

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali

**Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali
e Ambiente**

Corso di laurea in tecnologie forestali ed ambientali

**DINAMICHE TEMPORALI DELLA RICOLONIZZAZIONE IN AREE
SGHIAIATE DEI MAGREDI FRIULANI**

Relatore:

Prof. Michele Scotton

Laureanda:

Giulia D'Annunzio

matricola n. 1220879

Anno Accademico 2021 – 2022

Sommario

Riassunto	5
Abstract	6
1. Introduzione.....	8
1.1 I magredi.....	8
1.2 Le serie ecologiche	11
1.3 Obiettivi dello studio.....	12
2. Descrizione del sito	13
2.1 I magredi di Pordenone	13
2.2 Interventi di sghiaimento e restauro ecologico	13
3. Materiali e metodi.....	16
3.1 Preparazione della cartografia	16
3.2. Elaborazione delle ortofoto.....	18
3.3. Scelta delle aree per i rilevamenti	19
3.4. Definizione delle aree di saggio e rilevamento floristico	21
3.5 Elaborazione dei dati ottenuti dai rilievi floristici	23
4. Risultati e discussione	24
4.1 Analisi fitosociologica dei tipi di vegetazione	26
4.2 Caratterizzazione ecologica e biologica delle vegetazioni individuate	37
4.3 Relazioni tra numero di specie e caratteristiche ambientali	46
5. Conclusioni.....	50
6. Bibliografia e sitografia.....	51

Riassunto

Vengono analizzati gli ambienti di prateria magra, denominati magredi, posti sugli alvei dei torrenti Meduna e Cellina nell'alta pianura pordenonese, sottoposti da decenni a interventi di sghiaimento. L'importanza faunistica e botanica di queste aree, evidenziata dalla loro designazione come ZSC, ne rende infatti opportuno il monitoraggio dello stato di conservazione nel corso del tempo. Lo scopo dello studio è quello di esaminare gli effetti degli interventi di sghiaimento compiuti in epoche diverse sulle caratteristiche della vegetazione di ricolonizzazione. Nello specifico, sono stati utilizzati due tipi di indagine: un'analisi cartografica basata su ortofoto storiche e il rilevamento floristico su aree di saggio nella zona centrale del Meduna. Tramite la cluster analysis sono stati individuati 7 gruppi di vegetazione, connessi sia con l'età della ricolonizzazione che con il contesto ambientale dei magredi. Le ricerche effettuate hanno mostrato come la biodiversità espressa in termini di numero di specie vegetali, non dipenda né da fattori ambientali specifici né dall'età della ricolonizzazione, ma che sia legata invece all'arrivo casuale di propaguli al suolo, portati probabilmente dalle piene. Stadi anche molto diversi della ricolonizzazione si differenziano infatti non per numero di specie ma per caratteristiche biologiche ed ecologiche delle specie componenti le fitocenosi. Dove la vegetazione si è insediata da pochi anni troviamo maggiore abbondanza di specie erbacee ruderali, in gran parte terofite, con grande presenza di composite, che sfruttano la grande quantità di piccoli semi per diffondersi. In questo caso, risulta evidente anche la presenza abbondante di specie esotiche, che attecchiscono facilmente su suoli nudi, favorite dagli interventi antropici sulla zona. Col passare del tempo, l'evoluzione del suolo e il semplice trascorrere del tempo rendono possibile l'insediamento di specie native, soprattutto emicriptofite, tipiche di stadi più evoluti, che si propagano prevalentemente per via vegetativa. Questa evoluzione avvicina gli stadi di ricolonizzazione più evoluti alle aree mai sottoposte a sghiaimento, in cui la vegetazione presenta grande quantità di

specie cespitose oltre che una struttura verticale più complessa, con presenza di alte percentuali di copertura arborea.

Abstract

The dissertation reports the results of the analysis of the dry grassland called «magredi», located in the riverbeds of the Meduna and Cellina streams in the high plain of Pordenone, which have been de-grained for decades. Indeed, the fauna and botany importance of these areas, demonstrated by their designation as SCZ, highlights the importance to monitor their conservation state over time. The purpose of the study was to examine the recolonization of the areas where gravel have been extracted in different times. Specifically, two types of surveys were used: a cartographic analysis based on historical orthophotos and the floristic survey on sampling areas in the central part of the Meduna riverbed. 7 groups of characteristic vegetation were identified by cluster analysis, which belong to different habitat types and are characterized by different times of recolonization. The research has shown that biodiversity, expressed as number of plant species, does depend neither on specific environmental factors nor on the time of recolonization but is instead linked to the random arrival of propagules on the ground, probably carried by floods. Indeed, very different recolonization stages do not differ by species number but by biological and ecological traits of the species composing the vegetation. There is a greater abundance of ruderal herbaceous species where the vegetation has been established for a few years. There is a large presence of composites, which spread thanks to the production of a large quantity of small seeds. In this case, the abundant presence of exotic species is also evident, which spread on bare soils, favored by anthropic interventions in the area. Over time, the evolution of the soil and the simple passage of time make it possible for native species to settle, especially hemicryptophytes, typical of more advanced stages, which propagate mainly by vegetative ways. This evolution brings the most advanced stages of recolonization closer to areas that have

never been subjected to de-gravel operations, in which the vegetation has many species that grow in clumps as well as a more complex vertical structure, with the presence of high percentages of tree cover.

1. Introduzione

1.1 I magredi

I magredi sono importanti ambienti semi-naturali di prateria arida che si estendono nei conoidi alluvionali dell'Alta pianura friulana. In particolare, il conoide di Pordenone, generato dai detriti che scendono a valle lungo i percorsi del Cellina e del Meduna, è caratterizzato da una siccità elevata per via dei suoli permeabili. La presenza di una falda freatica piuttosto profonda fa sì che, nei periodi con precipitazioni più scarse, il fattore limitante principale sia l'acqua. I versanti risultano infatti asciutti e secchi per tutta la stagione estiva, per via del ruscellamento e della permeabilità del suolo roccioso.

Questi habitat hanno una grande rilevanza ambientale, tanto da essere recentemente rivalutati nelle strategie per la conservazione della biodiversità (Fabian S., Oriolo G. 2019). Presentano infatti un numero notevole di specie animali e vegetali. A beneficio di ciò, alcuni di questi sono stati inseriti nella lista dei Siti Natura2000, ai sensi della Dir. CEE 1992/43: tra essi includiamo i Magredi del Cellina e Vivaro, oggetto di questo studio.

Tra le specie vegetali sottoposte a protezione (allegato 2 della direttiva habitat) nei magredi del Cellina e del Meduna si trovano *Brassica glabrescens* e *Crambe Tataria*, due brassicacee con categoria di preoccupazione della Red List IUCN rispettivamente LC (minor preoccupazione) e NT (quasi minacciata).

Con la L.R. 14/2007 viene inoltre disposta l'attuazione della Direttiva Uccelli e vengono delineate le misure di conservazione generali nelle ZPS.



Figura 1.1 Larva di Papilio machaon



Figura 1.2 Vanessa cardui posata su Scabiosa spp.

In passato questi prati magri venivano utilizzati come pascolo stagionale e per lo sfalcio di fieno. In seguito, con l'aumento delle aree coltivate e trattate con concimazione e irrigazione, la superficie coperta dai magredi è diminuita, mantenendo tuttavia un ruolo fondamentale nella conservazione delle specie che hanno trovato rifugio in essi.

Per questo motivo, i magredi del Cellina, assieme a quelli del Tagliamento e del Natisone, sono stati di recente i protagonisti di un progetto finanziato dall'Unione Europea, il "Life magredi grasslands" (Regione Autonoma Friuli Venezia-Giulia, Direzione generale Servizio e biodiversità. 2019). Questo progetto, conclusosi nel 2019, ha affrontato diverse problematiche legate a questi importanti ambienti, tra cui l'abbandono delle pratiche colturali tradizionali, l'invasione di specie alloctone e la frammentazione degli habitat.



Figura 1.3 Campi coltivati a fieno sui magredi

Attualmente i magredi stanno vivendo una fase di degradazione, dovuta all'abbandono delle pratiche sopra citate e all'utilizzo del suolo come discarica o come piste da motocross.

Questo processo viene lievemente frenato dalla presenza di estese superfici di proprietà del Demanio militare, che da una parte ha consentito il mantenimento degli ambienti magredili contro l'avanzata delle aree agricole, industriali ed urbane. Tuttavia, ciò rappresenta un ulteriore danno a causa delle attività di addestramento con mezzi corazzati pesanti.

1.2 Le serie ecologiche

Nel corso della sua evoluzione, la vegetazione subisce dei cambiamenti nel breve e nel lungo periodo. Queste modifiche del paesaggio sono influenzate dalle caratteristiche ecologiche e climatiche del territorio e vengono studiate nell'ambito della dinamica ecologica. Il processo con cui la comunità vegetale si trasforma e tende all'ottimizzazione dello sfruttamento delle risorse ambientali è chiamato successione. Il cambiamento può avvenire per cause naturali o artificiali e può essere più o meno lento a seconda dei fattori che lo influenzano.

Nel corso del tempo, sono stati ideati diversi modelli che rappresentano questo processo. Uno di questi è quello di Clements, introdotto nel 1936 negli studi "Plant succession. An analysis of the development of vegetation" e in "Nature and structure of the climax". Clements conia il concetto di «climax», che rappresenta lo stadio finale della successione, in cui le risorse disponibili vengono utilizzate in maniera ottimale. In quest'ottica il sistema tende quindi verso lo stallo e non è in grado di evolvere ulteriormente, fino al momento in cui si verificherà un nuovo disturbo che ne modificherà lo stato.

Ad oggi, la comunità scientifica non accetta più il concetto di climax come fase di stabilizzazione, poiché un sistema è in continua evoluzione a causa delle continue modificazioni a cui ogni sistema è sottoposto (Collalti A. 2011).

Per quanto riguarda i magredi, Poldini riconosce in questi ambienti una successione ecologica, più in particolare una «xeroserie», in cui l'evoluzione del manto erboso si

sviluppa parallelamente alle caratteristiche pedogenetiche. Da frammentario e discontinuo sul greto del fiume, ad una copertura completa negli stadi finali.

Nello specifico, si assiste a una prima colonizzazione delle ghiaie da parte di piante pioniere, che sfruttano un portamento prostrato e strisciante per svilupparsi. La successione continua con l'insediarsi di vere e proprie zolle d'erba, via via sempre più diffuse, che vanno a costituire il magredo primario. Nel momento in cui la ghiaia non è più visibile e il terreno è coperto da uno strato di suolo fertile e rossastro (ferretto) (Tomasella M., Oriolo G., De Luca M., Strazzaboschi L. 2014), si può parlare di magredo evoluto. In questa fase, le piante instaurano tra loro le dinamiche di competizione più intense, portando alla formazione di suolo sempre più maturo e a una struttura vegetale sempre più complessa.

Si può affermare quindi che la successione sia influenzata da fattori sia spaziali che temporali. In primo luogo, la vicinanza al letto del fiume condiziona due fattori limitanti importanti: la presenza di nutrienti e la probabilità di dilavamento del suolo da parte delle piene. Secondariamente, più grande è l'intervallo temporale in cui i processi di colonizzazione possono avvenire senza disturbi, maggiore sarà la disponibilità di humus al suolo.

1.3 Obiettivi dello studio

Lo scopo di questo studio è quello di analizzare l'evoluzione della vegetazione su ampia scala per comprendere i meccanismi sopra citati. Sulla base di rilievi vegetazionali e ambientali di campo, si vuole analizzare l'influenza dei fattori che concorrono alla formazione di diverse fitocenosi all'interno dei territori del Meduna a partire dal suolo nudo causato sia da fattori antropici (estrazione di ghiaia) che naturali (passaggio di piene eccezionali). Inoltre, lo studio intende datare le fitocenosi individuate attraverso l'analisi di foto aeree registrate nei decenni scorsi prima e dopo i tanti interventi di sghiaimento a cui è stato sottoposto il letto del fiume.

2. Descrizione del sito

2.1 I magredi di Pordenone

Il territorio considerato in questo studio rientra nella zona ZPS dei magredi di Pordenone, area che si estende per 10097,17 ettari con un'altitudine media di 160 m.

Il clima è caratterizzato da estati aride e inverni mitigati dalla vicinanza con il mare. La temperatura media del mese più freddo si attesta a 3,0 °C, quella del mese più caldo è di +22,9 °C. Le precipitazioni medie annue sono abbondanti (superiori ai 1200 mm) e distribuite in modo irregolare mediamente in 94 giorni piovosi.

La vegetazione caratteristica varia in base alla mutazione di diversi fattori, tra cui le piene, la granulometria del materiale al suolo, la presenza di strade più o meno battute e gli interventi idraulici sul letto del fiume.

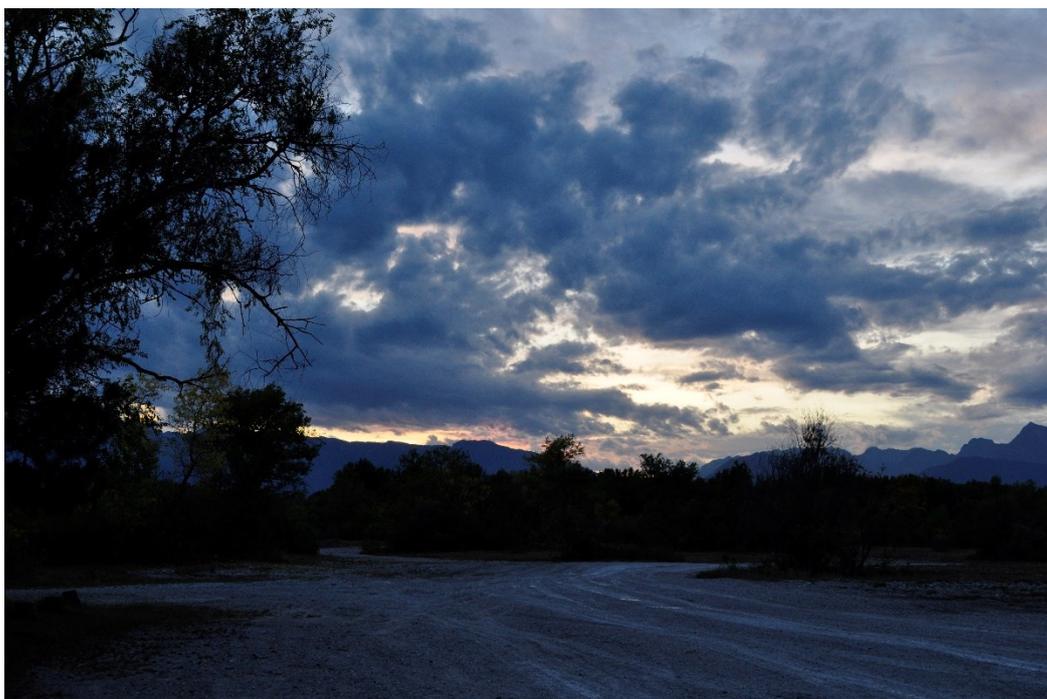


Figura 2.1 Tramonto sui magredi, strada battuta da mezzi

Dove le piene sono più frequenti, con alveo stretto e omogeneo, o per via di altri tipi di disturbi, la vegetazione si insedia con maggiore difficoltà. In aree meno interessate da piene invece la vegetazione avanza più velocemente. Ciò avviene soprattutto nella destra orografica del fiume.

E ancora, la granulometria influisce notevolmente sulla ricolonizzazione: dove è più grossolana (suolo naturale con poco limo) la ricolonizzazione non avviene o è molto lenta. Dove è più fine (zone non interessate da piena, in valli con limo superficiale) è più veloce.

Inoltre, nei pressi di strade con passaggio frequente di mezzi, si può osservare una vegetazione più degradata, con presenza di infestanti come *Amorpha fruticosa* o *Robinia pseudoacacia*, la cui frequenza si attenua a mano a mano che ci si allontana dalle aree di maggior traffico.

2.2 Interventi di sghiaimento e restauro ecologico

Il territorio è sottoposto da decenni a interventi di sghiaimento, che consistono nell'asportazione di materiale per ridurre i picchi di piena e salvaguardare Pordenone e i paesi limitrofi. Le estrazioni iniziano con la rimozione della vegetazione di magredo dello strato superiore del suolo per poi passare allo scavo dello strato sottostante per una profondità di circa 80-100 cm.

Le estrazioni di ghiaia, programmate e autorizzate dalla Regione, comprendono diverse porzioni di territorio, diviso in lotti, sia del Meduna che del Cellina.

Negli ultimi 5 anni, i lavori sono stati affiancati da un progetto di restauro ecologico realizzato dal Dipartimento di Agronomia dell'Università di Padova - prof. Michele Scotton, volto a tutelare la ricomposizione della vegetazione naturale dei magredi. Sono state pensate due forme di restauro: 1) distribuzione di suolo ricco di propaguli e 2) distribuzione di erba verde e fieno ricchi di semi (prelevati a luglio, fine ricaccio primaverile, in aree dove non sono stati fatti scavi).

Il materiale utilizzato è autoctono e tiene conto della fitocenosi costituita. Infatti, sono previste delle zone in cui non è stato fatto alcun prelievo (di isole di vegetazione), da cui si attinge per prelevare il seme.

Nelle linee operative del piano di restauro viene inoltre indicato che gli interventi idraulici possono essere svolti solo dove non c'è la presenza di vegetazione o risulta poco evoluta. Viene fatto ciò per favorire la ricostituzione della vegetazione che, dopo l'intervento, può rientrare in breve tempo.

Infine, vengono seguite delle disposizioni mirate per quanto riguarda le specie protette. In particolare, qualora nella zona di scavo sia presente *Brassica glabrescens*, specie endemica, gli esemplari della specie vanno prelevati e ripiantati in zone limitrofe con vegetazione PC5. Invece, per quanto riguarda l'avifauna, gli interventi di sghiaimento vengono posticipati al 31 agosto per non influire negativamente sul periodo di nidificazione.

3. Materiali e metodi

3.1 Preparazione della cartografia

Il territorio del fiume Meduna è stato caratterizzato tramite l'analisi di ortofoto di epoche diverse con lo scopo di individuare aree di diversa epoca di ultimo denudamento tramite sghiaimento su cui compiere rilievi di vegetazioni di diversa età di ricolonizzazione.

Un'ortofoto non è una semplice foto aerea, poiché viene corretta rimuovendo la distorsione ottica data dalla differente distanza dei singoli punti dell'immagine dall'obiettivo. La correzione avviene con l'impiego di software di fotogrammetria che le accoppiano e allineano. Queste foto sono quindi più affidabili delle semplici foto aeree, in quanto possono essere anche utilizzate per misurare distanze reali. Possono essere di diverse tipologie, tra cui foto satellitari, foto aeree o le più recenti foto prodotte dai droni.

Nel nostro caso le foto impiegate derivano da voli aerei di annate diverse.

Si è scelto di prendere in considerazione foto ad intervalli di non più di 10 anni, in base alla disponibilità dei reperti fotografici. Gli anni scelti sono i seguenti: 1976, 1984, 1993, 2000, 2006, 2012 e 2018.

Le foto del 2006, 2012 e 2018, sono state fornite dal Servizio Sistemi Informativi della regione Friuli Venezia-Giulia, mentre le altre provengono dall'archivio storico dell'IGMI (Istituto Geografico Militare Italiano).

Le ortofoto più recenti, dal 2006 in poi, si presentavano già georeferenziate con sistema di riferimento indicato dall'ufficio competente.

Nel caso delle foto storiche dell'IGMI, invece, è stato necessario effettuare questo processo manualmente, in quanto si tratta di scanner di foto fisiche. Il software utilizzato è QGIS, nella versione 3.22.4. Il procedimento si basa sull'attribuzione di

coordinate a punti in comune tra le foto e una mappa scelta in precedenza. Per semplicità, è stata utilizzata la mappa “Google.cn Satellite”, presente nelle estensioni di QGIS, come base per la georeferenziazione. Prima di procedere con la ricerca dei punti a cui attribuire le coordinate, è stato necessario scegliere un sistema di riferimento per il progetto compatibile con le foto, in modo da evitare una eccessiva deformazione delle stesse in fase di georeferenziazione. È stato scelto il SR WGS 84, UTM zone 32N EPSG 32632, poiché tramite una serie di prove effettuate, è risultato il più idoneo. Tutte le foto sono state trattate con il medesimo procedimento, identificando punti facilmente osservabili, come incroci di strade, vertici di campi coltivati o di edifici, di cui è accertata la presenza anche nella mappa di base. Il procedimento è stato ripetuto per ogni foto di ciascun anno, con la cura di assicurare una sovrapposizione più precisa possibile degli elementi contenuti.

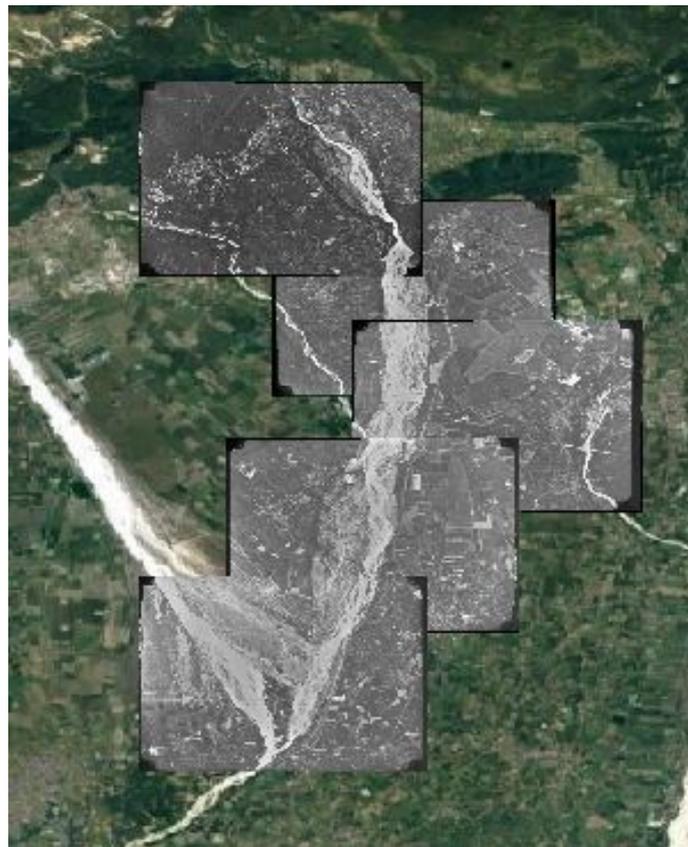


Figura 3.1 Territorio del Meduna con ortofoto georeferenziate

3.2. Elaborazione delle ortofoto

Una volta ottenuto un archivio fotografico completo del territorio del Meduna, è stato possibile procedere con l'individuazione delle aree sghiaiate.

Tramite l'osservazione visiva, sono stati definiti due tematismi per l'interpretazione della copertura del suolo: uno chiaro per il suolo scoperto (aree da poco sghiaiate) e uno scuro nel caso di copertura erbacea, arbustiva o arborea.

Successivamente è stata utilizzata la modalità di digitalizzazione di QGIS per creare un layer di tipo *Shapefile* contenente tutte le aree identificate come sghiaiate.

Sono stati tracciati i contorni delle aree sghiaiate sulle foto di ogni anno considerato, ottenendo uno shapefile per ciascuna epoca.

Infine, sono state aggiunte al progetto le aree relative agli interventi di sghiaimento più recenti e quelli su cui sono programmati interventi futuri (anni 2019, 2020 e 2023).

Il tutto è stato tematizzato usando colorazioni e stili diversi per ogni anno considerato, come si può vedere dalla figura sottostante.

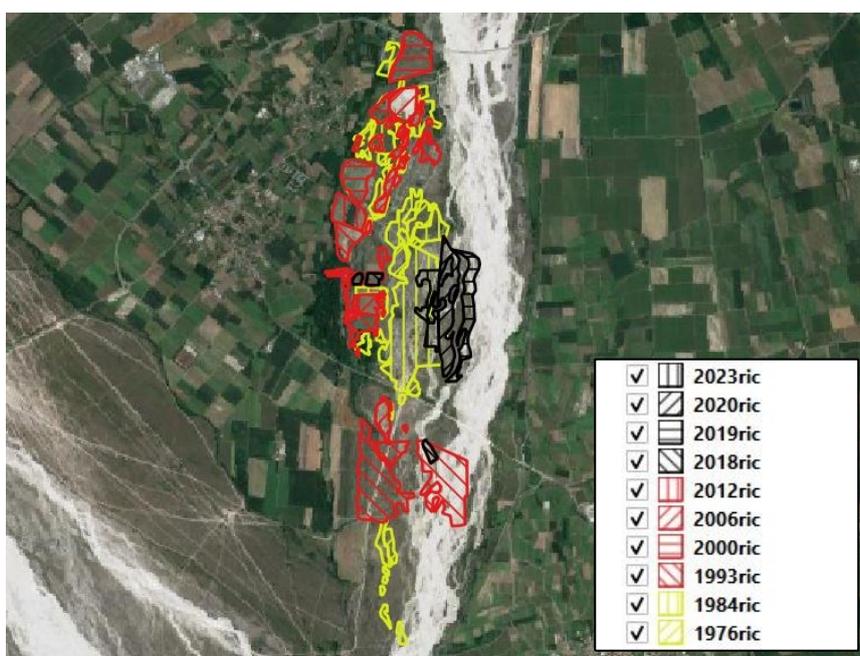


Figura 3.2 Aree sghiaiate in epoche diverse sul fiume Meduna.

3.3. Scelta delle aree per i rilevamenti

I risultati delle fasi precedenti sono stati utilizzati come base per l'individuazione delle aree di saggio su cui successivamente sono stati fatti i rilevamenti floristici.

È stato utilizzato un tablet dotato dei servizi di localizzazione, su cui è stata installata l'applicazione QField. Questa app per Android permette di avere a disposizione tutti i progetti creati su QGIS, sincronizzandoli con il plugin QFieldSync di QGIS.

Il tablet è stato necessario nel lavoro di campo per orientarsi nelle diverse aree individuate.

Alcune aree sghiaiate sono state scartate perché riconvertite in campi coltivati a foraggio; quindi, con una vegetazione diversa da quella del magredo o perché le caratteristiche visibili in campo erano dubbie rispetto all'epoca di ricolonizzazione.

Analizzando il territorio si è inoltre deciso di suddividere le aree di saggio in base al tipo di substrato: con presenza di vagliato o senza. Il vagliato rappresenta lo scarto lasciato in loco dopo le operazioni di sghiaiamiento. Cumuli di vagliato sono frequenti negli interventi di sghiaiamiento più antichi, mentre sono assenti in quelli più recenti in cui tutto il materiale estratto viene asportato. A sua volta il vagliato si può presentare come cumuli di materiale grossolano e disomogeneo, oppure può apparire con una granulometria minore e omogeneamente distribuito sull'area di intervento.

La prima tipologia è stata rinominata per comodità "Non vagliato" (figura 4.3), la seconda "Vagliato non spianato" (figura 4.4) e la terza "Vagliato spianato" (figura 4.5).

Per ciascuna area di saggio individuata, sono state individuate le coordinate riportate poi in GIS, ottenendo così una mappa generale delle aree da rilevare.



Figura 3.3 Tipo di substrato "non vagliato"



Figura 3.4 Tipo di substrato "vagliato non spianato"



Figura 3.5 Tipo di substrato "vagliato spianato"

3.4. Definizione delle aree di saggio e rilevamento floristico

Per le aree di saggio si è optato per una forma quadrata di lato 10 metri, adatta all'analisi di vegetazione mista erbacea e arbustiva/arborea. Sono state distribuite 42 aree di saggio sul territorio del Meduna centrale.



Figura 3.6 Mappa delle aree di saggio

Il numero di aree è stato ottenuto dalla scelta di posizionare almeno 3 aree per ogni anno di sghiaimento, compresa l'epoca di sghiaimento più antica rispetto al 1976, chiamata per convenzione "mai sghiaiato" (abbreviato in mai sgh), e per tipo di substrato.

Per semplicità sono state usate delle sigle per descrivere il tipo di substrato:

- Non vagliato: nv
- Vagliato non spianato: vns
- Vagliato spianato: vs

Codice area di saggio	Longitudine	Latitudine	Epoca di sghiaimento	Data rilievo	Substrato
DD84-6-3	12,7977	46,0651	1984	9/7/22	vns
DD84-1-1	12,7977	46,0637	1984	9/7/22	vns
DD84-2-5	12,799075	46,077553	1984	11/7/22	vs
DD76-4-2	12,801399	46,077305	1976	11/7/22	nv
DD84-2-6	12,801112	46,078971	1984	11/7/22	vs
DDmai sgh-6-4	12,799729	46,081042	mai sgh o sgh prima del 1976	11/7/22	nv
DDmai sgh-2-2	12,7963	46,0682	mai sgh o sgh prima del 1976	9/7/22	nv
DD06-2-3	12,7961	46,0702	2006	9/7/22	vns
DD76-1-5	12,7979	46,0726	1976	9/7/22	vns
DD84-2-4	12,7988	46,0761	1984	10/7/22	vs
DDmai sgh-3-3	12,7974	46,0742	mai sgh o sgh prima del 1976	10/7/22	nv
DD00-1-2	12,7965	46,0742	2000	10/7/22	nv
DD84-3-2	12,7981	46,0752	1984	10/7/22	vns
DD76-2-4	12,7959	46,0774	1976	10/7/22	nv
DD06-1-1	12,7966	46,0787	2006	11/7/22	vns
DD76-5-6	12,7989	46,0746	1976	10/7/22	vns
DD84-6-9	12,801	46,0699	1984	10/7/22	nv
DD84-5-8	12,8027	46,0762	1984	11/7/22	nv
DD06-6-1	12,7956	46,0581	2006	10/7/22	vs
DD00-7-6	12,8016	46,0856	2000	16/7/22	vs
DD76-3-3	12,7991	46,0816	1076	15/7/22	nv
DD93-3-5	12,8038	46,0824	1993	17/7/22	vns
DD93-3-2	12,8024	46,0833	1993	17/7/22	nv
DD00-7-5	12,801671	46,086144	2000	16/7/22	vs
DD06-4-2	12,801689	46,082651	2006	17/7/22	vns
DD93-3-4	12,802556	46,082469	1993	17/7/22	nv
DD93-2-3	12,803067	46,085764	1993	16/7/22	vns
DD93-3-6	12,803962	46,083358	1993	17/7/22	vns
DD93-1-1	12,798725	46,086206	1993	23/7/22	nv
DD36617	12,7978	46,0865	2000	23/7/22	nv
DD84-4-7	12,7972	46,081	1984	27/7/22	nv
DD00-5-4	12,798231	46,85781	2000	27/7/22	vs
DD06-3-5	12,7959	46,0591	2006	27/7/22	vs
DD00-8-8	12,800046	46,082463	2000	15/7/22	vns
DD00-8-7	12,799502	46,081698	2000	15/7/22	vns
DD00-8-9	12,799386	46,082457	2000	15/7/22	vns
DD00-3-3	12,798677	46,082859	2000	15/7/22	nv
DD06-5-6	12,798025	46,080532	2006	29/7/22	vs
DD76-1-1	12,798727	46,073812	1976	29/7/22	vns
DD19-1-2	12,806793	46,069618	2019	29/7/22	vns
DD19-1-1	12,8073	46,0716	2019	29/7/22	vns
DD19-1-3	12,8069	46,0675	2019	29/7/22	vns

Tabella 3.7 Tabella riassuntiva delle aree di saggio individuate

Su ogni area di saggio è stato compiuto nell'estate 2022 il rilievo ambientale e floristico.

Le aree di saggio sono state prima fisicamente individuate attraverso un picchetto di legno posto nello spigolo a nord-est marcato di vernice rossa. La posizione del picchetto rappresentava il primo vertice nord-ovest di un quadrato di 10 x 10 m creato in loco attraverso l'utilizzo di una cordella metrica con cui sono stati individuati quattro lati con direzione ovest-est, nord-sud, est-ovest e sud-nord.

In seguito sul foglio di rilievo sono state segnate tutte le informazioni generali relative a coordinate, substrato, data di rilievo, dimensione ed epoca di ultimo sghiaimento.

Il rilevamento ha riguardato le percentuali stimate a vista di suolo coperto da scheletro, terra fine, muschi, piante erbacee, arbustive e arboree presenti. Infine, è stata rilevata la composizione floristica con stima a vista dell'abbondanza di ciascuna specie spermatofita e pteridofita individuata. L'abbondanza è stata espressa in percentuale o indicando "r" o "+" nel caso di specie rare nel primo caso o con copertura inferiore all'1% nel secondo.

3.5 Elaborazione dei dati ottenuti dai rilievi floristici

I dati di campo delle 42 aree di saggio sono stati poi ordinati in un foglio Excel riassuntivo assieme ad altri due gruppi di rilievi compiuti dal 2012 in poi a cura del Dipartimento di Agronomia dell'Università di Padova, per un totale di 89 aree.

I tipi di vegetazione sono stati individuati con un procedimento in due fasi.

Nella prima fase i rilievi sono stati raggruppati in gruppi omogenei con la cluster analysis. Allo scopo i dati di copertura sono stati prima trasformati in valori di presenza-assenza. Successivamente dalla tabella ottenuta è stata calcolata una matrice quadrata contenente i valori di somiglianza tra tutte le coppie di rilievi possibili. La funzione di somiglianza utilizzata era il coefficiente di van der Maarel. Sulla base della matrice di somiglianza sono stati creati i dendrogrammi dei rilievi con

metodo agglomerativo basato sul metodo della minima varianza. Il software utilizzato è Mulva-5 (Wildi e Orloci, 1996).

Nella seconda fase i gruppi omogenei di rilievi ottenuti con la cluster analysis sono stati interpretati confrontandone le composizioni floristiche con quelle del testo sugli habitat del Friuli-Venezia Giulia (Poldini et al, 2006).

Infine, i rilievi sono stati valutati attraverso lo studio degli indici ecologici di Landolt (1977) e di alcune caratteristiche biologiche, per valutarne gli spettri ecologici e biologici.

Indici ecologici di Landolt e caratteristiche biologiche presi in esame in questo studio:

- Climate Light Indicator
- Soil Moisture Indicator
- Soil Reaction
- Soil Nutrients
- Soil Humus
- Soil Aeration
- Growth Form
- Life Strategy
- Dispersal Of Diaspores
- Vegetative Dispersal

Landolt ha assegnato a ogni specie un valore in una scala da 1 a 5 per ciascuno dei principali parametri ecologici riguardanti le caratteristiche pedoclimatiche (Climate Light Indicator, Soil Moisture Indicator, Soil Reaction, Soil Nutrients, Soil Humus, Soil Aeration). Invece gli altri indici (Growth Form, Life Strategy, Dispersal Of Diaspores e Vegetative Dispersal) indicano rispettivamente la forma biologica, la strategia biologica, la modalità con cui i semi sono distribuiti e la modalità di propagazione vegetativa delle piante. Per questi ultimi, sono assegnate delle sigle che indicano la

categoria di appartenenza delle singole specie (Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmler W., Nobis M., Rudmann-Maurer K., Schweingruber F.H., Theurillat J.-P., Urmi E., Vust M. and Wohlgemuth T., 2010).

Una volta assegnati i valori ad ogni specie rilevata nell'analisi floristica, sono stati calcolati gli indici medi riferiti ad ogni area di saggio attraverso una matrice somma prodotto. Lo stesso procedimento è stato messo in pratica prima sulla base dei valori relativi all'abbondanza di specie, poi dei valori di presenza-assenza.

I risultati dell'elaborazione ottenuti sono stati utilizzati per verificare una eventuale relazione tra le caratteristiche ecologiche e biologiche delle fitocenosi individuate e le variabili ambientali (tipo di substrato e anno da ultimo sghiaimento). Inoltre, sono state indagate attraverso analisi della regressione lineare anche le eventuali relazioni di dipendenza tra queste ultime e il numero di specie rilevate nelle aree di saggio.

4. Risultati e discussione

4.1 Analisi fitosociologica dei tipi di vegetazione

Sulla base dei risultati della cluster analysis sono stati formati dei gruppi di rilievi con vegetazione omogenea (tabella 4.1). Sono stati individuati 7 gruppi di rilievi, caratteristici di habitat diversi.

Gruppo 1. Vegetazione pioniera con piante invasive dei suoli nudi

Questo gruppo rappresenta il tipo di vegetazione più primitivo, delle ghiaie a bassa copertura erbacea. L'habitat di riferimento è l'AA4 (Poldini et al, 2006), caratterizzato da assenza di fanerofite a causa del disturbo a cui è sottoposto. Le aree, infatti, risultano posizionate nelle vicinanze dell'alveo fluviale sulle ghiaie più grossolane, lungo le linee di scorrimento delle acque, zone a più rischio piene. La vegetazione in queste aree si è insediata nella maggioranza dei casi da pochi anni (da 1 a 4 anni dalla data di ultimo sghiaimento) e il numero di specie rilevato è quindi basso, con maggior abbondanza di specie erbacee. Il suolo risulta in maggioranza a granulometria più grossolana o comunque con una grande percentuale di scheletro anche nel "non vagliato". Per la presenza di *Salix eleagnos*, questo tipo di vegetazione confina con l'habitat BU2, caratteristico di saliceti montani delle ghiaie dei fiumi, sempre pionieri, che si rigenerano velocemente dopo le piene, colonizzando le ghiaie nude. La vegetazione componente gli strati più alti (arbusti e alberi di grande dimensione) è praticamente assente, allo stesso modo di muschi e licheni. Questo tipo di vegetazione è soggetto ad alto rischio di entrata di piante esotiche invasive che si insediano sul suolo nudo ed esposto alla luce (De Marchi V. 2019). Possiamo osservare infatti la presenza di diverse specie neofite, ad esempio *Ambrosia artemisiifolia*, pianta annua erbacea originaria del Nord America, che colonizza suolo privo di vegetazione, appartenente alla famiglia delle *Asteracee*. Le composite risultano avvantaggiate nella colonizzazione di suoli nudi per la produzione di semi piccoli e

numerosi che vengono trasportati dal vento. Altra specie invasiva presente in quantità è *Erigeron annuus*, terofita scaposa originaria del Nord America ormai naturalizzata e adattata a una moltitudine di ambienti differenti. Tra le terofite scapose possiamo citare anche *Senecio inaequidens*, asteracea invasiva proveniente dall’Africa. Altra strategia di sopravvivenza è rappresentata dalle emicriptofite, piante perennanti per mezzo di gemme poste a livello del suolo. Le specie più rappresentate sono ad esempio *Sanguisorba minor*, appartenente alle *Rosaceae* ed *Euphorbia cyparissias*, *Euphorbiacea* dalle foglie in rosetta basale lineari. Adattamento simile è rappresentato da piante come *Echium vulgare* od *Oenothera biennis*, che sfruttano un ciclo vitale di tipo biennale per rinnovarsi. Riguardo la vegetazione pioniera di greto possiamo citare l'associazione *Epilobio-Scrophularietum caninae*, le cui specie caratteristiche sono *Epilobium dodonaei* e *Scrophularia canina*.



Figura 4.2 *Echium vulgare*

Gruppo 2. Vegetazione riparia erbacea ad *Achnatherum calamagrostis*

Le aree di questo gruppo sono posizionate in zone più distanti dal corso principale del fiume favorendo l'entrata di specie anche fanerofite. L'habitat di riferimento è l'AA7, relativo alla vegetazione erbacea delle ghiaie del basso corso dei fiumi. Il substrato è ancora misto/sassoso, con una elevata quantità di vagliato. La minore intensità con cui la vegetazione viene disturbata dalle piene rispetto al gruppo 1, favorisce l'entrata di più specie sia ruderali che avventizie. In conseguenza alla stabilizzazione maggiore, si nota come l'habitat stia già evolvendo verso il magredo primitivo (PC5), in cui si riscontra infatti un numero maggiore di specie rispetto al gruppo 1. L'età della vegetazione sembra più antica rispetto al gruppo precedente, attestandosi tra i 10 e i 40 anni post sghiaimento. Le piante presenti sono in parte condivise con il gruppo precedente, ma risultano più abbondanti altre categorie botaniche come le Graminacee. Risultano in maggior abbondanza specie come *Sesleria caerulea*, *Achnatherum calamagrostis* e *Melica ciliata*, che si presentano come cespi fitti che possono svilupparsi a partire da rizomi di piante degli ambienti limitrofi. Queste piante hanno un'elevata capacità di espansione anche su substrato con presenza di vagliato.



Figura 4.3 Cespo di *Achnatherum calamagrostis*

Rispetto al gruppo precedente, le aree del gruppo 2 presentano vegetazione anche negli strati più alti, formata da specie quali *Populus nigra* e *Ailanthus altissima*, nonché una percentuale elevata di arbusti, come *Salix eleagnos* e *Amorpha fruticosa*. Un'altra differenza rispetto alle zone del gruppo 1 è la strategia di adattamento delle camefite suffruticose, piante con fusti legnosi alla base. Rappresentano questo gruppo *Scabiosa graminifolia*, *Linum tenuifolium*, *Helianthemum obscurum*, *Asperula purpurea* e *Artemisia alba*, tutte piante indigene e ampiamente rappresentate all'interno delle aree.



Figura 4.4 *Scabiosa graminifolia*

Gruppo 3. Vegetazione di praterie xerofile primitive su alluvioni calcaree

Il gruppo di aree 3 è posizionato nella parte di golena, nella destra orografica del Meduna. Questa zona viene sommersa periodicamente dalle piene, nelle fasi con maggior apporto d'acqua al fiume. Qui si iniziano ad avere gli habitat più complessi, tra cui il PC5, ossia il magredo primitivo e il BU2, dominato da *Salix eleagnos*. L'età della vegetazione va dai 16 ai 70 anni e la percentuale di scheletro rimane ancora alta. Nonostante questo, si può supporre che, l'apporto di limo proveniente dalle acque del fiume che si ritirano gradualmente, permetta lo sviluppo di un ecosistema più ricco di biodiversità. La frequenza di muschi e licheni riscontrata è maggiore in queste

zone e la copertura di piante erbacee, arbustive e arboree è più estesa. Nonostante questo, la vegetazione risulta ancora di tipo primitivo per la presenza di substrato vagliato sia spianato che non spianato. La vegetazione risulta stratificata su più livelli. Compare *Rubus caesius* e diverse specie arboree come *Ostrya carpinifolia* e *Fraxinus ornus*, tipici dell'Orno-Ostrieto pioniero ed entrambe adattati a sopravvivere su suoli con scarsa disponibilità idrica.

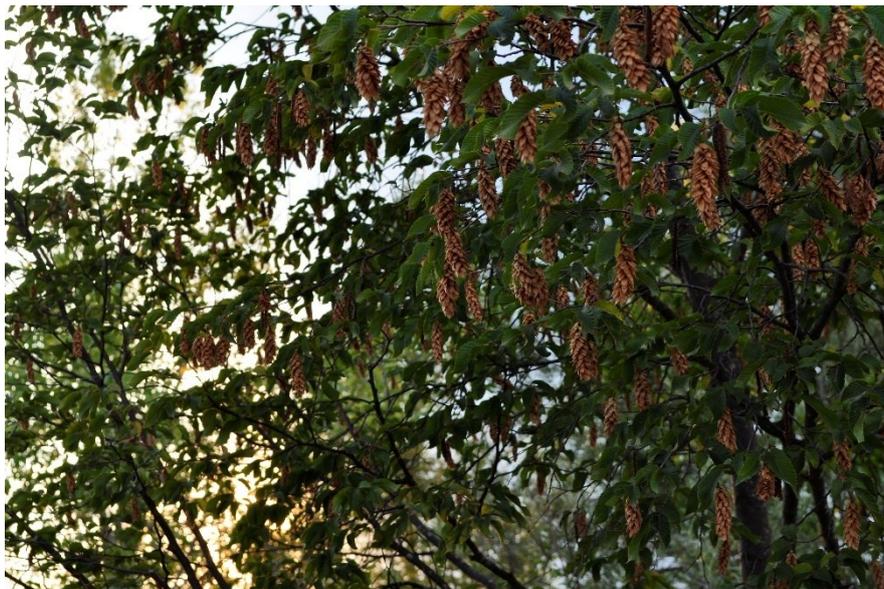


Figura 4.5 *Ostrya carpinifolia* con frutti

La parte erbacea della vegetazione è simile a quella del gruppo 2, cui si aggiungono con più frequenza piante come *Matthiola fruticulosa*, Brassicacea caratteristica di terreno arido scoperto e roccioso e greti fluviali. Frequente risulta l'osservazione di

Centaurea dichroantha, Asteracea considerata a rischio e specie guida delle praterie xerofile.

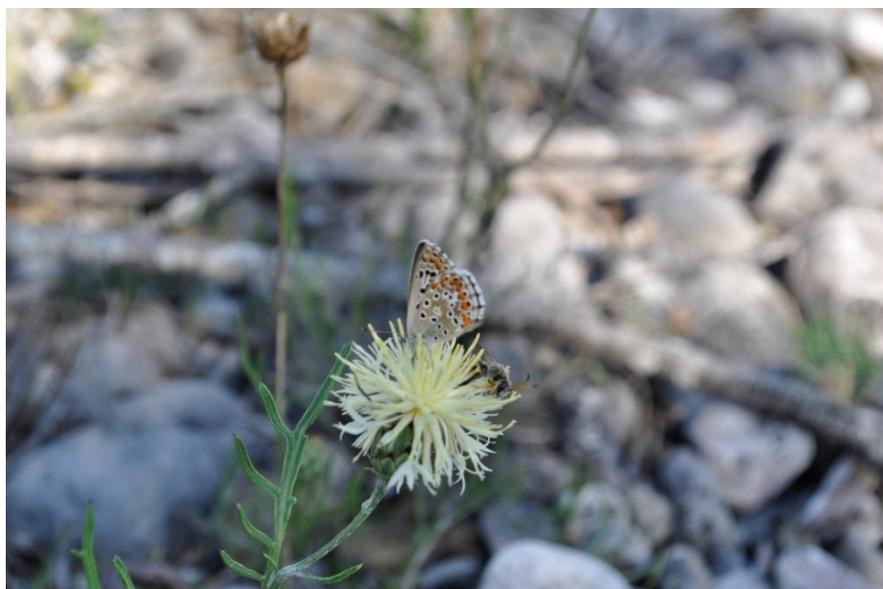


Figura 4.6 *Centaurea dichroantha* con impollinatori

Un gruppo di aree (Ta32, Ta29, Ta8, Ta7, Ta1, DD00-8-9 Ta30 e ScV-3 37), differisce leggermente dalle altre per la presenza molto superiore di copertura a muschi, accompagnati dalla presenza di altre piante reptanti o formanti cespugli. Possiamo citare per esempio *Globularia cordifolia*, Plantaginacea reptante, specie riferibile all'associazione *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae* che indica la presenza di suoli sassosi calcarei, substrato caratteristico anche di *Fumana procumbens*, cistacea fruticosa tipica di ambienti aridi, in cui riesce ad insediarsi grazie alle foglie succulente. Prati aridi, sassosi ed assolati su fondo preferibilmente calcareo sono l'habitat anche di piante come *Teucrium montanum*, camefita suffruticosa appartenente alla famiglia delle *Lamiaceae* e formante fitti tappeti al suolo.



Figura 4.7 Tappeto di *Teucrium montanum*

Inoltre, in queste aree la componente arborea è praticamente assente e quella arbustiva, composta in buona parte da *Salix eleagnos*, risulta abbondante solo nell'area di saggio 1, che sembra essere mai stata sghiaziata o prima del 1976. In una delle aree è stata trovata un'orchidea, *Orchis coriophora*, tipica di prati e cespuglieti, che sopravvive grazie al bulbo da cui ogni anno rinascono foglie e fiori. Rispetto all'habitat, questa vegetazione fa riferimento al PC5 evoluto, a tratti tendente al PC6, ossia praterie con suolo mediamente sviluppato, xerofile, semi-evolute e totalmente stabilizzate, che vengono lentamente colonizzate da arbusti. La presenza di argille portate dal fiume rende possibile la presenza di specie come *Schoenus nigricans*, Ciperacea presente in habitat di gariga, caratterizzata dal colore nero delle spighe che compongono l'infiorescenza.

Gruppo 4. Vegetazione di transizione prateria-margine boschivo

Le aree di questo gruppo risultano tutte essere state sghiaiate prima del 2000. Sono posizionate in una zona circoscritta della destra orografica del fiume, eccezion fatta per l'area 120, posizionata nella sinistra orografica. Questo gruppo è caratterizzato quindi da una vegetazione molto antica, posizionata su substrato vagliato spianato o non vagliato, perciò più fine. Lo scheletro, infatti, inizia a lasciare il posto alla terra fine, che si presenta in quantità più elevate rispetto alle aree dei gruppi precedenti. La vegetazione erbacea appare più diffusa e compatta, nonostante le specie siano molto simili a quelle del gruppo 3. Gli arbusti risultano presenti in percentuale superiore, comprendendo specie tipiche di bosco o dei margini boschivi come *Pyracantha coccinea*, *Ligustrum vulgare* e *Cornus sanguinea*. La componente arborea è presente sulla quasi totalità delle aree, con le specie già citate per il gruppo 3. Questo tratto del Meduna potrebbe essere stato più scarsamente interessato da eventi di piena, che hanno permesso uno sviluppo della vegetazione su più strati.

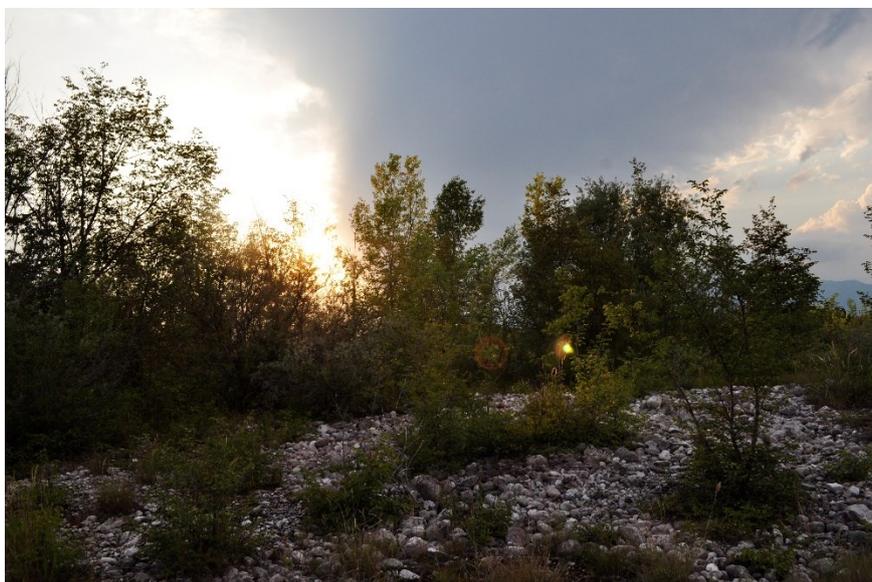


Figura 4.8 Vegetazione stratificata dei magredi

Rispetto al gruppo precedente, la componente erbacea appare più ricca di *Poaceae*, che vanno a creare un tappeto erboso più omogeneo. Possiamo citare *Bromus condensatus*, emicriptofita cespitosa endemica delle Alpi orientali e *Koeleria*

pyramidata che cresce sia in prati aridi che negli orli boschivi, su suoli limoso-argillosi. Inoltre, sono state trovate diverse specie di *Carici*, che condividono la forma biologica a geofita rizomatosa proprio delle piante erbacee di climi con netta stagionalità. La presenza di due specie permette di capire che si tratta di aree che sono di passaggio tra la vegetazione steppica e quella dei margini boschivi. La prima è *Carex liparocarpos*, che cresce in prati aridi a carattere steppico e su dune marine consolidate, su suoli primitivi, dal livello del mare alla fascia alpina. Diverso è invece il caso di *Carex flacca*, che si può trovare anche nelle radure dei boschi, con suoli capaci di trattenere l'acqua.

Gruppo 5. Vegetazione di prateria a Bothriochloa ischaemum

Le aree appartenenti al gruppo 5 sono tutte caratterizzate dal tipo di substrato non vagliato, quindi con granulometria fine e una buona percentuale di terra fine. Lo scheletro è presente in quantità molto inferiori rispetto al resto della copertura del suolo. Muschi e licheni sono presenti con frequenze molto elevate e le specie erbacee superano metà della superficie per buona parte delle aree. Le specie invasive, come *Erigeron annuus*, *Amorpha fruticosa* e *Senecio inaequidens* ricompaiono, seppur in minore quantità rispetto al gruppo 1. Una spiegazione può essere data dalla vicinanza di queste aree alle strade attraverso cui potrebbero essere veicolate queste specie a facile propagazione. La vegetazione ha caratteristiche ancora ruderali, gli habitat infatti sconfinano tra l'AA7 e il PC5, con una presenza di BU2 su 3 delle 12 aree appartenenti a questo gruppo. Le graminacee sono poche ma presenti in quantità elevate. In particolare, spicca *Bothriochloa ischaemum*, specie xerotermofila, tipica di prati secchi ghiaiosi ed arenosi. Sono state segnalate anche altre specie aggiuntive di graminacee, come *Poa compressa*, tipica di suoli poveri e aridi ed *Elymus repens*, che invece diventa competitivo su suoli ricchi di azoto. L'influenza dei seminativi poco distanti potrebbe spiegare il ritrovamento di specie tipicamente foraggere o presenti su prati incolti come *Trifolium campestre* e *Vicia sativa*, entrambe terofite

appartenenti alla famiglia delle *Fabaceae*. Su diverse aree è stata riscontrata la presenza di *Allium carinatum*, specie perennante delle *Amaryllidaceae*, che sopravvive attraverso il bulbo.



Figura 4.9 *Allium carinatum*

Gruppo 6. Transizione tra l'arbusteto e il bosco ripariale

Questo gruppo di rilievi si presenta su substrato non vagliato, con alcune aree che sembrano mai state sghiaiate o prima del 1976 per l'assenza di materiale grossolano in superficie. Sono posizionate lontano dal letto del fiume, in aree con vegetazione più fitta, che rientra nei boschi ripari planiziali dell'habitat BU5, con abbondanza di *Cornus sanguinea* e *Populus nigra*. La vegetazione è ancora di tipo ripariale ma assume una struttura più complessa, grazie probabilmente alla maggior stabilità dei sedimenti. La componente arborea è più alta e si sovrappone a quella arbustiva e le aree appaiono quindi pluristratificate. Per quanto riguarda gli arbusti, è stata riscontrata un'abbondante presenza di *Salix eleagnos*, caratteristico dell'associazione *Salicetum incano-purpureae*, che evidenzia la transizione dall'arbusteto planiziale

(BU2) al bosco. Un'altra parte delle aree (Ta28, Ta26 e Ta31) presenta invece un altro tipo di vegetazione. L'habitat di riferimento è il PC10, che si configura come magredo evoluto su suolo calcareo. Essendo magredo si tratta sempre di prateria arida, in questo caso dominata da specie come *Bromus erectus* e *Molinia caerulea*, entrambe emicriptofite appartenenti alla famiglia delle *Poaceae*, che caratterizzano la vegetazione con i loro cespi fitti.

Gruppo 7. Vegetazione pioniera su vagliato

L'ultimo gruppo di vegetazione comprende aree posizionate sulle zone con maggiore percentuale di ghiaia. Lo scheletro è in quantità elevate, a scapito della componente di terra fine. Il tipo di substrato è infatti "vagliato non spianato" in tutte le aree e questo fa sì che, nonostante risultino sghiaiate da molti anni (tra i 16 e i 70 anni), la vegetazione sia principalmente ruderale. Sono gli arbusti a prendere il sopravvento sulla zona, tra *Salix eleagnos*, *Amorpha fruticosa* e *Frangula alnus*, pianta indigena della famiglia delle *Rhamnaceae*. Troviamo una buona componente anche di piante arboree, tra cui possiamo osservare specie come *Populus nigra* e anche esotiche come *Ailanthus altissima*.



Figura 4.10 Ailanthus altissima su vagliato non spianato

In queste aree si possono trovare specie come *Petasites paradoxus*, asteracea rizomatosa, che sfrutta l'umidità presente negli strati più profondi del suolo attraverso un apparato radicale che arriva molto in profondità. Questo gruppo rappresenta le aree con numero di specie più contenuto.

4.2 Caratterizzazione ecologica e biologica delle vegetazioni individuate

La tabella 5.1 riporta le medie degli indici di Landolt e gli spettri delle caratteristiche biologiche, pesati sull'abbondanza percentuale delle specie presenti in ogni area, riferiti a ciascun gruppo di vegetazione individuato.

	Tipo di vegetazione						
	1	2	3	4	5	6	7
Landolt ecological indicator							
L Climate Light	4,05	3,95	3,82	3,81	3,89	3,28	3,43
F Soil Moisture	2,33	2,43	1,95	2,02	1,95	3,31	2,65
R Soil Reaction	3,66	3,99	3,92	3,92	3,52	3,82	3,99
N Soil Nutrients	3,04	2,36	2,22	2,29	2,43	3,23	2,64
H Soil Humus	2,51	1,71	2,45	2,61	2,58	2,94	2,27
D Soil Aeration	3,08	3,10	3,58	3,13	4,03	1,69	2,73
<i>Growth form</i>							
c (Herbaceous Chamaephyte)	10,01	38,27	32,04	23,33	27,15	4,18	11,07
g (Geophyte)	2,65	0,37	1,76	10,25	4,36	14,01	1,35
h (Hemicryptophyte)	21,62	26,60	46,02	47,63	49,85	31,70	20,56
p (Phanerophyte)	15,24	32,80	19,30	16,50	13,31	49,74	65,46
t (Therophyte)	50,48	1,96	0,88	2,30	5,34	0,38	1,56
<i>Life strategy</i>							
ccc (competitive strategist)	5,59	8,28	10,33	7,95	4,76	19,34	37,05
ccr (competitive ruderal)	13,41	31,19	11,61	12,19	11,32	8,72	20,33
ccs (stress-tolerant competitor)	4,22	5,02	19,65	38,19	16,33	17,89	12,54
crr (competitive ruderal)	31,87	3,44	1,73	3,66	4,77	0,30	7,99
crs (C-R-S strategist)	22,41	30,67	30,76	17,66	50,50	24,68	5,63
css (stress-tolerant competitor)	5,20	15,06	22,46	18,90	10,76	28,82	10,19
rrr (ruderal strategist)	11,47	0,00	0,20	0,10	0,34	0,05	0,88
rrs (stress-tolerant ruderal)	2,39	0,00	0,11	0,07	0,04	0,11	0,23
sss (stress-tolerant strategist)	0,80	2,23	0,13	0,85	1,19	0,03	0,24
<i>Dispersal of diaspores</i>							
Au (autochory)	5,03	0,92	3,84	3,24	2,17	0,44	1,62
Bo (boleochory)	22,01	21,51	15,21	11,00	13,50	0,43	2,34
Dy (dysochory)	14,88	0,13	0,84	0,57	1,33	1,03	2,58
En (endochory)	4,58	6,82	2,87	5,27	2,08	10,87	10,79
Ep (epichory)	6,43	1,29	3,02	2,12	0,60	2,94	1,06
Me (meteochoy)	44,70	69,02	72,81	74,49	80,28	83,41	81,48
My (myrmecochoy)	0,66	0,16	1,41	3,32	0,04	0,86	0,13
<i>Vegetative dispersal</i>							
AoAu (above-ground runners, below ground runners)	7,01	10,26	12,94	23,83	14,78	20,33	6,74
Ho (tussocks tufts)	4,11	12,86	33,62	39,79	51,04	26,74	14,57
Kt (creeping shoots or espaliers)	1,75	10,42	10,90	1,60	1,67	5,55	2,85
Kv (no vegetative dispersal parts)	53,42	12,12	5,85	8,61	11,88	0,61	3,13
Sr (basal lateral shoots)	17,93	25,73	25,09	18,96	14,54	22,87	33,02
Sw (above-ground shoots)	9,51	21,13	6,98	5,77	1,76	7,89	19,83
Ws (root shoots)	6,28	7,48	4,61	1,42	4,02	15,63	19,88

Tabella 5.1 Medie degli indici ecologici (Landolt 1977) nei tipi di vegetazione individuati

L'indice di luce (L) sembra essere poco variabile tra i diversi gruppi di vegetazione, per via dell'estensione ridotta del territorio preso in saggio. Le aree del gruppo 1 risultano essere quelle caratterizzate da vegetazione più eliofila ($L=4,05$), tipica di ambienti aperti, come nel caso delle ghiaie nude colonizzate a vegetazione pioniera (Scotton M., Rodaro P., Ziliotto U. 1996). In quest'area, infatti, si può trovare il 50,48 % di specie terofite, che si insediano negli stadi iniziali della successione ecologica, sui suoli nudi sfruttando il vento per diffondere i semi ($Me=44,70$), similmente a tutti gli altri gruppi. La loro strategia biologica è caratterizzata da elevata competizione tra specie e ruderalità, ossia la capacità di vivere in ambienti particolarmente disturbati. L'indice di luce tocca invece il minimo ($L=3,28$) nel caso del gruppo 6, caratterizzato dalla vegetazione magredile più evoluta, in cui abbondano fanerofite (49,74 %) ed emicriptofite (31,70 %). Queste specie si affidano all'anemocoria e in parte all'endocoria per la dispersione dei semi e, diversamente dal gruppo 1, sfruttano molto di più la propagazione vegetativa per diffondersi.

Per quanto riguarda l'indice di umidità (F), in generale la variabilità tra i gruppi di rilievi è maggiore rispetto al fattore luce e si attesta al massimo sul valore di 3,31 nel gruppo 6. Questo indica la presenza di specie più igrofile, quindi più esigenti rispetto agli altri gruppi di vegetazione. Le specie del gruppo 6 risultano solo in piccola percentuale ruderali (strategia $rrr=0,05$) e adatte a resistere agli stress: ciò sembra corrispondere alle caratteristiche vegetazionali dell'habitat (PC10) individuate nel capitolo precedente. Nei gruppi 3 e 5 invece è stato ottenuto il valore minimo, corrispondente per entrambi a $F=1,95$, tipico di suoli moderatamente secchi, il che conferma la presenza di specie in maggioranza meno esigenti, tipiche della prateria xerofila. Le specie di questi due gruppi sopravvivono grazie a strategie basate maggiormente sulla competizione tra specie e sulla resistenza agli stress (crs e css), rispetto alla ruderalità che risulta inferiore. Si propagano sfruttando il vento e per via vegetativa, tramite crescita cespitosa e getti laterali.

Come atteso, l'indice di reazione del suolo (R) ha restituito un risultato simile per i diversi gruppi di vegetazione, con una piccola variazione che è compresa tra 3,52 (gruppo 5) e 3,99 (gruppi 2 e 7). Il territorio è infatti caratterizzato da substrato calcareo, quindi tendente all'alcalinità, come indicato dagli indici sopra riportati.

Nonostante il raggio ridotto su cui sono distribuite le aree di saggio rilevate, la quantità di nutrienti (N) presente al suolo risulta meno costante rispetto ad altri indici (L, R). Su questo fattore agisce infatti l'influenza più o meno costante delle piene, che apportano al suolo elementi nutritivi. Sebbene ci sia l'afflusso di acqua ricca di nutrienti, il substrato risulta comunque in generale poco o mediamente fertile, con un indice che varia tra N=2,22 nel caso del gruppo 3 e N=3,23, nel caso del gruppo 6.

L'indice di humus (H) non presenta una grande variabilità. Il gruppo 2 si attesta sul valore di H=1,71 che rappresenta il valore più basso riscontrato all'interno dei gruppi di vegetazione. Ciò potrebbe essere spiegato da quanto precedentemente ricordato, e cioè che essendo tale gruppo meno influenzato dalle piene, goderebbe di un apporto minore di sostanza organica. Nonostante questo, come è stato già riscontrato durante la descrizione delle vegetazioni, la presenza di una maggior percentuale di emicriptofite (26,60 %), fanerofite (32,80%) e camerite (38,27%) fa presupporre che la zona sia più evoluta rispetto al gruppo 1 per via della minore entità del disturbo proveniente dal fiume. Inoltre, le specie presenti utilizzano la propagazione vegetativa per diffondersi, basata sull'emissione di getti basali che si espandono sotto il suolo. Questa caratteristica è visibile soprattutto nel caso delle graminacee cespitose e rizomatose come *Sesleria caerulea*, *Achnatherum calamagrostis* e *Melica ciliata* (Scotton M., Francescato V. 1999).

L'aerazione del suolo (D) risulta abbastanza variabile tra i gruppi, attestandosi tra il valore di 1,69 e 4,03. Tocca il minimo nel caso del gruppo 6 (D=1,69) che presenta una tessitura del suolo fine, senza vagliato, che non permette la presenza di una grande quantità di ossigeno al suo interno. Il massimo valore si può osservare in

corrispondenza del gruppo 5 ($D=4,03$), in cui sembra che il substrato misto, formato da una parte di componente fine e una più grossolana, determini una miglior condizione di aerazione del suolo.

In generale sembra che gli indici considerati abbiano un range di variazione maggiore per quanto riguarda l'umidità del suolo, i nutrienti e l'humus presenti. Per studiarne l'andamento sono stati messi in relazione con le variabili ambientali rilevate durante la raccolta dei dati sulle aree di saggio, ossia il tipo di substrato e l'anno rispetto all'ultimo sghiaimento.

Dalle regressioni ottenute, considerando valori significativi a partire da 15-20% di correlazione, si può affermare che nel complesso non ci sia un'influenza significativa del tipo di substrato né sulle caratteristiche ecologiche dei gruppi di vegetazione, né sugli aspetti legati alla loro biologia.

Esaminando però il gruppo di rilievi più antichi (figura 6.2), sghiaiti da 22 a 70 anni, si può vedere che esiste un legame tra la strategia biologica rrr (massimi livelli di ruderalità delle specie) e il tipo di substrato presente ($R^2=24\%$).

Al tipo di substrato è stata data per comodità una numerazione da 1 a 3, in cui 1 rappresenta il suolo con caratteristiche più sfavorevoli, ossia il vagliato non spianato, il 2 rappresenta la situazione intermedia (vagliato spianato) e il 3 la condizione più favorevole, il non vagliato.

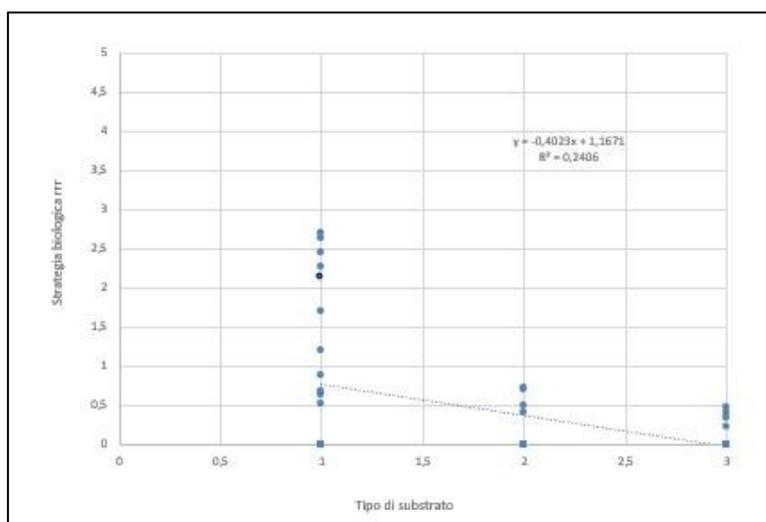


Figura 5.2 Relazione tra tipo di substrato e strategia biologica rrr

Sembra che, nelle aree di saggio con la ricolonizzazione più antica, la ruderalità si attesti a livelli maggiori in aree con substrato più sfavorevole, di tipo 1 (vagliato non spianato), mentre si riduca per le altre categorie di suolo, azzerandosi nel non vagliato (tipo 3 in figura). Probabilmente nei primi anni dopo l'entrata della vegetazione questo fatto non si verifica in maniera così evidente, perché anche nel non vagliato si insediano prima specie con una ruderalità maggiore, mentre nelle serie più evolute, come in questo caso, tali specie spariscono quasi del tutto per via delle condizioni più favorevoli.

Questa relazione non si verifica in maniera così significativa per gli altri tipi di strategia biologica. Si può pertanto supporre che la competizione tra specie e la resistenza agli stress non siano caratteristiche che si manifestano per via del tipo di substrato ma siano legate principalmente ad altre caratteristiche ambientali.

Per quanto riguarda invece la variabile del tempo, ossia l'anno da ultimo sghiaimento, le relazioni con gli indici di Landolt sembrano essere più significative. In questo caso sono più spiccate esaminando le aree di saggio con ricolonizzazione più recente, dal primo anno da ultimo sghiaimento al ventiduesimo, ma per la maggior parte si confermano anche prendendo in considerazione tutti i rilievi.

Questo si spiegherebbe per il fatto che nei primi anni della successione ecologica i cambiamenti avvengono più velocemente, mentre rallentano una volta instaurate le dinamiche di competizione più mature, in cui tutte le risorse sono utilizzate al massimo.

Prima di tutto si vede come l'indice di luce diminuisca in base all'anno da ultimo sghiaimento (figura 5.3), questo per la presenza della componente arborea che si insedia nelle fasi successive al precoce ingresso delle piante erbacee.

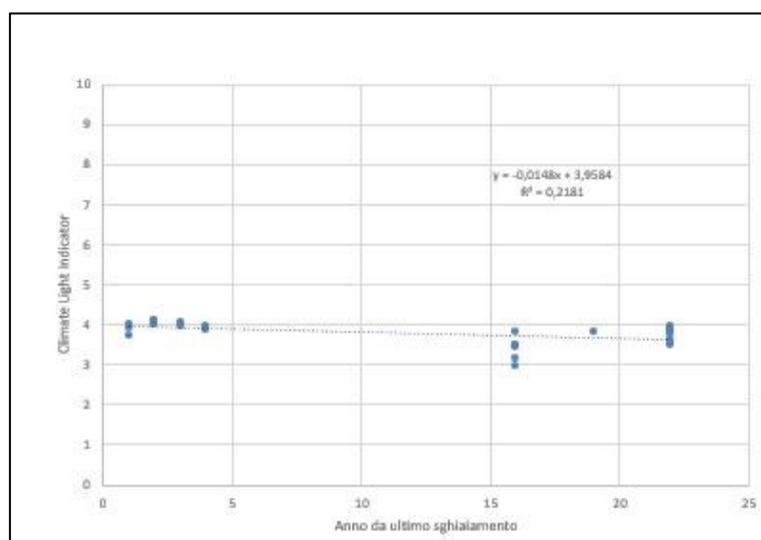


Figura 5.3 Relazione tra anno da ultimo sghiaimento e indice di luce

Relazione inversa è invece evidenziata in figura 5.4, che rappresenta l'aumento della componente organica nel suolo nel corso degli anni. Si può presumere che, l'aumento delle piante nel corso della successione ecologica porti ad un aumento della materia organica al suolo, derivante dalle piante morte per competizione e dalla caduta di organi dalle piante stesse. Questa materia, degradata e rielaborata, forma i componenti dell'humus, portando anche a un aumento della fertilità del suolo.

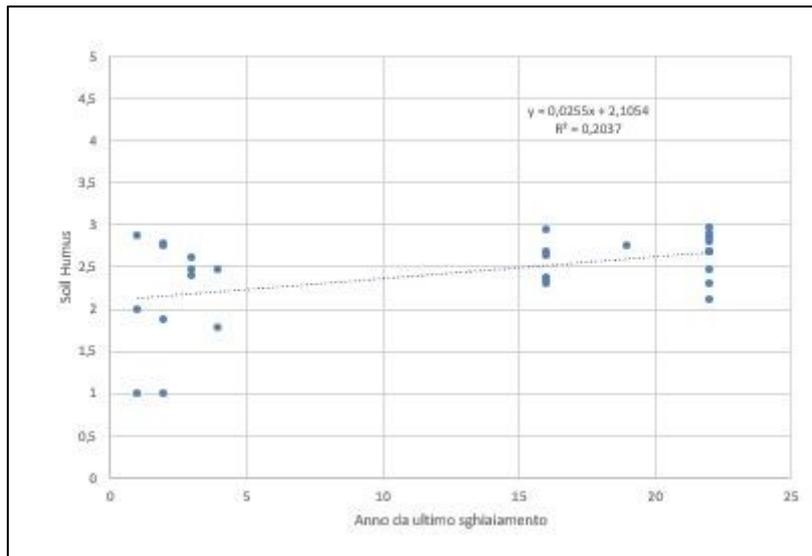


Figura 5.4 Relazione tra anno da ultimo sghiainamento e indice di humus

Inoltre, la quantità di terofite, come atteso, sembra essere influenzata dalla lontananza dall'ultimo sghiainamento. Come si vede in figura 5.5, la percentuale risulta molto alta nei primi anni di colonizzazione che sono ricchi di specie annuali che affidano la sopravvivenza ai semi. Successivamente la percentuale diminuisce, portando invece ad un aumento di piante perenni, quali camefite, fanerofite ed emicriptofite.

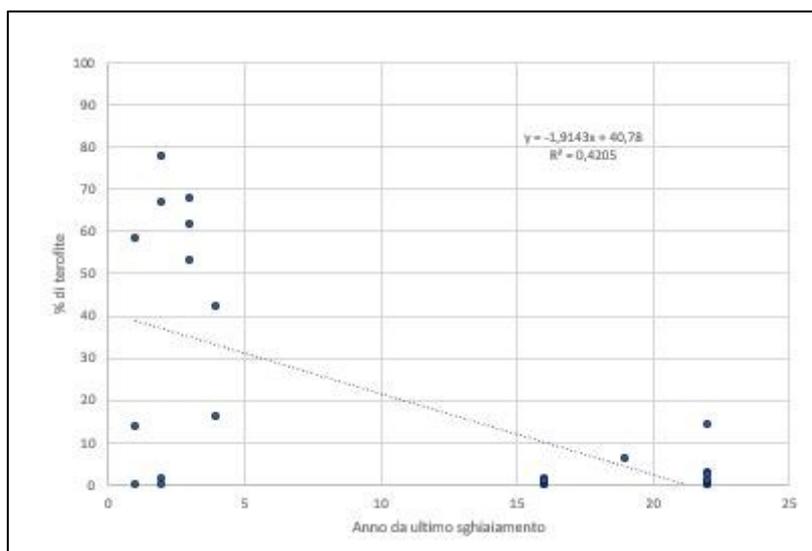


Figura 5.5 Relazione tra l'anno di ultimo sghiainamento e la percentuale di terofite

La stabilizzazione delle condizioni ambientali rende più facile l'entrata di specie meno ruderali, che adottano strategie di propagazione vegetativa per diffondersi più

velocemente. Un esempio è il caso delle graminacee cespitose, che sviluppano più fusti a partire da una radice, coprendo grandi percentuali di terreno.

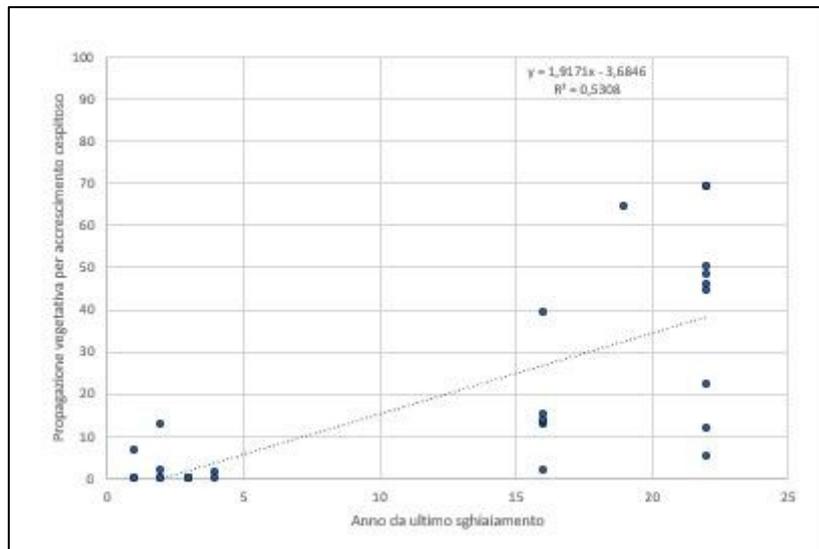


Figura 5.6 Relazione tra anno da ultimo sghiaimento e propagazione vegetativa per cespi

Pare che questo comportamento sia collegato direttamente all'anno da ultimo sghiaimento. Come si può vedere in figura 5.6, infatti, le piante con questo tipo di propagazione vegetativa aumentano nel tempo.

Interessante è osservare che anche il tipo di dispersione dei semi sia influenzato da questo fattore (figura 5.7). Pare infatti che l'anemocoria aumenti con l'aumentare dell'età della ricolonizzazione.

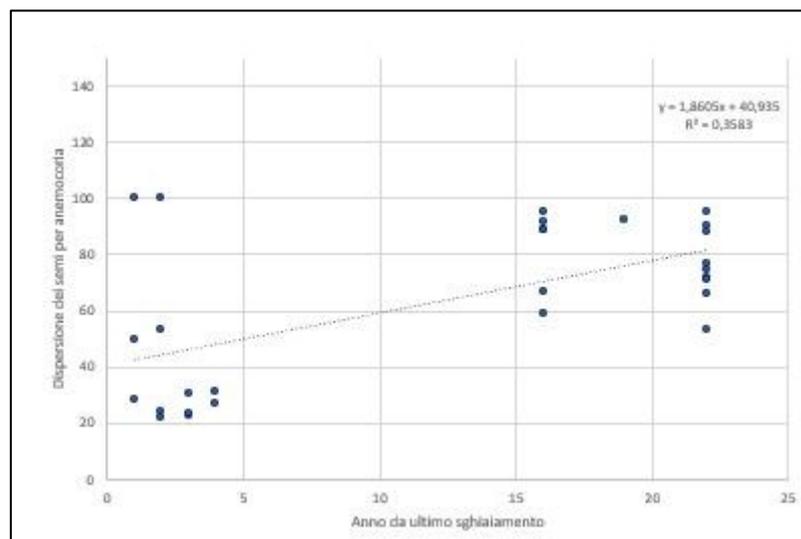


Figura 5.7 Relazione tra anno da ultimo sghiaimento e distribuzione dei semi per anemocoria

Una possibile spiegazione di questo risultato potrebbe essere l'assenza di una vegetazione evoluta a tal punto da affidarsi ad altri tipi di distribuzione del seme, per via dei molteplici fattori limitanti a cui è sottoposto il territorio. Inoltre, semi piccoli e leggeri come quelli adattati alla distribuzione da parte del vento, potrebbero essere i più adatti anche a essere trasportati dalla corrente del fiume, rimanendo in superficie senza affondare.

4.3 Relazioni tra numero di specie e caratteristiche ambientali

Analizzando le regressioni ottenute tra numero di specie e fattori ambientali, si può affermare che non ci sia una correlazione significativa tra numero di specie, età della ricolonizzazione e tipo di substrato.

Come si può vedere dalle figure 6.1 e 6.2, questa relazione non si verifica nemmeno nei primi 22 anni post-sghiaimento (R^2 molto basso), anni in cui il cambiamento dovrebbe avvenire più velocemente e quindi la relazione dovrebbe essere accentuata.

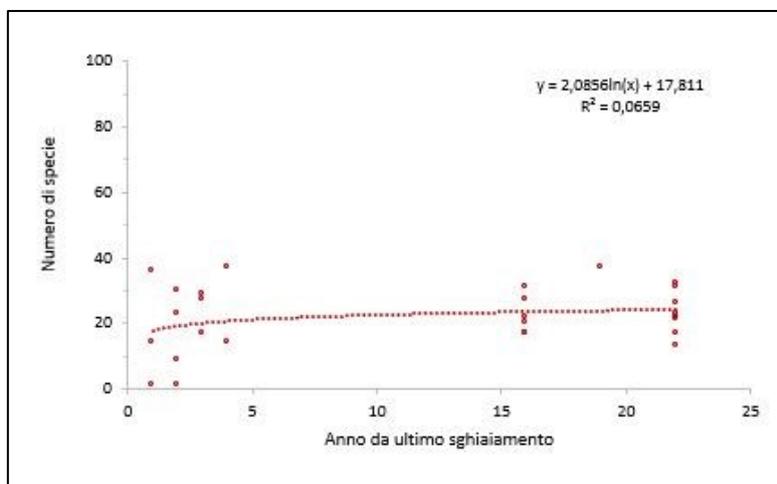


Figura 6.1 Relazione tra numero di specie e anno da ultimo sghiaimento

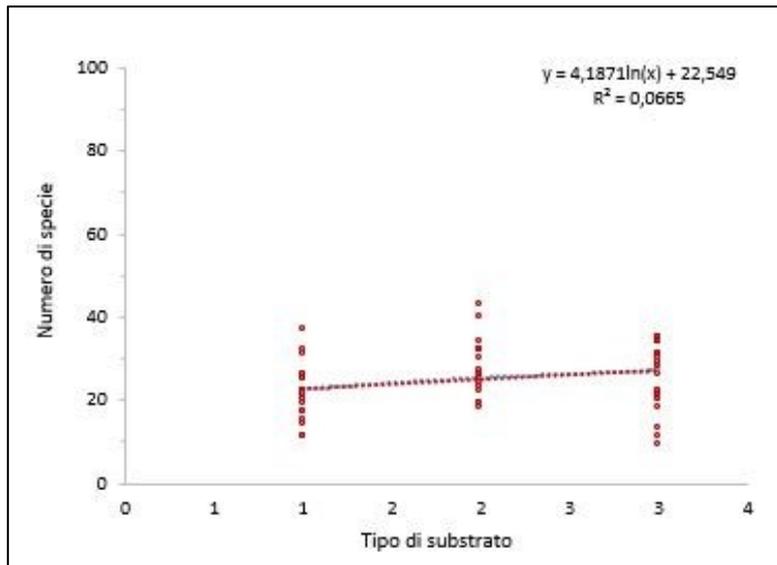


Figura 6.2 Relazione tra numero di specie e tipo di substrato

Come risulta dalle figure 6.1 e 6.2, la funzione prodotta è di tipo lineare e l' R^2 risulta essere basso per entrambe le relazioni individuate.

Inoltre, sembra non esistere correlazione nemmeno per quanto riguarda i singoli gruppi funzionali considerati (specie erbacee, specie legnose, graminoidi, leguminose e specie di altre famiglie). L'unica eccezione a questo risultato generale si può osservare prendendo in esame le piante legnose nei primi 22 anni dopo gli interventi.

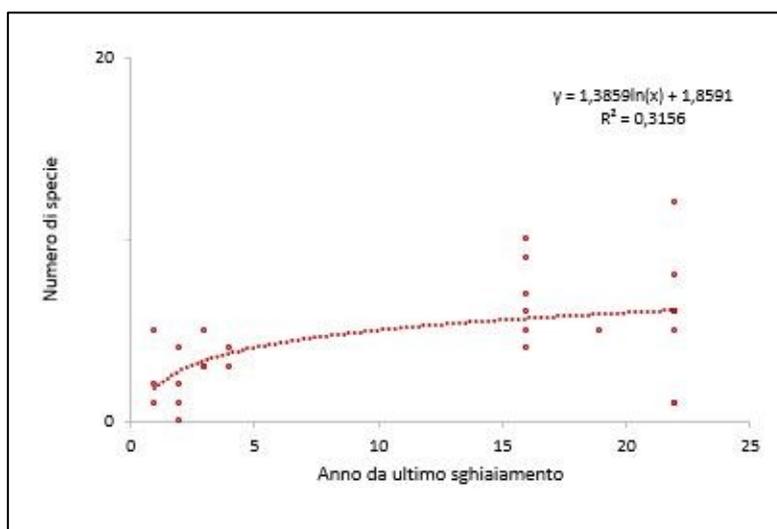


Figura 6.3 Relazione tra numero di specie legnose e anno da ultimo sghiaimento

In base ai dati raccolti sembra che all'aumentare degli anni della colonizzazione, aumenti il numero di specie legnose al suolo, come mostra la figura 6.3. In particolare, il numero di specie inizia ad aumentare dal primo anno dopo l'intervento, sale velocemente fino al terzo anno e successivamente rallenta la sua crescita dal quarto anno in poi, quando la curva logaritmica si appiattisce.

Al contrario, non sembra esserci correlazione tra il numero di specie legnose e il tipo di substrato riscontrato (figura 6.4). Infatti, se nelle aree senza vagliato sono state registrate diverse specie arboree, in quelle con vagliato gli arbusti sono spesso in percentuale elevata, soprattutto nel caso di *Salix eleagnos*. Questo arbusto ha una elevata capacità di propagazione vegetativa ed è soggetto a una rapida crescita grazie all'abilità di stabilirsi anche in condizioni inondate. Sembra infatti in grado di produrre una consistente quantità di biomassa e radici allungate quando si verifica un abbassamento della falda freatica, come risulta da alcuni studi sull'influenza dello stress idrico su questa specie di salice (Robert A. Francis, Angela M. Gurnell, Geoffrey E. Petts, Peter J. Edwards. 2005).

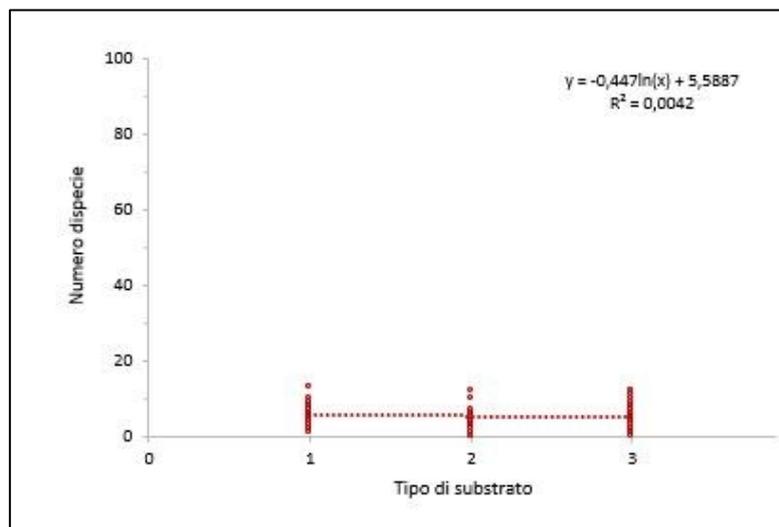


Figura 6.4 Relazione tra numero di specie legnose e tipo di substrato

Si può affermare che nel complesso il numero di specie non dipenda da caratteristiche ambientali, ma che sia legato all'arrivo casuale di propaguli al suolo, probabilmente portati dalle piene.

Nonostante la presenza diffusa di specie arboree e arbustive, non risulta alcun legame tra il numero di specie erbacee e legnose e la copertura totale o dei singoli gruppi funzionali. Si può presupporre che questo fatto dipenda dalla densità della copertura di specie legnose, che non risulta abbastanza alta da configurarsi come fattore limitante per la crescita delle specie erbacee dovuto alla riduzione della radiazione luminosa che arriva al suolo.

Infine, è stata riscontrata una relazione tra numero di specie di famiglie diverse da Poacee e Leguminose (rinominate “altre famiglie”) e copertura delle stesse.

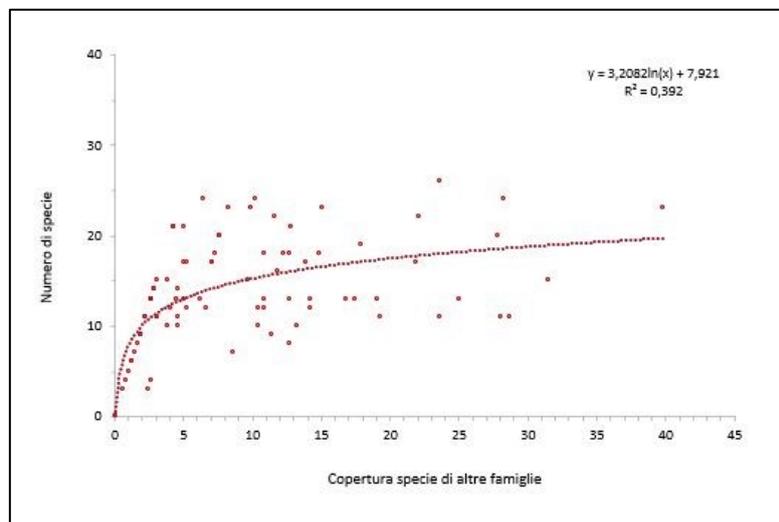


Figura 6.5 Relazione tra numero di specie di altre famiglie e copertura delle stesse

La figura 6.5 mostra una regressione logaritmica caratterizzata da un R^2 del 39,2%. Si può pertanto affermare che la variabilità del numero di specie sia spiegata dalla variazione della variabile indipendente (copertura delle specie). Questo probabilmente è dovuto al fatto che queste famiglie non riescono a creare coperture elevate, non disponendo di accrescimento cespitoso e/o fortemente rizomatoso; quindi, per raggiungere elevate coperture il numero di specie deve essere a sua volta alto.

5. Conclusioni

Lo studio condotto sui magredi di Pordenone ha evidenziato l'importanza di questo territorio dal punto di vista della biodiversità delle specie e degli habitat presenti.

Le analisi del territorio mostrano che, nonostante gli interventi idraulici che hanno interessato il corso del Meduna, la vegetazione ha la capacità di insediarsi nel giro di pochi anni. In particolare, sembra che le specie presenti abbiano per la maggior parte caratteristiche di ruderalità che permettono di instaurare fitocenosi dalle più semplici (magredo primitivo) alle più evolute (magredo evoluto) all'interno delle aree sghiaiate.

È stata riscontrata una correlazione tra le caratteristiche ecologiche e biologiche delle specie presenti nei gruppi di vegetazione definiti dalla cluster analysis e il tempo intercorso dalla data di ultimo sghiaimento delle aree di saggio. Non pare tuttavia che il tipo di substrato influisca significativamente sulle variabili indagate.

Similmente, è stato constatato che le variabili ambientali sopra citate, non influenzano in modo considerevole il numero di specie presenti all'interno delle aree di saggio analizzate. Pare che questo fattore vari in modo casuale, probabilmente per via dell'arrivo casuale in ciascun sito di materiale di propagazione.

In conclusione, si ritiene opportuno approfondire le dinamiche di ricolonizzazione delle vegetazioni dei magredi per comprenderne i rapporti di dipendenza con ulteriori variabili ambientali al fine di fornire ulteriori elementi utili alla salvaguardia di questi ambienti.

6. Bibliografia e sitografia

Collalti A. 2011. Sviluppo di un modello dinamico ecologico-forestale per foreste a struttura complessa. Relatore De Angelis P. Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Facoltà di Agraria, Università Degli Studi Della Tuscia, Campus Riello Viterbo

De Marchi V. 2019. Dinamica di vegetazione in praterie semi-naturali: ruolo del disturbo del suolo e della fitofagia lungo un gradiente altitudinale. Relatore Marini L. Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università Degli Studi Di Padova, Legnaro

Fabian S., Oriolo G. 2019. Magredi ritrovati guida alla conoscenza delle praterie friulane ed al Progetto Life Magredi Grasslands. Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche-Servizio biodiversità

Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmler W., Nobis M., Rudmann-Maurer K., Schweingruber F.H., Theurillat J.-P., Urmi E., Vust M. and Wohlgemuth T., 2010. Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps. Haupt Verlag AG.

Poldini et al., 2006. Manuale degli habitat del Friuli Venezia-Giulia. Parte I. Regione autonoma Friuli Venezia-Giulia, Università degli Studi di Trieste

Regione Autonoma Friuli Venezia-Giulia, Direzione generale Servizio e biodiversità. 2019. Life magredi grasslands. <https://magredinatura2000.it/index.html>

Robert A. Francis, Angela M. Gurnell, Geoffrey E. Petts, Peter J. Edwards. 2005. Survival and growth responses of *Populus nigra*, *Salix elaeagnos* and *Alnus incana* cuttings to varying levels of hydric stress, *Forest Ecology and Management*, Volume 210, Issues 1–3, Pages 291-301

Scotton M., Francescato V. 1999. Analisi di specie colonizzatrici di frane su flysch e morena calcarea del bellunese

Scotton M., Rodaro P., Ziliotto U. 1996. Analisi fitosociologica e valutazione agronomica di pascoli subalpini (malga Padeon, Cortina d'Ampezzo, NE Italia). Dipartimento di Agronomia ambientale e Produzioni vegetali, Università degli Studi di Padova, Legnaro

Tomasella M., Oriolo G., De Luca M., Strazzaboschi L. 2014. Analisi e studi naturalistici, censimenti e attività propedeutiche al piano di gestione della ZSC IT3320023 magredi di Campoformido

https://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA203/FOGLIA71/allegati/estratto_RELAZIONE_COMPOFORMIDO.pdf

Wildi O. and Orłóci L., 1996. Numerical Exploration of Community. Patterns. A Guide to the Use of MULVA-5. 2nd ed. SBP Publishing

GRUPPO DI AREE DI SICILIA	GRUPPO 1										GRUPPO 2										GRUPPO 3										GRUPPO 4										GRUPPO 5										GRUPPO 6										GRUPPO 7										GRUPPO 8										GRUPPO 9										GRUPPO 10									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	6.10	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.10	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	9.10	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	10.10	
1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	2.19	2.20	3.11	3.12	3.13	3.14	3.15	3.16	3.17	3.18	3.19	3.20	4.11	4.12	4.13	4.14	4.15	4.16	4.17	4.18	4.19	4.20	5.11	5.12	5.13	5.14	5.15	5.16	5.17	5.18	5.19	5.20	6.11	6.12	6.13	6.14	6.15	6.16	6.17	6.18	6.19	6.20	7.11	7.12	7.13	7.14	7.15	7.16	7.17	7.18	7.19	7.20	8.11	8.12	8.13	8.14	8.15	8.16	8.17	8.18	8.19	8.20	9.11	9.12	9.13	9.14	9.15	9.16	9.17	9.18	9.19	9.20	10.11	10.12	10.13	10.14	10.15	10.16	10.17	10.18	10.19	10.20	
1.111	1.112	1.113	1.114	1.115	1.116	1.117	1.118	1.119	1.120	2.111	2.112	2.113	2.114	2.115	2.116	2.117	2.118	2.119	2.120	3.111	3.112	3.113	3.114	3.115	3.116	3.117	3.118	3.119	3.120	4.111	4.112	4.113	4.114	4.115	4.116	4.117	4.118	4.119	4.120	5.111	5.112	5.113	5.114	5.115	5.116	5.117	5.118	5.119	5.120	6.111	6.112	6.113	6.114	6.115	6.116	6.117	6.118	6.119	6.120	7.111	7.112	7.113	7.114	7.115	7.116	7.117	7.118	7.119	7.120	8.111	8.112	8.113	8.114	8.115	8.116	8.117	8.118	8.119	8.120	9.111	9.112	9.113	9.114	9.115	9.116	9.117	9.118	9.119	9.120	10.111	10.112	10.113	10.114	10.115	10.116	10.117	10.118	10.119	10.120	

Tabella 4.1 Rilievo floristico