioni DOC corrispondenti alle eccellenze della produzione vinicola regionale e localizzate in aree geografiche caratterizzate da elevata geodiversità (Fig. 2). Le otto denominazioni DOC liguri sono: Dolceacqua, Pornassio, Riviera Ligure di Ponente, Val Polcevera, Golfo del Tigullio-Portofino, Colline di Levanto, Cinque Terre e Colli di Luni.

La maggior parte dei vigneti analizzati sono collocati su terrazzamenti (fasce con muri a secco o ciglioni con scarpata inerbita) costruiti nel tempo da generazioni di contadini.

I muri a secco di contenimento dei terrazzamenti rispecchiano le caratteristiche geomorfologiche e litologiche dei siti sui quali sono costruiti. Per le prime le dimensioni del terrazzamento in termini di altezza e profondità sono fortemente condizionate dalla pendenza originale del versante; per quanto riguarda la litologia essa condiziona la "struttura" del muro a secco legata alla possibilità di utilizzare blocchi di dimensioni anche importanti come nel caso dei litotipi calcarei o sottili lastre d'ardesia nei siti dell'intorno di Lavagna (GE).

Le tecniche di "allevamento" della vite rispecchiano invece l'aspetto tradizionale e culturale delle varie zone regionali. Dal sistema a "pergole basse" tipico delle Cinqueterre nel levante ligure al sistema ad alberello della zona del Rossese a Dolceacqua dell'estremo ponente della regione.

Anche i metodi di gestione del drenaggio delle acque si differenziano nella tradizione e nella cultura locale. Particolarmente complessi ed efficienti i sistemi di conservazione della risorsa acqua nel sito di Romaggi in Val Fontanabuona o dei "beodi" piccoli canali intorno al vigneto nel sanremese.

Il suolo dei terrazzamenti, pur essendo un terreno di riporto rimaneggiato, è rappresentativo del suolo naturale della zona o delle aree adiacenti e, pur potendo contenere elementi estranei, mantiene potenzialmente caratteristiche chimiche e mineralogiche riconducibili alla geologia locale.

In questo senso sono state approfondite con attenzione particolare le relazioni tra i caratteri mineralogici e chimici con il substrato. Ciò consente anche di affrontare con maggiore puntualità le diverse problematiche quali le interazioni tra suoli e uve e per meglio definire quali siano le caratteristiche geologiche e geografiche di un'area che ne determinano l'"unicità".

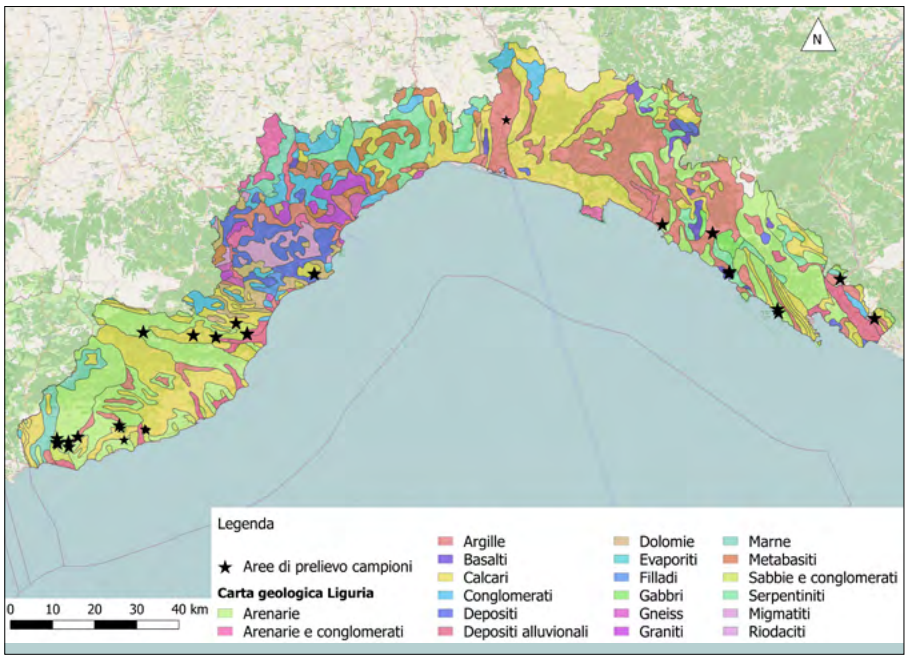

Figura 2. Carta geologica semplificata della Liguria. Le stelle nere indicano il punti di campionamento. Mappa di base da http://www.openstreetmap.org/copyright

IV. TERRENI E PROPRIETÀ ORGANOLETTICHE

Sebbene alcuni ricercatori [1] abbiano sottolineato la mancanza di correlazioni tra la composizione chimica di suoli e le proprietà organolettiche del vino (aspetto, colore, profumo e sapore) è ancora necessario capire quali siano le complesse interazioni tra le proprietà del suolo e le caratteristiche organolettiche dell'uva per valutare le ragioni alla base dell'alta qualità del vino. Ad esempio, alcuni vitigni producono grandi vini solo in alcune aree geografiche ristrette (come il caso del Rossese di Dolceacqua); tuttavia all'interno di un singolo vigneto si possono anche riscontrare significa-

tive differenze nelle caratteristiche geografiche (es. pendenza/esposizione) o nelle proprietà geopedologiche (es. contatti tra Formazioni geologiche che determinano significative differenze nel suolo). Ad esempio sono significative le differenze tra l'Ormeasco di Pornassio e il Dolcetto Piemontese e i diversi vini ottenuti dal vitigno Moscato che nella zona costiera di Taggia (Liguria) danno origine ad un vino secco (Moscatello di Taggia) che è estremamente diverso da quelli prodotti nelle località più continentali della regione Piemonte. Nei profumi del vino, la "mineralità" non può essere direttamente correlata alla suolo, ma il peculiare sapore "sapido" dei vini liguri è sicuramente tipico del *terroir*.

V. RISULTATI: LITOLOGIA,MINERALOGIA E CHIMICA DEI TERRENI DEL VIGNETO LIGURE DOC

I vigneti liguri DOC sono coltivati su diverse formazioni geologiche (Fig. 2) che possono essere litologicamente raggruppate nei seguenti 4 tipi principali: A) areniti e flysch arenacei, B) calcari e rocce carbonatiche, C) argilliti, peliti e scisti pelitici, D) basalti delle sequenze ofiolitiche. Questa significativa geodiversità si riflette sul chimismo e sulla mineralogia dei diversi suoli indagati che mostrano impronte peculiari (es. Fig. 3 e 4) chiaramente correlabili ai litotipi locali. In particolare, la la variabilità del contenuto di Ca, K, Sr e Rb rappresenta la migliore discriminante con evidenti correlazioni positive tra Ca e Sr (r = 0,89; Fig. 3) e tra K e Rb (r = 0,90; Fig. 4); la variabilità chimica è a sua volta correlabile alla variabilità mineralogica ed in particolare ai rapporti relativi tra carbonati (principalmente calcite e subordinatamente dolomite e aragonite) e fillosilicati (biotite, muscovite, illite).

A. Areniti e Flysch areniti

Questi litotipi sono diffusi in tutta la Liguria, in particolare nelle aree occidentali e orientali della Regione. Rappresentano la roccia madre dei i suoli dei vigneti DOC: 5 Terre DOC (Formazione Macigno; [2]), Riviera Ligure di Ponente DOC (Arenarie di Bordighera e Flysch di Ventimiglia [3]), e Colli di Luni DOC (Arenarie di Ponte Bratica; [2]).

Sono generalmente caratterizzati da mineralogia e composizione chimica simile, ma anche da variazioni locali dovute ad intercalazioni con altri lito-

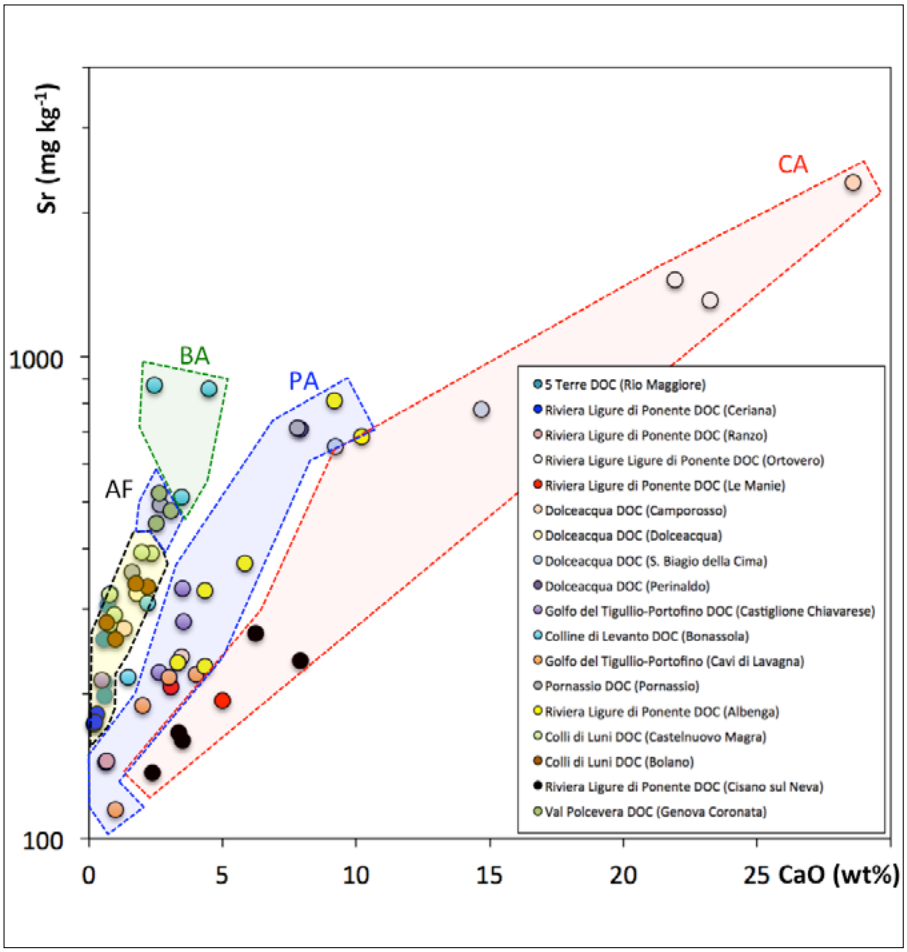

Figura 3. CaO vs Sr per i suoli dei vigneti indagati. Aree colorate rappresentano i diversi basamenti rocciosi: ofioliti basaltiche BA (verdi); AF (giallo) areniti e arenacei-flysch; PA (blu) argilliti, peliti e scisti pelitici; Calcari CA (rossi) e rocce carbonatiche

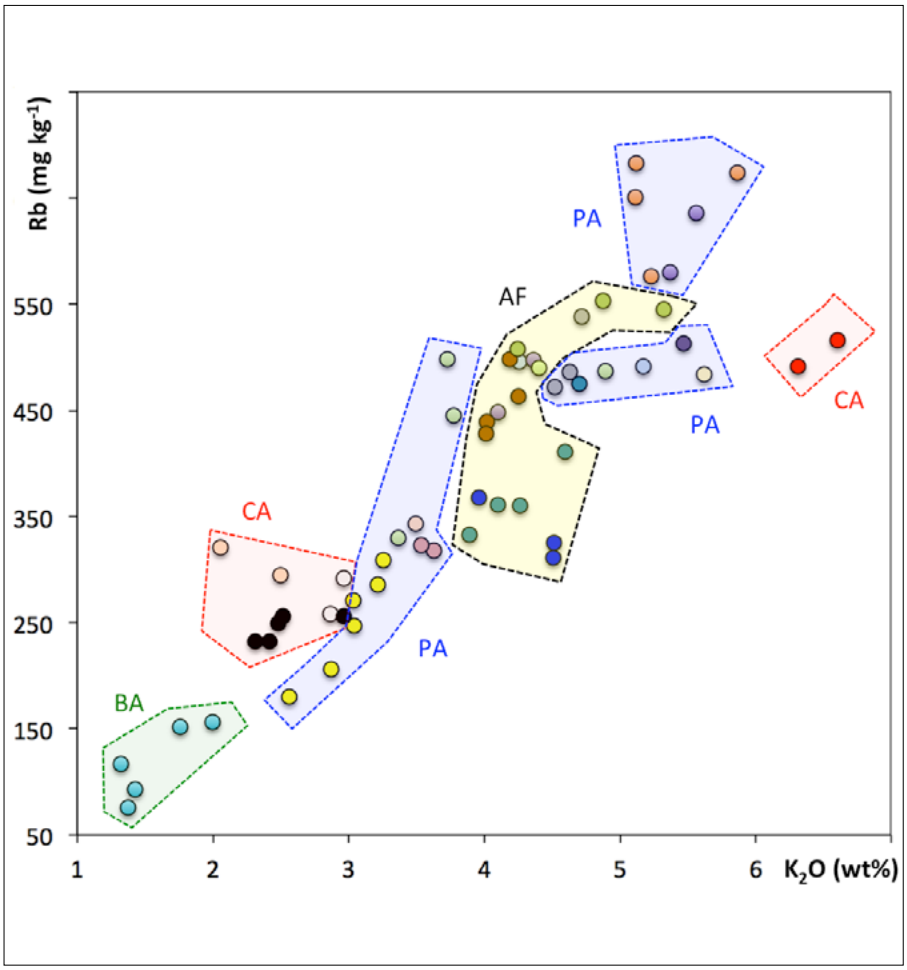

Figura 4. K2O vs Rb per i suoli dei vigneti indagati. Simboli e aree colorate come in Fig. 3. 10,62

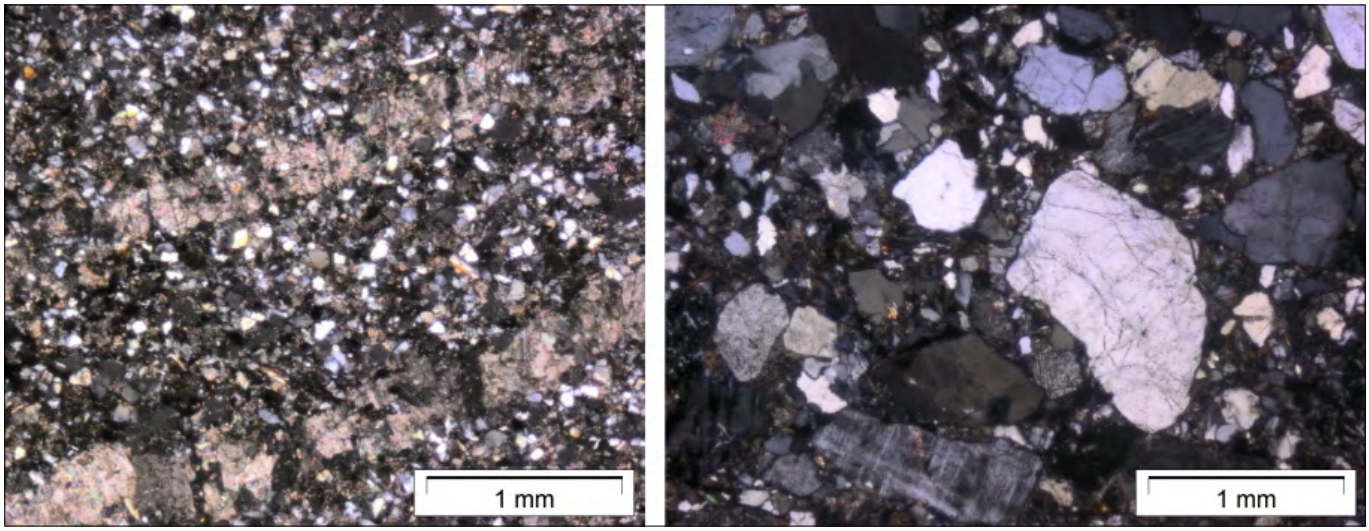

Figura 5. Microfotografie di due diversi sotterranei rocciosi delle 5 Terre e I vigneti del Moscatello di Taggia (Microscopia a Luce Polarizzata, Incrociati polari). A sinistra: calcarenite quarzitica con venature di calcite del Moscatello vigneto. A destra: arenite di quarzo a grana grossa con matrice siliciclastica da Vigneto delle 5 Terre

tipi (es. rocce calcaree e calcarenitiche, conglomerati e argilliti). Lo scheletro dei suoli sviluppati su questi litotipi è costituito in larga parte da areniti a grana fine o grossolana composte da quarzo e feldspati (K-feldspato e plagioclasio), con quantità subordinate di miche (biotite e muscovite), illite, clorite e smectiti. Il contenuto di Ca è generalmente basso (CaO variabile tra 0,21 e 2,35 wt%; Fig. 3) ma può aumentare significativamente nei suoli arricchiti di clasti calcarei e dolomitici (Fig. 5). La forte correlazione positiva tra Ca e Sr (Fig. 3) è confermata anche nei suoli di questo gruppo; infatti, lo Sr generalmente aumenta con l'aumentare dei clasti calcarei o clacarenitici (fino a 500 mg kg-1). Gli alti contenuti di K e Rb sono principalmente attribuibili alle miche, minerali argillosi (principalmente illite) e, in misura minore, ai feldspati. Il rapporto K/Rb diminuisce significativamente dalla roccia madre al suolo e, all'interno del suolo, diminuisce progressivamente con l'aumentare del contenuto di minerali argillosi. Questo comportamento è stato osservato in molti suoli ed è in relazione ad un progressivo aumento del contenuto di Rb dovuto al sequestro da parte dei minerali argillosi [4].

B. Calcari e rocce carbonatiche

Questo gruppo comprende diversi tipi di rocce carbonatiche appartenenti alle seguenti Formazioni: Calcari di Ubaga [5].; Dolomiti di San Pietro dei Monti [6]; Calcari di Rocca Liverna [5]; Livelli calcarei e calcareo-marnosi del Flysch di Ventimiglia [3]. Comprendono calcari cristallini, calcari e dolomiti quarzitiche, calcareniti, marne e calcari marnosi. Affiorano principalmente nelle zone DOC della Riviera Ligure di Ponente dove sono prodotti i vini bianchi Pigato e Vermentino e il rosso Granaccia. La mineralogia e la chimica dei suoli varia in modo significativo a causa della proporzione variabile di litoptipi silicatici all'interno delle formazioni calcaree che si riflettono nella variazione delle proporzioni relative tra carbonati (calcite, dolomite) e silicati (quarzo, miche, minerali argillosi). Come atteso, i suoli formatisi su bedrock calcarei sono invariabilmente più ricchi di calcite e hanno i contenuti di Ca e Sr più elevati (CaO fino a 28,58 wt% e Sr fino a 2300 mg kg-1) e mostrano una forte correlazione positiva tra Ca e Sr (r = 0,96). Inoltre, sono generalmente caratterizzati da contenuti relativamente bassi di K e Rb, ad eccezione dei suoli derivati dalla Formazione delle Dolomiti di San Pietro dei Monti (simboli rossi in Fig. 4). Infatti, questa Formazione e i suoli derivati sono particolarmente ricchi di minerali argillosi e miche per la presenza di frequenti intercalazioni di argilliti.

Figura 6. L'"Etichetta Geologica del Prodotto©" sulla retro etichetta di un vino DOC delle Cinqueterre

C. Argilliti, Peliti e Scisti Pelitici

Questo gruppo comprende le rocce sedimentarie a grana fine presenti nelle aree occidentali, orientali e centrali della Liguria. Questi litotipi sono caratteristici dei seguenti vigneti DOC: Dolceacqua DOC (strati pelitici e argillitici del Flysch di Ventimiglia [3]); Pornassio DOC (Peliti di Formazione Moglio

[6]) Golfo del Tigullio-Portofino DOC (Scisti di Palombini e Scisti di Val Lavagna [7]); Riviera Ligure di Ponente DOC (Formazione Argille di Ortovero [6]); Val Polcevera DOC (Formazione Argilloscisti di Costagiutta [8]); Colli di Luni DOC (Argille e Calcari di Canetolo [2]). Sebbene la maggior parte di questi litotipi appartenga a formazioni a molto diverse, sono evidenti molte caratteristiche litologiche e mineralogiche comuni. Infatti, i suoli sviluppati da questi litotipi sono generalmente caratterizzati da elevate concentrazioni di minerali argillosi (prevalentemente argille illitiche). In questi tipi di suolo Ca e Sr evidenziano una forte correlazione positiva e le loro concentrazioni variano significativamente (CaO: 0,36-10,19 wt%; Sr: 115-684 mg kg-1; Fig. 3) come conseguenza dell'aumento dei carbonati. Tuttavia, le principali discriminanti chimiche sono rappresentate dal contenuto di K e Rb e dalla loro proporzione relativa. Possono essere infatti distinti tre principali gruppi: i) suoli con contenuti di K e Rb basso e intermedio (K_2O: 2,56-3,73 wt%; Rb: 180-498 mg kg-1); ii) suoli ad alto contenuto di K e Rb (K_2O: 4,52-5,62 wt%; Rb: 472-513 mg kg-1); iii) suoli con contenuto di K e Rb molto alto (K_2O: 5,23-5,86 wt%; Rb: 576-683 mg kg-1). La maggior parte delle variazioni chimiche di questi suoli è dovuta ai diversi minerali argillosi presenti (illite, caolinite, clorite, smectiti, vermiculite, clorite-smectite), all'abbondanza relativa di miche ed alla presenza locale di litotipi arenacei, calcarei e marnosi.

D. Basalti delle sequenze ofiolitiche

I litotipi ofiolitici affiorano ampiamente in Liguria nella zona centrale (massiccio di Voltri) e orientale (Supergruppo Val di Vara) ma rappresentano il substrato roccioso del suolo di un unico vigneto DOC, ovvero le Colline di Levanto DOC che geograficamente si estendono da Deiva Marina a Monterosso. I terreni analizzati si trovano in prossimità del comune di Bonassola (La Spezia; Fig. 1 e 2) e loro il substrato roccioso è rappresentato dai basalti dell'Unità Bracco-Val Graveglia (Supergruppo Val di Vara [9]). Dal punto di vista mineralogico e chimico sono ben distinti da tutti gli altri gruppi descritti in precedenza. Lo scheletro del suolo è infatti caratterizzato dalla presenza di clasti litici e minerali chiaramente derivati dalle rocce basaltiche (plagioclasi, pirosseni, anfiboli e vari tipi di ossidi e solfuri). Gli stessi minerali argillosi si distinguono da quanto decritto per gli altri gruppi per la presenza dominante di smectiti ferro-magnesiache. Questi suoli sono caratterizzati da contenuti bassi o molto bassi di K_2, Ca e Rb e da contenuti intermedi di Sr (Fig. 3 e 4), con rapporti K/Rb e Sr/Ca compatibili con suoli basaltici.

VI. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nonostante il carattere preliminare, questo lavoro ha evidenziato significative differenze mineralogiche e chimiche tra i suoli de vigneti delle 8 DOC liguri. Anche in vigneti caratterizzati da simili contesti geologici (ad esempio le rocce flyschoidi) sono osservabili differenze chimiche e mineralogiche non trascurabili che possono essere utilizzate per individuare peculiari impronte geochimiche, anche in vigneti vicini tra loro. Questi risultati uniti ai dati geografici, climatici, geomorfologici e agronomici possono essere utilizzati per individuare specifici *markers* per dimostrare l'unicità del territorio dei vini di alta qualità così come di altri prodotti agricoli. L'unicità degli ambienti geologici e geografici insieme alle peculiari caratteristiche storiche e culturali potrebbe essere un potente strumento di *marketing* territoriale e valorizzazione del territorio. Questo set completo di dati e informazioni è stato recentemente raccolto per la prima volta nell' "Etichetta Geologica del Prodotto©" in un vino DOC delle Cinque Terre (Liguria Orientale) (Fig. 6) e può essere consultato sul sito web di Geospectra s.r.l. (http://www.geospectra.it) utilizzando il QR-code presente sull'etichetta del prodotto. L'etichetta geologica del prodotto© vuole essere un'etichetta volontaria che non è né complementare né alternativa alla certificazione obbligatoria prevista dalla legge. È progettata per promuovere sia i prodotti agricoli di alta qualità che il loro territorio rappresentando così un valore aggiunto per il produttore e un vettore di crescita per lo sviluppo regionale e locale. Esso può rappresentare anche un'ulteriore garanzia per il consumatore che può percepire il valore intrinseco e l'unicità territoriale di un determinato prodotto. Ci auguriamo che l'etichetta geologica del prodotto© possa innescare una catena virtuosa di cooperazione tra produttori, distributori, ristoratori e consumatori finalizzata alla valorizzazione del prodotto in termini non solo di di qualità ma anche di unicità che rappresenta il valore indispensabile per la sviluppo del *terroir*. I risultati completi della ricerca sono pubblicati nel volume Geodiversità dei vigneti liguri. Le relazioni tra paesaggio, suolo, vitigni e vino [10]

BIBLIOGRAFIA

[1] P. H. Dougherty, The Geography of Wine. Regions, Terroir and Techniques, Springer Science+Business Media B.V., 2012, p. 255.

[2] E. Abbate, F. Fanucci, M. Benvenuti, P. Bruni, N. Cipriani, P. Falorni, M. Fazzuoli, D. Morelli, E. Pandeli, M. Papini, M. Sagri, V. Reale, and P. Vannucchi, Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 248, La Spezia, Regione Liguria, Italy, 2005, pp.204

[3] G. Dallagiovanna, F. Fanucci, L. Pellegrini, S. Seno, L. Bonini, A. Decarlis, M. Maino, D. Morelli, and G. Toscani, Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:25.000, Foglio 257-Dolceacqua e 270-Ventimiglia, Regione Liguria, Italy, 2012, p. 76

[4] A. Kabata-Pendias, Trace Elements in Soils and Plants, Fourth Edition' CRC Press, USA, 2011, p. 505.

[5] A. Boni and M. Vanossi, "Ricerche e considerazioni sul flysch della Liguria occidentale," Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, vol. 11, pp. 31-178,
1960.

[6] A. Boni, A. Cerro, R. Gianotti, P. Vannucchi, and M. Vanossi, Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 92-93, Albenga-Savona, Servizio Geologico d'Italia, Italy, 1971, p. 142.

[7] V. Bortolotti, G. Mannori, L. Piccini, I. W. Aiello, M. Chiari, G. Principi, and V. Reale, Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 232, Sestri Levante, C.N.R. (Consiglio Nazionale delle Ricerche) Italy, 2014, p. 117.

[8] G. Capponi and L. Crispini, Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 213-230, Genova, Regione Liguria, Italy, 2008, pp. 139.

[9] E. Abbate, V. Bortolotti, and G. Principi, "Appennine Ophiolites: a peculiar oceanic crust," Ofioliti Spec Issues "Thethian Ophiolites: 1, western area", vol. 1, pp. 59–96, 1980.

[10] G. Brancucci, A. Ghersi, Geodiversità dei vigneti liguri. Le relazioni tra paesaggio, suolo, vitigni e vino, Edifir Ed. Firenze, 2018, 288 pp.,