

# BUCOLICO

MACCHINA AGRICOLA PPOLIFUNZIONALE A GUIDA AUTOMATICA PER LA  
COLTIVAZIONE DEI VIGNETI.



Politecnico di Milano  
Scuola del Design  
Corso di laurea magistrale in Design & Engineering

Davide Veronesi  
matr. 750801

Relatore: Matteo Ingaramo

A.A. 2011-2012



“MELIBEO: Titiro, tu sdraiato al riparo di un grande faggio moduli una canzone boschereccia sulla umile zampogna; noi abbandoniamo i territori della patria e i dolci campi, noi fuggiamo dalla patria; tu, Titiro, placido all’ombra fai risuonare i boschi del nome della bella Amarilli.

TITIRO: O Melibeo, un dio ci ha dato questa pace: egli infatti sarà sempre per me come un dio; un tenero agnello tratto dai nostri ovili bagnerà sovente di sangue il suo altare. Lui ha concesso che pascolino le mie giovenche, come vedi, e che io suoni le canzoni preferite con lo zufolo agreste.”

(Virgilio, Bucoliche, I, 1-4.)

# INDICE

<b>1 INTRO</b>	<b>pag 6</b>
1.1 PREMESSA	7
1.2 ABSTRACT	7
<b>2 ATTIVITA'</b>	<b>pag 8</b>
2.1 <i>LUOGO DI LAVORO</i>	10
2.1.1 Vigneto medio	10
2.1.2 Tipologia vigneti	10
2.2 <i>TIPOLOGIE ATTIVITA'</i>	13
2.2.1 Sistemazione terreno	13
2.2.2 Creazione impianto	13
2.2.3 Concimazione	15
2.2.4 Irrigazione	15
2.2.5 Potatura	15
2.2.6 Lavorazioni Terreno	17
2.2.7 Difesa	17
2.2.8 Cimatura	18
2.2.9 Vendemmia	18
2.3 NAVIGAZIONE NEI FILARI	20
2.4 CRITICITA' ATTIVITA'	22
2.5 SERVIZI PIU' RICHIESTI	23
<b>3 UTENZA</b>	<b>pag 26</b>
3.1 <i>TIPOLOGIA UTENTE</i>	28
3.1.1 Tipologia occupazionale	28
3.1.2 Tipologia Lavoratore	30
3.1.3 Tipologia Compratore	30
3.2 ISTAT: EVOLUZIONE AGRICOLTORE	31
3.3 CRITICITA' CULTURALI UTENTE	31
<b>4 ESIGENZA</b>	<b>pag 34</b>
4.1 COSTO GASOLIO AGRICOLO	36
4.2 CONVENIENZA DI MECCANIZZARE	41
4.3 INCENTIVI MACCHINE	45
4.4 SICUREZZA SUL LAVORO	46
4.5 ALTERAZIONE PROPRIETA DEL TERRENO	47
4.6 BISOGNO MANODOPERA	49
4.7 TEMPESTIVITA' PER MANTENERE ALTA QUALITA'	52
<b>5 MERCATO</b>	<b>pag 54</b>
5.1 PRINCIPALI NAZIONI VITIVINICOLE	56
5.2 MERCATO MACCHINE AGRICOLE	57
5.3 MERCATO ITALIANO	60
5.3.1 Indagine ISTAT	61

## **6 TRATTORE BASED AGRICULTURE**

**pag 64**

6.1 PRESA DI FORZA	66
6.2 ALBERO CARDANO	69
6.3 I GANCI AGRICOLI	76
6.4 ATTACCO A 3 PUNTI	79
6.5 RUOTE vs CINNGOLI	79

## **7 STATO DELL'ARTE**

**pag 82**

7.1 TRATTORE	84
7.2 TELEFERICHE	89
7.3 QUOD	89
7.4 CARRELLI	90
7.5 PIATTAFORME	92
7.6 MACCHINE OPERATRICI	97
7.7 SENSORISTICA IN AGRICOLTURA	99
7.8 ROBOT SPERIMENTALI	103
7.9 CASO STUDIO	105

## **8 DESIGN E AGRICOLTURA**

**pag 112**

6.1 NUOVI SCENARI DI PROGETTO	114
6.2 UNCANNY VALLEY	114
6.3 PROPOSTE CONCETUALI	115

## **9 PRODOTTO**

**pag 120**

7.1 INNOVAZIONE	122
7.2 SVILUPPO CONCEPT	122
7.3 SVILUPPO PRODOTTO	126
7.4 UTILIZZO	129

## **10 FONTI**

**pag 132**

# 1 | INTRO



## 1.1 PREMESSA:

Questo elaborato nasce da una riflessione personale sulla società moderna e sul nostro stile di vita.

E' un momento storico del tutto particolare, sul finire del Postmodernismo, la società sta realizzando che lo stile di vita occidentale sin'ora condotto ha molte falle e si sta cercando di capire quale sarà lo scenario futuro. Tra le falle le più evidenti sono la fragilità della nostra economia, che ha portato ad una crisi economica mondiale, la poca competitività della nostra industria, che ha portato ad una delocalizzazione ad est del reparto produttivo, la mancanza di materie prime, che ci porta ad essere dipendenti dai paesi arabi e Cina.

Tra le soluzioni proposte e su cui si sta speculando molto c'è la green economy, che si basa su un consumo più responsabile, fonti di energia alternative, riciclaggio, sharing e condivisione.

Io però voglio spostare l'attenzione da una sfera economica e ambientalistica ad una sfera sociale:

Cosa ha portato l'uomo a preferire un lavoro sedentario ad un lavoro attivo? Come è stato possibile che ad oggi l'uomo preferisca una vita seduto su di una scrivania a guardare uno schermo piuttosto che vivere a contatto con la natura in armonia con le stagioni e con i ritmi solari?

E' facile constatare che la vita da ufficio è più comoda perché con c'è sforzo fisico, si è protetti dalle intemperie e dalla temperatura rigida o torrida che sia. Ma ciò che mi chiedo è perché l'uomo non ha creato soluzioni per rendere la vita in campagna altrettanto gradevole? L' unica cosa che l'uomo è riuscito a fare per evolvere il lavoro nei campi da quello che si praticava decenni fa è stato creare trattori sempre più confortevoli e lussuosi dotati di aria condizionata, insonorizzazione, radio; ricreando in questo modo l'ambiente d'ufficio. Ma forse ora è il momento di un'ulteriore evoluzione nella modalità in cui si lavorano i campi, nel caso specifico nel vigneto.

## 1.2 ABSTRACT:

Bucolico è una macchina agricola polifunzionale a guida automatica per la coltivazione dei vigneti. E' una trattrice che compie tutte le operazioni di un trattore tradizionale, è dotata di sensori che la conducono dritta lungo il filare e ne regolano lo sterzo a fine filare facendola entrare nel successivo.

Con questa macchina si evita di ricorrere a personale extra, si velocizzano i tempi di lavorazione, si evitano incidenti mortali per ribaltamento trattore, e si può intervenire con rapidità per recuperare dopo malattie e grandine. Inoltre con questo mezzo le lavorazioni si possono effettuare anche durante la notte.





# 2 | ATTIVITA'



## 2.1 LUOGO DI LAVORO:

Un vigneto solitamente è un campo costituito di filari di vigne. Ogni filare dista all'incirca 2,5 metri dall'altro, distanza necessaria a far passare il trattore e ad evitare che un filare tolga illuminazione giornaliera all'altro. Su ogni filare sono disposte le vigne a distanza 80 cm una dall'altra, distanza necessaria per lo sviluppo delle radici. Ogni cinque c'è un palo che serve a sostenere i fili di ferro che corrono per tutto il filare e che servono per sostenere e contenere i tralci e la vegetazione delle vigne in modo tale che si sviluppino verticalmente. Ogni vigna è supportata da un tondino solitamente in ferro affinché il tronco cresca ben dritto.

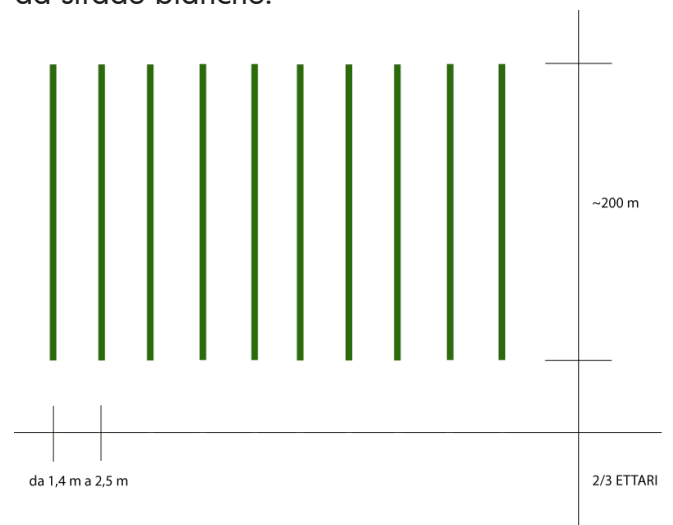
Il fattore determinante in un vigneto è il terroir che consiste nell'insieme delle proprietà di suolo, clima, vitigno e tecniche agronomiche, se tutti questi aspetti sono di alta qualità, si otterrà un ottimo vino. Il campo può essere sia in collina che in pianura; il terreno in collina è preferibile perché riceve meglio la luce del sole e l'acqua piovana non stagna. Il terreno ideale per un vigneto è asciutto, sassoso poco argilloso. Il vitigno può essere di differenti tipologie ognuna delle quali adatta o meno per un'area geografica; ogni tipologia condiziona fortemente l'attività nel vigneto in quanto cambia notevolmente la tipologia di impianto, le lavorazioni da effettuare, i macchinari e i tempi richiesti.

Durante la coltivazione del vigneto si incombe in diversi disagi come può essere la grandine, le malattie, la siccità, le scottature, la troppa abbondanza di pioggia, possibili trombe d'aria; tutti fattori che necessitano di una attenta prevenzione o di un veloce recupero. Tra i principali fattori negativi c'è che nella coltivazione avvengono ingenti sprechi di risorse naturali come acqua, energia e residui organici ed inoltre è molto diffuso l'uso di prodotti chimici come pesticidi o diserbanti.

### 2.1.1 Vigneto medio

In Italia un vigneto su campo unico di medie dimensioni si estende per circa 2,3 ettari di terreno, è composto da un numero variabile di filari lunghi circa 200 metri e distanti tra loro dai 1,4 ai 2,5 metri, dipende se la piantagione è di nuova generazione intensiva a spalliera in cui si tende ad accorciare gli spazi o di vecchia generazione a pergola in cui c'è bisogno di una spaziatura maggiore perché la vegetazione si sviluppa orizzontalmente.

Spesso gli appezzamenti di grandi dimensioni, dai 30 ettari in poi, sono costituiti da più impianti di medie dimensioni collegati tra di loro da strade bianche.



## 2.1.2 Tipologia vigneti

L'impianto del vigneto può avere differenti fisionomie strutturali che dipendono in base al tipo di allevamento. Per ognuna cambia il modo di lavorarlo, i macchinari da usare, l'alto o basso grado di meccanizzazione.

La differenziazione che intendo fare in quanto condiziona molto l'uso e non di macchinari è tra:

- impianti con sviluppo verticale
- impianti con sviluppo orizzontale
- impianti con sviluppo libero

*Un esempio di impianto con sviluppo orizzontale che crea una calotta vegetativa superiore è la Pergola*



In genere questo sistema si compone di una serie di pali verticali a sostegno di un'impalcatura posizionata orizzontalmente (tetto) o in maniera obliqua. Su tale impalcatura verranno fissati i rami che sostengono i capi a frutto. Le varianti della Pergola sono: Semplice, Doppia, Trentina, Veronese e Romagna.

Il tronco, nel sistema a Pergola, ha un'altezza di 1,6 -1,9 metri dove si impalcano i capi a frutto con 8-12 gemme per vite. Nelle zone collinari le distanze dell'impianto sulla fila devono essere di 0,8 -1 metro; le distanze tra le file devono essere comprese tra 3 e 4 metri. Questi valori raddoppiano nelle zone pianeggianti, dove si usano le pergole doppie. La densità dell'impianto sarà di 2400 -5000 piante per ettaro, dunque si tratta di sistemi per impianti a densità elevata. Molto elevata è anche la carica di gemme che oscilla tra 80 e 120 mila. Un dato che comporta il vantaggio di un'elevata produzione ed il rischio di una qualità non

troppo elevata.

Allevamenti che presentano strutture superiori sono anche le vigne a Tendone, GDC e a Cortina.

Queste ultime due consentono di meccanizzare completamente le operazioni di potatura e di vendemmia. Queste forme di allevamento necessitano oltre alle normali strutture verticali, di traversine oblique per reggere la vegetazione soprastante.

*Un esempio di impianto con sviluppo verticale è il Guyot.*

Questo sistema si applica per i vigneti che producono uva da vino a scopo commerciale. La scelta della tecnica di allevamento del vigneto, dipende, infatti, dall'uso che si farà della coltivazione stessa. Esistono, diversi metodi di potatura a Guyot da scegliere in base alle caratteristiche della coltivazione.

Dopo la fruttificazione di settembre-ottobre si attende la completa caduta delle foglie quindi, a metà inverno, si comincia ad effettuare la potatura che può essere distinta in tre fasi che per convenzione prendono il nome di:

passato : ciò che è stato lasciato nell'anno passato sulla pianta.

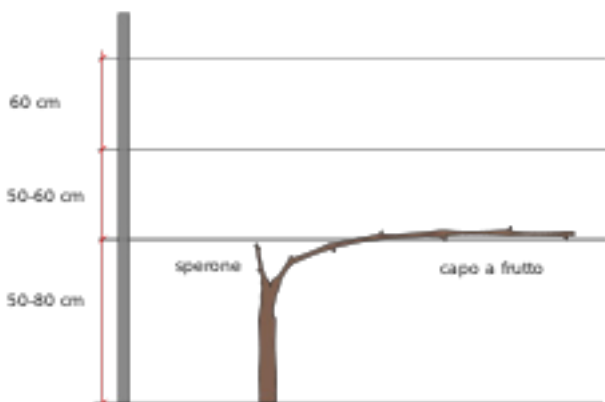
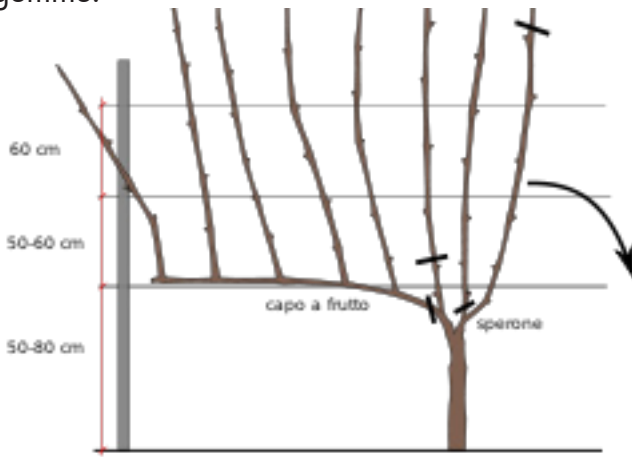
presente : l'insieme di vegetazione sulla quale si dovrà effettuare la potatura.

futuro : ovvero quello che, nelle attuali condizioni, si intende lasciare per l'anno a venire.

In questo metodo di allevamento si tende ad eliminare tutta la vegetazione ad eccezione di un tralcio vecchio di un anno (capo a frutto) e un piccolo sperone, ovvero una porzione di tralcio di dimensioni ridotte, portante due o tre gemme. Il Guyot, come tutti i sistemi di potatura mista, si presta per i vitigni altamente produttivi che fruttificano principalmente sui tralci emessi dalle gemme intermedie del capo a frutto: in questi vitigni la potatura corta ("a sperone") non garantirebbe un'adeguata produzione a causa della scarsa produttività delle gemme basali. Il numero di gemme di cui si compone il capo a frutto del Guyot varia secondo le condizioni ambientali (fertilità del terreno e disponibilità irrigua) e le potenzialità produttive del vitigno

La potatura a Guyot è quella che è sempre stata considerata la più difficile da meccanizzare per via delle necessità di definire manualmente le lunghezze dei tralci e la localizzazione delle

gemme.



Anche gli impianti a Cordone, a Sylvoz e a Casarsa si sviluppano verticalmente senza presentare strutture superiori e permettono di meccanizzare meglio le operazioni di potatura e della vendemmia

Un tipologia a sviluppo libero è l'Alberello

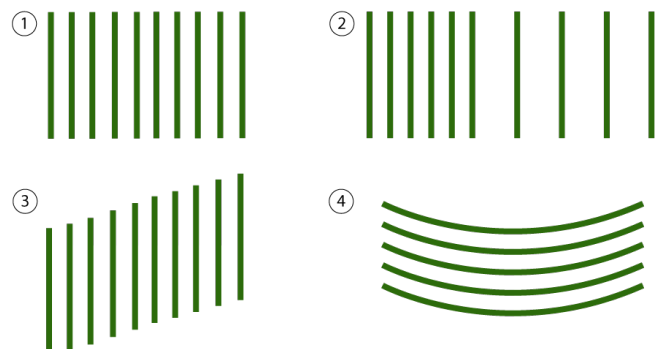


L'alberello è un sistema di allevamento diffuso nell'Italia meridionale e insulare e largamente diffuso anche in altre regioni a clima caldo-arido o a clima freddo. È concepito per sviluppare una vegetazione di taglia ridotta allo scopo di adattare la produttività del vigneto alle condizioni sfavorevoli dei suoli poveri e siccitosi o alle basse temperature.

In generale, la pianta è impalcata ad una altezza variabile da venti a cento centimetri e terminante con un sistema di tre o quattro branche brevi, portanti speroni tagliati a uno o tre gemme e, talvolta, capi a frutto. Questo sistema di allevamento non necessita di impalcatura di sostegno oppure si presta per l'impiego di tutori semplici e individuali.

Topologicamente i vigneti si differenziano in:

- vigneti regolari (fig. 1) caratterizzati da un appezzamento rettangolare con tutti i filari a distanze uguali tra loro, paralleli e con inizio e fine di ognuno allineate
- vigneti non regolari (fig. 2) A volte può succedere quando nello stesso campo si è piantato in periodi diversi e nel frattempo è cambiato il tipo di allevamento. Succede così che nello stesso campo si hanno per esempio vigne a pergola e vigne a guyot che presentano distanze interfilari molto differenti e per alcune lavorazioni richiedono attrezzi diversi.
- vigneti adattivi (fig. 3) sono quei vigneti che si devono adeguare a fattori circostanti come possono essere strade, case, inizio di pendii collinari, topologia irregolare; questi assumono una forma non geometrica portando a inizio e fine dei filari non allineate.
- vigneti collinari con traiettorie curve (fig. 4). Spesso i vigneti sono piantati in collina e seguono il profilo del pendio ecco che i filari saranno paralleli tra loro ma curvilinei.



## 2.2 TIPOLOGIA ATTIVITA':

### 2.2.1 Sistemazione terreno

Si rende necessaria specialmente in terreni collinari. La sistemazione dei vigneti con forti pendenze ha come obiettivo la riduzione delle ore necessarie alle pratiche colturali che sono molto gravose potendo arrivare ad impiegare il triplo o il quadruplo del tempo rispetto alla pianura (fino a 2000 ore per ettaro). Bisogna dire che sono però i terreni migliori dal punto di vista del vino prodotto. I vini prodotti in collina hanno potenzialità qualitative superiori in confronto a quelli prodotti in pianura. Fin dai tempi dei romani la vite viene coltivata sulle colline e la filosofia tradizionale del vigneto collinare prevede fundamentalmente due tipologie: secondo le linee di massima pendenza (rittochino) o perpendicolarmente (girapoggio) ad esse. Esistono inoltre soluzioni intermedie come il cavalcapoggio in cui il filare segue una direzione (tipo est - ovest) risultando sia a rittochino che a girapoggio, si tratta di situazioni marginali. La prima (rittochino) non ostacola l'erosione ma consente un buon livello di meccanizzazione. La seconda invece si oppone con forza al ruscellamento e quindi all'erosione ma è difficilmente meccanizzabile. Le soluzioni moderne prevedono la sistemazione dei nuovi terreni collinari secondo due forme razionali:

#### *Terrazzamenti di medie dimensioni*

Si preparano ricostruendo sia le piccole terrazze che le murate di sostegno con cemento armato. Sulle terrazze così formate si sistemano a rittochino i filari. In questo caso è possibile meccanizzare alcune operazioni colturali con trazione funicolare e cannoni irroratori. Non è possibile accedere alla terrazza con un trattore.

#### *Ciglioni*

Si sistemano i ciglioni (zona del terreno al margine di una scarpata) a girapoggio con filare sull'esterno del ciglione, la scarpata di sostegno viene inerbita. All'interno (verso il lato monte), il ciglione sostiene un filare in piano su cui può circolare un trattore per gli interventi al verde. A seconda della pendenza i ciglioni possono essere larghi (due o più filari) se la pendenza è lieve o stretti (un unico filare) se la pendenza è eccessiva e/o la roccia è superficiale.

### 2.2.2 Creazione impianto

L'impianto del vigneto è un'operazione complessa che coinvolge problemi economici e precise scelte tecniche. Scelte errate al momento dell'impianto si ripercuotono negativamente sul ciclo economico del vigneto. L'impianto del vigneto va fatto nelle "zone vocate", dove la vite fornisce il miglior risultato quanti-qualitativo. Per "zona vocata" s'intende non solo il riferimento all'ambiente pedoclimatico, ma anche all'insieme di strutture di commercializzazione, lavorazione e trasformazione che rendono economicamente valido l'esercizio della viticoltura. La necessità di ridurre i costi d'impianto del vigneto e le possibilità offerte dall'evoluzione in atto delle macchine operatrici, accrescono l'interesse verso la meccanizzazione della messa a dimora delle barbatelle (Carrara M. et al., 2001, Planeta et al., 2001).

Le caratteristiche della viticoltura nazionale hanno reso sinora difficile la meccanizzazione di questa operazione per una serie di fattori che possono essere attribuiti:

- All'estrema variabilità dei terreni (composizione granulometrica e giacitura);
  - Alla scelta del tipo di barbatelle (franche o innestate);
  - Alle condizioni socio-economiche e culturali.
- Riesce, quindi, arduo valutare le conseguenze tecniche ed economiche dovute all'introduzione della macchina trapiantatrice nel ciclo economico del vigneto, viste le caratteristiche "innovative" del procedimento in un tale contesto. L'inserimento di una macchina di recente concezione, non va visto solo ed esclusivamente come fattore di riduzione del costo di produzione, ma anche sotto altri aspetti quali la qualità del lavoro svolto e la tempestività d'intervento.

Il trapianto meccanico, infatti, è caratterizzato da un cantiere di lavoro composto da pochi operai, 4 -5 addetti e da una elevata tempestività di intervento, riuscendo a mettere a dimora dalle 7.000 alle 13.000 barbatelle al giorno. La variabilità delle produttività dipende dalla geometria e dalla tessitura dell'appezzamento da impiantare. I migliori risultati si registrano in appezzamenti che permettono di realizzare file lunghe e con terreni tendenzialmente sciolti. La trapiantatrice di barbatelle è una macchina semiportata da trattore a ruote della potenza di 80-100 kW, che effettua in un solo passag-

gio, utilizzando un dispositivo meccanico, la messa a dimora delle barbatelle sulla fila alla distanza desiderata mediante un sistema fluido-meccanico.

La distanza tra le file viene assicurata, invece, dall'impiego di un dispositivo laser che evita l'esecuzione delle operazioni preliminari di squadratura dell'appezzamento.



Fig. 1. Trapiantatrice in fase di messa a dimora delle barbatelle.

Attualmente vi sono poche macchine che effettuano questo tipo di operazione, alcune di proprietà di aziende vitivinicole ed altre di società di servizi che operano in conto terzi. Di queste sono presenti due tipi: quelle che impiegano esclusivamente barbatelle innestate e quelle che impiegano barbatelle sia innestate sia selvatiche, caratteristica che le permette di avere un più largo impiego della prima. Da ricerche condotte in questi ultimi anni è emerso che le barbatelle impiantate meccanicamente presentano, nei primi stadi di sviluppo, un accrescimento vegetativo maggiore di circa 2-4 volte rispetto a quelle impiantate manualmente. Tale tecnica infatti consente di far aderire bene le radici alle particelle di terreno senza creare spazi vuoti e inoltre di impiegare barbatelle con un apparato radicale ben sviluppato in grado di garantire una maggiore resistenza agli stress idrici.

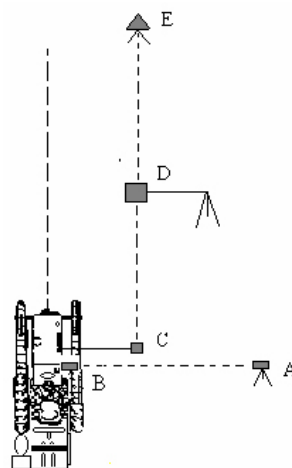


Fig. 2. Schema del dispositivo laser per l'allineamento delle file.

L'unico limite d'impiego delle trapiantatrici consiste nell'elevata umidità dei suoli. Dopo piogge abbondanti risulta difficoltoso, soprattutto in terreni argillosi, impiegarle prima di alcuni giorni a causa dell'ingolfamento degli organi di lavoro.

In conclusione si può affermare che il trapianto meccanizzato, per i molteplici fattori tecnico-qualitativi a suo favore, è destinato ad incrementarsi sempre più garantendo ai viticoltori di effettuare le giuste programmazioni in linea con le esigenze del mercato vitivinicolo.

Per quanto riguarda la messa in opera delle strutture di sostegno della vite, esse devono essere realizzate in modo tale da garantire l'intero ciclo economico della vite (20-30 anni). Pertanto la scelta dei materiali e la modalità di realizzazione delle stesse rappresentano i principali aspetti da prendere in considerazione al fine di ottenere un vigneto con una struttura stabile nel tempo ed idoneo alla meccanizzazione integrale.

Le tipologie di pali presenti sul mercato sono:

- Pali in cemento con almeno due spigoli smussati;
- Pali in ferro zincato;
- Pali in legno.

Per quanto riguarda la scelta del filo da impiegare, appare opportuno ricordare che tra le diverse tipologie presenti sul mercato il più indicato è quello in acciaio inox AISI 304. Tale scelta scaturisce dalle caratteristiche positive che l'acciaio inox presenta rispetto alle altre tipologie (filo con zincatura), che in breve si richiamano: durata superiore alla vita del vigneto; nessuna esigenza di manodopera

per le ritensionature grazie all'allungamento contenuto entro il 3%; mancanza di cessioni di elementi estranei alle uve raccolte a macchina.

### 2.2.3 Concimazione

Anche la concimazione della vite ricopre una notevole importanza se si vuole ottenere dei prodotti di qualità. Si parte già prima della messa a dimora delle barbatelle con una concimazione di fondo effettuata con del letame maturo per una quantità di circa 500 q/ha. Nel corso degli anni dov'è necessario è utile effettuare due tipi di concimazione: una autunnale con letame maturo e l'altra nella primavera successiva con concimi complessi a base di azoto fosforo potassio. Qualora nel corso della stagione le viti manifestino segni di carenze nutrizionali è bene ricordare che esistono anche dei concimi fogliari che possono aiutare a superare le carenze.

### 2.2.4 Irrigazione

Il volume di acqua da distribuire deve essere pari all'acqua persa per evaporazione dal suolo e per traspirazione dalle piante (5-7 litri per metro quadrato al giorno in estate) moltiplicato per il numero di giorni che intercorre tra i turni di adacquamento e al netto di eventuali piogge.

Nei vigneti che raramente presentano fenomeni di mancanza d'acqua si può operare con impianti di irrigazione mobili o estemporanei, ma nei vigneti nei quali la necessità di irrigare si ripresenta ogni anno è bene prevedere l'installazione di un impianto fisso di irrigazione.

Le moderne tendenze irrigue mirano al raggiungimento dei seguenti scopi:

- evitare lo stress della pianta durante la delicata fase di ingrossamento degli acini e dell'invaiaitura, mantenendo una giusta idratazione del terreno. Nella successiva fase di maturazione l'intervento irriguo deve avere carattere eccezionale;
- ridurre i consumi d'acqua e di energia;
- ridurre i costi di impianto e manodopera.

Il sistema che meglio si presta al raggiungimento di questi obiettivi è la microirrigazione, cioè la distribuzione localizzata dell'acqua in ridotte porzioni di terreno utilizzando basse portate, lunghi orari di distribuzione e turni brevi di

adacquamento (pochi giorni tra un intervento e l'altro durante la fase più critica).

L'utilizzo di bassi volumi di acqua e di basse pressioni permette di utilizzare fonti di approvvigionamento modeste e anche acque leggermente salmastre; il metodo di irrigazione sotto chioma inoltre non influenza la difesa dalle malattie fungine e la distribuzione dei fitofarmaci, poiché non bagna la vegetazione, e l'impianto può essere utilizzato per la distribuzione di fertilizzanti.

Il posizionamento delle condotte e la distribuzione dei microirrigatori (a goccia, a spruzzo, statici, dinamici, ecc.) vanno valutate in base al tipo di terreno e alla conformazione del vigneto. Nei terreni sciolti, che percolano velocemente l'acqua che vi arriva e non ne permettono la diffusione orizzontale nel terreno, è necessario infittire il numero dei distributori, orientandosi verso i microjet che coprono una superficie di terreno maggiore di quelli a goccia.

Il posizionamento delle condotte e dei distributori lungo i filari deve assicurare la meccanizzazione delle operazioni colturali, permettendo l'accesso al filare a tutte le macchine operatrici, e le lavorazioni lungo il filare; normalmente tutte le condotte di trasporto dell'acqua al vigneto si interrano, mentre quelle lungo il filare si devono posizionare uniformemente ad almeno 50-70 cm da terra, per consentire le operazioni colturali lungo la fila (tale altezza consente anche la spollonatura meccanica e l'utilizzo delle attrezzature interceppo).

### 2.2.5 Potatura

Nella gestione dei vigneti allevati a contropaliera, l'operazione di potatura invernale viene tradizionalmente eseguita a mano da manodopera specializzata con l'ausilio di forbici e cesoie ad azionamento manuale. Tale operazione, fondamentale nella tecnica viticola per guidare la produzione sia in senso quantitativo che qualitativo (Fregoni, 1998), richiede un cospicuo impiego di manodopera e rappresenta uno dei principali costi di produzione. In media, le ore di manodopera per ettaro necessarie per l'operazione di potatura invernale hanno un'incidenza su quelle complessive per la conduzione del vigneto di circa il 40% nelle aziende che vendemmiano manualmente, e di circa il 75% in quelle che vendemmiano

meccanicamente. Inoltre, nel caso dei vigneti con forma di potatura a cordone rinnovabile annualmente (Guyot), insieme all'operazione di potatura vera e propria si rende necessaria anche la legatura dei cordoni scelti per la fruttificazione nell'anno in corso, operazione che è, anch'essa, eseguita a mano ed è molto onerosa, sia in termini di ore di manodopera richieste sia in termini economici.

Ciò spiega il crescente interesse dei viticoltori verso le attrezzature, disponibili sul mercato, che consentono la meccanizzazione della potatura invernale del vigneto e quindi la riduzione del fabbisogno di manodopera per l'esecuzione di questa operazione.

Alcune di queste attrezzature effettuano, di fatto, la prepotatura meccanica delle viti, con contemporanea trinciatura dei sarmenti tagliati prima del loro scarico al suolo, altre invece, come le cesoie ad azionamento elettrico, consentono soltanto di agevolare il lavoro della manodopera nell'operazione di potatura manuale.



Fig. 4. Prepotatura su cordone speronato;  
Fig. 4a. Prepotatura su Guyot

La scelta fra le differenti tipologie di attrezzature è condizionata, evidentemente, dalla forma di potatura delle viti adottata nel vigneto. Allo stato attuale, infatti, la prepotatura meccanica può essere attuata sia in presenza di forme di potatura a cordone speronato che a Guyot; in cui è possibile recidere meccanicamente tutti i

tralci ad una determinata distanza dal cordone o capo a frutto.

La potatura agevolata è, invece, l'unica alternativa alla potatura tradizionale nei vigneti con forme di potatura che richiedono tagli di tipo selettivo, quale è ad esempio quella a Guyot. In questo ultimo caso anche l'operazione di legatura dei tralci può essere agevolata con l'impiego di specifiche legatrici e resa più rapida con l'applicazione di tecniche di legatura semplificate.

Da un recente studio è emerso che le operazioni di potatura e di stralciatura agevolate con l'impiego di cesoie elettriche consentono un incremento della produttività del lavoro della manodopera compreso fra il 20 ed il 30% rispetto alle operazioni di potatura e di stralciatura tradizionali. Ciò si traduce, con riferimento ad un vigneto con densità di impianto di 4000 viti per ettaro, in un risparmio di 6-9 ore di manodopera per ettaro.

Le operazioni di prepotatura meccanica e di rifinitura manuale agevolata con l'impiego delle cesoie elettriche, effettuate in vigneti con forma di potatura a cordone speronato, consentono un incremento medio della produttività del lavoro della manodopera rispetto alle operazioni di potatura e di stralciatura tradizionali compreso tra il 43% (vigneto con vegetazione non condizionata) ed 193% (vigneto con vegetazione condizionata) (Pipitone F. et al., 2002).

#### *Recupero residui potatura*

Il recupero a fini energetici sta emergendo come una delle possibilità più interessanti per valorizzare

i residui di potatura del vigneto, e risolvere così il problema del loro smaltimento, che può anche essere molto oneroso quando considerazioni fitosanitarie consiglino la rimozione della

biomassa, invece della trinciatura in campo.

Attualmente i residui agricoli di potatura vengono concentrati fuori dagli appezzamenti nelle aree

più aperte delle capezzagne (strade perimetrali degli appezzamenti colturali) e bruciate. Per l'aspostazione delle potature si impiega normalmente il rastrello a 40 denti portato da trattore

(cingolato o gommato). La bruciatura richiede l'opera manuale con produttività media di 0,5 t/h. Analizzando i costi dello



smaltimento risulta che la gestione di questo materiale ha comunque sempre un costo compreso tra 50 a 100 €/t, a cui non corrisponde alcun ricavo, perché il materiale è semplicemente distrutto.

D'altra parte, il potenziale produttivo è notevole: dalla potatura annuale dei vigneti infatti è possibile recuperare almeno 1 t s.s. per ettaro in funzione del grado di sviluppo delle piante, dalla periodicità degli interventi e dalla tecnica di potatura. La qualità della biomassa recuperabile dai vigneti è di qualità mediocre, con un contenuto di umidità variabile tra il 30 e oltre il 40 %, e un elevato tenore di cenere. La possibilità di recuperare questo materiale a condizioni economiche e la scelta della tecnologia più adatta per effettuare il recupero dipendono da alcuni fattori, tra cui in soprattutto: la giacitura del terreno, la spaziatura tra le piante, la taglia degli appezzamenti e il tipo di potatura da

raccogliere (quantità e dimensioni).

Un aspetto importante è rappresentato dalla stagionalità del lavoro, perché il periodo disponibile per la raccolta della potatura va da Dicembre a Marzo, e in genere coincide con la stagione piovosa. D'altra parte, in questo periodo la richiesta di calore raggiunge i valori massimi, e si potrebbe pensare all'invio della biomassa direttamente in caldaia, evitandone lo stoccaggio e la manipolazione intermedia. Questo ovviamente può essere fatto solo se si impiegano caldaie in grado di accettare combustibile relativamente umido, o se la biomassa fresca è miscelata con materiale più asciutto, di altra provenienza.

Il recupero dei residui di potatura può essere effettuato in diversi modi e con diverse attrezzature.

Le tecnologie sicuramente esistono, perché i costruttori di macchine agricole si sono accorti del nuovo mercato offerto dalle bioenergie e stanno dedicando sempre maggiore attenzione a questo settore: buona parte delle macchine sviluppate finora deriva dalla modifica di attrezzature agricole

destinate ad altre lavorazioni, ed è progettata per raccogliere da terra le patate già disposte in andana, condizionandole poi in modo opportuno.

## 2.2.6 Lavorazioni del terreno

Questa tecnica colturale ha segnato una stretta collaborazione fra ricerca, sviluppo tecnologico e tipologia di intervento. Ciò è dovuto sicuramente alla notevole diversificazione delle condizionamento-climatiche del territorio italiano, che sono notevolmente variabili, talvolta difficili e che hanno una notevole incidenza economica nella condizione del vigneto.



Fig. 6. Lavorazione del terreno con attrezzo interceppo a dischi verticali.

Per tale tecnica la stretta collaborazione fra ricerca e costruttori di macchine agricole ha fatto sì, inoltre, di introdurre nella conduzione dei vigneti macchine che consentono anche di esaltare la fertilità del terreno a vantaggio anche del prodotto

## 2.2.7 Difesa

Il rispetto dell'ambiente e la salvaguardia della salute dell'uomo sono, oggi, temi di grande attualità.

Nel campo dei trattamenti fitosanitari, parecchi sono i fattori che possono avere conseguenze sull'ambiente e sull'uomo. Com'è noto, infatti, i trattamenti con fitofarmaci spesso sono eseguiti dagli agricoltori senza rispettare quegli accorgimenti che, come è stato ampiamente accertato, contribuiscono a ridurre l'impatto sulle matrici ambientali (aria, terra, acque superficiali e sotterranee) e sulla salute dell'uomo.

La taratura e la regolazione delle macchine irroratrici sono fattori essenziali per eseguire una corretta pratica fitosanitaria nel rispetto dell'ambiente, della salute degli operatori e dei

consumatori, tenendo conto delle problematiche economiche connesse.

La scelta della tipologia di macchina da impiegare per la distribuzione di fitofarmaci è di fondamentale importanza ai fini dell'efficienza dell'operazione. Tra le diverse tipologie di macchine presenti oggi sul mercato a fare la differenza è sicuramente quella a moduli separati con disposizione degli organi di distribuzione in prossimità del bersaglio. Ciò consente di ottenere una distribuzione mirata del prodotto (fig.5), (Carrara M. et al., 2005, Catania P. et al., 2005, Pipitone F. et al., 2001, Vallone M. et al., 2003, Vallone M. et al., 2005) .

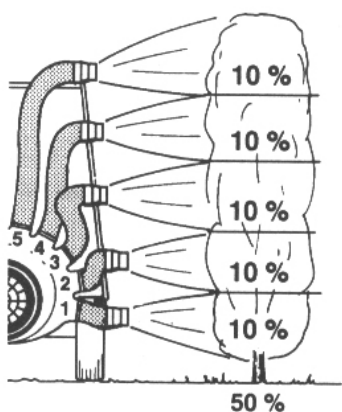


Fig. 7. Irroratrice a polverizzazione mista con moduli separati

### 2.2.8 Cimatura

Nell'ottica della meccanizzazione integrale del vigneto, la cimatura rappresenta una tecnica colturale di notevole importanza non solo per gli effetti vegeto-produttivi e fitosanitari che può arrecare alla vite, ma soprattutto perché può migliorare, a seconda dell'epoca in cui viene eseguita, l'efficienza di altre operazioni quali i trattamenti antiparassitari e la raccolta meccanica in particolare (Fregoni M., 1998).

Da un recente studio, in cui è stata analizzata la tecnica dell'operazione di cimatura qualche giorno prima della vendemmia meccanica, è emerso che l'efficienza della vendemmiatrice è migliorata in:

- a) perdite di prodotto inferiori di circa il 58% in vigneti con vegetazione libera e di circa il 27% in vigneti con vegetazione condizionata;
- b) produttività del lavoro della manodopera impiegata nel cantiere di raccolta, con un incremento di circa il 16%.
- c) impurità presenti nel prodotto raccolto costi-

tuite in prevalenza da lamine fogliari, con una riduzione di circa il 16%.



Fig. 8. Cimatrice in azione su vigneto.

Infine possiamo affermare che l'introduzione di questa macchina nelle aziende viticole è conveniente in quanto il costo di esercizio è modesto, perché tale operatrice comporta bassi costi fissi e bassi costi variabili; la macchina, inoltre, può essere utilizzata dal viticoltore in diversi periodi dell'anno per finalità differenti.

### 2.2.9 Vendemmia

Il periodo di vendemmia varia tra luglio e ottobre (nell'emisfero settentrionale), e dipende da molti fattori, anche se in maniera generica si identifica con il periodo in cui le uve hanno raggiunto il grado di maturazione desiderato. I metodi di raccolta delle uve sono due:

*Manuale:* viene utilizzata per la produzione di vini di elevata qualità e degli spumanti metodo classico, in quanto è necessario operare una scelta selettiva dei grappoli; ciò comporta un inevitabile aumento dei costi di produzione;

*Meccanico:* esistono agevolatrici, che velocizzano il lavoro manuale e vendemmiatrici, delle vere e proprie macchine dette vendemmiatrici: per appezzamenti inferiori ai 50 ha sono generalmente delle macchine trainate accoppiate ad un trattore, per vigneti di dimensioni maggiori sono macchine semoventi. La raccolta dell'uva avviene in due maniere: con scuotimento verticale nelle macchine di origine americana, che necessitano di un filare GDC (Geneva Double Curtain) e a scuotimento laterale per le macchine francesi. Il prodotto che

si stacca dalla pianta viene raccolto prima che tocchi terra, pulito da eventuali impurità e messo in una tramoggia che poi successivamente viene svuotata in rimorchi appositi. La vendemmia meccanica rappresenta alcuni vantaggi, infatti è più economica di quella manuale. Per produzioni che soddisfino qualitativamente la cantina, è necessaria un'eliminazione manuale di quei grappoli che presentano malattie o non sono maturi.

Tuttavia tale tecnica comporta un indice di ammostamento superiore rispetto alla raccolta manuale dovuto principalmente all'azione energetica degli scuotitori sui grappoli per permettere il distacco degli acini.

E' necessario evitare di raccogliere l'uva bagnata (da pioggia, rugiada o nebbia), in quanto

l'acqua potrebbe influire sulla qualità del mosto; inoltre vanno evitate le ore più calde della giornata, per impedire l'inizio di fermentazioni indesiderate; i grappoli andranno riposti in contenitori non troppo capienti, per evitare lo schiacciamento degli stessi; infine l'uva dovrà essere trasportata (conferita) nei locali in cui sarà effettuata la vinificazione nel più breve tempo possibile, per evitare fermentazioni o macerazioni indesiderate.

	<b>UNA TANTUM</b>	<b>PERIODICHE</b>
<b>AUTOMATIZZABILI</b>	piantare vigne (1 volta ogni 20 anni) piantare pali (1 volta ogni 20 anni)	irrigare (3 volte/anno) irrorare (10-15 volte/anno) estirpare (3 volte/anno) sfogliare (2 volte/anno) spollonatura (1 volta/anno) vendemmiare (1 volta/anno)
<b>NON AUTOMATIZZABILI</b>	cura neopiantagione (1 volta ogni 20 anni) disporre fili metallici (1 volta ogni 20 anni)	potatura invernale (1 volta/anno)

<b>MENSILITA'</b>	<b>ATTIVITA'</b>
GENNAIO	POTATURA
FEBBRAIO	FINE POTATURA
MARZO	RACCOLTA SARMENTI E SMALTIMENTO
APRILE	SCALZATURA / ESTIRPAZIONE
MAGGIO	INIZIO TRATTAMENTI FITOSANITARI + SPOLLONATURA
GIUGNO	CIMATURA
LUGLIO	DEFOGLIAZIONE + IRRIGAZIONE + FERTIRRAGZIONE
AGOSTO	IRRIGAZIONE + CIMATURA VERDE + FINE TRATTAMENTI FITOSANITARI
SETTEMBRE	RACCOLTA UVA APPASSIMENTO
OTTOMBRE	RACCOLTA UVA SFUSA + TRASPORTO UVA
NOVEMBRE	CONCIMAZIONE
DICEMBRE	INIZIO POTATURA

### 2.3 NAVIGAZIONE NEI FILARI

A differenza della navigazione in campo aperto, dove non ci sono riferimenti e il trattorista per effettuare le operazioni evitando di passare per più volte nello stesso tratto deve basarsi sulla sua buona vista o sull'aiuto di un gps, per esempio per seminare il mais o per raccoglierlo o per arare; la navigazione in un frutteto disposto in filari lineari come è il campo di vigne si basa sul condurre il trattore centralmente tra le due file nel caso in cui l'operazione da effettuare avviene su entrambe, oppure spostata verso un filare nel caso in cui l'operazione è dedicata ad un solo filare.

La navigazione è differente se il veicolo cavalca il filare come può avvenire con la vendemmiatrice o con i bracci cavalcanti di speciali atomizzatori o potatrici. La differenza è che ogni filare avendo due lati di vegetazione, il lato verso est e quello verso ovest, con le macchine che cavalcano il filare, l'operazione viene fatta su entrambi i lati e così a fine appezzamento si è certi di quanti filari si sono completati.

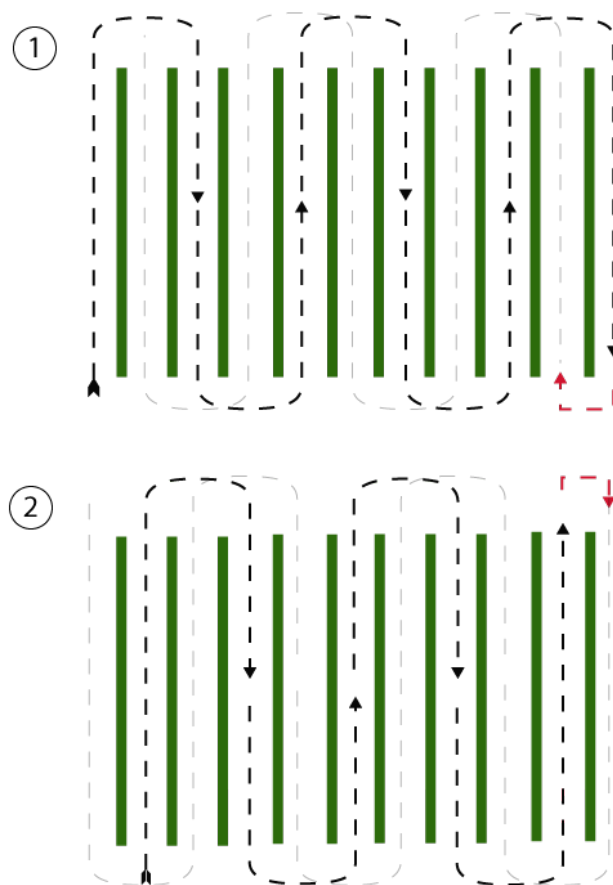
Mentre invece con macchine tradizionali è necessario accertarsi di aver completato entrambi i lati.

Altro concetto fondamentale è la manovra, lo spazio necessario per eseguirla e la sua difficoltà intrinseca (retromarcia) quando si ha un rimorchio, può richiedere anche molto tempo. Se si conduce un rimorchio la manovra consiste nel uscire da filare entrare dopo due filari in modo tale da non fare retromarcia per entrare correttamente (fig. 1 e 2). Quando ciò avviene con una macchina non cavalcante bisogna ricordarsi quali filari si sono lasciati indietro, cosa che è molto semplice se la macchina lavora su entrambi i lati in quanto i

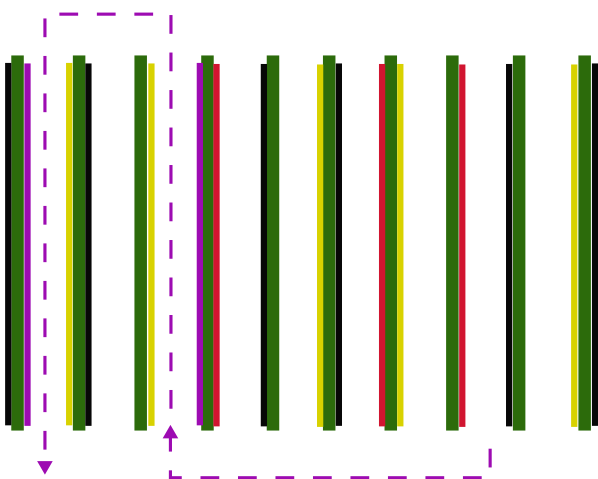
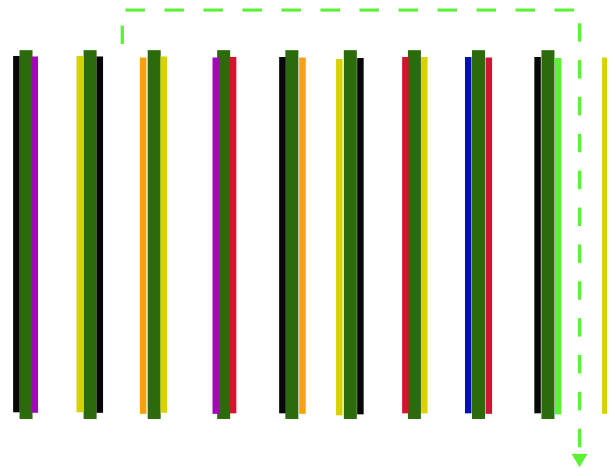
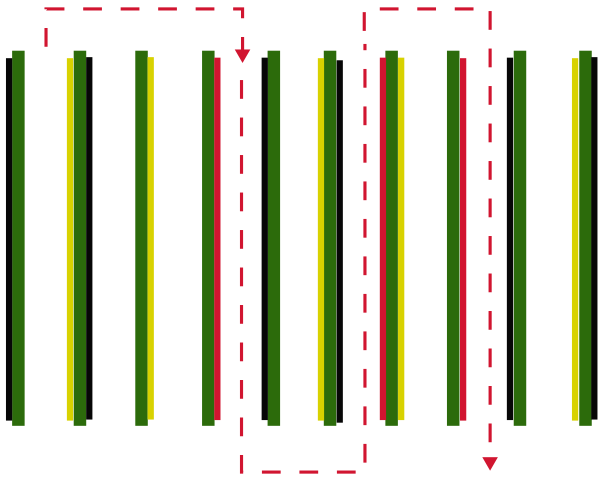
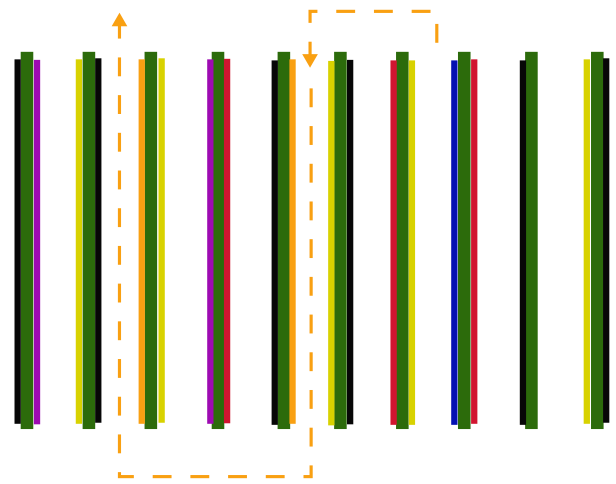
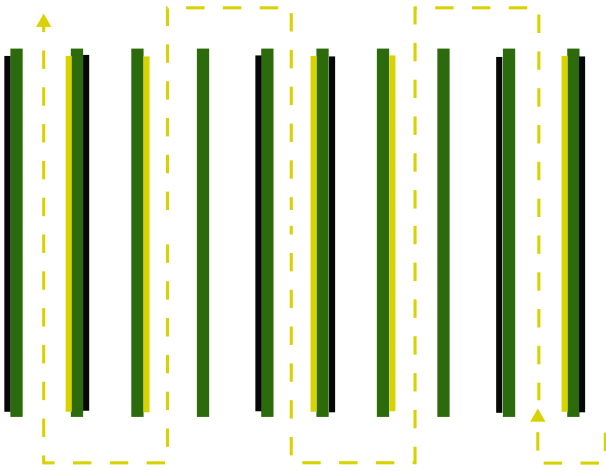
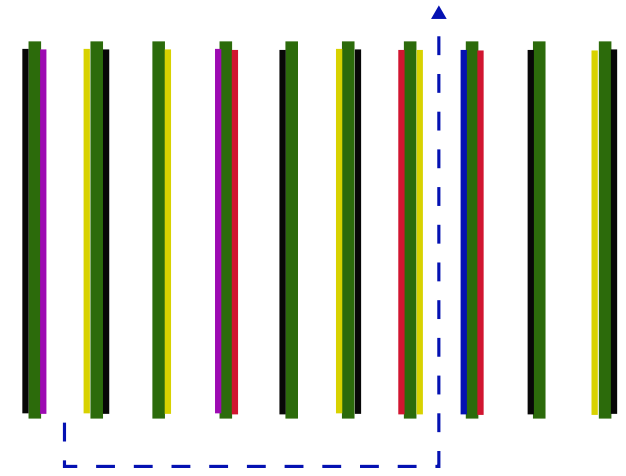
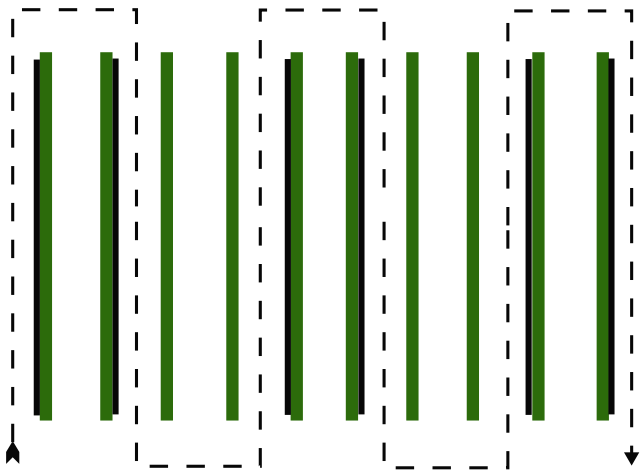
rimanenti filari sono uno ogni due, ma se la macchina lavora solo su un lato ( caso 1) l'attività diventa davvero difficile sia in termini di manovre sia in termini di rendersi conto dove non si ancora passati.

Nel caso della gestione della chioma è lampante individuare le file trattate in quanto lo si deduce subito dal volume della chioma, tutto ciò però non è così intuitivo quando si applicano prodotti fitosanitari che vengono velocemente assorbiti dalle foglie e lasciano poca traccia.

*Caso 1: macchinario funziona su entrambi i lati*



*Caso 2: macchinario funziona su un unico lato*



## 2.3 CRITICITA' ATTIVITA'

### *Tempi morti / Frequenza d'uso*

Uno dei fattori che caratterizza maggiormente i lavori in campagna ed in particolar modo in viticoltura sono i cosiddetti tempi morti o per meglio dire, quel tempo tra un'attività ad un'altra in cui la pianta non necessita di alcun intervento poichè essa ha bisogno di crescere e proseguire il suo ciclo vitale.

Ecco spiegato il perchè i lavoratori in campagna sono spesso pensionati o stranieri con un basso tenore di vita, in quanto queste tipologie di persone non avendo un lavoro stabile affidano il loro sostentamento a lavori occasionali o stagionali.

I tempi morti oltre a non dare la sicurezza di un lavoro stabile ai lavoratori, crea delle difficoltà anche riguardo i tempi di ammortamento del macchinario acquistato per una specifica operazione, infatti potrebbe succedere che questo venga utilizzato solo una settimana all'anno, come avviene con la potatrice così che solo dopo alcuni anni si avvertono i vantaggi economici rispetto all'uso di manodopera.

Per questo motivo, affinché i costi siano sostenibili, si ricorre a varie formule: per le più semplici delle macchine si ricorre al fabbro o artigiano che a prezzo molto minore copia una macchina esistente sul mercato, in altri casi si compra un macchinario usato ad un prezzo per lo meno dimezzato, altra possibilità è chiederlo in affitto solo per il tempo necessario, oppure si ricorre ad un contoterzista che fa pagare la commissione, ultimo dei casi è comprarlo in prospettiva poi di avere ulteriori ricavi da eventuali noleggi a terzi.

Nessuno di questi problemi si pone se la grandezza dell'appezzamento è talmente elevata (maggiore di 30 ettari) da ripagare il costo macchina in pochi anni a fronte di una diminuzione della manodopera necessaria.

### *Attrezzamento*

Tutte le macchine operatrici sono nate come ferme o semoventi cioè completamente dipendenti dal trattore. Facendo un esempio, ciò significa che l'aratro non è mai stato dotato di una propria fonte motrice ma funziona solo se trainato un tempo da buoi ed oggi dal trattore. Questo avviene anche per molte altre macchine semoventi per cui non è mai stato necessario creare veicoli apposti ad eccezione di alcuni casi come per esempio la motozappa, che è usata solo per piccole operazioni e l'utilizzo richiede uno sforzo fisico per la conduzione della stessa.

Lo stesso è avvenuto per la maggior parte delle macchine semoventi cioè quelle dotate di una forma di movimento che viene alimentata dalla forza motrice del trattore.

Ogni azienda agricola possiede un trattore e un parco macchine piccolo o grande che sia. L'attrezzamento di queste macchine al trattore non è così immediato perché sono molto pesanti e spesso non progettate per essere montate da un'unica persona ma necessitano la collaborazione di due persone di cui una delle quali deve essere disturbata dalle sue mansioni solo per eseguire una operazione di pochi minuti. Succede anche che il piccolo contadino che lavora il campo da solo è costretto a chiedere un piacere ad un conoscente o con molta difficoltà ed espedienti spesso rischiosi riesce ad agganciare la macchina da solo. Può infatti succedere che l'attrezzatura è stata comprata usata o è molto datata e si sono persi i dispositivi che aiutavano il sollevamento come gambe con rotelle e mulinelli.

Altro imprevisto è quando ce la necessita di eseguire un'operazione imprevista o extemporanea mentre si sta usando una lavorazione; è il caso di quando durante un'operazione di gestione chioma (potatura) si ha la necessità di trasportare da un punto all'altro del campo un rimorchio abbandonato nel filare che impedisce il transito. In questo caso succede spesso che essendo la macchina operatrice attaccata posteriormente non è possibile agganciare il rimorchio e in caso lo fosse l'operazione è difficoltosa, altra possibilità è di agganciarlo frontalmente ma la manovrabilità sarà molto difficile.

Fare una lavorazione in minor tempo non sempre equivale ad una efficienza economica in quanto come dimostrato dai prof. Eugenio Pomarici, Letizia Rocco su: "informatore agrario" a fronte di una spesa per un macchinario economico di alcune migliaia di euro per arrivare al pareggio di bilancio ci vogliono dai 4 agli 8 ettari, superando questi ettari si inizia a guadagnare rispetto all'impiego di manodopera. Ma il fatto è che per arrivare al punto di pareggio e guadagnare da una meccanizzazione più costosa sono necessari 30 ettari. Dato che la media nazionale delle aziende agricole è di 8 ettari e che ben il 30% hanno meno di un ettaro è facile dedurre che in Italia attualmente il mercato di una massiccia meccanizzazione è piccolo e che chi investe in questi macchinari è spesso un contoterzista che lavorando per tante medie-piccole aziende riesce ad ricavarne dei vantaggi, infatti facendo un rapido calcolo è necessario prestare servizio per 5 aziende di 8 ettari per arrivare al punto di pareggio. Altro punto rilevante è la qualità della lavorazione ovvero un'operazione condotta manualmente è più onerosa come costo ma ha un rendimento maggiore in termini di qualità del prodotto. Questo vale solo per alcune lavorazioni come per esempio la vendemmia di uva da appassimento, che è valutata maggiormente e che richiede una attenta selezione o la potatura dalla cui qualità dipenderà la produttività dell'uva dell'anno seguente.

## **2.4 I SERVIZI PIÙ RICHIESTI**

Le operazioni più richieste alle società di servizio sono quelle più concentrate nel tempo e che necessitano di maggiore impiego di manodopera occasionale.

### *Impianti chiavi in mano*

L'allestimento di una nuova struttura è senza dubbio la condizione più classica pur considerando che la forte semplificazione delle strutture permette oggi alle aziende di realizzare autonomamente e con poco personale la quasi totalità delle operazioni ad esclusione di quelle specifiche. Restano esclusi i rilievi ed i picchettamenti topografici, l'interramento dei pali ed eventualmente il trapianto meccanico delle barbatelle che richiedono una professionalità particolare od attrezzature specifiche. Tutte le altre operazioni colturali, che non richiedono una tempistica immediata, possono essere svolte da personale aziendale anche se si sta diffondendo come servizio, quello della consegna del vigneto al terzo anno di impianto, anno in cui inizia a produrre uva di qualità. In questo caso la società che si cura della realizzazione del nuovo vigneto si fa anche carico della gestione della fase di allevamento che necessita di molta manodopera ed una buona tempistica per la cura delle giovani piantine, le legature e la formazione dello scheletro della pianta. Periodi di affidamento della gestione dei nuovi vigneti per periodi più lunghi di 3 anni rientrano spesso in tipologie di affitto del terreno che meriterebbero discorsi a parte.

### *Potatura secca*

Anche il servizio di potatura secca è fra le operazioni colturali più richieste alle società di servizio in questo caso soprattutto dalle grandi aziende che necessiterebbero di molto personale per un periodo tutto sommato piuttosto breve. In questo caso nel servizio può rientrare a pieno titolo il servizio di prepotatura meccanica.

### *Vendemmie complesse*

È senza dubbio uno dei servizi da sempre offerti alle aziende che resta di grande interesse economico soprattutto per le piccole ma anche per le grandi aziende. Forme di acquisto asso-

ciato di vendemmiatrici, ricercato allo scopo di contenere l'incidenza dei costi di ammortamento, sono nella maggioranza dei casi sfociate in forme di contoterzismo occasionale che poi ha reso necessaria anche l'organizzazione dei trasporti dell'uva, a conferma che si tratta di un servizio piuttosto complesso. Nella valutazione dei costi in effetti occorre prestare particolare attenzione all'incidenza dei carburanti, delle ore complessive di manodopera per la pulizia e la gestione della macchina e del costo delle manutenzioni e dei materiali di consumo.

### *Operazioni aziendali*

Restano in genere a carico dell'azienda tutte le operazioni colturali realizzabili con attrezzature comuni e poco costose come la gestione del suolo, trinciatura dei sarmenti e del tappeto verde, diserbo e fertilizzazione. Anche la cimatura è una pratica che ormai ogni singola azienda tende a svolgere in completa autonomia sia di tempistica, frequenza, che di incisività, entità della cimatura.

Un discorso particolare meritano i trattamenti fitosanitari che sono molto appetiti alle società di servizio, che peraltro si propongono alle grandi aziende con attrezzature multifila scavalcanti inserite sul telaio della vendemmiatrice, ma che stentano a decollare. I trattamenti in effetti sono i meno frequentemente demandati ad altri perché richiedono una frequenza ed una tempestività particolare che peraltro deve potersi adeguare all'evolversi delle condizioni meteorologiche e permettere di variare la strategia anche all'ultimomomento.

Per le aziende di grandi dimensioni l'elasticità di queste scelte è un fattore determinante che al tempo stesso diventa un vincolo fortemente impegnativo per le società di servizio. Immaginiamo per esempio il caso in cui un terzista destini una macchina a due grandi aziende impegnandola per due intere giornate di lavoro a settimana per ogni azienda. È evidente che una soluzione di questo tipo diventa sostenibile solo se le scelte tecniche delle due aziende non arriveranno mai ad originare una contemporaneità degli interventi. Condizione, questa che potrebbe essere garantita solo dal fatto che anche le scelte tecniche di difesa vengano effettuate da chi realizza i trattamenti innescando però un parallelo ragionamento sull'economicità e la razionalità delle strategie

che si andranno ad individuare ed al rischio che possano essere prese con l'intento principale di soddisfare l'organizzazione delle macchine prima di quelle tecnico agronomiche.







# 3 | UTENZA



### 3.1 TIPOLOGIA UTENTE

#### 3.1.1 Tipologie occupazionali

Spesso le aziende agricole sono a conduzione familiare e secondo la media italiana, ogni azienda lavora 4 ettari di vigneto. Questa estensione non essendo di grosse dimensioni permette di essere lavorata e gestita da un paio di persone ( di solito familiari) durante la maggior parte dell'anno e necessita di un aumento di personale durante la potatura e la vendemmia. Ogni azienda possiede un varietà di macchinari in grado compiere le operazioni più tipiche come il movimento terra, taglio erba, ecc che consentendo ai viticoltori evitare i lavori di fatica che ormai non si fanno più da tempo. Ma sebbene tutti possiedano alcuni macchinari basilari come quelli appena elencati, il cui prezzo è desisamente abbordabile, invece il possesso di macchinari un po più recenti e leggermente più evoluti come la sfogliatrice, vendemmiatrice è ancora poco diffuso a causa degli alti costi e della a volte troppo alta complessità di utilizzo e forse maggior manutenzione che il contadino medio non ha. L'acquisto di queste macchine, permetterebbe ai piccoli imprenditori vitivinicoli di dedicarsi maggiormente alle attività in cui è fondamentale l'attenzione umana. Lasciando alle macchine tutti i lavori lunghi e ripetitivi in cui il lavoro manuale non risulterebbe un valore aggiunto.

Per via della particolare regolamentazione di questo settore, le forme e le modalità occupazionali in agricoltura risultano piuttosto complesse e non prive di importanti peculiarità rispetto ad altri ambiti occupazionali. La natura discontinua e la forte stagionalità delle attività agricole impongono innanzitutto l'adozione di specifici modelli organizzativi del lavoro. I bassi livelli di redditività tradizionalmente associati a questo settore necessitano di essere compensati con una riduzione del carico fiscale per l'azienda ed una razionalizzazione estrema anche del costo del lavoro e degli oneri ad esso collegati. Ad incidere è inoltre anche la marcata parcellizzazione aziendale che tradizionalmente contraddistingue questo settore e comporta un'estremizzazione della presenza di attività svolte in forma autonoma, la diffusione di posizioni lavorative collaterali, ma anche di attività svolte in modo del tutto informale.

Nel complesso l'insieme della forza lavoro impiegata dal settore agricolo si contraddistingue sopra tutto per una sovrapposizione di posizioni giuridiche, soprattutto in relazione al lavoro autonomo e all'attività imprenditoriale, che invece trovano una loro precisa configurazione in relazione alle modalità di svolgimento dell'attività prestata. In molti casi la posizione ricoperta può non essere esclusiva, l'occupazione può essere saltuaria, l'attività svolta in modo non strutturato, ma ammessa. Vediamo dunque di ricostruire sinteticamente le principali forme occupazionali che si possono incontrare nel settore agricolo, cercando – seppur con molte semplificazioni – di collocare le stesse sulla base della natura del rapporto di lavoro (tav. 1). Tale schematizzazione consentirà di comprendere ed interpretare al meglio il mercato del lavoro in agricoltura, così come esso traspare dalle principali fonti informative a disposizione.

Sulla base della tipologia occupazionale, nel settore agricolo si configurano come lavoratori agricoli autonomi:

- gli imprenditori agricoli professionali (IAP): sono considerati tali coloro che, in possesso di conoscenze e competenze professionali, dedicano all'attività agricola di impresa, direttamente o in qualità di socio, almeno il 50% del proprio tempo di lavoro complessivo e ricavano dalle attività medesime almeno il 50% del proprio reddito globale da lavoro. Fermi determinati requisiti, è riconosciuta la qualifica di IAP anche alle forme societarie (società agricole) ed alle cooperative;
- i coltivatori diretti (CD): ovvero i piccoli imprenditori agricoli che si dedicano direttamente ed abitualmente alla coltivazione dei fondi, in qualità di proprietari, affittuari, usufruttuari, enfiteuti e/o all'allevamento e attività connesse. La nozione di coltivatore diretto fa riferimento al rapporto tra il lavoro impiegato da una persona e dai suoi familiari (parenti ed affini fino al 4° grado) per la coltivazione di un fondo. Il fabbisogno lavorativo necessario per la gestione dell'azienda non deve essere tuttavia inferiore a 104 giornate annue ed il nucleo del coltivatore diretto deve far fronte autonomamente ad almeno un terzo del fabbisogno lavorativo annuo occorrente per la gestione dell'azienda. La qualifica di coltivatore diretto (o familiare del coltivatore che presta attività nell'azienda)

non comporta necessariamente un impegno esclusivo nell'attività agricola, pertanto ne consegue la possibilità di svolgere contemporaneamente anche altre attività lavorative dipendenti o indipendenti;

- i piccoli coltivatori diretti: sono definiti tali i coltivatori diretti proprietari di terreni che necessitano di meno di 104 giornate di lavoro annue e pertanto esclusi dalla qualifica di Coltivatore Diretto;

- i coloni o mezzadri: concessionari di fondi che si dedicano abitualmente e direttamente alle colture o allevamento del bestiame.

Sempre nell'ambito del lavoro indipendente costituisce inoltre una particolare forma di prestazione

di lavoro autonomo:

- lo scambio di mano d'opera tra piccoli imprenditori agricoli: del tutto particolare e limitato al solo settore agricolo è lo scambio di mano d'opera tra piccoli imprenditori agricoli secondo gli usi. Lo scambio di manodopera non costituisce mai un rapporto di lavoro subordinato bensì un rapporto contrattuale in forza del quale una parte fornisce lavoro/mezzi creando un diritto alla restituzione di tale prestazione anche in tempi e modalità diverse.

Nell'ambito del lavoro dipendente si qualificano invece come lavoratori agricoli subordinati coloro che svolgono la propria attività alle dipendenze dei datori di lavoro agricoli in cambio di una retribuzione proporzionata alla quantità ed alla tipologia di lavoro prestato. Il rapporto di lavoro nel settore agricolo è soggetto ad una regolamentazione speciale, soprattutto con riguardo alla tutela previdenziale ed assistenziale. La disciplina del rapporto è

contenuta essenzialmente nei contratti collettivi previsti sia sulla base delle attività svolte (es. allevamento, contoterzismo, cooperative agricole, ecc.) sia sulla base delle diverse qualifiche (dirigenti, impiegati, operai). Da questo punto di vista, pur seguendo la stessa classificazione prevista per la totalità dei lavoratori subordinati, la disciplina del lavoro dipendente presenta numerose specificità per la categoria degli operai (quelli maggiormente soggetti alla natura stagionale e discontinua dell'attività svolta). Tra questi, inoltre, soprattutto con riferimento alle prestazioni previdenziali ed assistenziali, assume una particolare rilevanza la distinzione tra operai a tempo indeterminato (Oti) ed operai a tempo determinato (Otd). Trovano inoltre applicazione, come per gli altri settori anche se in alcuni casi con particolari specificità, le disposizioni normative relative alle altre forme contrattuali: lavoro a tempo parziale, lavoro intermittente, somministrazione di lavoro, contratto di inserimento ed apprendistato. Al pari di altri settori, anche in agricoltura trovano inoltre applicazione alcune forme occupazionali non classificabili né tra il lavoro dipendente né tra il lavoro autonomo. Tra queste:

- le collaborazioni a progetto: prestazioni lavorative di natura autonoma, erogate a favore di un soggetto senza il vincolo di subordinazione. Tali prestazioni non sono tuttavia ammesse per i prestatori di manodopera (braccianti, operai, ecc.) in agricoltura;

- il lavoro occasionale accessorio: prestazioni lavorative svolte in maniera discontinua ed aventi carattere occasionale rese da soggetti in possesso di determinati requisiti per lo svolgi-

**Tav. 2.1 – Prospetto riepilogativo delle tipologie occupazionali nel settore agricolo**

Lavoro indipendente		Lavoro dipendente		Altre forme di lavoro
Per tipologia	Per forma di conduzione	Per tipologia	Per contratto	
- Imprenditore agricolo professionale (IAP): sono compresi i soci di soc. di persone e coop.	- Conduzione diretta del coltivatore: • con solo manodopera familiare;	- Dirigenti	- Tempo indeterminato	- Collaboratori occasionali del coltivatore diretto (parenti ed affini) - Lavoro occasionale accessorio - Collaborazioni a progetto (escl. manodopera) - Tirocini formativi e di orientamento - Scambio di mano d'opera tra piccoli imprenditori agricoli
- Coltivatore diretto (persona singola o nucleo familiare) (CD)	• con manodopera familiare prevalente;	- Quadri	- Tempo determinato	
- Piccolo coltivatore diretto	• con manodopera extrafamiliare prevalente.	- Impiegati	- Apprendistato	
- Coloni e mezzadri (persona singola o nucleo familiare)	- Conduzione con salariati	- Operai	- Contratto di inserimento	
	- Altre forme di conduzione		- Lavoro intermittente	
			- Lavoro somministrato	
			- Lavoro a tempo parziale	

Fonte: elab. Veneto Lavoro

mento di attività definite (e retribuite in modo forfettario attraverso appositi voucher);  
- i tirocini formativi e di orientamento.  
Nel settore agricolo sono, infine, possibili prestazioni lavorative sporadiche e non ricorrenti da parte di collaboratori occasionali del coltivatore diretto: si tratta di prestazioni effettuate da parte di parenti ed affini fino al 3° grado del coltivatore stesso e rese a titolo di aiuto, mutuo aiuto, obbligazione morale, senza alcuna corresponsione di compensi. Tali prestazioni non integrano né un rapporto di lavoro autonomo né un rapporto di lavoro subordinato.

### 3.1.2 Tipologia lavoratori

*Conduttore*, chi gestisce l'attività dell'azienda, le scelte e le responsabilità.

*Familiari del conduttore*, figli e parenti che collaborano col conduttore o occasionalmente o in maniera continuativa. Nella maggioranza dei casi essi non vengono retribuiti in quanto il bilancio dell'azienda corrisponde con il bilancio familiare così sono motivati a fare un lavoro di qualità

*Anziano*, solitamente una persona pensionata che da giovane abbia lavorato in campagna e quindi conosce il mestiere e ne abbia una buona esperienza. In tal modo non c'è bisogno di dedicare del tempo ad insegnare un lavoro ma al contrario è totalmente autonomo e spesso da consigli al conduttore su come eseguire alcune lavorazioni e in che tempi. Di solito è una persona conosciuta in paese per la sua conoscenza del lavoro e viene contattata dal capoazienda. Il costo orario va dai 10 ai 15 euro l'ora.

*Lavoratore straniero*, nella maggior parte dei casi è una persona che viene in Italia con un piano ben preciso: stare per qualche anno lavorando molto e guadagnando il più possibile per poi tornare nel proprio paese con un piccolo capitale per migliorare le condizioni della propria famiglia e magari investire in un'attività in proprio. Solitamente lavora per conterzisti non interessati a fidelizzare il lavoratore e vengono pagati molto meno di quanto gli spetta. In questo modo è evidente che raramente il lavoratore si appassiona al lavoro e lo svolge meccanicamente senza molta cura per la qualità e per il prodotto finale.

*Lavoratori stagionali*, sono studenti o casalinghe che durante il periodo estivo hanno abbondanza di tempo libero ma anche necessità di avere una entrata di denaro per permettere spese extra che possono essere vacanze o sfizi personali. Questi lavoratori chiedono spontaneamente di essere assunti per occupare il tempo libero. Non ha senso insegnare il mestiere perchè sono persone di passaggio e fanno lavori di normale manovalanza.

### 3.1.3 *Tipologia compratore*

#### *Business to Business*

Il compratore che fa business ha una disponibilità di acquisto variabile che dipende da quanti ettari lavora. In base alle ore di lavoro manuale impiegate per quegli ettari in rapporto con le ore necessarie al macchinario per fare la stessa operazione si può ricavare in quanto tempo si riesce ad ammortizzare il macchinario. L'imprenditore è una figura interessante per l'azienda venditrice di macchinari perchè avendo del personale che lavora stabilmente sulle macchine, i loro commenti su difetti e desideri di possibili cambiamenti, sono da prendere in seria considerazione da parte dell'azienda. Questo cliente è interessato ad avere un'eventuale assistenza in caso di guasti e rotture essendoci un'alta possibilità che ciò avvenga dato l'elevato numero di ore di utilizzo intensivo.

Se il macchinario è complesso c'è l'interesse ad avere dei corsi di formazioni riguardanti l'efficienza d'uso della macchina.

Solitamente acquista un macchinario nuovo ed una volta che la macchina ridurrà l'efficienza, vorrà venderla o cambiarla a favore di un'altra più recente e più performante.

Il nuovo non spaventa se consente notevoli vantaggi in termini di efficienza, qualità della lavorazione, sicurezza.

Il suo potere di acquisto può arrivare ai 100 mila euro.

#### *Business to Client*

Il cliente privato ha ben chiara la sua disponibilità economica, data da anni di risparmio durante i quali ha sempre desiderato o pensato di acquistare tale macchinario. Se non dispone della somma totale per l'acquisto, cerca di evitare di ricorrere a finanziamenti bancari ma si affida a familiari o conoscenti tra i quali c'è una fiducia reciproca.

Questo tipo di cliente non rischia i suoi risparmi in novità tecnologiche ma si focalizza su un prodotto sicuro, o perchè già provato o perchè molto conosciuto nel settore e con buoni feedback.

Cerca una macchina tendenzialmente usata in modo da abbassare i costi e che sia di facile utilizzo, del tipo plug and play, una macchina solida che non sia necessario tenere con cura e che non sia frustrante la gestione. Deve essere

sicuro al massimo sulle potenzialità e sul risultato finale.

Compra il macchinario perchè valuta sia conveniente fare una spesa che gli consente di eseguire da solo la lavorazione senza ricorrere a personale esterno.

Il suo potere di acquisto è basso, all'incirca 5 mila euro

### 3.2 ISTAT: EVOLUZIONE AGRICOLTORE

Dai dati provvisori dell'ultimo censimento ISTAT conclusosi nel 2010 sono emersi alcune considerazioni importanti su alcuni aspetti del settore agricolo attuale in confronto a com'era 10 anni fa

#### *In crescita il ricorso alla manodopera extra familiare*

Sebbene si confermi l'importanza del conduttore nell'attività agricola della propria azienda (tale figura rappresenta il 42,6% delle persone costituenti manodopera aziendale), il carico di lavoro aziendale si sta spostando dalla manodopera familiare ai lavoratori dipendenti in forma continuativa o saltuaria ("altra manodopera aziendale"). Quest'ultima passa dal 18,6% della forza lavoro complessiva al 21,6%, mentre quella familiare si riduce dall'81,4% al 78,4%.

#### *Cresce la "quota rosa"*

La diminuzione delle aziende a conduzione femminile tra i due censimenti è minore rispetto al calo di quelle a conduzione maschile (-29,6% contro -38,6%). La quota di aziende condotte da donne passa così dal 30,4% al 33,3%. Aumenta, anche se di poco (dal 20,9% al 21,9% del totale), il peso dei conduttori di genere femminile in termini di giornate lavorate. Il carico di lavoro delle donne conduttrici rimane tuttavia contenuto nelle 58 giornate standard lavorate mediamente nell'annata agraria 2009-2010, rispetto alle 104 prestate dai conduttori di genere maschile.

#### *Sale la percentuale di giovani capoazienda*

Nonostante il calo complessivo delle aziende agricole, si rafforza la quota di capoazienda con meno di 30 anni (2,5% nel 2010, contro 2,1% nel 2000); la stessa tendenza si riscontra per i capoazienda con meno di 45 anni (18,6% nel 2010, contro 18,2% nel 2000). Inoltre, guardando all'intera distribuzione per età, nel 2010 la classe 55-59 anni rappresenta la classe mediana (quella che divide la popolazione in due parti uguali), a testimonianza di una quota maggiore di giovani a capo delle aziende agricole (nel 2000 la classe mediana era quella 60-64 anni).

#### *Aumenta il grado di istruzione dei capoazienda*

Il Censimento del 2010 evidenzia un innalzamento del livello di istruzione dei capoazienda rispetto al 2000, come sintesi della riduzione di chi non possiede alcun titolo di studio o ha soltanto la licenza elementare, e dell'aumento del peso dei titoli di studio più elevati. Nel 2010 oltre il 60% dei capoazienda possiede almeno la licenza di scuola media inferiore (nel 2000 erano poco più del 40%), mentre circa il 5% di loro ha una specializzazione in ambito agrario (erano meno del 3% nel 2000).



### 3.3 CRITICITA' CULTURALI UTENTE

L'agricoltore medio è una persona molto legata al concetto di solidità e affidabilità, concetti che nascono e si radicano nei valori quali la terra, la proprietà, la solidità della pianta, la certezza di un ciclo di crescita ben scandito nel tempo e che corrisponde con le stagioni.

Tutto questo si traduce in esigenze di macchine e attrezzi di un certo tipo.

Possono essere descritti con i seguenti aggettivi: solidi, grandi, sicuri, resistenti; ma tutto ciò spesso si traduce nella versione negativa di pesanti, ingombranti, non disassemblabili, grezzi. Uno di questi aspetti emerge nell'vedere in maniera ostica i mezzi ad alimentazione elettrica oppure mezzi non storicamente usati come possono essere i quod.

Ma oggi qualcosa sta cambiando in quanto il mondo dell'automobile si sta lentamente aprendo al mondo elettrico portando anche miglioramenti importanti nelle motorizzazioni di questo tipo e come in tutti gli aspetti del mercato il mondo dell'automobile sta influenzando la mentalità e i gusti della gente.

Per quanto riguarda la riduzione in volume dei macchinari usati, un primo cambiamento lo si nota nei vigneti, nei quali si vedono sempre più trattori per frutteto molto stretti e piccoli che irrora i prodotti fitosanitari in botti in cui il prodotto è stato concentrato per poter usare meno acqua e di conseguenza usando una botte più piccola.

Ma la criticità più grande è l'assenza di pilota che in agricoltura non è mai stata introdotta in modo decisivo. Sebbene un passo sia stato fatto in questa direzione, in quanto è da molti anni che società forniscono servizi di guida automatica post market, tramite sensori ultrasuoni e gps, non si è però mai abbandonata la presenza del guidatore a bordo che con questi sistemi spesso non deve far altro che controllare la sterzata a fine filare, assicurare l'intervento tempestivo in caso di imprevisto, pericolo o manovra eccezionale.

Un caso di guida senza autista presente sul mercato sebbene il mezzo sia convenzionale, cioè con cabina, sono le metritrebbie e trattori senza pilota in grado di seguire un trattore con pilota.

Altro caso è un piccolo cingolato trasporta cassoni commercializzato dalla windegger.



# 4 | ESIGENZA



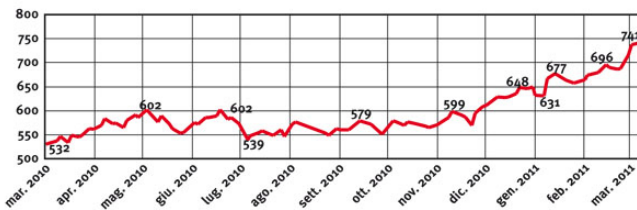
## 4.1 RIDUZIONE COSTO CARBURANTE

### Aumento costo gasolio

Agricoltura 24, un'appendice del Sole24 analizza con chiarezza il caso del calo gasolio ed emerge che gli aumenti del combustibile minano la ripresa ed erodono la redditività colturale.

Il prezzo del barile è da tempo stabilmente sopra i 100 dollari e la crescita del gasolio non sembra arrestarsi. L'impennata iniziata nell'autunno 2010 deve ancora concludersi. Dai 55 centesimi al litro di fine settembre fino ad oggi gennaio 2012 a 1 euro/litro di gasolio agricolo (fig1). Nell'ultimo anno quindi la crescita è stata circa del 100 %

ANDAMENTO PREZZO GASOLIO AGRICOLA (€/1.000 LITRI)\*



\* Franco raffineria al netto di iva, al quale va aggiunto il costo per il trasporto primario e il ricarico applicato dal rivenditore.

INCIDENZA DELL'AUMENTO DEL GASOLIO SU ALCUNE LAVORAZIONI						
	2010	2011	AUMENTO			
<b>Costo gasolio agricolo (iva esclusa)</b>	<b>0,59241</b>	<b>0,80997</b>	<b>36,72%</b>			
LAVORAZIONI	CONSUMO (L/HA)	COSTO (€/ha)	COSTO (€/HA)	AUMENTO (€/HA)	LISTINO CT* (€/HA)	AUMENTO (%)
Aratura a media profondità	60	35,54	48,60	13,05	160	8,16
Concimazione	5	2,96	4,05	1,09	40	2,72
Diserbo e trattamenti (arboree)	12	7,11	9,72	2,61	45	5,80
Diserbo e trattamenti (erbacee)	6	3,55	4,86	1,31	35	3,73
Erpice rotante/fresatura	35	20,73	28,35	7,61	95	8,02
Mietitrebbiatura cereali	40	23,70	32,40	8,70	150	5,80
Pressatura con big baler	20	11,85	16,20	4,35	110	3,96
Raccolta barbabietole	68	40,28	55,08	14,79	310	4,77
Ripuntatura	50	29,62	40,50	10,88	135	8,06
Semina con minima lavorazione	40	23,70	32,40	8,70	130	6,69
Semina di precisione	10	5,92	8,10	2,18	70	3,11
Spandimento letame	40	23,70	32,40	8,70	150	5,80
Trinciatura mais	120	71,09	97,20	26,11	330	7,91
Vendemmiaatrice semovente	120	71,09	97,20	26,11	700	3,73

Prezzi rilevati dal 1° al 10 marzo - Fonte: Unima.

\*Esemplio relativo a tariffe medie applicate da contoterzisti in provincia di Bologna

E' chiaro che questi aumenti non possono incidere sulla redditività delle colture e degli allevamenti. Basti pensare che per un ettaro di frumento coltivato con le tecniche tradizionali, il consumo di gasolio è dell'ordine dei 200 litri ad ettaro. Questo significa che, rispetto al 2010, il maggior costo raggiunge gli 80 euro ad ettaro di grano. Per il mais irriguo, l'aggravio è ancora maggiore in quanto il consumo di combustibile è più che doppio rispetto a quello del frumento.

Naturalmente anche i contoterzisti dovranno rivedere in aumento le tariffe praticate. L'operazione di mietitrebbiatura del frumento, ad esempio, comporta un consumo di gasolio

dell'ordine di 40 litri ad ettaro. Prescindendo dagli altri costi quindi, il solo aumento del prezzo del gasolio inciderà per circa 16 euro ad ettaro. A parità di altri fattori, questo comporterà un aumento della tariffa ad ettaro dell'8-10%.

Nel 2012 quindi, gli agricoltori risentiranno pesantemente di questi aggravii sui costi di produzione.



Andamento gasolio nell'ultimo anno

### Batteria elettrica

Un'alternativa al motore a combustione, che oggi si sta sviluppando in campo automobilistico è l'alimentazione elettrica che per ora è confinata al montaggio su city car data la sua bassa autonomia. Per rendere l'auto elettrica competitiva con i motori a combustione uno dei punti in cui c'è da lavorare è quello relativo alle batterie di cui i veicoli elettrici sono dotati. In questo caso le ultime notizie arrivano dall'ENEA (Ente per le nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), da dove Giovanni Pede, il capo del laboratorio "Veicoli a basso impatto ambientale", ha parlato dei potenziali e interessanti sviluppi proprio per le batterie, che tra qualche anno saranno 4 volte più leggere e 4 volte più compatte, oltre ad essere più efficienti e più economiche di quelle installate oggi nei veicoli di questo tipo.

Il presupposto di tali considerazioni nasce dall'osservazione che solo 12 anni fa, nel 2000, le batterie per auto elettriche erano grandi il doppio di quelle attuali e avevano un'autonomia che era circa la metà di quanto assicurato dai veicoli odierni, confermando così con i fatti l'enorme progresso tecnologico avutosi in questo settore e dando vita a una visione in cui tale percorso di miglioramento e affinamento non potrà che proseguire a ritmi tanto spediti quanto maggiore sarà la diffusione di questi mezzi di trasporto.

La diffusione dei veicoli a basso impatto ambientale pone quindi dei problemi legati all'accumulo dell'energia elettrica necessaria all'autotrazione, come illustrato dalle dichiarazioni del commissario dell'ENEA, Giovanni Lelli: Per ottenere una maggiore diversificazione delle fonti di energia con un più ampio utilizzo delle rinnovabili, che per loro natura sono discontinue, è infatti necessario sviluppare idonei sistemi di accumulo elettrico. I sistemi di accumulo elettrico, come le batterie al litio e i supercondensatori, sono tra le tecnologie che offrono le maggiori opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica e che possono contribuire a contrastare i problemi ambientali legati al settore energetico.

### *Veicoli elettrici puri*

I dispositivi per l'accumulo a bordo dell'energia elettrica, le batterie, hanno di recente migliorato significativamente le due prestazioni indispensabili in un veicolo a trazione elettrica autonoma, che sono:

- la quantità di energia che può essere immagazzinata in uno spazio limitato, equivalente a quello occupato dal serbatoio della benzina o del gasolio, e con un peso non eccessivo
- la velocità con cui questa energia può essere erogata al motore.

Infatti le auto elettriche della passata generazione avevano bisogno di 300-400 chilogrammi di batterie al piombo-acido per consentire percorrenze dell'ordine di 70-80 chilometri! Oggi, grazie agli sviluppi dell'elettrochimica (e delle tecnologie di fabbricazione, ed ancora di quelle di gestione e controllo, termico ed elettrico, di pacchi batteria formati da centinaia di celle elementari) l'energia specifica di una batteria per trazione di tecnologia Li-ione è 4-5 volte maggiore rispetto al piombo. Con 150-200 kg di batterie Li-ione sono quindi possibili autonomie di 120-160 chilometri.

Prestazioni così migliorate si accompagnano però a costi più alti, rispetto al piombo, dell'ordine degli 800-1000 Euro/kWh che in caso di produzione di massa si ridurrebbero a 400 Euro/kWh. Una batteria da 30 kWh, taglia adeguata ad una vettura di classe C, costerà quindi circa 12000 Euro. È evidente che tale costo è difficilmente accettabile dall'utenza all'atto dell'acquisto del veicolo, mentre lo diviene spalmandolo sull'intera

vita della batteria, considerato il minor costo d'esercizio del veicolo elettrico (2,5 Euro/100 Km contro 7,1 Euro/100 Km per il termico, dato di fonte Renault per autovettura di classe B).

È per questo, insieme a considerazioni legate alla manutenzione di veicoli così innovativi rispetto a quelli tradizionali, che la formula che sembra più indicata per l'avvio della commercializzazione di questi mezzi è quella del leasing del pacco batterie, collegato magari alla modalità di rifornimento della vettura mediante sostituzione del pacco scarico con un pacco carico, o anche dell'intera vettura. Il costo del leasing viene quindi compensato dai minori consumi energetici e dal carico fiscale (sul chilowattora) ridotto dell'energia elettrica rispetto a quello dei carburanti.

Ma peso e costo della batteria possono anche diminuire considerevolmente, e le strade possibili sono due: ridurre i consumi energetici dell'autovettura e/o accettare una autonomia ridotta tra due ricariche consecutive, purché tali rifornimenti all'impianto fisso siano molto più rapidi dell'usuale ricarica notturna, qualche minuto rispetto a 6-7 ore, oppure avvengano a bordo del veicolo, grazie ad un generatore trasportato, ogni volta che lo stato di carica della batteria scenda sotto una soglia di sicurezza. Se quindi si considerano veicoli specializzati per l'uso urbano, quello d'elezione della trazione elettrica, come city-car, micro vetture e veicoli leggeri a 2/3 ruote, i consumi energetici diminuiscono drasticamente, in proporzione alla riduzione di peso del mezzo, e diminuisce proporzionalmente peso e costo della batteria. Anche per una autovettura media, se si accettano riduzioni consistenti dell'autonomia in solo elettrico, la batteria può essere da 10 kWh, del costo di 4000 Euro, consente solo 50 Km in elettrico, e questi diventano accettabili considerando le due ipotesi dette prima di riduzione del tempo di ricarica a qualche minuto e di presenza di un motore a combustione di supporto.

### *Mercato mondiale e nazionale dell'elettrico.*

L'elettrificazione dei trasporti contribuisce alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Uno scenario di previsione elaborato dalla IEA (International Energy Agency) nel 2010 fissa per il 2050 l'obiettivo di una riduzione complessiva del 50% delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto ai livelli

del 2005, di cui il 30% sarà ottenuto con il contributo dei soli trasporti. Questa riduzione sarà raggiunta tramite la vendita annuale di circa 50 milioni di veicoli elettrici light-duty e 50 milioni di veicoli ibridi plug-in per l'anno 2050 [1].

Il raggiungimento di tali obiettivi richiede che le tecnologie dei veicoli elettrici ed ibridi plug-in evolvano rapidamente nel tempo, con alti tassi di penetrazione del mercato appena inizierà la diffusione di tali tipologie di veicoli (vedere figura seguente).

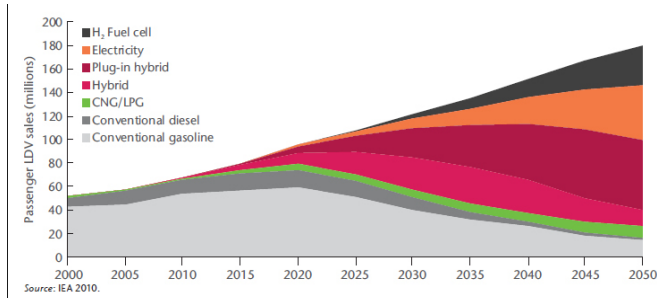


Figura 1 - Vendite annuali di veicoli light duty per tipo di tecnologia

I veicoli elettrici ed ibridi plug-in sono attesi iniziare a penetrare il mercato subito dopo il 2010, con il raggiungimento della vendita di 2,5 milioni di veicoli elettrici e circa 5 milioni di veicoli ibridi plug-in per l'anno 2020 (vedere figure seguenti e tabella).

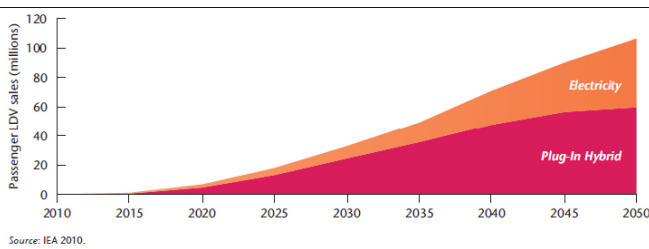


Figura 2 - Vendite annuali globali di veicoli elettrici ed ibridi plug-in.

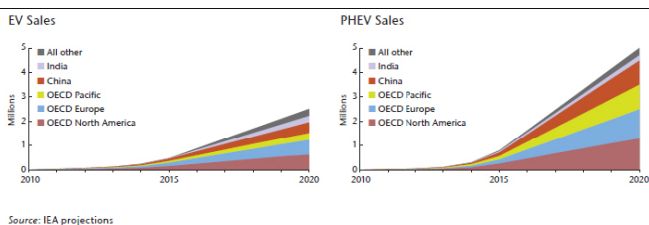


Figura 3 - Vendite totali di veicoli elettrici ed ibridi per regione fino al 2020.

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PHEV	0.0	0.7	4.9	13.1	24.6	35.6	47.7	56.3	59.7
EV	0.0	0.3	2.0	4.5	8.7	13.9	23.2	33.9	46.6
Total	0.0	1.1	6.9	17.7	33.3	49.5	70.9	90.2	106.4

Source: IEA 2010.

Tabella 1 - Vendite globali di veicoli elettrici ed ibridi plug-in (milioni per anno)

Per il 2030, le vendite di veicoli elettrici sono proiettate a raggiungere 9 milioni e quelle di veicoli ibridi plug-in circa 25 milioni. Dopo il 2040, le vendite di veicoli ibridi plug-in sono attese iniziare a declinare, mentre i veicoli elettrici conquisteranno più ampi settori di mercato. L'obiettivo finale è raggiungere 50 milioni di vendite annuali per entrambi i tipi di veicolo per il 2050.

Questo è uno scenario ambizioso ma plausibile, che richiede politiche forti, includendo infrastrutture ed incentivi.

Anche se la stima di crescita delle vendite di veicoli elettrici ed ibridi plug-in è estremamente ambiziosa, una revisione degli obiettivi recentemente annunciati dai Governi nel mondo conduce per il 2020 ad un tasso di crescita simile (vedere figura).

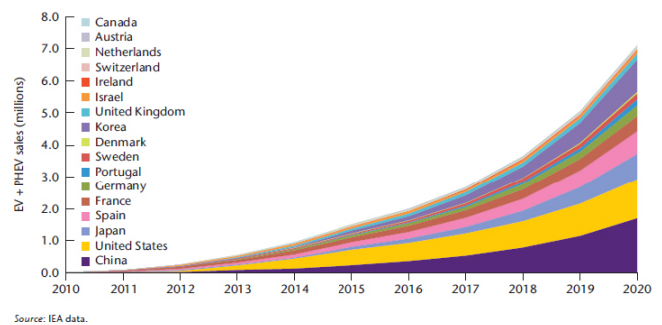


Figura 4 - Obiettivi di vendite nazionali di veicoli elettrici ed ibridi plug-in se gli obiettivi dei tassi di crescita nazionali annuali sono rispettati.

La maggior parte di tali annunci è stata fatta negli ultimi 12 mesi, dimostrando l'alta priorità che lo sviluppo e la diffusione dei veicoli elettrici ed ibridi plug-in ha a livello internazionale. Se tutti gli obiettivi annunciati fossero raggiunti, circa 1,5 milioni di veicoli elettrici ed ibridi plug-in sarebbero venduti per il 2015 e quasi 7 milioni per il 2020. Questi dati non sono lontani da quelli delle figure precedenti.

### Il mercato delle macchine "off-road"

Esiste un gran numero di aziende, medio/piccole, operanti nei settori delle macchine per cantiere edile, per il giardinaggio, per la pulizia delle strade, per il movimento terra, macchine per orticoltura e serre agricole, che utilizzano per i mezzi di loro produzione motorizzazioni diesel ed a benzina.

Il confronto tra le attuali motorizzazioni diesel-elettriche per veicoli industriali/macchine operatrici, evidenzia la superiorità dell'elettrico sia dal punto di vista dei consumi energetici che dal punto di vista dell'impatto globale (emissioni di CO<sub>2</sub>).

L'estensione dell'elettrificazione ai settori "non stradali", con una doppia valenza, ambientale ed energetica, potrebbe quindi aprire spazi di mercato non trascurabili, con potenzialità equivalenti all'immissione sul mercato di decine di migliaia di auto elettriche all'anno.

Per il complesso di ragioni sopra indicate, l'ENEA ha effettuato uno studio tecnico-economico per la valutazione del potenziale mercato dei mezzi off-road in versione elettrica. Come primo passo della ricerca sono stati individuati, già disponibili sul mercato, svariati tipi di macchine azionate elettricamente. Successivamente, sono stati scelti i settori merceologici potenzialmente interessanti per lo studio: macchine per cantiere edile, macchine per il giardinaggio, macchine per la pulizia delle strade, macchine agricole, macchine movimento terra, macchine per orticoltura e serre, macchine per la neve. Lo studio è stato concentrato sulle motorizzazioni, tipicamente di potenza medio/bassa, potenzialmente sostituibili con motorizzazioni "a batteria" di tipo innovativo. Sono state quindi escluse le motorizzazioni con potenze elevate o cicli di lavoro tali da poter essere affrontate solo con motorizzazioni ibride o con dei costi troppo elevati per la grande quantità di batterie al litio necessarie al loro funzionamento. Nell'ambito delle motorizzazioni scelte è stato prodotto un elenco di mezzi (64 in tutto) per ciascuno dei quali è stato dimensionato preliminarmente (in kWh e kW) il pacco batterie ritenuto adatto alla particolare applicazione.

Il risultato dello studio, rappresentato schematicamente dalla figura sotto riportata, è stata l'individuazione di due taglie di moduli, da 120 Ah e da 180 Ah, e di tre livelli di tensione, 48, 96 e 192 V, che, diversamente combinati, soddisfano tutte le esigenze dell'elettrificazione dei mezzi.

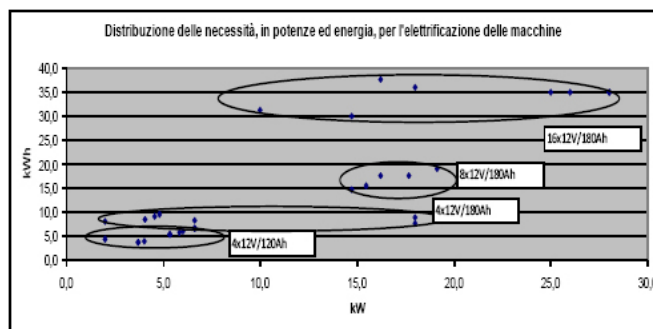


Figura 28 – Distribuzione di potenza ed energia per l'elettrificazione delle macchine

MACCHINE MOVIMENTO TERRA		0	0	0	
€.23B/1.33B	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
pb30/pb50/pb70	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
E265	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
M22U	17	8x12V/180Ah	7000	170	113
ES150.55R/ES300R	17	8x12V/180Ah	7000	170	113
218 SV/224S	17	8x12V/180Ah	7000	170	113
SL35/SL45	17	8x12V/180Ah	7000	170	113
SK130.4/SK150.4	17	8x12V/180Ah	7000	170	113
CL35/CL45	17	8x12V/180Ah	7000	170	113
755	17	8x12V/180Ah	6800	170	113
263B Plus	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
pi145	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
AL250/AL450	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
SPD265C/SPD360C	9	4x12V/180Ah	3600	90	60
MACCHINE AGRICOLE		0	0	0	
ZIP25/Carrier/Senior	17	8x12V/180Ah	7000	173	115
MS s.compact/HF3000	17	8x12V/180Ah	7000	173	115
IBIS 1500 LM	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
Serie GK	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
Grimac JR	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
Agrolux 310/320	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
Supertigre 5500	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
VP3600 GE	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
Elektrotrans 800	6	4x12V/120Ah	2304	58	38
ecogreenitalia	6	4x12V/120Ah	2304	58	38
Carryall 232 Elettrico	6	4x12V/120Ah	2304	58	38
Climb Carl 108 E 800-R4	6	4x12V/120Ah	2304	58	38
MACCHINE PER ORTICOLTURA E SERRE		0	0	0	
STAR 3000	17	8x12V/180Ah	7000	170	113
TRX 9800	35	16x12V/180Ah	14000	350	233
MTC 621	9	4x12V/180Ah	3600	90	60
410	9	4x12V/180Ah	3600	90	60
G 45	9	4x12V/180Ah	3600	90	60
RL 308	6	4x12V/120Ah	2304	58	38
MZ 2100 R	6	4x12V/120Ah	2304	58	38
12000	6	4x12V/120Ah	2304	58	38

### Mercato potenziale

Conoscendo i dati attuali di vendite (gentilmente forniti dalle associazioni di costruttori o dalle aziende operanti nel settore) annuali dei mezzi in Italia, la tipologia ed il numero delle batterie al litio necessarie al funzionamento di ogni singola macchina, nell'ipotesi che la produzione di mezzi azionati elettricamente sia solo il 10% del mercato totale, è stato ricavato quale è il potenziale volume di vendita al 2020 per i diversi settori, espresso in kWh e riportato in figura:

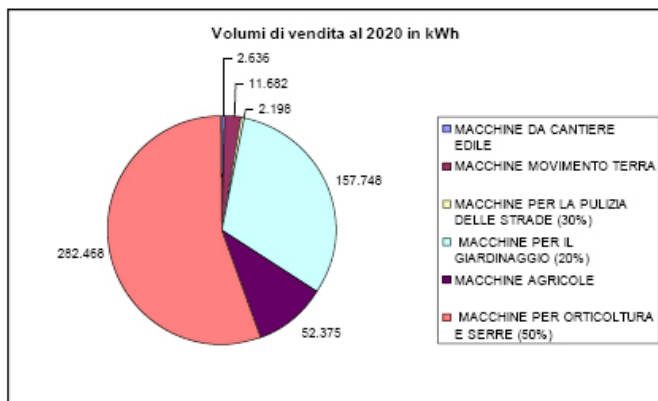


Figura 29 – Potenziale volume di vendite al 2020 per diversi settori

Al costo unitario di 400 €/KWh, previsto come obiettivo di costo per le batterie di trazione, questi volumi corrispondono ad un fatturato di oltre 200 ML €. In termini di autovetture elettriche equivalenti, ponendo in 25 kWh il contenuto energetico della batteria di un'autovettura di classe media, il mercato off-road al 2020 varrebbe quindi circa 20.000 autovetture elettriche. Considerato che a quella data si stima una penetrazione del puro elettrico sul mercato dell'auto nell'ordine del 3-4%, il mercato parallelo così delineato vale tra il 25 ed il 30% del mercato automobilistico.

#### *Problemi rilevati dal confronto con l'industria*

Si desidera sottolineare che in occasione dei vari contatti con le aziende costruttrici si è ricevuta la netta sensazione che il mercato sia disponibile a questo tipo di macchine che vengono recepite come macchine eco-sostenibili. Alcuni problemi che si contrappongono a questa espansione vengono qui di seguito elencati:

A. Elevato costo iniziale delle macchine/mezzi causato dall'elevato costo delle batterie al litio (serbatoio delle macchine). Questo è un grande ostacolo all'acquisto in quanto l'investimento iniziale si ripaga solo dopo svariati anni pur essendo il costo della ricarica delle batterie molto basso ed il numero delle ricariche molto elevato.

Alla luce dell'esperienza pregressa, si può ritenere che un valido argomento per conseguire la diminuzione dei prezzi è rappresentato dalla modularità: l'adozione di elementi modulari standard, consentirebbe ad un ipotetico operatore economico di poter soddisfare le esigenze delle varie applicazioni gestendo un medesimo

prodotto e ciò si tradurrebbe in alti volumi di produzione, o acquisto, e quindi in un contenimento dei prezzi. La modularità, associata all'impiego di moduli di piccola taglia e ad un insieme di infrastrutture di ricarica, permetterebbe anche di conseguire una riduzione del peso del pacco batterie, altro fattore limitante, in quanto peggiorativo dei consumi chilometrici. Lo studio da noi effettuato dimostra la possibilità di questa razionalizzazione.

B. La limitata autonomia delle macchine azionate elettricamente può essere superata considerando:

a. La possibile rapida sostituzione del serbatoio energetico

b. Viste le caratteristiche delle moderne batterie al litio, disponendo di grande potenza elettrica a livello di rete, è possibile alimentare le macchine con "biberonaggi" (ricariche parziali) che permettono di ricaricare in un ora l'80% del contenuto energetico del serbatoio.

C. I Costruttori tendenzialmente sono portati a "trasformare" in elettriche le macchine partendo dalle macchine azionate con i motori a combustione interna che hanno già di per sé delle difficoltà intrinseche dovute alla limitazione degli ingombri disponibili per le batterie ed agli azionamenti meccanici tradizionali. Le future macchine azionate elettricamente dovranno essere progettate, fin dal primo momento, considerando tutte le caratteristiche dei motori elettrici e degli azionamenti della macchina onde ottenere le migliori prestazioni con la minima dispersione di energia.



## 4.2 CONVENIENZA MECCANIZZAZIONE VITICOLA

### Principali attività meccanizzate

La filiera vitivinicola deve diventare sempre più efficiente, ottenendo standard qualitativi molto elevati e – nella produzione delle uve per i vini basic, popular premium e premium – costi di produzione contenuti. Per raggiungere questo obiettivo diventa importante meccanizzare le seguenti attività:

*Gestione chioma*, per cui la meccanizzazione viene fatta con macchine abbastanza economiche e la qualità del lavoro è paragonabile al lavoro manuale;

*Potatura*, che può essere meccanizzata solo in certi tipi di impianti, inoltre è un'operazione che va comunque completata dal lavoro umano essendo spalmabile su 3 mesi, per questo motivo se non ben valutata può risultare non conveniente;

*Vendemmia*, invece si effettua con macchinari molto costosi. Si può vendemmiare solo uva da mosto in quanto la macchina schiaccia e frantuma i grappoli, non è quindi possibile raccogliere uva da tavola e uva per appassimento o di qualità.

### Conviene meccanizzare il vigneto ?

Per un'analisi completa dell'argomento, bisogna analizzare due aspetti: il primo è quello della individuazione della soglia minima, in termini di dimensione vitata lavorata, per l'applicazione di alcuni cantieri di lavoro, rappresentativi di tre diverse possibili configurazioni della meccanizzazione in aziende medio-piccole.

Il secondo è quello della valutazione della riduzione di costo di produzione dell'uva, conseguibile utilizzando gli stessi cantieri di lavoro in ipotetiche aziende modello.

### Soglie di utilizzazione di diversi cantieri

Allo scopo di avere un quadro generale sulla convenienza della meccanizzazione in relazione alle dimensioni delle aziende agricole, è necessario creare tre modelli di meccanizzazione idonei ipotizzando per ognuno di allevato a cordone speronato basso, essendo questo il più agevolmente meccanizzabile.

Modello di meccanizzazione A.

Prevede la meccanizzazione integrale della gestione della chioma con operatrici portate di contenuta capacità operativa e minimo costo (tabella 1).

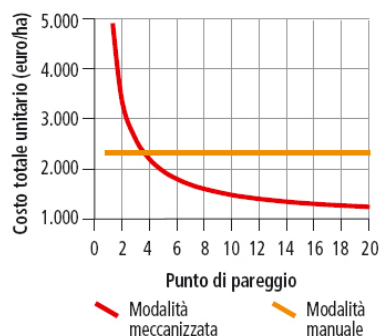


grafico 1

Modello di meccanizzazione B.

Prevede la meccanizzazione integrale della gestione della chioma con operatrici portate di capacità operativa e costi medi e raccolta meccanica con vendemmiatrice trainata (tabella 2).

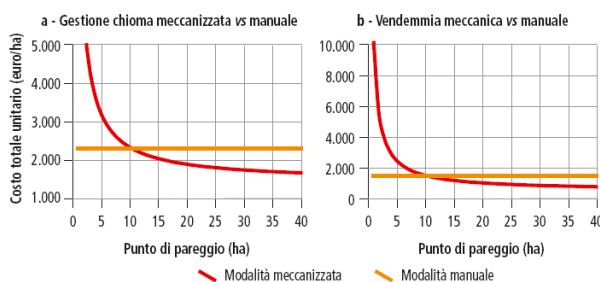


grafico 2

Modello di meccanizzazione C.

Prevede la meccanizzazione integrale della potatura invernale, della vendemmia e della difesa con macchina polifunzionale di costo elevato, integrata da altre macchine operatrici per la potatura verde e per la difesa. Questa configurazione mira a contenere i tempi di sostituzione dei moduli sfruttando il telaio motorizzato per la difesa estiva in parallelo con altre macchine portate dai convenzionali trattori specializzati (tabella 3).

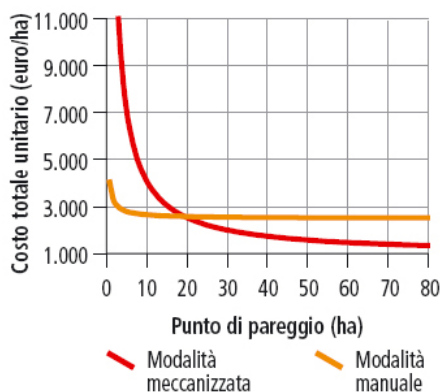


grafico 3

Per ciascun modello di meccanizzazione è stata valutata la superficie minima – punto di pareggio – che rende il costo di utilizzazione dei cantieri di lavoro meccanizzato previsti inferiore all'esecuzione manuale delle operazioni. L'analisi del punto di pareggio si inquadra nelle analisi finalizzate alla scelta della modalità di esecuzione di un'operazione nell'ambito di un'alternativa tra una «modalità preesistente» e una «modalità alternativa» ed è svolta secondo il metodo proposto da De Benedictis e Cosentino (1979) considerando, quando necessario, anche la variazione del valore della produzione che deriva dal passaggio alla modalità alternativa. Per valutare il numero di ettari minimo che rende l'operazione meccanica ugualmente conveniente rispetto a quella manuale si confronta il costo totale per ettaro delle due modalità prese in considerazione. Il calcolo del costo totale per ettaro si ottiene dalla formula:

$$CTU = (CF/N) + (cv/re)$$

dove:

CTU = costo totale per ettaro;

CF= costi fissi;

Npp = numero di ettari sui quali si realizzano le operazioni studiate;

cv = costo variabile orario;

re = rendimento operativo della macchina (ettari lavorati in un'ora).

Il costo totale per ettaro di un'operazione deriva quindi dalla somma di una quota di costo fisso attribuibile a ogni singolo ettaro sul quale si effettua l'operazione – data la superficie complessiva

su cui si opera – e di una quota di costo variabile che deriva dal costo variabile orario in ragione del rendimento operativo della macchina. Il costo totale unitario diminuisce, o tutt'al

più, rimane costante al variare della superficie su cui si realizza l'operazione. Il punto di pareggio (Npp), espresso in ettari, si ottiene quindi dall'espressione:

$$Npp \text{ tale che } CTUmp = CTUma$$

dove:

CTUmp = costo totale per ettaro modalità preesistente;

CTUma = costo totale per ettaro modalità alternativa.

Nei casi che si analizzano, i valori di CTU della modalità alternativa sono sempre decrescenti al crescere di N; i valori di CTU della modalità preesistente sono invece costanti (modalità preesistente manuale), tranne in un caso nel quale sono decrescenti (modalità preesistente parzialmente meccanizzata). L'analisi del punto di pareggio è influenzata da numerosi parametri rilevanti i tempi di lavoro effettivi che nella presente nota sono fissati considerando delle condizioni medie.

Nello studio del modello di meccanizzazione B sono stati valutati separatamente il cantiere per la gestione della chioma e per quello di vendemmia; nello studio del modello di meccanizzazione C, invece, tutte le operazioni con la macchina polifunzionale – potatura secca, vendemmia e difesa – sono state considerate congiuntamente in quanto i tre moduli specializzati costituiscono un insieme unitario con il telaio che non ha, a sua volta, altri impieghi. Nella valutazione dei modelli di meccanizzazione A e B solo le operatrici previste dai modelli stessi determinano dei costi fissi. Nella valutazione del modello C l'ipotesi di uso della macchina multifunzione anche per la difesa fa emergere dei costi fissi anche nella «modalità preesistente» in relazione all'uso di un atomizzatore.

Data la generalità dell'analisi, nel calcolo del punto di pareggio viene considerato variabile l'intero costo delle trattrici, calcolando un valore riferito all'ettaro che include i costi tipicamente variabili e una quota del loro costo fisso, calcolata sotto l'ipotesi di uso efficiente delle trattrici stesse (Pomarici et al., 2005).

La superficie minima affinché l'esecuzione meccanica della gestione della chioma sia conveniente con il cantiere previsto dal modello di meccanizzazione A è di 4 ha. L'evoluzione del costo per ettaro dell'operazione svolta in mo-

dalità meccanizzata è molto rapida: si riduce notevolmente all'aumentare del numero di ettari lavorati (grafico 1).

La meccanizzazione della gestione della chioma utilizzando le macchine del modello B risulta conveniente, in sostituzione dell'esecuzione manuale, a partire da 11 ha (grafico 2a); sempre nell'ambito del modello B, anche l'uso della vendemmiatrice trainata è conveniente a partire da 11 ha con una riduzione dei costi della modalità meccanizzata che si mantiene pressoché costante per un numero superiore di ettari (grafico 2b).

Infine, considerando il modello di meccanizzazione C, per il quale è richiesto il computo del costo unitario complessivo delle operazioni di gestione della chioma, vendemmia e (parzialmente) difesa, risulta che l'utilizzazione della macchina polifunzionale è conveniente, rispetto all'esecuzione manuale delle operazioni di potatura e raccolta e difesa con atomizzatore portato, a partire da 20 ha (grafico 3). Nella tabella 4 si riepilogano i punti di pareggio calcolati, dati i parametri utilizzati. Si può osservare che la soglia di sostituzione dell'operazione manuale con quella meccanica risulta sempre abbastanza bassa, cioè si attesta su un numero di ettari alquanto contenuto.

Modalità di meccanizzazione	Punto di pareggio (ha)
Gestione della chioma con modello di meccanizzazione A	4
Gestione della chioma con modello di meccanizzazione B	11
Vendemmia con modello di meccanizzazione B	11
Gestione della chioma e vendemmia con modello di meccanizzazione C	20

I parametri comuni relativi al costo e all'impiego dei fattori che sono stati utilizzati sono riportati nella tabella 5.

<b>Lavoro</b>			
manodopera generica (euro/ora)		10	
manodopera specializzata (euro/ora)		12	
<b>Interessi</b>			
coefficiente su capitale di anticipazione (%)		3	
<b>Durata ammortamento macchine</b>			
operatrici (anni)		8	
trattore e telaio (anni)		10	
<b>Quota di assicurazione</b>			
coefficiente per il valore a nuovo (%)		2	
<b>Produzione media (q/ha)</b>		120	
<b>Perdite raccolta meccanica (%)</b>		4	
<b>Valore medio del prodotto (euro/q)</b>		70	
<b>Tempo operazioni manuali (ore/ha)</b>			
potatura secca	75	legatura	60
spollonatura	30	sfogliatura	20
cimatura	25	vendemmia	120

tabella 5

### Simulazioni con modelli aziendali

Definite le soglie minime di convenienza per l'applicazione dei modelli di meccanizzazione proposti, è apparso interessante valutare la riduzione dei costi di produzione che può provenire dall'applicazione dei modelli di meccanizzazione A, B e C in aziende ipotetiche di dimensione coerente con il costo e le caratteristiche dei set di macchine individuati. Sono state quindi definite tre aziende modello, rispettivamente di 8, 30 e 70 ha, con una dotazione base di macchine che è stata definita ipotizzando una gestione manuale della chioma e della vendemmia e una gestione meccanica della difesa e del suolo.

L'analisi della variazione del costo di esecuzione delle operazioni, passando dall'esecuzione manuale a quella meccanizzata della gestione della chioma nelle tre aziende modello e anche della vendemmia nelle aziende modello di 30 e 70 ha, è stata realizzata considerando tutti i costi fissi (dovuti alle quote delle macchine trattrici e operatrici) e variabili (carbolubrificanti e manodopera) suscettibili di variazione allorché si modifica la modalità di esecuzione delle operazioni. Non sono quindi considerati quei costi la cui entità sostanzialmente non varia con il passaggio dalla gestione manuale a quella meccanica della chioma e della vendemmia.

Anche in questo caso i parametri di costo sono quelli riportati nella tabella 5.

La tabella 6 illustra i risultati delle analisi.

Costi	Opzioni		Differenza (a-b)
	MDM (a)	MDM (b)	
<b>1) MODELLO DI MECCANIZZAZIONE A SU AZIENDA 8 ETTARI</b>			
<b>Operazioni interessate: gestione chioma</b>			
Costo operatrici	-	612	-612
Costo trattrici	-	206	-212
Costo manodopera	2.284	845	1.439
Costo totale	2.284	1663	621
Ore di lavoro	210	71	139
<b>2) MODELLO DI MECCANIZZAZIONE B SU AZIENDA 30 ETTARI</b>			
<b>Operazioni interessate: gestione chioma e vendemmia</b>			
Costo operatrici	-	300	-300
Costo trattrici	63	125	-62
Costo manodopera	3.624	608	3.016
Costo perdite raccolta meccanica	-	336	-336
Costo totale	3.686	1.369	2.317
Ore di lavoro	340	50	290
<b>3) MODELLO DI MECCANIZZAZIONE C SU AZIENDA 70 ETTARI</b>			
<b>Operazioni interessate: gestione chioma, vendemmia e difesa</b>			
Costo operatrici	37	421	-385
Costo trattrici	163	90	73
Costo telaio	-	256	-256
Costo manodopera	3.695	599	3.096
Costo perdite raccolta meccanica	-	336	-336
Costo totale	3.894	1.703	2.191
Ore di lavoro	346	49	297

Sono riportati il costo nella modalità base delle operazioni la cui esecuzione viene modificata, il costo delle stesse applicando i modelli di meccanizzazione proposti e la loro differenza. Nelle analisi con i modelli A e B il passaggio all'alta meccanizzazione non attiva nuovi costi fissi in quanto le operatrici possono essere supportate dalle trattrici già presenti in azienda. Nell'analisi con il modello C il passaggio all'alta meccanizzazione comporta la cessazione dei costi fissi, di una trattrice e di un atomizzatore, non più necessari per la presenza del telaio portattrezzi dotato di modulo per la difesa. Tutte e tre le simulazioni evidenziano un risparmio di costo. Le tre simulazioni non sono però direttamente confrontabili in quanto comprendono combinazioni di diverse di operazioni.

Nell'azienda modello di 8 ha, applicando il modello di meccanizzazione A si riscontra una riduzione percentuale del costo della gestione della chioma pari a circa il 27%. Il risultato conferma che anche in aziende piccole la meccanizzazione della gestione della chioma trova una ragionevole applicazione in tutti quei casi nei quali si debba ricorrere a manodopera esterna salariata.

Nelle aziende modello di 30 e 70 ha, applicando i modelli di meccanizzazione B e C si evidenzia una riduzione del costo, nel comp-

lesso delle operazioni modificate, molto elevata (circa il 60%), facendo scendere il numero delle ore per ettaro di manodopera richiesta a un livello molto contenuto.

Le analisi svolte chiariscono, dunque, che anche in aziende di medie dimensioni la meccanizzazione consente notevolissime economie; naturalmente l'ottimizzazione dell'uso del parco macchine e soprattutto la gestione dei problemi legati ad avarie e malfunzionamenti è più agevole nelle aziende di grandi dimensioni, in particolare quando più operatrici lavorano in parallelo (Tani, 1986; Romagnoli, 1996).

### *Considerazioni conclusive*

Le analisi presentate dimostrano che la ricchezza dell'offerta di macchine specializzate per la viticoltura permette di conseguire importanti economie, già per dimensioni aziendali molto contenute. Confrontando le riduzioni di costo conseguibili con i modelli analizzati con il costo di produzione riscontrabile in aziende specializzate produttrici di uve per vini a denominazione di origine controllata (Pomarici et al., 2006), è possibile prevedere risparmi sul costo di produzione totale dell'uva dell'ordine del 10% in aziende intorno agli 8 ha e che partono dal 40% in quelle da 30 ha in su. Le macchine multifunzionali trovano comunque una utilizzazione ottimale in ambiti aziendali di dimensioni superiori a quella simulata. La meccanizzazione avanzata del vigneto è dunque alla portata e conveniente per una parte importante della viticoltura professionale italiana. La scelta di accedere a livelli elevati di meccanizzazione può essere frenata dalla necessaria immobilizzazione dei capitali, ma può essere stimolata dalla semplificazione della gestione della manodopera, dalla maggiore rapidità e tempestività di esecuzione delle operazioni e dalle migliori condizioni di lavoro del personale. In molti casi, comunque, quando l'azienda non è in grado di sopportare i costi di investimento, la meccanizzazione delle operazioni può essere realizzata ricorrendo al contoterzismo (Galletto, 2006). Nell'ambito di un riflessione generale

dell'applicabilità della meccanizzazione integrale del vigneto un posto importante spetta alla qualità, intesa come potenziale enologico delle uve provenienti dai vigneti meccanizzati. Occorre capire, infatti, se la meccanizzazione integrale va considerata come una soluzione idonea solo per i vigneti destinati alla produzione della materia prima per i vini più economici (basic e popular premium) oppure può essere presa in considerazione anche per la produzione di uve per vini di pregio elevato e spiccata tipicità. In effetti, tuttora nei Paesi viticoli del Vecchio mondo è molto diffuso il concetto che la meccanizzazione integrale del vigneto possa determinare un crollo del potenziale enologico dell'uva e che il solo paziente lavoro manuale può produrre l'uva per i vini di pregio più elevato (Poni, 2005).

Una sperimentazione oramai piuttosto vasta indica che la qualità degli interventi meccanici sulla chioma risulta soddisfacente e comparabile a quella ottenuta con operazioni manuali (Pezzi e Bordini, 2005; Poni et al., 2004; Poni, 2005).

A risultati analoghi sono pervenute le ricerche sulla vendemmia meccanica. Il prodotto vendemmiato meccanicamente, se proveniente da impianti che rispondono a determinate caratteristiche (Gubiani e Pergher, 1995; Cartechini et al., 1997) e se vinificato entro 3-4 ore dalla raccolta (Ough e Berg, 1971), anche se presenta un certo grado di maltrattamento, è comparabile dal punto di vista qualitativo con quello vendemmiato a mano.

Nel caso della vendemmia, peraltro, la libertà di programmazione dell'uso della macchina può consentire di vendemmiare al momento ottimale oppure, in caso di improvvisi mutamenti meteorologici, di intervenire per limitare i possibili danni alla produzione. La meccanizzazione integrale del vigneto

appare quindi, in linea generale, un'opzione conveniente in numerose situazioni diverse per dimensione delle aziende e per orientamento produttivo.

Si deve sottolineare, però, che il successo della meccanizzazione dipenderà fortemente dalla capacità di adattare l'uso della macchina alle condizioni specifiche di lavoro e da questo discende la necessità di un adeguato addestramento del personale addetto.

### 4.3 INCENTIVI MACCHINE:

Le linee guida sulla progettazione di macchine agricole tecnologicamente avanzate sono ben descritte dall'ENAMA, ente nazionale per la meccanizzazione agricola che in un bando per incentivare la prototipazione di macchine agricole innovative elenca tra le principali richieste:

1. Macchine e dispositivi per l'automazione ed una migliore gestione degli allevamenti;
2. Macchine e dispositivi per una migliore gestione delle risorse idriche;
3. Macchine e dispositivi per le colture protette;
4. Macchine e dispositivi in grado di aumentare la sicurezza degli operatori e migliorare l'ergonomia;
5. Macchine e dispositivi per ridurre l'impatto ambientale;
6. Macchine e dispositivi per aree geograficamente o orograficamente svantaggiate

La macchina progettata in questo elaborato vuole soddisfare il punto 1, 4, 5, 6, Questa macchina nasce proprio con l'intento di aumentare l'automazione nel lavoro agricolo, trasportando tutto il now-how dal mondo industriale dove già da molto tempo si usano i veicoli agv per trasporto di materiale e attrezzaggio macchinari e dove ormai tali attività non sono più sperimentali ma ben consolidate. Tutto ciò porta ad una migliore gestione del vigneto in termini di riduzione ore di manodopera, e agevolazione del lavoro degli operai.

Per quanto riguarda la sicurezza, questa macchina ha un baricentro molto basso e la maggior parte delle sue funzioni le svolge senza un operatore a bordo. Sebbene sia difficile che accada, un eventuale ribaltamento non causerebbe nessun danno a persone ma necessiterebbe solo di una riparazione.

È un veicolo attento anche all'impatto ambientale dato il suo peso ridotto che non provoca una schiacciamento del terreno che provocherebbe una riduzione della fertilità e data la motorizzazione elettrica al posto di quella a combustione. Sebbene ora l'elettrico ha delle difficoltà ad affermarsi a causa dei costi alti, bassa autonomia e grandi dimensioni, ci sono previsioni che fanno presagire che tra dieci anni l'efficienza sarà quattro volte maggiore,

gli ingombri e i costi saranno ridotti. In aree geografiche problematiche da raggiungere col trattore o perchè gli spazi non lo consentono o per l'eccessiva pericolosità di ribaltamento, potrebbero essere raggiunte da un veicolo con ingombri più ridotti, basso baricentro e senza conducente, agevolando quelle operazioni di trasporto materiale che in territori particolarmente ostili vengono fatte con teleferiche.

#### 4.4 SICUREZZA:

##### Incidenti settore agricolo

Con il continuo e sempre maggiore interesse per le condizioni di lavoro e per evitare gli incidenti sul lavoro, anche il mondo delle macchine agricole ha disposto delle normative molto severe atte ad evitare che l'operatore possa ferirsi nell'utilizzo delle stesse che sono intrinsecamente molto pericolose.



Asaps, acronimo di Associazione Sostenitori ed Amici della Polizia Stradale nel gennaio 2011 ha pubblicato una dettagliata analisi sugli incidenti in agricoltura.

I numeri del 2010 rilevano una situazione molto critica. Nelle campagne italiane è matanza. Ogni due giorni si muore in un incidente con trattori. In pratica le morti verdi sono ormai più della metà delle morti per incidenti in autostrada (350 vittime nel 2009 secondo Istat). Nell'anno che si è appena concluso sono stati 338 gli incidenti con coinvolti mezzi agricoli che hanno causato 176 decessi e 221 feriti. 244 dei 338 casi, 72,2%, sono avvenuti nell'area agricola (campi, frutteti, boschi ecc.)

e 94 su strada. Inoltre non c'è la certezza che siano stati monitorati tutti gli episodi in quanto sono stati ricavati dalla stampa nazionale e dalle segnalazioni dei 600 referenti Asaps sparsi sul territorio italiano, sicuramente però sono compresi i più gravi. Fra le 176 morti verdi si contano 147 vittime fra i conducenti dei trattori, 5 erano i trasportati. Sono stati invece 24 i decessi fra i terzi coinvolti, conducenti o occupanti di altri veicoli. Fra i 221 feriti i conducenti di trattori sono 121, i trasportati 12 e i terzi coinvolti 88. In 105 incidenti agricoli su 338 i coinvolti erano anziani over 65, pari al 31,1%. In 2 casi il conducente era ebbro. Gli stranieri coinvolti sono stati 23 pari al 6,8%. La localizzazione geografica ci dice che 141 sinistri, pari al 41,7%, si sono verificati al nord, 90 al centro Italia, 26,6% e 107 al sud, 31,6%.

Fra le regioni al primo posto in assoluto l'Emilia Romagna con 38 incidenti agricoli, seguono la Toscana con 31, la Lombardia con 28 e il Veneto con 24. Nella parte bassa di questa classifica il Friuli Venezia Giulia con un solo incidente, il Molise con 2 e la Valle d'Aosta con 3. Purtroppo non è possibile fare un raffronto esatto con il 2009 proprio perché l'osservatorio è stato istituito nel maggio di quell'anno. Il maggior numero di incidenti in campagna si è verificato nei mesi estivi caratterizzati da una intensa attività agricola. Il dato rimane complessivamente molto preoccupante poiché gli agricoltori già al limite nei margini di guadagno, non possono rischiare la vita in questo modo. Si evince che vanno ricercati i motivi di questo assurdo e tragico risultato che pesa enormemente sulla nostra agricoltura e vanno anche adottate efficaci misure di protezione per invertire questo assurdo trend.

##### Le cause

A causa della perdita di aderenza anteriore e di controllo del mezzo, l'impennamento, lo slittamento laterale, il rovesciamento, il ribaltamento laterale e il rotolamento si possono verificare danni all'operatore dovuti alla caduta dal trattore, allo schiacciamento, all'urto contro ostacoli esterni o contro la struttura del trattore, alla caduta dentro corsi d'acqua.

Le cause del ribaltamento sono spesso da ricercare:

*nelle caratteristiche del trattore.*

Avviamento non controllato, presenza di zavorre non adeguate, stato e tipo di pneumatici e loro pressione di gonfiaggio, passo carreggiata, modifiche tecnico-costruttive effettuate, affidabilità del mezzo collegata alla obsolescenza e alla manutenzione;

*nelle caratteristiche del terreno.*

Pendenza, contropendenza, pavimentazione, terreno agricolo, residui di coltivazioni precedenti, terreno asciutto e bagnato, presenza di neve/ghiaccio, terreno sconnesso, terreno cedevole, fossi, argini, ripe, precipizi, spazi di manovra insufficienti;

*nelle modalità di movimento del mezzo.*

Velocità, senso di marcia, attraversamento di un pendio (trasversalmente-lungo le linee di massima pendenza), investimento casuale di un animale, sterzate brusche per evitare un ostacolo, collisione con altro veicolo;

*nelle caratteristiche dell'operatore.*

Basso addestramento, difficoltà di formazione nei lavoratori extracomunitari, lavoro stagionale, confidenza con le attrezzature, manovre brusche in condizioni difficoltose (terreni fangosi, ecc.), curve a velocità sostenuta, stanchezza, ritmi di lavoro imposti dalle colture, lavoro fino a tarda ora ed in condizioni di scarsa luminosità, presenza di rumore e vibrazioni e conseguente calo di concentrazione, età del conducente – riflessi;

*nelle caratteristiche dell'attrezzatura collegata.*

Mancato rispetto dei carichi verticali sui collegamenti previsti dal costruttore per macchine portate, semiportate e trainate, utilizzo della macchina diverso da quello previsto, trasporto dei carichi oscillanti o con il baricentro spostato rispetto al piano mediale longitudinale del trattore;

*nel tipo di lavoro svolto.*

Lavorazioni in azienda, circolazione su strada, ecc..

## **sistemi di protezione**

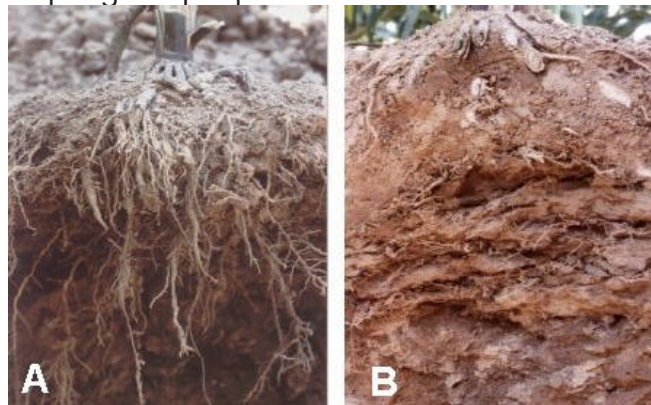
La cabina della trattore agricola non garantisce da sola la "trattenuta" dell'operatore al posto di guida perché in caso di ribaltamento si deforma, i vetri si infrangono e l'operatore corre il pericolo di essere sbalzato fuori.

Un efficace sistema di protezione tecnicamente riconosciuto è rappresentato dalla concomitante presenza sulla trattore di un dispositivo di protezione contro il rischio di ribaltamento (telaio di protezione) e di un adeguato sistema di trattenuta del conducente (cinture di sicurezza). In tal modo l'operatore, in caso di ribaltamento, viene trattenuto all'interno di un determinato spazio, denominato "volume di sicurezza", garantito dal telaio che si dovrà deformare per assorbire le energie senza invadere tale spazio.

## **4.5 ALTERAZIONE PROPRIETA' TERRENO:**

### **Compattazione dei suoli**

La compattazione si produce quando le particelle del suolo sono compresse e si riducono lo spazio e la continuità dei pori. La conseguenza è un aumento della densità apparente del suolo, in quanto in una unità di volume si dispongono più particelle.



(A) un normale strato coltivato; (B) un orizzonte compattato.

La compattazione costituisce un grave processo di degradazione, che provoca, da una parte, una perdita della fertilità dei suoli e, dall'altra, un notevole aumento del ruscellamento superficiale in quanto l'acqua non è in grado di infiltrarsi nel suolo; conseguentemente anche il rischio di erosione idrica aumenta.

La compattazione riduce lo spazio a disposizione delle radici limitando in tal modo

l'assorbimento di acqua e di elementi nutritivi da parte delle piante, determinando così una diminuzione delle rese produttive. La perdita della stabilità della struttura, dovuta al collasso delle pareti dei pori, si traduce in una diminuzione della capacità di infiltrazione: ciò determina che l'acqua satura il suolo più facilmente ed anche la temperatura del suolo diminuisce. Queste condizioni rallentano l'attività dei microrganismi del terreno e, conseguentemente, la decomposizione della sostanza organica ed il rilascio dei nutrienti. Inoltre si possono manifestare processi di denitrificazione (l'azoto nitrico viene trasformato e perduto nell'atmosfera), o produzione di gas tossici per le piante in prossimità delle radici.

### *Come identificare un suolo compattato?*

Un suolo compattato è riconoscibile per le seguenti caratteristiche:

- densità apparente più alta. Uno strato coltivato normalmente possiede una densità apparente che oscilla tra 1100 e 1400 kg/m<sup>3</sup>; un suolo compattato può avere una densità apparente anche superiore a 2000 kg/m<sup>3</sup>;
  - la struttura si presenta debole, a forma di lamina (laminare), con rischio di perdita di qualsiasi disposizione spaziale delle particelle del suolo: nel qual caso non è osservabile alcun aggregato (struttura massiva);
  - maggiore resistenza alla penetrazione;
  - limitato radicamento delle piante con radici appiattite, girate o di ridotte dimensioni, che talvolta si sviluppano orizzontalmente e non in profondità.
- Il grado di compattamento del suolo si valuta in termini di porosità: un terreno si considera compatto quando la sua porosità è inferiore al 10%.

<b>suolo</b>	<b>porosità totale</b>
molto compatto	inferiore al 5%
compatto	tra il 5 ed il 10%
moderatamente poroso	tra il 10 ed il 25%
poroso	tra il 25 ed il 40%
altamente poroso	superiore al 40%

### **Quali sono le cause della compattazione?**

Il suolo si compatta per effetto dell'azione

combinata di forze naturali e forze di origine antropica. Queste ultime, essenzialmente riconducibili alla pressione esercitata sui suoli dalle macchine agricole, hanno un effetto compattante notevolmente superiore a quello delle forze naturali (impatto della pioggia, rigonfiamento e crepacciamento, accrescimento radicale).

È noto che le macchine agricole moderne sono pesanti e di grandi dimensioni ed è notevolmente aumentato il numero dei loro passaggi sul terreno. Nelle aree compattate il danno provocato dalle macchine agricole è stato valutato in una diminuzione in ragione di 3-4 volte rispetto ai valori originali della porosità totale. La maggiore diminuzione di porosità viene determinata al primo passaggio; successivamente, nel caso di passaggi consecutivi, la compattazione si accentua, anche se in proporzione minore.

Indipendentemente dalla causa, è comunque dimostrato che un suolo secco è molto più resistente al compattamento di un suolo umido o bagnato.

Le caratteristiche chimico-fisiche del suolo hanno una notevole influenza sul grado di compattazione (tessitura, sostanza organica, quantità e tipo di argilla).

Il compattamento legato alla coltivazione intensiva del terreno non è solo rappresentato dal compattamento superficiale dovuto al passaggio di macchine agricole, ma può verificarsi anche lungo il profilo colturale. Le colture che richiedono lavorazioni del terreno profonde e continue, soprattutto quando condotte in regime di monosuccessione, determinano la formazione di uno strato compatto e impermeabile al limite inferiore della coltivazione (30-40 cm): la cosiddetta suola di aratura. Tale discontinuità altera il drenaggio e può generare ristagni idrici i quali, oltre a creare problemi di asfissia, contribuiscono alla dispersione delle particelle di terreno e quindi alla degradazione della struttura. Il maggiore ristagno idrico o le sommersioni dei suoli delle pianure alluvionali in casi di piogge intense e concentrate sono il risultato della presenza di questo strato compatto.

### **Quali sono le interazioni tra sostanza organica e compattazione?**

La sostanza organica riduce il rischio di com-



pattazione poiché favorisce l'aggregazione delle particelle di suolo determinando un aumento della porosità ed una riduzione della densità apparente. Inoltre aumenta la permeabilità e quindi la quantità di acqua disponibile per le piante.

L'aggiunta di letame, compost o altro materiale organico al terreno migliora la struttura del suolo che quindi resiste meglio alla compattazione.

*Come può essere ridotta la compattazione?*

La compattazione può essere evitata, o comunque ridotta, adottando opportuni accorgimenti:

- ridurre il numero di passaggi delle macchine e degli attrezzi sul terreno. Quando ciò non è possibile, è preferibile passare con le macchine sempre sulla stessa traccia nelle successive operazioni colturali;
- preferire le macchine con ruote a quelle con cingoli;
- effettuare lavorazioni alternative all'aratura come la discissura con chisel o con ripuntatori, disponibili in diversi tipi (curvi, dritti, inclinati), in funzione del tipo di terreno da lavorare;
- effettuare le operazioni colturali, la raccolta ed il pascolamento quando il suolo è asciutto;
- effettuare un'ampia rotazione delle colture;
- mantenere o incrementare la quota di sostanza organica nel terreno.

## 4.6 BISOGNO MANODOPERA

*Occupazione*

Dati Istat alla mano, il primo trimestre del 2011 ha fatto registrare un aumento del 6 per cento del numero di lavoratori dipendenti impegnati in campagna, a fronte di una sostanziale stagnazione dell'intero sistema economico, dove gli occupati crescono solo dello 0,4 per cento.

Secondo Sergio Marini, presidente nazionale della Coldiretti, l'agricoltura fa segnare di gran lunga la migliore performance occupazionale tra i diversi settori economici che sono stagnanti (+0,5 per i servizi), in calo (-0,3 per cento per l'industria) o addirittura evidenziano un crollo (-8,1 per cento per le costruzioni). Il risultato positivo è particolarmente importante perché è piuttosto omogeneo su tutto il territorio nazionale con un aumento del 7,6 per cento al nord, del 6,6 per cento al centro e del 5,2 per cento al sud".

L'agricoltura è in grado di offrire opportunità occupazionali a 250mila lavoratori nei prossimi dieci anni, sulla base dell'analisi della Coldiretti che evidenzia come il risultato del primo trimestre dia continuità all'andamento positivo registrato dal settore anche nel 2010 quando l'agricoltura è stato l'unico settore ad aumentare l'occupazione.

A crescere sarà la domanda di livelli più elevati di professionalità con particolare riguardo a figure specializzate in grado di seguire lo sviluppo di specifiche coltivazioni, la conduzione di macchinari o la gestione di attività che oggi si sono integrate con quella agricola all'interno dell'azienda: dalla vendita diretta dei prodotti tipici alla trasformazione aziendale del latte in formaggio, dell'uva in vino, delle olive in olio ma anche pane, birra, salumi, gelati e addirittura cosmetici. Le difficoltà di reperimento di manodopera si registrano infatti per figure professionali tradizionali che vanno dal trattorista al taglialegna fino al potatore, ma anche per quelle innovative all'interno dell'impresa agricola come l'addetto alla vendita diretta di prodotti tipici, alla macellazione, alla vinificazione o alla produzione di yogurt e formaggi.

Il trend positivo del settore occupazionale

segue quello dell'export. Nel primo trimestre del 2011 il made in Italy a tavola ha fatto segnare un aumento dell'11 per cento, ben oltre il valore di altri settori, a cominciare da quello delle automobili. Nel periodo gennaio-marzo le esportazioni di cibo e bevande sono state pari a 7,1 miliardi di euro.

Si tratta di un successo che ha peraltro aspetti sorprendenti come l'invasione dei formaggi italiani sulle tavole dei francesi, con un aumento del 21 per cento delle esportazioni (da 57 a 69 milioni di euro). E nei bicchieri transalpini cresce anche il vino (+ 26 per cento, per un totale di 24 milioni di euro), con lo spumante che, addirittura, va quasi a raddoppiare gli ordini (+78 per cento, pur se all'interno di un mercato ancora di nicchia). Il made in Italy a tavola contagia anche la Gran Bretagna, terra dei pub, con la birra italiana che va a sfiorare i 10 milioni di euro, grazie a un balzo in avanti del 27 per cento. Aumentano anche le esportazioni di grappa in Russia (+76 per cento) e di pasta in Cina (+43 per cento), rispettivamente il paese della vodka e dell'invenzione degli spaghetti, almeno secondo alcune fonti.

### *Evoluzione manodopera*

Il settore agricolo, ancorché storicamente strategico per via del mercato legame con i temi dell'alimentazione e dell'ambiente, non rappresenta di certo un settore occupazionale quantitativamente rilevante dell'Italia nel suo complesso. Per molto tempo ha conosciuto una progressiva riduzione occupazionale e ne è stato favorito, direttamente o indirettamente, l'abbandono a vantaggio dello sviluppo economico. La graduale industrializzazione del contesto produttivo prima ed il processo di terziarizzazione poi hanno infatti determinato un consistente esodo di manodopera dall'agricoltura ed accompagnato una progressiva ridestinazione dei terreni.

Per via di queste trasformazioni, la questione agricola è oggi ordinariamente associata a problematiche quali la marginalità del settore e la necessità di implementare politiche assistenzialiste e di protezione dei prodotti in un'ottica allargata di mercato globale. Una serie di norme e meccanismi che disciplinano la produzione, gli scambi e la lavorazione dei prodotti agricoli nell'Unione

Europea trovano collocazione nell'ambito della Politica Agricola Comunitaria (PAC), introdotta in Italia con il Trattato di Roma nel 1957. In questa sede non ci si vuole tuttavia inoltrare in valutazioni di tipo macroeconomico né entrare nel merito di problematiche come quelle legate al delicato sistema delle politiche agrarie. Si riconoscono

comunque le specificità di un settore che, benché fortemente ridimensionato, per la sua importanza strategica porta con sé crescenti complessità organizzative. Il punto di osservazione adottato è il mercato del lavoro ed alcune specifiche dinamiche occupazionali che in esso hanno luogo.

Nonostante la contenuta numerosità dell'universo dei lavoratori interessati, la caratterizzazione occupazionale di questo settore risulta essere particolarmente interessante poiché riflette in pieno le trasformazioni strutturali che esso si è trovato ad affrontare negli ultimi anni. Trasformazioni non solo economiche, ma spesso collegate a cambiamenti strutturali e sociali di un territorio e della sua popolazione. Tra queste il progressivo abbandono del lavoro agricolo da parte della manodopera italiana ed il crescente fabbisogno di manodopera esterna, soprattutto straniera, per far fronte alla marcata stagionalità delle attività legate alle produzioni agricole.

La particolare natura del lavoro in agricoltura, tradizionalmente gravoso sia nello sforzo fisico che nei vincoli orari richiesti, nonché la scarsa garanzia in merito al guadagno conseguibile, hanno via via determinato una cronica carenza di manodopera nel settore e solo in minima parte le fuoriuscite dal mercato del lavoro dei più anziani sono state rimpiazzate dai nuovi ingressi delle generazioni più giovani.

In agricoltura esistono inoltre momenti del ciclo produttivo, come la raccolta, fortemente legati ad un apporto aggiuntivo di forza lavoro. Si tratta in generale di periodi molto limitati nel corso dell'anno nei quali il fabbisogno di manodopera da parte delle aziende agricole diventa esponenziale e la ricerca di potenziali prestatori d'opera, anche solo per poche ore giornaliere, diventa in alcuni casi problematica. Nel corso degli ultimi anni il settore agricolo ha parzialmente integrato il fabbisogno strut-

turale di manodopera attraverso il ricorso ad un numero significativo di lavoratori immigrati. Lavoratori, in molti casi neocomunitari, impiegati sia stabilmente che per periodi limitati di tempo nelle più svariate attività del settore agricolo: dall'allevamento alla produzione di frutta ed ortaggi, dal comparto vitivinicolo a quello florovivaistico.

Le tipologie produttive come la raccolta della frutta e la vendemmia, hanno evidenziato la necessità di un apporto aggiuntivo di manodopera soprattutto in alcuni specifici periodi dell'anno e per determinate tipologie di attività. Nel passato ed in particolar modo nelle situazioni aziendali meno strutturate il ricorso al lavoro informale dei familiari e della più stretta cerchia amicale rappresentava la soluzione più immediata e meno onerosa per l'imprenditore. Oggi, anche per via delle trasformazioni intervenute nel settore agricolo e più in generale nel mercato del lavoro, ma soprattutto a causa del venir meno delle potenzialità offerte nell'ambito della famiglia tradizionale allargata, le possibilità di reclutamento risultano essersi notevolmente ridotte. Il ricorso a forme di lavoro irregolare, sia per la natura stessa della prestazione richiesta che per la tipologia dei soggetti coinvolti, ha da sempre costituito il problema maggiore.

Di recente, la possibilità di prestare occasionalmente attività lavorative di tipo accessorio retribuite attraverso appositi voucher rappresenta invece una concreta possibilità di occupazione saltuaria regolare nel settore agricolo.

La scelta della prospettiva occupazionale, per il settore agricolo, è piuttosto inusuale per l'analisi e la valutazione delle dinamiche che lo caratterizzano. Tradizionalmente connotato da una marcata rilevanza dell'apporto informale di manodopera della cerchia familiare, il settore ha di recente conosciuto importanti trasformazioni anche rispetto alla conformazione del mercato del lavoro.

Il lavoro autonomo è ancora prevalente ma i segnali tendenziali sono di una progressiva erosione. Quanto al lavoro dipendente è possibile intravedere segnali di crescita. Per via delle ancora ridotte dimensioni aziendali è tuttavia significativo l'apporto lavorativo del nucleo familiare. La crescita delle posizioni dipendenti,

anche in aziende di piccole dimensioni, suggerisce l'esistenza di processi di sostituzione in atto. Pur essendo connesso alle dimensioni aziendali, l'impiego di manodopera esterna è infatti strettamente collegato alle scelte familiari (aspettative dei membri, preferenze, ecc.) nonché alle risorse interne a disposizione.

L'impiego di manodopera straniera interviene a colmare una crescente carenza di forza lavoro locale, soprattutto in relazione alle occupazioni stagionali caratterizzate da un elevato grado di flessibilità e temporaneità, spesso legate ad esigenze occupazionali straordinarie e contingenti.

Proprio per venire incontro al crescente fabbisogno di manodopera in specifici periodi dell'anno, la sempre maggiore necessità di reclutare personale all'esterno dell'azienda ha sollecitato nuove forme organizzative della forza lavoro.

La strutturazione ancora contenuta della maggior parte delle aziende Italiane si è trovata a fare i conti da un lato con necessità impellenti di reclutare all'esterno una forza lavoro sempre più scarsa, dall'altro con le difficoltà oggettive nel gestire agevolmente le impellenze amministrative e burocratiche legate all'impiego di personale in limitati periodi dell'anno.

Mentre il reclutamento dei lavoratori stranieri, soprattutto comunitari, ha rappresentato la più evidente risposta alla carenza strutturale di manodopera locale, il massiccio ricorso al lavoro occasionale accessorio è un chiaro segnale di favore per uno strumento, agile e poco oneroso, che costituisce una possibile soluzione al bisogno di semplificazione.

## 4.7 TEMPESTIVITA' LAVORAZIONI

Grandine, malattie e siccità sono le tre grandi incognite da gestire in tempi e modi sempre diversi.

### *Siccità*

Ci si accorge dal colore delle foglie e ci si adopera per intervenire il prima possibile sebbene parte del danno sia a quel punto già fatto dato che la piante ne mostrano i segni visibili.

Se si dispone di impianto di irrigazione a goccia lo si attiva, ma prima bisogna disporre i tubi di collegamento tra l'eventuale pozzo e l'impianto, inoltre bisogna attivare un trattore o un generatore che alimentino un cardano che manda in pressione l'acqua.

Se si usa il rotellone bisogna verificarne la disponibilità in azienda o dal contoterzista e aspettare i tempi per il raggiungimento dello stesso nel campo, inoltre la sua gestione è lunga e complessa in quanto la sua posizione va continuamente modificata poiché esso allaga circa 4/6 filari e poi bisogna riposizionare il tutto più avanti, nei 4/6 filari successivi.

Entrambe le operazioni dovendo essere continue per irrigare l'intero campo della quantità di acqua necessaria nel più breve tempo possibile per fronteggiare la siccità, spesso continuano per tutta la notte e portano ad un enorme spreco di acqua.

### *Grandine*

Mentre malattie e siccità sono eventi in divenire, che peggiorano nel tempo e vanno notati ed intervenuti il prima possibile, la grandine è un evento improvviso, solitamente qualche ora, e violento, il cui unico riparo sono l'istallazione di reti adeguate. In alcuni periodi le reti non sono disposte per permettere l'irraggiamento della pianta che viene così esposta a rischi di grandinate straordinarie fuori stagione.

I danni e le contromisure dipendono molto dall'intensità, se lieve o massiccia, e dal periodo di svilluppo in cui si trova la vigna.

Gli interventi vanno dall'uso di fitofarmaci per evitare che essendo la pianta ferita sopraggiungano malattie come peronospora e botrite, alla potatura per rendere più efficace il trattamento fitosanitario e consentire un migliore ricircolo dell'aria, alla concimazione in modo da stimolare il ricaccio di germoglio da parte della pianta.

Tutti questi interventi variano in base alla gravità del danno fatto dalla grandine e sono da eseguire tempestivamente per salvare il salvabile e mantenere sano il rimanente prodotto non rovinato.

### *Malattie*

Le malattie della vigna sono: peronospora, iodio, botrite, mal dell'esca, marciumi. Esse sono visibili su foglie prima e sui grappoli poi andando a danneggiare il raccolto finale. Le possibili cause di una loro comparsa sono molteplici e quindi non sono preventivabili. Bisogna cercare di prevenirle con trattamenti fitosanitari costanti e mirati e in caso di comparsa intervenire con rapidità per limitare il danno e la sua espansione. Richiedono trattamenti fitosanitari circa ogni 10 giorni e possono variare in base alle precipitazioni e ai cambiamenti climatici.

Per la siccità il problema è per di più logistico-organizzativo in quanto ci vogliono due persone o per attrezzare i tubi e avviare l'impianto a goccia o per gestire il ripetuto sgancio-aggancio del trattore al rotellone e alla navetta che trasporta le bocchette di irrigazione. Spesso il piccolo coltivatore diretto è solo e deve gestire da sé tutte le operazioni a volte rischiando manovre azzardate per colmare l'assenza di un aiutante, mettendo così a rischio la sua sicurezza, raddoppiando tempi e aumentando lo stress. Per le operazioni a tutela di grandine e malattie la problematica è assicurare un operatore che sia disponibile a fare i trattamenti costantemente a scadenza solitamente ogni 10 giorni effettuando le operazioni richieste in periodi non prevedibili e variabili in base alle condizioni meteo-climatiche. Nel peggiore dei casi può capire di aver bisogno dei trattamenti anche durante un periodo in cui tutta la manodopera dell'azienda è impegnata in altre operazioni, come la gestione del verde ecc. o in periodo in cui la manodopera non è attiva né disponibile, in quanto nei periodi non stagionali è occupata in altri lavori esterni.



Litri

60

50

40

30

20

10

0

Lussemburgo

Francia

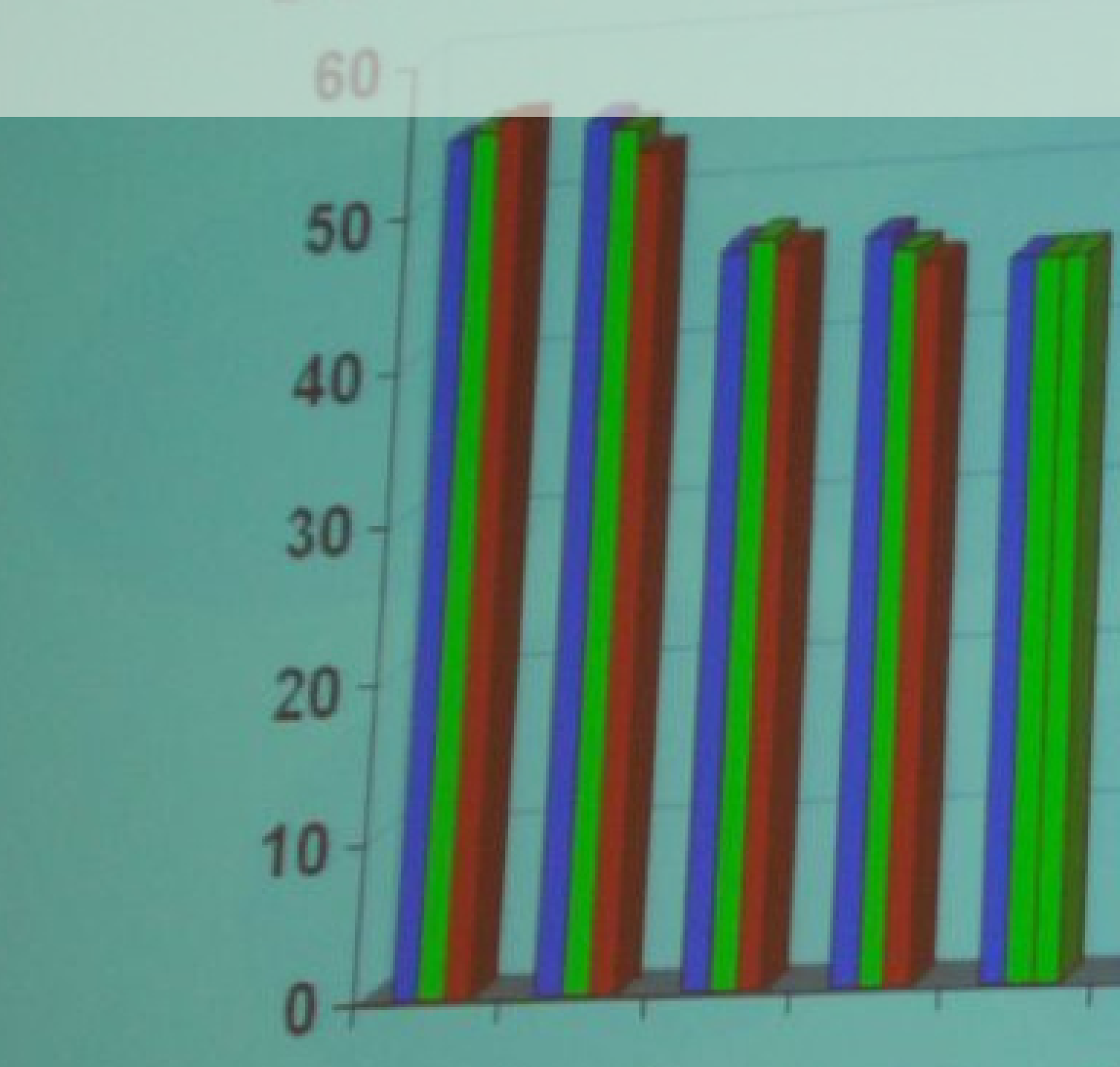
Italia

Portogallo

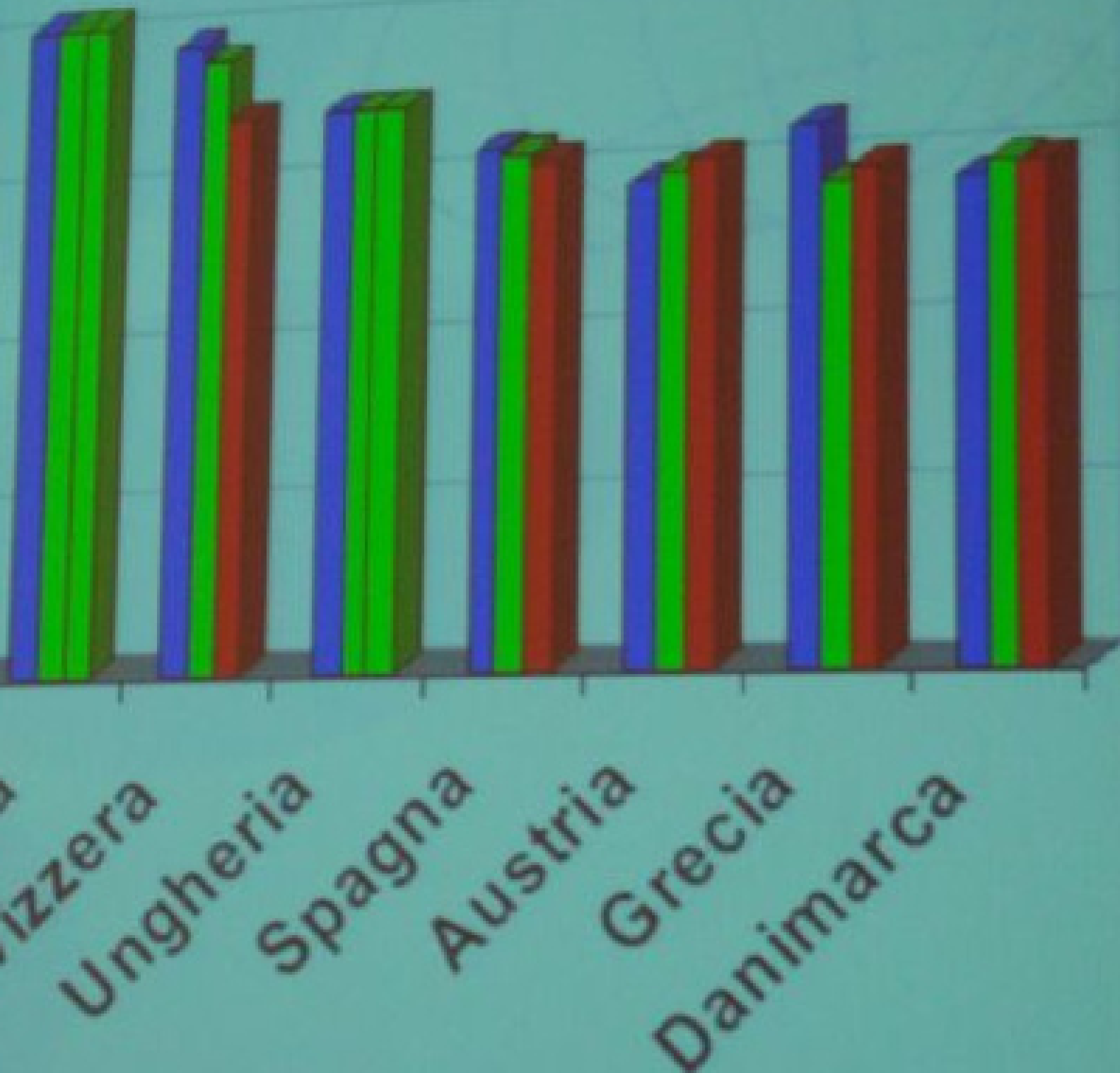
Slovenia

Croazia

Svi



# 5 | MERCATO



## 5.1 PRINCIPALI NAZIONI VITIVINICOLE

Dati sulla produzione di uva e di vino a livello mondiale

L'area totale di vigneto nel mondo è 7742 mha,

Divisione per continenti:

- 58,4% Europa
- 21,1% Asia
- 12,8% America
- 5,0% Africa
- 2,7% Oceania

I primi dieci vigneti più grandi a livello mondiale (migliaia di ha) considerando 7742 ha come area totale:

- 1165, Spagna (15,0%)
- 852, Francia (11,0%)
- 840, Italia (10,8%)
- 517, Turchia (6,7%)
- 470, Cina (6,1%)
- 398, USA (5,1%)
- 330, Iran (4,3%)
- 246, Portogallo (3,2%)
- 227, Argentina (2,9%)
- 207, Romania (2,7%)

La produzione di uva nel 2008 è stata circa 677,9 milioni di tonnellate.

Divisione per continenti:

- 43,2% Europa
- 26,5% Asia
- 21,0% America
- 6,0% Africa
- 3,3% Oceania

I primi dieci produttori di uva sono (in migliaia di tonnellate):

- 677.992, totale mondiale
- 80.570, Italia (11,9%)
- 72.000, Cina (10,6%)
- 67.448, USA (9,9%)
- 57.462, Spagna (8,5%)
- 57.050, Francia (8,4%)
- 39.184, Turchia, (5,8%)
- 30.000, Iran (4,4%)
- 27.869, Argentina (4,1%)
- 25.000, Cile (3,7%)
- 19.568, Australia (2,9%)

La produzione di uva nel 2008 è stata circa di

269,0 Milioni di d'hl.

Divisione per continenti:

- 66,7% Europe
- 18,5% America
- 5,4% Oceania
- 5,0% Asia
- 4,4% Africa

I primi dieci produttori di vino sono (in migliaia di tonnellate):

- 269.018, totale mondiale
- 48.633, Italia (18,1%)
- 41.429, Francia (15,4%)
- 34.630, Spagna (12,9%)
- 19.200, USA (7,1%)
- 14.677, Argentina (5,5%)
- 12.431, Australia (4,6%)
- 12.000, Cina (4,5%)
- 10.261, Sud Africa (3,8%)
- 9.991, Germania (3,7%)
- 8.683, Cile (3,2%)

Il consumo di vino nel 2008, è stato circa 244,9 Milioni d'hl

Divisione per continenti:

- 66,0% Europe
- 21,5% America
- 7,3% Asia
- 2,8% Africa
- 2,4% Oceania



## 5.2 MERCATO MACCHINE AGRICOLE

Importanti dati sul mercato delle macchine agricole si possono ricavare dai comunicati stampa dell'AGRITECHNICA che è la più importante fiera di macchine agricole che si è appena conclusa ad Hannover in Germania. Ne emerge che:

- Oltre 2.700 aziende provenienti da 48 paesi hanno esposto un'offerta completa di macchinari, apparecchiature, pezzi di ricambio ed accessori. La percentuale estera è passata dal 47% nel 2009 al 50%. Il numero degli espositori negli ultimi anni si è più che raddoppiato. Il numero degli espositori esteri nello stesso periodo si è più che triplicato.

- Il sondaggio ai visitatori dimostra inoltre che due terzi degli agricoltori intervistati classificano la loro attuale situazione aziendale come buona. Questo valore è del 20% superiore al 2009. Il risultato dimostra inoltre che pressoché tre quarti degli agricoltori nei prossimi due anni intende effettuare degli investimenti concreti.

- Numerosi sviluppi nella tecnica agricola sono caratterizzati dagli attributi quali più grande, più veloce, più largo che tuttavia sono sovrapposti nel loro significato da costanti sviluppi innovativi nel settore dell'elettronica e dei sensori. Questi determinano oggi prevalentemente il livello di innovazione dei macchinari e dei sistemi con il fine di rendere i processi più efficienti, più precisi, più ecologici e meno costosi. Questa circostanza era evidente durante la Agritechnica 2011 ed in particolare nello „Smart Farming – L'agricoltura intelligente“. Le informazioni offerte su nuovi sviluppi della tecnologia dei sensori, della navigazione e della gestione dati hanno registrato un grande interesse presso gli agricoltori.

- Il tema della carenza di addetti specializzati nella tecnica agricola, presso i produttori e l'assistenza in occasione della Agritechnica è stato affrontato con delle iniziative mirate. Nello speciale "Officina Live" degli esperti, dall'apprendista all'esperto, hanno dimostrato le loro capacità e potenzialità su macchine Hightech durante i normali lavori di manutenzione e di assistenza. I produttori hanno inoltre fornito informazioni sugli interessanti campi

professionali per aggiustatori meccanici qualificati, elettrotecnici ed informatici.

- Il prof. Dr. Karlheinz Köller, università Hohenheim commenta. (DLG). Più grande, più veloce, più largo, queste qualità continuano a distinguere i numerosi sviluppi nella meccanizzazione agricola. Stanno però per essere sempre più offuscati da evoluzioni nell'elettronica e nella tecnica dei sensori. Oggi questi settori determinano in maniera preponderante il grado innovativo di macchine e sistemi con lo scopo di rendere i processi più efficienti, a basso impatto ambientale e a costi contenuti. Questo sviluppo, chiamato anche "Precision Farming", viene ampliato con il collegamento di diverse fonti informative pubbliche e aziendali e con aiuti decisionali automatizzati senza però porsi il solo obiettivo di ottimizzare i singoli processi ma anche di rendere possibili nuove strategie di gestione delle materie prime e dell'azienda. Questa innovazione di unire singoli moduli del "Precision Farming" in una strategia globale viene chiamata "Smart Farming". La tendenza all'automazione di processi di lavoro in una produzione di piante viene accompagnata, allo scopo di minimizzare tempi morti e costi di riparazione, dallo sviluppo di software intelligenti in grado di soddisfare le crescenti esigenze di documentazione, garanzia di qualità, rintracciabilità, logistica, gestione della flotta e monitoraggio delle macchine. Gli sviluppi collegati ad un intelligente e semplice sistema per la gestione dei dati portano a strutture in rete che ritraggono l'intera filiera dal campo al consumatore.

- Tractor-Implement Management (l'attrezzatura comanda il trattore). In occasione di Agritechnica 2009 è stato presentato il sistema per la gestione automatica dell'attrezzatura "Tractor-Implement Automation" su base ISOBUS, prendendo come esempio un veicolo caricatore intelligente. Con l'aiuto di un sensore ad ultrasuoni che rileva la forma dell'andana e di un sensore di coppia sul rotore di taglio del veicolo caricatore, viene regolata la velocità di crociera del trattore a seconda dello spessore dell'andana. Altra soluzione simile, presentata nel 2009, è l'esempio di una rotopressa dove il trattore si ferma automaticamente a camera di pressatura

piena per poi svolgere il seguente processo in automatico. Questo sviluppo trova seguito in Agritechnica 2011, per esempio nel campo della produzione di patate, dalla semina alla raccolta. Implementando la tecnica ISOBUS, e altre funzioni, si realizza un'unità funzionale tra trattore e attrezzatura che automatizza il processo di lavoro della piantatrice o della raccogliatrice; può ad esempio regolare il meccanismo di sollevamento, la presa di forza, la velocità di guida e le attrezzature supplementari nonché la guida in generale e la gestione delle capezzagne. Oltre alla regolazione vengono documentati anche i singoli parametri. Evidenti sono i vantaggi nell'aumento delle prestazioni, dell'efficienza e nell'assistenza al guidatore. Si presenta una soluzione adatta allo spargimento dei reflui zootecnici dove il serbatoio comanda tramite ISOBUS la velocità della presa di forza del trattore. A seconda dello stato di funzionamento e delle necessità, l'attrezzatura può scegliere la velocità standard della presa di forza adatta al caso, eseguire un adattamento della velocità e spegnere o accendere la presa di forza.

- Elettificazione del trattore e delle attrezzature. L'atteso aumento di azionamenti elettrici nelle attrezzature richiede un'interfaccia adeguata tra trattore e le stesse per poter trasmettere l'alta potenza elettrica richiesta. I produttori di trattori e attrezzature, nonostante la concorrenza, hanno riconosciuto come impegno comune lo sviluppo di un'interfaccia standardizzata adatta a questo scopo (collegamento ad alto voltaggio per l'elettificazione di trattore/attrezzatura). L'innovazione consiste soprattutto nel comune lavoro di sviluppo, praticato per la prima volta grazie ad una tendenza industriale, anticipata nel 2007 (Agritechnica) e sempre più visibile a partire dal 2009 (Agritechnica), volta all'azionamento elettrico per attrezzature con un maggiore fabbisogno di potenza. La collaborazione di produttori di trattori e di attrezzature rende possibile un celere lavoro di sviluppo volto al raggiungimento di uno standard internazionale. Quest'ultimo è indispensabile alla creazione di un'interfaccia per la trasmissione di alte potenze elettriche (fino a 150 kW a interfaccia) che renda compatibili trattori di vari produttori e attrezzature di altri costruttori, come del resto fanno già altre interfacce standardizzate (meccaniche, idrauliche,

ISOBUS). Le singole imprese potranno quindi sviluppare su questa solida base i loro prodotti personalizzati e differenziati soddisfacendo i loro clienti. Questo sviluppo orientativo stimolerà altri produttori a portare avanti delle soluzioni adeguate. In Agritechnica, in futuro, ci si può dunque aspettare diverse attrezzature che combineranno i temi attuali (ISOBUS, TIM e „High Voltage“). Tra l'altro sono stati presentati un trattore a quattro ruote sterzanti con azionamento elettrico delle singole ruote e indipendente sospensione idropneumatica, nonché due interfacce elettriche per l'alimentazione elettrica delle attrezzature durante il funzionamento mobile.

- Sistemi automatici di guida.

Sempre più trattori vengono attrezzati con sistemi automatici di guida. Ne fanno parte un ricevitore DGPS per la localizzazione, un display come strumento di visualizzazione e di impostazione nonché l'elettronica adatta alla trasformazione dei dati di posizione in movimenti di guida. Quasi tutti i sistemi esistenti sul mercato, anche semplici sistemi di guida parallela, funzionano solo come soluzione stand-alone, ciò significa che il display e il controllo dovranno essere dello stesso produttore. Ci si può attendere che saranno offerti sempre più di frequente sistemi di guida automatiche compatibili ISOBUS, dove la visualizzazione e il controllo sarà possibile anche attraverso terminali ISOBUS di altri produttori.

- Sistemi automatici di guida con l'integrata gestione delle capezzagne (manovre di svolta e di cambio automatizzate) rendono già oggi possibile la guida di un trattore senza intervento del conducente. Il prossimo passo da attendersi sarebbe la rinuncia totale al conducente. Sviluppi di tali veicoli autonomi non sono una novità e sono state presentate già anni addietro in forma di studi di concetti. Anche il cosiddetto "timone elettronico", un sistema nel quale un trattore con conducente precede un secondo trattore senza conducente disposto in modo sfalsato sia da un punto di vista spaziale che temporale, sino ad ora è conosciuto solamente come progetto di ricerca. Lo sfruttamento commerciale fino adesso è fallito anche a causa dei rischi di responsabilità per danni derivati dal prodotto. Agritechnica 2011 presenterà per la prima volta una soluzione pronta

per la commercializzazione. Questo sistema prevede il collegamento virtuale tra due trattori con un sistema di guida di altissima precisione. Il primo trattore viene comandato manualmente e comunica via radio con il secondo trattore senza conducente, il quale, combinato con la stessa attrezzatura segue, sfalsato sia da un punto di vista spaziale che temporale, una linea prefissata. Il monitoraggio delle funzioni di entrambi le macchine è compito del conducente della prima. I vantaggi dal punto di vista dell'economia di lavoro sono evidenti.

- Nel 21° secolo l'economia agricola assume un ruolo chiave.

I mercati internazionali delle materie prime agricole crescono, l'agricoltura va "di moda", è uno dei settori chiave del 21° secolo. Tuttavia, il mondo agricolo sta cambiando, le materie prime scarseggiano ovunque e quindi è necessaria una strategia che valorizzi le potenzialità nella gestione delle risorse rurali. Si tratta di produrre, sulla base di risorse limitate, in maniera sostenibile e con consenso sociale, sufficienti materie prime di altissima qualità. Nel 2050 dovranno essere nutrite circa nove miliardi di persone e inoltre si prevede un aumento della domanda di risorse primarie per la produzione di energia. Fukushima ha aperto una discussione su scala mondiale riguardo all'approvvigionamento energetico del futuro e, in particolar modo in Germania, ha portato ad una radicale svolta nel settore. Si pongono sempre nuove regole per la gestione delle superfici e delle filiere. Si aggiunga, oltre ai mercati mondiali sempre più volatili, la discussione in corso a Bruxelles per porre le basi di una futura politica agricola entro il 2013, i cui risultati non sono ad oggi prevedibili. Per di più l'agricoltura si trova a fare i conti con rischi produttivi sempre maggiori a causa delle condizioni meteorologiche.

- Un agricoltore su due vuole investire

I risultati dell'attuale Trendmonitor denotano che quasi la metà degli agricoltori abbia intenzione di fare investimenti nei prossimi dodici mesi. Tale dato è diminuito rispetto all'indagine primaverile, probabilmente a causa del fatto che già nella prima metà del 2011 siano stati operati ingenti investimenti. Con uno sguardo alle tendenze a medio e lungo termine si può affermare che oltre il 60% dei coltivatori,

tramite investimenti, intendono aumentare l'efficienza della produzione e quindi la propria competitività. Per oltre il 40% dei coltivatori intervistati ciò sarà accompagnato da una espansione delle aziende e dai relativi investimenti di ampliamento. I principali settori spronanti per gli investimenti sono lavori dei campi e le bioenergie.

### 5.3 ITALIA

Report estratto dall' sesto censimento generale dell' agricoltura

In tabella viene mostrato il quadro nazionale italiano relativo a superficie di vigneto impiantato e numero di aziende vitivinicole presenti divisi per regione:

REGIONI	ADIBITI A VITE			
	AZIENDE		SUPERFICIE	
	2010	2000	2010	2000
Piemonte	20.669	40.610	46.710,34	52.905,75
Valle d'Aosta	1.362	2.399	431,55	517,09
Lombardia	9.042	15.898	22.292,69	22.070,09
Liguria	3.940	12.544	1.327,50	2.391,24
Trentino-Alto Adige	12.729	15.325	15.323,11	13.864,10
Bolzano/Bozen	4.781	4.781	5.291,40	4.809,55
Trento	7.948	10.544	10.031,71	9.054,55
Veneto	37.335	77.191	73.708,68	73.780,79
Friuli-Venezia Giulia	6.644	12.285	19.668,94	17.804,85
Emilia-Romagna	25.313	44.599	55.814,98	60.072,09
Toscana	24.987	53.796	56.587,74	58.504,41
Umbria	11.136	23.950	12.059,45	14.227,09
Marche	13.751	27.630	15.475,22	19.660,40
Lazio	20.485	69.371	16.082,05	29.533,41
Abruzzo	18.675	34.063	30.582,88	34.904,37
Molise	5.960	12.417	4.172,74	5.883,35
Campania	41.624	86.085	21.002,45	29.264,34
Puglia	47.901	83.518	96.750,30	111.290,21
Basilicata	9.775	23.795	5.508,01	8.736,80
Calabria	13.390	34.291	9.075,90	13.825,81
Sicilia	40.611	79.603	110.699,09	121.796,15
Sardegna	18.316	41.721	18.866,39	26.301,44
<b>ITALIA</b>	<b>383.645</b>	<b>791.091</b>	<b>632.140,01</b>	<b>717.333,78</b>
<b>Nord-ovest</b>	<b>35.013</b>	<b>71.451</b>	<b>70.762,08</b>	<b>77.884,17</b>
<b>Nord-est</b>	<b>82.021</b>	<b>149.400</b>	<b>164.515,71</b>	<b>165.521,83</b>
<b>Centro</b>	<b>70.359</b>	<b>174.747</b>	<b>100.204,46</b>	<b>121.925,31</b>
<b>Sud</b>	<b>137.325</b>	<b>274.169</b>	<b>167.092,28</b>	<b>203.904,88</b>
<b>Isole</b>	<b>58.927</b>	<b>121.324</b>	<b>129.565,48</b>	<b>148.097,59</b>

### 5.3.1 Indagine ISTAT

Le aziende agricole diminuiscono del 32,2%, cresce del 44,4% la loro dimensione media.

Più ricchi di valenze informative rispetto al passato, i dati provvisori fanno emergere un quadro articolato dell'agricoltura italiana, frutto delle trasformazioni avvenute nel decennio intercorso dal Censimento del 2000.

*Roma, 5 luglio 2011*

Il profilo che emerge dai dati provvisori del 6° Censimento generale dell'agricoltura è il risultato di un processo pluriennale di concentrazione dei terreni agricoli e degli allevamenti in un numero sensibilmente ridotto di aziende. Infatti, alla data del 24 ottobre 2010 in Italia risultano attive 1.630.420 aziende agricole e zootecniche di cui 209.996 con allevamento di bestiame destinato alla vendita; rispetto all'anno 2000 la riduzione del numero di aziende è del 32,2%. Nel complesso, la Superficie Aziendale Totale (SAT) risulta pari a 17.277.023 ettari e la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) ammonta a 12.885.186 ettari. In dieci anni la SAT è diminuita dell'8% e la SAU del 2,3%.

*Meno aziende, ma di dimensioni più ampie*

La dimensione media aziendale è passata, in un decennio, da 5,5 ettari di SAU per azienda a 7,9 ettari (+44,4%). Ciò è conseguenza di una forte contrazione del numero di aziende agricole e zootecniche attive (-32,2%), cui ha fatto riscontro una diminuzione della superficie coltivata assai più contenuta (-2,3%). L'effetto delle politiche comunitarie e dell'andamento dei mercati ha determinato l'uscita di piccole aziende dal settore, favorendo la concentrazione dell'attività agricola e zootecnica in unità di maggiori dimensioni e avvicinando il nostro Paese alla struttura aziendale media europea. Anche la dimensione media aziendale in termini di SAT aumenta rispetto a quanto rilevato dal Censimento del 2000, passando da 7,8 a 10,6 ettari. Tuttavia, in valore assoluto, la SAT complessiva diminuisce (-8%) assai più della SAU (-2,3%), segnale di un processo di ricomposizione fondiaria che ha trasferito alle aziende agricole attive nel 2010 prevalentemente le superfici agricole utilizzate dalle

aziende cessate e, in misura minore, i terreni investiti a boschi annessi alle aziende o non utilizzati. Oltre la metà della SAU totale (54,1%) è coltivata da grandi aziende con almeno 30 ettari di SAU (5,2% delle aziende italiane), mentre nel 2000 quelle al di sopra di questa soglia dimensionale coltivavano il 46,9% della SAU ed erano il 3% del totale.

*Dimezzate le aziende con meno di un ettaro*

Le aziende con meno di 1 ettaro di SAU diminuiscono del 50,6% e rappresentano nel 2010 il 30,9% del totale delle aziende agricole italiane, mentre erano il 42,1% nel 2000.

*In Sardegna le più estese, in Liguria le più piccole*

Con una dimensione media di 19,2 ettari di SAU per azienda, la Sardegna presenta la dimensione media aziendale maggiore, superando la Lombardia (18,4 ettari). I valori minimi si registrano in Liguria (2,1 ettari di SAU per azienda), Campania e Calabria (4), Puglia (4,7). Tutte le regioni del Sud hanno una dimensione media inferiore a quella nazionale, ad eccezione della Basilicata (9,9 ettari di SAU per azienda).

*Oltre la metà delle aziende è concentrata in cinque regioni*

E' la Puglia la regione con il maggior numero di aziende agricole (oltre 275mila), seguita dalla Sicilia (219mila), dalla Calabria (138mila), dalla Campania (137mila) e da Veneto (121mila). In queste cinque regioni opera il 54,6 per cento delle aziende agricole italiane. Il 46% della Superficie agricola utilizzata si concentra in Sicilia (1.384.043 ettari), Puglia (1.280.876), Sardegna (1.152.756) Emilia-Romagna (1.066.773) e Piemonte (1.048.350).

*Focus sui risultati delle 16 regioni e province autonome ad alta partecipazione*

Le analisi riguardanti le sole 16 regioni e province autonome italiane che nel Censimento hanno adottato il modello organizzativo ad alta partecipazione (non sono quindi comprese Veneto, Toscana, Marche e Puglia nonché il Molise, che non ha registrato direttamente i

questionari) e per le quali è già disponibile una serie di dati approfonditi desunti direttamente dai questionari registrati. Nelle 16 regioni e province autonome operano quasi 1,1 milioni di aziende (il 66,5% del totale), che coltivano circa 9,4 milioni di ettari di superficie agricola utilizzata (il 72,7%) e 12,6 milioni di superficie totale (il 72,9% del totale).

### *Molti più terreni in affitto e in uso gratuito*

Pur essendo ancora basata su unità aziendali di tipo individuale o familiare (96,0%), la struttura agricola e zootecnica mostra evidenti segnali di cambiamento in quasi tutte le 16 regioni e province autonome (non sono quindi comprese Veneto, Toscana, Marche e Puglia nonché il Molise, che non ha registrato direttamente i questionari). Nel 95% dei casi, il conduttore gestisce direttamente l'attività agricola e nel 65,5% i terreni sono di proprietà sua o dei suoi familiari; tuttavia, la struttura fondiaria è molto più flessibile rispetto al passato, grazie al maggior ricorso a forme diversificate di possesso dei terreni, orientate sempre più all'uso di superfici in affitto o gestite a titolo gratuito. La tendenza all'aumento dei terreni in affitto, già verificata in alcune aree del Paese nel precedente Censimento, è divenuta un vero e proprio boom: la SAU in affitto cresce del 52,4%, quella in uso gratuito del 76,6%. Nel 2010 la SAU in affitto o in uso gratuito arriva a rappresentare il 39,4% del totale delle 16 regioni e province autonome (era il 24,5% nel 2000).







# 6 | TRATTORE BASED AGRICULTURE



Il trattore è una macchina polivalente che predomina su tutte le lavorazioni in agricoltura perchè permette di rendere operative tutte le altre macchine operatrici ad esso collegate. Per capire quali sono le caratteristiche essenziali che rendono il trattore così importante bisogna capire che esso è un veicolo off-road con una notevole potenza, dotato di alcuni elementi che lo rendono utile per una enorme varietà di applicazioni.

Questi elementi sono divisibili in due categorie:

1) *tutto ciò che alimenta atri macchinari*, come lo sono la presa di potenza (a cui si attacca il cardano) che produce un movimento rotatorio e le prese dell'olio che attraverso condotti trasferiscono la pressione in qualsiasi punto del trattore.

2) *tutto ciò che permette il fissaggio dei macchinari al trattore*, come lo sono i ganci per trainare i rimorchi, le prese a tra punti per portare e sollevare macchine semoventi e le staffe laterali a cui agganciano macchinare ventrale, roll-barr, aratrini e cabina.

## 6.1 PRESA DI POTENZA

La presa di potenza (pdp), è il mezzo tramite il quale il motore del trattore è in grado di azionare, per mezzo di un movimento meccanico, rotatorio, e grazie all'albero cardanico di trasmissione, gli organi lavoranti sulla macchina operatrice (m.o.) ad esso accoppiata (fig. 1).

Fig. 1 - La presa di potenza, è il mezzo tramite il quale il motore del trattore è in grado di azionare gli organi lavoranti sulla macchina operatrice ad esso accoppiata, per mezzo di un movimento meccanico, rotatorio, e grazie all'albero cardanico di trasmissione.

La pdp è detta anche spesso, ma impropriamente, "presa di forza": infatti, tale sistema trasmette una coppia nell'ambito di un moto rotatorio di un albero (maschio scanalato) dotato di una determinata velocità angolare, pertanto tale sistema trasmette una potenza, e non una forza.

La trasmissione cinematica del moto, dal propulsore al maschio scanalato è, nella quasi totalità dei casi, interamente meccanica; esiste qualche raro caso, peraltro in aumento, di pdp

idraulica, nella quale cioè il motore aziona una pompa idraulica, che mette in pressione dell'olio, e lo invia tramite una tubazione ad un motore idraulico, che è direttamente collegato ad un maschio scanalato. L'utilità della pdp idraulica consiste nel fatto che la presa del moto può essere facilmente collocata in qualsiasi punto del trattore, dato che gli unici collegamenti con la fonte di potenza (la pompa idraulica) sono due tubi (uno di mandata e l'altro di ritorno dell'olio), che possono essere sistemati e fatti passare anche in spazi angusti. Un ulteriore vantaggio è rappresentato dal ridotto ingombro occupato dal motore idraulico e dal maschio scanalato. Una simile applicazione è talvolta riscontrabile sui piccoli trattori, che sono equipaggiati di una pdp "ventrale" (posta in posizione centrale, con uscita laterale al di sotto del corpo trattore), ad esempio per l'azionamento di dischi falcianti collocati in tale posizione.

La pdp idraulica descritta non è da confondere con la più comune pdp meccanica, il cui inserimento sia, invece che manuale, asservito idraulicamente.

In tutti i casi, infatti, nella trasmissione del moto tra il motore e la pdp è inserita una frizione, per permettere un innesto e un disinnesto dolci e senza strappi. Normalmente tale operazione è realizzata meccanicamente, per mezzo di leveraggi e molle, cui fa capo una leva (o più raramente un pedale) posti al posto di guida. Più modernamente, e per rendere l'azionamento ancora più graduale ed ergonomico (cioè che richieda un minor sforzo all'operatore), l'innesto è realizzato idraulicamente, il comando al posto di guida è un pulsante o una levetta, che fornisce o toglie corrente all'elettrovalvola.

Quindi spesso si definisce, erroneamente, "pdp idraulica", una pdp che non è veramente tale, ma che è comunque meccanica, ed ha solamente l'innesto che è asservito idraulicamente. Esistono diversi tipi di pdp, sia facendo riferimento alle modalità di funzionamento, sia in relazione alla standardizzazione delle prese di moto, i maschi scanalati.

In ogni caso, essendo quello della pdp una trasmissione del moto realizzata meccanicamente (o, come visto, più raramente in modo idraulico), essa sarà caratterizzata da un suo rendimento.

## Standardizzazione dei regimi di rotazione

Affinchè gli organi lavoranti (in moto) delle m.o. accoppiabili possano operare in modo ottimale, è necessario che il regime di rotazione sia normalizzato; in altre parole, i costruttori di m.o. devono avere come riferimento determinati valori di velocità angolare, per i quali, attraverso opportune moltiplicazioni o demoltiplicazioni, i vari attrezzi e/o accessori possano ruotare (o comunque muoversi) con le caratteristiche più opportune per effettuare la lavorazione più consona.

Nel tempo, si sono affermati 4 modi di funzionamento della pdp:

1. pdp a 540 min<sup>-1</sup>: è il regime di rotazione classico. Quasi tutti i modelli di trattore (da quelli di minor potenza e specializzati, come i mezzi utilizzati per la manutenzione del verde, nel vigneto e nel frutteto, a quelli più grandi, fino a 100-120 kW circa) ne sono dotati. Fanno eccezione solo alcuni modelli di grande potenza, da 100-120 a 200 kW;

2. pdp a 1000 min<sup>-1</sup>; è una standardizzazione del regime di rotazione affermata negli ultimi 15

anni circa, ed è stata la risposta dei progettisti alla continua richiesta di aumento delle potenze da trasmettere. Raddoppiando in pratica la velocità angolare rispetto a quella classica, a parità di coppia trasmessa si è potuta aumentare la potenza di circa due volte. Il risultato raggiunto è stato importante, poiché il contenimento del valore della coppia massima trasmissibile ha permesso di non surdimensionare in modo esagerato gli elementi della catena cinematica del moto (alberi, cuscinetti, ecc.) in modo da evitare problemi costruttivi e di ingombro a bordo della macchina.

3. pdp sincronizzata (con il cambio); è una modalità di funzionamento che si adotta quando la m.o. ha organi che devono essere mossi in modo proporzionale rispetto agli organi di propulsione (ruote o cingoli), cioè in definitiva in funzione della velocità di avanzamento dell'insieme trattore-m.o.

Il numero di m.o. che utilizzano questa modalità di funzionamento è in aumento; tra queste, due

esempi:

- rimorchi con asse motore: gli assi dei rimorchi sono normalmente folli; le sue ruote, però, possono essere rese motrici, collegandole alla pdp del trattore tramite un albero cardanico, degli ingranaggi riduttori e un differenziale. Tale applicazione risulta particolarmente utile nella marcia su terreno in pendenza (tipicamente in montagna), per migliorare la trazione in salita e contribuire, grazie all'uso del freno-motore, in discesa, evitando una sovrassollecitazione dei freni, che creerebbe dannosi surriscaldamenti e conseguente perdita di efficienza. E' naturale quindi che, per un corretto funzionamento, il moto alle ruote del rimorchio debba essere sincronizzato con quello delle ruote del trattore;

- alcune (poche) seminatrici di precisione (ad es. per il mais). Per mantenere costante la distanza di deposizione dei semi sulla fila, indipendentemente dalle più o meno ampie variazioni di velocità di avanzamento del complesso trattore-seminatrice, gli organi distributori del seme prendono usualmente il movimento da una delle due ruote di cui è normalmente equipaggiata tale m.o. Contrariamente a ciò, in un ridotto numero di modelli, il moto è derivato direttamente dalla pdp, che necessariamente deve essere di tipo sincronizzato con il cambio. I progettisti di tale soluzione costruttiva affermano che in tal modo si ottiene una miglior uniformità di semina, perché in tal caso gli organi di distribuzione non sono soggetti alle irregolarità di rotazione causate dagli slittamenti e/o strisciamenti della ruota motrice della seminatrice, in condizioni di terreno umido.

Il maschio scanalato che fa capo alla pdp sincronizzata è sempre indipendente rispetto a quello del regime standardizzato, poiché, per ragioni operative, è talvolta necessario che le due pdp funzionino in contemporanea, come ad esempio per un carro spandiletame o spandiliquame ad asse motore, da utilizzare su terreni in pendenza.

4. pdp economica: è la modalità di funzionamento introdotta più di recente; pur prendendo il moto

a monte del cambio, non ruota ad un regime normalizzato, ma la sua velocità angolare varia (se pur di poco) tra costruttore e costruttore. E' stata introdotta per ottimizzare i consumi e l'utilizzo del trattore in quelle operazioni colturali che non richiedono elevate potenze e

che permettono quindi al motore di ruotare a regimi inferiori a quello massimo. Ciò è ottenuto con una parzializzazione della mandata di gasolio (in pratica, l'acceleratore non è premuto a fondo).

In sostanza, invece di un rapporto di riduzione 4:1 (tipico del regime di 540 min<sup>-1</sup>) o di 2:1 (1000 min<sup>-1</sup>) rispetto all'albero motore, viene realizzato un rapporto di trasmissione intermedio, di circa 3:1, in modo che, vicino al regime di potenza massima del trattore, la pdp ruoti a circa 750-800 min<sup>-1</sup>. Poiché però, per funzionare convenientemente, alla m.o. è necessario un regime di 540 min<sup>-1</sup>, l'aggiustamento necessario viene ottenuto con una diminuzione del regime motore, appunto parzializzando la mandata di combustibile. Ciò causerà una corrispondente riduzione della potenza disponibile, ma ciò non costituisce un problema, dato che l'operazione da realizzarsi in tali condizioni (ad es. la ranghinatura) non richiede un particolare impegno al trattore. Il vantaggio conseguibile dallo svolgimento del lavoro a regime motore ridotto consiste in una minore sollecitazione degli organi meccanici, in livelli di rumorosità e vibrazione più contenuti e, in determinate condizioni, in un minor consumo di combustibile.

#### *Standardizzazioni della presa del moto (maschio scanalato)*

Analogamente ai regimi di rotazione, anche per la conformazione delle prese del moto esistono diversi standard, affermatasi in tempi e luoghi differenti. Ciò ha portato ad alcune incongruenze nel corretto accoppiamento tra trattore e m.o. per mezzo dell'albero cardanico, e all'utilizzo, in caso di non identità tra prese maschio e femmina, di adattatori, che hanno costituito (e costituiscono tuttora...) una fonte di notevole pericolo a causa sia della loro costruzione, spesso artigianale e realizzata con materiali inadeguati, sia di montaggi precari non conformi alle più elementari norme di buon senso.

E' quindi necessario conoscere e utilizzare correttamente le standardizzazioni dei maschi scanalati presenti sul trattore e sulla m.o. Le prese di moto, poi, possono essere azionate con i regimi visti, senza un accoppiamento fisso tra tipologia e velocità di rotazione: esistono pertanto numerose combinazioni, a seconda

delle scelte costruttive effettuate.

Si possono dunque individuare quattro normalizzazioni, differenziate in base al diametro del maschio scanalato, al numero delle scanalature e, in linea di massima, alla gamma di potenza utile trasmissibile:

1. 6 scanalature "piccola": è la presa di moto più utilizzata, montata sui trattori di potenza limitata, media e medio-alta. Ha un diametro di 35 mm e 6 scanalature longitudinali, piuttosto profonde. Il sistema di aggancio dell'albero cardanico, simile a tutti gli altri tipi di presa, prevede una cava trasversale rotondeggiante, ricavata a circa 1/3 della lunghezza della presa di moto. In questa cava si va ad alloggiare la spina che tiene solidale la crociera più esterna dell'albero cardanico. Viene utilizzata a tutti i regimi di rotazione, standardizzati e non. Nel caso in cui sia possibile, sulla medesima macchina, scegliere in alternativa i regimi di 540 e 1000 min<sup>-1</sup>, la selezione può essere eseguita dal posto di guida, in modo meccanico o elettroidraulico;

2. 6 scanalature "grande": è del tutto simile alla precedente, con l'unica (peraltro importante) differenza che il diametro è di 45 mm. E' uno standard sempre meno adottato, e comunque è presente sui vecchi modelli; per tale motivo spesso è previsto solo il regime di 540 min<sup>-1</sup>;

3. 21 scanalature ("millerighe"): è un nuovo standard, che prevede delle scanalature più fitte (appunto 21 rispetto a 6), ma meno profonde degli esempi precedenti. Si sta diffondendo sui trattori di potenza più elevata, perché questo tipo di presa è generalmente in grado di trasmettere coppie elevate senza una significativa usura anche per periodi prolungati di tempo, grazie alla maggior superficie del maschio scanalato a contatto con la crociera dell'albero cardanico e, quindi, alla minor probabilità di creare pericolosi giochi, che porterebbero a sbilanciamenti e vibrazioni anomale; in virtù della potenza elevata da trasmettere, queste prese sono quasi esclusivamente utilizzate con il regime standardizzato di 1000 min<sup>-1</sup>;

4. 20 scanalature ("millerighe"): simile alla precedente, ma con una scanalatura in meno e un diametro superiore (45 mm). Grazie alla sua

maggior robustezza, è adatta per trasmettere potenze molto alte e per utilizzazioni che per la loro natura provocano, di ritorno, delle forti sollecitazioni meccaniche sul maschio scanalato (es. tipico: le lavorazioni del terreno con organi rotanti: zappatrici, vangatrici, rotoaratri, scarificatori rotanti, ecc.).

## 6.2 ALBERO CARDANICO

Il trattore è considerato una "centrale mobile di potenza" meccanica, idraulica e, seppur meno frequentemente, anche pneumatica ed elettrica. I mezzi per la trasmissione di potenza sotto forma meccanica sono gli organi di propulsione, per la trazione; il sollevatore idraulico per il sollevamento e la messa in posizione degli attrezzi; la presa di potenza e l'albero cardanico. Quest'ultimo, in particolare, costituito da giunti semplici od omocinetici, da una parte telescopica centrale, e da una protezione antinfortunistica, serve a trasmettere il moto della presa di potenza del trattore agli organi mobili della macchina operatrice. Nonostante la grandissima importanza degli alberi di trasmissione nella moderna meccanizzazione agricola, a questo argomento non è quasi mai stato dato il giusto peso, nonostante il tema si presenti ricco di interesse non solo dal punto di vista tecnico, viste le continue innovazioni che i costruttori apportano ai loro prodotti, ma anche dal punto di vista della salvaguardia della sicurezza degli operatori.

Molti gravi (talvolta mortali) incidenti avvengono proprio perché nell'uso dell'albero cardanico non sempre si osservano scrupolosamente le norme d'utilizzazione e di manutenzione che la ditta costruttrice indica, di solito, molto chiaramente.

### *La trasmissione cardanica*

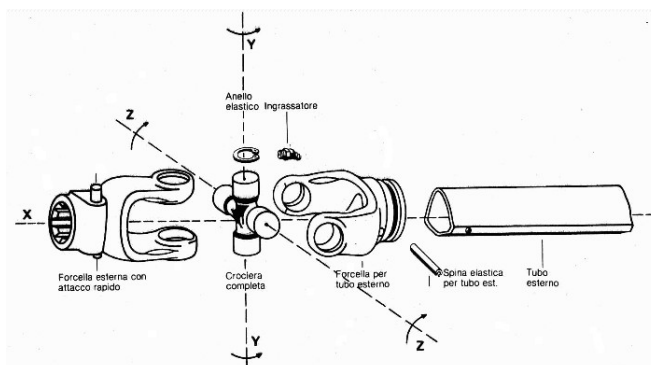


Fig. 1 - Elementi costitutivi di un giunto cardanico.

### L'albero cardanico

Per le più generali esigenze del settore agricolo è stato necessario invece fare ricorso all'albero cardanico, che è l'insieme di due giunti semplici collegati da un albero telescopico, secondo l'asse X, in grado di assecondare le variazioni più o meno istantanee di distanza fra trattore e operatrice, che si verificano in fase di manovra, a causa delle asperità del terreno, ecc...

L'albero cardanico collega dinamicamente la presa di potenza del trattore con quella della macchina operatrice, sia essa trainata o portata sull'attacco a tre punti. In entrambi i casi, durante il lavoro le due prese di potenza (motrice sul trattore e condotta sull'operatrice) assumono posizioni relative variabili che l'albero cardanico deve avere la capacità di seguire.

l'albero cardanico ha:

la capacità di trasmettere il moto tra alberi i cui assi siano disposti in modo qualsiasi nello spazio, anche se dotati, entro certi limiti, di moto relativo;

la possibilità di ottenere un angolo di lavoro totale tra le forcelle alle sue estremità maggiore di quello di un giunto semplice, in quanto somma degli angoli di lavoro dei due giunti componenti;

la capacità di realizzare una trasmissione omocinetica del moto, data una determinata configurazione degli assi da collegare.

Nel collegamento tra trattore ed operatrice è sempre necessario ricercare la condizione di omocineticità nella trasmissione di moto, o almeno avvicinarsi ad essa; la trasmissione omocinetica rappresenta la situazione ottimale per il funzionamento regolare, senza urti, martellamenti e vibrazioni, che pregiudicano la durata di tutti gli organi della catena cinematica, macchina agricola compresa. In pratica, però, l'elasticità degli elementi costitutivi dell'albero

cardanico, in particolare della parte telescopica, ne permette l'impiego anche in condizioni non strettamente omocinetiche.

La differenza degli angoli di lavoro in entrata ed in uscita deve però essere contenuta entro valori ben precisi, in funzione della velocità di rotazione, (infatti gli effetti inerziali variano con il quadrato della velocità di rotazione) e delle caratteristiche elastiche dell'albero.

### Forcelle

Il principale scopo delle forcelle è quello del contenimento delle deformazioni elastiche sotto carico.

Il loro dimensionamento ha infatti lo scopo di mantenere allineate le sedi dei cuscinetti della crociera, a garanzia di una corretta ripartizione del carico sui corpi volventi, a tutto vantaggio della durata dello snodo. Le forcelle sono realizzate in acciaio stampato e lavorate secondo elevati standard qualitativi. Con le normali forcelle è possibile raggiungere angolazioni dello snodo di  $45^\circ$  per brevi periodi, mentre per un uso continuativo non deve essere superato un angolo di  $35^\circ$ . A riposo, in assenza di rotazione, le forcelle permettono un ripiegamento dello snodo ad angolo retto.

### Crociera

Le dimensioni della crociera sono determinate per ottenere il miglior compromesso tra le caratteristiche dinamiche e di durata dei corpi volventi e la resistenza flessionale dei perni. Entrambi gli aspetti sono importanti, in quanto accanto a condizioni di regime di funzionamento (carico, angolo, velocità), sulle quali si valuta la durata, sussistono situazioni transitorie, come sovraccarichi e urti, che coinvolgono la resistenza. Anche in questo caso, le lavorazioni prevedono strette tolleranze dimensionali ed elevati gradi di finitura.

### Parti telescopiche

Sono costituite solitamente da tubi sagomati o, più raramente e in parte, da alberi scanalati. I tubi sono dimensionati per una coppia torcente massima di sicurezza, spesso sono trattati superficialmente, per minimizzare la spinta telescopica. Con uno speciale trattamento (denominato "Rilsan") il coefficiente di attrito si riduce del 50 % rispetto al contatto tra due normali superfici metalliche.

Se le condizioni di lavoro prevedono un ambiente fortemente abrasivo, il tubo può essere cementato e temprato, per aumentarne la durezza.

I profili più utilizzati sono:

a sezione triangolare (fig. 2a);

ad albero scanalato (fig. 2b);

a sezione quadra e a "limone" (in disuso).

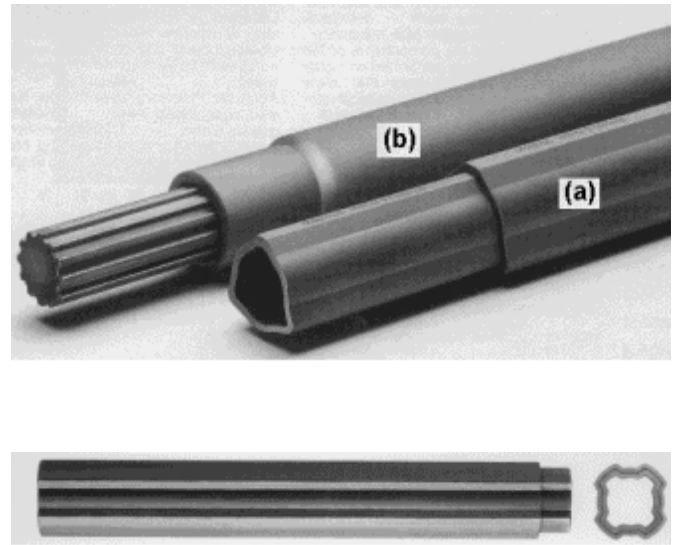


Fig. 2 - Tubi telescopici a sezione triangolare (a) e ad albero scanalato (b).

Recentemente, alcune ditte leader del settore hanno messo a punto tubi con nuovi profili innovativi, come quello a quattro denti (fig. 3, a sinistra) o esalobato (fig. 3, a destra), che migliorano la durata della trasmissione e riducono gli intervalli di lubrificazione, contenendo ingombri e pesi.

In particolare il principio funzionale che si propongono è quello di far combaciare sottocarico l'intera altezza dei denti, in modo da distribuire le sollecitazioni su ampie superfici di contatto, poiché riducendo le pressioni di contatto significa limitare l'usura delle superfici e minimizzare la forza di scorrimento relativo. I rilievi del profilo sono posizionati in modo da rendere agevole l'infilamento dei tubi secondo l'orientamento prestaabilito, in modo che le forcelle restino in fase, per una corretta trasmissione del moto.

Fig. 3 - Profili innovativi di tubi telescopici: a quattro denti (a sinistra) ed esalobato (a destra).

### 4. Configurazioni di collegamento per operatrici portate e trainate

Generalmente, con attrezzo collegato all'attacco a tre punti in lavoro (fig. 4a) si registra una larghezza ridotta dell'albero e angoli di snodo sono pressocchè uguali. Ad attrezzo

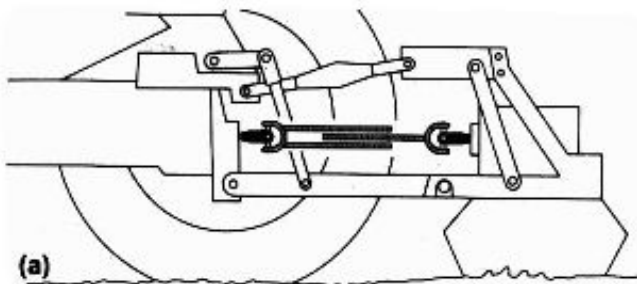
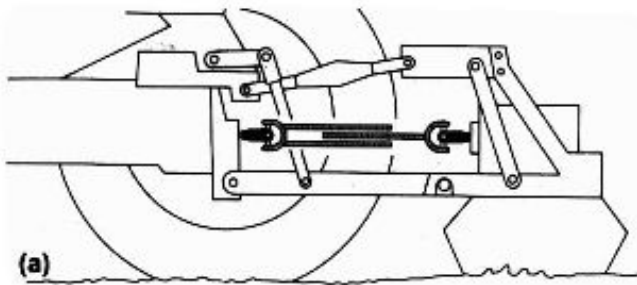


Fig. 4 - Dinamica di movimento dell'albero cardanico in diverse fasi della lavorazione.

Per le macchine trainate, l'albero assume la maggior lunghezza durante il lavoro in linea e si richiude in fase di sterzata. Pertanto, l'angolo di massima sterzata dipende dalla lunghezza della trasmissione chiusa e si ripartisce tra i giunti in relazione alle distanze dal punto di traino, cioè dove l'occhione montato sul timone dell'operatrice si unisce con il perno al gancio di traino del trattore.

Se il punto di traino è equidistante dalle prese del moto (fig. 5a), l'angolo di sterzata è ugualmente ripartito tra i giunti, e la trasmissione è sempre omocinetica. Se invece, come più frequentemente accade, il punto di traino non è equidistante dalle prese del moto (fig. 5b), in fase di sterzata si incrementa prevalentemente l'angolo del giunto più vicino al punto di traino stesso, che quasi sempre è quello del lato trattore. Si genera così irregolarità di trasmissione, con conseguenti vibrazioni e rumore.

Oltre certi limiti, stabiliti da ogni costruttore per i modelli prodotti, tale irregolarità è incompatibile con un funzionamento sicuro, ed è pertanto necessario limitare l'angolo di sterzata o, più convenientemente arrestare il movimento, disinserendo la presa del moto.

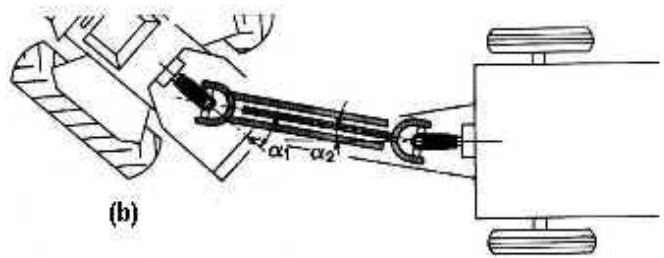
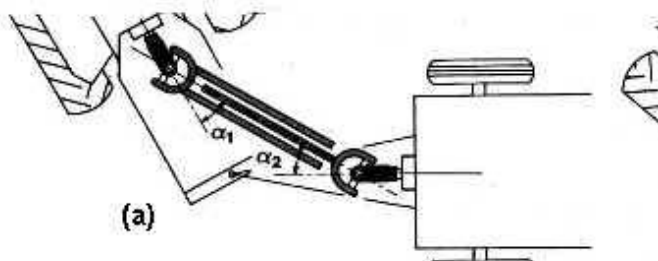


Fig. 5 - In fase di sterzata si incrementa prevalentemente l'angolo del giunto più vicino al punto di traino, che quasi sempre è quello del lato trattore (situazione "b", dove  $\alpha_1 > \alpha_2$ ). Si genera così irregolarità di trasmissione, con conseguenti vibrazioni e rumore.

### Il giunto omocinetico

Nella pratica, molte macchine hanno assoluta necessità, sia in fase di lavoro che in fase di manovra, di superare i valori di angoli di trasmissione ammissibili. Sono attuabili allo scopo alcune soluzioni: ad esempio è possibile ogni volta che si deve effettuare una svolta o una manovra, disinserire la presa di potenza, con evidente scomodità da parte del guidatore, perdita di tempo e possibili gravi conseguenze in caso di una eventuale dimenticanza di effettuazione della manovra.

Un'altra possibile soluzione, spazio permettendo, è adottare una catena di trasmissione più complessa, costituita da tre giunti cardanici con un supporto esterno per il giunto intermedio, con evidente aumento del costo globale della trasmissione.

La soluzione più moderna, più efficiente, anche dal punto di vista della capacità lavorativa della macchina operatrice, consiste nell'utilizzo di un albero cardanico dotato di giunto omocinetico che, come indica l'etimologia della parola, è in grado di mantenere uguale la velocità in entrata ed in uscita con qualsiasi

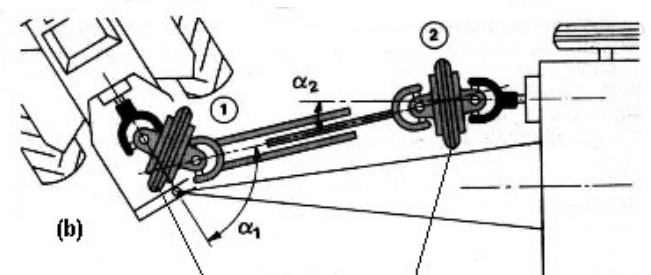
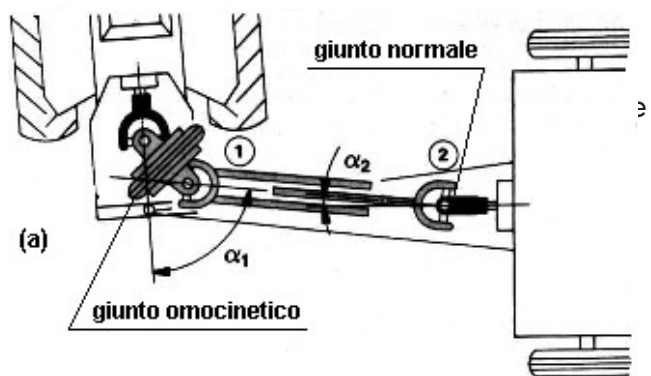


Fig. 6 - Albero cardanico con un solo (a) o con due (b) giunti omocinetici.

Peraltro, per un funzionamento accettabile della trasmissione, montando un solo giunto omocinetico il giunto semplice su lato opposto deve lavorare allineato, o almeno con un angolo di lavoro non superiore a  $15^\circ$  circa, poichè tutta la trasmissione risente della sua irregolarità. Se questa ulteriore condizione non è soddisfatta si deve necessariamente prevedere la trasmissione con giunti omocinetici ad entrambe le estremità.

L'applicazione più frequente dell'albero cardanico con giunti omocinetici si ha per le macchine trainate con punto di attacco significativamente decentrato rispetto alla presa di potenza del trattore, quali raccogliomballatrice, falciacondizionatrice, atomizzatore, carro autocaricante, carro miscelatore, ecc. (fig. 7).

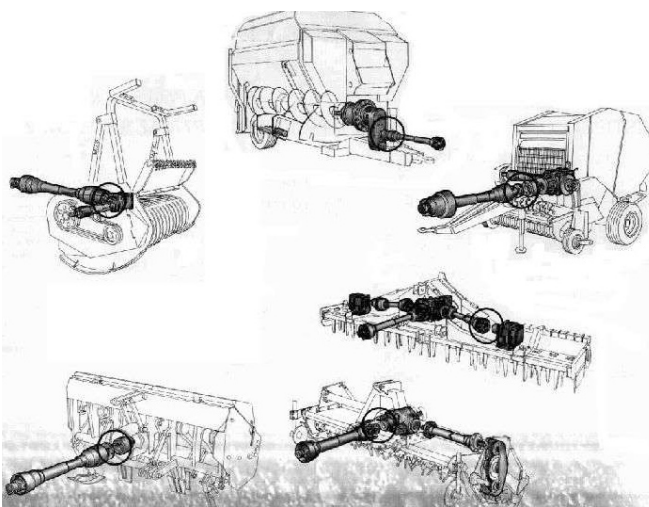


Fig. 7 - Esempi di proficui utilizzi dell'albero cardanico omocinetico.

L'albero cardanico omocinetico si presenta come un doppio giunto, quindi con due forcelle di estremità collegate con due crociere ad un corpo centrale. Le forcelle sono vincolate a seguire l'una i movimenti dell'altra da un disco di acciaio libero di muoversi all'interno di una camera ricavata nel corpo centrale (fig. 8). Il

disco mobile mantiene concorrenti gli assi di rotazione per qualsiasi angolo di lavoro.

Il dispositivo è autosupportante e presenta una tipica conformazione a "botte" del corpo centrale. Questa forma non è casuale, ma è opportunamente studiata in modo da permettere, in fase di manovra, un angolo di lavoro massimo di  $80^\circ$ . Oltre tale valore, la forcella tocca il bordo della "botte". Questo contatto costituisce una sorta di "fine corsa", che ha la funzione di avvertire l'utente di non raggiungere né tantomeno superare questa condizione limite, perché ciò può avere gravi conseguenze sulla struttura degli organi meccanici della trasmissione.

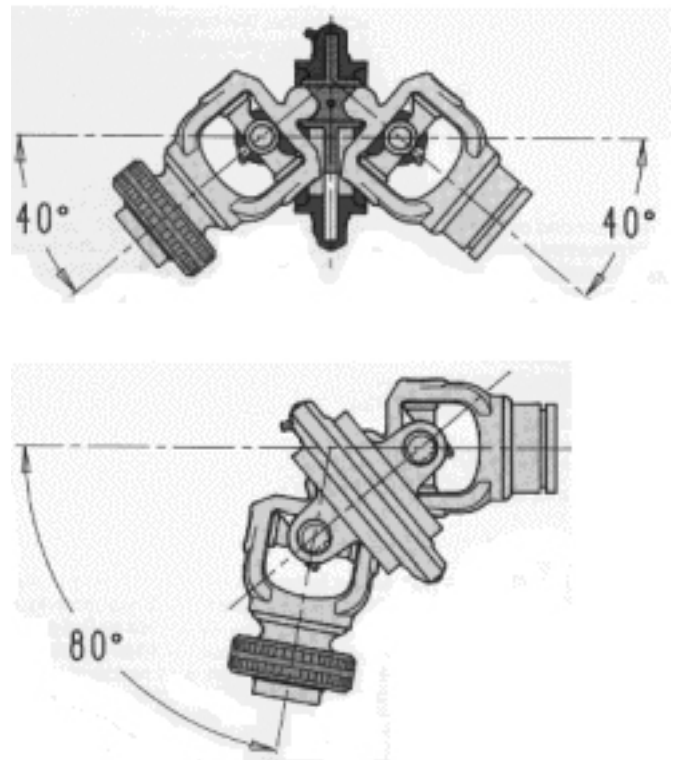


Fig. 8 - Geometria del giunto omocinetico

Poichè l'albero cardanico omocinetico è utilizzato con profitto quando i due giunti lavorano con angoli molto diversi e quindi con velocità disuguali e quando la trasmissione lavora temporaneamente ad angoli di snodo molto elevati, l'utilità che deriva dal suo impiego è rappresentata da:

- miglioramento della prestazione nella trasmissione di potenza;
- ampliamento dell'impiego della trasmissione cardanica

Pur rappresentando quindi un costo iniziale più elevato, il giunto omocinetico permette un'economia per l'operatore in quanto il rendimento del lavoro è più elevato.

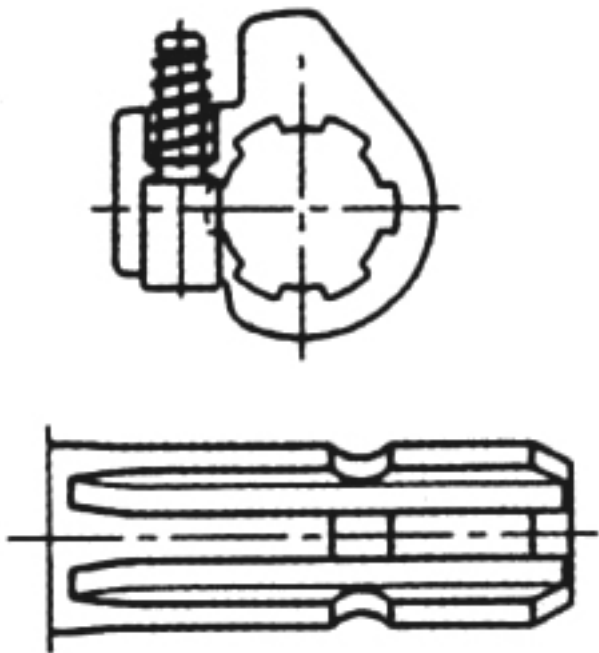
*Sistemi di fissaggio alle prese del moto*



Esistono in commercio parecchi sistemi, tutti però finalizzati ad un unico scopo, quello cioè di fissare in sicurezza le estremità dell'albero cardanico; un eventuale sfilamento con l'albero in rotazione (il cosiddetto "sbandieramento") avrebbe infatti conseguenze gravissime, sia a carico del trattore e dell'operatrice, sia soprattutto a danno dell'operatore.

Di seguito vengono brevemente descritte le soluzioni più comunemente adottate.

*Attacco rapido a pulsante per prese scanalate.*

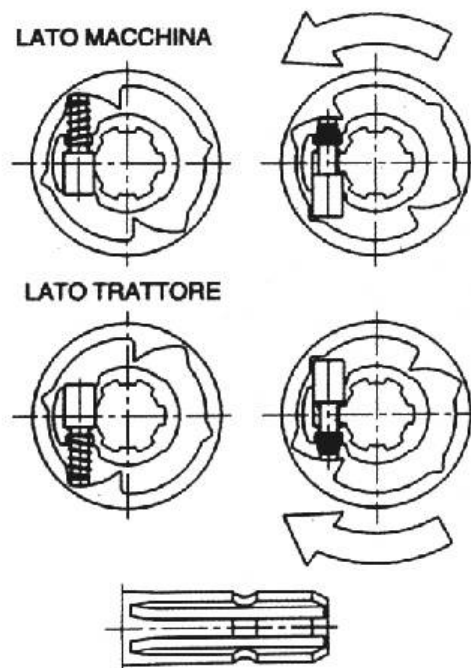


È il tipo di attacco tradizionale, più comune. La manovra di fissaggio si ottiene agendo sul pulsante che si impegna/disimpegna nella gola della presa di moto. Il pulsante è montato in una sede ricavata sul mozzo della forcella e mantenuto in posizione di impegno semplicemente dalla molla di contrasto.

Su alberi cardanici costruiti per potenze di trasmissione elevate, l'attacco è a doppio pulsante. I due dispositivi agiscono su due assi paralleli, diametralmente opposti, e con verso di azionamento l'uno il contrario dell'altro.

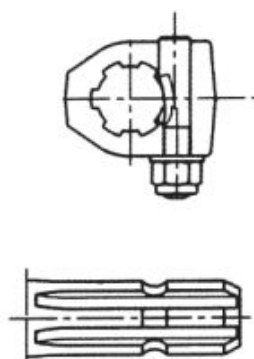
Problemi abbastanza comuni di tale tipo di attacco sono il parziale grippaggio del pulsante e/o della molla, con conseguenti difficoltà di attacco, ma soprattutto di stacco, dovuto ad insufficienti ingrassaggi o a lunghi periodi di inattività.

### Attacco rapido di sicurezza



È costituito dall'attacco rapido a pulsante, integrato da un manicotto di copertura e manovra. I problemi accennati per l'attacco tradizionale sono evitati rendendo più agevole la manovra del pulsante attraverso una limitata rotazione del manicotto. Il verso di rotazione differenzia il dispositivo lato macchine da quello lato trattore, al fine di garantirne un fissaggio sicuro in fase di lavoro. È importante verificare manualmente che il collare (e quindi il pulsante) ritorni completamente nella posizione iniziale dopo il fissaggio sulla presa scanalata.

### Attacco con bullone conico



Il serraggio del dado incunea la vite sagomata tra la sua sede sul mozzo e la gola della presa di moto. In tal modo i profili della presa di moto e del mozzo aderiscono creando un bloccaggio fortemente stabile. Sono prescritte adeguate coppie di serraggio, in funzione del diametro della presa scanalata.

### Dispositivi di sicurezza contro i sovraccarichi

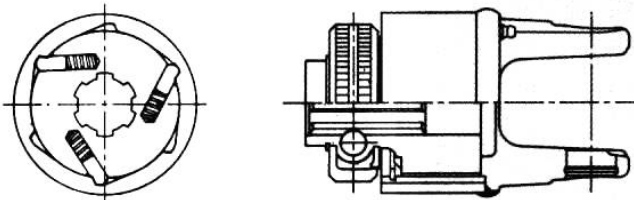
Sono meccanismi in grado di controllare il valore di una o più grandezze del moto, al fine di salvaguardare la macchina operatrice e la trasmissione cardanica e/o rendere più agevoli determinate fasi di lavoro. Ciò permette:

- un dimensionamento più razionale ed attento della macchina;
- un migliore utilizzo dell'albero cardanico;
- un più alto livello di sicurezza dell'applicazione.

Solitamente, i dispositivi di sicurezza si montano sull'albero cardanico tramite una semplice sostituzione di una delle forcelle di estremità, senza che tale intervento alteri la cinematica di funzionamento. I dispositivi di sicurezza risultano regolati per determinati valori nominali di coppia da trasmettere, con una tolleranza relativamente bassa ( $\pm 10\%$ ), definiti in base ai valori della coppia di lavoro ed alla resistenza della trasmissione nel suo insieme.

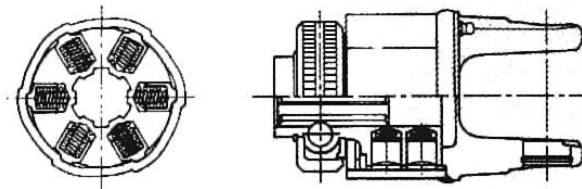
Anche in questo caso, vengono di seguito brevemente descritte le soluzioni più comunemente adottate.

#### Ruota libera



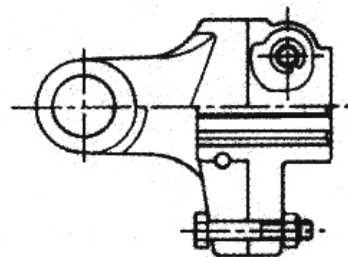
Si tratta di un dispositivo che permette la trasmissione di potenza dal trattore alla macchina operatrice, ma non viceversa. Tale caratteristica, a prima vista superflua, risulta invece importante per il corretto funzionamento di operatrici provviste di forte massa rotante (es. il volano della pressa imballatrice per balle parallelepipedo), per impedire che, in caso di malfunzionamento, l'inerzia accumulata dal volano stesso si scarichi per periodi più o meno lunghi sulla presa di potenza del trattore, con pericolo di deformazioni o rotture.

#### Limitatore a nottolini



È un limitatore di coppia a camme e nottolini elastici ad effetto radiale. Agisce interrompendo la trasmissione di potenza qualora la coppia trasmessa superi il valore di taratura. All'intervento del limitatore, i nottolini comprimono la molla corrispondente e cambiano rapidamente di sede. Ne consegue un'elevata rumorosità e un riscaldamento per attrito del dispositivo. È importante pertanto arrestare prontamente il moto, per evitare inutili usure del sistema. Se il sovraccarico viene eliminato, il limitatore si ripristina automaticamente.

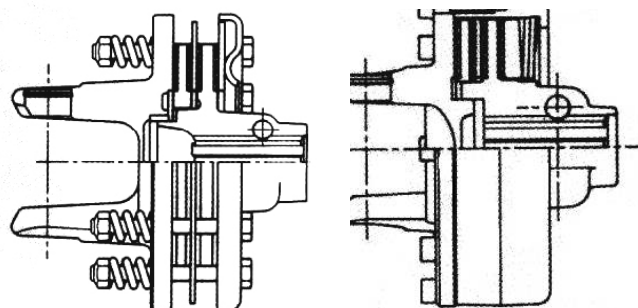
#### Limitatore a bullone



L'elemento "attivo" è semplicemente un perno (bullone), soggetto a tranciamento eccentrico qualora la coppia trasmessa superi il valore di riferimento. Agisce

interrompendo in modo irreversibile la trasmissione della potenza. Per il ripristino, è assolutamente necessario sostituire la vite tranciata con una di uguale diametro, classe e lunghezza. In un ambito come quello agricolo, ciò può risultare problematico: pertanto non sembra essere un dispositivo particolarmente adatto allo scopo.

#### Limitatori a dischi di attrito



Si tratta di limitatori a frizione. Le rotazioni relative tra le superfici interessate alla frizione

limitano il valore della coppia trasmessa. Sono utilizzati sia contro il sovraccarico, sia soprattutto per l'avviamento di operatrici a forte inerzia. Nel tipo illustrato a sinistra, la taratura è regolabile registrando la precompressione delle molle elicoidali. Una variante più sofisticata è costituita dal limitatore a dischi di attrito con molle a tazza (a destra). Anche in questo caso, oltre a funzione di sicurezza contro il sovraccarico, può essere utilizzato per l'avviamento di operatrici a forte inerzia. A differenza del tipo a molle elicoidali, la sua taratura non è modificabile. In compenso, l'impiego di molle del tipo a tazza mantiene costante nel tempo la taratura nonostante il naturale consumo dei dischi di attrito.

### *Sicurezza dell'albero cardanico*

Le statistiche antinfortunistiche in agricoltura dimostrano che l'albero cardanico è molto pericoloso, causa di numerosi incidenti con infortuni gravi, a volte anche mortali. Per questo motivo tali dispositivi sono dotati di una serie di accorgimenti per diminuirne la pericolosità.

La protezione antinfortunistica è composta da alcune parti, nella gran parte dei casi in plastica (ad alta resistenza contro i raggi UV e relativamente insensibile alle escursioni di temperatura),

Le protezioni degli alberi cardanici sono tra i pochissimi dispositivi in ambito agricolo (un altro esempio sono le strutture di protezione contro il ribaltamento dei trattori) soggetti a prove di omologazione obbligatoria, da effettuarsi necessariamente presso enti ed istituzioni appositamente accreditati allo scopo. Sono pertanto previste allo scopo articolate prove, di resistenza e di durata, che vengono eseguite per verificare l'idoneità della protezione a lavorare nelle più comuni situazioni riscontrabili nell'ambito agricolo. In particolare, si tratta di:

#### *Prove di resistenza.*

Prova di carico assiale a temperatura ambiente: si applica una forza di 250 N tra la cuffia e il tubo e di 1000 N tra il tubo interno della protezione e l'albero cardanico, in entrambe le direzioni.

Prova di carico radiale a temperatura ambiente: con l'albero cardanico in rotazione a 1000 min<sup>-1</sup>, si applica un carico di 500 N, tramite un blocchetto parallelepipedo di legno ricoperto di gomma, perpendicolarmente alla protezione, per 1 minuto, sui tubi e sulle cuffie.

Prova di impatto a bassa temperatura: dopo aver raffreddato a -35 °C l'albero cardanico e la protezione, si infliggono 3 urti, con energia

d'impatto di 98,1 J, sulla cuffia, sulla mezzeria di uno dei due tubi e nel punto mediano della sovrapposizione dei due tubi.

Prova di carico assiale a bassa temperatura: dopo aver raffreddato a -35 °C l'albero cardanico e la protezione, si applica una forza assiale tra il tubo della protezione e l'albero cardanico. La protezione deve resistere ad una forza minima di 2,5 kN se il diametro interno del tubo esterno della protezione è minore o uguale a 80 mm e di 3,5 kN se il diametro interno del tubo esterno è superiore a 80 mm.

Prova del dispositivo di ritegno (catenella) a temperatura ambiente: si applica una forza, sia tangenzialmente che radialmente, di 400 N ad ogni catenella montata.

Le prove di resistenza sono superate positivamente se la protezione non evidenzia fratture, rotture, distacco o separazione di sue parti.

#### *Prove di durata*

Con l'albero cardanico completo della protezione rotante a 1000 min<sup>-1</sup>, su un banco prova racchiuso da un opportuno rivestimento, si sottopone il dispositivo alle seguenti 4 fasi:

per 120 ore, e con l'albero cardanico preventivamente bagnato con acqua, operare alternando cicli della durata di 24 ore a 85 °C ± 5 °C e a temperatura ambiente, cominciando con un ciclo a 85°C;

per altre 120 ore, operare a temperatura ambiente in atmosfera contenente 0,5 kg/m<sup>3</sup> di una miscela di polvere organica (erba medica essicata e trinciata) e minerale (concime fosfatico semplice) in parti uguali;

per 2 ore, operare a temperatura ambiente in una soluzione salina nebulizzata (ad una concentrazione di 50 g/l);

per 48 ore, operare a temperatura ambiente.

### 6.3 I GANCI AGRICOLI

Le macchine agricole operatrici sono accoppiate al trattore in modo portato (fissate all'attacco a tre punti, azionato dal sollevatore) o trainato (collegate tramite un gancio di traino) e, più raramente, in combinazione tra i due dispositivi.

I rimorchi agricoli e tutte le operatrici ad essi assimilabili (ad es. le irroratrici trainate, gli spandiletame, i carri botte, i carri miscelatori trainati, ecc.) sono dotati pertanto di un timone, di solito basculante (entro certi limiti) nei piani orizzontale e verticale, che termina con un occhione (fig. 1), nel quale si infila un perno, che è la parte effettiva di attacco tra l'operatrice e il trattore,

quest'ultimo a sua volta dotato di una struttura studiata per alloggiare il perno (fig. 2). Risulta quindi importante che la robustezza di tutti questi dispositivi sia adeguatamente verificata, per

evitare inconvenienti funzionali che possano portare, improvvisamente o nel tempo, ad uno scadimento delle loro prestazioni o addirittura alla loro rottura improvvisa, con conseguenze talvolta assai gravi, specie quando l'insieme trattore con rimorchio circola su strada pubblica.



Fig. 1 - I timoni montati sulle macchine operatrici trainate (in questo caso un carro miscelatore) terminano con un occhione, nel quale viene infilato il perno del gancio di traino del trattore.

#### Regolamentazione

Trattandosi pertanto, in questo caso, di veicoli, la competenza nel regolamentare il mantenimento

di adeguati requisiti di sicurezza è affidata al Ministero dei Trasporti che, nel Codice della

#### Strada

(nuove edizione) all'art. 106 prescrive l'obbligo dell'equipaggiamento del gancio di traino (o dell'occhione) per quelle macchine agricole destinate ad un accoppiamento trainato per la loro movimentazione. Il Regolamento di Attuazione del Codice della Strada, emanato successivamente, all'art. 284 ha confermato la preesistente suddivisione in alcune categorie di ganci e occhioni di traino, classificati in base alle prestazioni ottenibili, in relazione alla massa massima rimorchiabile e al più alto carico verticale ammissibile sul gancio (tabella 1).

I ganci (e gli occhioni) sono quindi soggetti ad omologazione obbligatoria, che ne certifichi la rispondenza ai requisiti dichiarati. Senza entrare nel dettaglio, le prove da effettuare riguardano l'applicazione di carichi orizzontali e verticali su un prototipo del gancio da omologare, di entità correlata alle prestazioni da ottenere, tenendo conto ovviamente di un ampio margine di sicurezza. In sintesi, i dispositivi superano positivamente le verifiche se non si verificano rotture e se la deformazione provocata sulla loro struttura in acciaio a causa dell'applicazione dei carichi

è di tipo esclusivamente elastico, cioè si annulla completamente quando si rimuove la spinta e si torna alla condizione di riposo.

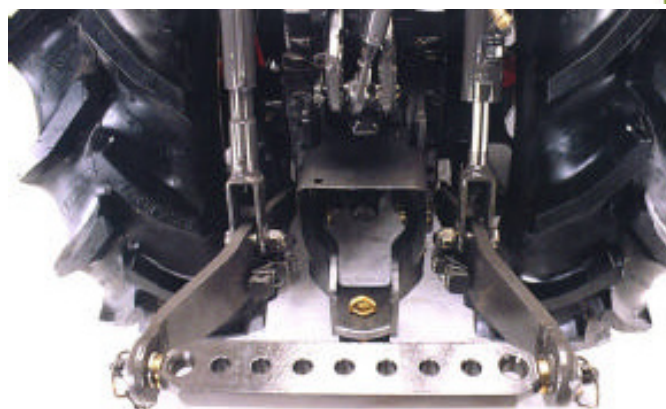
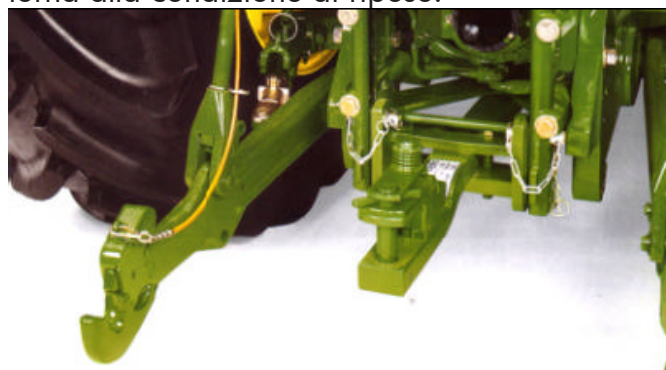




Fig. 2 - Alcuni esempi di ganci di traino agricoli: in alto a sinistra: gancio di categoria A (denominato spesso anche “barra di traino”), regolabile nel solo piano orizzontale; in basso a sinistra: gancio di categoria C, regolabile solo in altezza; in alto a destra: i bracci inferiori dell’attacco a tre punti sono uniti da una barra forata, a realizzare un gancio “atipico”, assimilabile alla barra di traino (dietro la barra forata è visibile un gancio di categoria B). In tutti i casi la parte effettiva di aggancio è un perno.

Tabella 1 – Dettaglio della suddivisione dei ganci di traino agricoli in categorie, in funzione delle loro caratteristiche prestazionali.

Categoria del gancio	Massa massima della macchina agr.trainata	Carico massimo sull'occhione	Tipologia del timone	Caratteristiche della macchina agr.trainata
<b>A</b>	≤ 6.000 kg	0 kg	articolato	due o più assi
<b>A1</b>	≤ 3.000 kg	≤ 250 kg	rigido	monoasse o ad assi ravvicinati o coniugati
<b>B</b>	≤ 6.000 kg	≤ 500 kg	rigido	monoasse o ad assi ravvicinati o coniugati
<b>C</b>	≤ 6.000 kg	≤ 1500 kg	rigido	monoasse o ad assi ravvicinati o coniugati
<b>D</b>	≤ 12.000 kg	0 kg	articolato	due o più assi
<b>D1</b>	≤ 20.000 kg	0 kg	articolato	due o più assi
<b>D2</b>	≤ 14.000 kg	≤ 2000 kg	rigido	monoasse o ad assi ravvicinati o coniugati
<b>D3</b>	≤ 20.000 kg	≤ 2500 kg	rigido	monoasse o ad assi ravvicinati o coniugati

### Tipologie e suggerimenti per l’uso in sicurezza

Oltrechè uno sforzo orizzontale, naturale in

caso di traino, alcuni tipi di gancio devono sopportare anche un carico verticale, dovuto al collegamento con rimorchi che, per loro costruzione, “scaricano” parte del proprio peso sull’occhione e, quindi, sul gancio di traino. Infatti, alcune tipologie costruttive di rimorchi (o di operatrici ad essi assimilate) sono dotate di un unico asse o comunque di più assi (solitamente due o tre), ma coniugati o ravvicinati tra loro, tali da essere assimilati al rimorchio monoasse. L’asse, o gli assi, che non sono posizionati al centro del pianale o cassone di carico, ma verso la sua parte posteriore (fig. 4). Risulta quindi evidente che una parte del peso, di solito non superiore al 25 % nelle condizioni più severe, grava non sull’asse del rimorchio, ma sul gancio di traino.

Le modalità progettuali caratteristiche dei ganci agricoli si discostano in modo significativo da quelle dei ganci degli altri veicoli ad uso industriale, quali ad esempio quelli montati sugli autocarri, proprio per la necessità di accoppiamento con un insieme estremamente variabile di operatrici. In particolare, in campo agricolo si presenta la necessità di adattare entro ampi margini l’altezza da terra dell’aggancio, poiché molto varie sono le conformazioni dei timoni delle operatrici trainate. E’ buona pratica, e garanzia di operatività in sicurezza, rispettare il più rigorosamente possibile due condizioni di lavoro:

1. una linea di tiro orizzontale, che in prima approssimazione è assicurata dalla posizione orizzontale del timone del rimorchio. Infatti, se il timone è inclinato verso l’alto (nella direzione di marcia) si può verificare un alleggerimento delle ruote posteriori (quelle motrici) e quindi una diminuzione dell’aderenza, a scapito di una marcia regolare. All’opposto, se il timone è inclinato verso il basso, si ottiene logicamente l’effetto contrario: l’aderenza migliora ma, specie per partenze in salita con traini gravosi e terreno cedevole, il pericolo di impennamento del trattore diventa reale, con conseguenze molto gravi (fig. 5);

2. proprio per l’ultimo motivo citato, è bene mantenere la linea di tiro, e quindi l’aggianciamento dell’occhione, nella posizione più bassa possibile, per ridurre al minimo il momento ribaltante dato dal prodotto della forza di traino che si sviluppa al gancio per la

distanza da terra della linea di tiro.

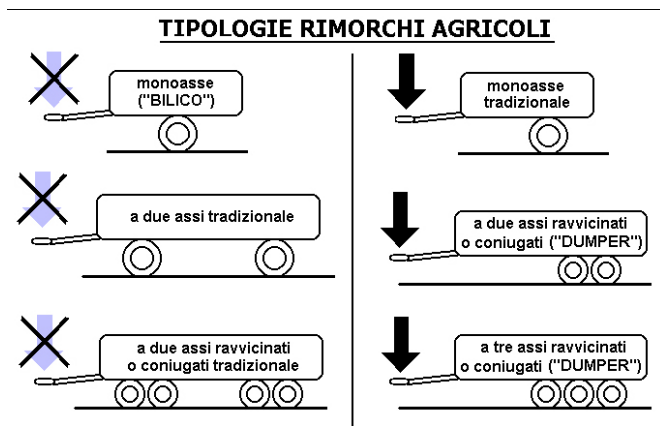


Fig. 4 - Tipologie e nomenclatura dei rimorchi, in funzione del numero e della collocazione degli assi: a sinistra, rimorchi che non scaricano peso sul gancio (a patto che il carico sia uniformemente distribuito nel cassone o sul pianale); a destra: tipologie che, per costruzione, possono far gravare fino al 25 % del carico sull'occhione e, quindi sul gancio di traino del trattore.

Per rispondere a queste esigenze, tutte le categorie codificate di ganci agricoli (a parte la categoria A) sono regolabili in altezza, grazie ad un castello portagancio che si può fissare, tramite due o più robuste spine, in posizioni diverse sul telaio di base, che risulta convenientemente fissato alla scatola del sollevatore posteriore del trattore (fig. 2).

Fa eccezione come detto il gancio di categoria A, che è in pratica una barra di traino solitamente collegata nella parte ventrale del trattore e normalmente sostenuta grazie a due piastre forate, rispetto alle quali può essere bloccata in posizione disassata (fig. 6).

In pratica, con questo gancio è possibile far avanzare l'operatrice lateralmente rispetto al trattore, per evitare che i suoi pneumatici passino nei solchi già prodotti dagli organi di propulsione del trattore, aggravando così il compattamento in quell'area, oppure quando per necessità lavorativa ciò sia assolutamente necessario, come per esempio nel caso della vendemmiatrice trainata che scavalla il filare, mentre il trattore ad essa accoppiato deve transitare logicamente nell'interfila.

#### Cosa offre la tecnica

Il componente più importante di tutto l'insieme è senza dubbio il castello portagancio, poiché risulta essere la parte sulla quale l'operatore in-

terviene più spesso, sia per regolarne la posizione in verticale, sia soprattutto per agganciare o sganciare gli attrezzi collegati. Quest'ultima operazione, in verità alla pari con quella simile di fissaggio e stacco delle attrezzature portate dall'attacco a tre punti, è tuttora fonte di numerosi infortuni e oggetto pertanto di sviluppi per rendere (semi)automatica la sequenza di movimenti da effettuare, possibilmente senza la necessità della presenza di un addetto in prossimità del dispositivo. Allo scopo, sono già in commercio da qualche anno ganci con perno ad aggancio parzialmente o totalmente automatico (fig. 7) che, grazie all'ausilio di semplici leveraggi meccanici, permettono un'operatività sicura e affidabile.

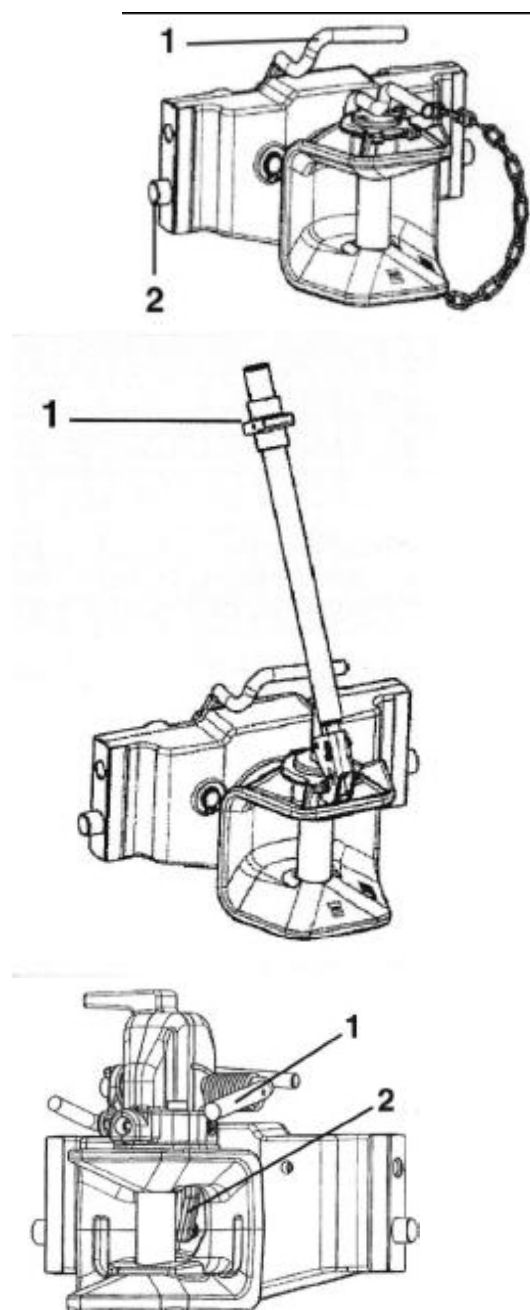


Fig. 7 - Esempi di ganci automatici e semiautomatici

## 6.4 ATTACCO TRE PUNTI

L'attacco a tre punti è un congegno meccanico usato sui trattori agricoli per agganciare e usare attrezzi o macchine operatrici come aratro, fresa, ecc.

*Struttura.*

È costituito da:

- Due bracci portattrezzi, detti parallele (nella foto particolare n°1), collegati mediante due aste (tiranti n°4) a lunghezza regolabile ai bracci di sollevamento; le parallele possono a loro volta essere fisse o allungabili in lunghezza e gli agganci per gli attrezzi possono essere a rotula fissa o i così detti agganci rapidi.

- Un puntone provvisto nell'estremità libera di un perno sfilabile. Il puntone è allungabile, e costituisce il terzo punto (n° 2) di attacco con l'attrezzo. Può essere meccanico o idraulico (ovvero un cilindro idraulico con gli agganci attrezzi ai capi, e viene comandato dall'impianto idraulico del trattore).

- Due ulteriori tiranti con tenditori o stabilizzatori (n° 5), sono collegati al corpo del trattore e ai bracci portattrezzi e servono per evitare o impedire gli spostamenti delle macchine operatrici.

Le estremità dei bracci e del puntone terminano con altrettante rotule, atte di boccole sferiche, servono a garantire una certa oscillosità al sistema.



## 6.5 RUOTE vs CINGOLI

### Pneumatici

Gli pneumatici agricoli sono stati interessati negli ultimi anni da una notevole evoluzione, imposta soprattutto dalle diversificate esigenze degli utilizzatori.

Durante i trasferimenti gli elevati carichi in gioco richiederebbero ai moderni pneumatici caratteristiche pressoché opposte a quanto richiesto dalla salvaguardia degli aspetti agronomici.

I sistemi che si sono cronologicamente succeduti per cercare di adeguare la pressione di gonfiaggio in automatico a seconda dell'operazione svolta (prevalentemente lavoro/trasferimento) hanno spesso trovato seri limiti applicativi, soprattutto su larga scala, per cui sempre più frequentemente si richiede allo pneumatico di sopperire con la propria struttura alle sollecitazioni in trasporto, frequentemente effettuato anche alle massime velocità consentite dal codice della strada.

Un altro aspetto piuttosto importante per il trasferimento su strada riguarda la disposizione dei tasselli, in quanto per avere un omogeneo rotolamento con assenza di vibrazioni o saltellamenti occorrerebbe ridurre lo spazio fra i tasselli o, come avviene nei moderni pneumatici, studiarne una disposizione tale da conferire un profilo esterno pressoché piatto, pur lasciando sufficienti spazi fra i tasselli per permettere lo scarico laterale del terreno quando lo pneumatico viene impiegato sul campo in lavori di trazione.

Per quanto riguarda gli aspetti agronomici, la capacità di scaricare uniformemente a terra il carico riducendo al minimo il danneggiamento del profilo del terreno, per via del compattamento superficiale, rappresenta un altro aspetto non trascurabile di evoluzione del settore che ha determinato ormai l'abbandono della costruzione convenzionale a tele incrociate a vantaggio della costruzione definita radiale o a tele parallele, soprattutto nelle misure superiori ai 400 mm di larghezza del battistrada.

Al di sotto di tale misure possono ancora essere utilizzate soluzioni convenzionali ponendo una certa attenzione alla massa complessiva del cantiere. La costruzione radiale, permettendo una più uniforme impronta a terra del pneumatico, determina un migliore galleggiamento e, con opportune considerazioni, anche capacità

di trazione più elevate per via di una maggiore e più omogenea penetrazione del tassello di gomma nel terreno, rispetto alla costruzione convenzionale ove raramente si riesce ad utilizzare l'intero tassello. La capacità di riuscire ad ottenere un'omogenea impronta a terra con carico specifico poco differenziato nell'ambito dell'impronta richiede allo pneumatico una capacità di deformazione piuttosto marcata che rende spesso ben evidente la deformazione in fase di lavoro.

Nell'ambito delle tecniche colturali, per ridurre il carico specifico, e quindi il compattamento, sono state ormai abbandonate le soluzioni volte alla massimizzazione delle impronte a terra senza rispetto delle aree di coltura. In questo modo venivano comprese nelle aree di passaggio dello pneumatico anche zone di coltivazione od intere file di coltura, che in molti casi hanno presentato sviluppi più contenuti e minori capacità produttive. Attualmente, a seconda dei sestri d'impianto adottati, si cerca di adeguare l'impronta a terra ai massimi valori capaci di non interferire con la coltura. L'adozione di pneumatici radiali di dimensioni contenute ma installati a coppie permette di ridurre significativamente il carico a terra. Altro aspetto, ormai seguito dalla maggior parte dei costruttori, che interessa soprattutto gli equipaggiamenti per i cantieri interessati nelle operazioni di preparazione principale del terreno, riguarda il grado di avvolgimento dello pneumatico sul bordo cerchio, per impedire, specialmente in aratura, l'ingresso di terra e corpi estranei fra cerchio e pneumatico, soprattutto impiegando versioni prive di camere d'aria dedicata. Nelle ultime versioni commercializzate l'inconveniente può ritenersi molto più contenuto, grazie alla maggior sporgenza del profilo esterno dello pneumatico capace di avvolgere maggiormente il bordo del cerchio.

## Cingoli

Il cingolo è un mezzo di trasmissione al suolo della forza prodotta da un motore. Il cingolo presenta caratteristiche opposte a quelle della ruota: permette una minore pressione sul terreno ma, comportando un attrito maggiore, richiede una maggiore potenza del motore a parità di peso del mezzo e di velocità.

### *Vantaggi e svantaggi del cingolo nei confronti della ruota*

Il vantaggio del cingolo nei confronti della ruota è dato dalla maggiore impronta al suolo, che permette quindi di operare su terreni sui quali un veicolo a ruote non sarebbe capace di muovere (sabbia, fango, neve), anche in totale assenza di strade. In genere i veicoli cingolati hanno una mobilità superiore a quella dei veicoli forniti di pneumatici su terreno accidentato, infatti riducono i sobbalzi scivolando sugli ostacoli di dimensioni ridotte. Inoltre i cingoli sono più resistenti degli pneumatici, in quanto non possono esplodere o essere bucati. Infine i veicoli cingolati hanno la possibilità di ruotare con raggi di curvatura minori, in quanto bloccando un cingolo si può ruotare con un raggio di sterzata uguale alla larghezza del veicolo e, utilizzando un cingolo in retromarcia, è possibile addirittura ruotare sul posto.

Tuttavia questi vantaggi sono pesantemente limitati dagli svantaggi del cingolo nei confronti della ruota, che possono essere riassunti qui di seguito:

- il cingolo è più pesante della ruota, quindi per accelerare il movimento richiede dal motore una coppia maggiore di quella richiesta da una ruota (a parità di accelerazione);
- il cingolo ha un attrito interno, dovuto ai perni che collegano le piastre, più elevato di quello della ruota, quindi per operare con le stesse caratteristiche di un veicolo ruotato simile un veicolo cingolato richiede un motore con una potenza maggiore per compensare le dissipazioni di energia entro il cingolo;
- il cingolo, entrando nel terreno per esercitare una spinta sufficiente, danneggia il manto stradale, quindi spesso il movimento di mezzi provvisti di cingoli è proibito su strade pubbli-



che. Un compromesso per permettere il passaggio di veicoli cingolati su strade civili è l'utilizzo di tacchi di gomma per coprire i risalti del cingolo, in modo tale da ridurre notevolmente il danno sull'asfalto;

- il cingolo è molto più sollecitato della ruota, quindi un uso prolungato può portare ad una rottura dei perni (più raramente delle maglie), quindi è richiesto un controllo programmato ed un programma di sostituzioni sui cingoli (in alcuni casi la vita media dei cingoli era ridotta fino a 200 h[1]), inoltre è sufficiente il collasso di un solo elemento per bloccare tutto il veicolo.

I cingoli non sono adatti a superfici lisce e rigide quali il cemento per via dei denti di cui sono muniti, per questo esistono delle scarpe che vanno applicate sul cingolo.

I veicoli cingolati per uso civile generalmente vengono trasportati fino ad una distanza relativamente breve (generalmente inferiore a 1 km) dal loro luogo di impiego da carrelli ruotati, quindi non è richiesto che abbiano una velocità elevata o che permettano un buon comfort al personale a bordo.



# 7 | STATO DELL'ARTE



Essendo l'uomo non in grado di manipolare la natura a mani nude, confidando solo sulla propria forza è stato costretto a costruire e usare attrezzi e macchine agricole in grado di alleviare le fatiche, migliorare i risultati, velocizzare i tempi e rendere i lavori duraturi e le coltivazioni efficienti.

Quello agricolo è un mondo in cui chi utilizza le macchine non è un tecnico esperto nel comando di macchinari ultra-specialistici, come di solito lo è chi lavora in una fabbrica poichè l'agricoltore spesso come primo lavoro fa tutt'altro e dedica il tempo rimanente alla coltivazione dei campi, ha bisogno quindi di macchine dall'uso intuitivo.

Essendo l'agricoltura un contesto soggetto ad interperie e condizioni di lavoro estreme, gli attrezzi e le macchine agricole sono essenziali nelle forme, robuste nei materiali e semplici nei sistemi di comando, durature e facilmente riparabili.

Essendo un mercato cosiddetto "povero", spesso i macchinari vengono comprati usati, vengono fatti artigianalmente, oppure si ricorre a terzi che usano le proprie macchine e fanno le lavorazioni conto terzi.

Elenchiamo ora le svariate tipologie di macchine agricole utilizzate nel vigneto.

## 7.1 TRATTORE DA VIGNETO

I trattori utilizzati per gli interventi nel frutteto e nel vigneto si differenziano in particolare per l'aspetto dimensionale, che li condiziona significativamente e mette in luce alcune problematiche prevalentemente legate al comfort ed alla sicurezza d'impiego dell'operatore.

In particolare, i trattori da frutteto si caratterizzano per essere sostanzialmente simili a quelli convenzionali in termini di configurazione, ma dispongono di una carreggiata più ridotta. Quelli da vigneto sono molto simili a quelli per frutteto, anche se in linea di massima presentano carreggiate inferiori di circa 200-300 millimetri.

Per quanto attiene alla potenza, sono reperibili sul mercato anche modelli prossimi ai 68,44 Kw (90 Cv), ma a parità di modello per frutteto e vigneto la potenza risulta superiore nella prima versione, un fatto imputabile ad esigenze operative che richiedono l'impiego di attrezzature di maggiori

dimensioni.

Oltre alle due tipologie descritte se ne può considerare anche una terza, rappresentata dai trattori cosiddetti isodiametrici, caratterizzati da ruote anteriori e posteriori con le medesime caratteristiche dimensionali. Tali macchine, spesso di dimensioni esterne ancora più contenute dei modelli precedenti, si mostrano particolarmente indicate in ambienti caratterizzati da ulteriori riduzioni degli spazi di manovra.

Anche i trattori isodiametrici possono presentarsi a due o più frequentemente a quattro ruote motrici, dotate sia di dispositivi di sterzo convenzionali sull'assale anteriore o su entrambi gli assali, oppure di tipo articolato con dispositivo di sterzo centrale, anteriore o posteriore rispetto alla mezzeria. In termini di potenza motrice le macchine isodiametriche seguono i modelli precedenti, passando dai 19 ai 68,4 Kw. Tutte queste tipologie di macchine sono comunque caratterizzate da dimensioni ridotte del posto guida: ciò ha comportato lo sviluppo di soluzioni e dispositivi tali da permettere di mantenere un buon livello di comfort e al tempo stesso garantire una buona manovrabilità.

### *Il comfort*

Il problema del comfort è indubbiamente molto importante, specialmente per le limitazioni di spazio in cui l'agricoltore è costretto ad operare con distanze interne fra i parafranghi, a volte prossime ai 50-60 centimetri. Va anzitutto tenuta in dovuta considerazione la facilità di accesso al posto guida, in particolare quando è presente la cabina. In tale contesto diviene ancor più importante la possibilità di registrazione del volante ed il suo eventuale ribaltamento, il contenimento delle sue dimensioni (grazie alla ormai generale diffusione dei sistemi idraulici), il tutto volto ad una miglior adattabilità alle caratteristiche ed alle esigenze dell'operatore.

Quest'ultimo deve inoltre poter azionare facilmente le pedaliera, che oltre a non richiedere sforzi particolari devono anche essere ben disposte per evitare inconvenienti durante i lavori. Strettamente legato al comfort è il sedile, che dev'essere ben regolabile e dotato di efficienti sistemi di sospensioni.

In particolare, devono essere adeguatamente attenuate le vibrazioni e le scosse, molto nocive per la salute dell'operatore a causa di varie tipologie di danni a carico di organi ed

apparati sensibili a vibrazioni e saltellamenti continui: in questo senso è importante il collegamento tra sedile, piattaforma e/o telaio. Sarebbe preferibile, anche se le problematiche legate al contenimento delle dimensioni (specialmente l'altezza) ne limitano la diffusione, la disponibilità di piattaforme isolate su silent-block e prive di ostacoli centrali, per evitare il pericolo di ostacolare la salita o la discesa dal mezzo. Il problema nei trattori per frutteto e vigneto risulta ancor più accentuato rispetto a quelli convenzionali, per la presenza di pneumatici di ridotte dimensioni (raggio e altezza), quindi con scarse capacità ammortizzante utile per la riduzione degli urti col profilo del terreno.

Altro elemento da considerare è l'accesso visivo e manuale ai comandi, fondamentale per una guida confortevole, in modo da favorire la gestione delle operazioni senza richiedere movimenti inusuali e contorsioni. In tal senso, nelle ultime versioni, grazie all'ormai generalizzato impiego di componenti elettronici, è possibile svolgere tutta una serie di operazioni manuali e automatiche con sistemi diretti o attraverso l'agevolazione di sistemi elettroidraulici (cambio di velocità, inserimento/disinserimento della doppia trazione, innesto/disinnesto della presa di potenza, controllo del sollevatore idraulico, ecc.).

Al trattore viene richiesta inoltre una buona manovrabilità, cioè la possibilità per l'operatore di muoversi facilmente e senza sforzi particolari in spazi ristretti. A questo riguardo è sempre importante valutare l'angolo di sterzo, che permette di operare in spazi limitati; ma non bisogna neppure sottovalutare il passo che, se adeguatamente dimensionato, influisce, oltre che sull'angolo di sterzo, anche sulla stabilità e aderenza del trattore. Infine, nelle macchine caratterizzate da ridotte carreggiate occorre prestare attenzione all'altezza del baricentro, direttamente legata alla stabilità in situazioni precarie (collina e montagna): l'abbinamento fra carreggiata ridotta e baricentro alto riduce la sicurezza nelle manovre di svolta nelle condizioni sopra descritte o con operatrici portate con l'attacco a tre punti.

### *Il telaio e la cabina*

Un elemento fondamentale per la sicurezza è rappresentato dal telaio di protezione, che ha

lo scopo di proteggere l'operatore in caso di ribaltamento del trattore ed evitarne lo schiacciamento.

Può essere rappresentato dalla cabina, che offre tutti i vantaggi citati in precedenza o, in mancanza di questa, dall'arco di protezione. Questo elemento costitutivo del trattore assume un'importanza rilevante soprattutto nelle condizioni di lavoro rischiose non soltanto legate alle pendenze riscontrabili in ambienti collinari o montani, ma anche a situazioni che si vengono a creare durante manovre in prossimità di fossi o scoline, che spesso hanno causato incidenti gravi. In termini di manovrabilità, le versioni per frutteto, per vigneto e i trattori isodiametrici – compresi quelli articolati – offrono buoni risultati, permettendo in molti casi di lavorare in spazi assai contenuti e mantenendo comunque, nella maggior parte delle condizioni, buona stabilità. La visibilità è un altro fattore rilevante di questi trattori; è legata non solo alla scarsa disponibilità di spazio dal posto di guida, ma anche al fatto che intervenendo in ambienti rigidamente delimitati (filari del frutteto o vigneto), è in molti casi importante poter controllare visivamente gli attrezzi.

L'elevata percentuale di trattori nuovi ancora commercializzati senza cabina insonorizzata rende in queste tipologie di macchine ancor più sentito anche il problema del rumore, particolarmente evidente nello svolgimento di alcuni interventi specifici, come i lavori con operatrici azionate dalla presa di potenza (frese, trinciasarmenti, atomizzatori). Sebbene la valutazione delle emissioni sonore sia già effettuata in sede di omologazione, l'abbinamento con le operatrici descritte in molti casi altera significativamente valori per il solo trattore di per sé contenuti. In queste situazioni, caratterizzate anche da frequenti interventi nella stagione estiva, sarebbe importante avere a disposizione una cabina insonorizzata e munita di aria condizionata.

Nell'ambito degli interventi di difesa con anti-parassitari sarebbe buona norma – valida per tutte le macchine munite di cabina – operare con dispositivi di controllo a distanza della distribuzione (a controllo non diretto), onde evitare di portare in cabina tubi contenenti soluzioni pericolose in pressione, che in caso di rottura verrebbero a contatto con l'operatore con pericolose conseguenze per la sua salute. Qualora, nonostante tutte le controindicazioni

del caso, si operi senza cabina, è ancor più importante per l'incolumità dell'operatore indossare tutti i dispositivi di protezione previsti dalle attuali norme di sicurezza.

In ambienti caratterizzati da pendenze significative può comunque essere utile orientarsi verso trattori cingolati, che allo stato attuale dispongono di accettabili livelli di comfort ed offrono maggiori garanzie di stabilità nelle situazioni difficili tipiche di certi ambienti collinari. La recente diffusione, anche nelle versioni di bassa potenza motrice, di macchine dotate di cingolatura in gomma ha notevolmente contribuito al miglioramento delle condizioni di guida.

#### *La versatilità*

Un ulteriore aspetto che merita di essere considerato è la versatilità del trattore, cioè la possibilità di poter eseguire altre funzioni operative oltre a quelle usuali, in particolare la movimentazione dei contenitori in fase di raccolta.

A questo riguardo la macchina, oltre ad offrire le caratteristiche già citate, può anche essere attrezzata con dispositivi di carico, anche se le caratteristiche costruttive e funzionali limitano fortemente un impiego in sicurezza di questa combinazione. Nel caso si opti comunque per questa applicazione può essere utile orientarsi verso macchine con guida reversibile, che offrono una migliore capacità di gestire questo tipo di interventi.

Un cenno particolare meritano inoltre le trattatrici speciali, o scavallatrici, da impiegare in vigneti caratterizzati da impianti bassi destinati alla produzione di uve per vini particolarmente pregiati.

Queste macchine sono costituite sostanzialmente da quattro trampoli con ruote che permettono di scavalcare i filari, utilizzando attrezzi modulari portati ventralmente per la gestione dell'impianto.

Tali attrezzi in varie combinazioni permettono di eseguire la quasi totalità delle operazioni necessarie per la coltura. Occorre comunque ricordare che spesso occorre valutare preventivamente l'impiego di queste tipologie di macchine fin dalle prime fasi di impianto e allevamento del vigneto.

### *Trattori convenzionali*



#### *Opportunità*

Il trattore è un mezzo estremamente diversificabile, di base è un veicolo off-road con una potente trazione ma può andare dall'enorme trattore americano fino al minuscolo trattore da frutteto e può essere accessorizzato con numerosi dispositivi di distribuzione della forza verso macchine utensili e di dispositivi per la guida automatica

#### *Criticità*

- Non è tuttora mai stata proposta una versione elettrica in quanto le batterie che necessarie occuperebbero un volume troppo grande per alimentare l'enorme potenza del trattore. sebbene nel vigneto non ci sia bisogno di attrezzi con notevole potenza
- le macchine utensili che gli vengono attaccate hanno sempre un ingombro che eccede dall normale ingombro del trattore, soprattutto posteriormente e frontalmente.
- Il guidatore ha una pessima visuale su cosa succede dietro e davanti

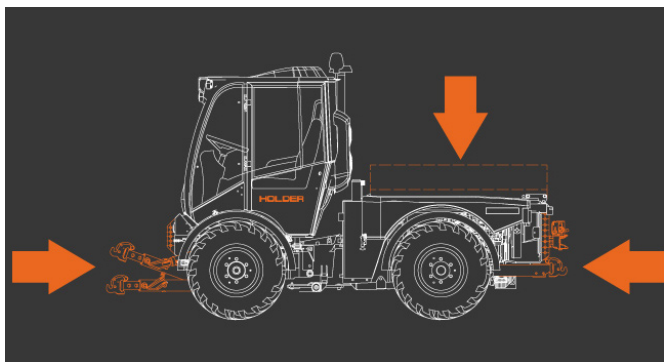
#### *Commenti*

Spesso il guidatore è completamente inutile se non per curvare; i cingolati possono girarsi su se stessi mentre i gommati non sono mai stati dotati di 4 ruote sterzanti ma si preferisce met-

tere uno snodo tra i semiassi.

## Trattrici isodiametrici, snonabili

Tra i marchi più noti troviamo Holder e Caron. L'holder è l'unico porta attrezzi ad avere prese di forza ed idrauliche sia anteriormente sia posteriormente e quindi agganciando macchine davanti e dietro si possono eseguire più lavorazioni allo stesso tempo.



### *Opportunità*

Questa tipologia di veicoli nasce come soluzione più economica e con meno complessità per effettuare curve strette senza dotarsi di 4 ruote sterzanti indipendenti. In modo particolare l'holder ha concentrato tutto il motore e la potenza in un box rettangolare posteriore molto compatto che gli permette di essere molto versatile nell'applicazione di macchinari in ogni posizione, frontalmente, posteriormente, caricandoli.

### *Criticità*

Il prezzo è davvero elevato, si parla di un prezzo medio di 60 mila euro, il che lo rende un veicolo interessante solo per chi lavora una notevole quantità di ettari e che può spesso usufruire della doppia lavorazione frontale e posteriore se non tripla lavorazione, cosa che fa aumentare l'efficienza.

### *Commenti*

Togliendo l'ingombrante cabina il mezzo assomiglia molto ad una piattaforma per frutteto, ciò conferma ancora di più la strada intrapresa verso questo tipo di soluzione. La differenza è che in questo caso non c'è un telaio con ruote indipendenti, ma un classico chassis con i due semiassi. La soluzione della botte dell'atomizzatore o di un vano carico nella

parte posteriore, compresi nell'ingombro del veicolo è molto interessante, sebbene frontalmente e posteriormente presentano le stesse criticità del trattore riguardo il fatto che i macchinari aumentino gli ingombri e di conseguenza gli angoli di sterzo

### Trattrici scavallatrici



Un esempio:  
CAVAL 3X3 di tecnidee

È una macchina scavallatrice per vigneti a bassa spalliera o alberello che grazie alla sua leggerezza riesce ad eseguire le normali lavorazioni di gestione del vigneto rispettando il terreno, limitando l'erosione e permettendo l'ingresso nel vigneto anche con terreno bagnato. Ha un raggio di sterzata di soli 3 metri e può montare tutte le attrezzature necessarie per la gestione (atomizzatore, solforatrice, aratro scavallatore, cimatrice, ecc). Vengono prodotti vari modelli con motore da 42, 51 o 60 CV, con tre ruote singole, con ruota anteriore singola e le due posteriori accoppiate op-

pure con ruota anteriore singola e due cingoli posteriori. Infine è dotata di un meccanismo di correzione della pendenza per lavorare al meglio anche in terreni scoscesi.



### Opportunità

Queste macchine nascono appositamente per eseguire determinate operazioni come la vendemmia e la caval3x3 che è un mezzo sperimentale eseguire operazioni di gestione chioma e irrorazione di fitofamaci e non a caso nascono nell'ultimo decennio quando si è abbandonata in modo massiccio i vigneti pergolati, vengono concepite con la forma più adatta alla loro funzionalità e cioè la forma cavalcante il vigneto senza badare a riferimenti referenziali col trattore.



### Criticità

Essendo specifiche non hanno la versatilità di adattarsi ad altre operazioni e non essendoci uno standard come è nel trattore, le macchine utensili utilizzate devono venire progettate ad hoc.

### Commenti

Queste macchine dovendo centrare uno o più filari rendono molto seria l'operazione di curva a fine filare e re-immissione nel successivo in quanto spesso devono centrare più di un filare e in questo caso curva e centramento è difficoltosa. L'opzione di un unico filare è interessante seppur necessita di un grado più alto di automazione che alzerebbe il costo

## 7.2 TELEFERICHE

È un veicolo che permette di trasportare cose in ambienti impervi e collinari. Nelle foto è rappresentata la Vendemmia nei vigneti del Grumello, la teleferica che porta il recipiente pieno di grappoli d'uva risparmia una notevole fatica ai vendemmiatori che già durante tutto l'anno combattono con le fatiche dei terrazzamenti vitivinicoli della Valtellina



### Opportunità

Oltre che per il trasporto merce si potrebbe utilizzare la rotaia anche per far funzionare una macchina che effettua una lavorazione sulle vigne

### Criticità

È una struttura fissa che può essere di intralcio per la navigazione di eventuali veicoli. Inoltre il terreno su cui poggia sarà soggetto ad aratri, piogge che possono compromettere la stabilità della struttura.

Essendo statico non lo si può usare in altri campi o dare in affitto e se si dovesse rimuovere la piantagione, c'è anche un costo di rimozione.

### Commenti

Un'idea sarebbe cablare / dotare di rotaia ogni singolo filare, in modo tale da far scorrere su di esso le macchine operatrici, però ciò potrebbe essere un costo enorme, inoltre la vegetazione e le vigne non sono mai perfettamente allineate infatti il guidatore del trattore sa adattare la guida a questa possibile deviazione. Inoltre anche se tutto il campo fosse cablato comprese le curve, sarebbe difficoltoso eseguire un'operazione solo su una piccola area di vigneto in quanto bisogna aspettare che il mezzo percorra parte della rotaia fino al punto desiderato.

## 7.3 QUOD



L'uso del quod in agricoltura è di recente introduzione ma già molto interessante perché permette di sostituire il trattore per coltivare piccoli appezzamenti. Non permette di alimentare i macchinari ad esso connessi, quindi bisogna implementare ogni macchina con una propria

alimentazione indipendente.

#### *Opportunità*

Il quod essendo un piccolo mezzo permette di ridurre i pesi e di non comprimere il terreno. Eventualmente otrebbe essere accessoriatato anche con atrezzi laterali.

#### *Criticità*

Il peso ridotto potrebbe provocare un ribaltamento se l'atrezzo è agganciato lateralmente oppure, rallentamento se l'atrezzo posto dietro è troppo pesante.

Altro aspetto negativo è che il quod non possiede prese di forze ma ogni atrezzo deve essere motorizzato

#### *Commenti*

Permette di ridurre notevolmente i costi dato che si può lavorare la terra senza trattore e in spazi ridotti.

## **7.4 CARRELLI**

*Un esempio è il sedile a trazione Jay 600*

JAY 600 E' un veicolo a trazione elettrica studiato apposta per agevolare e velocizzare i lavori di potatura, o di raccolta nel settore agroalimentare. E' molto usato nella potatura verde e nella vendemmia su vigneti bassi e a "Guyot". Si può trasformare in poco tempo in un carrello elettrico porta cassette semplicemente togliendo il sedile, il manubrio e le pedane, sostituendole con il pianale e le stegole di guida. Lavora bene anche in caso di pendenze e salite e con la sua capacità di trasporto fino a 250Kg permette di lavorare in un ambiente pulito e libero da emissioni nocive sia per la persona che per le colture.

Assicura una riduzione dei tempi di esecuzione delle lavorazioni aumentando la produttività aziendale ed evitando inquinamento acustico ed ambientale.

Grazie alla trasmissione ad ingranaggi in bagno d'olio e all'utilizzo di un motore elettrico, oltre alle batterie appositamente studiate, la manutenzione risulta essere minima. Concepito nel 2001 dopo un attento studio delle esigenze di mercato, e dopo aver verificato sul campo l'applicazione, ha subito negli anni le opportune migliorie fino al raggiungimento dell'attuale modello che offre un alto rendi-

mento operativo nelle coltivazioni cosiddette ad "alta densità".

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE**

Motore elettrico: 600 Watt - 800 Watt

Autonomia: 2/3 giorni lavorativi su superfici piane

Pendenza: 25% max

Portata su piano: 1 Persona + 150 Kg

Portata max pendenza 30%: 1 Persona + 100 Kg

Forza all'asse: 80 Nm

Forza sulla ruota max 1\': 1600 Nm

Velocità max: 4 km/h

#### **DATI TECNICI**

Lunghezza macchina: 1550 mm

Larghezza macchina: 690 mm

Interasse ruote: 1050 mm

Altezza sedile: min 295/max 415 mm

Peso macchina: 196 kg

Comandi: guida manubrio

Regolazione velocità: con potenziometro esterno

Motore elettrico: 24 V

Trasmissione: ad ingranaggi in bagno d'olio

Sulla macchina può essere installata:

Guida direzionale.

Tettuccio parasole.

Pianale di carico con guida a stegole.

Dispositivo guida automatica





Il costo per il veicolo in figura è circa di 5.000 euro, che sono troppi per costituire la base di un veicolo su quale poi spendere altri soldi per la customizzazione.

Un altro punto a sfavore è l'ingombro laterale che è molto ristretto per poter agganciare lateralmente macchinari e prese di forza senza che questo sbilanci il mezzo.

#### Commenti

Il veicolo è molto basso e questo lo rende molto interessante in quanto adatto a eseguire tutte le operazioni su basse vigne e sui tronchi. Bisognerebbe verificare le possibilità di trasformare l'attuale guida automatica con tastatore meccanico, in una guida automatica con sensori ultrasuoni o visivi che comandano uno sterzo idraulico o elettrico.

Altro esempio è il : *MESSERSI di rossetto*



Minicingolato specificatamente progettato per l'impiego operativo nelle coltivazioni ad alta densità.

L'assetto di guida è tale da lasciare le mani libere per le lavorazioni mentre il minitrattore viene azionato dalla manovra combinata piede-ginocchio.

Il sistema idraulico è stato studiato per consentire la perfetta controllabilità anche dei micro movimenti sia avanti che indietro.

La trazione cingolata su cingoli in gomma consente di operare in tutte le condizioni di terreno.

La bassa pressione specifica dei cingoli non danneggia i terreni e permette di operare anche quando gli stessi non sono perfettamente asciutti.

Il sedile in posizione bassa, girevole di 180° e basculante consente di eseguire le varie lavorazioni comodamente seduti evitando l'insorgere



#### Opportunità

E' un veicolo talmente basilico che potrebbe essere costumizzato in numerevoli modi, il motore elettrico lo rende molto interessante in quanto già testato per l'utilizzo in campo agricolo.

#### Criticità

di dolori o patologie alla schiena e alle ginocchia al variare delle pendenze del terreno.

Il minor affaticamento fisico ed il maggior comfort dell'operatore permette un significativo incremento della produttività e della resa oraria. Il minitrattore è dotato di gancio posteriore per il traino di appositi rimorchi per il carico della vendemmia

Il posto guida, incernierato al telaio principale, permette il superamento agevole delle asperità e degli avvallamenti del terreno

La trazione indipendente dei cingoli mediante motori idraulici ad alto rendimento consente una manovrabilità e una sterzata eccezionali. Sulla macchina può essere installata una presa di forza idraulica della portata di 22 l/min alla pressione di 170 bar, da richiedere al momento dell'ordine, per l'eventuale uso di piccole attrezzature per lavori interfilari.

#### DATI TECNICI

Peso operativo (senza zavorra )	Kg 485
Peso operativo (con zavorra)	Kg 560
Motore	
Marca e tipo Diesel	YANMAR L100N6
Potenza massima(3600 r.p.m.) HP/Kw	10/7.4
Cilindrata	cm 435
Cilindri	1
Coppia max a 2400 rpm	daNm 2.7
Raffreddamento	aria
Trasmissione	idrostatica
Pompe trasmissione ad ingranaggi	2
Portata totale	l/min. 2 x 18
Pres. max di esercizio,traslazione	bar 130
Velocità max	Km/h 0 ÷ 3.4
Sistema di sterzata a cingoli indipendente	idrostatico
Tensionamento cingolo in gomma	
vite di registro	
Larghezza cingolo	mm 180
Pressione specifica al suolo: - con /senza zavorra	Kg/cm 0.152 / 0.125
Pendenza max superabile	70%
Sforzo di trazione max	Kg 545
Comandi di trazione:	leve/pedali
Comando di sterzo leva singola:	leva singola
Capacità serbatoio carburante	lt 5.4
Capacità serbatoio olio idraulico	lt 16

## 7.5 PIATTAFORME

Di derivazione industriale ed edilizia sono veicoli a quattro ruote motrici con una pedana elevatrice da cui si comanda il veicolo tramite una console.

Qui sono elencate le loro caratteristiche principali:

#### CARATTERISTICHE

Motori diesel.

Trazione idrostatica su 2 oppure 4 ruote

A richiesta: motore idraulico a cilindrata variabile a comando elettrico.

Cambio a 2 rapporti+posizione di folle centrale - comando elettrico da consolle comandi

Sterzo con idroguida a duo o 4 ruote sterzanti

Velocità min 0 km/h , max 15 km/h

Freni idraulici sulle ruote posteriori oppure freno

negativo/stazionamento su 4 ruote o

a richiesta: (freni idraulici sulle 4 ruote)

Di seguito passeremo in rassegna le piattaforme delle principali marche in commercio

#### *Opportunità*

Sono veicoli che potrebbero ipoteticamente essere già dimensionati in stabilità, potenza e guida automatica per un eventuale utilizzo nel vigneto, infatti esse possono caricare alcune persone fino ad un peso di almeno 500 Kg anche su pendii collinari. Essendo dotate di 4 ruote sterzanti sono in grado di muoversi a granchio verso il filare del vigneto da lavorare ma anche di compiere curve in spazi ridotti

#### *Criticità*

Le criticità sono molte poche; forse la maggiore è culturale cioè di trasferire un veicolo che oggi è ad hoc per frutteti, ad esempio meli ecc., e trasformarlo in piattaforma portattrezzi per vigneto

#### *Commenti*

Per prima cosa bisogna rimuovere la pedana elevabile e testare la stabilità con agganciate le macchine utensili, inoltre bisognerebbe dotarla degli agganci standard e delle prese di forza in dotazione ai trattori tradizionali.

La guida automatica che già hanno con sensori ad ultrasuoni dovrebbe essere trasformata in visiva.

Attualmente usano gli ultrasuoni perche la guida automatica è una modalita che funziona bene quando c'è la vegetazione che permette alle onde di rimbalzare in modo tale da poterne leggere il segnale in ingresso, ma quando la vegetazione è assente l' ultrasuono non è il migliore dei metodi. Sarebbe meglio la visione, piu precisa e in grado di fronteggiare situazioni piu complicate.

Impianto per potatura  
Compressore C.500/C.600 lt - innesto elettromagnetico, comando da cruscotto guida

Portata complessiva macchina: q.li 60

WINDEGGER

NBLOSI



Motori diesel  
Lombardini LDW 1003 HP 21/24  
Perkins 403D-11 HP28 diesel  
Perkins 404D-15 HP35 diesel

Trazione  
idrostatica su 2 oppure 4 ruote  
A richiesta: motore idraulico a cilindrata variabile a comando elettrico

Cambio  
a 2 rapporti+posizione di folle centrale - comando elettrico da consolle comandi

Sterzo  
con idroguida sulle ruote anteriori  
- sterzo indipendente ruote posteriori (solo 4WD)  
- con selettore a 3 posizioni indipendente e/o abbinato (in opzione)

Velocità  
min 0 km/h, max 15 km/h

Freni  
idraulici sulle ruote posteriori  
freno negativo/stazionamento su 4 ruote  
A richiesta: (freni idraulici sulle 4 ruote)



TELAIO

Larghezza: 1,17 m  
Distanze ruote esterne: 1,30 m  
Altezza: 0,7 m  
Lunghezza: 2,9 m

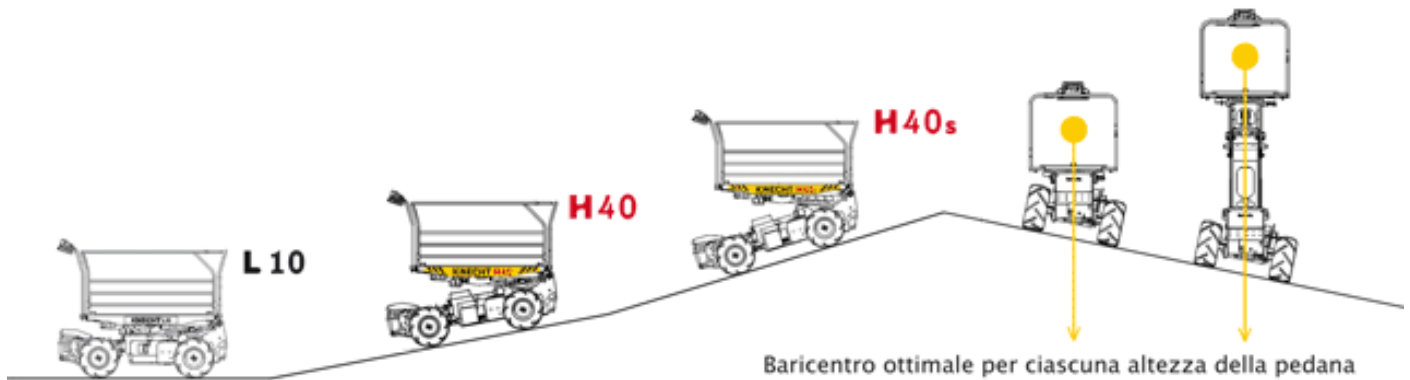
Raggio di sterzata interno: 0,9 m  
Distanza dal suolo: 0,25 m  
2 elevatori con capacità di portata di rispettivamente 500 kg, facilmente smontabili grazie a due bulloni



*Modello porta-casse*

Sta sempre vicino all'operatore e porterà le casse per la raccolta della frutta come, dove e quando vuole l'utente — automatizzato e telecomandato!

BERMARTECH



Dispositivi di sicurezza				
Sensore controllo pendenza		serie	serie	serie
Dimensioni				
Lunghezza senza elevatori	mm	2700	2870	2870
Lunghezza con elevatori	mm	3300 / 3600	3400 / 3700	3400 / 3700
Larghezza ruote	mm	1350	1350	1350
Altezza totale	mm	2100 / 2250	2100 / 2250	2100 / 2250
Passo	mm	1500	1600	1600
Distanza da terra	mm	250	250	250
Sterzo Knicker - snodato		snodato	snodato	snodato
Raggio min di sterzata con elevatori	m	2,4	2,8	2,8
Peso	kg			
Piattaforma				
Lunghezza	mm	2200 / 2300	2200 / 2300	2200 / 2300
Larghezza min	mm	1250	1250	1250
Larghezza max / di lavoro	mm	3800	3800	3800
Altezza min	mm	950	950	950
Altezza max	mm	2600	2600	2600
Regolazione larghezza pedana		idraulico	idraulico	idraulico
Ringhiera orientabile		serie	serie	serie
Propulsione				
Elettrico		3 KW	5 KW	5 KW
Tensione		24 V	48 V	48 V
Batteria a trazione		320Ah	160Ah	160Ah
Motore a benzina + batteria		optional	optional	optional
Recupero energia		-	serie	serie
Velocita` senza scatti	Km/h	0 - 3 / 4	0 - 3 / 5	0 - 2,8 / 3,5
Pneumatici		26 * 12.00 / 12"	26 * 12.00 / 12"	26 * 12.00 / 12"
Trazione integrale		optional	optional	serie
Asse differenziale autobloccante		optional	optional	serie
Campo di impiego		pianura	pendenza media	pendenza
Freni				
Freno negativo		serie	serie	serie
Freno idraulico		serie	serie	serie
Livellamento				
Frontalmente		opt. 22% / 30%	opt. 30% / 30%	opt. 30% / 30%

Lateralmente		optional 15%	optional 20%	optional 20%
Autolivellante lateralmente		optiona	optional (serie)	serie

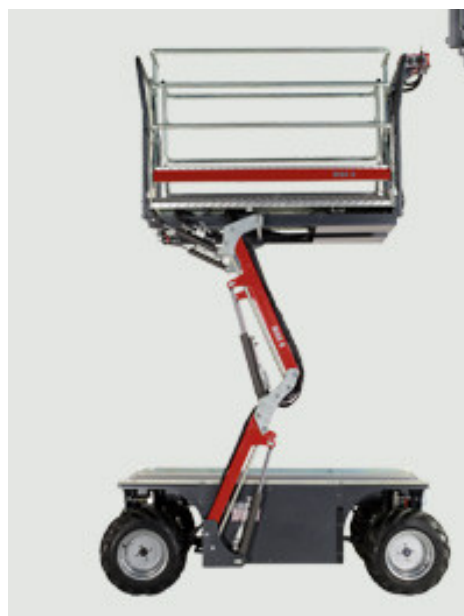
## SILVERBULL

### ORSI



#### Equipaggiamento:

- 4 ruote motrici
- Ruote indipendenti autolivellanti
- Trasmissione idrostatica
- Sterzata automatica delle 4 ruote con ritorno Autocentrante
- Tre diverse tipologie di sterzate
- Freni idraulici sulle ruote motrici
- Motori idraulici ruota con riduttori aventi sblocco per traino
- Indicatore livello carburante
- Bandella fermapiEDE a normativa CE
- Pneumatici 26X12,5-15 Tractor
- Bloccaggio differenziale elettroidraulico



Carro	max e	mini max e
Lunghezza piattaforma senza muletto anteriore e posteriore	2.300 mm	2.300 mm
Lunghezza carro di raccolta chiuso	3.800 mm	3.800 mm
Larghezza	1.300 mm	1.300 mm
Altezza totale con piattaforma abbassata	2.000 mm	2.000 mm



Passo	1.745 mm	1.745 mm
Raggio di sterzo interno con 4 ruote sterzanti	2.500 mm	2.500 mm
Altezza dal terreno	220 mm	220 mm
Sterzo	azione su ruote	azione su ruote
Dispositivo di sollevamento	pantografo	pantografo
Batterie	390 A da 24 V	390 A da 24 V
Peso piattaforma elevabile	1.620 kg	1.570 kg
Peso carro di raccolta	1.920 kg	1.870 kg

## OLEOMECC

sono le piattaforme più basiche ed economiche in commercio



## C.A.M.A



## 7.6 MACCHINE OPERATRICI

Sono tutte quelle macchine operatrici che consentono di eseguire tutte le operazioni che un vigneto necessita.

Tutte queste macchine devono essere connesse alla presa di forza del trattore per funzionare

### Opportunità

Permetto di eseguire i lavori più disparati. Ci sono tantissimi produttori i rivenditori di tali macchine che il livello di tecnologia e competizione è molto alto.

### Criticità

Essendo tutti macchinari nati per essere agganciati sul trattore, il loro sviluppo negli anni le ha portate ad essere costruite ad hoc, basandosi su agganci standard e dimensionamenti del trattore stesso.

### Commenti

Ogni azienda agricola se pur piccola ha alcuni di questi macchinari. Nel caso un agricoltore comprasse un veicolo a guida automatica vista la spesa sostenuta sarebbe conveniente se potesse agganciare ad esso gli attrezzi che già ha in parco macchine. In quanto conosce bene come lavorano e non vorrebbe spendere altri soldi per avere doppioni che differiscono solo di agganci diversi.

### Trattamenti fitosanitari

Sotto questa categoria si trovano gli atomizzatori trainati e portati e i nebulizzatori



### Gestione del fogliame:

Sotto questa categoria si trovano le macchine cimatrici, prepotatrici, spollonatrici e sfogliatrici.





### *Pulizia terreno*

Sotto questa categoria si trovano i diserbanti chimici, gli aratri, le trince



## 7.7 SENSORISTICA IN AGRICOLTURA

### *Sensori ultrasuoni*



Il dispositivo preso in esame è ArvaSonic, un sistema ad ultrasuoni per guida parallela automatica di precisione a costi molto contenuti: adatto per colture in filare

ArvaSonic è un innovativo sistema di guida parallela che utilizza uno o più sensori ad ultrasuoni. Permette di lavorare su colture a file tipo vigneti, frutteti, orticole su baulature ecc... ossia in tutte quelle situazioni dove serve un supporto all'operatore che sia economico ma preciso nello stesso tempo.

Mediante gli ultrasuoni è infatti possibile avere una precisione centimetrica a costi molto inferiori rispetto ad un GPS centimetrico. L'importante è che ci sia una prima fila diritta o curva che dia un riferimento.

Questo sistema viene installato esclusivamente su mezzi dotati di un impianto di idroguida, siano essi trattori, carrelli di potatura, macchine semoventi.

L'uso è estremamente semplice: una volta posizionati vicino al filare o alla porca alla distanza desiderata si preme un pulsante. Il sistema memorizza la distanza e, una volta in movimento, agisce sull'idroguida per mantenerla costante.

#### *Opportunità*

Sono i sensori più economici per eseguire rilevare una distanza e per comandare uno sterzo di una guida automatica. Sono molto piccoli e la loro gestione è molto semplice

#### *Criticità*

Il loro difetto è che il veicolo su cui vengono

montati deve avere un idroguida. Altro difetto è che sono spesso accessori o aftermarket e quindi i venditori e i costruttori di tali veicoli non hanno una solida conoscenza di base su come si comporteranno.

Poi c'è da considerare la bassa affidabilità in quanto in agricoltura la vegetazione del frutteto non costituisce una parete uniforme e regolare. Cosa ben più problematica è che in inverno la vegetazione non c'è e le onde ultrasuoni non riescono a rimbalzare sui rami e dare un segnale chiaro di distanza.

#### *Commenti*

E' una soluzione possibile per il vigneto ma sicuramente non la migliore;

### *Sistema GPS*



Il sistema preso in esame è ParaDyme un sistema GPS integrato per guida automatica di precisione.

Il primo sistema totalmente integrato per l'Agricoltura di Precisione.

ParaDyme è l'unico sistema GPS a doppia antenna presente sul mercato e che viene offerto con 2 anni di garanzia. Con ParaDyme si sfrutta al massimo la tecnologia GPS con tutti i suoi sistemi di correzioni: WAAS/EGNOS, OmniSTAR HP/XP e RTK, è inoltre predisposto per la ricezione dei satelliti GLONASS.

ParaDyme funziona con il monitor EDGE o INTEGRA e fornisce accuratezza e ripetibilità RTK uniche nel suo genere.

Permette il massimo controllo di inclinazione e deriva del mezzo senza la necessità di sensori di sterzo, bussole ed inclinometri; il tutto sia in pianura che collina; precisione di guida garantita anche sotto 1 km/h.

Guida parallela retroversa, allineamenti perfetti grazie alla più veloce acquisizione delle nuove linee di lavoro.

ParaDyme offre in contemporanea le seguenti funzioni:

trapianti,  
trattamenti colturali,  
esecuzione operazioni preparazione terreno saltando le passate,  
mappatura produzioni,  
registrazione e mappatura dati,  
guida automatica con accuratezza da 30 cm (EGNOS), 10 cm (Oministar) fino a 2 cm (RTK),  
comunicazione bidirezionale con il centro servizi (CBS),  
autocalibrazione per le guide automatiche,  
assistenza remota in tempo reale (CBS),  
ParaDyme integra 3 diversi sistemi di comunicazione:

GSM/GPRS per correzione GPS RTK via Internet e assistenza remota CBS,  
Wi-Fi per diagnostica e scarico dati,  
Radiomodem per correzione da base GPS a terra,  
Con ParaDyme è possibile fare guida automatica tramite:

motore sul volante OnTrac 2,  
Kit idraulico specifico o generico; sono disponibili kit per oltre 500 modelli di mezzi agricoli,  
via CAN-ISOBUS per trattori Autosteer-Ready

Grazie a ParaDyme è possibile:

Ridurre i tempi di lavoro.  
Ridurre le quantità dei prodotti distribuiti.  
Ottimizzare i cantieri di lavoro.  
Migliorare l'efficienza e la produttività del lavoro.

#### *Opportunità'*

Questo sistema permetterebbe di mappare tutti i vigneti della zona interessata alle lavorazioni con guida automatica in modo tale da avere un database comune a disposizione delle aziende a cui accedere senza perdita di tempo e senza mappatura dall'inizio ogni volta che si effettua un'operazione.

#### *Criticità*

Il gps oltre ad avere un alto costo di acquisto, ha anche un costo di servizio di abbonamento che non lo rende del tutto economico, inoltre la mappa che esso dà del territorio non si aggiorna in tempo reale ma ha degli aggiornamenti periodici abbastanza lunghi, questo non permette di rilevare un nuovo ostacolo o cambiamento della mappa mentre il veicolo effettua la lavorazione.

#### *Commenti*

Questo tipo di ausilio è da tenere in considerazione come complementare o di assistenza rispetto alla sensoristica principale che sarà la visione. Aiuterà la gestione della curva e cioè quando la telecamera non ha più punti di riferimento

#### *Sistema visivo*



Il sistema preso in esame è *Vinescout di Clemens*. I sistemi di guida computerizzata del trattore sono il futuro della tecnica in frutteti e viticoltura, che contribuiscono allo svolgimento di un lavoro più efficiente. Il sistema di guida automatica del trattore VineScout della ditta Clemens è adattabile a tutti i trattori dotati di sterzo idraulico.

Grazie a un sistema di telecamere 3D, la guida del trattore all'interno della fila diventa un'operazione completamente automatica. Il conducente non deve più guidare il mezzo nella fila e può concentrarsi pienamente sugli attrezzi portati. Un segnale acustico al termine della fila richiama l'attenzione del conducente sul fatto che deve riprendere il controllo e guidare manualmente il mezzo nella fila successiva.

Il sistema automatico di guida alleggerisce il compito del conducente e contribuisce a miglio-

rare notevolmente la lavorazione delle file, anche al buio.

I vantaggi:

Sistema di guida automatico

Alleggerisce il lavoro del conducente

Totale concentrazione sugli attrezzi portati o trainati

Maggiore produttività per unità di superficie

Utilizzabile con tutti i tipi di trattore

Massima precisione a tutte le velocità di lavoro

Segnalazione acustica al termine della fila



*Opportunità*

IL costo dell'apparecchiatura, telecamere, oggi giorno ha davvero dei bassi costi pur avendo un'alta qualità e una alta definizione dei dettagli captati che permettono ad una scheda di controllo di gestire meglio l'automazione in situazioni ben più critiche.

*Criticità*

Il costo maggiore è della scheda di controllo che per gestire più telecamere deve essere abbastanza complessa e ben programmata.

*Commenti*

Questo è sicuramente il sistema di sensoristica su cui puntare in quanto il rapporto qualità/prezzo è il migliore e permette al veicolo automatizzato di essere molto più affidabile

in situazioni critiche, come mancanza di vegetazione e riconoscimento persone o animali che incrociano accidentalmente la navigazione del mezzo.

*Motori/ruota*

Per prime le metitrebbie e poi molti altri veicoli agricoli, come i trattori cavalcanti e le piattaforme raccogli frutta, hanno adottato dei dispositivi di sterzo differenti dai convenzionali assiali che reggevano ruote e sterzo.

In questi veicoli ogni ruota è dotata di motori elettrici o idraulici che alimentano la trazione e che gestiscono la sterzata.

Sebbene questi sistemi siano molto economici e testati, dal mondo dell'automobile arriva un dispositivo molto più raffinato e tecnologicamente avanzato che permette di ridurre gli ingombri dei motori, gestire sospensioni e sterzo tutto in un unico dispositivo plug and play: sono i motori/ruota.

I motori/ruota sono una delle soluzioni più interessanti per i veicoli a trazione elettrica in quanto liberano completamente il corpo vettura dall'ingombro del gruppo motore/trasmissione. Si tratta di motori discoidali alloggiati nel cerchio e integrati con il sistema frenante. Di fatto è l'intero propulsore a ruotare, mentre l'albero motore è fissato al corpo vettura.

Anche la maggior parte delle biciclette a pedalata assistita adotta un sistema analogo. Altre soluzioni automobilistiche prevedono ingranaggi intermedi per poter adottare motori elettrici ad elevato regime di rotazione e ridurre considerevolmente il peso dell'unità motrice, a prezzo però di una maggiore complessità e di un minor rendimento meccanico. Rendimento che altrimenti è praticamente del 100% non esistendo alcun tipo di trasmissione. Quello del peso rilevante dell'insieme è il problema principale dei motori/ruota che creano difficoltà al corretto funzionamento delle sospensioni sul piano del comfort e della sicurezza.

*Applicazioni*

I motori/ruota, eliminando completamente l'ingombro della parte propulsiva e compensando quindi l'ingombro delle batterie, sono spesso applicati a prototipi di microvetture elettriche, a partire dalla Fiat Downtown del 1993. Più di recente si sono viste su altri prototipi, a partire da diversi modelli elettrici Mit-

subishi: la Colt EV, con due motori posteriori, con riduttore integrato, da 20 kW; la Miev, basata sulla Lancer da rally, con 4 motori da 50 kW/68 cv ciascuno; la i-Miev Sport, in cui un tradizionale gruppo motore/differenziale posteriore è associato a due motori/ruota anteriori (foto dx). Interessanti anche l'applicazione di 4 unità sulla Volvo C30 Recharge, ibrida seriale presentata nel 2007, così come sulla Morgan LifeCar a fuel cell; ricordiamo anche i due motori/ruota anteriori nel "triciclo" ibrido Peugeot HyMotion3 (foto sx), che diventa così un veicolo a trazione integrale "3x3".

Un'ulteriore vantaggio del motore/ruota sta proprio nella possibilità di realizzare sistemi di trazione integrale con un controllo elettronico precisissimo della coppia motrice o frenante applicata a ciascuna ruota. Possibilità che potrebbero portare gli attuali sistemi di controllo stabilità e trazione a livelli di funzionalità impossibili da ottenere con i gruppi motore/trasmissione delle attuali auto con propulsore termico.

Tra i migliori motori-ruota vi è il Michelin Active Wheel che integra motore e sospensione attiva. Come detto in precedenza, il peso è il nemico principale dei sistemi motore/ruota. Le cosiddette masse "non sospese" – ruota, freno, portamozzo, bracci ed elementi della sospensione – devono essere il più possibile leggere rispetto alle "masse sospese" costituite, in pratica, dall'intero corpo vettura. Masse non sospese molto elevate creano problemi al corretto funzionamento di sistemi passivi, come molle ed ammortizzatori convenzionali. Si pensi, ad esempio, al classico dosso rallenta traffico: la molla dovrebbe essere morbida per affrontare con progressività la parte in salita, salvo poi irrigidirsi per spingere rapidamente verso il basso la ruota e mantenerla aderente alla rampa in discesa. Se le masse legate alla ruota sono rilevanti, le sospensioni devono prima frenare una massa molto elevata lanciata verso l'alto e quindi accelerarla rapidamente verso il basso; in caso contrario si hanno brusche variazioni del carico a terra del pneumatico e quindi della sua aderenza. Per questo Michelin ha proposto un gruppo completo che, oltre a ruota, motore e disco freno, integra anche una molla convenzionale accoppiata a un sistema attivo di sospensione, a sua volta comandato da un motore elettrico disposto nella ruota

stessa. Il sistema, gestito elettronicamente, è in grado di reagire in 3 millesimi di secondo per assicurare il giusto grado di flessibilità e smorzamento della sospensione, con la possibilità di spingere attivamente verso il basso o verso l'alto tutto l'insieme. Esempi di queste applicazioni sono le concept car Venturi Volage, una sportiva con quattro Active Wheel da 55 kW/75 cv ciascuno, e Heuliez Will, una city-car dove il sistema Michelin è applicato alle sole ruote anteriori.



#### Opportunità

Questi sistemi ruota si adattano meglio alla guida automatica in quanto alimentati elettricamente sarebbe più facile gestire la sterzata tramite software rispetto ai normali sistemi port-market con idrosterzo.

#### Criticità

Essendo il motore elettrico completamente inserito nel cerchione è facile capire che non è un motore molto potente, come servirebbe per mezzi agricoli. Inoltre il costo è ancora troppo eccessivo.

#### Commenti

Rappresenta sicuramente il futuro dei veicoli elettrici però attualmente il costo ne limita la diffusione. Permetterebbe una sicurezza e stabilità maggiore dei normali veicoli avendo sospensioni indipendenti ed intelligenti.

## 7.8 ROBOT SPERIMENTALI

I dispositivi descritti prima hanno trovato la loro massima applicazione in robot agricoli di vario genere e con differenti funzioni.



La compagnia giapponese Fuji Heavy Industries ha sviluppato un robot agricolo in grado di lavorare sui campi in modo completamente autonomo. Si tratta del primo robot del genere mai creato. Il macchinario, alimentato a gas, è lungo 2 metri, profondo 60 centimetri e alto 1 metro. Emette e riceve segnali laser che gli consentono di orientarsi, calcolando accuratamente le distanze. Il robot è in grado di coltivare in modo indipendente frutta e ortaggi e può agire anche all'interno di serre. Il macchinario sarà in vendita a partire dal prossimo anno fiscale, al prezzo di 100.000 dollari.

### *Opportunità*

La sua migliore qualità è che è completamente settabile e quindi una volta definita funzione da eseguire e ambiente di lavoro, non ci sarà bisogno di un adetto per comandare il mezzo.

### *Criticità*

In agricoltura ci sono moltissime variabili ambientali che possono modificare il contesto rapidamente, ciò comporta che anche se ben programmato potrebbe non essere completamente affidabile.

Il costo poi è davvero poco accessibile, circa 100.000 dollari.

Inoltre ciò richiederebbe una figura professionale molto specializzata nell'usare software e impostare vincoli e condizioni di lavoro.

### *Commenti*

È molto interessante ma l'affordabilità è molto

bassa, troppi cavi ed elettronica esposta esternamente e sicuramente la gestione non sarà delle più facili però almeno così un progettista capisce gli errori da non ripetere.

I robot hanno ormai dimostrato di sapersi muovere bene in ambiente outdoor, inoltre il prezzo di produzione si è abbassato e la società non li vede più come una minaccia ma come un beneficio.



I robot potrebbero essere interessanti nei paesi sviluppati, dove c'è una mancanza di disponibilità di lavoro manuale agricolo, tale da essere considerati una necessità e non solo un miglioramento.

La tecnologia dovrebbe spostare la sua attenzione dai robot autonomi che trasportano materiale nelle fabbriche a quelli che si muovono nei campi agricoli.

A questo proposito in America hanno organizzato la US DARPA grand challenge, che è una corsa di auto a guida automatica che si muovono nel deserto o in situazioni di traffico urbano.



Nella figura sopra il vincitore della Urban Challenge 2007





Possibili macchinari che leggono le condizioni delle piante potrebbero essere in grado di acquisire più dati di un essere umano in modo tale da fornire avvertimenti su malattie fogliari in atto e possibili suggerimenti per curarle. Questo permetterebbe la distribuzione mirata di fitofarmaci (solo nelle piante malate) in modo tale da usare il minimo possibile i prodotti chimici, ottenendo un risparmio economico e per l'ambiente. I robot che navigano usando i laser possono muoversi anche di notte quando gli insetti sono maggiormente attivi e il vento è più debole.



*In figura sopra : Robosoft*

Capacità di carico: 350 Kg  
 Velocità massima: 12 km/h  
 Prezzo: dai 62 ai 80 K€

## 7.9 CASO STUDIO

Unigreen è un prototipo di irroratrice sicura e rispettosa dell'ambiente per i trattamenti fitoiatrici delle colture realizzato dalla ditta Unigreen S.p.A. in collaborazione col Prof. Paolo Balsari, Dipartimento DEIAFA, Università di Torino.

In Italia, rispetto ad altri paesi europei, anche a causa della ridotta dimensione media delle aziende che fanno coltivazione protetta e dell'elevata varietà di colture presenti, la meccanizzazione nel settore della distribuzione dei prodotti fitosanitari è ancora molto arretrata tecnologicamente e ciò, oltre a ripercuotersi negativamente sui costi di produzione (impiego di quantitativi di prodotti chimici superiori a quelli che potrebbero essere necessari, elevati tempi operativi), spesso si traduce in elevati rischi ambientali e per la salute dell'operatore (inalazione di molecole chimiche, imbrattamento di parti del corpo dell'operatore stesso, suo elevato affaticamento, ecc). Una recente indagine sui trattamenti fitosanitari in serra (Cerruto et al., 2008) ha evidenziato come la serricoltura italiana si caratterizza, da un lato per l'elevato numero di interventi (anche più di 20 per ciclo colturale, che nel corso dell'anno possono anche raddoppiare per la presenza di più cicli) e, dall'altro per gli elevati volumi distribuiti (anche superiori a 4000 l/ha). Sempre nell'ambito di tale indagine, è stata riscontrata una scarsa attenzione verso la corretta manutenzione delle attrezzature per la distribuzione dei fitofarmaci (regolatori di pressione assenti, manometri non funzionanti o non visibili durante le applicazioni), come pure un generalizzato scarso interesse nei confronti della sicurezza degli operatori (insufficiente utilizzo dei dispositivi di protezione individuale, specie durante la preparazione della miscela, allorché si manipolano prodotti concentrati). Per far fronte a tale situazione negativa sono state recentemente condotte delle sperimentazioni che hanno portato alla realizzazione di differenti prototipi di irroratrici di piccole dimensioni particolarmente adatti per i trattamenti alle colture protette (Schillaci et al., 2009) o a quelle di pieno campo caratterizzate da interfila molto ridotte (Balsari et al., 2000) e quindi impiegabili anche in serra. Nessuno di questi prototipi è, tuttavia, in grado di garantire una completa indipendenza della macchina irroratrice

dall'operatore durante la fase di distribuzione e quindi garantire la necessaria sicurezza dell'operatore. Con la presente sperimentazione, si è voluto realizzare e, successivamente valutare dal punto di vista operativo, una macchina irroratrice per i trattamenti alle colture protette in grado di essere completamente autonoma durante la fase di distribuzione della miscela fitoiatrice.

### La macchina realizzata

Come unità motrice per la realizzazione del progetto è stato scelto, un carrellino semovente ad alimentazione elettrica mediante batterie ricaricabili, già commercializzato per altri scopi. In particolare, si tratta di un veicolo a 2 assi di cui quello posteriore motore e quello anteriore sterzante. Nella versione commerciale la macchina ha un ingombro trasversale di 90 mm, un passo di 1050 mm ed una lunghezza totale di 1552 mm ed è dotata di sedile per l'operatore e controllo dello sterzo mediante un manubrio. La massa a vuoto (comprensiva di batterie) è pari 200 kg. Al fine di raggiungere gli obiettivi del progetto l'unità motrice commerciale è stata modificata in maniera da consentire un suo movimento autonomo all'interno dell'area da trattare limitando l'esposizione dell'operatore ai prodotti chimici. In particolare, è stato installato un sistema elettrico di sterzata che prevede l'uso di un elettrospintore per azionare lo sterzo delle ruote anteriori. Tale attuatore riceve i comandi per il movimento direttamente da una console portata dall'operatore collegata via radio alla macchina oppure dal sistema elettronico di gestione dell'avanzamento (Fig. 1). Dalla console di comando è possibile controllare il movimento del veicolo (marcia avanti, marcia indietro e sterzata) e iniziare il ciclo di funzionamento automatico. È anche presente un pulsante di emergenza che consente, quando premuto, di arrestare immediatamente tutte le funzioni della macchina. La velocità di avanzamento è regolabile mediante un potenziometro posizionato sul lato destro della macchina.





Fig. 1 - Dispositivi per il controllo remoto della sterzata e pannello di comando remoto

Per far sì che la macchina sia in grado di muoversi in maniera autonoma all'interno delle aree da trattare è stato indispensabile gestire lo sterzo in maniera automatica. Per fare ciò, è stato scelto un sistema di tipo elettromeccanico con tastatori nella parte anteriore della macchina. Esso è costituito da una coppia di tastatori meccanici collocati nella parte frontale della macchina i quali, quando vengono a contatto con un ostacolo, inviano un segnale elettrico alla centralina di controllo. Maggiore è la durata del segnale e maggiore è l'angolo di sterzata delle ruote. In caso di assenza di segnali provenienti dai due tastatori (destra e sinistra) le ruote vengono riportate automaticamente in posizione di marcia rettilinea. Sul telaio semovente è stato installato un serbatoio in polietilene con capacità nominale di 150 l e serbatoio lavamani integrato. Nella parte inferiore del serbatoio è stata collocata una pompa ad ingranaggi azionata da un motore a 24 V cc che provvede al mantenimento della pressione necessaria per l'erogazione e al movimento del liquido presente nel serbatoio per evitare fenomeni di sedimentazione.

La pompa viene accesa mediante un interruttore posto sul pannello comando a bordo macchina e viene lasciata sempre in funzione (anche durante l'arresto di emergenza). Nella parte posteriore è stato installato un gruppo di distribuzione aeroassistito. È costituito da due barre verticali, ognuna con quattro ugelli, che vengono alimentate dal liquido in pressione e da un ventilatore ad azionamento elettrico che invia l'aria all'interno di un convogliatore che provvede alla sua distribuzione sui due lati (destra e sinistra). L'attivazione dell'erogazione è subordinata alla presenza del bersaglio rilevata mediante dei sensori ad ultrasuoni disposti uno per lato (Fig. 2).

La centralina elettronica può avere due modalità di funzionamento a seconda della posizione

del selettore automatico/manuale presente sul quadro comandi fisso. Il modo manuale viene utilizzato per la regolazione/taratura della distribuzione. In questa modalità la pulsantiera remota viene ignorata. Le uniche funzioni che è possibile gestire sono quelle relative all'erogazione degli ugelli e al funzionamento del ventilatore. Nella modalità automatico il controllo della macchina avviene esclusivamente mediante il radiocomando. Vengono distinte 2 differenti modalità operative: ciclo spento e ciclo avviato. A ciclo spento il joystick a 2 assi presente sulla console del radiocomando funziona per comandare la traslazione avanti/indietro (ON/OFF) e la sterzata. Il comando di sterzata dato dal joystick è ad azione proporzionale (l'entità della sterzata è proporzionale al movimento eseguito sulla leva di comando) e la posizione dello sterzo viene controllata in retroazione tramite il potenziometro integrato all'elettrospintore. Quando viene rilasciata la leva di comando dello sterzo le ruote ritornano automaticamente in posizione rettilinea. A ciclo avviato viene attivato l'avanzamento e viene acceso il ventilatore. Dopo l'avvio del ciclo il joystick di comando viene ignorato e la guida della macchina viene controllata mediante i segnali provenienti dai sistemi di rilevamento della sua posizione. In particolare, l'output dei sensori ad ultrasuoni installati sui lati della macchina provvede a gestire l'erogazione del liquido, la quale avviene solo in presenza del bersaglio. L'assenza di bersaglio su entrambi i lati per un tempo superiore ad un parametro preimpostato causa l'arresto del ciclo con disattivazione dell'avanzamento e del ventilatore.





Fig. 2 - Vista anteriore e posteriore del prototipo realizzato

Al fine di verificare le prestazioni del prototipo realizzato sono state effettuate alcune prove sperimentali. In particolare, esse hanno riguardato:

- a) determinazione del diagramma di distribuzione del liquido;
- b) misura della velocità e della portata dell'aria;
- c) verifica della velocità di avanzamento in differenti condizioni operative;
- d) qualità della distribuzione su piante di pomodoro. Il diagramma di distribuzione è stato rilevato impiegando una parete verticale a vassoi rettangolari, operando ad una pressione di 3 bar e utilizzando tre differenti tipologie di ugelli: turbolenza TXA 8001 (0.4 l/min alla pressione di prova), fessura XR 11002 (0.8 l/min), doppia fessura TJ 60 11002 (0.8 l/min). Tutte le prove sono state effettuate con ventilatore attivo e posizionando il banco prova a 0.60 m dagli ugelli. Sui diagrammi ottenuti è stato calcolato l'indice di simmetria (che esprime la differenza tra la quantità pervenuta sul bersaglio alle diverse quote sul lato sinistro e destro): tanto più il valore dell'indice di simmetria si avvicina a "0", tanto più la distribuzione del liquido è uniforme sui due lati della macchina a tutte le altezze considerate. Per misurare la velocità dell'aria è stata impiegata una sonda anemometrica che è stata posizionata, di volta in volta, in corrispondenza del centro delle sezioni di uscita dell'aria presenti sulla manica d'aria (10 per lato). Anche per questo parametro è stato calcolato l'indice di simmetria. La portata dell'aria totale (m<sup>3</sup>/h) è stata calcolata moltiplicando i valori della velocità rilevati su ogni sezione di uscita per la superficie della sezione stessa.

La verifica dell'entità della variazione della velocità di avanzamento è stata effettuata operando con serbatoio della macchina vuoto e pieno, con pompa e ventilatore spenti e accesi e su tre differenti superfici: pista in calcestruzzo, erba, terreno nudo. La velocità rilevata su pista in calcestruzzo è stata considerata quella di riferimento e, fatta pari a 100 quest'ultima, tutte le altre sono state riferite a tale valore. Il rilievo della qualità della distribuzione è stato effettuato seguendo la metodologia colorimetrica. Questa prevede che, per la determinazione della quantità di prodotto sul bersaglio, occorre distribuire una miscela di acqua e tracciante colorato (in questo caso E102 Tartrazina) e, successivamente, raccogliere un campione rappresentativo di foglie, a differenti altezze e profondità. La sperimentazione è stata condotta operando ad una velocità di 3.6 km/h in un tunnel coltivato a pomodori lungo 120 metri e largo 6 e caratterizzato da una densità di 26000 piante/ha. Il campionamento delle foglie, è stato effettuato sulle due pareti (esterna e interna) di una delle due file binate di pomodori in quattro differenti fasce di altezza: fino a 50 cm, 50÷100 cm, 100÷150 cm e >150 cm. Operando alla pressione di 3 bar, sono state confrontate 3 tesi (con tre ripetizioni ciascuna) corrispondenti all'impiego dei tre ugelli utilizzati per il rilievo del diagramma di distribuzione. Tutte le prove sono state eseguite con il ventilatore in funzione. Il volume distribuito nel caso dell'ugello a turbolenza è così risultato essere di 500 l/ha, mentre per quelli a fessura è risultato pari a 1000 l/ha.

#### *Risultati ottenuti*

Con riferimento al diagramma di distribuzione, è emerso che gli ugelli a fessura sono in grado di originare un diagramma più uniforme di quello ottenuto in seguito all'impiego degli ugelli a turbolenza. Ciò è spiegabile con il fatto che nella conformazione attuale del prototipo la distanza tra gli ugelli sulle semibarre verticali (450 mm) è troppo elevata per consentire una sufficiente sovrapposizione tra i getti degli ugelli a turbolenza. Tale considerazione è confermata dall'analisi dell'uniformità di distribuzione nella fascia interessata dalla vegetazione (0.5÷1.8 m): il migliore risultato è stato, infatti, ottenuto con l'ugello a fessura tradizionale (CV = 8%); seguono l'ugello a doppia fessura (CV = 15%) e quello a turbolenza (CV 32%). In

termini di simmetria destro sinistro, invece, tutte e tre le configurazioni hanno fornito risultati estremamente buoni, con indice di simmetria compreso tra 0.9 e 1.3. Fatta pari a 100 la velocità di avanzamento misurata su pista in cemento con serbatoio vuoto e pompa e ventilatore disinnestati, la riduzione massima della velocità di avanzamento (-9%) è stata rilevata con macchina irroratrice in movimento su terreno nudo, serbatoio pieno e pompa e ventilatore in funzione. Sarà, poi opportuno intervenire in futuro sul prototipo montando dei portaugelli la cui distanza sia facilmente modificabile in modo da permettere anche l'impiego ottimale degli ugelli a turbolenza che, in base ai risultati ottenuti sono risultati quelli che hanno determinato il maggiore deposito complessivo di miscela sul bersaglio, pur distribuendo un volume dimezzato rispetto a quello erogato con gli ugelli a fessura. Sulla base delle indicazioni emerse nel corso della sperimentazione, il sistema proposto nella sua versione definitiva è stato reso più corto (di 500 mm) e su di esso sono stati montati dei sonar anche anteriormente per garantire una maggiore sicurezza durante il movimento in caso di ostacoli. Esso risulta idoneo per tutte le colture orticole coltivate a file ed a sviluppo verticale medio (es. peperoni, melanzane, ecc.) o elevato (es. pomodori, cetrioli, ecc). Per incrementarne le possibilità di impiego è stato adattato, con l'aggiunta di due barre orizzontali richiudibili, anche all'impiego su colture basse (ad esempio lattuga) o su quelle floricole e smontando il kit di distribuzione può anche essere utilizzato per agevolare le operazioni di raccolta (Fig. 6). Infine, per rendere più agevole la movimentazione automatica del carrello, la coppia di tastatori posta anteriormente è stata modificata nelle dimensioni e nella forma (più grandi e più arrotondati nella parte laterale) in modo da evitare problemi di "aggancio" e "incastro" con piante, pali tutori o fili che possono essere presente nella realtà in cui si opera.



Fig. 6 - Versione aggiornata del sistema proposto con montata anche una barra di distribuzione orizzontale e Particolare del nuovo sistema di tastatori frontali.

### *Conclusioni*

Si ritiene che la macchina realizzata possa consentire un considerevole miglioramento della fase di distribuzione dei prodotti fitoiatrici alle colture protette, sotto l'aspetto della qualità della distribuzione (maggiore possibilità di regolazione rispetto ai sistemi "manuali" tipo la lancia e maggiore uniformità di distribuzione rispetto ai sistemi con irroratrice a "cannone" con passaggio esterno al tunnel) e, soprattutto, della sicurezza dell'operatore. L'operatore, infatti, sarà in grado di effettuare la distribuzione dei prodotti fitosanitari rimanendo molto distante dalla macchina irroratrice, o addirittura fuori dalla struttura protetta (tunnel o serra), limitandosi ad attivare l'erogazione e la movimentazione del carrello tra una fila e l'altra. Considerando che solo in Italia la superficie coltivata con colture protette è superiore a 35000 ha, notevole risulta la potenzialità di mercato del sistema proposto. Esso, infatti, potrà garantire una maggiore economicità del trattamento oltre che una elevata sicurezza per l'operatore ed ambientale.



# 8 | DESIGN & AGRICOLTURA



## 8.1 NUOVI SCENARI DI PROGETTO

Una interessante analisi su come il design inteso come progettazione ragionata, e non come stile, possa intervenire in agricoltura è stata fatta da Gianni Pasini (compasso d'oro per il telefono cobra e designer all'Olivetti) con un articolo sulla rivista di settore Mondo macchina del 2006.

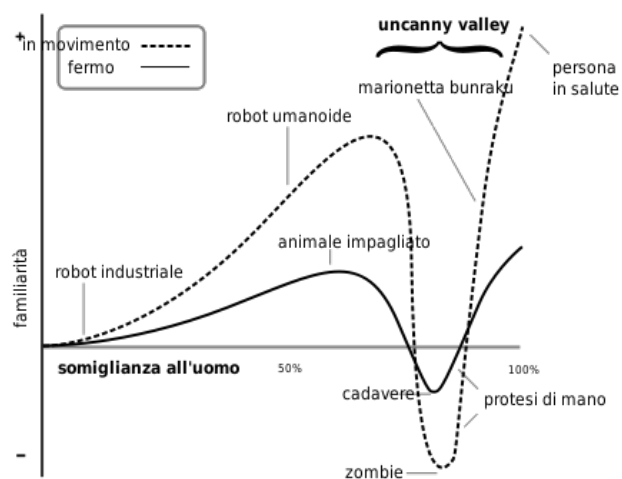
Egli spiega come nel mondo dell'agricoltura esistono situazioni in via di sviluppo particolarmente interessanti per l'applicazione di macchine innovative. Per esempio il settore no food sta avendo uno sviluppo consistente, dalla canapa alla colza, al girasole, sia per la produzione di bioenergia sia per applicazioni industriali. Anche le serre, come modello di ambiente controllato artificialmente, diventano un ambito interessante di possibili applicazioni di macchine completamente automatizzate. Un altro settore di applicazione significativo è costituito dalla possibilità di meccanizzare la raccolta di piante o frutta particolarmente faticose, come per esempio gli asparagi, o in cui occorre particolare attenzione, come le fragole. Sono queste situazioni in via di sviluppo oppure quelle dove la meccanizzazione è poco intervenuta che diventano opportunità interessanti di sperimentazione, in quanto non presentano nella progettazione e nella pratica produttiva delle aziende delle logiche troppo sedimentate. L'innovazione tecnologica e tipologica delle attrezzature meccaniche per l'agricoltura trova dei percorsi preferenziali per realizzarsi. S'intende dire che non tutti i settori hanno le stesse potenzialità di innovazione. Spesso sono proprio le zone marginali, meno consolidate, che meglio si prestano alla sperimentazione. L'innovazione si presenta allora come un'invenzione tipologica, si realizza cioè una macchina non ancora esistente, oppure come riorganizzazione di meccanismi esistenti in modo da ottenere nuove funzioni. È questo il tipico caso del trasferimento di soluzioni tecnologiche da un settore ad un altro. In questo caso la macchina esistente in altri settori diventa un modello di soluzione di problemi che hanno un'analogia con il nostro. Anche l'impiego di nuovi materiali è particolarmente utile nel caso della produzione di macchine specializzate che hanno pochi riferimenti nella tradizione industriale, in quanto non ci si trova più di fronte alla sostituzione di materiali preesistenti, ma si ricerca il materiale più ido-

neo alla nuova prestazione da compiere. In conclusione si può affermare che è possibile che l'innovazione delle macchine agricole più diffuse, dai trattori alle attrezzature per il campo, troverà un impulso proprio dalle macchine specializzate per determinate colture, in quanto più libere di sperimentare soluzioni che potrebbero poi essere applicate anche negli impieghi delle macchine tradizionali.

## 8.2 UNCANNY VALLEY



La vecchia concezione di robot e la nuova sono totalmente diverse; prima un robot era considerato una macchina "infernale" lenta e macchinosa nei movimenti composta dall'unione di elementi senza un'uniformità.



In un grafico che rappresenta la familiarità con i robot si nota come la zona chiamata uncanny valley evidenzia come più un robot cerca di assomigliare in funzioni e sembianze ad un umano e più viene non accettato da parte dell'utilizzatore che ne viene quasi intimorito. I robot che invece vengono accettati e ritenuti sempre più necessari sono quelli in grado di svolgere più o meno indipendentemente uno



specifico lavoro al posto dell'uomo, Es. roomba, kuka, che sostituiscono operazioni noiose, pericolose, faticose che ogni persona preferirebbe evitare di fare, ecco che così il robot viene accettato dall'essere umano che pure lo apprezza per le sue qualità.



## 7.3 PROPOSTE CONCETTUALI

MUSSAY FERGUSON



Secondo una visione di Massey Ferguson, uno sviluppo potenziale della tecnologia in ambito agricolo non è così lontana.

Operazioni di diserbo o irrorazione di colture con una semplice ed unica pressione di un pulsante da parte di un operatore umano, ma la visione di uno sviluppo potenziale delle attrezzature agricole non è poi così lontana', dichiara Campbell Scott, responsabile sviluppo marchio MF. La tecnologia dei veicoli automatizzati è molto cresciuta in questi ultimi anni, come anche le macchine guidate da sensori per eseguire procedure automatizzate in azienda. L'immagine è stata commissionata in particolare come parte di un nuovissimo progetto dell'Unione Europea, 'l'azienda del futuro', in cui università, istituti di ricerca e aziende private di tutta Europa stanno collaborando per esplorare i mezzi 'per soddisfare le sfide delle aziende agricole di domani'.

Il Project Leader, Simon Blackmore, ha contattato la casa madre di Massey Ferguson, AGCO, per contribuire a concentrare l'attenzione sulla tecnologia robotizzata. Doug Durand, direttore del gruppo Advanced Technology Solutions (ATS) di AGCO spiega: 'Conformemente alla propria visione e all'impegno nel fornire soluzioni di alta tecnologia per agricoltori professionisti nel settore dell'alimentazione, AGCO concentra i propri sforzi nella continua evoluzione di prodotti tecnologici orientati alla completa commercializzazione di veicoli automatizzati'. 'Nel settore dell'integrazione dei sensori e della connettività wireless sono stati fatti significativi

progressi che faranno dei veicoli automatizzati una realtà in molti mercati agricoli di tutto il mondo in un futuro molto prossimo', continua. 'Grazie al partenariato con istituzioni e aziende tecnologiche all'avanguardia, AGCO è fortemente coinvolta nello sviluppo di tecnologie per veicoli automatizzati e di altri prodotti tecnologicamente avanzati al fine di contribuire ad accrescere la produttività e il rendimento degli agricoltori di oggi e di domani'. Simon Blackmore ha collaborato con Mark Moore, responsabile gestione macchine di ATS e con un progettista grafico per far fruttare le proprie idee a partire da questa immagine.

Un'eventuale applicazione può essere quella del raccolto selettivo. Il veicolo delle stesse dimensioni di un minitrattore, comprendente un gruppo motore-trasmissione e una tramoggia di raccolta, dove sul lato anteriore è possibile trovare sensori luminosi che controllano il grado di maturità del raccolto e un coltello situato sotto, pronto a tagliare se riceve il segnale corretto. La condizione di tramoggia piena viene rilevata automaticamente, quindi il macchinario torna verso il centro di raccolta autonomamente. Le macchine possono essere controllate a distanza con il collegamento telemetrico che potrebbe richiedere all'operatore di configurare il processo in movimento con la semplice pressione di un pulsante

## VALTRA



## JHON DEERE





VineGuard è un concept di robot agricolo per l'agricoltura futura, concepito per essere usato come un innovativo animale lavoratore.

È stato pubblicato su core77 il magazine online tra i più autorevoli.

L'ispirazione di questo progetto viene proprio dagli insetti che questo robot dovrebbe eliminare

Il macchinario lavora autonomamente, lasciando l'utente libero di compiere altri compiti. In alcuni casi il veicolo può fornire informazioni sullo stato della lavorazione.

Il veicolo è dotato di quattro motori elettrici, uno per ruota alimentati da una durevole batteria. Il dispositivo di irrorazione dei fitofarmaci comprende oltre agli ugelli, una telecamera che individua in tempo reale i frutti e distribuisce il prodotto specificatamente su di essi.

Marcin Jakubowsky si definisce un agricoltore e un tecnologo, è un trentenne polacco laureato alla Princeton University che ha creato un progetto chiamato: Open Source Ecology, un network di Agricoltori, Ingegneri e appassionati in grado di progettare il kit per costruire il villaggio globale.

“È l'hardware che può effettivamente cambiare lo stile di vita dell'uomo in modo tangibile. Abbassando le barriere alla coltivazione, costruzione e produzione possiamo scatenare un potenziale enorme”. Con queste parole, Marcin Jakubowsky ha esaltato il pubblico del TED, la nota conferenza internazionale a cui vengono invitati i responsabili dei progetti più innovativi del pianeta. In sei minuti ha convinto un'attenta platea che la sua idea di condividere i progetti di 50 strumenti agricoli su Wikipedia, in modo che chiunque possa costruirsi il proprio trattore o il proprio aratro meccanico, sia l'anticamera di una nuova rivoluzione industriale.

E forse lo è. Dopo aver comprato un terreno nel Missouri e acquistato il primo macchinario, Marcin Jakubowsky ha toccato con mano come l'investimento economico iniziale richiesto anche solo a un agricoltore, rappresenta un notevole ostacolo per chiunque voglia iniziare questa attività.

Da quel momento, forte delle sue conoscenze ingegneristiche, ha iniziato a costruirsi strumenti di lavoro modulari, flessibili e robusti. Progettati dunque per garantire un'efficienza di lungo periodo e non destinati a una ponderata obsolescenza.

Dopo aver testata l'affidabilità delle sue idee, ha messo on line i relativi file 3D, schemi, tavole, video con istruzioni per l'uso e budget. In pochi anni, Open Source Ecology ha raccolto e condiviso i progetti di stampanti 3D, trattori, bulldozer, pompe idrauliche... Sul sito, accanto a ciascun oggetto, è indicato lo stato di avanzamento del progetto che va da status a complete and tested!

“L'obiettivo è un deposito di progetti così chiari che un singolo DVD potrà contenere un kit per iniziare la civilizzazione” dice Marcin Jakubowsky. Un set per costruire il villaggio globale, appunto. Chiunque, in questo modo potrà avere accesso agli strumenti base che consentiranno a se stesso, la propria famiglia e la propria comunità di migliorare la condizione

di vita nella quale si trova.

E' la scarsità delle risorse e la presenza di barriere informative, economiche e sociali che impediscono a molte persone di non poter far esplodere il proprio potenziale. I software open source hanno dimostrato, a loro tempo, che si possono bypassare le big companies fornendo a tutti in modo gratuito sistemi informatici facilmente fruibili e modificabili.

Applicata all'hardware, la tecnologia moderna rivela la possibilità di mettere in atto una reale e concreta trasformazione dei processi produttivi. Un anno fa aveva iniziato a presagire l'avvento Chris Anderson all'interno della rivista Wired. Il titolo dell'articolo era Nella prossima rivoluzione industriale gli atomi saranno i nuovi bit. La notizia rendeva conto di un fenomeno che sta attraversando l'America e che ha tutte le carte in regola per far pensare a una nuova epoca industriale, fatta di piccole imprese locali che nascono grazie alla possibilità di accedere a progetti open source liberamente scaricabili da internet, modificabili e producibili ovunque nel mondo. E' la cultura del DIY (do-it-yourself) che alimenta questa tendenza e ne rende possibile lo sviluppo aprendo un nuovo fronte manifatturiero che guarda all'economia in modo totalmente diverso. Utopia? Un progetto come Open Source Ecology testimonia che è possibile.

E l'Italia? Dalle nostre parti, si muove in questa direzione il progetto Arduino, inserito tra le più importanti innovazioni del 2009 dal New York Times. Una scheda elettronica in grado di essere modificata a secondo dell'hardware nella quale si va a inserire. Attorno all'oggetto si è sviluppata una piattaforma open source e una community che alimenta la ricchezza progettuale e mette a disposizione degli altri le proprie capacità.

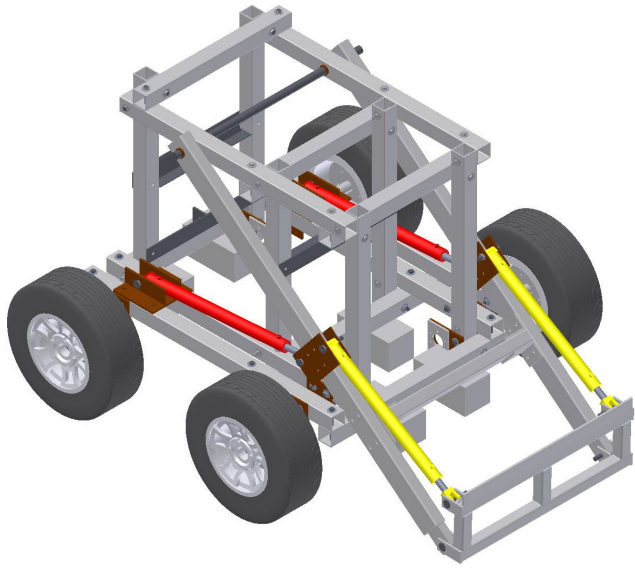
Tra i vari progetti di Open Source ecology il più interessante è senz'altro il trattore:



LifeTrac è un trattore a basso costo, polivalente e open source. Costituisce la struttura portante del Global Village Construction Set, un insieme di macchinari costruibili da chiunque accedendo a delle istruzioni on-line. Questo trattore è il quarto prototipo completato e testato sul campo e ora ne sono state rilasciate le istruzioni open source

Caratterizzato da un design modulare e dotato di "PowerCube" unità di alimentazione rimovibili, ha una potenza che va dai 18 ai 75 cv a seconda di quante unità di potenza si aggiungono permettendogli così la capacità di poter portare un'enorme varietà di attrezzi. La macchina è sovradimensionata allo scopo di durare più a lungo e di essere facilmente riparabile. Quattro motori idraulici forniscono potenza alle ruote, e un sistema di catena sui battistrada consente la navigazione sui terreni estremi. E' un veicolo concepito per essere facilmente montato, smontato o riparato, i motori idraulici sono facilmente sostituibili e le macchine operatrici sono agganciabili con attacchi idraulici rapidi.

Costruendo questo trattore da soli seguendo le istruzioni date on-line, è possibile risparmiare di almeno 10 volte rispetto l'acquisto di un normale trattore.





# 9 | PRODOTTO



## 9.1 INNOVAZIONE ARCHITETTURALE

La parola chiave che ha contraddistinto la nascita e lo sviluppo di questo prodotto è: efficienza. In tempi di crisi economica abbiamo imparato che la strada da seguire per essere competitivi è da ritrovare in un taglio degli sprechi e nell'investimento su ricerca e sviluppo.

Per efficienza si intende competenza e prontezza nell'assolvere le proprie mansioni per esempio nel lavoro è la capacità di raggiungere i risultati richiesti: controllare l'efficienza di una macchina in modo tale che renda al massimo

Seguono la tabella ho indentificato l'innovazione apportata come architettuale, termine coniato da due ricercatori dell'Harvard University e del MIT nel 1990, in quanto i componenti sono rimasti gli stessi se pur di poco migliorati ma ciò che veramente varia è la loro disposizione e il loro legame.

		Componenti chiave del prodotto	
		Migliorati	Trasformati
Legami tra i componenti	Invariati	INNOVAZIONE INCREMENTALE	INNOVAZIONE MODULARE
	Modificati	INNOVAZIONE ARCHITETTURALE	INNOVAZIONE RADICALE

Fonte: Henderson e Clark, 1990.

## 9.2 SVILUPPO CONCEPT

### STEP 1

Come primo tentativo di visualizzare un possibile assetto di un veicolo a guida automatica ho preso un veicolo che lo è già: una piattaforma per raccolta in frutteto dotata di sensori ultrasuoni per mantenere la distanza data dalla parete del frutteto e manovrabile dall'operatore per mezzo di una console, senza la necessità di avere una cabina.

Per prima cosa ho tolto dal veicolo in questione l'elevatore ed è rimasto solo lo chasis. A questo punto ho simulato di introdurre un motore per dare potenza agli attrezzi utilizzati nel campo, posizionato nella parte centrale, parte in cui si dovevano trovare tutte le connessioni con

attrezzi ed accesso ai comandi.

Poi ho inserito l'attrezzo più utilizzato come frequenza, l'atomizzatore che in questo caso ha una forma particolare in quanto deve essere sagomato per poter contenere il motore e gli agganci centrali. Infine ho provato a simulare l'aggancio di attrezzi multipli per una eventuale doppia lavorazione.

Lo svantaggio di questo tipo di assetto è che ogni attrezzo per le lavorazioni nel vigneto deve essere o progettato ad hoc o subire alcune modifiche in quanto gli attrezzi in questo caso sono portati lateralmente mentre oggi, apparte alcuni casi, la maggioranza degli attrezzi viene agganciata o posteriormente o frontalmente.







Fig.2 Veicolo in assetto normale.

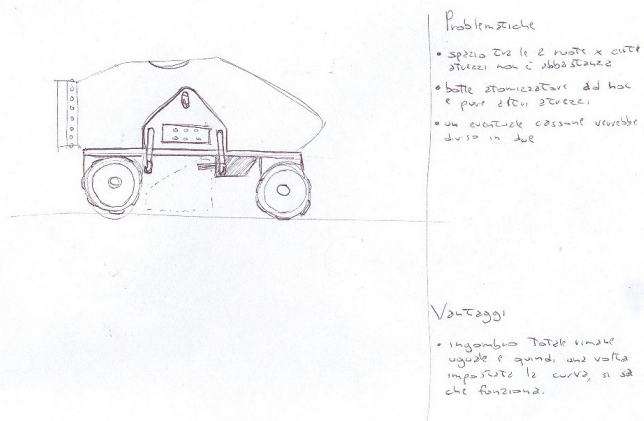
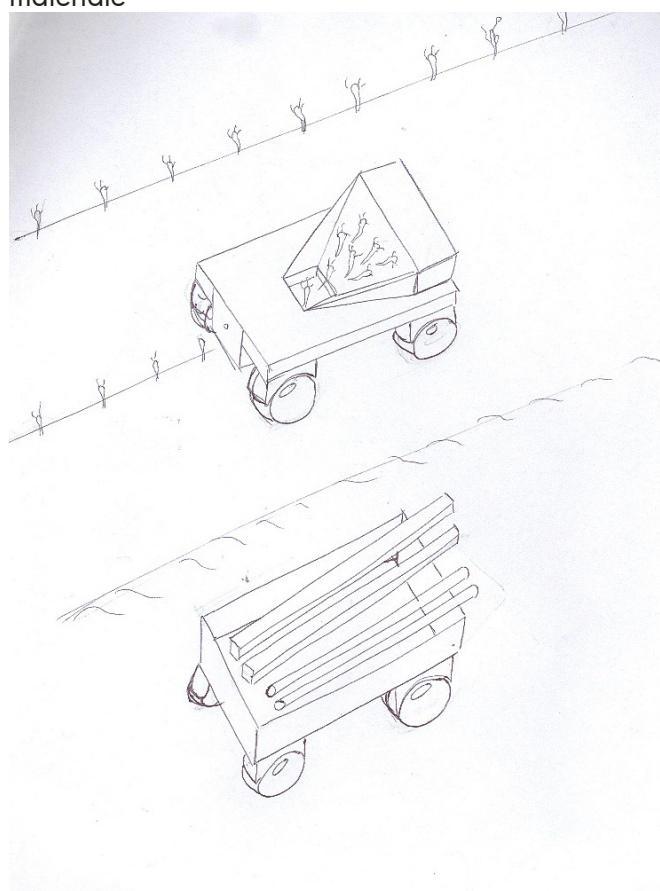


Fig.3 Assetto piantaggione germogli e trasporto materiale



### Storyboard ipotetico

Fig.1 Doppia lavorazione: atomizzatore, cimatura

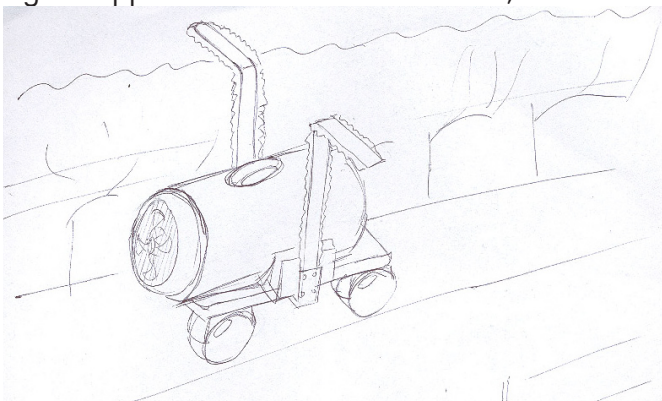


Fig.4 Utilizzo carello basso e cimatura

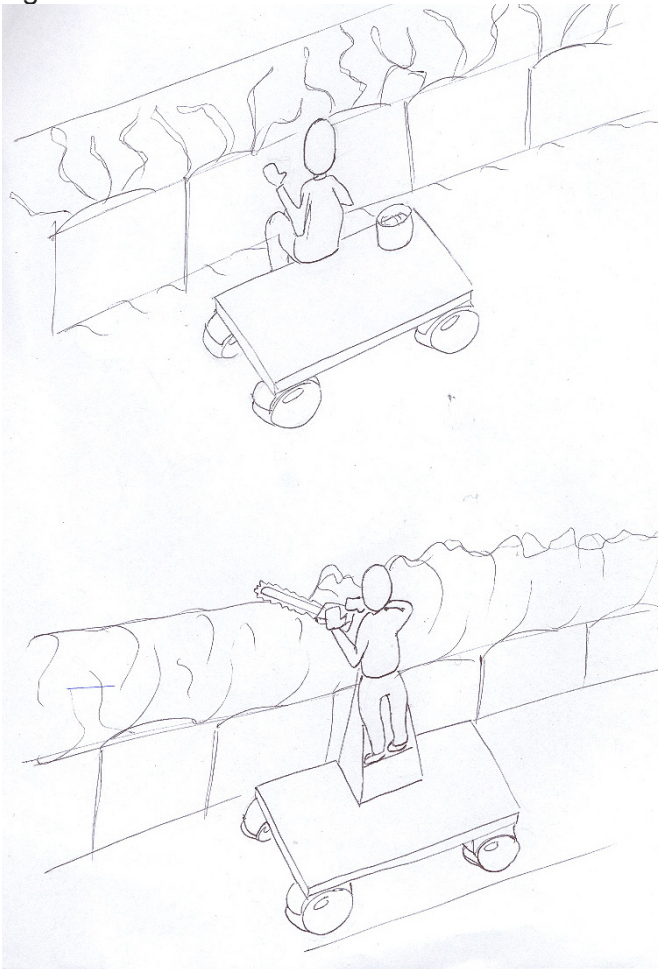
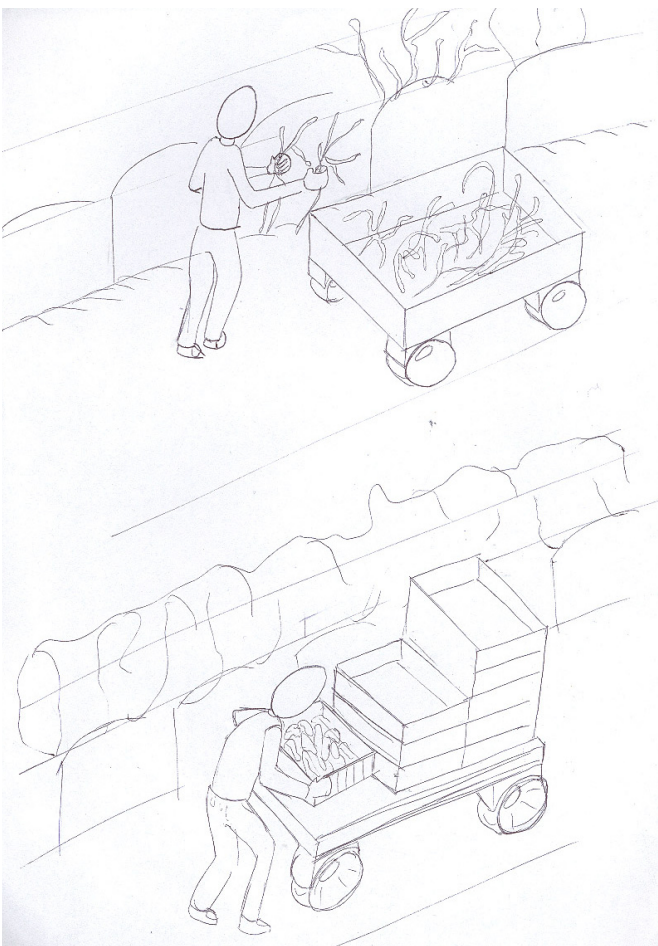


Fig.5 Assetto per trasporto materiale



## STEP 2

In un secondo momento ho preso come base un trattore holder che al momento sembra essere il più avanzato per vigneto in quanto dotato di cabina che consente un'ottima visuale, doppio punto di attacco per gli attrezzi: frontale e posteriore e un spazio di carico già compreso.

Inoltre questo tipo di trattore è dotato di nodo centrale permettendo allo stesso di poter sterzare in spazi molto stretti.

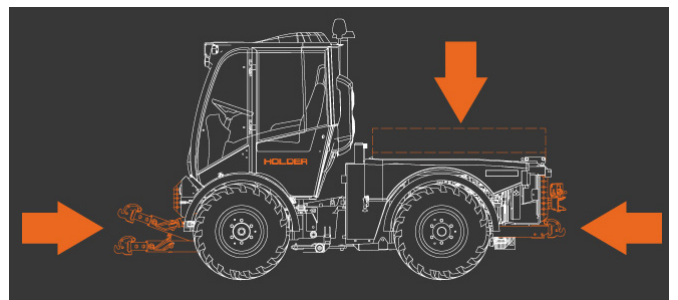
Partendo da questo tipo di veicolo ho immaginato dei cambiamenti possibili per trasformarlo in un nuovo tipo di veicolo a guida automatica

Considerando che questo veicolo è divisibile in due parti, la frontale costituita principalmente dalla cabina e la posteriore costituita dall'unità motrice e che alimenta tutte le prese di forza, ho fatto una prova di fotomontaggio tenendo tutto ciò serve per avere un veicolo a guida automatizzata con le stesse potenzialità del trattore in questione e ho tolto tutto ciò che era inutile a questo scopo, come ad esempio la cabina di pilotaggio.

Ne è risultato una motrice con potenza uguale al trattore, 60 cv, in grado di erogare potenza alle prese di forza poste anteriormente e posteriormente, di caricare sopra di sé carichi, il tutto avendo il minimo ingombro possibile.

Sono stati inseriti due ruotini per assicurare la stabilità che possono anche venire zavorrati, e bisognerebbe inserire due piastre laterali per assicurare l'aggancio di alcuni attrezzi ventrali per trattore.

Il vantaggio di questo tipo di assetto è che il mezzo porta gli attrezzi standard senza bisogno di modifiche, mentre lo svantaggio è che se l'ingombro dell'attrezzo è eccessivo, compromettendo la capacità di manovra e sterzata.



L'immagine sottostante nasce dopo aver eliminato dal normale veicolo holder la cabina, riposizionato il sollevatore frontale e ridotto la coppia di ruote anteriori.

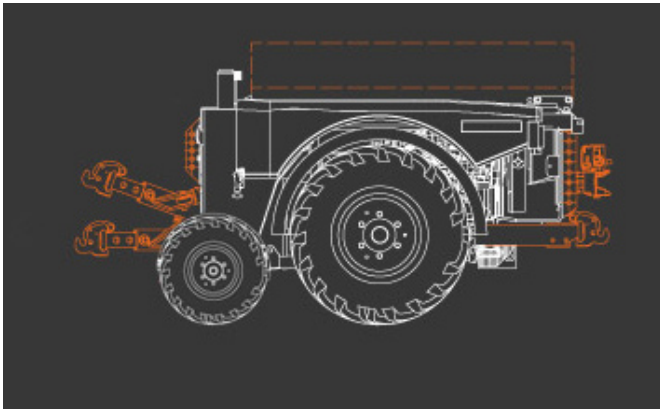
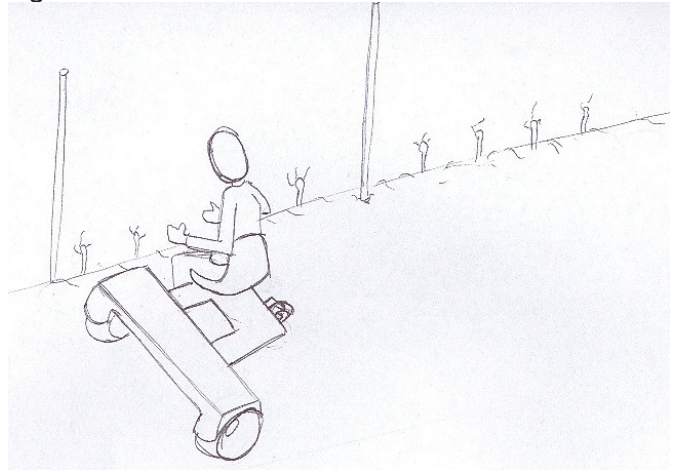


Fig.3 Assetto carrello basso



## Storyboard ipotetico

Fig.1 Evoluzione concept

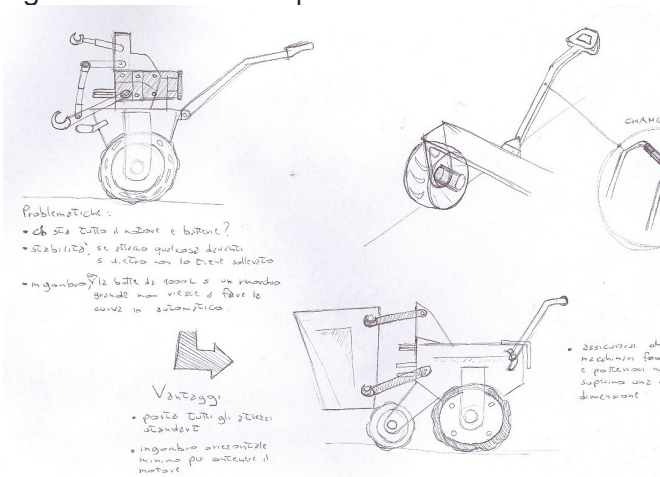


Fig.2 Conduzione veicolo

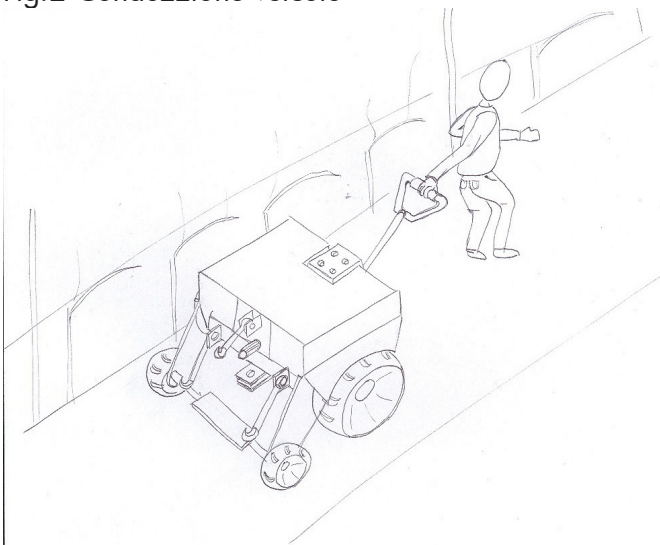


Fig.3 Assetto muletto

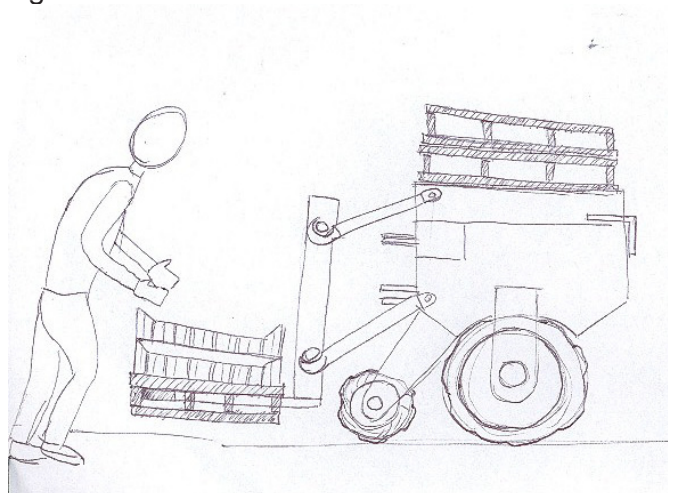


Fig.4 Veicolo con cimatrice

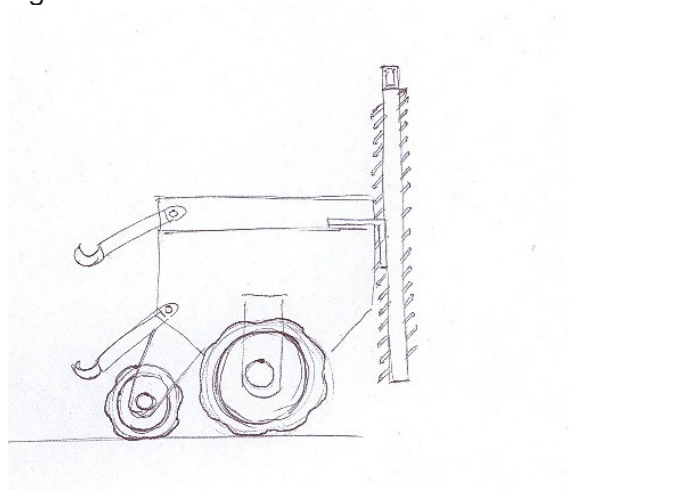


Fig.5 Trasporto tubature per irrigazione

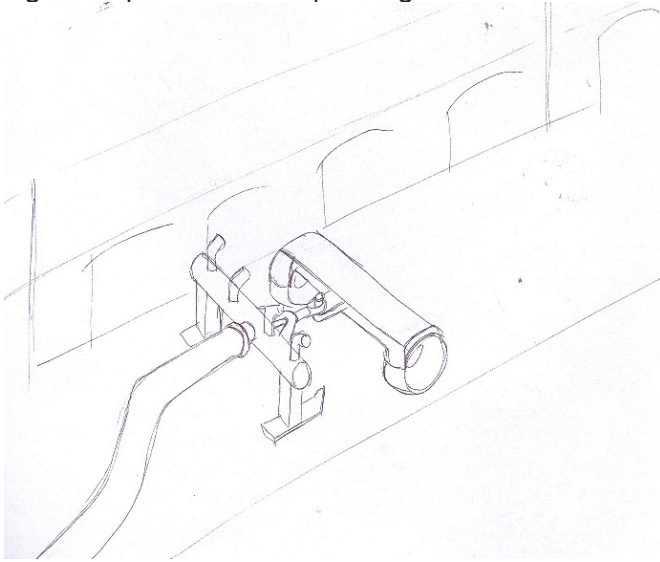


Fig.7 Veicolo traina atomizzatore tradizionale e trinciatrice

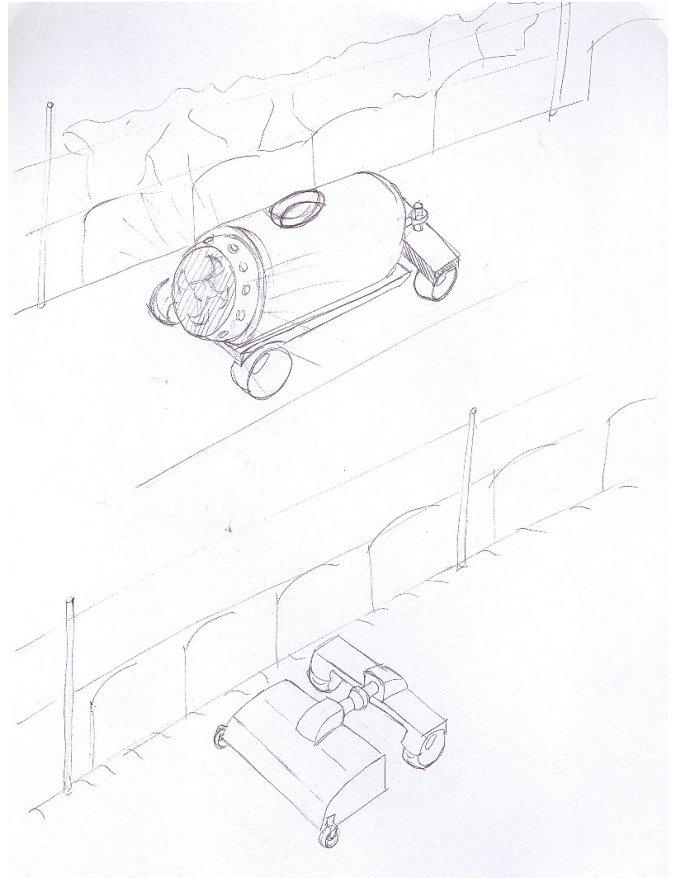


Fig.6 Possibili lavorazioni

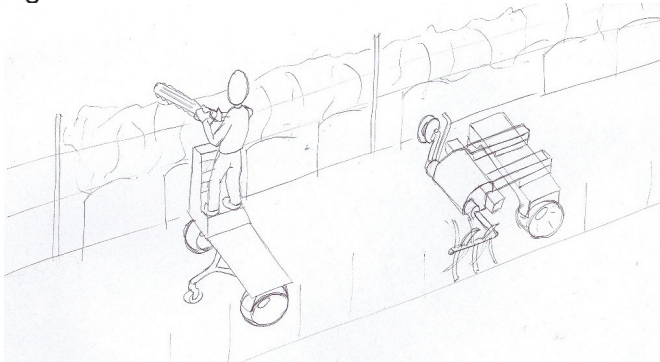
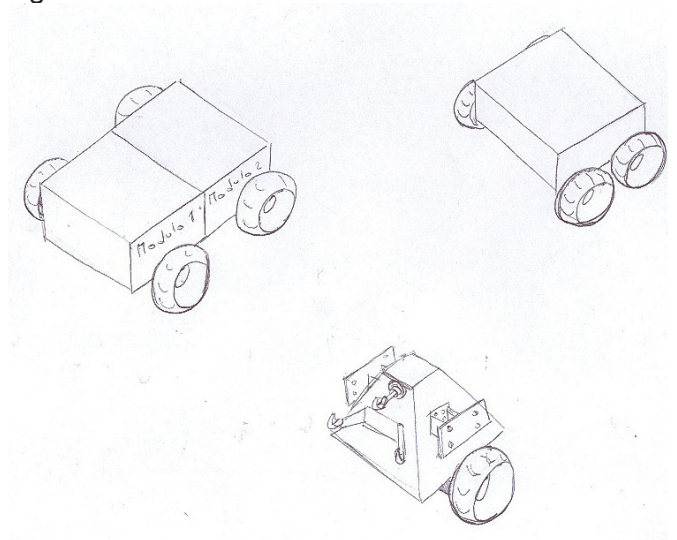


Fig.8 Possibilità di modularità



## 9.3 SVILUPPO PRODOTTO

### Elementi progettazione

#### Telaio:

L'ossatura del veicolo è stata fatta con profilati di acciaio saldati e poi zincati per resistere agli agenti corrosivi. Questo tipo di soluzione è molto diffusa in agricoltura per costruire rimorchi e piattaforme di ogni genere in quanto è il modo più economico da seguire, mentre invece effettuare componenti in pressofusione sarebbe antieconomico; solo il trattore ha molti componenti in pressofusione in quanto il processo è di produzione di massa e ben consolidato.

Il frame costituisce due ripiani, uno inferiore per alloggiare la batteria, la motorizzazione e affini, uno superiore per alloggiare il piano di carico con eventuali sponde per contenere materiale.

Lungo il perimetro esterno sono collocate staffe per l'aggancio con ruote e scocche plastiche. La zincatura come rivestimento superficiale permette alla struttura di resistere a lungo in quanto è un tipo di prodotto che viene utilizzato in ambiente esterno e a volte rimane fuori per giorni e sotto la pioggia; è quindi soggetto a forti agenti esterni che potrebbero compromettere le caratteristiche meccaniche del acciaio se non correttamente rivestito.

Le dimensioni da tener presente sono:



l'altezza minima da terra, valutata generalmente in prossimità del margine inferiore del differenziale; questo valore determina anche quella serie di parametri noti come "angolo di attacco", "angolo di uscita" e "angolo di dosso". L'angolo di attacco è determinato dalla linea orizzontale del piano stradale e dalla tangenziale passante tra la ruota anteriore e il punto inferiore più sporgente del veicolo; maggiore risulterà tale angolo, minori saranno le possibilità di toccare con la carrozzeria o il telaio nel corso di una ripida salita o nel

superamento di un ostacolo. L'angolo di uscita è determinato dalle stesse linee, riferite alla parte posteriore del veicolo, e presenta solitamente un valore minimo rispetto al precedente a causa della sporgenza del pianale di carico, ulteriormente esaltata nelle versioni pick-up (spesso penalizzati da un cassone di notevoli dimensioni). L'angolo di dosso, come è facile intuire, indica l'altezza massima di una prominenza che un fuoristrada è in grado di superare senza rimanere "sospeso" con il telaio sulla superficie convessa del terreno; in questo caso le ruote, dopo avere eroso il fondo della pista nel tentativo di far avanzare il mezzo, si ritrovano a girare a vuoto senza esercitare alcuna aderenza sul terreno.

#### Ruote:

In questo tipo di veicolo, le ruote non sono, come convenzionalmente, legate ai semiassi e che attraverso la trasmissione ne regolano la velocità e sterzo.

In questo caso vengono utilizzate dei motori ruota che contengono, nello spazio ricavato dal cerchione, un motore elettrico che dà la velocità alla ruota, uno che regola lo sterzo e un ammortizzatore. Tutto ciò permette di diminuire gli ingombri, le criticità meccaniche legate alla connessione meccanica tra gli elementi, inoltre il rendimento è maggiore in quanto non c'è la dispersione che in genere avviene nella trasmissione.

Attualmente la Michelin ha messo sul mercato un motore/ruota adatto a questo tipo di veicolo. Contemporaneamente la Siemens ha studiato un altro sistema che oltre ad inserire motore e sospensione nella ruota contiene anche il motore che gestisce la rotazione per la sterzata.

È stato scelto di dotare il veicolo di 4 ruote motrici sterzanti di uguale dimensione. Averle tutte sterzanti permette di ridurre al minimo l'angolo di sterzata senza dover dotarsi di cingoli che costituirebbero un problema per la guida in strada o di 4 ruote fisse indipendenti (effetto simile al cingolato) che renderebbero critico il funzionamento in situazioni di fango. Essendo tutte motrici permette di affrontare salite senza problemi consentendo di lavorare vigneti in collina. Essi sono la maggior parte delle piantagioni italiane e mondiali dato che la collina è il terreno ideale per una uva di qualità.

Sono state scelte ruote 280/70 R 16 in quanto non dovevano essere ne troppo piccole per non incorrere nello slittamento e nemmeno troppo grandi che avrebbero inanzitutto alzato l'ingombro del veicolo causando possibili problemi di ribaltamento e inoltre avrebbero aumentato il peso totale provocando un maggiore compattamento del terreno.

### *Attacco 3 punti:*

Tutti i trattori hanno un attacco a tre punti posteriore in cui gli attacchi e le trasmissioni di potenza sono già integrate nel trattore e poi possono dotarsi di un attacco a tre punti frontale.

Esso è un prodotto post market fornito da aziende che costruiscono componentistica meccanica per i trattori e macchine agricole.

Nel caso specifico è stato scelto un attacco a tre punti fornito dall'azienda Cardan Italia che la fornitrice italiana ufficiale di John Deere per questa tipologia di prodotti.

È stato scelto uno di questi prodotti perché sono molto compatti, essenziali e molto robusti. Al prodotto standard poi viene fatta una modifica per dotarlo del gancio di traino.

### *Batteria:*

La batteria è un componente fondamentale che regola tutto lo sviluppo del prodotto. Inanzitutto bisogna dire che le tipologie di batterie commerciali sono essenzialmente di due tipi: al litio, più, leggera, meno ingombrante però molto costosa (attualmente è la soluzione usata in tutte le auto elettriche e ibride) e al piombo, meno costosa però più ingombrante, pesante e con una minor efficienza.

In fase di prototipo la soluzione più logica è di dotare il veicolo di una batteria al piombo dotando cioè il veicolo di un vano batteria molto grande per poi in un secondo momento verrà sostituita con quella al litio, anche in quantità doppia per occupare tutto lo spazio lasciato dalla precedente batteria.

La fonte di energia in questione dovrà essere correttamente dimensionata per alimentare i quattro motori ruota, due prese di potenza a cardano, otto prese di forza oleodinamiche, oltre alla sensoristica, fanali e altra elettronica a basso consumo.

### *Motore elettrico*

Per i veicoli di grossa potenza come le trattrici e i porta attrezzi la dotazione di un motore elettrico è un campo abbastanza inesplorato in quanto in passato le dimensioni delle batterie per motori di grossa potenza avrebbero occupato degli spazi eccessivi e l'autonomia era bassissima. Ora invece e sempre di più nel futuro le dimensioni diminuiscono e l'autonomia aumenta. I prezzi diminuiranno non appena il mercato delle auto elettriche sarà un mercato di massa.

Gli unici veicoli di medie dimensioni e potenze, dotati di motore elettrico solo le piattaforme per la raccolta di frutta.

In questo caso è stato scelto un motore in grado di essere comparato al un motore diesel tradizionale, con una potenza di 55 kw

### *Presenza di forza*

Le prese di forza presenti nel veicolo sono di due tipi: ce ne sono due meccaniche di tipo tradizionale, una posteriormente e una frontalmente che portano in rotazione un cardano per alimentare le macchine operatrici che nella maggior parte dei casi sono azionate in questo modo. Poi ci 8 presse di potenza oleostatiche, esse danno l'enorme vantaggio di poter distribuire la potenza in ogni punto del veicolo tramite condotti flessibili e allungabili.

Il circuito ha una portata di 40 litri, tenendo presente che una macchina operatrice in media necessita di 20 litri si evince che è possibile effettuare una doppia lavorazione.

### *Sensoristica*

Inizialmente si pensava di controllare la guida automatica come gli attuali veicoli agricoli e cioè usando o la navigazione satellitare GPS come fanno le metitrebbie oppure tramite sensori ultrasuoni come le piattaforme per frutteti. Gli svantaggi di questi metodi sono che il GPS è molto costoso sia come costo iniziale di installazione sia di abbonamento al servizio, inoltre la sua gestione software costituisce una barriera per gli utenti a digiuno di computer o smartphone.

Sotto consiglio del VisLab è stato scelto di usare come metodo di navigazione la computer vision utilizzando la libreria OPEN CV tramite piccole telecamere disposte sugli angoli del veicolo. Essendo ogni telecamera disposta all'interno del vano che contiene i fanali, i

coni di luce e di visione vanno a coincidere permettendo così una eventuale guida automatica notturna, aumentando la tempestività.

### *Fanali*

I fanali di tipo tradizionale sono contenuti assieme alle telecamere in un case in ABS stampato ad iniezione.

### *Quadro di comando*

Su un lato del veicolo è stato posizionato un quadro di comando in cui vengono settate tutte le impostazioni che il veicolo deve seguire durante la lavorazione. Le funzioni da impostare sono: velocità di marcia, numero di filari da transitare, distanza dal filare, avvio e gestione numero giri/sec del cardano, avvio e gestione della portata dell'impianto idrostatico ed infine avvio o stop veicolo.

Ogni funzione è regolata tramite una ghiera/pulsante che riporta i risultati analogicamente su un'illustrazione grafica, un po' come avviene per il forno di casa.

### *Timone*

Per la movimentazione manuale invece, è stato preso un timone dell'azienda Zallys che produce carrelli elettrici per trasporto merce e persone in industria o agricoltura.

Girando il timone si gestisce lo sterzata dell'intero veicolo e tramite due bottoni si regola l'accelerazione e lo stop del mezzo. Una volta posizionato nel filare e pronto per la guida automatica, il timone viene inserito sotto il piano di carico, scomparendo.

### *Piano di lavoro*

Ricalca un po' quelli che sono i rimorchi in genere in cui il piano di carico è una lamina di acciaio circondato da 4 sponde ribaltabili ed estraibili.

### *Scocche*

Vengono fatte in termoformatura presso l'azienda Pplast già fornitrice di aziende del settore agricolo fornendo parti per trattori. Quattro scocche coprono interamente il profilo del veicolo e fanno anche da parafanghi. Vengono agganciate tramite bulloni ai profilati metallici dello chassis.

### *Materiali e Tecnologie*

In agricoltura i materiali devono avere dei requisiti molto specifici: estremamente resistenti, economici e possibilmente riparabili.

Il materiale con cui vengono fatte la maggior parte delle macchine operatrici è l'acciaio. Viene utilizzato nelle sue forme più economiche cioè profilati commerciali da estrusione, scatolati e lavorazioni in generale della lamiera. I pezzi singoli vengono poi connessi tramite saldatura a cannello con materiale d'apporto. I pezzi metallici, una volta sabbiati e decapati, subiscono un rivestimento superficiale: la zincatura a bagno.

Un altro tipo di connessione usata è il fissaggio di viti e bulloni su staffe.



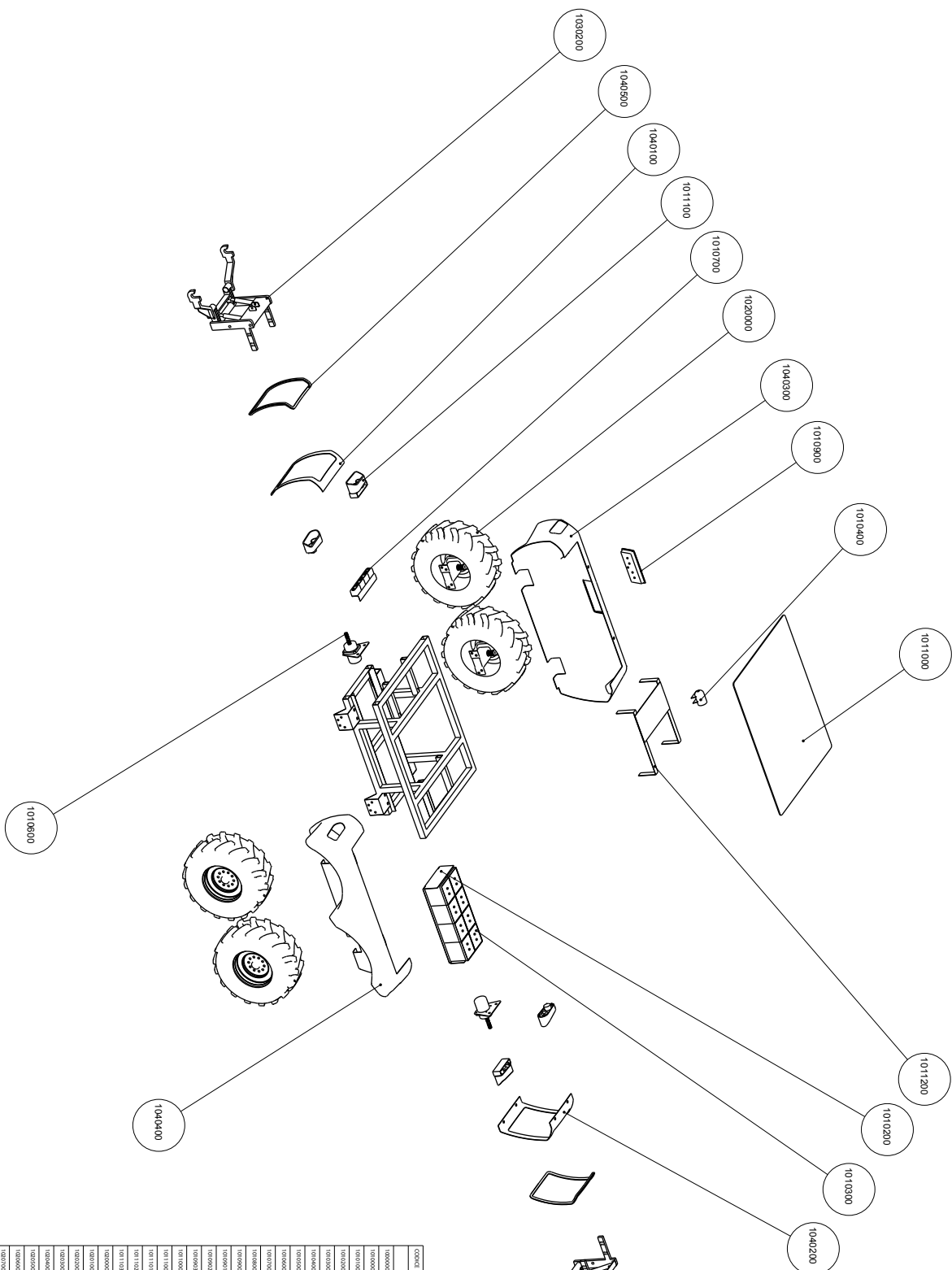
Dopo aver definito tutti gli elementi costitutivi del prodotto e dopo aver valutato le problematiche emerse dai concept, è venuto naturale abbozzare il prodotto in figura sopra. Sebbene è un prodotto immaturo, contiene tutti gli elementi costitutivi che lo rendono unico, ingombro ridotto, gruppi ottici per la visione che controllano la guida automatica, una grande "bocca" che costituisce la zona tecnica in cui si agganciano tutti gli attrezzi, ruote di medie dimensioni per mantenere il baricentro basso permettendo inoltre un facile caricamento nella ampia zona di carico senza sollevare troppo il carico da terra.

In un secondo momento ho cercato di rendere il veicolo più realistico e maturo, le ruote sono state modellate scegliendone un modello dal mercato ossia con un pneumatico 320/65 R18, l'area tecnica è stata pulita a rappresentare un rettangolo di facile identificazione. I gruppi di visione con fanali e telecamere sono stati incassati nella scocca e non più sporgenti. Poi ho dimensionato il sollevatore prendendone uno sul mercato.





# ESPLOSO



CODICE	MIS	MATERIALE	CODICE	RIC. COMPONENTI	QTA
1000000					
1010000	Veicolo				
1020000	Chassis	M			1
1030000	profileria	M	AS1314	Esaurisce-Salvavita	1
1040000	scatolotto-barra	M	AS1314	Protezionebarra	1
1050000	barra	S	Protezo		1
1060000	manipolo sterzo	S			1
1070000	portapneumatici	S			1
1080000	rotore cardano	S			2
1090000	braccio cardano	S			8
1100000	schassi di controllo I.C.	S			1
1110000	quadro controllo	S			1
1120000	caric	M	AS5	Interruttore	1
1130000	manipolo	S	AS5	Interruttore	1
1140000	completino	M	PMMA	Interruttore	1
1150000	gruppo di carico	M		Protezionebarra	1
1160000	gruppo freno	M			4
1170000	caric	M		Interruttore	4
1180000	manipolo	S			4
1190000	deformabile	S			4
1200000	Motori/ruote	S			4
1210000	carterone	S			4
1220000	componenti	S			4
1230000	rotore sterzo	S			4
1240000	rotore sterzo	S			4
1250000	freno	S			4
1260000	Interruttore	S			4
1270000	Interruttore	S			4
1280000	barra	S		Protezionebarra	4
1290000	Interruttore	S			4
1300000	Interruttore	S			4
1310000	Interruttore	S			4
1320000	Interruttore	S			4
1330000	Interruttore	S			4
1340000	Interruttore	S			4
1350000	Interruttore	S			4
1360000	Interruttore	S			4
1370000	Interruttore	S			4
1380000	Interruttore	S			4
1390000	Interruttore	S			4
1400000	Interruttore	S			4
1410000	Interruttore	S			4
1420000	Interruttore	S			4
1430000	Interruttore	S			4
1440000	Interruttore	S			4
1450000	Interruttore	S			4
1460000	Interruttore	S			4
1470000	Interruttore	S			4
1480000	Interruttore	S			4
1490000	Interruttore	S			4
1500000	Interruttore	S			4
1510000	Interruttore	S			4
1520000	Interruttore	S			4
1530000	Interruttore	S			4
1540000	Interruttore	S			4
1550000	Interruttore	S			4
1560000	Interruttore	S			4
1570000	Interruttore	S			4
1580000	Interruttore	S			4
1590000	Interruttore	S			4
1600000	Interruttore	S			4

## 9.4 UTILIZZO / NAVIGAZIONE

La navigazione del veicolo nel campo è di fondamentale importanza in quanto è proprio ciò che cambia radicalmente rispetto i prodotti esistenti ed è il punto di partenza da cui sono dipese tutte le scelte progettuali. Infatti la navigazione nel vigneto avviene senza un pilota che risieda in una cabina o in una postazione di comando. La conduzione del veicolo può avvenire in diverse modalità:

*Il trasporto con trattore, da azienda al campo.*  
Il veicolo viene accessoriatato in azienda degli attrezzi che dovranno usufruire per le lavorazioni, una volta fatto questo, viene agganciato al trattore tramite il gancio di traino come avviene con i rimorchi e trasportato fino al campo.

*l'operatore conduce il mezzo.*  
Servendosi di un maniglione lo conduce dal punto in cui è stato lasciato dal trattore fino all'inizio del primo filare in cui fare la lavorazione, da dove proseguirà nei modi elencati qui sotto.

*In guida totalmente automatica, quando vi è una macchina utensile montata sul veicolo per una apposita operazione.* In questo caso si posiziona il mezzo all'inizio del primo filare, si imposta se il mezzo dovrà viaggiare centralmente o più adiacente ad uno dei due lati e poi quanti filari dovrà effettuare. Fatto ciò il mezzo compie la lavorazione in automatico e lo si recupererà al termine.

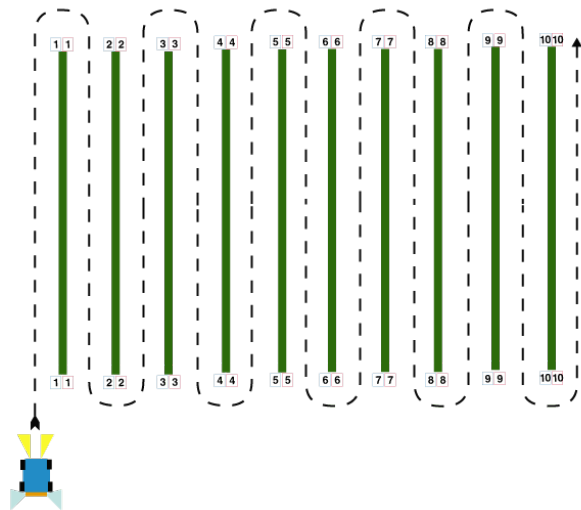
*Il mezzo segue l'operatore.*  
In operazioni come trasportare/movimentare le casse di uva, trasportare materiale ecc, è utile che il mezzo segua l'operatore e che stia sempre ad una data distanza tranne quando l'operatore deve prendere o depositare qualcosa nel vano del veicolo, in quanto in questo caso il veicolo deve stare fermo e consentire all'utente di interagire senza muoversi.

*Il veicolo trasporta l'operatore durante una lavorazione.*  
Può accadere che l'operatore necessiti di essere trasportato dal veicolo mentre egli esegue delle operazioni, come avviene con i carrelli per vigneto o per le piattaforme per i frutteti; ecco che l'operatore ha le mani occupate per

lavorare e comanderà l'avanzata del mezzo tramite movimenti delle gambe premendo su pedali o leve.

### Caso 1: macchinario funziona su entrambi i lati

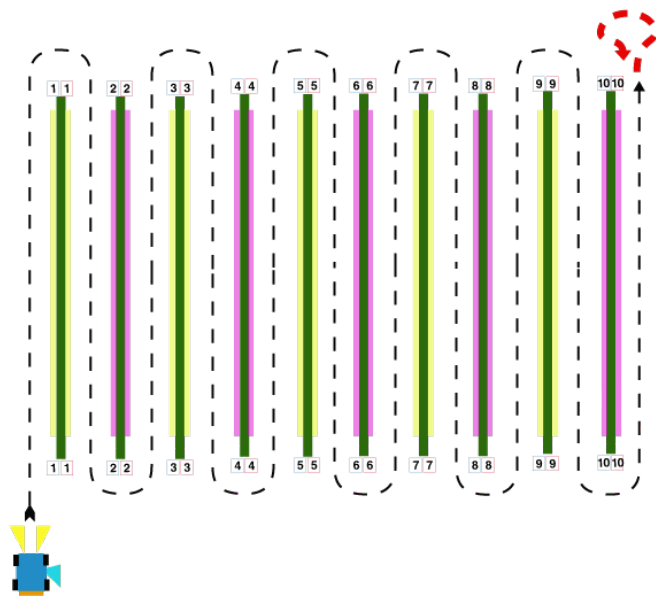
In questo caso il mezzo percorrerà una sola volta il vigneto azionando gli attrezzi sul fianco destro, su quello sinistro o su entrambi in base se il sensore rivela che ci sono filari su un solo lato o su entrambi. In questo modo quando il mezzo percorrerà tutti i filari stabiliti, esso avrà effettuato la lavorazione sull'intero campo e lo si dovrà andare a recuperare a fine campo



### Caso 2: macchinario funziona su un unico lato

Questa procedura è leggermente più complessa della precedente in quanto la lavorazione viene eseguita ogni due filari (linee gialle) e a fine vigneto il mezzo dovrà operare una manovra e percorrere un filare a vuoto per posizionarsi in maniera corretta e eseguire le operazioni nei filari rimasti.

In questo caso il mezzo tornerà al punto di partenza.



In entrambi i casi all'inizio dell'operazione si dovrà impostare nella memoria del mezzo la modalità di navigazione, specificando i numeri di filari, se gli attrezzi sono su uno o su due lati,

tipologia di curvatura, velocità di crociera e le distanza dal filare.

In caso di guasto durante la navigazione o di comportamento o situazioni ambientali critiche, il veicolo si ferma evitando di fare possibili danni e contemporaneamente emette un segnale acustico che permette al supervisore di identificare la situazione non regolare del mezzo e poi andare a verificare.



# 8 | FONTI

## FIERE E ASSOCIAZIONI

- EIMA, esposizione internazionale di macchine per l'agricoltura e il giardinaggio, Bologna, 2011
- ENOVITIS, salone Internazionale delle tecniche per la viticoltura e l'olivicoltura, Milano
- AGRITECHNICA, Hannover (Germania ), 2011
- SIMEL, salone internazionale macchine per enologia e imbottigliamento, Milano 2011
- UIV, unione italiana vini
- ENAMA, ente nazionale per la meccanizzazione agricola
- UNACOMA, unione nazionale costruttori Macchine Agricole

## LABORATORI

- CRA-ING - Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola Milano
- VISLAB, The Artificial Vision and Intelligent Systems Laboratory (VisLab) Università di Parma

## AZIENDE INTERPELLATE

- HOLDER, produzione veicoli agricoli, Metzingen, Germania
- TECNOIDEE, studio e progettazione macchinari innovativi, Parma
- ARVATECH, servizi, tecnologie e sistemi informatici per l'agricoltura e l'ambiente
- C.A.M.A., costruzione commercio e assistenza macchine agricole, Trento

## CONTATTI

- Prof. Gianni Pasini, docente del Politecnico e dello IED di Milano
- Prof. Domenico Pessina, *docente di Meccanica Agraria e Meccanizzazione Viticola*
- Prof. Matteo Matteucci, ricercatore di ruolo al Dipartimento di Elettronica e Informazione del Politecnico di Milano

## LIBRI

- Design del Futuro, di Donald Norman
- Industrial Design, materials and manufacturing guide di Jim Lwsko

## RIVISTE

- MONDO MACCHINA, edizione n. 10-11/2006
- MAD, Macchine Agricole del Domani
- INFORMATORE AGRARIO, num. 03, del 22/01/2010,
- CENTAURO, Marzo 2011
- AGRICOLTURA, Giugno 2000

## DOCUMENTI

- Meccanizzazione per le colture specializzate del Mediterraneo. Metodologie ed orientamenti della ricerca e sperimentazione finalizzata all'innovazione tecnologica e tipologica, Prof. Felice Pipitone
- Sviluppo di moduli batterie litio-ioni per avviamento e trazione non automotive  
Francesco Vellucci, Giovanni Pede, ENEA Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
- Ieri, oggi e domani della trazione elettrica stradale, ENEA Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
- Foglio divulgativo di pedologia, Regione Campania - AGC Sviluppo Attività Settore Primario - SeSIRCA , luglio-agosto 2001
- Innovazione: definizioni e concetti di base, centro progettazione, design e tecnologie dei materiali, CETMA
- Tesi di laurea: Stato dell'arte della navigazione di robot mobili su ruote in ambienti strutturati e semistrutturati, di Paolo Panizza, A.A. 2005 - 2006
- Normativa macchine 2006-42-CE
- ISTAT. 6 Censimento generale dell' agricoltura
- Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms, di Rebecca M. Henderson and Kim B. Clark, 1990

## DEPLIANT

- Carrato X Ergit\_S, TIGRE
- Windegger K7e
- TVZ catalogo generale
- Arvatec, guida parallela automatica con ultrasuoni
- New Holland, new holland precision land management
- Sick, Industrial Safety Systems
- Topcom, soluzioni per un'agricoltura di precisione

## SITI

- <http://www.agritechnica.com>
- <http://www.tractorum.it>
- <http://opensourceecology.org>
- <http://www.volentieripellenc.com>
- <http://www.tecnovict.com/pubblicazioni/convenienza%20meccanizzazione.pdf>

<http://www.georgofili.info/detail.aspx?id=720>  
<http://www.ilvitigno.it/>  
<http://www.enocralwhirlpool.it/Enologia/Coltivazione%20della%20Vite.htm>  
<http://www.agricoltura24.com>  
<http://www.zallys.com>  
<http://web.tiscali.it/professina/>  
<http://www.tecnidee.it>  
<http://it.wikipedia.org>  
<http://censimentoagricoltura.istat.it/>  
<http://www.informatoreagrario.it>  
<http://www.clemens-online.com>  
<http://www.enea.it>  
<http://www.ilpuntocoldiretti.it>  
<http://www.apima.it>  
<http://www.cestim.it>  
<http://www.ermesagricoltura.it>  
<http://www.agricoltura.regione.campania.it>  
<http://www.cardantec.it>  
<http://www.bcs-ferrari.it>  
<http://www.antonio carraro.it>  
<http://www.cbmgroup.it>  
<http://www.cilindri-oleodinamici.com>



