FEASR

REGIONE DEL VENETO

PSR VENETO 2014-2020

FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI

Esperienze di Agricoltura di precisione in Italia

cod. 2A-2-21

28-29-30 SETTEMBRE 2021

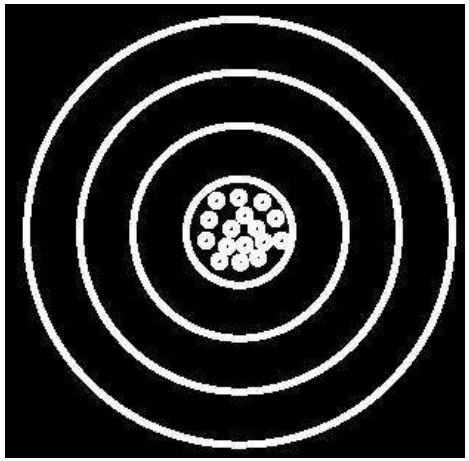
Seminario on-line / Formazione a distanza

PRINCIPI GENERALI E TECNOLOGIE DISPONIBILI

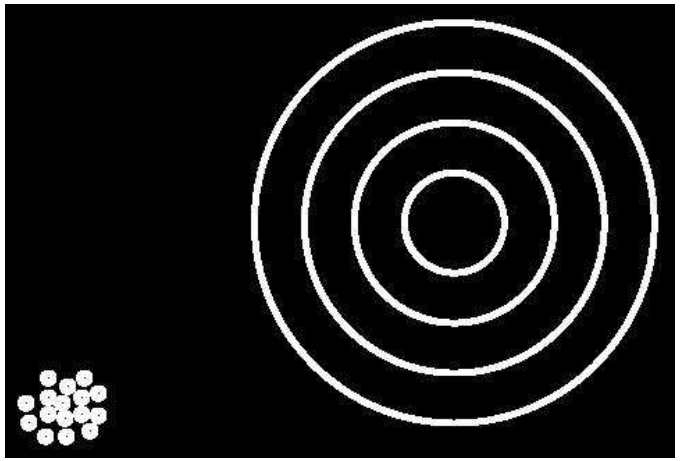
Francesco Marinello

Mail: francesco.marinello@unipd.it
Web: www.tesaf.unipd.it/en/francesco-marinello
Twitter: twitter.com/marinello_unipd

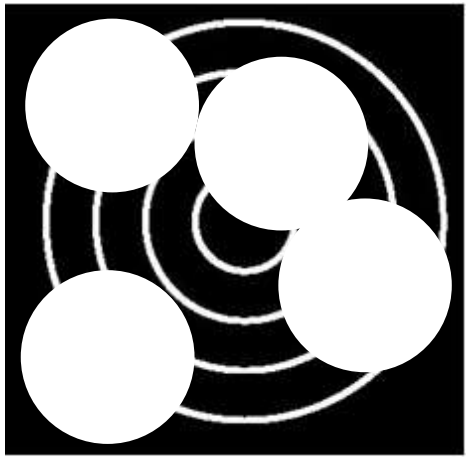
Alcuni concetti base:



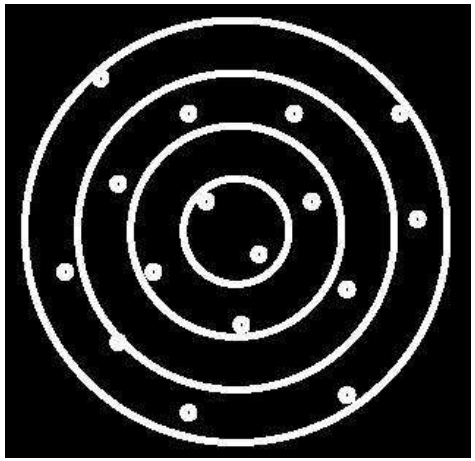
Preciso-Accurato



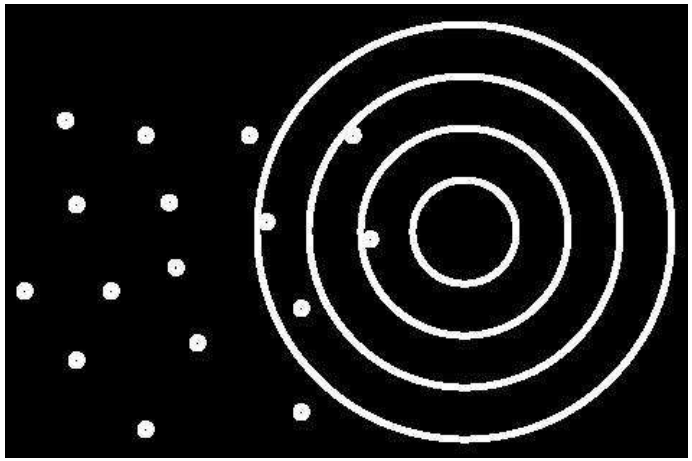
Preciso-Inaccurato



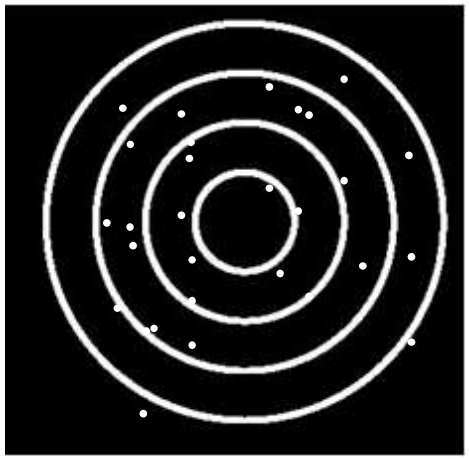
Bassa risoluzione



Impreciso-Accurato

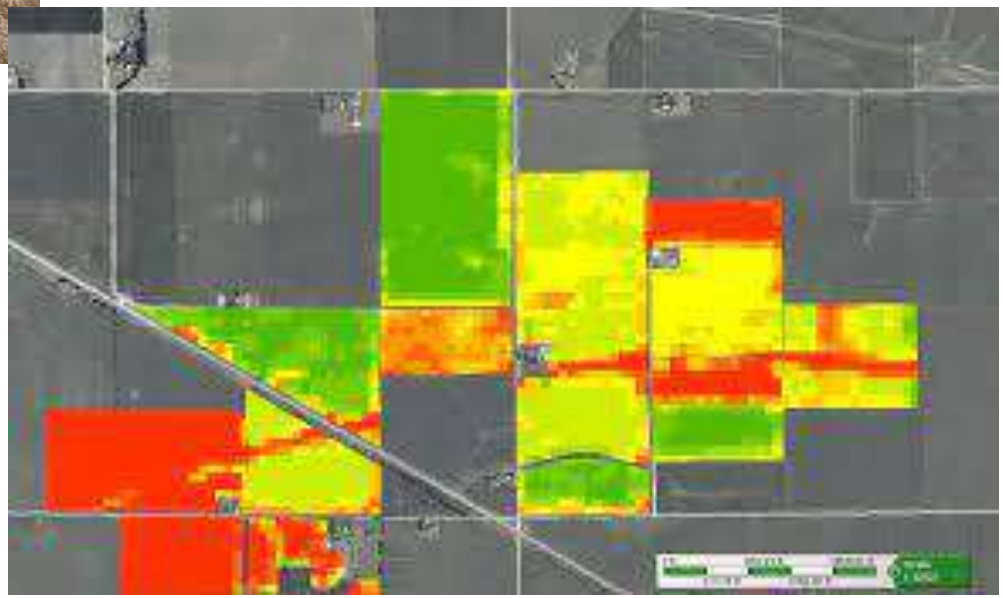


Impreciso-Inaccurato



Alta risoluzione

Concetti di metrologia



Concetti di metrologia

RISOLUZIONE → la più piccola variazione che può essere indicata da uno strumento di misura per un parametro di interesse.

ACCURATEZZA → è la deviazione del valore misurato dal valore vero.

Poichè non è misurabile, l'accuratezza è considerata come la deviazione peggiore o attesa di un valore dal suo riferimento (tramite ad esempio una taratura).

PRECISIONE → è utilizzata con diversi significati, ma può essere considearata come un sinonimo di ripetibilità.

Accuratezza e precisione non vanno confuse. La precisione è necessaria ma non sufficiente per definire l'accuratezza di uno strumento.

RIPETIBILITÀ → la ripetibilità o variabilità è una misura della dispersione dei risultati ottenuti ripetendo esattamente la stessa operazione di misura, nelle stesse condizioni operative. In genere viene indicata attraverso la deviazione standard delle misure ottenute.

La variabilità è in generale da distinguere dalle deviazioni legate alla taratura o alle non linearità, a meno che queste siano non sistematiche e non correggibili.

La ripetibilità può avvicinare ma non può essere migliore della risoluzione.

Concetti di metrologia

ERRORE → indica quanto un valore misurato devia dal “valore vero”(è quindi legato all’accuratezza).
Le fonti d’errore sono riconducibili a due tipi pricnipali:

Fonti d’errore casuali: sono legate alla precisione e influiscono sulla dispersione dei dati. In genere possono essere:
- trattati per via statistica
- ridotti impiegando buone pratiche di misura
- quantificati e riconosciuti ma non compensati o corretti.

Fonti d’errore sistematiche: sono legate all’accuratezza e influiscono sulla deviazione dei dati dal “valore vero”. In genere possono essere:
- trattati per via media
- ridotti impiegando adeguate tarature
- quantificati e riconosciuti e in parte compensati o corretti.

Agricoltura di precisione: una definizione

L'Agricoltura di Precisione secondo la definizione internazionale dell ISPA:

ISPA
International Society of Precision Agriculture

PRECISION AG DEFINITION

Full Definition:

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione dell'attività agricola con la quale i dati vengono raccolti, elaborati, analizzati e combinati con altre informazioni per orientare le decisioni in funzione della variabilità spaziale e temporale al fine di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità della produzione agricola.

Agricoltura di precisione: una definizione

L'Agricoltura di Precisione secondo la definizione internazionale dell ISPA:

ISPA
International Society of Precision Agriculture

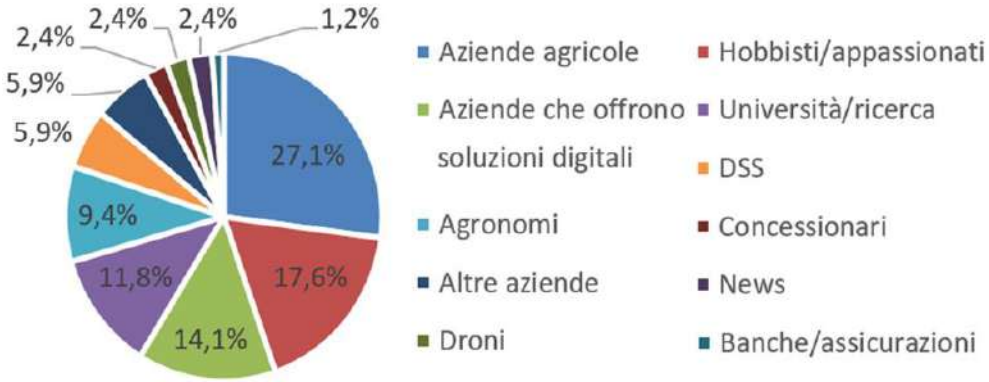
PRECISION AG DEFINITION

Full Definition:

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione dell'attività agricola con la quale i dati vengono raccolti, elaborati, analizzati e combinati con altre informazioni per orientare le decisioni in funzione della variabilità spaziale e temporale al fine di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità della produzione agricola.

Precisione come strategia di gestione

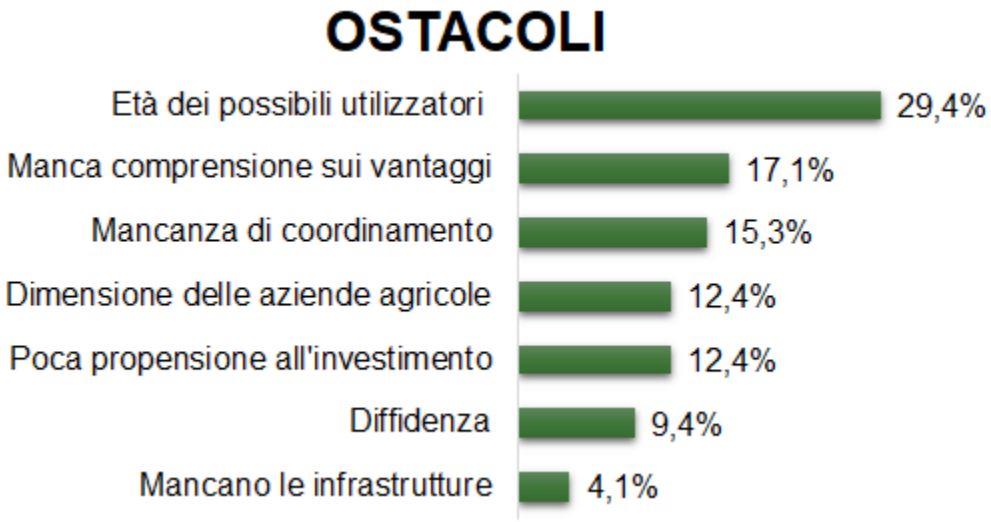
Da un'indagine di oltre 100 soggetti è emerso quanto segue:



A) Promozione della consulenza, B) della divulgazione e lo C) svolgimento di analisi comparative sono state considerate le attività prioritarie per la diffusione del digitale in agricoltura

Precisione come strategia di gestione

Da un'indagine di oltre 100 soggetti è emerso quanto segue:

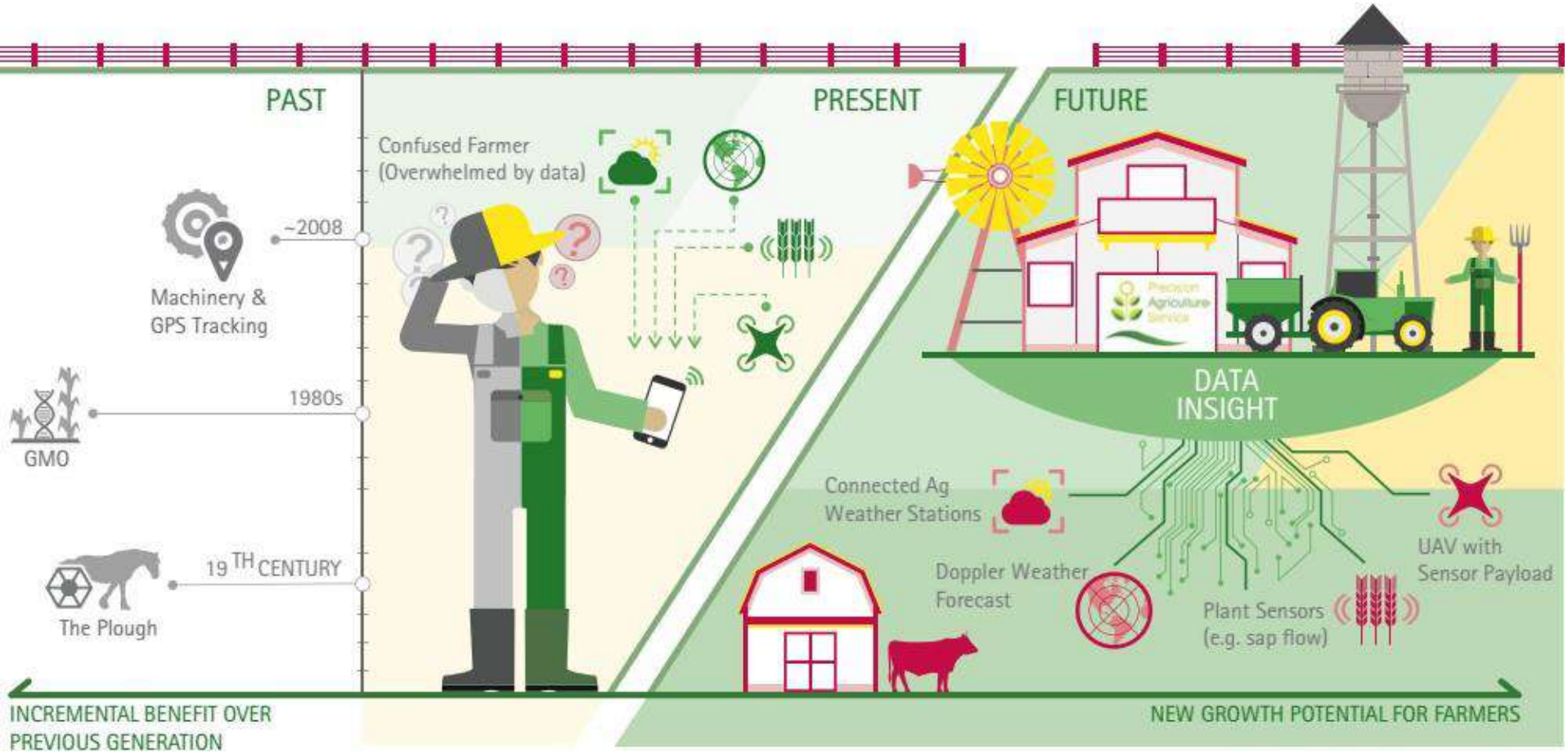


Gli ostacoli sono legati A) all'età dei possibili utilizzatori, B) alla non comprensione dei vantaggi e C) alla mancanza di coordinamento.

Le opportunità verranno dai A) cambiamenti climatici, B) dalla maggior attenzione dei consumatori e C) dalle nuove generazioni

Precisione come strategia di gestione

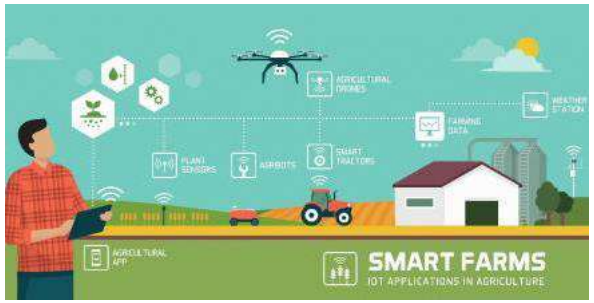
Una grafica che si trova spesso in internet per l'AdP è la seguente:



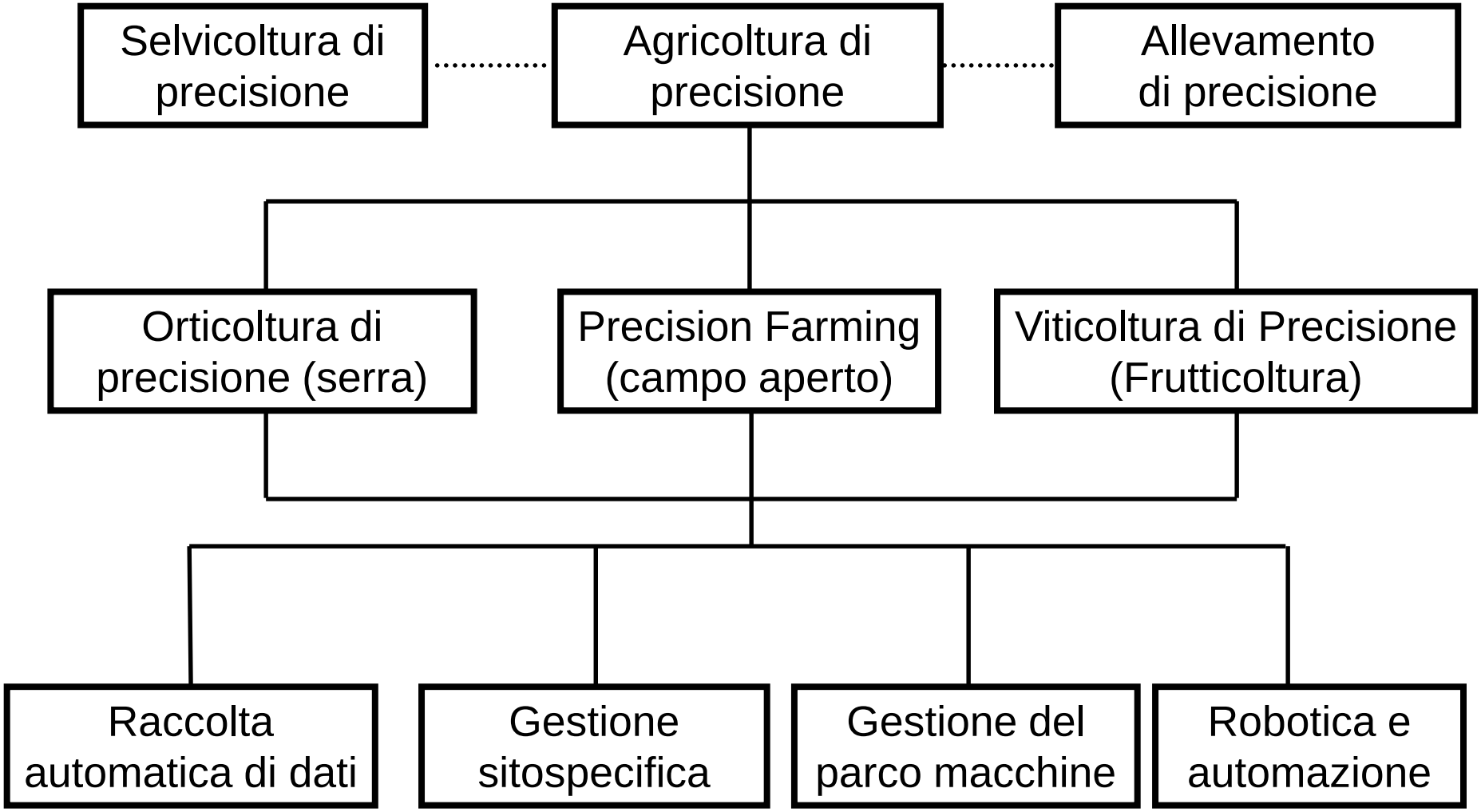
Precisione come strategia di gestione

L'approccio di precisione o digitale:

- NON è niente di nuovo
- NON è uno slancio giovanile
- NON è l'acquisto di un navigatore o il download di un app
- PUÒ NON essere (immediatamente) vantaggioso
- PUÒ essere complicata o difficile da valorizzare
- PUÒ essere di tipo graduale, lento o veloce
- DEVE gradualmente coinvolgere l'azienda nel suo complesso



L' Agricoltura di Precisione



Selvicoltura
precisione

vamento
ecisione

Orticoltura
precisione (s

di Precisione
coltura)

Raccolta
automatica di da

Robotica e
utomazione

Agricoltura di precisione: una definizione

L'Agricoltura di Precisione secondo la definizione internazionale dell ISPA:

ISPA
International Society of Precision Agriculture

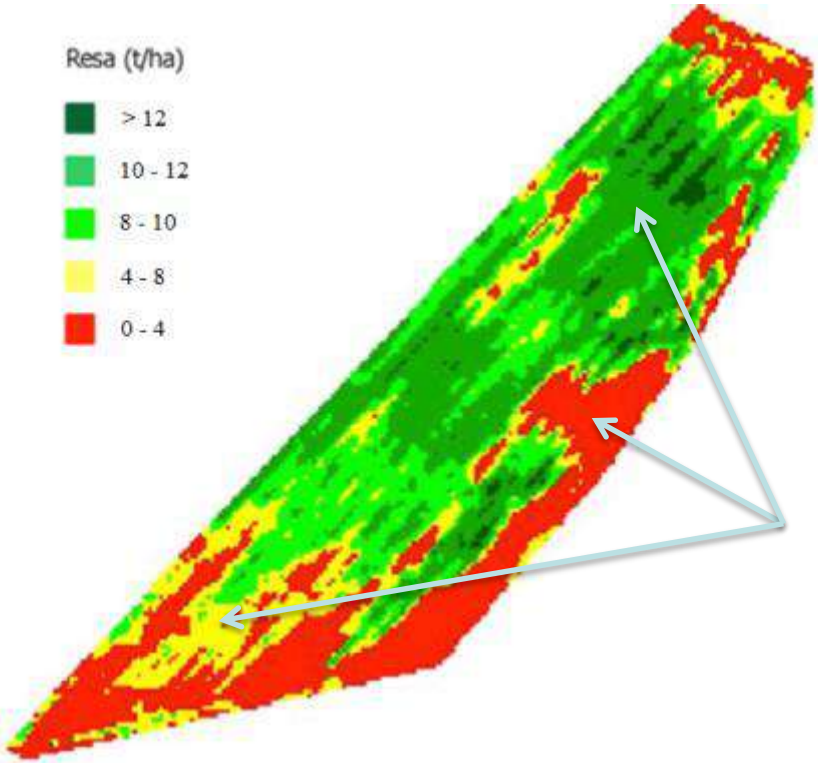
PRECISION AG DEFINITION

Full Definition:

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione dell'attività agricola con la quale i dati vengono raccolti, elaborati, analizzati e combinati con altre informazioni per orientare le decisioni in funzione della variabilità spaziale e temporale al fine di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità della produzione agricola.

La variabilità in agricoltura: 1-> spaziale

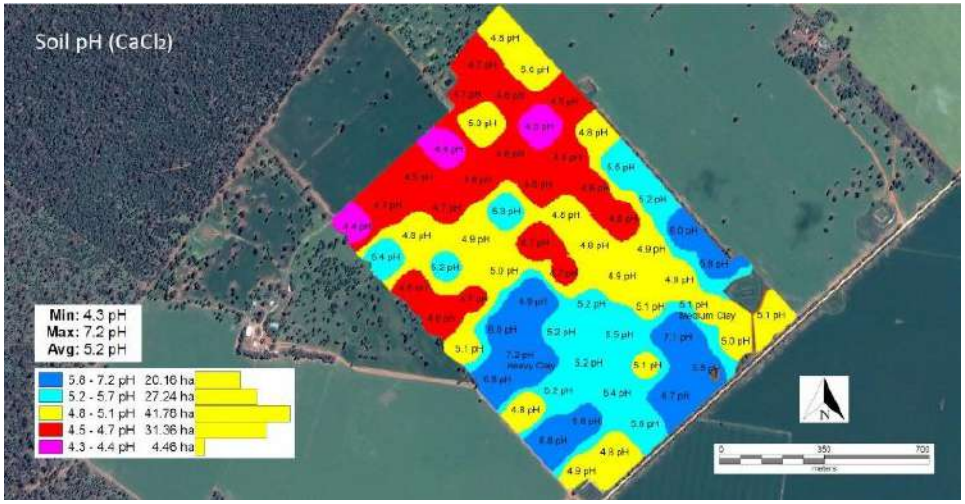
Esempio: Variabilità spaziale rilevata a carico della produzione attraverso la mappatura delle produzioni



Presenza di aree con una differente attitudine produttiva all'interno dello stesso appezzamento.

La variabilità in agricoltura: 1-> spaziale

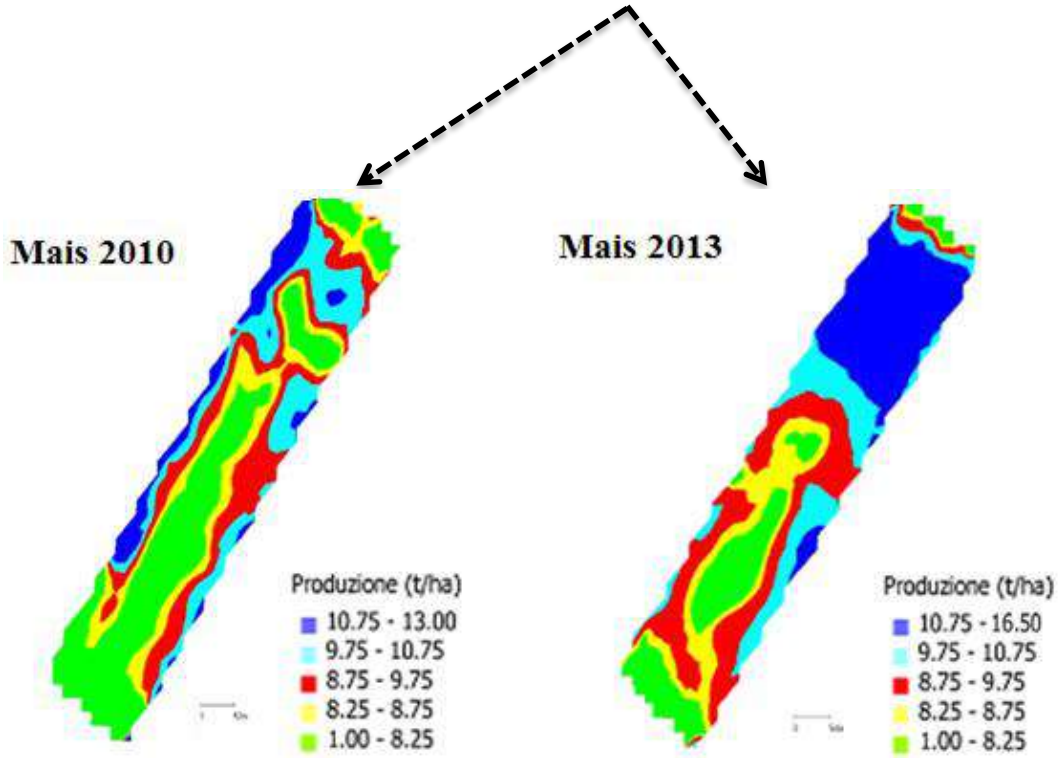
La variabilità in agricoltura: 1-> spaziale



La variabilità in agricoltura: 1-> temporale

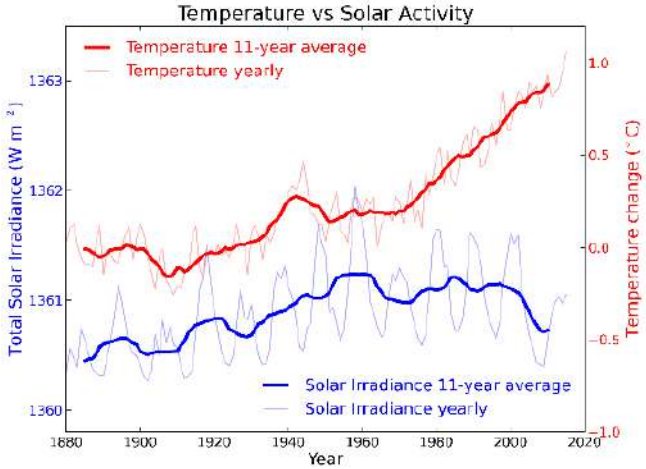
Esempio: Variabilità temporale rilevata a carico della produzione attraverso la mappatura delle produzioni

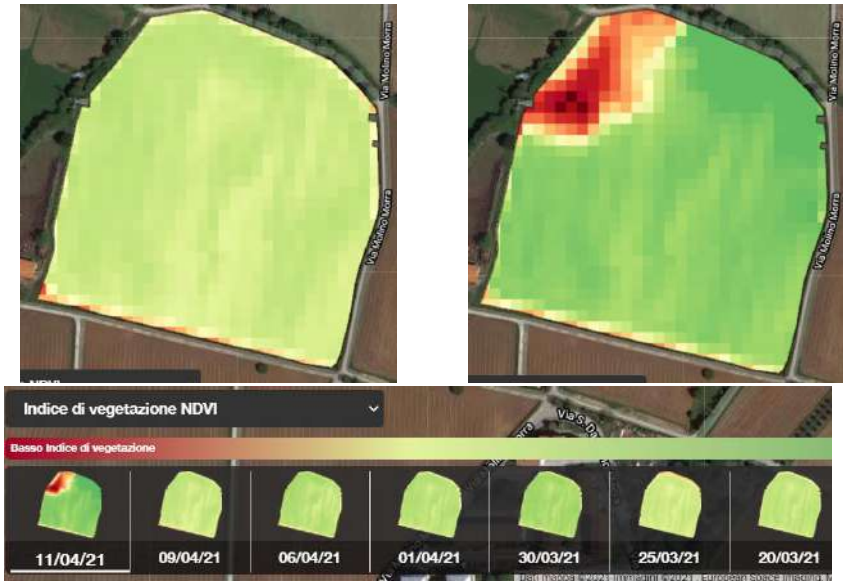
La stessa coltura (Mais), all'interno della medesima "zona" del campo, risponde in maniera differente in termini produttivi nel corso di più annate, indipendentemente dal livello massimo raggiunto (***effetto annata***).

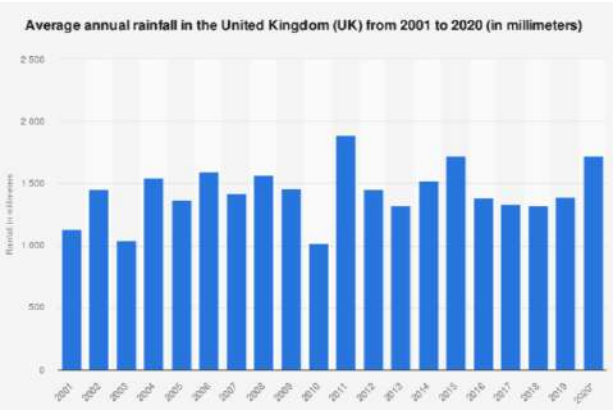


Interessa le **proprietà più dinamiche** che influiscono sulla produttività (bilancio idrico,N, ecc).

La variabilità in agricoltura: 2-> temporale

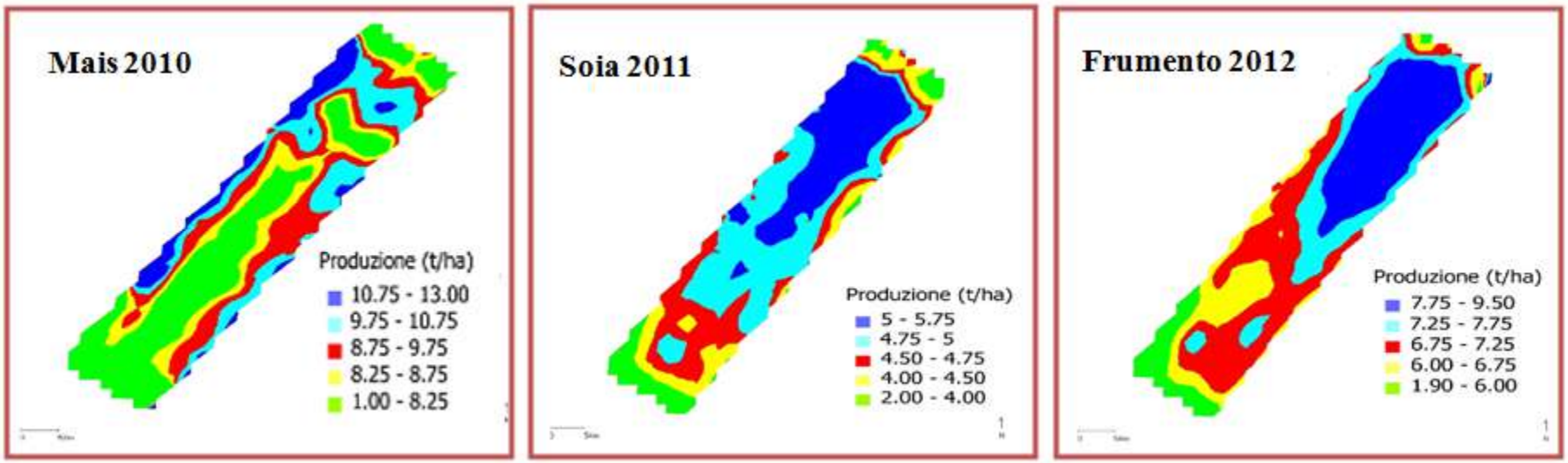






La variabilità in agricoltura: 3-> colturale

Colture diverse possono dare una risposta produttiva spazialmente differente all'interno dello stesso campo **(effetto avvicendamento)**



La variabilità in agricoltura: 3-> colturale

La variabilità in agricoltura: 4-> gestionale

Influenza che le diverse agrotecniche possono esercitare sulla risposta produttiva all'interno dello stesso appezzamento.

Uniformità di distribuzione trasversale dello spandiconcime

Mancato apporto irriguo o malfunzionamenti

Compattamenti e ristagni superficiali

La variabilità in agricoltura: 4-> gestionale

La variabilità in agricoltura: 4-> gestionale

La variabilità in agricoltura

Variabilità per gestioni diverse (diverse varietà, diversi tempi di semina, successioni):

Novembre 2000

Pontelongo/Codevigo

La variabilità in agricoltura

…per posizioni diverse (orientamento, altezza, pendenza, distanza da acqua/mare):

Marzo 2020

Pontelongo/Codevigo

La variabilità in agricoltura

…per diverse tessiture (umidità, sostanza organica, nutrienti):

Giugno 2019

Pontelongo/Codevigo

La variabilità in agricoltura

…per diverse lavorazioni (conservative, intensità, direzioni, irrigazione, traffico):

Giugno 2017

Pontelongo/Codevigo

La variabilità in agricoltura

…temporale (precipitazioni, irraggiamento, rotazioni, eventi estremi):

Agosto 2008

Pontelongo/Codevigo

La variabilità di campo

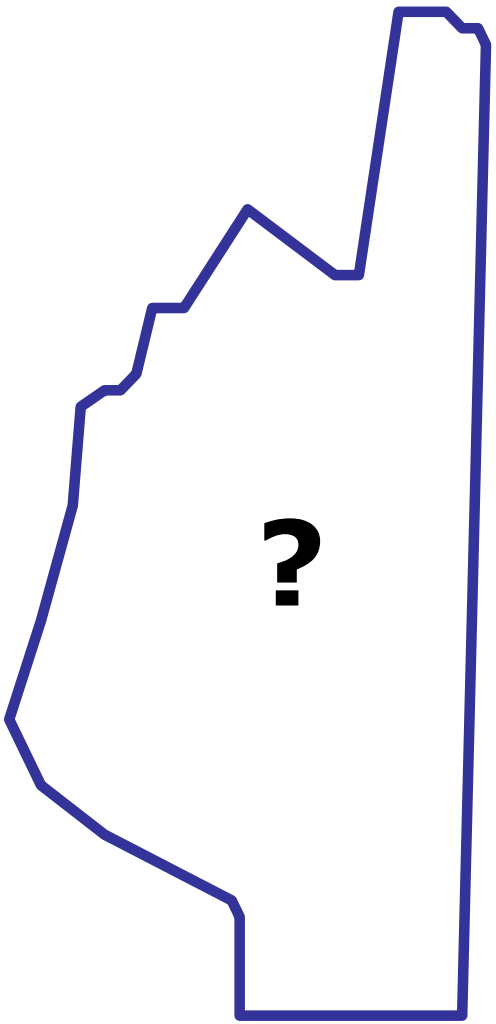
Frumento 5 t/ha	**La risposta produttiva di una coltura può essere considerata "uguale" su tutta la superficie coltivata ???**	**Frumento 2 t/ha** **Frumento 5 t/ha** **Frumento 8 t/ha**

- Le risposte possono risentire dell'andamento climatico (effetto annata)
- Ma storicamente ci sono zone dell'azienda che producono di più di altre.

… Siamo in grado di quantificare queste "differenze" rapportandole ad una specifica area dell'appezzamento ??

- ✓ Per comprendere il REALE potenziale produttivo delle superfici coltivate.
- ✓ Per gestire in modo più RAZIONALE scelte/interventi (fare la cosa più giusta)

Dalla variabilità all'agricoltura di precisione



L'introduzione dell'Agricoltura di Precisione in azienda di deve attenere alle seguenti fasi:

1 - Studio della variabilità di campo;

2 - Definizione delle zone omogenee;

3 – Definire obiettivi/gestione delle singole zone;

4 – Predisporre delle mappe di prescrizione;

5 – Applicare agrotecniche a rateo variabile.

Agricoltura di precisione: una definizione

L'Agricoltura di Precisione secondo la definizione internazionale dell ISPA:

ISPA
International Society of Precision Agriculture

PRECISION AG DEFINITION

Full Definition:

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione dell'attività agricola con la quale i dati vengono raccolti, elaborati, analizzati e combinati con altre informazioni per orientare le decisioni in funzione della variabilità spaziale e temporale al fine di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità della produzione agricola.

Variabilità e sensori

… Come posso studiare la mia variabilità di campo … ???

Qualsiasi dato o osservazione può essere utile basta che sia:

- ✓ **Misurabile**
- ✓ **Georeferenziato**

Utilizzo di sensori remoti

- Foto satellitari
- Telerilevamento
- Telerilevamento aziendale (drone)

Utilizzo di sensori prossimi

- Mappatura delle produzioni (yield-mapping)
- Monitoraggio suolo/pianta
- Monitoraggio attrezzature

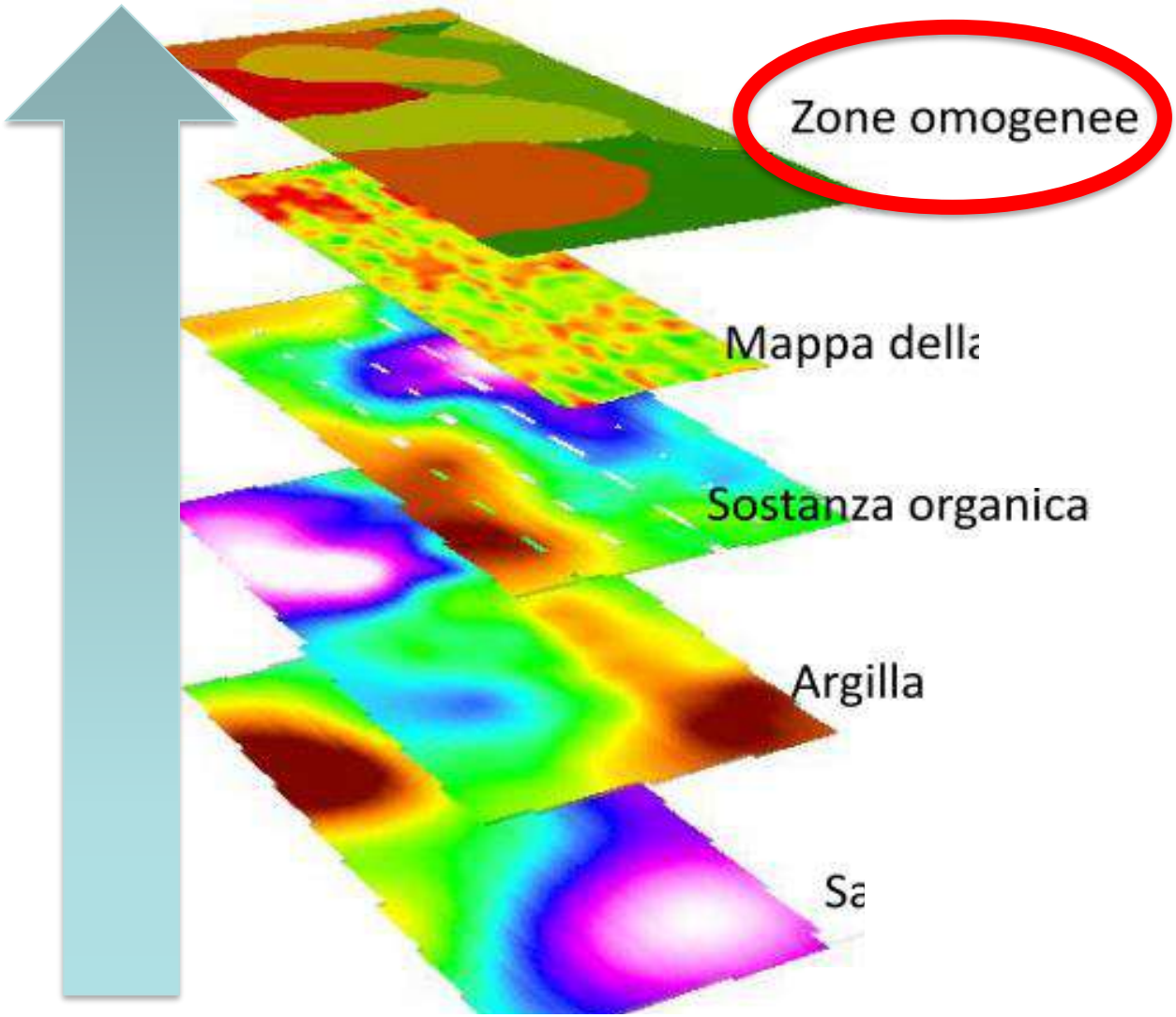
Campionamenti georeferenziati

- Analisi terreno
- Scouting

Intervento del dott. Davide Misturini

Principi generali e tecnologie disponibili (seconda parte)

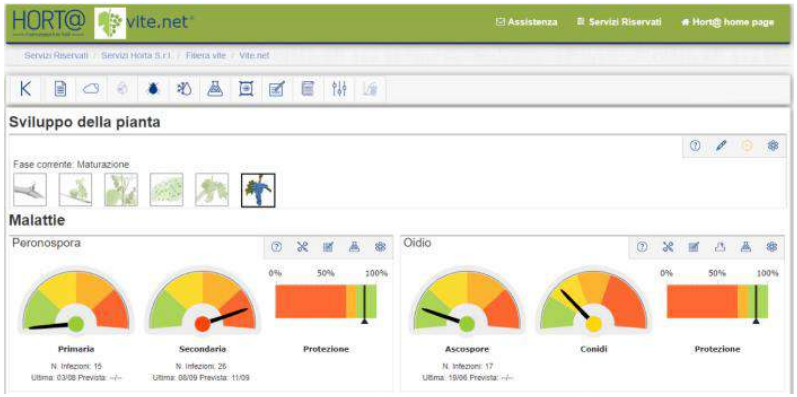
Variabilità e sensori

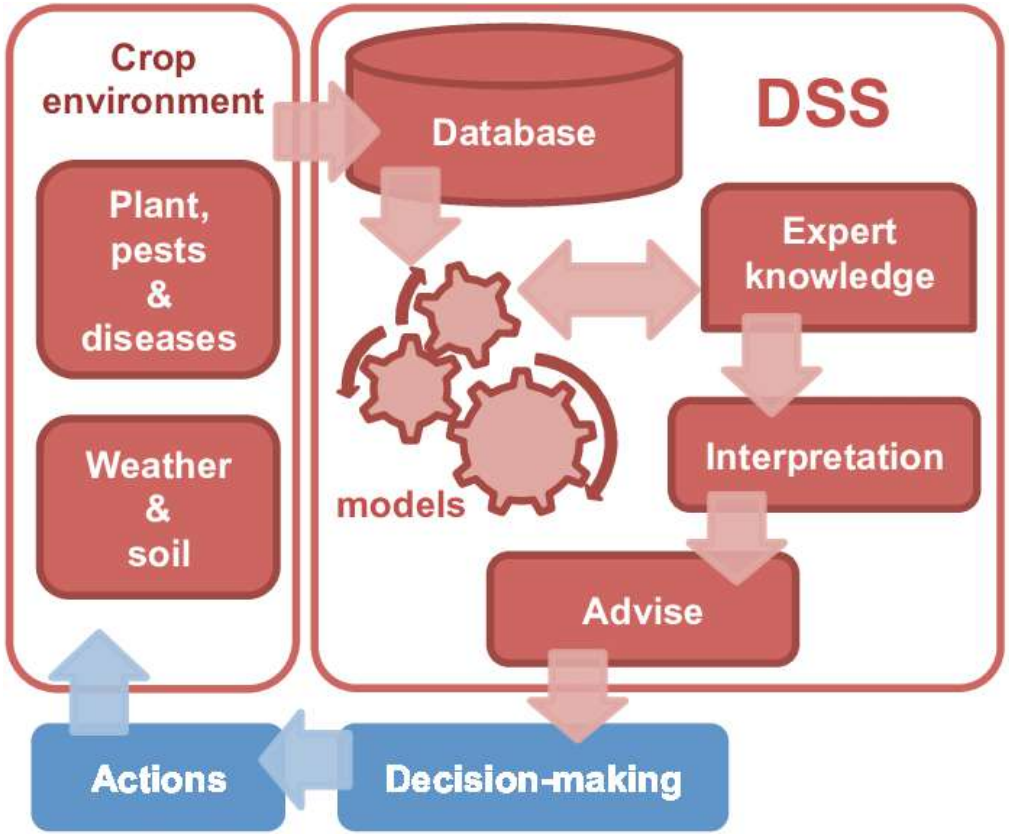


Intervento del dott. Davide Misturini

Principi generali e tecnologie disponibili (seconda parte)

Variabilità e sensori





Intervento del dott. Davide Misturini

Principi generali e tecnologie disponibili (seconda parte)

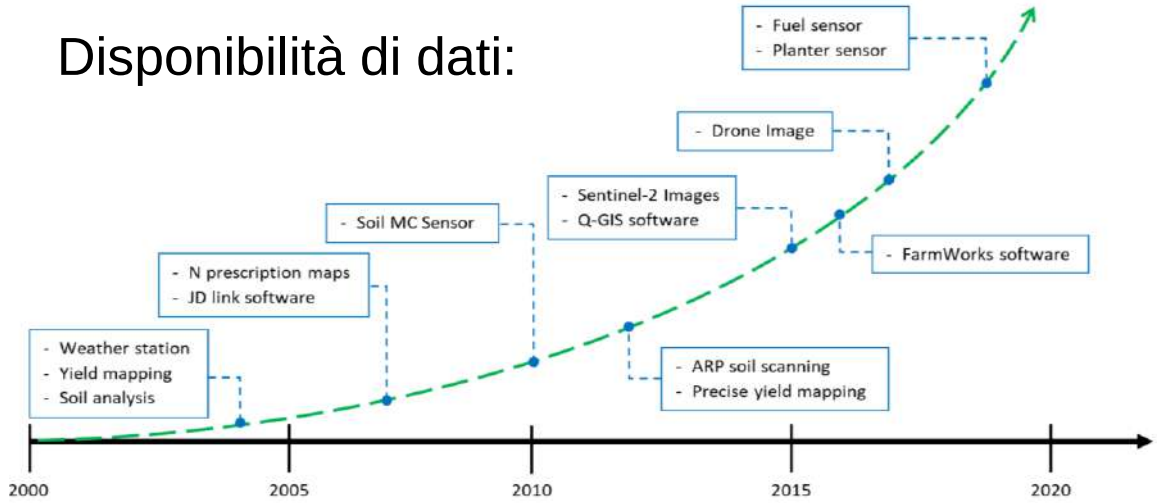
La raccolta dei dati

«In Italia sono circa 1.600 le mietitrebbiatrici dotate di sistemi di mappatura attive sul 10% della superficie nazionale a cereali. I principali produttori […] spingono per l'adozione di soluzioni 4.0, dai dispositivi per la guida automatica alle funzioni per il rilevamento di produzione e umidità. I numeri sono in crescita e **oltre la metà delle mietitrebbie vendute hanno a bordo dei dispositivi di agricoltura 4.0**. I vantaggi offerti dalle mietitrebbiatrici 4.0 sono infatti molteplici, tuttavia esistono degli ostacoli. Primo fra tutti la scarsa comprensione dei vantaggi delle nuove tecnologie digitali. […]

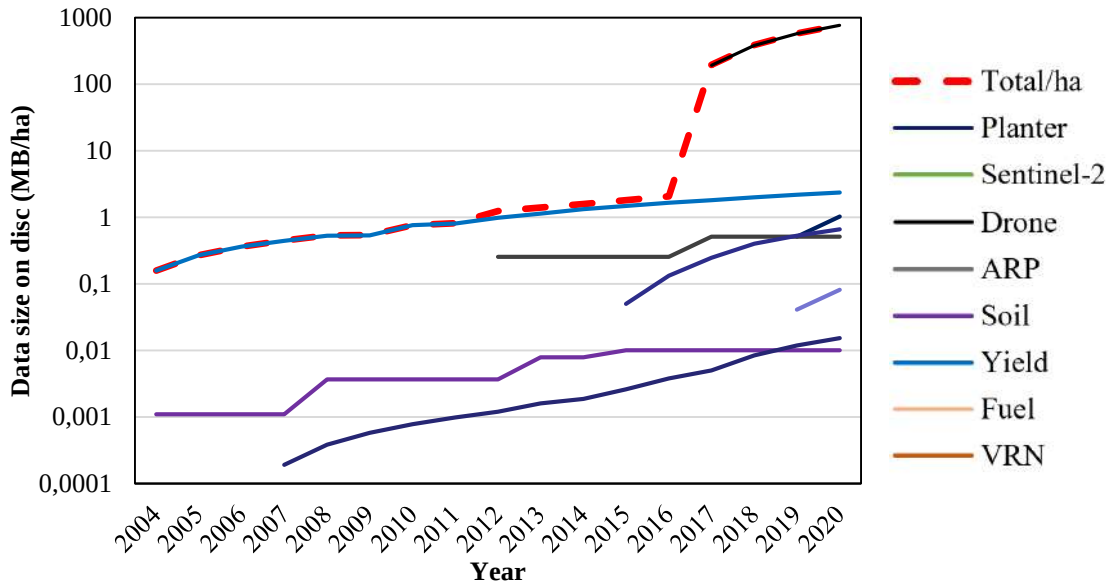
Da un'indagine CREA presso terzisti dotati di macchinari per l'agricoltura di precisione, emerge che solo il 7-8% dei clienti richiede prestazioni nell'ambito del *precision farming*. La dotazione strumentale in mano ai contoterzisti è dunque sottoutilizzata e **solo il 20%** delle mietitrebbie tecnologicamente avanzate viene usata in tutte le sue potenzialità.»

La raccolta dei dati

Disponibilità di dati:



Costi di processori e memorie fisiche o in cloud sempre più bassi, prestazioni crescenti e crescente disponibilità di sensori a basso costo stanno facendo crescere esponenzialmente la disponibilità di dati.



I dati non sono un problema in termini di reperibilità, ma viceversa in termini di abbondanza.

È fondamentale considerare i dati un fattore produttivo (non fine a se stesso).

Agricoltura di precisione: una definizione

L'Agricoltura di Precisione secondo la definizione internazionale dell ISPA:

ISPA
International Society of Precision Agriculture

PRECISION AG DEFINITION

Full Definition:

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione dell'attività agricola con la quale i dati vengono raccolti, elaborati, analizzati e combinati con altre informazioni per orientare le decisioni in funzione della variabilità spaziale e temporale al fine di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità della produzione agricola.

LA PRECISIONE BENEFICI E COSTI?

Le nuove tecnologie possono essere utilizzati in ambito di agricoltura di precisione per migliorare le rese o per ridurre i costi degli input.

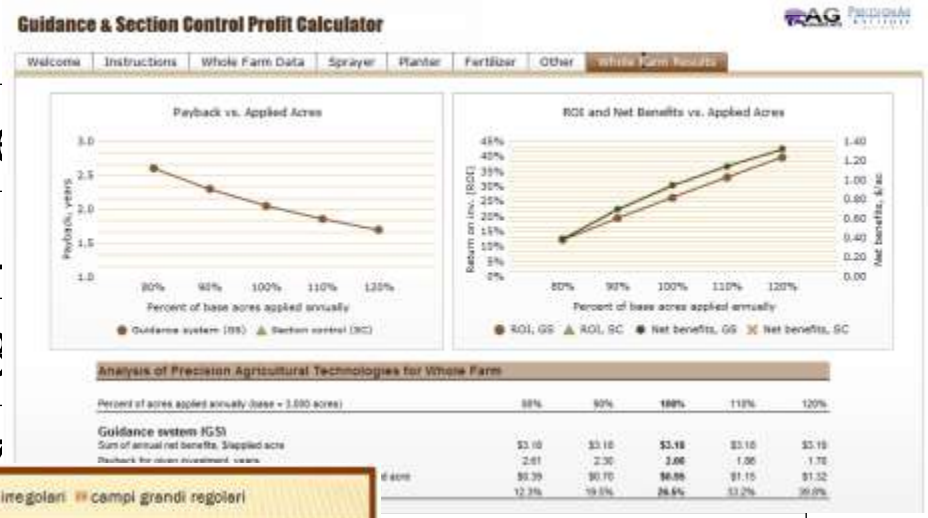
POSSO AVERE UN

LA PRECISIONE BENEFICI E COSTI?

Le nuove tecnologie possono essere utilizzati in ambito di agricoltura di precisione per migliorare le rese o per ridurre i costi degli input.

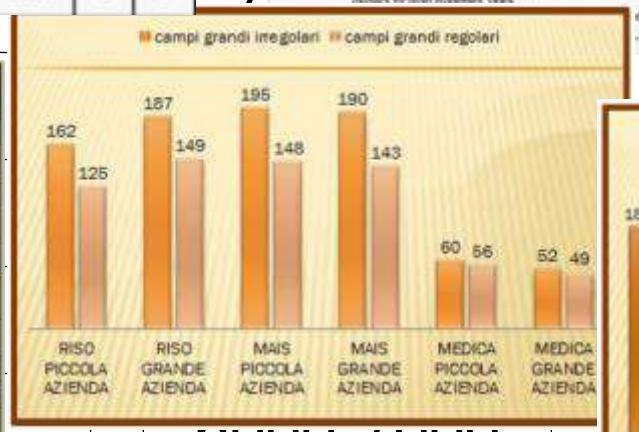
Projected 5-Year Precision Farming Revenue Sources 2015

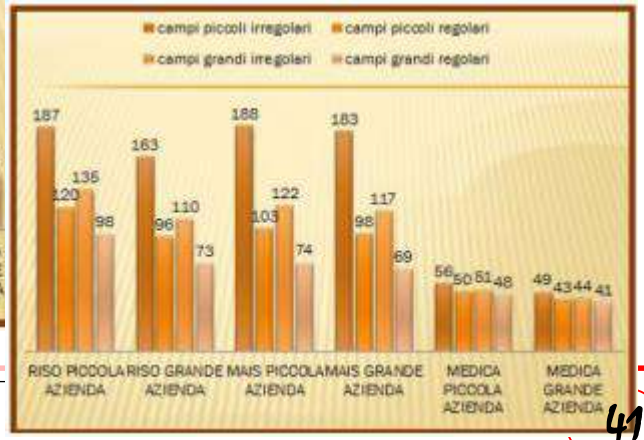
	Most Important or Important	Somewhat Important	Least Important	2014 Rank	2013 Rank
1. Planter/Seeding Control Systems	58.6%	39.7%	1.7%	2	3
2. Variable-Rate Planting/ Fertilizing Technology	70.7%	25.8%	3.5%	1	8
2. Application Technology Hardware	55.2%	41.3%	3.5%	3	2
3. Data Management Service	55.2%	34.5%	10.3%	1	7
3. Signal Subscriptions	48.6%	43.1%	10.3%	4	6
4. GPS & Guidance	50.9%	35.1%	14.0%	1	1
5. Software Service	25.8%	55.2%	19.0%	5	4
6. Agronomic Service	32.8%	24.1%	43.1%	6	9
7. Water Management	19.0%	34.4%	46.6%	7	10
8. Unmanned Aerial Vehicles	15.5%	37.9%	46.6%	8	-



RETURNS OF PRECISION TECHNOLOGY: WATKINS FARMS

Technology	Annual savings/return	Reason for return
Autosteer and swath control	$109,244	Nutrient and seed cost savings
Capital utilization capacity	$19,800	Increased work hours per day — lower operator fatigue
Variable-rate soybean seeding	$31,565	Seed cost savings — lower seeding rate
Better seed placement (down-pressure monitor)	$38,115	Corn and soybean yield boosts
Strip-till system	$15,400	Corn yield boost, nutrient cost savings
P and K by crop removal map	$30,997	P and K savings
Total	**$245,121**	
Annual cost (capital cost $14,301)	$95,883	
Net return	$149,238	
Return on investment (add back capital cost)	**103%**	
Total investment	$158,895	





LA PRECISIONE BENEFICI E COSTI?

Le nuove tecnologie possono essere utilizzati in ambito di agricoltura di precisione per migliorare le rese o per ridurre i costi degli input.

	Spese [€/ha]
Mais	1100-1300
Frumento g.t.	800-900
Soia	700-800
Riso	2800-3200
Barbabietola	1800-2000
Pomodoro	6000-7000
Vite	6000-7000

MOLTI LAVORI CONCORDANO NEL DIRE CHE I COSTI DEGLI INPUT POSSONO ESSERE RIDOTTI DALLO 0 AL 10%, SECONDO LA VARIABILITÀ DI SUOLI E COLTURE

LA PRECISIONE BENEFICI E COSTI?

Le nuove tecnologie possono essere utilizzati in ambito di agricoltura di precisione per migliorare le rese o per ridurre i costi degli input.

	Spese [€/ha]	Riduzione costi **FINO A** [€/ha]
Mais	1100-1300	120
Frumento g.t.	800-900	85
Soia	700-800	75
Riso	2800-3200	250
Barbabietola	1800-2000	180
Pomodoro	6000-7000	300
Vite	6000-7000	400

LA PRECISIONE BENEFICI E COSTI?

I margini di guadagno sono compatibili con i costi di gestione dei droni (10-130 €/ha), soprattutto quando vengono eseguite scansioni
a quota elevata e ad alta velocità
per avere informazioni su ampie
aree in tempi brevi.

I margini sono possibili quando:
- è presente elevata variabilità di campo
- l'azienda agricola è attrezzata per gestire interventi di precisione
- la velocità e la quota sono sufficienti per evidenziare le variabilità di campo
- i dati sono georiferibili

Riduzione costi **FINO A** [€/ha]
120
85
75
250
180
300
400

I sistemi di guida assistita

Aiutano a mantenere linee di lavoro parallele riducendo/eliminando la sovrapposizione (o mancato trattamento) tra due passaggi consecutivi.

Ben recepiti e con buone proiezioni di crescita (da 8% del 2010 a 35% nel 2020)

Barra di guida
(segnale ottico + acustici)

Guida semi-automatica al volante
(elettrica)

Guida semi-automatica allo sterzo
(elettro-idraulico)

Accuratezza dei ricevitori satellitari	**Decimetrica**	**Sub-decimetrica**	**Centimetrica**
	Egnos; SF1	SF2; HP	RTK (radio/GSM)

Barra luminosa

- Si fissa il punto A (inizio) e il punto B (fine) per individuare una linea retta/curva lungo l'appezzamento.
- Definita la larghezza di lavoro vengono create «n» linee parallele a destra e a sinistra della linea di riferimento.
- Ogni LED rappresenta un intervallo di distanza regolabile fuori dalla rotta.
- Configurando un intervallo piccolo per ogni LED si fornisce una guida più precisa, mentre la regolazione più ampia accresce la distanza fuori rotta prima che la barra luminosa indichi l'errore.

Guida semiautomatica applicata allo sterzo

- Sempre seguendo traiettorie prefissate, il sistema controlla la direzione durante il lavoro agendo sul volante o sullo sterzo mediante **motori elettrici**.

- Si attiva premendo un pulsante e si disattiva automaticamente quando lo sterzo viene mosso manualmente (manovre, voltate …).

✓ Installazione veloce e senza interventi diretti all'impianto idraulico

Guida semiautomatica applicata allo sterzo

Azionamento del volante

- **Un motore elettrico comanda una ruota che rimane aderente al volante**

- La ruota aziona direttamente il volante e mantiene la giusta traiettoria
- Si attiva premendo un pulsante
- Viene disattivata automaticamente quando lo sterzo viene mosso manualmente

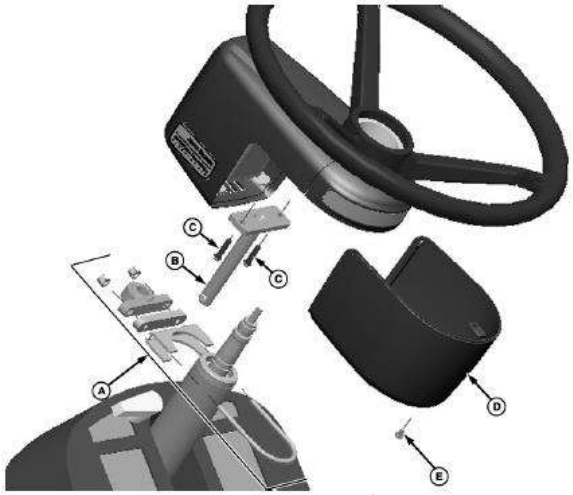
www.patinc.info

✓ Installazione veloce senza interventi sull'impianto idraulico

- Risente dei "giochi" del volante

Guida semiautomatica applicata allo sterzo

Azionamento del piantone dello sterzo



- Si può montare su tutti i tipi di trattore e può supportare tutti i livelli di accuratezza (si può spostare da un trattore all'altro).

- Motore elettrico brushless

✓ Variazioni di traiettoria più accurate

Guida semiautomatica applicata ai semiassi

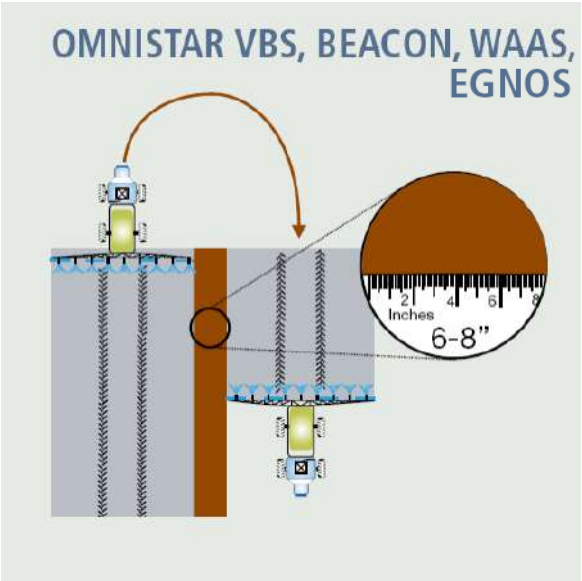
- I sistemi di guida semi-automatica ai semiassi presentano un controllo diretto attraverso l'impianto idraulico dello sterzo del trattore.

- Non richiedono l'intervento dell'operatore durante il lavoro, ma solo in fase di manovra

- Agendo sullo sterzo si disattiva il dispositivo di controllo automatico della direzione.

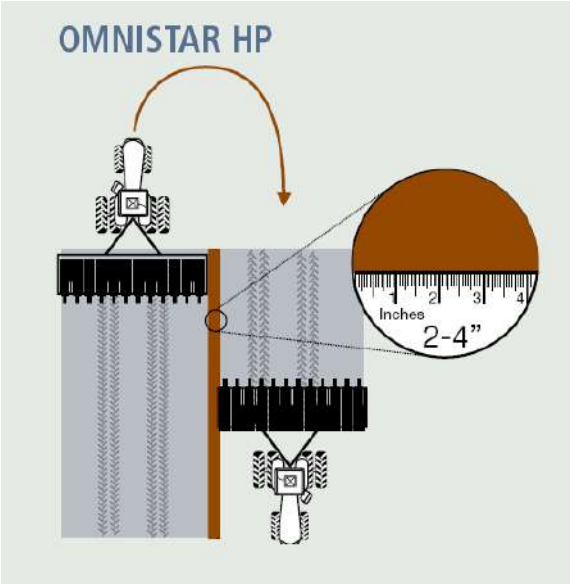
Guida semiautomatica: correzione del segnale

Primo livello (decimetrico)



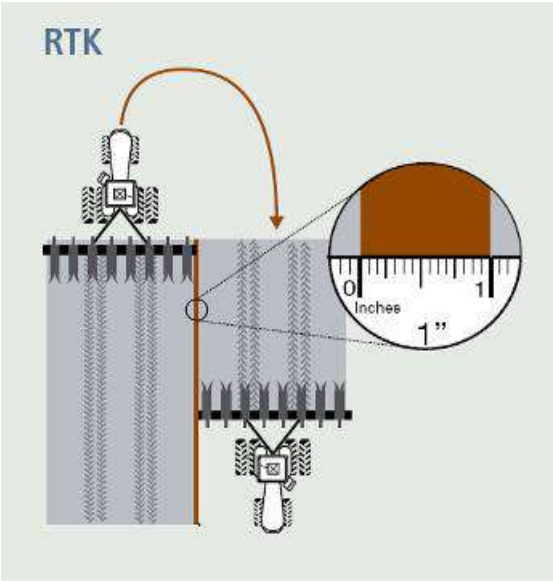
+/-30 cm accuratezza
+/-1 m ripetibilità

Secondo livello (sub-decimetrico)



+/-5-10 cm accuratezza
+/- 30 cm ripetibilità

Terzo livello (centimetrico)



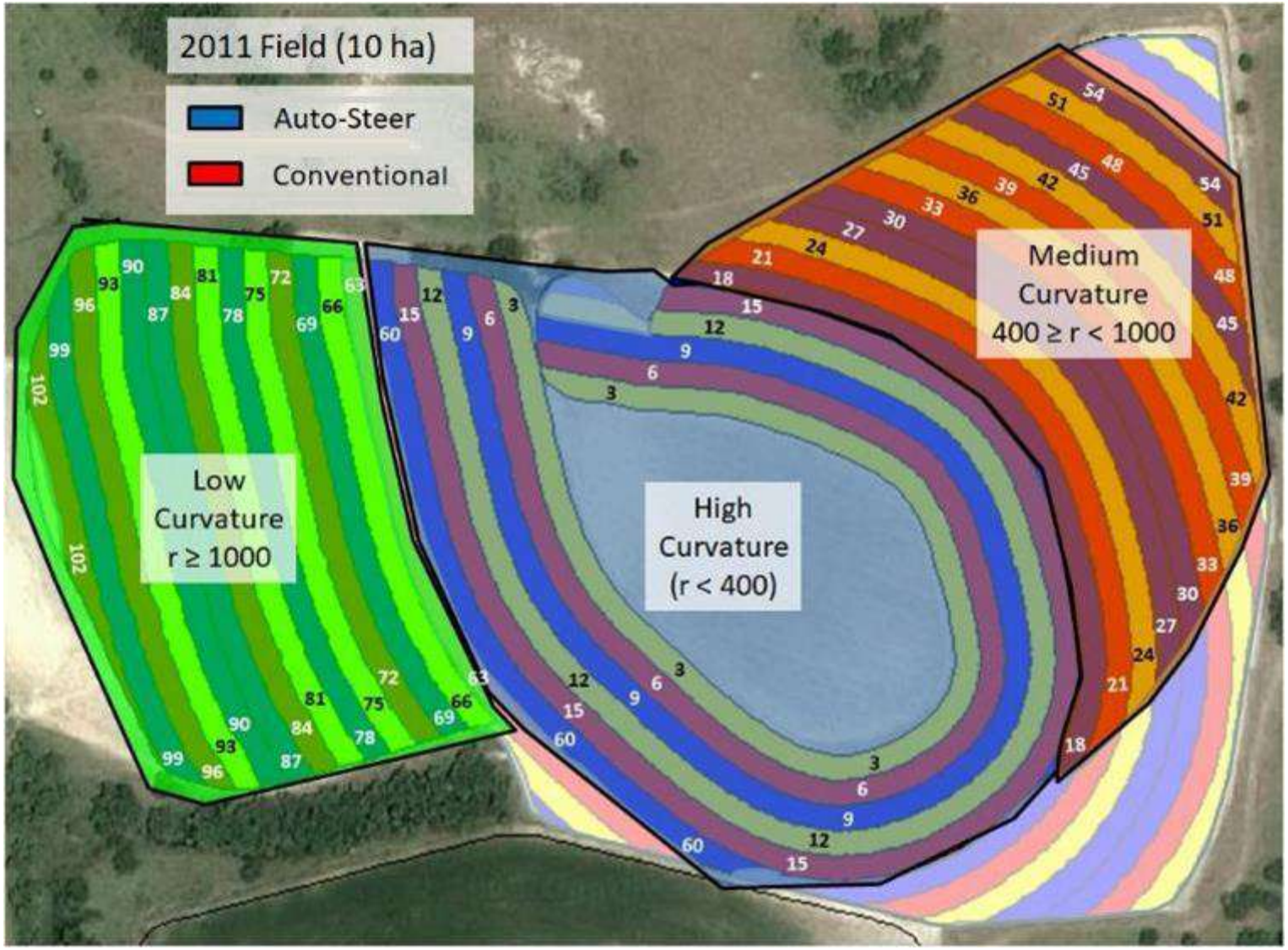
+/-3 cm accuratezza
+/-3 cm ripetibilità

…Quali sono i benefici?

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 1

Un esempio è riportato qui, con un confronto tra diversi sistemi di guida nella raccolta di arachidi.

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 1



GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 1

Un esempio è fornito qui, con un confronto tra Auto-Steer e Convenzionale dare la precedenza i risultati dal 2010 e 2011 (arachidi)

Curvatura	Tipo di guida	2010			2011		
		Resa (kg/ha)	Diff. (kg/ha)	Guadagno ($)	Resa (kg/ha)	Diff. (kg/ha)	Guadagno ($)
Tutte	Auto-Steer	5748	579	27.896	6187	493	37.540
	Convenzionale	5169			5694		
Alta	Auto-Steer	5804	338	16.274	6648	637	48.521
	Convenzionale	5466			6011		
Media	Auto-Steer	5518	745	35.821	6269	491	37.372
	Convenzionale	4773			5778		
Bassa	Auto-Steer	N / A			6013	642	48.889
	Convenzionale	N / A			5371		

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 2

Confronto in vigneto tra operazioni singole e operazioni combinate (con guida autonoma RTK).

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 2

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 2

Le stesse operazioni singole e combinate sono state ripetute in tempi diversi, tra trinciatura, diserbo, spollonatura e cimatura, secondo la seguente tabella:

CONDIZIONI		OPERAZIONE
OPERAZIONI SINGOLE	STERZO MANUALE	TRINCIATURA
		DISERBO MECCANICO
		SPOLLONATURA
		CIMATURA
OPERAZIONI COMBINATE	STERZO MANUALE	TRINCIATURA + DISERBO MECCANICO
		SPOLLONATURA
		CIMATURA
	GUIDA ASSISTITA	TRINCIATURA + DISERBO MECCANICO
		TRINCIATURA + DISERBO MECCANICO + SPOLLONATURA
		TRINCIATURA + DISERBO MECCANICO + CIMATURA

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 2

Il numero di ingress in campo è differente nel caso di operazioni singole o combinate:

	NUMERO DI INGRESSI IN CAMPO ALL'ANNO		
	Operazioni singole	Operazioni combinate con guida manuale	Operazioni combinate con guida automatica
Diserbo	5		
Trinciatura	5		
Spollonatura	2	2	
Cimatura	2	2	
Diserbo + trinciatura		5	1
Diserbo + trinciatura + spollonatura			2
Diserbo + trinciatura + cimatura			2
Totale	14	9	5

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 2

Totale costi:

	TRATTORE	LAMA DA DISERBO	TRINCIATORE	SPOLLONATRICE	CIMATRICE	RICEVITORE SATELLITARE	SISTEMA DI GUIDA
Valore iniziale (€)	73000	9000	12000	10000	15000	9000	5000
Ammortamenti (€/anno)	6205	765	1020	850	1275	1286	1000
Interessi (€/anno)	2099	259	345	288	431	225	125
Altri costi (€/anno)	840					1000	
Costi principali (€/anno)	9143	1024	1365	1138	1706	2511	1125
Manutenzione (€/h)	6.08	1,50	2.80	4.00	5.25	0.85	0.85
Manodopera (€/h)	17.00						
Costi operativi (€/h)	23.08	1,50	2.80	4.00	5.25	0.85	0.85
Costi operativi totali (€/h)	36.14	5.95	8.73	13.75	44.25	4.44	2.46

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 2

Costi delle singole operazioni:

	OPERAZIONI SINGOLE			OPERAZIONI COMBINATE					
	STERZO MANUALE			STERZO MANUALE			SERVOSTERZO		
	Costi (€/ha)	Ore lavoro (h/ha)	Gasolio (kg/ha)	Costi (€/ha)	Ore lavoro (h/ha)	Gasolio (kg/ha)	Costi (€/ha)	Ore lavoro (h/ha)	Gasolio (kg/ha)
Diserbo	48.45	1.17	5.99						
Trinciatura	52.88	1.20	8.16						
Spollonatura	76.47	1.55	9.24	82.47	1.55	9.24			
Cimatura	57.23	0.82	3.98	60.50	0.82	3.98			
Diserbo + trinciatura				66.95	1.24	8.73	79.45	1.24	8.73
Diserbo + trinciatura + spollonatura							126.49	1.62	11.95
Diserbo + trinciatura + cimatura							116.46	1.33	10.03

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 2

Totale costi per anno:

	Costi (€ / ha)			Ore di lavoro (h / ha)			Gasolio (kg / ha)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Diserbo	242			6			30		
Trinciatura	264			6			41		
Spollonatura	153	153		3	3		18	18	
Cimatura	114	114		2	2		8	8	
Diserbo + trinciatura		335	79		6	1		44	9
Diserbo + trinciatura + spollonatura			253			3			24
Diserbo + trinciatura + cimatura			233			3			20
Totale	774	602	565	16,6	10.9	7.1	97,2	70.1	52,7

A: singole operazioni; B: operazioni combinate con guida manuale;
C: operazioni combinate con guida assistita

Conclusioni

In conclusione la guida assistita o autonoma :

- può aumentare in modo consistente la redditività
- l'investimento ritorna tipicamente in 3-5 anni anche se in alcuni casi è già sufficiente il primo anno
- la guida assistita può aiutare a ridurre ulteriormente le perdite e ad aumentare la redditività.

In generale l'uso di sistemi satellitari:

- offre benefici inerenti la geolocalizzazione delle informazioni
- già l'uso di barre luminose può rivelarsi efficace in alcune applicazioni in cui non è necessaria una precisione spinta
- i sistemi di Autosteer hanno maggiore precisione e sono adatti per tutte le colture in cui è importante il posizionamento della macchina sulla fila

Costi:

basse accuratezza e precisione (WAAS, EGNOS,...)	→	8-12.000 €
medie accuratezza e precisione (OmniSTAR HP,...)	→	10-15.000 €
alte accuratezza e precisione (RTK,...)	→	15-30.000 €

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 3

Area :
- azienda tipica della bassa padovana (Sant'Urbano)
- dimensione: circa 60 ha
- orticole ed estensive

L'indirizzo produttivo predominante è il settore orticolo:
- Cocomero
- Zucca
- Patate
- Brassicacee invernali
- Cereali (grano e mais)
- Viti

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 3

Sono state prese in considerazione le tre operazioni che maggiormente necessitano di ausilio nella guida: Baulatura, Pacciamatura e Trapianto

Baulatura

Modello P Hortech
Peso 260 kg
Larghezze di lavoro 0,7-1,5 m
Potenza richiesta 30 hp
Velocità di lavoro 5 km/h

Pacciamatura

Modello AB Hortech
Peso 320 kg
Larghezze di lavoro 0,7-1,5 m
Potenza richiesta 40 hp
Velocità di lavoro 4,5 km/h

Trapianto

Modello OVER Hortech
Peso 250 kg
Capacità lavoro 3000 piante/h
Potenza richiesta 50 hp
Velocità di lavoro 4 km/h

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 3

Tipologie dei Sistemi di guida

- Barra di guida
- Guida assistita
- Guida semi automatica

Sistema testato:
- display FM-750
- antenna AG25
- EZ-PILOT
    - tecnologia T3 che corregge il rollio ed il beccheggio
    - precisione: 20 cm tra le passate e 2,5 cm nelle ripetizioni

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 3

Il test è consistito nel:
- misurare in campo i tempi necessari a svolgere le operazioni singole e combinate
- misurare i consumi della trattrice per ogni operazione
- calcolare per ogni attrezzo i tempi accessori

Tempi accessori (s)	
Attacco attrezzo	310
Sgancio attrezzo	200
Andata e ritorno dal campo	520
Installazione bobina telo (pacciamatrice)	225
Carico vassoi (trapiantatrice)	200

Lavorazioni	Consumi (l)	Velocità (km/h)	Tempi di lavoro per 1000 m² (1x300 m² di baule)			
Baulatrice	1,3	4,5	215	s/fila	20	s/svolta
Pacciamatrice	1,0	5,0	180	s/fila	30	s/svolta
Trapiantatrice	0,9	4,0	250	s/fila	30	s/svolta
Baulapacciamatrice	1,5	4,5	215	s/fila	40	s/svolta
Combinata tripla	2,0	4,0	250	s/fila	50	s/svolta

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 3

Le operazioni vengono svolte su: - 4ha di cocomero

- 4ha di zucca

Complessivamente gli 8ha sono composti di :

240 file per un totale di 24000 m di baule

tempi totali per la gestione degli 8ha			
lavorazioni		tempi di uso macchine [h]	manodopera [h]
3 cantieri separati	1 baulatura + 1 pacciamatura + 1 trapianto	52,02	88,03
2 cantieri separati	1 baulapacciamatura + 1 trapianto	39,00	78,00
Cantiere unico	3 operazioni combinate	22,98	45,96

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 3

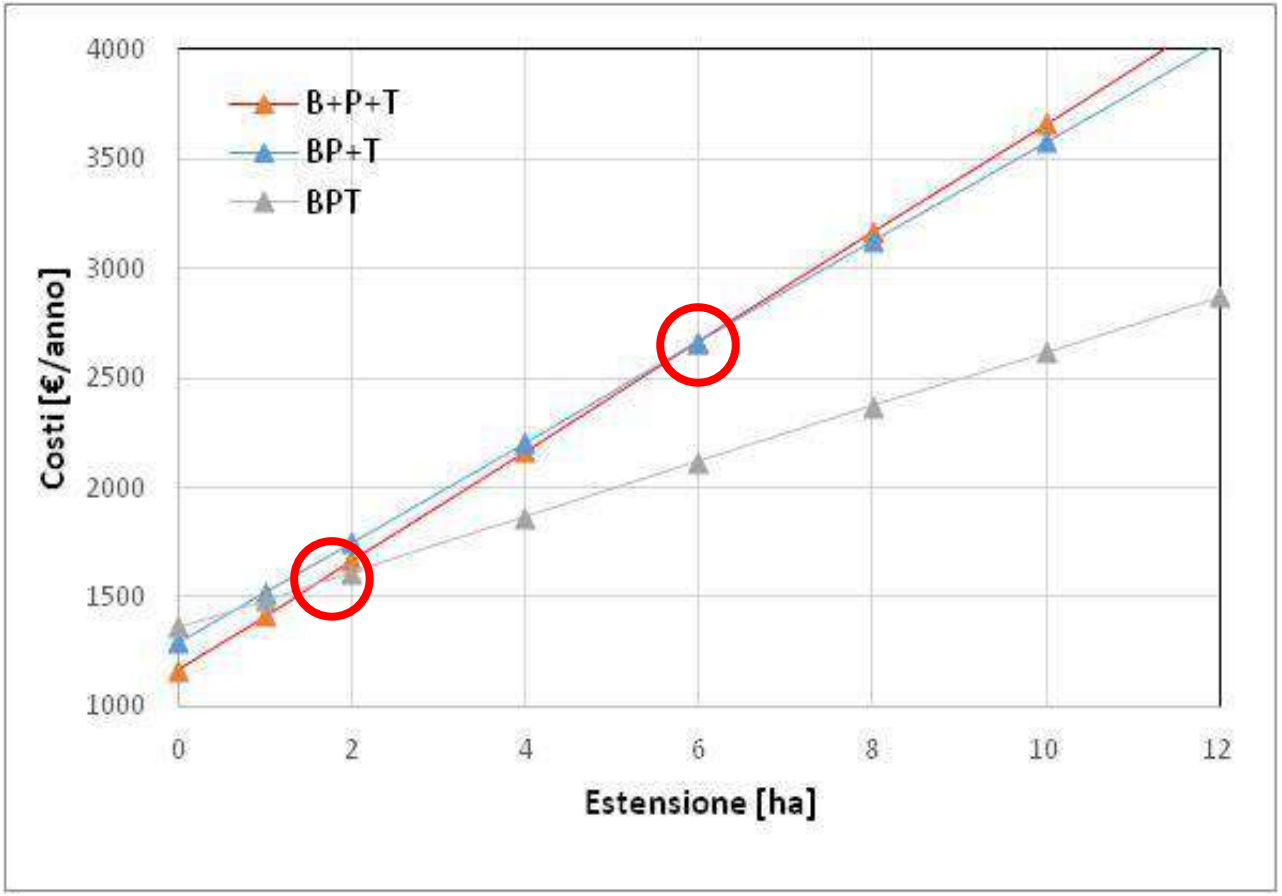
Costi sostenuti per le attrezzature utilizzate e costi di esercizio:

	Trattore	Baulatrice	Pacciamatrice	Trapiantatrice	Baulatrice+ Pacciamatrice	Baulatrice+ Pacciamatrice +Trapiantatrice	Ricevitore sat + guida
valore iniziale (€)	31000	1000	3000	3000	5000	8800	7800
ammortamento (€/anno)	2635	85	255	255	425	748	1300
Interessi (€/anno)	775	25	75	75	125	220	195
spese varie (€/anno)	372	5	15	15	25	44	39
costi fondamentali (€/anno)	3782	115	345	345	575	1012	1534
Ripar							
Mano							
costi di utilizzo (€/h)	21,66	1,88	21,66	21,66	22,16	23,08	0,5
costi totali orari (€/h)	30,66	8,09	42,92	37,79	52,42	67,68	4,74

COSTO TOTALE ORARIO CANTIERI SEPARATI 180,78€
COSTO TOTALE ORARIO 2 CANTIERI RIUNITI 156,27€
COSTO TOTALE ORARIO 3 CANTIERI RIUNITI 103,08€

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 3

Rapporto convenienza e impiego guida assistita con 2 o 3 operazioni combinate



Punto di ritorno:

- con 2 combinate a partire dagli 8 ettari.
- con 3 operazioni combinate a partire già dai 2 ettari

GUIDA ASSITITA: ESEMPIO 3

Convenienza nell'acquisto del sistema satellitare relativamente alle superfici utilizzate all'interno dell' Azienda in esame:

- 2 operazioni combinate portano un risparmio economico di 60€/anno
- 3 combinazioni implicano un risparmio pari a 700€ annuo, oltre all'ammortamento della guida

Costi operativi (macchine e manodopera)			
	cantieri separati	baulapacciamatura + trapianto	tripla combinata
8ha	4330,7 €	3046,9 €	2404,4 €
Risparmio (€/anno)	-	58,2 €	700,6 €
	-	-1,90%	-22,50%

Da considerare inoltre:

-capacità di gestire superfici maggiori in minor tempo

-minore stress dell'operatore

-minore calpestamento

-lavoro più tempestivo e accurato

Lavorazioni del terreno

Con la guida manuale le sovrapposizioni possono superare anche il **10%** della larghezza di lavoro.

Trinciatura

Con la guida manuale le sovrapposizioni possono superare anche il **10%** della larghezza di lavoro.

Lavorazioni del terreno

Con la guida manuale le sovrapposizioni possono superare anche il **10%** della larghezza di lavoro.

ERPICATURA: 6 METRI
SOVRAPPOSIZIONE: 10%
COSTO OPERATIVO: 120 €/ORA = 12 €/ORA
BENEFICIO: 12 €/ORA x 750 ORE/ANNO = 9.000 €/ANNO

Concimazione / Trattamenti Fitosanitari

CON SOVRAPPOSIZIONI

Larghezza di lavoro: 36 m

Sovrapposizione: ± 3 m

Capacità di lavoro: - 9 %

SENZA SOVRAPPOSIZIONI

Larghezza di lavoro: 36 m

Senza sovrapposizioni

Fertilizzante risparmiato: +6-7%

Considerando solo la gestione delle sovrapposizioni

Concimazione / Trattamenti Fitosanitari

ELIMINARE LE SOVRAPPOSIZIONI
+
SPANDICONCIME CON SISTEMA DI BORDATURA?

Tab. 7 - Risparmi sui costi di concimazione su diverse colture con cantiere a guida assistita e sistema di bordatura.

Coltura	Ettari	Concime	Kg/ha	Totale Q.li	Urea euro/q.le (prezzo 30/05/11)	Importo totale Urea (euro)	Risparmi Urea (%)	Risparmi (euro)	Risparmi (euro/ha)
Frumento	700	Urea	370	2.590	43	111.370	9,0%	10.023	14,32
Mais	350	Urea	500	1.750	43	75.250	9,0%	6.773	19,35
Sorgo	350	Urea	450	1.575	43	67.725	9,0%	6.095	17,42
Girasole	200	Urea	200	400	43	17.200	9,0%	1.548	7,74
Totale	**1.600**		**395***	**6.315**		**271.545**		**24.439**	**15,27***

* Valore medio

Tab. 1 - Confronto fra lavorazioni con guida manuale e automatica: costi e risparmi (valori in euro).

Operazioni meccaniche	Parametri			Costi* guida manuale					Risparmi guida automatica (ipotesi 50%)	
	Larghezza di lavoro (m)	Sovrapposizioni		Lavorazioni (A)		Mezzi tecnici (B)		Totale incroci (A+B)		
		cm	%	Ettaro	Incrocio	Ettaro	Incrocio		Ettaro	200 ha
Erpice rotante	3,0	25	8,33	80,00	6,67	0,00	0,00	6,67	3,33	666,67
Erpice rotante	6,0	40	6,67	70,00	4,67	0,00	0,00	4,67	2,33	466,67
Erpice a molle	4,0	35	8,75	71,00	6,21	0,00	0,00	6,21	3,11	621,25
Erpice a molle	6,0	50	8,33	72,00	6,00	0,00	0,00	6,00	3,00	600,00
Estirpatore	2,5	40	16,00	90,00	14,40	0,00	0,00	14,40	7,20	1.440,00
Estirpatore	4,0	50	12,50	80,00	10,00	0,00	0,00	10,00	5,00	1.000,00
Spandiconcime	12,0	100	8,33	35,00	2,92	90,00	7,50	10,42	5,21	1.041,67
Spandiconcime	18,0	150	8,33	30,00	2,50	90,00	7,50	10,00	5,00	1.000,00
Irroratrice	14,0	100	7,14	45,00	3,21	120,00	8,57	11,79	5,89	1.178,57
Irroratrice	18,0	120	6,67	40,00	2,67	120,00	8,00	10,67	5,33	1.066,67
Mietitrebbiatrice	4,8	25	5,21	120,00	6,25	0,00	0,00	6,25	3,13	625,00
Mietitrebbiatrice	6,0	35	5,83	100,00	5,83	0,00	0,00	5,83	2,92	583,33

** Costi calcolati in base alle tariffe medie delle lavorazioni contoterzi*

Lavorazioni a rateo variabile includono:
- lavorazioni sulla profondità di lavorazione in funzione dello stato del terreno (ripuntatura nelle zone compattate)
- variazione del sistema di lavorazione in funzione delle esigenze della coltura e delle caratteristiche del terreno

Vantaggi:
- riduzione dei costi (-15%)
- riduzione dell'erosione
- minor inquinamento delle acque e dell'aria
- aumento della fertilità

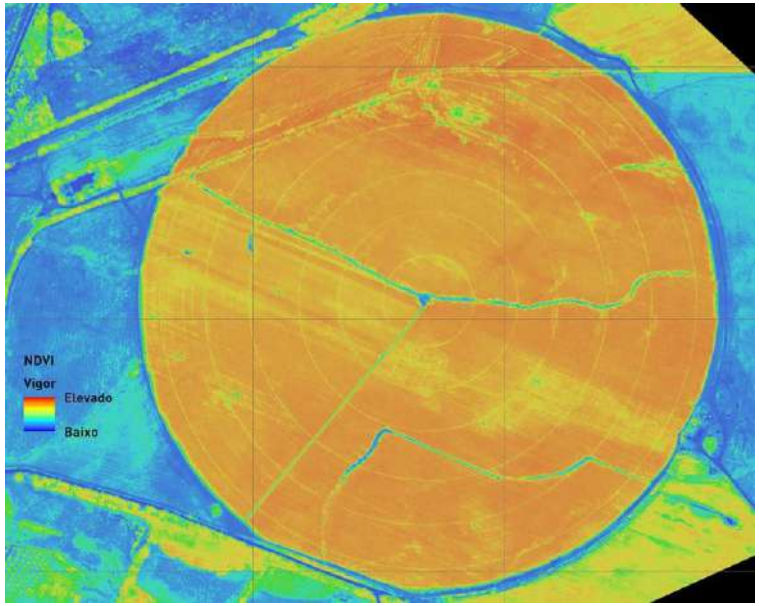
Semina a rateo variabile

Gestioni a dose variabile sulla semina includono:

- Regolazione della densità o della profondità di semina
- Gestione di apertura e chiusura delle file
- Modulazione della varietà di seme messa a dimora.

Vantaggi:

- riduzione dei costi
- migliore adattabilità della coltura

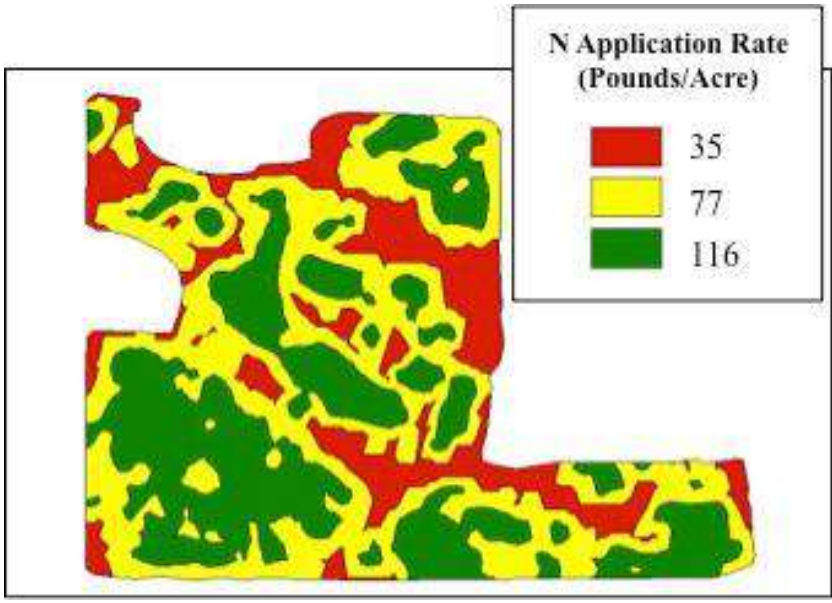


Concimazioni a rateo variabile

La distribuzione di nutrienti a tasso variabile è una delle prime operazioni a rateo variabile introdotte in agricoltura di precisione.
Nel tempo molti studi e ricerche hanno dimostrato come concimazioni a rateo variabile consentano non solo di aumentare la redditività ma anche di ridurre l'impatto ambientale in modo significativo.

Vantaggi:

- Aumento del reddito
- Maggiore efficienza di lavoro
- Riduzione dell'impatto ambientale (3-75%)



Trattamenti fitosanitari a rateo variabile

Vantaggi:

- risparmio di prodotto (dal 30-80%):
- -24% per erbicidi
- -19% per pesticidi
- minor inquinamento delle acque e dell'aria
- maggiore sicurezza per l'operatore

Irrigazione a rateo variabile

L'irrigazione a rateo variabile è il processo di variazione dei livelli di irrigazione a seconda degli stress o delle esigenze sitospecifiche delle colture. La diffusione dell'irrigazione a tasso variabile è tuttavia limitata dalle norme fiscali di molti paesi, dove gli agricoltori pagano a tariffa fissa anziché pagare sul consumo effettivo.
Per questo motivo gli agricoltori non sono spinti ad applicare questo tipo di approccio virtuoso.

Vantaggi:
- risparmio d'acqua (5-20%)
- minori costi
- mantenimento di alte rese

I sistemi di guida assistita: benefici in breve

AUMENTO DELLA CAPACITÀ DI LAVORO

- Maggior velocità (+10-15%) e accuratezza rispetto ai marcatori tradizionali
- Maggior larghezza effettiva (da 5% a 0% di sovrapposizioni in base a livello di precisione) rispetto alla guida manuale (anche più del 10%).
- Maggior periodo utile (si opera anche con buio, nebbia e polvere).

EFFICIENZA DEI FATTORI PRODUTTIVI: gasolio, fertilizzanti, fitosanitari, semente.

IMPORTANTI FUNZIONALITÀ:

- Ripetibilità dei dati di posizione raccolti (assoluta con RTK) → linee di traffico.
- Gestione delle testate o ritorno al punto di sospensione (fitosanitari/concimazione)

COMFORT per l'operatore.

Agricoltura di precisione: una definizione

L'Agricoltura di Precisione secondo la definizione internazionale dell ISPA:

ISPA
International Society of Precision Agriculture

PRECISION AG DEFINITION

Full Definition:

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione dell'attività agricola con la quale i dati vengono raccolti, elaborati, analizzati e combinati con altre informazioni per orientare le decisioni in funzione della variabilità spaziale e temporale al fine di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità della produzione agricola.

Raccolta differenziale

Una raccolta di tipo differenziale consente di separare (grazie ad una gestione spaziale o temporale delle macchine) prodotti presenti nello stesso appezzamento ma caratterizzati da livelli di qualità differenti in merito:

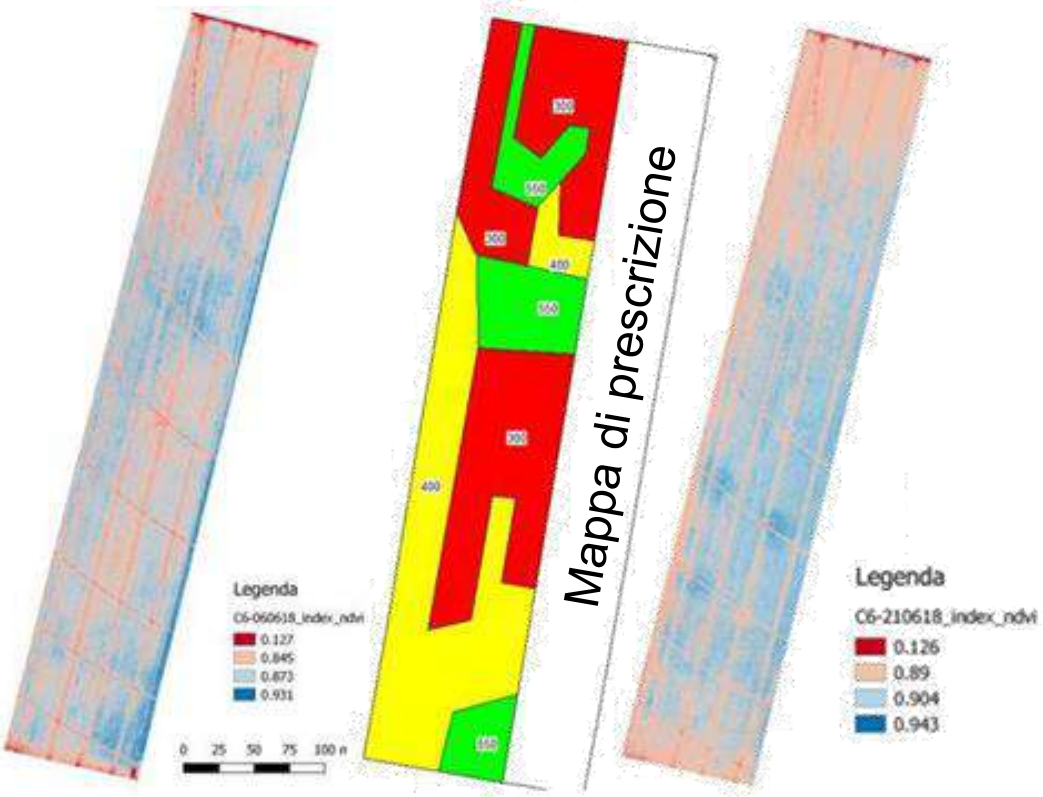
- al grado di maturazione (ritardando o evitando la raccolta di prodotti non maturi o marcescenti)
- alle proprietà organolettiche o a parametri qualitativi specifici, valorizzabili in fase di vendita (a titolo d'esempio frumento con maggiore percentuale di proteina o uve con maggiore livello di zuccheri)

Vantaggi:

- riduzione degli scarti (-5-20%)
- maggiore valore sul mercato (0-30%)

Il miglioramento della qualità è un fattore difficile da misurare e da quantificare. L'applicazione più efficace in merito alla qualità deriva dalla gestione a rateo variabile in fase di raccolta, ad esempio su pomodoro

In questa situazione, la distribuzione geolocalizzata di un prodotto a base di citochinine può rallentare il tasso di crescita delle piante nelle parti del campo in cui il pomodoro era soggetto a un vigore eccessivo e di conseguenza evitare come fenomeno negativo una minore fioritura ed allegagione dei fiori.
L'immagine di destra fornisce le informazioni del campo dopo il trattamento, lo stato vegetativo risulta più omogeneo almeno per l'80% dell'area.



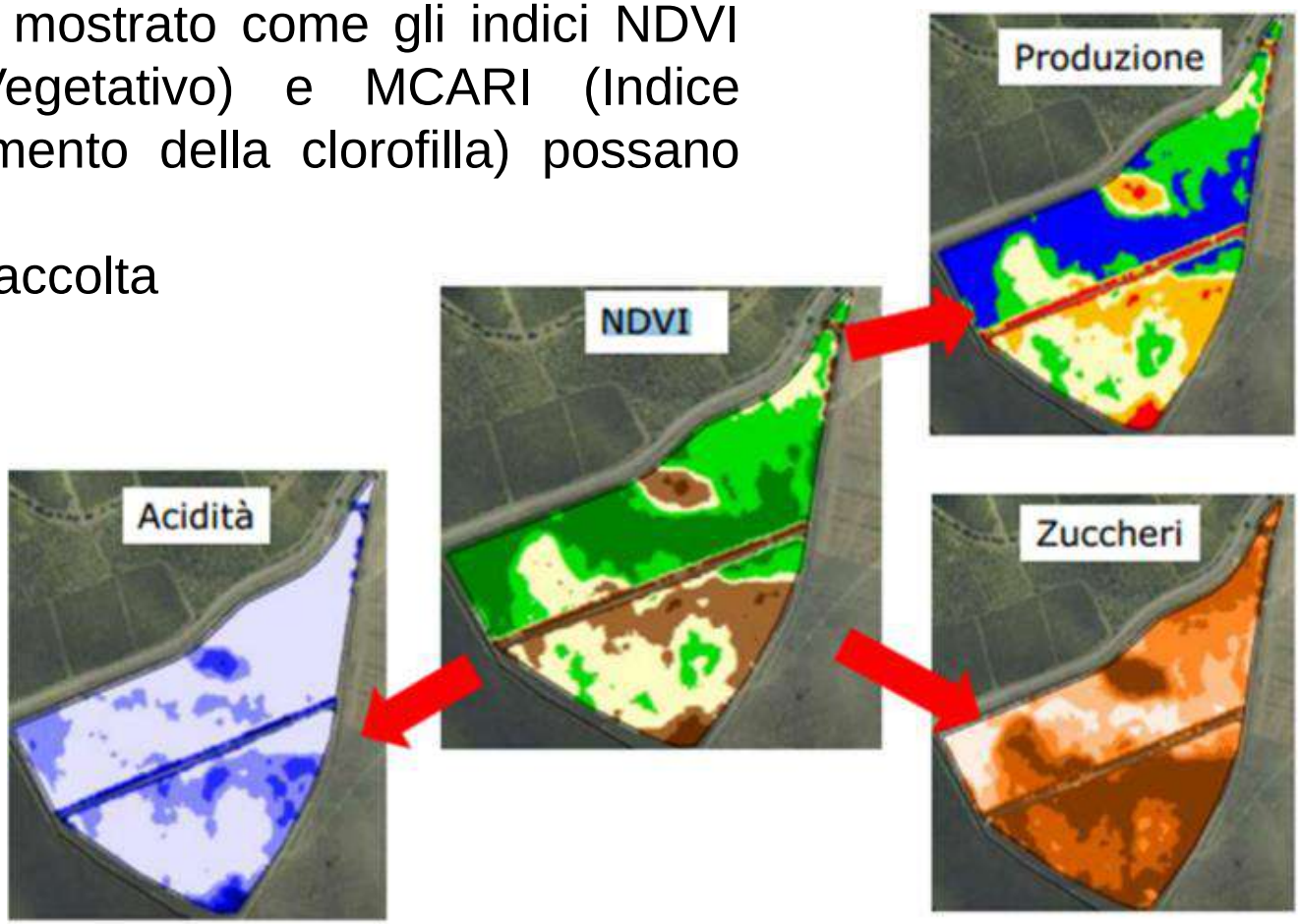
06 June 2018 21 June 2018

Precisione e qualità

Il miglioramento della qualità è un fattore difficile da misurare e da quantificare. L'applicazione più efficace in merito alla qualità deriva dalla gestione a rateo variabile in fase di raccolta, ad esempio su vite.

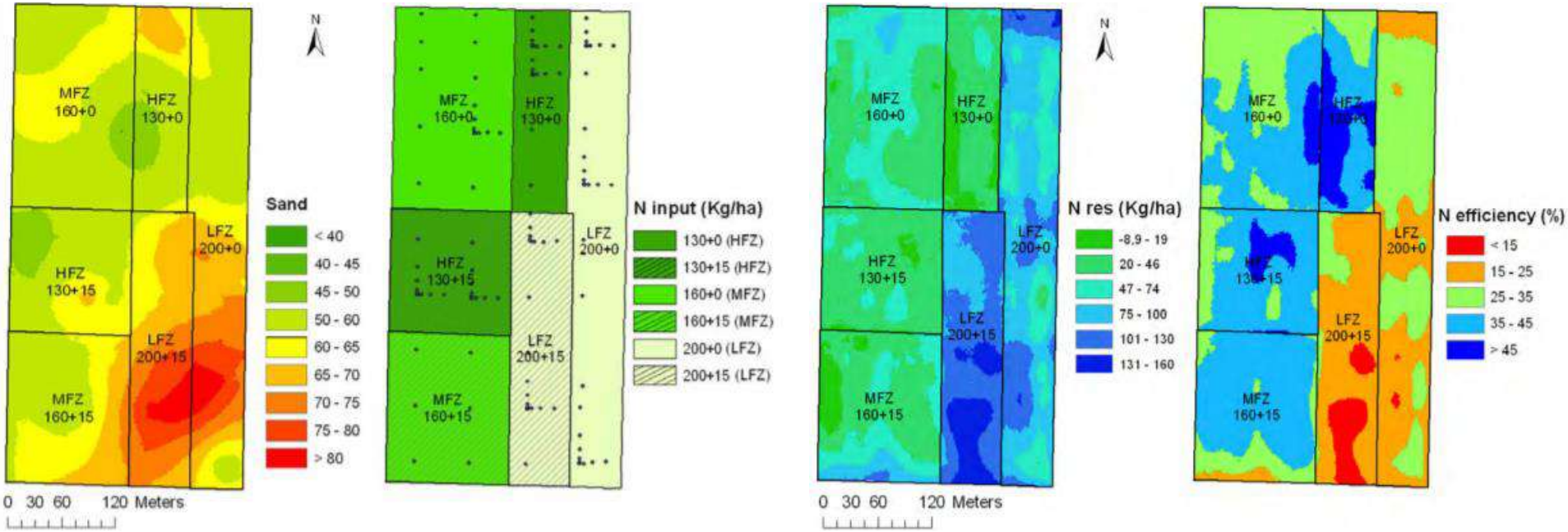
Una serie di studi ha mostrato come gli indici NDVI (Indice di Vigore Vegetativo) e MCARI (Indice modificato di assorbimento della clorofilla) possano essere correlabili con:

- acidità titolabile alla raccolta
- contenuto in zuccheri riduttori alla raccolta
- resa
- …



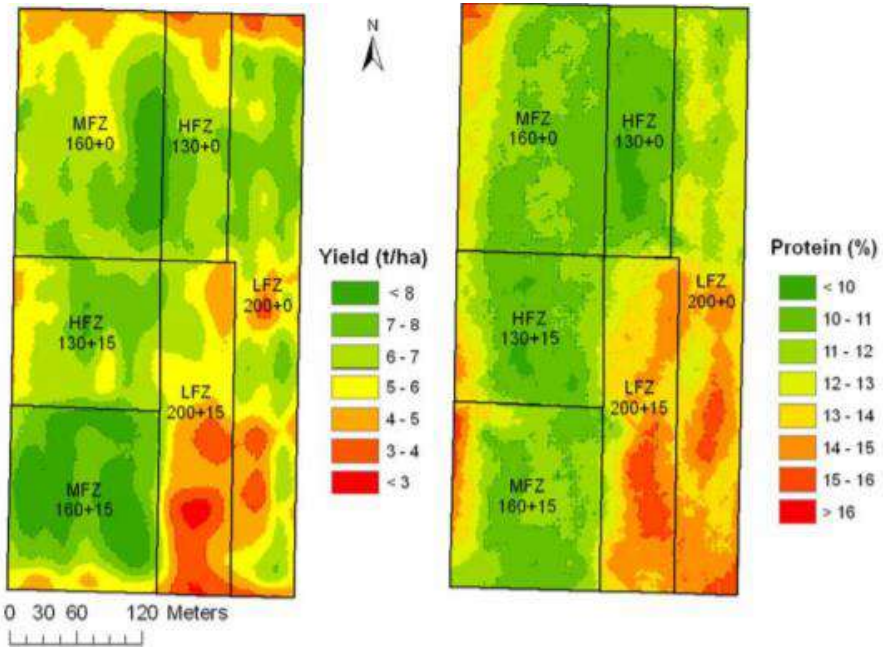
Il miglioramento della qualità è un fattore difficile da misurare e da quantificare. L'applicazione più efficace in merito alla qualità deriva dalla gestione a rateo variabile in fase di raccolta, ad esempio su frumento.

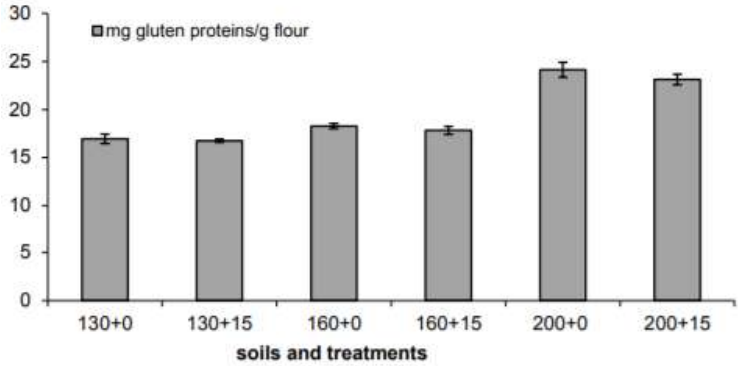
Lo studia mostra come la gestione della concimazione azotata può migliorare la qualità del grano duro in termini di percentuale di proteina

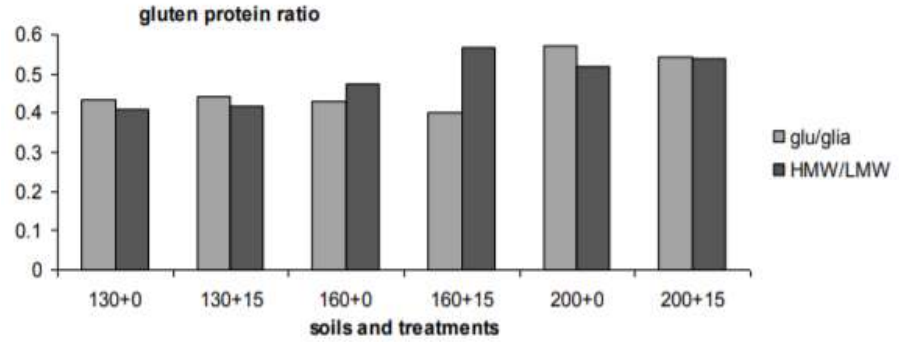


Il miglioramento della qualità è un fattore difficile da misurare e da quantificare. L'applicazione più efficace in merito alla qualità deriva dalla gestione a rateo variabile in fase di raccolta, ad esempio su frumento.

Lo studia mostra come la gestione della concimazione azotata può migliorare la qualità del grano duro in termini di percentuale di proteina







Agricoltura di precisione: una definizione

L'Agricoltura di Precisione secondo la definizione internazionale dell ISPA:

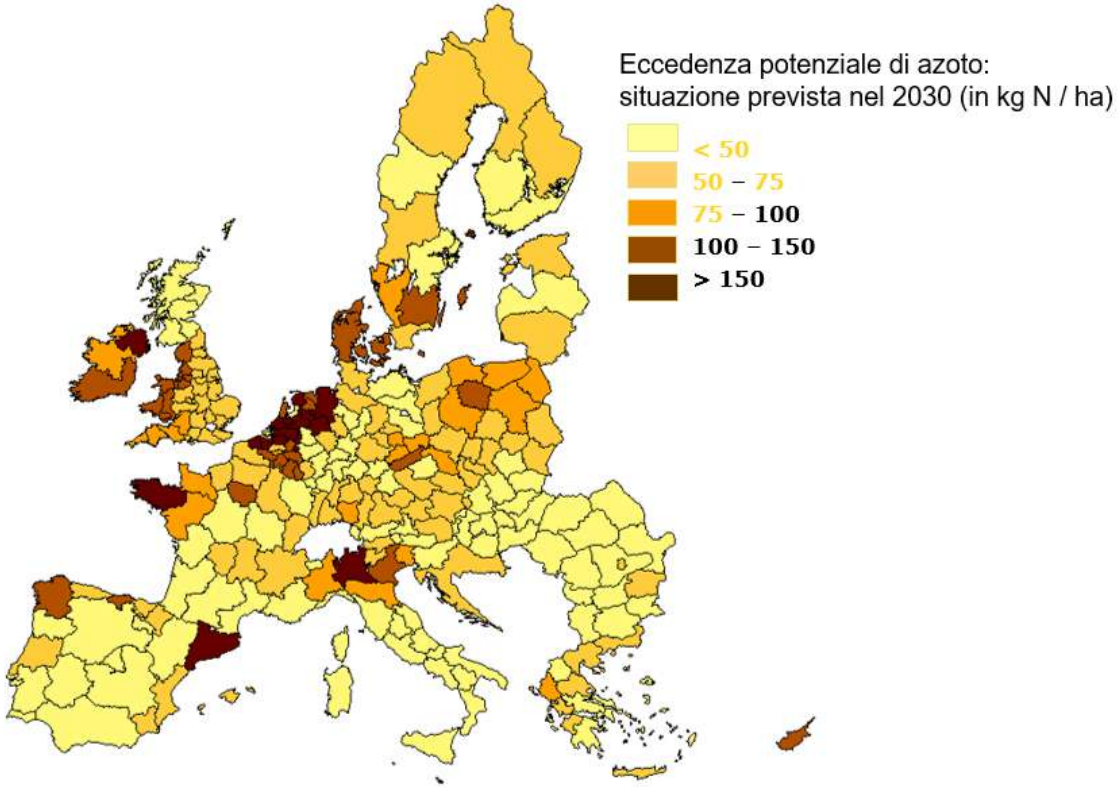
ISPA
International Society of Precision Agriculture

PRECISION AG DEFINITION

Full Definition:

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione dell'attività agricola con la quale i dati vengono raccolti, elaborati, analizzati e combinati con altre informazioni per orientare le decisioni in funzione della variabilità spaziale e temporale al fine di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità della produzione agricola.

Prospettiva delle pressioni sull'ambiente a causa della potenziale eccedenza di azoto nel 2030: un impatto variegato nell'UE



Fonte: JRC basato sul modello CAPRI, presentato alla DG AGRI nel 2017.

European Commission

CONTESTO: POLITICHE EUROPEE E NAZIONALI

20 maggio 2020 Presentazione della strategia "**A farm to fork strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system**"
La Commissione europea ha avviato un dibattito che coinvolge i portatori di interessi: vuole analizzare tutte le fasi della catena alimentare e questo sarà la base per politica alimentare più sostenibile, accompagnata dalle nuove tecnologie e dalle nuove ricerche.

9 giugno 2021 Intervento pubblico di Stefano Patuanelli
"La ripartenza del Paese passa anche dall'agricoltura e, in questo senso, innovazione tecnologica e transizione digitale rappresentano i punti centrali da sviluppare attraverso gli strumenti d'intervento erogati da parte del Governo con il PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza)"

3 luglio 202021 Intervento pubblico di Stefano Patuanelli
L'impegno per la sostenibilità e la biodiversità dei sistemi alimentari rappresenta una delle più ambiziose sfide della nostra epoca, […]. Per le politiche agricole di sviluppo mirate ala sostenibilità è necessario agire su più fronti: dall'applicazione di nuove tecnologie al potenziamento della tracciabilità dei prodotti.

Agricoltura di precisione: una definizione

L'Agricoltura di Precisione secondo la definizione internazionale dell ISPA:

ISPA
International Society of Precision Agriculture

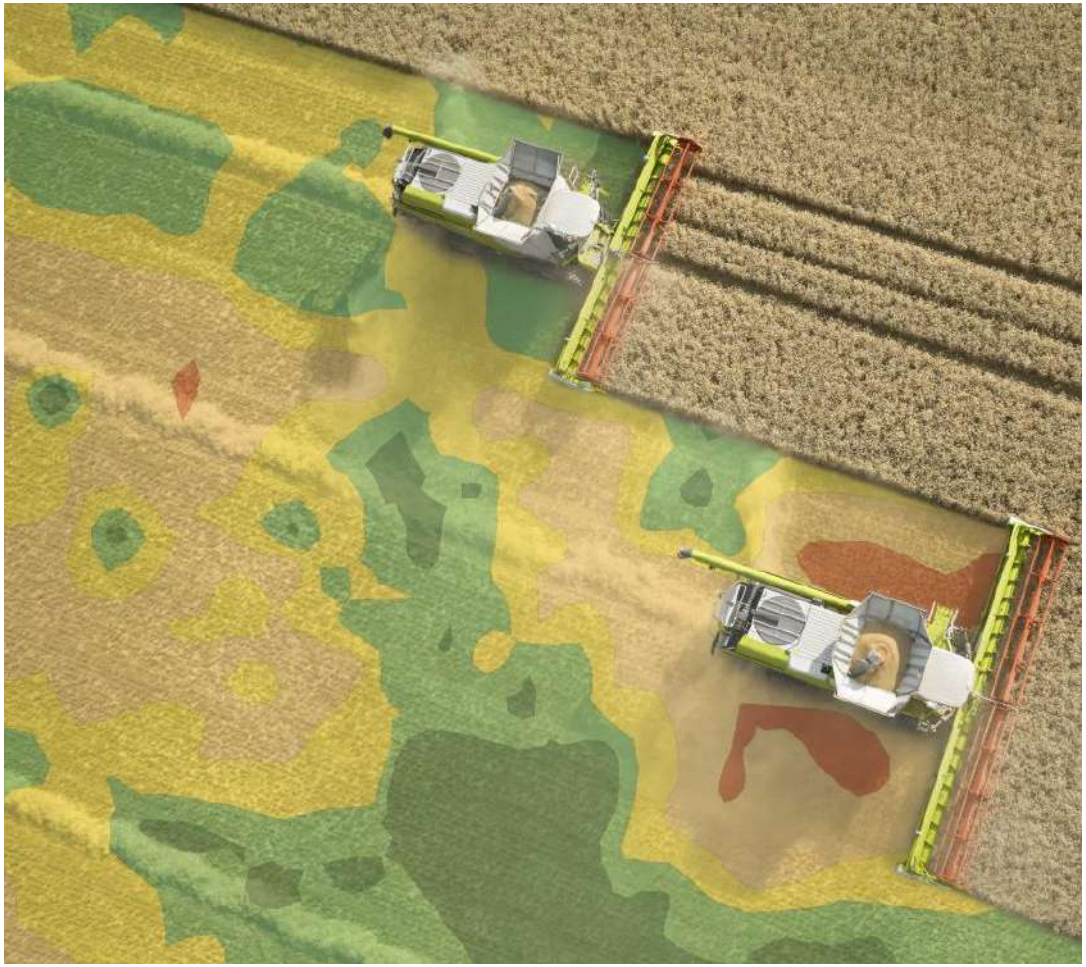
PRECISION AG DEFINITION

Full Definition:

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione dell'attività agricola con la quale i dati vengono raccolti, elaborati, analizzati e combinati con altre informazioni per orientare le decisioni in funzione della variabilità spaziale e temporale al fine di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità della produzione agricola.

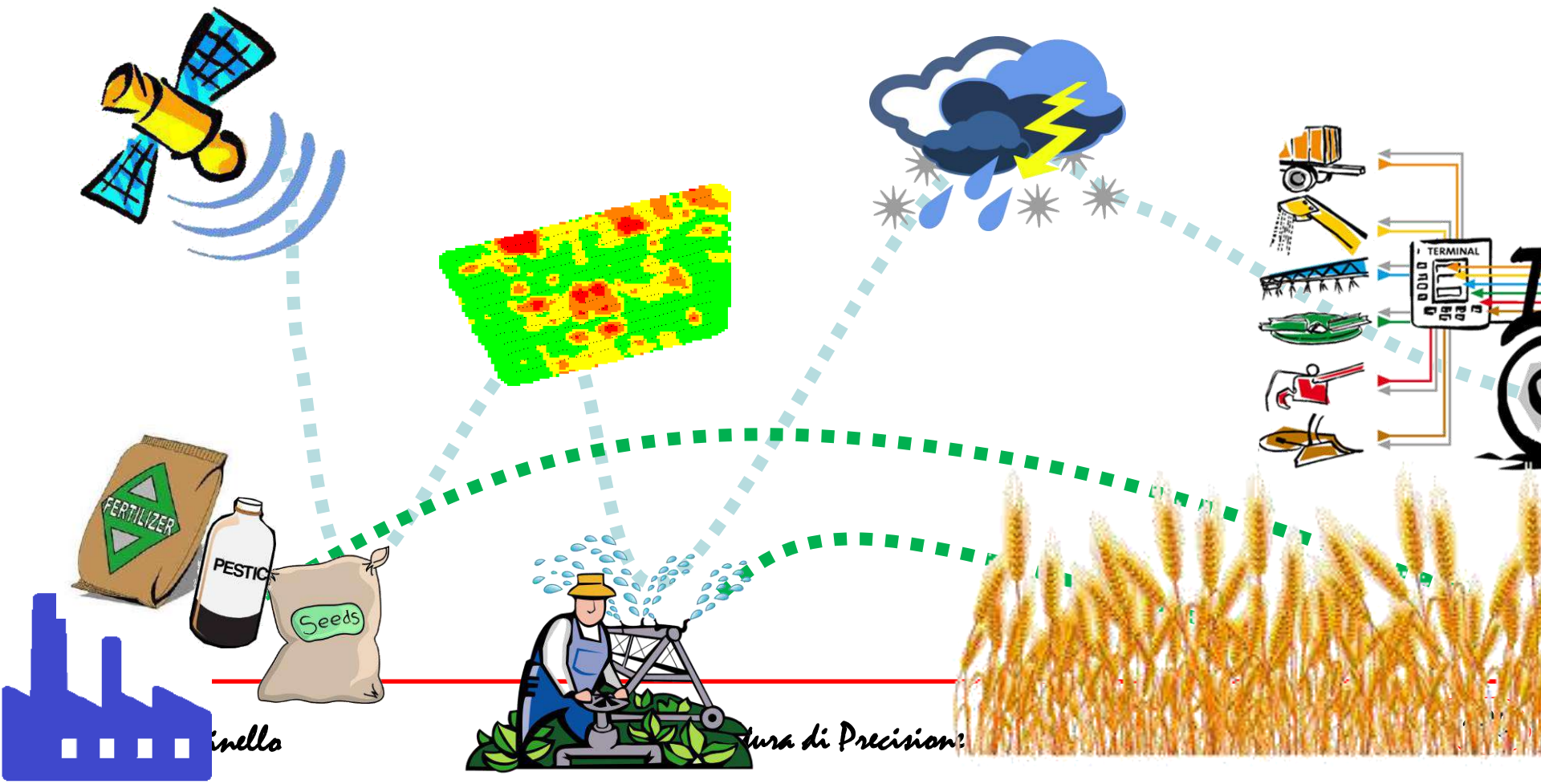
La percezione diffusa in ambito di AdP

A noi interessa raccogliere prodotti o dati?



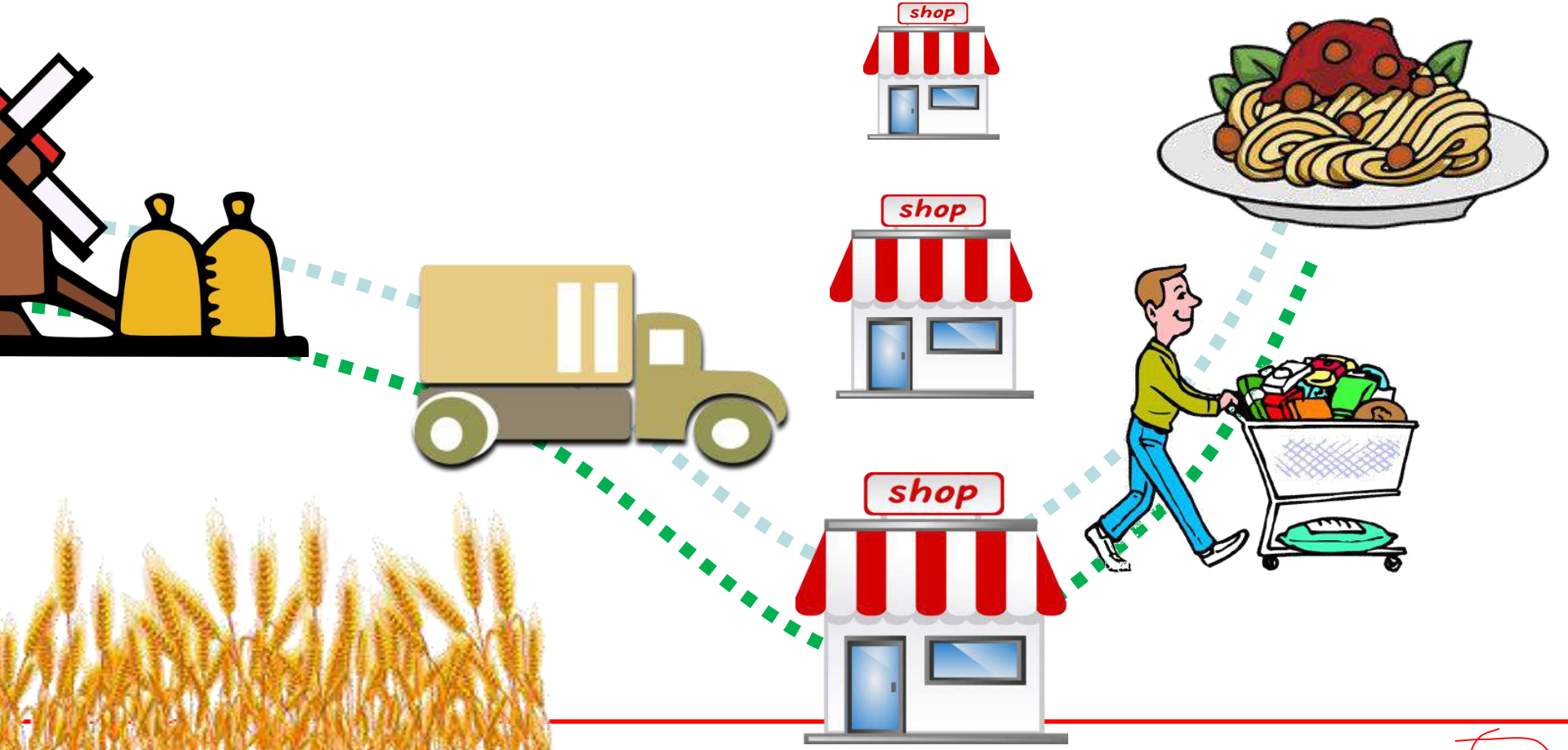
Una lunga catena

Quando si parla di farm to fork si intende un processo molto lungo, che parte dagli input agronomici,



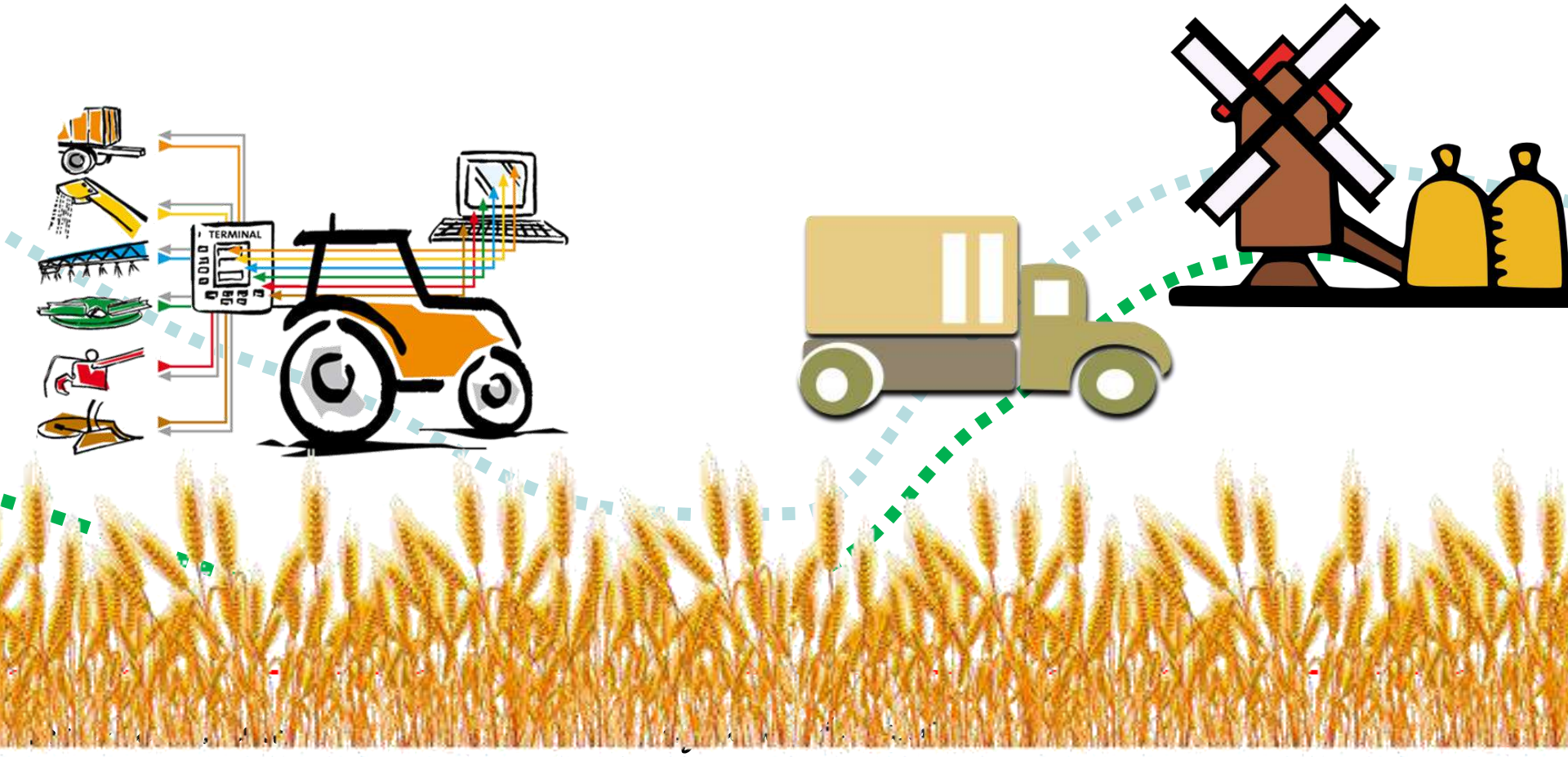
Una lunga catena

Quando si parla di farm to fork si intende un processo molto lungo, che parte dagli input agronomici, arriva fino alla GDO e al consumatore finale



Una lunga catena

Quando si parla di farm to fork si intende un processo molto lungo, che parte dagli input agronomici, arriva fino alla GDO e al consumatore finale, passando attraverso attraverso il campo e le operazioni di campo e di raccolta e la lavorazione post-raccolta: un percorso di prodotti e dati molto complesso.



Quale valore aggiunto?

Opportunità, competenze e persone

Quale valore aggiunto?

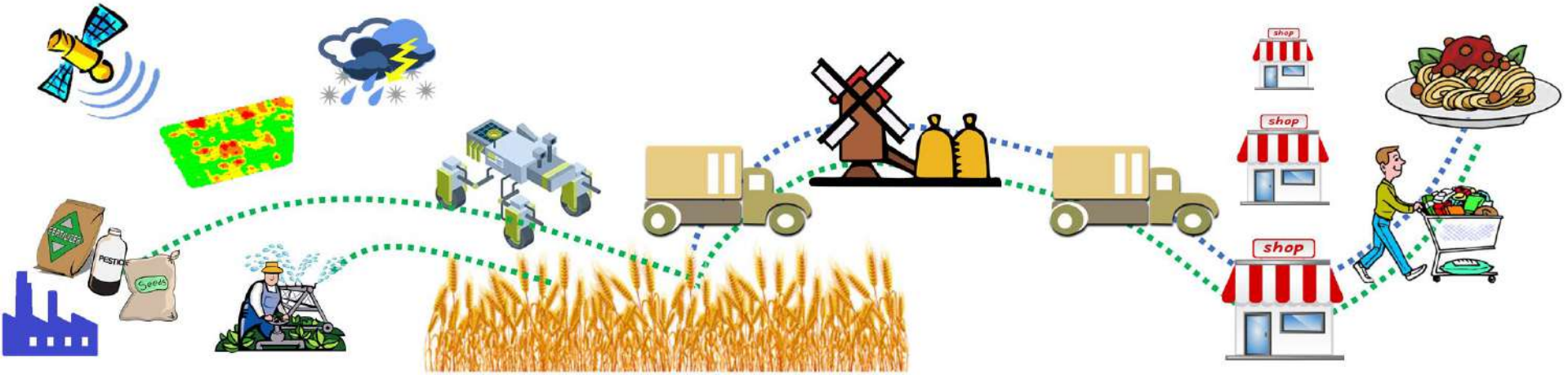
https://www.ezlab.it/it/ez-lab-smart-agri-food-business/

https://agrichain.it/a/0x160564d346f6e9fb3d93c034f207ecf9791b7739/0x1/

Conclusioni sulla tracciabilità

I dati che derivano dalle attrezzature impiegate nelle diverse fasi del percorso produttivo possono dare dei feedback importanti sulle prestazioni, sui costi e in più in generale sull'efficienza delle operazioni stesse: tali informazioni possono consentire un'ottimizzazione della gestione della flotta e delle operazioni a livello aziendale.

La possibilità di tracciare le informazioni in un'ottica più ampia, portandole fino al cliente finale, può consentire una maggiore valorizzazione dei prodotti agro-alimentari anche in un'ottica di marketing.



PER CONCLUDERE

L'agricoltura di precisione:
- Richiede il coinvolgimento dell'imprenditore agricolo
- Richiede investimenti
- Richiede tempo e pazienza (i DSS forniscono un approccio statistico)
- Richiede supporto
- Richiede competenza

ma:
- Risponde a requisiti di sostenibilità
- Risponde a scenari di incertezza (cambio climatico)

e:
- Aumenta il livello di conoscenza
- Garantisce aumento dei redditi (laddove ci sia variabilità)
- Presenta riduzione progressiva dei costi delle tecnologie
- Può dare un vantaggio competitivo
- Va gestita gradualmente

Un approccio progressivo

Il seguente grafico propone una classificazione dell'innovazione tecnologica in agricoltura nel caso viticolo

	Entry Level	Media innovazione	Prodotti altamente innovativi
Processo di trasformazione			Monitoraggio continuo qualità (Smart Analysis)
		Attrazzatura per la vinificazione smart e connessa (pressa, tag RFID)	
Software gestionali			Software per la telemetria (Vineyard Cloud)
		Software gestionali (quaderno di campagna, registro prodotti fitosanitari, smart scouting)	
Altre pratiche agronomiche		Defogliazione VRT	
		Semina cover Crop VRT	
Sistemi di agricoltura di precisione			Controllo automatizzato attrezzatura (VPA)
		Sistema di guida assistita satellitare	
	Mappe di vigore satellitari	Mappe di vigore da drone/aereo	Mappe di resa o da sensori prossimali
Concimazione			Sistema di concimazione VRT
		Sistema di interramento del concime	
	Spandiconcime localizzato		
Sistemi di lotta e prevenzione fitosanitaria	Irroratrici avanzate	Irroratrici a recupero o con sonar	Irroratrici con laser (Nobili Adapter 2)
	Modelli DSS di base (EPI, Plasma)	Modelli DSS semplificato (BODI)	DSS avanzati (Vite.net, Grape DSS)
			Stazione meteo con monitoraggio webcam
		Stazione meteo avanzata (bagnatura fogliare, velocità del vento, lumonosità)	
	Stazione meteo base (t, Ur atmosferica e del suolo, piovosità)		

HOW TO BEGIN

General strategy to drive incorporation of precision agriculture on a farm.

Ensure that the uniform-rate management options being used suit the average production potential of the farm. Correct any general problems with traffic or water management, soil pH or sodicity, fertiliser applications or weed/pest management.

Use maps of variability in soil, crop yield or biomass to get a better idea of the amount and pattern of variability across the farm. Determine if the variability warrants further exploration and management.

Gain an understanding of what is causing the variability and its consequences for input management by analyzing soil and/or crop samples, pest pressures and landscape position from locations that cover the range of observed variability.

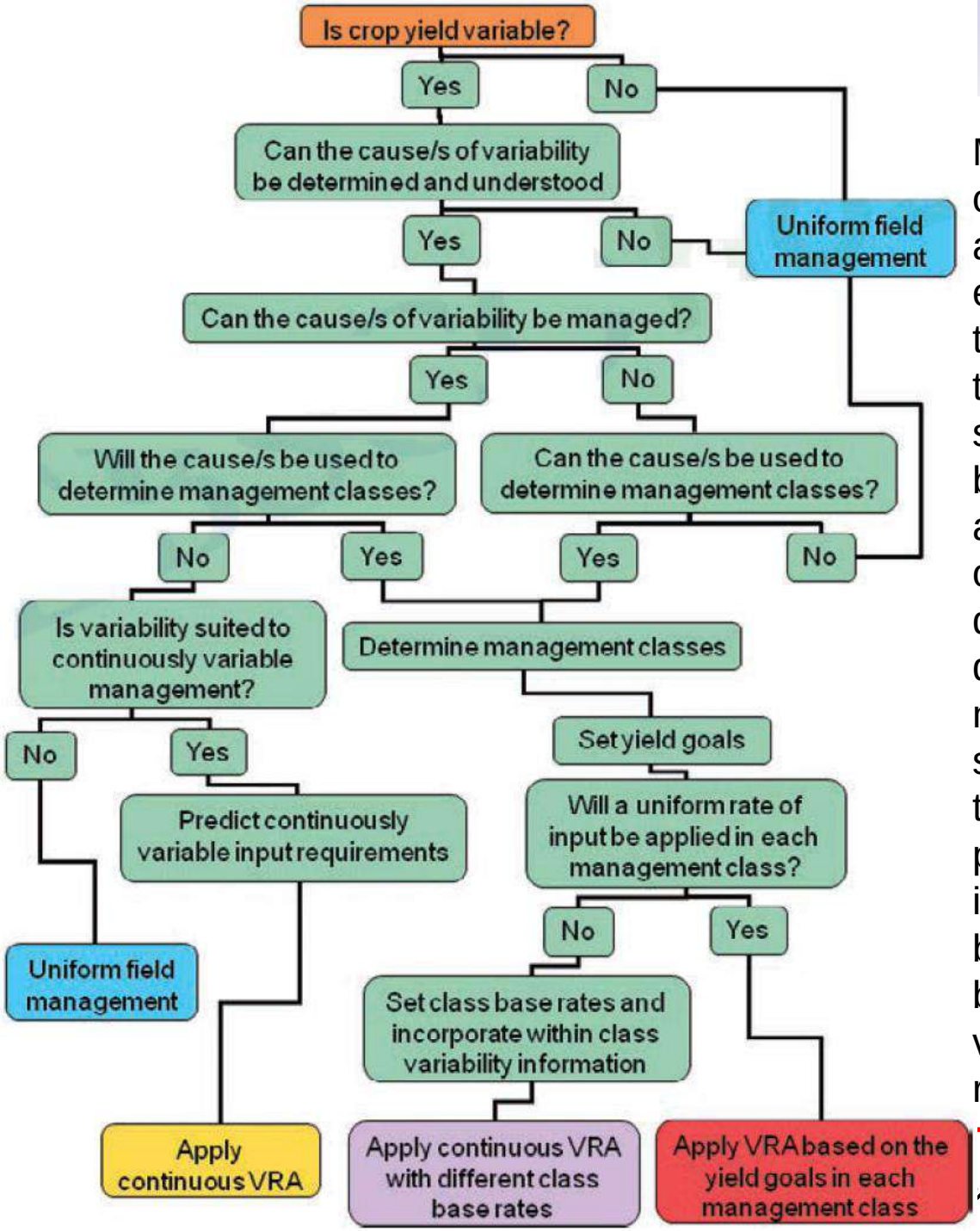
HOW TO BEGIN

Use this information to identify any areas where yield potential is being restricted by soil or weed/pest/disease factors that can be changed. Variable-rate lime, gypsum, subsoil management, irrigation and pesticide application are options to be considered.

The amount and pattern of any remaining yield variability is mainly due to natural variation in yield potential in combination with weather conditions. If sampling of the soil/crop has shown build up or deficiencies in nutrients in association with this variability, then consider developing variable-rate application (VRA) plans for fertiliser where agronomically viable.

Improve farm production records with spatial information, use data for marketing improvements and work on managing quality to attract premiums.

HOW TO BEGIN



Map-based management class operations can be undertaken with a wide range of application equipment and applied to any input that is metered onto a field. Real-time whole-field operations need specific hardware for the input being controlled. Deciding on the applicability and category of VRA operations for a situation can be done using a tree-structure of questions that require a positive or negative answer. An example is shown in the diagram aside, where the decision begins with the premise that variability in crop yield is the initial signal that VRA might be warranted. Another model might begin with soil or landscape variability or variation in crop reflectance.

A more specific, tactical decision tree is provided in the following diagram, where the colour coding identifies which decisions in the tree are relevant to each step in the general strategy. It requires a positive or negative answer to decide on an individual incorporation path. It begins with the realisation that crop yield may not be uniform across a field/farm and provides a well researched set of actions to cover scenarios that may occur.

An important point in this decision process is the ability to quantify yield variability because it drives the initial motivation and is critical in assessing the results of any changes in management. To provide a plan that is potentially useful to all farmers, objective quantification of production using crop yield monitors or calibrated biomass imagery is recommended.

Some farmers may wish to use their local knowledge of resource and yield variability to bypass some of the stages described here or to target specific local variability issues that are regarded as important and easily identifiable (e.g. variable lime application based on soil boundaries). As long as people are comfortable with the assessment of the size of the initial yield variability, its cause and their ability to assess the impact of management changes, then less technological aids may be applied.

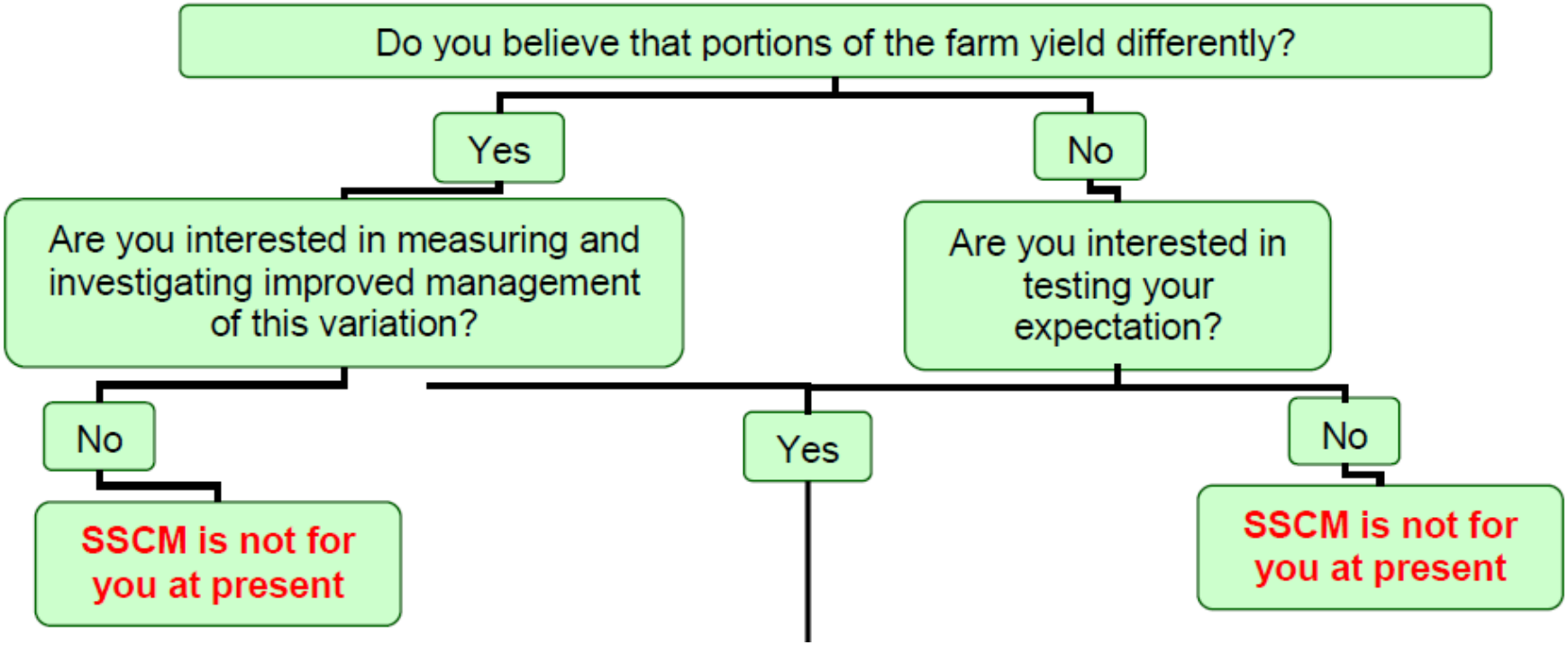
HOW TO BEGIN

However, for the most comprehensive benefits, it is recommended that physically documenting patterns and quantities of variation be undertaken for current assessment and decision-making, for auditing past actions and for future analysis.

If this can be done at a resolution that is satisfactory to those involved without the use of some or all of the sensing systems identified as useful in this plan, then proceed without them. It is certainly possible to draw production class boundaries on maps and feasible to use manual switching or multi-pass application to achieve basic variable-rate applications if they are required.

Employing variable rate technology with positioning systems makes the job less stressful, however, and allows more sophisticated positioning and rate adjustments.

A tactical decision tree:



SSCM: Site-Specific Crop Management

Quantify yield variability on your major crop using yield mapping or biomass imagery. If the whole area cannot be mapped, choose enough paddocks to represent your expectation of the variation.

Use local knowledge of past management and seasonal influences (i.e. disease pressure, frosts, harvest problems) to assess the patterns exposed in the maps. Yield differences of two to five fold are commonly seen. If you don't see enough natural yield variation, do not proceed. Consider the reasons and either re-assess the same paddocks in coming seasons or choose new paddocks next season. If variability is sufficient, investigate low and high yielding areas of the paddocks/farm (consider weed scouting, soil/crop chemical and physical tests, noting relative position in the landscape).

In light of the information gathered, assess basic agronomy across the farm using local and seasonal knowledge.

No basic agronomy problems identified

Basic agronomy problems identified

Carry out any general alterations to management that are identified i.e. improve weed management, change average fertiliser rates, modify seedbed manipulation, alter traffic control etc.) then at the end of season...

HOW TO BEGIN

To minimise initial exploratory costs and cover extremes of farm variability, choose the most uniform and most variable paddock and commission a soil ECa and/or gamma radiometric survey and an elevation survey (elevation may be obtainable from autosteer). More paddocks may be simultaneously explored based on local situations and decisions.

At this stage, depending on your variability in production and the number of seasonal yield assessments undertaken, it may be wise to gather another season's yield data before moving to the next stage. If you have two or more or have a strongly patterned variability that is corroborated by the soil surveying then press on...

Combine information from the soil survey, elevation and yield maps to produce management class maps for each paddock.

If the average differences in yield between the classes remains large enough, investigate each class at three random sampling points for causes of observed variation (site-specific soil physical & chemical properties, pests, landscape attributes).

HOW TO BEGIN

No basic amelioration issues

Soil, landscape and climate are combining to provide variability in production potential. Managing inputs for the different potentials identified in the management classes is warranted. Just which inputs will depend on the results obtained from the investigation. Determining rate changes can be done through input response experimentation within each class, testing traditional rates aimed at reassessed yield goals or testing rates calculated on a proportional nutrient removal approach. Collect the seasons yield information to document the effect of the trials and reassess the management classes.....or

Basic amelioration issues identified

Rectify any amelioration issues by variably applying inputs where needed (e.g. lime, gypsum, pesticides, irrigation) and gather the seasons yield information to document the effect of the changes and reassess the management classes.

HOW TO BEGIN

Once this cycle has been completed with satisfactory agronomic results and understanding, implement the determined changes and expand to other areas of the farm as deemed suitable.

Consider in-season real-time monitoring (e.g. Greenseeker, NSensor) and response options either by combining with management classes or stand-alone using local calibrations.

Measure quality parameters to ensure yield manipulation is not impacting on quality.

Explore marketing and supply chain options to gain environmental and quality premiums. Use spatial and temporal data gathered to improve property records, planning and risk management. Stored data should also increase land values and improve access to business funding.

Grazie per l'attenzione!

francesco.marinello@unipd.it

www.agricolturadigitale.org

Twitter: @marinello_unipd