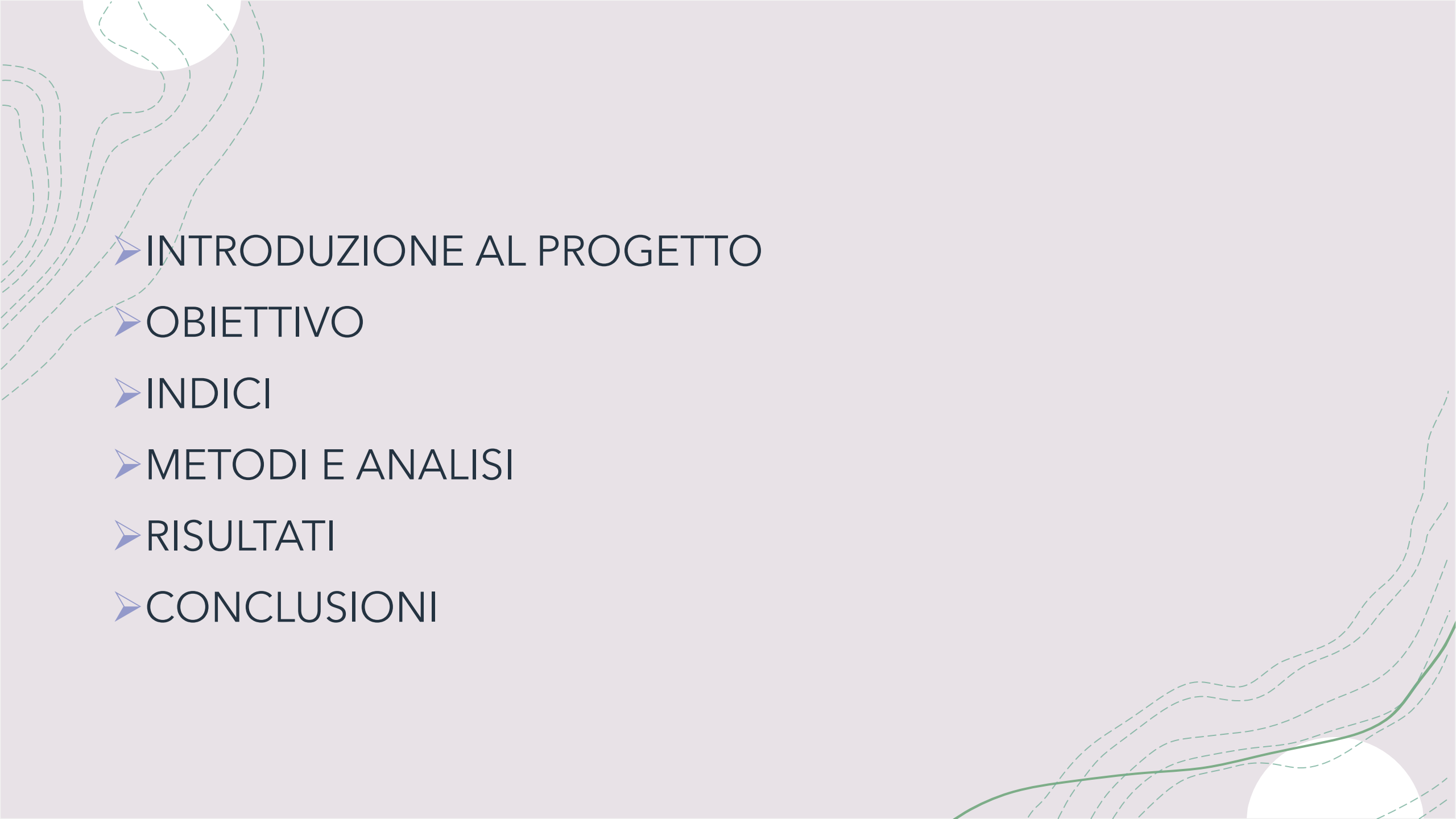


# ANALISI DELL'ANDAMENTO DELLA COPERTURA DI ACQUA DEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI RAVENNA PRIMA E DOPO L'ALLUVIONE DI MAGGIO 2023

CHIARA ROSI

24/01/2025

- 
- INTRODUZIONE AL PROGETTO
  - OBIETTIVO
  - INDICI
  - METODI E ANALISI
  - RISULTATI
  - CONCLUSIONI

# L'area del comune di Alfonsine nel Maggio del 2020-2021-2022-2023-2024



Foto a colori naturali scaricate dal sito Copernicus, satellite Sentinel-2

- Il fenomeno alluvionale è avvenuto in vari giorni di Maggio del 2023 (prenderemo in esame il 23/05/23)
- Inondazioni e smottamenti del territorio -> dovuto a precedenti periodi di siccità ed alte temperature
- La pioggia ha superato i 200 mm dopo neanche 24h di pioggia

**L'OBIETTIVO** DEL PROGETTO E' QUELLO DI MONITORARE LE VARIAZIONI DI COPERTURA DELL'ACQUA NEL TERRITORIO PER IL PERIODO DI MAGGIO, DEGLI ANNI **2020, 2021, 2022, 2023**, ANNO IN CUI E' AVVENUTA L'ALLUVIONE, E **2024** CALCOLANDO DIVERSI INDICI SPETTRALI COME:

- NDVI
- NDWI
- MNDWI
- WI =WATER INDEX

VEDERE SE E COME IL QUANTITATIVO D'ACQUA VARIA NEGLI ANNI ATTRAVERSO LA MANIPOLAZIONE DI IMMAGINI SATELLITARI

STUDIARE COME LE DIVERSE CATEGORIE DI TERRITORIO (PRINCIPALMENTE CAMPI AGRICOLI E CORPI IDRICI) SIANO CAMBIATI DURANTE GLI ANNI E QUALE E' STATO L'IMPATTO DELL'ALLUVIONE SU QUESTE.

In generale quindi si è cercato di fare un monitoraggio delle variazioni della copertura del suolo dal 2020 al 2024.



# INDICI SPETTRALI

## ➤ NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

È un indice comunemente usato per monitorare la vegetazione e la salute delle piante su larga scala. È basato sull'analisi delle immagini satellitari e sfrutta le proprietà della riflessione della luce da parte della vegetazione

Banda 08 : Banda del NIR- Vicino Infrarosso

Banda 04 : Banda del RED- Rosso

$$NDVI = \frac{(Banda\ 08 - Banda\ 04)}{(Banda\ 08 + Banda\ 04)}$$

$$0 \leq NDVI \leq 1$$

Valori prossimi a -1 indicano acqua o superfici prive di vegetazione

Per questo progetto l'indice è calcolato usando le singole bande e successivamente mascherato per identificare le aree coperte da vegetazione rispetto a quelle prive, migliorando la precisione nella classificazione tra le diverse componenti di copertura

# INDICI SPETTRALI

## ► NDWI : Normalized Difference Water Index

È un indice utilizzato per monitorare e analizzare le superfici acquatiche. È efficace nell'individuare aree con acqua superficiale, anche in ambienti dove è presente vegetazione.

Banda 03 : Banda del GREEN- Verde

Banda 08 : Banda del NIR- Vicino Infrarosso

$$NDWI = \frac{(Banda\ 03 - Banda\ 08)}{(Banda\ 03 + Banda\ 08)}$$

Valori positivi indicano presenza di acqua

Valori negativi indicano superfici non acquatiche

Per questo progetto l'indice è stato calcolato per tutti gli anni, visualizzando i risultati e creando una maschera per delineare le aree acquatiche. Successivamente, è stato effettuato il conteggio dei pixel d'acqua e la loro percentuale rispetto all'area totale, fornendo così una stima della copertura acquatica nell'area studiata

# INDICI SPETTRALI

## ► MNDWI : Modified Normalized Difference Water Index

È una variante di NDWI, usato per individuare e monitorare le aree di acqua superficiale. Viene utilizzato per migliorare la distinzione tra l'acqua e gli altri elementi del paesaggio, come il suolo e la vegetazione.

Banda 03 : Banda del GREEN- Verde

$$\text{MNDWI} = \frac{(\text{Banda } 03 - \text{Banda } 12)}{(\text{Banda } 03 + \text{Banda } 12)}$$

Banda 12 : Banda dello SWIR- Short Waved Infrared- Infrarosso Lontano

Valori vicini o uguali a 1 indicano presenza di acqua

Valori vicini a 0 o minori indicano superfici non acquatiche, come suolo nudo o vegetazione

Per questo progetto, anche qui, l'indice è stato calcolato per tutti gli anni, visualizzando i risultati e creando una maschera per delineare le aree acquatiche. Successivamente, è stato effettuato il conteggio dei pixel d'acqua e la loro percentuale rispetto all'area totale, fornendo così una stima della copertura acquatica nell'area studiata

# INDICI SPETTRALI

## ► WI : Water Index

Questo indice permette di analizzare la differenza tra la riflettanza della banda verde con quella dell'infrarosso vicino (NIR stretto). Mi permette di analizzare la differenza di comportamento spettrale tra aree con acqua, vegetazione e suolo nudo

Banda 03 : Banda del GREEN- Verde

Banda 8A : Banda del NIR stretto

Valori positivi indicano la presenza di acqua

Valori negativi indicano l'assenza di acqua

Per questo progetto, anche qui, l'indice è stato calcolato per tutti gli anni, visualizzando i risultati e creando una maschera per delineare le aree acquatiche. Successivamente, è stato effettuato il conteggio dei pixel d'acqua e la loro percentuale rispetto all'area totale, fornendo così una stima della copertura acquatica nell'area studiata

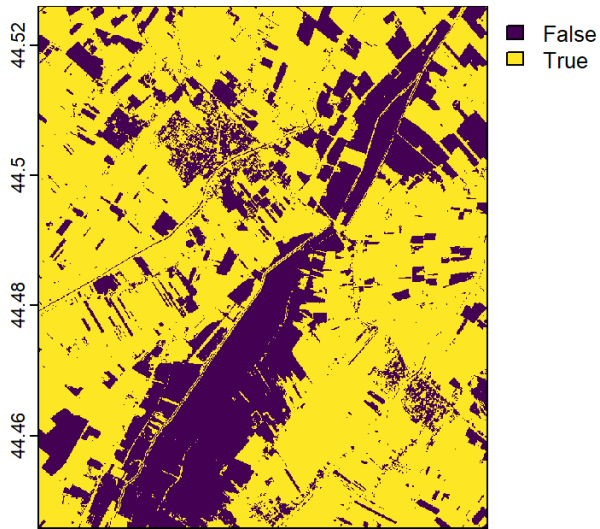
$$WI = (Banda\ 03 - Banda\ 8A)$$



# METODI APPLICATI E ANALISI DATI

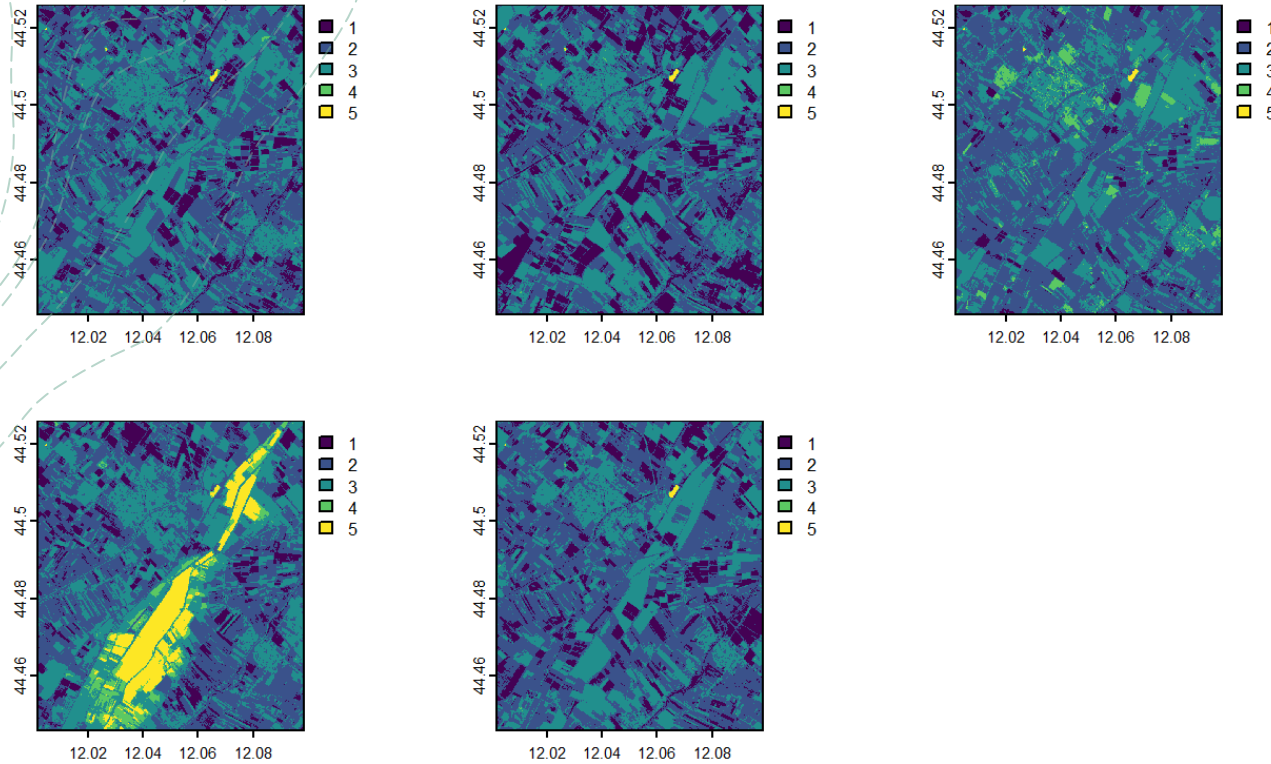
1. Richiamo dei pacchetti su Rstudio
2. Caricamento delle singole bande scaricate su Copernicus
3. Importazioni dell'immagini True Color dei singoli anni, creazione di una immagine false color usando le bande SWIR-NIR-Rosso; creazione della maschera per l'indice NDVI per distinguere la vegetazione dal suolo nudo dell'area considerata.

**Maschera Vegetazione 2023**



TRUECOL2023  
FALSECOL2023

## 4. Classificazione

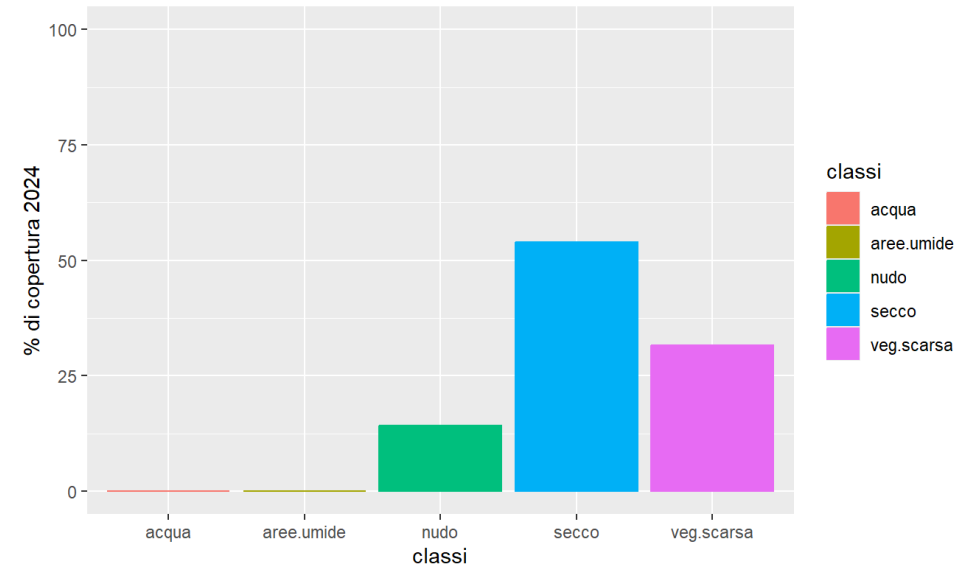
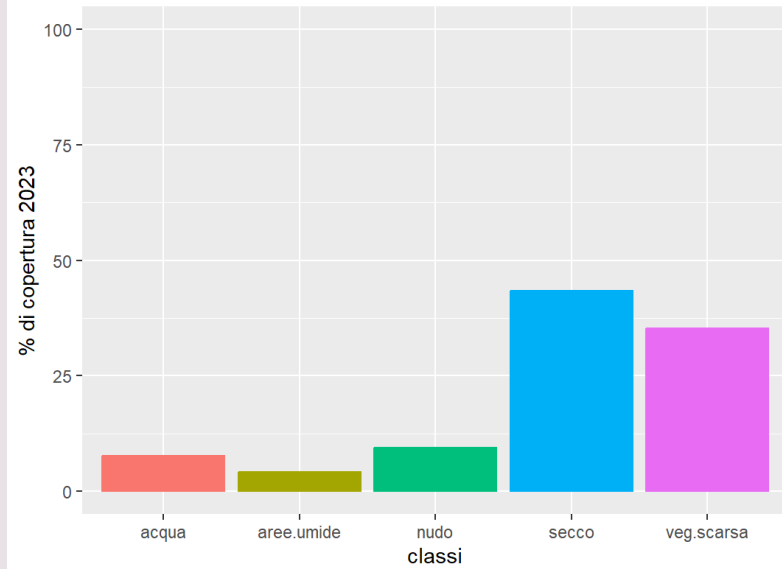
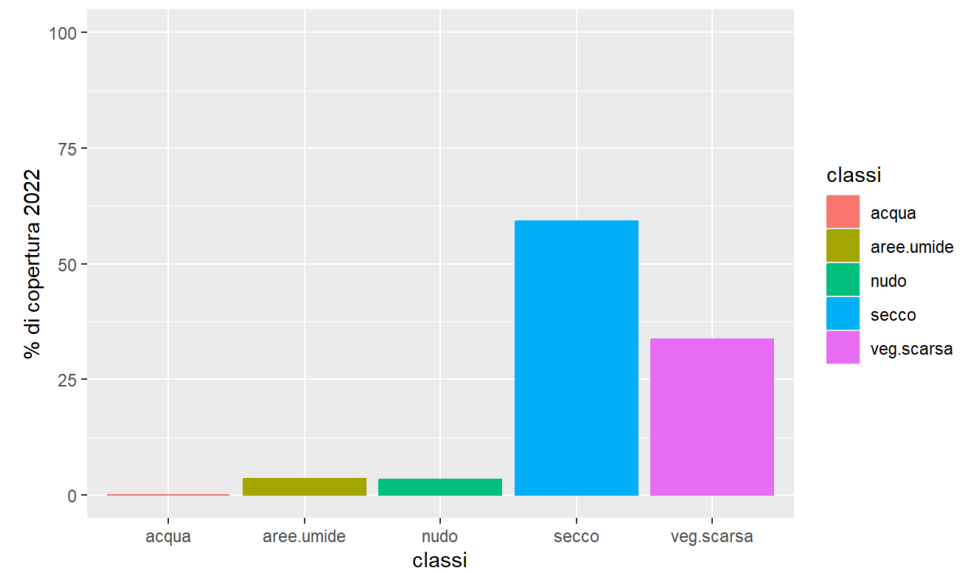
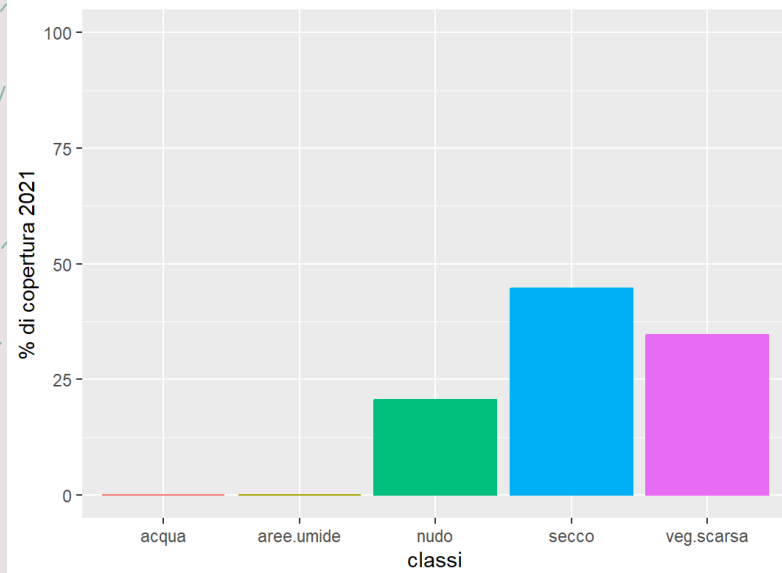


Clusterizzazione delle immagini in 5 classi:

- 1) aree di suolo nudo
- 2) aree aride/ vegetazione secca
- 3) aree di scarsa vegetazione
- 4) aree con vegetazione rigogliosa
- 5) Aree umide con presenza di acqua

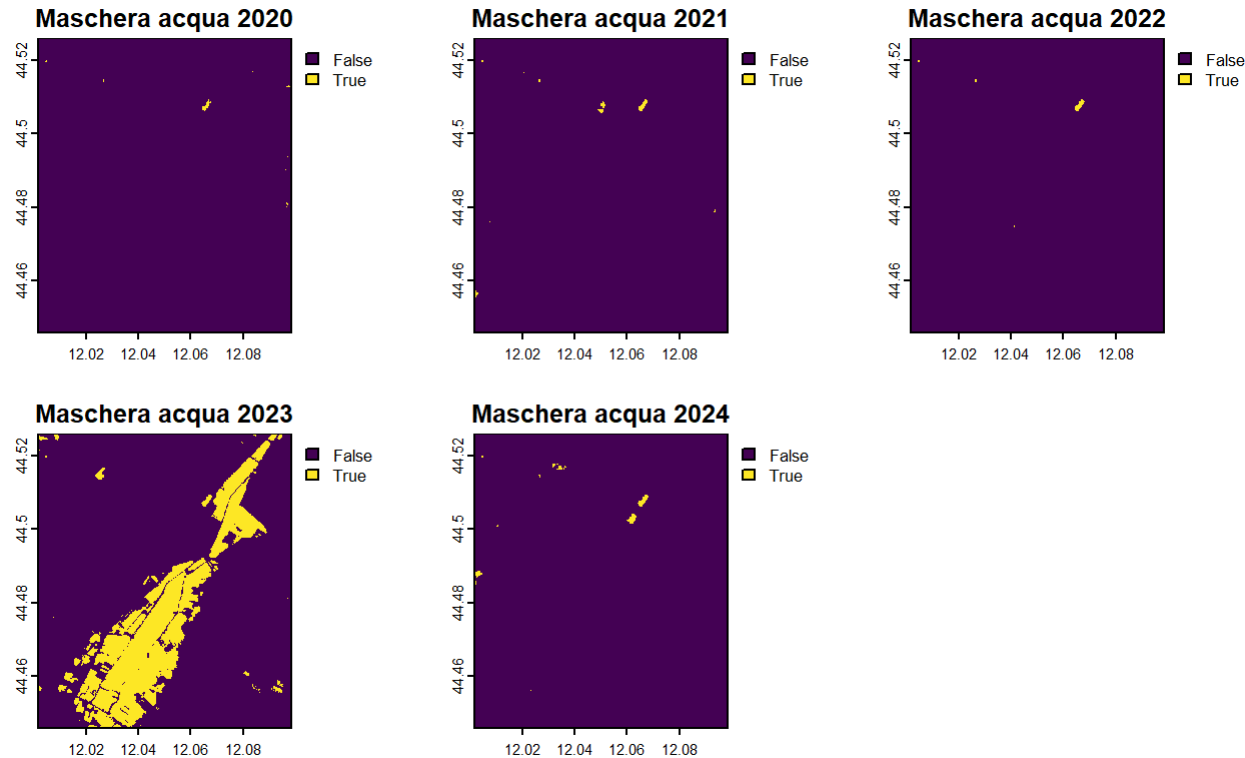
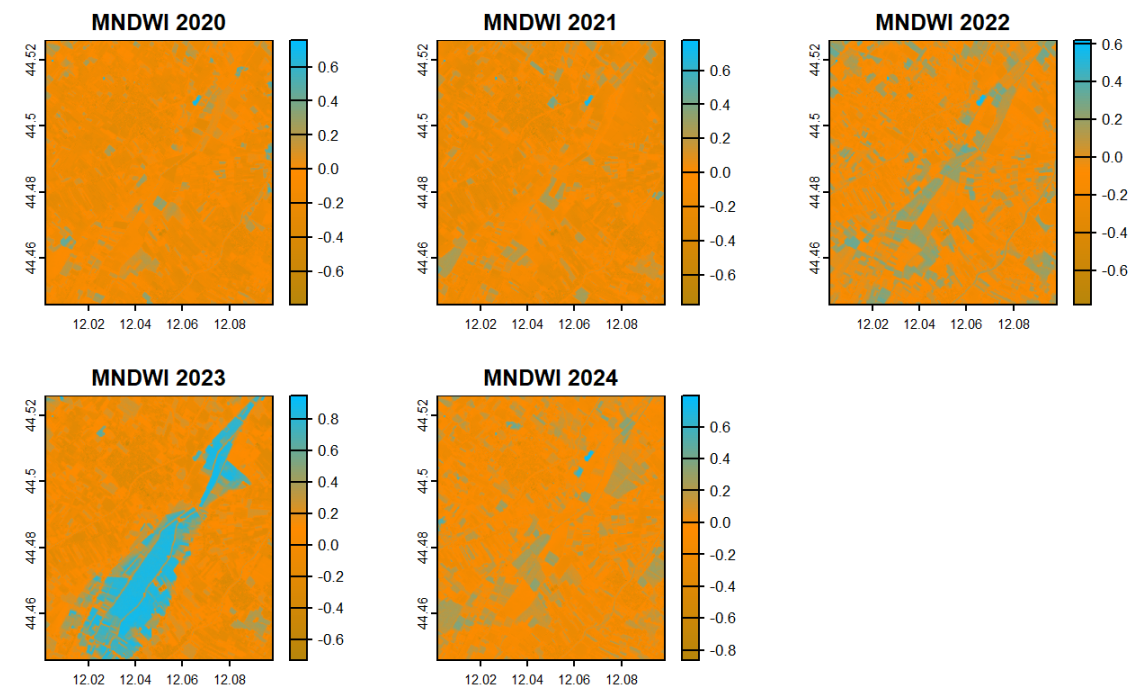
**5.** Calcolo della copertura: ho calcolato la frequenza e la percentuale di ciascuna classe per ogni anno preso in considerazione. Ottenendo così la proporzione di ciascuna classe rispetto al totale delle celle del raster nei diversi anni

## 6. Grafico a barre: che mi rappresenta le percentuali di copertura per i vari anni



**7.** Calcolo l'indice MNDWI e la sua corrispettiva maschera, differenziando dalle aree che presentano acqua e quelle che non la presentano. Per ogni anno è stata calcolata la percentuale di copertura dell'acqua presente sulla superficie del territorio

Valori  $> 0$  significa che è presente l'acqua



Analisi delle immagini per tutti e 5 gli anni con l'indice MNDWI

% Copertura acqua:

Nel 2020 -> 0.08%

Nel 2021 -> 0.15%

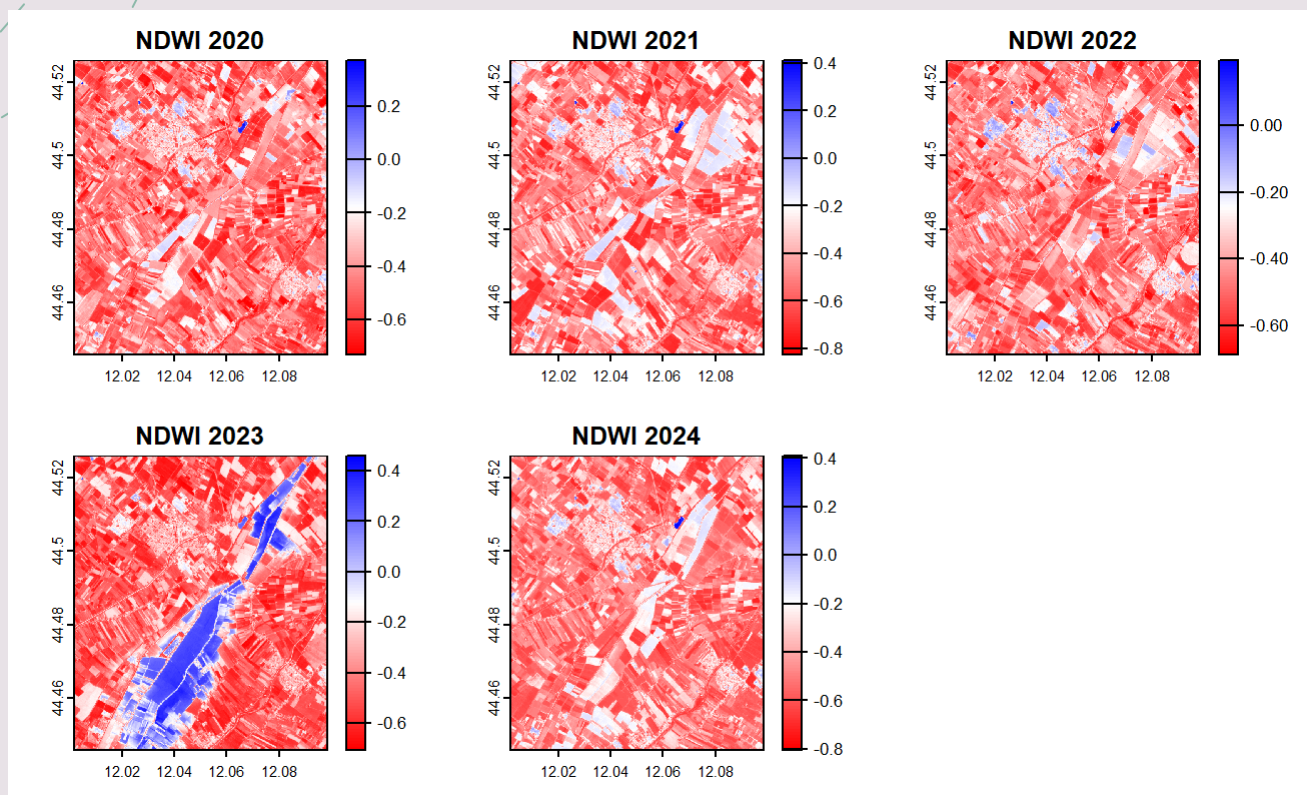
Nel 2022 -> 0.09%

Nel 2023 -> 16.9%

Nel 2024 -> 0.26%



**8.** Calcolo dell'indice NDWI e creo una Maschera per cui filtro solo valori positivi, per cui solo valori che mi permettono di differenziare tra zone con e senza acqua. Calcolo la percentuale di copertura di questi pixel rispetto all'intera immagine.



Analisi dell'immagine nei 5 anni con indice NDWI

Copertura acqua:

Nel 2020 -> 0.14%

Nel 2021 -> 0.11%

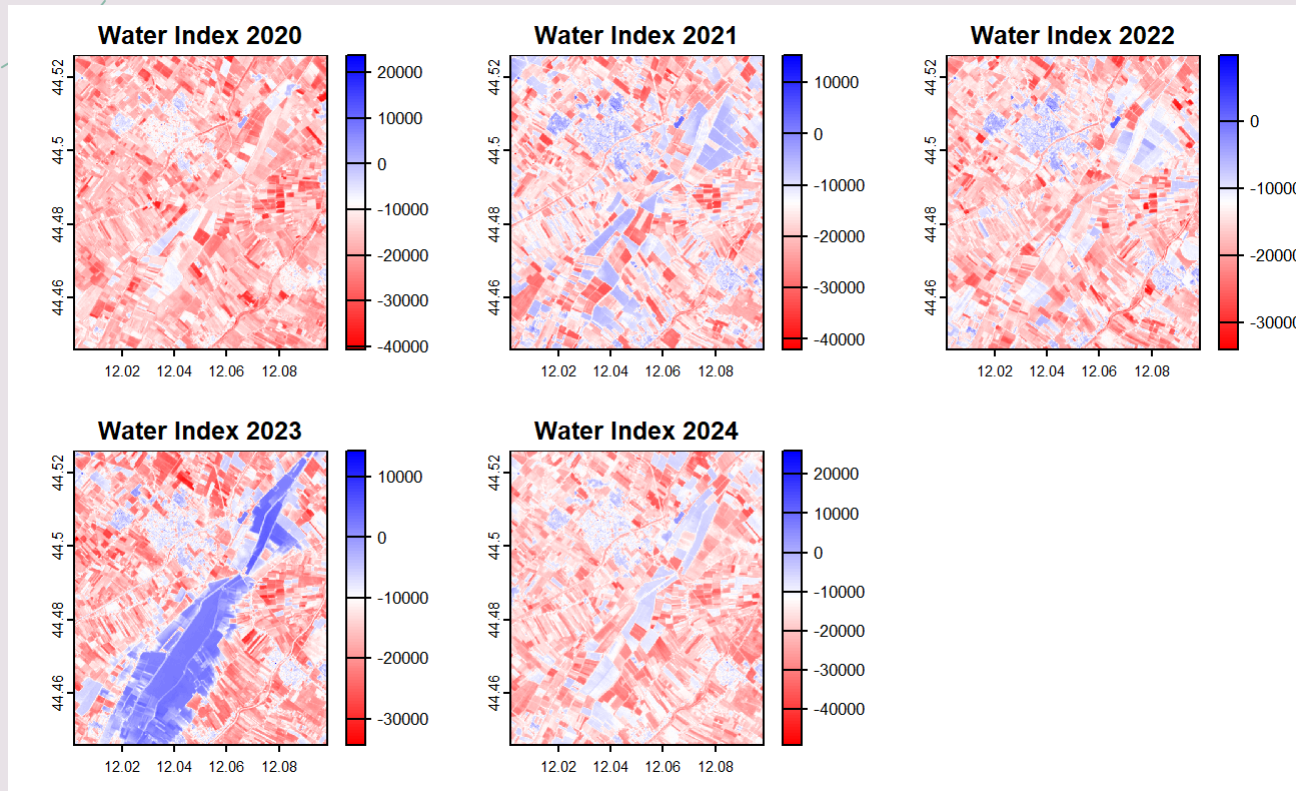
Nel 2022 -> 0.08%

Nel 2023 -> 11.8%

Nel 2024 -> 0.10%



9. Calcol del WI= Water Index, utilizzando la Banda 03 e la Banda 8A, mi permette di calcolare la presenza di acqua sulla superficie dell'area nei diversi anni. Ho messo una Maschera per valori > 0 e poi ho calcolato la copertura dell'acqua facendo la proporzione tra i pixel mascherati e quelli totali.

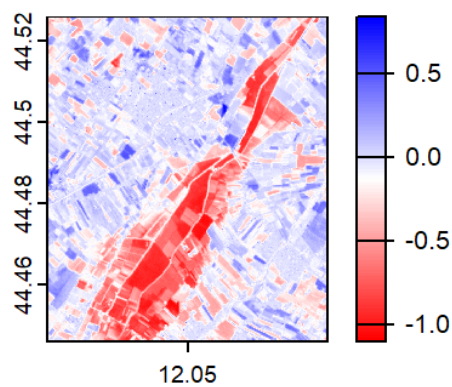


Analisi delle immagini nei 5  
anni con l'indice WI  
% Copertura d'acqua:  
Nel 2020 -> 0.10%  
Nel 2021 -> 0.10%  
Nel 2022 -> 0.07%  
Nel 2023 -> 11.1%  
Nel 2024 -> 0.09%

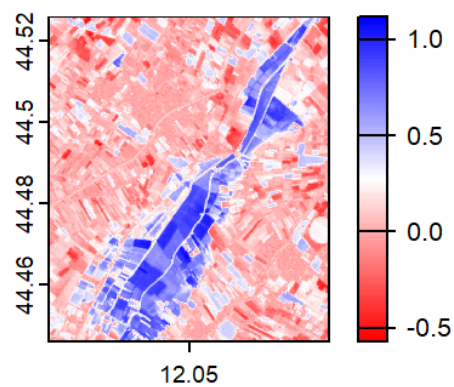
# RISULTATI

**10.** Calcolo le differenze dell'indice MNDWI dei vari anni per vedere in che quantitativo ho l'acquisizione o perdita di concentrazione di acqua in superficie

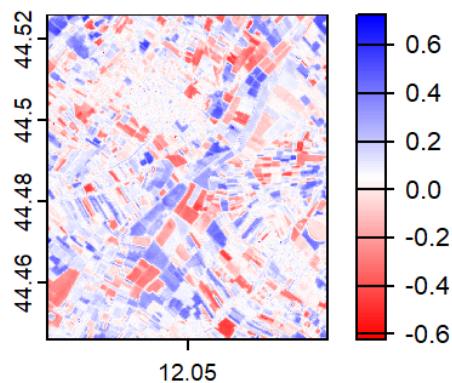
**Differenza MNDWI 2024 - 2023**



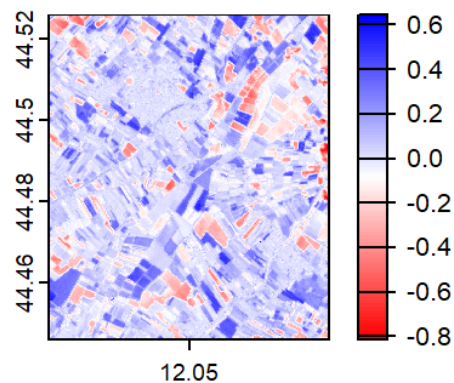
**Differenza MNDWI 2023 - 2022**



**Differenza MNDWI 2022 - 2021**



**Differenza MNDWI 2021 - 2020**



Quello che posso dire è che:

Per l'anno 2024-2023 ho una inversione di colori perché i valori dell'anno 2024 sono  $\leq$  a quelli del 2023. Per cui quando faccio la sottrazione 2024-2023 mi escono valori negativi; per cui ho una perdita di acqua dal territorio

Per il 2023-2022 ho una concentrazione elevata di acqua nell'area in cui è avvenuta l'accumulo di acqua post alluvionale

Per il 2022-2021 abbiamo molte aree in cui la differenza è pari a 0, per cui non c'è né acquisizione né perdita di acqua

Per il 2021-2020 abbiamo principalmente una acquisizione lieve o presente di acqua, per cui l'anno 2021 era sicuramente più umido rispetto al 2020

# RISULTATI

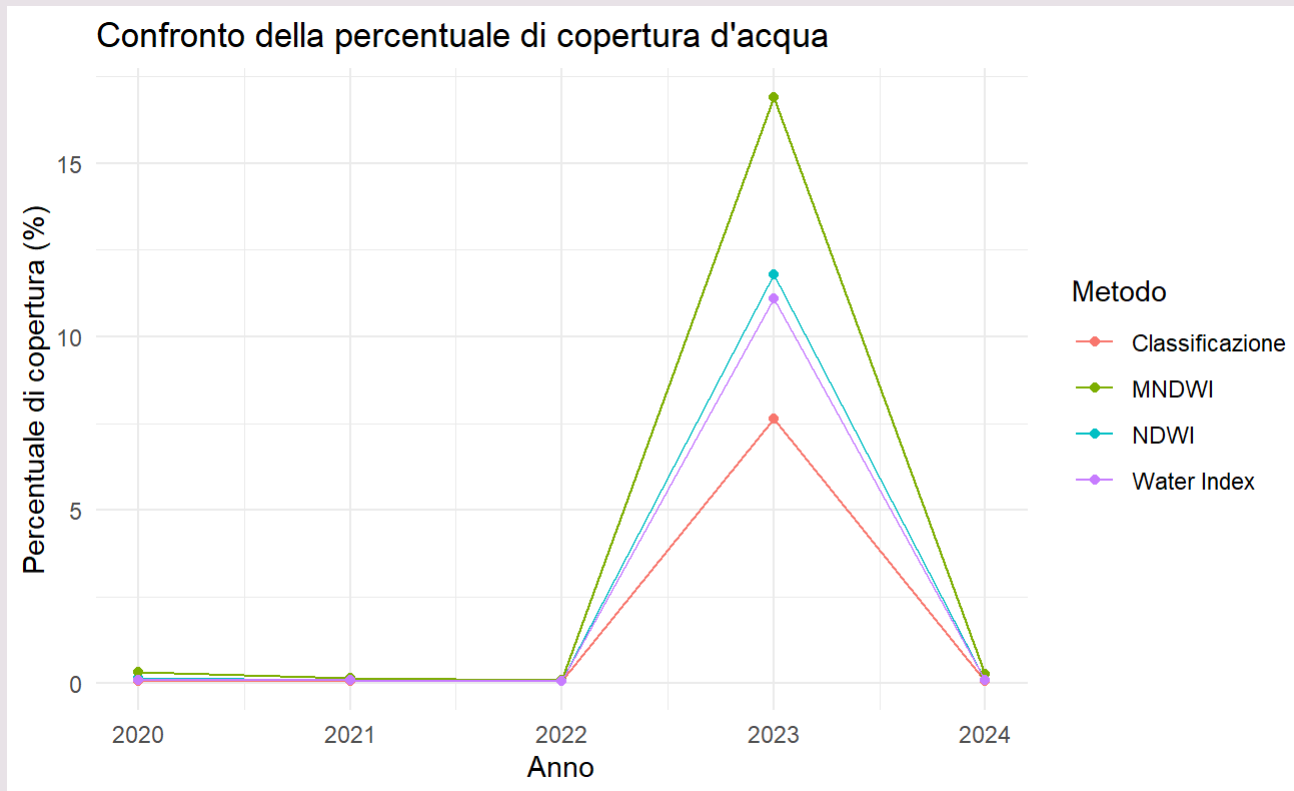
**11.** Calcolo della deviazione standard e costruzione di un dataframe delle percentuali di copertura per tutti e 5 gli anni con i diversi indici impiegati

Anno	Copertura classificazione	Copertura WI	Copertura MNDWI	Copertura NDWI	Deviazione Standard
2020	0.06	0.10	0.32	0.14	0.1147461
2021	0.07	0.10	0.15	0.11	0.03304038
2022	0.08	0.07	0.09	0.08	0.008164966
2023	7.63	11.10	16.90	11.80	3.824294
2024	0.07	0.09	0.26	0.10	0.0875595

Eccetto la deviazione standard, tutti gli altri valori sono in %

# RISULTATI

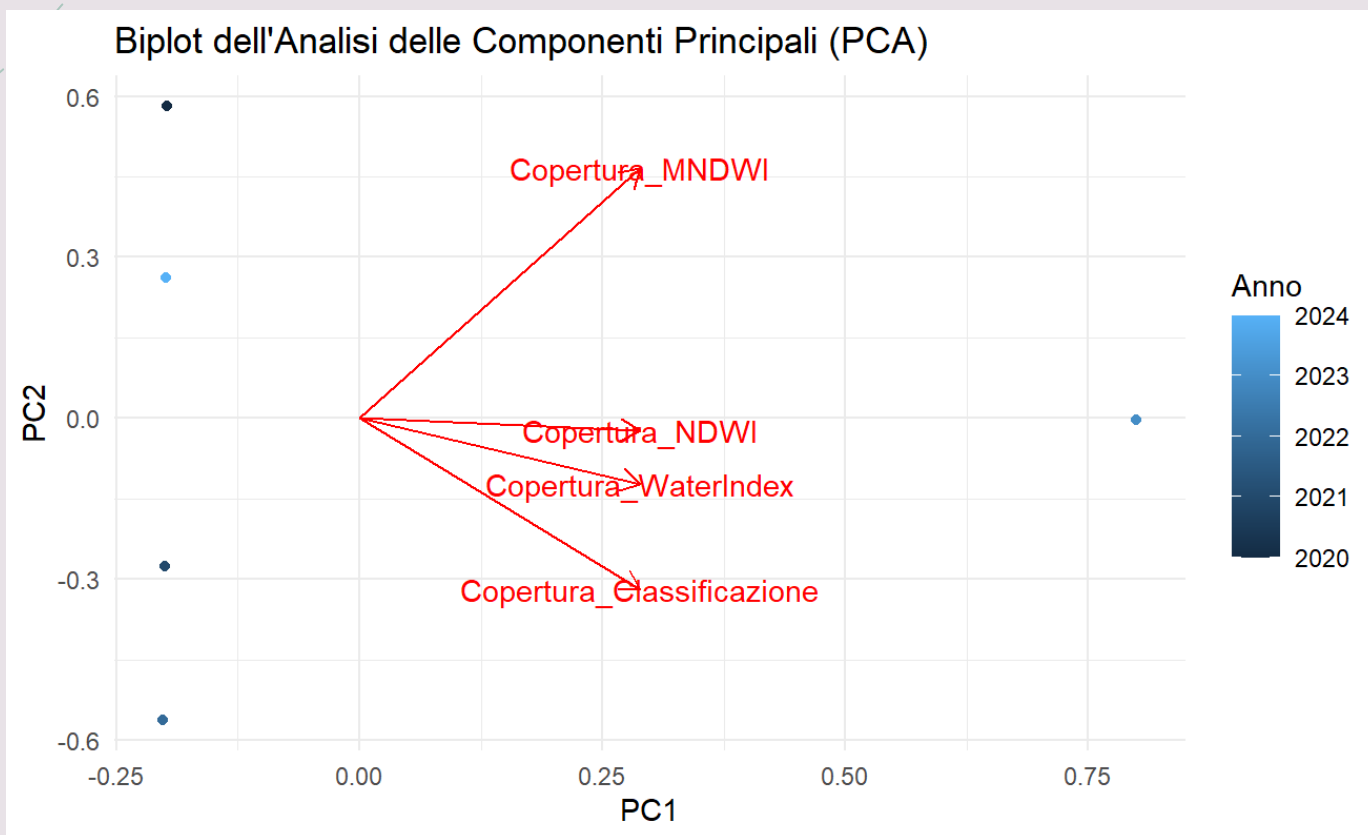
**12.** Creazione di un grafico con 5 linee, relativi agli anni con i corrispettivi punti che confronta la clusterizzazione manuale e la classificazione in relazione ai vari indici, evidenziato la differenza tra i metodi in termini di percentuale di copertura



Line plot

# RISULTATI

**13.** Calcolo della PCA = Analisi delle Componenti Principali. Voglio vedere se queste variabili siano correlate o meno tra loro.



	PC1	PC2	PC3	PC4
SD	2	0.01028	0.002562	0.001072
%varianza	1	0.00003	0.000000	0.000000
%cumulativa	1	1.00000	1.000000	1.000000

- I punti rappresentano gli anni, la posizione ci dice dove si collocano rispetto alle componenti principali
- NDWI, WI sono vicini nel biplot, questo mi dice che questi metodi di classificazione delle coperture di acqua sono correlati.
- Possiamo vedere che solo il punto che rappresenta il 2023 differisce significativamente rispetto agli altri punti

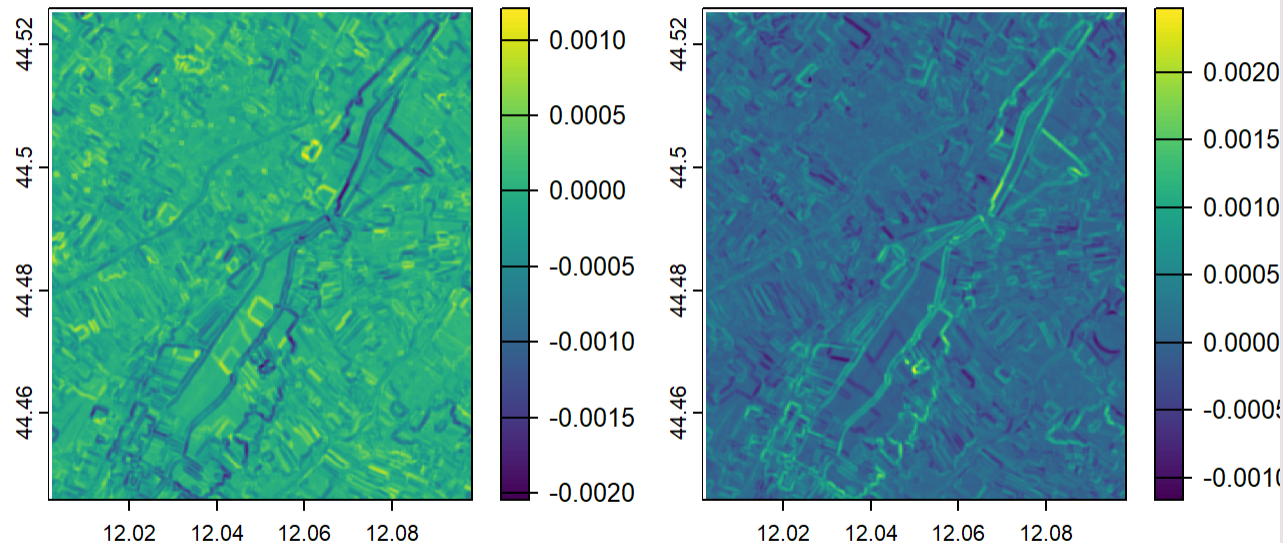


# RISULTATI

**14.** Calcolo della deviazione standard per l'indice MNDWI, utile perché mi permette di vedere la variabilità delle aree nei diversi anni. Dopodiché mi calcolo le differenze tra gli anni.

**\*SD**

**DIFFERENZA MNDWI24 - MNDWI23    DIFFERENZA MNDWI23 - MNDWI22**



Per il grafico 24-23, poiché i valori dell'anno 2023 sono > del 2024, avrò un risultato negativo. Per cui avrò lo dovrò leggere in maniera apposta. Zone blu->La differenza è negativa, per cui c'è stata una significativa riduzione nella deviazione standard dal 2023 al 2024-> la variabilità di MNDWI nel 2023 era maggiore e si è ridotta nel 2024

Per il grafico 23-22 abbiamo che le zone blu ci dicono che lì l'indice MNDWI è omogeneo in quell'area, per cui non ci sono variazioni significative. Mentre per i valori che mi danno colorazione gialla, ci dice che ci sono variazioni dell'indice (transizioni in zone d'acqua)

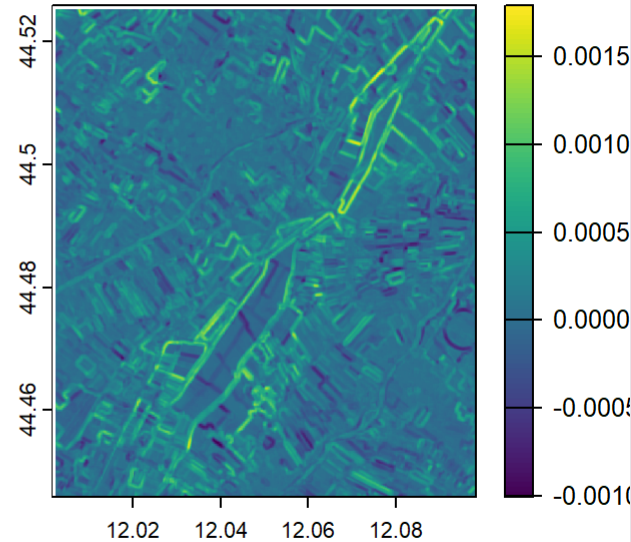
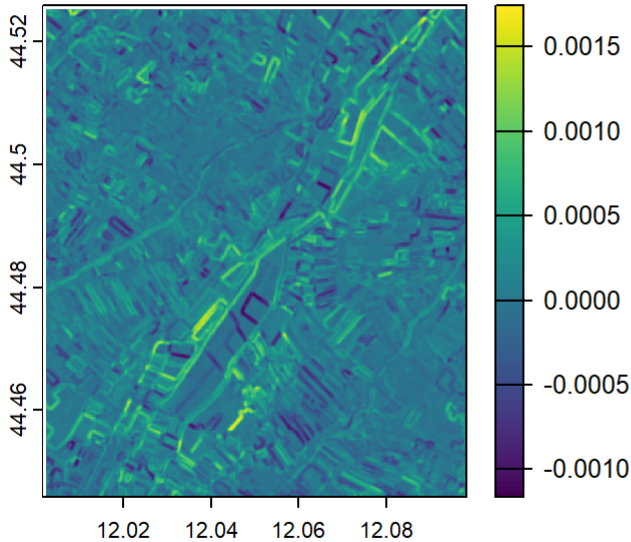
# RISULTATI

**15.** Lo stesso procedimento lo si è fatto anche per l'indice NDWI. Posso anche qui individuare le aree che hanno subito i maggiori cambiamenti nel corso degli anni riguardo la loro variabilità di acqua superficiale.

**\*SD**

**D DIFFERENZA NDWI23 - NDWI24**

**D DIFFERENZA NDWI23 - NDWI22**



Ho utilizzato in questo caso prima l'sd dell'indice NDWI calcolata per l'anno 2023 e poi l'ho sottratto con l'anno 2024, in maniera tale da avere valori positivi piuttosto che negativi.

Dove è giallo mi dice che c'è una variazione nell'indice, in cui c'è una «acquisizione» di umidità, mentre dove è blu vediamo omogeneità dell'indice, per cui non c'è una varianza significativa

# CONCLUSIONI

- Dalla PCA possiamo vedere che c'è una correlazione per gli indici WI e NDWI. Dai loro risultati possiamo vedere che per l'anno 2023 c'è stato un aumento significativo di superfici acquatiche sul territorio rispetto che per gli altri anni
- Questa alluvione ha portato ad un disagio temporale per le successive settimane, ma nell'arco di un anno il territorio (principalmente agricolo) è ritornato alle condizioni normalizzate degli anni precedenti
- Il monitoraggio delle aree allagate dovuti a «eventi estremi» ci permette di studiare sia il danno, in termini ecologici che economici, che la ripresa dell'area e come migliorare e ripristinare aree maggiormente soggette agli eventi dei cambiamenti climatici.