



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



# GESTIONE DELLE INFORMAZIONI PER L'AGRICOLTURA 4.0 IN TERRITORIO MONTANO

MARTEDÌ 12 MARZO 2024 | ORE 15.45





# Gestione delle informazioni per l'Agricoltura 4.0 in territorio montano.

**Elio Romano**

[elio.romano@crea.gov.it](mailto:elio.romano@crea.gov.it)

*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA)  
Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari*

12 marzo 2024  
Treviglio

# Gestione delle informazioni per l'Agricoltura 4.0 in territorio montano.

- L'Agricoltura Digitale può essere un valido strumento per il miglioramento della gestione delle attività agricole, per l'ottimizzazione della distribuzione degli input alle coltivazioni e per la riduzione dell'impatto ambientale.
- Le innovazioni tecnologiche permettono sempre migliori performance alle macchine agricole, consentono sempre maggiori corrispondenze tra quanto prescritto e quanto realizzato e costituiscono quindi un notevole contributo alla sostenibilità delle operazioni agricole e quindi dei prodotti ottenibili.
- La presentazione, dopo una panoramica sui concetti generali di Agricoltura di Precisione e Digitale, mostrerà i percorsi delle informazioni utili alla gestione dell'Agricoltura 4.0 con esempi dedicati anche al territorio montano.



# Layout del seminario



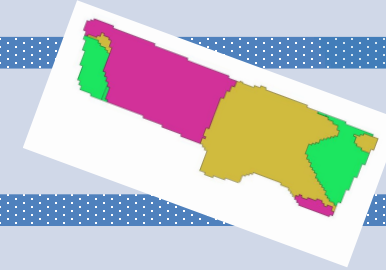
Premessa e presentazione delle attività del CREA



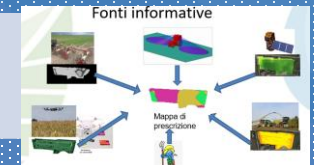
Panoramica sui concetti di Agricoltura di Precisione e Digitale



Fonti informative delle mappe di variabilità



Flusso delle informazioni per la gestione dell'Agricoltura 4.0



Esempi di tecnologie per la distribuzione VRT



Analisi delle potenzialità dell'AP in territorio montano

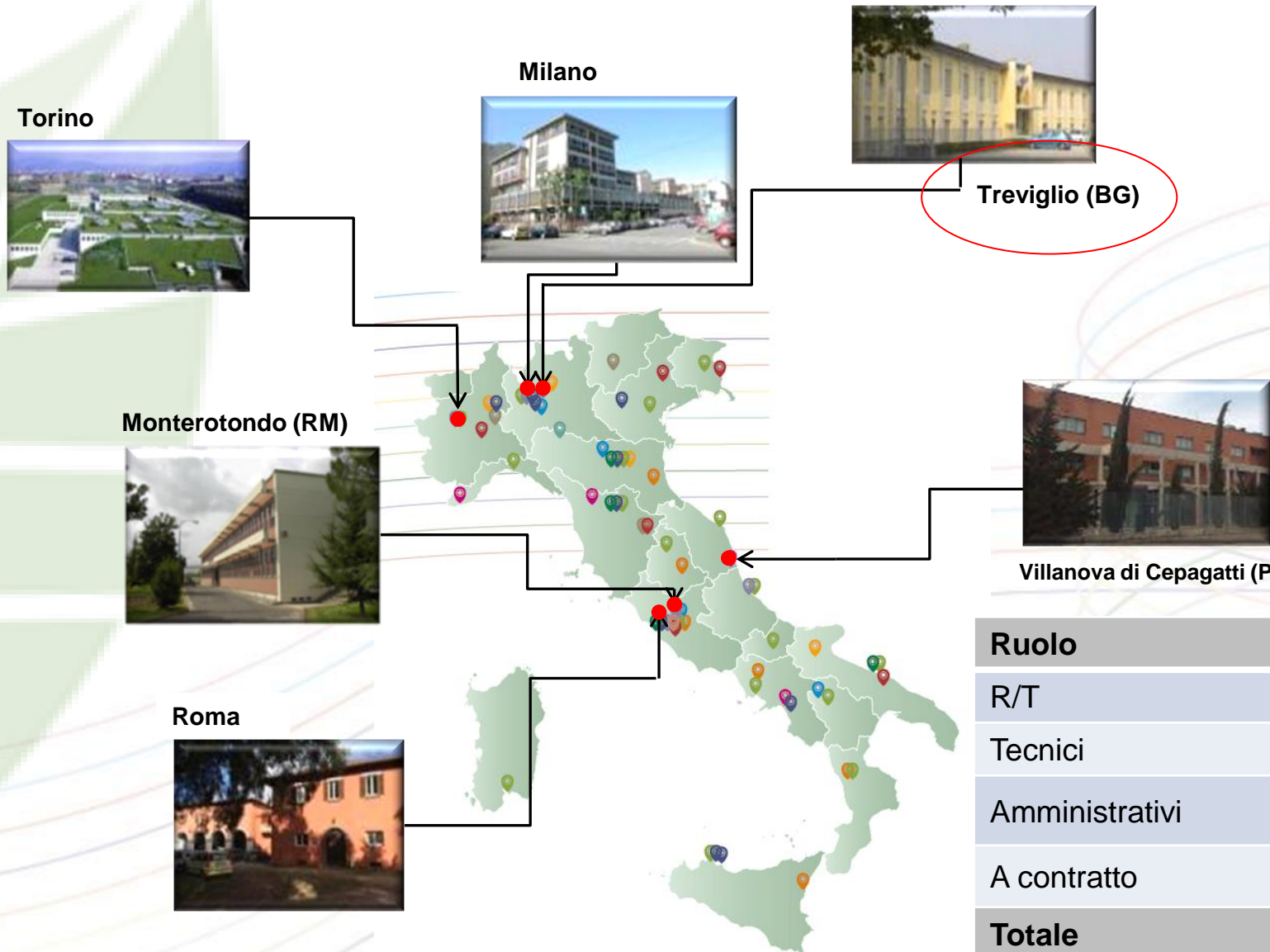


1920: nasce l'ISMA a Milano, la **transizione** verso l'introduzione delle macchine in agricoltura.

1957: trasferimento a Treviglio nella nuova sede, la **transizione** verso la ricerca sulle macchine, l'ergonomia e l'armonizzazione delle prove a livello internazionale (OCDE).

1990-2017: riforme varie fino alla creazione del CREA e dei **12 Centri di ricerca**, la **transizione** verso l'economia circolare e il digitale.





Ruolo	N.
R/T	65
Tecnici	58
Amministrativi	20
A contratto	10
<b>Totale</b>	<b>153</b>



- 1 • Ingresso, Uffici e Biblioteca
- 2 • Laboratorio Vibrazioni e Barometria
- 3 • Analisi di stabilità
- 4 • Test Dinamometrici
- 5 • Sala Prove Motori e Combustibili Alternativi
- 6 • Pista per Analisi Dinamica Veicoli Agricoli
- 7 • Fonomeria ed Ergonomia
- 8 • Centro Azienda Sperimentale



# Il Centro di Ricerca di Treviglio: 15 ha di area sperimentale



**crea**

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

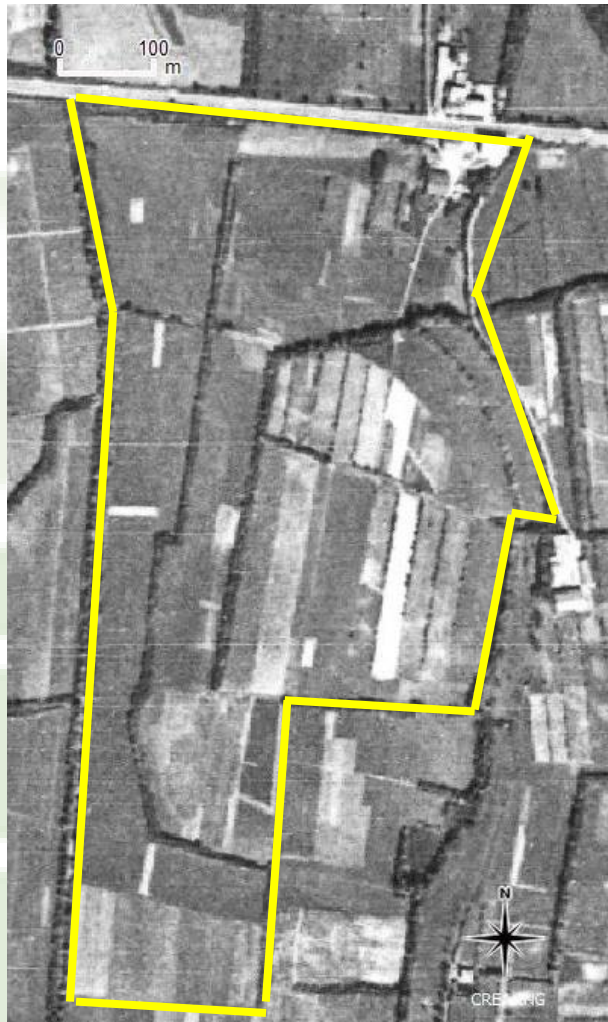
[elio.romano@crea.gov.it](mailto:elio.romano@crea.gov.it)





# Alla ricerca della variabilità: il suolo

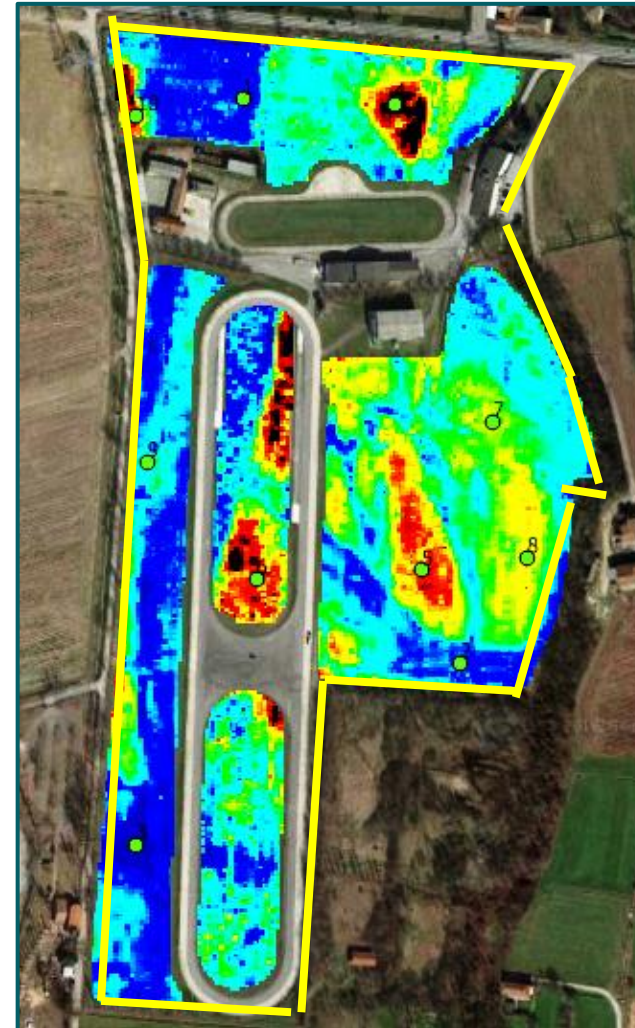
1954



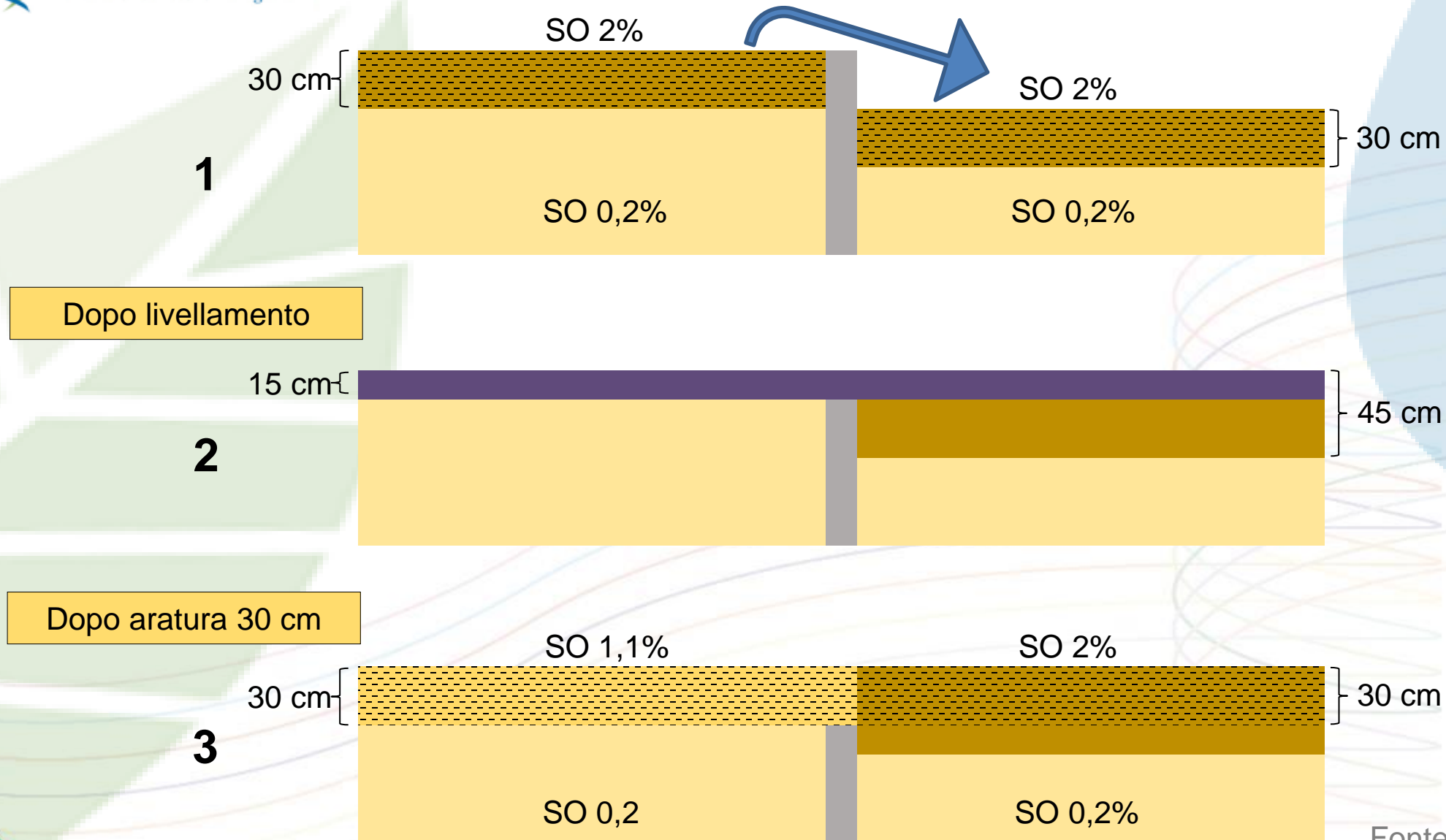
2014



2016

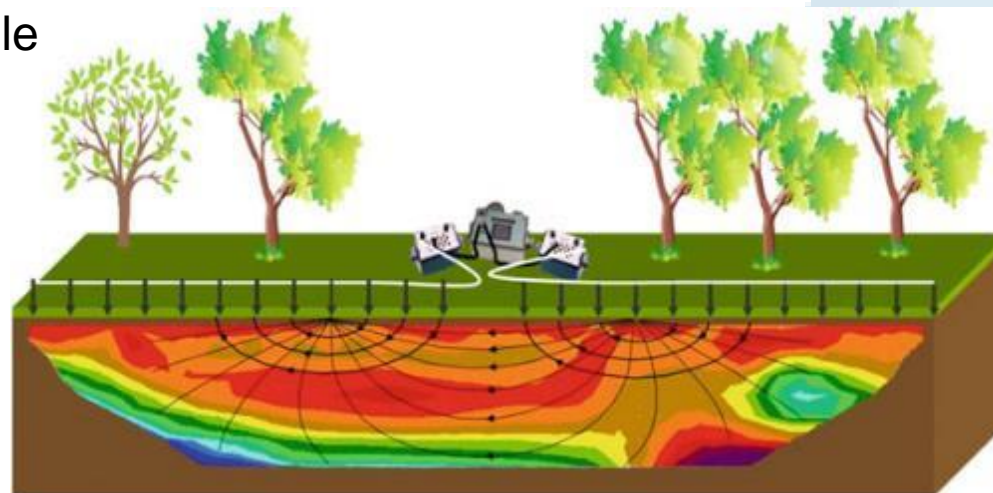


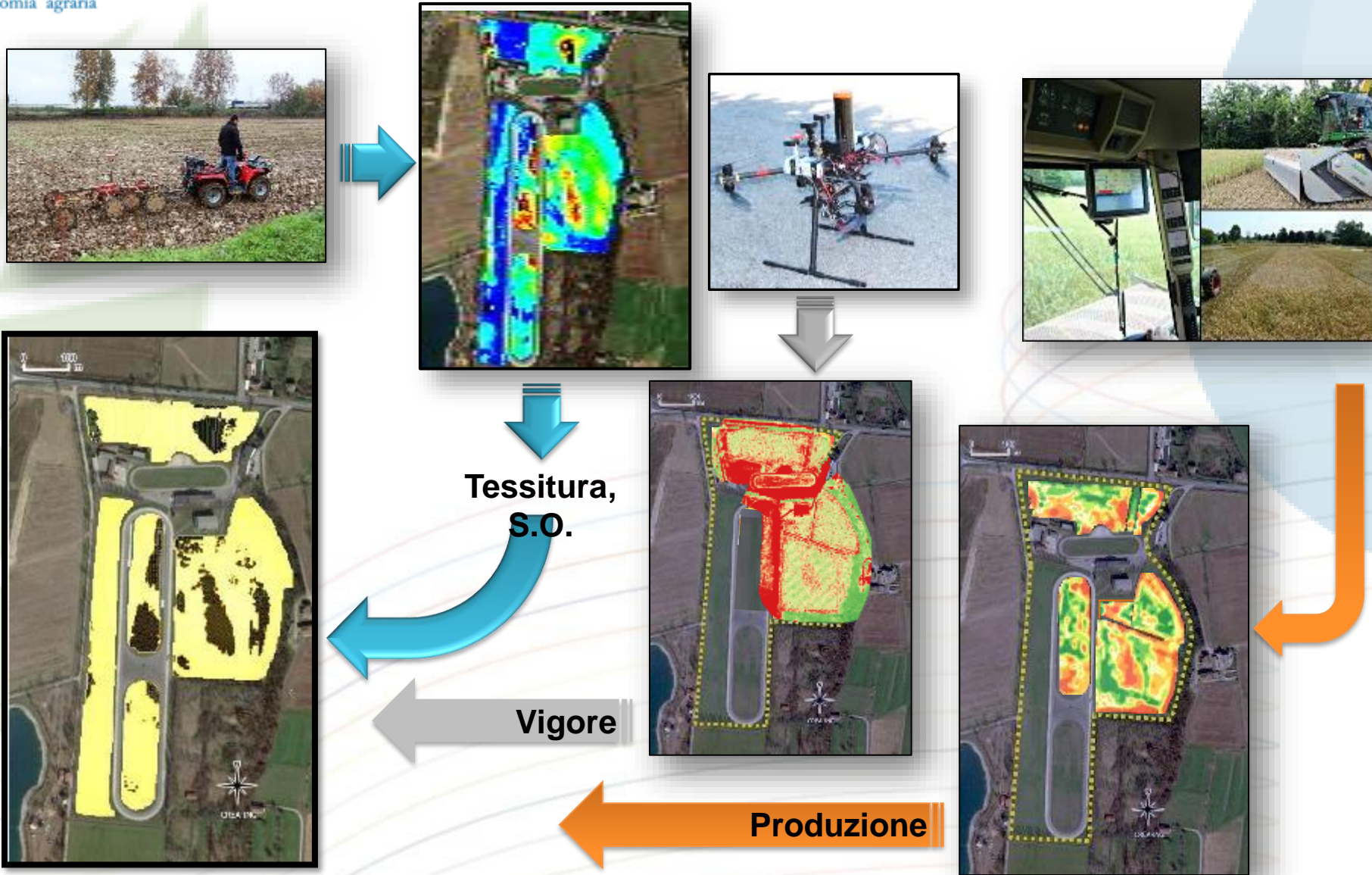
# La variabilità del suolo può avere origine antropica



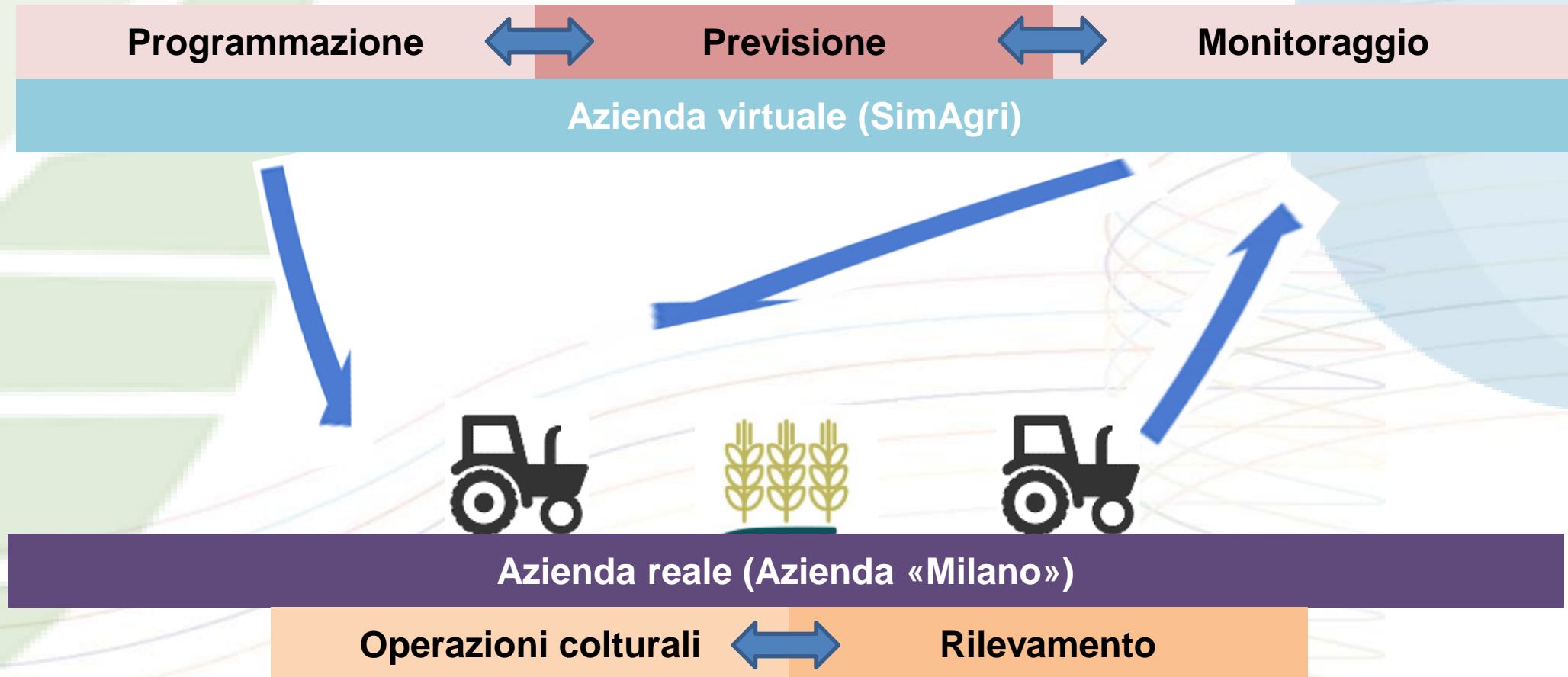
Fonte: Comolli e Ferrè

**Transizione:** dalle analisi del suolo «medie» alle analisi georeferenziate





Verso l'agricoltura di ultra-precisione e l'approccio «digital twin»



# Simulatore per Strategie di Agricoltura di Precisione



- Simulatore fisco-virtuale
- Configurabile a seconda delle esigenze
- Indipendente dalla stagionalità e dalle dimensioni aziendali



## Definizione di Agricoltura di Precisione

«L'agricoltura di precisione è una **strategia gestionale** che raccoglie, elabora e analizza **dati temporali, spaziali e individuali** che combina con altre informazioni per supportare le **decisioni di gestione in base alla variabilità stimata** per migliorare **l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità** della produzione agricola»

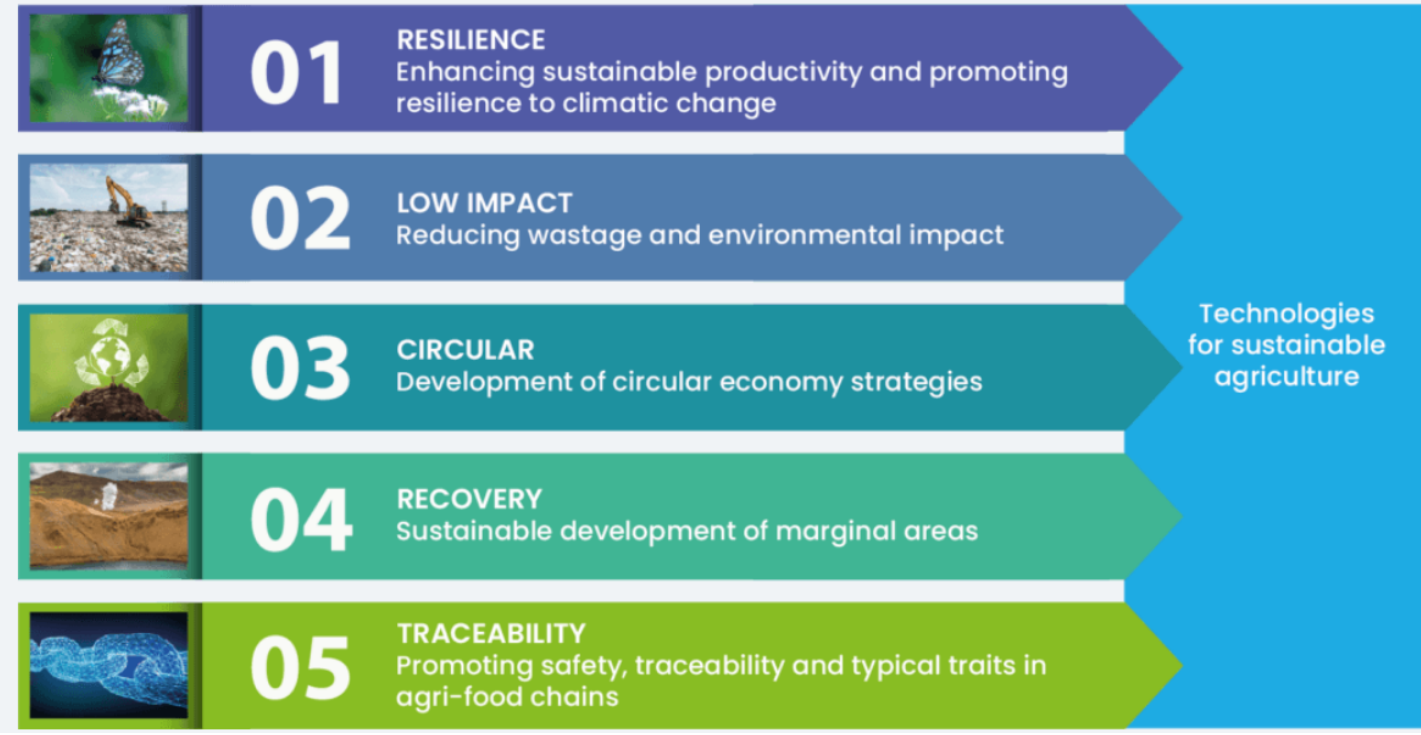
Fonte: International Society of Precision Agriculture (ISPA)



# Punti di contatto con Agritech

- adattamento ai cambiamenti climatici,
- riduzione dell'impatto ambientale,
- strategie di economia circolare,
- sviluppo delle aree marginali,
- la sicurezza, la tracciabilità e la tipicità delle filiere.

## Technologies for sustainable agriculture



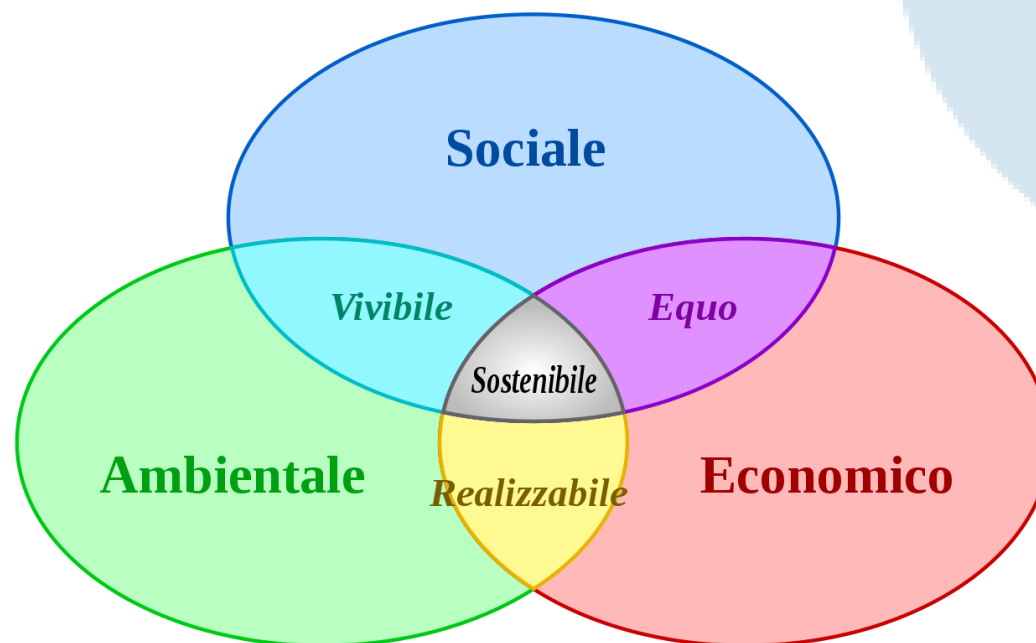


- **Valutazione delle aree marginali italiane** per definire esigenze specifiche in termini di **gestione del territorio e conservazione del suolo**;
- Sviluppo di metodi di gestione del territorio e di conservazione del suolo, **miglioramento dell'ambiente agricolo e forestale** e valorizzazione della biodiversità nelle zone marginali;
- Mappatura e valorizzazione delle attività di edilizia rurale e delle strutture agricole nelle aree marginali;
- **Sviluppo della strategia Farm to Fork** e transizione verso l'agro-ecologia e la neutralità climatica per rafforzare la **sostenibilità**.

# Sostenibilità

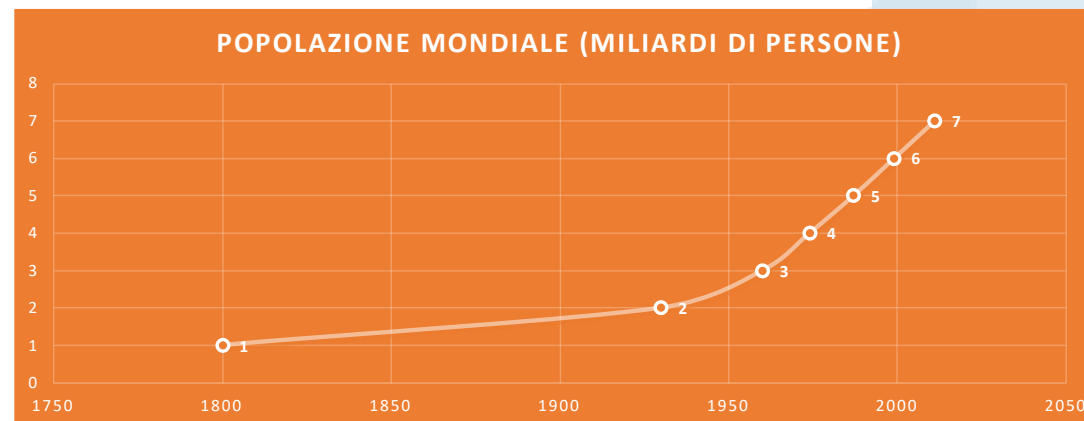


- La **sostenibilità** è la caratteristica di un processo o di uno stato **che può essere mantenuto a un certo livello indefinitamente**. In ambito ambientale, economico e sociale, essa è il processo di cambiamento nel quale lo sfruttamento delle risorse, il piano degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e le modifiche istituzionali sono tutti in sintonia e valorizzano il potenziale attuale e futuro al fine di far fronte ai bisogni e alle aspirazioni dell'uomo.



# Popolazione mondiale

- ha raggiunto i 7 miliardi il 31 ottobre 2011.
- si prevede che raggiungerà gli 8 miliardi nel 2023, i 9 miliardi nel 2037 e i 10 miliardi di persone nell'anno 2055.
- è raddoppiata in 40 anni dal 1959 (3 miliardi) al 1999 (6 miliardi).
- attualmente (2020) cresce a un tasso dell'1,05 % circa all'anno, aggiungendo al totale 81 milioni di persone all'anno.
- il tasso di crescita ha raggiunto il suo picco alla fine degli anni '60, quando era al 2,09%.

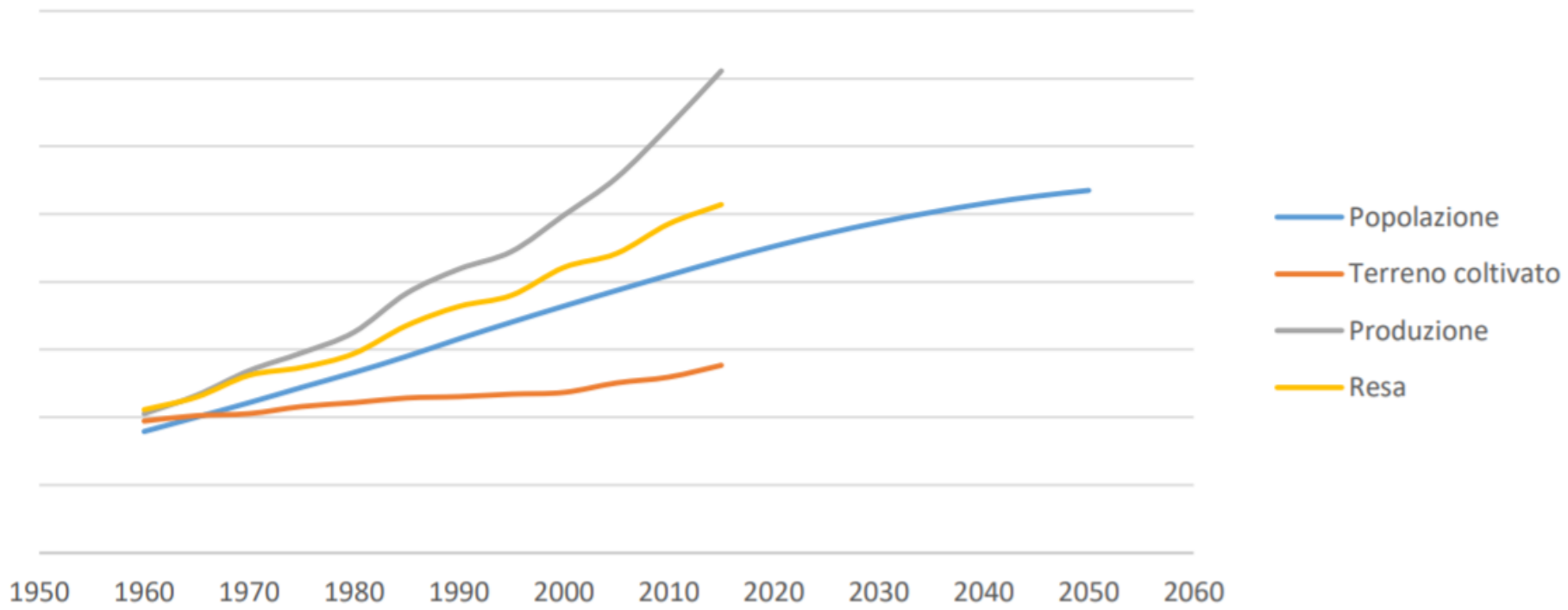


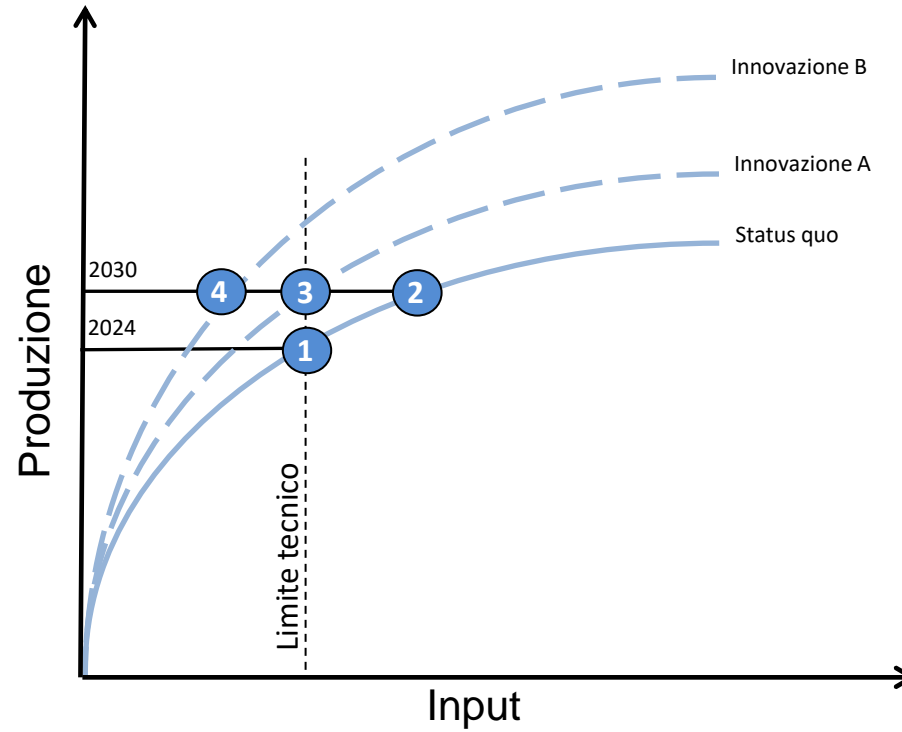
- il tasso di crescita è attualmente in calo e si prevede che continuerà a diminuire nei prossimi anni (raggiungendo sotto lo 0,50% entro il 2050 e lo 0,03% nel 2100).
- con la rivoluzione industriale si verificò un cambiamento tremendo: mentre era passata tutta la storia umana fino al 1800 perché la popolazione mondiale raggiungesse 1 miliardo, il secondo miliardo è stato raggiunto in soli 130 anni (1930), il terzo miliardo in 30 anni (1960), il quarto miliardo in 15 anni (1974), il quinto miliardo in 13 anni (1987), il sesto miliardo in 12 anni (1999) e il settimo miliardo in 12 anni (2011). Nel solo XX secolo, la popolazione mondiale è cresciuta da 1,65 miliardi a 6 miliardi.

• [Worldometer - real time world statistics \(worldometers.info\)](https://worldometers.info)

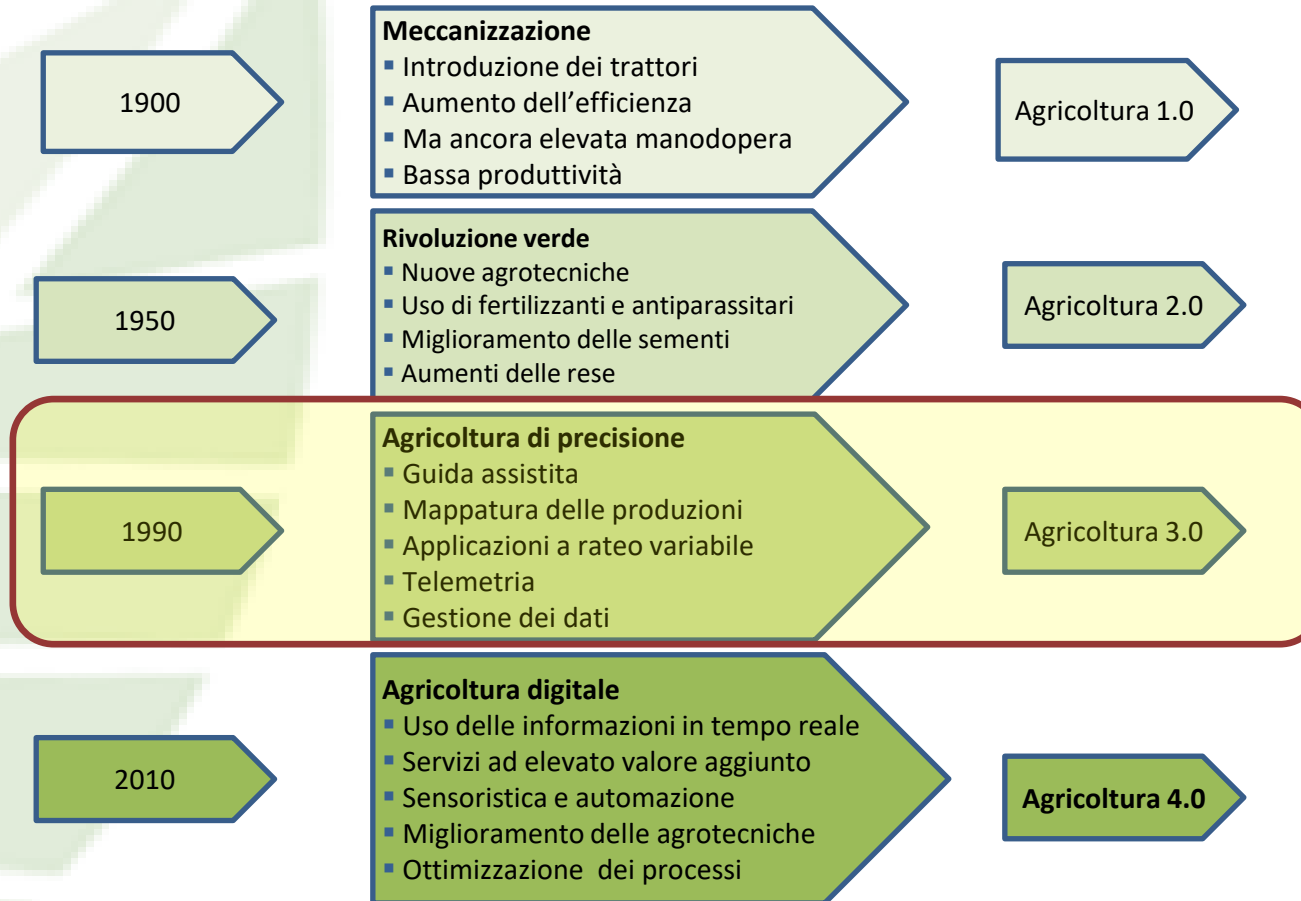
# Perché preoccuparci del futuro?

Andamento mondiale





## Evoluzione dell'agricoltura



Fonte: CEAMA - European Agricultural Machinery, 2017

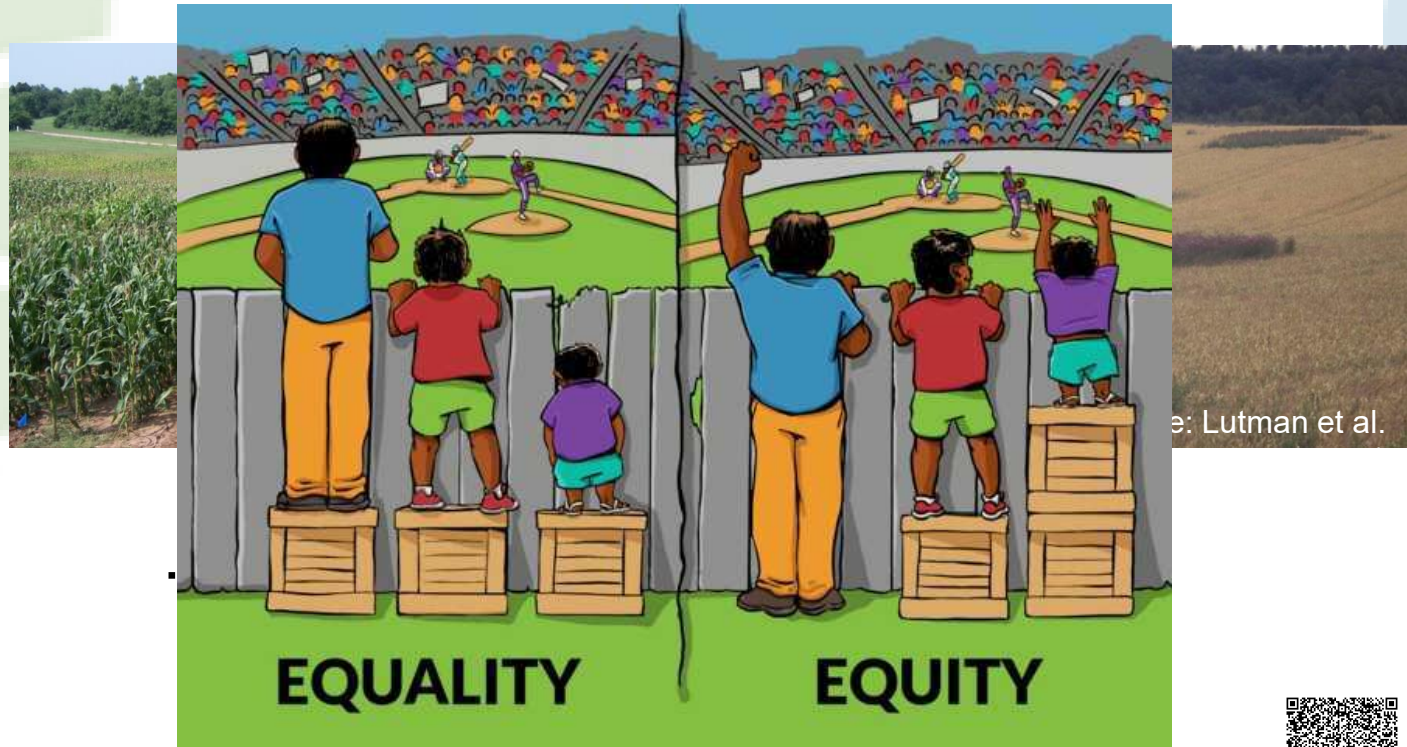


[elio.romano@crea.gov.it](mailto:elio.romano@crea.gov.it)



# La meccanica agraria di precisione

✓ Obiettivo quindi dell'agricoltura di precisione (AdP) è gestire la **variabilità** ...







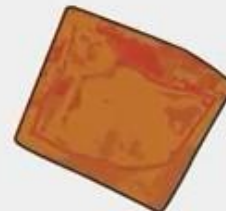
**ANALISI  
TERRENO**



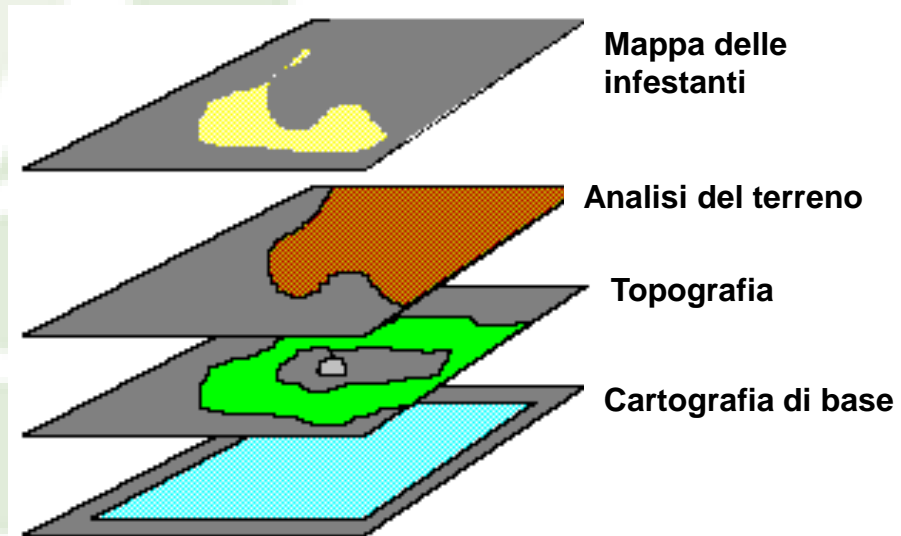
**STAZIONI  
METEO**



**MAPPATURA  
RESISTIVITA'**



**INDICE  
VEGETATIVO**

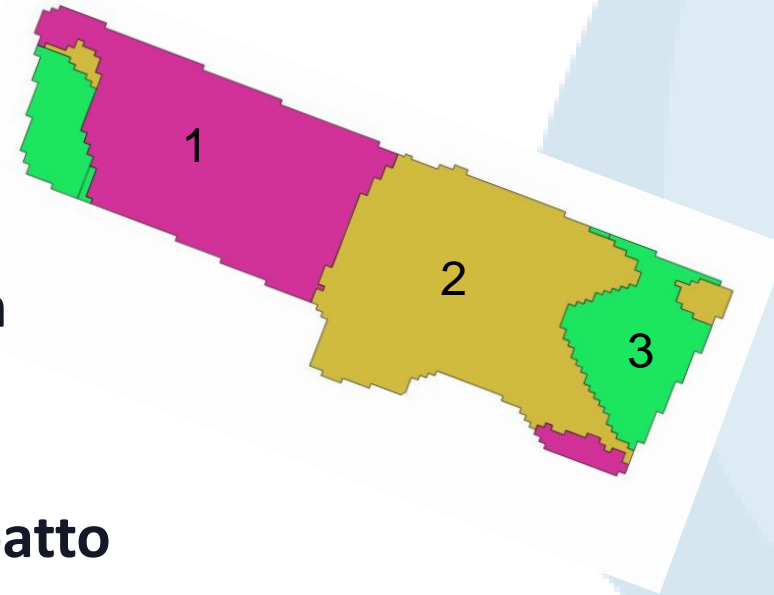


**Cartografia di base:** qualsiasi rappresentazione geograficamente accurata della zona in questione.

**Dati sito-specifici:** analisi del terreno, produzioni, densità di infestanti, ecc. Ognuno raccolto con le proprie coordinate geografiche (tramite GPS).

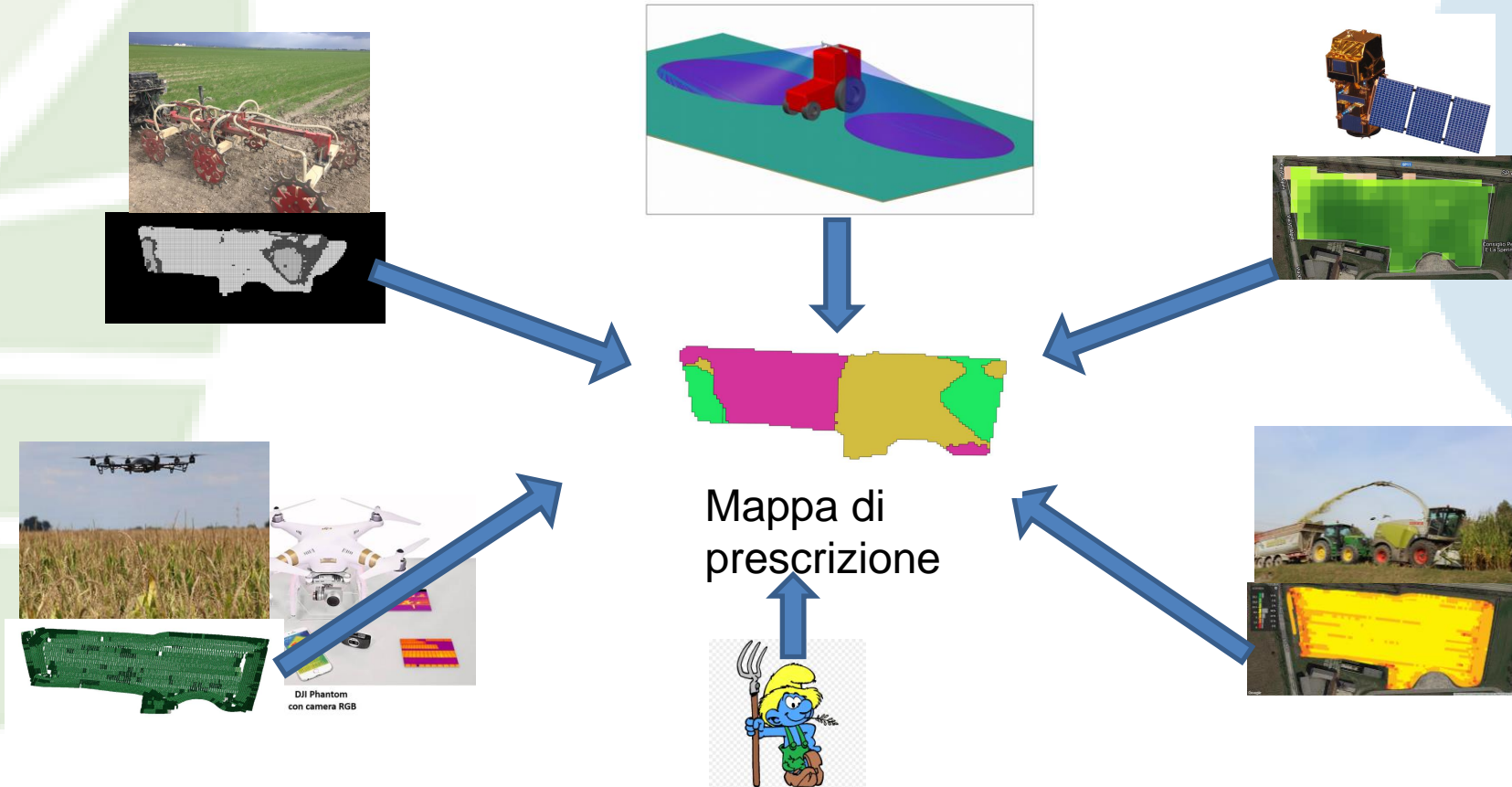
**Cartografia tematica (*layers*):** singole mappe basate su dati omogenei raccolti e sovrapponibili; si basano su un sistema di coordinate geografiche.

- **Le mappe di prescrizione** sono rappresentazioni elaborate da **dati di diversa natura ed origine**
- che permettono di distribuire input in modalità **rateo variabile (VRT)**,
- con lo scopo di ottimizzare la dose distribuita e **ridurre gli sprechi e l'impatto ambientale**,
- associando a ciascuna zona del campo **la quantità più adatta**.
- La distribuzione si basa quindi sulla suddivisione del campo in **zone omogenee** in cui somministrare la stessa dose di input richiesto.

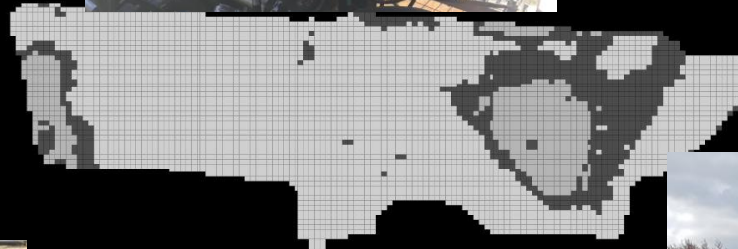


- FARE LA COSA GIUSTA
- FARLA NEL MOMENTO GIUSTO
- FARLA NEL MODO GIUSTO

# Fonti informative



# Mappe geofisiche



QUOD



## La cartografia GIS

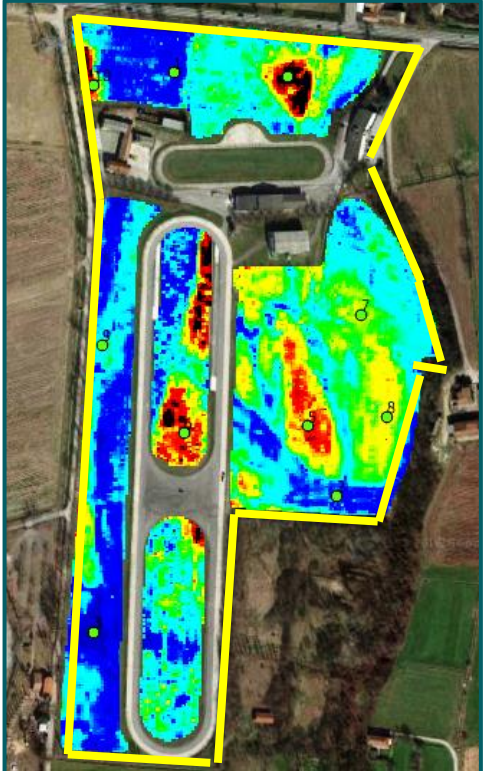
1954



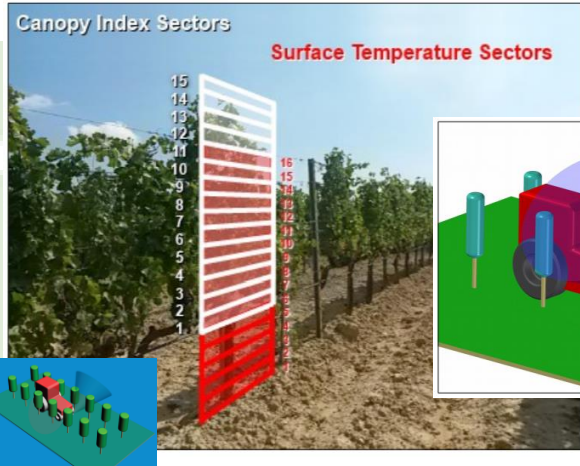
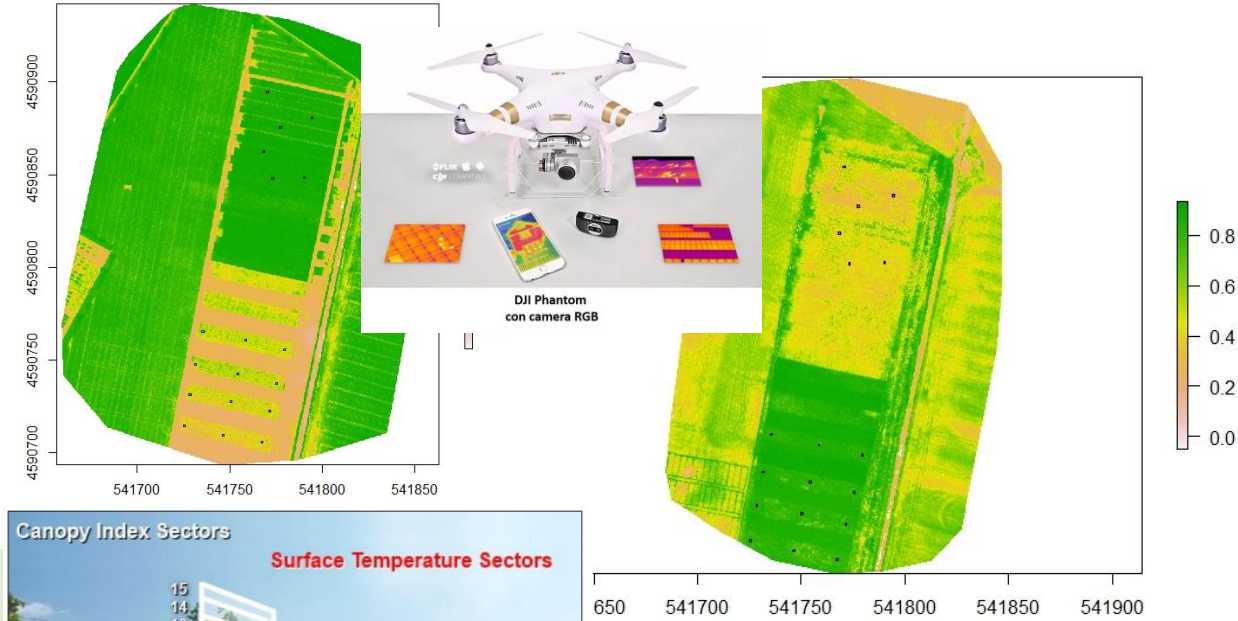
2014



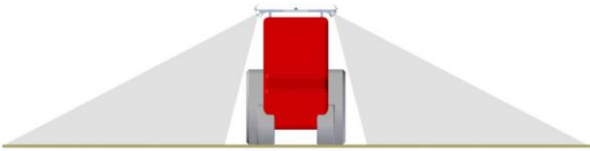
2016



# Mappe di vigore

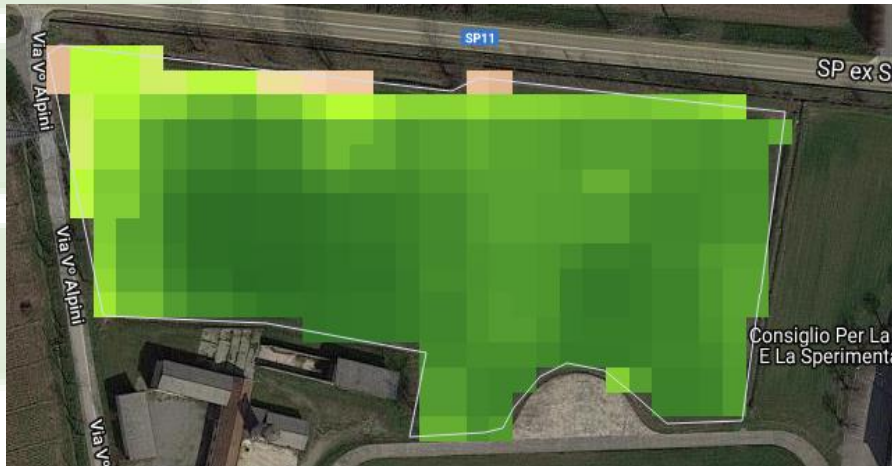


[Video](#)

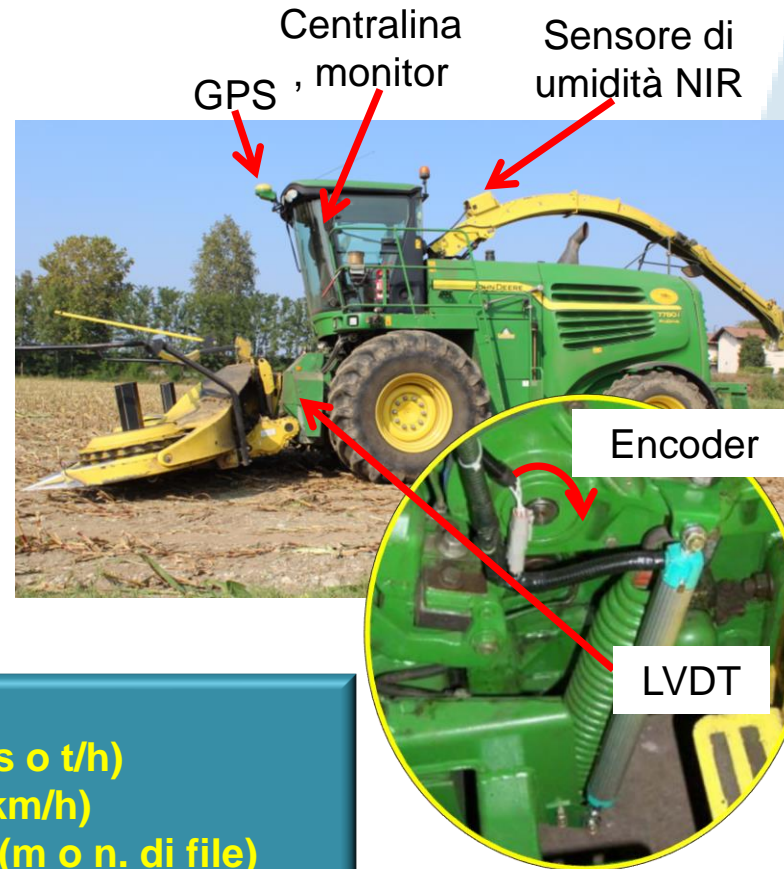
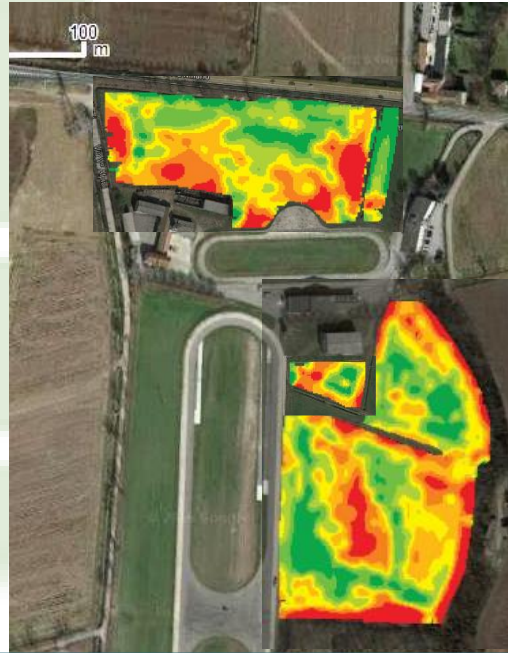


**Sentinel-2** è una missione sviluppata dall' [ESA](#) nell'ambito del programma [Copernicus](#) per monitorare le aree verdi del pianeta e fornire supporto nella gestione di disastri naturali.

Si costituisce di due satelliti identici, Sentinel-2A (dal 23 giugno 2015) e Sentinel-2B (dal 7 marzo 2017).





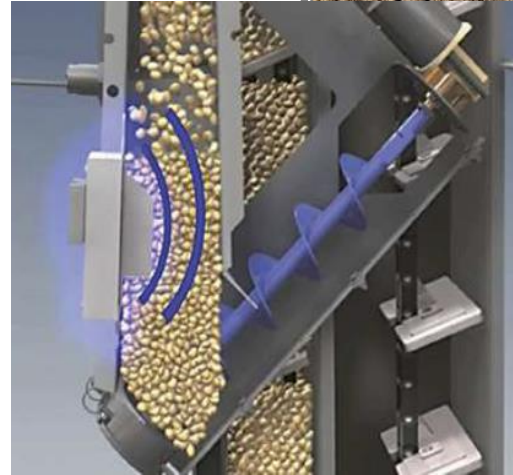
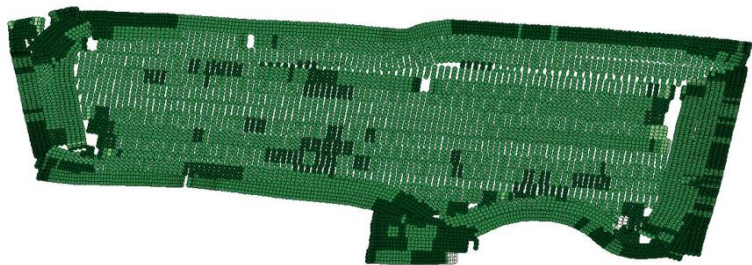
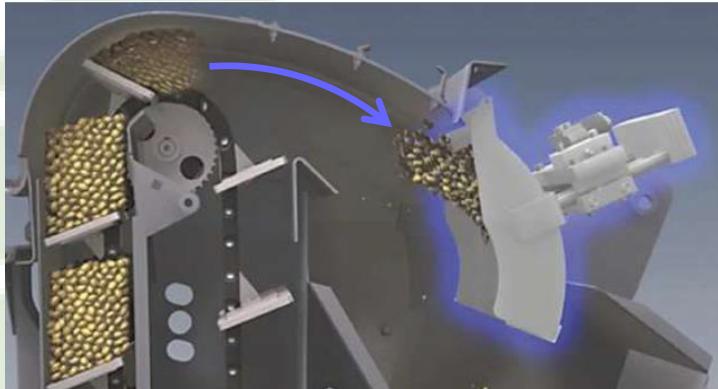


## COSA MISURARE

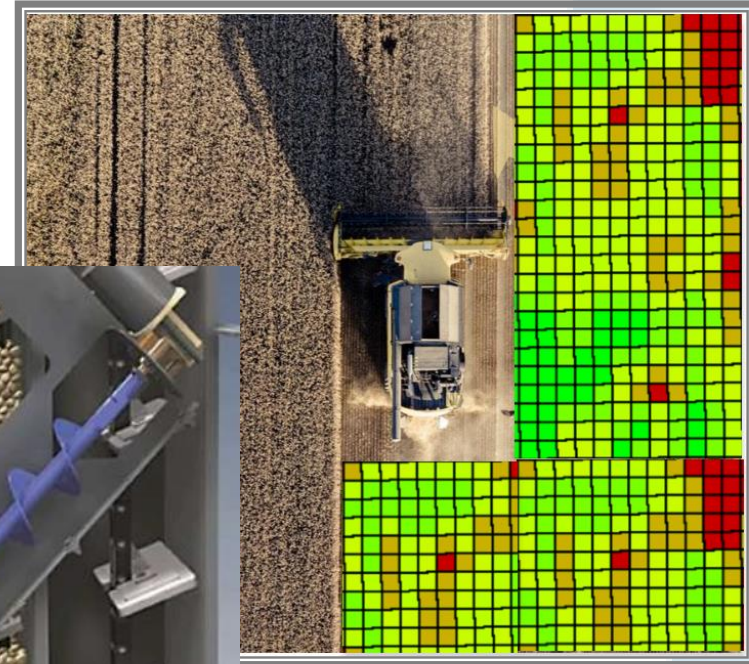
- ✓ entità del flusso di prodotto (kg/s o t/h)
- ✓ velocità di avanzamento (m/s o km/h)
- ✓ larghezza di lavoro della testata (m o n. di file)
- ✓ umidità (%)

## Monitoraggio delle produzioni: granella

Sensore di flusso ad impatto  
(accuratezza 95-97%)



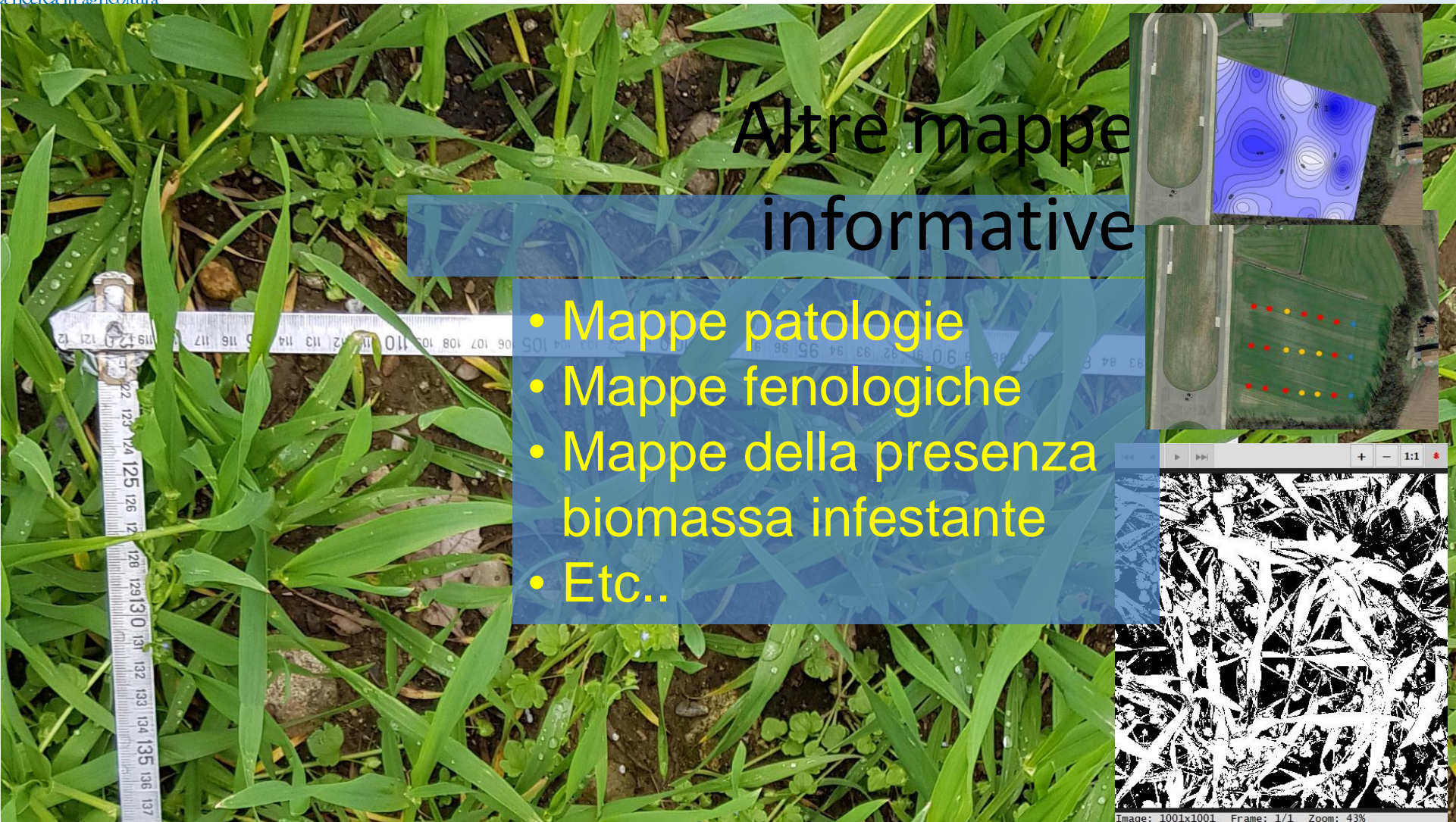
Sensore di umidità  
capacitivo

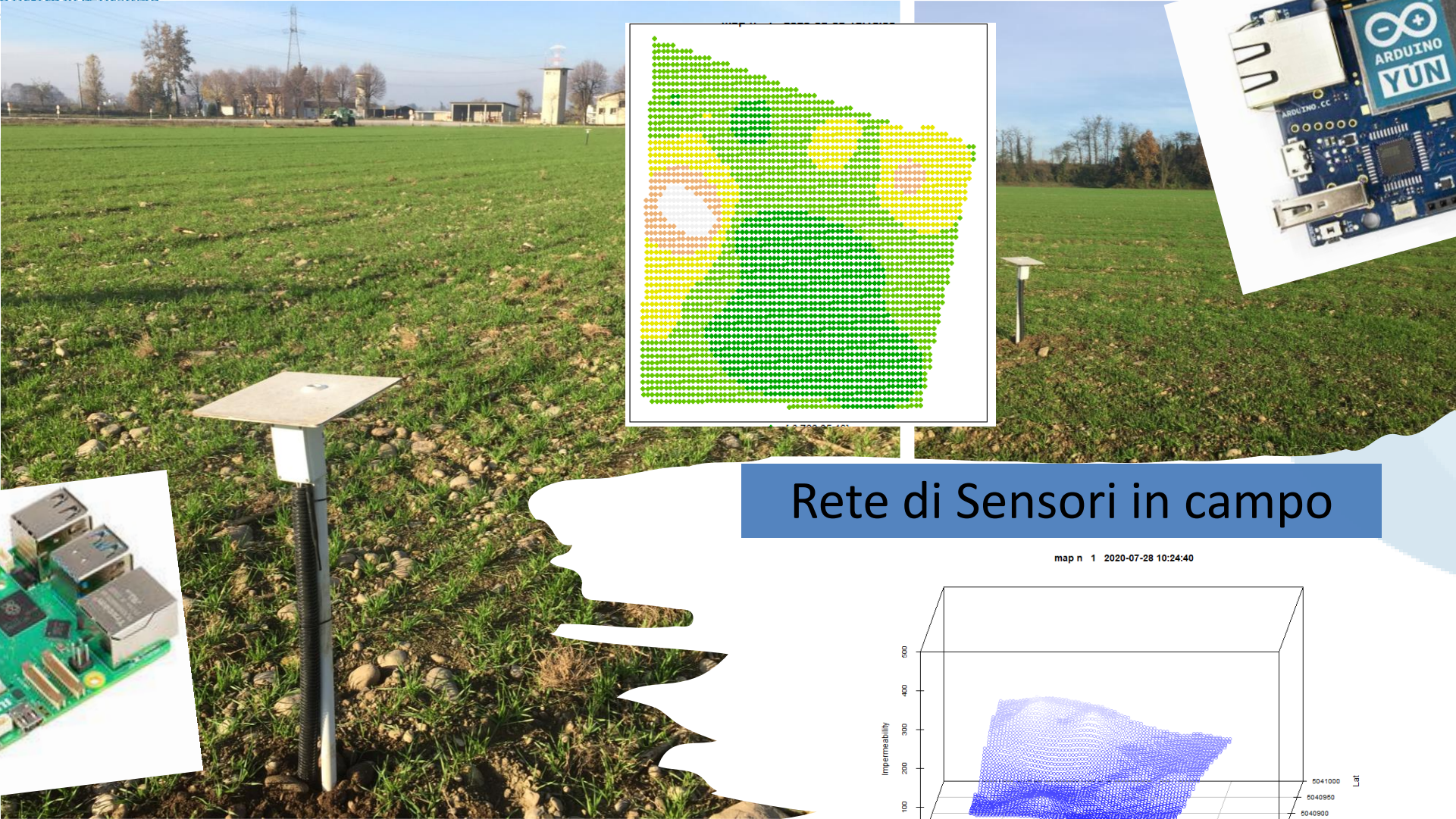


[Video NIR Grain](#)

## Altre mappe informative

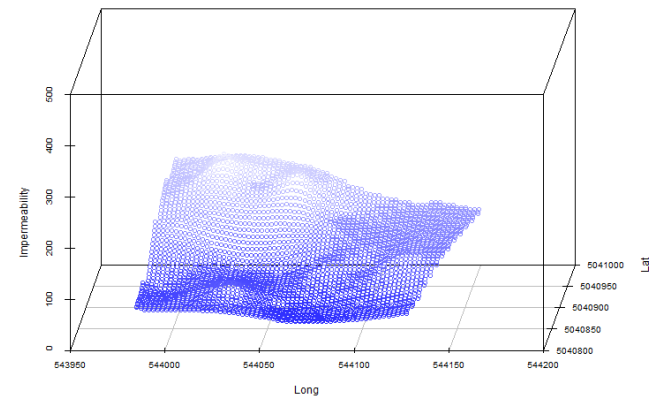
- Mappe patologie
- Mappe fenologiche
- Mappe della presenza  
biomassa infestante
- Etc..





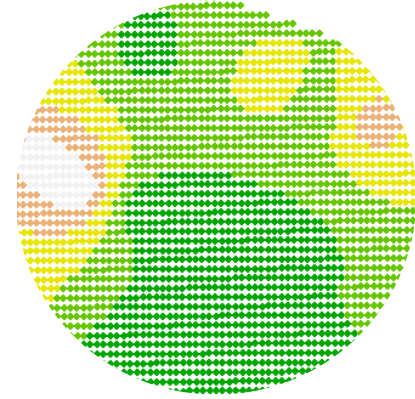
## Rete di Sensori in campo

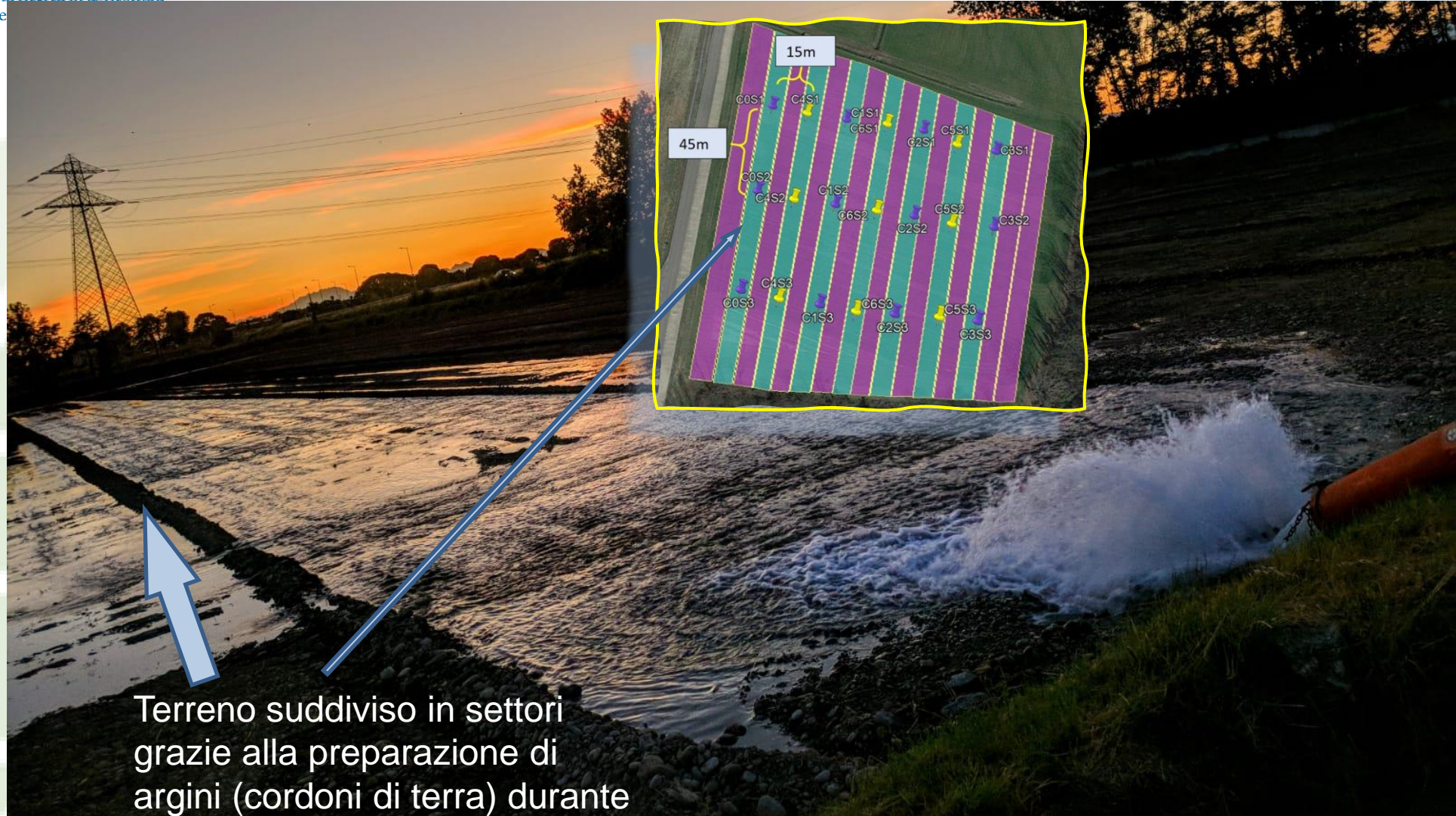
map n 1 2020-07-28 10:24:40





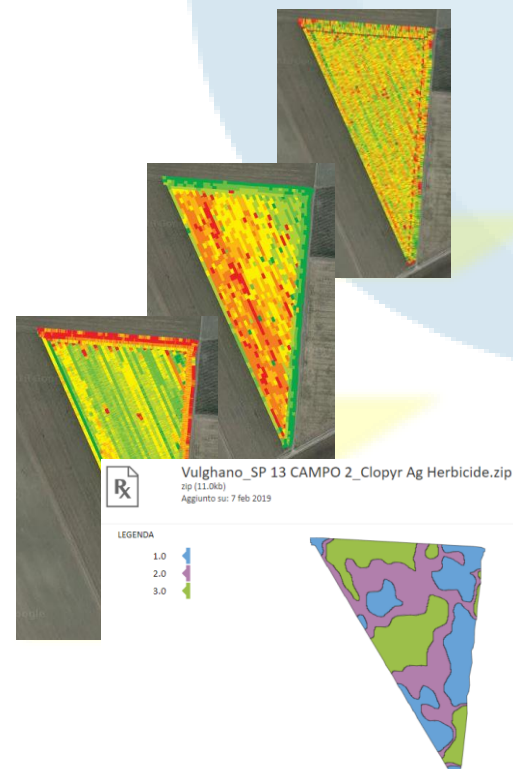
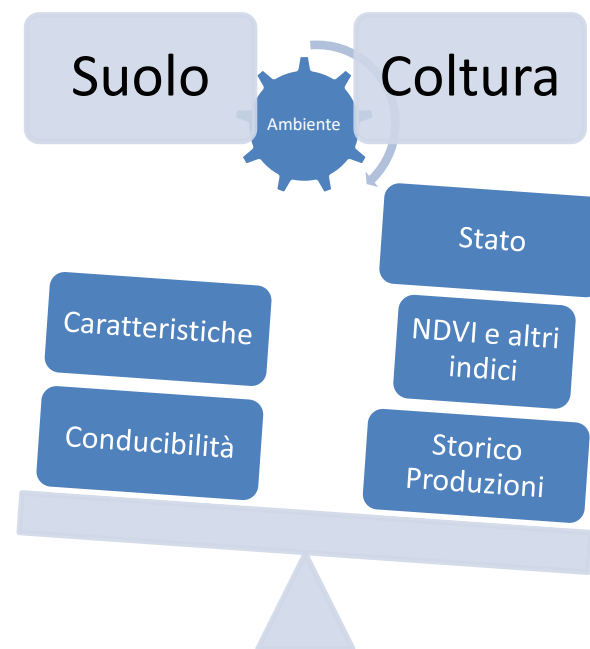
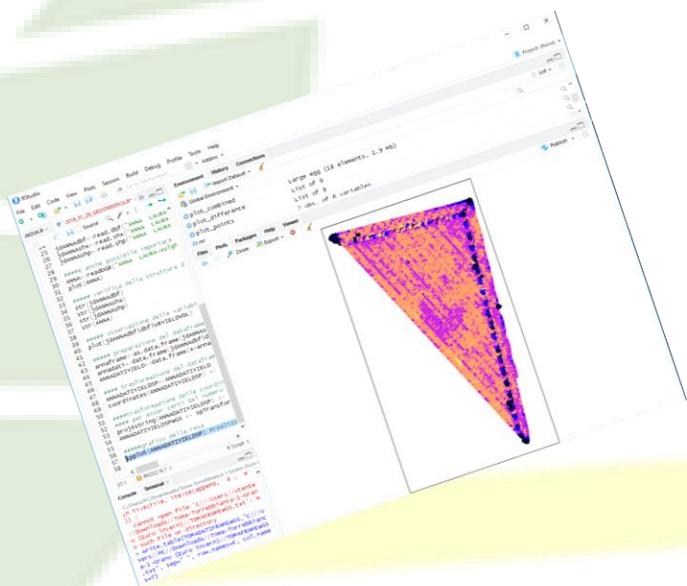
[elio.romano@crea.gov.it](mailto:elio.romano@crea.gov.it)



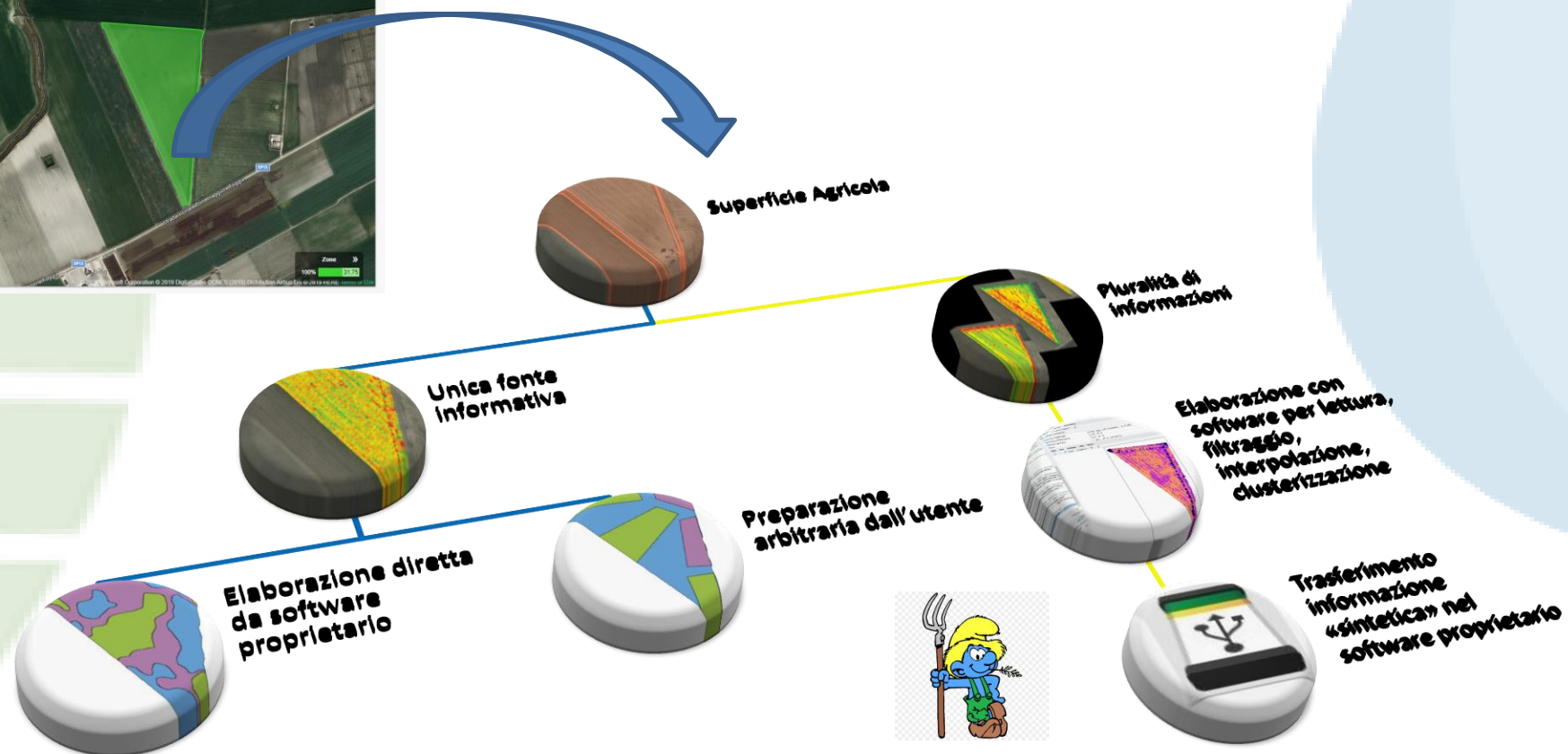
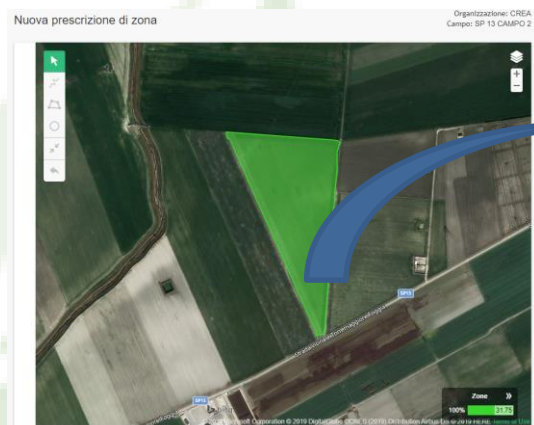


Terreno suddiviso in settori  
grazie alla preparazione di  
argini (cordoni di terra) durante

# Mappa di prescrizione sintesi delle informazioni



# Albero decisionale







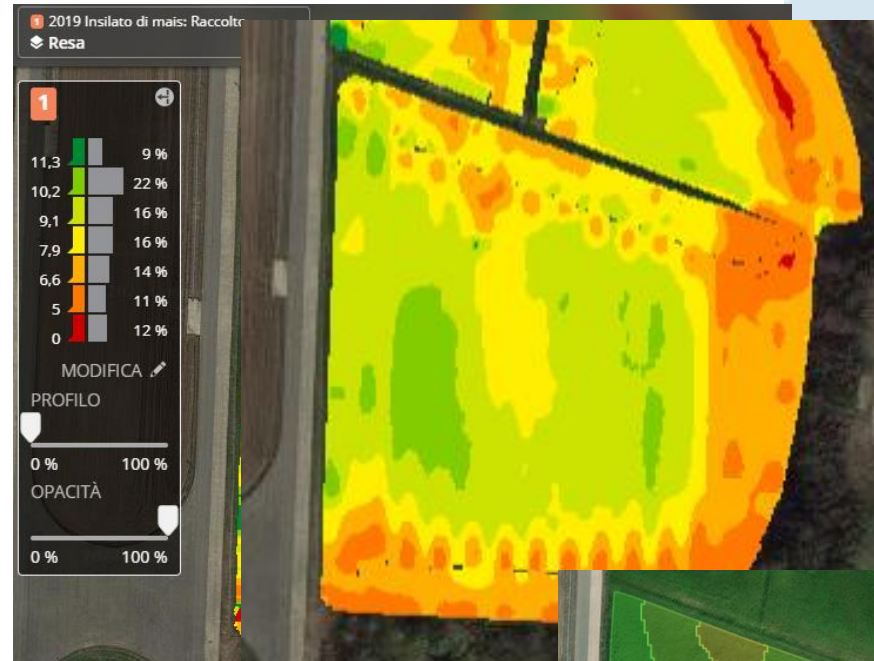
Fonte: G. Chen – Advanced Agricultural Machinery Technologies, 2018

# DATA MINING

```

"n" "x" "y" "ECa30" "ECa90" "Prot" "Yield" "Zone"
"1" 543849.64 5041234.88 81.61 101.81 162.89 17.55 1
"2" 543851.64 5041234.88 115 174.8 268.57 21.66 1
"3" 543853.64 5041234.88 107 178.43 270.09 13.19 1
"4" 543855.64 5041234.88 152.21 198.16 299.03 11.77 1
"5" 543857.64 5041234.88 153.12 155.86 230.58 9.652 1
"6" 543859.64 5041234.88 100.02 139.68 201.22 12.81 1
"7" 543861.64 5041234.88 79.32 105.07 170.29 9.262 1
"8" 543847.64 5041232.88 69.62 82.14 115.68 9.675 1
"9" 543849.64 5041232.88 79.35 103.3 150.56 9.723 1
"10" 543851.64 5041232.88 86.52 121.4 177.48 10.09 1
"11" 543853.64 5041232.88 80.91 115.33 166.71 10.86 1
"12" 543855.64 5041232.88 95.33 110.56 168.29 10.27 1
"13" 543857.64 5041232.88 92 115.3 169.47 10.38 1
"14" 543859.64 5041232.88 120.32 151.48 212.04 10.03 1
"15" 543861.64 5041232.88 126.25 184.9 286.82 9.769 1
"16" 543863.64 5041232.88 106.02 166.85 266.04 9.277 1
"17" 543865.64 5041232.88 97.43 137.24 220.15 9.345 1
"18" 543867.64 5041232.88 101.85 122.6 195.7 10.02 1
"19" 543869.64 5041232.88 98.87 120.36 181.42 11.12 1
"20" 543871.64 5041232.88 96.26 114.39 168.47 10.86 1
"21" 543873.64 5041232.88 91.71 103.7 150.02 12.28 1

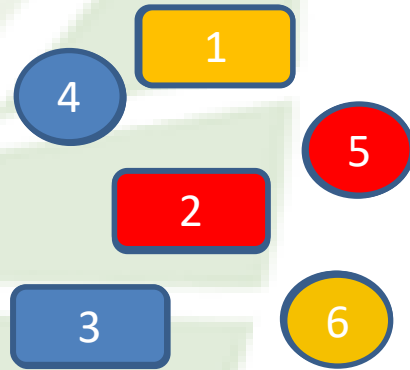
```



- ✓ Ordinamento dei dati
- ✓ Intercettazione dei valori anomali (outliers)
- ✓ Classificazione degli oggetti
- ✓ Individuazione delle correlazioni
- ✓ Interpolazione dei valori

# Mappa di prescrizione

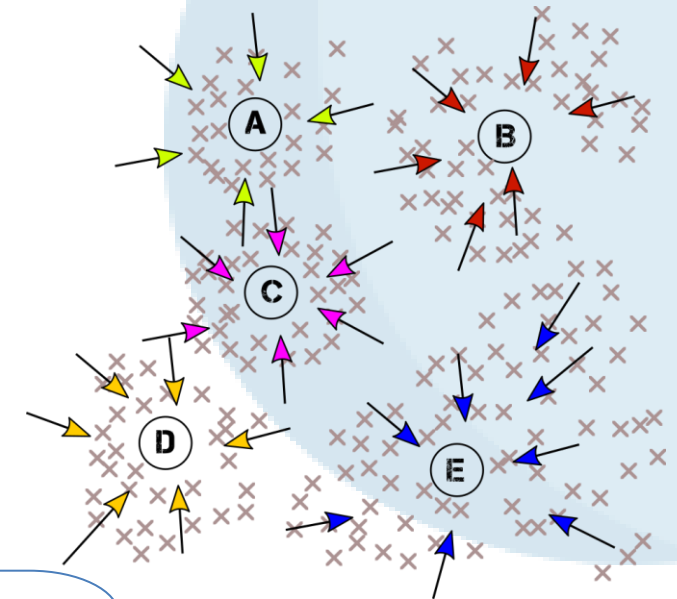
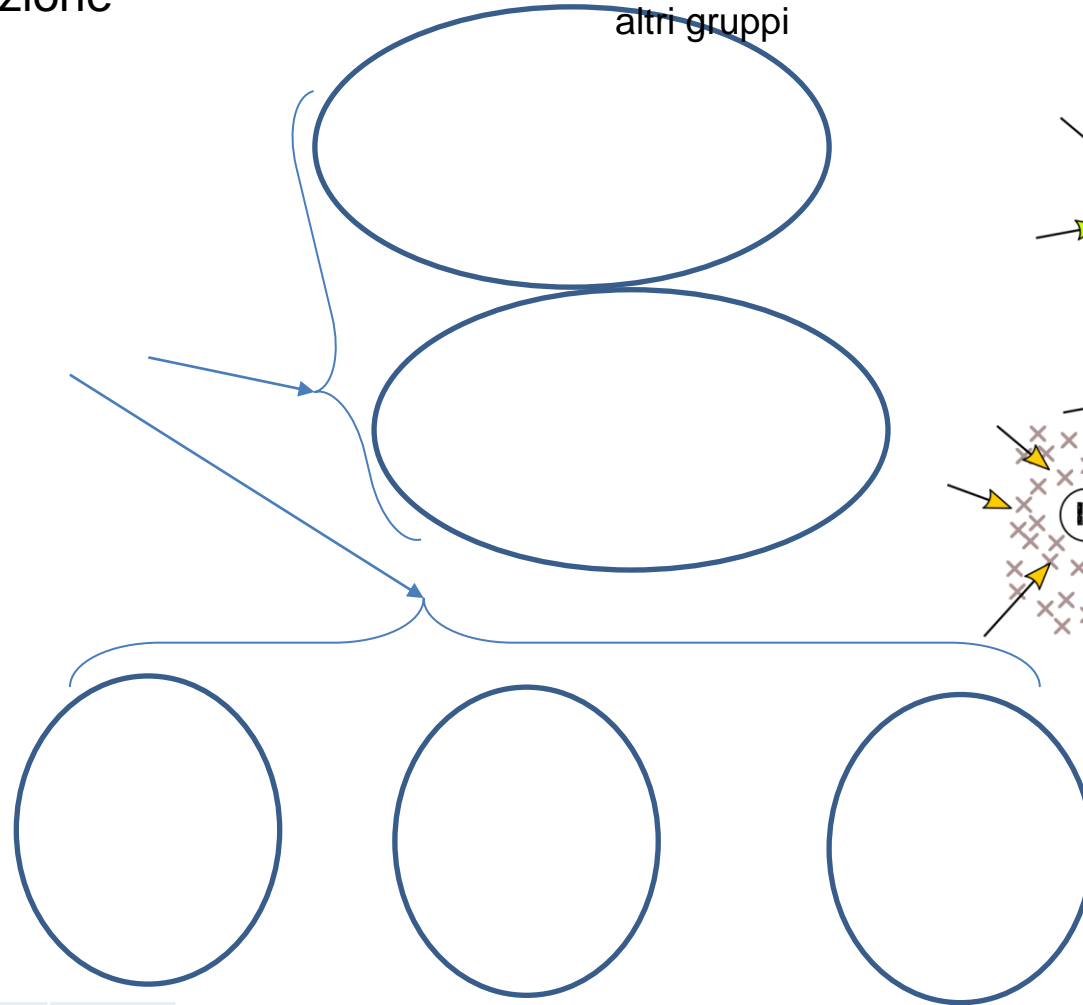
Processo di clusterizzazione  
o clustering analysis

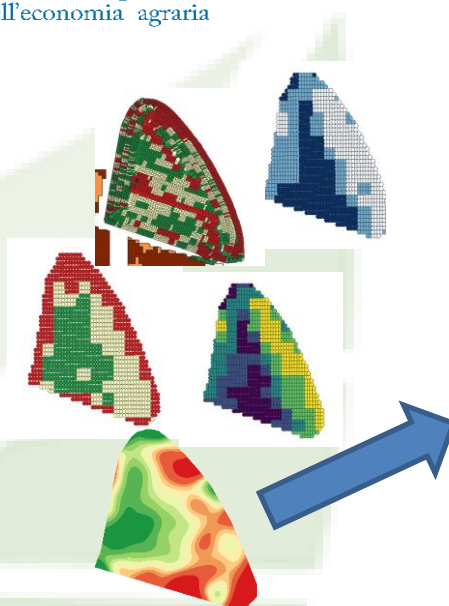


OGGETTO	COLORE	FORMA
1	GIALLO	RETTANGOLO
2	ROSSO	RETTANGOLO
3	BLU	RETTANGOLO
4	BLU	CERCHIO
5	ROSSO	CERCHIO
6	GIALLO	CERCHIO

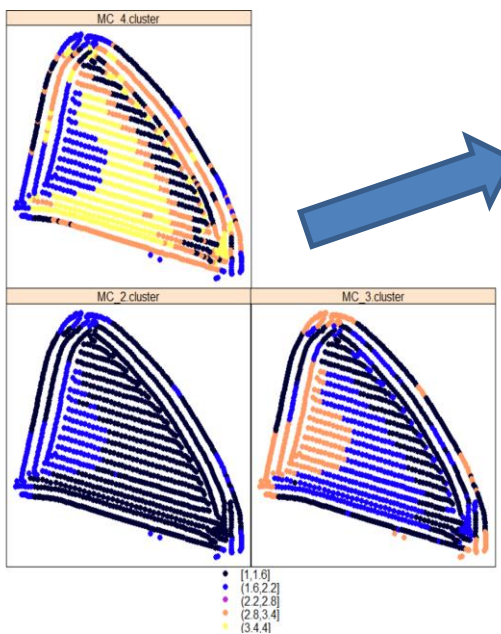
COORDINATE	YIELD	NDVI	SAND	ETC...
X;Y	22.14	84.78	22.75	56.89

Preparazione di gruppi di oggetti tali che gli oggetti appartenenti a un gruppo siano "simili" tra loro e differenti dagli oggetti negli altri gruppi

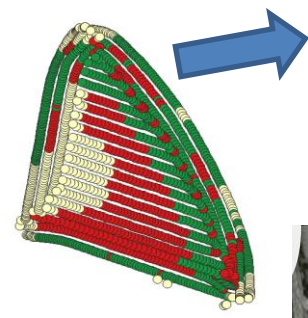




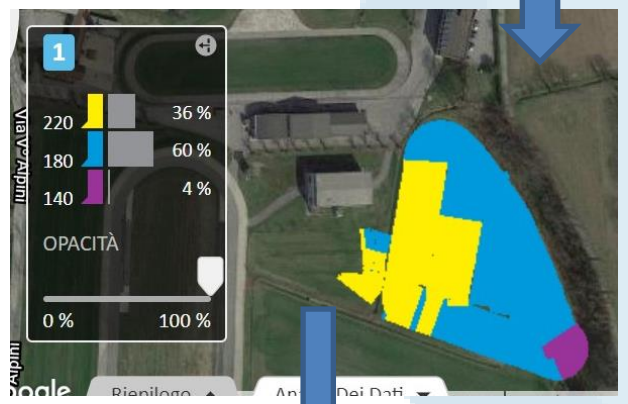
Tutti i layers informativi  
disponibili



Clusterizzazione



Adattamento alle  
larghezza di lavoro ed  
alle linee guida



**Analizzatore di campo** bosco

2020 Urea 46-0-0: Applicazione Livello: Dose Applicata

**Analizzatore campo Beta**

24/03/2020

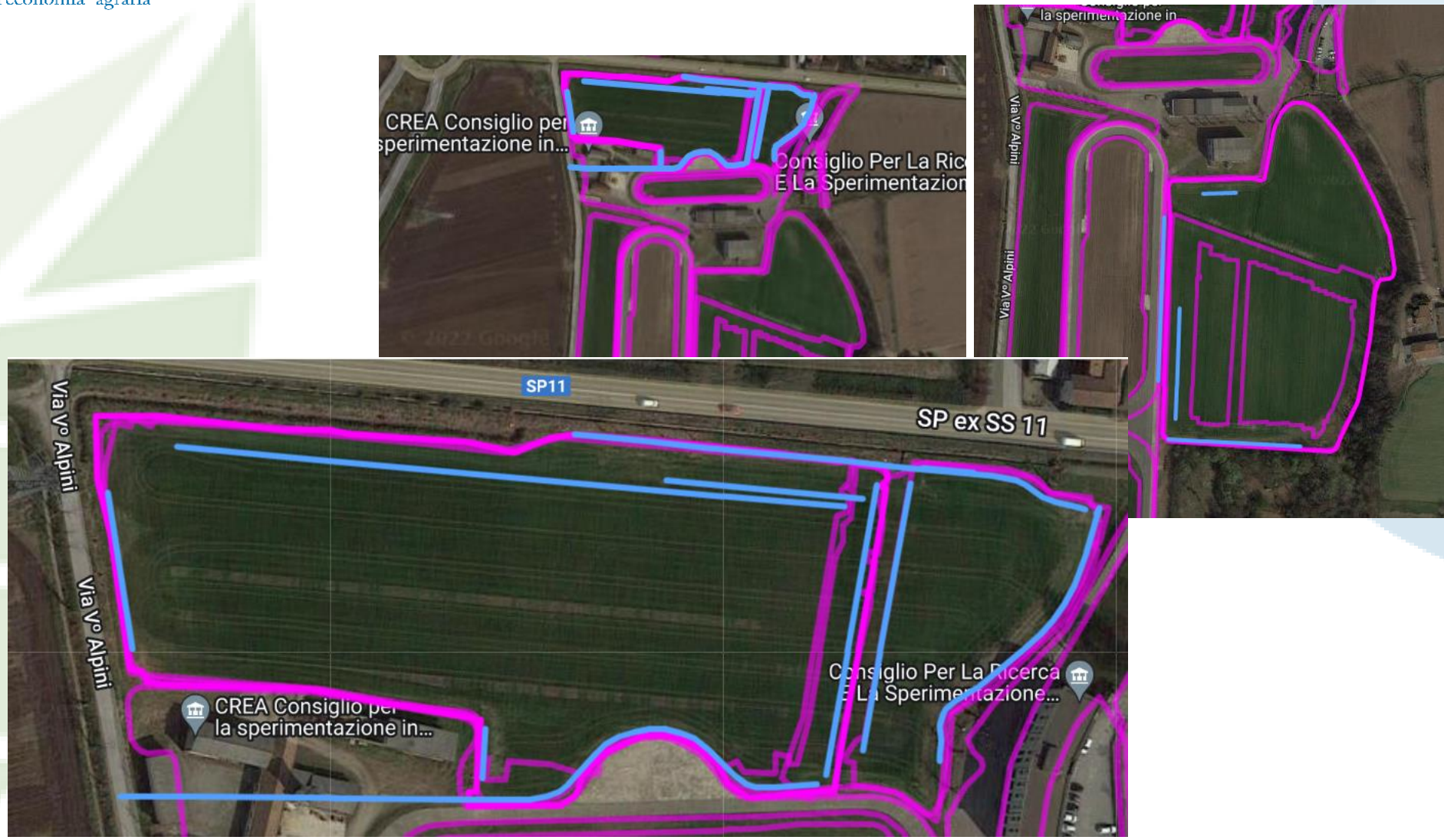
**DATI AGRONOMICI**

- MEDIA: 191,38 kg/ha
- VELOCITÀ MEDIA: 8,08 km/h
- AREA ELABORATA: 1,18 ha
- TOTALE SEMINATO: 226,24 kg

**LEGENDA**

309	0%
242	4%
201	30%
169	47%
140	11%
83	7%
0	1%

# Linee guida





## CAN Controller Area Network BUS Binary Unit System

CANBUS è protocollo che prevede un cablaggio che percorre tutta la trattrice.

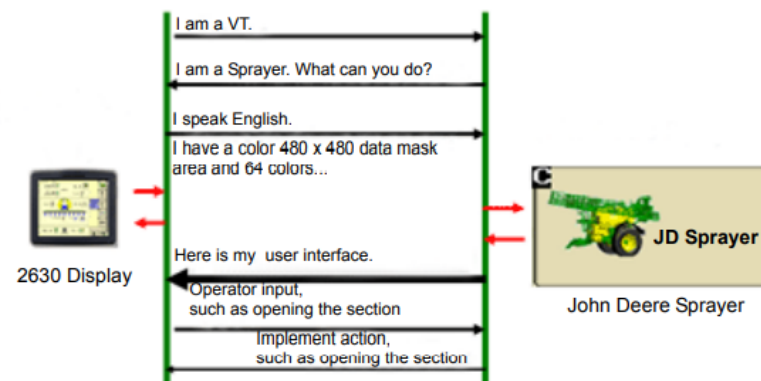
Tutti i controller della trattrice possono comunicare tra loro utilizzando questo sistema.

I controller possono includere il controller del motore, il controller idraulico e il controller della trasmissione.

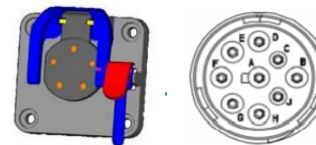
Il CANBUS è una tecnologia abilitante per l'agricoltura 4.0

### Communication on the CANBUS

The picture below shows how the GS3 2630 and sprayer communicate with each other on a step-by-step basis.



Messages transmitted on the CANBUS enable the communication between tractor and implement. Messages include loading the graphic user interface section control commands and documentation values, such as application rate.



ISO: International Standardization Organization

BUS: Binary Unit System

BUS è un termine generico per descrivere la connessione fisica tra component elettronici, come:

- ISOBUS
- CANBUS
- CCDBUS



**Isobus è il protocollo normato** che permette di gestire la **comunicazione tra trattrice, software e attrezzature**, per consentire lo scambio di dati e informazioni con un linguaggio universale **tramite un'unica console di comando** integrata nella cabina del trattore.

Il protocollo Isobus è il risultato di un accordo tra i principali produttori di macchine e attrezzature agricole per **risolvere i problemi di compatibilità**, standardizzando e normando la comunicazione **tra diversi macchinari**, indipendentemente dal produttore.

**ISO 11783-1:2017**



J1939 connector (9-pin deutsch)



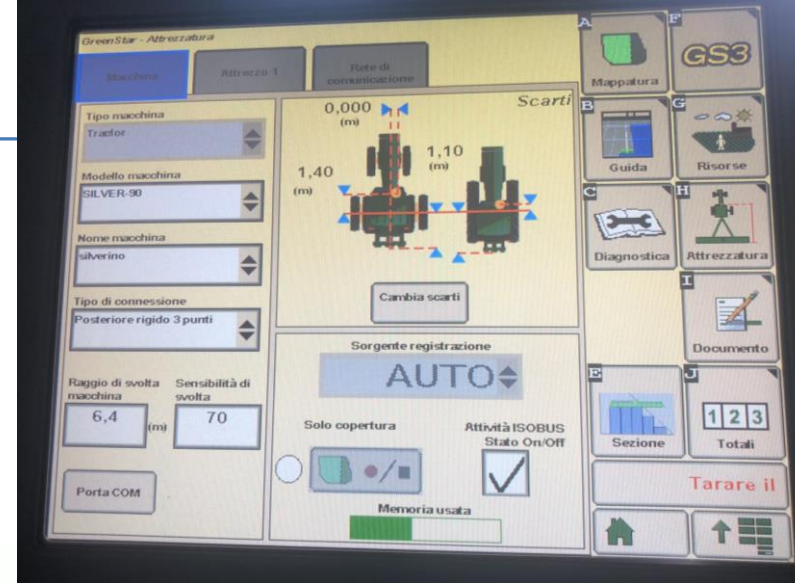
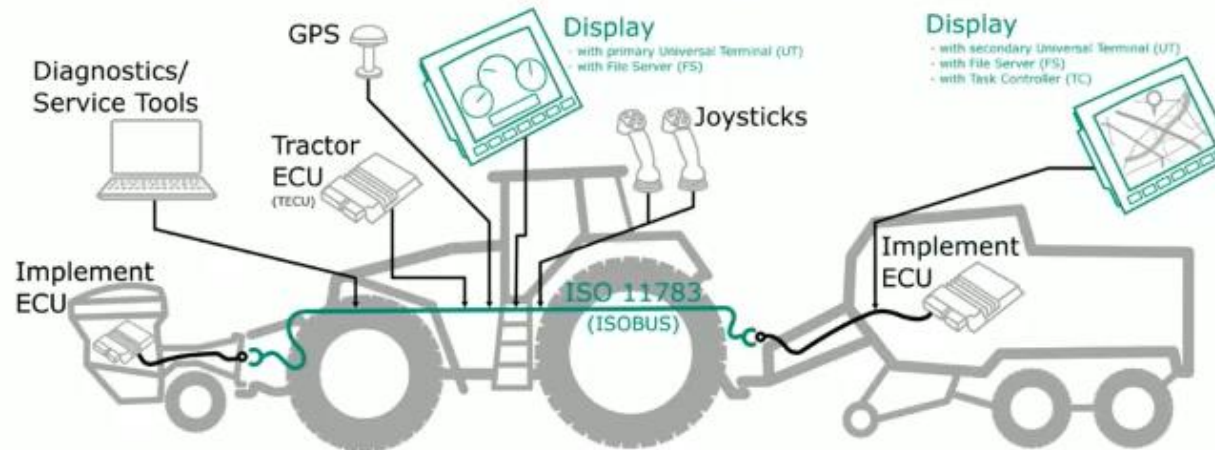
male Type 1 female

male Type 2 female

## Raw data

```
TimestampEpoch;BusChannel;ID;IDE;DLC;DataLength;Dir;EDL;BRS;DataBytes
1578922367.777150;1;14FEF131;1;8;8;0;0;0;CFFFFFFF300FFFF30
1578922367.777750;1;10F01A01;1;8;8;0;0;0;2448FFFFFFFFFFFF
1578922367.778300;1;CF00400;1;8;8;0;0;0;107D82BD1200F482
1578922367.778900;1;14FF0121;1;8;8;0;0;0;FFFFFFFFFFFFFFCFF
1578922367.779500;1;18F0000F;1;8;8;0;0;0;007DFFFF0F7DFFFF
1578922367.780050;1;18FFA03D;1;8;8;0;0;0;2228240019001AFF
1578922367.780600;1;10FCFD01;1;8;8;0;0;0;FFFFFFFF1623FFFF
1578922367.781200;1;18FD9401;1;8;8;0;0;0;A835FFFAA9168F03
1578922367.781750;1;18FDA101;1;8;8;0;0;0;1224FFFFFFFF00FF
```

## ISO 11783 standard (ISOBUS)



## Decoded data

```
mperature,EngineOilTemperature1
heelBasedVehicleSpeed 2020-01-
24,-76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
-76.1223603,86.23 2020-01-13
```

```
16:00:13.319149971+01:00,0,1526.38,92,106,3.8,1868.3,52,40.6440124,-76.1223603,86.23 2020-01-13
16:00:13.320349932+01:00,0,1526.15,92,106,3.8,1868.3,52,40.6440124,-76.1223603,86.23 2020-01-13
16:00:13.326800108+01:00,0,1524.93,92,106,3.8,1868.3,52,40.6440124,-76.1223603,86.25 2020-01-13
16:00:13.329050064+01:00,0,1524.5,92,106,3.8,1868.3,52,40.6440124,-76.1223603,86.26 2020-01-13
16:00:13.330250025+01:00,0,1524.2,92,106,3.8,1868.3,52,40.6440124,-76.1223603,86.26 2020-01-13
16:00:13.339400053+01:00,0,1521.88,92,106,3.8,1868.3,52,40.6440124,-76.1223603,86.29 2020-01-13
16:00:13.348799944+01:00,0,1519.38,92,106,3.8,1868.3,52,40.6440124,-76.1223603,86.32 2020-01-13
16:00:13.359400034+01:00,0,1518.13,92,106,3.8,1868.3,52,40.6440124,-76.1223603,86.35 2020-01-13
```



## Agricoltura 4.0

- **Motore:**
  - Coppia motore
  - Consumo di carburante
  - Regime motore
  - Temp. liquido di raffreddamento
  - Temp. olio trasmissione
- **PTO:**
  - Stato d'innesto PTO
  - Settaggio PTO (540, 540E, 1000, 1000E)
  - Velocità istantanea della PTO
- **Veicolo:**
  - Velocità di avanzamento
  - Posizione
- **Sollevatore**
  - Posizione
  - Settaggi controllo di sforzo



Seminatrice  
AgroMasz Aquila  
3000



Velocità di rotazione del rocchetto  
Apertura 2 sezioni  
Autonomia (peso)



Spandiconcime  
Sulky dx 30



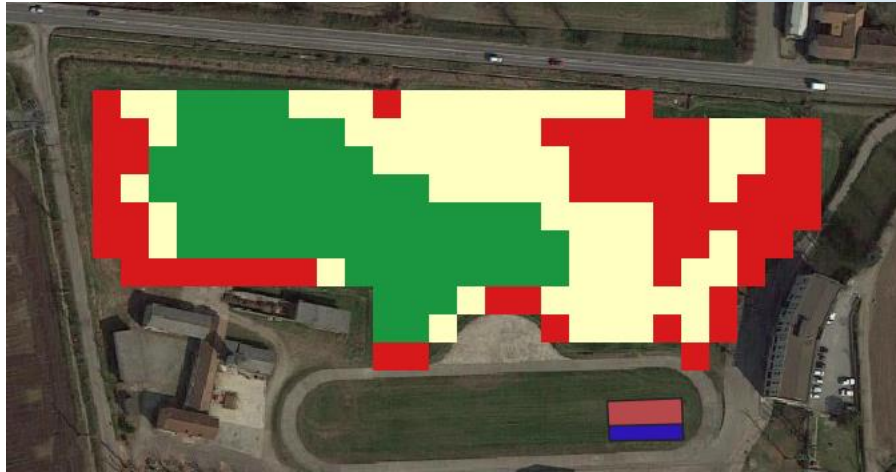
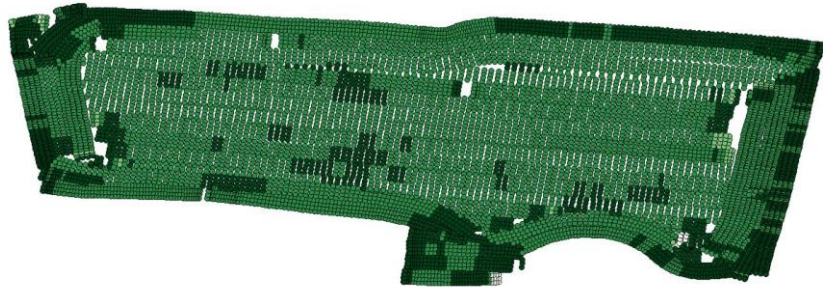
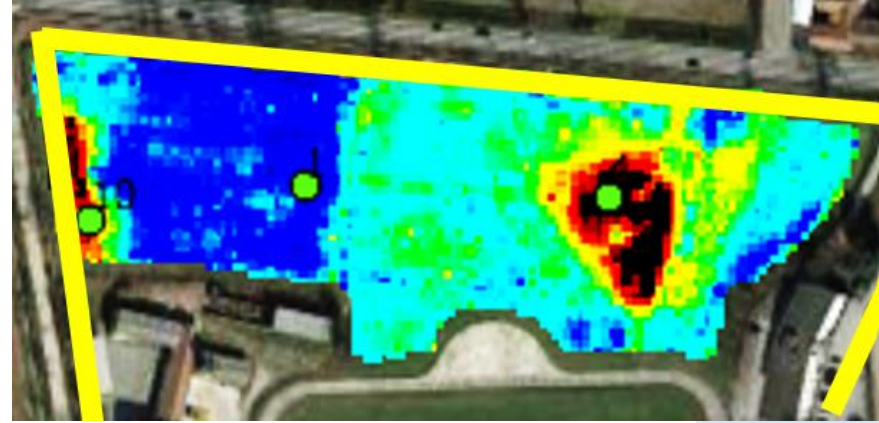
Peso  
Apertura 2 saracinesche  
Apertura 2 «paratie»  
Zona di caduta del concime sul disco

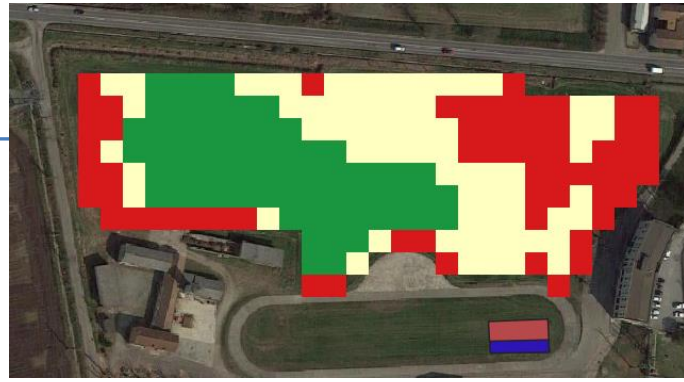


Irroratrice  
Bargam  
Mec Poli

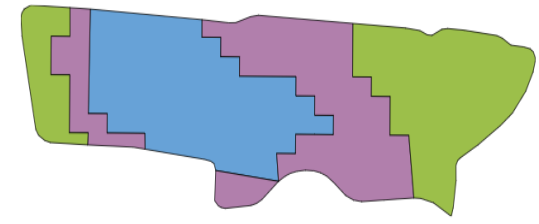
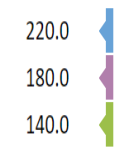


Valvola di sfiato per la variazione della portata  
Apertura 5 sezioni da 3,00 m  
Volume di acqua caricato (sensore di peso)





LEGENDA



2022 starter: Applicazione  
Dose prefissata

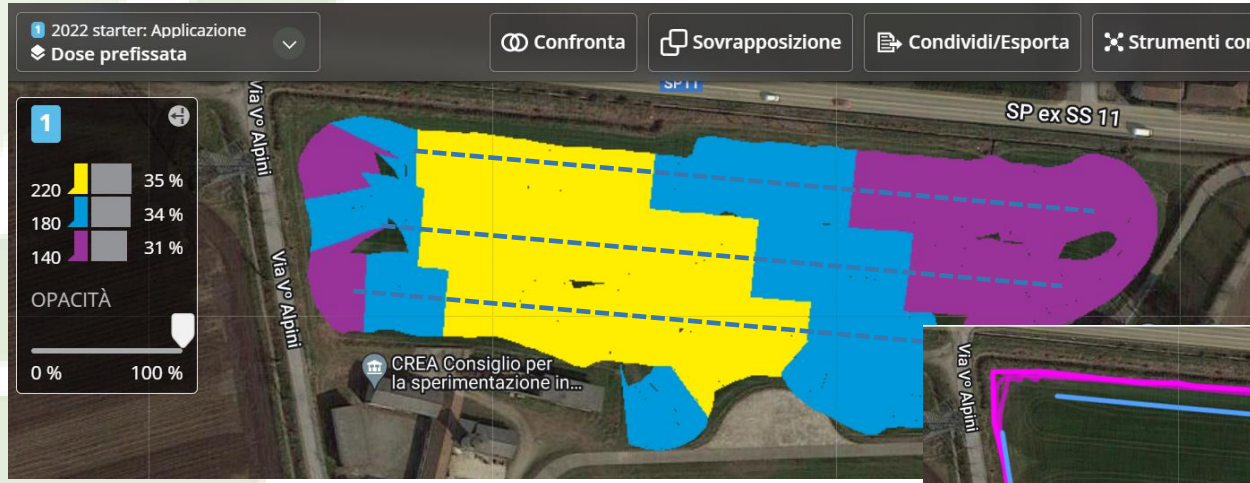
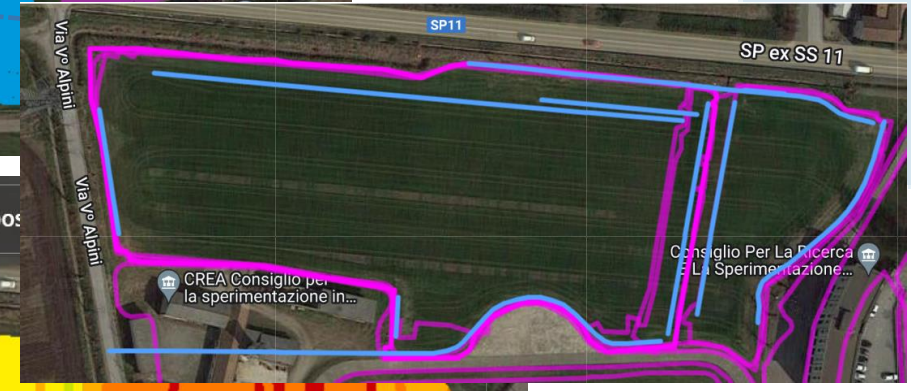
Confronta Sovrapposizione Condividi/Esporta Strumenti con

1

220	35 %
180	34 %
140	31 %

OPACITÀ

0 % 100 %

2022 starter: Applicazione  
Dose applicata

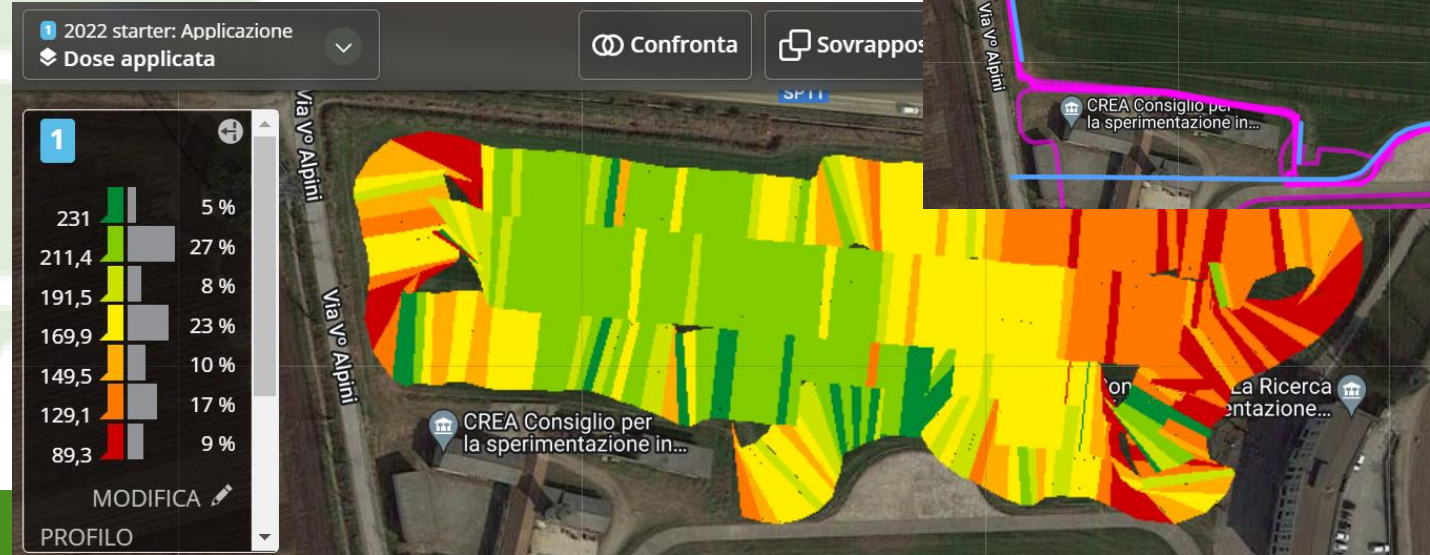
Confronta Sovrapposizione


1

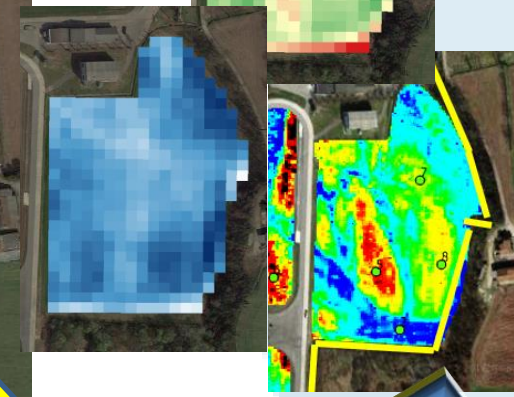
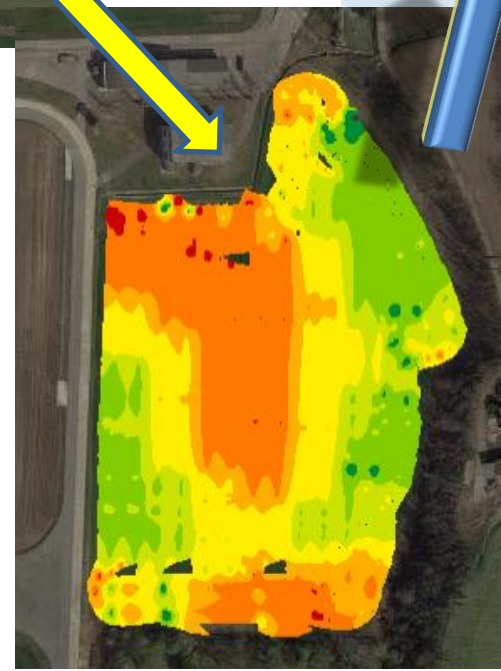
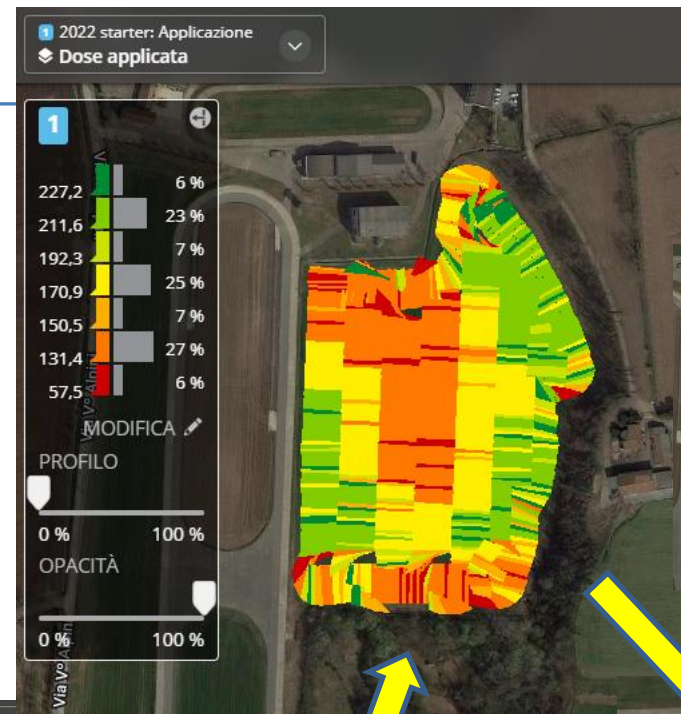
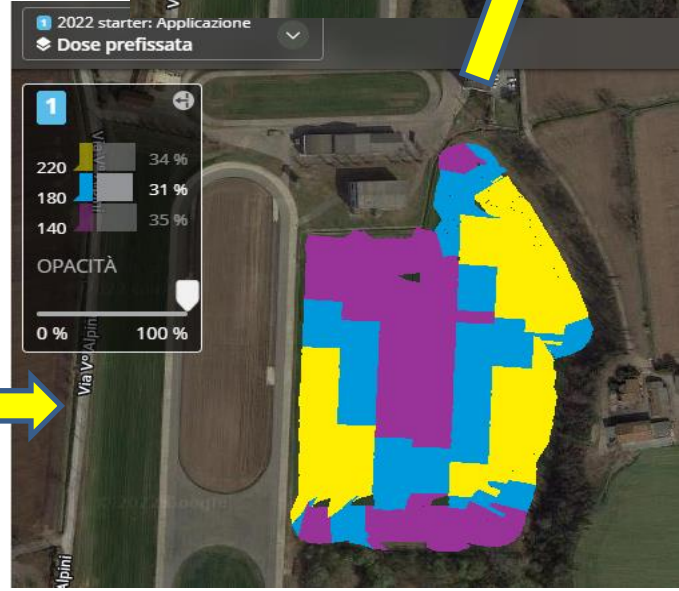
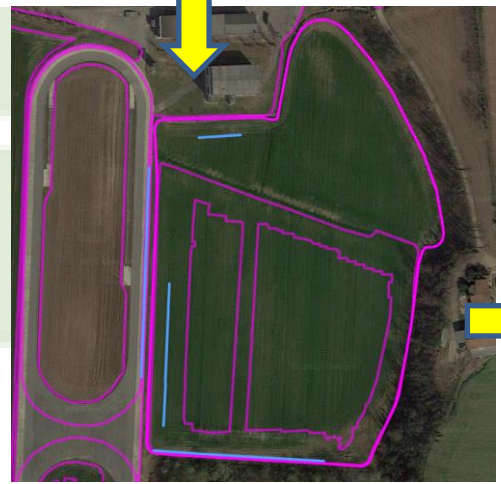
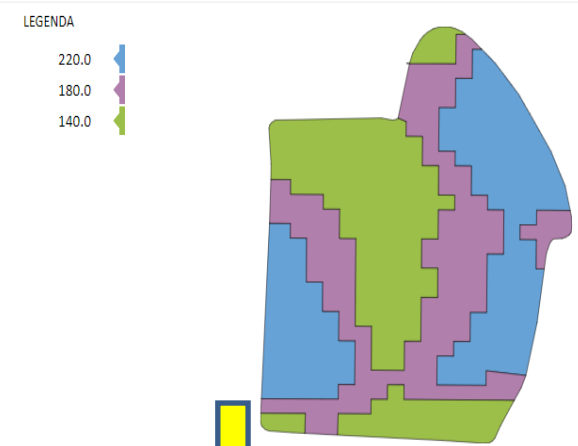
231	5 %
211,4	27 %
191,5	8 %
169,9	23 %
149,5	10 %
129,1	17 %
89,3	9 %

MODIFICA

PROFILO



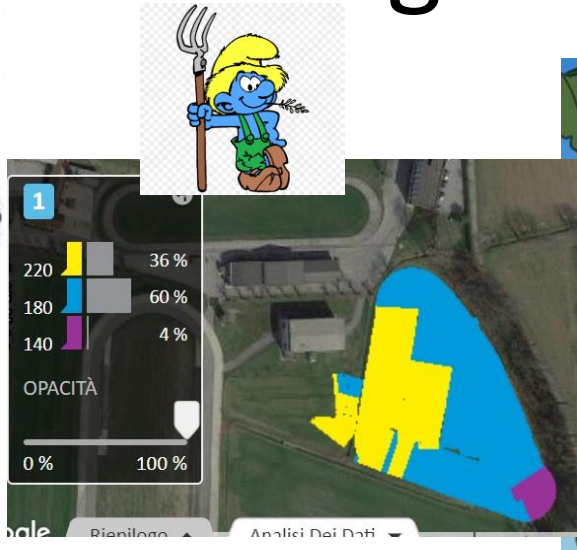
 isma\_ALPINI\_Power-Line 46-0-0 Urea Fertili.zip  
zip (2,0kb)  
Aggiunto su: 11 mar 2022



# Gestione della mappa delle zone omogenee



Sceriffo di Nottingham

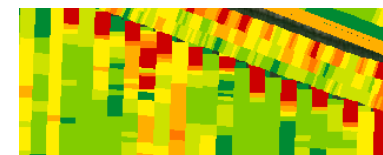
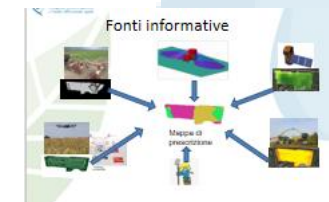


Robin Hood

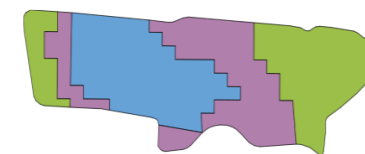


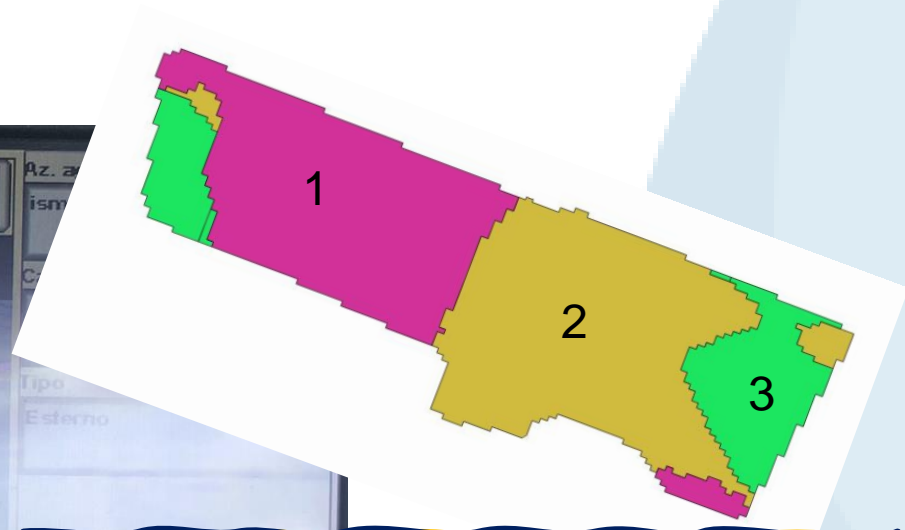
# Cosiderazioni

- ❖ La preparazione di una mappa di prescrizione dovrebbe prevedere l'elaborazione da **diverse fonti informative**;
- ❖ Non è necessario avere una **definizione** delle caratteristiche del terreno o della coltura con **risoluzione** eccessivamente superiore alla larghezza di lavoro;
- ❖ Il trattamento degli **outliers** è sempre molto delicata;
- ❖ La definizione del **peso di ogni singolo layer** può incidere sul risultato finale;
- ❖ **L'esperienza** di chi ha già la consapevolezza del campo è **preziosa** e le mappe di prescrizione dovrebbero essere discusse con chi deve poi operare in campo;
- ❖ Non esiste la mappa universale ma **ogni operazione** ed **ogni anno** ha bisogno di una elaborazione dedicata



COORDINATE	YIELD	NDVI	SAND	ETC...
X;Y	22.14	84.78	22.75	56.89





[elio.romano@crea.gov.it](mailto:elio.romano@crea.gov.it)





# Cosa vedere in azienda

- ❖ Riconoscimento della macchina operatrice da parte della trattrice
- ❖ Settaggio delle macchine attraverso display
- ❖ Definizione del confine e delle linee guida del campo
- ❖ Trasferimento della mappa di prescrizione alla trattrice
- ❖ Lettura dei parametri della macchina operatrice
- ❖ Distribuzione di un liquido per l'osservazione della possibilità di:
  - ✓ non sovrapporre il trattamento
  - ✓ variare la dose in funzione della mappa
  - ✓ gestire in maniera indipendente le sezioni della barra
- ❖ Differenza tra guida assistita e guida semi-automatica

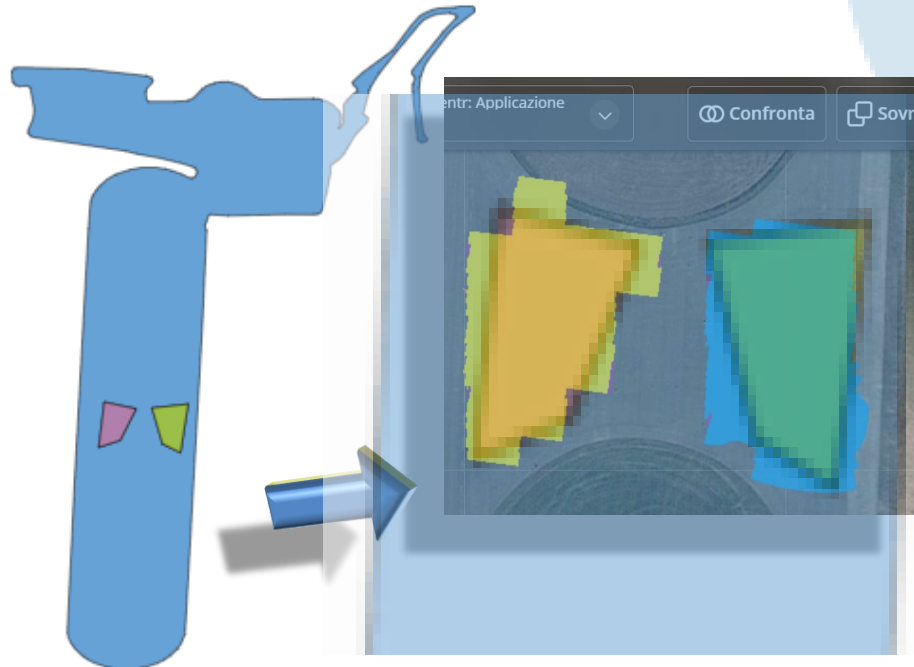
isma\_cortile az.\_Roundup PRO Concentrate H.zip

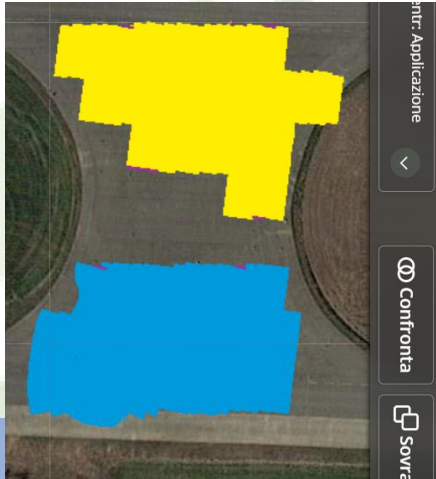


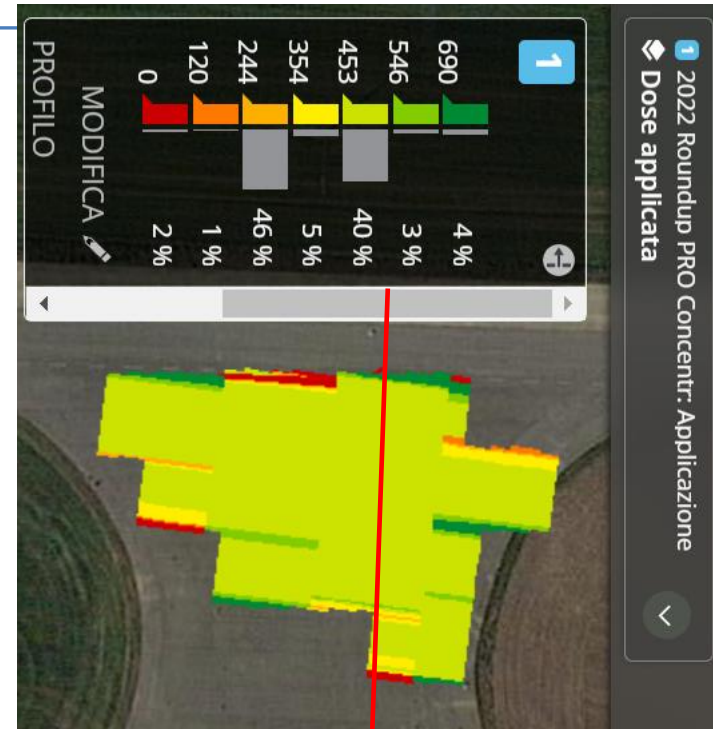
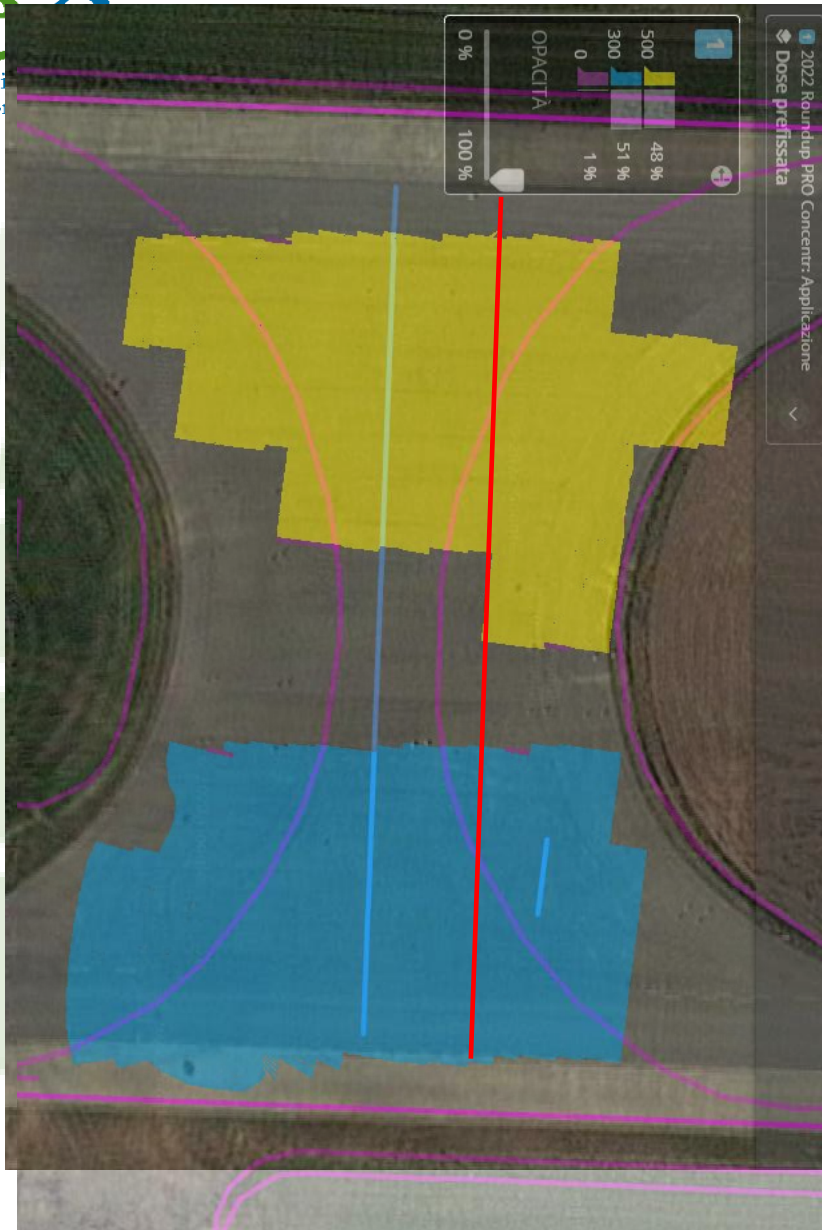
isma\_cortile az.\_Roundup PRO Concentrate H.zip  
zip (3.0kb)  
Aggiunto su: 6 mag 2022

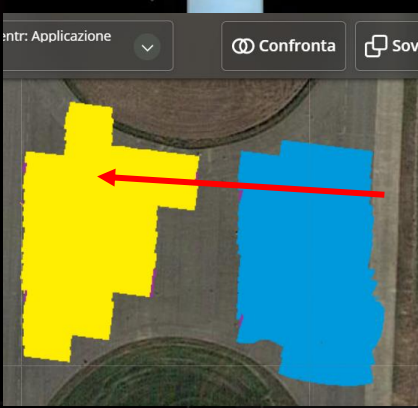
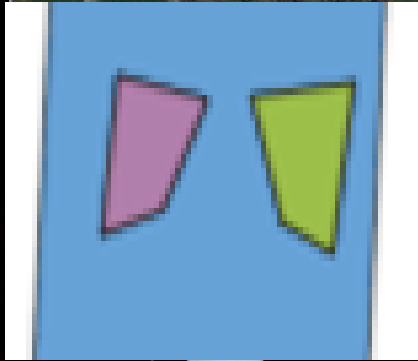
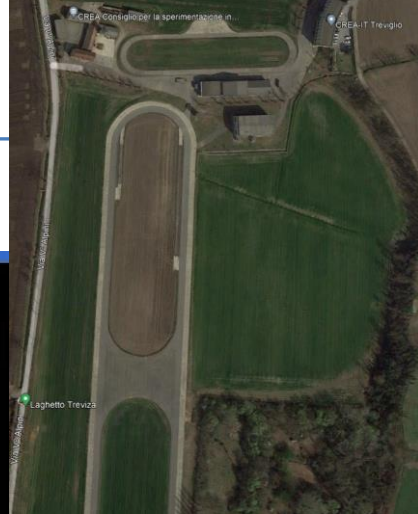
LEGENDA

- 0.0
- 500.0
- 300.0



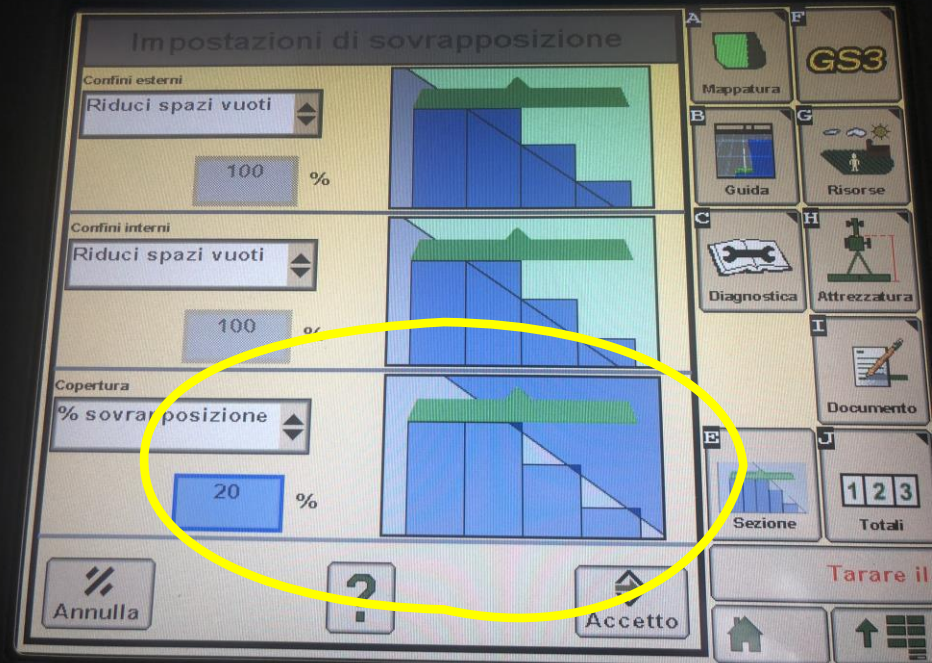
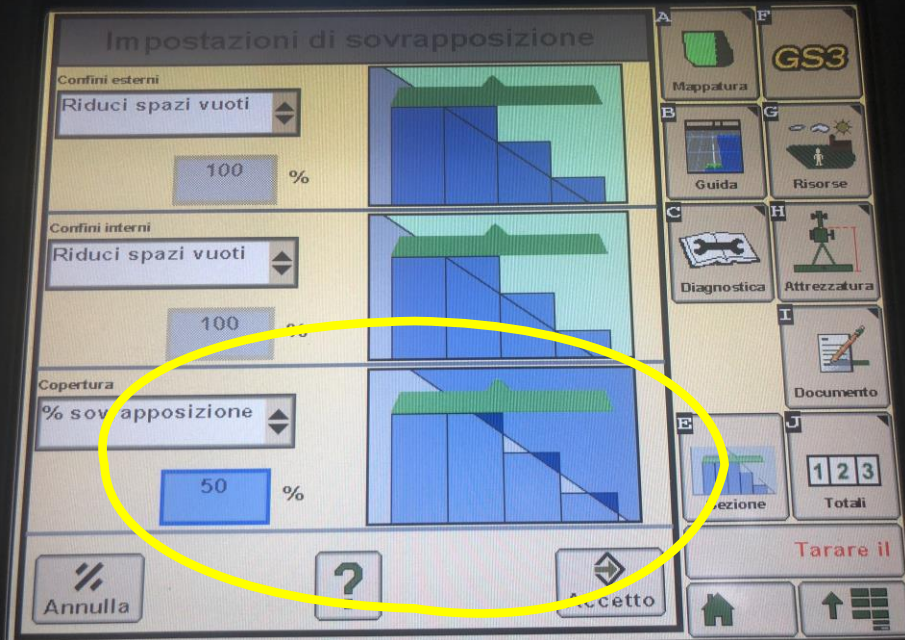
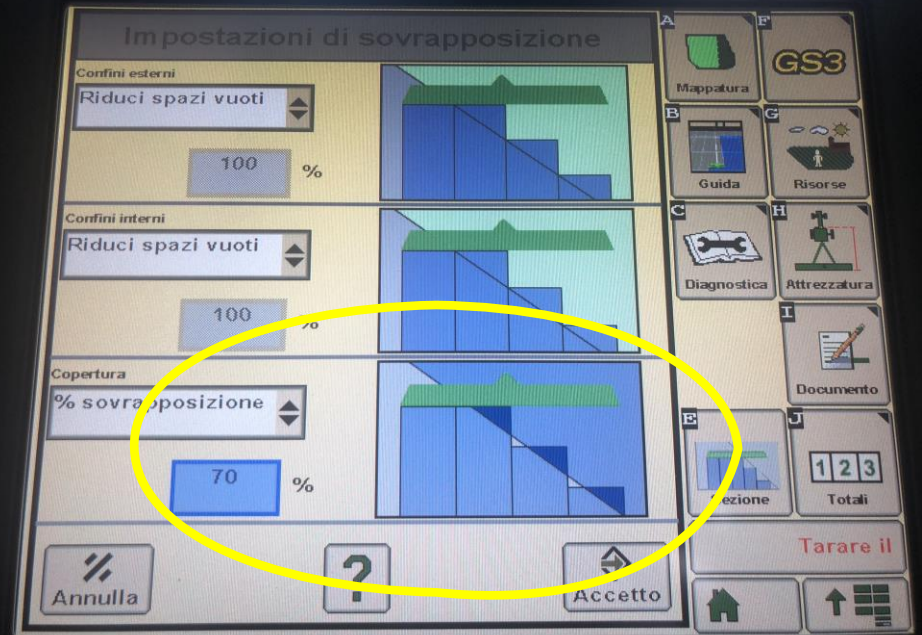
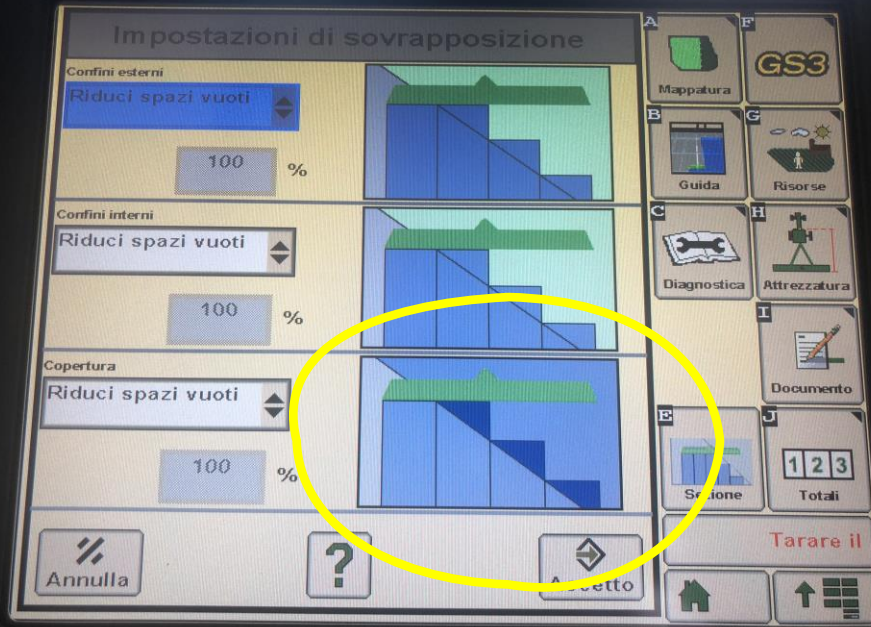


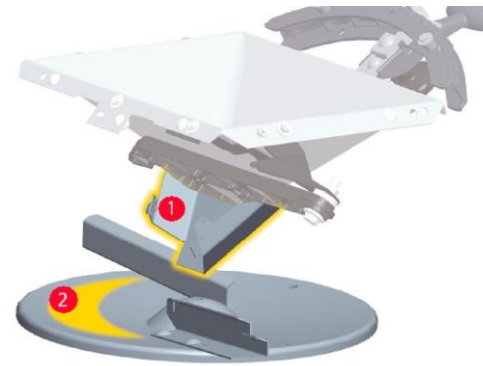
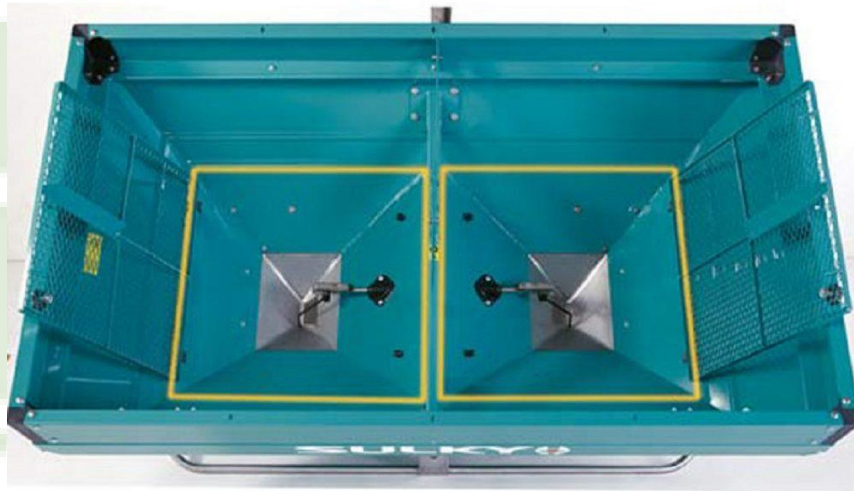
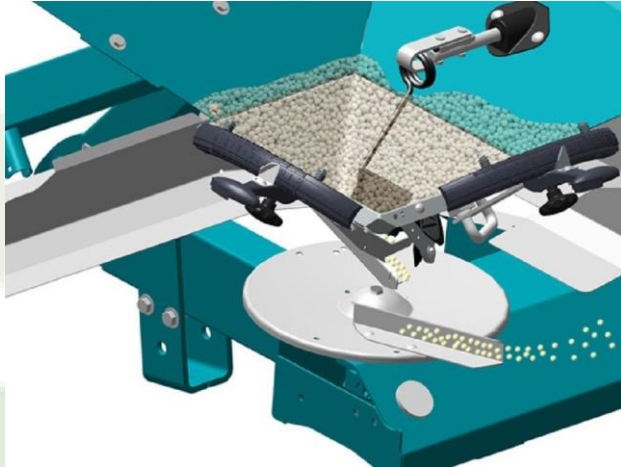




Letto multimediale

84





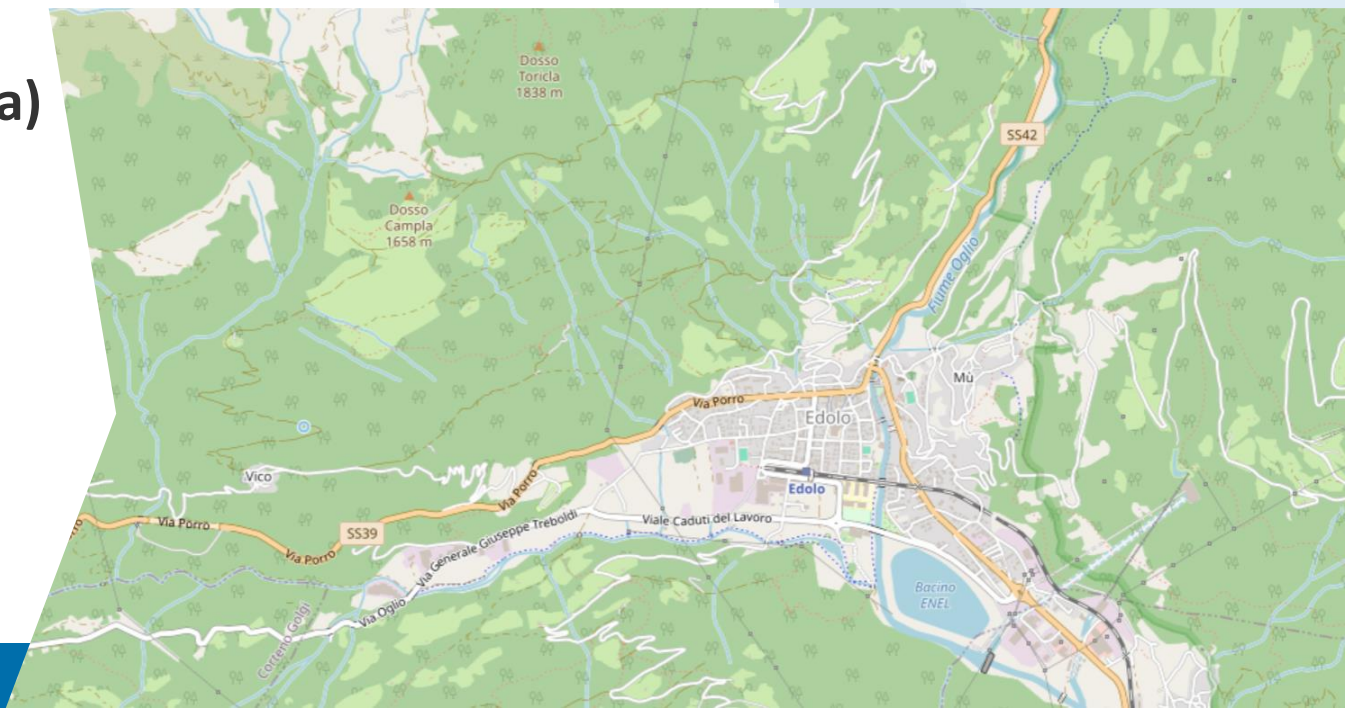


[elio.romano@crea.gov.it](mailto:elio.romano@crea.gov.it)

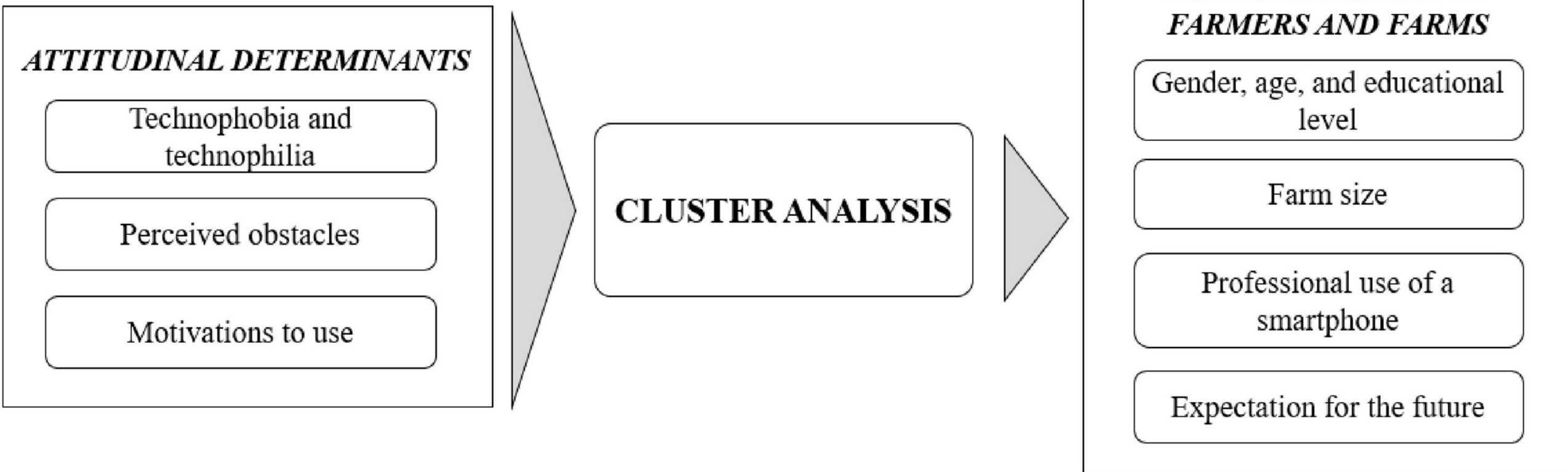


# Punti critici dell'applicazione in territorio montano

- Dimensione aziendale (dimensione media molto ridotta rispetto alle aziende in pianura)
- Giacitura dei terreni (elevate pendenze)
- Colture poco studiate
- Maggiore legame con la tradizione
- Copertura della rete mobile.

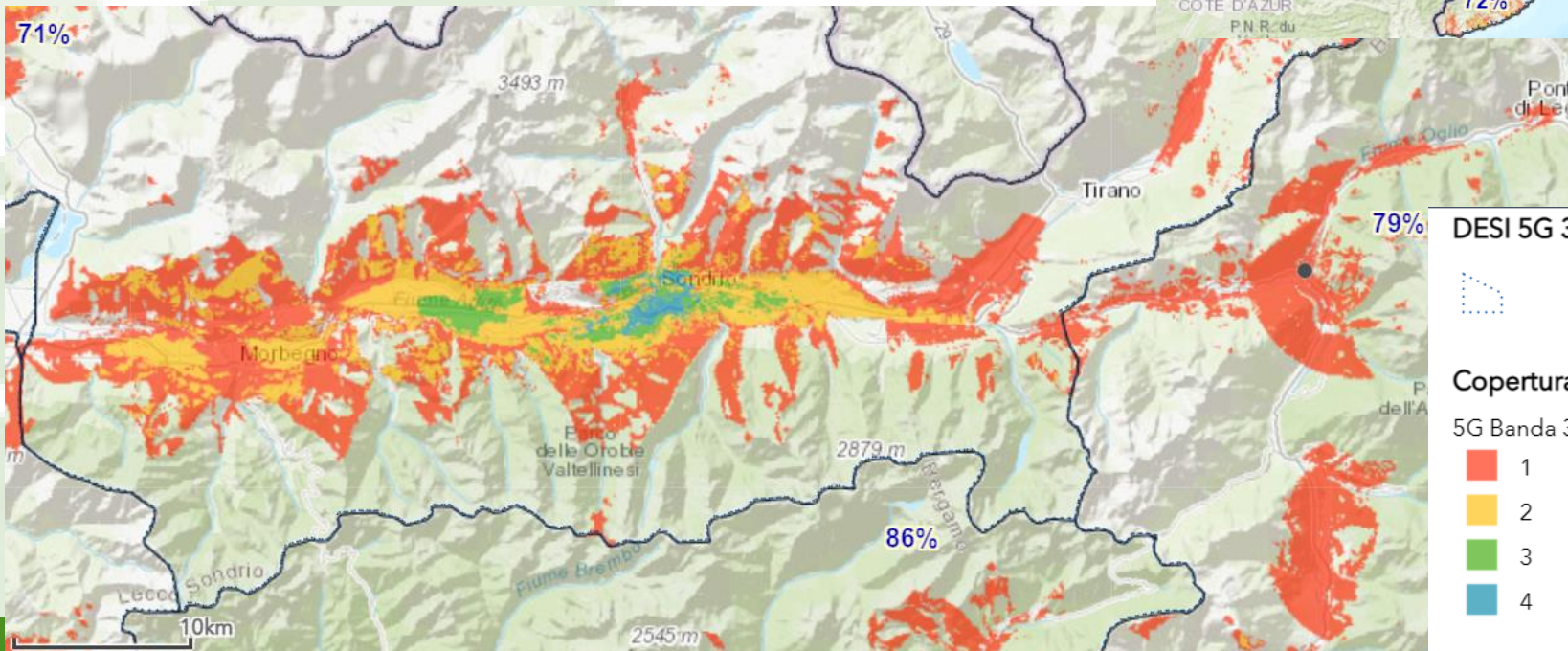
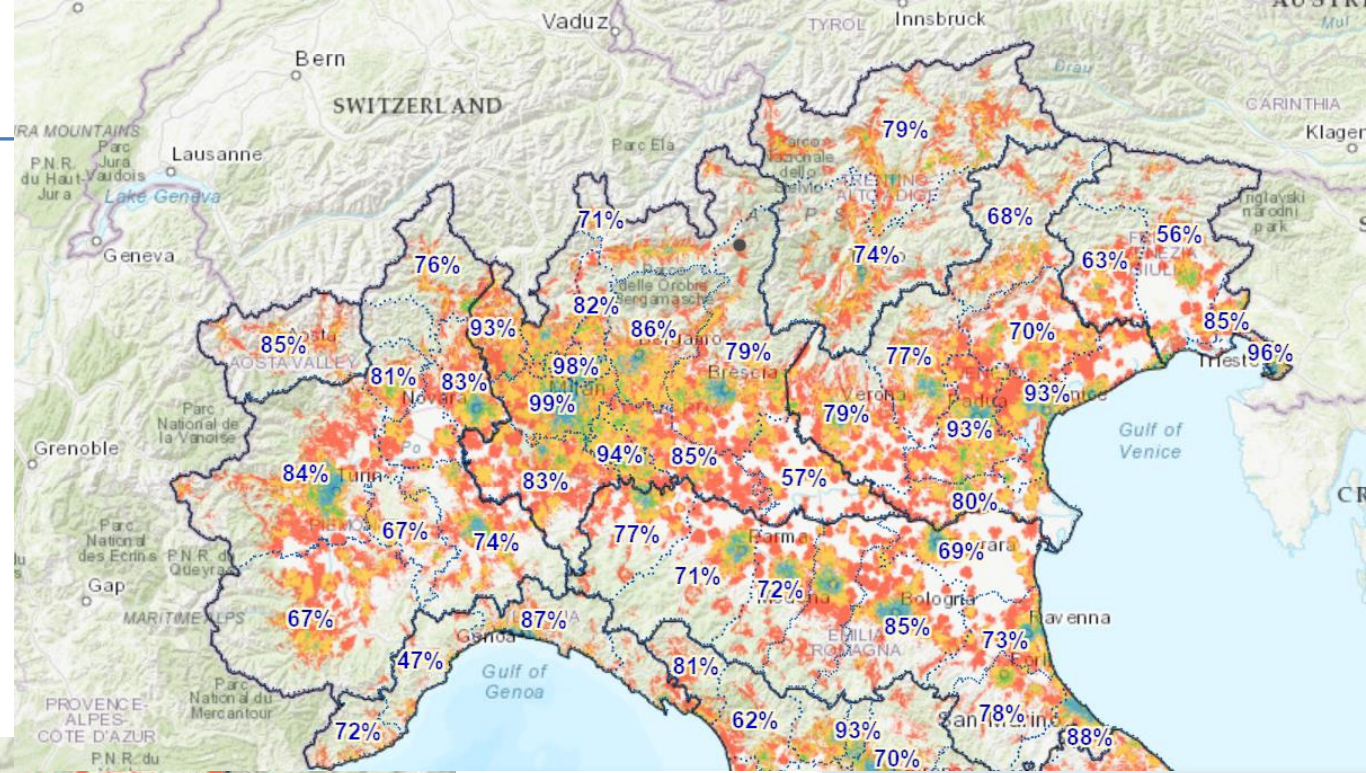


# Smart farming in mountain areas: Investigating livestock farmers' technophobia and technophilia and their perception of innovation



# Copertura rete mobile

<https://maps.agcom.it/>



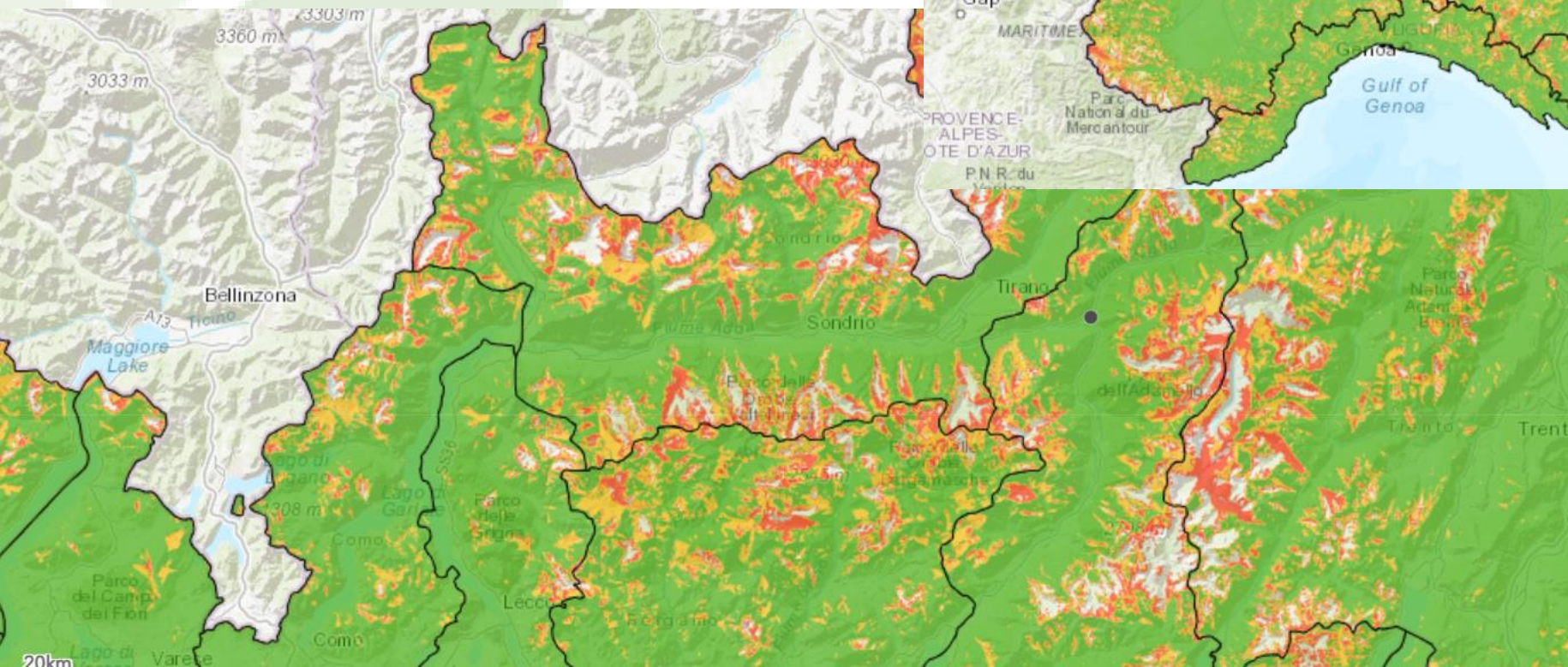
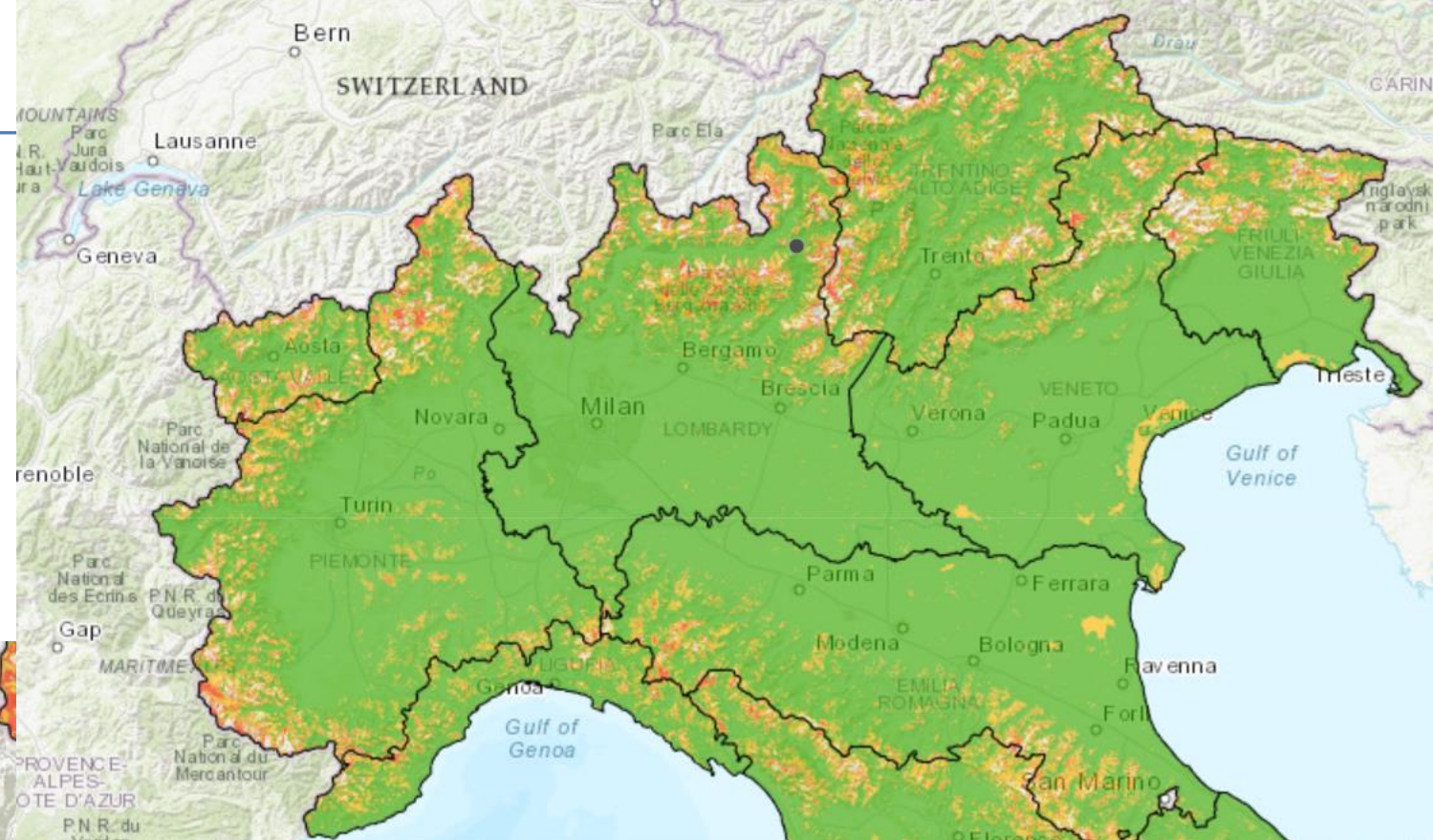
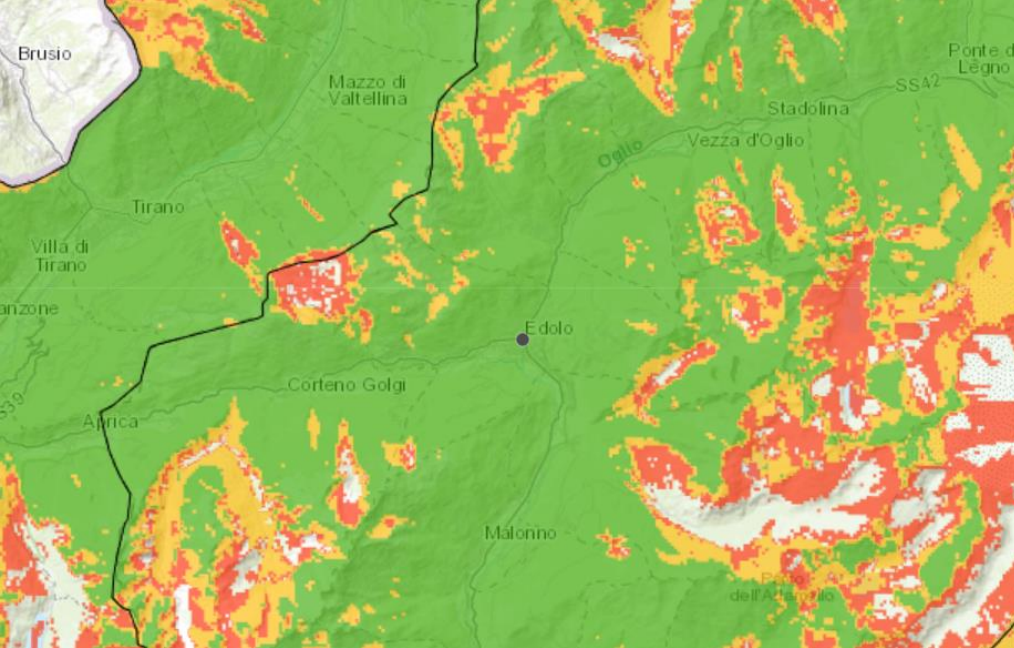
DESI 5G 3.4-3.8 GHz (% Famiglie)



Copertura 5G nella banda 3.4 - 3.8 GHz (dato 31/12/2022) - N. Operatori di rete

5G Banda 3.4 - 3.8 GHz

- 1
- 2
- 3
- 4



**Copertura 4G-LTE (dato 31/12/2022)**

n. operatori di rete

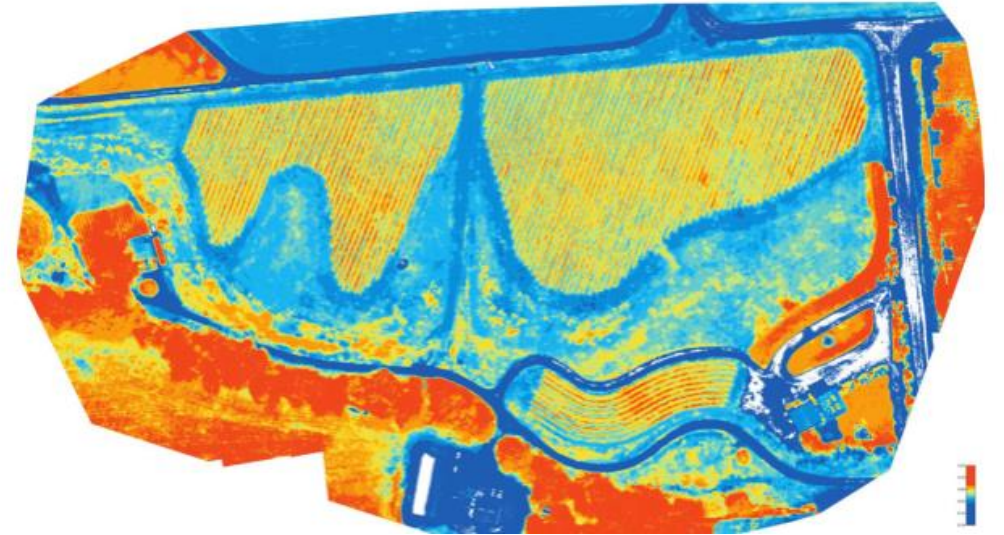
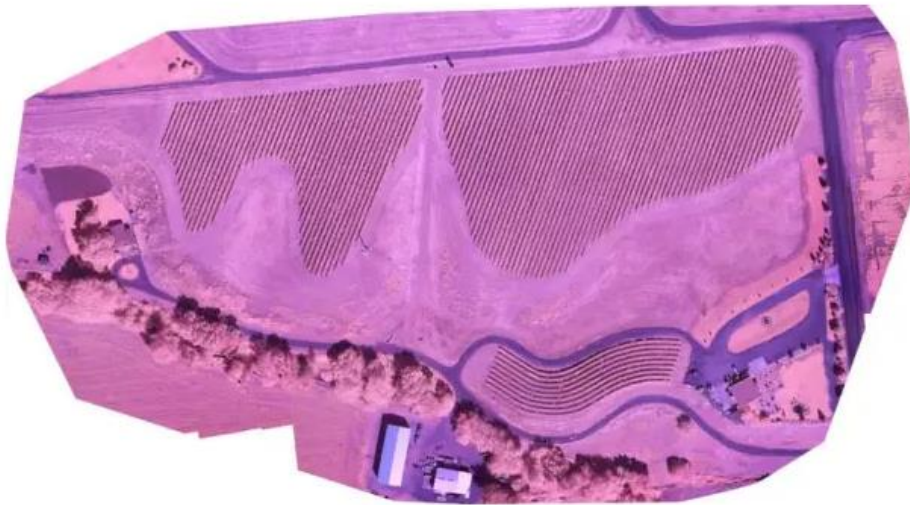
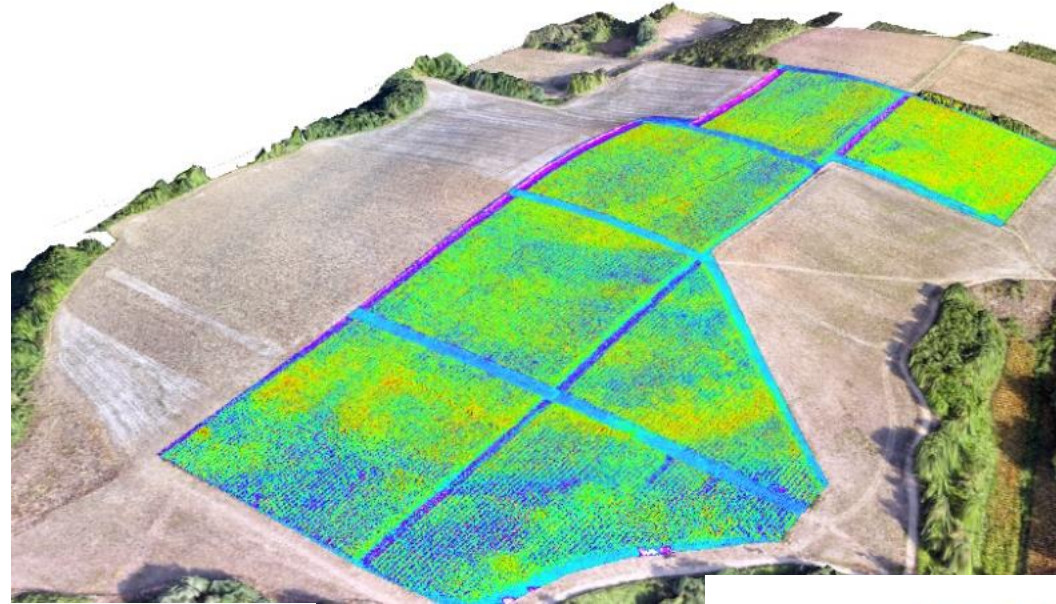
- 1
- 2
- 3

# Analisi delle potenzialità dell'Agricoltura di Precisione e Digitale in territorio montano

- Vigneto – Mappatura e Monitoraggio
- Prati – Trasemina e Distribuzione liquami
- Bosco – Network e Cantieri



# Vigneto



## Vineyard differential management zones using UAV in DO Ribeira Sacra – Spain

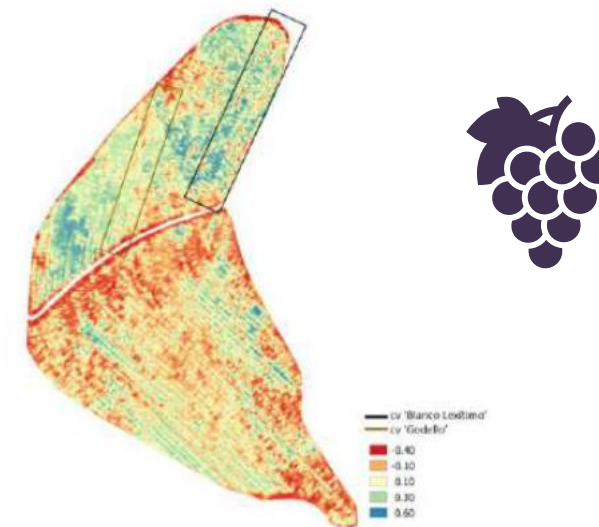
Pérez, R.<sup>1</sup>, Rodríguez-Febereiro, M.<sup>2</sup>, Fandiño, M.<sup>2</sup>, Vilanova, M.<sup>3</sup>, Cancela, J.J.<sup>2</sup>, González, X.P.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Adega Ponte da Boga. Lugar Couto – Sanpaio, O Castro 36458 Castro Caldelas, Ourense, Spain. ruben@pontedaboga.es

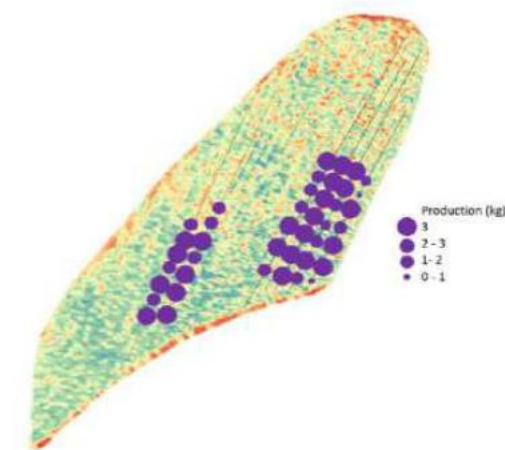
<sup>2</sup>GI-1716 – Dpto. Ingeniería Agroforestal, Universidad de Santiago de Compostela, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Rúa Benigno Ledo s/n, 27002 Lugo, Spain. javierjose.cancela@usc.es

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV), Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC – Universidad de La Rioja – Gobierno de La Rioja, Carretera de Burgos, Logroño, Spain. mar.vilanova@csic.es

<sup>4</sup>GI-2162 – Universidad de Santiago de Compostela, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Rúa Benigno Ledo s/n 27002 – Lugo – Spain, xesusablo.gonzalez@usc.es



**Figure 2.** NDVI vegetation index map at flowering date (17/06/2019).



**Figure 4.** Production map (2019).



# Sentinel-2 Data Analysis and Comparison with UAV Multispectral Images for Precision Viticulture

GI\_Forum 2018, Issue 1

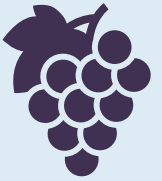
Page: 105 - 116

Short Paper

Corresponding Author:

federica.nonni87@gmail.com

DOI: 10.1553/giscience2018\_01\_s105



Frederica Nonni, Diego Malacarne, Salvatore Eugenio Pappalardo, Daniele Codato, Franco Meggio and Massimo De Marchi  
University of Padua, Italy

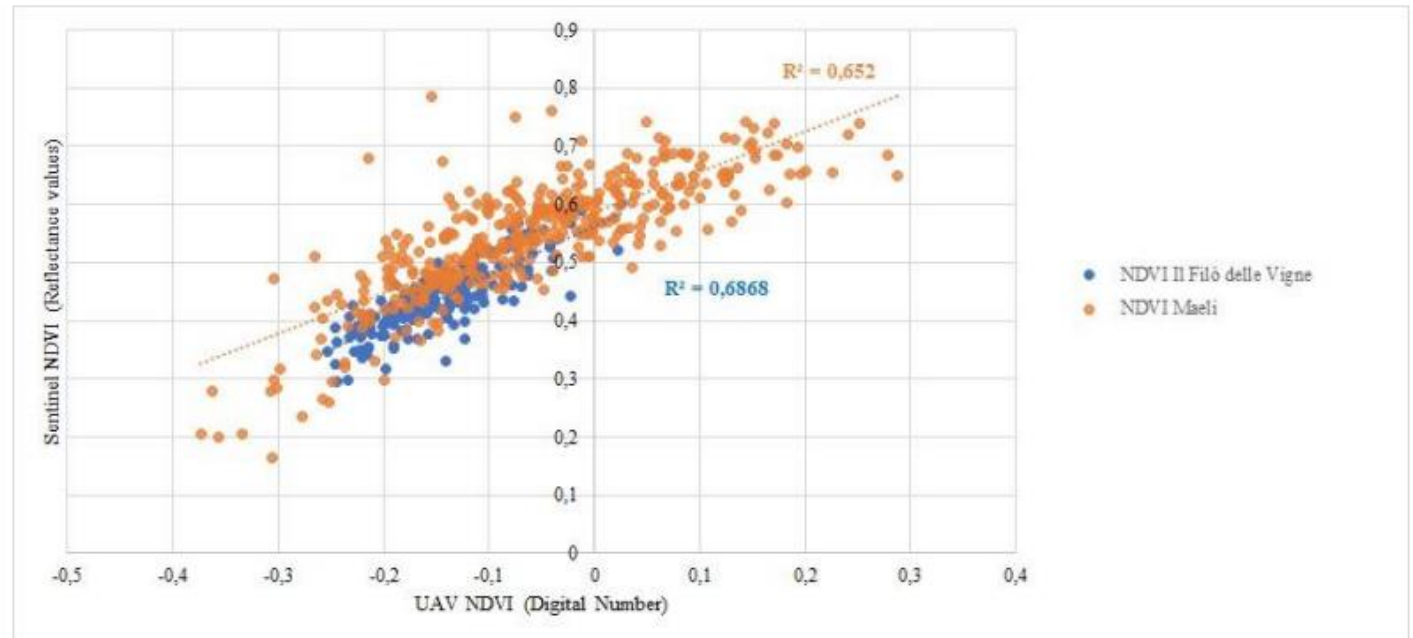


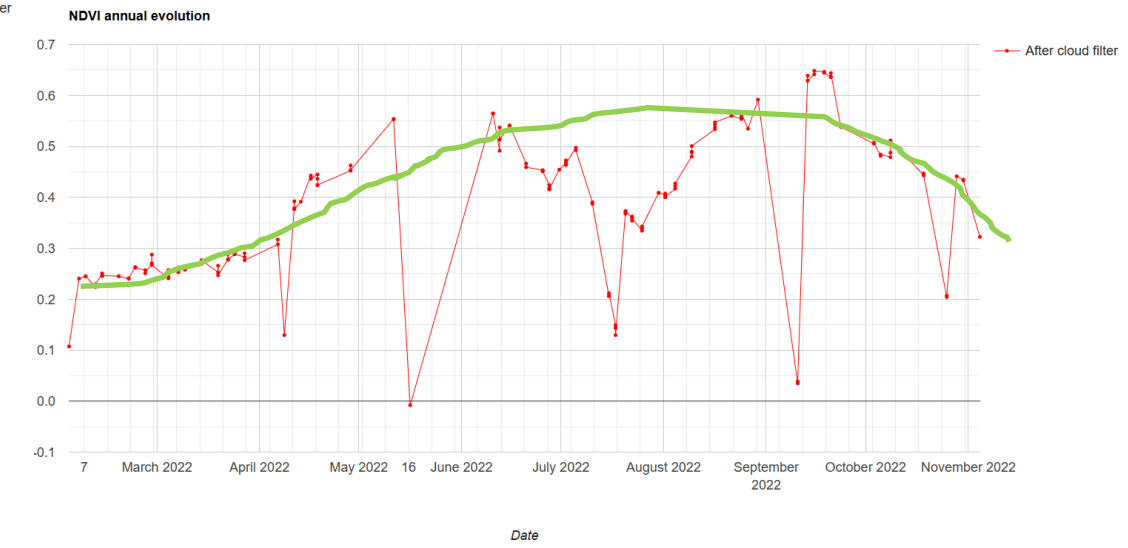
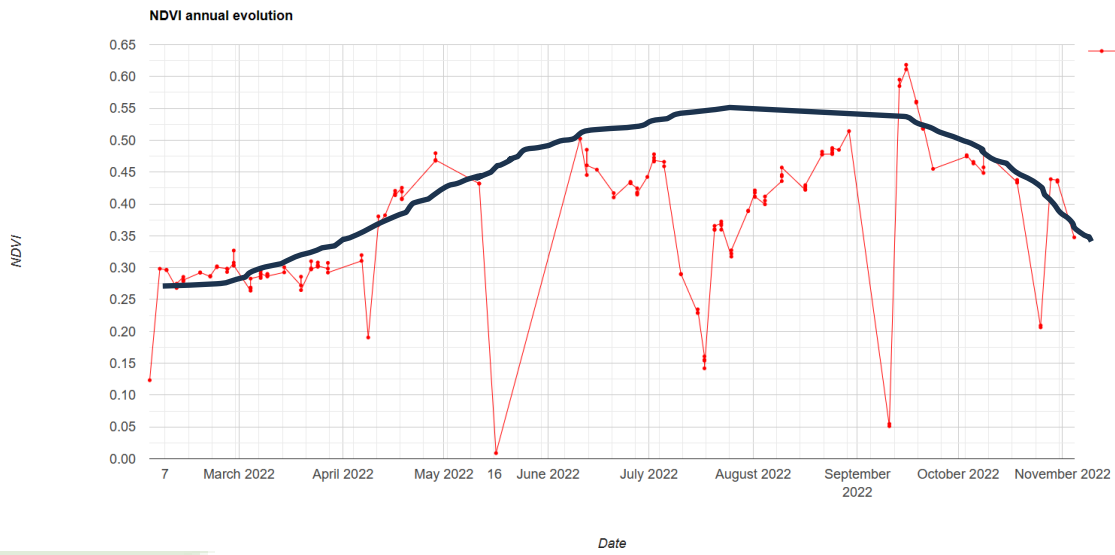
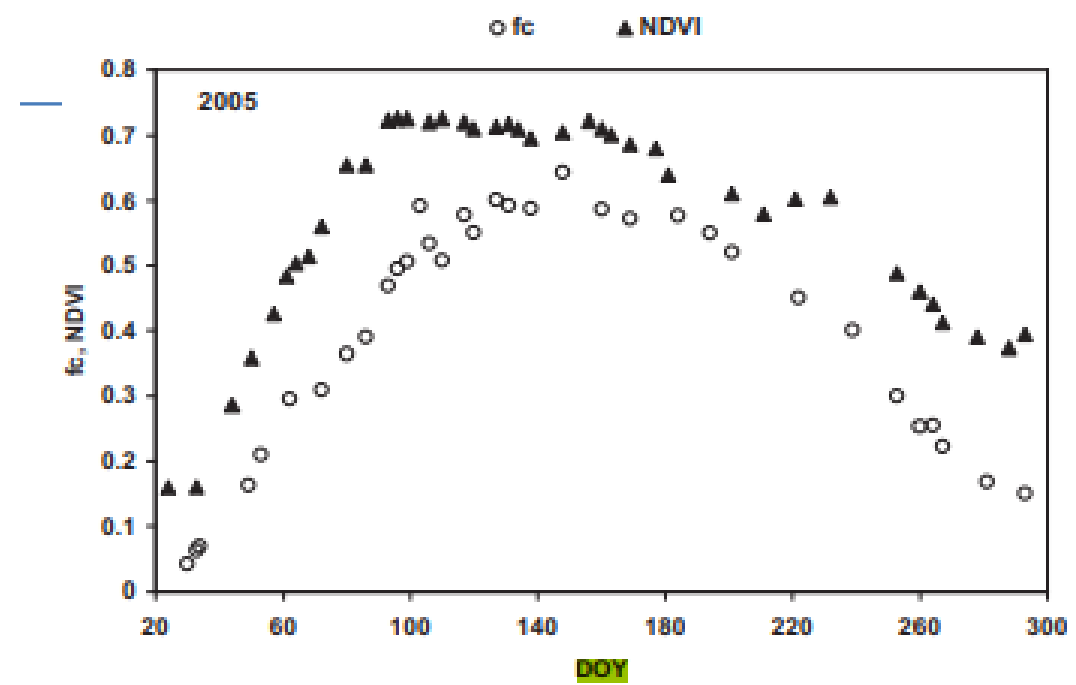
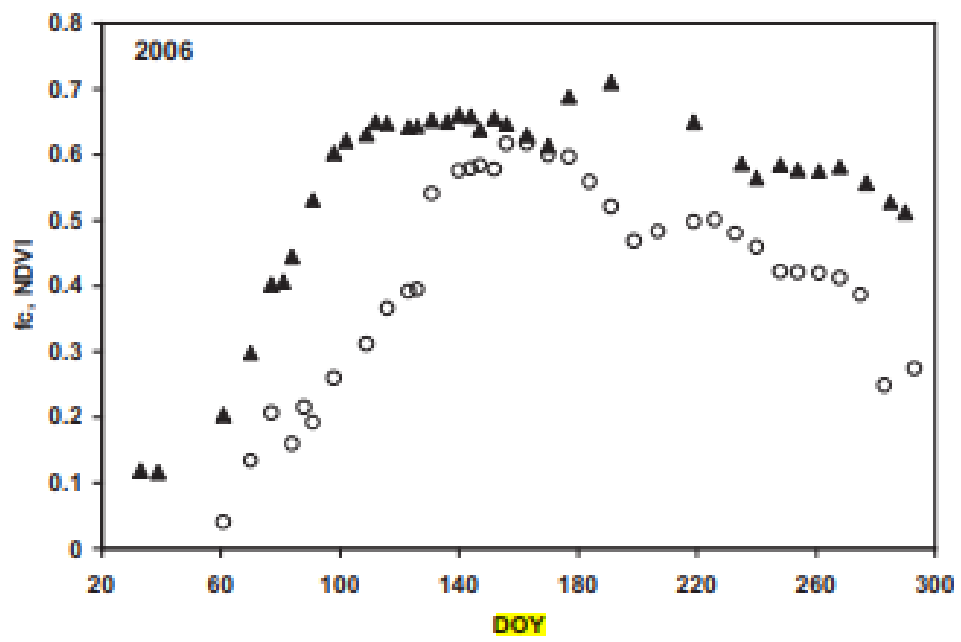
Figure 13: Linear regression graphs, Sentinel NDVI and UAV NDVI



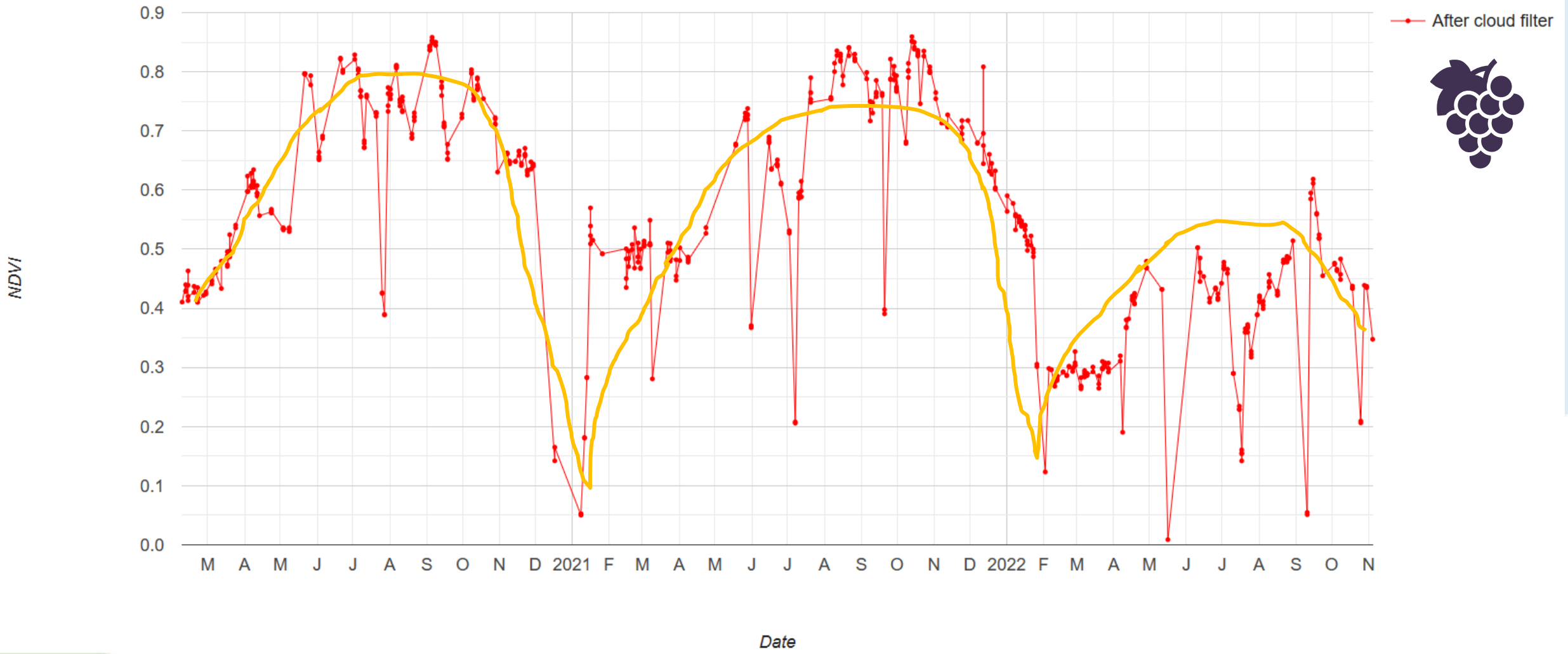


0 10 20 m





### NDVI annual evolution

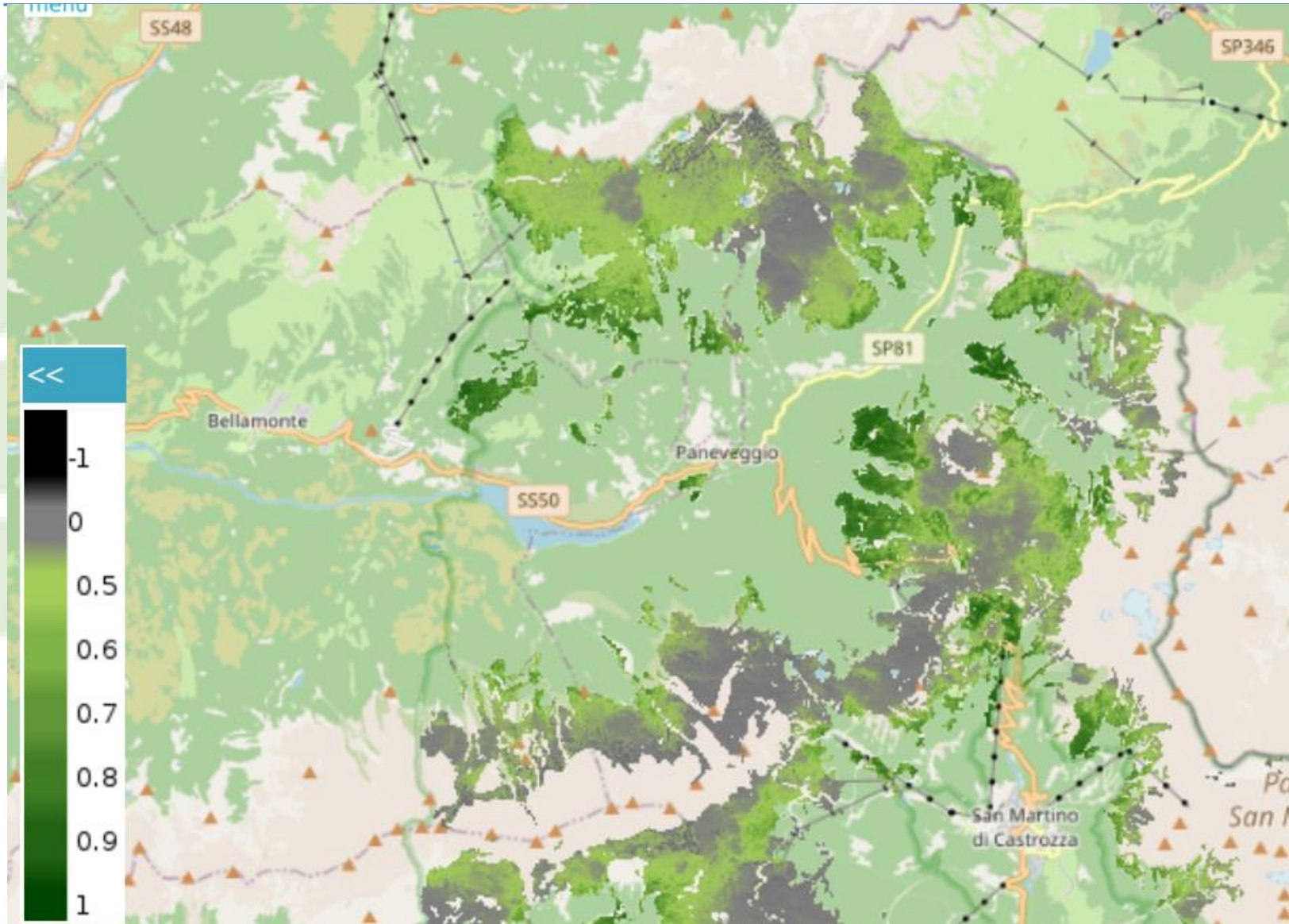




- <https://www.youtube.com/watch?v=aZdU0eXbi2w>

# Prati Distribuzione di liquame

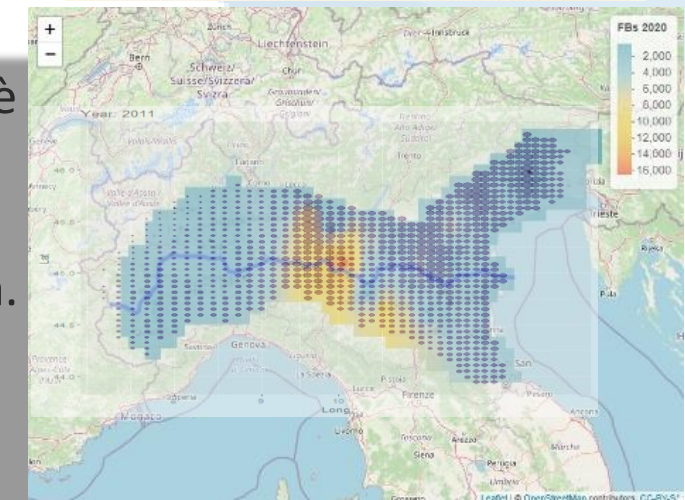
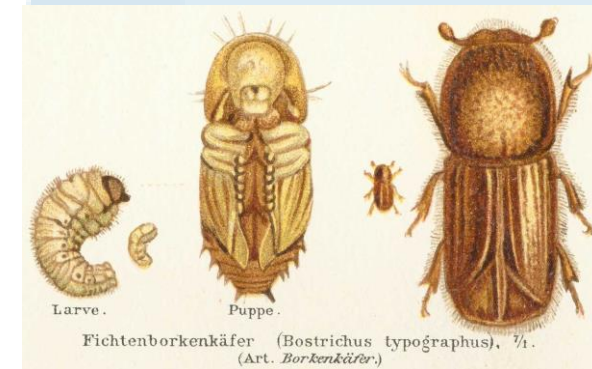




- <https://geo.highlanderproject.eu/dashboards/pascoli/index.html#>

# Bostrico dell'abete rosso

- Dai boschi colpiti dalla tempesta Vaia del 2018, l'**epidemia di Bostrico** ha raggiunto la Lombardia orientale, in particolare Prealpi bergamasche Val Brembana, Val Seriana, Vallecamonica e medio-alta Valtellina. Nel corso del 2022 l'infestazione da Bostrico in Lombardia ha interessato **2.338 ettari**.
- Le province maggiormente colpite sono state Brescia (1.620 ettari), Bergamo (444 ettari) e Sondrio (208 ettari). Regione Lombardia ha attivato una rete di monitoraggio del Bostrico con il posizionamento, tra giugno e luglio, di un'ottantina di **trappole** per individuare i focolai d'infezione, definire la dinamica di diffusione del coleottero e avere prospettive sull'andamento dell'epidemia.
- Le trappole sono state posizionate nelle **12 Comunità montane** in cui l'epidemia è più diffusa: CM Sebino, CM Vallesabbia, CM Valle di Scalve, CM Valle Seriana, CM Valle Brembana, CM Val Sassina, CM Valchiavenna, CM Valtellina di Sondrio, CM Valtellina di Morbegno, CM Alta Valtellina, CM Vallecamonica e CM Valle Trompia.



# Vaia e il rischio bostrico

## La situazione sulle Alpi centro orientali nel primo anno dai crolli

a cura di MASSIMO FACCOLI, ALESSANDRO ANDRIOLO, IRIS BERNARDINELLI, ALESSANDRO DUCOLI, CRISTINA SALVADORI, ANDREA BATTISTI<sup>(1)</sup>

La tempesta Vaia ha creato condizioni ideali per la proliferazione del bostrico *Ips typographus* a carico dell'abete rosso *Picea abies*. Vengono presentati i primi dati sullo stato delle popolazioni e viene discusso il rischio di infestazioni.

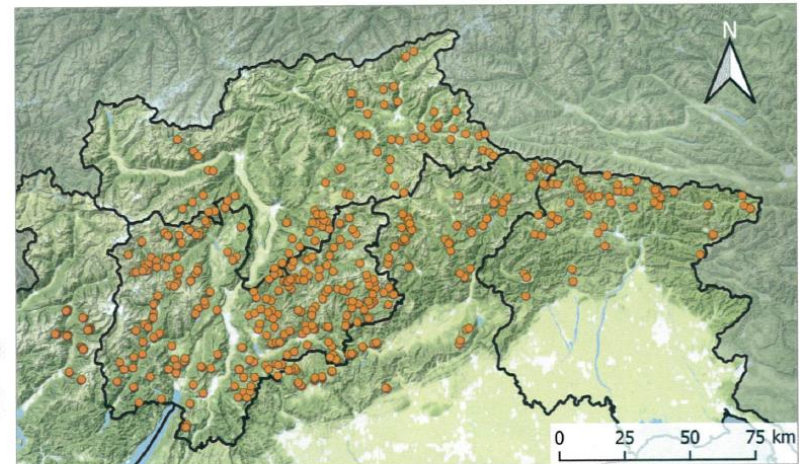
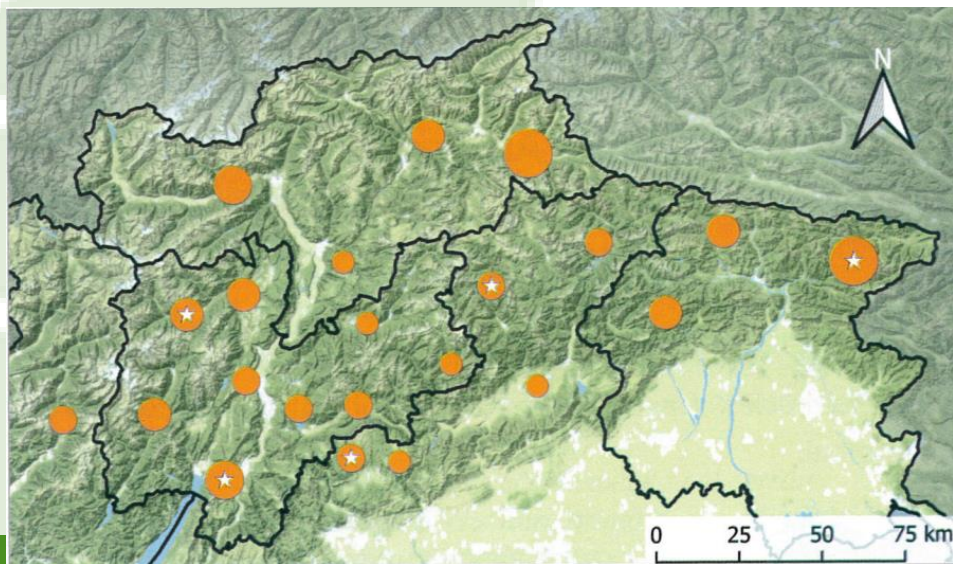


Figura 1 - Distribuzione delle trappole a feromoni per bostrico (*Ips typographus*) attivate nel 2019 in seguito alla tempesta Vaia.

Ottobre 2018 – danni per 8.5 milioni di m<sup>3</sup>



Regione/Provincia	Area	N. di trappole	Catture medie per trappola	Deviazione standard
Bolzano	Bolzano	16	1.643	2.014
Bolzano	Bressanone-Brunico	27	5.278	5.177
Bolzano	Merano	13	7.511	10.368
Bolzano	Pusteria	22	10.843	8.405
Friuli Venezia Giulia	Alpi Giulie	9	14.273	12.339
Friuli Venezia Giulia	Alta Carnia	31	4.482	4.645
Friuli Venezia Giulia	Bassa Carnia	13	5.630	4.894
Lombardia	Valcamonica	62	3.651	3.661
Trento	Borgo Valsugana	26	2.802	2.176
Trento	Cavalese	33	1.448	1.518
Trento	Cles	20	4.776	7.204
Trento	Malè	27	4.208	5.439
Trento	Pergine Valsugana	20	2.866	5.156
Trento	Primiero	31	1.009	1.011
Trento	Rovereto-Riva d.G.	28	6.597	10.497
Trento	Tione di Trento	24	4.873	5.451
Trento	Trento	12	2.288	2.558
Veneto	Agordino	20	3.443	3.079
Veneto	Asiago Est	8	316	306
Veneto	Asiago Ovest	12	2.844	2.418
Veneto	Belluno	25	1.540	1.711
Veneto	Comelico-Cadore	25	2.433	2.403

Tabella 1 - Numero medio di adulti di bostrico (*Ips typographus*) catturati per trappola nel 2019 nelle principali aree interessate da Vaia. Gli elevati valori della deviazione standard osservati nella maggior parte delle aree indagate rivelano tuttavia una diffusa presenza di siti caratterizzati da alte densità di insetti.

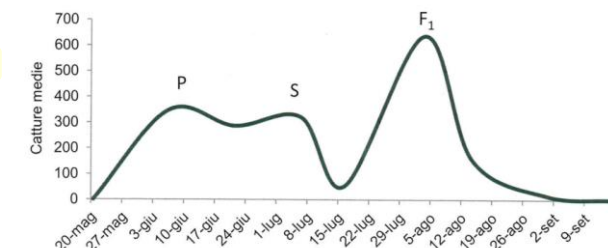


Gráfico 1 - Catture medie di bostrico (*Ips typographus*) in trappole a feromoni collocate nel 2019 nel Veneto occidentale in zone interessate dagli schianti (altopiano dei Sette Comuni, Vicenza). Andamenti simili sono stati osservati nelle altre zone interessate da Vaia a quote inferiori a 1.400 m. P: picco costituito dagli adulti svernanti con avvio della prima generazione; S: generazione sorella costituita da una parte di adulti svernanti alla ricerca di nuovi alberi ospiti; F1: picco costituito dagli adulti di prima generazione (discendenti da P), con avvio della seconda generazione tardo-estiva destinata a svernare.





# IL BOSTRICO TIPOGRAFO: CONSEGUENZA DI VAIA

Piano per l'organizzazione degli interventi di utilizzazione per la lotta fitosanitaria e di ricostituzione dei boschi danneggiati.

Aggiornamento 2023 LP 23 maggio 2007, n.11, art.98 bis

Nei boschi a composizione prevalente di abete rosso uno dei principali effetti secondari di eventi perturbativi estesi come gli schianti da vento, gli schianti da neve, o la siccità prolungata, è la proliferazione delle popolazioni di bostrico (*Ips typographus*). Le esperienze dei paesi a nord delle Alpi già interessati da perturbazioni di forte intensità ed estensione hanno dimostrato che le pullulazioni di bostrico che si sviluppano dopo perturbazioni gravi, durano in media 5-6 anni, con la massima infestazione nel secondo e terzo anno e una riduzione progressiva in quelli successivi (vedi tabella 3).



Figura 1 - Esempio di bostrico tipografo (fonte: Cristina Salvadori - FEM)



Figura 2 - Bostrico allo stadio di larva

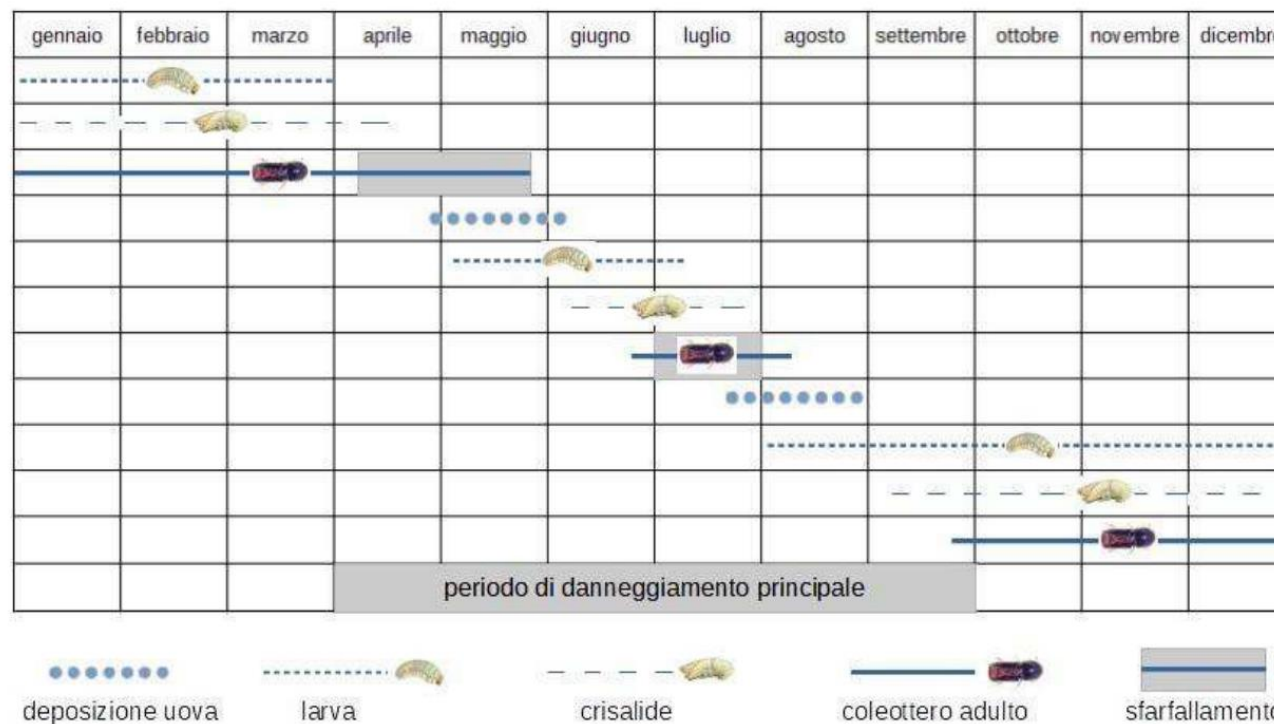


Figura 3 - Ciclo di sviluppo del bostrico in condizioni favorevoli con due generazioni in un anno. A quote più alte, in genere sopra i 1300 m, i tempi sono ritardati di circa un mese, impedendo lo sviluppo della seconda generazione.

## Early detection of bark beetle infestation in Norway spruce forests of Central Europe using Sentinel-2



**Negli ultimi dieci anni, massicce epidemie di bostrico (*Ips* spp.) hanno causato un declino su larga scala delle foreste dell'Europa centrale, gestite prevalentemente da conifere. Il rilevamento tempestivo degli alberi appena infestati è importante per ridurre al minimo le perdite economiche e pianificare efficacemente le attività di gestione forestale per fermare o almeno rallentare le epidemie.**



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

## International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jag](http://www.elsevier.com/locate/jag)



### Early detection of bark beetle infestation in Norway spruce forests of Central Europe using Sentinel-2

Vojtěch Bárta<sup>\*</sup>, Petr Lukeš, Lucie Homolová

*Global Change Research Institute of the Czech Academy of Sciences, Department of Remote Sensing, Bělidla 986/4a, 603 00 Brno, Czechia*

- In condizioni normali, una piccola popolazione di bostrico attacca prevalentemente alberi indeboliti con scarsi meccanismi di difesa (**stadio endemico**), e questo può essere considerato un processo riparativo naturale negli ecosistemi forestali.
- **A livelli epidemici**, tuttavia, eventi meteorologici estremi, come [il vento](#) o un periodo di siccità di lunga durata, causano danni e indeboliscono i meccanismi di difesa di tutti gli alberi, quindi il bostrico può moltiplicare le [dimensioni della popolazione](#) con conseguente massiccia mortalità degli alberi (fase epidemica).
- Durante il periodo epidemico (spesso definito focolaio) il bostrico attacca anche alberi sani di quasi tutte le categorie di età.

# Sintomi e segnali

- I sintomi fisici dell'infestazione degli alberi includono tipicamente la comparsa di piccoli fori sul tronco e residui di polvere secca sul fondo dei fusti degli alberi, che vengono spesso utilizzati dai gestori forestali per l'identificazione precoce degli alberi infestati.
- Questi ultimi sono seguiti da sintomi biologici visibili, tra cui cambiamenti nel colore degli aghi, defogliazione e decomposizione della corteccia.
- Poiché i singoli alberi potrebbero reagire in modo diverso durante la fase iniziale dell'infestazione, fare affidamento sui sintomi biologici visivi potrebbe ostacolare la tempestiva diagnosi precoce.

[Situazione bostrico e nota tecnica su modalità interventi sito \(ersa.fvg.it\)](https://www.ersa.fvg.it/export/sites/ersa/aziende/monitoraggi/bausive/Alliegati_Bausive/Situazione-bostrico-e-nota-tecnica-modalita-interventi.pdf)

[https://www.ersa.fvg.it/export/sites/ersa/aziende/monitoraggi/bausive/Alliegati\\_Bausive/Situazione-bostrico-e-nota-tecnica-modalita-interventi.pdf](https://www.ersa.fvg.it/export/sites/ersa/aziende/monitoraggi/bausive/Alliegati_Bausive/Situazione-bostrico-e-nota-tecnica-modalita-interventi.pdf)

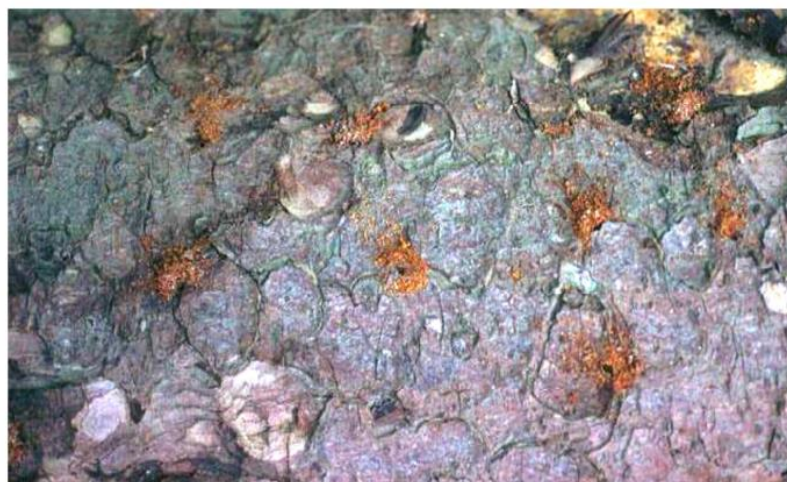


Figura 1 - Fori di entrata con emissione di rosura rossastra



Figura 2 - Fori di uscita riconoscibili perché perfettamente tondi

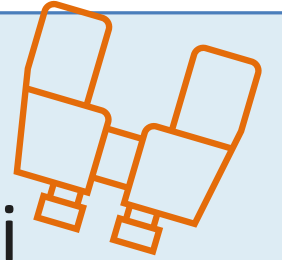
Il processo di infestazione degli alberi è spesso classificato in tre fasi: attacco verde, rosso e grigio.

<b>Stadio verde</b>	Stadio iniziale di attacco del bostrico, durante il quale gli alberi non manifestano segni facilmente visibili
<b>Stadio rosso</b>	Stadio di decolorazione degli aghi, che può durare 1-2 anni dopo l'attacco iniziale
<b>Stadio grigio</b>	Stadio finale, gli aghi degli alberi attaccati sono tutti caduti a terra.

Nella fase di attacco verde, gli alberi infestati non mostrano cambiamenti visibili di colore degli aghi, ma gli alberi sono già su una traiettoria di decadimento che non può essere invertita.

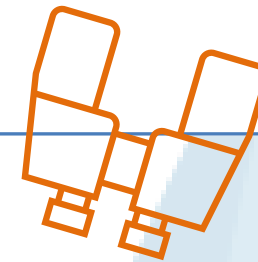
Successivamente, gli aghi iniziano a cambiare colore nel tempo dal verde al giallo e poi al rosso (la cosiddetta fase di attacco rosso) a causa della degradazione delle molecole di pigmento della clorofilla, che rende l'infestazione visivamente rilevabile.

[Abdullah et al., 2019b](#) hanno riferito che per gli abeti rossi norvegesi le prime due fasi (fase di attacco verde e rossa) si verificano solitamente da uno a sei mesi dopo l'attacco iniziale, mentre l'ultima fase (attacco grigio) avviene da sei mesi a un anno dopo l'attacco iniziale.



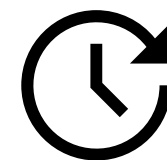
È importante rendersi conto che la durata delle singole fasi di attacco varia a seconda delle particolari specie di scolitidi, delle specie di alberi, della vitalità degli alberi e delle specifiche condizioni ambientali locali.

**Per mitigare gli impatti degli insetti sugli ecosistemi forestali è della massima importanza individuare gli alberi infestati nelle loro fasi iniziali (ovvero, la fase pre-visiva dell'attacco verde) al fine di rimuoverli dalla foresta prima della formazione della nuova generazione del bostrico.**



**Le serie temporali e l'analisi delle tendenze** su più anni si sono dimostrate utili per la mappatura degli impatti delle calamità degli scarabei corteccia o del disturbo e del recupero delle foreste causati da agenti diversi dallo scarabeo corteccia.

Rilevare le fasi precoci e pre-visive dell'infestazione da scolitidi sugli alberi di abete rosso **monitorando i cambiamenti stagionali della riflettanza della chioma** osservati dal sistema satellitare **Sentinel-2**. La nostra ipotesi è che i primi sintomi delle infestazioni di coleotteri potrebbero essere rilevati confrontando la riflettanza della chioma della fase pre-attacco (linea di base) con i cambiamenti gradualmente in corso della riflettanza della chioma indotti dagli scarabei. Nello studio, quantifichiamo l'importanza delle singole [bande spettrali](#) e la loro separabilità temporale per sviluppare un modello di classificazione **per il rilevamento precoce e previsivo dell'infestazione da scolitidi**.



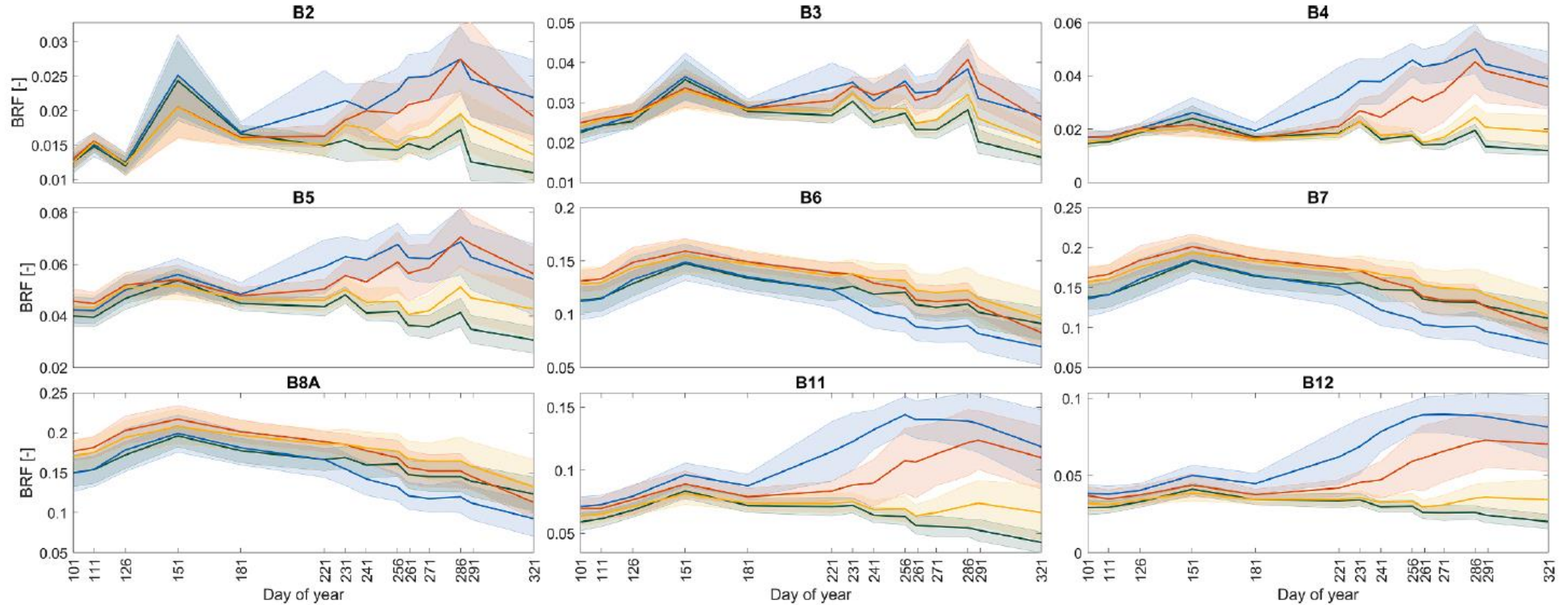
# Intervento

I nuovi alberi infestati dalle generazioni di bostrico dell'anno in corso (prima e seconda) raggiungono la fase di attacco verde e rossa entro lo stesso anno, tuttavia i tempi **dipendono dalle condizioni meteorologiche effettive, dalla posizione del popolamento e dal vigore del singolo albero.**

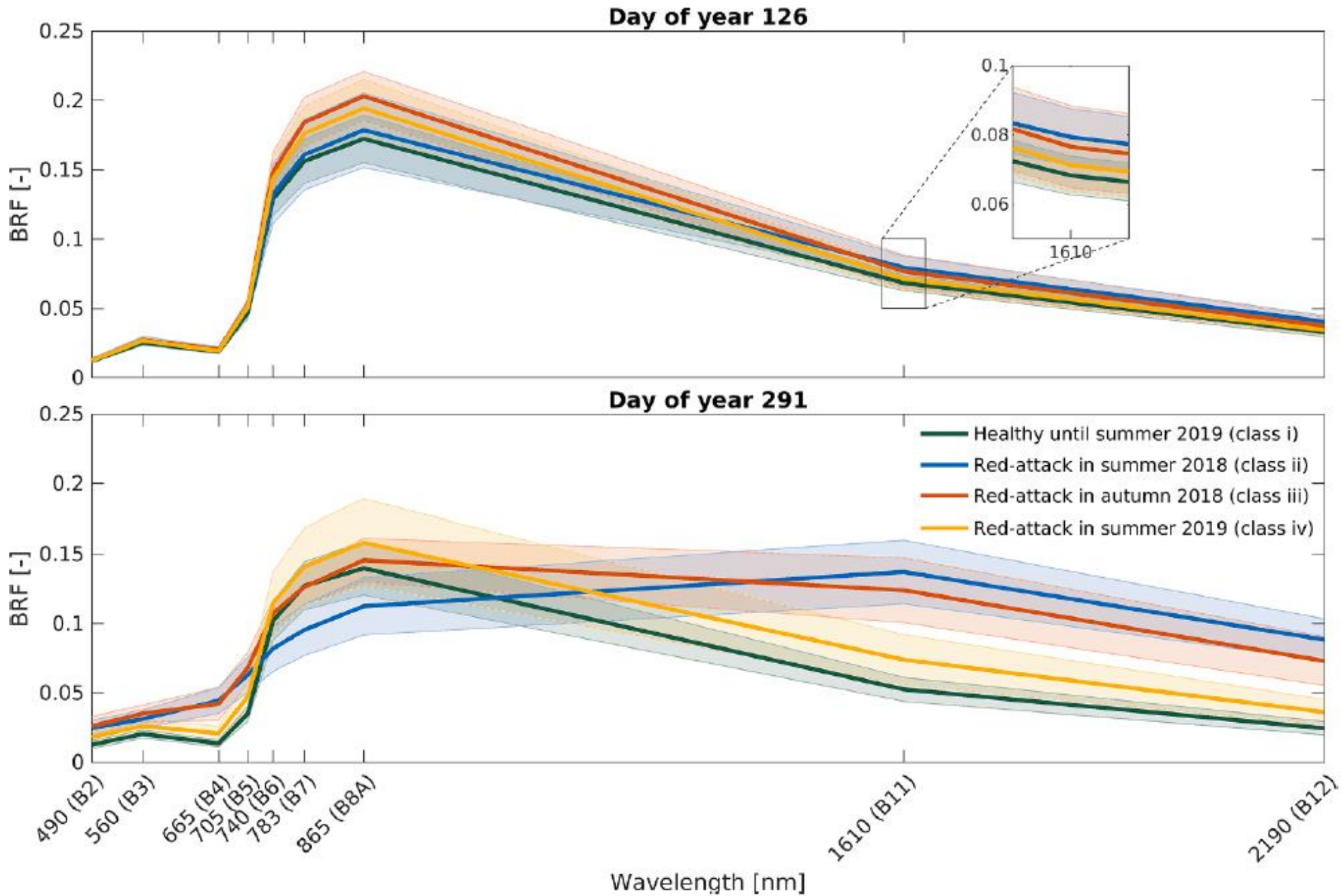
Da novembre fino alla primavera successiva il processo di deperimento viene rallentato a causa della dormienza degli scolitidi. Il processo potrebbe tuttavia progredire verso una fase di attacco rosso su un numero limitato di alberi.

Secondo i gestori forestali, questo periodo è il più adatto per misure proattive, che significano **individuare gli alberi infestati e rimuoverli dal bosco prima della prossima primavera.**





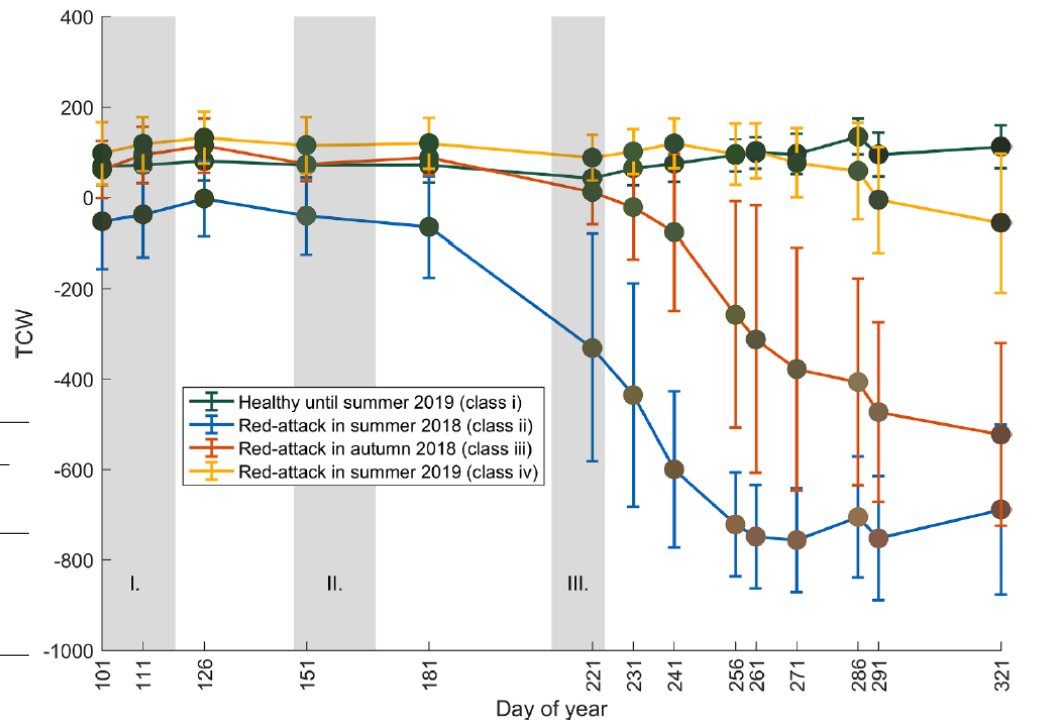
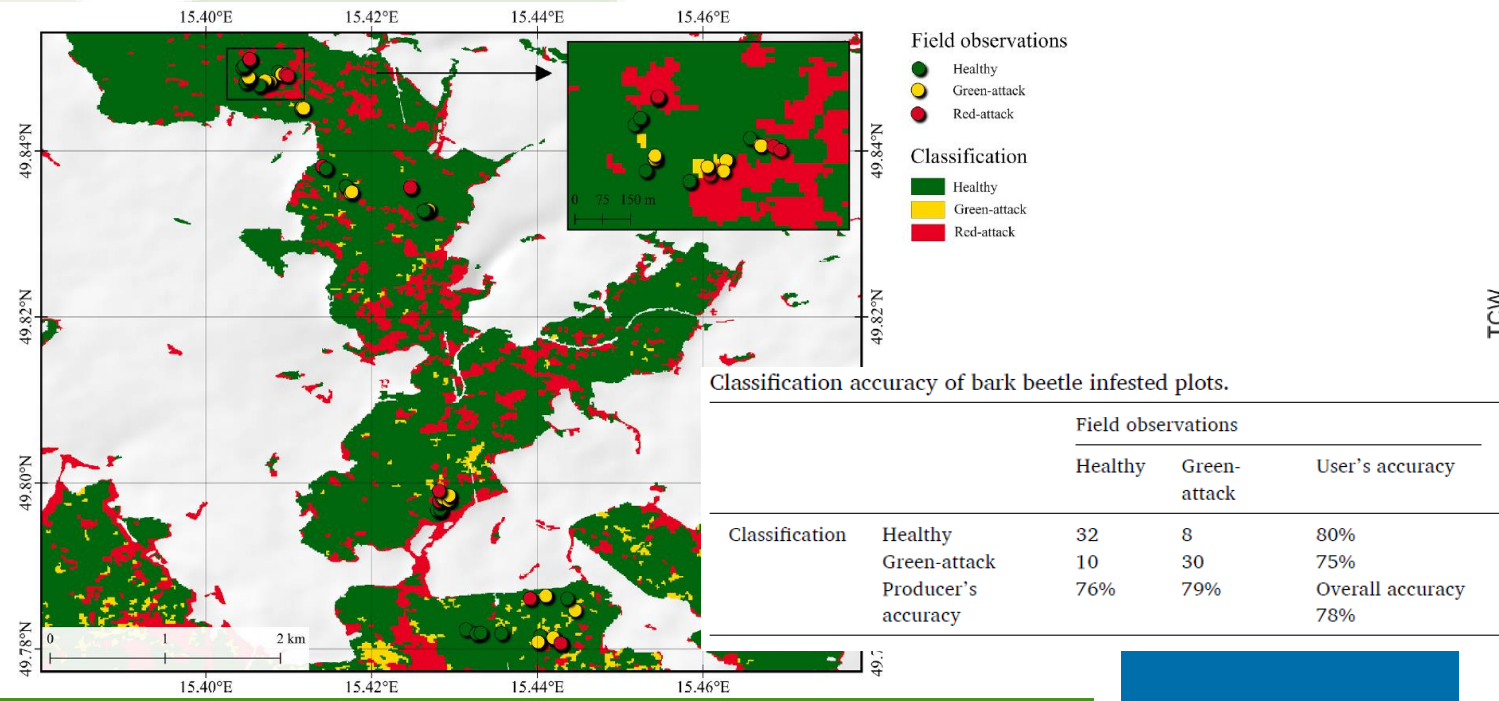
— Healthy until summer 2019 (class i)   
 — Red-attack in autumn 2018 (class iii)  
— Red-attack in summer 2018 (class ii)   
 — Red-attack in summer 2019 (class iv)



**Table 2**

Overview of vegetation indices tested in this study. All index formulas were taken from the Index Data Base IDB (<https://www.indexdatabase.de/>).

Index	Formula	Reference	Examples of bark beetle detection
Normalized difference vegetation index – green	$NDVI_{550/650} = (B3 - B4)/(B3 + B4)$	Metternicht, 2003	Abdullah et al., 2019a; Klouček et al., 2019
Normalized difference vegetation index – NIR	$NDVI_{800/650} = (B8a - B4)/(B8a + B4)$	Tucker, 1979	Klouček et al., 2019; Meddens et al., 2013; Tane et al., 2018
Normalized difference vegetation index – SWIR	$NDVI_{819/1649} = (B8a - B11)/(B8a + B11)$	Wilson and Sader, 2002	Abdullah et al., 2019a; Meddens et al., 2013; Meigs et al., 2011; Tane et al., 2018
Red-edge inflection point	$REIP = 700 + 40 \left( \frac{\left( \frac{B4 + B7}{B2} - B5 \right)}{B6 - B5} \right)$	Herrmann et al., 2011	
Tasselled cap – greenness	$TCG = 0.2848B2 - 0.2453B3 - 0.5436B4 + 0.7243B8a + 0.0840B11 - 0.1800B12$	Crist and Cicone, 1984	Meddens et al., 2013; Tane et al., 2018
Tasselled cap – wetness	$TCW = 0.1509B2 + 0.1973B3 + 0.3279B4 + 0.3406B8 - 0.7112B11 - 0.4572B12$		Hais et al., 2016; Meddens et al., 2013; Skakun et al., 2003; Tane et al., 2018





A



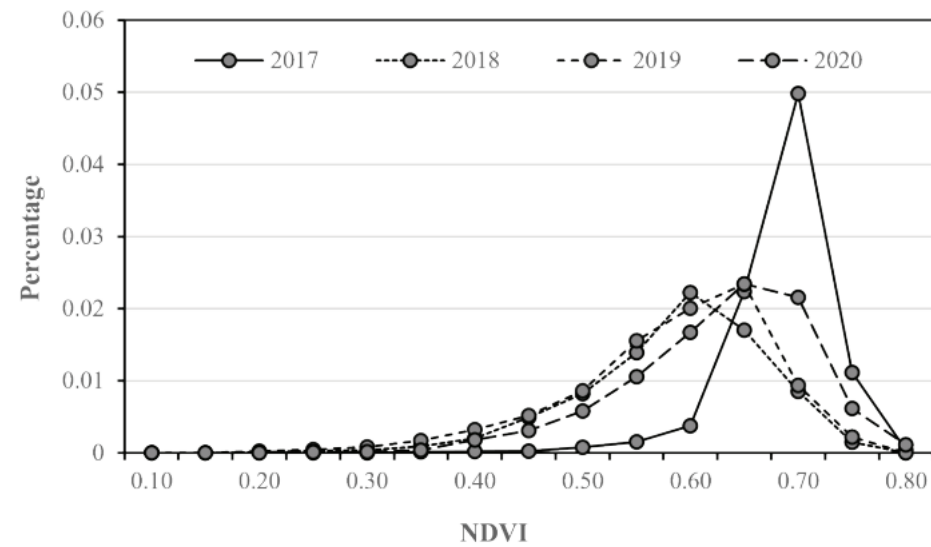
B



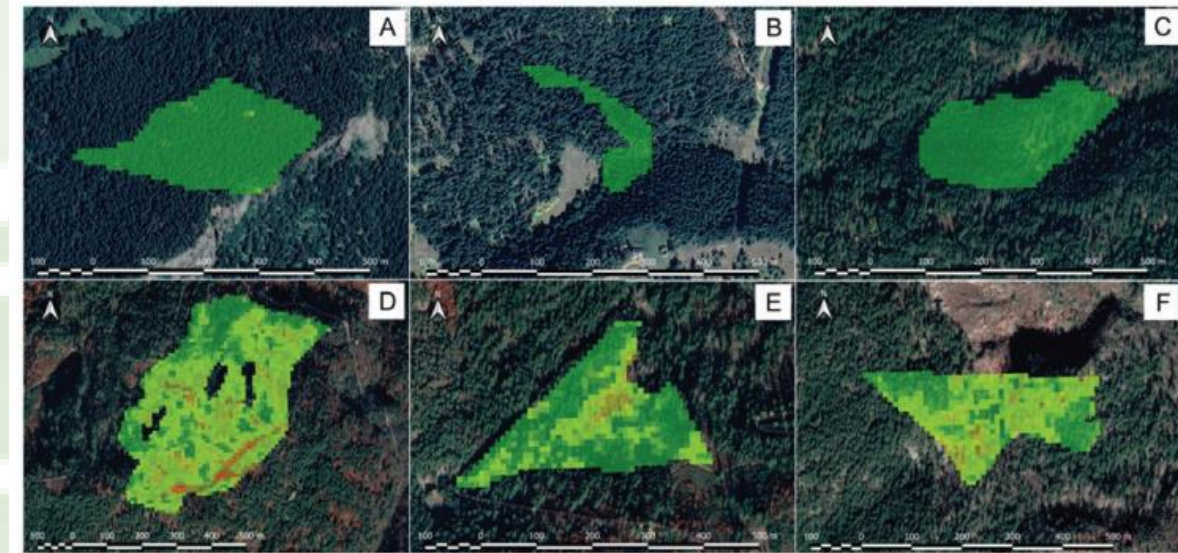
C

## Early detection of *Ips typographus* infestations by using Sentinel-2 satellite images in windthrow affected Norway spruce forests in Smolyan region, Bulgaria

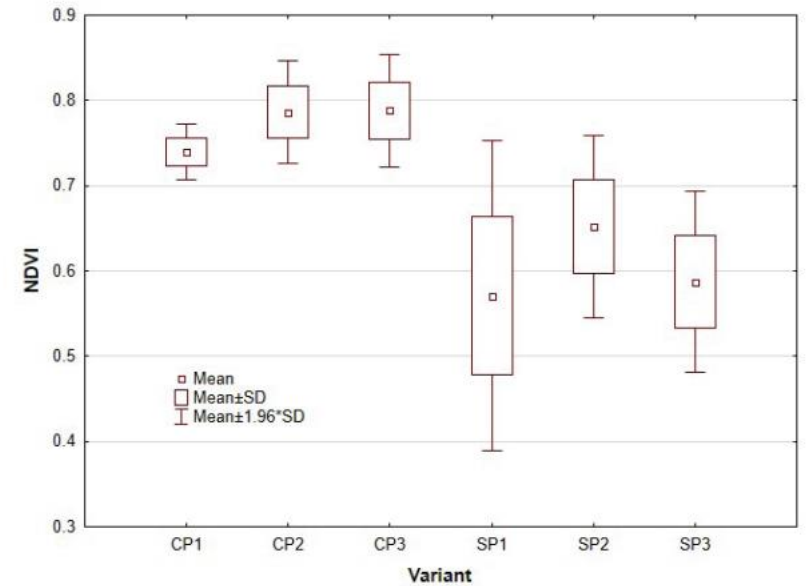
Georgi Georgiev<sup>1</sup>, Margarita Georgieva<sup>1</sup>, Sevdalin Belilov<sup>1</sup>, Plamen Mirchev<sup>1</sup>, Stanko Deliyanchev<sup>2</sup>, Velizar Mladenov<sup>2</sup>, Kadir Kropov<sup>2</sup>, Sirma Haydarova<sup>3</sup>



**Figure 2.** Distribution of mean NDVI values in three attacked spruce stands in the period 2017-2020



**Figure 3.** NDVI models of studied areas (27.06.2020): A – Control plot 1 (98-f); B – Control plot 2 (2038-c); C – Control plot 3 (3136-b); D – Sample plot 1 (163-g); E – Sample plot 2 (165-x); F – Sample plot 3 (194-f)



**Figure 4.** Pixel values of NDVI in the captured areas (27.06.2020): A – Control plot 1 (98-f); B – Control plot 2 (2038-c); C – Control plot 3 (3136-b); D – Sample plot 1 (163-g); E – Sample plot 2 (165-x); F – Sample plot 3 (194-f)



Piano per l'organizzazione degli interventi di utilizzazione per la lotta fitosanitaria e di ricostituzione dei boschi danneggiati.

Aggiornamento 2023 LP 23 maggio 2007, n.11, art.98 bis



(b) Luglio 2019




(c) Luglio 2020



(d) Luglio 2021

Ufficio Distrettuale Forestale	danno basso	danno medio	danno grave	Totale danneggiato
	ha	ha	ha	ha
APROFOD	137	86	504	727
BORGO	842	417	2.052	3.311
CAVALESE	1.640	369	4.282	6.291
CLES	303	131	11	445
MALE'	378	51	182	611
PERGINE	658	315	2.203	3.176
PRIMIERO	592	232	1.372	2.196
ROVERETO	1.215	518	512	2.245
TIONE	921	178	278	1.377
TRENTO	227	66	167	460
<b>TOTALE PROVINCIA</b>	<b>6.913</b>	<b>2.363</b>	<b>11.563</b>	<b>20.839</b>

 **Delibera n° 1412 del 4/8/2023 proposta da ZANOTELLI GIULIA**

L.P. 23 maggio 2007, n. 11, art. 98 bis - Disposizioni particolari per fronteggiare l'epidemia da bostrico. Approvazione del Piano per l'organizzazione degli interventi di utilizzazione per la lotta fitosanitaria e di ricostituzione dei boschi danneggiati. 1 aggiornamento

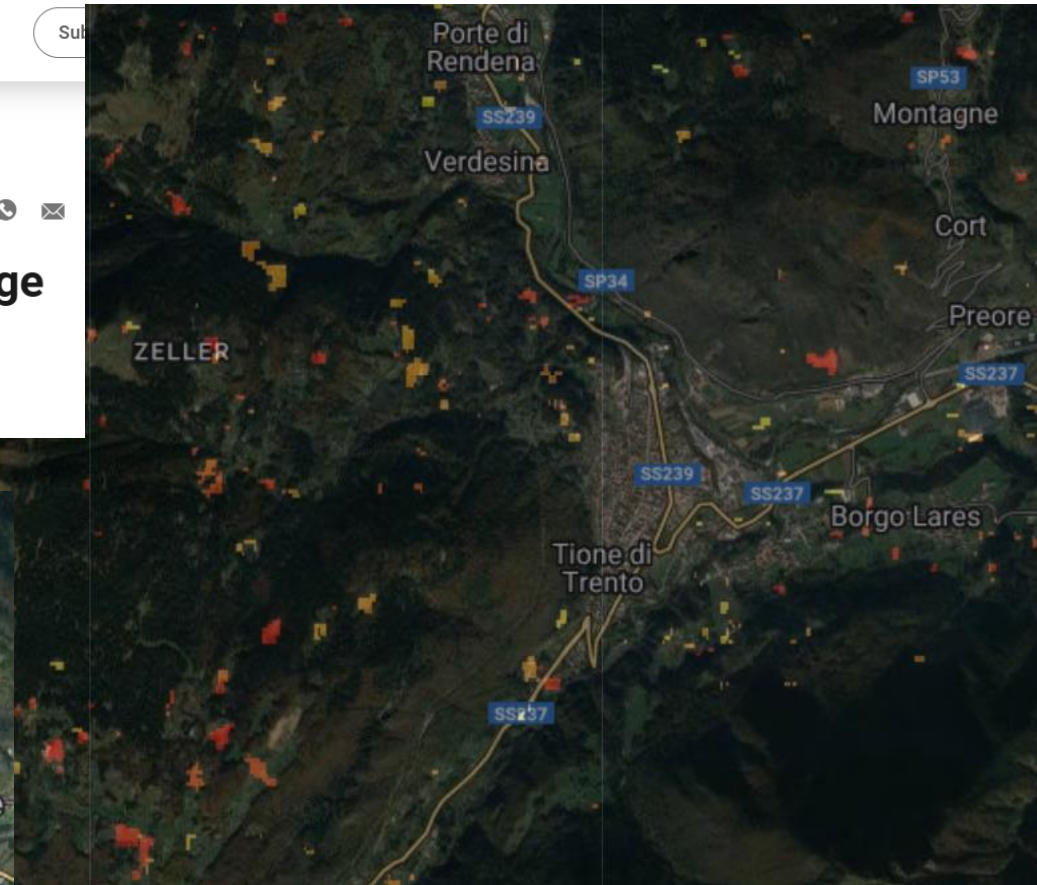
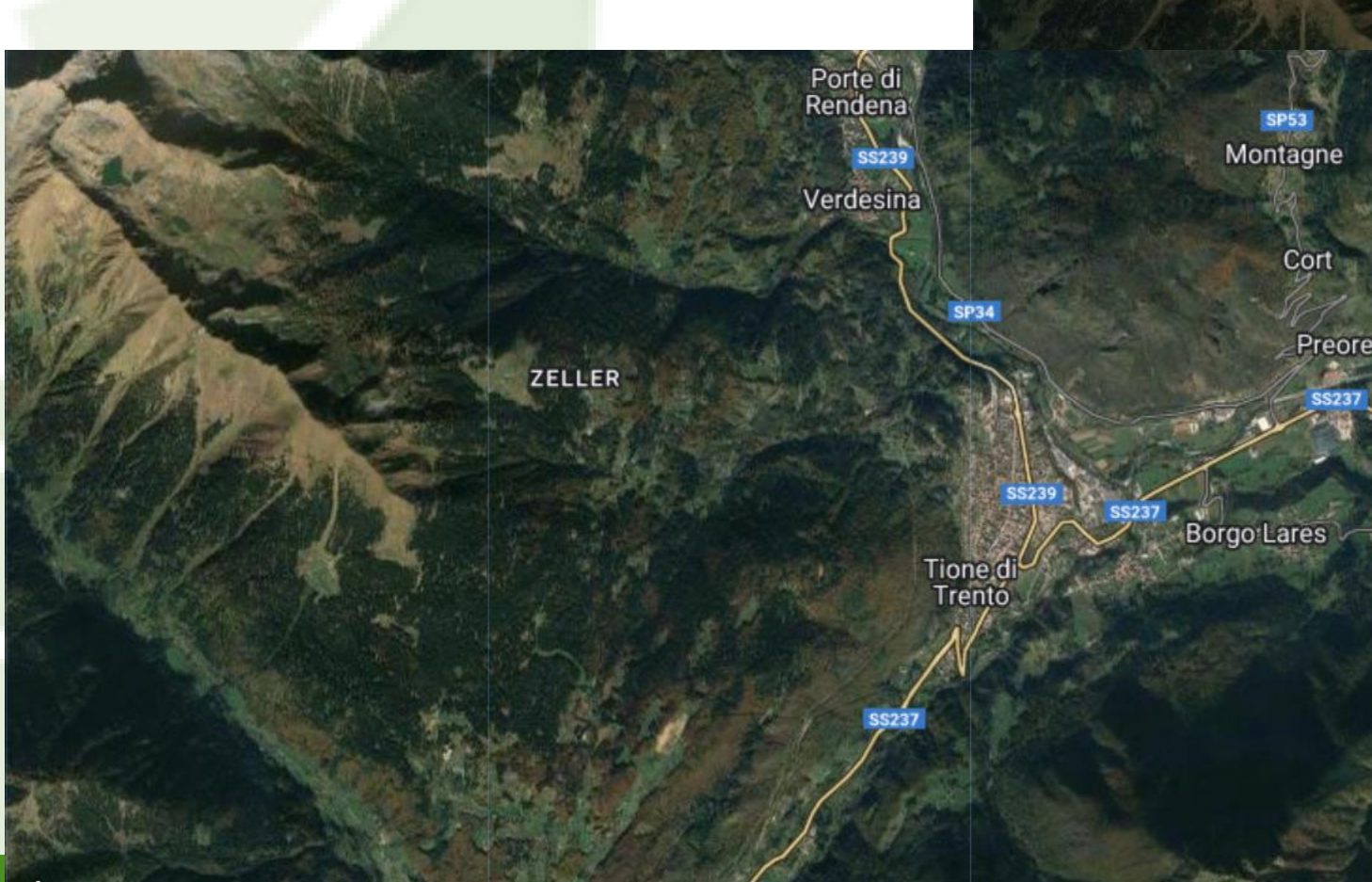
REPORT



# High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change

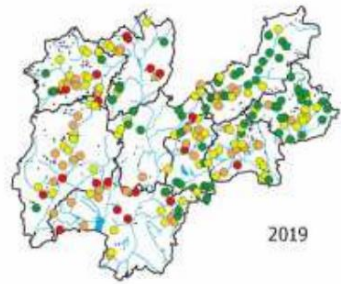
M. C. HANSEN, P. V. POTAPOV, R. MOORE, M. HANCHER, [...], AND J. R. G. TOWNSHEND [+10 authors](#) [Authors Info & Affiliations](#)

SCIENCE • 15 Nov 2013 • Vol 342, Issue 6160 • pp. 850-853 • DOI: 10.1126/science.1244693

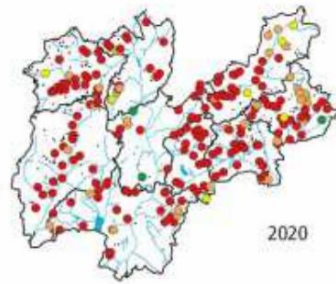




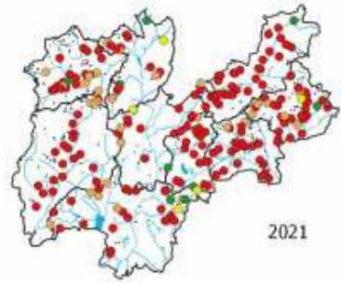




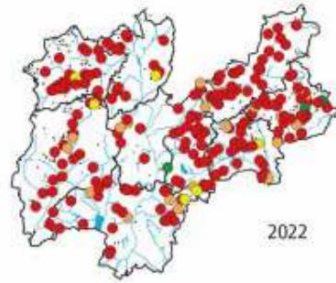
2019



2020



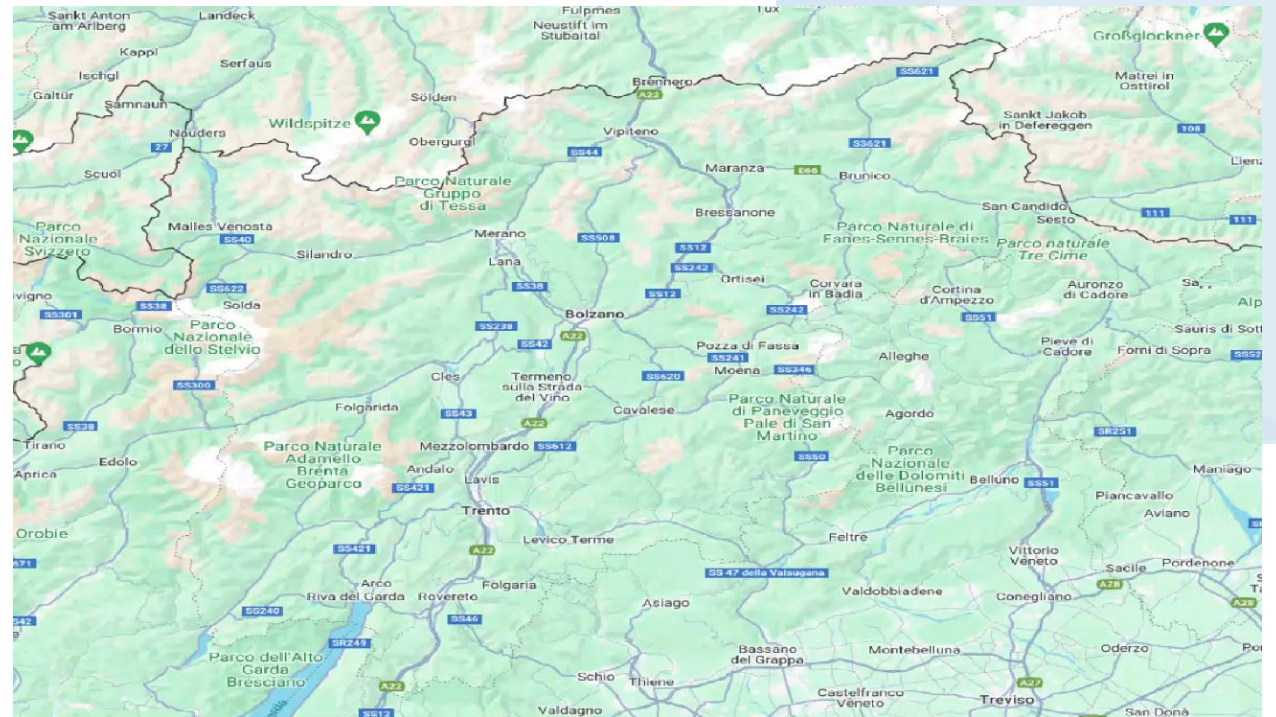
2021



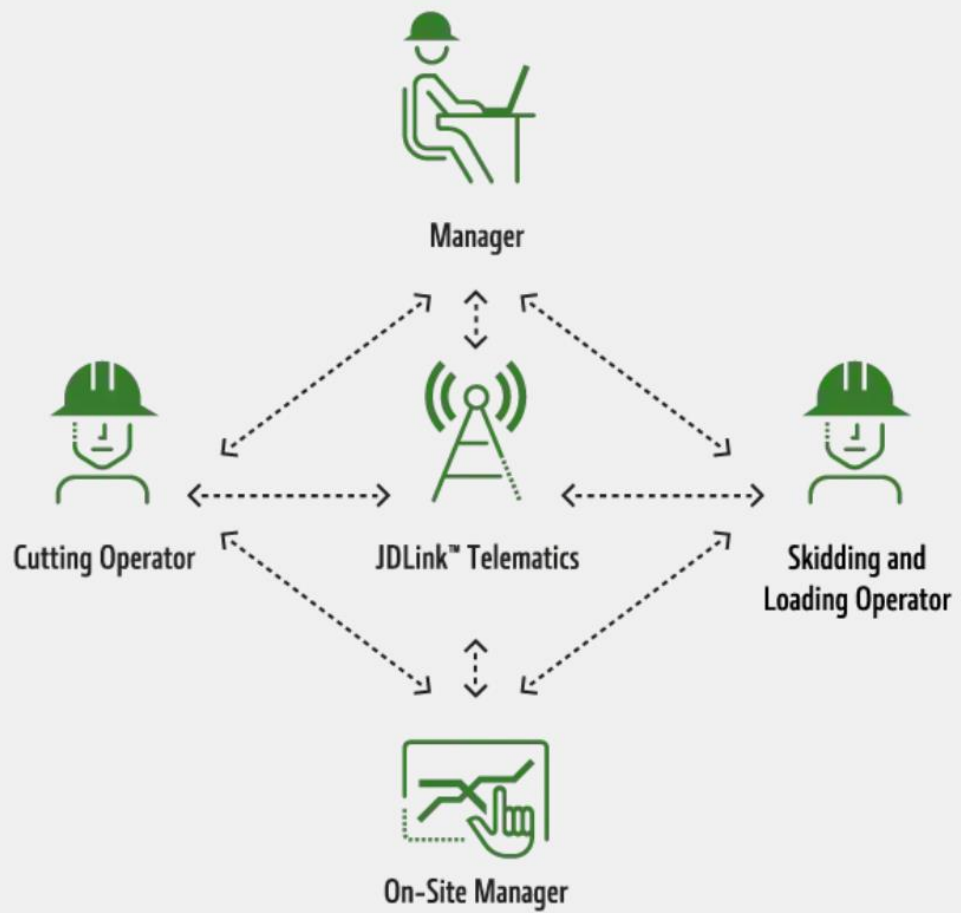
2022

Catture cumulate  
trap. / anno

- 0 - 1000
- 1000 - 3000
- 3000 - 8000
- > 8000

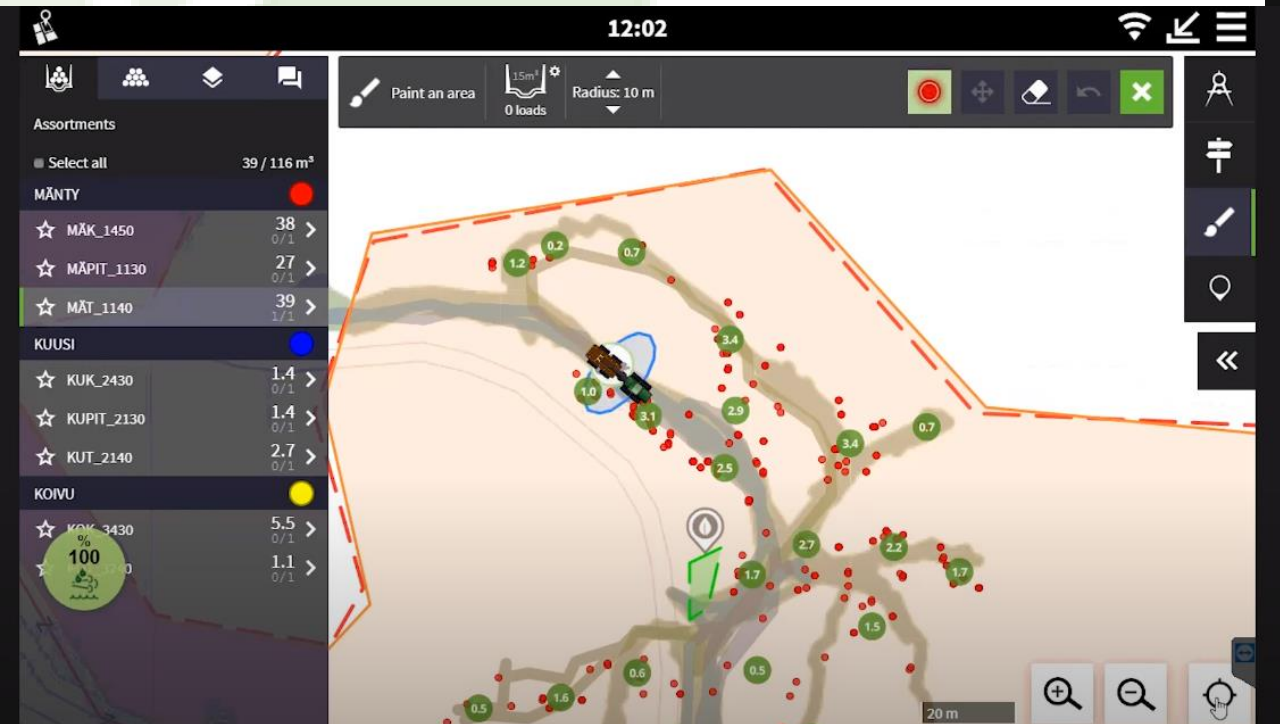
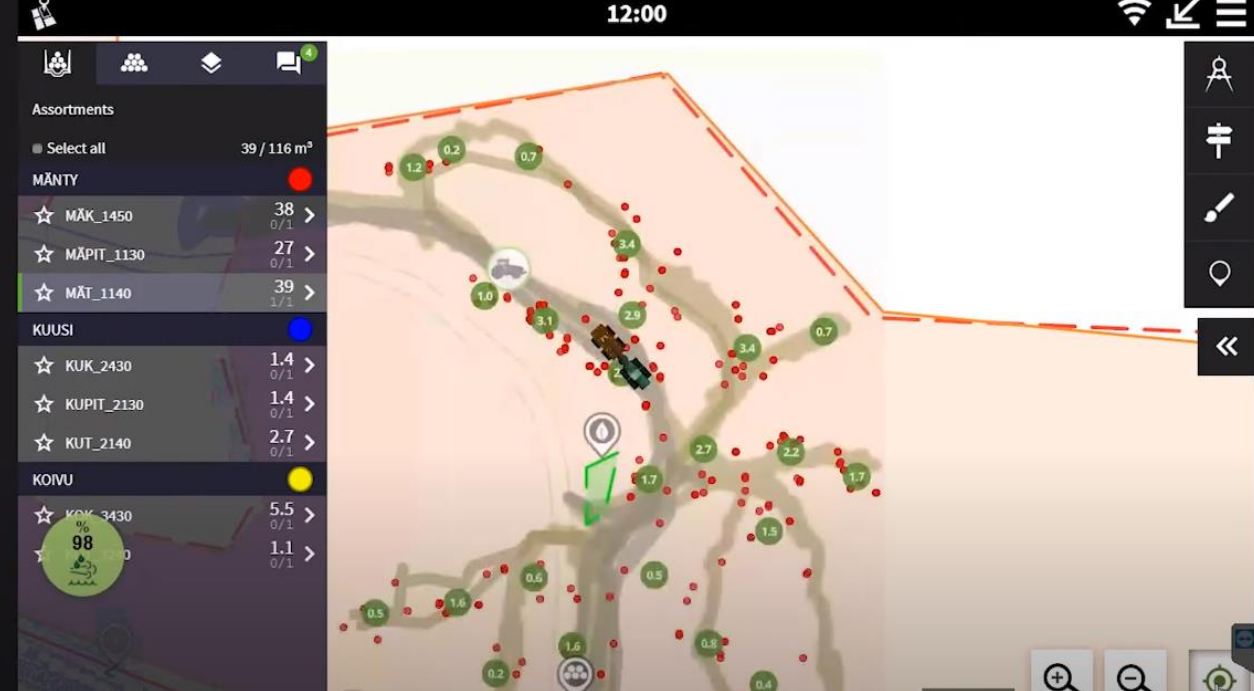


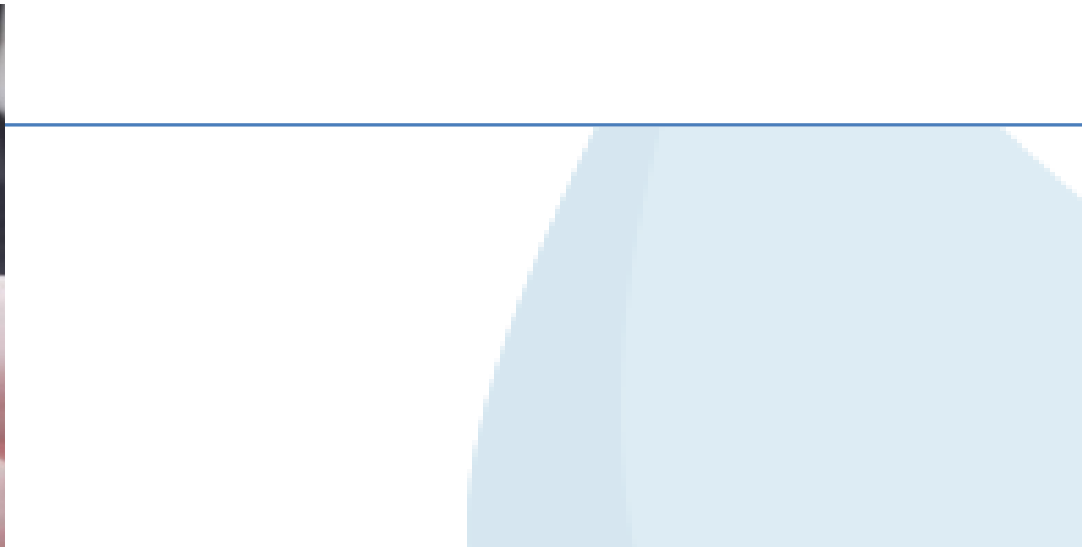
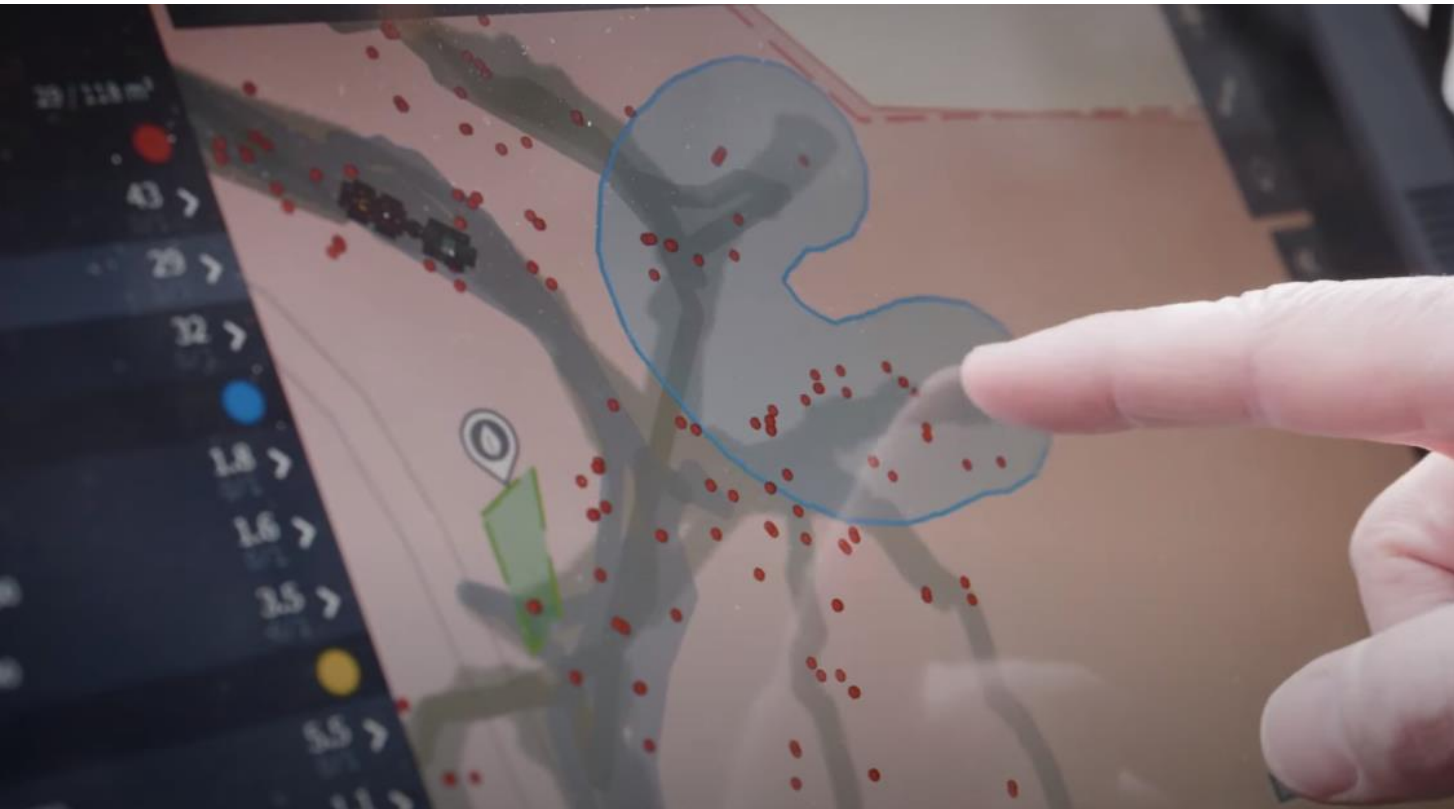
















12:26



Assortments

Select all 12 / 29 m<sup>3</sup>

MÄNTY

☆ MÄK\_1450 9.7 0/1 >

☆ MÄPIT\_1130 6.5 0/1 >

☆ MÄT\_1140 12 1/1 >

KUUSI

☆ KUK\_2430 0.1 0/1 >

☆ KUPIT\_2130 - 0/1 >

☆ KUT\_2140 - 0/1 >

KOIVU

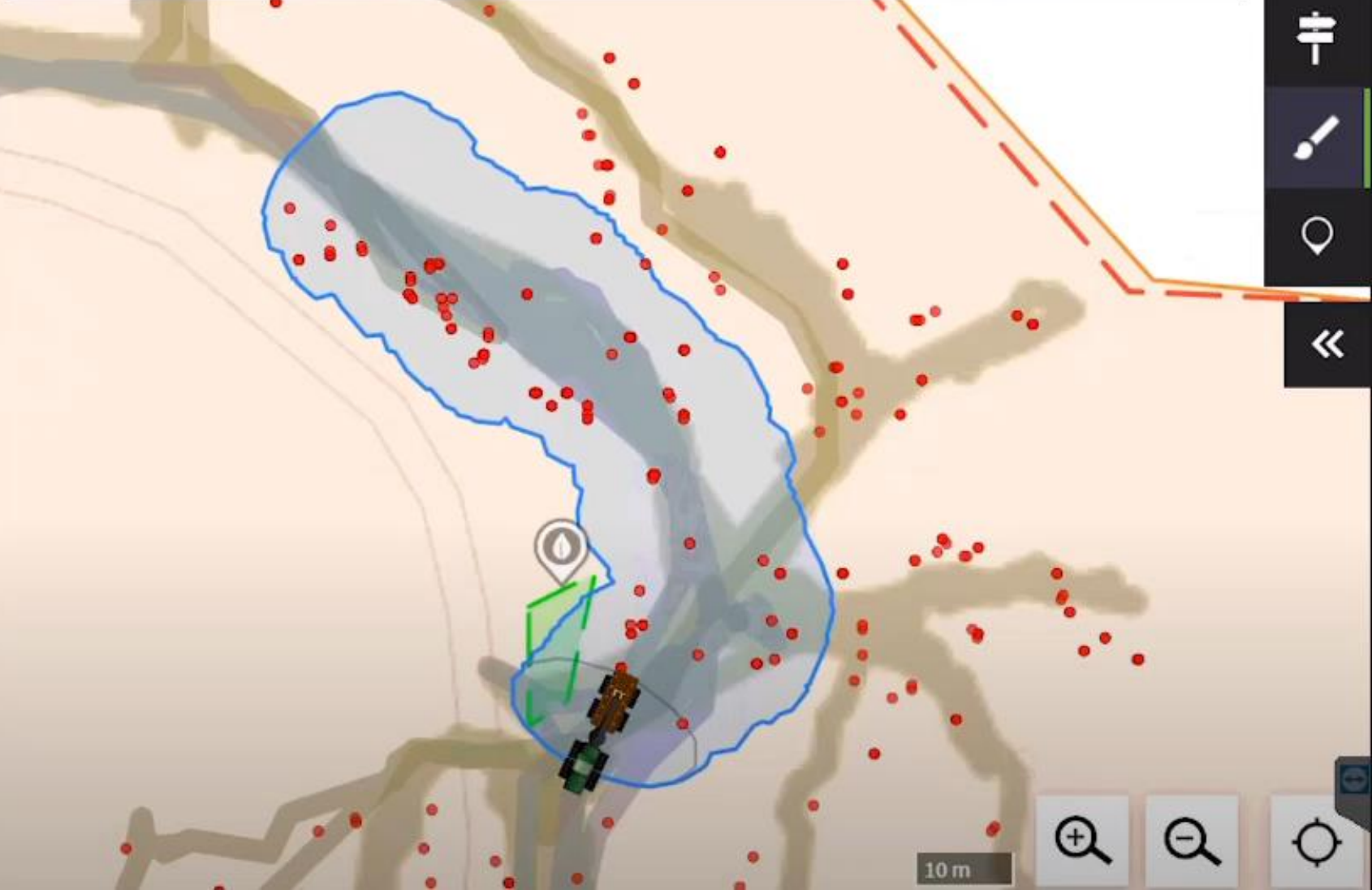
☆ KOK\_3430 0.1 0/1 >

☆ KOK\_3430 0 - 0/1 >



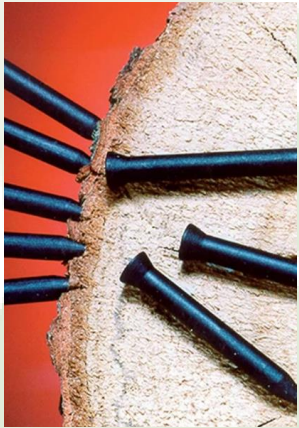
produci (k)

Paint an area 15m<sup>2</sup> 0.8 loads Radius: 10 m



# Tag RFID

## Radio Frequency Identification



luce,  
colore,  
acqua trasportata alla pianta,  
accrescimento diametrico dell'albero



Scendendo in questo settore del bosco di Piegaro, questo è il primo dispositivo parlanti in



Uno dei dispositivi di analisi e invio dati installati su uno degli alberi del bosco di Piegaro a Citta della Pieve, in Umbria. © Pressplay



Evaluation of RFID UHF tags for electronic marking of standing trees



Riproduci (k)

## GESTIONE DELLE INFORMAZIONI PER L'AGRICOLTURA 4.0 IN TERRITORIO MONTANO



# Conclusioni

- **L'analisi della variabilità spazio-temporale** è la base dell'applicazione dell'agricoltura di precisione e digitale
- La conoscenza della variabilità e delle fonti di variabilità permettono di **ottimizzare i processi**
- La conoscenza delle **cause di variabilità** non necessariamente deve comportare attività ma può anche servire solo per migliorare la **consapevolezza**
- Le strategie dell'agricoltura di precisione e digitale possono essere utili per la **gestione delle informazioni** per una **migliore tracciabilità e certificazione**
- Al momento la gestione dei dati richiede una notevole **competenza e professionalità**