

PROGETTO OLIOP



D1.1 – CREAZIONE DI UN DATABASE GEOREFERENZIATO PER L'OLIVICOLTURA DI FRONTIERA DELL'OLTREPÒ PAVESE

Bando a Cascata per le imprese erogati da NODES – Nord Ovest Digitale e Sostenibile,
Progetti di Ricerca dello Spoke 6 (Linea A)



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



NODES
Nord Ovest Digitale e Sostenibile

Sommario

1. Introduzione	2
a. Progetti di partenza OLIO e OLIMPO	2
b. Scopo del database	3
c. Utilizzo previsto	3
d. Possibili sviluppi futuri	4
2. Descrizione Tecnica	5
a. Introduzione al GIS	6
a1. Ambiti applicativi dei GIS	8
a2. Le componenti di un GIS (SIT)	10
b. Dati e Attributi	11
b1. Analisi dei dati	12
b2. Interrogazione del database in QGIS	12
3. Processo di Creazione del Database	14
a. Raccolta dei dati	14
b. Georeferenziazione	15
b1. Rappresentazione di dati quantitativi su carte tematiche	16
4. Utilizzo del Database	17
a. Utilizzo in QGIS	17
b. Interrogazione del Database con strumenti tematici	19
c. Visualizzazione di mappe	20
5. Risultati e conclusioni	22
a. Risultati	22
a1. Quantificazione del patrimonio olivicolo	22
a2. Distribuzione delle varietà	26
a3. Età degli impianti	26
a4. Altri risultati rilevanti	27
b. Conclusioni	28
<i>Bibliografia & Sitografia</i>	36

1. Introduzione

Il presente deliverable descrive la creazione di un database georeferenziato contenente informazioni puntuali sulla distribuzione delle coltivazioni di olivo in Oltrepò Pavese. Questo strumento, realizzato in formato shapefile, è destinato a supportare studi e analisi spaziali finalizzati alla valorizzazione del patrimonio olivicolo locale, alla pianificazione territoriale e alla gestione sostenibile delle risorse agricole. Il database, interrogabile attraverso software GIS, contiene informazioni dettagliate sugli appezzamenti ad olivo, quali varietà, epoca d'impianto e sesto d'impianto, area, etc.

a. Progetti di partenza OLIO e OLIMPO

Il presente studio si colloca all'interno di un filone di ricerca dedicato alla valorizzazione del patrimonio olivicolo dell'Oltrepò Pavese, costituendo un naturale proseguimento dei progetti OLIO e OLIMPO. Questi precedenti studi hanno gettato le basi per una comprensione più approfondita della diversità varietale, della distribuzione geografica e delle potenzialità produttive degli oliveti locali, fornendo un quadro di riferimento essenziale per le successive indagini.

Il progetto **OLIO**, per uno sviluppo dell'**Olivicoltura in Oltrepò pavese**, ha rappresentato un primo importante passo verso la mappatura e la caratterizzazione degli oliveti presenti sul territorio.

Obiettivo principale è stato quello di definire una mappa dettagliata delle zone più adatte alla coltivazione della pianta di olivo, tenendo conto delle caratteristiche del terreno, del clima attuale e delle previsioni future legate ai cambiamenti climatici. Questo ha permesso di individuare le aree dove l'olivo può crescere al meglio e di orientare in modo più preciso gli investimenti nel settore.

Un altro aspetto fondamentale è lo studio dell'impatto dell'olivo sul territorio. Si è cercato di capire in che modo la presenza di questi alberi può contribuire alla stabilità dei versanti e alla protezione del suolo dall'erosione.

Il progetto OLIO ha evidenziato le significative potenzialità olivicole del territorio, aprendo nuove prospettive per lo sviluppo di un settore agricolo sostenibile e di qualità. Tuttavia, è necessario un impegno costante nella ricerca e nella formazione per affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici e ottimizzare le pratiche colturali.

OLIMPO, caratterizzazione del germoplasma olivicolo tradizionale e conservazione exsitu in campi catalogo nel territorio dell'Oltrepò Pavese, è un progetto di caratterizzazione e di censimento degli olivi in Oltrepò Pavese.

Il titolo del progetto riflette i suoi obiettivi, ovvero caratterizzare il germoplasma olivicolo dell'Oltrepò Pavese e iniziare un processo di conservazione ex situ di queste cessioni campionate. L'obiettivo generale è stato quindi caratterizzare e definire eventualmente la presenza di genotipi di olivo tipici dell'Oltrepò Pavese da poter iscrivere all'anagrafe Nazionale dell'agro-biodiversità.

L'obiettivo finale è quello di salvaguardare le varietà locali di olivo, spesso a rischio di estinzione, e di promuoverne la valorizzazione attraverso la creazione di una banca del germoplasma. In questo modo, si contribuirà a preservare la biodiversità agricola e a promuovere lo sviluppo di un'olivicoltura sostenibile e di qualità.

Basandosi sulle solide fondamenta poste dai progetti **OLIO** e **OLIMPO**, il progetto **OLIOP** si propone di portare avanti e approfondire le tematiche legate alla caratterizzazione e alla valorizzazione del patrimonio olivicolo dell'Oltrepò Pavese.

b. Scopo del database

L'**obiettivo primario** di un tale database è quello di **creare una mappa dettagliata e continuamente aggiornata della presenza degli oliveti sul territorio**.

Un database georeferenziato dell'Oltrepò Pavese offre una rappresentazione dettagliata e accurata dell'olivicoltura sul territorio e del suo sviluppo. Oltre alla localizzazione precisa, il database include informazioni quantitative e qualitative quali superficie, varietà coltivate, età degli alberi e sesto d'impianto. Questa risorsa consente un'analisi approfondita e una gestione ottimizzata del patrimonio olivicolo locale, nonché una visualizzazione collettiva dei diversi tipi di coltivazione per ricercarne una che si adatti in maniera ottimale al territorio stesso.

Tale risorsa permette agli agricoltori stessi di pianificare al meglio le loro attività, conoscendo nel dettaglio le caratteristiche dei loro oliveti e potendo prevedere la produzione. Gli enti pubblici, grazie a queste informazioni, possono monitorare l'evoluzione del paesaggio olivicolo, individuando le aree più vocate per la coltivazione dell'olivo e pianificando interventi di sostegno al settore. I ricercatori, a loro volta, possono condurre studi approfonditi sulla biodiversità, sulla sostenibilità e sull'impatto ambientale delle colture olivicole.

I vantaggi potrebbero essere ulteriori come stimare la produzione totale di olio d'oliva, identificare le aree che necessitano di interventi di miglioramento, tutelare il paesaggio e promuovere l'olio d'oliva locale. In sostanza, un database così completo è uno strumento indispensabile per una gestione sostenibile e valorizzazione del patrimonio olivicolo dell'Oltrepò Pavese.

c. Utilizzo previsto

Il database proposto si presenta come una piattaforma collaborativa e in continua evoluzione, caratterizzata da un'architettura aperta e flessibile. L'adozione di standard aperti e di tecnologie informatiche avanzate ne permette la condivisione e l'integrazione con altri sistemi informativi, favorendo lo sviluppo di applicazioni innovative nel settore dell'olivicoltura di precisione. La natura open source del sistema vuole promuovere un'evoluzione continua e l'adattamento a nuove esigenze, consentendo una costante integrazione di nuove informazioni e l'aggiornamento delle conoscenze.

Questa risorsa digitale offre un ampio spettro di applicazioni che vanno oltre alla semplice raccolta dati, come ad esempio:

- In ambito agricolo, il database supporta gli operatori nella pianificazione ottimale delle pratiche colturali, consentendo di individuare le aree più vocate per specifiche colture

e di monitorare lo stato fitosanitario degli oliveti, garantendo così una produzione di alta qualità e sostenibile. Inoltre, rappresenta un prezioso supporto per le decisioni di investimento, orientando gli imprenditori agricoli verso scelte strategiche.

- Per la comunità scientifica, il database costituisce una fonte ingente di dati per la ricerca sulla biodiversità, la modellazione climatica e la valutazione della sostenibilità delle pratiche agricole. Attraverso l'analisi della distribuzione delle diverse cultivar e l'integrazione con modelli climatici, è possibile comprendere l'evoluzione del paesaggio olivicolo nel tempo e prevedere gli impatti dei cambiamenti climatici sulla produzione.
- Le amministrazioni pubbliche potrebbero far leva su questo strumento per una pianificazione territoriale più efficace, sostenendo le politiche agricole e tutelando il paesaggio. Il database potrebbe essere integrato nella redazione di piani paesaggistici, piani di sviluppo rurale e piani di protezione civile, garantendo una gestione equilibrata del territorio e la valorizzazione del patrimonio culturale e ambientale.
- Altri ambiti di applicazione per il database potrebbero essere nel settore turistico, favorendo la creazione di itinerari legati all'olio d'oliva e alla cultura olivicola, e nella promozione dei prodotti locali, incrementandone il valore aggiunto. L'integrazione del database con altri sistemi informativi geografici e l'utilizzo di strumenti di analisi spaziale permettono di correlare la distribuzione degli oliveti con una vasta gamma di fattori ambientali e socioeconomici, offrendo una visione più completa e approfondita del territorio.

La sua diffusione e il suo utilizzo da parte di diversi attori possono contribuire a creare un sistema olivicolo più efficiente, resiliente e innovativo, in grado di affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici e dalle nuove esigenze del mercato.

d. Possibili sviluppi futuri

L'implementazione di un database open source, costantemente aggiornato e ampliato, rappresenta un punto di svolta nella gestione e valorizzazione del territorio dell'Oltrepò Pavese. La natura aperta di questa risorsa informatica ne favorisce l'evoluzione continua e la sua integrazione con altre banche dati, relative ad esempio alle caratteristiche pedologiche, climatiche e infrastrutturali del territorio. Tale integrazione consentirà di effettuare analisi sempre più sofisticate e di ottenere informazioni sempre più precise e dettagliate sulle potenzialità e le criticità del territorio.

In prospettiva, questa risorsa potrebbe contribuire e integrarsi con sistemi più ampi come:

- Geoportali territoriali; L'integrazione con geoportali regionali e nazionali consentirebbe di visualizzare i dati sugli oliveti in un contesto più ampio, correlandoli con altre informazioni ambientali, socioeconomiche e infrastrutturali.
- Osservazione della Terra; L'utilizzo di dati satellitari ad alta risoluzione, in tempo reale, permetterebbe di monitorare l'evoluzione degli oliveti nel tempo, di stimare la produzione e di individuare precocemente fenomeni di stress idrico o attacchi parassitari.
- Modelli previsionali; L'integrazione con modelli climatici e pedologici consentirebbe di simulare gli impatti dei cambiamenti climatici sugli oliveti e di prevedere l'evoluzione della produzione olivicola.

Lo sviluppo di applicazioni mobili, dedicate sia agli addetti ai lavori che ai cittadini, renderà l'accesso ai dati del database ancora più immediato e intuitivo, favorendo una maggiore consapevolezza delle caratteristiche del territorio e delle opportunità di sviluppo sostenibile. La creazione di comunità online, basate sull'utilizzo del database, stimolerà il confronto e lo scambio di conoscenze tra i diversi attori coinvolti, favorendo la nascita di nuove sinergie e collaborazioni.

2. Descrizione Tecnica

Il database georeferenziato degli oliveti dell'Oltrepò Pavese, realizzato in ambiente QGIS, è strutturato come shapefile, un formato standard per la rappresentazione vettoriale di dati geografici. La geometria adottata è di tipo poligonale, scelta in quanto più adatta a descrivere l'estensione degli appezzamenti di terreno dedicati all'olivicoltura.

La tabella attributi associata allo shapefile contiene un ricco insieme di informazioni che caratterizzano ogni singolo appezzamento. Oltre ai dati identificativi come provincia, comune, foglio e mappale, sono presenti attributi di fondamentale importanza per l'analisi agronomica e la gestione del territorio.

Tra questi, il sesto d'impianto, ovvero la distanza tra le piante, fornisce indicazioni sulla densità dell'impianto e sulla potenzialità produttiva dell'oliveto. L'anno d'impianto, invece, permette di stimare l'età degli alberi e di valutare la loro vitalità e produttività. La varietà coltivata è un elemento cruciale per studi sulla biodiversità, sulla qualità dell'olio e sull'adattamento alle condizioni pedoclimatiche locali.

La tabella attributi include, inoltre, informazioni relative al coltivatore, a eventuali note e particolarità dell'impianto, nonché l'estensione superficiale dell'appezzamento.

Tali dati, seppur ancora in fase di aggiornamento e reperibilità, rappresentano un valore aggiunto per un'analisi più completa e dettagliata del patrimonio olivicolo.

	PROVINCIA	COMUNE	FOGLIO	MAPPALE	SSIMPIANTO	ANNOIMPIANT	VARIETÀ
1	PAVIA	Rovescaia	8	296	5x6 (?)	2020	ND
2	PAVIA	Santa Maria della Versa	5	81	5x5	ND	ND
3	PAVIA	Casteggio	20	329	ND	ND	Chiedere Battabio
4	PAVIA	Casteggio	16	564	Filare	2021/2022	Chiedere Bellaria
5	PAVIA	Mornico Losana	7	64/66/128	ND	2024	ND
6	PAVIA	Mornico Losana	7	56/57	ND	2024	ND
7	PAVIA	Broni	24	109/110/111	4x4	2023	Leccino, Pendolino, Itrana, San Agostino, Ascolana Ter
8	PAVIA	Montescano	1	301	4x2	2017/2018	ND
9	PAVIA	Mornico Losana	5	16	5x5	2022	Leccino, Frantoio, Pendolino
10	PAVIA	Santa Maria della Versa	7	118/484	ND	ND	ND
11	PAVIA	Mornico Losana	1	192/194/180	Chiedere FeudoNico	Chiedere FeudoNico	Chiedere FeudoNico
12	PAVIA	Montecalvo Versiggia	11	79/80/82/83/84/167/168/169	ND	ND	ND
13	PAVIA	Zavattarello (Crocetta)	12	91	ND	ND	ND
14	PAVIA	Broni	23	302/303 (Chiedere conferma)	Libero	2023/2024 (?)	Pendolino, Frantoio, Ghiacciaia, Maurino, Taggiasca
15	PAVIA	Montecalvo Versiggia	9	588 (verificare)	ND	ND	ND
16	PAVIA	Casteggio	14	212	5x1 (molto stretti?)	ND	ND
17	PAVIA	Torrazza Coste	8	76	ND	ND	ND
18	PAVIA	Buffarola/Castellaro	6	484/486	6x4 (?)	2022/2023 (?)	ND
19	PAVIA	Torrazza Coste	11	12/13	4x4 (?)	ND	ND
20	PAVIA	Torrazza Coste	12	75/76	4x4 (?)	ND	ND
21	PAVIA	Retorbido	10	297	5x5/5x4 (?)	ND	ND
22	PAVIA	Mondondone	16	408	5x4 (?)	ND	ND
23	PAVIA	Mondondone	16	396/454/397	5x3 o 5x4 (?)	ND	ND
24	PAVIA	Mondondone	15	198	4x5	ND	ND
25	PAVIA	Stradella	20	169/171/172/173/174/176/177/178/179/319/557/558/5...	5x5	2022/2023/2024?	ND
26	PAVIA	Stradella	19	Multiplici (VERIFICARE)	5x5 (VERIFICARE)	Diversi anni	ND
27	PAVIA	Canneto Pavese	13	83	5x5 (non del tutto regolare)	Diverse (olivi appena piantati e olivi di qualche anno)	Pendolino, Frantoio, Manza Villa, Ascolana, Leccino
28	PAVIA	Castana	15	33/34/35/177/178/179/180	5x6 circa	2023/2024	ND
29	PAVIA	Santa Maria della Versa	3	548	ND	Diverse età	ND
30	PAVIA	Castana	15	168	5x6	ND	ND

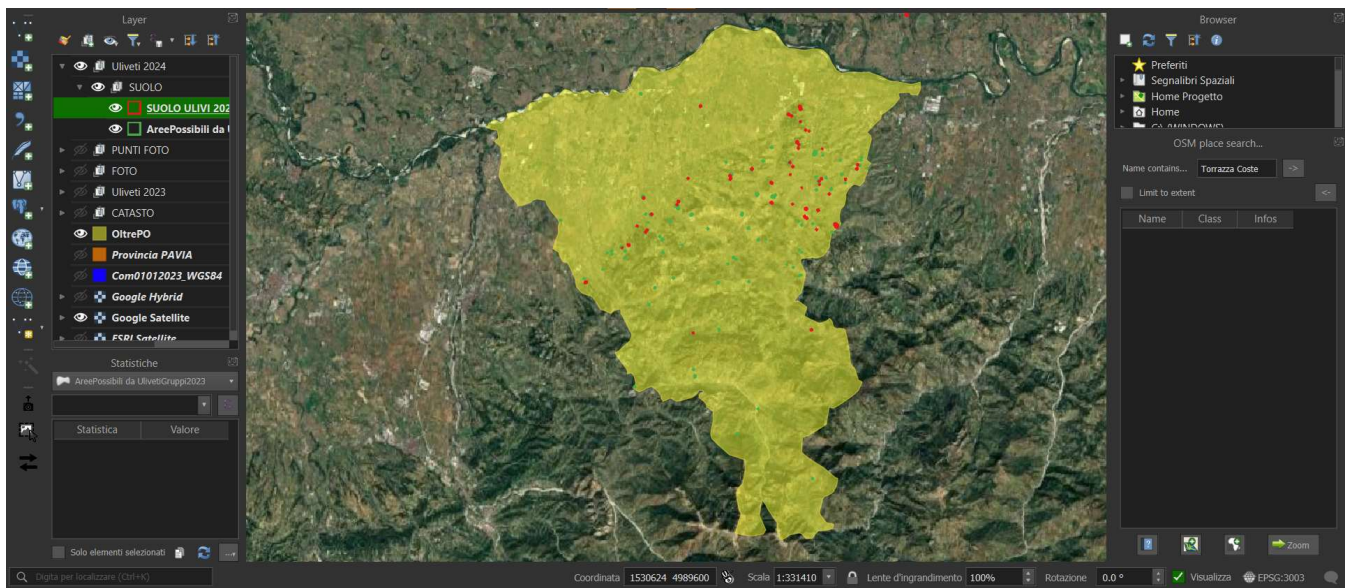


Figura 1 e 2: Visualizzazione in QGIS dello shape file e della tabella attributi

Il sistema di riferimento cartografico adottato è l'EPSG:3003 Monte Mario / Italy zone 1, un sistema di riferimento planimetrico nazionale che garantisce la corretta localizzazione e la comparabilità dei dati con altri dataset georeferenziati prodotti in Italia.

La scelta di utilizzare un shapefile e di adottare un sistema di riferimento cartografico preciso e nazionale rende questo dataset uno strumento versatile e affidabile per numerose applicazioni, tra cui:

- Analisi agronomiche
- Studi sulla biodiversità
- Pianificazione territoriale
- Valorizzazione del territorio

Il database georeferenziato degli oliveti dell'Oltrepò Pavese rappresenta un patrimonio collettivo che va tutelato e valorizzato. Si invitano tutti gli attori possibili – istituzioni, ricercatori, agricoltori, cittadini – a contribuire attivamente all'aggiornamento e all'ampliamento di questo prezioso strumento. Solo attraverso una collaborazione proficua potremo garantire la sostenibilità del sistema olivicolo e la valorizzazione del territorio.

a. Introduzione al GIS

Un Gis (Geographic Information System) è l'insieme complesso di risorse hardware, software, umane e intellettive per acquisire, processare, analizzare, immagazzinare e restituire forma grafica e alfanumerica dati riferito al territorio.

Il primo passo verso la conoscenza di un GIS è quello di individuarne una corretta definizione che ne dia un'idea realistica e completa: un Gis è un sistema che permette di immagazzinare, interrogare, analizzare e rappresentare, attraverso la costruzione delle carte tematiche, entità spaziali e/o eventi che si verificano sul territorio.

Oltre alle funzionalità di un database tradizionale, il GIS offre la possibilità di immagazzinare l'Informazione Geografica (IG) e di creare, di conseguenza, i così detti geo-database. Inoltre, le funzioni proprie di un GIS sono molteplici, come ad esempio, l'acquisizione, la gestione, l'integrazione, l'elaborazione e la restituzione di dati territoriali.

Il termine GIS, come accennato prima, significa Geographic Information System. Il termine SIT invece è l'acronimo italiano che significa Sistemi Informativi Territoriali.

Sostanzialmente il GIS è un sistema informativo geografico per la gestione di dati spazialmente riferiti alla superficie terrestre. Il GIS, in una più ampia visione concettuale, può essere definito come un sistema che consente di interpretare fenomeni relativi al mondo reale attraverso la componente della loro posizione sul territorio, cosa che dà la possibilità di effettuare interrogazioni, analisi statistiche ed elaborazioni spaziali, in aggiunta a quelle tradizionali.

La caratteristica che contraddistingue il GIS è che esso permette di rappresentare relazioni tra dati che nessun altro collegamento, per esempio di tipo logico in un database, è in grado di rappresentare e cioè le relazioni spaziali. Infatti, il GIS lavora memorizzando le informazioni geografiche come una collezione di strati informativi (layer) che possono essere tra loro relazionati tramite un collegamento definito dalla posizione e sovrapposizione geografica. Questo semplice, ma estremamente potente, modo di funzionare è applicato per risolvere diversi problemi reali e rende il GIS uno strumento unico.

Il GIS consente di mettere in relazione tra loro dati diversi, sulla base del loro comune riferimento geografico in modo da creare nuove informazioni a partire dai dati esistenti. Un sistema GIS permette di realizzare analisi spaziali attraverso la rappresentazione digitale di un'area geografica combinata con una serie di altre informazioni di tipo alfanumerico che dipendono sostanzialmente dallo studio che si vuole condurre di volta in volta.

Un sistema GIS è composto sia di hardware e software, che di dati, procedure e soprattutto di persone in grado di sviluppare analisi territoriali tanto sul piano scientifico quanto sul piano logico-concettuale.

La validità dei risultati ottenuti da un sistema GIS è condizionata in ugual modo da tutte le sopra elencate componenti: la carenza di una sola di queste è in grado di condizionare fortemente la qualità dell'intero sistema. Le tecnologie GIS, proprio per la loro missione di dovere immagazzinare, combinare tra loro e analizzare dati di diverso tipo e formato (cartografie di base, dati ambientali o socio-economici relativi a tali cartografie) sono sviluppate per integrare e correlare dati di natura assai diversa tra loro.

Inoltre, una delle più interessanti e utili peculiarità di tutti i software GIS è quella di poter associare alla rappresentazione grafica di ogni elemento del territorio (sulla mappa digitale) una serie di attributi che ne definiscono le informazioni descrittive.

Gli attributi non sono solamente spaziali, ma anche fisici, temporali ecc. Gli attributi associabili a uno specifico luogo di un territorio possono essere molteplici, e contenere informazioni che caratterizzano quel luogo. Gli attributi risiedono in un database: ogni operazione eseguita nel database, secondo le sue funzionalità tipiche, può essere visualizzata nel suo risultato grafico.

a1. Ambiti applicativi dei GIS

L'interesse suscitato dalla Scienza dell'Informazione Geografica combinato al successo delle sempre più sofisticate tecnologie GIS ha fortemente incentivato lo sviluppo di nuovi ambiti applicativi per la conduzione dei quali i Sistemi Informativi Geografici si sono rivelati uno strumento efficace in molteplici campi. L'uso degli applicativi GIS, tradizionalmente legato all'analisi territoriale, ha recentemente coinvolto il mondo della ricerca scientifica (analisi territoriale ambientale, elaborazioni geostatistiche, assessment), quello della pianificazione del territorio (viabilità, reti tecnologiche ecc.), delle politiche ambientali, del monitoraggio socioeconomico di un territorio, e, non ultimo, dei servizi offerti ai cittadini.

La definizione dei principali ambiti applicativi che possono avvalersi dell'uso dei sistemi GIS, investe quindi un vastissimo assortimento di argomenti e risulterebbe praticamente impossibile elencare tutti i campi di applicazione che vedono impegnati i GIS come soluzione.

Quello che è importante comunque sottolineare, e che è valido per qualsiasi campo di applicazione, è che la costruzione di un GIS implica la definizione dell'ambito territoriale e delle funzioni da sviluppare che di volta in volta saranno dettate dalle necessità dei singoli settori applicativi. Quindi il primo passo verso la costruzione di un GIS sta nell'individuazione, il più accurata possibile, del risultato (obiettivo) che si vuole ottenere. Spesso si assiste, infatti, alla costruzione di Sistemi Geografici giganteschi per la semplice visualizzazione di un aspetto fisico del territorio mentre viceversa non si hanno mai abbastanza dati e informazioni laddove si vuole legare lo studio del territorio con più ampi aspetti che lo interessano.

Una giusta e bilanciata analisi di che cosa si dovrà studiare e, soprattutto, di quali sono gli obiettivi che si vogliono ottenere è una prerogativa indispensabile nella fase di progettazione di un GIS che dia poi i risultati aspettati.

Una volta definito l'obiettivo si procede, quindi, alla ricerca di quali sarebbero i dati necessari per condurre lo studio in esame. Tale fase è estremamente delicata per vari aspetti che si possono così sintetizzare:

- La ricerca dei dati, qualora non strettamente mirata alle necessità, potrebbe portare alla dispersione di energie e a perdere di vista l'obiettivo finale previsto;
- La ricerca dei dati deve tenere conto della scala necessaria alla rappresentazione del risultato aspettato; non ci si potrà dotare, ad esempio, di una base cartografica 1:1.000.000 avendo l'esigenza di individuare aspetti geografici e caratterizzazioni del territorio a scala locale, ma si dovrà optare per una scala minore, in modo da avere un maggiore dettaglio.
- La ricerca dei dati deve avvenire tenendo conto che i diversi tipi di strati informativi andranno integrati e sovrapposti in un unico sistema di riferimento geografico; sebbene pressoché tutti i software di gestione di dati cartografici permettono di convertire le coordinate da un sistema di riferimento geografico a un altro, sarebbe auspicabile dotarsi di carte tematiche omogenee che adottano lo stesso sistema;
- La ricerca dei dati deve essere condotta anche tenendo conto della finestra temporale in cui si vuole operare per integrare ed elaborare dati, informazioni e fenomeni che avvengono nello stesso intervallo di tempo.

Un altro aspetto fondamentale che caratterizza la costruzione di un GIS è l'individuazione delle richieste dell'utente le cosiddette "User Requirements".

Risulta infatti estremamente utile individuare, con il maggior dettaglio possibile, quelle che saranno le esigenze dell'utente finale. Per la definizione di questo punto è necessario tenere anche conto del profilo professionale di coloro che saranno gli utilizzatori dello strumento GIS: di come e quanto semplificato dovrà risultare l'uso dello strumento che deve comunque essere in grado di compiere tutte quelle funzioni concordate con l'utente finale.

In ogni caso le applicazioni condotte con l'uso del GIS avranno come risultato finale la creazione di carte tematiche, che costituiscono l'essenza del GIS stesso, e dalla loro lettura si avranno aiuti per conoscere, analizzare e possibilmente risolvere, i vari problemi e situazioni di criticità di carattere ambientale, sociale, economico, antropico ecc. che richiedono la valutazione, il controllo e la gestione di un territorio.

Tutto questo è facilitato dal fatto che un GIS è in grado di raccogliere e gestire informazioni per natura, formato e provenienza, diverse tra loro, renderle compatibili, consentendo l'applicazione di procedure di analisi e di sintesi delle stesse.

Tra i più significativi campi di applicazione di un GIS si possono annoverare:

- pianificazione territoriale;
- assessment (valutazione) territoriale;
- gestione di reti tecnologiche;
- analisi e pianificazione di reti tecnologiche;
- monitoraggio ambientale;
- salvaguardia dei beni culturali;
- simulazione del traffico;
- piani di disinquinamento;
- cartografie tematiche, cartografie geologiche, sismiche, di uso del suolo;
- Piani Regolatori Urbanistici e di settore;
- gestione di pratiche catastali;
- studi di impatto ambientale;
- gestione del patrimonio edilizio;
- controllo della produzione agricola;
- marketing territoriale; analisi socioeconomiche;
- pianificazione di reti distributive;
- analisi della domanda di servizi ecc.;
- analisi delle reti di vendita (geomarketing);
- analisi demografiche;
- analisi dei rischi (frane, arretramento delle coste, desertificazione, cambiamenti climatici ecc.);
- analisi dei percorsi ottimali;
- individuazione sul territorio dei punti vendita ottimali

a2. Le componenti di un GIS (SIT)

Le componenti sono diverse tra loro, e coinvolgono differenti tipi di tecnologie, hardware e software, e di figure professionali coinvolte.

- Dati

All'interno di un GIS possono essere contenuti diversi tipi di dati e informazioni anche provenienti da diversi supporti come: formati cartacei, ortofoto, immagini da satellite, tabelle Excel, che una volta integrati all'interno del GIS permettono diverse elaborazioni.

- Hardware

L'insieme di tutti i dispositivi utilizzati dall'utente per fare delle operazioni sul GIS. Il device sul quale è caricato il software GIS con il quale si è scelto di operare, nonché alcune periferiche utili alla produzione della stampa delle carte tematiche risultato finale della elaborazione (per esempio i plotter, stampanti A3 a colori, altre periferiche ecc.).

- Software

Nel campo della gestione dei sistemi territoriali negli ultimi anni sono stati sviluppati molti tipi di software. Alcuni di essi sono software proprietari, distribuiti a seguito dell'acquisto di licenza (per esempio ArcGIS della ESRI, Autodesk, Geomedia di Intergraph), altri invece sono open source (come per esempio GRASS, QGIS ecc.). I software open source, a differenza dei software proprietari, non hanno bisogno dell'acquisto di alcuna licenza per essere utilizzati. Si possono caricare sul proprio PC direttamente e gratuitamente dalla rete.

- Database

Il Database costituisce una parte molto importante del GIS in quanto deve contenere tutte le informazioni coinvolte nella costruzione, nella manutenzione e implementazione di un GIS. Le dimensioni di un database possono variare da pochi Mega Bytes a molti Tera Bytes.

- Procedure

Le procedure all'interno del GIS sono varie e coinvolgono diversi tipi di elaborazioni sia di carattere numerico sia di funzioni logiche e ancora di funzioni matematiche. Le procedure all'interno del GIS costituiscono quei meccanismi che assicurano tutte le attività di elaborazione all'interno del GIS stesso garantendone una buona qualità.

- Persone

Il buon funzionamento di un sistema GIS è assicurato anche dalle persone che lo costruiscono e che lo usano. Nella realizzazione e nella manutenzione di un GIS molteplici sono le figure professionali coinvolte che devono combinarsi e interagire per la buona riuscita del GIS stesso e per il raggiungimento dei risultati aspettati.

La sinergia tra questi elementi è fondamentale per la creazione di strumenti di analisi spaziale efficaci e affidabili. La scelta delle tecnologie e delle procedure più adatte, così come la formazione del personale coinvolto, sono fattori determinanti per il successo di un progetto GIS.

b. Dati e Attributi

Affinché un dato possa essere efficacemente elaborato all'interno di un Sistema Informativo Geografico (GIS), è fondamentale che esso sia ancorato a un preciso riferimento spaziale. Ogni tipologia di dato, anche il più semplice valore numerico, può essere trasformato in una significativa informazione territoriale. Ciò avviene associando al dato numerico un preciso insieme di coordinate geografiche, che ne definiscono la posizione nello spazio e lo trasformano in un attributo spazializzato.

Tuttavia, una semplice coppia di coordinate non è sufficiente a fornire un'informazione completa e utile per la maggior parte degli studi. È necessario arricchire queste coordinate con una serie di attributi aggiuntivi, di natura numerica, alfanumerica o statistica. In questo modo, il dato si evolve in una vera e propria informazione geografica, dotata di un'identità spaziale e di una serie di caratteristiche descrittive.

L'informazione geografica, dunque, si riferisce a entità reali posizionate nello spazio e alle relazioni che intercorrono tra esse. Essa può essere scomposta in due componenti fondamentali:

- **Componente spaziale:** definisce la geometria dell'entità, ovvero la sua posizione, forma e dimensione nello spazio.
- **Componente non spaziale:** comprende tutti gli attributi descrittivi associati all'entità, fornendo informazioni qualitative e quantitative su di essa.

Un'ulteriore caratteristica distintiva dell'informazione geografica è la sua potenziale dimensione, la maggior parte dei GIS è in grado di gestire dati sia bidimensionali che tridimensionali, consentendo così di rappresentare e analizzare fenomeni complessi con un elevato grado di dettaglio.

In un Sistema Informativo Geografico (GIS), ogni entità rappresentata sulla mappa, o feature, possiede una serie di caratteristiche definite come attributi. Pensando ad un vigneto, ad esempio, gli attributi potrebbero includere la varietà, l'area occupata, comune, foglio e mappale catastale, il coltivatore o il proprietario terriero e molte altre informazioni rilevanti. Questi attributi, associati alla geometria dell'entità, forniscono una descrizione dettagliata e completa.

Tutte le informazioni relative agli attributi delle feature presenti in un layer (o shapefile) sono organizzate in una struttura tabulare, denominata tabella degli attributi. Questa tabella è analoga a una tabella di un database relazionale, dove ogni riga rappresenta una singola feature e ogni colonna corrisponde a un attributo specifico.

La struttura di una tabella degli attributi è altamente flessibile. È possibile aggiungere nuove colonne per includere nuovi attributi, oppure eliminare colonne non più necessarie. Operazioni come join e il relate consentono di combinare informazioni provenienti da tabelle diverse, arricchendo così l'analisi spaziale. Ad esempio, si potrebbe unire la tabella dei Paesi con una tabella contenente dati climatici, per analizzare la relazione tra clima e caratteristiche socioeconomiche delle diverse nazioni.

b1. Analisi dei dati

La costruzione di un GIS richiede un'attenta e preliminare analisi dei dati, spesso eterogenei per natura e formato. Questa fase è cruciale per garantire che il sistema risponda in modo efficace alle esigenze degli utenti e produca risultati significativi.

Prima di avviare qualsiasi processo di raccolta e integrazione dei dati, è fondamentale definire con chiarezza gli obiettivi. Spesso si assiste alla realizzazione di sistemi sovradimensionati rispetto alle reali necessità, oppure a carenze di dati quando si vogliono affrontare tematiche complesse.

Il software GIS offre una vasta gamma di strumenti e funzioni per l'analisi spaziale dei dati. Queste funzioni consentono di:

- **Identificare e selezionare:** Individuare elementi specifici all'interno della mappa in base a criteri definiti dall'utente.
- **Analizzare le relazioni spaziali:** Valutare le relazioni tra diversi fenomeni geografici (es. sovrapposizione, contiguità, distanza).
- **Misurare e quantificare:** Calcolare distanze, aree, volumi e altre misure geometriche.
- **Modellizzare:** Simulare fenomeni complessi e prevedere scenari futuri.
- **Visualizzare:** Rappresentare i risultati delle analisi in modo chiaro e efficace attraverso mappe tematiche, grafici e tabelle.

Una corretta e bilanciata analisi di che cosa si dovrà studiare e, soprattutto, di che cosa si vuole ottenere è una prerogativa indispensabile nella fase di progettazione.

b2. Interrogazione del database in QGIS

La tabella attributi di QGIS rappresenta una delle modalità più semplici per interrogare il database. Ogni feature presente nel layer del database ha una corrispondente riga nella tabella attributi. Questa riga contiene informazioni specifiche su quella feature, come la varietà, l'anno d'impianto, la superficie e così via.

(N.B. Prestare attenzione nella terminologia utilizzata durante la formulazione della query)

Creazione di query: La tabella attributi permette di filtrare i dati in base ai valori dei campi. Ad esempio, si può cercare tutti gli oliveti con una superficie superiore a un ettaro, oppure tutti gli oliveti di una determinata varietà.

Visualizzazione dei risultati: I risultati della query saranno visualizzati direttamente sulla mappa, evidenziando le features che soddisfano i criteri di ricerca.

Oltre alla tabella attributi, esistono altre modalità più avanzate per interrogare un database geografico:

- **Query SQL:** Per utenti più esperti, è possibile utilizzare il linguaggio SQL (Structured Query Language) per formulare query più complesse e personalizzate direttamente sul database.

- Espressioni QGIS: QGIS dispone di un potente linguaggio di espressioni che permette di creare filtri e calcoli personalizzati sulla base dei dati presenti nel database.
- Strumenti di analisi spaziale: QGIS offre una vasta gamma di strumenti per eseguire analisi spaziali, come la selezione di features all'interno di un buffer, l'intersezione tra layer, il calcolo della distanza tra features e molto altro.

Oltre a QGIS, esistono numerosi altri strumenti che possono essere utilizzati per interrogare un database geografico come quello sugli oliveti dell'Oltrepò Pavese.

La scelta dello strumento più adatto dipende dalle specifiche esigenze dell'utente, dalla complessità delle analisi da eseguire e dalla familiarità con i diversi software (Excel; Python con librerie come GeoPandas e Shapely; Google Earth; ArcGIS; etc...).

Molti strumenti possono essere integrati con altri software, come fogli di calcolo o software statistici, per eseguire analisi più complete. Una comunità di utenti attiva può essere una risorsa preziosa per ottenere supporto e condividere conoscenze, infatti, gli utenti di una comunità attiva condividono le loro esperienze, risolvono problemi insieme e creano un bacino di conoscenza collettiva.

Questo scambio di informazioni permetterebbe a tutti i membri di apprendere e crescere professionalmente.

3. Processo di Creazione del Database

a. Raccolta dei dati

La raccolta dei dati è stata condotta attraverso una **pluralità di fonti e metodologie**, al fine di garantire la completezza e l'accuratezza delle informazioni.

In primo luogo, il **sistema informativo Sis.Co** ha fornito un flusso costante di dati aggiornati sulle particelle coltivate a olivo, grazie alla consultazione periodica dei fascicoli aziendali. Queste informazioni sono state integrate con i **dati catastali**, i quali hanno offerto un quadro dettagliato sulla proprietà fondiaria e sulla localizzazione precisa delle particelle.

Per arricchire ulteriormente il database, sono stati **organizzati convegni e seminari specifici**, come, ad esempio, quello organizzato in Piazza Vittorio Veneto, 1, Casteggio (PV), il 16 febbraio 2024, durante i quali gli agricoltori sono stati direttamente coinvolti, fornendo informazioni preziose sulle superfici coltivate, sulle varietà di olivo e sulle pratiche colturali adottate. Inoltre, sono state condotte **indagini dirette presso gli oliveti**, attraverso sopralluoghi e interviste agli agricoltori, al fine di raccogliere dati più specifici e aggiornati.

OLIOP
Prospettive per una
filiera produttiva di
frontiera dell'Olio in
Oltrepò Pavese
...
C/O COPROVI
16 FEBBRAIO 2024
ORE 16
Piazza Vittorio Veneto, 1
Casteggio (PV)

CONTATTI
☎ 338 584 3938
✉ paolo.bazzano@icloud.com
🌐 www.ecosrl.eu

Università di Pavia
DSTA - DICAr

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

Ministero dell'Università e della Ricerca

Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

NODES
Nord-Ovest Digitale e Sostenibile

Figura 3: Locandina dell'evento OLIOP: Prospettive per una filiera produttiva di frontiera dell'Olio in Oltrepò Pavese

Parallelamente, sono state effettuate **ricerche approfondite** su **internet** per individuare ulteriori informazioni su oliveti e produttori olivicoli nella zona interessata, consultando database regionali e nazionali, siti web di associazioni di categoria, pubblicazioni scientifiche e articoli di settore.

Infine, le **segnalazioni dei terzi** sono state fondamentali per completare il quadro informativo, apportando conoscenze specifiche e dettagliate che difficilmente sarebbero state reperibili

attraverso altre fonti. La loro esperienza diretta del territorio ha permesso di raccogliere informazioni preziose, contribuendo a costruire un database autentico e rappresentativo dell'olivicoltura dell'Oltrepò Pavese.

Questa collaborazione ha non solo arricchito il database di dati preziosi, ma dimostra quanto sia importante coinvolgere la comunità locale nella valorizzazione del proprio patrimonio e ha permesso di costruire un database che va oltre la semplice raccolta di dati, diventando una vera e propria testimonianza della passione e dell'attaccamento dei cittadini nel valorizzare il proprio territorio.

La raccolta dati è stata preceduta, ed accompagnata, da un'estesa **ricerca bibliografica**, al fine di garantire la coerenza metodologica e l'allineamento con le migliori pratiche del settore.

b. Georeferenziazione

La georeferenziazione dei dati, ovvero l'associazione di ogni punto a precise coordinate geografiche, è stata un passaggio molto importante per la corretta formazione del database.

Come punto di partenza, sono state utilizzate le informazioni catastali disponibili per ciascun appezzamento. Queste informazioni, pur fornendo una prima posizione, necessitavano spesso di una verifica sul campo per migliorare la precisione delle informazioni e per verificarne l'effettiva esistenza.

Per garantire la massima precisione, le coordinate catastali sono state confrontate con la realtà territoriale attraverso l'utilizzo di foto georeferenziate. Queste immagini, scattate direttamente sul campo dai tecnici, hanno permesso di individuare eventuali discrepanze tra i dati catastali e la posizione effettiva degli appezzamenti. Le posizioni degli appezzamenti sono state quindi corrette e aggiornate di conseguenza. Le posizioni revisionate, sono state aggiornate anche nel software QGIS. Questo strumento ne permette la visualizzazione in modo cartografico preciso la posizione, facilitando così le successive analisi ed elaborazioni dei dati.

Nel caso di appezzamenti privi di informazioni catastali, in quanto proveniente da segnalazioni di terzi, o quando queste risultavano incomplete o obsolete, è stata adottata una metodologia di georeferenziazione diretta sul campo.

Utilizzando dispositivi mobili dotati di GPS, come smartphone o tablet, e un'apposita applicazione (QField), è stato possibile georeferenziare direttamente i punti di interesse presenti sull'appezzamento, come ad esempio gli angoli o i punti centrali. Le immagini georeferenziate, acquisite durante il sopralluogo, hanno fornito un supporto visivo fondamentale per la definizione precisa delle coordinate.

Grazie a questo approccio rigoroso, è stato possibile ottenere un database georeferenziato di alta qualità, che costituisce una base solida per ulteriori analisi e applicazioni.

Il software scelto per la creazione e la gestione dello shapefile poligonale derivante da tutte le informazioni georeferenziate è stato QGIS 3.32.

I dati attributivi (es. varietà di olivo, superficie, ecc.) sono stati inseriti direttamente nella tabella attributi dello shapefile all'interno di QGIS, facilmente convertibile nei formati MS/XML o CSV qualora fosse necessario per un'indagine che utilizza altri programmi.

La georeferenziazione è una tecnica fondamentale, per caratterizzare al meglio un dato, un'immagine o un oggetto digitale. La georeferenziazione è indispensabile per una molteplicità di ragioni:

- **Integrazione di dati:** permette di correlare tra loro diverse tipologie di informazioni spaziali, come immagini satellitari, dati meteorologici, censimenti demografici, creando così un quadro completo e dettagliato di un territorio.
- **Analisi spaziale:** consente di individuare pattern, trend e relazioni tra fenomeni che si manifestano nello spazio, facilitando la comprensione di processi complessi come i cambiamenti climatici, l'urbanizzazione o la diffusione di malattie.
- **Decision making:** fornisce una base solida per la pianificazione territoriale, la gestione delle risorse naturali, la risposta alle emergenze e la progettazione di infrastrutture.
- **Visualizzazione:** permette di rappresentare graficamente dati spaziali, rendendoli più facilmente comprensibili e comunicabili a un pubblico vasto.

La georeferenziazione rappresenta una tecnologia chiave per comprendere e gestire cambiamenti di una certa entità. Grazie alla sua capacità di integrare e analizzare dati spaziali, essa offre strumenti potenti per affrontare le sfide globali e, soprattutto, prendere decisioni informate.

b1. Rappresentazione di dati quantitativi su carte tematiche

In contesti divulgativi, ma anche in ambito tecnico, occorre spesso visualizzare dati numerici su rappresentazioni cartografiche. Per esempio, nel campo della geografia fisica, una carta meteorologica mostra la temperatura dell'aria, la pressione atmosferica e la velocità del vento.

Un'altra categoria di informazioni consiste nella presenza o nell'assenza di qualche elemento, in questo caso è possibile semplicemente inserire un punto, o un poligono, a significare lo stato di "presenza", in modo che, completata la rappresentazione, la carta mostri una superficie con punti o poligoni sparsi rappresentativi della distribuzione.

In alcuni programmi scientifici, le misurazioni si riferiscono a un valore medio, preso per esempio al centro delle maglie quadrate di un reticolo tracciato sulla carta. Tuttavia, per molte classi di dati, la posizione dei punti di rilevamento è predeterminata in base a quella di un insieme fisso e non omogeneo di stazioni di osservazione: per esempio, i valori meteorologici e climatici sono spesso misurati negli aeroporti.

Qualunque sia il metodo di campionamento utilizzato, alla fine della raccolta si dispone di una serie di numeri e di punti a essi associati e localizzati sulla carta.

Anche se la raccolta dei dati e la georeferenziazione dei punti sono precise, può essere difficile comprendere visivamente il modello spaziale secondo il quale i dati si dispongono sulla carta. Per questo motivo i cartografi spesso inseriscono, unitamente alla rappresentazione dei punti rilevati e del loro valore numerico, delle isoplete, linee in cui il fenomeno descritto assume un valore costante (dal greco *isos*, "uguale", e *plethos*, "quantità").

Le carte tematiche sono strumenti visivi potenti che consentono di rappresentare in modo chiaro e immediato dati quantitativi relativi a un fenomeno specifico distribuito su un territorio.

Grazie all'utilizzo di simboli, colori e scale gradualali, è possibile individuare pattern, trend e anomalie spaziali che sarebbero difficili da cogliere analizzando semplici tabelle di dati.

Inoltre, queste carte sono alla base dell'analisi spaziale, che consente di studiare le relazioni tra variabili geografiche e di individuare i fattori che influenzano la distribuzione dei fenomeni.

Si possono utilizzare in numerosi ambiti per prendere decisioni informate. Ad esempio, in ambito urbanistico possono essere utilizzate per valutare la distribuzione della popolazione, l'accessibilità ai servizi o il rischio di disastri naturali.

4. Utilizzo del Database

a. Utilizzo in QGIS

Il database georeferenziato degli oliveti, una volta creato e popolato con i dati raccolti, diventa uno strumento per estrarre informazioni specifiche e condurre analisi.

QGIS, il software GIS utilizzato per la creazione del database, offre una vasta gamma di strumenti per interrogare i dati spaziali. Alcune delle operazioni più comuni includono:

- Selezione per attributo:
 - Identificare tutti gli appezzamenti con una specifica varietà di olivo.
 - Selezionare gli oliveti situati in un determinato comune.
 - Identificare gli appezzamenti con una superficie superiore a una certa soglia.
- Selezione spaziale:
 - Identificare gli oliveti che intersecano o si avvicinano a un determinato fiume o strada.
 - Selezionare gli oliveti all'interno di un'area protetta.
- Buffer: Creare zone cuscinetto intorno agli oliveti per analisi di impatto o per individuare potenziali aree di espansione.
- Join spaziale: Unire le informazioni contenute nel database degli oliveti con altri dataset, come quelli relativi al clima o al suolo, per analisi più complesse.

Esempi di query:

- *Quante piante di cultivar "Leccino" sono presenti nel comune di Stradella?*
- *Qual è la superficie totale degli oliveti 5x5 nell'Oltrepò Pavese?*
- *Quali sono le varietà di olivo più diffuse nelle zone collinari?*
- *A quale distanza dai centri abitati si trovano gli oliveti di maggiori dimensioni?*

N.B. Tutte le query devono essere formulate con la sintassi corretta all'interno di QGIS per ottenere i risultati desiderati. La chiave per formulare query efficaci è una buona comprensione della struttura del database e delle funzionalità di QGIS.

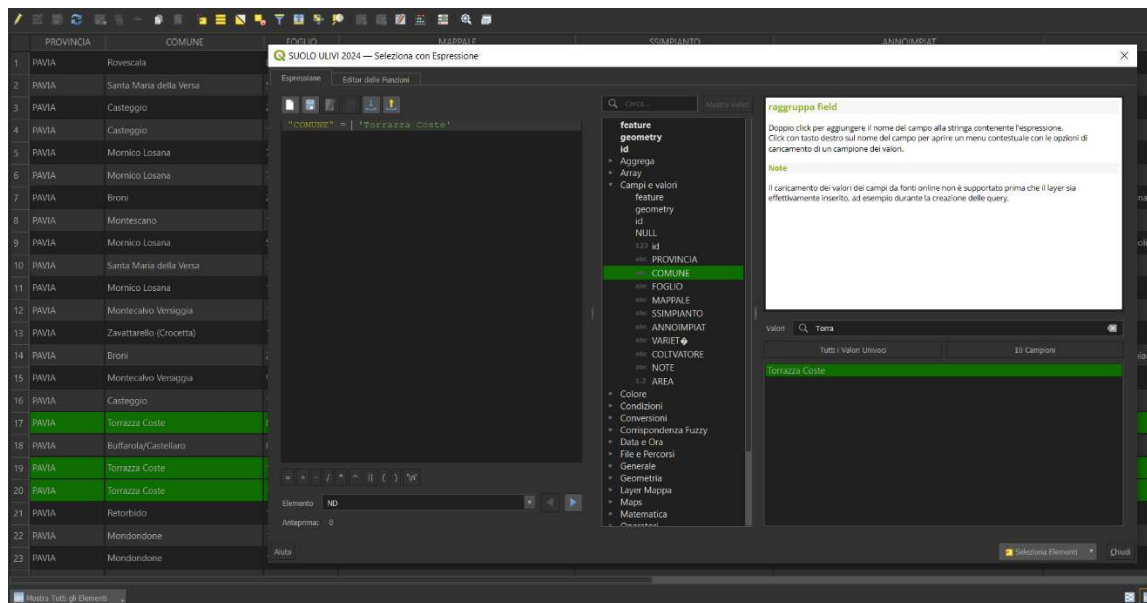


Figura 4: Semplice esempio di interrogazione del database

Interrogazioni dirette in QGIS

QGIS offre un'interfaccia intuitiva per interrogare direttamente il database associato al layer. Ecco una guida base su come procedere:

1. Aprire tabella attributi: Con un clic destro sul layer nella legenda per aprire una tendina e quindi aprire la tabella attributi.
2. Utilizzare la funzione "Seleziona elementi usando un'espressione": Nella parte superiore della tabella, è presente una barra di funzione. Qui si potrà trovare un'icona () per filtrare i dati utilizzando un'espressione specifica.
 - Esempi di espressioni:
 - "VARIET" = 'Leccino' per selezionare tutti gli oliveti della varietà Leccino.
 - "AREA" > 10000 per selezionare gli oliveti con una superficie superiore a un ettaro.
 - "ANNOIMPIANT " < ' 2022 ' per selezionare gli oliveti impiantati prima del 2022.
3. Utilizzo di espressioni più complesse:
 - Operatori logici, matematici, variabili, geometrie, etc... possono essere tutti ritrovati nella colonna centrale della finestra. Anche in questo caso bisognerà predisporre correttamente la funzione per far sì di ottenere il risultato desiderato.
 - Funzioni: QGIS offre una vasta gamma di funzioni per manipolare i dati, come funzioni matematiche, stringhe e date.

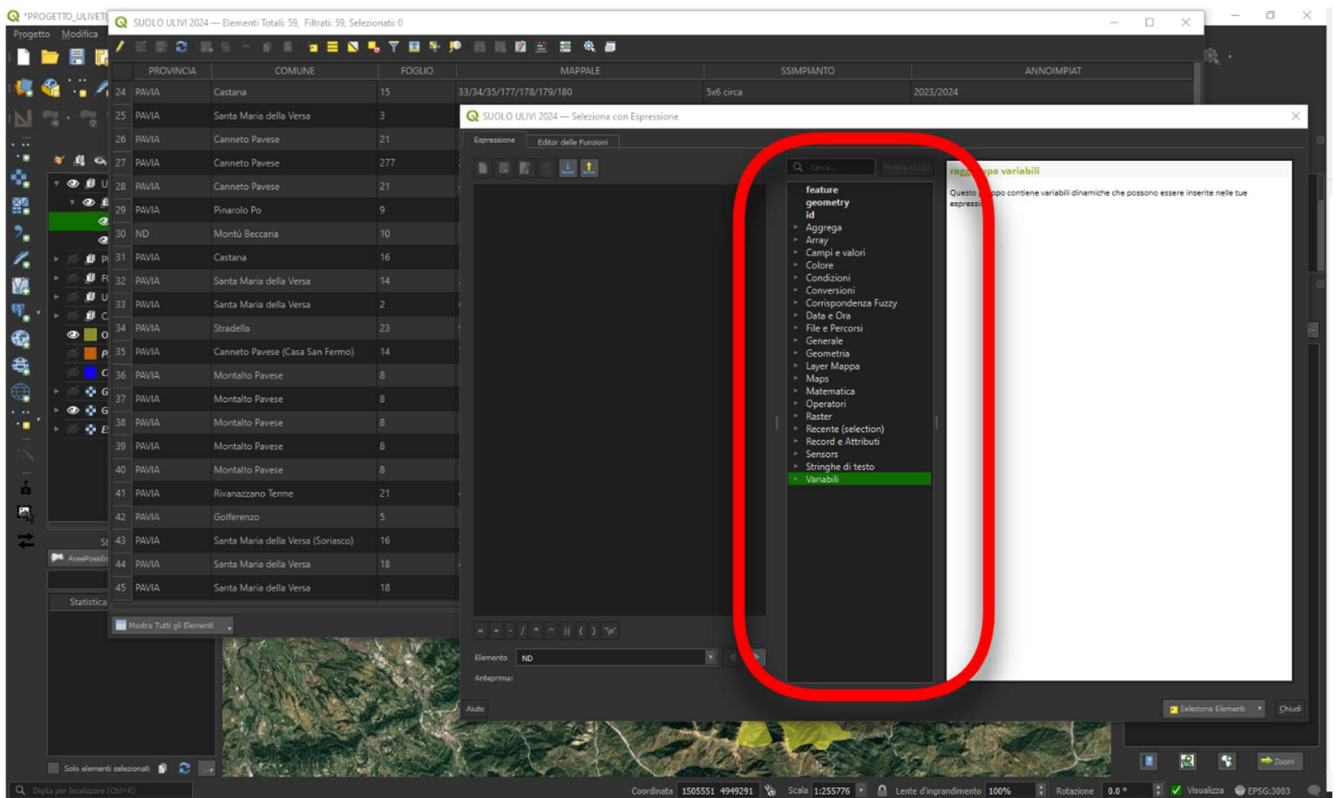


Figura 5 Schermata iniziale per la compilazione delle query

Altra possibile interrogazione, in questo caso visiva, è l'utilizzo dei pannelli 'Simbologia' ed 'Etichette' di QGIS, i quali permettono di definire una simbologia dinamica basata su regole. Queste regole consentono di associare a ciascun feature un simbolo, un colore o un'etichetta che varia in funzione del valore di uno o più attributi.

Questi due pannelli si trovano con doppio clic sul layer nella legenda per aprire una finestra contenente numerose sezioni, tra cui quelle di 'Simbologia' ed 'Etichette'.

b. Interrogazione del Database con strumenti tematici

Una volta convertita la tabella attributi del database GIS in un formato più accessibile come CSV o XML, si aprono molteplici possibilità di analisi e visualizzazione dei dati, utilizzando strumenti che potrebbero essere già familiari a molti utenti.

La scelta dello strumento più adatto per l'analisi dei dati dipende dalle specifiche esigenze dell'utente. Per interrogazioni semplici e visualizzazioni di base, fogli di calcolo come Excel offrono un'interfaccia intuitiva e funzionalità immediate. Tuttavia, per analisi più complesse e personalizzate, l'utilizzo di linguaggi di programmazione come Python o R, in combinazione con librerie GIS dedicate, consente di sfruttare appieno le potenzialità dei dati.

La conversione della tabella attributi in formati standard come CSV o XML garantisce grande flessibilità, permettendo l'integrazione dei dati in diversi ambienti e la creazione di analisi ad hoc, adattate alle specifiche esigenze di ogni progetto.

c. Visualizzazione di mappe

Attraverso i pannelli di "Simbologia" ed "Etichette" di QGIS è possibile creare visualizzazioni personalizzate e altamente informative.

Il pannello 'Simbologia' è il cuore della visualizzazione dei dati in QGIS. Qui puoi definire l'aspetto visivo di ciascun elemento del layer:

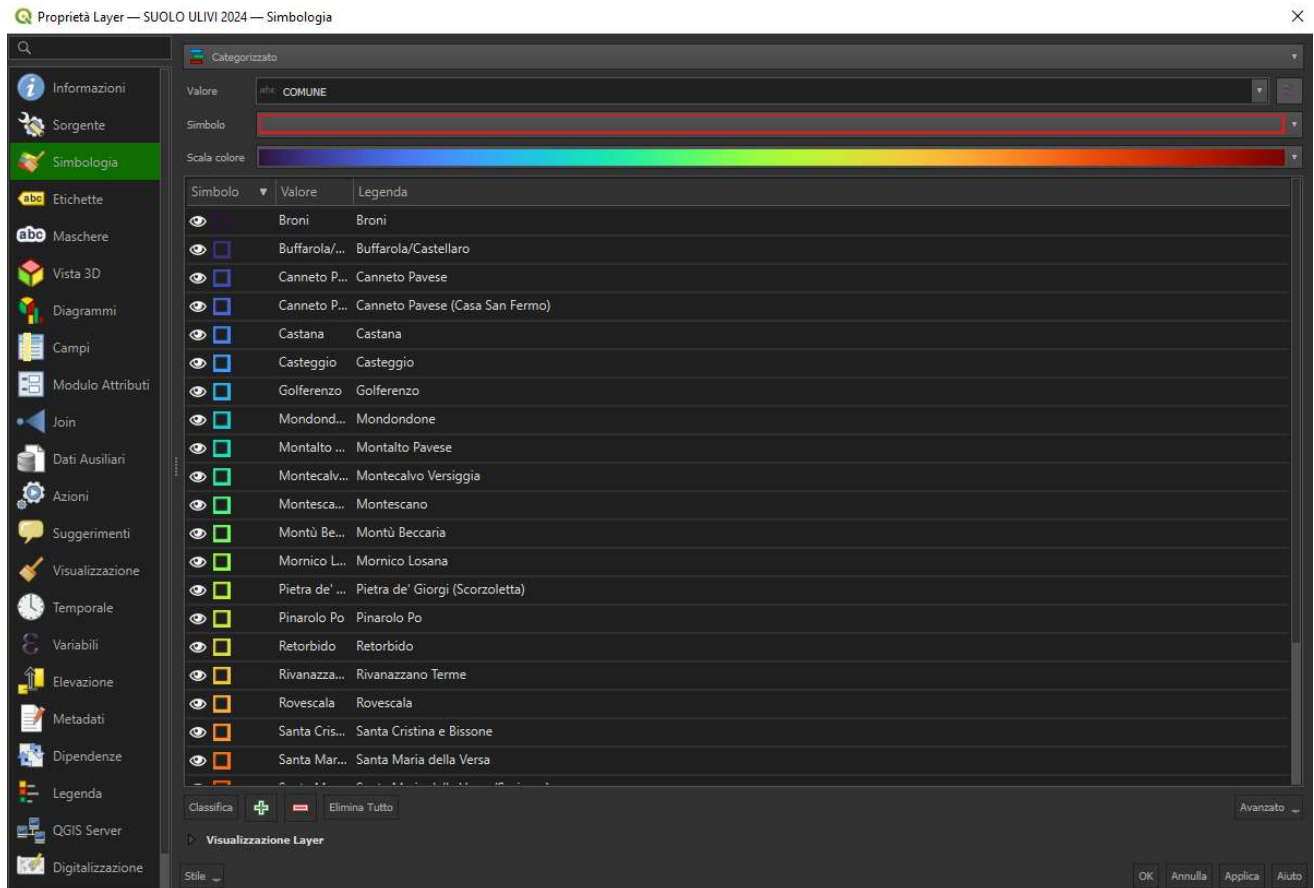


Figura 6 Finestra "Simbologia" del layer, categorizzato attraverso il valore del 'COMUNE'

È possibile categorizzare il layer secondo un "valore", presente nella tabella attributi, e avere così una visualizzazione immediata della diversa classificazione del layer.

Un efficace metodo di visualizzazione è offerto dalla modalità "Categorizzato", la quale permette di rappresentare i valori dei dati che si stanno tematizzando in classi con diverse gradazioni di colore. In QGIS è inoltre possibile scegliere tra una serie di combinazioni e sfumature di colore utili per una migliore visualizzazione della classificazione.

La rappresentazione tematica dei dati potrebbe non risultare ancora sufficiente per un'efficace comunicazione dei dati elaborati. E per questo che la maggior parte dei software GIS offre la possibilità di progettare l'aspetto della carta tematica stessa, modificandone alcuni caratteri principali e inserendo anche ulteriori elementi che aiutino a meglio interpretare le informazioni contenute nella carta tematica stessa.

Gli aspetti opzionali che è possibile modificare e aggiungere sono vari e riguardano il colore dei simboli, l'introduzione del nome degli oggetti sulla carta, la dimensione dei caratteri delle

etichette (label), della scala, dei simboli e di tutti quegli accorgimenti finalizzati a una più facile lettura.

Il pannello “Etichette”, permette di aggiungere testo agli elementi, rendendo la mappa più informativa e leggibile. È possibile personalizzare:

- **Contenuto:** Scegliere quale attributo del layer utilizzare come testo dell'etichetta.
- **Posizione:** Definisce dove posizionare l'etichetta rispetto al simbolo (sopra, sotto, a sinistra, a destra).
- **Font:** Scegliere il tipo di carattere, la dimensione e il colore del testo.
- **Buffer:** Aggiunge un bordo o uno sfondo all'etichetta per migliorarne la leggibilità.
- **Placement:** Configura come le etichette vengono posizionate sulla mappa per evitare sovrapposizioni

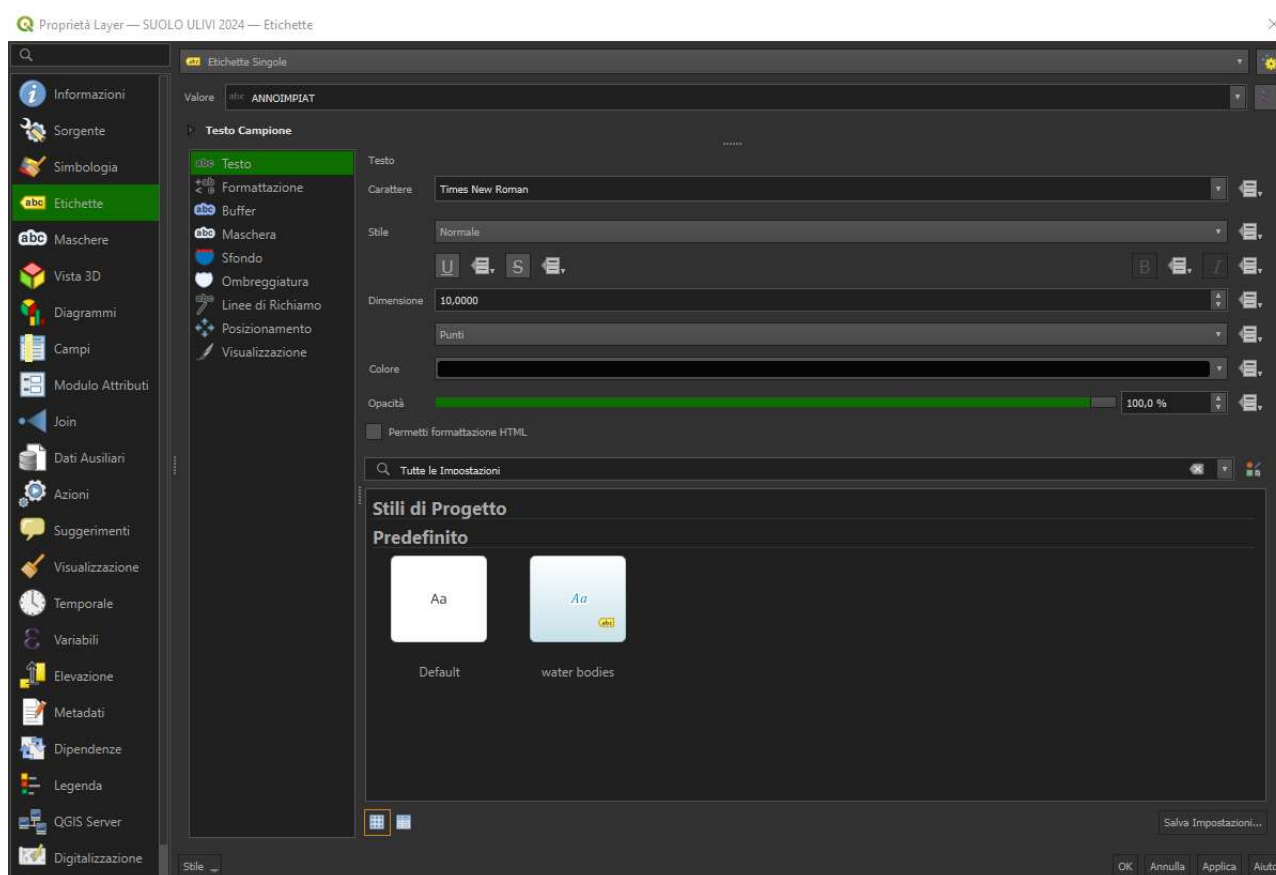


Figura 7 Finestra “Etichette” del layer, attraverso il valore ‘ANNOIMPIANT’ si potranno aggiungere le etichette alle features

Se necessario si possono aggiungere etichette attraverso “regole”. Grazie alle regole, è possibile personalizzare in modo estremamente preciso il contenuto e l'aspetto delle etichette, adattandole alle richieste in modo specifico.

Il vantaggio dell'utilizzo di queste etichette è sicuramente una maggior flessibilità e chiarezza nella visualizzazione, anche se leggermente più laboriose nella realizzazione corretta.

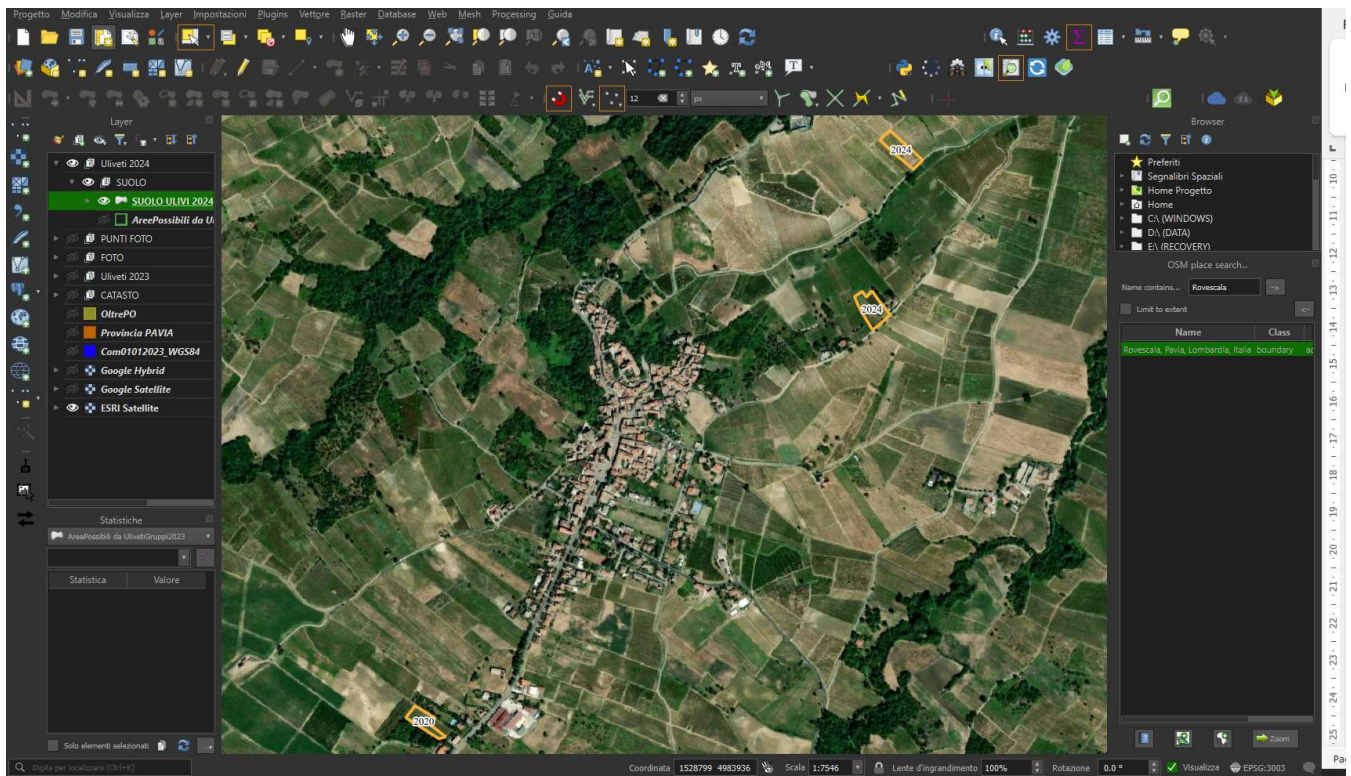


Figura 8 Esempio di mappa categorizzata ed etichettata. Terreni ad oliveto del comune di Rovescala con etichette indicanti gli anni d'impianto

N.B. Questa introduzione offre una panoramica generale sulle potenzialità dei pannelli 'Simbologia' ed 'Etichette' di QGIS. Per approfondire le numerose opzioni di personalizzazione e configurazione disponibili, si raccomanda di fare riferimento alla documentazione tecnica ufficiale del software QGIS.

5. Risultati e conclusioni

a. Risultati

a1. Quantificazione del patrimonio olivicolo

Grazie all'utilizzo del software QGIS e del database, è stato identificando e delimitando ogni appezzamento individuato destinato alla coltivazione dell'olivo. Ad oggi, sono stati censiti **89** poligoni corrispondenti a oliveti, coprendo una superficie complessiva di **41,90** ettari.

Attraverso l'analisi spaziale del territorio, è possibile visualizzare la posizione degli appezzamenti e diverse relazioni ambientali. Identificando le aree maggiormente vocate alla coltivazione dell'olivo e individuando eventuali lacune territoriali, si possono definire le zone ottimali per lo sviluppo di nuove piantagioni o per interventi di riqualificazione.

Nell'ambito del progetto QGIS, sono stati sviluppati due shapefile distinti per rappresentare le aree olivicole. Il primo, denominato 'SUOLO ULIVI 2024', raccoglie le particelle dove la presenza di uliveti è stata confermata attraverso un rigoroso processo di fotointerpretazione e verifiche in situ, garantendo l'accuratezza dei dati.

Per garantire la massima accuratezza dei dati, si è proceduto ad un'intensa campagna di rilievi sul terreno, utilizzando un approccio integrato tra strumenti GIS e tecnologie GPS.

Le particelle individuate come potenziali aree olivicole attraverso la fotointerpretazione sono state estratte dallo shapefile 'SUOLO ULIVI 2024' e trasferite sul tablet in formato mobile tramite l'applicazione QField. Utilizzando le funzionalità di navigazione GPS integrate in QField, i tecnici si sono recati direttamente sul campo, raggiungendo, per quanto possibile, anche le parcelle più remote e difficilmente accessibili a piedi.

Una volta raggiunta la particella, si è proceduto alla verifica visiva della presenza di uliveti, confrontando la realtà con le immagini satellitari e i dati cartografici precedentemente acquisiti.

In caso di conferma della presenza di uliveti, sono state raccolte, dove possibile, diverse tipologie di dati sul campo, tra cui:

- Sesto d'impianto
- Varietà di olivo
- Età stimata degli alberi
- Stato fitosanitario.

Ogni particella è stata documentata con una serie di fotografie ad alta risoluzione, utili per la successiva analisi e archiviazione.

Al termine di ogni uscita per i rilievi, i dati raccolti sul campo sono stati immediatamente integrati nel progetto QGIS, aggiornando le informazioni associate a ciascuna particella nello shapefile 'SUOLO ULIVI 2024'. Le fotografie georeferenziate sono state associate ai rispettivi punti di rilievo, creando un ricco archivio multimediale a supporto dell'analisi dei dati.

La combinazione di tecniche di telerilevamento, strumenti GIS e rilievi sul campo ha permesso di ottenere un dataset dettagliato e affidabile sulle aree olivicole, fornendo un quadro preciso della distribuzione spaziale e delle caratteristiche degli uliveti presenti nel territorio.

Un secondo shapefile, invece, è stato creato per aree potenzialmente destinate alla coltivazione dell'olivo, identificate attraverso fonti indirette come il Sistema Informativo Colturale (Sis.Co.), testimonianze di agricoltori locali e altre segnalazioni. Questo secondo shapefile ha fornito una stima preliminare delle zone da esplorare, guidando la pianificazione degli itinerari di campagna.

Sebbene queste aree non siano state soggette a verifiche di campo, le informazioni raccolte suggeriscono una forte probabilità di presenza di uliveti.

Va tuttavia considerato che alcune di queste aree sono risultate difficilmente accessibili, situate in zone impervie o soggette a vincoli ambientali, paesaggistici o burocratici che ne limitano l'accesso.

In altri casi, potrebbe trattarsi di terreni privati o di aree protette, per le quali non è possibile effettuare rilievi senza le necessarie autorizzazioni.

Sebbene la precisione di questo shapefile sia inferiore rispetto al primo, esso fornisce un quadro più completo della potenziale distribuzione degli uliveti nel territorio, consentendo di

individuare aree di interesse per ulteriori approfondimenti e per la pianificazione di future campagne di rilievo.

Nel contesto dei precedenti progetti OLIO e OLIMPO è stata sviluppata una **carta vocazionale** dell'Oltrepò Pavese che presenta un'analisi rigorosa e approfondita delle potenzialità della coltivazione dell'olivo in quest'area del bacino del Mediterraneo, tradizionalmente considerata marginale per questa tipologia di coltura.

Obiettivo principale è valutare l'idoneità attuale e futura del territorio allo scopo di individuare le aree più propense allo sviluppo di oliveti, tenendo conto dei cambiamenti climatici in corso. Attraverso l'utilizzo di modelli statistici e l'analisi di dati climatici, geologici, geomorfologici e vegetazionali, i ricercatori sono riusciti a costruire una mappa dettagliata dell'idoneità, evidenziando le zone con le condizioni più favorevoli alla crescita dell'olivo.

Questo strumento, oltre a fornire indicazioni preziose per gli investimenti nel settore olivicolo, contribuisce a promuovere pratiche agricole sostenibili e a salvaguardare il patrimonio olivicolo locale.

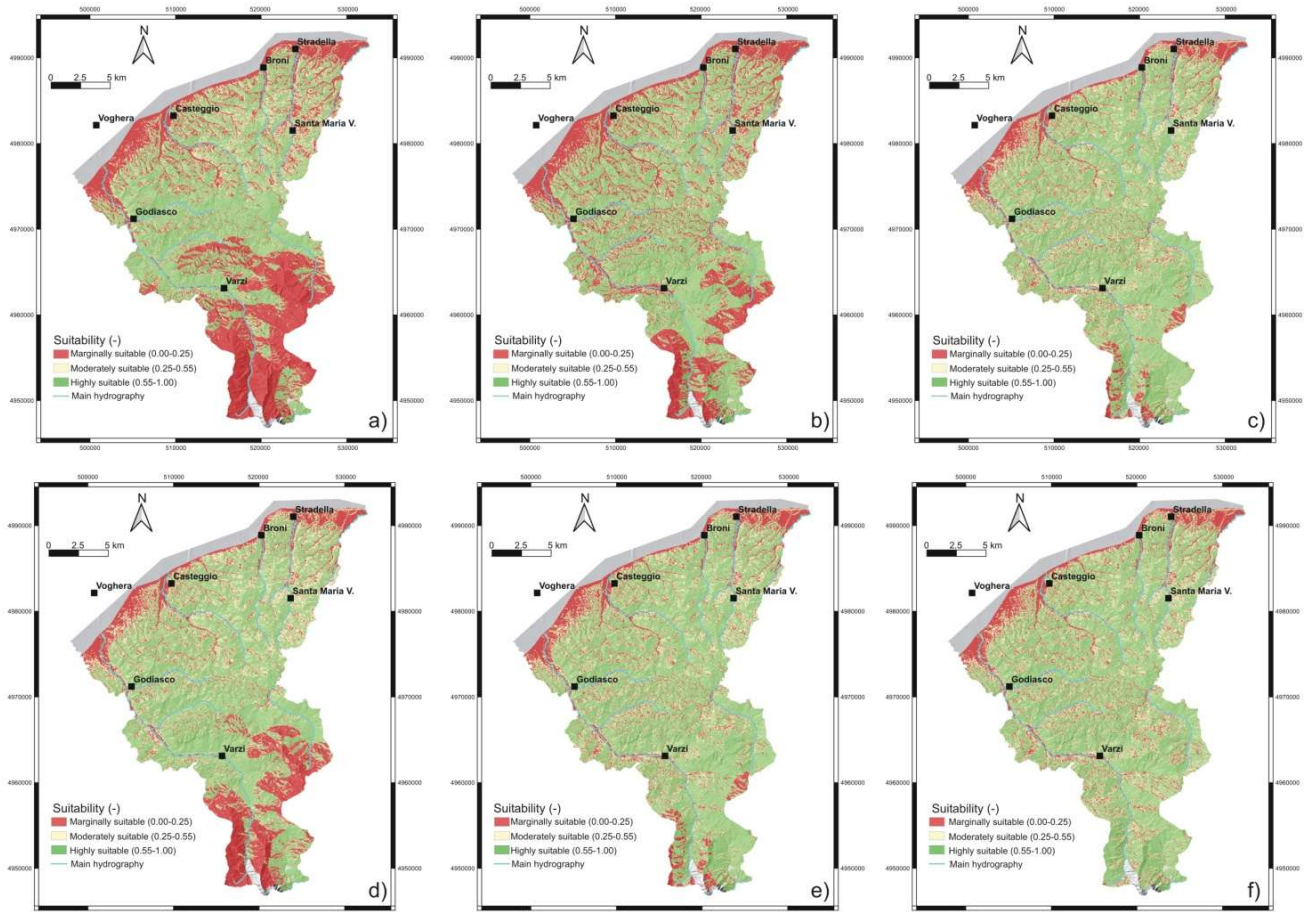


Figura 9 Mappe di idoneità per gli scenari climatici futuri previsti considerati: a) RCP 4.5 al 2050; b) RCP 4.5 alle 2070; c) RCP 4.5 al 2100; d) RCP 8,5 al 2050; e) RCP 8,5 alle 2070; f) RCP 8,5 al 2100.

Questa carta vocazionale ha rivelato un potenziale inaspettato per la coltivazione dell'olivo nell'Oltrepò Pavese. Nonostante sia una zona tradizionalmente associata ad altre produzioni, come il vino, l'analisi ha evidenziato che alcune aree presentano condizioni climatiche e pedologiche particolarmente favorevoli all'olivicoltura. In particolare, le zone meridionali e

occidentali della regione sembrano essere le più adatte, grazie a un insieme di fattori che favoriscono la crescita e lo sviluppo delle piante di olivo. Tra questi, un ruolo cruciale è svolto dalla temperatura, dalle precipitazioni e dalle caratteristiche del terreno.

Guardando al futuro, si può individuare una tendenza interessante: con il progressivo riscaldamento del clima, si prevede un'espansione delle aree idonee alla coltivazione dell'olivo. Questo significa che sempre più terreni potrebbero essere destinati a questa coltura, aprendo nuove prospettive per il settore agricolo locale.

Analizzando, inoltre, le relazioni tra la distribuzione degli oliveti ad oggi presenti e le caratteristiche del contesto ambientale, quali tipologia di suolo, clima e morfologia del terreno, si sono individuati i fattori che maggiormente influenzano la produttività e la qualità delle olive.

Alcuni fattori interni come a varietà di olive e l'età dell'impianto giocano un ruolo fondamentale, e non meno cruciale risulta essere il momento della raccolta, che se effettuata troppo in anticipo, può ridurre notevolmente la resa in olio.

Passando ai fattori esterni, il clima ha un impatto significativo. Temperature elevate possono ridurre l'efficienza della fotosintesi, mentre l'umidità eccessiva può compromettere la qualità del raccolto, anche il suolo gioca un ruolo fondamentale; la sua composizione può influenzare la crescita delle olive. Poi ci sono le pratiche agronomiche come l'irrigazione, la fertilizzazione e la potatura, che possono migliorare sia la resa che la qualità dell'olio. In sintesi, tutti questi fattori si combinano per determinare la qualità finale e la resa dell'olio d'oliva.

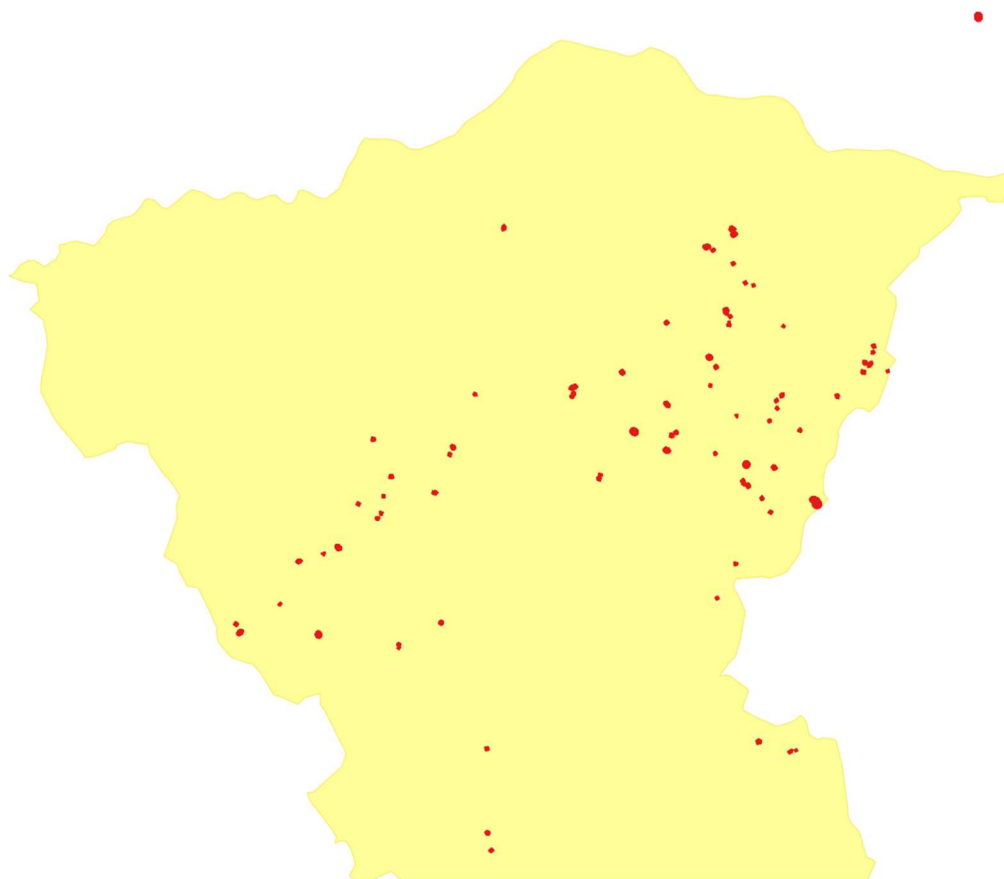


Figura 9 Mappa della distribuzione degli oliveti in Oltrepò Pavese ("SUOLO ULIVI 2024")

a2. Distribuzione delle varietà

L'analisi dei dati raccolti ha evidenziato una predominanza delle cultivar Frantoio, Leccino e Pendolino nel territorio dell'Oltrepò Pavese.

Tuttavia, la diversità varietale presente è più ampia e comprende numerose altre cultivar alternative (ad esempio San Agostino, Ascolana, Perla Nera, Grignan, etc..), la cui idoneità al territorio è da verificare secondo un percorso di indagini più approfondite. Parallelamente, è in corso uno studio approfondito sugli olivi secolari presenti sul territorio, al fine di identificare eventuali ecotipi locali adattatisi alle peculiarità pedoclimatiche locali.

La complessità del sistema olivicolo locale è testimoniata dalla presenza di numerose cultivar, la cui diffusione potrebbe essere legata a fattori storici e ambientali specifici. Questo è anche sintomo di un territorio in evoluzione, che sta sperimentando e testando nuove varietà e tecniche colturali, alla ricerca di soluzioni sempre più sostenibili e adatte alle sfide del cambiamento climatico.

a3. Età degli impianti

L'analisi dei dati relativi all'età degli impianti olivicoli evidenzia un marcato ringiovanimento del patrimonio olivicolo, con una concentrazione significativa di appezzamenti impiantati tra il 2020 e il 2024. Tale dato sottolinea il dinamismo del settore olivicolo locale, caratterizzato da un crescente interesse per questa coltura, dimostrando come molti dei protagonisti del territorio si stanno accorgendo negli ultimi anni delle potenzialità economiche e ambientali di questa coltura in tutti i suoi aspetti.

È comunque stata constatata l'esistenza di appezzamenti con un'età superiore ai dieci anni evidenzia la lungimiranza di alcuni produttori che hanno anticipato il recente rinnovato interesse per l'olivicoltura.

Non da meno è la presenza di oliveti secolari, localizzati in gran parte del territorio, che testimonia una tradizione olivicola di lunga data e sottolinea l'importanza di preservare questo patrimonio genetico e culturale. La presenza di oliveti secolari, diffusa in gran parte del territorio, è stata uno dei fulcri del progetto OLIMPO.

La ricostruzione storica condotta nel progetto e la distribuzione degli olivi secolari e della olivicoltura in Oltrepò Pavese si può considerare una ricerca storica partecipata, proprio perchè grazie alla collaborazione di diverse persone ed enti è stato possibile delineare un "fil rouge", riuscendo ad applicare il metodo scientifico a quello storiografico.

La ricerca si è concentrata sull'esplorazione dell'olivicoltura in Oltrepò Pavese, con l'obiettivo di ricostruirne la storia e la distribuzione geografica. Attraverso un approccio multidisciplinare, sono state combinate un'attenta analisi di fonti bibliografiche e storiche con un'accurata indagine sul territorio e una scrupolosa ricerca d'archivio.

In particolare, l'attenzione è stata rivolta allo studio di opere precedenti, come quelle di Gualtierio Strano e dei fratelli Mancinelli, che hanno fornito una solida base per le ricerche. Successivamente, sono stati effettuati sopralluoghi in diverse località, prestando particolare attenzione a siti come Livelli, dove la presenza di olivi secolari e terrazzamenti ha suggerito una antica tradizione olivicola.

La ricerca d'archivio è stata fondamentale per corroborare le ipotesi dello studio. Consultando archivi parrocchiali, pubblici e privati, ritrovando preziosi documenti che attestavano la presenza di olivi e la produzione di olio in epoche passate. Inoltre, un attento confronto tra catasti antichi e moderni ha permesso di tracciare l'evoluzione nel tempo della coltivazione dell'olivo.

Parallelamente, sono state raccolte testimonianze orali da anziani locali, che hanno fornito preziose informazioni sulla produzione di olio e sulla presenza di olivi nel passato. Queste testimonianze si sono rivelate particolarmente utili per ricostruire il legame tra la popolazione e l'olivo nel corso dei secoli.

I risultati ottenuti confermano l'esistenza di una significativa presenza storica dell'olivicoltura in Oltrepò Pavese. Tuttavia, nonostante gli sforzi compiuti, non è stato possibile determinare con precisione le date di impianto degli olivi nei siti indagati.

La ricerca ha evidenziato l'importanza dell'olivicoltura nel passato dell'Oltrepò Pavese, fornendo una solida base per ulteriori approfondimenti. I risultati ottenuti sottolineano la necessità di continuare a indagare per comprendere meglio l'evoluzione di questa coltura nel tempo e le sue implicazioni sul territorio e sulla cultura locale.

a4. Altri risultati rilevanti

Un elemento che ha particolarmente caratterizzato il censimento degli oliveti in Oltrepò Pavese è stato l'eccellente stato fitosanitario degli impianti. L'assenza quasi totale di malattie significative può essere attribuita a diversi fattori, tra cui:

- Isolamento geografico: La posizione dell'Oltrepò Pavese, relativamente isolata rispetto ad altre zone olivicole più densamente popolate, ha limitato la diffusione di patogeni.
- Bassa densità degli impianti: La tradizionale coltivazione dell'olivo in Oltrepò, caratterizzata da basse densità di impianto, infatti non sono ad oggi presenti impianti intensivi o ultra-intensivi, ha favorito una migliore aerazione delle chiome e ridotto l'umidità, condizioni sfavorevoli allo sviluppo di molte patologie.
- Pratiche colturali tradizionali: Le pratiche colturali tradizionali hanno contribuito a mantenere gli oliveti in buono stato di salute.

Questo scenario è di fondamentale importanza per la sostenibilità della produzione olivicola, in quanto riduce la necessità di trattamenti fitosanitari e garantisce la produzione di un olio di alta qualità.

Non meno importante, risulta essere il fatto che il patrimonio olivicolo dell'Oltrepò Pavese rappresenta una risorsa inestimabile per la valorizzazione del territorio e lo sviluppo del turismo. In particolare, gli oliveti secolari e i paesaggi caratterizzati da colline e vigneti, costituiscono un patrimonio culturale e paesaggistico di grande valore.

Attraverso la creazione di itinerari turistici dedicati all'olio, sarà possibile promuovere:

- Il turismo enogastronomico: Offrendo ai visitatori l'opportunità di degustare oli extravergini d'oliva di alta qualità e di scoprire le tradizioni culinarie locali.

- L'educazione ambientale: Sensibilizzando i visitatori sull'importanza della biodiversità e delle pratiche agricole sostenibili.
- Lo sviluppo economico locale: Creando nuove opportunità di lavoro nel settore turistico e incentivando la produzione di prodotti locali.

La valorizzazione del patrimonio olivicolo può contribuire a diversificare l'offerta turistica dell'Oltrepò Pavese e a rafforzare l'identità locale.

La stretta connessione tra la stabilità degli ecosistemi naturali e quella economica sottolinea l'importanza di proteggere la biodiversità per prevenire gravi conseguenze economiche.

b. Conclusioni

Il database realizzato rappresenta un significativo passo avanti nella comprensione e nella gestione dell'olivicoltura in Oltrepò Pavese. Attraverso un'accurata raccolta e analisi dei dati, siamo riusciti a creare uno strumento indispensabile per supportare le decisioni degli attori coinvolti nel settore.

Risultati raggiunti:

In particolare, il database ha consentito di:

- Mappare il territorio: Realizzando una cartografia dettagliata degli impianti olivicoli, identificando le aree con maggiore presenza e quelle con caratteristiche pedoclimatiche specifiche.
- Caratterizzare le colture: Rappresentando le varietà coltivate, le età degli impianti e i sesti d'impianto adottati è possibile avere un'idea di quali siano le migliori per il territorio.
- Fornire una base informativa solida: Creando un punto di riferimento per studi futuri e per la valutazione dell'impatto di interventi di miglioramento.

Lo strumento che abbiamo sviluppato si rivela essere un alleato molto utile per la gestione e la valorizzazione del nostro patrimonio olivicolo. Grazie ad esso è possibile seguire l'evoluzione nel tempo di questa "nuova filiera", monitorando costantemente i cambiamenti che avvengono nel sistema, valutando l'impatto delle azioni intraprese e adattando le strategie di conseguenza.

Non da meno, attraverso l'integrazione con altri settori come quello turistico, è possibile valorizzare le peculiarità del territorio, supportando i produttori nella creazione di prodotti di alta qualità e riconosciuti a livello nazionale.

In altre parole, questo strumento permette di prendere decisioni informate, di ottimizzare le risorse e di contribuire alla crescita sostenibile del settore olivicolo.

Fotografie Oliveti in Oltrepò Pavese

- ❖ Prime Altare Winery & Resort; 27045, Casteggio (PV)



- ❖ Az. Agr. Valentini Germano, 27047, Santa Maria della Versa (PV)



❖ Az. Agr. Saroni Andrea, 27040, Rovescala (PV)



❖ Pietra de' Giorgi, 27040, PV



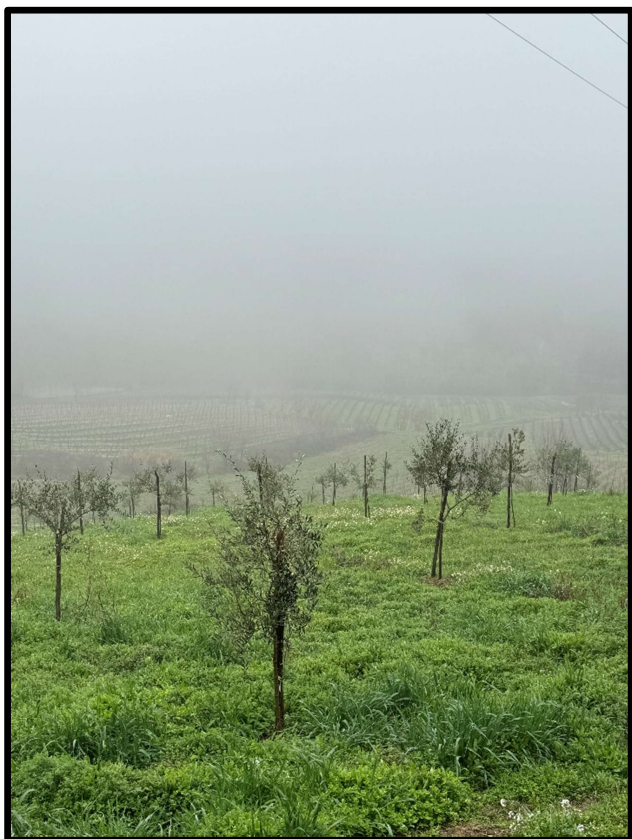
❖ Crosio Angelo, 27040, Montescano (PV)



❖ Mondondone, 27050, PV



❖ Dellabianca Davide, 27040, Mornico Losana (PV)



❖ Torrazza Coste, 27050, PV



❖ Cannetto Pavese, 27044, PV

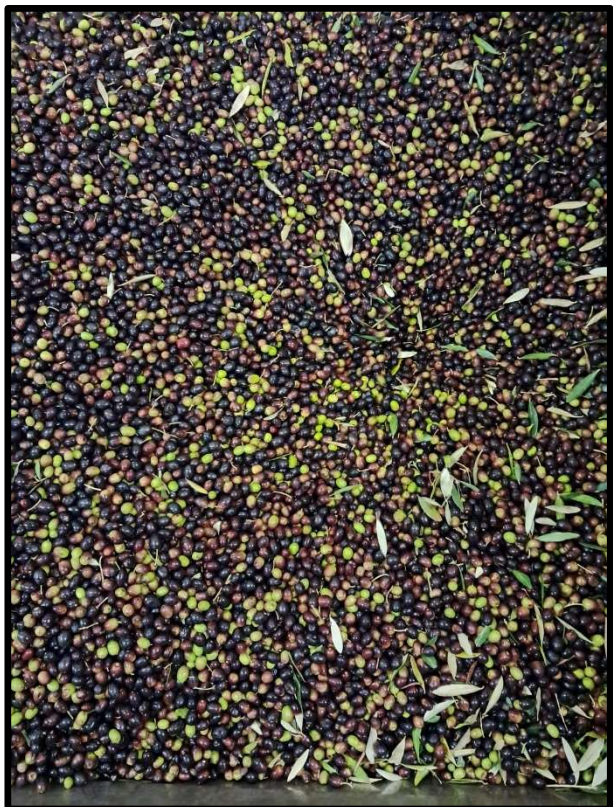


❖ Zaffi Stefano, 27047, Santa Maria della versa (PV)



Fotografie raccolta e produzione di olio da olive dell'Oltrepò Pavese







Bibliografia & Sitografia

- Alpi, A., Nanni, P., Vincenzini, M., & Accademia dei Georgofili. (2021). *OLIVO, OLIVICOLTURA, OLIO DI OLIVA GUARDANDO AL FUTURO*. Polistampa.
- Ardenghi, N. M., & Polani, F. (2016). La flora della provincia di Pavia (Lombardia, Italia settentrionale). 1. L'Oltrepò Pavese. *Natural History Sciences*, 3(2), 51.
<https://doi.org/10.4081/nhs.2016.269>
- Attorre, A., Francesconi, F., Valentí, Collalti, A., & B, B. D. (2008). Production of climatic and bioclimatic maps by Universal Kriging with external drift: theory and examples for Italy. *Forest@*, 5(1), 8–19. <https://doi.org/10.3832/efor0507-0050008>
- Blasi, C. (1996). Il fitoclima d'Italia. *Giornale Botanico Italiano* (1962. Testo Stampato), 130(1), 166–176. <https://doi.org/10.1080/11263509609439523>
- Caiaffa, E. (2012). *ECDL GIS. La rappresentazione cartografica e i fondamenti del GIS*.
- Ceccon, P., & Borin, M. (1995). *Elementi di agrometeorologia e agroclimatologia*.

- Checchetto(1), F. C., Delillo(2), I. D., Mariani, L. M. Clima e agricoltura:
Agrometeorologia e agroclimatologia. *Centro Meteorologico Di Teolo (PD) ARPAV*. (1)
Centro Meteorologico di Teolo (PD) ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del
Territorio & (2) Dipartimento Produzioni Vegetali, Sezione Agronomia, Facoltà di
Agraria Università degli Studi di Milano
- Di Rita, F., Molisso, F., & Sacchi, M. (2018). Late Holocene environmental dynamics,
vegetation history, human impact, and climate change in the ancient Literna Palus
(Lago Patria; Campania, Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 258, 48–61.
<https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2018.06.005>
- Di Vaio, C. (2011). *Acta Italus Hortud: I Convegno Nazionale dell'Olio e dell'Olio* (1st
ed.). Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana (SOI).
- Di Vaio, C. (2021). Olivicoltura da tavola: un settore da valorizzare. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/376072134_Olivicoltura_da_tavola_un_settore_da_valorizzare
- Ferrara, V. F., Antonioli, F. A., Caiaffa, E. C., Leoni, G. L., Sciortino, M. S., Gambarelli,
G. G., Goria, A. G., Pettenella, D. P., Zanolini, E. Z., Pauli, F. P., & ENEA. (2003). *LA
RISPOSTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN ITALIA: Vulnerabilità climatica valutazioni
socio-economiche delle strategie di adattamento misure di mitigazione forestale*.
Stampa Tipografia Arti Grafiche Tilligraf SpA – Roma.
- Franco, P. F., & Venanzoni, V. R. (1995). *Il Clima*. in: Pignatti S. (ed.), *Ecologia vegetale*
(1994th ed.). UTET.
- Misso, R. (2010). *L'uomo, il clima e l'agricoltura.: Verso nuovi strumenti e
politiche*. Franco Angeli Edizioni.

- Griggs, W. H., Hartmann, H. T., Bradley, M. V., Iwakiri, B. T., & Whisler, J. (1975). Olive pollination in California. *Calif. Agric. Exp. Sta Bull.*, 869.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19751630626?resultNumber=31&start=30&q=title%3A%28pollination+olive%29+AND+la%3A%28En+OR+English%29>
- Isocrono, D. I., De Maria, A., & Forni, E. G. (2011). *Olivicoltura in aree marginali: Ricerca e prospettive in Nord Italia*. Tipografia Commerciale, Venaria (TO).
- Larcher, W. (1993). *Ecofisiologia vegetale*. EDAGRICOLE.
- Loumou, A., & Giourga, C. (2003). Olive groves: ``The life and identity of the Mediterranean''. *Agriculture and Human Values*, 20(1), 87–95.
<https://doi.org/10.1023/a:1022444005336>
- Maracchi, G., Orlandini, S. & Ghironi, M. (2003). *Intervento presentato al convegno La Biometeorologia a supporto delle professioni sanitarie e della popolazione: il progetto MeteoSalute tenutosi a Firenze*. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Biometeorologia Università degli Studi di Firenze - Centro Interdipartimentale di Bioclimatologia - Regione Toscana Servizio Sanitario della Toscana. pp.1-13
- Marra, F. P. (2009). *L'Olivo: Botanica | Storia e arte | Alimentazione | Paesaggio | Coltivazione | Ricerca | Utilizzazione | Mondo e mercato (Coltura&Cultura)*. ART Servizi Editoriali S.r.l. pp. 350-553
- Peel, M. C., Finlayson, B., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633–1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Pignatti, S. (1994). *Ecologia del paesaggio* (Unione Tipografico-Editrice Torinese (UTET)).

- Popay, I. (2022). *Olea europaea* subsp. *europaea* (European olive) [Dataset]. In *CABI Compendium*. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.37336>
- Rivas-Martinez(1), S., Rivas Sàenz(1), S., Penas(2), A., (1)Phytosociological Research Center, Los Negrals. Madrid, Spain, & (2)Department. Biodiversity & Environmental Management (Botany). Faculty of Biology & Environment Science. (CSIC-University of Leon). University of Leon. Spain. (2011). Worldwide Bioclimatic Classification System. *Global Geobotany*, 1(1). <https://doi.org/10.5616/gg110001>
- Schaffer, B., Andersen, P. C., Palliotti, A., & Bongi, G. (2018). chapter 6: Olive. In *Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops* (1st ed., pp. 165–187). CRC Press.
- Sulli, M., & Sulli, A. Z. (2013). Le classificazioni fitoclimatiche: uno strumento scientifico per l'introduzione delle specie esotiche nell'Italia del XX secolo. *DOAJ* (*DOAJ: Directory of Open Access Journals*). <https://doi.org/10.13130/2035-7680/3334>
- Tura, D., Failla, O., Pedò, S., Cigliotti, C., Serraiocco, A., & Bassi, D. (2005). Andamento meteorologico e qualità dell'olio extravergine di oliva. *L'INFORMATORE AGRARIO*, 53–56.
- Ubaldi, D. (1997). *Geobotanica e fitosociologia*. Cooperativa Libreria Universitaria Editrice Bologna (CLUEB).
- Ventura, Francesca; Poggi, Giovanni Maria (2020) *Atti del XXII Convegno Nazionale di Agrometeorologia Ricerca ed innovazione per la gestione del rischio meteo - climatico in agricoltura*. Bologna: Dipartimento di Scienze Agrarie - Università di Bologna, p. 151. ISBN 9788854970151. DOI 10.6092/unibo/amsacta/6341
- Walter, H., & Lieth, H. (2019, December 5). *Klimadiagramm-Weltatlas*. <http://hdl.handle.net/2268.1/7079>

- Webmaster. (n.d.). *Unione di Comuni Lombarda Prima Collina*. Geologia E Clima.

<https://www.primacollina.it/m-vivere/m-territorio/geologia-e-clima>