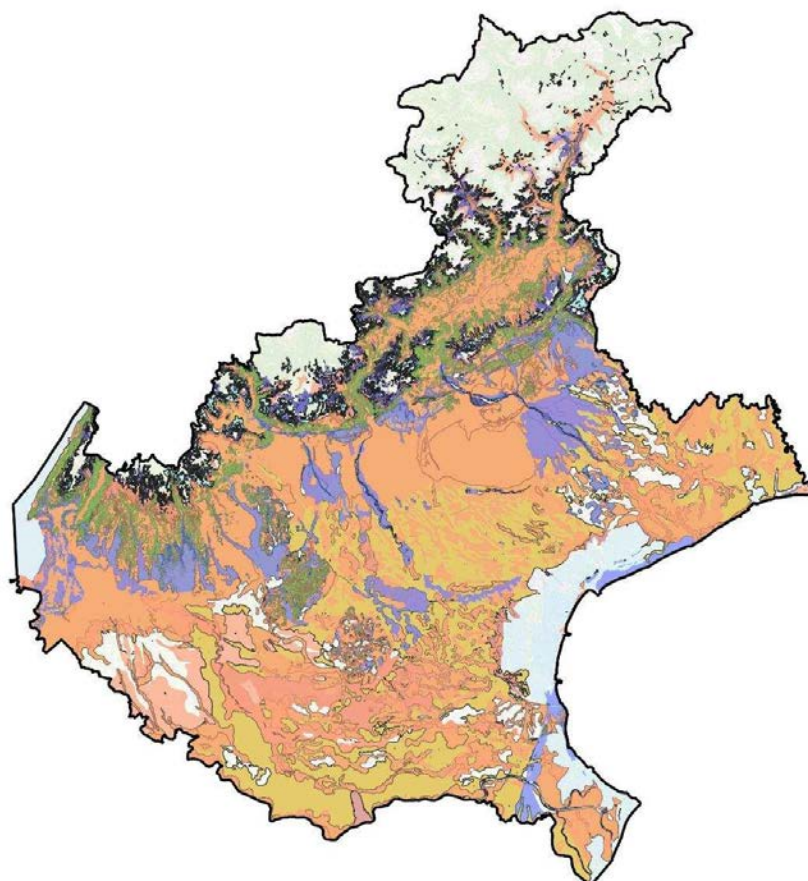




**CARTOGRAFIA DIGITALE TEMATICA DELLE AREE VOCATE ALLA
PRODUZIONE DEI TARTUFI NELLA REGIONE VENETO
RELAZIONE METODOLOGICA**
(Legge regionale 28 giugno 1988, n. 30)



Novembre 2025



Il presente documento è stato redatto a cura del Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali nell'ambito di una collaborazione tra la Regione del Veneto – Direzione Foreste Selvicoltura e Sistemazioni Idraulico Forestali, U.O. Foreste e Selvicoltura e l'Università degli Studi di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali.

Responsabile scientifico, raccolta dei dati, e redazione dei testi: Lucio Montecchio - Università degli Studi di Padova – Dipartimento TESAF.

Gruppo di lavoro:

Regione del Veneto: Silvia Majer, Andrea Casarin, Alessandro Faggin.

Università degli Studi di Padova – Dipartimento TESAF: Lucio Montecchio, Giovanni Rossetto.



INDICE GENERALE

1. Premessa e scopo del lavoro	4
2. Descrizione del lavoro	5
3. Dati e strumenti utilizzati	6
4. L'attività svolta.....	7
4.1 Raccolta e sistematizzazione delle informazioni relative alla presenza delle nove specie di tartufo per cui è autorizzata la raccolta.....	7
4.2 Reperimento e analisi dei principali dati pedologici e climatici utili alla caratterizzazione del territorio.....	8
4.3 Elaborazione di un modello territoriale concettuale, basato sull'integrazione delle informazioni disponibili.....	10
4.4 Realizzazione della cartografia digitale tematica	12
5. La cartografia digitale tematica	14
6. Allegati	16
7. Conclusioni.....	19
8. Bibliografia.....	20
9. Ringraziamenti	21



1. Premessa e scopo del lavoro

Nell'ambito delle attività finalizzate al potenziamento, alla salvaguardia e alla promozione della tartuficoltura regionale, la Direzione Foreste, Selvicoltura e Sistemazioni Idraulico Forestali della Regione del Veneto, in base alla Delibera della Giunta Regionale n. 1515 del 16 dicembre 2024 e in attuazione della L.R. n. 30/1988 come modificata dalla L.R. n. 21/2024, ha avviato una collaborazione con il Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF) dell'Università degli Studi di Padova per la **realizzazione di una cartografia digitale tematica delle aree vocate alla produzione di tartufi nel territorio della Regione Veneto**. La cartografia prodotta costituirà un nuovo layer informativo del Geoportale della Regione del Veneto, con funzione conoscitiva della potenziale presenza e vocazione produttiva delle diverse specie di tartufi presenti in Veneto, nonché come base tecnica per l'attuazione delle azioni previste per lo sviluppo, tutela e valorizzazione della tartuficoltura nel territorio regionale. Le attività, come descritto nel progetto di collaborazione, sono state condotte sotto la responsabilità scientifica del Prof. Lucio Montecchio del Dipartimento TESAF dell'Università degli Studi di Padova.

Il lavoro descritto nella presente relazione, funzionale alla definizione di interventi per la tutela e la valorizzazione del patrimonio tartuficolo regionale, si è concentrato sulla produzione di una cartografia digitale tematica delle aree potenzialmente vocate alla coltivazione del tartufo, considerando le caratteristiche di suolo, morfologia e clima a prescindere dalla presenza o meno di piante tartufigene e dall'uso del suolo.

Nell'ambito del lavoro sono stati perseguiti i seguenti obiettivi specifici:

- raccolta e sistematizzazione delle informazioni relative alla presenza delle nove specie di tartufo per cui è autorizzata la raccolta;
- reperimento e analisi dei principali dati pedologici e climatici utili alla caratterizzazione del territorio;
- elaborazione di un modello territoriale concettuale, basato sull'integrazione delle informazioni disponibili;
- realizzazione della cartografia digitale tematica.

A tali obiettivi si farà nel seguito riferimento per la presentazione del lavoro svolto.



2. Descrizione del lavoro

I tartufi sono funghi ipogei appartenenti al phylum *Ascomycota*, ed il loro sviluppo è fortemente condizionato dalle caratteristiche stazionali pedologiche e climatiche. Su tali basi, l'elaborazione di cartografie tematiche in diverse Regioni ha preso forma attraverso sistemi di valutazione articolati, fondati sull'individuazione dei principali caratteri territoriali favorevoli alla crescita dei tartufi. Regioni come Abruzzo, Piemonte, Lombardia e Molise hanno condotto attività specifiche per la definizione della vocazionalità tartufigola, basando le proprie analisi sulla costruzione di griglie valutative per sintetizzare in modo coerente i parametri chiave di suolo, copertura vegetazionale ed aspetti fitoclimatici. In Piemonte, ad esempio, l'idoneità dei siti è stata valutata considerando separatamente un ampio ventaglio di variabili, sia qualitative che quantitative, tra cui tessitura, contenuto in carbonati, profondità, scheletro, pH, umidità, sostanza organica, idromorfia, tipo di substrato, morfologia, esposizione, pendenza, quota e presenza o meno di copertura forestale continua. L'applicazione per il territorio del Veneto di una metodologia di questo tipo è stata possibile grazie all'ampio patrimonio di dati territoriali ed ambientali reso disponibile dalla Regione del Veneto e dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), fruibile attraverso livelli informativi digitali.

Oltre ai dati ambientali, le informazioni relative ai rinvenimenti di tartufo ed i dati delle tartufaie coltivate e controllate attualmente registrate presso la Regione del Veneto rappresentano un patrimonio informativo fondamentale per l'analisi territoriale. La conoscenza delle aree di raccolta ha reso possibile l'individuazione delle caratteristiche tipiche delle stazioni colonizzate dalle 9 specie del genere *Tuber* raccogliibili in Veneto.

L'interrogazione incrociata dei livelli informativi digitali disponibili integrati con l'informazione "di campo", ha permesso di sviluppare la cartografia relativa alla vocazionalità tartufigena del Veneto, scopo del presente lavoro, individuando nel territorio, per ogni specie di tartufo indagata, le seguenti classi:

- **Z1, alta vocazionalità;**
- **Z2, media vocazionalità;**

Le attività svolte sono descritte nel successivo par. 4.



3. Dati e strumenti utilizzati

Per la produzione dell'elaborato cartografico sono stati utilizzati dati provenienti da banche dati regionali, di seguito elencati.

- limiti amministrativi (shapefile), “r_veneto:c0104031_Regione”, Geoportale del Veneto (licenza IODL 2.0);
- carta dei suoli (shapefile), “c0507021_CartaSuoli250k” in scala 1:250.000 (“c0507101_CartaSuoli50k” 1:50.000 dove disponibile), GeoPortale Veneto (licenza CCBY 3.0);
- copertura del suolo (shapefile), “r_veneto:c0506191_CCS2023”, Geoportale del Veneto (licenza IODL 2.0);
- dati climatici (CSV), “arpa_ve:c0306010_DatiMeteo”, Stazioni meteorologiche ARPAV, Geoportale del Veneto (licenza CCBY);
- DTM (georaster), Tinitaly/1.1, INGV (licenza CCBY 4.0);
- pH del suolo (shapefile), “carta_ph_pianura_collina”, Geoportale del Veneto (licenza CCBY 3.0);
- carbonio organico del suolo (shapefile), “c0507051_CarbOrgPercSuoli”, Geoportale del Veneto (licenza CCBY 3.0);
- tessitura suoli (shapefile), “c0507171_TesSuoVen50cm” in scala 1:250.000 (“c0507181_TesSuo50cm” 1:50.000 dove disponibile), Geoportale del Veneto (licenza CCBY 3.0);
- riserva idrica dei suoli (shapefile), “c0507231_RisIdricaSuoli250k” in scala 1:250.000 (“c0507241_RisIdricaSuoli50k” 1:50.000 dove disponibile), Geoportale del Veneto (licenza CCBY 3.0);
- permeabilità dei suoli (shapefile), “c0507141_PermSuoli250k” in scala 1:250.000 (“c0507221_PermSuoli50k” 1:50.000 dove disponibile), Geoportale del Veneto (licenza CCBY 3.0);
- schede Unità Tipologica di Suolo (UTS), Geoportale ARPAV, licenza (CCBY 3.0).

Il dato di pH del suolo è disponibile per la regione Veneto per le zone di pianura e collina, mentre non risulta disponibile per le zone montuose.

Per la produzione dell'elaborato cartografico sono stati utilizzati i software QGIS 3.40 ed ArcGIS Pro 3, mentre per l'elaborazione dei dati i software R 4.4.3 e Rstudio 2024.12.1 con pacchetti *dplyr* 1.1.4 ed *sf* 1.0-19.



4. L'attività svolta

L'attività svolta si è articolata in funzione dei quattro obiettivi specifici elencati nello “Scopo del lavoro” (par. 1), con riferimento ai quali nel seguito viene declinata.

4.1 Raccolta e sistematizzazione delle informazioni relative alla presenza delle nove specie di tartufo per cui è autorizzata la raccolta

Le specie del genere *Tuber* di cui è consentita la raccolta e la coltivazione secondo la Legge regionale 28 giugno 1988, n. 30, e pertanto considerate al fine dello sviluppo della cartografia, sono:

- *Tuber magnatum* Pico;
- *Tuber melanosporum* Vitt.;
- *Tuber aestivum* Vitt.;
- *Tuber aestivum* var. *uncinatum*;
- *Tuber brumale* Vitt.;
- *Tuber brumale* var. *moschatum*;
- *Tuber borchii* Vitt.;
- *Tuber macrosporum* Vitt.;
- *Tuber mesentericum* Vitt..

Le informazioni riguardanti la presenza e la distribuzione delle tartufaie nel territorio Veneto sono state raccolte e approfondite attraverso fonti e studi specifici, tra cui:

- La tesi di laurea “**Carta della vocazionalità alla tartuficoltura in provincia di Rovigo. Studi preliminari**” del Dott. Michele Casarin, con relatore il Prof. Lucio Montecchio e correlatore il Dott. Maurizio Minuzzo.
- La tesi di laurea “**Carta della vocazionalità alla tartuficoltura in provincia di Vicenza e ipotesi progettuali**” della Dott.ssa Marta Girardi, con relatore il Prof. Lucio Montecchio e correlatore il Dott. Maurizio Minuzzo.
- I dati relativi alle **tartufaie controllate e tartufaie coltivate** forniti dall'Unità Operativa Foreste e Selvicoltura della Regione del Veneto.
- Il contributo di esperti e tecnici di Veneto Agricoltura (Dott. Alessandro Ballasso e Michele Casarin) e del Gruppo Micologico Saccardo (Dott. Fabio Padovan, Livio Lorenzon, Gianfranco Pobbe).

Le 193 segnalazioni di presenza accertata ottenute da queste fonti, ritenute affidabili per assenza di conflitto di interesse e per comprovata competenza scientifica, hanno costituito la base documentale e conoscitiva per la stesura delle mappe di vocazionalità e per le analisi di potenzialità tartuficola nel contesto veneto.



4.2 Reperimento e analisi dei principali dati pedologici e climatici utili alla caratterizzazione del territorio

I parametri pedologici, climatici e morfologici utilizzati vengono di seguito riportati.

- Parametri morfologici e climatici:
 - Altitudine;
 - Esposizione;
 - Temperatura media annua;
 - Precipitazioni.
- Parametri pedologici
 - pH;
 - Calcare totale;
 - Calcare attivo;
 - Tessitura;
 - Carbonio organico;
 - Riserva idrica;
 - Permeabilità.

L'acquisizione dei dati utilizzati è stata effettuata tramite il Geoportale della Regione del Veneto (<https://idt2.regione.veneto.it/>) ed il Geoportale ARPA Veneto (<https://geomap.arpa.veneto.it/>).

I livelli informativi climatici di Temperatura media annua e Precipitazione sono stati costruiti sulla base delle informazioni disponibili nel file “arpa_ve:c0306010_DatiMeteo”, assegnando alla posizione di ciascuna stazione meteorologica ARPAV il valore medio calcolato sugli ultimi circa 30 anni di misurazione di temperatura aria a 2m (°C) (media delle medie) e precipitazione annua cumulata (mm). Dalla rete di monitoraggio così ridistribuita nello spazio sono stati interpolati i dati climatici per ottenere una copertura completa del territorio regionale tramite tecniche di kriging. L'Empirical Bayesian Kriging (EBK) è stato scelto come metodo di interpolazione dei dati per la sua capacità di automatizzare stima e simulazione del variogramma e per la possibilità di gestire la variabilità su scala locale della temperatura utilizzando explanatory variables come quota ed esposizione (EBK Regression Prediction). Viene riportata in fig.1 la rappresentazione del raster della temperatura media del Veneto calcolato sulle misurazioni della rete di monitoraggio ARPAV.



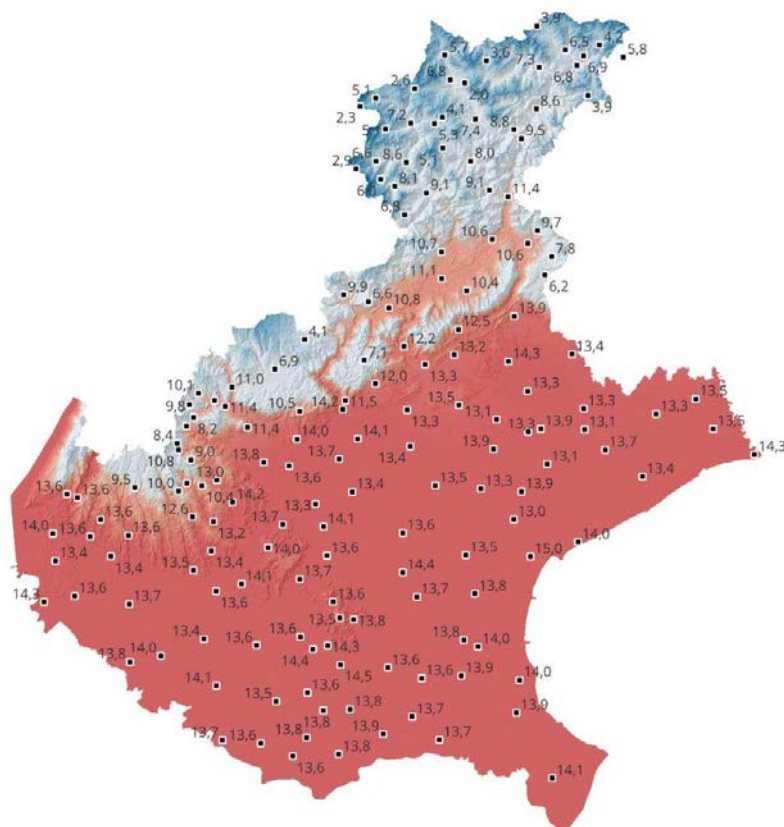


Figura 1: Raster della temperatura media annuale della Regione Veneto ottenuto tramite interpolazione spaziale. I dati puntuali sovrapposti rappresentano le misurazioni registrate presso le stazioni meteorologiche ARPAV.

A partire dal Modello Digitale del Terreno (DTM) “Tinitaly/1.1” sono stati ottenuti l’altimetria del territorio regionale e l’esposizione dei versanti. L’esposizione è stata descritta sulla rosa dei quattro punti cardinali ‘Nord’, ‘Est’, ‘Sud’ e ‘Ovest’ ed ha sempre carattere di versante in quanto è stata classificata sopra i 10° di pendenza. Al di sotto dei 10° di pendenza il versante prende sempre il nome di ‘Pianura’. Ne deriva che l’informazione sull’esposizione include intrinsecamente sia l’altitudine del tartufo a insediarsi su versanti acclivi sia la sua preferenza per specifici orientamenti solari.

Per quanto riguarda la carta dei suoli (c0507021_CartaSuoli250k, c0507101_CartaSuoli50k), la tessitura (c0507171_TesSuoVen50cm, c0507181_TesSuo50cm), la riserva idrica (c0507231_RisIdricaSuoli250k, c0507241_RisIdricaSuoli50k) e la permeabilità (c0507141_PermSuoli250k, c0507221_PermSuoli50k) il dato in scala 1:50.000, non disponibile per l’intero territorio regionale, è stato integrato con il dato in scala 1:250.000. Un esempio di integrazione dei dati viene riportato in fig. 2 per i dati di riserva idrica. Nelle aree in cui il dato non fosse disponibile, come per le informazioni di pH del suolo per il territorio montano, il carattere è stato considerato come adatto allo sviluppo del tartufo.



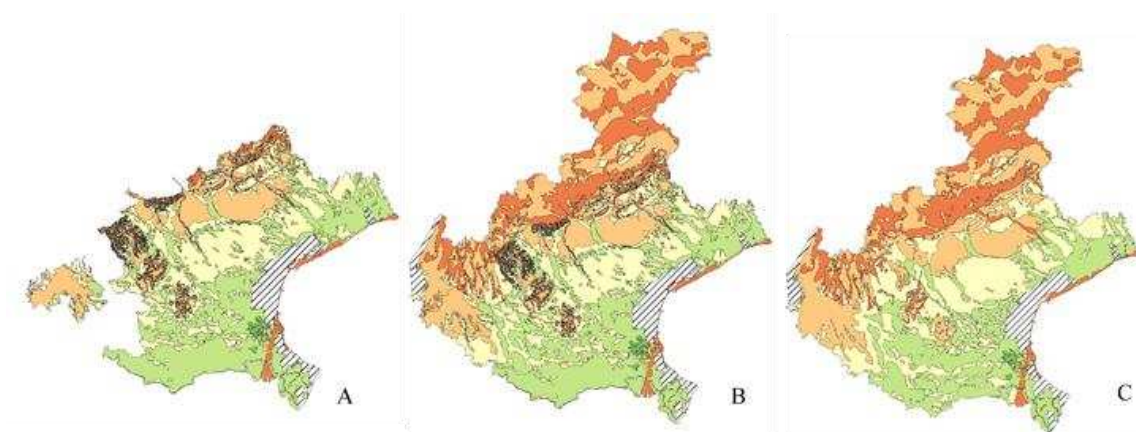


Figura 2 Riserva idrica (Available Water Capacity, AWC). Integrazione dei dati a scala 1:50.000 (A) con quelli a scala 1:250.000 (C) per la produzione del livello di fusione (B).

Le informazioni sul calcare sono state ottenute dalle schede dell'Unità Tipologica di Suolo (UTS). Ai fini di questo lavoro sono state considerate le percentuali % di calcare totale e di calcare attivo nell'orizzonte superficiale del suolo. Essendo presenti diverse UTS in ogni Unità Cartografica, per meglio rappresentare la variabilità di calcare contenuta in ogni Unità Cartografica sono stati adottati due diversi metodi per il calcare totale e per il calcare attivo. Il calcare totale, rappresentato come valore modale percentuale % in ogni UTS, è stato riportato nei tre valori massimo, medio e minimo di ogni Unità Cartografica risultando negli attributi come Calcare Totale MAX, Calcare Totale MED e Calcare Totale MIN. Il calcare attivo viene invece riportato come range di valori percentuali % per ogni UTS, e viene quindi rappresentato nell'Unità Cartografica come range dei valori minimo e massimo delle UTS presenti.

4.3 Elaborazione di un modello territoriale concettuale, basato sull'integrazione delle informazioni disponibili

I dati ambientali ottenuti sono così stati archiviati in forma vettoriale in un modello pedo-climatico della regione Veneto. I parametri caratteristici di ogni specie sono stati ottenuti estrapolando dal modello le informazioni pedo-climatiche in ciascuno dei siti di rinvenimento segnalati, come rappresentato in fig.3.



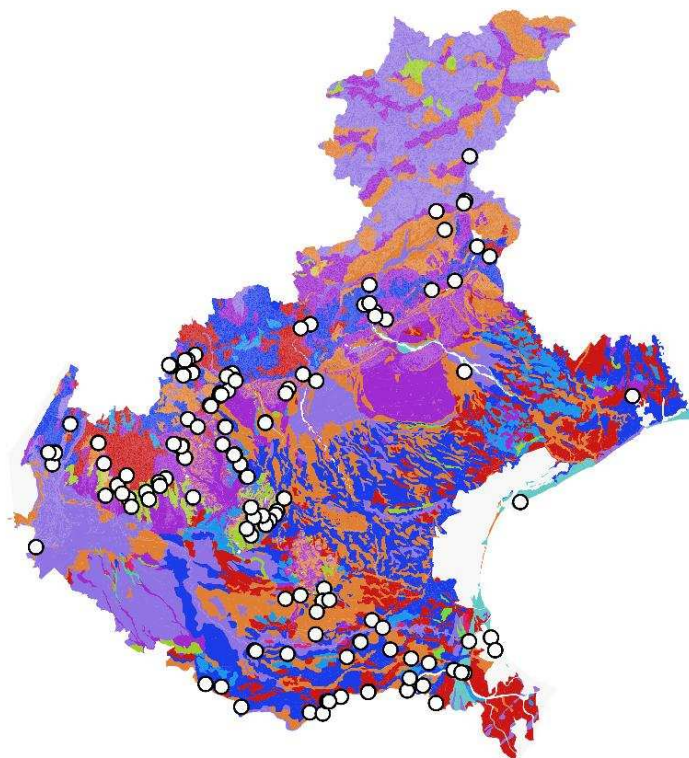


Figura 3: Sovrapposizione dei punti di rinvenimento delle specie al modello pedo-climatico. I parametri caratteristici sono stati ottenuti estraendo, per ciascun punto, i valori restituiti dal modello nei siti segnalati.

L'elaborazione di queste informazioni per ogni specie di tartufo, unitamente alla letteratura disponibile, ha permesso di inferire le caratteristiche puntuali dei siti di rinvenimento e raccolta sul territorio regionale. L'individuazione delle zone ad alta (Z1) e media (Z2) vocazionalità tartufigena è stata realizzata per intersezione dei caratteri pedo-climatici, riportati in seguito in Tabella 1, che devono verificarsi simultaneamente per delimitare una zona.

È opportuno precisare che l'areale di *Tuber brumale* var. *moschatum* è considerato coincidente con quello di *Tuber brumale* Vitt. a fronte della vicinanza ecologica delle due varietà. Inoltre l'indicazione ecologica ottenuta per *Tuber macrosporum* Vitt. corrisponde ad una copertura sporadica dell'areale di *Tuber magnatum* Pico, che pertanto viene riportato interamente in Z2.

A valle della descrizione del modello concettuale e dell'approccio metodologico adottato, si ritiene opportuno riportare qui di seguito alcune considerazioni di carattere tecnico sul lavoro svolto. La metodologia adottata, efficace agli scopi dello studio, si caratterizza per alcune specificità che si ritiene utile descrivere. Il modello pedo-climatico, sviluppato sulla base di dati cartografici derivati da rilievi e fotointerpretazione, ne eredita l'accuratezza. Le variabili pedologiche, infatti, sono disponibili in scala 1:50.000 solo per una porzione del territorio regionale e sono state integrate con i dati in scala 1:250.000 per le restanti aree, invece disponibili per l'intero territorio regionale. La Carta dei Suoli del Veneto descrive multiple Unità Tipologiche di Suolo



(UTS) per ogni Unità Cartografica, inserendo nel modello una discreta variabilità circa i valori di calcare totale e calcare attivo descritti da questo livello informativo. Inoltre, la carta della reazione del suolo (pH) non è disponibile per le aree montane, ed è quindi limitata a quelle planiziali e pedemontane. La componente di dati derivati da file Raster, invece, come Temperatura (°C), Precipitazioni (mm/anno), Quota (m s.l.m.) ed Esposizione (gradi azimutali da nord) sono stati processati ad una risoluzione di 10x10m a terra.

Per quanto riguarda l'identificazione delle caratteristiche pedo-climatiche tipiche per lo sviluppo di ogni specie, l'integrazione delle informazioni presenti in letteratura con i dati dei rinvenimenti sul campo ha avuto un ruolo determinante. Le 193 segnalazioni di presenza accertata sono state ottenute da fonti certe e ritenute affidabili per assenza di conflitto di interesse e per comprovata competenza scientifica. L'accertata presenza di carpofori è considerata un indicatore di condizioni pedo-climatiche idonee allo sviluppo, ma al contrario l'assenza di segnalazioni di presenza accertata non è motivo sufficiente per escludere la vocazionalità di un'area (dovuta ad es. dalla mancanza di adatta copertura forestale).

Rimane inoltre importante considerare che, data l'elevata dipendenza della produzione tartuficola dalle condizioni microstazionali di substrato, fisiografia, clima e gestione territoriale, le informazioni qui generalizzate su scala regionale possono comprendere anche siti non idonei, richiedendo una rivalutazione locale in sede di realizzazione della singola tartufaia, al fine di individuare l'effettiva idoneità del sito o le eventuali pratiche agronomiche correttive. La cartografia in questa sede sviluppata, inoltre, identifica aree con potenzialità tartufigena già allo stato attuale, ed altre potenzialmente idonee in seguito al cambiamento di uso del suolo, considerando per la vocazionalità le caratteristiche pedo-climatiche anche di aree attualmente destinate a colture agricole ed aree caratterizzate dalla presenza di edifici ed infrastrutture, rendendo necessario pertanto valutare l'esclusione delle aree per cui si ritenga inopportuna o inadatta la conversione a bosco o ad arboricoltura a scopo tartuficolo delle superfici (ad es. corpi idrici, superfici artificiali, aree improduttive, ecc.). A supporto delle valutazioni di idoneità dei siti viene associata alle mappe la cartografia della copertura forestale ritenuta idonea allo sviluppo della simbiosi micorrizica con il genere *Tuber*, utile, ad esempio, per discriminare il possibile insediamento di tartufaie controllate da quelle coltivate.

4.4 Realizzazione della cartografia digitale tematica

La cartografia tematica digitale è stata realizzata mediante l'integrazione e l'elaborazione di dati territoriali georiferiti, con l'obiettivo di rappresentare in modo sistematico e omogeneo il livello di vocazionalità ambientale per la coltivazione o la presenza naturale delle principali specie di tartufo. Il prodotto finale comprende un insieme strutturato di 9 carte vettoriali, ciascuna dedicata a una specifica specie tartufigena e costruita sulla base dei fattori ecologici ritenuti più significativi per il suo sviluppo.

L'accuratezza spaziale del prodotto finale eredita direttamente il livello di accuratezza dei dati di partenza, che derivano dalla fusione di informazioni eterogenee a diverse scale e risoluzioni. In particolare, sono state integrate cartografie tematiche vettoriali a scala 1:250.000 e 1:50.000 con elaborazioni raster a risoluzione spaziale di 10 × 10 metri, determinando così una precisione complessiva vincolata ai limiti delle fonti originali. Per questo motivo, la precisione geometrica complessiva del layer risultante risente di un certo grado di variabilità, con livelli di affidabilità maggiore nelle zone coperte da dati a scala 1:50.000.



In Tabella 1 al par.6 sono riportati i dati utilizzati per ciascuna specie di tartufo al fine di definire le aree di vocazionalità tartufigena. I parametri ambientali e pedologici considerati, che devono verificarsi contemporaneamente in un'area per determinarne la vocazionalità, includono: altitudine, temperatura media annua, precipitazioni cumulative annuali, esposizione, valori di calcare totale (rappresentati dai valori massimo, medio e minimo riferiti alle Unità Tipologiche di Suolo - UTS), calcare attivo, tessitura, contenuto di carbonio organico, riserva idrica disponibile (Available Water Capacity - AWC) e permeabilità del suolo.

La legenda della tabella specifica nel dettaglio i parametri riportati:

- **Altitudine** (m s.l.m.);
- **Temperatura**, media annua (°C);
- **Precipitazioni**, cumulata annuale (mm);
- **Esposizione**, versanti con pendenza >10°;
- **Calcare totale**, CaCO₃ nel suolo (%);
- **Calcare attivo**, (%);
- **Tessitura**, dei primi 50cm di suolo;
- **Carbonio organico**, (%);
- **Riserva idrica**, (mm);
- **Permeabilità**, (Ksat, mm/h).

Questi parametri, combinati e valutati in modo integrato, costituiscono la base per l'individuazione delle aree con idoneità ambientale favorevole alla presenza e alla coltivazione delle diverse specie di tartufo.

Tutti i layer sono forniti in formato vettoriale GeoPackage (.gpkg) e sono stati prodotti nel sistema di riferimento EPSG:7795, convertiti dal sistema EPSG:3003 dei dati di partenza senza l'ausilio del grigliato IGM.

I contenuti della cartografia digitale tematica, oggetto dell'attività svolta, sono descritti di seguito.



5. La cartografia digitale tematica

Il prodotto cartografico è stato suddiviso, per ogni specie, in due aree a diverso livello di vocazionalità.

La zona ad alta vocazionalità (Z1) è stata individuata nelle aree con caratteristiche pedo-climatiche tipiche, cioè comuni fra le stazioni di rinvenimento segnalate.

La zona a media vocazionalità (Z2) è stata individuata espandendo la Z1 alle aree caratterizzate da parametri stazionali compatibili con i valori tipici descritti in letteratura o in cui è stata censita una presenza sporadica di carpori ed identificata come outlier rispetto ai parametri stazionali della Z1.

Di seguito in tabella 1 (par.6 Allegati) sono riportati per ciascuna specie i parametri utilizzati per la costruzione della mappa.

Per ciascuna delle nove specie di tartufo oggetto dello studio è stata realizzata una mappa tematica dedicata:

- Vocazionalità *Tuber aestivum* (Aestivum.gpkg)
- Vocazionalità *Tuber borchii* (Borchii.gpkg)
- Vocazionalità *Tuber brumale* (Brumale.gpkg)
- Vocazionalità *Tuber macrosporum* (Macrosporum.gpkg)
- Vocazionalità *Tuber magnatum* (Magnatum.gpkg)
- Vocazionalità *Tuber melanosporum* (Melanosporum.gpkg)
- Vocazionalità *Tuber mesentericum* (Mesentericum.gpkg)
- Vocazionalità *Tuber brumale* var. *moschatum* (Moschatum.gpkg)
- Vocazionalità *Tuber aestivum* var. *uncinatum* (Uncinatum.gpkg)

Viene inoltre associata alle mappe la cartografia della copertura forestale compatibile con la simbiosi micorrizica, e riportate in Tabella 2 le formazioni selezionate per ciascuna specie di tartufo. La copertura selezionata è indicata con (+), mentre quella non inclusa nella mappa con (-).

All'interno del file GeoPackage relativo a ciascuna mappa tematica è presente:

- Un livello vettoriale contenente le zone a diversa vocazionalità chiamato "Vocazionalità", descritto dall'attributo "Zona"
 - Z1 – Alta vocazionalità,
 - Z2 – Media vocazionalità,
- Un livello vettoriale contenente la copertura forestale compatibile con la simbiosi tartufigena chiamato "Cop_forestale", descritto dall'attributo "clc_lvl_all" e dalla sua "descrizione" relativi alla Carta di Copertura del Suolo
 - 31112 Aceri-frassineto con osteria
 - 31114 Aceri-tiglieto di versante
 - 31115 Aceri-tiglieto tipico
 - 31135 Rovereto dei substrati magmatici
 - 31136 Rovereto tipico
 - 31141 Faggeta altimontana



- 31142 Faggeta montana tipica esalpica
- 31143 Faggeta montana tipica esomesalpica
- 31144 Faggeta montana tipica mesalpica
- 31145 Faggeta primitiva
- 31146 Faggeta submontana con ostria
- 31147 Faggeta submontana dei suoli acidi
- 31148 Faggeta submontana dei suoli mesici
- 31149 Faggeta submontana tipica
- 31162 Lecceta
- 31163 Saliceti e altre formazioni riparie
- 31181 Orno-ostrieto con leccio
- 31182 Orno-ostrieto primitivo
- 31183 Orno-ostrieto tipico
- 31184 Ostrio-querceto a scotano
- 31185 Ostrio-querceto tipico
- 31191 Carpineto con cerro
- 31192 Carpineto con frassino
- 31193 Carpineto con ostria
- 31194 Carpineto tipico
- 31195 Querco-carpineto collinare
- 31196 Querco-carpineto planiziale
- 31220 Formazione antropogena di conifere



6. Allegati

Tabella 1: Parametri pedo-climatici specifici

Specie	Altitudine	Temperatura	Precipitazioni	Esposizione	pH	Calcare totale MAX	Calcare totale MED	Calcare totale MIN	Calcare attivo	Tessitura	Carbonio organico	Riserva idrica	Permeabilità
<i>T. magnatum</i> (Z1)	≤ 200	12 ≤ x ≤ 16	≤ 1300	Nord, Pianura	7,9-8,4	≥ 8	≥ 5	≥ 0	0,5-10	F-FL-FLA	<1% - 3%	150-300	0,36-36
<i>T. magnatum</i> (Z2)	≤ 200	11 ≤ x ≤ 16	≤ 1400	-	7,4-8,4	≥ 8	≥ 5	≥ 0	0,5-15	F-FL-FLA-FA-FS	<1% - 5%	75-300	0,036-36
<i>T. melanosporum</i> (Z1)	50 ≤ x ≤ 950	11 ≤ x ≤ 14	750 ≤ x ≤ 1600	Sud, Pianura	7,4-8,4	≥ 5	≥ 5	≥ 0	5 - > 15	A-F-FA-FL-FLA-FS	<1%-3%	<75 - 300	0,36-360
<i>T. melanosporum</i> (Z2)	≤ 1000	10 ≤ x ≤ 15	750 ≤ x ≤ 2000	Sud, Est, Ovest, Pianura	5,5-8,8	≥ 5	≥ 5	≥ 0	5 - > 15	A-F-FA-FL-FLA-FS-FSA	<1%-15%	<75 - 300	0,036-360
<i>T. aestivum</i> (Z1)	≤ 700	11 ≤ x ≤ 15	900 ≤ x ≤ 1900	-	5,5-8,4	≥ 5	≥ 5	≥ 0	0 - 10	A-F-FA-FS	1%-3%	<75 - 225	0,36-360
<i>T. aestivum</i> (Z2)	≤ 1000	10 ≤ x ≤ 15	750 ≤ x ≤ 2100	-	5,5-8,4	≥ 0	≥ 0	≥ 0	0 - > 15	A-F-FLA-FA-FS-FSA	<1%-15%	<75 - 300	0,036-360
<i>T. uncinatum</i> (Z1)	250 ≤ x ≤ 1200	9 ≤ x ≤ 14	900 ≤ x ≤ 1900	Sud, Est, Ovest, Pianura	7,4-8,4	≥ 8	≥ 4	≥ 0	0-10	F-FLA-FA-FS	1,5%-10%	<75-150	36-360
<i>T. uncinatum</i> (Z2)	150 ≤ x ≤ 1300	8 ≤ x ≤ 14	800 ≤ x ≤ 2000	-	7,4-8,4	≥ 0	≥ 0	≥ 0	0-15	F-FLA-FA-FS	1%-15%	<75-225	0,036-360
<i>T. borchii</i> (Z1)	≤ 150	12 ≤ x ≤ 16	600 ≤ x ≤ 1000	-	7,9-8,4	≥ 10	≥ 5	≥ 1	0,5-5	S	<1%-1,5%	<75	0,36- >360
<i>T. borchii</i> (Z2)	≤ 700	12 ≤ x ≤ 16	500 ≤ x ≤ 1300	-	7,9-8,4	≥ 8	≥ 5	≥ 0	0-10	S-F-FS	<1% - 3%	<75-300	0,36- >360
<i>T. brumale</i> (Z1)	≤ 600	13 ≤ x ≤ 15	700 ≤ x ≤ 1700	-	6,6-8,4	≥ 4	≥ 0	≥ 0	0-10	A-F-FA	1%-3%	<75-300	0,036-360
<i>T. brumale</i> (Z2)	≤ 800	10 ≤ x ≤ 15	700 ≤ x ≤ 2000	-	5,5-8,4	≥ 0	≥ 0	≥ 0	0-10	A-F-FL-FLA-FA-FS	<1% - 15%	<75-300	0,036-360
<i>T. mesentericum</i> (Z1)	250 ≤ x ≤ 900	9 ≤ x ≤ 13	1300 ≤ x ≤ 2000	-	6,6-7,3	≥ 5	≥ 0	≥ 0	0-10	F-FA-FS	2%-15%	<75-150	36-360
<i>T. mesentericum</i> (Z2)	250 ≤ x ≤ 1000	9 ≤ x ≤ 13	800 ≤ x ≤ 2100	-	6,6-8,4	≥ 0	≥ 0	≥ 0	0-10	F-FL-FLA-FA-FS	2%-15%	<75-150	0,036-360
<i>T. macrosporum</i> (Z2)	≤ 200	11 ≤ x ≤ 16	≤ 1400	-	7,4-8,4	≥ 5	≥ 5	≥ 0	0,5-15	F-FL-FLA-FA-FS	<1% - 5%	75-300	0,036-36
<i>T. moschatum</i> (Z1)	≤ 600	13 ≤ x ≤ 15	700 ≤ x ≤ 1700	-	6,6-8,4	≥ 4	≥ 0	≥ 0	0-10	A-F-FA	1%-3%	<75-300	0,036-360
<i>T. moschatum</i> (Z2)	≤ 800	10 ≤ x ≤ 15	700 ≤ x ≤ 2000	-	5,5-8,4	≥ 0	≥ 0	≥ 0	0-10	A-F-FL-FLA-FA-FS	<1% - 15%	<75-300	0,036-360



Legenda Tabella 1:

- Altitudine (m s.l.m.);
- Temperatura, media annua (°C);
- Precipitazioni, cumulata annuale (mm);
- Esposizione, versanti con pendenza >10°;
- Calcare totale, valore modale della quantità di CaCO3 nel suolo (%)
 - MAX, valore di calcare totale riferito alla Unità Tipologica di Suolo (UTS) con valore maggiore all'interno dell'unità cartografica;
 - MED, valore di calcare totale riferito alla media dei valori delle Unità Tipologiche di Suolo (UTS) presenti nell'unità cartografica;
 - MIN, valore di calcare totale riferito alla Unità Tipologica di Suolo (UTS) con valore minimo all'interno dell'unità cartografica;
- Calcare attivo, Range percentuale (min%-max%) di calcare attivo presente nell'unità cartografica;
- Tessitura, dei primi 50cm di suolo;
- Carbonio organico, contenuto nel suolo (%);
- Riserva idrica, Available Water Capacity (AWC) calcolata come differenza fra il contenuto d'acqua alla capacità di campo e al punto di appassimento (mm);
- Permeabilità, conducibilità idrica satura (Ksat, mm/h).



Tabella 2: Copertura forestale idonea alla simbiosi tartufigena. La copertura selezionata è indicata con (+), mentre quella non inclusa nella mappa con (-).

Copertura del suolo	<i>T. magnatum</i>	<i>T. melanosporum</i>	<i>T. aestivum</i>	<i>T. uncinatum</i>	<i>T. borchii</i>	<i>T. brumale</i>	<i>T. mesentericum</i>	<i>T. macrosporum</i>	<i>T. moschatum</i>
Aceri-frassineto con ostria	+	-	+	+	-	+	-	-	+
Aceri-tiglieto di versante	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Aceri-tiglieto tipico	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Carpineti con cerro	+	-	+	+	-	-	-	-	+
Carpineti con frassino	-	-	+	+	-	-	-	-	+
Carpineti con ostria	+	-	+	+	-	+	-	-	+
Carpineti tipici	-	-	+	+	-	-	-	-	+
Faggeta altimontana	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Faggeta montana tipica esalpica	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Faggeta montana tipica esomesalpica	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Faggeta montana tipica mesalpica	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Faggeta primitiva	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Faggeta submontana con ostria	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Faggeta submontana dei suoli acidi	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Faggeta submontana dei suoli mesici	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Faggeta submontana tipica	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Formazione antropogena di conifere	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Lecce	-	+	+	-	+	+	-	+	+
Orno-ostrieto con leccio	+	+	+	+	-	+	-	-	+
Orno-ostrieto primitivo	+	-	+	+	-	+	-	-	+
Orno-ostrieto tipico	+	-	+	+	-	+	-	-	+
Ostrio-querceto a scotano	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ostrio-querceto tipico	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Querceto-carpineti collinari	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Querceto-carpineti pianiziali	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rovereto dei substrati magnatici	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rovereto tipico	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Saliceti e altre formazioni riparie	+	-	-	-	+	-	-	+	-



7. Conclusioni

A conclusione dell'attività riteniamo opportuno sottolineare la peculiarità di alcuni aspetti e risultati del lavoro svolto.

La disponibilità di una cartografia originale sulla vocazionalità tartufigena delle principali specie di tartufo nella Regione Veneto rappresenta un importante punto di partenza per la pianificazione e lo sviluppo delle attività tartufigole a scala regionale. La realizzazione di nove mappe tematiche, una per ciascuna delle specie considerate (*Tuber magnatum*, *T. melanosporum*, *T. aestivum* Vitt., *T. aestivum* var. *uncinatum*, *T. brumale*, *T. brumale* var. *moschatum*, *T. borchii*, *T. macrosporum*, *T. mesentericum*), consente ora di visualizzare in maniera complessiva la potenzialità teorica delle aree vocate, costituendo un riferimento utile per la selezione di siti idonei al riconoscimento o all'impianto di tartufaie controllate o coltivate.

L'integrazione di diversi parametri pedo-climatici e ambientali ha permesso di delineare con maggiore precisione le potenzialità ecologiche del territorio, offrendo uno strumento operativo per orientare interventi gestionali e attività di valorizzazione. L'analisi ha tenuto conto anche dei limiti informativi esistenti in ambito montano, dove alcune variabili (come il pH del suolo) non risultano ancora completamente coperte a livello cartografico. Il lavoro si colloca inoltre in continuità con le esperienze sviluppate in altre Regioni a vocazione tartufigola contribuendo a una visione più organica e comparabile su scala nazionale.

Particolarmente importante è il ruolo delle segnalazioni fornite da esperti esterni nella classificazione tassonomica, che hanno contribuito a localizzare con precisione la presenza dei carpofori e di delineare l'ecologia delle specie tartufigene nel territorio regionale. La conoscenza diretta dei siti di fruttificazione ha rappresentato un indicatore concreto delle condizioni ambientali favorevoli allo sviluppo dei tartufi, e la loro sistematizzazione cartografica ha conferito un solido valore applicativo e operativo all'intero lavoro. Si auspica che in futuro il numero delle segnalazioni possa aumentare significativamente e che queste informazioni vengano rese pubbliche e accessibili, così da consentire un costante aggiornamento e un miglioramento continuo della cartografia, rendendola uno strumento sempre più efficace per la pianificazione e la gestione delle risorse tartufigene.



8. Bibliografia

Dati climatici (CSV) – Dataset: *arpa_ve:c0306010_DatiMeteo*, provenienti da stazioni meteorologiche ARPAV. Fonte: Geoportale del Veneto. Licenza: Creative Commons Attribution.

Carta dei suoli (shapefile) – Dataset: *c0507021_CartaSuoli250k* (scala 1:250.000) e *c0507101_CartaSuoli50k* (scala 1:50.000). Fonte: Geoportale del Veneto. Licenza: Creative Commons Attribution 3.0.

Carbonio organico del suolo (shapefile) – Dataset: *c0507051_CarbOrgPercSuoli*. Fonte: Geoportale del Veneto. Licenza: Creative Commons Attribution 3.0.

Tessitura dei suoli (shapefile) – Dataset: *c0507171_TesSuoVen50cm* (scala 1:250.000) e *c0507181_TesSuo50cm* (scala 1:50.000). Fonte: Geoportale del Veneto. Licenza: Creative Commons Attribution 3.0.

Permeabilità dei suoli (shapefile) – Dataset: *c0507141_PermSuoli250k* (scala 1:250.000) e *c0507221_PermSuoli50k* (scala 1:50.000). Fonte: Geoportale del Veneto. Licenza: Creative Commons Attribution 3.0.

Riserva idrica dei suoli (shapefile) – Dataset: *c0507231_RisIdricaSuoli250k* (scala 1:250.000) e *c0507241_RisIdricaSuoli50k* (scala 1:50.000). Fonte: Geoportale del Veneto. Licenza: Creative Commons Attribution 3.0.

Copertura del suolo (shapefile) – Dataset: *r_veneto:c0506191_CCS2023*. Fonte: Geoportale del Veneto. Licenza: Italian Open Data License v2.0.

Limiti amministrativi (shapefile) – Dataset: *r_veneto:c0104031_Regione*. Fonte: Geoportale del Veneto. Licenza: Italian Open Data License v2.0.

Modello Digitale del Terreno – DTM (georaster) – Dataset: *TINITALY/1.1*. Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Licenza: Creative Commons Attribution 4.0.

pH del suolo (shapefile) – Dataset: *carta_ph_pianura_collina*. Fonte: Geoportale del Veneto. Licenza: Creative Commons Attribution 3.0.

Schede descrittive delle Unità Tipologiche di Suolo (UTS) – Fonte: Geoportale ARPAV. Licenza: Creative Commons Attribution 3.0.



Riferimenti licenze

Italian Open Data License v2.0 (IODL 2.0), disponibile all'indirizzo:

<https://www.dati.gov.it/content/italian-open-data-license-v20>

Creative Commons Attribution 3.0 (CC BY 3.0), disponibile all'indirizzo:

<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0), disponibile all'indirizzo:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

9. Ringraziamenti

Si ringraziano, in particolare, il Prof. Giuseppe Concheri, Professore associato di Pedologia e Chimica del Suolo, Dipartimento DAFNAE (Università di Padova), le Dott.sse Ialina Vinci e Francesca Ragazzi (ARPA Veneto), i Dott. Alessandro Ballasso e Michele Casarin (Veneto Agricoltura) e i Dott. Fabio Padovan, Livio Lorenzon, Gianfranco Pobbe (Gruppo Micologico Saccardo).

