

Indici di vegetazione

Principi e peculiarità

La risposta della vegetazione

Caratteristiche delle spettro

Andamento spettrale di una coltura

Indici di Vegetazione e relazione con parametri

Dallo studio del comportamento spettrale della vegetazione sono state **definite una serie di relazioni quantitative fra dati telerilevati e parametri della vegetazione** mediante indici che si basano sul rapporto tra le bande tipiche di assorbimento e riflessione.

Questi relazioni algebriche vengono indicate come **indici di vegetazione (VI)** e si basano soprattutto sulle lunghezze d'onda del Rosso e dell' IR vicino.

I VI sono correlati alla **quantità di biomassa vegetale, del LAI, della concentrazione di clorofilla** etc. e danno indicazioni sullo stato di salute, sulla produttività delle colture, sulla densità e copertura e sullo stato nutrizionale ecc.

Indici di vegetazione: informazione di IR e R

Tasseled Cap (Kauth & Thomas, 1976) 1/2

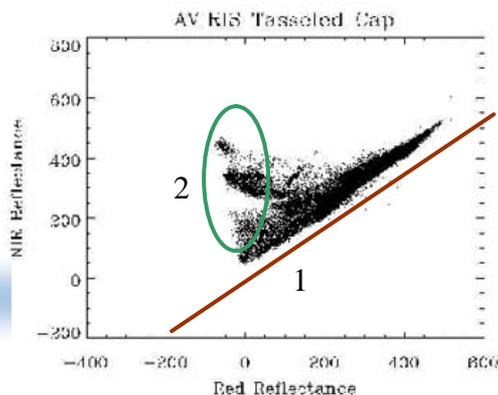
Principi e peculiarità

La risposta della vegetazione

Caratteristiche delle spettro

Andamento spettrale di una coltura

Indici di Vegetazione e relazione con parametri



La scatterogramma qui mostrato indica la distribuzione dei pixel di un'immagine

1) Il confine in basso rappresenta la **linea dei suoli** ovvero indica solo pixel dell'immagine con solo suolo

2) La parte del diagramma con alto IR e asso R indica i **pixel di vegetazione** in differente stato

I **pixel misti** (parte di suolo e parte di vegetazione) occupano il restante spazio tra le due curve

Questa figura è chiamata in inglese **tasseled-cap**, proprio per la sua forma

Indici di vegetazione: informazione di IR e R

Tasseled Cap (Kauth & Thomas, 1976) 2/2

Principi e peculiarità

La risposta della vegetazione

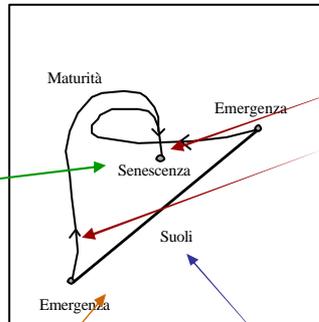
Caratteristiche delle spettro

Andamento spettrale di una coltura

Indici di Vegetazione e relazione con parametri

3 Quando le piante hanno raggiunto uno sviluppo tale da chiudere la parcella la risposta spettrale è solamente quella della vegetazione. Il processo di maturazione porta ad una diminuzione della riflettività nel rosso e poi nell'infrarosso.

IR vicino



Rosso

2 All'emergere delle piante i valori digitali della coltura iniziano a spostarsi verso l'angolo in alto a destra del grafico, ossia ad avere valori intermedi tra suolo e vegetazione.

4 Dopo la raccolta la parcella è coperta di stoppie e la sua risposta spettrale è di nuovo simile a quella dei suoli nudi.

1 All'inizio del ciclo la risposta spettrale è quella di un suolo nudo, e quindi i punti sono posizionati lungo la linea dei suoli.

Indici di vegetazione: informazione di IR e R

In letteratura si trovano più di una dozzina di indici di vegetazione proposti per enfatizzare una determinata caratteristica della vegetazione o per ridurre al minimo l'influenza di altri fattori.

Principi e peculiarità

La risposta della vegetazione

Caratteristiche delle spettro

Andamento spettrale di una coltura

Indici di Vegetazione e relazione con parametri

Name	Acronym	Formula	Reference
Simple Ratio	SR	$\frac{r_{NIR}}{r_{red}}$	Jordan (1969)
Normalized Difference Vegetation Index	NDVI	$\frac{r_{NIR} - r_{red}}{r_{NIR} + r_{red}}$	Rouse et al. (1974)
Perpendicular vegetation index	PVI	$\sqrt{(r_{NIR} - r_{NIRb})^2 + (r_{red} - r_{redb})^2}^{-1/2}$	Richardson (1987)
Weighted difference vegetation index	WDVI	$r_{NIR} - \left(\frac{r_{NIRb}}{r_{redb}}\right) * r_{red}$	Qi et al. (1994)
Enhanced vegetation index	EVI	$G \frac{r_{NIR} - r_{red}}{r_{NIR} + C_1 * r_{red} - C_2 * r_{blue} + L}$	Huete et al. (1994)
Wide dynamic range vegetation index	WDRVI	$\frac{a * r_{NIR} - r_{red}}{a * r_{NIR} + r_{red}}$	Gitelson (2004)

* r_{NIRb} (0.073) and r_{redb} (0.102) stand for NIR and RED reflectance of background (soil-water).

In generale, i VIs possono essere divisi in diverse categorie:

- 1. Indici intrinseci**, che considerano solo la riflettanza
- 2. Indici legati alla linea dei suoli**, che riducono l'effetto del suolo
- 3. Indici iperspettrali** (es. RED-EDGE)

Indici di vegetazione

• Semplici: indici intrinseci

Principi e peculiarità

La risposta della vegetazione

Caratteristiche delle spettro

Andamento spettrale di una coltura

Indici di Vegetazione e relazione con parametri

SR (Simple Ratio)

È il più semplice indice di vegetazione. Assume valori tra 0 e infinito, in particolare tra 0 e 1 per i suoli e tra 6 e 10 per la vegetazione verde.

$$SR = \frac{r_{nir}}{r_r}$$

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

È il più usato e comune. Assume valori tra -1 e 1, in particolare inferiori a 0 per l'acqua, poco superiori a 0 per i suoli e tra 0.4 e 0.7 per la vegetazione. Solo vegetazioni molto dense arrivano a 0.8.

$$NDVI = \frac{r_{nir} - r_r}{r_{nir} + r_r}$$

Indici di vegetazione

• Semplici: indici intrinseci

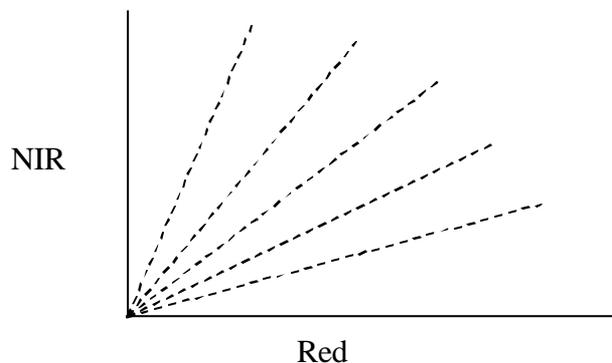
Principi e peculiarità

La risposta della vegetazione

Caratteristiche delle spettro

Andamento spettrale di una coltura

Indici di Vegetazione e relazione con parametri



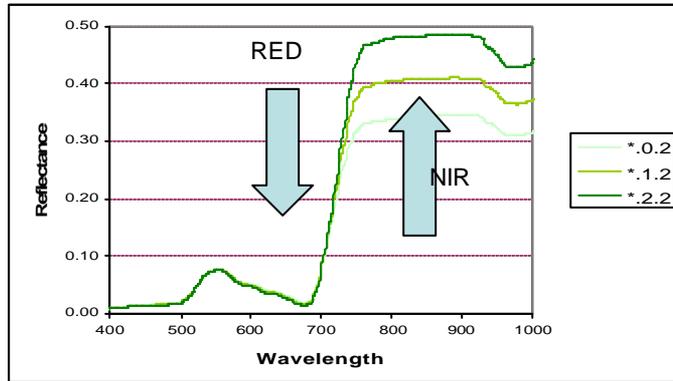
Sia RVI che l' NDVI misurano la pendenza della linea tra l'origine dello spazio R-IR ed il corrispondente valore che il pixel assume nell'immagine.

+ pendente + "biomassa"

Indici di vegetazione: rapporti tra bande

- Principi e peculiarità
- La risposta della vegetazione
- Caratteristiche delle spettro
- Andamento spettrale di una coltura
- Indici di Vegetazione e relazione con parametri

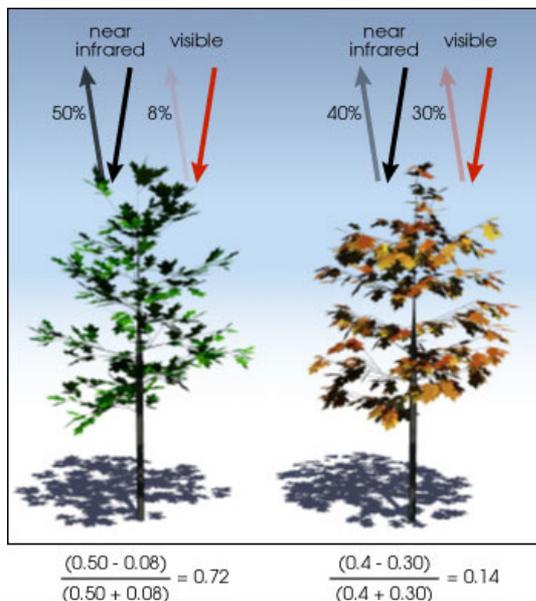
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)



Un buon indice deve enfatizzare la vegetazione a discapito del resto

Indici di vegetazione: rapporti tra bande

- Principi e peculiarità
- La risposta della vegetazione
- Caratteristiche delle spettro
- Andamento spettrale di una coltura
- Indici di Vegetazione e relazione con parametri

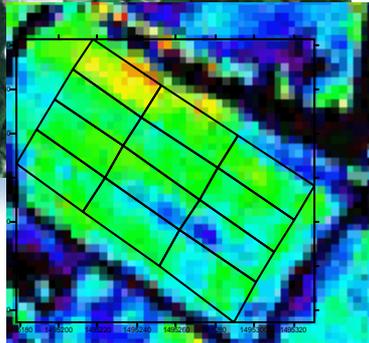


Indici di vegetazione

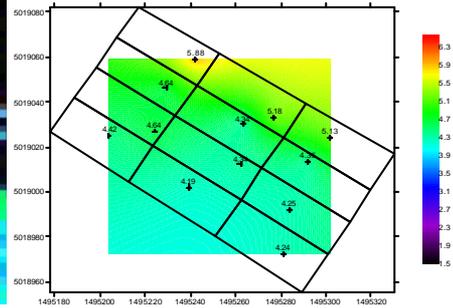
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)



relazione con parametri



Mappa dell'indice di vegetazione da immagini MIVIS (2 luglio)



Mappa della distribuzione del LAI da misure di campo (1 luglio)

Indici di vegetazione

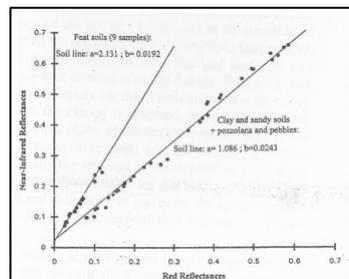
• Indici legati alla linea dei suoli

Principi e peculiarità
 La risposta della vegetazione
 Caratteristiche delle spettro
 Andamento spettrale di una coltura
 Indici di Vegetazione e relazione con parametri

Se la **vegetazione non è tanto densa da coprire il 100%** il terreno su cui cresce, la risposta spettrale viene influenzata dalle caratteristiche dei suoli (colore, contenuto di umidità...).

Dato che in generale per i suoli si hanno valori più alti di riflettanza spettrale nell'infrarosso vicino rispetto al rosso, sperimentalmente si **osserva una relazione di tipo lineare nella riflettanza nel rosso e nel NIR** per cui i punti rappresentativi di diversi suoli tendono a disporsi lungo una linea detta "linea dei suoli":

$$r_{Snir} = ar_{Sr} + b$$



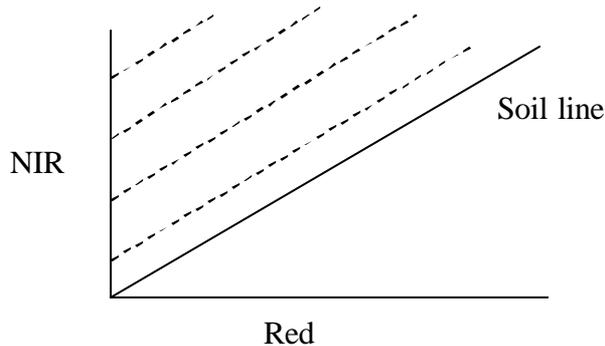
Indici di vegetazione

- Indici legati alla linea dei suoli

PVI (Perpendicular Vegetation Index)

Questo indice vale zero sulla linea dei suoli (Indice di Area Fogliare=0) e cresce linearmente man mano che ci si sposta perpendicolarmente ad essa.

$$PVI = \frac{r_{nir} - ar_r - b}{\sqrt{a^2 + 1}}$$

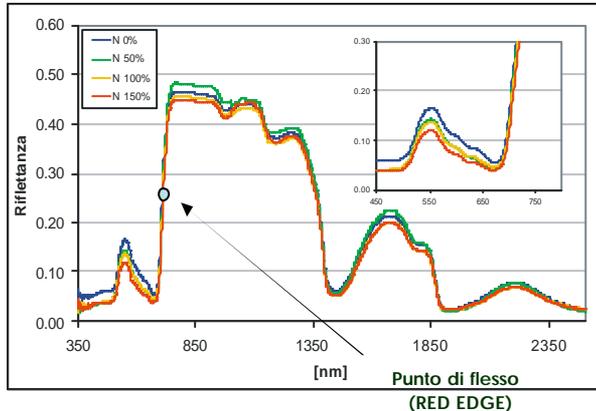


Principi e peculiarità
La risposta della vegetazione
Caratteristiche delle spettro
Andamento spettrale di una coltura
Indici di Vegetazione e relazione con parametri

Indici di vegetazione

- Iperspettrali: RED-EDGE

Ne esistono molte tipologie, e possono essere basati su rapporti, rapporti normalizzati, pendenza della curva, **posizione del punto di flesso**, area sottesa alla curva etc.



Per essere calcolati richiedono **misure spettrali molto precise** (~ 10nm) e concentrate in molte bande strette e vicine tra loro.

Sono calcolati partendo dalle misure registrate a lunghezze d'onda attorno al punto di flesso della curva di riflettanza della vegetazione **tra il rosso ed il vicino IR (RED-EDGE)**

Principi e peculiarità
La risposta della vegetazione
Caratteristiche delle spettro
Andamento spettrale di una coltura
Indici di Vegetazione e relazione con parametri

Indici di vegetazione

• Iperspettrali: RED-EDGE

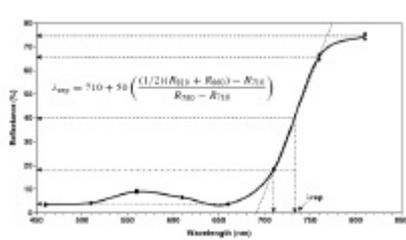
Principi e peculiarità

La risposta della vegetazione

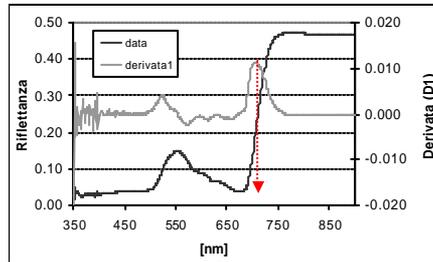
Caratteristiche delle spettro

Andamento spettrale di una coltura

Indici di Vegetazione e relazione con parametri



REIP_Lin. uso **relazione lineare** che identifica la **metà tra la spalla di massima riflessione e quella di minimo assorbimento**



Analizza la **derivata prima** della **firma spettrale interpolata** (es. **modello lagrangiano** o **polinomio locale**) per trovarne il valore massimo in un intorno di $\lambda = 720$ nm.