

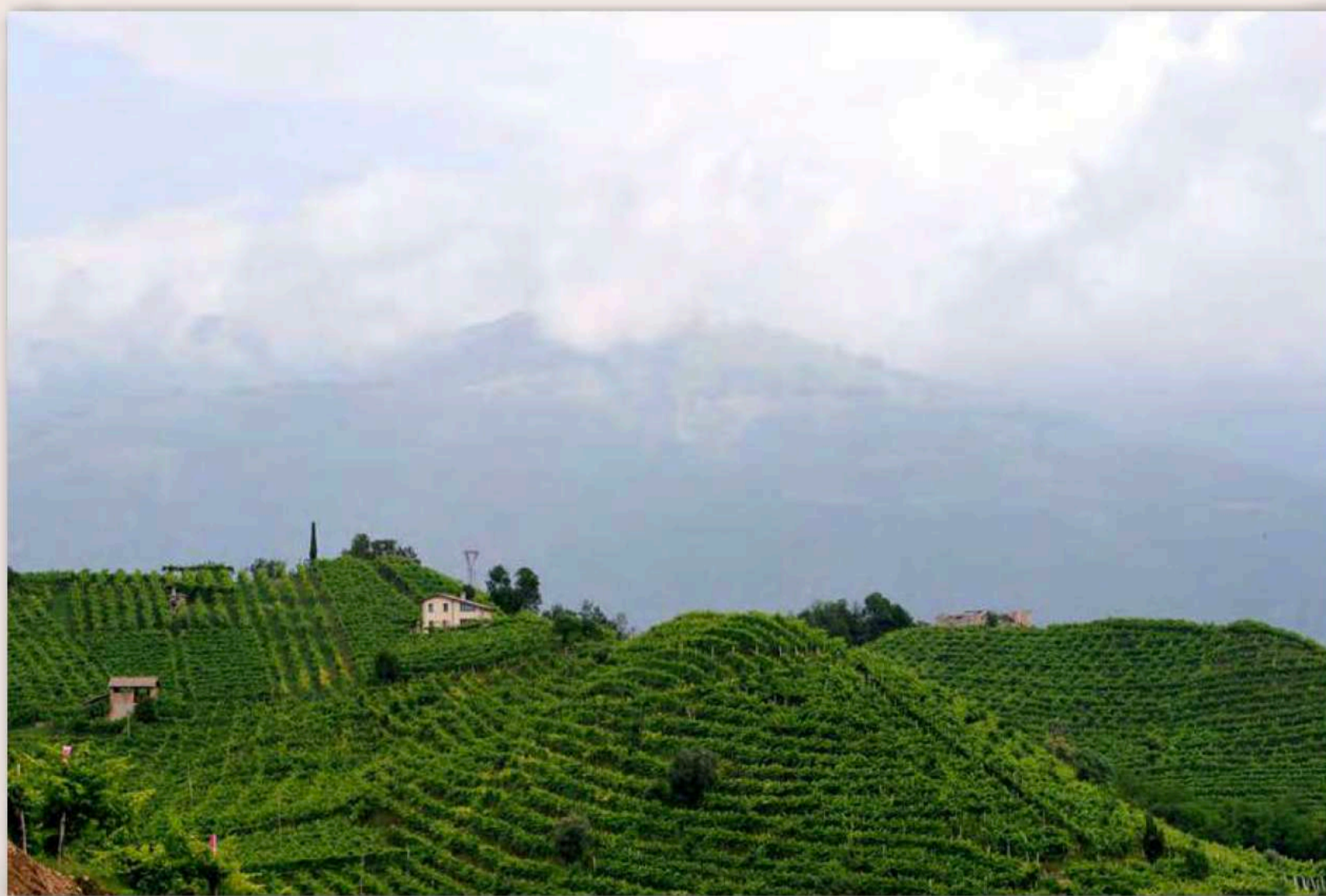
Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale - APS



Supplemento al n. 1/2022
ISSN 1591-5352

GEOLOGIA NEL BICCHIERE I PAESAGGI DEL VINO



A CURA DI

Eugenio Di Loreto, Francesco Stragapede, Federico Toffoletto



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)

Use of GIS systems for territorial geological geopedological analyzes aimed at studying the areas suitable for viticulture in the Unesco Core Zone Monferrato degli Infernot (Monferrato Casalese-Piedmont)

Parole chiave: Sistemi Informatici Geografici GIS; Core Zone Unesco Monferrato; Geologia; Pedologia, viticoltura; pianificazione territoriale
Key words: Geography Informatic System GIS; Core Zone Unesco Monferrato; Geology; Pedology, viticulture; territorial planning

RIASSUNTO

L'area in studio è rappresentata dalla Core Zone Unesco componente 6 (Monferrato degli Infernot) ricadente su nove comuni del Monferrato Casalese (AL). L'area in studio ha un'antica tradizione vitivinicola che ha determinato il riconoscimento nel 2014 da parte dell'Unesco essendo tra l'altro presenti insediamenti medioevali, con tenute vinicole, infernot e insediamenti rurali e religiosi risalenti al 1200-1300 d.C. Il presente lavoro propone un approccio metodologico speditivo per fornire alla comunità professionale agricola la base conoscitiva territoriale finalizzata alla definizione dei settori maggiormente vocati alla piantumazione di vigneti in funzione di vari aspetti e parametri. L'utilizzo di tecniche Gis fornite dalle recenti evoluzioni di sistemi informatici e le sempre più aggiornate banche dati cartografiche consente di effettuare analisi spaziali e di definire con rapidi passaggi le procedure di *siting* idonee al caso applicativo specifico.

ABSTRACT

The studied area is represented by the Core Zone UNESCO, Component 6 (Monferrato of the Infernot's) composed by 9 small towns of the district of Casale Monferrato (AL). This area has a old winemaking tradition resulting from medieval settlements, with rural and religious buildings dating back to 1200 AD.

This particular paper suggest a fast-track methodological approach to provide agricultural workers the basic territorial knowledge, whose purpose is to better define the sectors of vineyards planting and its several parameters and aspects. The use of Gis techniques, provided and allowed by the recent improvements in computer systems and the updated map databases, makes it possible to perform territorial analysis and to quickly define the *siting* procedures, suitable for the specific application.

PREMESSA

Le analisi condotte sono state esemplificate in alcune immagini di base riferite all'intero contesto della Core Zone dei nove comuni (Figg. 2-3), ma per comprendere con maggiore dettaglio i risultati dell'analisi di *siting* si è ritenuto interessante incentrare le osservazioni su uno dei comuni più interessanti e vitati, Sala Monferrato, di soli 6,7 kmq, a ricadente tra i comuni monferrini più vocati alla produzione di vini di qualità e maggiormente vitati (Figg. 4-5-6).

In questo comune predominano le produzioni di Barbera, Grignolino, Freisa con margini di spazio anche per il Pinot Nero, il Sauvignon b., e un vitigno aromatico autoctono localmente chiamato Moscato greco.

L'esperienza del viticoltore locale non è seconda a nessun'altra, essendo

Paolo Sassone

Geologo, StudioSassone,

Casalborgone, Torino

E-mail: info@studiosassone.it

in grado di conoscere perfettamente pregi e difetti dei diversi settori collinari, vocazione ed idoneità all'uno o l'altro vitigno; tuttavia l'analisi sperimentale qui eseguita ha l'ambizione di suggerire una metodica digitale aggiuntiva per migliorare le conoscenze e le decisioni.

MATERIALI E METODI

L'utilizzo di tecniche Gis permette dalle recenti evoluzioni di sistemi informatici e le sempre più aggiornate banche dati cartografiche consente di effettuare analisi spaziali e di definire con rapidi passaggi le procedure di *siting* idonee al caso applicativo specifico.

Qgis è un software *freeware* ed *open-source* che attraverso vari aggiornamenti (attualmente alla versione 3.24) ha potuto assumere una potenza di calcolo e di analisi sufficiente per realizzare numerose elaborazioni grafiche e modellazioni anche tridimensionali. Nel caso in esame è stato utilizzato per la semplice azione di raffronto di una serie di dati di base.

A partire da una cartografia BDtre, di recente aggiornamento dal parte della Regione Piemonte, associata al dato geologico dei base della recente Carta geologica del Piemonte redatta a cura di Arpa in scala 1/250.000, con alcuni aggiornamenti e affinamenti condotti a livello locale in base alle conoscenze geologiche locali, si è predisposta una cartografia geologica di riferimento alla scala 1/10.000 (modulabile a scale diverse) dalla quale si è potuto derivare la prevalente derivazione e consistenza dei suoli presenti nel territorio considerato.

Nell'analisi delle caratteristiche geomorfologiche ha costituito particolare utilità l'ausilio della fotointerpretazione mediante lo studio dei fotogrammi relativi al Volo della Regione Piemonte, Assessorato Tutela Ambiente, data di ripresa non nota, scala fotogrammi ca. 1/13500, quota relativa ca. 2050 m; strisciata n° 28, foto-

grammi 1449, 1451, 1453; strisciata n° 29, fotogrammi 1508, 1510; strisciata n° 30, fotogrammi 1557, 1559, 1561.

La foto interpretazione ha assunto un significato sempre crescente grazie all'enorme mole di voli aerei disponibili per i quali l'ausilio dei sistemi informatici ha reso possibile numerose elaborazioni e visualizzazioni, anche in senso di successione cronologica di interi settori collinari e di fondovalle con la possibilità di ricostruire l'evoluzione geomorfologica e l'uso del suolo.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA DI SALA MONFERRATO

Il territorio comunale di Sala M.to (AL) presenta una superficie di kmq 7,67 ed è situato in un'area collinare caratterizzata un tratto dello spartiacque tra i bacini dei Torrenti Rotaldo e Stura. Esso presenta confini amministrativi con i Comuni di Cereseto, Ottiglio, Ozzano Monferrato, Cellamonte, Treville (Fig. 1).

Il reticolo idrografico principale è costituito dai seguenti corsi d'acqua: Rio Lora, affluente di destra nel Rio di Treville, affluente del T. Stura del Monferrato, avente attività prevalentemente sta-

gionale; Rio Monrabbioso (posto lungo il confine occidentale del territorio comunale, confluyente nel Rio Lora, avente attività prevalentemente stagionale); Rio Longoria (drenante verso il T. Rotaldo, ad attività prevalentemente stagionale).

Sono presenti inoltre altri rii minori, essenzialmente temporanei, impostati lungo i fondovalle principali ed i versanti, che fungono da drenaggio superficiale.

Si mette in evidenza che nel territorio in questione non sono presenti dei veri e propri corsi d'acqua a carattere strettamente permanente ma, al più, sono riconoscibili dei rii posizionati lungo l'asse mediano dei fondovalle principali, aventi attività rilevante durante le stagioni piovose ove possono comunque raggiungere portate modeste e, solo occasionalmente e localmente, presentare effettivi problemi di ordine erosivo o di esondabilità.

È da evidenziarsi pertanto che, seppure la dinamica del drenaggio relativa ai rii di fondovalle non desti particolari problemi, specie allo stato odierno ove sussiste, a fatica, l'opera manutentiva da parte dell'uomo, l'equilibrio consolidato non potrà essere mantenuto in assenza di una continua e corretta manutenzione del reticolo drenante, inteso nel suo complesso.

Le distinzioni che si sono tentate per classificare dal punto di vista delle pro-

prietà idrogeologiche e della vulnerabilità le differenti unità idro-litologiche presenti, sono state ottenute per correlazione rispetto a dati di letteratura con le prevalenti caratteristiche litologiche presentate dalle varie formazioni rocciose, ottenendo una classificazione come segue, dai più giovani ai più antichi:

- Terreni da arenaceo-siltosi a conglomeratici a porosità medio-elevata e spiccata permeabilità primaria; il coefficiente di permeabilità K può risultare compreso tra i 10^{-1} e 10^{-3} cm/s;
- Terreni detritici arenaceo-limosi a permeabilità primaria da scarsa a mediocre; coefficiente di permeabilità K variabile tra 10^{-3} e 10^{-5} cm/s;
- Terreni da arenaceo-calcarei a arenaceo-siltosi con permeabilità da scarsa a mediocre: coefficiente di permeabilità K variabile tra 10^{-3} e 10^{-6} cm/s;
- Terreni da argilloso-limosi a marnoso-siltosi con permeabilità da scarsa a nulla; coefficiente di permeabilità K variabile tra 10^{-4} e 10^{-7} ;
- Terreni argilloso-marnosi con permeabilità nulla o molto limitata; coefficiente di permeabilità K variabile da 10^{-5} a 10^{-8} .

Si tratta pertanto di litotipi in generale da fini a finissimi che originano suoli di tessitura conseguente.

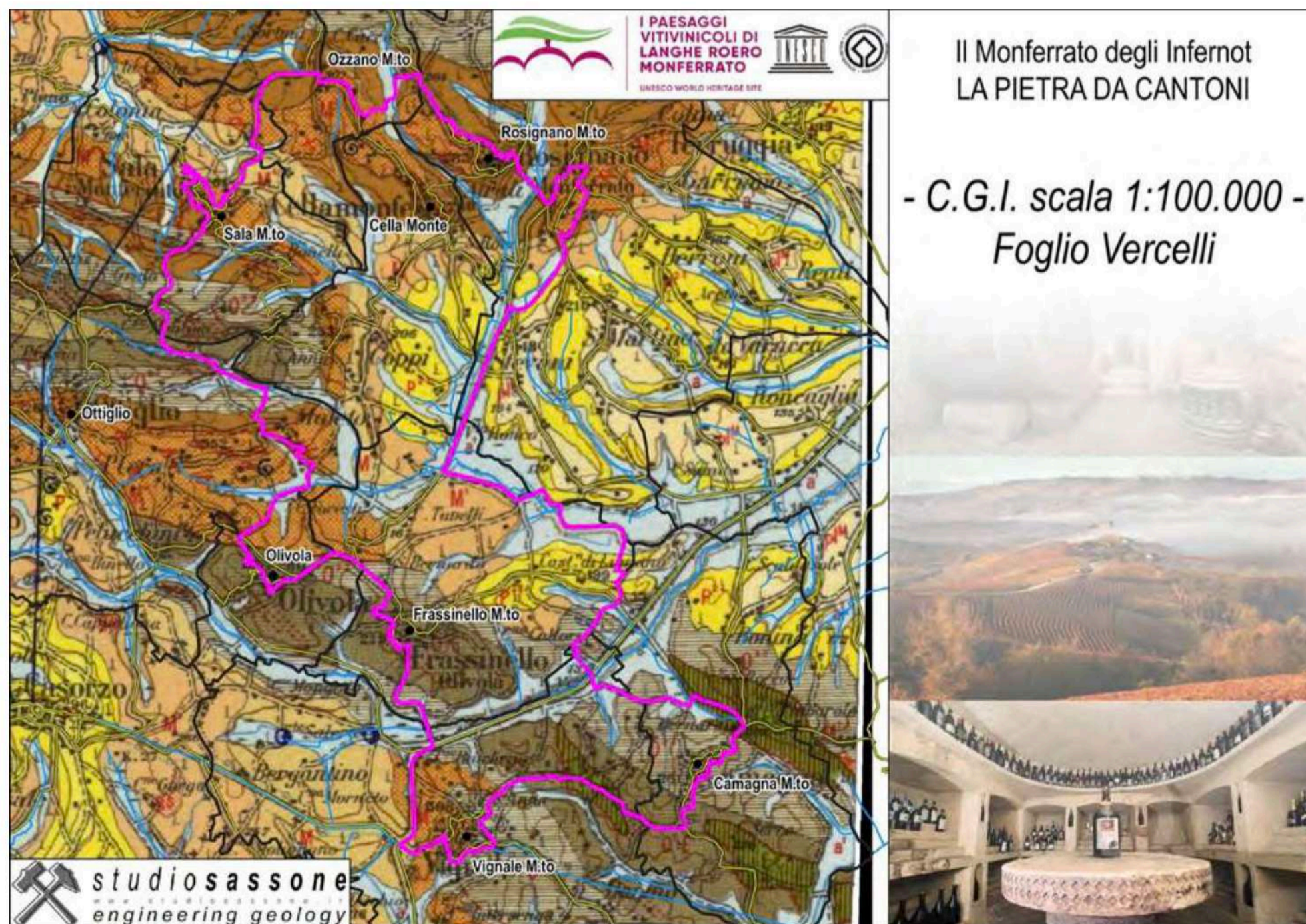


Figura 1. Inquadramento geologico e territoriale

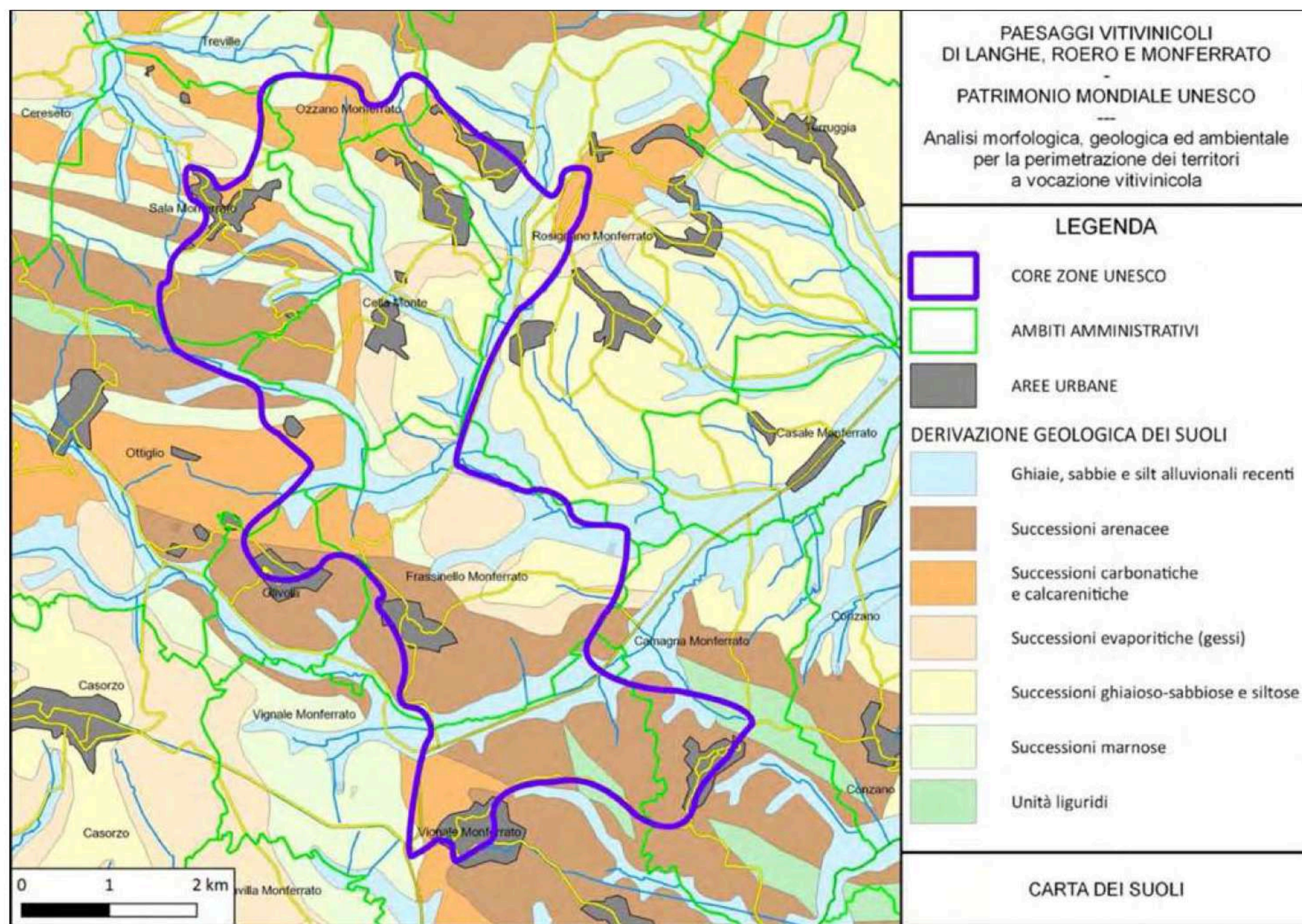


Figura 2. Inquadramento geologico del modello GIS della Core Zone Unesco -Monferrato degli Infernot

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il Monferrato può essere considerato come la prosecuzione geometrica verso Nord-Ovest dell'Appennino Settentrionale. La successione oligo-miocenica di natura sedimentaria si è tettonicamente evoluta in un dominio strutturale ben distinto dall'adiacente collina di Torino a Ovest e dal Bacino Terziario Piemontese a Sud. La successione del Monferrato orientale si sviluppa su un basamento di unità liguri (materiali di smantellamento dell'Appennino Ligure), costituito da complessi argillosi e flysch calcareo-marnosi analoghi a quelli presenti in Liguria, sopra la quale è presente la già successione oligo-miocenica.

Dal punto di vista litostratigrafico, in ordine dai termini più recenti a quelli più antichi, è possibile effettuare le seguenti suddivisioni litologiche:

Depositi alluvionali medio-recenti ed attuali (sabbie e limi);

Occupano le depressioni dei fondovalle principali essendo il risultato dell'azione di dilavamento e ruscellamento ad opera degli agenti esogeni sui terreni estremamente erodibili affioranti in zona;
PLEISTOCENE-OLOCENE

"Formazione Gessoso-Solfifera": Strati tabulari calcareo-marnosi vacuolari al-

ternati a strati marnoso-argillosi grigio-rossicci con spalmature nerastre; calcari cavernosi e calcari marnosi biancastri, argille verdognole inglobanti lenti gessose; **MESSINIANO**

"Marne di S. Agata Fossili": Marne ed argille grigio-azzurre; alla base alternanze centimetrico-decimetriche di peliti siltose grigio-azzurre ed arenacee giallo oca; **TORTONIANO-SERRAVALLIANO SUPERIORE**

"Pietra da Cantoni": Calcari organogeni biancastri ad algal balls con Bivalvi ed Echinidi ed arenarie calcaree giallastre, fossilifere, a tendenza pelitica verso l'alto; **LANGHIANO-ACQUITANIANO**

"Marne di Antognola": Marne siltose ed arenacee, grigio-marron-verdastre, a stratificazione maldistinta, con passate di colore rossiccio; **MIOCENE INFERIORE-OLIGOCENE SUPERIORE**

"Arenarie di Ranzano - Unità di Cardona Superiore": Peliti e siltiti in livelli decimetrici alternati ad arenarie e sabbie medie e fini di colore rossiccio; in alcuni casi alternanze fitte e regolari di peliti ed arenarie fini; **OLIGOCENE MEDIO (?)**

"Arenarie di Ranzano - Unità di Cardona Inferiore": Alternanze irregolari di strati di varia potenza di arenarie serpentinosse o raramente quarzose, conglomerati a clasti metamorfici, calcarei, diaspri e

subordinate peliti; (le facies conglomeratiche sono indicate con (C)); **EOCENE SUPERIORE?**

Appare assente o non affiorante, a Sala Monferrato, ogni termine litologico più antico dell'Unità di Cardona Inferiore.

Le caratteristiche geostrutturali fondamentali del territorio salese (vedasi sezione allegata) possono essere sintetizzate con la presenza di una struttura sinforme ad asse circa ONO-ESE condizionante l'immersione degli strati presenti nel settore settentrionale dell'area studiata. In particolare ciò è sottolineato dalla presenza di un'estesa area assiale di affioramento dei litotipi marnosi messiniani che riposano sulle sottostanti Marne di S. Agata Fossili (valle del Rio Lora). L'asse della sinforme subisce delle ondulazioni in senso altimetrico comportando, in corrispondenza dello spartiacque tra il bacino del Rotaldo e quello della Stura (dorsale Cà de Franchi-Savoia) l'assenza di affioramento dei termini messiniani che riaffiorano solo più ad est in prossimità di C.na Narzo.

Dal punto di vista deformativo fragile sono da segnalare strutture tettoniche recenti (Sassone e Al., 2015) che sottolineano elementi di tettonica recente confermati solo successivamente da studi

dell'Università dell'Insubria (Frigerio e Al., 2017), data la nota assenza di affioramenti o di tagli recenti in zone nuove. Ciò ha definitivamente confermato che anche il Monferrato presenta caratteri neotettonici e sismici paragonabili al vicino appennino emiliano romagnolo, pur con evidenze di probabili gap sismici e/o di tempi di ritorno più lunghi.

Come dimostrato dai recenti dati di letteratura in Monferrato centro-occidentale, tali strutture siano presenti anche qui con evidenze di intensità di deformazione tali da apparire estremamente importanti in ordine all'influenza ed al significato neotettonico e sismico.

GEOMORFOLOGIA E DISSESTO

Gli elementi geomorfologici rappresentati in cartografia ed oggetto di possibile elaborazione riguardano essenzialmente le morfologie e le fenomenologie morfogenetiche usualmente presenti in Monferrato.

Tra queste sono evidenziate, con opportune simboleggiature, le seguenti tipologie:

- Orli ed aree di frana (colamenti o smottamenti) accertati in base ad indagini dirette, d'archivio, fotointerpretazione;

- Settori di versante con forti indizi di dissesto gravitativo ricavati da fotointerpretazione
 - Ruscellamenti e aree inondabili in occasione di precipitazioni intense
 - Possibili ristagni temporanei in occasione di precipitazioni intense a causa di scarsa permeabilità del suolo
 - Dissesti puntuali recenti non cartografabili suddivisi in crolli della coltre eluviale, colamenti e smottamenti
 - Spartiacque principale
 - Opere di sostegno di scarpate
 - Orli di scarpata e terrazzi morfologici
- Per quanto attiene alla dinamica dei corsi d'acqua ed alle morfologie connesse sono presenti le seguenti caratteristiche morfologico-antropiche: Sezioni di deflusso potenzialmente critiche in corrispondenza a eventi meteorologici particolarmente intensi a causa di possibili fattori penalizzanti (intubamenti, scarsa manutenzione, sezioni insufficienti.

ASPETTI DI CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA DEI SUOLI E DEI TERRENI

Le distinzioni generali effettuabili sulla scorta dei dati di letteratura ed in base alle caratteristiche pedologiche medie porta alle seguenti caratterizza-

zioni dei vari suoli affioranti nel territorio salese:

Suoli da terreni alluvionali medio-recenti ed attuali (sabbie e limi): si tratta di materiali di granulometria generalmente limoso-argillosa, talora sabbiosa, con scarse proprietà geotecniche in ordine a grado di consolidamento, plasticità. Data la scarsa permeabilità possono presentare scarse capacità drenanti e dare luogo a locali ristagni di acqua con conseguente ulteriore scadimento delle proprietà geotecniche;

Suoli a componente argillosa impostati sulla "Formazione Gessoso-Solfifera": si tratta di marne brunastre piuttosto plastiche con variazioni a tendenza argillosa di colore grigio-rossiccio talora associati a strati tabulari di calcari marnosi vacuolari; non si hanno dati relativi alla presenza di significative intercalazioni gessose. La propensione a sviluppare dissesti per frana e colamento o, quantomeno, un elevato grado di dissestabilità è alta.

Suoli a componente marnosa impostati su "Marne di S. Agata Fossili": si tratta di marne ed argille grigio-azzurre a carattere plastico o compressibile;

Suoli a componente calcarea della "Pietra da Cantoni": si tratta di un calcare arenaceo a tendenza organogena, con passate arenacee giallastre e marnose

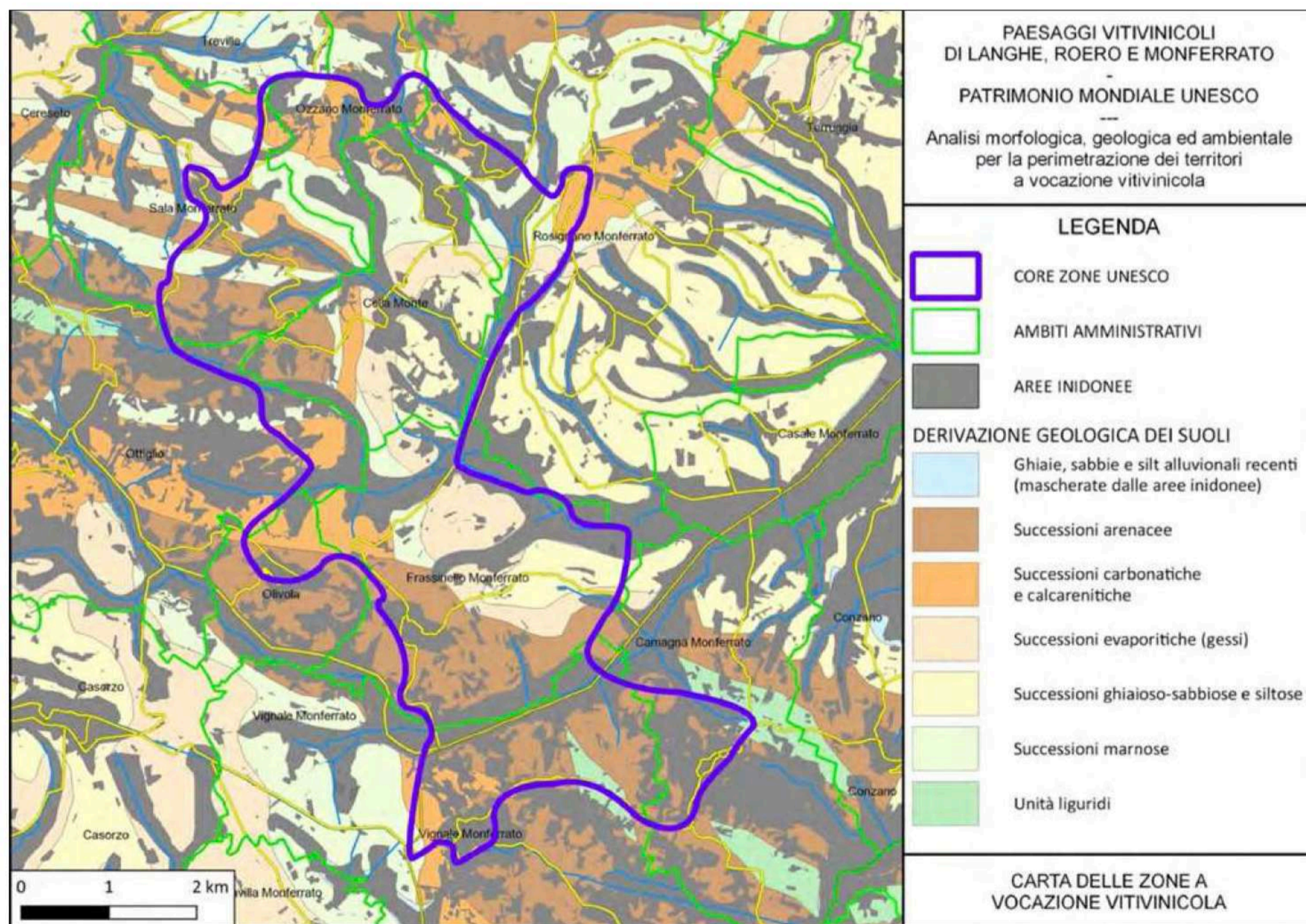


Figura 3. Carta di insieme delle aree a vocazione vitivinicola della Core e Buffer Zone Unesco

grigie; il grado di consolidamento è generalmente medio-elevato; possono presentarsi locali fratturazioni, specie in condizioni di disidratazione periodica oppure di natura tettonica, che determinano lo scadimento delle proprietà geotecniche, consentendo talora l'infiltrazione localizzata di acque superficiali *Suoli a componente marnosa delle "Marne di Antognola"*; sono marne arenaceo-siltose, grigio-verdastre, in genere estremamente consolidate ma facilmente alterabili nella parte superficiale sotto l'azione degli agenti esogeni; tendono ad una fratturazione per esfoliazione se disidratate; elevata la tendenza al rigonfiamento in caso di contatto con acque di infiltrazione (in tale caso appare opportuno prevederne il comportamento rigonfiante, verificando la possibilità di intervento con opportune tecniche di consolidamento).

Suoli a componente argilloso pelitica delle "Arenarie di Ranzano - Unità di Cardona Superiore"; si tratta di peliti e siltiti in genere sovraconsolidate, in livelli decimetrici talora alternanti a arenarie e sabbie medie e fini nocciola; la stratificazione netta può essere causa di locali svincoli in ammassi caratterizzati da elevate acclività ed inclinazioni degli strati; Localmente le caratteristiche geotecniche possono scadere fortemente in funzione

della presenza di persistenti fratturazioni, alterazioni o infiltrazioni di acqua.

Suoli a componente arenacea delle "Arenarie di Ranzano - Unità di Cardona Inferiore"; si tratta di Alternanze irregolari di strati di varia potenza di arenarie serpentinosse e raramente quarzose, conglomerati a clasti metamorfici, calcarei e diaspri, con subordinate peliti; possono essere presenti potenti orizzonti conglomeratici mediamente o molto consolidati; la stratificazione netta e le locali fratturazioni possono essere causa di locali svincoli in ammassi rocciosi caratterizzati da elevate acclività ed inclinazioni degli strati.

INDIRIZZI PER LA MITIGAZIONE DEL DISSESTO E A FAVORE DELLA RESILIENZA DELL'AGRICOLTURA E VITICOLTURA

In un contesto agricolo, a particolare indirizzo vitivinicolo, qual è tuttora il Monferrato orientale, l'equilibrio idrogeologico si è potuto infatti mantenere, in parte, anche grazie all'azione regolante delle colture a vite e della diffusa rete di fossati, ove l'esperta ed oculata azione dell'uomo ha consentito di regolare naturalmente il drenaggio delle acque meteoriche, consolidando settori

di versante che, altrimenti, si sarebbero prestati facilmente ad un'erosione diffusa e incontrollata.

La dimostrazione di quanto tale azione antropica si sia resa utile nel controllo idrogeologico del territorio collinare viene dal confronto con le aree talora abbandonate dall'agricoltura ove vegetazione degradata (vigneti non estirpati e bosco di invasione) e talora erosione hanno preso localmente piede alterando visivamente e fisicamente interi settori collinari. Ma la problematica più recente è quella della scarsità di precipitazioni a fronte di impoverimento delle falde nelle vallecole principali e secondarie e a fronte dell'assenza di sistemi e di bacini di raccolta idrica anche in ottica di mitigazione delle violente precipitazioni.

Il reticolato idrografico e i manufatti stradali e di attraversamento e le opere di difesa andrebbero riprogettati secondo adeguamenti e dimensionamenti idonei, consentendo di controllare e smaltire più agevolmente gli eventi intensi possibilmente favorendo il trattamento controllato e la razionale gestione delle risorse idriche a mezzo di sistemi di gestione delle piene, e infine mediante stoccaggio idrico nel bacino di neo formazione previo idoneo rimodellamento e rinaturazione delle sponde.

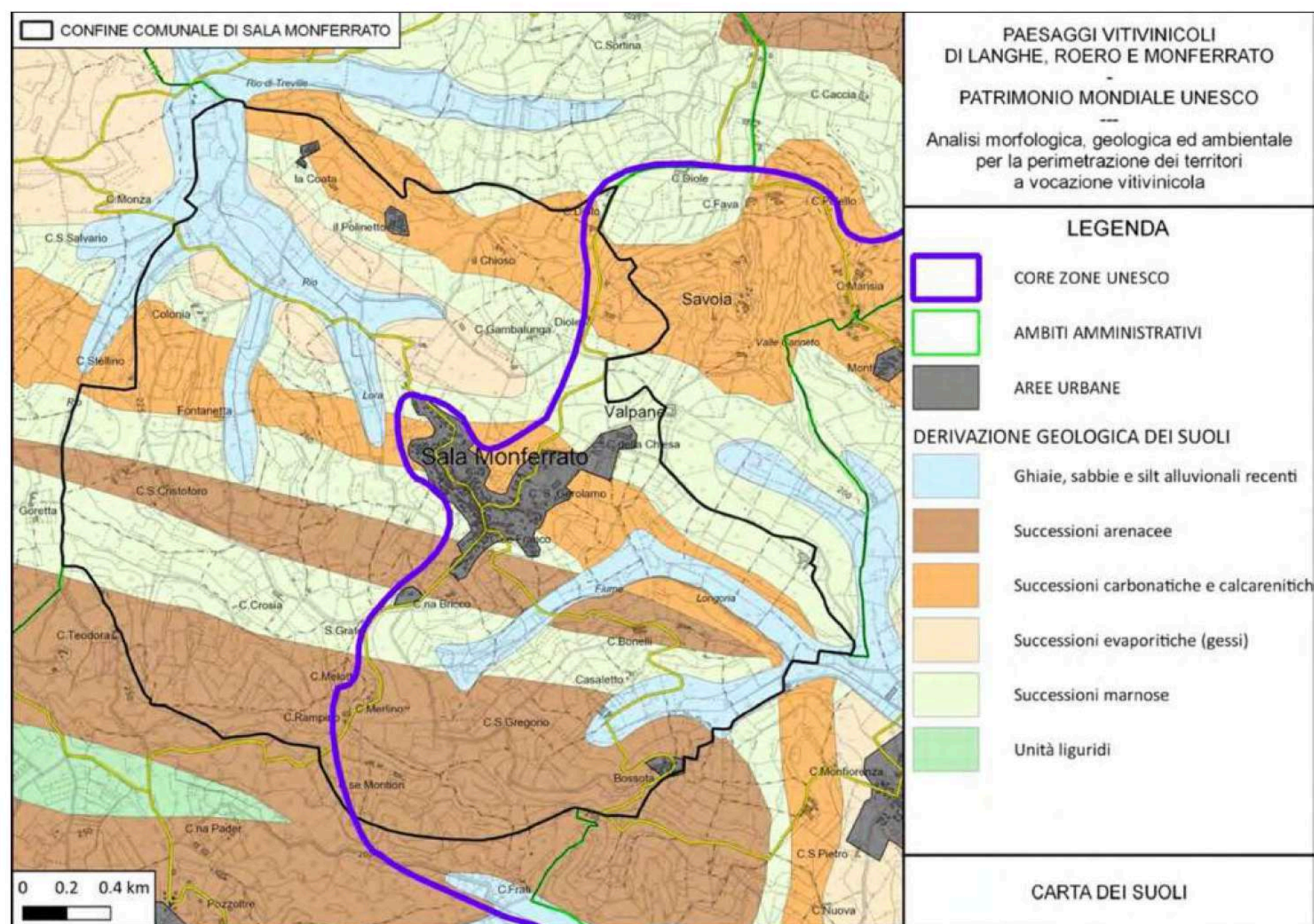


Figura 4. Carta di Dettaglio dei Suoli di Sala Monferrato (AL)

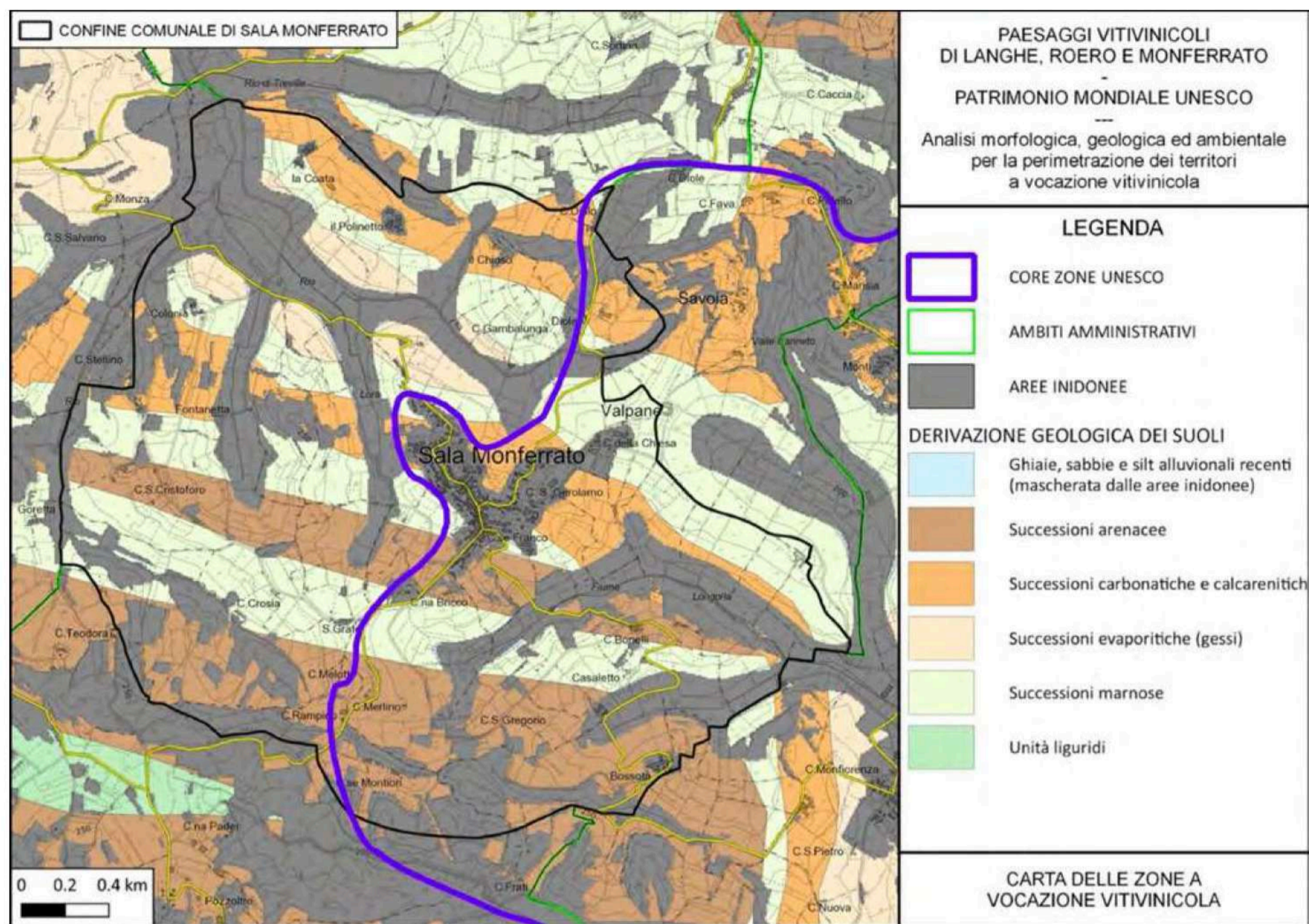


Figura 5. Carta delle zone a vocazione vitivinicola di Sala Monferrato

La conformazione prevista di tali bacini dovrebbe essere, (in un contesto a elevata vocazione tartufigena ambientale e turistica) quella di formare zone umide finalizzate a una destinazione mista e multiscopo:

1. area di laminazione piene del reticolo idrografico minore, area umida a vocazione naturalistica
2. fasce tampone oggetto di piantumazione al contorno con essenze arboree tartufigene per la realizzazione di tartufaia didattica
3. aree verdi per il tempo libero e iniziative di educazione ambientale.

RISULTATI

L'analisi svolta ha consentito di produrre una piattaforma informatica multitematica dalla quale è stata estratta una base cartografica geotematica per gli areali Unesco e per il territorio comunale di Sala Monferrato che mette in evidenza le aree a maggiore vocazione, idoneità e propensione ad essere insediate come vigneto.

L'analisi ha evidenziato anche la possibilità di eseguire un confronto rapido ed efficace tra le colture in corso o in previsione e le aree di dissesto, elaborandone in automatico le superfici interferite e visualizzandone la distribuzione.

Non c'è da aspettarsi che l'agricoltore utilizzi direttamente questo tipo di simulazioni ma indirettamente lo studio ha permesso di verificare e confermare, come visualizzato dalla cartografia ottenuta (Fig. 6) che la distribuzione dei vigneti segue e collima con una ottima corrispondenza con le aree emerse sulle aree maggiormente vocate permettendo di attestare la buona funzionalità del sistema rispetto a quelle che sono le reali distribuzioni dei vigneti e indicare le possibili aree di espansione segnalando invece quelle inidonee o critiche per vincoli o altre limitazioni pedologiche o territoriali.

La potente gestione archivistica e funzionale di Qgis ha permesso di estrarre dagli archivi disponibili la serie di sequenze ortofotografiche dell'ultimo ventennio, la base catastale più recente, la perimetrazione dei centri edificati e degli insediamenti urbanizzati, la rete idrografica principale e minore, il quadro vincolistico generale e relative fasce di rispetto, i settori in frana o in dissesto geoidrologico. Inoltre l'analisi spaziale ha permesso di selezionare morfologicamente i settori inidonei per eccessive pendenze (versanti inclinati oltre il 25%) e escludere i versanti con orientazione tra NE e NO, cioè con direzione compresa tra 315° Ovest e

45°Est, proprio per escludere i settori a minore insolazione.

CONCLUSIONI

Le analisi condotte sono state esemplificate in alcune immagini di base riferite all'intero contesto della Core Zone dei nove comuni (Figg. 2-3), ma per comprendere con maggiore dettaglio i risultati dell'analisi di *siting* si è ritenuto interessante incentrare le osservazioni su uno dei comuni più interessanti e vitati, Sala Monferrato, di soli 6,7 kmq, ricadente tra i comuni monferrini più vocati alla produzione di vini di qualità (Figg. 4-5-6).

L'esperienza del viticoltore locale non è seconda a nessun'altra, essendo in grado di conoscere perfettamente pregi e difetti dei diversi settori collinari, vocazione ed idoneità all'uno o l'altro vitigno.

Tuttavia la pianificazione territoriale, in un contesto territoriale commercialmente e turisticamente "in ritardo" rispetto alle vicine Langhe e per il quale si prevede un forte sviluppo che non sarà scevro da errori, deve prevedere e tenere conto del fatto che ove le coltivazioni si debbano ampliare in linea col crescente successo di vini del Monferrato, appare opportuno disporre di qualche strumento conoscitivo in più per agevolare le previsioni di pianificazione geoidrologica e

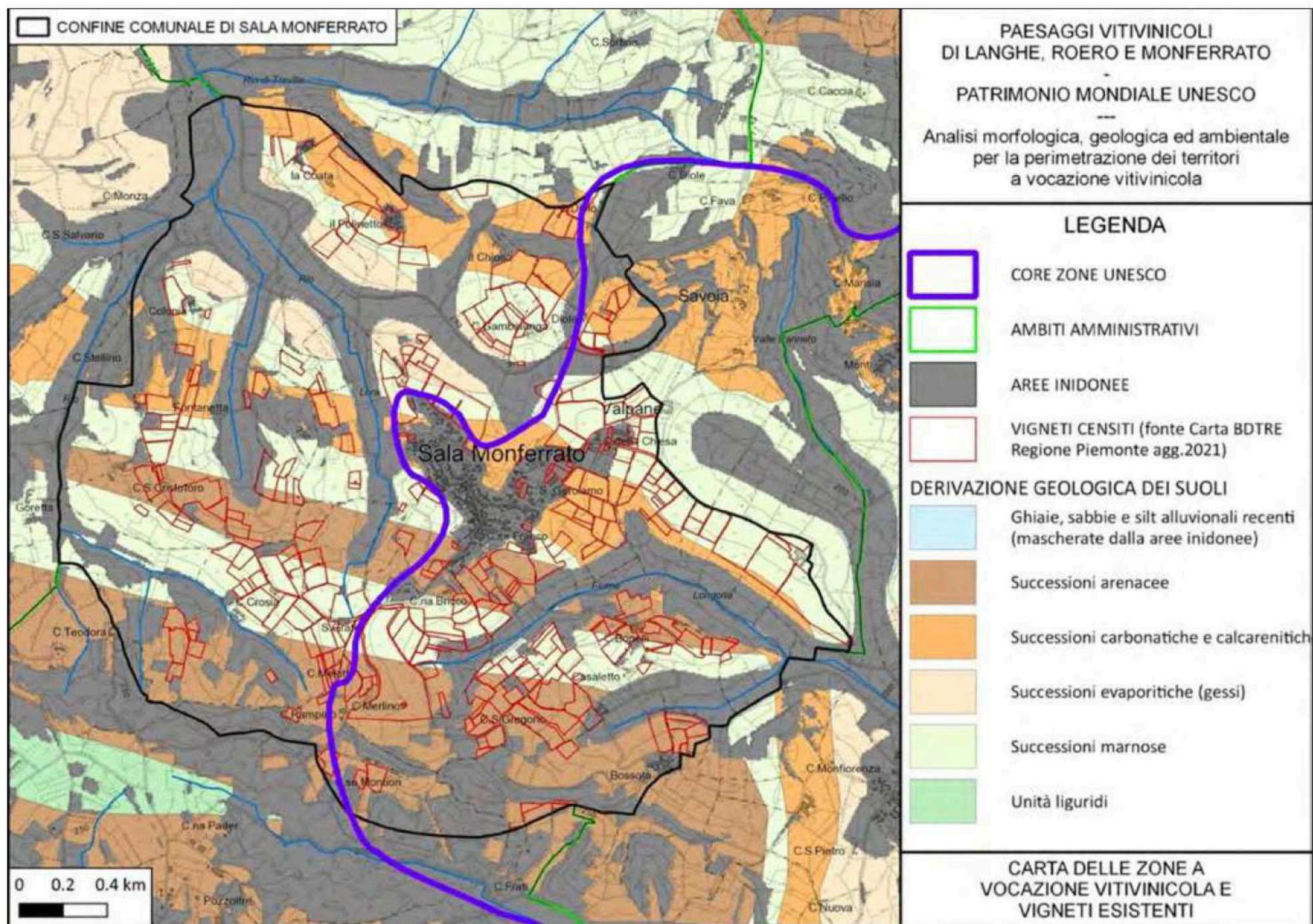


Figura 6. Confronto tra aree vocate e distribuzione effettiva dei vigneti a Sala Monferrato

vitivinicole con idonea tutela delle risorse ambientali e boschive di pregio.

Le simulazioni effettuate consentono di confermare che le scelte di impianto prevalentemente coincidono con le zone maggiormente vocate emerse dal modello di calcolo digitale implementato.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Geol. Gamba Roberto per le elaborazioni grafiche e il dr. Agron. Maurizio Gily per i preziosi suggerimenti.

BIBLIOGRAFIA

- ARPA PIEMONTE – Carta geologica del Piemonte. Scala 1/250.000.
- BONSIGNORE G., BORTOLAMI G., ELTER G., MONTRASIO A., PETRUCCI F., RAGNI U., SACCHI R., STURANI C., ZANELLA E. (1969), *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia*. F.56-57, Torino-Vercelli. Poligrafica & Cartevalori, Ercolano, pp.96.
- CHIESA G. (1989), *Litostratigrafia e microfaccies della Pietra da Cantoni nel Monferrato Casalese*. Tesi di laurea, Univ. Di Torino, ined., 155 pp.
- FALLETTI P. (1994), *Caratteri stratigrafici della successione oligo-miocenica nel settore orientale del Monferrato*. Atti Tic. Sc Terra, Serie Speciale, 1, 269-282.
- C. FRIGERIO L. BONADEO A. ZERBONI F. LIVIO M.F. FERRARIO G. FIORASO A. IRACE A.M. MICHETTI (2017), *Prime*

prove per faglie superficiali sismiche dal tardo Pleistocene all'Olocene nell'arco del Monferrato orientale (Italia settentrionale): geologia, pedomorfologia e studio strutturale del sito di Pecetto di Valenza. Quaternario Internazionale, Vol. 51, pagg. 143-164.

MONTRASIO A., PREMOLI SILVA I., RAGNI U. (1968), *Osservazioni geologico-stratigrafiche sulla regione compresa tra Casale Monferrato, Vignale, Alfiano natta, Gabiano*. Boll. Soc. Geol. It., 87, 581-609.

POLINO R., CLARI P., CRISPINI L., D'ATRI A., DELA PIERRE F., NOVARETTI A., PIANA F., RUFFINI R., TAMPANELLI M. (1996), *Relazioni tra zone di taglio crostali e bacini sedimentari: l'esempio della giunzione alpino-appenninica durante il terziario*. Guida all'escursione in Monferrato e nella Zona Sestri-Voltaggio. Atti Convegno "Rapporti fra Alpi-Appennino", Peveragno.

RUFFINI R. (1995), *Evidenze di attività vulcanica terziaria nelle Alpi occidentali: problemi ed ipotesi*. Tesi di Dottorato in Scienze della Terra, Univ. Studi di Torino.

RUFFINI R., CADOPPI P. (1994), *Evidence of trachytic and rhyolitic volcanism in the Miocene succession of Monferrato (NW Italy)*. Atti Tic. Sc; terra, Serie Speciale, 1, 297-331.

RUFFINI R., CADOPPI P., D'ATRI A., NOVARETTI A. (1995), *Ash layers in the Monferrato (NW Italy): records of two types of magmatic source in Oligocene-Miocene time*. "Eclogae Geol. Helv.", 88 (2).

RUFFINI R., D'ATRI A., NOVARETTI A., CADOPPI P., CLARI P., COSCA M.A., DELA PIERRE F., HUNZIKER J.C., PIANA

F., POLINO R., TAMPANELLI M. (1994), *⁴⁰Ar-³⁹Ar dating and biostratigraphic data of volcanic ash layers from Monferrato (NW Italy)*. Atti Convegno "Rapporti fra Alpi e Appennino", Peveragno (CN) 31 maggio-1 giugno 1994, Riassunti, 115-116.

RUFFINI R., VALLERI G. & RICCI B. (1991), *I livelli vulcanoclastici del Monferrato. Nuove segnalazioni ed inquadramento stratigrafico*. Boll. Mus. Reg. Sc. Nat., Torino, suppl. Vol. 9, 1, 83-97.

SACCO F. (1889), *Il seno terziario di Moncalvo*. Atti R. Acc. Sc. Torino, 24, 562-575.

SASSONE P., GAMBA R., NAVONE L. (2015), *Strutture recenti nordvergenti a basso angolo in Val Cerrina (Monferrato Casalese): nuove segnalazioni*. (Poster) - AIQUA Congress 2015 "The Plio-Pleistocene Continental record in Italy: Highlights On Stratigraphy And Neotectonics" February 24-26, 2015 - Torino, Italy.

SCHUTTENHELM R.T.E. (1976), *History and modes of Miocene carbonate deposition in the interior of the Piedmont basin*. NW Italy. Utrecht Micropal. Bull., 14, 1-207.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969), Foglio 57 Vercelli della Carta Geologica d'Italia 1:100.000, Roma.

STURANI C. (1973), *Considerazioni sui rapporti tra Appennino settentrionale ed Alpi occidentali*. Atti Convegno "Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino". Roma, Accad. Naz. Lincei, 183, 119-142.

ONLINE

https://docs.qgis.org/3.10/it/docs/user_manual/