



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

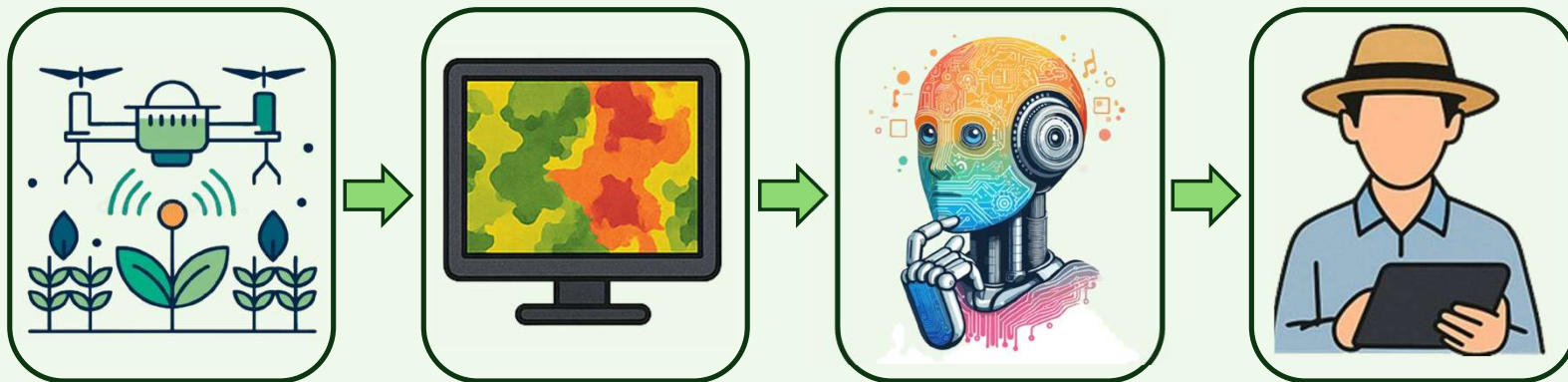
AGRARIA
D3A - DIPARTIMENTO DI SCIENZE
AGRICOLE, ALIMENTARI E AMBIENTALI



Intelligenza artificiale applicata al girasole: il caso studio al CREA-CI

Dott. Agr. Luana Centorame

Dott. Matteo Zucconi

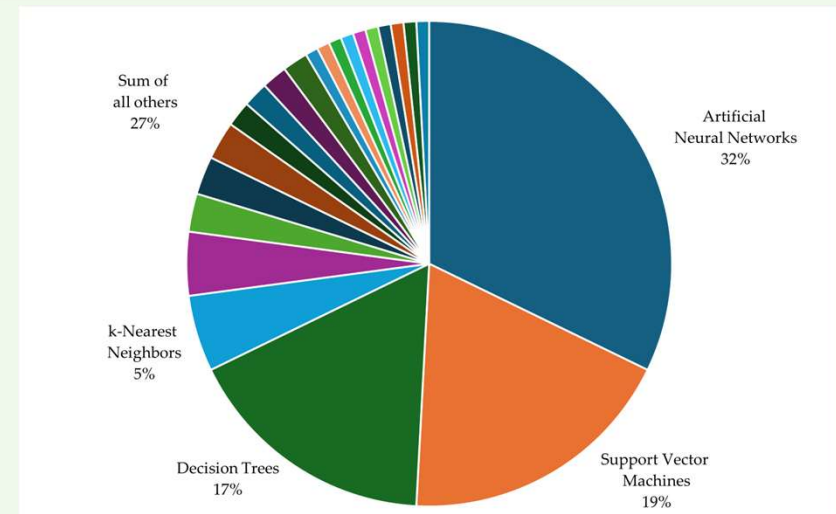
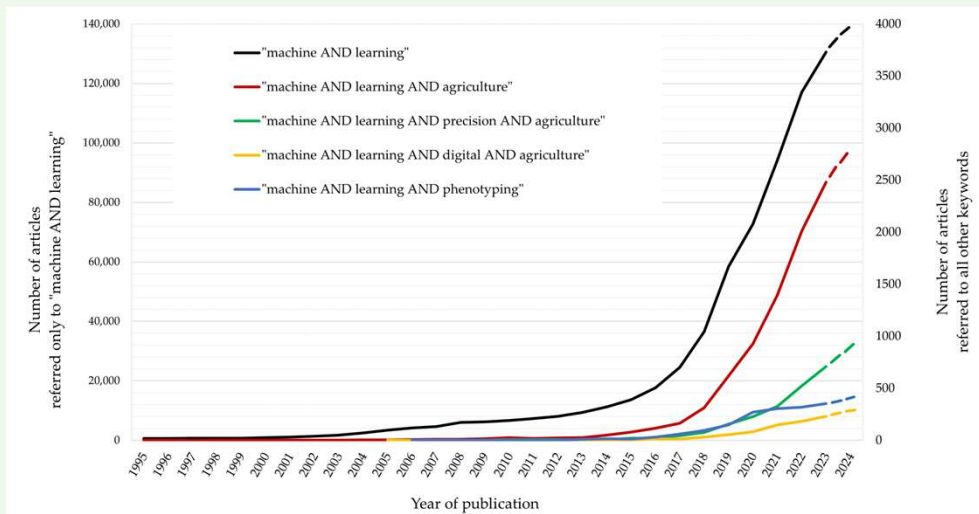
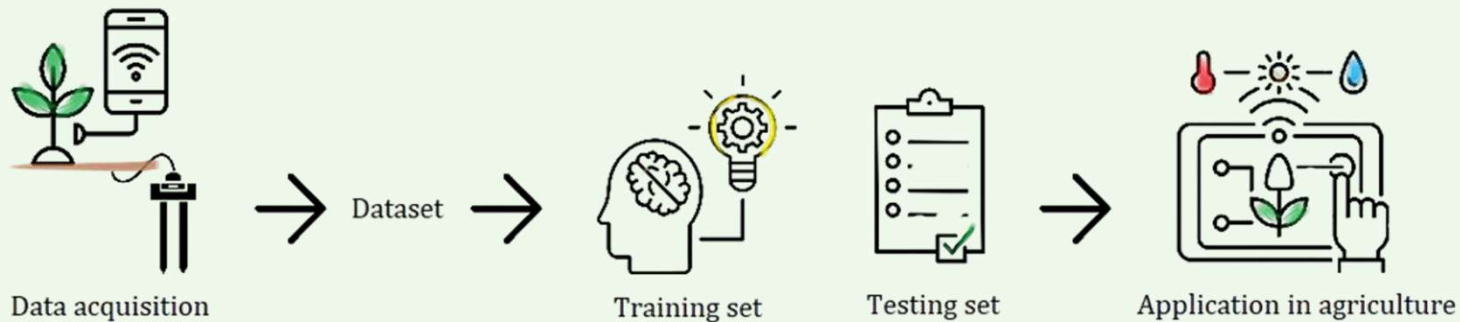


AI in agricoltura

L'intelligenza artificiale è **l'abilità di una macchina di mostrare capacità umane** quali il ragionamento, l'apprendimento, la pianificazione e la creatività.

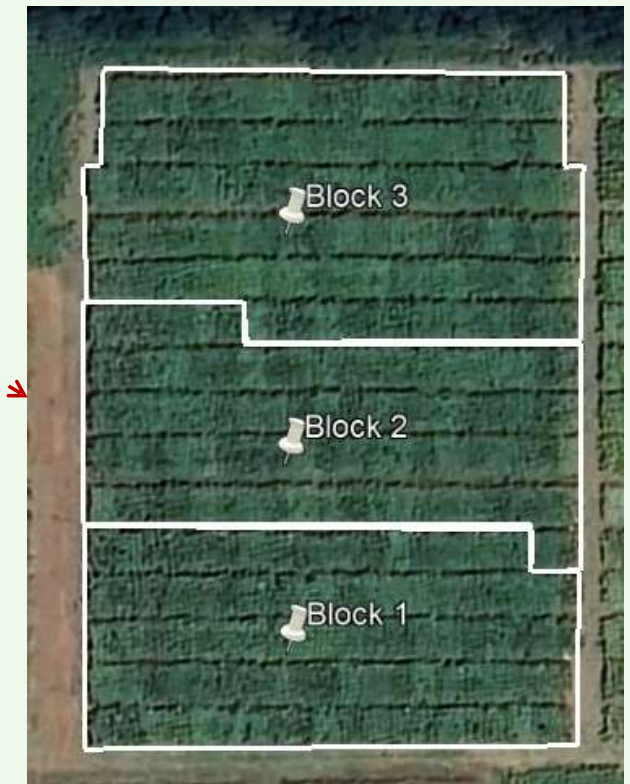


Il machine learning è una branca dell'AI che si basa su un processo di **addestramento attraverso dati reali**.



I anno di sperimentazione: Girasole 2023

Sito sperimentale: CREA-CI di Osimo (43°26'53.45"N, 13°30'9.25"E)



Varietà in campo: 96 di cui 86 nuove costituzioni + 12 varietà testimoni

Disegno sperimentale: 3 blocchi completamente randomizzati

Area parcellare: 12 m²

Investimento: 6 piante per m²

Focus per la sperimentazione: Blocco 1

Materiali & Metodi – In campo

Strumento: ASD HandHeld FieldSpec

Spettro continuo: 325-1075 nm (400-900 nm utile)

Rilievi: 08 Giugno (BBCH: 30-39, allungamento del fusto)

19 Giugno (BBCH: 51-59, emergenza dell'infiorescenza)

Condizioni meteorologiche: buone

Orario di rilievo: 12:00-14:00

Parametri alla raccolta: resa in acheni (t/ha)

olio su sostanza secca (%)

Parametri in laboratorio: composizione acidi grassi

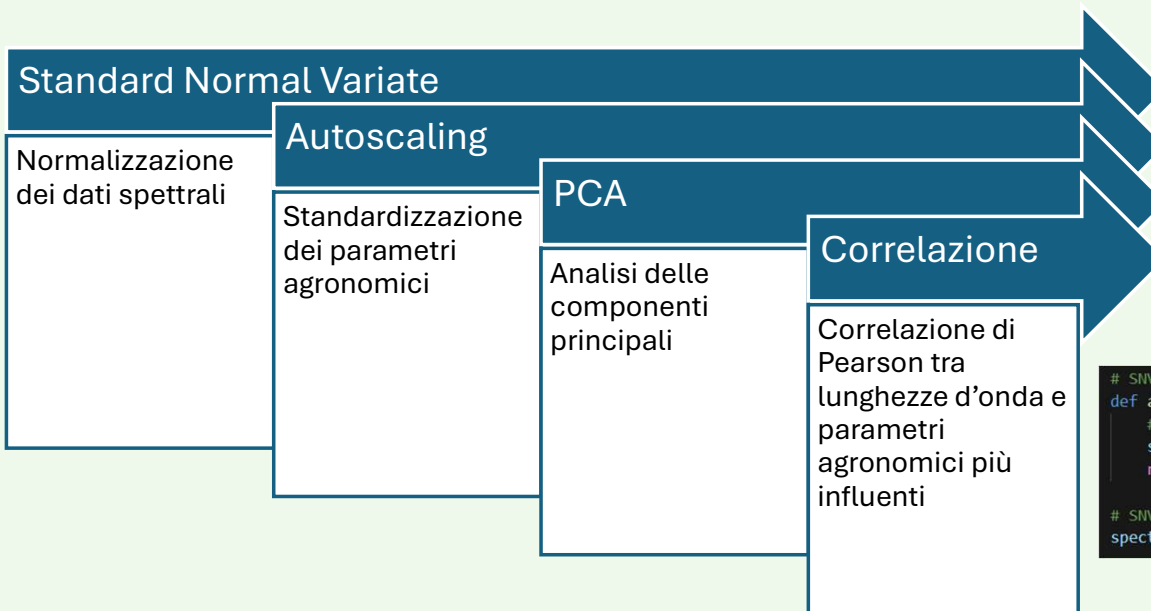


Materiali & Metodi - In laboratorio

Software per dati grezzi: RS³

Linguaggio di programmazione: Python

Editor: Visual Studio Code



```
from sklearn.decomposition import PCA
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Create an X matrix
X = df_08_snv[spectrum_cols].values # Matrix (number of hybrids x 501 wavelengths)

# Applica PCA
pca = PCA(n_components=10) # number of PC
X_pca = pca.fit_transform(X)
```

```
# Calculates the sum of the absolute values of the loadings for PC1 and PC2
abs_pc1 = np.abs(loadings[0])
abs_pc2 = np.abs(loadings[1])
combined_importance = abs_pc1 + abs_pc2

# Top 10 of the most influent wavelengths
top_indices = np.argsort(combined_importance)[-10:][::-1]
top_wavelengths = [spectrum_cols[i] for i in top_indices]
top_pc1 = loadings[0][top_indices]
top_pc2 = loadings[1][top_indices]

print("Top 10 of the most influent wavelengths: PC1 and PC2:\n")
for wl, val1, val2 in zip(top_wavelengths, top_pc1, top_pc2):
    print(f"Wavelengths {wl} nm → PC1: {val1:.4f}, PC2: {val2:.4f}")
```

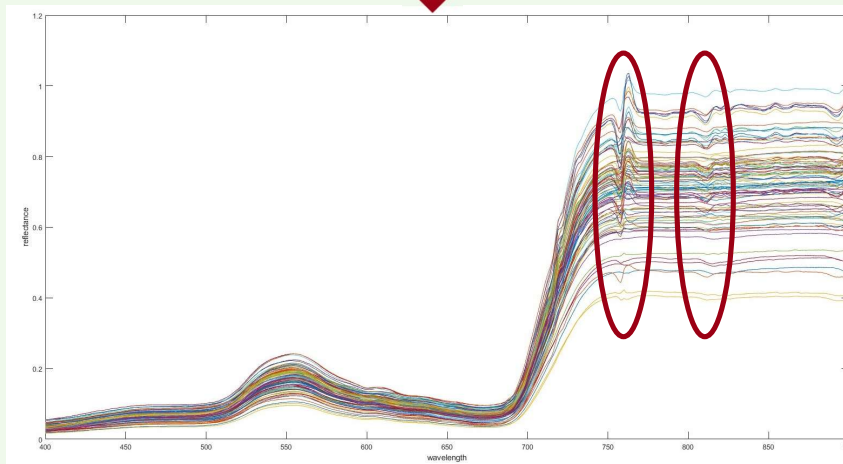
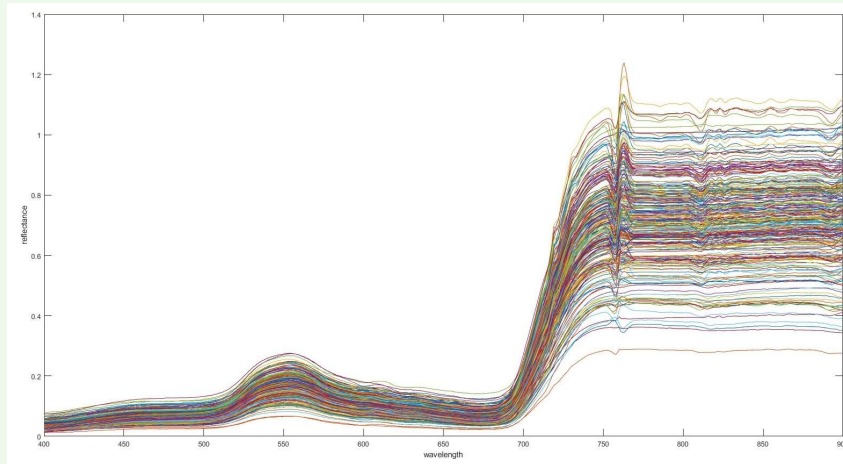
```
# SNV
def apply_snv(spectra_df):
    # SNV applied to each row
    snv = (spectra_df - spectra_df.mean(axis=1).values[:, np.newaxis]) / spectra_df.std(axis=1).values[:, np.newaxis]
    return snv

# SNV spectral block
spectra_snv_08 = apply_snv(df_08[spectrum_cols])
```

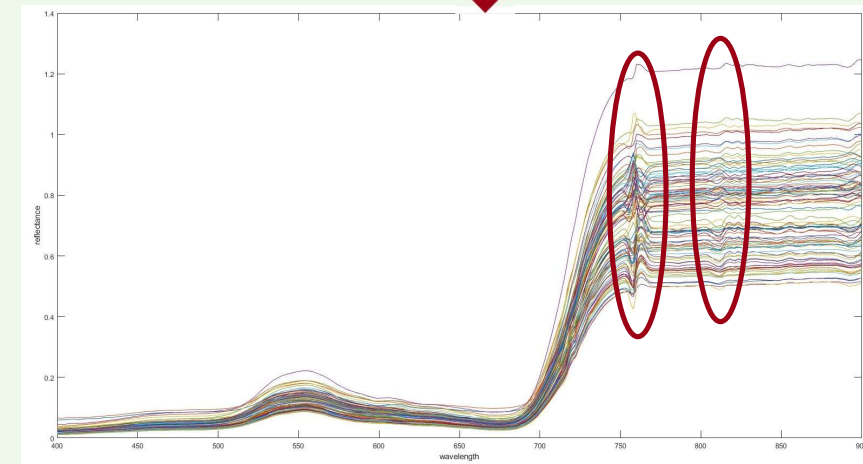
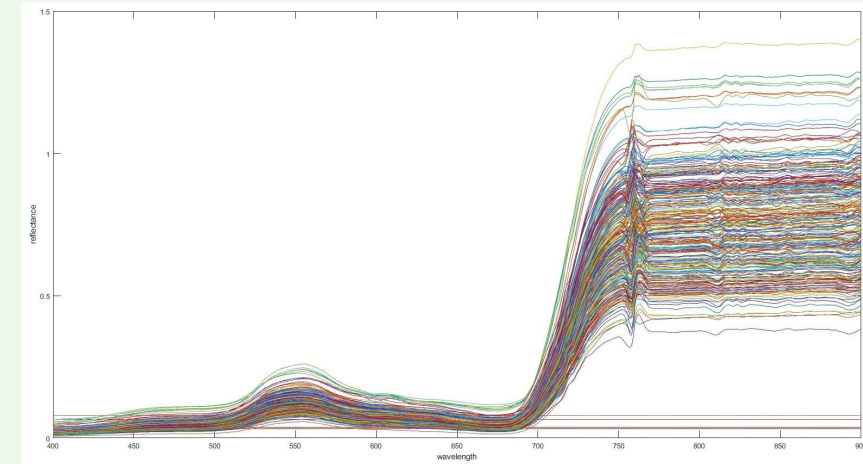
Risultati & Discussione

Firma spettrale
del girasole

08/06/2023



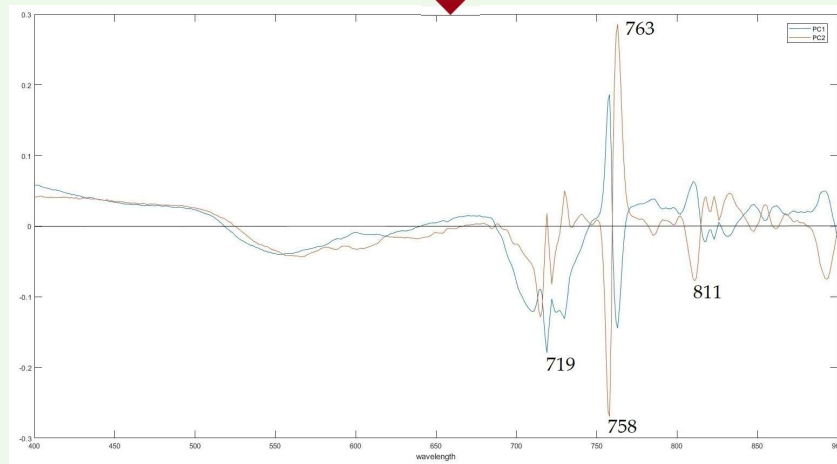
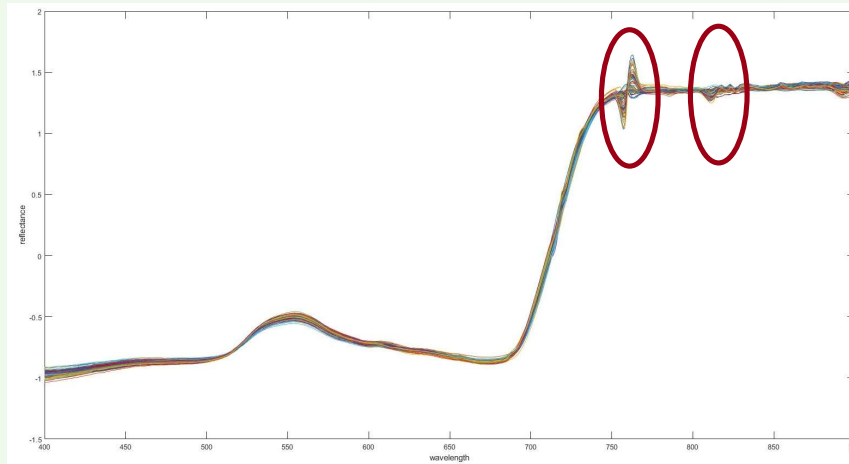
19/06/2023



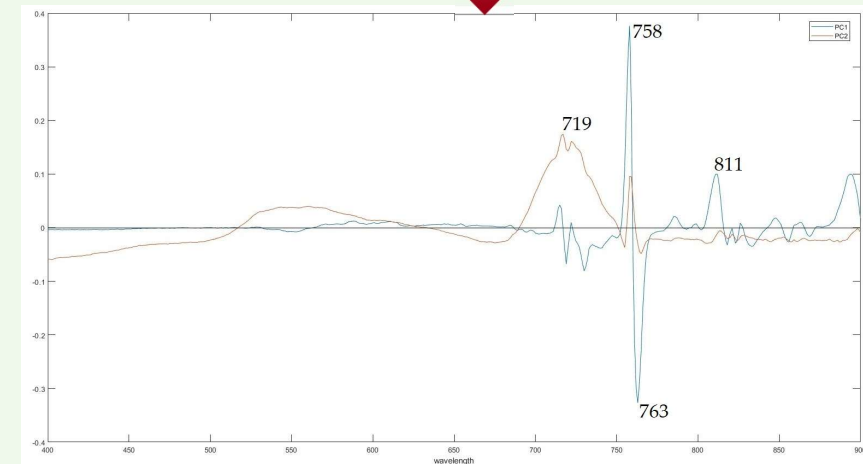
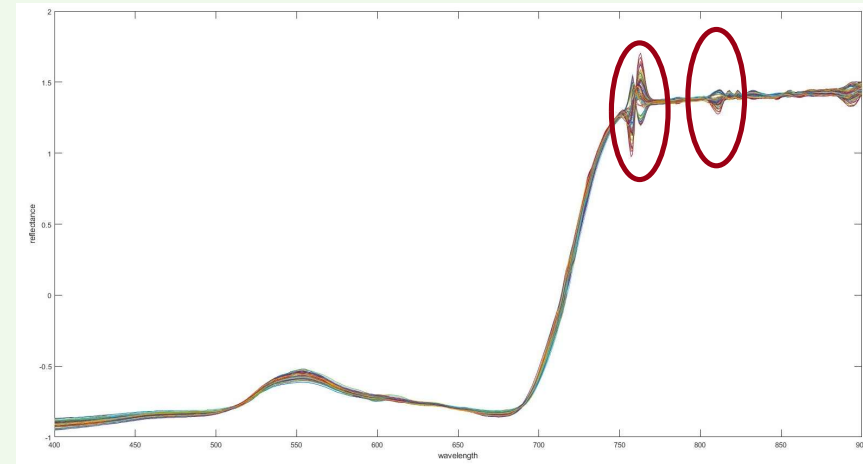
Risultati & Discussione

Standard Normal
Variate e PCA applicati
allo spettro

08/06/2023

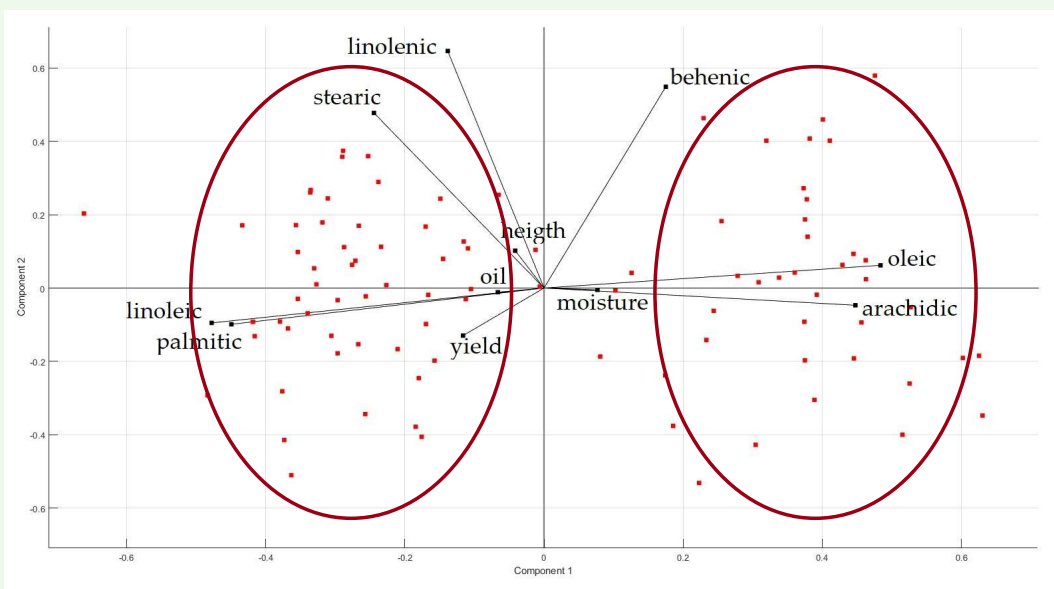


19/06/2023



Risultati & Discussione

Autoscaling e PCA applicati ai parametri agronomici misurati dal CREA



Fatty acid

Low-oleic

Medium-oleic

High-oleic

18:1

14.0-43.0

43.1-71.8

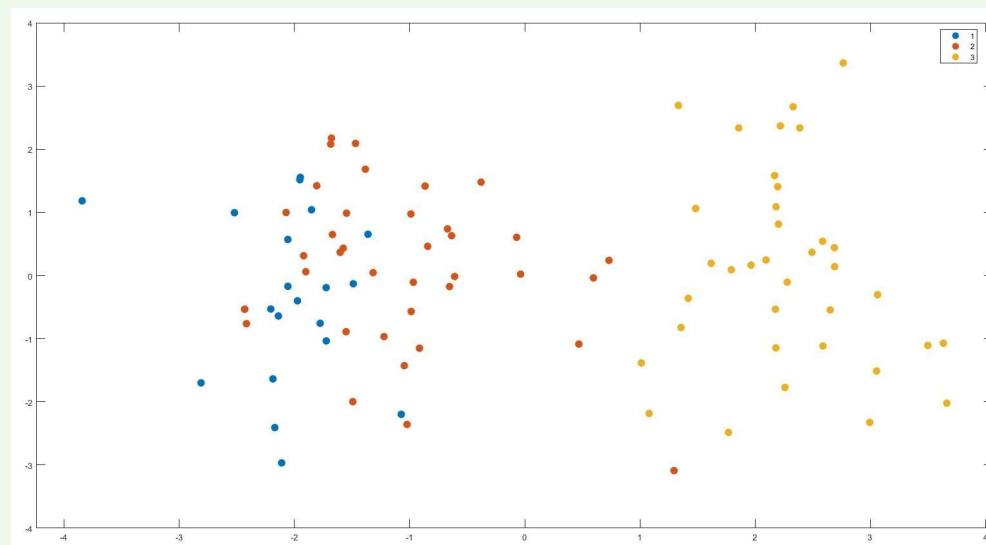
75.0-90.7

18:2

45.4-74.0

18.7-45.3

2.1-17.0



Risultati & Discussione

	719		758		763		811	
	08 June	19 June	08 June	19 June	08 June	19 June	08 June	19 June
16:0	0.0265	0.1704	0.0438	0.1580	0.0669	0.2059	0.0473	0.1699
18:0	-0.0308	-0.0459	0.0143	-0.0280	-0.0028	-0.0057	0.0001	-0.0273
18:1	0.0206	-0.2097	-0.0144	-0.1904	-0.0318	-0.2459	-0.0149	-0.2056
18:2	-0.0222	0.2169	0.0113	0.1958	0.0298	0.2512	0.0125	0.2114
18:3	0.1431	-0.0405	0.1550	-0.0158	0.1531	-0.0131	0.1505	-0.0261
20:0	-0.1150	-0.2322	-0.1590	-0.2170	-0.1469	-0.2553	-0.1440	-0.2252
22:0	0.1319	-0.0382	0.1320	-0.0085	0.1056	-0.0341	0.1260	-0.0212

- ✓ La PCA ha permesso di identificare 4 lunghezze d'onda chiave (719, 758, 763, and 811 nm) e l'influenza marcata della composizione di acidi grassi tra i parametri agronomici.
- ✓ Per il rilievo in data 08 Giugno 2023, tutte le combinazioni analizzate hanno un **coefficiente di Pearson prossimo allo zero**.
- ✓ Lo stesso risultato è stato ottenuto per il 19 Giugno 2023, ad eccezione per l'acido oleico, linoleico e arachidico in cui i **valori oscillano tra 0.19 e 0.25** (correlazione debole ma in incremento).
- ✓ L'ipotesi è che la correlazione possa variare in base allo stadio fenologico, diventando sempre più forte verso la maturazione.

Il anno di sperimentazione: Girasole 2024

Sito sperimentale: CREA-CI di Osimo (43°26'53.45"N, 13°30'9.25"E)



Varietà in campo: 27

Disegno sperimentale: 3 blocchi completamente randomizzati

Area parcellare: 12 m²

Investimento: 6 piante per m²

BLOCK 1	3	21	7	22	14	8	18	15	2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	17	24	1	25	11	23	9	19
BLOCK 2	16	4	26	13	27	5	20	6	12
	18	17	16	15	14	13	12	11	10
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
BLOCK 3	14	8	21	9	23	15	4	19	5
	36	35	34	33	32	31	30	29	28
	1	17	25	7	16	24	11	26	12
BLOCK 1	10	22	3	18	6	20	13	27	2
	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	54	53	52	51	50	49	48	47	46
BLOCK 2	4	11	23	5	18	26	1	24	16
	55	56	57	58	59	60	61	62	63
	14	6	20	15	12	27	7	21	9
BLOCK 3	10	2	22	8	17	19	3	25	13
	72	71	70	69	68	67	66	65	64
	73	74	75	76	77	78	79	80	81

Materiali & Metodi - In campo

Strumento: DJI Matrice 350 + AltumPT MicaSense®

Bande: RGB, Red Edge, NIR, LWIR, Panchro

Rilievi: 24 Maggio (BBCH: 32, allungamento dello stelo)

05 Luglio (BBCH: 79, sviluppo dei frutti)

17 Luglio (BBCH: 83, maturazione)

31 Luglio (BBCH: 87, maturazione fisiologica)

Condizioni meteorologiche: buone

Orario di rilievo: 11:00-12:00

Parametri alla raccolta: resa in acheni (t/ha)

resa in olio (t/ha)

olio su sostanza secca (%)

Parametri in laboratorio: composizione acidi grassi



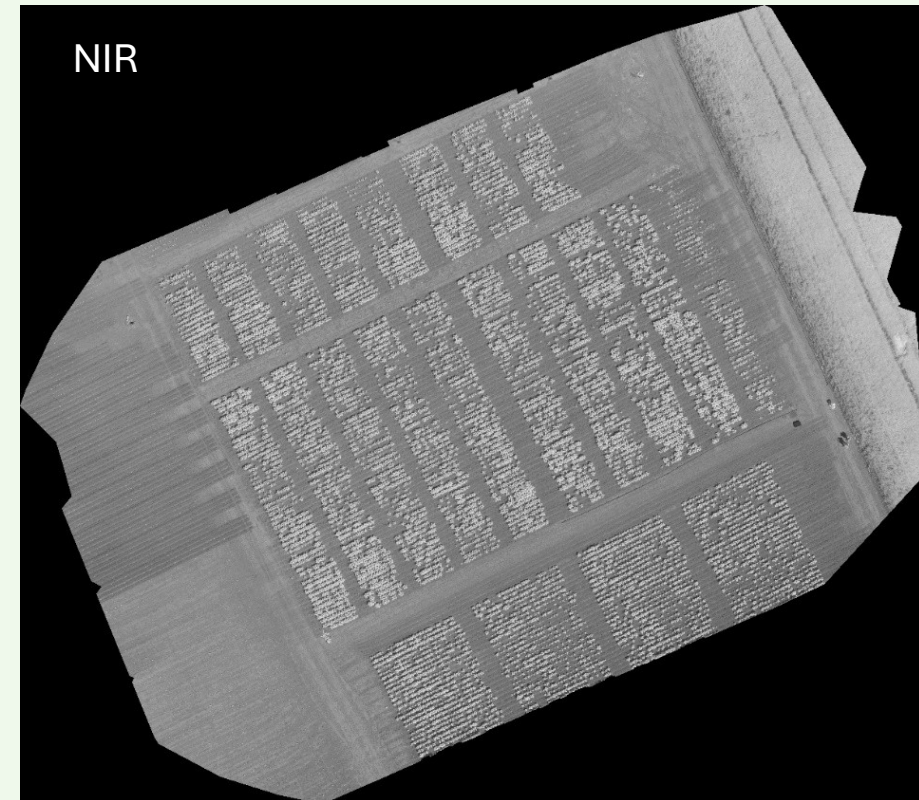
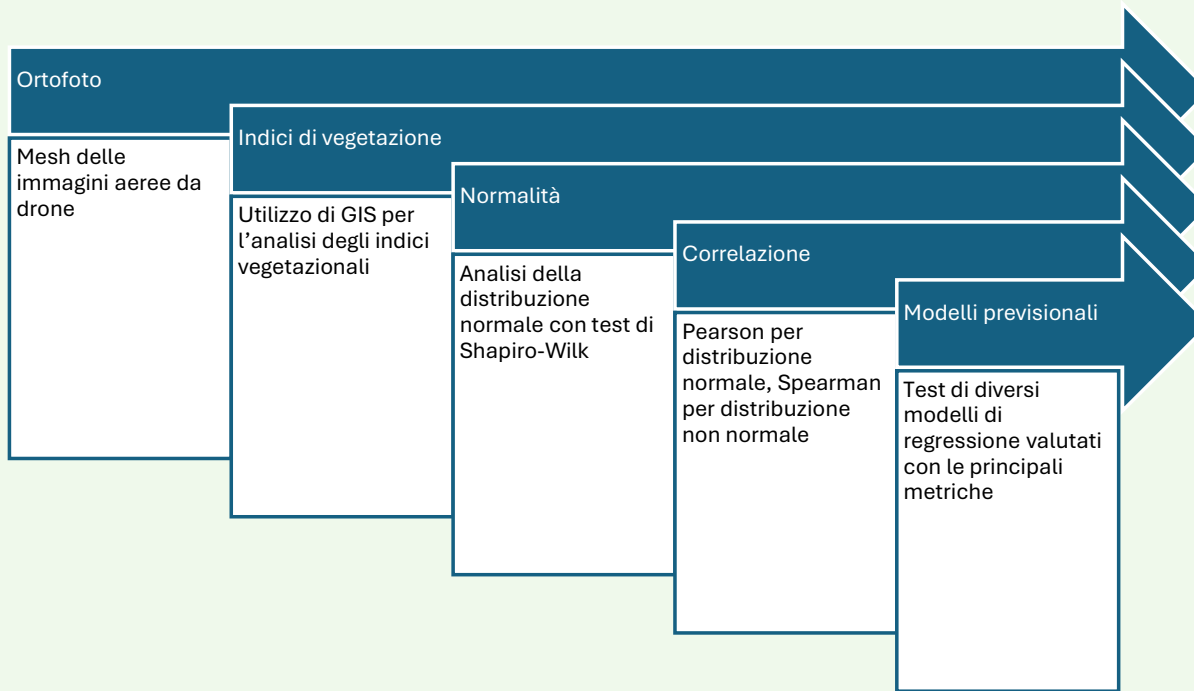
Materiali & Metodi - In laboratorio

Software pre-processing: Pix4D Mapper

QGis

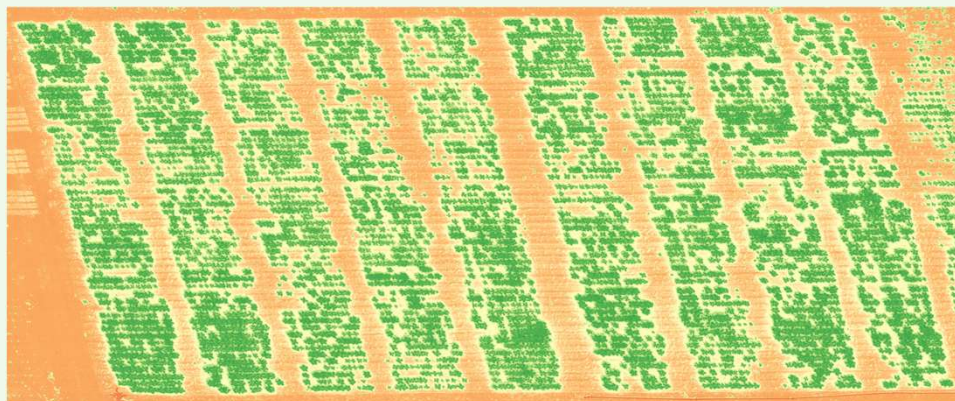
Linguaggio di programmazione: Python

Editor: Visual Studio Code

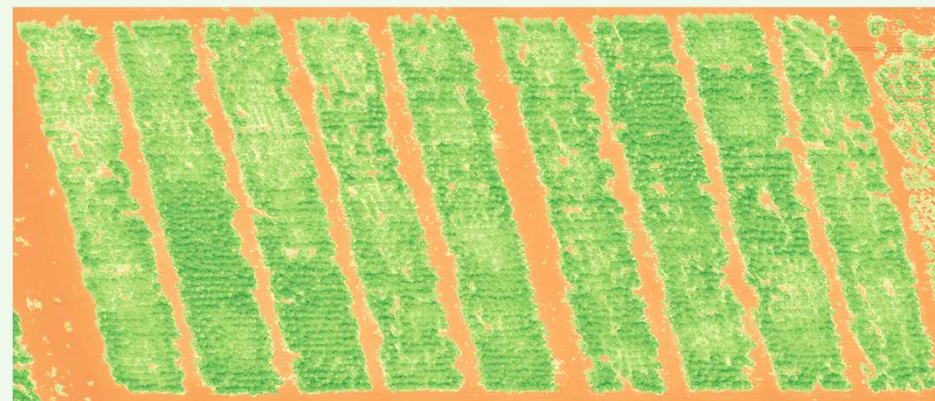


Risultati & Discussione

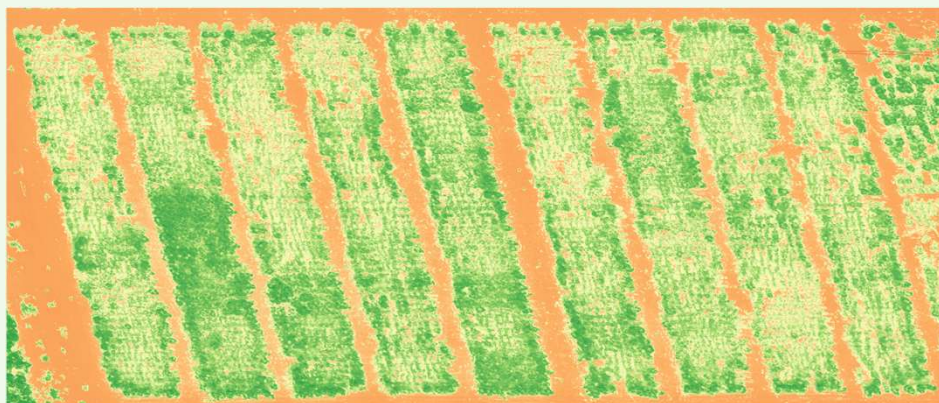
NDVI



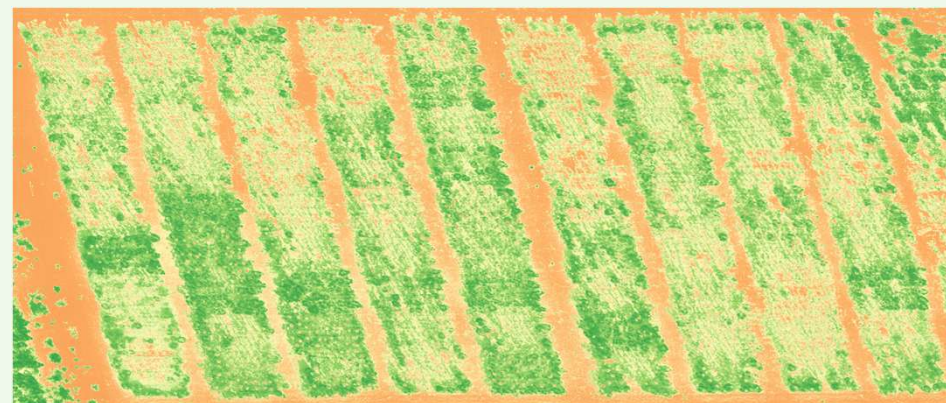
24/05/2024



05/07/2024

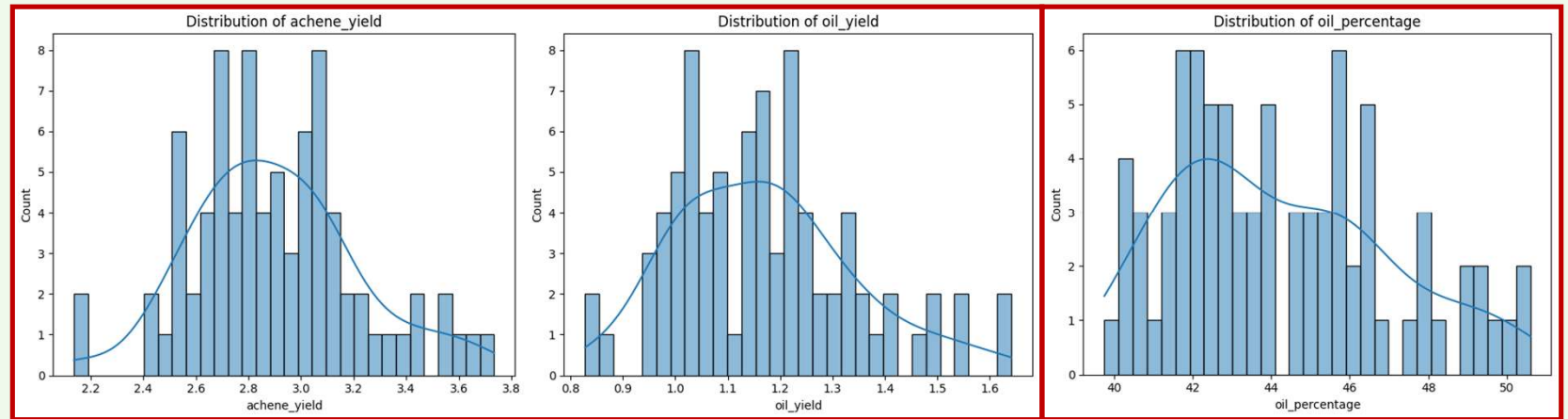


17/07/2024



31/07/2024

Risultati & Discussione



Target variables	p-value	Normal if $p > 0.05$
Achene yield	0.2115	Normal
Oil yield	0.0726	Normal
Oil percentage	0.0058	Non-normal

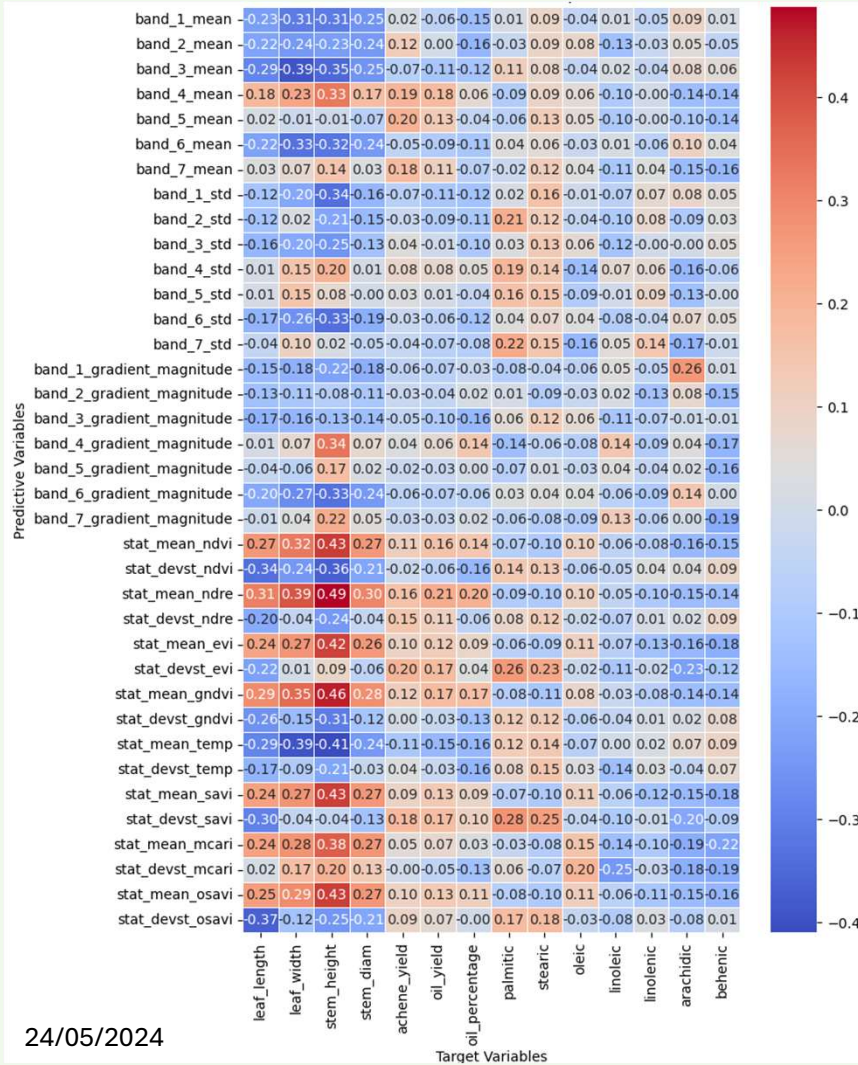
Distribuzione normale

Correlazione di Pearson

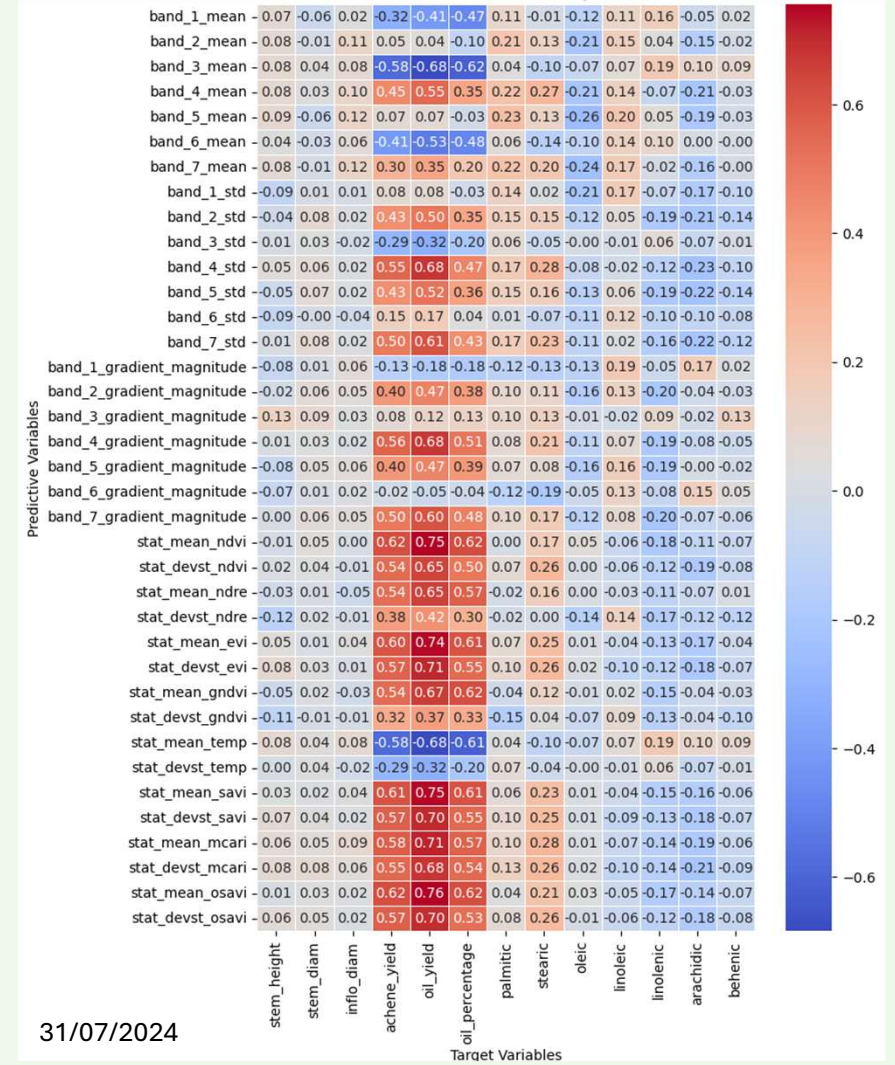
Distribuzione non normale

Correlazione di Spearman

Risultati & Discussione



24/05/2024

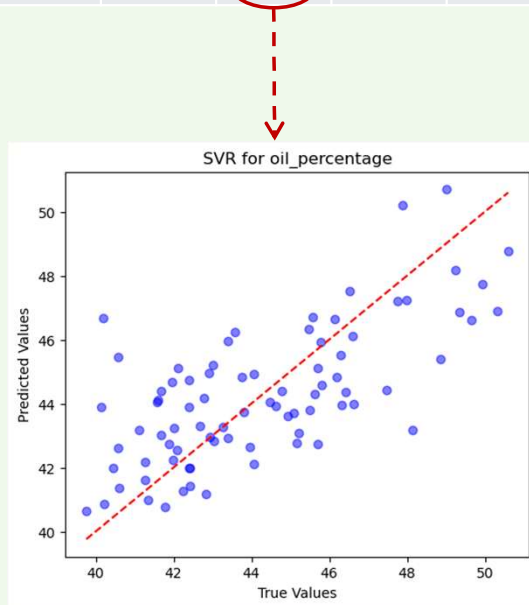


31/07/2024

Risultati & Discussione

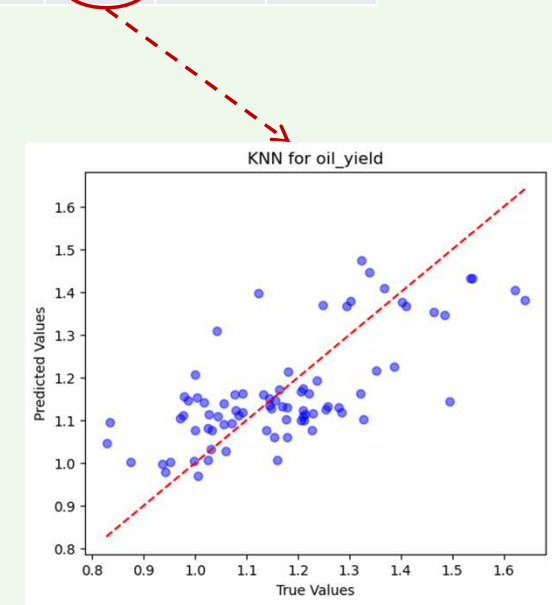
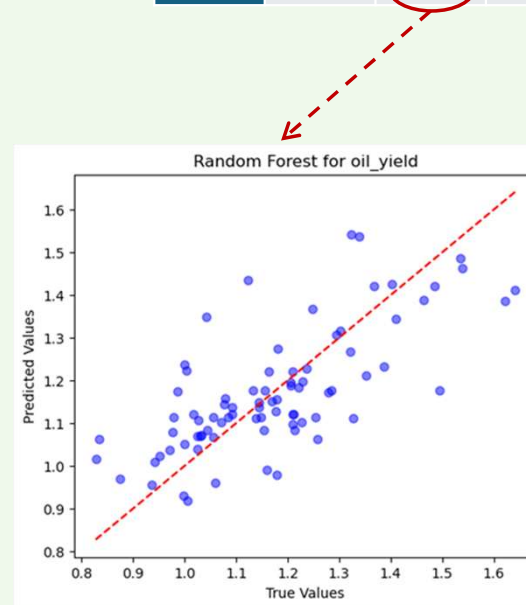
Olio su sostanza secca (%)

	LR	RF	SVR	kNN	GB	RR
MAE	1.79	1.62	1.60	1.64	1.65	1.76
MSE	5.21	4.68	4.01	4.40	5.03	5.06
RMSE	2.28	2.16	2.00	2.10	2.24	2.25
R ²	0.32	0.38	0.47	0.42	0.34	0.33



Resa in olio (t/ha)

	LR	RF	SVR	kNN	GB	RR
MAE	0.11	0.09	0.12	0.10	0.10	0.10
MSE	0.02	0.15	0.02	0.02	0.02	0.02
RMSE	0.15	0.12	0.15	0.12	0.13	0.13
R ²	0.28	0.50	0.27	0.50	0.44	0.45



Resa in acheni (t/ha) ----- ➤ Nessun modello performa bene su questo parametro

Road to 2025

- Possibilità di costruire **curve di expected outcome** da indici vegetazionali per profilare l'andamento varietale durante la stagione
- Miglioramento dei **modelli previsionali supervised** mediante affinamento dell'algoritmo
- Integrazione dei **modelli unsupervised** per rintracciare eventuali pattern legati alle varietà



An aerial photograph of a large sunflower field. The rows of sunflowers are densely packed and stretch across the landscape. In the background, there is a line of trees and rolling hills under a clear sky.

Grazie per l'attenzione!

Email: l.centorame@pm.univpm.it
l.centorame@agrobit.ag