

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

prof. Stefano Caselli
CIDEA - Università di Parma

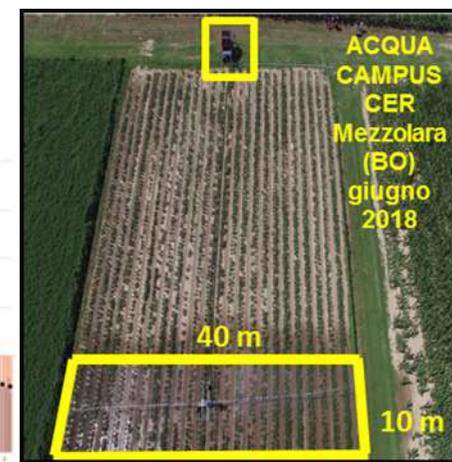
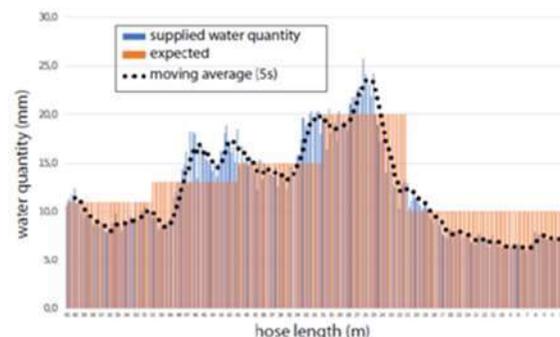


Una «chiamata» molto esplicita

- **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

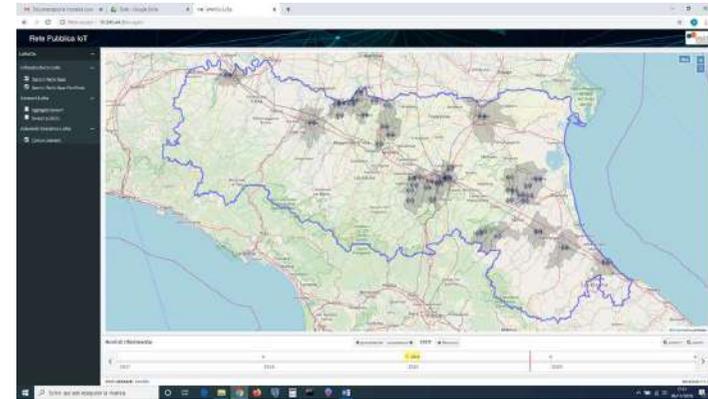
- L'ambizione di *POSITIVE* in risposta alla «call» regionale:
- Creare una piattaforma che aiuti a trasformare l'irrigazione di **precisione** da potenzialità tecnologica a **tecnica gestionale diffusa**, praticabile su tutta la regione
- Definire **protocolli operativi** che consentano di misurare 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
- 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** ^{DLG}
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



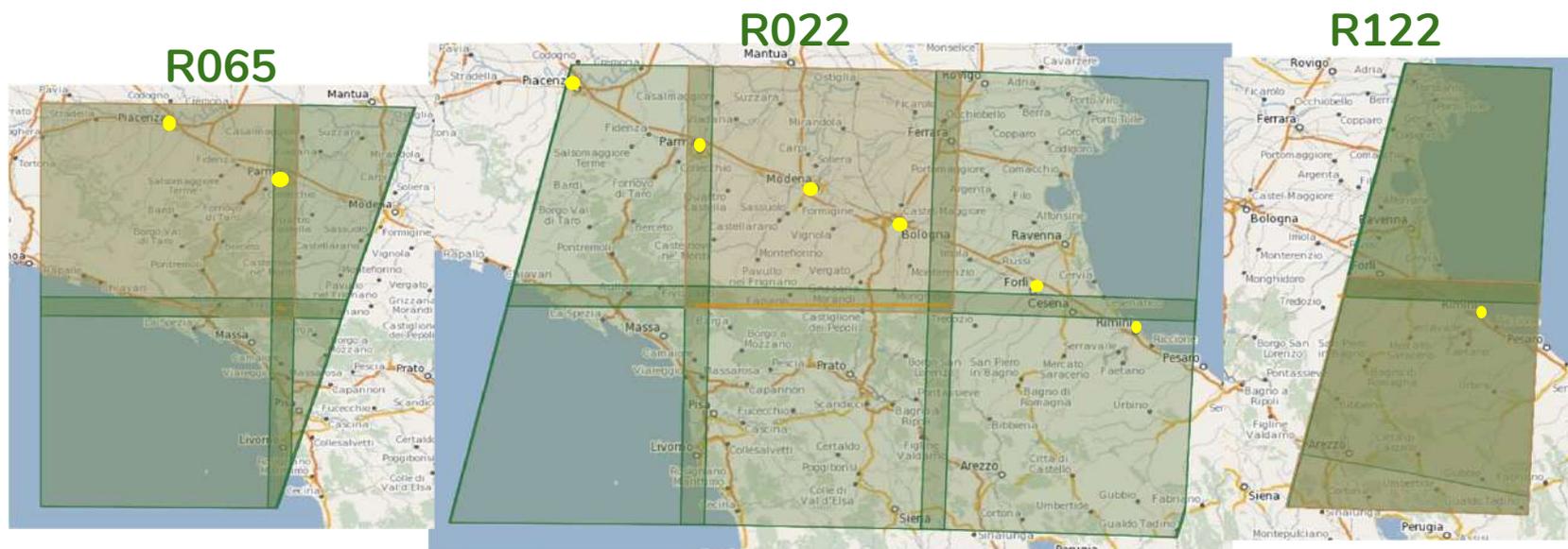
Alcune attività in POSITIVE

- 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



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



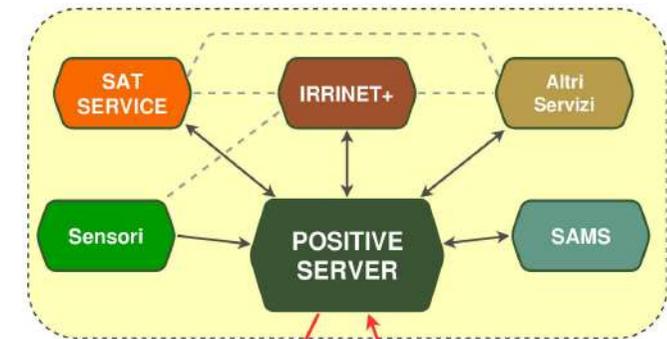
- Su coltivazioni di larga diffusione in regione ER
- Migliori correlazioni: EVI, NDVI

CRAST, CER, DISTAL

Sistema Informativo POSITIVE

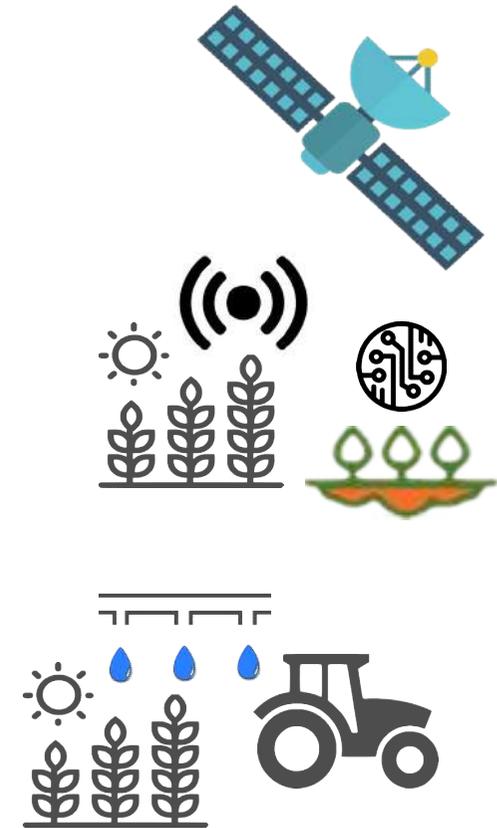
- Distribuito, orientato ai servizi e ai **Big Data**
- Integra fonti di dati eterogenee (**satelliti, reti IoT, ..**)
- Utilizza formati di scambio standard (JSON, GeoJSON)
- Abilita i **Protocolli Operativi Scalabili (POS)**

- **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



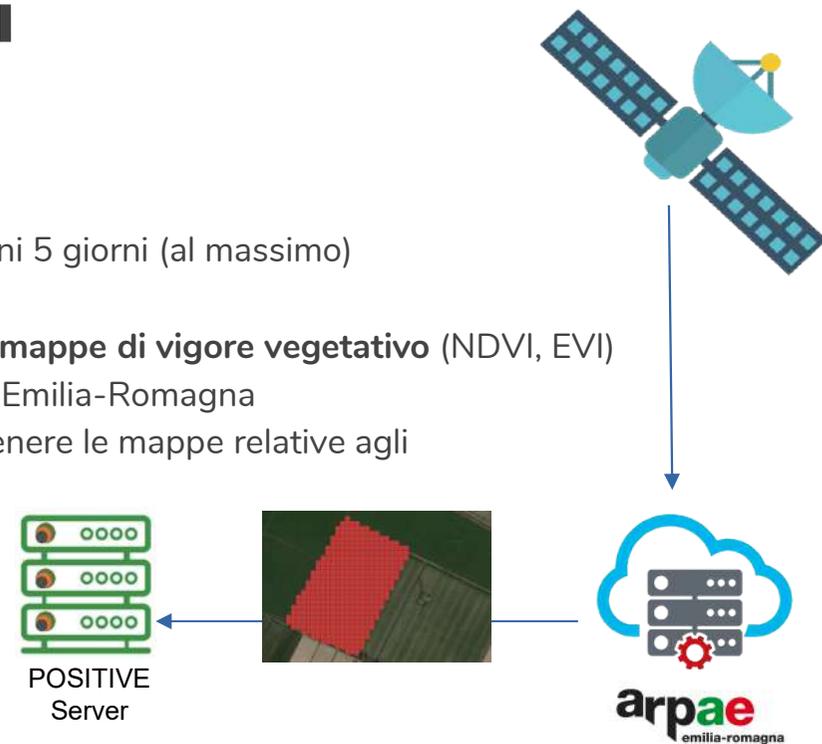
Flussi Informativi

- **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+



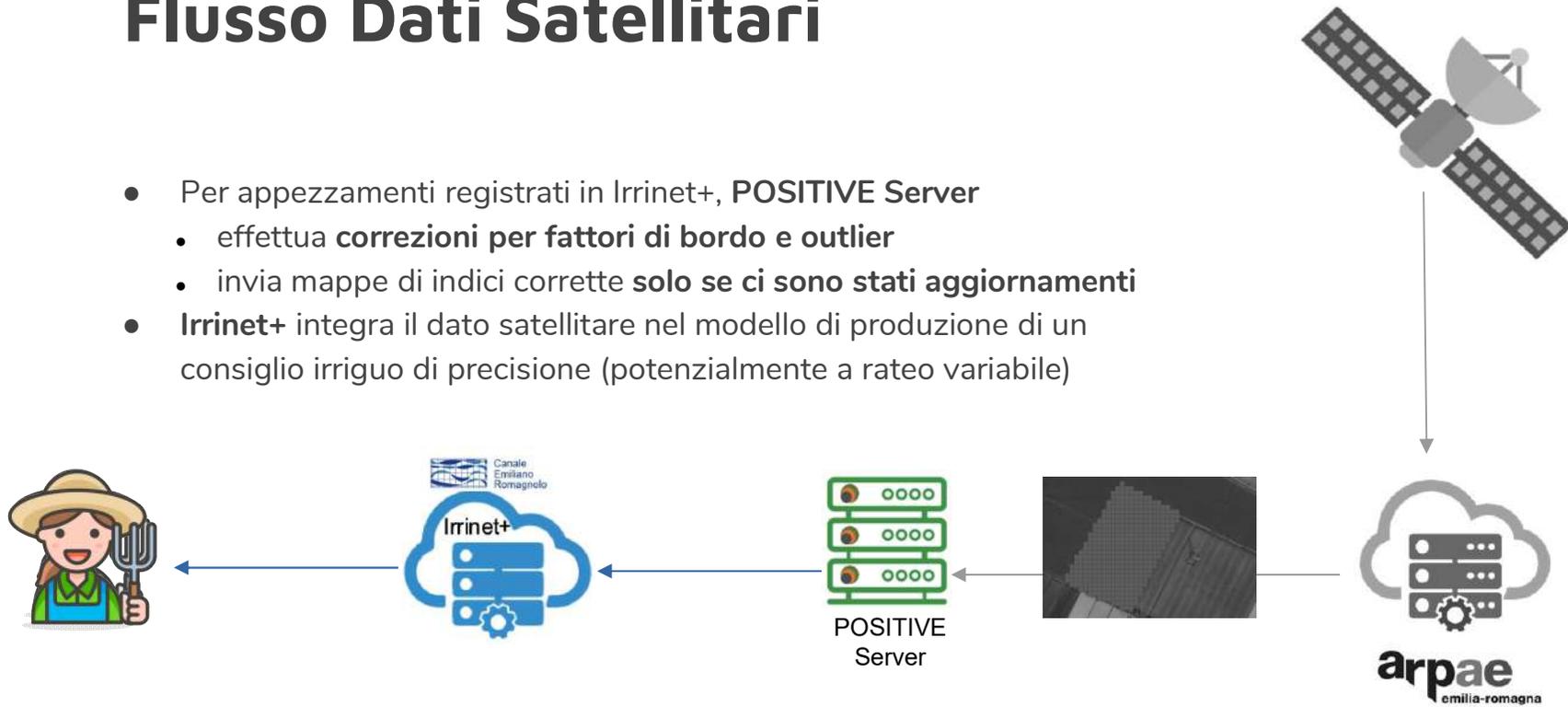
Flusso Dati Satellitari

- 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



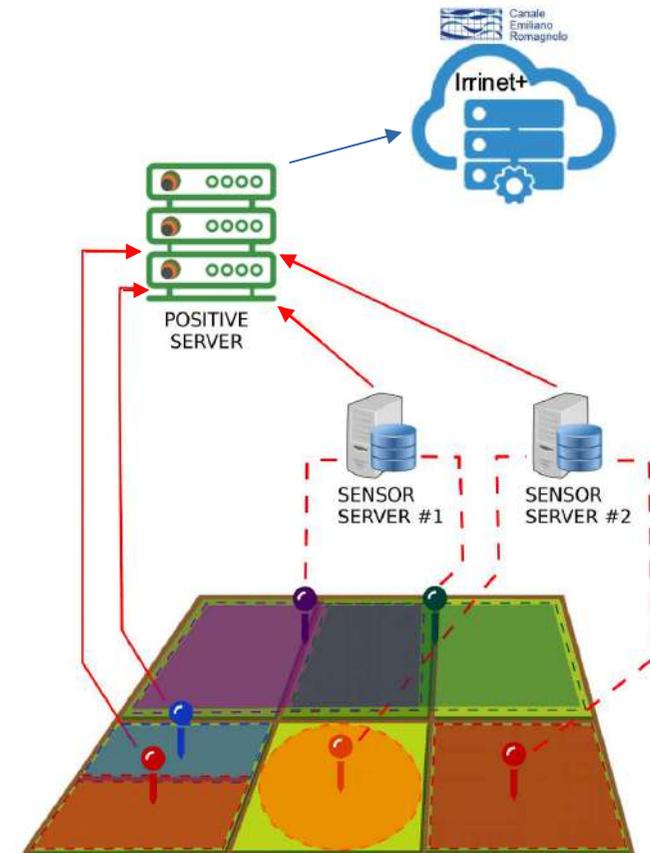
Flusso Dati Satellitari

- 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)



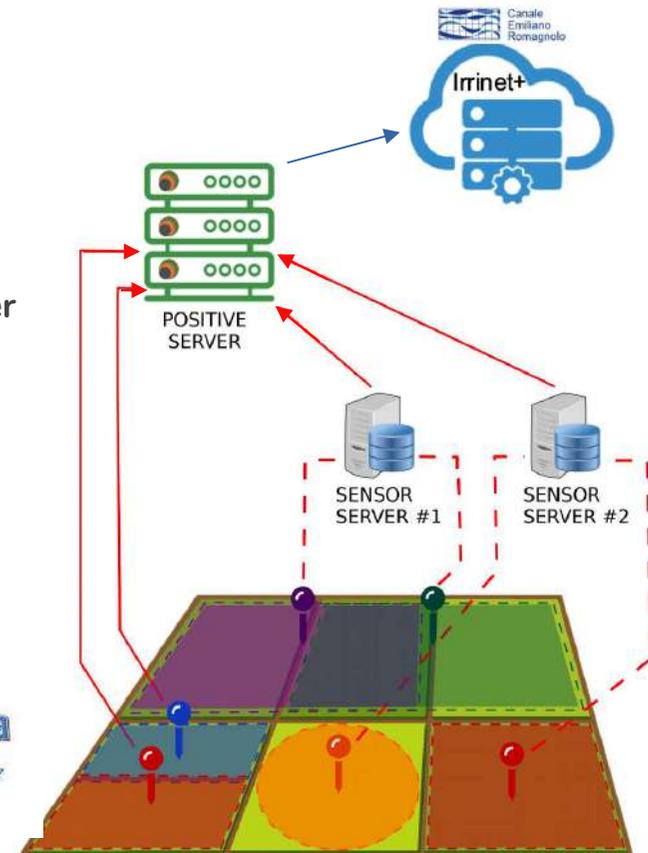
Flusso Dati Sensoriali

- 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



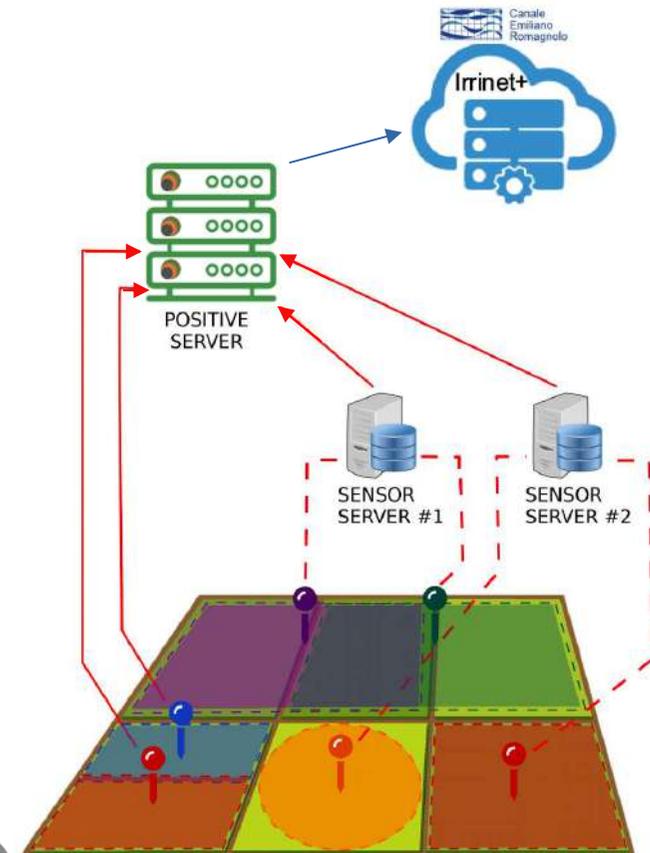
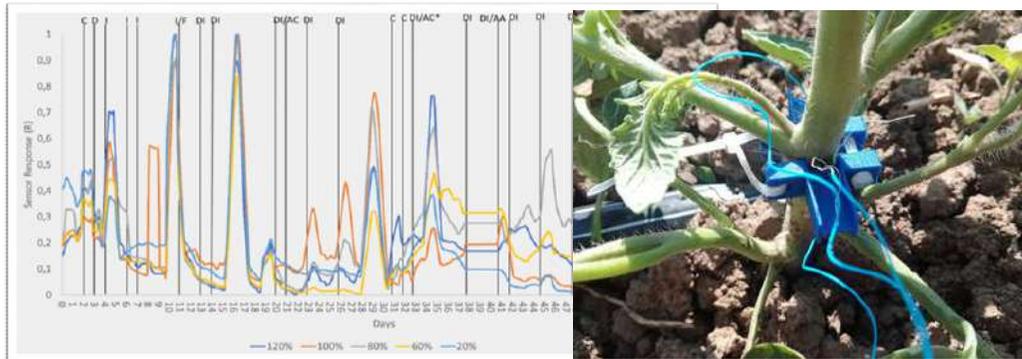
Flusso Dati Sensoriali

- 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



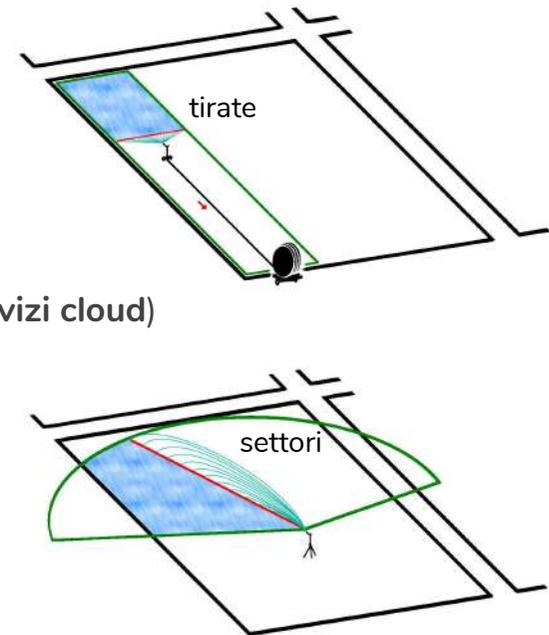
Flusso Dati Sensoriali

- 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



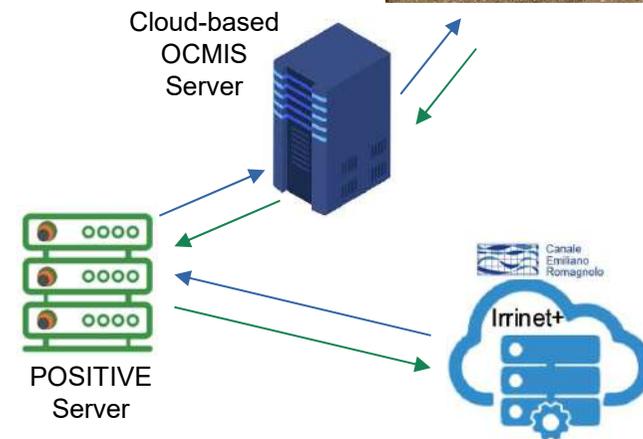
Flusso della Ricetta Irrigua alla Macchina

- 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**



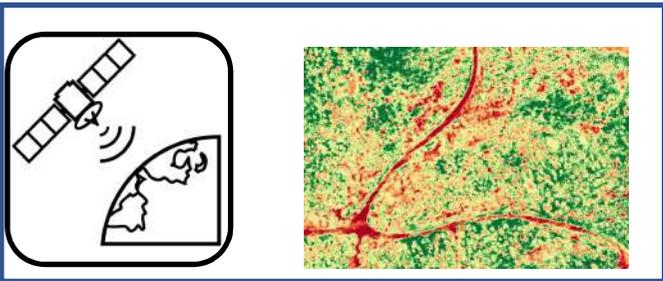
The proof of the pudding...

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





IRRIFRAME+

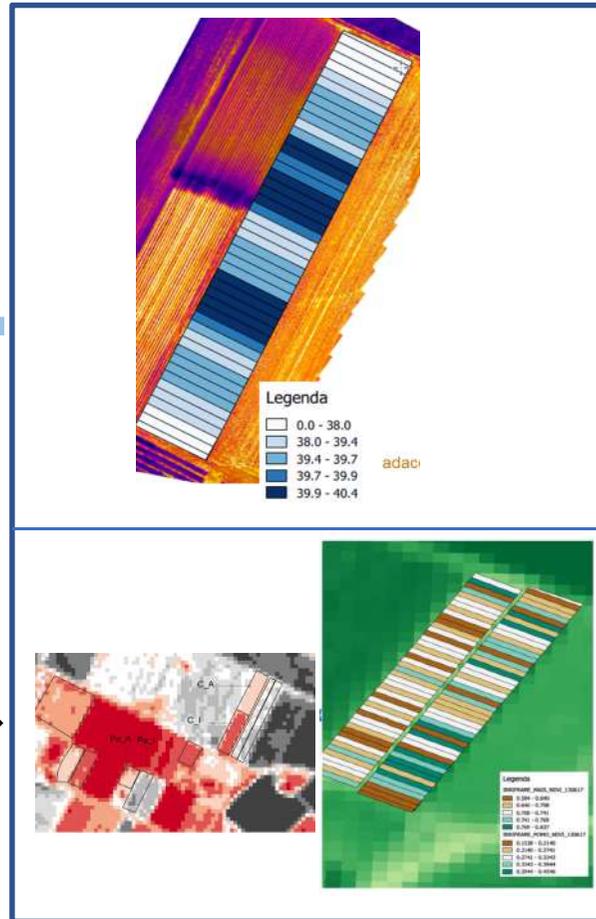


SAT Service POSITIVE

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

