PocketSTRESS: una nuova tecnologia mobile per supportare la gestione dello stress idrico in vigneto attraverso stime di conduttanza stomatica

Chiara Rusconi[1*], Roberto Confalonieri[1], Lucio Brancadoro[2], Martino Bolognini[2], Davide Bianchi[2], Chiara Marchetti[1], Vittoria Viglione[1], Gabriele Cola[2], Livia Paleari[1]

[1] Università degli Studi di Milano, ESP, Cassandra lab, via Celoria 2, 20133, Milano
[2] Università degli Studi di Milano, DISAA, via Celoria 2, 20133, Milano

[*] chiara.rusconi3@unimi.it

Questa ricerca è stata condotta nell'ambito dei progetti "DRIVE LIFE" (Life19 000035), "Agrifood TEF" (101100622), "TIGER" (202503127655 PSR SRH05 Reg. Lombardia).

Gruppo di Lavoro in Sensoristica ed Intelligenza Artificiale in Ortoflorofrutticoltura

II Giornate Tecniche SOI
Bari 10-11 settembre 2026

Contesto

- La disponibilità d'acqua ha un ruolo fondamentale in vigneto
  - Stress idrici severi rischiano di compromettere la produzione
  - Stress idrici lievi-moderati aumentano la qualità delle uve (se ben gestiti)
- Gestire lo stress idrico è sempre più impegnativo
- Quantificare accuratamente e tempestivamente lo stato idrico della vite è necessario per gestire al meglio:
  - ✓ Irrigazioni (ove possibile o consentite)
  - ✓ Caolino o antitraspiranti
  - ✓ Potature o gestione interfila



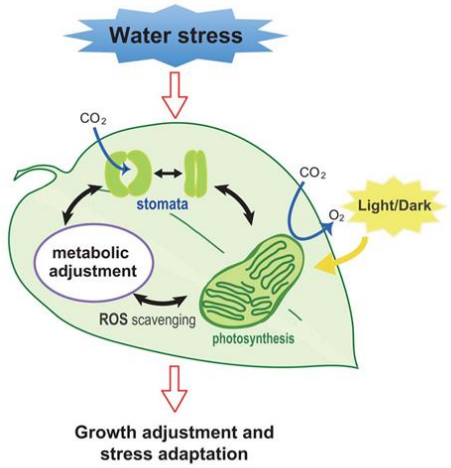




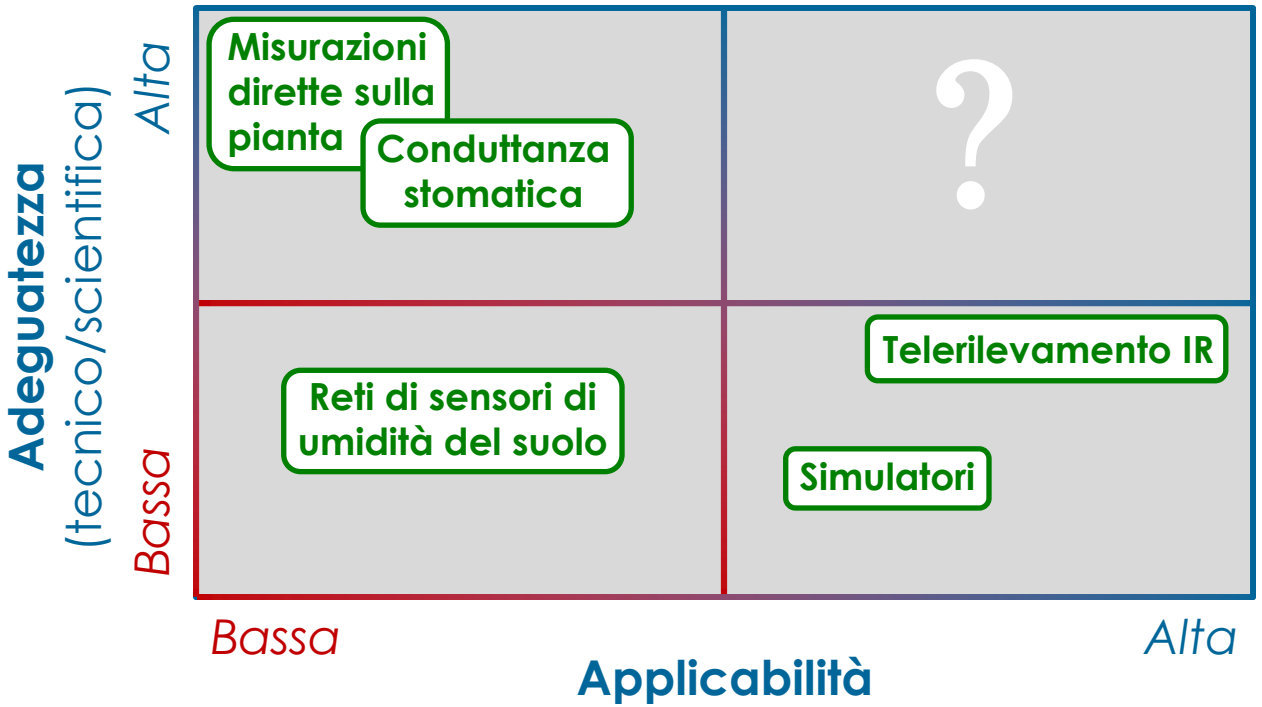
Contesto

- Diversi metodi per valutare lo stato idrico della vite
- Problemi di applicabilità o adeguatezza a contesti operativi





Fonte: Osakabe et al., 2014



➢ Es. Analizzatore di scambi gassosi (CIRAS)

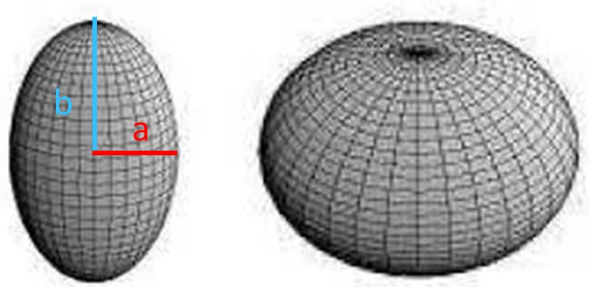
- Circa 3-4 minuti per ogni misura
- Complesso da usare
- Più di 5 kg
- 65.000 euro

Approccio

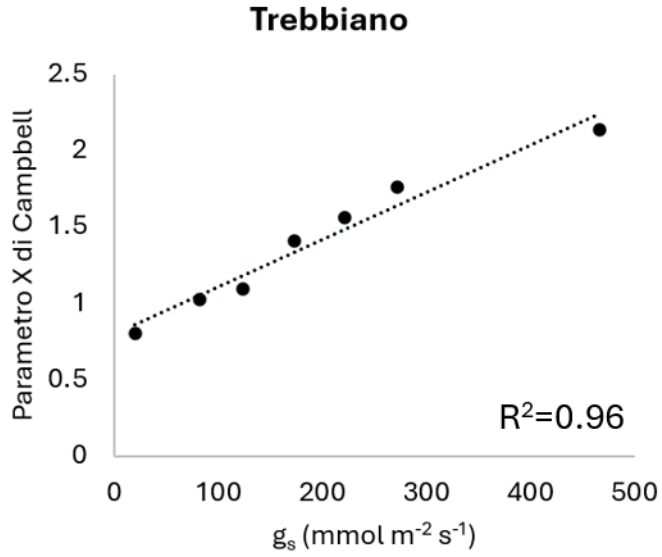
- Stimare la conduttanza stomatica (g_s) dalla scansione 3D delle foglie



Parametro χ di Campbell



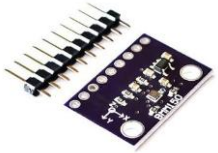
$$\chi = \frac{a}{b}$$



- Accelerometro



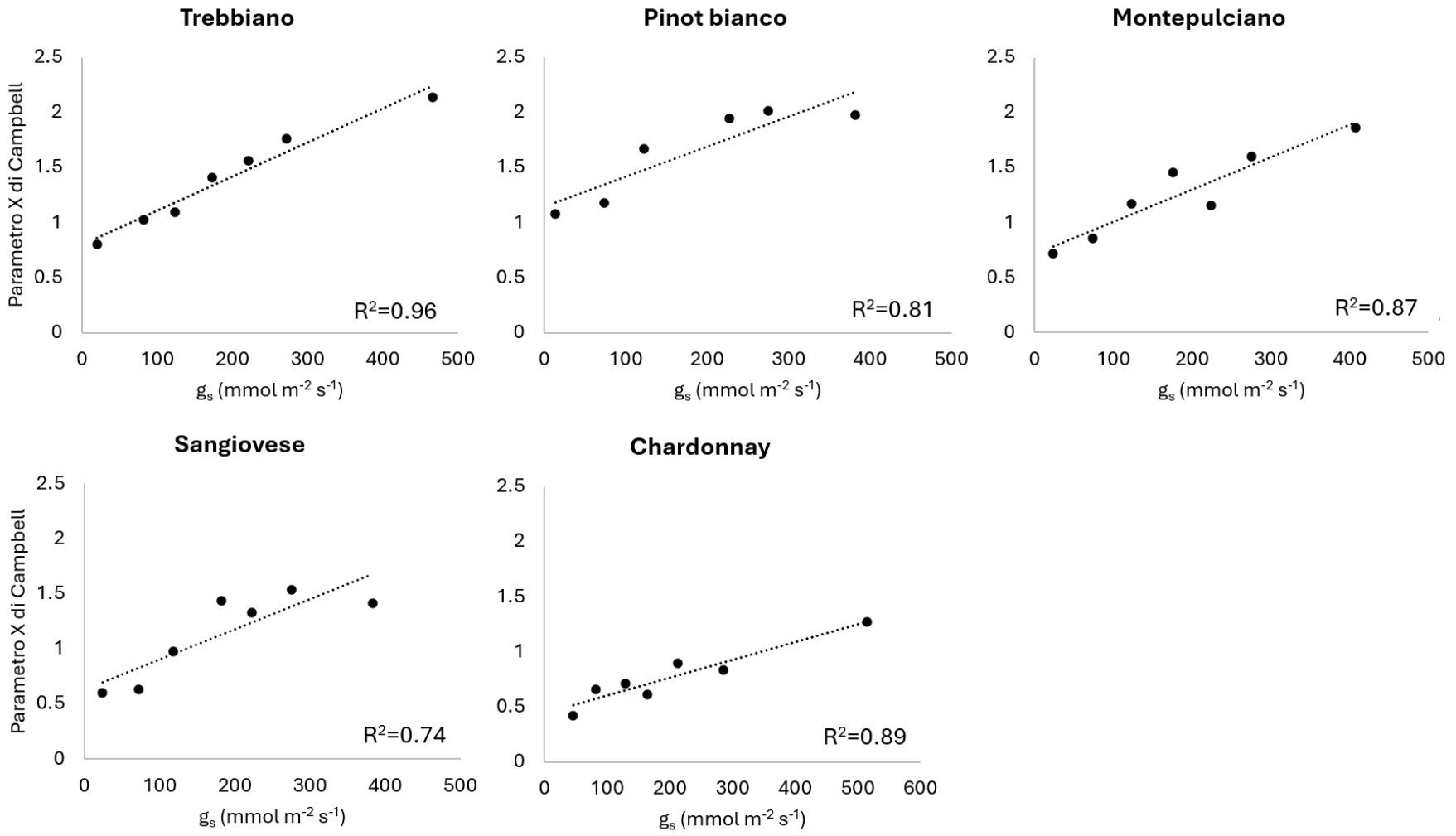
- Magnetometro



- ➢ **Alti valori**: foglie orizzontali
- ➢ **Bassi valori**: foglie verticali



Approccio



- Curve di taratura già disponibili per 5 varietà
- **Relazioni specifiche per varietà**
- Stiamo raccogliendo dati per nuove curve:
  - Grechetto
  - Sagrantino
  - Vermentino
  - Croatina
  - Pinot nero
  - Cabernet S.
  - Merlot
  - Malvasia

Approccio

- Conduttanza stomatica derivata come funzione lineare del parametro χ (architettura della chioma)

$$g_s = a \cdot \chi_{parameter} + b$$

- Per fornire un'**informazione facilmente interpretabile** sullo stato idrico della pianta abbiamo usato dei valori soglia di conduttanza stomatica di confronto
  - **Soglie definite tramite analisi di letteratura**:
    - ✓ **Assenza di stress: g_s > 300 mmol m^{-2} s^{-1}**
    - ✓ **Stress lieve (zona di transizione): g_s < 300 mmol m^{-2} s^{-1}**
    - ✓ **Stress moderato: g_s < 150 mmol m^{-2} s^{-1}**
    - ✓ **Stress severo: g_s < 50 mmol m^{-2} s^{-1}**

PocketSTRESS

- L’approccio è stato implementato dentro un’app per smartphone (PocketSTRESS)

➢ Lo smartphone diventa lo strumento per:

  - Monitorare direttamente in modo quantitativo la coltura
  - Effettuare diagnosi utili a supportare la gestione direttamente in pieno campo

Caratteristiche:

- **Sensoristica di qualità e capacità di calcolo elevata a bassissimo costo**
- **Semplicità** d’uso
- **Adeguatezza** a contesti operativi
- Anche per le piccole aziende!



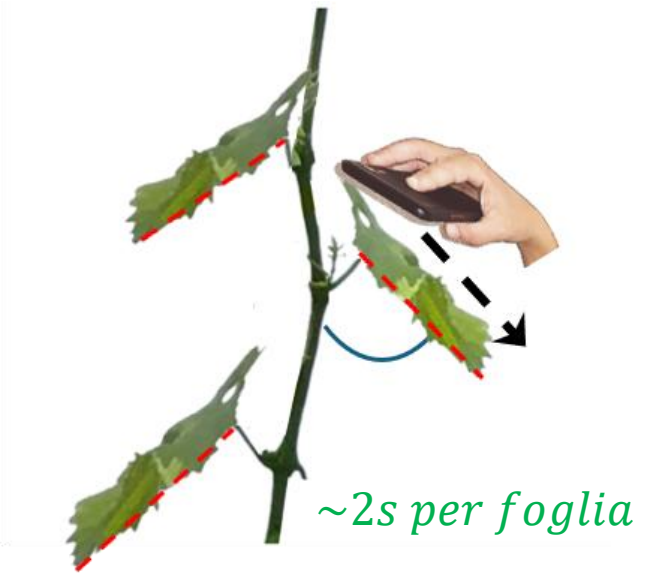
Come funziona

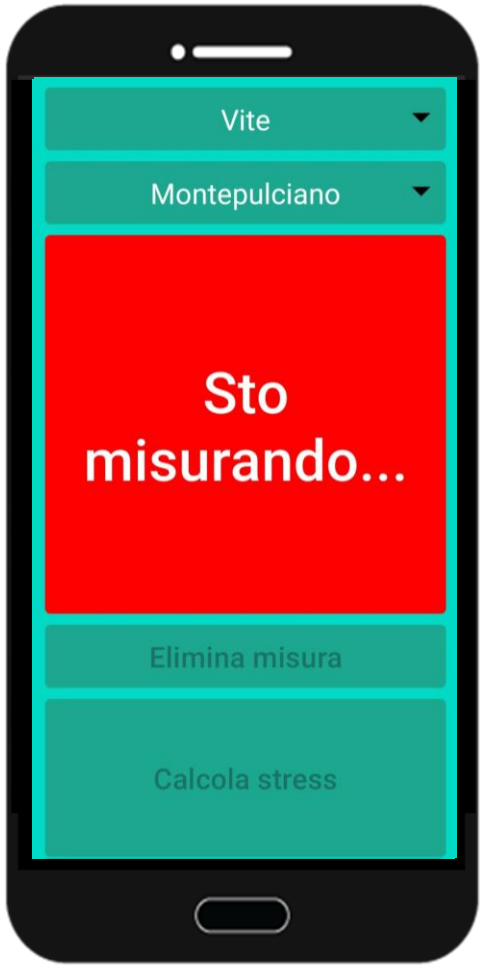
1. Selezionare la varietà



Come funziona

1. Selezionare la varietà
2. **Scansionare** le foglie
   - ✓ Sample size ottimale per catturare tutta la variabilità del vigneto: almeno 13 foglie per punto × 7 punti ad ettaro
   - ✓ In caso di variabilità: irrigazione di precisione (ove possibile)





Come funziona

1. Selezionare la varietà
2. **Scansionare** le foglie
   - ✓ Sample size ottimale per catturare tutta la variabilità del vigneto: almeno 13 foglie per punto × 7 punti ad ettaro
   - ✓ In caso di variabilità: irrigazione di precisione (ove possibile)
3. Il sistema automaticamente:
   - i. **Stima il parametro χ** e lo converte in conduttanza stomatica usando i **coefficienti specifici** per varietà
   - ii. **Confronta** il valore di conduttanza stomatica con le **soglie di stress idrico** note
   - iii. Restituisce un'**informazione facilmente interpretabile** di stato idrico

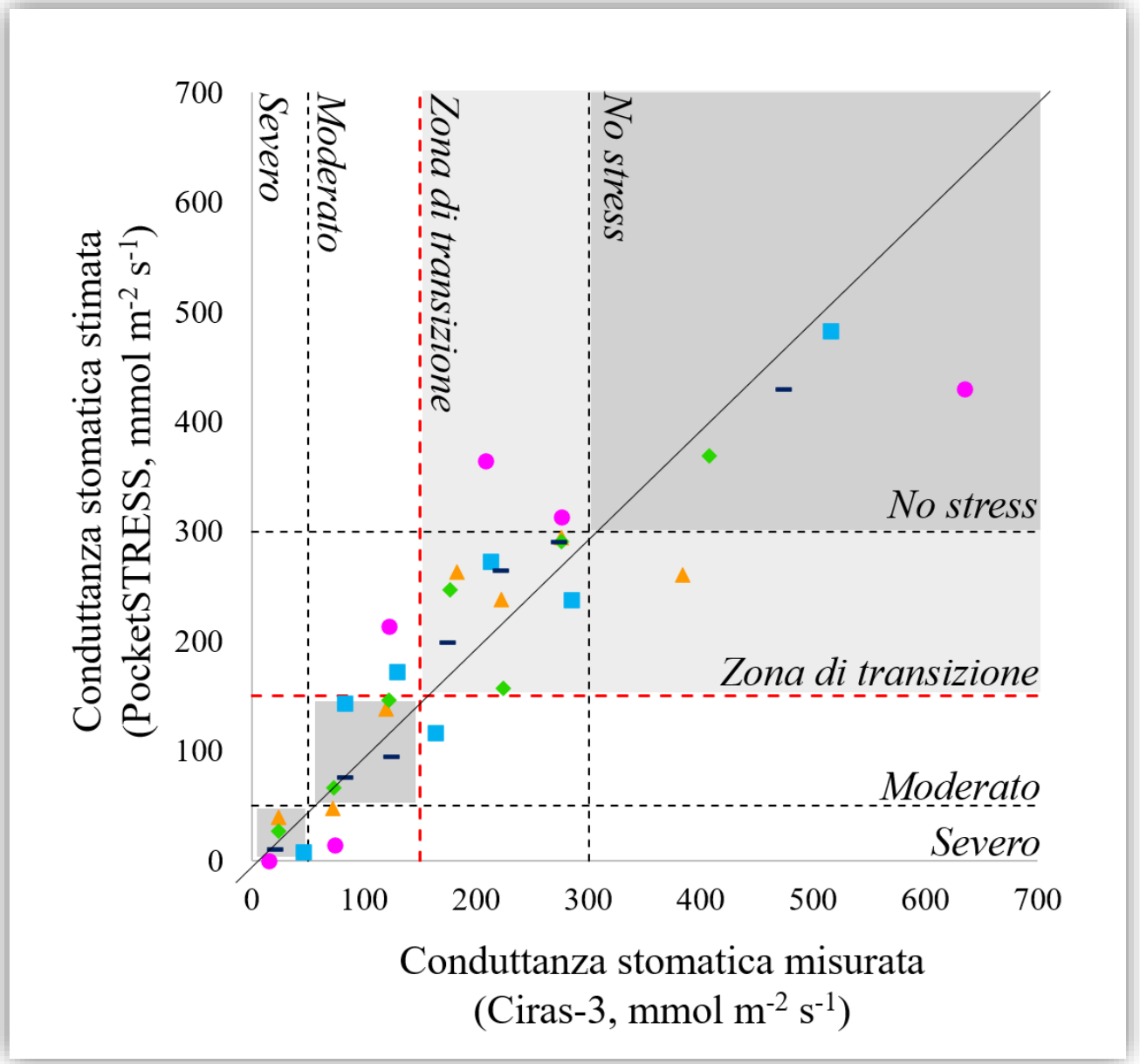


Risultati

Il suo **funzionamento ai fini operativi** è stato valutato:

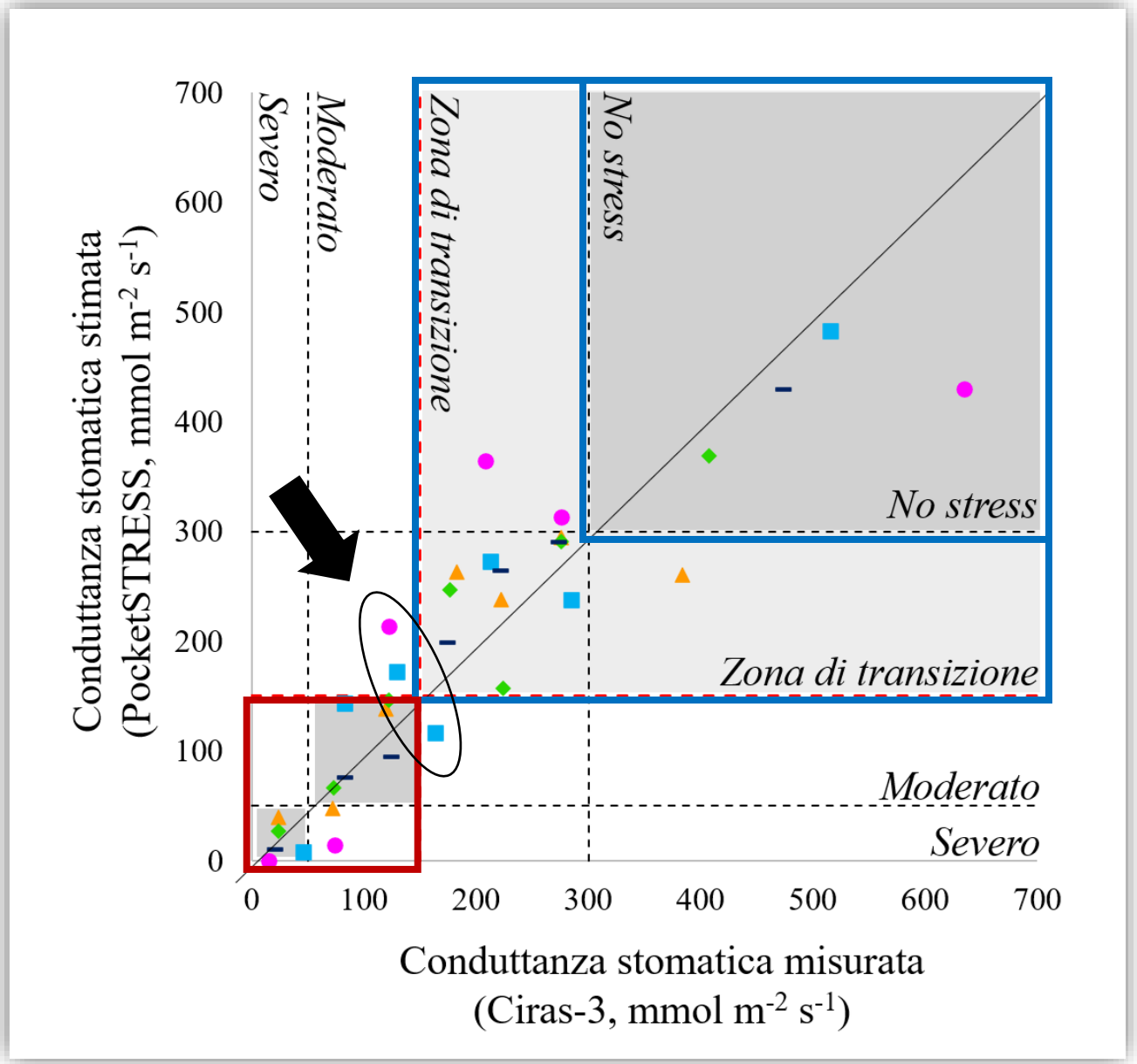
i. Confrontando g_s stimata partendo dal parametro χ (architettura della chioma) con quella misurata usando un analizzatore di scambi gassosi (CIRAS);

ii. Testando la sua capacità di fornire all'agricoltore l'informazione "corretta"



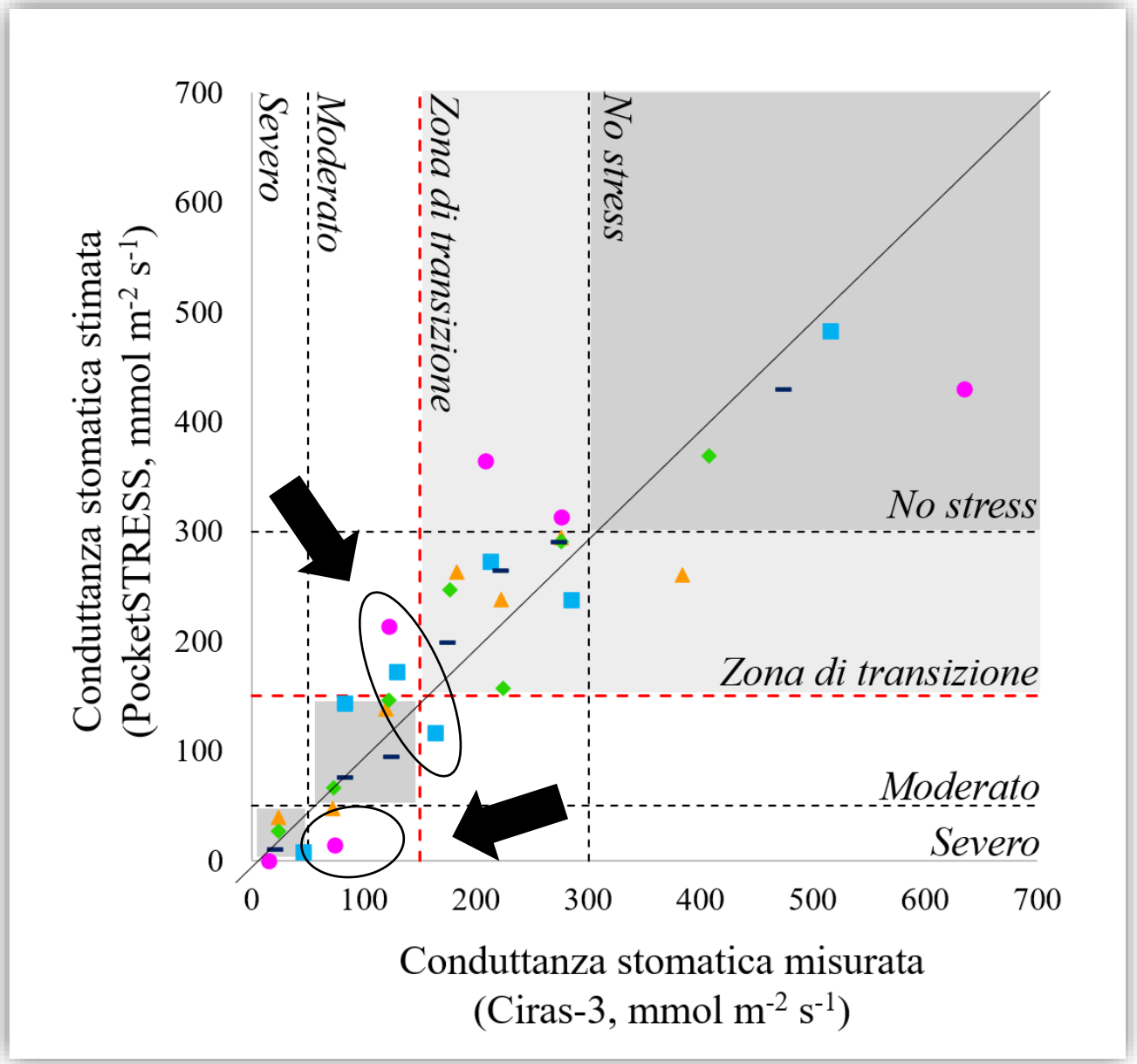
Risultati

- ✓ **Capacità elevata di discriminare tra condizioni di non-stress e stress**
  - Errori: 8% (solo 3 casi su 34)



Risultati

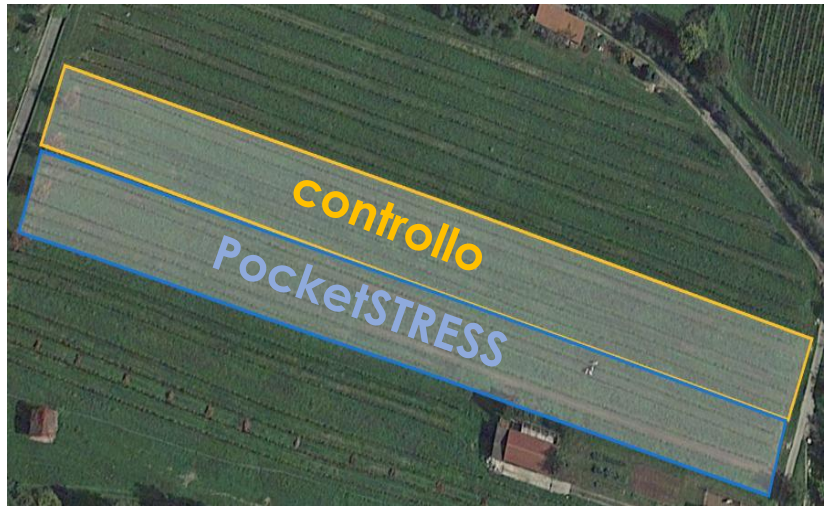
- ✓ **Capacità elevata di discriminare tra condizioni di non-stress e stress**
  - Errori: 8% (solo 3 casi su 34)
- ✓ **Quasi tutti i punti sono classificati correttamente**
  - Errori: 11% in classi sbagliate
  - ...ma solo di una classe!



Valutazione in contesti aziendali

Capacità dell'app di supportare la gestione dello stress idrico in **diversi contesti operativi** (8 appezzamenti con diversi vitigni)

- ✓ Ogni appezzamento è stato suddiviso in due parti, ciascuna con una diversa gestione dello stress idrico:
  - definita dall'agricoltore (''**controllo**'')
  - definita seguendo le indicazioni della app (''**PocketSTRESS**'')
- ✓ Prima di ogni intervento e in diversi momenti nel corso della stagione:
  1. rilievi in campo con la app
  2. consiglio sulla gestione nella parcella PocketSTRESS



Valutazione in contesti aziendali

Capacità dell'app di supportare la gestione dello stress idrico in **diversi contesti operativi** (8 appezzamenti con diversi vitigni)

✓ 44 rilievi in campo

- Suggerimento <u>coerente</u> con l'agricoltore in 36 casi su 44, di cui:
  - 5 casi era ''irrigare''
- Suggerimento <u>diverso</u> dall'agricoltore in 8 casi su 44, in cui:
  - Tutti i casi era ''non irrigare'' quando l'agricoltore avrebbe irrigato

✓ Non sono state osservate perdite produttive

✓ Rilievi qualitativi sulle produzioni – *in corso*

Conclusioni

Oltre ad estendere l’approccio a nuove varietà stiamo:

- Raccogliendo ulteriori dati per esplorare eventuali **comportamenti iso/anisoidrici**
- Valutando eventuali **meccanismi attivi** per prevenire lo stress idrico che possono influenzare l’architettura

Grazie per l’attenzione!



Questo lavoro è stato parzialmente finanziato dal Progetto TIGER, cofinanziato dall’intervento SRH05 – Azioni dimostrative per il settore agricolo, forestale ed i territori rurali – del Programma di Sviluppo Rurale 2023-2027 della Regione Lombardia.