



Agenzia Spaziale Italiana

Il downstream nazionale tra presente e futuro:

un percorso condiviso con la comunità degli utenti

PRISMA PER LA STIMA DELLA VULNERABILITÀ ALLA LAND DEGRADATION E DELLA STABILITÀ ECOLOGICA: RISULTATI PRELIMINARI PER GLI ECOSISTEMI DELLA COSTA IONICA LUCANA

Stefano Pignatti (CNR IMAA)

Carfora M.F.¹, Coluzzi R.², De Feis I.¹, Imbrenda V.²,
Laneve G.³, Lanfredi M.², Mirzaei S.², Pascucci S.²,
Palombo A.², Rossi F.², Santini F.², Simoniello T.²

¹CNR IAC; ²CNR IMAA; ³UNIRM1-SIA;



Agenzia Spaziale Italiana

Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti

SAP4VU - Sviluppo di Algoritmi Prototipali per la stima del danno e della VUlnereabilità alla land degradation

SAP4VU



Obiettivi generali

- Dimostrare come i dati iperspettrali, analizzati con tecniche di Machine Learning, consentano la rilevazione precoce dell'attivazione dei fenomeni di land degradation; [CNR]
- Dimostrare l'efficacia dei dati PRISMA nella stima accurata del danno agli ecosistemi e nella valutazione del recupero dai disastri (eg, incendi ed eventi meteorologici); [Sapienza Università di Roma]

Obiettivi specifici:

- Ottimizzare procedure di clustering e classificazione per i dati PRISMA; [IAC-CNR]
- Ottimizzare la catena di processamento per la stima dei Plant Functional Traits (attributi funzionali) della vegetazione per i dati PRISMA; [IMAA-CNR/Sapienza]
- Stimare il miglioramento ottenuto dai dati di PRISMA per la stima della temperatura della superficie terrestre (LST) a una risoluzione di 30 metri; [IMAA-CNR]
- Definire un insieme ottimale di metriche di ecologia del paesaggio (LE - Landscape Ecology) per valutare la stabilità ecologica degli ecosistemi attraverso i prodotti PRISMA; [IMAA-CNR]



Agenzia Spaziale Italiana

Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti

Land Degradation e Stabilità Ecologica

Land Degradation

perdita netta persistente della capacità di fornire, regolare e supportare i beni e servizi ecosistemici (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Stabilità Ecologica

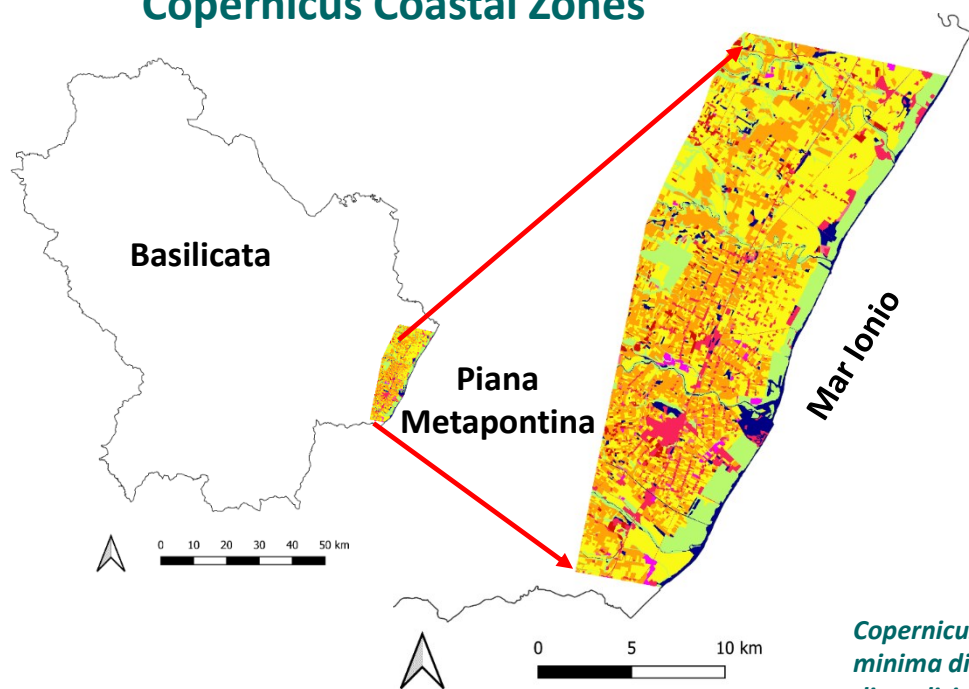
potenziale capacità dell'ecosistema di preservarsi integro, mantenendo la sua peculiarità in termini di struttura, funzioni e processi.

Indipendentemente dalla metodologia specifica, per stimare la vulnerabilità alla LD si utilizzano indicatori della qualità della Vegetazione, del Clima, del Suolo e del Management.

Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti



Copernicus Coastal Zones



- Seminativi*
- Vigneti, frutteti, piantagioni di fragole*
- Oliveti*
- Aree agricole eterogenee*
- Aree agricole con aree naturali*
- Prati*
- Aree urbane*
- Serre*
- Foreste*
- Altre aree naturali costiere*

Footprint PRISMA



Copernicus: 71 classi tematiche distinte con una larghezza minima di mappatura di 10 m, qui riaccorpate per semplicità di analisi.

L'accuratezza tematica complessiva è $\geq 85\%$

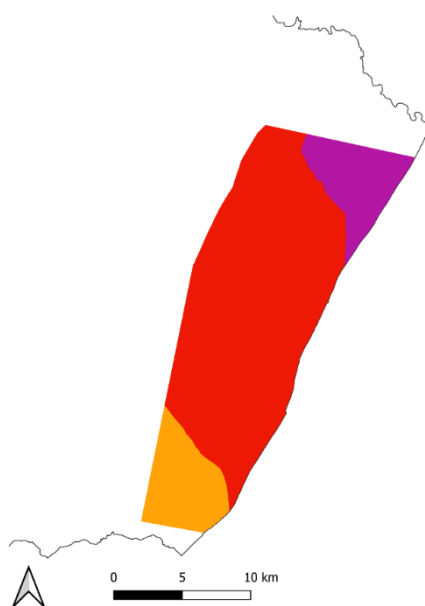
<https://land.copernicus.eu/local>

Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti

Classificazione Climatica – Indice di Aridità di De Martonne

$$IA = Pa / (Ta + 10)$$

IA = Indice di Aridità di De Martonne,
Pa = pioggia annuale totale (in mm)
Ta = temperatura media annuale (in gradi Celsius)



Include tre zone climatiche con esposizione leggermente differente alla siccità e alle alte temperature.

L'area selezionata è un buon caso di studio per valutare il miglioramento introdotto dall'utilizzo dei dati PRISMA (land cover e functional traits ed LST) in un'analisi effettuata con metodi di machine learning (Random Forest)

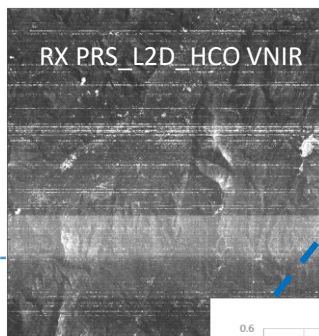
Zona climatica De Martonne	Seminativi critici (ha)	Area totale seminativi per zona climatica (ha)	Aree critiche sul totale della classe climatica (%)
Semiarida	201,85	3755,34	5,38
Mediterranea	402,06	8694,15	4,62
Semiumida	162,01	2843,54	5,70

Il downstream nazionale tra presente e futuro:

un percorso condiviso con la comunità degli utenti

<https://github.com/argenno/Prisma-project>

PRISMA pre-processing



```

Read data:
read_data(file, layer, sensor)
return(ds)

Destripe:
destripe(band, alpha=1e-2,
name='gabor', sigma=(1, 30),
theta=20, maxit=100, thr=1e-4)
return(data_corr, cvg_crit)
Original algorithm: Jerome Fehrenbach, Pierre Weiss
    
```

```

Estimating Noise:
est_additive_noise(data)
est_poisson_noise(data)
Based on Nascimento & Bioucas-Dias (2008)
    
```

```

Denoising:
denoise_w = data_corr - w
    
```

```

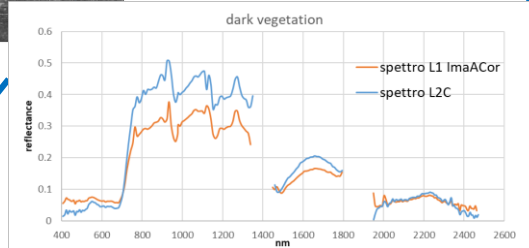
Saving:
save_copy_he5(ref_file, product,
array, suffix='denoised')
return(Format)
    
```

```

Estimating Noise:
scikit-image / estimate_sigma
    
```

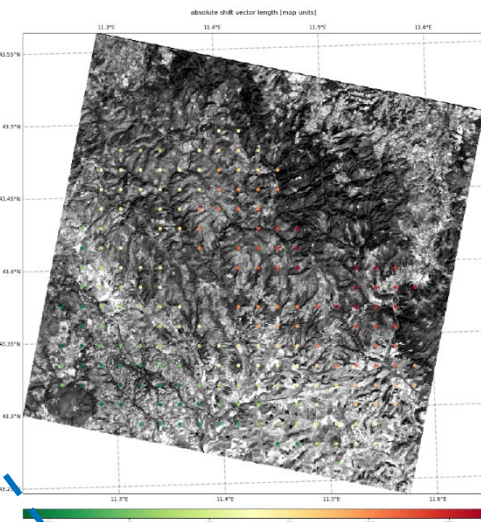
```

Denoising:
scikit-image / Non local means
    
```



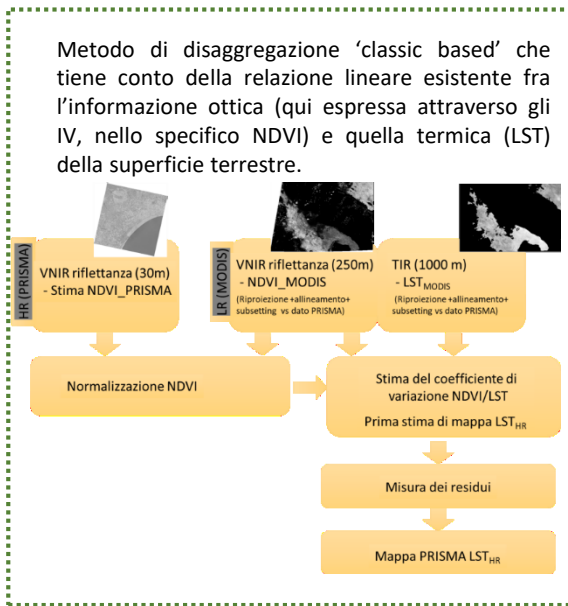
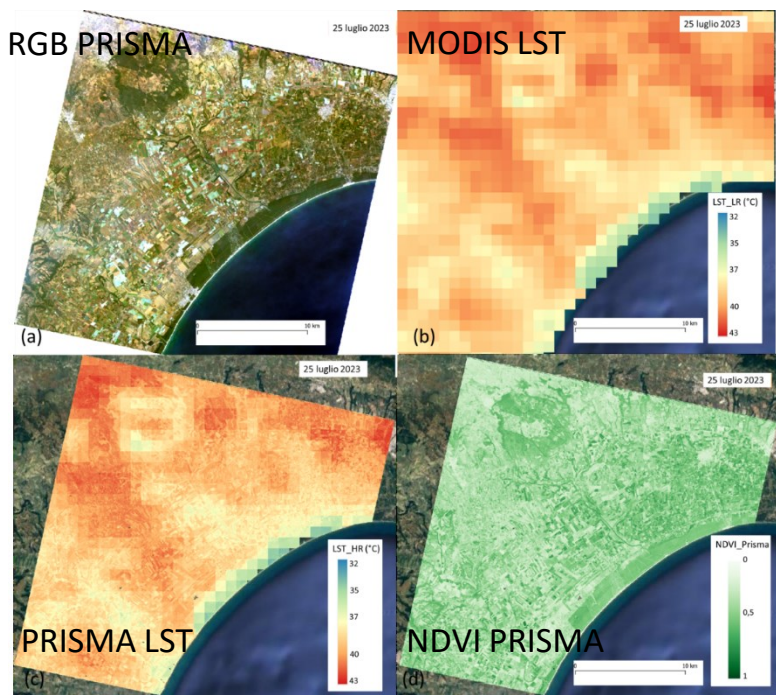
ImaACorr

- Correzione topografica (DEM)
- Effetto adiacenza
- BRDF
- Spectral smoothing



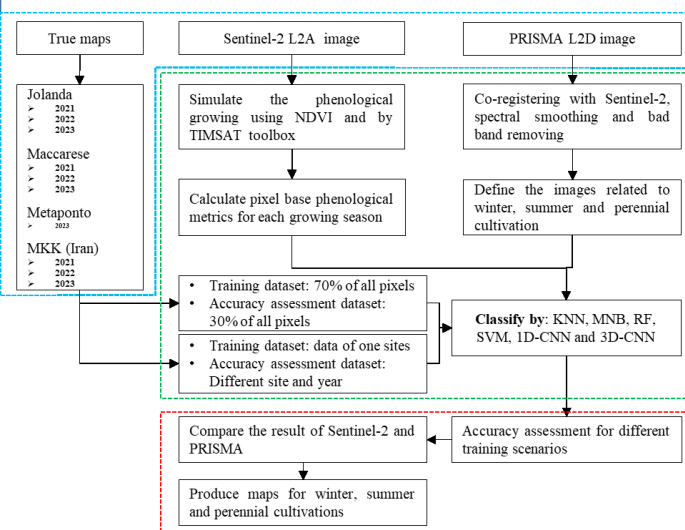
Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti

Downscaling LST to PRISMA



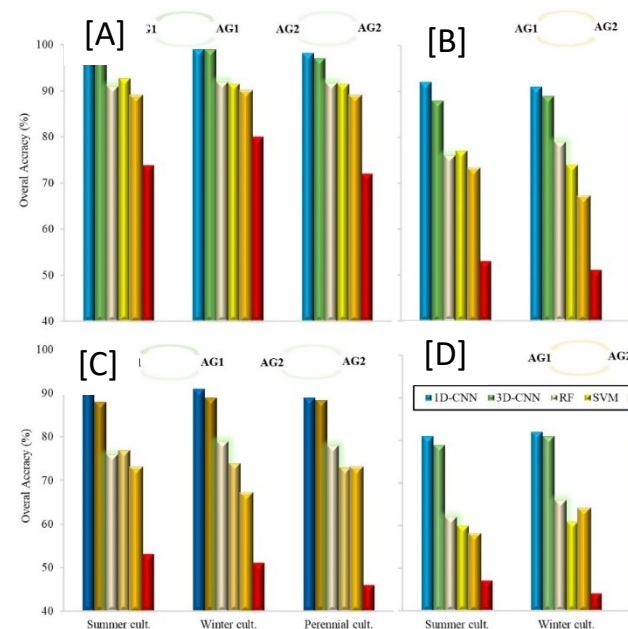
Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti

PRISMA Land Cover



Overall accuracy for:
 A) same site-PRISMA,
 B) different site-PRISMA,
 C) same site- Sentinel2,
 D) different sites - Sentinel2

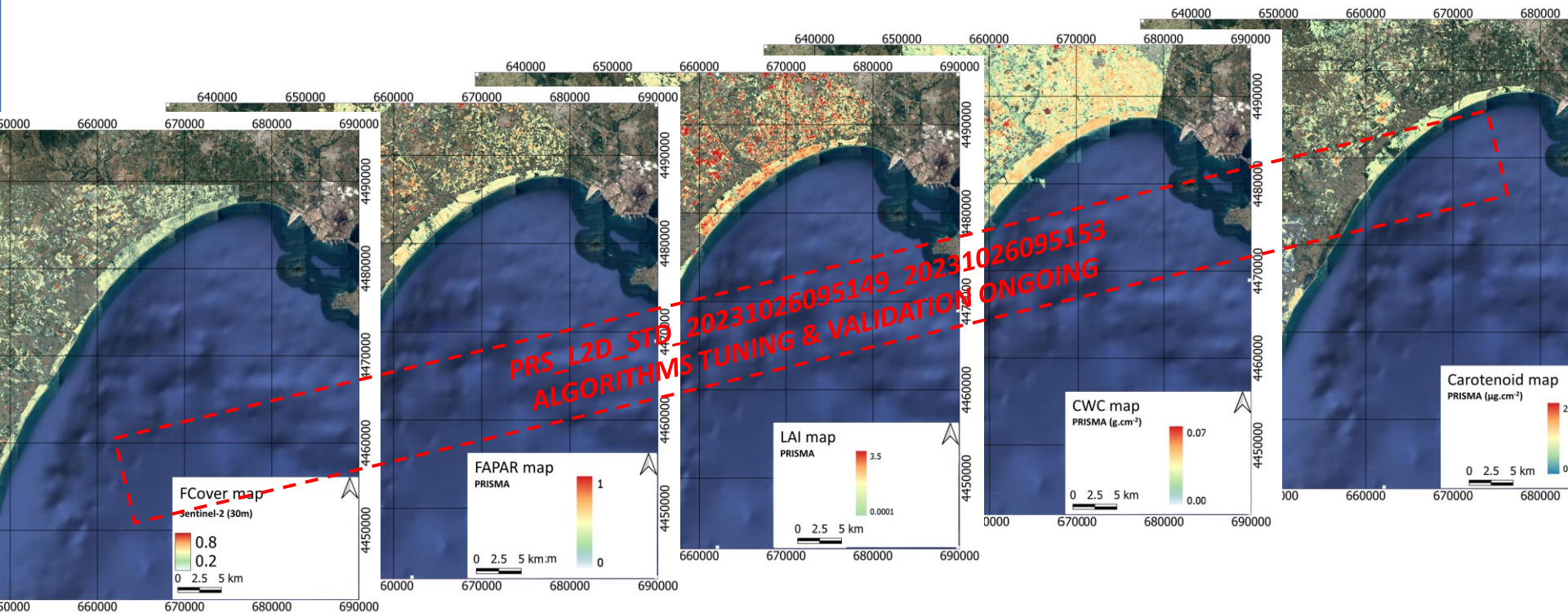
- Overall accuracy (%)
- 1-Dimensional (1D)
 - 3-dimensional (3D)
 - Random Forest (RF)
 - Support Vector Machine (SVM),
 - K-Nearest Neighbor (KNN),
 - Multiclass Naive Bayes Model (MNB),





Agenzia Spaziale Italiana

Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti



Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti

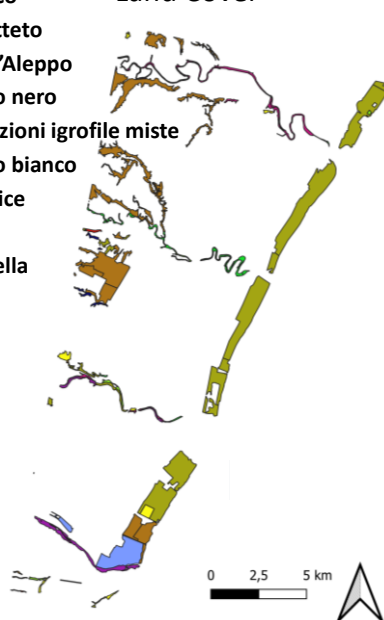
Stima della stabilità ecologica

Indici di Ecologia del Paesaggio:
maggiore accuratezza nella ricostruzione di **ecomosaici** complessi su cui applicare le **metriche di paesaggio** per la valutazione della **stabilità ecologica** degli ecosistemi.

Informazioni che possono essere eventualmente integrate all'interno dei **modelli di stima della vulnerabilità** alla Land Degradation

- Lentisco
- Eucalitteto
- Pino d'Aleppo
- Pioppo nero
- Formazioni igrofile miste
- Pioppo bianco
- Tamerice
- Salice
- Roverella
- Leccio

Land Cover

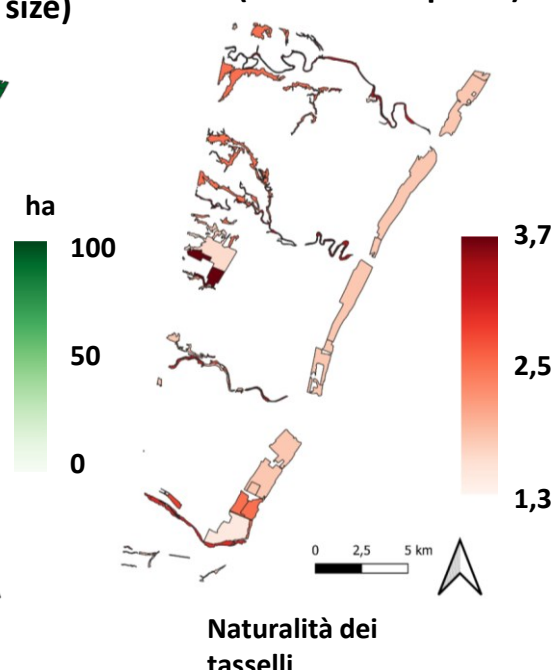


MPS
(mean patch size)



Frammentazione dei tasselli

SHAPE
(forma delle patch)



Naturalità dei tasselli

Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti

ALGORITMO PER LA STIMA DEL DANNO

- Stiamo studiando i due casi di danno alla vegetazione: i grandi eventi e gli effetti a lungo termine.
- Esempio di grandi eventi: incendi, inondazioni, frane, cicloni, deforestazione.
- Esempio di fattori a lungo termine: cambiamenti topologici, variazioni climatiche e altri fattori rilevanti.

PRISMA consente di calcolare svariati indici per caratterizzare la vegetazione (struttura, pigmenti, contenuto d'acqua)



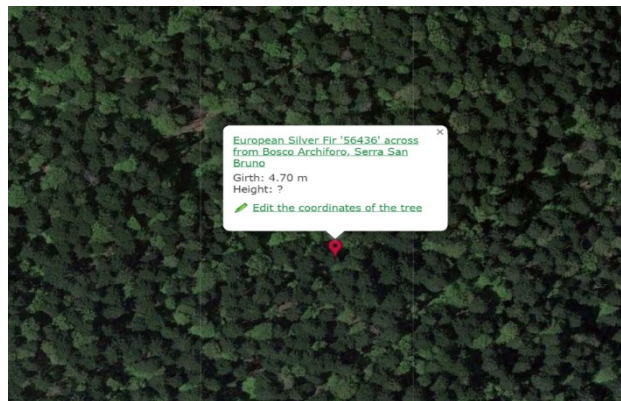
Il downstream nazionale tra presente e futuro: un percorso condiviso con la comunità degli utenti

Selezione indici spettrali maggiormente funzionali alla caratterizzazione delle coperture vegetali

Approccio teorico:

Indici derivati da bande PRISMA con SNR elevato

Indici meno influenzati dalle condizioni atmosferiche.



Approccio pratico:

utilizzando la deviazione standard dell'indice.

utilizzo di algoritmi di ML sul data set di indici



Si è costruita una **libreria** di firme spettrali relative alle specie arboree prevalenti in Italia (https://www.monumentaltrees.com/en/ita/) utilizzando le immagini PRISMA e utilizzate per calcolare vari indici di vegetazione.

Questi indici sono stati poi utilizzati per addestrare un algoritmo *Random Forest* finalizzato alla:

- identificazione di suddette specie;
- selezione di indici spettrali ottimali per la caratterizzazione delle principali specie arboree.

Al fine, in particolare, della identificazione di variazioni della vegetazione a lungo termine.

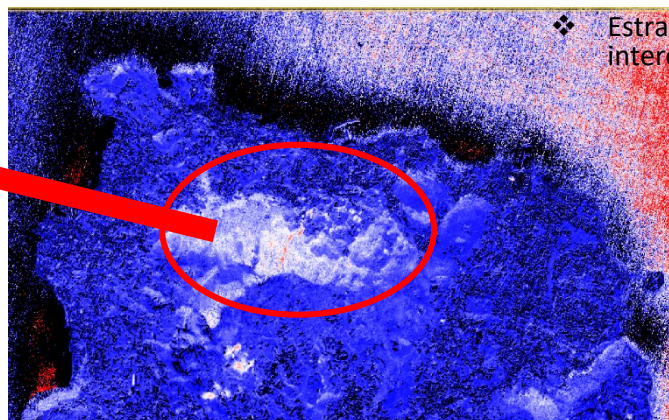
Grandi eventi

Gli eventi improvvisi e gravi che hanno un impatto significativo sulla vegetazione, richiederebbero, in generale, per la stima di danno la disponibilità di immagini pre e post evento.

Una versione aggiornata del software Sen2like denominata "prisma4sen2like" estende l'armonizzazione alle immagini PRISM rendendolo più allineato alle esigenze specifiche del nostro progetto.



Eventi calamitosi Es. Ischia 2023



Requisiti di confronto:

- ❖ Immagine PRE-evento
- ❖ Immagine POST-evento
- ❖ Confronto degli indici
- ❖ Estrazione, proiezione cartografica interesse



Agenzia Spaziale Italiana

Il downstream nazionale tra presente e futuro:

un percorso condiviso con la comunità degli utenti

- Il progetto SAP4VU ha come obiettivi contribuire allo sviluppo di metodi e algoritmi di Machine Learning per la rilevazione precoce dell'attivazione dei fenomeni di land degradation;
- Abbiamo sviluppato un pre-processing *ad hoc* per migliorare la qualità delle immagini, la correzione atmosferica e la correzione geometrica per assicurare un uso ottimale delle immagini.
- E' in fase di sviluppo il downscaling dei dati TIR (MODIS e ECOSTRESS) per poter avere una stima della LST a 30m coregistrata su PRISMA.
- Durante il progetto sono in fase di tuning modelli (ibridi e regressivi) per derivare parametri biofisici e fisiologici (functional traits) da utilizzare come input dei modelli ML di stima della vulnerabilità alla degradation e della stabilità ecologica
- Sono stati sperimentati metodi per la stima del danno ambientale sulla vegetazione basato sull'analisi degli indici spettrali
- Sono in corso campagne di validazione per testare i prodotti geofisici derivati da PRISMA (es, Fcover, LCC, CWC, LST etc etc)