

# Progetto POSITIVE - Protocolli Operativi Scalabili per l'agricoltura di precisione

prof. Stefano Caselli  
CIDEA - Università di Parma

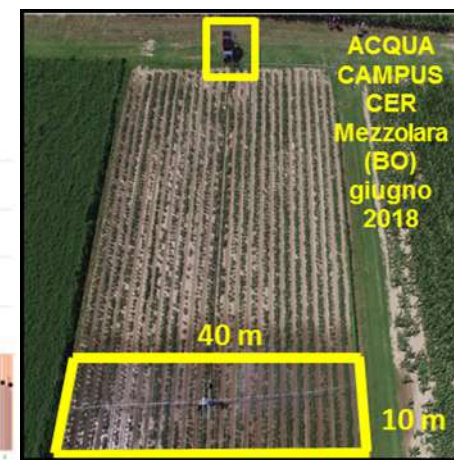
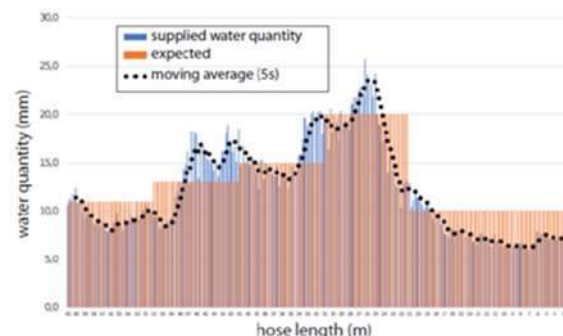


## Una «chiamata» molto esplicita

- **Obiettivo strategico:** riduzione del divario tra ciò che si potrebbe fare e ciò che si fa
- Traduzione delle **possibilità tecnologiche** dell'agricoltura di precisione **in nuove tecniche gestionali** in agricoltura e zootecnia
- Definizione di **protocolli operativi** per trasformare la “variabilità” di una popolazione di piante o animali in una risorsa da sfruttare o da correggere per innalzare sostenibilità economica ed ambientale
- **Tecnologie a rateo variabile** per razionalizzare l'uso di acqua, fertilizzanti, fitofarmaci e mangimi

## Oltre le esperienze pilota

- Tradurre le **potenzialità tecnologiche** in nuove **tecniche gestionali** in agricoltura che producano un impatto **misurabile**
- **Colli di bottiglia:** limitato tasso di aggiornamento attrezzature, scarsa utilità percepita dell'agricoltura di precisione, complessità di soluzioni tecnologiche, sistemi non interoperabili, poche figure professionali con expertise coerenti
- **Stakeholder:** produttori di attrezzature irrigue e soluzioni tecnologiche, aziende agricole e agroindustriali, policy maker delle politiche agricole e ambientali



## Per l'obiettivo strategico di un'agricoltura sostenibile e di precisione

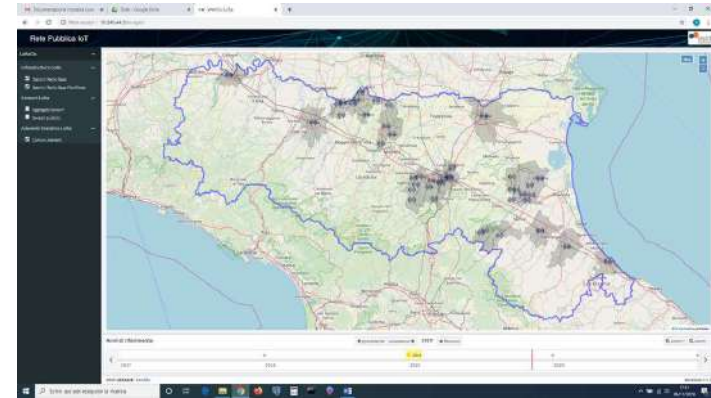
- L'ambizione di *POSITIVE* in risposta alla «call» regionale:
- Creare una piattaforma che aiuti a trasformare l'irrigazione di **precisione** da potenzialità tecnologica a **tecnica gestionale diffusa**, praticabile su tutta la regione
- Definire **protocolli operativi** che consentano di misurare la **variabilità in campo** e di valorizzarla o compensarla anche con azioni a rateo variabile per aumentare la **sostenibilità** economica e gestionale delle tecniche
- Contribuire ad una **rete di competenze agronomiche, ingegneristiche, informatiche** idonea a sostenere questa evoluzione

Protocolli Operativi Scalabili per l'agricoltura di precisione



# Opportunità tecnologiche: satelliti, sensori, reti IoT

- Rete pubblica IoT della Regione ER (Lepida)
  - [www.retepaiot.it](http://www.retepaiot.it)
- Emilia-Romagna = Irrigation valley?
  - AGRI TECHNICA at Hanover, 10-16 November 2019
  - «World's leading trade fair for agricultural machinery»
  - Catalog entry «irrigation»: 128 exhibitors → 20+ exhibitors from Emilia-Romagna (+7 from bordering provinces)
  - All four irrigation machinery partners of POSITIVE were at AGRI TECHNICA: Casella, RM Irrigation, SIME, OCMIS
- Nuovi servizi satellitari e sensori



**AGRI  
TECHNICA** <sup>DLG</sup>  
THE WORLD'S NO. 1



## Il significato di POSITIVE

**Protocolli  
Operativi  
Scalabili**  
per l'agricoltura  
di precisione

- **Protocolli:** procedure esecutive o metodi di interfacciamento standard e ben definiti
- **Operativi:** concretamente applicabili, non riservati a contesti che richiedono competenze specialistiche
- **Scalabili:** soluzioni non limitate alla singola azienda o al singolo esperimento, ma in grado di essere replicate in un contesto vasto senza limitazioni tecnologiche
- → Soluzioni POS(itive) in grado di produrre in tempi brevi impatti significativi, sul piano economico ed ambientale, su scala almeno regionale
- Anche per l'urgenza posta dalla sfida del *climate change*





# Obiettivi di POSITIVE



Contribuire ad un'infrastruttura informatica che renda disponibile per l'intera SAU regionale l'irrigazione e fertirrigazione di precisione:

- **Mappe satellitari** ad alta risoluzione di indici agronomici
- **Ricette irrigue/fertirrigue** a rateo variabile
- **Protocolli** per interfacciare reti di sensori di campo, servizi di consiglio irriguo, sistemi esperti, attrezzature per irrigazione di precisione
- **Dimostratore** di protocolli operativi scalabili per l'irrigazione di precisione



Protocolli Operativi Scalabili per l'agricoltura di precisione

**POSITIVE**



## Risultati attesi al termine di POSITIVE

- Un **servizio gestito da operatore istituzionale** che renda disponibili ogni 5 giorni mappe regionali di indici agronomici con risoluzione 10m x 10m
- Un modello previsionale di **consiglio fertirriguo di precisione arricchito da dati satellitari e reti di sensori di prossimità o in vivo**
- Un insieme di **protocolli aperti e scalabili** in grado di favorire l'innovazione nella agricoltura di precisione e di agevolare la crescita di un ecosistema di aziende agroindustriali e fornitori di soluzioni tecnologiche per l'**agricoltura 4.0**
- **Dimostrazioni dei protocolli per l'irrigazione di precisione** con il coinvolgimento di aziende agricole e industriali





## Alcune attività in POSITIVE

- Sviluppo di sensori innovativi (radiazioni gamma, gas, bioristor)
- Validazione in campo di indici di vigoria da immagini satellitari e analisi di correlazione con parametri biofisici
- Elaborazione di immagini satellitari e produzione di mappe di indici di vigoria accessibili mediante web service
- Integrazione nella generazione del consiglio irriguo di mappe di vigoria satellitari e di dati sensoriali --> Irrinet+
- Interfacciamento automatico con macchine irrigatrici
- Creazione infrastruttura IT

Protocolli  
Operativi  
Scalabili  
per l'agricoltura  
di precisione

**POSITIVE**

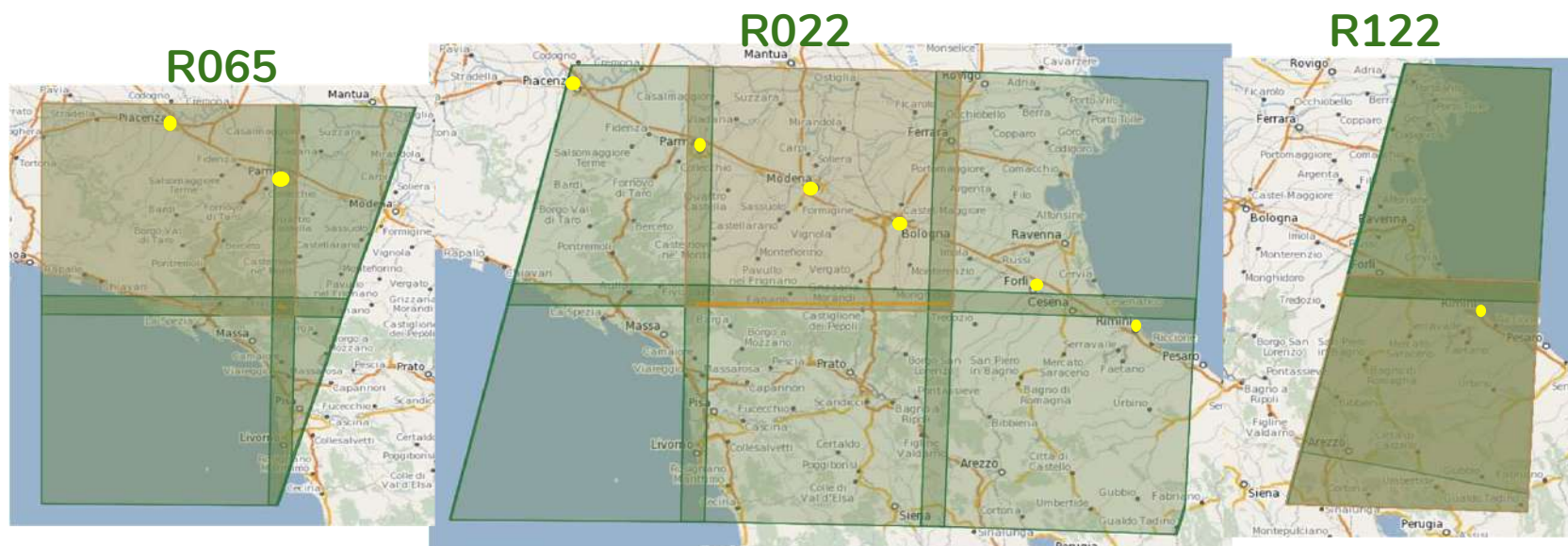


Regione Emilia-Romagna



# Elaborazione immagini satellitari

- Orbite e riquadri sull'area di interesse





# Produzione di mappe di indici di vigoria



- Mappe a risoluzione 10m x 10m (massima risoluzione delle bande Sentinel) di indici EVI e NDVI
- Correzione atmosferica e aggiornamento mappe ad ogni transito del satellite
- Creazione di web service per accesso al servizio

$$\text{Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)} = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

$$\text{Enhanced Vegetation Index (EVI)} = 2.5 \left( \frac{NIR - RED}{NIR + 6 * RED - 7.5 * BLU + 1} \right)$$



# Validazione in campo di correlazioni tra indici vegetazionali e parametri biofisici



## Legenda

Positive\_experimetal\_fields

- Cipolla
- Mais
- Patata
- Pomodoro
- Soia

Google Hybrid

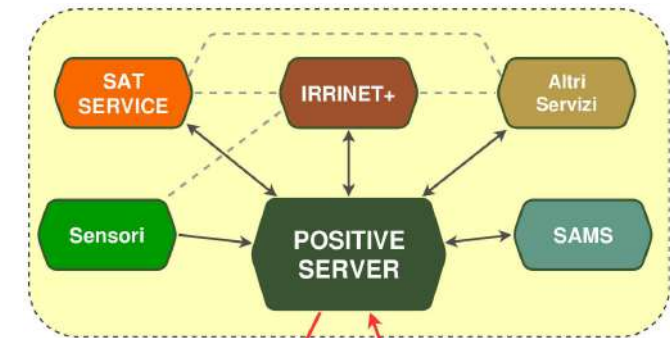


- Su coltivazioni di larga diffusione in regione ER
- Migliori correlazioni: EVI, NDVI

CRAST, CER, DISTAL

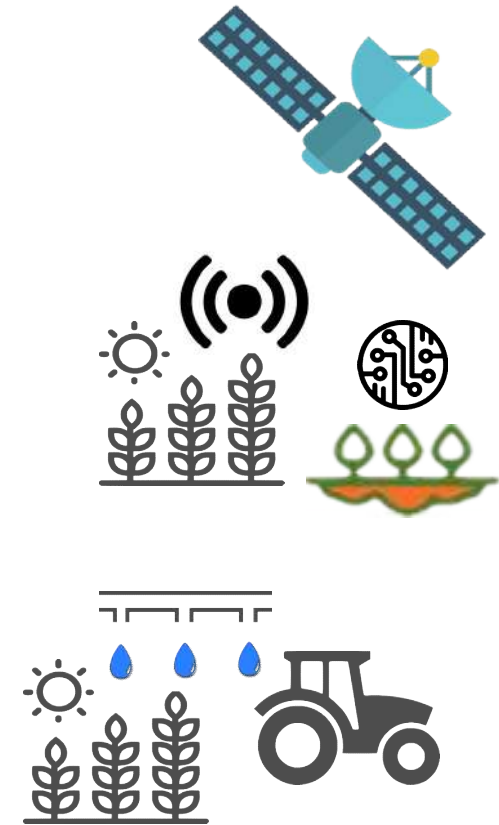
# Sistema Informativo POSITIVE

- Distribuito, orientato ai servizi e ai **Big Data**
- Integra fonti di dati eterogenee (**satelliti, reti IoT, ..**)
- Utilizza formati di scambio standard (JSON, GeoJSON)
- Abilita i **Protocolli Operativi Scalabili (POS)**
  
- **Il server POSITIVE**
- Linguaggio **Go** → elevata scalabilità, replicabile in Cloud
- Raccoglie ed elabora **dati satellitari e sensoriali**
- **Orchestra** il processo di irrigazione e fertirrigazione
- Gestisce le richieste dell'utente agricoltore
- Interagisce con le macchine irrigatrici



# Flussi Informativi

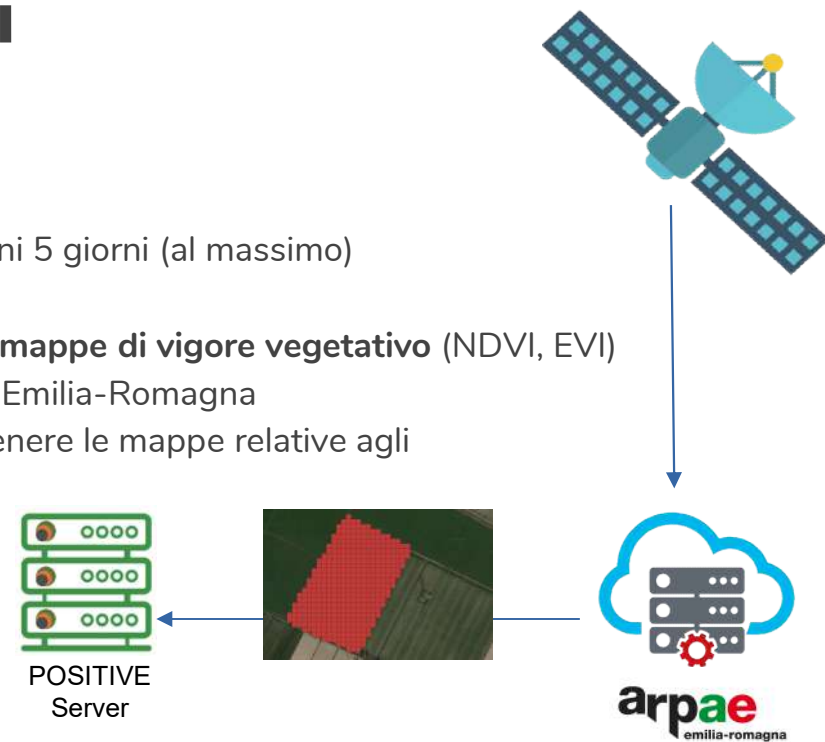
- **Flusso dati satellitari**
  - Acquisizione immagini multispettrali da satellite ed elaborazione di mappe di vigore vegetativo in Sat Service
  - Download mappe di vigore vegetativo da Sat Service
  - Validazione mappe (contorni, formato dati geografici)
  - Invio mappe a Irrinet+ per integrazione nel modello di bilancio idrico
- **Flusso dati sensoriali**
  - Sensori eterogenei
  - Reti di accesso eterogenee
- **Flusso della ricetta irrigua alla macchina**
  - Gestione richieste per consiglio irriguo
  - Produzione consiglio irriguo specifico per appezzamento e macchina irrigatrice, di concerto con Irrinet+





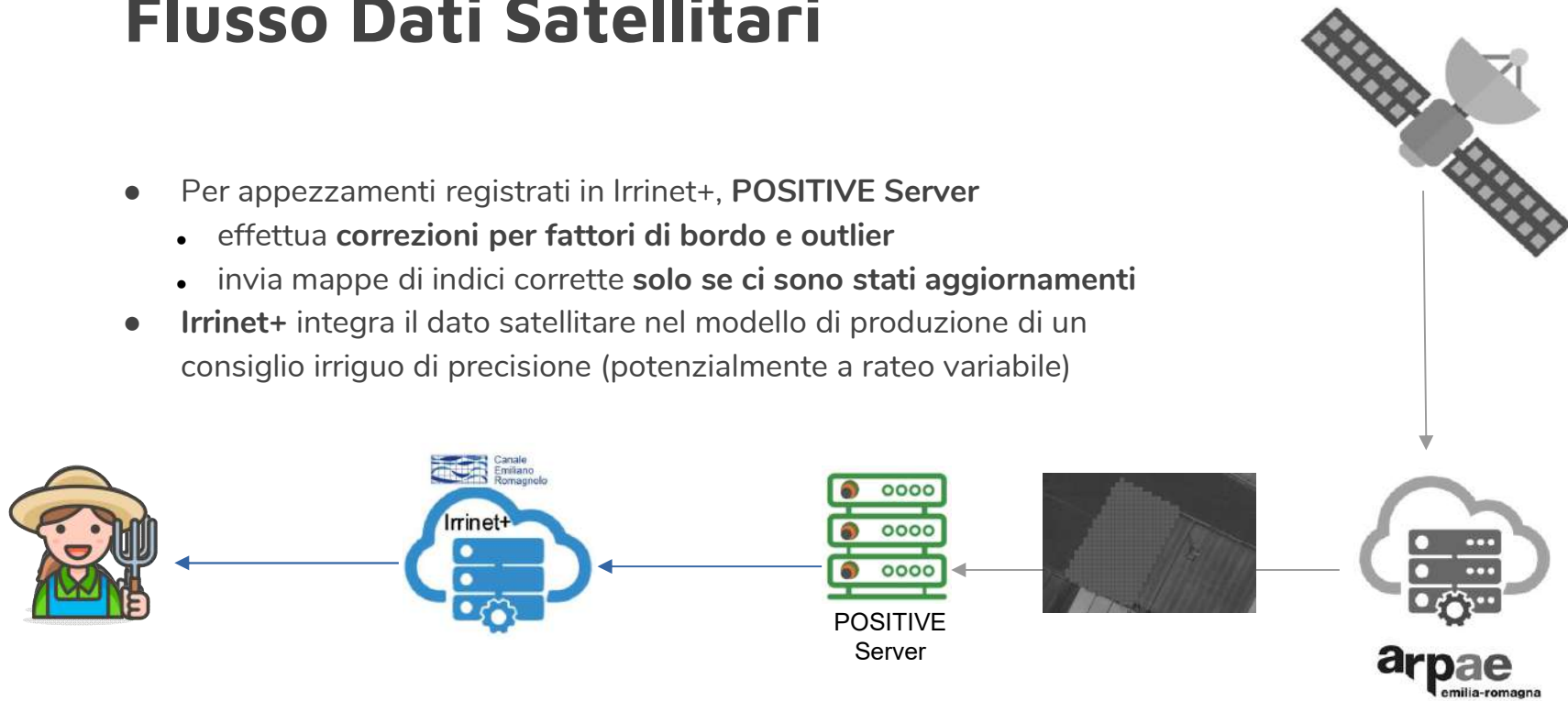
# Flusso Dati Satellitari

- Satelliti **Sentinel-2**, missione Copernicus
  - osservazione dello stesso appezzamento ogni 5 giorni (al massimo)
  - fornisce mappe di radiazione in varie bande
- Sat Service elabora i dati Sentinel-2 e produce **mappe di vigore vegetativo** (NDVI, EVI) per la superficie di interesse dell'intera regione Emilia-Romagna
- POSITIVE Server interroga **Sat Service** per ottenere le mappe relative agli appezzamenti registrati in Irrinet+
- Partizionamento in celle  $10 \times 10 \text{ m}^2$
- Coordinate UTM32 o WGS84



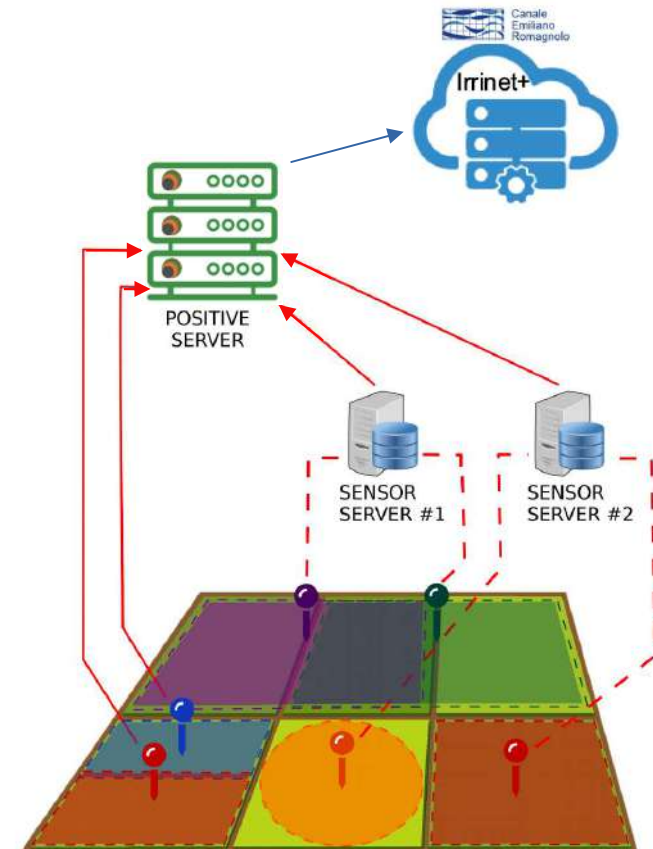
# Flusso Dati Satellitari

- Per appezzamenti registrati in Irrinet+, **POSITIVE Server**
  - effettua **correzioni per fattori di bordo e outlier**
  - invia mappe di indici corrette **solo se ci sono stati aggiornamenti**
- **Irrinet+** integra il dato satellitare nel modello di produzione di un consiglio irriguo di precisione (potenzialmente a rateo variabile)



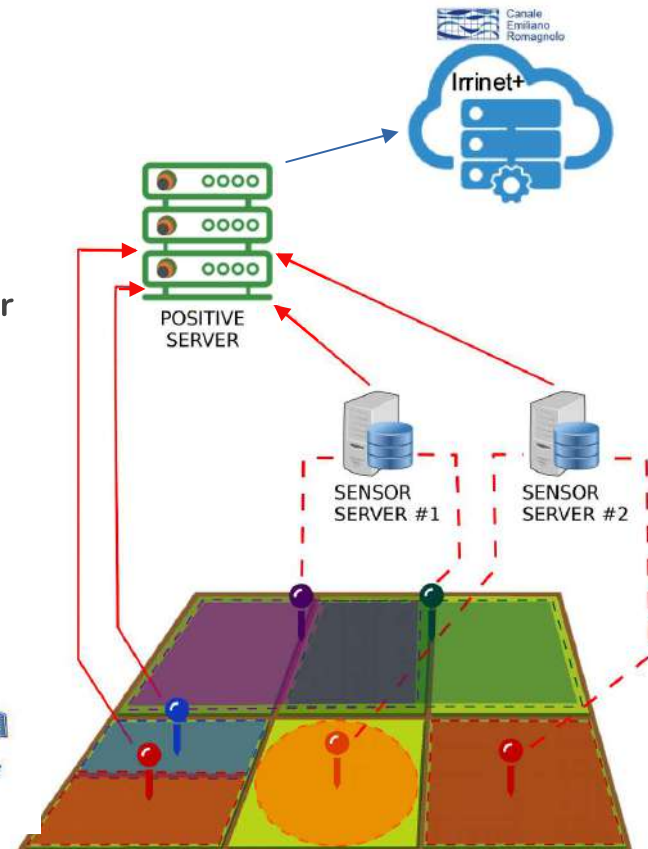
# Flusso Dati Sensoriali

- Gestione di situazioni eterogenee
  - **sensori in campo**
  - **sensori in vivo**
- Sensori che coprono uno o più terreni
- Sensori con area di copertura limitata
  - più sensori nello stesso appezzamento
- Possibile presenza di server intermedi
  - filtraggio
  - elaborazione locale
- POSITIVE Server invia dati sensoriali a Irrinet+, che li integra nel modello del bilancio idrico



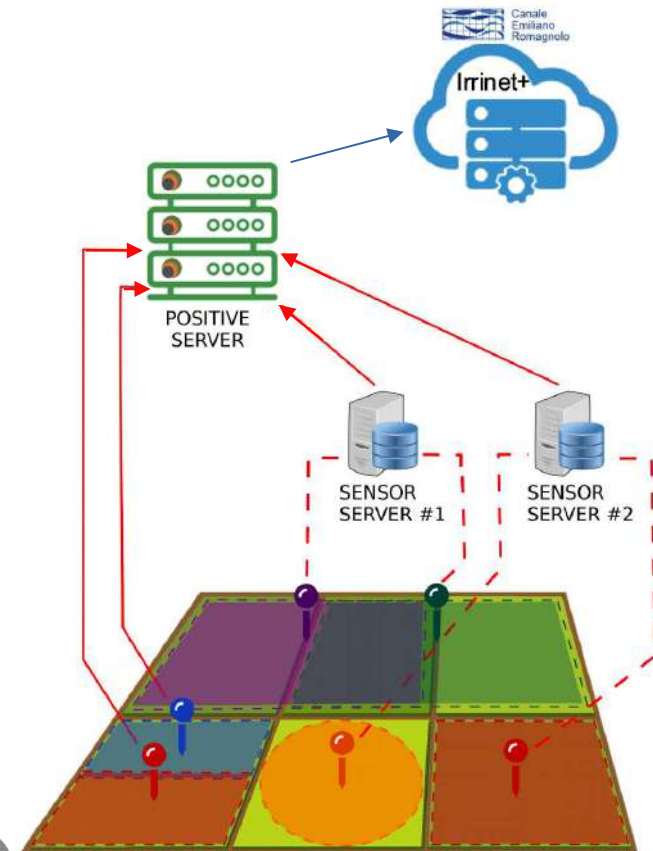
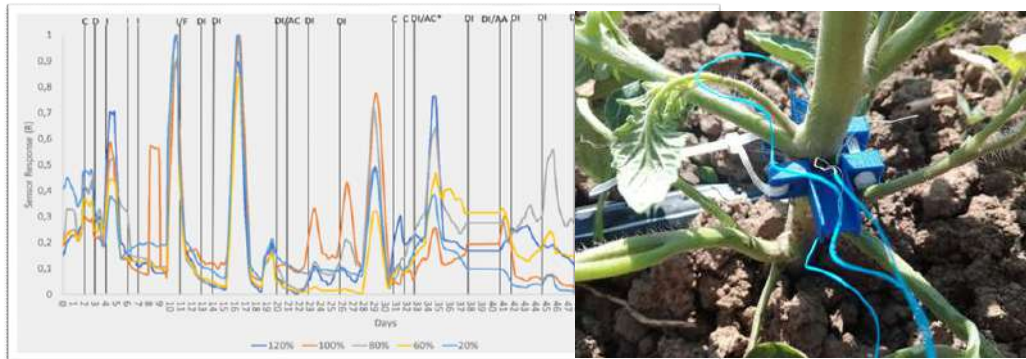
# Flusso Dati Sensoriali

- POSITIVE Server interroga Web API di **Sensor Server**
- Dati forniti:
  - **umidità terreno** (da sensori radiazioni gamma)
  - **stress idrico** delle coltivazioni (da sensori gas)
- Frequenza di interrogazione: configurabile



# Flusso Dati Sensoriali

- Sensori in vivo ( **bioristor: transistor elettrochimico organico**)
- POSITIVE Server espone una Web API che i dispositivi utilizzano per inviare dati



# Flusso Dati Sensoriali

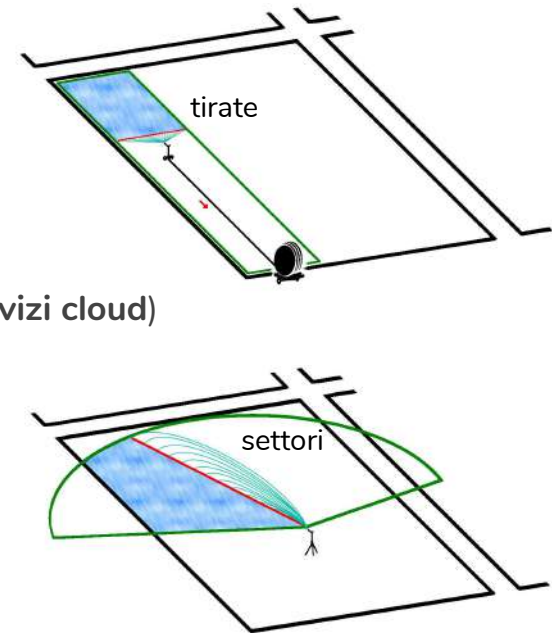
- Sensori a basso data rate e ridotto consumo energetico
- Tecnologia IoT long-range: **LoRaWAN**
- Sperimentazione in corso su **Rete PA IoT di Lepida**
  - sensori di umidità del terreno e di temperatura
  - gateway pubblici
  - POSITIVE Server recupera i dati da Web API di Rete PA IoT





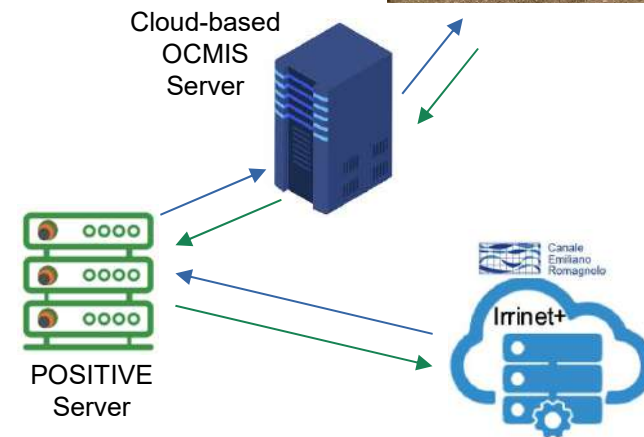
# Flusso della Ricetta Irrigua alla Macchina

- Supporto all'irrigazione a **rateo variabile**
- Risoluzione celle  $10 \times 10 \text{ m}^2$
- POSITIVE Server
  - adatta il consiglio irriguo al tipo di macchina
  - invia comandi alla macchina (direttamente o tramite **servizi cloud**)
  - può ricevere i dati di irrigazione, a procedura ultimata
- Supporto per:
  - **macchine irrigatrici lineari**
  - **pivot**



# Flusso della Ricetta Irrigua alla Macchina

- Interfacciamento con macchine irrigatrici lineari di OCMIS, tramite server di controllo in cloud
- Fase 1: **ottenimento consiglio irriguo**
- Fase 2: **comunicazione della quantità di acqua somministrata lungo la tirata**



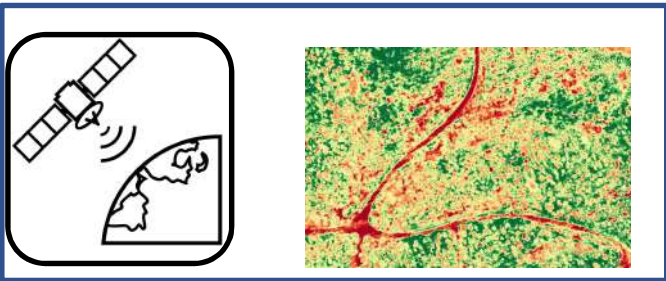
## The proof of the pudding...

- 14 Agosto 2020, Azienda Marsili - Acquacampus CER:
- Prima irrigazione guidata da protocolli POSITIVE *machine to machine* (M2M)





# IRRIFRAME+

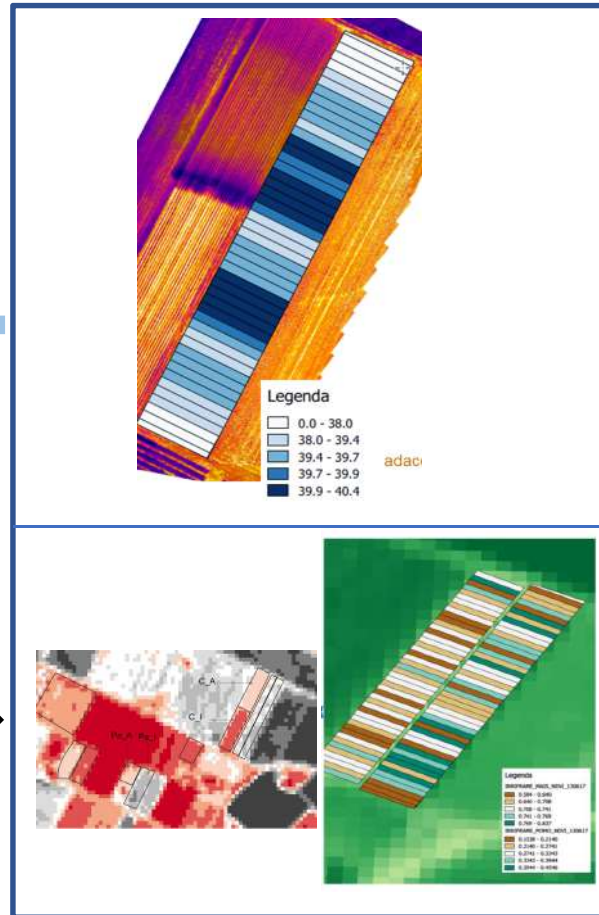


SAT Service POSITIVE

**OGMIS**  
we irrigate the world



## Positive Server



**Irriframe**  
IL PORTALE DELL'IRRIGAZIONE

Protocolli Operativi Scalabili per l'agricoltura di precisione

**POSITIVE**

**cihea**  
CENTRO INTERDEPARTAMENTALE PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

**POR FESR EMILIA-ROMAGNA 2014/2020**

UNIONE EUROPEA  
Fondo europeo di sviluppo regionale



Regione Emilia-Romagna



**Gestione Campi** | **Gestione tirate**

Demo

- Campo9\_Patata\_Positive\_IFIest
- Campo8\_Patata\_Positive\_IFIPlus
- Campo6\_Pomodoro\_Positive\_IFIPLUS
- Campo7\_Pomodoro\_Positive\_IFIest

Tirata 1

Numero Settori	3	
Settore 1	83 m / 272 ft	18 mm
Settore 2	42 m / 138 ft	18 mm
Settore 3	0 m / 0 ft	18 mm

Test POSITIVE





## Prossime attività di POSITIVE

- Creazione di **protocolli standard** per altre tipologie di macchine irrigatrici: rotolone + cannone
- Sviluppo di **cruscotto aziendale per monitoraggio** e comandi attività irrigue basato su GIS
- Migliore integrazione di sensori in campo
- Analisi di scalabilità e prestazioni delle piattaforme POSITIVE
- **Dimostrazioni in campo** in aziende agricole esterne al progetto per promozione e formazione su potenzialità della irrigazione di precisione





## I partner del progetto

- Laboratori partner:



- Partner associati: IMEM-CNR, DISTAL UniBO, ARPAE, Azienda Stuard
- Aziende partner: APOFruit, Mutti, Casella, OCMIS, SIME, WINET, Horta, DINAMICA



Grazie per l'attenzione  
[stefano.caselli@unipr.it](mailto:stefano.caselli@unipr.it)

