



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI
2014 2020



Regione
Lombardia

FEASR – Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020

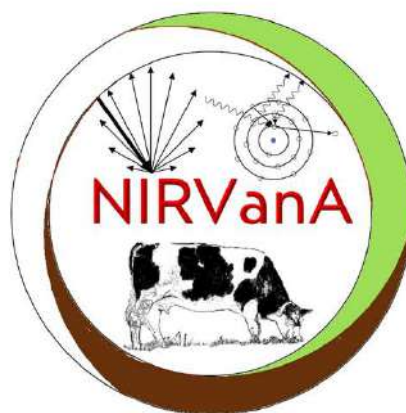
MISURA 1. – “Trasferimento di conoscenze e azioni di informazione”

SOTTOMISURA 1.2 – “Sostegno a attività dimostrative e azioni di informazione”

OPERAZIONE 1.2.01 – “Progetti dimostrativi e azioni di informazione”

Spettroscopia **NIR** a **VAN**taggio degli **A**lleveramenti

NIRVANA





Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria

Gruppo di Lavoro



Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria

Centro di ricerca ZOOTECCNIA e ACQUACOLTURA



Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria

Centro di ricerca INGEGNERIA e TRASFORMAZIONI AGROALIMENTARI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

MAPS

Obiettivi del progetto



Il progetto si prefigge di divulgare informazioni e conoscenze riguardo i vantaggi e il corretto utilizzo della strumentazione spettroscopica NIR portatile nelle aziende zootecniche produttrici di latte orientate verso la PLF (Precision Livestock Farming) e nei piccoli caseifici orientati alla produzione in particolare di formaggi DOP.

Azioni informative

Iniziative volte ad avvicinare gli operatori di aziende agricole e casearie alla spettroscopia NIR e le sue potenzialità nell'ottica della precision farming

Destinatari: tecnici agronomi e zootecnici, operatori di aziende agricole e casearie, giovani agricoltori interessati alle potenzialità della NIRS

Webinar, seminari, convegni, opuscoli informativi, video, pubblicazioni tematiche e/o specialistiche

Azioni dimostrative

Attività di dimostrazione dell'utilizzo corretto della NIRS

Sviluppo di modelli predittivi da applicare nei diversi punti della filiera dal foraggio al formaggio per:

- controllo alimentazione animale
- analisi di latte, siero e monitoraggio delle trasformazioni casearie



webinars

12 Settembre 2023

Strumentazione NIR a servizio della Filiera Zootecnica e Casearia

24 gennaio 2024

Spettroscopia NIR e spettrometria XRF: principi e applicazioni

20 febbraio 2024

Strumentazione NIR montata su macchine agricole

25 luglio 2024

Esempi di utilizzo di strumenti portatili NIR nella filiera lattiero-casearia

03 ottobre 2024

Applicazioni di strumentazione NIR in azienda zootecnica

14 novembre 2024

L'Intelligenza Artificiale incontra la zootecnia



Schede informative

- **Il progetto NIRVanA**
- **Monitoraggio non distruttivo dell'alimentazione bovina**
- **Come analizzare il latte in maniera non distruttiva?**
- **Come si eseguono misure corrette con gli strumenti NIR portatili?**

Video informativi

Raggiungibili sul canale YouTube di **CREARicerca**

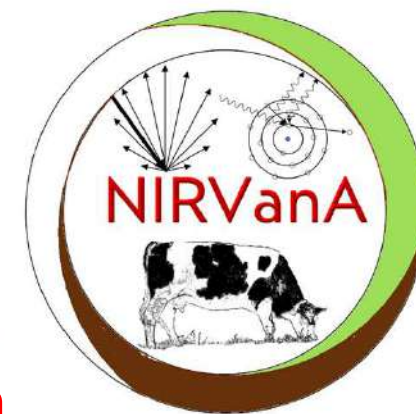
<https://youtu.be/deDFuFlohaAQ?si=DhB0-QswgWNTMjkc>

<https://youtu.be/0JRiMTSu6Hs?si=RV4qlG5LkDM0zXgj>

https://youtu.be/nPmltz6EFaA?si=1mqa1tg8Mf7T84e_

<https://youtu.be/36lboz9Q3FI?si=BMnsXG1MjgQ5ljBI>

Oppure sul profilo **nirvanapsr** di Instagram



progetto.nirvana@gmail.com

<https://nirvanapsr.crea.gov.it/>



 ProgettoNIRVanA

 nirvanapsr



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI
2014 2020



Regione
Lombardia

tecnica che si basa sulle interazioni tra la materia e le radiazioni elettromagnetiche

Y.-Y. Pu et al. / International Dairy Journal 103 (2020) 104623

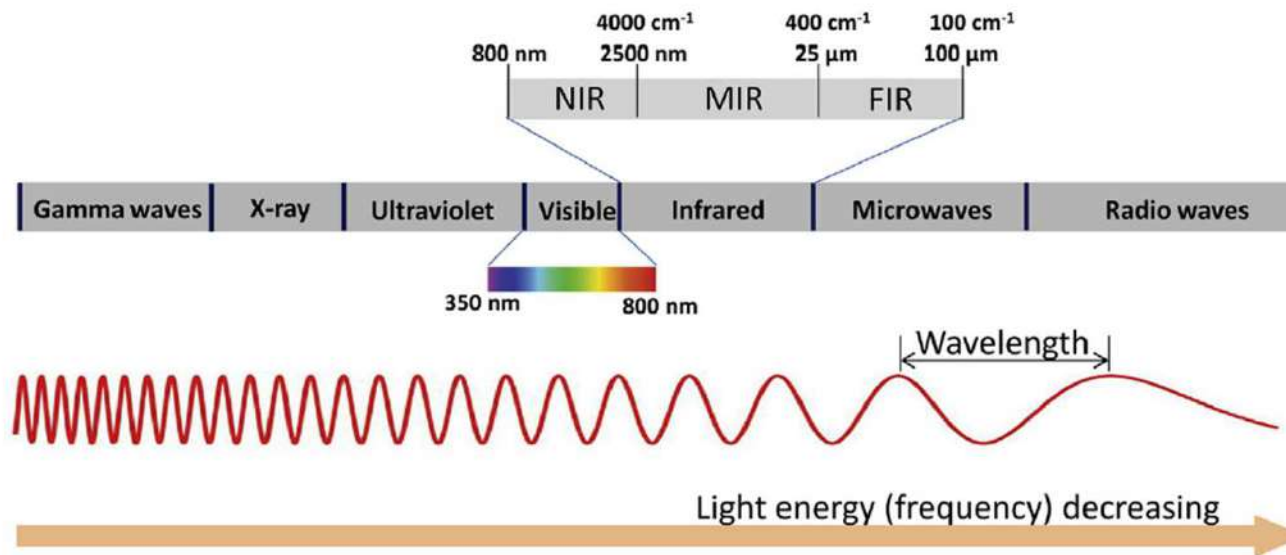
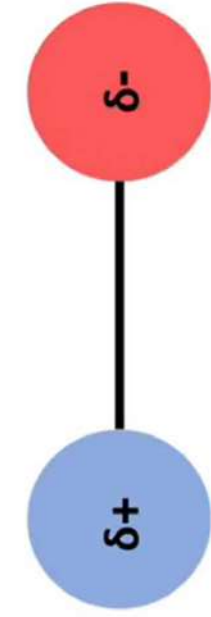


Fig. 1. The electromagnetic spectrum.



Dipolo elettrico

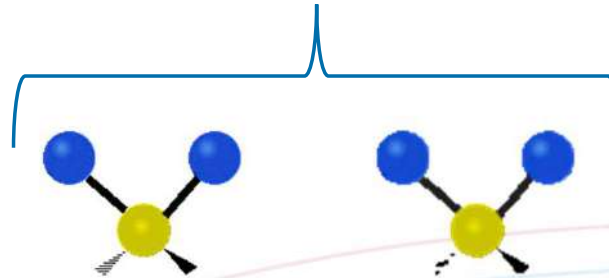
$$\vec{\mu} = q\vec{d}$$

q : carica elettrica

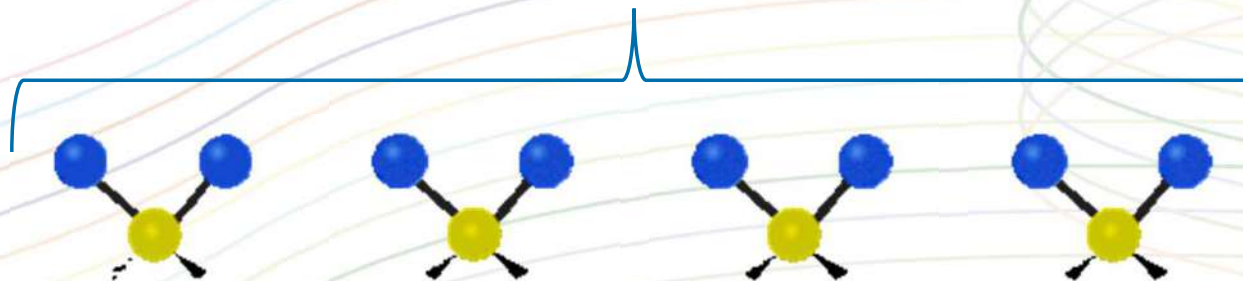
\vec{d} : distanza vettoriale da un'origine

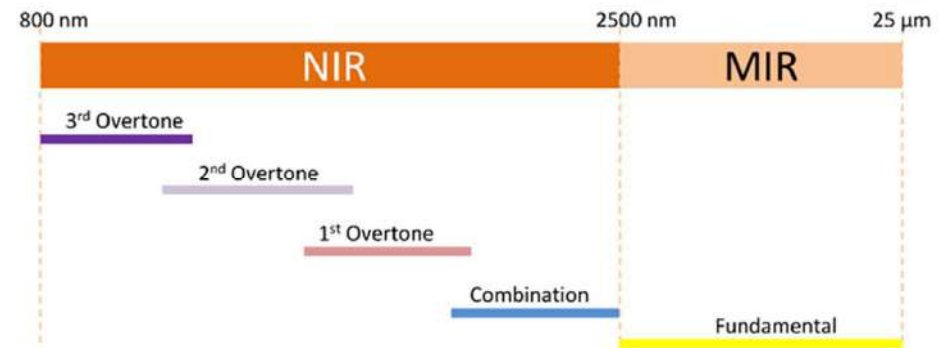
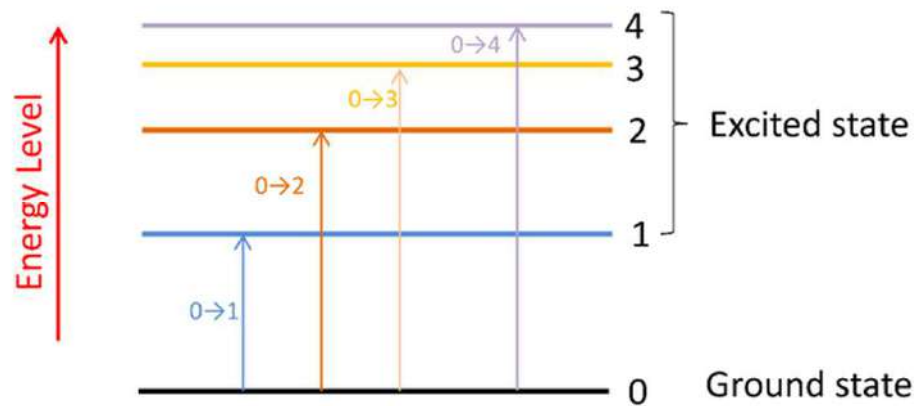


STRETCHING (stiramento del legame chimico)



BENDING (deformazione dell'angolo di legame)





- Overtone e combinazioni sono da 10 -100 volte meno intensi dei fondamentali
 - Interpretazione dei dati più complessa
 - Necessità di strumenti in grado di eliminare segnali di disturbo

L'assorbimento avviene a carico delle molecole
dipolari quindi principalmente quelle con legami
idrogeno

- CH

- OH

- NH

Bande primarie



C-H

2300-2350
nm

Grassi

Amido

Fibra

Zuccheri

N-H

2100-2200
nm

Aminoacidi

Proteina

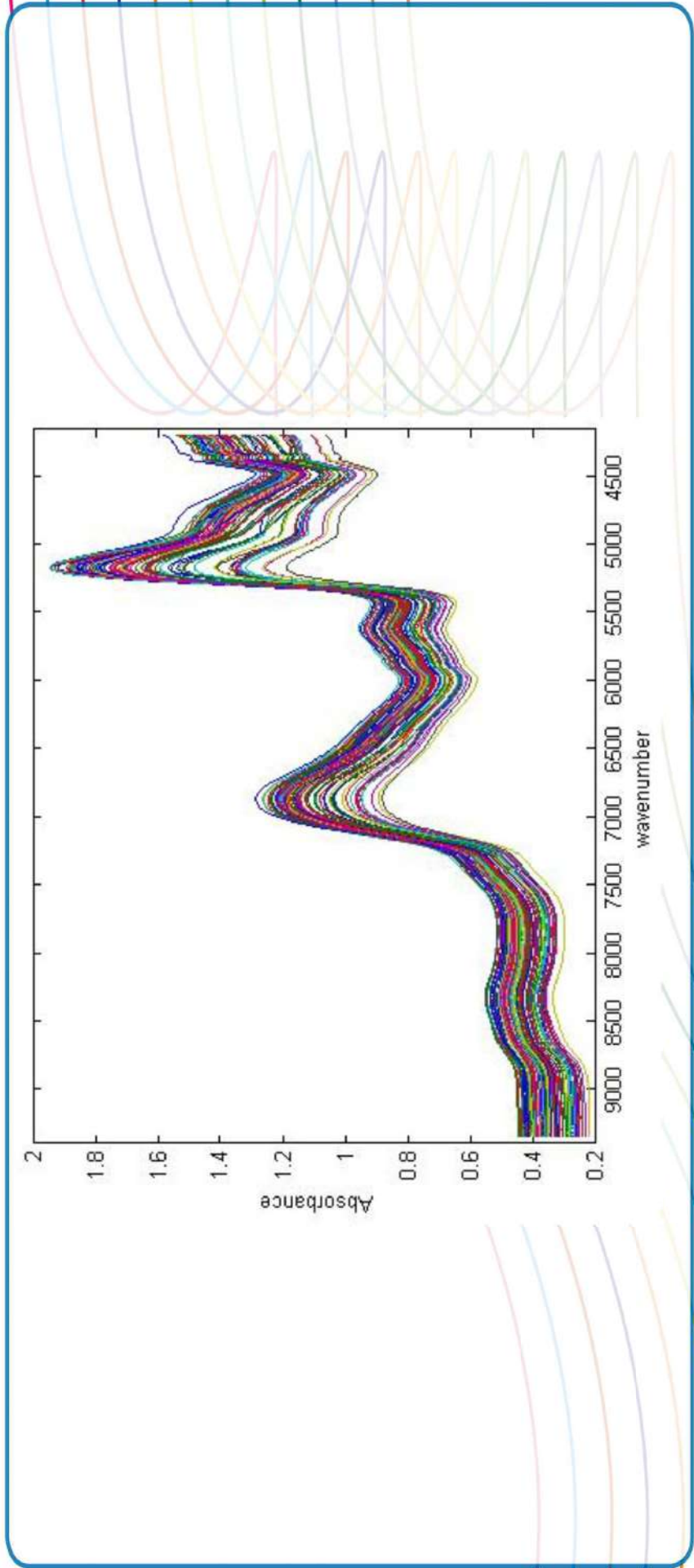
O-H

1900-2000
nm

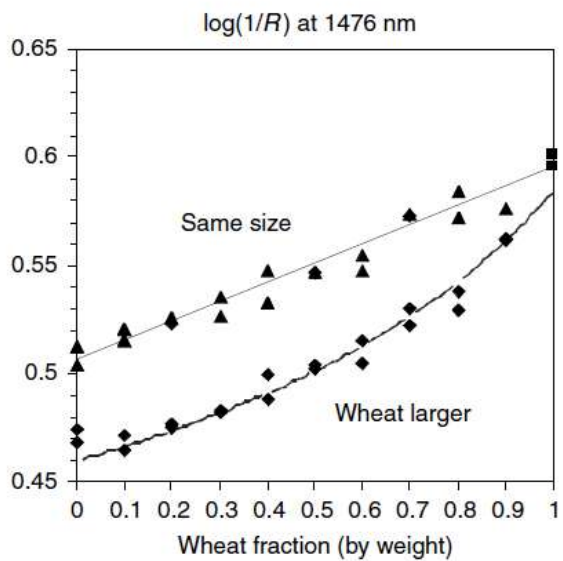
Acqua

Alcool

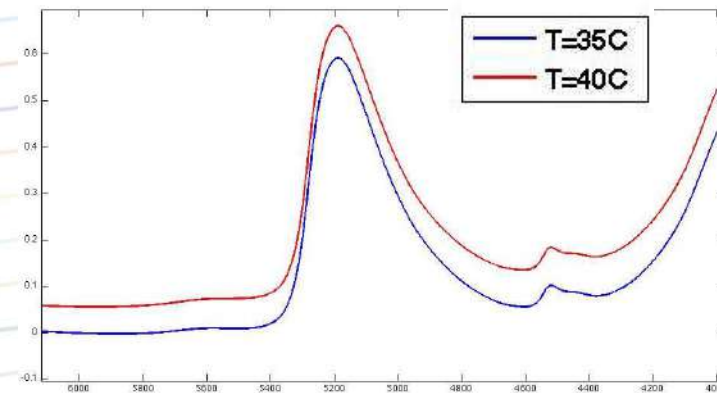
Zuccheri



Differenze nella dimensione particelle
(scattering moltiplicativo)



temperatura
umidità
torbidità



Metodi di elaborazione su dati Spettrali per diminuirne la variabilità



- Riduzione del rumore
 - Smoothing
 - Wavelets
 - Metodi di correzione della linea di base
 - Derivative methods
 - Multiplicative Scatter Correction (MSC)
 - Extended Multiplicative Scatter Correction (EMSC)
 - Orthogonal Signal Correction (OSC)
 - Metodi di miglioramento della risoluzione
 - Normalization
 - Mean Centering
 - Variance scaling
 - Standard Normal Variate (SNV)
- } Autoscaling

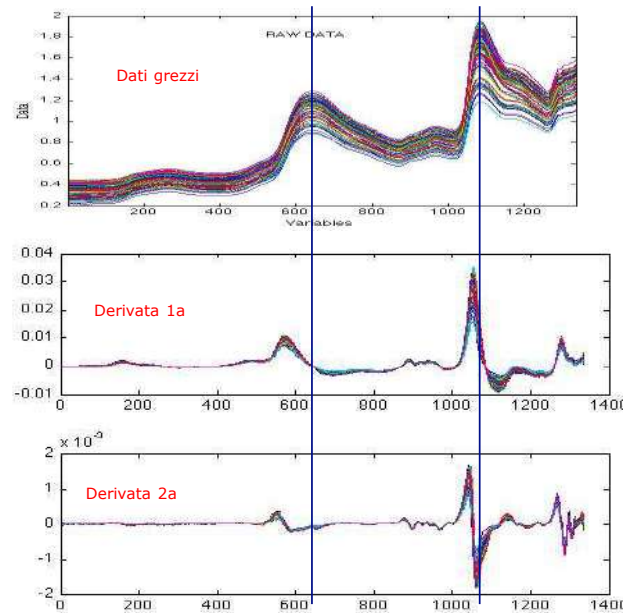
Derivate



La derivata prima consente di rimuovere gli effetti di fondo costanti additivi;
La derivata seconda rimuove le variazioni di pendenza lineare di base e gli effetti additivi.

La 1° e la 2ª derivata sono solitamente accoppiate allo smoothing (e.g. Savitzky Golay)

Perdita della localizzazione dei massimi



Potrebbe introdurre rumore



- È la scienza che mette in relazione le misure effettuate su un sistema chimico con lo stato del sistema, tramite l'applicazione di metodi matematici o statistici e permette di pianificare esperimenti ottimali per lo studio dei sistemi chimici
- L'obiettivo di molte tecniche di chemiometria è la creazione di un modello empirico o semi-empirico, derivato dai dati, che viene utilizzato per stimare una o più proprietà del sistema a partire dalle misure stesse.



$$Y = B_0 + \sum B_i (-\log R_i)_N + E$$

Dove:

Y = valore dell'elemento misurato

B_0 = intercetta della regressione

B_i = coefficiente di regressione per singola lunghezza d'onda

R_i = valore della riflettanza alla singola lunghezza d'onda

N = numero totale delle lunghezze d'onda usate per il calcolo della regressione

E = errori random

Le principali fonti di errore sono

errori nei dati forniti dal laboratorio (fonte di errore stocastico)

errori nel riconfezionamento del campione per la lettura al NIR (non omogeneità del campione — fonte di errore stocastico)

campionamento non rappresentativo della popolazione per set di calibrazione (errore indefinito).

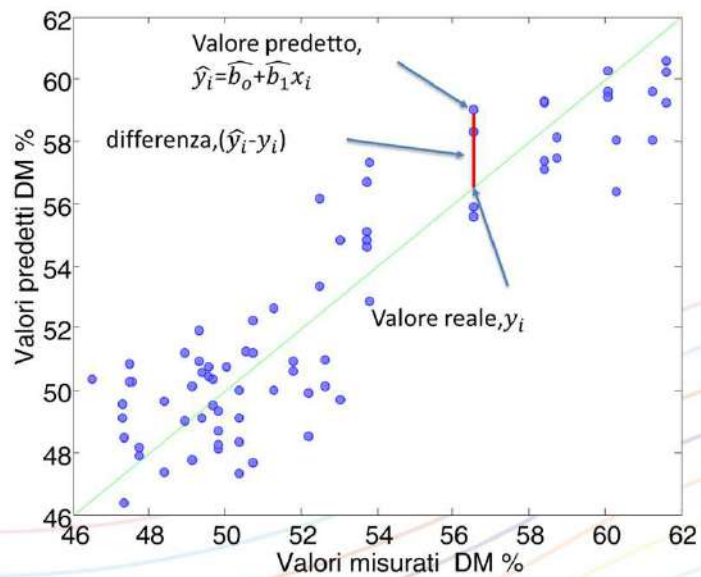
Tecniche di regressione lineare

- MLR (Regressione Lineare Multipla)
- PCA (Analisi delle componenti Principali)
- PCR (Regressione delle Componenti Principali)
- PLSR (Regressione Parziale dei Minimi Quadrati)
- LWR (Locally Weighted Regression)

Tecniche di regressione non lineare

- ANN (Artificial Neural Network) reti neurali
- Support Vector Machine

**ERRORE Totale =
ERRORE sistematico (BIAS) + ERRORE casuale**



Root Mean Square Error of Calibration

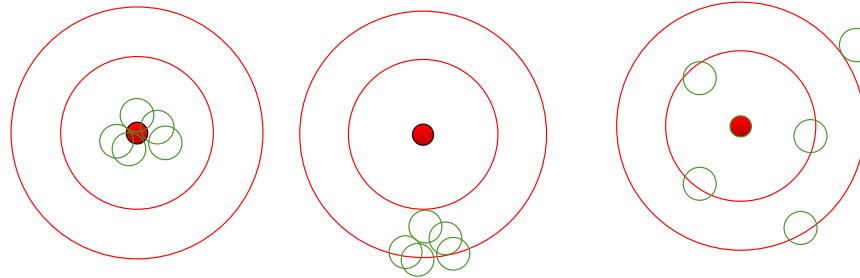
$$\text{RMSEC} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - y_i)^2 / (N - A - 1)}$$

Root Mean Square Error of Cross-Validation

$$\text{RMSECV} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (\hat{y}_{cv,i} - y_i)^2 / N}$$

Root Mean Square Error of Prediction

$$\text{RMSEP} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_p} (\hat{y}_i - y_i)^2 / N_p}$$



Standard Error of Prediction

$$SEP = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_p} (\hat{y}_i - y_i - BIAS)^2 / (N_p - 1)}$$

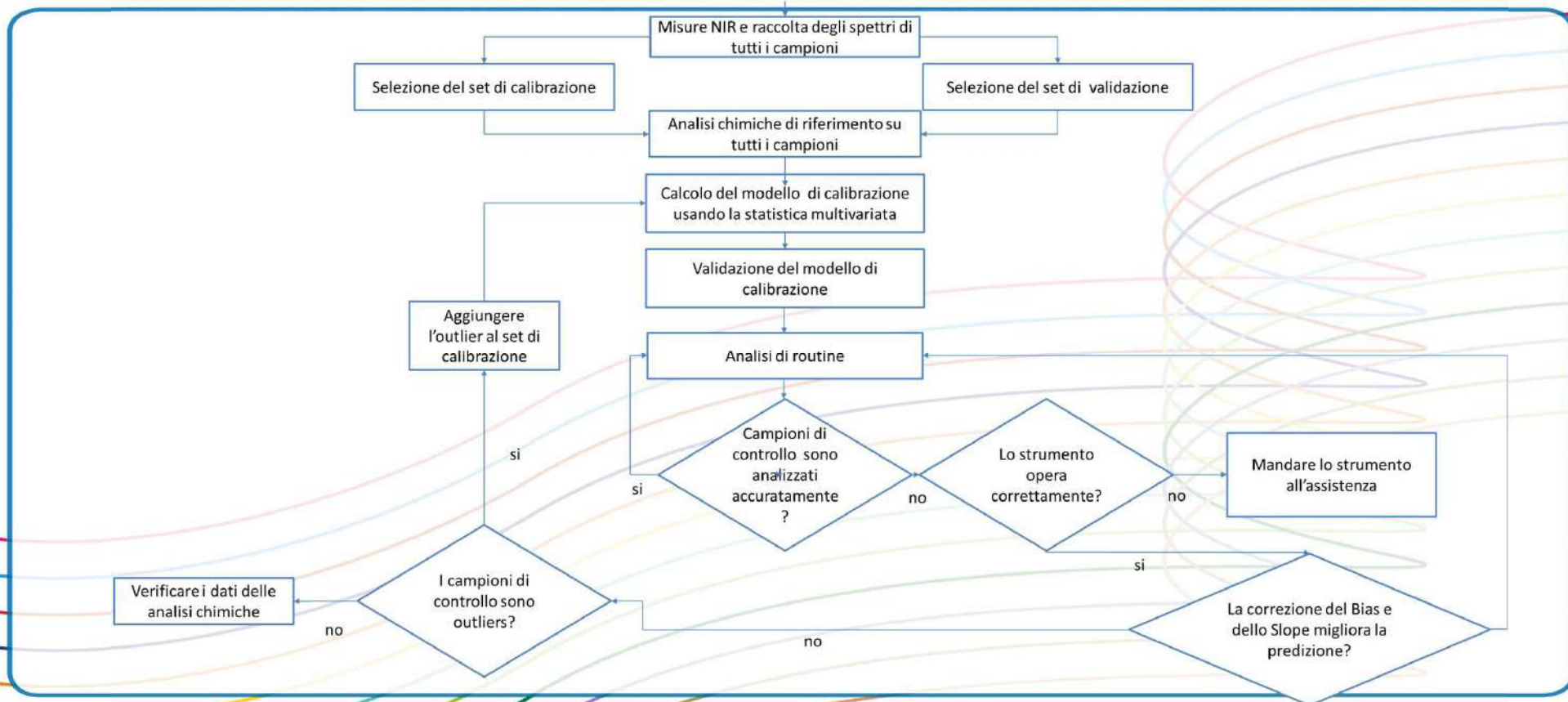
$$BIAS = \sum_{i=1}^{N_p} (\hat{y}_i - y_i) / N_p$$

$$RMSEP^2 \cong SEP^2 + BIAS^2$$

Precisione = differenza tra misure ripetute

Accuratezza = differenza tra il valore vero e il valore stimato

Diagramma di Flusso di una calibrazione NIR





- Misurazioni non distruttive
- Analisi veloci e in tempo reale
- Scarsa o nulla preparazione del campione
- Non richiede diluizioni di campioni liquidi
- Non si utilizzano sostanze chimiche
- Facilità di utilizzo in numerosi campi applicativi



- Costruzione di curve di calibrazione per ogni parametro
- Periodicamente le curve vanno aggiornate
- Le bande di assorbimento NIR sono più difficili da interpretare rispetto a MIR
- Utilizzo di sofisticate tecniche per l'analisi dei dati