

REMIGIO BERRUTO*

Aspetti tecnici, economici, energetici ed ambientali negli studi di logistica delle operazioni agricole

INTRODUZIONE

Anzitutto voglio esprimere un ringraziamento all'Accademia dei Georgofili che ci ha dato la possibilità di presentare questa tematica, per la prima volta in Italia al di fuori di convegni internazionali. In particolare, ringrazio il professor Pellizzi e il professor Piccarolo per aver creduto nell'importanza della logistica in agricoltura, permettendo di divulgare questi risultati attraverso un seminario, in linea con il pensiero dell'Accademia stessa di creare un legame tra gli studiosi e le problematiche del territorio agricolo e delle aziende. Un rapporto importante che consente di mantenere lo studio a un livello applicativo, fruibile anche da tecnici e agricoltori.

Quella che presenteremo è una metodologia all'avanguardia per valutare innovazioni o tecnologie in agricoltura con approccio di sistema, considerando l'aspetto tecnico, economico e ambientale. L'ambiente è una priorità e l'agricoltura attraverso una migliore gestione delle risorse può fare molto in questo ambito. Ridurre l'impatto ambientale è ritenuto di importanza prioritaria a livello europeo ed è ormai supportato da finanziamenti dedicati e grande interesse da parte di enti pubblici.

Le sfide più importanti della logistica in agricoltura riguardano procedure che possono ridurre l'efficienza dei processi produttivi quali la tracciabilità. Per contro, si utilizzano per la raccolta macchine sempre più grandi che richiedono sistemi di trasporto più capaci. Anche i reflui zootecnici sono una problematica rilevante in termini di trasporto. In campo agroalimentare la logistica è particolarmente interessante per la supply chain di prodotti

* *Università degli Studi di Torino*

deperibili, al fine di ottenere maggiore quantità ma soprattutto migliore qualità al punto vendita. L'approccio di qualità è importante e una riduzione dei tempi di trasporto consente di raccogliere prodotto più maturo e quindi più gradito al consumatore, in modo particolare per il prodotto locale. Altro aspetto importante è il contenimento delle emissioni attraverso l'aumento dell'efficienza delle operazioni agricole. Quando parliamo di conferimento di un prodotto, parliamo di un sistema di macchine che comprende la raccolta, il trasporto, lo stoccaggio ed eventualmente l'essiccazione del prodotto.

In questo contesto parliamo di operazioni logistiche ovvero fondamentalmente di trasporto e di organizzazione del lavoro dei mezzi in agricoltura. È chiaro che i trasporti hanno un'incidenza diversa a seconda della distanza degli appezzamenti rispetto al centro aziendale. In un'azienda risicola, ad esempio, l'incidenza delle operazioni logistiche varia da un minimo del 3% con appezzamenti accorpati per arrivare fino al 13% per appezzamenti siti a 3 km di distanza (fig. 1). Anche l'elevato livello di produzione, come nel caso del mais da granello o da trinciato, influenza in modo sensibile il trasporto.

La logistica ha come obiettivo la pianificazione, l'organizzazione e il controllo dei processi, per una gestione più efficiente del flusso di beni e informazioni lungo la supply chain. In particolare, nella presentazione verrà fatta una carrellata generale di quello che viene svolto relativamente agli aspetti di trasporto e di organizzare dei cantieri, argomento investigato da tempo dal professor Piccarolo.

Il fondamento del concetto di logistica integrata è rappresentato dalla minimizzazione del costo totale delle attività logistiche viste nel loro complesso, dato un obiettivo di livello di servizio da garantire e considerando i vincoli tecnici di impiego delle risorse. Le operazioni logistiche che descrivono una parte o l'insieme della supply chain sono organizzate a costituire un sistema. Il sistema ha le seguenti proprietà: complessità – è caratterizzato da molte relazioni tra gli oggetti che lo compongono; interattività – è costituito da un numero di componenti che interagiscono reciprocamente; dinamicità – il comportamento varia nel tempo.

L'approccio di sistema è il processo che si riferisce allo studio del sistema nel suo complesso, piuttosto che all'esame delle singole operazioni dei suoi componenti. La simulazione è lo strumento che consente di valutare un sistema attraverso l'implementazione di un modello che ne imita il comportamento. Simulare l'intero sistema consente di valutare le interazioni degli oggetti che lo compongono e di ottenere come risultato la performance dell'insieme.

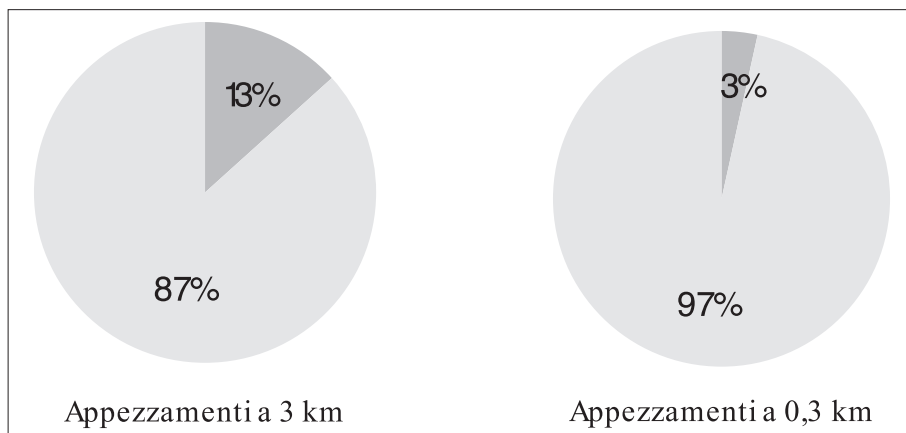


Fig. 1 *Incidenza delle operazioni logistiche di raccolta e trasporto in un'azienda risicola*

La simulazione si utilizza nei casi in cui non ci siano delle soluzioni analitiche del problema. Attraverso la simulazione è possibile comprendere meglio il comportamento del sistema, individuare i fattori limitanti e sperimentare nuovi scenari al fine di migliorarne la performance. La variazione degli scenari può riguardare l'incremento delle risorse o la diversificazione di strategie concernenti l'utilizzo delle stesse.

CASI DI STUDIO

La ricerca ha riguardato la messa a punto di modelli di simulazione e di metodologie per lo studio della logistica intra-aziendale nelle operazioni post-raccolta dei prodotti agricoli.

Il primo caso di studio presentato si riferisce alla definizione del fabbisogno dei mezzi per fare tracciabilità durante la fase di raccolta e trasporto del riso in un'azienda risicola di 215 ha. Nuove mietitrebbie sempre più veloci e produttive sono state introdotte sul mercato, alcune di queste possono raggiungere i 10 ha/ora di capacità di lavoro. Il sistema di trasporto e stoccaggio deve essere adeguatamente dimensionato per fare fronte a questa elevata capacità oraria. Le operazioni di tracciabilità e la gestione separata dei lotti di prodotto per contro penalizzano la produttività delle macchine, inclusi i trasporti. Per la tracciabilità di cultivar, quella tradizionalmente attuata, con due rimorchi a disposizione per il trasporto l'attesa in campo della mietitrebbia è pari al 5% del tempo totale di lavoro. Se invece analizziamo la tracciabilità di campo, dove al termine della raccolta di ogni appezzamento è necessario lo

svuotamento della tramoggia della mietitrebbia e quello dei rimorchi, oltre al problema dello stoccaggio poco utilizzato in azienda, abbiamo un incremento dell'attesa all'11% per la mietitrebbia (fig. 2).

Come citava il professor Piccarolo nel precedente intervento, occorre avere un'efficienza elevata per avere una buona tempestività nella raccolta. Nel caso specifico, con 27 giorni disponibili per raccogliere una superficie di 215 ha, con una mietitrebbia con barra di taglio di 6,5 m occorre un'efficienza operativa media di 0,73. Per avere questi risultati, considerando i singoli appezzamenti, vediamo come la tracciabilità di cultivar consenta di utilizzare fino a 9 km un solo rimorchio, mentre oltre ai 9 km sono necessari due rimorchi per garantire tale livello di efficienza (fig. 3).

Se, invece, si opera la tracciabilità di campo, oltre i 6 km di distanza, occorre avere a disposizione due rimorchi (fig. 4).

Da un punto di vista economico, la tracciabilità delle partite sul singolo appezzamento coltivato a riso, determina un aumento dei costi delle operazioni di raccolta e trasporto di circa 14 €/ha, pari al 7% circa (fig. 5).

La macchina limitante nel sistema è quella che ne condiziona la produttività. È bene che le macchine per la raccolta (mietitrebbiatrici, falcia-trincia-caricatrici) possano operare in modo continuativo, con tempi di attesa minimi, in quanto rappresentano il costo maggiore. Ciò si ottiene con un adeguato dimensionamento dei mezzi di trasporto, tenendo conto di distanze e produzioni unitarie. Come possiamo vedere, i tempi di lavoro minimi ai quali corrisponde la massima capacità del cantiere, per una falcia-trincia-caricatrice a 6 file da mais risultano essere pari a 0,6 h/ha, e aumentano quando il sistema di trasporto comincia a essere sottodimensionato rispetto alla produttività della macchina (fig. 6). Considerando la disponibilità di sei rimorchi, il tempo di utilizzo del cantiere inizia ad aumentare dopo i 7 km. Se i rimorchi a disposizione sono solo due, già a partire dal primo chilometro i tempi di utilizzazione del cantiere sono più elevati, a indicare delle attese per la falcia-trincia-caricatrice. Se questi diventano troppo elevati, il cantiere non riuscirà a completare l'operazione di raccolta nei giorni disponibili per farlo. Per aumentare la capacità delle macchine occorre quindi aumentare la capacità del sistema di trasporto. Volendo mantenere ad esempio un tempo di lavoro inferiore a 1 h/ha, occorrono 2 rimorchi fino a 3 km, 3 rimorchi da 4 a 6 km, e così via. Il grafico consente così di individuare il dimensionamento ottimale per ogni distanza alla quale si deve raccogliere il prodotto. L'impiego della manodopera è funzione sia del numero di addetti che dell'efficienza del cantiere. Nel caso in figura 7, quando il cantiere è sovradimensionato (6 rimorchi per il trasporto del silo mais fino a 7 km), gli impieghi di manodo-

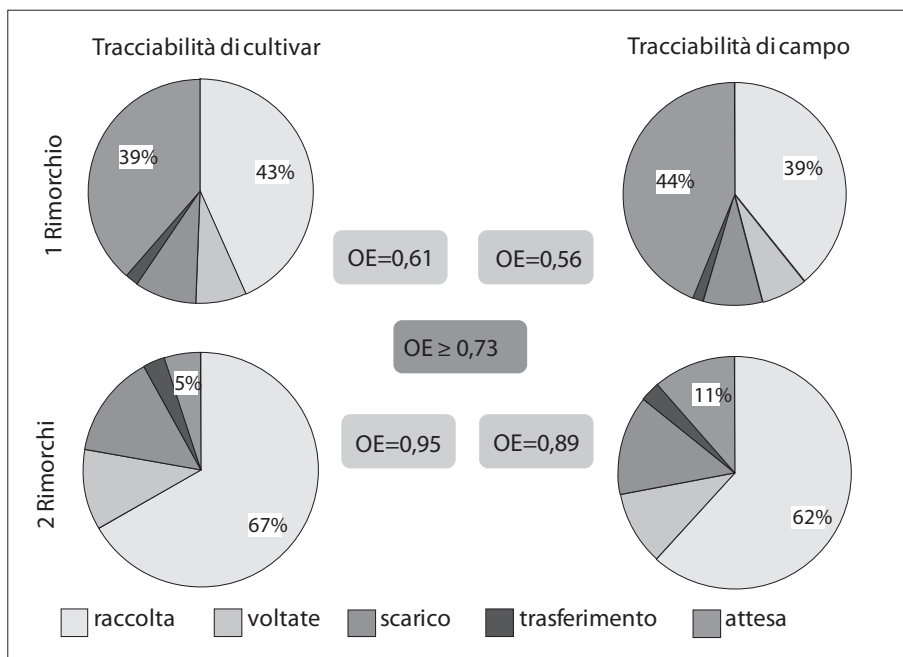


Fig. 2 Tempi di lavoro ed efficienza operativa tracciabilità di cultivar verso tracciabilità di campo

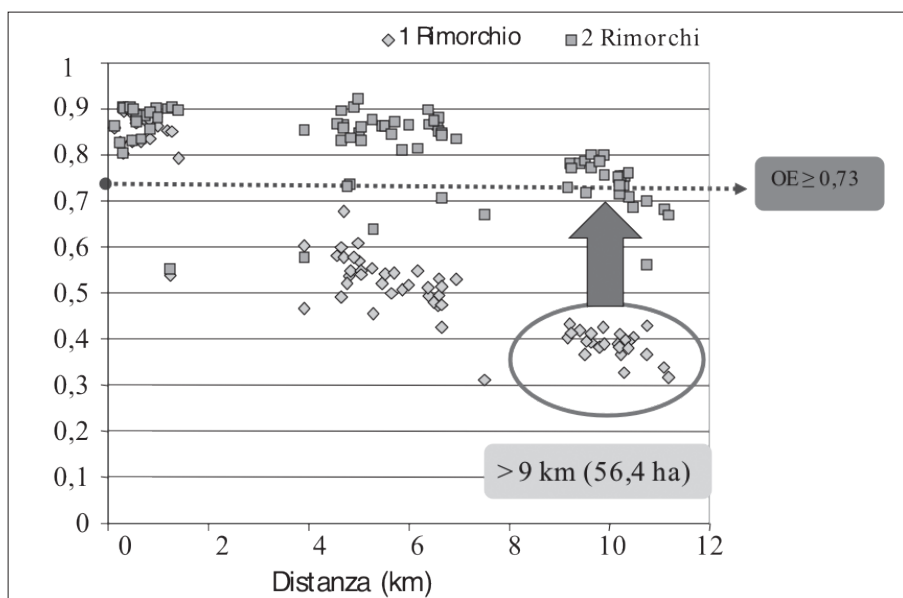


Fig. 3 Efficienza cantiere di raccolta del riso su base aziendale con la tracciabilità di cultivar

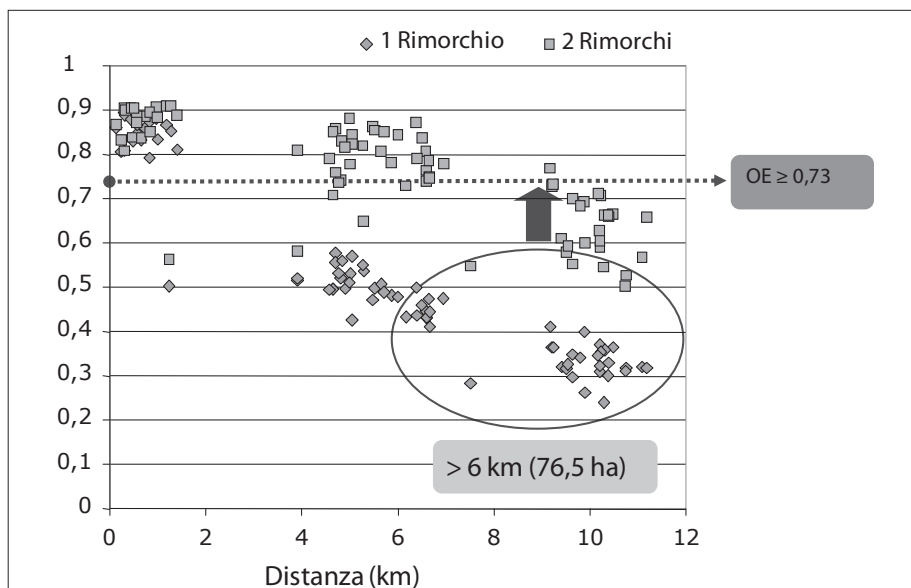


Fig. 4 Efficienza cantiere di raccolta del riso su base aziendale con la tracciabilità di campo

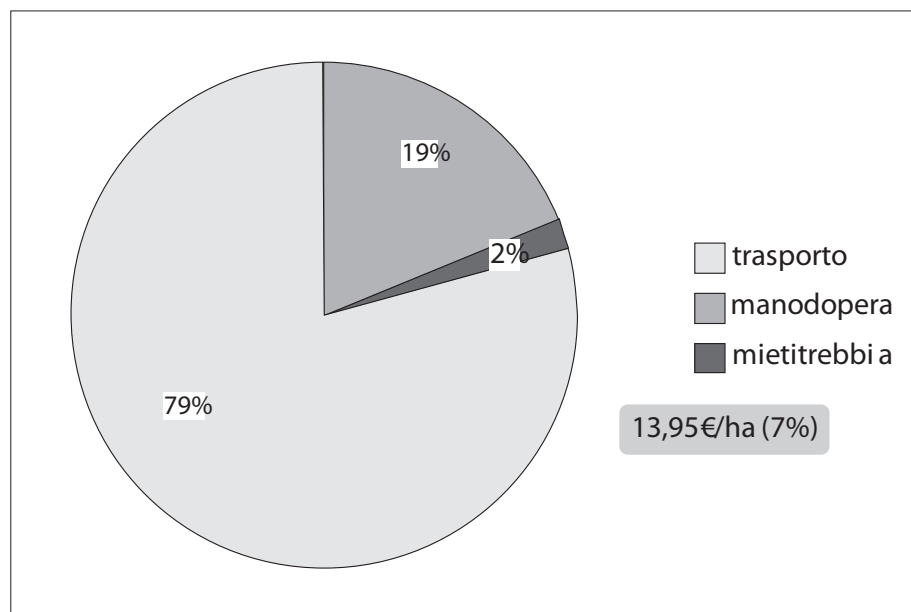


Fig. 5 Incremento di costi per passare alla tracciabilità del singolo campo

pera sono più elevati delle opzioni correttamente dimensionate. A distanze di trasporto maggiori (ad esempio 10 km), l'uso di 6 rimorchi è quello che presenta tempi di impiego della manodopera più ridotti (5,5 h/ha), mentre se si avessero solo due rimorchi a disposizione gli impieghi di manodopera sarebbero di circa 8 h/ha.

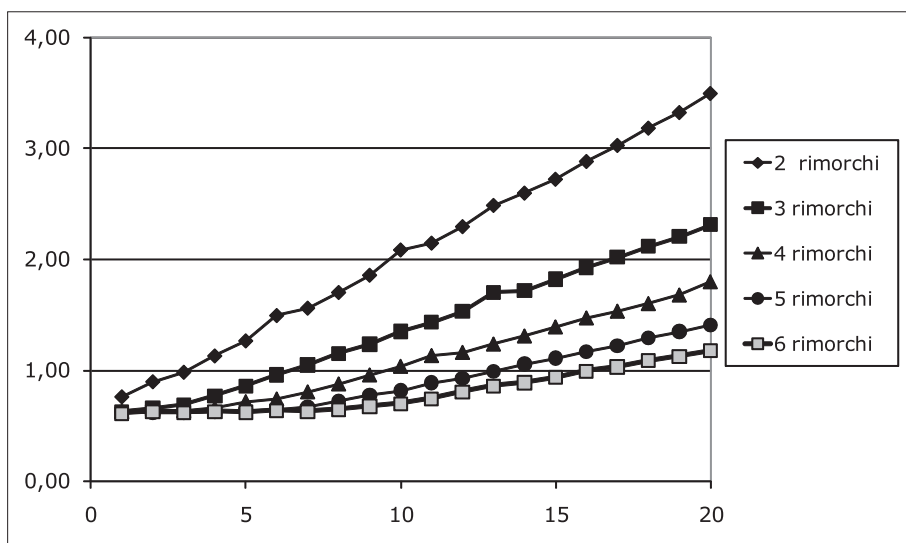


Fig. 6 Andamento dei tempi di utilizzazione del cantiere di raccolta del silo mais (ore/ha), al variare della distanza e del numero di rimorchi per il trasporto (portata 3.6 tSS)

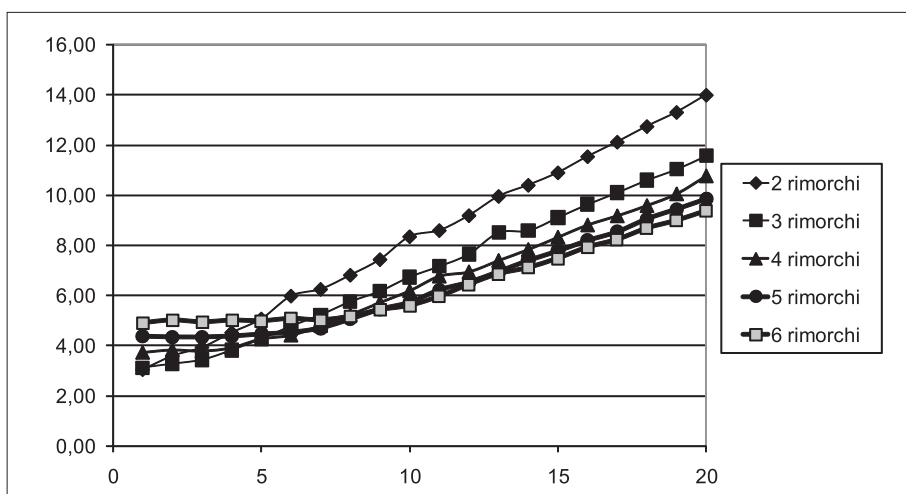


Fig. 7 Andamento dei tempi di impiego della manodopera del cantiere di raccolta del silo mais (ore/ha), al variare della distanza e del numero di rimorchi per il trasporto (portata 3.6 tSS)

I flussi di biomassa (silomais) agli impianti di digestione anaerobica comportano costi di gestione che si incrementano in modo lineare all'aumentare della distanza di trasporto (tab. 1).

I costi di trasporto hanno un'incidenza sui costi della biomassa e sul business plan di un impianto. Rifornire un impianto con silomais raccolto entro i 20 km comporta costi di 23,00 €/tSS, entro i 10 km 17,33 €/tSS ed entro i 5 km 14,71 €/tSS. In termini monetari, la raccolta della biomassa su 400 ha, comporta un aumento dei costi di oltre 60000 €/anno, se essa viene effettuata su un raggio di 20 km (165.140 €/anno) rispetto a un raggio di 5 km (106.400 €/anno). Nella figura 8 e nella figura 9 sono presentati i costi di raccolta e trasporto della biomassa al variare della distanza degli appezzamenti, rispettivamente al raggio di conferimento di 5 e 20 km. Si può notare come, a causa degli impieghi diversi delle macchine, a parità di distanza sia meno oneroso il cantiere che raccoglie la biomassa entro i 5 km. Le operazioni logistiche incidono in modo importante anche sui consumi energetici per il conferimento della biomassa. Una percentuale dal 2,8% al 5,5% dell'energia contenuta nel silomais viene consumata per la raccolta, il trasporto e lo stoccaggio, passando da 1 a 20 km la distanza dei campi dall'impianto di produzione del biogas.

Mentre nell'implementazione del modello è semplice aggiungere una nuova risorsa, nella pratica ciò richiede investimenti importanti, sia economici che di manodopera. Oltre al cambiamento nel numero di risorse disponibili (mietitrebbie, rimorchi, manodopera) si può variare la strategia di gestione

DISTANZA APPEZZAMENTO	NUMERO RIMORCHI				
km	2	3	4	5	6
1	12,98	12,99	13,61	14,18	14,44
2	14,09	13,91	14,57	14,84	15,56
3	14,62	14,50	15,04	15,41	16,07
4	15,94	15,75	15,83	16,40	17,01
5	17,05	16,80	17,03	17,25	17,54
6	18,83	17,87	17,63	17,90	18,55
7	19,51	19,07	18,91	18,80	19,08
8	20,68	20,36	20,33	20,09	20,14
9	22,05	21,32	21,20	21,26	21,00
10	23,71	22,96	22,34	21,89	21,81

Tab. 1 *Costi di raccolta-trasporto-stoccaggio del silo mais (€/tSS) al variare della distanza di conferimento e del numero di rimorchi disponibile (portata 3,6 tSS)*

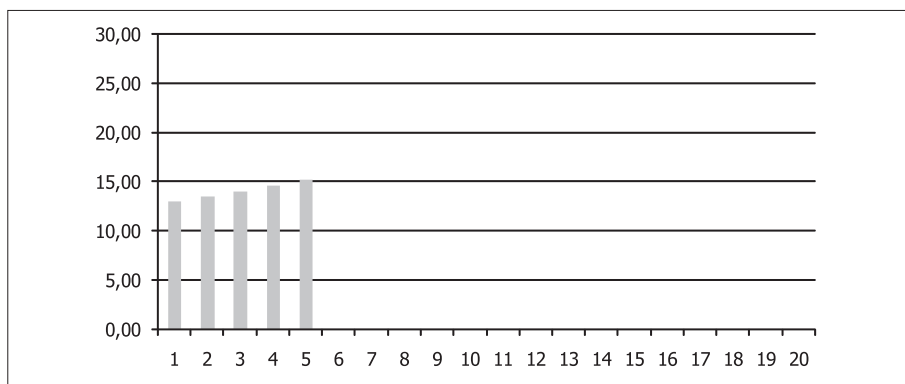


Fig. 8 Raggio di conferimento della biomassa (silomais) 5 km – costi raccolta-trasporto-stoccaggio €/tSS

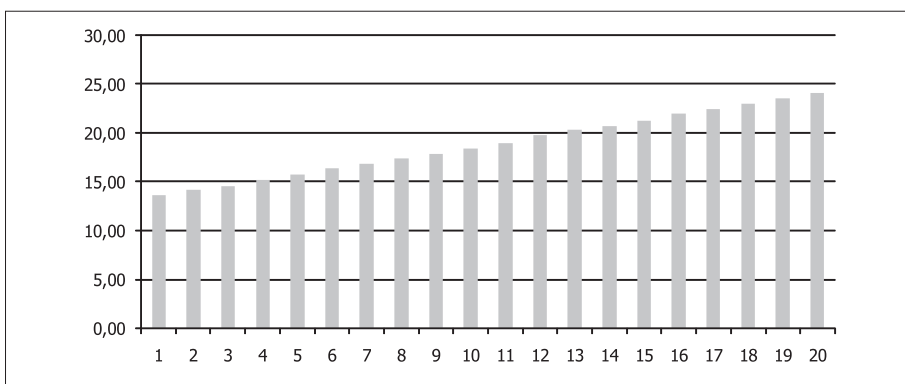


Fig. 9 Raggio di conferimento della biomassa (silomais) 20 km – costi raccolta-trasporto-stoccaggio €/tSS

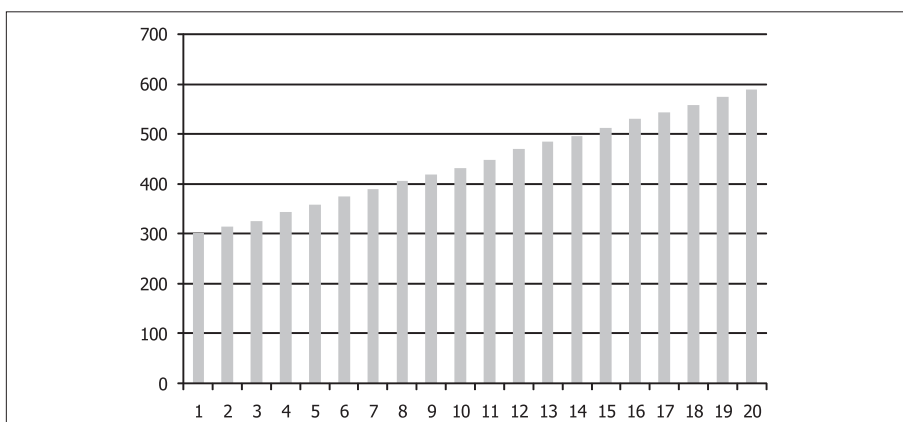


Fig. 10 Consumi energetici per il conferimento del silomais al variare della distanza (MJ/TSS)

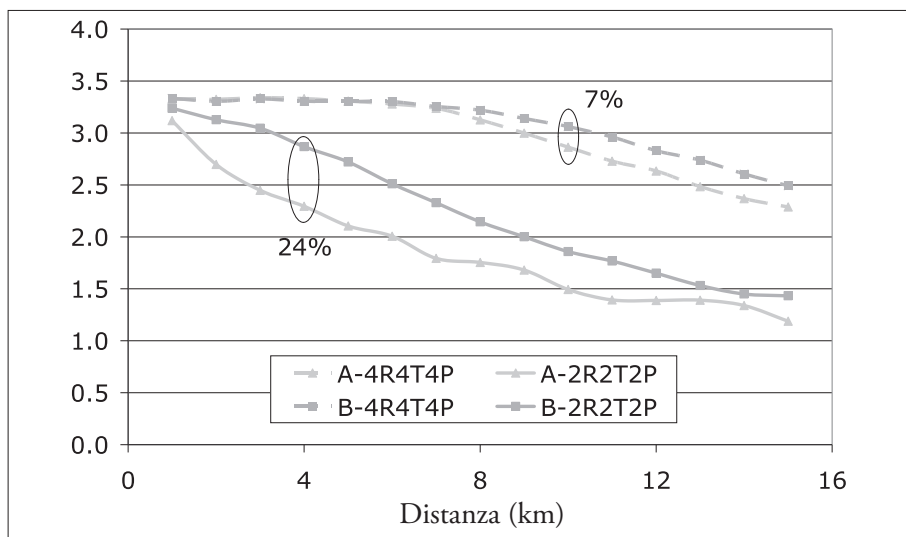
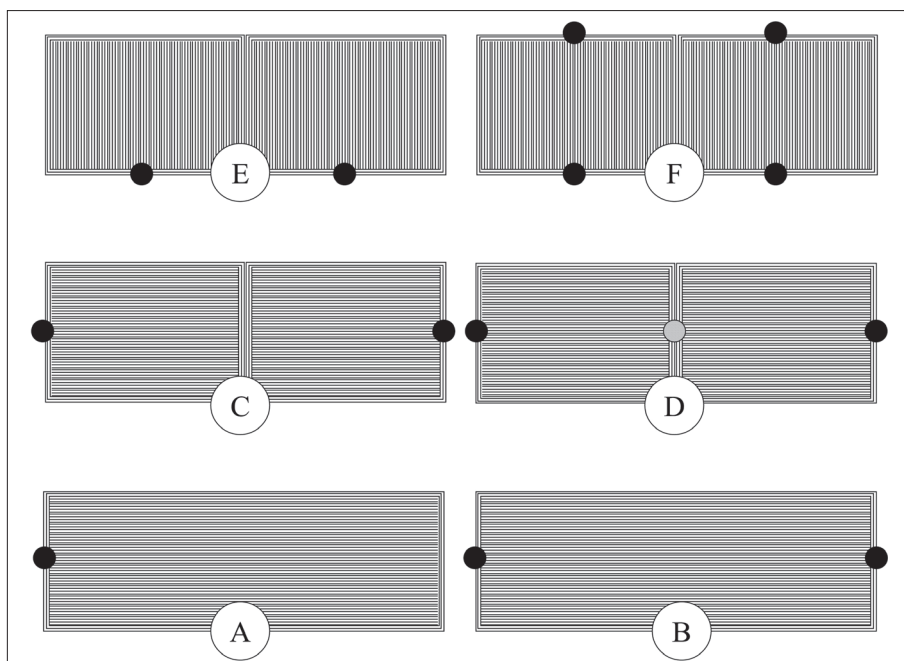


Fig. 11 Capacità di lavoro (hal/h) dei cantieri con due mietitrebbie che lavorano unite in campi vicini (Scenari A), con mezzi di trasporto condivisi, e mietitrebbie che lavorano divise, ognuna con un suo set di mezzi di trasporto (Scenario B), con 2 o 4 rimorchi disponibili. Le linee tratteggiate si riferiscono ai cantieri con 4 rimorchi

delle stesse. Quest'ultima non implica investimenti supplementari ma un modo diverso di gestire le risorse.

I prossimi esempi sono riferiti alla variazione di strategie. Il primo caso riguarda il vantaggio che ci può essere a fare lavorare due mietitrebbie in parallelo su campi vicini, condividendo quindi le risorse di trasporto, oppure lontane, ognuna con la sua dotazione di rimorchi a disposizione. Facendo operare due mietitrebbie su campi limitrofi con due rimorchi a disposizione, si ottiene un incremento di capacità di lavoro del 24% per distanze dei campi comprese tra i 3 e i 6 km. Per distanze maggiori e quattro rimorchi a disposizione, il vantaggio è solo del 7%. La riduzione dei costi per l'operazione di raccolta e trasporto è fino a 15 €/ha, pari al 12% (fig. 11).

Un altro esempio di cambiamento nelle strategie di gestione riguarda un progetto sviluppato in Australia, per campi di grandi dimensioni con produzioni unitarie molto basse e distanze dai centri di stoccaggio elevate (25-100 km). In questo contesto è necessario posizionare degli stoccaggi temporanei per il prodotto, in modo che lo scarico del medesimo possa avvenire anche in assenza dei mezzi di trasporto, senza limitare la capacità delle mietitrebbie. La questione logistica è dove posizionare al meglio i bins temporanei in campo, per ridurre i trasferimenti della macchina e per ottimizzare quindi l'operazione di raccolta (fig. 12).

Fig. 12 *Posizionamento dei silos temporanei in campo*

	A	B	C	D	E	F
Raccolta (min/ha)	7.46	7.40	7.44	7.44	7.43	7.43
Scarico (min/ha)	1.87	1.82	1.36	1.36	1.42	1.43
Volate e trasferim (min/ha)	6.67	1.84	3.46	2.13	2.85	2.76
Tempo operativo (min/ha)	16.00	11.07	12.25	10.93	11.71	11.62
Capacità di lavoro (ha/h)	3.75 i	5.42 b	4.90 g	5.49 a	5.13 de	5.16 cd
Efficienza operativa	0.45	0.65	0.59	0.66	0.62	0.62

Tab. 2 *Tempi e capacità con diverse posizioni dei bins - campo 70 ha - produzione 4 t/ha*

Il posizionamento di due bins temporanei sui lati opposti dell'appezzamento permette, rispetto al posizionamento da un solo lato, una riduzione di 246 h/anno di lavoro della mietitrebbia (31%), considerando una superficie coltivata a frumento di 3000 ha (tab. 2). Oltre al risparmio economico, il consumo di gasolio si riduce di circa 5600 kg, con una riduzione delle emissioni di 15,5 t/CO₂ all'anno. In termini monetari si può considerare il gasolio e la manodopera risparmiati, e l'eventuale mercato di tonnellate di CO₂ equivalenti non emesse. La riduzione delle emissioni non può essere certificata su una singola azienda ma su un insieme di aziende.

SUP (HA)	N/HA (KG)	DISTANZA CAMPO – VASCA STOCCAGGIO (KM)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	170	0.26	0.34	0.42	0.51	0.59	0.67	0.75	0.83	0.92	1.00
2	340	0.20	0.29	0.37	0.45	0.53	0.61	0.70	0.78	0.86	0.94
4	170	0.25	0.34	0.42	0.50	0.58	0.66	0.75	0.83	0.91	0.99
4	340	0.20	0.29	0.37	0.45	0.53	0.62	0.70	0.78	0.87	0.95
6	170	0.25	0.33	0.42	0.50	0.58	0.67	0.75	0.83	0.91	1.00
6	340	0.20	0.28	0.36	0.45	0.53	0.61	0.69	0.78	0.86	0.94

Tab. 3 *Costo di distribuzione effluenti al variare della distanza (€/kg)*

Gli aspetti logistici sono importanti per la distribuzione degli effluenti dopo il trattamento anaerobico. Una ricerca finanziata dalla Regione Piemonte, ha proprio lo scopo di evidenziare i tempi di esecuzione delle operazioni di distribuzione dei reflui e i relativi costi di esecuzione delle stesse. Dai primi risultati dell'indagine si può notare come i costi di distribuzione aumentino in modo proporzionale alla distanza. Il costo per unità fertilizzante distribuita è inferiore al costo del fertilizzante minerale se le distanze di distribuzione sono inferiori ai 10-15 km. Per i reflui entro i 10 km c'è convenienza a distribuire il fertilizzante organico, al di sopra è meno costoso il fertilizzante minerale. Anche qui sarebbe interessante però conteggiare la CO₂ risparmiata derivante dal utilizzo dei reflui in sostituzione del fertilizzante minerale, e anche questa potrebbe essere in qualche modo venduta sul mercato (tab. 3).

Il problema è il corretto dimensionamento dei mezzi di trasporto ma anche del sistema di stoccaggio. Una riduzione dei tempi di lavoro di 1.62 min/autocarro nell'operazione di scarico, aumentando la dimensione delle buche in un impianto di stoccaggio cereali nel corn belt americano, ha consentito di ridurre del 34% i tempi di attesa, e di aumentare nel contempo i conferimenti del 17%, con incrementi notevoli di produttività dell'agricoltore e della tempestività nell'esecuzione delle operazioni di raccolta.

La simulazione fornisce solo dei risultati predittivi del comportamento del sistema complesso quale è quello di raccolta-trasporto-scarico del prodotto. I risultati possono essere utilizzati come input in un modello di programmazione lineare, che in funzione dei vincoli (es. superficie da raccogliere, giorni utili per effettuare l'operazione, ecc.), consente di ottimizzare le risorse e le strategie impiegate, rispetto a obiettivi quali il minimo costo dell'operazione o il minimo impiego di manodopera.

Un esempio dell'uso del modello di programmazione lineare è riferito al costo della raccolta del riso comparando due cantieri, uno con mezzi di tra-

sporto dedicati ad ogni macchina, e uno con rimorchi condivisi. I risparmi che si ottengono sono pari a 4790 €/anno (11,16 €/ha) con una riduzione percentuale del 7,2%. Con l'uso combinato di simulazione e programmazione lineare si possono trasferire i risultati della simulazione su base aziendale o regionale.

CONCLUSIONI

I risultati presentati hanno evidenziato come le operazioni di trasporto, di movimentazione e stoccaggio dei prodotti siano importanti non solo per i costi che ne derivano, ma per l'importanza del sistema di trasporto nel garantire efficienze elevate ai sistemi di raccolta, con una riduzione dei tempi, dei costi e dei consumi energetici e dell'impiego di manodopera.

La determinazione esatta dei costi logistici è importante anche per la stesura di un business plan accurato specie per le filiere agro energetiche, dove i flussi di biomassa hanno un'influenza rilevante sui costi di gestione dell'impianto.

La logistica continuerà ad avere un ruolo importante nell'approvvigionamento dei prodotti e nel trasporto e stoccaggio dei medesimi.

La simulazione è da tempo utilizzata per lo studio della logistica di sistemi complessi, le applicazioni in campo agricolo sono tuttavia poco diffuse. Alcune operazioni, quali quelle legate alla raccolta e al trasporto di cereali su base aziendale, o alla distribuzione di prodotti ortofrutticoli freschi lungo la supply chain, coinvolgendo un sistema di macchine e processi, si prestano a essere analizzate con questo strumento. L'impiego della simulazione, infatti, offre vantaggi notevoli nel predire il comportamento del sistema, facilitandone la comprensione e indicando le soluzioni più opportune in funzione degli obiettivi prefissati.

La tecnica della simulazione potrà contribuire a elevare il livello delle conoscenze dei sistemi agroalimentari complessi, perché permette, partendo da una base di dati rilevati, di analizzare in modo puntuale molte tipologie di catene e di risorse disponibili, e consente di scegliere quelle che più soddisfano gli obiettivi, tenendo conto dei vincoli. Il modello di simulazione consente l'approccio di sistema, ma non opera delle scelte, è di tipo predittivo, rappresenta il comportamento. L'utente decide quali sono le scelte da fare per migliorare il sistema e può simulare diverse opzioni attraverso l'implementazione di nuovi scenari, con variazione di risorse o di strategie. Si possono utilizzare in combinazione modelli di simulazione e di programmazione

lineare per ottimizzare le scelte, in funzione di determinati obiettivi quali la riduzione dei costi, delle emissioni o della manodopera impiegata.

La simulazione può aiutare a evidenziare situazioni dove semplicemente un cambiamento della strategia, può migliorare la performance del sistema senza importanti aumenti di spesa. Per questa ragione, le regole di gestione inserite nel modello, devono essere ben conosciute, e vanno tenute in debita considerazione quando si analizzano i risultati. I modelli messi a punto consentono sia lo studio di operazioni intra-aziendali, sia di operazioni extra-aziendali. Alcune problematiche, estendendo opportunamente il sistema e il modello che lo rappresenta, possono essere analizzate su base regionale. Ad esempio, si potrebbe analizzare l'effetto dell'introduzione degli OGM, l'incremento della capacità delle mietitrebbie o delle falcia-trincia-caricatrici, o l'aumento di capacità dei mezzi di trasporto.

L'analisi di sistema può essere svolta a livello locale ma anche a livello regionale, ci sono ormai gli strumenti e le competenze, si tratta solo di integrare queste due realtà, per avere delle risposte interessanti non solo per l'azienda agraria, ma anche per le agenzie regionali o i decisori politici.

Per i vantaggi che presenta nello studio di sistemi complessi è auspicabile un utilizzo della simulazione sempre più diffuso in campo agricolo e agroalimentare.

RIASSUNTO

La presentazione tratta di una metodologia all'avanguardia per valutare innovazioni o tecnologie in agricoltura con approccio di sistema, considerando l'aspetto tecnico, economico e ambientale, con applicazione alla logistica. La logistica ha come obiettivo la pianificazione, l'organizzazione e il controllo dei processi, per una gestione più efficiente del flusso di beni e informazioni lungo la supply chain. In particolare una sezione importante è quella che si occupa dell'ottimizzazione dei trasporti.

Le sfide più importanti della logistica in agricoltura riguardano l'implementazione della tracciabilità, l'utilizzo di macchine ad elevata capacità, la raccolta della biomassa, la distribuzione dei reflui zootecnici, la distribuzione di prodotti agroalimentari deperibili. Le operazioni logistiche che descrivono una parte o l'insieme della supply chain sono organizzate a costituire un sistema, e vanno studiate con approccio di sistema. Questo processo che si riferisce allo studio del sistema nel suo complesso, piuttosto che all'esame delle singole operazioni dei suoi componenti. La simulazione è lo strumento che consente di valutare un sistema attraverso l'implementazione di un modello che ne imita il comportamento.

Il primo caso di studio presentato si riferisce all'impatto delle procedure di tracciabilità sulla capacità di lavoro nell'operazione di raccolta del riso. Si sono potute determinare sia le inefficienze nel cantiere con diversi livelli di tracciabilità, sia i costi derivanti.

La logistica comporta una spesa energetica importante. Una percentuale dal 2,8% al 5,5% dell'energia contenuta nel silomais viene consumata per la raccolta, il trasporto e lo stoccaggio, passando da 1 a 20 km la distanza dei campi dall'impianto di produzione del biogas.

Mentre nell'implementazione del modello è semplice aggiungere una nuova risorsa, nella pratica ciò richiede investimenti importanti, sia economici che di manodopera. Oltre al cambiamento nel numero di risorse disponibili (mietitrebbie, rimorchi, manodopera) si può variare la strategia di gestione delle stesse. Quest'ultima non implica investimenti supplementari ma un modo diverso di gestire le risorse.

Vengono anche trattati degli esempi di adozione di nuove strategie nell'utilizzo delle risorse, quali ad esempio il posizionamento di bins temporanei per lo stoccaggio di cereali nei campi di grandi dimensioni, la condivisione dei rimorchi tra mietitrebbie che lavorano in campi vicini.

La determinazione esatta dei costi logistici è importante anche per la stesura di un business plan accurato specie per le filiere agro energetiche, dove i flussi di biomassa hanno un'influenza rilevante sui costi di gestione dell'impianto, e sui bilanci energetici.

Il modello di simulazione consente l'approccio di sistema, ma non opera delle scelte, è di tipo predittivo, rappresenta il comportamento di un sistema reale. La simulazione può aiutare a evidenziare situazioni dove semplicemente un cambiamento della strategia, può migliorare la performance del sistema senza importanti aumenti di spesa. L'analisi di sistema può essere svolta a livello locale ma anche a livello regionale, ci sono ormai gli strumenti e le competenze, si tratta solo di integrare queste due realtà, per avere delle risposte interessanti non solo per l'azienda agraria, ma anche per le agenzie regionali o i decisori politici.

Per i vantaggi che presenta nello studio di sistemi complessi è auspicabile un utilizzo della simulazione sempre più diffuso in campo agricolo e agroalimentare.

ABSTRACT

The presentation show a set of methods for evaluating advanced technologies or innovations in agriculture with systems approach, considering the technical, economic and environmental aspects, with application to the logistics. Logistics objective is the planning, organization and control of processes, for enhancing the efficient flow of goods and information across the supply chain. In this presentation we are focused on the transport optimization.

The most important challenges of logistics in agriculture involved the implementation of traceability, the use of machines with high capacity, the collection of biomass, the distribution of manure, the distribution of perishable food products. Logistics operations that describe a part or set of supply chains are organized to form a system, and should be studied with a systems approach. This process refers to the study of the system as a whole rather than examining individual operations of its components. The simulation is the tool that allows us to evaluate a system by implementing a model that mimics the behavior of it.

The first case study presented the impact of traceability procedures on the operation performance of rice harvesting. The simulation study showed that the waiting times for

the combines raised from 5 to 11% with the adoption of field traceability. This means higher harvesting costs of 14 €/ha.

Logistics has influence on the energy bill. A percentage from 2.8% to 5.5% of energy contained in corn silo is spent for the collection, transport and storage, when the field distance ranges from 1 to 20 km respectively.

While in the simulation study is easy to add a new resource (e.g. another transport unit), in practice this requires large investments and needs more labor. In addition to the change in the number of resources available (combines, trailers, manpower) the model can show the effects of the management strategy. That does not imply additional investment but a different way of managing resources.

The paper also present examples of new strategies in the use of resources, such as the temporary placement of bins for storing grain in large fields, the sharing of trailers among combine harvesters working in nearby fields.

The exact determination of logistics costs is also important to put together a business plan to present accurate analysis for agro-energy supply chains, where the flows of biomass have a major influence on the operating costs and on the energy balance of the installation.

The simulation model allows the systems approach, but do not make choices, is predictive, shows the behavior of a real system. The simulation can help to highlight situations where simply a change of strategy, can improve system performance without major cost increases. The system analysis can be done locally, but also at regional level, there are now tools and skills, we only need to integrate them, for answers not only for the farm, but also to regional agencies or policy makers.

For the advantages of studying complex systems is foreseen the increasingly use of simulation to study with a system approach agriculture and agribusiness operations.