



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE E AZIENDALI
“MARCO FANNO”**

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA INTERNAZIONALE

L-33 Classe delle lauree in SCIENZE ECONOMICHE

Tesi di Laurea

L'AGRICOLTURA 4.0

AGRICOLTURE 4.0

Relatore:

Prof. DI MARIA ELEONORA

Laureando:

BEJTJA SILVA

Anno Accademico 2017-2018

INDICE

INTRODUZIONE

CAPITOLO I

1.1	Dalla prima rivoluzione industriale all'Industria 4.0	8
1.2	I caratteri della nuova industria e le tecnologie abilitanti	11
1.2.1	<i>Le tecnologie abilitanti</i>	12
1.2.2	<i>Manifattura additiva</i>	13
1.2.3	<i>Simulazione</i>	16
1.2.4	<i>Cybersecurity</i>	16
1.2.5	<i>Realtà aumentata e virtuale</i>	17
1.2.6	<i>Robotica e Automazione Avanzata</i>	17
1.2.7	<i>Integrazione Orizzontale e Verticale</i>	18
1.2.8	<i>Big Data Analytics</i>	19
1.2.9	<i>Internet of Things</i>	20
1.3	Il Piano Nazionale Industria 4.0	23

CAPITOLO II

2.1	Agricoltura 4.0	26
2.1.1	<i>La politica agricola comune</i>	27
2.1.2.	<i>Gli obiettivi della nuova PAC 2021-2027</i>	29
2.1.3.	<i>I piani strategici nazionali</i>	31
2.2.4.	<i>I criteri di distribuzione dei fondi</i>	32
2.2	Dall'Industria 4.0 all'Agricoltura 4.0	32
2.3	Agricoltura di precisione	35
2.3.1	<i>Sistema Satellitare Globale di Navigazione (GNSS).</i>	36
2.3.2	<i>Utilizzo dei dispositivi GNSS per creare mappe</i>	37
2.3.3	<i>Utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole</i>	38
2.3.4	<i>Sensori</i>	42
2.3.5	<i>Agricoltura automatizzata</i>	44

2.3.6	<i>Rilevazione parametri di produzione</i>	46
2.3.7	Rilevazioni del terreno	46
2.3.8	<i>Mappatura dell'indice vegetativo</i>	47
CAPITOLO III		
3.1	Un esempio nell'Agricoltura di Precisione	50
3.1.1	<i>La storia e i metodi innovativi dell'azienda agricola Porto Felloni</i>	50
3.1.2	<i>Le ultime innovazioni dell'azienda Porto Felloni</i>	53
3.1.3	<i>I benefici</i>	54
3.2	Azienda Agricola zootecnica robotizzata	56
3.2.1	<i>La storia e i metodi tecnologici dell'azienda agricola Ponte Vecchio</i>	56
3.2.2	<i>I benefici</i>	60
CONCLUSIONE		
	Sitografia	63

Elenco delle figure

Fig. 1. Cronologia delle rivoluzioni industriali. ¹	9
Fig. 2. Le tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0 ²	13
Fig. 3. Stampa in 3D, Barilla. (Fonte: stamprin3d.it).	14
Fig. 4. Maxillofacciale stampato in 3D. (Fonte: mondotecno.com).	15
Fig. 5. Crescita dei dispositivi connessi ad Internet. (Fonte Cisco, 2014)	21
Fig. 6. Il mercato della digitalizzazione 4.0 in Italia. (Fonte: Osservatorio.net. 2018)	25
Fig. 7. Grafico sui dati FAO e le prospettive di crescita demografica ONU	27
Fig. 8. I nove obiettivi della nuova PAC 2021-2027 ³	30
Fig. 9. Le tecnologie dell'agricoltura 4.0 ⁴	33
Fig. 10. Mappe di precisione. (Fonte: Omnia Precision Agronomy, 2018)	38
Fig. 11. Dispositivi RTK-GNSS. (Fonte: ArchiExpo.it).	39
Fig. 12. Display per la guida parallela manuale. (Fonte: tractorpool.it).	39
Fig. 13. TRIMBLE EZ-Steer e TRIMBLE EZ-Pilot (Fonte: tractorpool.it).	40
Fig.1 4. Trimber Autopilot, un esempio della guida parallela automatica (Fonte: Mondomacchina.it)	41
Fig. 15. Tracker per le macchine operatrici. (Fonte) ⁵	42
Fig. 16. Sensori optoelettronici: WeedSeeker Trimble ⁶ . (Fonte: bmslasersat.com).	43
Fig. 17. GreenSeeker ⁷ . (Fonte: nik.bg).	43
Fig. 18 Mercato dei robot per l'agricoltura per tipo. (Fonte: 2014-2025- Market Research Report).	45
Fig. 19. Sonda, di rilevamento dell'umidità. (Fonte: Porto Felloni).	51
Fig. 20. Trattamento a tasso variabile del campo di pomodoro con citochinine per il contenimento del vigore delle piantine. (Porto Felloni 2018).	52

¹ <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/rivoluzione-252.htm>

² https://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf

³ <http://documenti.camera.it/leg18/dossier/pdf/ES010.pdf>

⁴ <https://www.osservatorioveganok.com/quali-strumenti-per-lagricoltore-4-0-ecco-la-rivoluzione-dellagricoltura-digitale/>

⁵ http://studenti.ec.unipi.it/uploads/agraria/moodledata/113/lezioni_agricoltura_di_precisione.pdf

⁶ <http://bmslasersat.com.au/product-category/agriculture/flow-and-application/weed-seeker/>

⁷ <http://www.nik.bg/en/produkt/greenseeker-handheld-crop-sensor/>

Fig. 21. Immagine del monitor del trattore per il rilascio della citochinine per il trattamento. (Fonte: Porto Felloni).	52
Fig. 22. L'immagine con Drone e l'immagine con Satellite di un campo di mais. (Fonte: Porto Felloni).	54
Fig. 23. Un esempio dei benefici riscontrati grazie all'applicazione dell'agricoltura 4.0. (Az. Porto Felloni).	55
Fig. 24. Robot per l'alimentazione Lely Vector. (Fonte: Confagricoltura Treviso).	57
Fig. 25. Robot di mungitura Lely Astronaut. (Fonte: Confagricoltura Treviso).	58
Fig. 26. Robot Lely Calm per l'allattamento dei vitellini. (Fonte: AgroNotizie).	59
Fig. 27. App smartphone. (Fonte, foto: Confagricoltura Treviso).	60

INTRODUZIONE

Quella che viene definita come la quarta rivoluzione industriale è un radicale cambiamento che noi viviamo tutti i giorni. Industria 4.0 è la rivoluzione delle rivoluzioni, una vera e propria rivoluzione culturale che è molto più difficile e complessa delle tre che l'hanno preceduta. Questa rivoluzione che stiamo vivendo oggi è definita anche la “rivoluzione digitale” e si concentra su tutte quelle tecnologie digitali che sono in grado di aumentare l'interconnessione e la cooperazione delle risorse (persone o sistemi informatici) senza limitarsi ad un settore piuttosto che ad un altro.

Questo volume tratterà: nel primo capitolo un breve cenno degli step dell'Industria, approfondendo poi sulle caratteristiche e le tecnologie abilitanti e i piani del governo per l'Industria 4.0.

Il secondo capitolo tratterà l'argomento dell'Agricoltura 4.0, che è anche il titolo che riporta questa tesi, si parlerà sui piani d'azione che hanno intrapreso le commissioni internazionali, le strategie e gli obiettivi che puntano nell'incentivare e promuovere le aziende del settore agricolo. Si approfondirà l'argomento dell'Agricoltura di Precisione e si entrerà nei dettagli dell'utilizzo dei dispositivi e delle tecniche.

Il terzo capitolo tratterà due casi di aziende agricole italiane che utilizzano le tecniche dell'Agricoltura di Precisione e della robotica.

CAPITOLO I

1.1. DALLA PRIMA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE ALL'INDUSTRIA 4.0

Le varie evoluzioni tecnologiche che hanno avuto luogo nel corso degli ultimi 4 secoli, hanno segnato in maniera decisiva il mondo dell'industria, definendo in maniera abbastanza precisa delle fasi che prendono il nome di "rivoluzioni industriali".

La prima fase: è mappata agli inizi degli anni ottocento con l'arrivo della macchina a vapore per il funzionamento degli stabilimenti produttivi.

La seconda fase: è l'inizio del novecento, con la produzione di massa, l'avvento dell'elettricità quindi, dell'energia distribuita nello stabilimento, che ha consentito la creazione e la nascita della classica linea di montaggio.

La terza fase: è l'industria 3.0, abbastanza recente, mappata nella seconda metà degli anni novecento. Questa rivoluzione viene chiamata informatica perché legata alla nascita del Digital manufacturing ed alla diffusione di internet, questi due eventi insieme hanno interconnesso persone da ogni parte del globo avviando quel processo noto come globalizzazione. Il fenomeno della globalizzazione era nato grazie all'internazionalizzazione delle imprese ed all'apertura degli scambi commerciali ma ai giorni nostri ha assunto un significato molto più complesso; la globalizzazione si pone infatti l'obiettivo di creare un mercato globale uniformando i rapporti esistenti tra le imprese e le popolazioni. Lo sviluppo del fenomeno è avvenuto molto rapidamente proprio perché gli eventi della terza rivoluzione industriale che ne hanno causato l'origine si sono susseguiti in un arco di tempo molto breve.

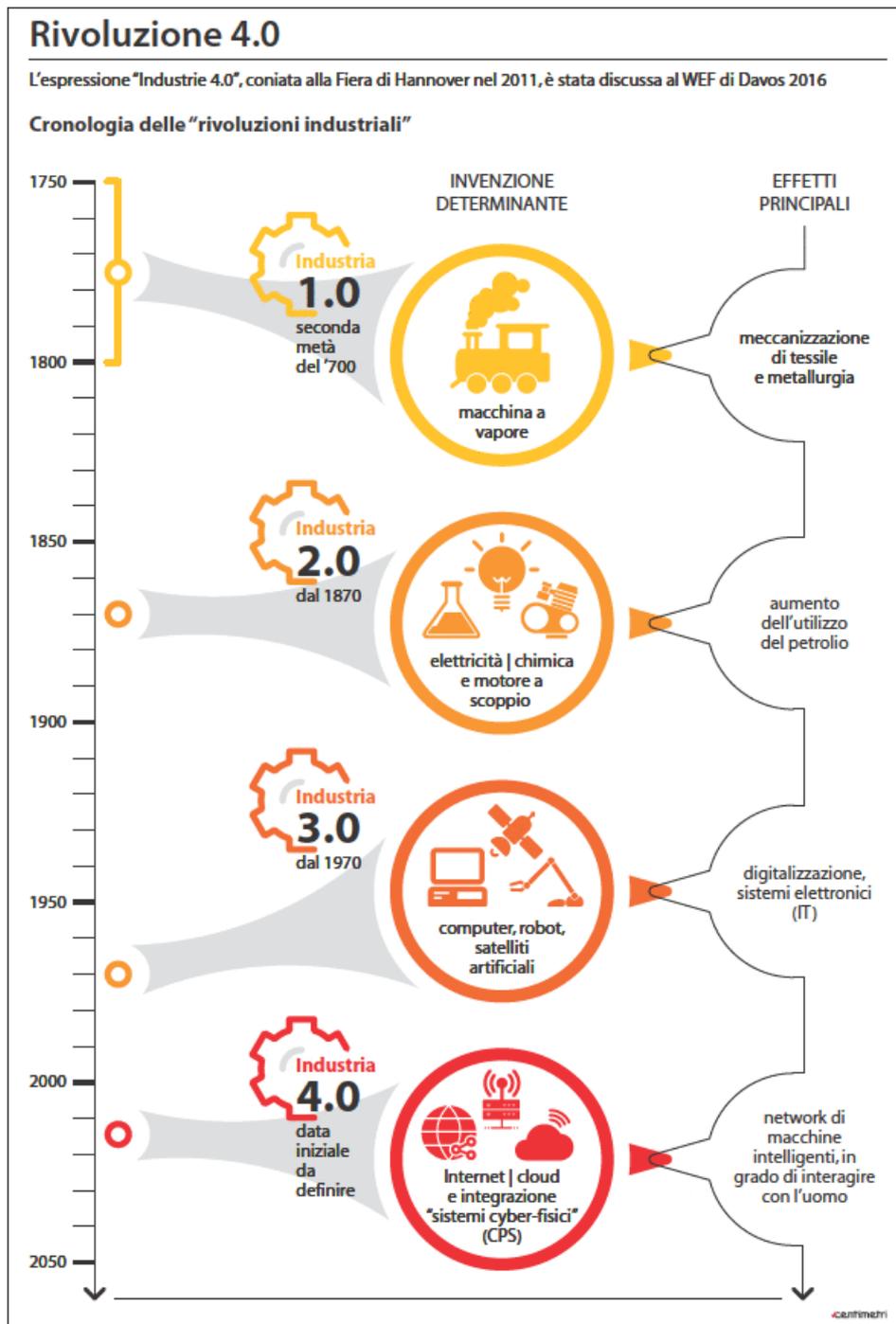


Fig.1. Cronologia delle rivoluzioni industriali. ⁸

La quarta fase: è quella che stiamo vivendo in questi anni, più comunemente conosciuta come Industria 4.0 o Fabbrica 4.0. La data esatta dell'inizio di questa fase

⁸ <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/rivoluzione-252.htm>

non è ancora ben definita, probabilmente perché è tutto in corso e solo a posteriori sarà possibile indicarne l'atto fondamentale.

Possiamo però prendere in considerazione l'anno 2011, quando per la prima volta è stata utilizzata l'espressione "Industria 4.0".

L'espressione venne coniata alla Fiera di Hannover nel 2011 in Germania e fu ispirata ad un progetto del governo tedesco. Nello specifico la paternità del termine tedesco Industrie 4.0 viene attribuita a Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas e Wolfgang Wahlster che lo impiegarono per la prima volta in una comunicazione, tenuta alla Fiera di Hannover del 2011, in cui preannunciarono lo Zukunftsprojekt Industrie 4.0.

In generale il termine Industry 4.0 indica una tendenza dell'automazione industriale che integra alcune nuove tecnologie produttive per migliorare le condizioni di lavoro e aumentare la produttività degli impianti.

Secondo una definizione che ne dà il Ministero dello Sviluppo Economico, gli elementi che caratterizzano il fenomeno sono: "connessione tra sistemi fisici e digitali, analisi complesse attraverso Big Data e adattamenti real-time".

In altre parole: utilizzo di macchinari connessi al web, analisi delle informazioni ricavate dalla rete e possibilità di una gestione più flessibile del ciclo produttivo.

Le tecnologie abilitanti, citate sempre dal MISE, sono dalle stampanti in 3D ai Robot programmati per determinare funzioni, passando per la gestione di dati in Cloud e l'analisi dei dati per rilevare debolezze e punti di forza della produzione.

In altre parole: la quarta rivoluzione industriale è contraddistinta dalla crescente integrazione dei "sistemi cyber-fisici" (cyber-physical system o CPS), nei processi industriali, dalla digitalizzazione e informatizzazione della catena di produzione che porta al prodotto finale.

Con l'acronimo CPS si intende infatti l'inserimento – nei lavori svolti dagli esseri umani – di macchine intelligenti e connesse a Internet, creando un vero e proprio network di macchine capaci di produrre di più e con meno errori e al tempo stesso di modificare autonomamente gli schemi di produzione a seconda degli input esteri che ricevono. Il tutto mantenendo livelli elevati di efficienza.

Per favorire e supportare lo sviluppo dell'industria 4.0 in Italia, il 21 settembre 2016 il Presidente del Consiglio Matteo Renzi e il ministro dello Sviluppo Economico Carlo Calenda hanno presentato il piano del governo per l'Industria 4.0 che punta ad ottenere, un incremento degli investimenti privati pari a 10 miliardi, a cui si aggiungerebbero 11,3 miliardi di spesa

privata per ricerca, sviluppo e innovazione mirate sulle tecnologie del nuovo paradigma industriale e 2,6 miliardi di euro per gli investimenti privati della fase iniziale (early stage). Nella partita dell'Industria 4.0 un ruolo chiave lo giocano le start-up che stanno aiutando le imprese a innovarsi, con prodotti e servizi, attraverso partnership o strategie di open innovation. Tra le principali vi sono: Alleantia, impiegata nell'Industrial Internet of Things; Experenti, che si occupa di human interface; Kenstrapper, attiva nel mondo delle stampanti in 3D; Sysder, che realizza sensori per monitorare la condizione dei pilastri e grandi strutture. Tra altre start-up italiane che stanno cambiando un altro settore, "il settore primario", cioè l'agricoltura, possiamo elencare: la start-up milanese Robotica la quale ha creato delle serre da salotto. Linfa, così si chiama il loro prodotto, è una futuristica serra esagonale, superconnessa, ed è illuminata grazie a dei Led che ricreano la luce del sole. Geodeoponics, la quale ha creato delle cupole all'interno delle quali si sviluppa un piccolo ecosistema dove piante, pesci e altri microrganismi vivono in simbiosi. E, grazie alla protezione delle cupole, possono essere integrate in un contesto urbano.

1.2. I CARATTERI DELLA NUOVA INDUSTRIA E LE TECNOLOGIE ABILITANTI

Quando parliamo di industria 4.0 generalmente ci si riferisce ad una serie di cambiamenti nei modi di produzione (come si producono beni e servizi). E forse, come scenario possibile, anche dei rapporti di produzione (tra datore di lavoro e lavoratore). Per individuare la base intorno alla quale ruota questa "rivoluzione" possiamo dire che riguarda:

- L'utilizzo dei dati come strumento per creare valore. Perché intorno ai dati si muove la potenza di calcolo delle macchine. Tutti i temi relativi ai Big data, ai dati aperti, IoT, cloud.
- Analytics. Ovvero, una volta raccolti i dati, come si possono effettivamente far fruttare.
- Rapporto-interazione uomo-macchina. Come comunicare con le macchine, strumenti, interfacce, linguaggi.
- Il ponte tra digitale e reale. La manifattura. La produzione di beni e servizi. Cioè una volta avuti i dati, analizzati, processati e resi strumento per "istruire" le macchine, l'ultimo passaggio è trovare i modi, gli strumenti per produrre i beni. E quindi stampa 3D, robot, interazioni tra macchine.

Il grande vantaggio di poter progettare il prodotto autonomamente e di poterlo produrre in loco è rappresentato da un notevole risparmio sui costi di trasporto e da una quasi totale eliminazione degli sprechi, le quantità di materiale impiegate infatti corrispondono esattamente a quelle necessarie.

L'innovazione è oggi un campo di battaglia dove diversi soggetti e tecnologie si contendono il ruolo chiave in questo processo di cambiamento.

1.2.1 Le tecnologie abilitanti

Una tecnologia abilitante è una tecnologia che consente all'uomo di fare cose che prima non era in grado di fare creando una nuova serie di opportunità.

Le tecnologie abilitanti sono sempre esistite, come ci dimostrano l'invenzione della ruota o del ferro, ma la novità di questi ultimi anni è che ci sono sempre più tecnologie abilitanti ed il loro rilancio è sempre più frequente.

Le principali tecnologie oggi sono quelle individuate dal Ministero dello sviluppo Economico, con il Piano Nazionale Industria 4.0: il Cloud, i Big Data e gli Analytics, la Simulazione, la Cybersecurity, la Realtà Aumentata, la Robotica e l'Automazione Avanzata, l'Integrazione Orizzontale e Verticale, l'internet delle Cose.

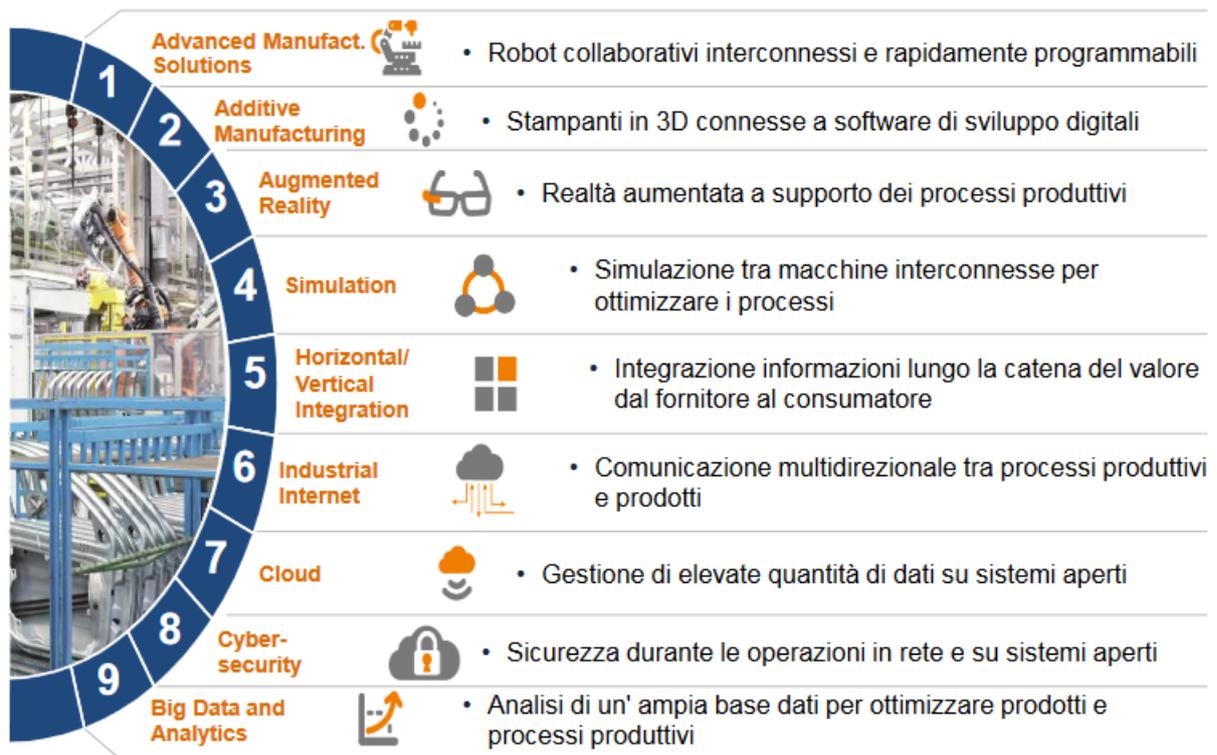


Fig. 2. Le tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0⁹

1.2.2 Manifattura additiva

Si tratta di una serie di processi di fabbricazione additiva che consentono di realizzare oggetti tridimensionali a partire da un modello digitale, depositando progressivamente materiale strato dopo strato. Si contrappone alle tradizionali tecniche di produzione sottrattiva e rappresenta una vera e propria integrazione tra mondo reale e mondo virtuale.

Un esempio di questo tipo di produzione è la stampante 3D.

Attraverso un software dedicato, che gestisce la modellizzazione digitale di un oggetto, è possibile effettuare una riproduzione tridimensionale dell'oggetto, strato dopo strato.

Dal 1986 la stampa 3D si è evoluta e differenziata, con l'introduzione di nuove tecniche di stampa e di innumerevoli materiali con diverse caratteristiche meccaniche, stampabili sia da soli che in combinazione, permettendo la diffusione di questa tecnica di produzione in molti ambiti, che spaziano dall'industria all'ambito medico e domestico.

⁹ https://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf

Allo stato attuale i prezzi risultano ancora poco accessibili per giustificarne l'acquisto da parte del pubblico domestico. Infatti, il target principale è finalizzato alla produzione industriale.

Ci sono molte aziende del settore alimentare che stanno sperimentando e investendo sulla stampante 3D, per la preparazione di cibo "stampato". Si pensi alla stampa di cioccolato, biscotti o pasta.

Anche Barilla ha avviato la sperimentazione, portando a termine un concorso al quale hanno partecipato oltre 500 designer che hanno creato 216 modelli di pasta unici.



Fig.3. Stampa in 3D, Barilla. (Fonte: stamprin3d.it)

Anche il settore dell'edilizia sta investendo in questa tecnologia.

Sono degni di nota gli esperimenti dell'italiano Enrico Dini e della sua azienda D-Shape, il quale è riuscito a stampare la pietra. WASP, altra azienda italiana, è riuscita a stampare oggetti in argilla.

Anche al di fuori dell'Italia si stanno facendo progressi su questo campo. In Cina si è riusciti a costruire 10 case in calcestruzzo in 24 ore. In California si riesce a “stampare” una casa completa di 100 m2.

Molti progressi si stanno facendo anche in campo medico. I chirurghi usano la stampante 3D per pianificare operazioni complesse: in un caso recente, un rene adulto è stato trapiantato su di un bambino piccolo.

Gli specialisti di ortopedia, chirurgia maxillo-facciale e impianti utilizzano la stampante 3D per creare oggetti su misura progettati per le esigenze dei pazienti (ad esempio, Silou Elle usa la tecnologia per creare reggiseni personalizzati per donne con cancro al seno dopo la chirurgia).



Fig.4. Maxillo facciale stampato in 3D. (Fonte: mondotecno.com)

Stratasys sta lavorando con Dynaflex e Ortoplus per sviluppare un processo di produzione 3D su larga scala per stampi di allineamento dentistici.

Il “Santo Graal” sarà la stampa 3D di nuove parti del corpo: un nuovo idrogel elastico biodegradabile sviluppato presso l'Università del Texas potrebbe in futuro stampare tessuti umani, come pelle, muscoli e altro.

Uno degli aspetti cruciali dell'adottare tale tecnologia in campo medico riguarda soprattutto il lato economico. La produzione tramite stampante 3D infatti risulterebbero molto costosa, rispetto ai metodi utilizzati oggi, in quanto si ridurrebbero le dispendiose opere di lavorazione meccanica finalizzata alla personalizzazione del prodotto.

1.2.3 Simulazione

Tutte queste tecnologie (IoT, Cloud, Big Data Analytics) concorrono infatti alla creazione di quello che è il gemello digitale o virtuale del processo fisico, cioè un modello matematico in grado di descrivere il processo, il prodotto o il servizio in modo preciso per poter realizzare delle analisi, e applicare delle strategie.

Proprio partendo dalla visione di Gemello virtuale, la simulazione svolge un ruolo chiave all'interno della trasformazione 4.0. si tratta di modellizzare un processo, un prodotto o una fabbrica, al fine di avere informazioni utili da usare in relazione con i dati raccolti per ridurre il time to market per esempio. Ogni strumento software potrà interagire con il modello di fabbrica operando su una caratteristica del modello.

Realizzare un prototipo virtuale è diventato più facile e semplice, ma soprattutto è diventata particolarmente efficace l'integrazione del modello digitale con L'IoT, in quanto l'avvento delle piattaforme software offre la possibilità di integrare dati in tempo reale con tutte le informazioni digitali che un'azienda ha un determinato prodotto, assicurando la realizzazione del Gemello Digitale (Digital Twin).

1.2.4 Cybersecurity

I sistemi industriali ed i relativi macchinari sono sempre più dotati di tecnologie che acquisiscono in tempo reale dati dettagliati di funzionamento e li condividono con altri sistemi informatici in rete, in particolare internet ma anche altre tipologie di reti.

Il tema della cybersecurity diventa dunque molto importante, in quanto sono molti gli elementi da proteggere, dai sistemi embedded, alle reti di comunicazione, ai sistemi informatici che analizzano e immagazzinano tali dati (es., cloud).

Da un lato il paradigma dell'industria 4.0 richiede una apertura verso il mondo, al fine di abilitare l'integrazione tra sistemi diversi, dall'altro è fondamentale uno stretto controllo delle porte di comunicazione verso il mondo per proteggersi da attacchi e usi impropri dei dati generati e condivisi.

Una recente analisi di SANS (sans 2016 State of ICS Security survey) sullo stato della security dei sistemi di controllo industriale (ICS, Industrial Control Systems) indica che il 42% delle minacce ai sistemi arrivano dall'interno delle organizzazioni.

Qualunque sia la causa, è evidente che con il diffondersi dell'IoT, molto spesso derivato dal mondo consumer, ogni dispositivo, sensore, server, client di visualizzazione o periferica è un potenziale punto di accesso.

1.2.5 Realtà aumentata e virtuale

Il punto di partenza della realtà virtuale (RV) è realizzare un modello tridimensionale, quasi cinematografico, del prodotto o processo al fine di navigare al suo interno per agevolare la progettazione, il commissioning e l'addestramento del personale.

Gli strumenti impiegati sono quelli offerti dagli ambienti di modellazione 3D, quali CAD, e da sistemi di proiezione basati su schermi o su visori, potenziati dall'ausilio di dispositivi indossabili finalizzati alla navigazione realistica nel modello.

La realtà aumentata (RA) è invece basata sulla possibilità di aggiungere ulteriori informazioni e dimensioni alla realtà, permettendo per esempio di mostrare attraverso visori o tablet delle informazioni relative ad un oggetto reale semplicemente inquadrandolo.

Gli ambiti applicativi della realtà aumentata sono tra i più disparati: nella logistica, gli strumenti RA si trasformano in un mezzo per localizzare i prodotti in magazzino ma anche per verificare in tempo reale la conformità degli ordini; nelle officine di manutenzione i visori ottici aiutano gli operatori a individuare le componenti guaste o difettose; in ambito marketing l'RA consente di testare in anteprima aspetti estetico-funzionali dei vari prodotti, virtualmente posizionabili nell'ambiente circostante.

1.2.6 Robotica e Automazione Avanzata

Nel paradigma di Industria 4.0, i robot che collaborano con operatori umani per l'esecuzione dei processi produttivi già possono essere e saranno una risorsa fondamentale delle fabbriche.

Le nuove soluzioni robotiche permetteranno di rendere flessibile e più efficaci i sistemi di produzione, aumentando la competitività delle imprese manifatturiere che ne faranno uso. La flessibilità nella gestione di cella/sistema verrà perseguita grazie alla partecipazione diretta dell'uomo nel ciclo di lavorazione e controllo nei passi a più elevato valore aggiunto, eliminando i vincoli strutturali/tecnologici che erano solidi imporre un'alternativa tra sistemi

automatici e sistemi manuali. Ma non è solo questo, si parla anche di collaborazione tra macchine, dove i sistemi di automazione tradizionale o di movimentazione interagiscono tra di loro al fine offrire soluzioni integrate ed automatiche.

Quello che guiderà la robotica in ottica 4.0 è l'integrazione nei processi di automazione tanto da usarne gli stessi linguaggi per essere istruiti e programmati. I robot saranno fortemente connessi tra di loro o direttamente con il Cloud per raccogliere informazioni ed essere parte attiva del processo produttivo.

Ma la robotica va ben oltre il robot: i veicoli a guida autonoma sono forme sottili e complesse di automazione, in grado di movimentare le merci interamente alla fabbrica e sono la cosa più vicina all'idea romantica del robot, molto più di quanto lo siano gli antropomorfi stessi. Queste macchine sono intrinsecamente collaborative in quanto sono in grado di interagire con altre macchine, ma anche con esseri umani riconfigurando autonomamente la propria traiettoria in base alle esigenze di processo o adattandosi al normale flusso di lavoratori all'interno delle aree di produzione.

1.2.7 Integrazione Orizzontale e Verticale

Quando si parla di integrazione in ambito 4.0 ci si riferisce all'adozione di specifici sistemi informativi in grado di interagire con fornitori e clienti, per scambiarsi informazioni (Integrazione Verticale), oppure in grado di interagire con aziende operanti nella stessa filiera anche se apparentemente concorrenti (Integrazione Orizzontale). Si parla prevalentemente di software di PLM (Product Life Management), per la gestione del ciclo di vita del prodotto. L'obiettivo del PLM è ottimizzare lo sviluppo, il lancio, la modifica e il ritiro di prodotti o servizi dal mercato e si basa sull'accesso condiviso a una fonte comune da cui attingere dati, informazioni e processi relativi al prodotto. Ad esempio, nel settore automobilistico, l'applicazione di queste metodologie permette lo scambio di informazioni tra progettisti della scocca dell'auto, progettisti degli stampi con cui verrà prodotta la scocca e progettisti dei componenti (ad esempio fanali) che verranno montati sulla scocca, ma soprattutto lo scambio di informazioni tra più produttori anche in concorrenza, se si accede a piattaforme comuni (molto spesso i telai i motori, o altri particolari non estetici vengono condivisi nella filiera).

1.2.8 Big Data Analytics

È il processo di raccolta e analisi di grandi volume di dati per estrarre informazioni. Una raccolta molto estesa in termini di volume, velocità e varietà, che comprende dati strutturati e non, è molto difficile da navigare e analizzare. L'estrazione di informazioni richiede metodi analitici e tecnologie sempre più sofisticate.

La sfida attuale consiste nel trasformare i big data in *smart data*, ovvero informazioni intelligenti, nuove e utili, che diano vantaggio competitivo e siano perfettamente fruibili.

Big Data Analytics è un processo di Business Intelligence adatto ai Big Data, dove è sempre necessario l'utilizzo di strumenti automatici che possano aiutare i manager ed i responsabili dell'azienda a prendere le decisioni giuste per massimizzare i profitti ed evitare gli sprechi dovuti a scelte sbagliate.

Attraverso la versione di *Fluentis*¹⁰ IoT è possibile catturare una quantità notevole di dati/informazioni direttamente dai reparti produttivi e memorizzarle, eventualmente in "Cloud", con capacità di archiviazione molto più elevate di quelle presenti in azienda. Tali informazioni vengono poi trattate da un modulo di Business Analytics integrato con *Fluentis* ERP che permette all'operatore di avere diagrammi, grafici e *dashboard* utili alle decisioni o azioni correttive da intraprendere.

I principali obiettivi della Big Data Analytics sono:

- *Ridurre i costi*: sono introdotte nuove tecnologie per ridurre i costi di gestione e analisi di grandi volumi di dati.
- *Velocità*: le analisi condotte devono essere capaci di produrre un risultato in breve tempo, oggi si fa sempre più riferimento ad analisi real-time.
- *Precisione*: potendo disporre di grosse quantità di dati possono essere condotte analisi più accurate.

Attraverso questi obiettivi è possibile anticipare il futuro con la conoscenza dei dati raccolti nel passato ed individuare nuove opportunità di guadagno.

1.2.9 Internet of Things

¹⁰ <https://www.fluentis.com/it/azienda>

Sotto questa categoria si comprende l'insieme di componenti, dispositivi (sensori, microprocessori, etc.) e piattaforme software che si possono incorporare all'interno di oggetti fisici e macchinari, per renderli in grado di comunicare attraverso la rete Internet. Le tecnologie permettono di aggiungere funzionalità ad oggetti che nascono privi di tali dispositivi. Di fatto ogni oggetto fisico ha la potenzialità di diventare intelligente e di generare o ricevere dati sul suo stato e lo stato dell'ambiente fisico che lo circonda. A questo si deve aggiungere la disponibilità di reti wireless sempre più diffuse e performanti (es., wifi, zigbee, bluetooth) in grado di trasportare i dati raccolti verso il mondo Internet e abilitare dei servizi. In genere l'Internet of Things permette ai dispositivi di essere monitorati e controllati in maniera remota attraverso apposite infrastrutture di rete, creando una diretta interazione tra il mondo reale e sistemi basati su computer.

In questo modo può essere data un'identità elettronica a tutto ciò che forma il mondo che ci circonda, attraverso, ad esempio, RFID (Identificazione a radio frequenza) o altre tecnologie (come il più noto il QR code).

L'applicazione di questi concetti al mondo dell'industria fa in modo di migliorare l'efficienza e l'accuratezza dei processi, nonché si ottengono benefici economici, grazie anche al fatto che vengono ridotti i casi in cui è necessario l'intervento umano.

Osservando la storia a partire dalla seconda metà del ventesimo secolo, si può notare quando sia insistente il crescere delle *cose* che sono connesse ad Internet.

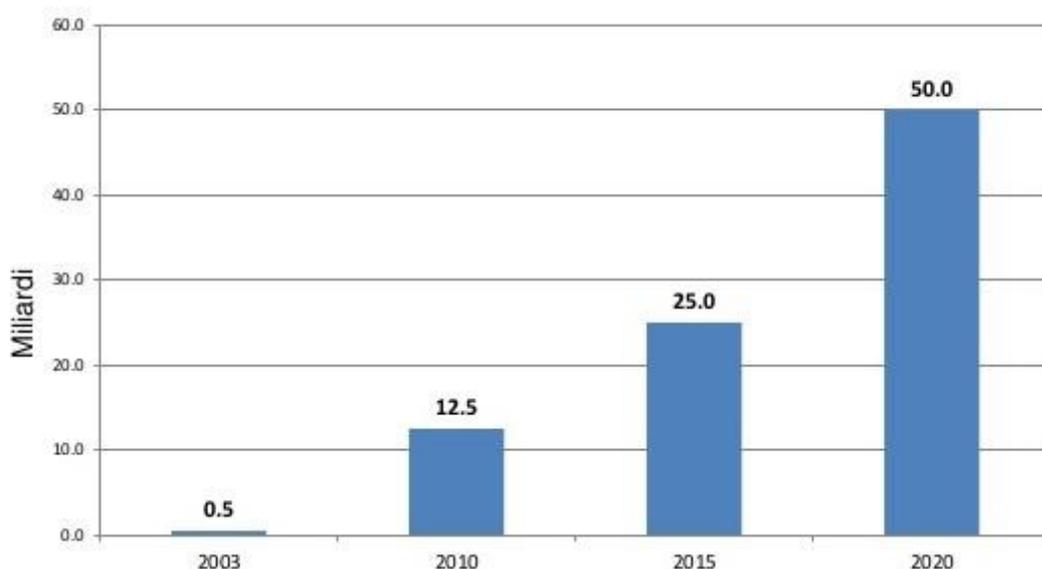


Fig.5. Crescita dei dispositivi connessi ad Internet. (Fonte Cisco, 2014)¹¹

Se consideriamo gli ultimi 15 anni, nel 2003 la maggior parte delle connessioni erano caratterizzate da computer connessi in maniera cablata, e il numero di dispositivi in grado di navigare era circa 500 milioni.

Nel 2010, con la diffusione dei tablet e degli smartphone, il numero di dispositivi connessi è salito fino a 12.5 miliardi, e si stima che ce ne saranno almeno 100 miliardi nel 2050.

Ma non sarà necessario spostarsi così in là nel tempo per vedere numeri così elevati. Infatti, nel 2020 si stima ci saranno circa 50 miliardi di dispositivi connessi ad Internet.

Questi numeri indicano che siamo esattamente nel periodo di maggiore crescita e stiamo vivendo l'esplosione del fenomeno.

L'Internet of Things sta di fatto rivoluzionando il mercato e si stanno creando numerose opportunità di crescita e sviluppo. Il 75% delle aziende sta esplorando il mondo IoT per utilizzarne i concetti nei propri processi.

Inoltre, i maggiori gruppi di osservatori hanno evidenziato che le aziende restie all'utilizzo di IoT, o che comunque si adatteranno troppo lentamente a IoT, saranno svantaggiate nella competizione con altre aziende che invece ne sposteranno i concetti.

Aree applicative

L'evoluzione tecnologica degli ultimi anni ha permesso a ciascun dispositivo di essere connesso ad internet. Allo stesso tempo, la velocità e l'affidabilità della connessione Internet raggiunta in questi anni, permette un accesso capillare anche a livello domestico.

Il fatto di avere dei dispositivi a basso costo, con capacità di connessione, limitare risorse della CPU¹² e della memoria e soprattutto a basso consumo, sono un indicatore del fatto che IoT trova e troverà sempre di più possibilità di applicazione in ogni settore.

¹¹ <https://www.slideshare.net/slideistat/frullone-internetitalia>

¹² Unità di elaborazione centrale, in inglese: central processing unit.

Questi sistemi sono in grado di raccogliere informazioni in ambienti che vanno dagli ecosistemi naturali, agli edifici, alle fabbriche, trovando applicazione anche in ambiti di rilevamento ambientale e urbanistico.

D'altro canto, i sistemi di IoT sono anche responsabili di eseguire azioni, non solo di rilevare valori.

Sistemi di acquisto "smart", ad esempio, potrebbero monitorare le abitudini specifiche dei clienti attraverso il tracciamento dei loro telefoni cellulari. A questi utenti potrebbe poi essere fornita una lista di offerte relative ai prodotti preferiti.

Altri tipi di esempio possono far riferimento all'azionamento di attuatori in base a sensori che riguardano calore, acqua, elettricità o in generale la gestione dell'energia.

Ulteriori applicazioni possono concentrarsi sull'automazione domestica, anche orientata alla sicurezza. In campo medico si potrebbe disporre di sensori biologici che, attraverso analisi basate su cloud, permetterebbero agli utenti di studiare il DNA o altre molecole.

Tuttavia, l'applicazione dell'IoT non è soltanto limitata a queste aree, ma può essere estesa in altri campi specifici.

Si può prevedere una classificazione di prodotti IoT in cinque categorie: *smart wearable* (oggetti indossabili), *smart home* (casa intelligente), *smart city* (città intelligenti), *smart environmental* (ambiente intelligente) e *smart enterprises* (impresa intelligente).

1.3 IL PIANO NAZIONALE PER L'INDUSTRIA 4.0

L'Industria 4.0 è stata percepita da numerosi Stati alcuni dei quali hanno appreso subito le potenzialità che avrebbe offerto in un futuro non troppo lontano. Il progresso tecnologico ha ridotto i confini tra business che si erano venuti ad instaurare col tempo determinando per molte fabbriche, l'inizio di una competizione con realtà più grandi e avanzate, con cui prima non erano abituate a scontrarsi.

Questo è un problema che tutti i paesi, chi più e chi meno, si sono trovati ad affrontare. Paesi come Francia, la Germania o gli Stati Uniti d'America hanno rapidamente avviato programmi sull'Industria 4.0 che hanno avuto come scopo comune quello di finanziare progetti o investimenti di fabbriche interne al proprio paese consentendo a queste ultime di affermarsi sul mercato globale.

Per risolvere il problema, ciò è per accelerare la trasformazione digitale, il Governo Italiano nel 2016 ha sviluppato un Piano nazionale di investimenti suddiviso in 3 anni che è iniziato nel 2017 e si concluderà nel 2020.

Il piano descrive quattro aree strategiche:

1. *Investimenti innovativi*: stimolare l'investimento privato nell'adozione delle tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0 e aumentare le spese in ricerca, sviluppo e innovazione
2. *Infrastrutture abilitanti*: assicurare adeguate infrastrutture di rete, garantire la sicurezza e la protezione dei dati, collaborare alla definizione di standard di interoperabilità internazionali
3. *Competenze e Ricerca*: creare competenze e stimolare la ricerca mediante percorsi formativi ad hoc
4. *Awareness e Governance*: diffondere la conoscenza, il potenziale e le applicazioni delle tecnologie Industria 4.0 e garantire una governance pubblico-privata per il raggiungimento degli obiettivi prefissati

Invece, alcuni tra i numerosi obiettivi che riporta il Piano Nazionale Industria 4.0 sono questi:

- Incrementare di 10 miliardi di euro gli investimenti privati in innovazione.
- Aumentare di 11,3 miliardi la spesa privata in R&S&I focalizzata sulle tecnologie dell'Industria 4.0 nel periodo 2017-2020
- Accrescere di 12,6 miliardi il volume degli investimenti privati su tecnologie, ricerca e sviluppo, innovazione, start-up, il Governo impegna 13 miliardi sotto la forma di incentivi.

Oggi il mercato della digitalizzazione 4.0 vale 2,3-2,4 miliardi di euro. Rispetto alla prima misura, che è stata effettuata due anni fa, dall'Osservatorio Industria 4.0 del Politecnico di Milano, c'è una crescita di circa 60%.

Questo significa che il Piano sta funzionando.

Inoltre, secondo la ricerca dell'Osservatorio la tecnologia più diffusa è l'Industrial IoT (riferito alla sola componentistica per connettere i macchinari alla rete), che con 1,4 miliardi di euro rappresenta il 60% del mercato, ed è in crescita del 30% sull'anno. Seguono i 410 milioni di euro di Industrial Analytics (20%) e i 200 milioni di euro di Cloud Manufacturing (10%), con tassi di crescita rispettivamente del 25% e 35%. Crescita del 20% per il mercato dell'Advanced Automation (autonomus, collaborative) che si attesta intorno ai 145 milioni di euro. Le soluzioni di Advanced Human Machine Interface fanno registrare una crescita del

50% rispetto all'anno precedente, anche se in termini assoluti la quota di mercato è ancora piuttosto contenuta, circa 30 milioni di euro.

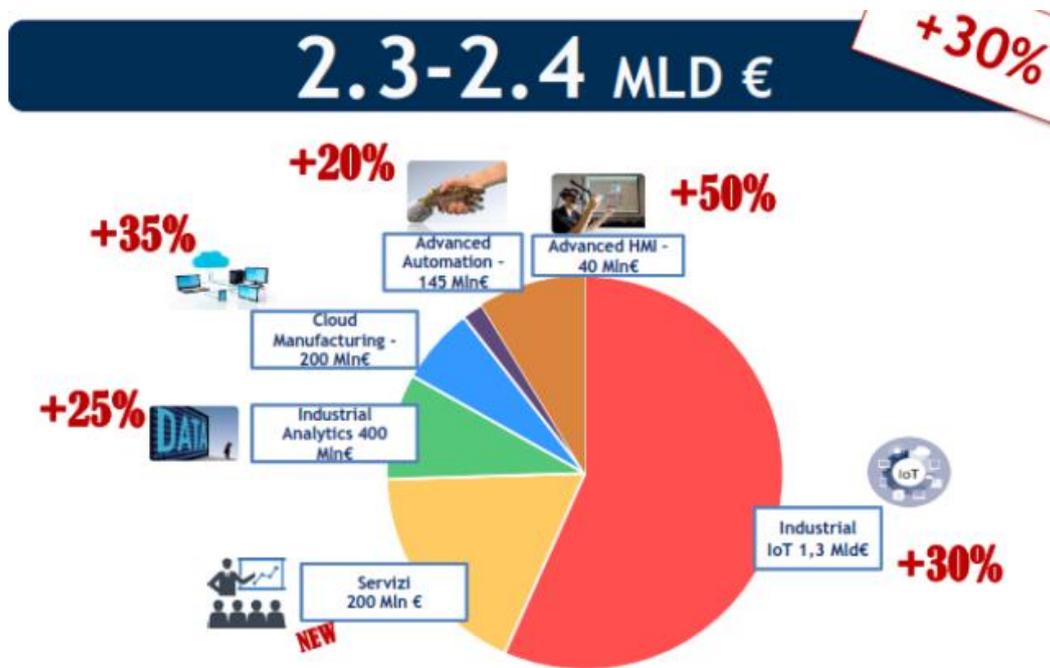


Fig.6. Il mercato della digitalizzazione 4.0 in Italia. (Fonte: Osservatorio.net. 2018)

Inoltre, Il Piano Nazionale Industria 4.0 pone particolare attenzione alla formazione delle competenze necessarie per affrontare la quarta rivoluzione industriale, puntando a:

- Una crescita degli studenti universitari di 200.000 unità;
- Un raddoppio degli iscritti agli istituti tecnici superiori;
- 1400 dottorati di ricerca
- 3000 manager specializzati sui temi 4.0

In realtà, però, al momento solo il 24% delle imprese intende investire nella formazione del personale.

Secondo la ricerca dell'Osservatorio, il Piano dovrebbe produrre i suoi effetti per tutto il 2019, quindi potrà sostenere ancora per 18 mesi l'azione di investimento delle imprese italiane.

CAPITOLO II

2.1 L'AGRICOLTURA 4.0

Oggi a causa dei cambiamenti climatici a cui stiamo assistendo il lavoro agricolo si sta trasformando grazie alla tecnologia.

Ammontano a 33 miliardi di euro i ricavi annui del settore agricolo, cifra che cresce in modo vertiginoso se consideriamo tutta la catena produttiva del cibo: lavorazione della materia prima, distribuzione e vendita.

Il settore dell'agifood, però, contribuisce in modo massiccio alla produzione di gas serra dannosi per l'ambiente, attraverso le scorie emesse negli allevamenti, gli scarti della lavorazione dei prodotti e a causa dell'inquinamento dovuto al trasporto delle merci. L'agricoltura e l'allevamento bruciano acqua e terreni con una velocità impressionante, soprattutto se pensiamo che circa il 40% di ciò che viene prodotto finisce nella spazzatura. Enormi sprechi sono causa di danni ingenti per l'ambiente.

Inoltre, secondo lo studio di Global Prospective "World agriculture towards 2030/2050" redatto da Nikos Alexandratos e Jelle Bruinsma per FAO (l'organizzazione per l'agricoltura e l'alimentazione dell'ONU), nel giugno del 2013, l'agricoltura mondiale nel 2050 dovrà essere in grado di produrre il 60% in più rispetto al 2010.

Questo sarà necessario per due principali motivi: è previsto un aumento di popolazione del 30% ed in secondo luogo il tenore di vita sta crescendo esponenzialmente.

Questo significa banalmente una richiesta maggiore di materie prime ed un cambiamento nella domanda di cibo verso beni sempre più pregiati, come la carne ed i prodotti ortofrutticoli.

E proprio dalla necessità di contenere tali criticità, nasce l'agricoltura 4.0, che sfrutta la tecnologia per limitare i consumi e aumentare la produttività.

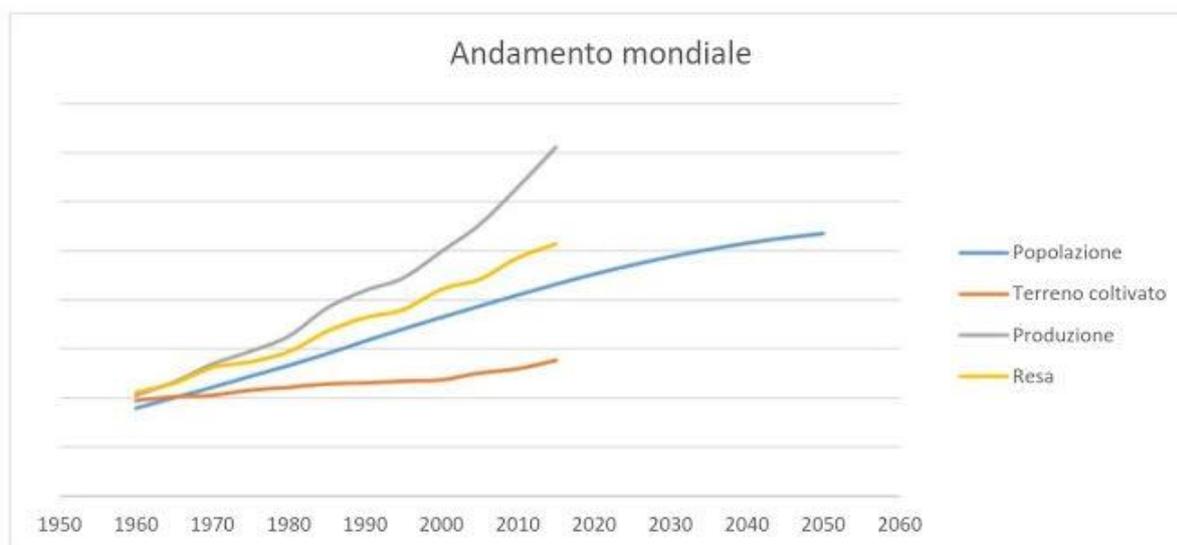


Fig.7. Grafico sui dati FAO e le prospettive di crescita demografica ONU: la popolazione (blu) è destinata ad un futuro aumento, ma al contempo i terreni disponibili per la coltivazione (arancione) risultano limitati. L'unico modo di intervenire al fine di ottenere una produzione (grigio) maggiore è lavorare sulla resa (giallo).

2.1.1 La politica agricola comune

La politica agricola comune (PAC) è una delle politiche comunitarie di maggiore importanza, impegnando circa il 39% del bilancio dell'Unione europea. È prevista dal Trattato istitutivo delle Comunità.

Dal 1962 la politica agricola comune si impegna a realizzare il suo obiettivo iniziale di fornire sostegno al reddito degli agricoltori al fine di garantire l'approvvigionamento di alimenti di alta qualità, sicuri e a prezzi accessibili ai cittadini europei.

Il mondo sta cambiando velocemente, così come le sfide cui devono far fronte non solo gli agricoltori ma la nostra società nel suo insieme. I cambiamenti climatici, la volatilità dei prezzi, l'incertezza politica ed economica, lo spostamento rurale e la crescente importanza del commercio mondiale: gli agricoltori sono confrontati di continuo a un contesto in evoluzione e i legislatori devono garantire loro un sostegno adeguato basato su norme semplici e chiare nel medio e lungo termine.

La PAC guida la transizione verso un'agricoltura più sostenibile. A tal fine deve promuovere la solidità del settore e sostenere il reddito e la redditività degli agricoltori. Deve far sì che l'agricoltura svolga a pieno il suo ruolo in materia di ambiente e di cambiamenti climatici e

adeguarsi appieno alle innovazioni digitali che rendono più facile il lavoro degli agricoltori, riducendo gli oneri burocratici e sostenendo il ricambio generazionale. Visto che il 50% della popolazione dell'UE vive in zone rurali, sono necessari sforzi per far sì che tali zone rimangano luoghi attraenti e vitali in termini di crescita e di posti di lavoro, ma anche di infrastrutture, mobilità e servizi di base. Contribuendo alle dinamiche economiche nelle zone rurali e alla loro vita socioculturale, l'agricoltura dell'UE svolge un ruolo essenziale, così come la nuova PAC, che punta a mantenere un'agricoltura sostenibile in tutta l'Europa e a investire nello sviluppo delle zone e delle comunità rurali.

Il commissario all'Agricoltura Phil Hogan ha descritto la proposta legislativa sulla PAC 2020-2027; una proposta ambiziosa, equilibrata, realistica, che rispetta gli obiettivi di modernizzazione e semplificazione della Politica Agricola Comune.

La proposta della Commissione relativa al quadro finanziario pluriennale (QFP) 2020-2027 prevede 365 miliardi di € per la PAC (a prezzi correnti), che corrisponde a una percentuale media del 28.5% del bilancio complessivo dell'UE per il periodo 2020-2027. (il bilancio della PAC per il 2014-2020 rappresentava, invece, il 37,6% circa del bilancio generale dell'UE, con una dotazione finanziaria pari a 408,3 miliardi di euro). A fronte dell'aumento delle risorse in alcuni ambiti (ricerca e innovazione, ambiente, migrazione e difesa) il nuovo quadro finanziario pluriennale prefigura risparmi nei settori più tradizionali, quali la PAC e la politica di coesione, tenendo conto anche dell'uscita del Regno Unito dall'Unione stimata dalla Commissione europea in una perdita di circa 12 miliardi di euro l'anno. Il 18 giugno 2018, in sede di Consiglio agricoltura, i Ministri hanno espresso preoccupazione in merito ai tagli proposti dalla Commissione europea per il bilancio PAC in generale e dello sviluppo rurale in particolare. L'Italia si è espressa contro il taglio alla spesa per la politica agricola comune (secondo Confagricoltura, i tagli per l'Italia ammonterebbero a circa 3 miliardi di euro e colpirebbero soprattutto le aziende di maggiore dimensione).

Dei suddetti 365 miliardi di euro si prevede che:

- Circa 286 miliardi siano destinati alle spese del primo pilastro che finanzia i pagamenti diretti agli agricoltori (circa 267miliardi) e le misure di mercato (circa 20 miliardi) attraverso il fondo europeo agricolo di garanzia (FEAGA)
- 78,8 miliardi siano destinate alle spese del secondo pilastro, che finanzia i programmi per lo sviluppo rurale attraverso il Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR)

Al settore dell'agricoltura, ha sottolineato Hogan in conferenza stampa, sono dedicati tuttavia anche 10 miliardi di euro per il sostegno agli investimenti in ricerca e innovazione nell'ambito del nuovo programma quadro per la ricerca e l'innovazione Orizzonte Europa.

Nel caso dell'Italia, le risorse PAC ammontano a 36,3 miliardi di euro in prezzi correnti e a 32,3 miliardi in prezzi costanti 2018, di cui oltre 22,1 miliardi per le misure di mercato e 7,9 miliardi per lo sviluppo rurale. Un calo significativo rispetto agli oltre 41 miliardi della PAC 2014-2020, di cui 27 miliardi per i pagamenti diretti, 4 miliardi per misure di mercato e 10,5 miliardi per lo sviluppo rurale. L'Italia sarebbe dunque il quarto paese beneficiario dei fondi PAC 2020-2027, dopo Francia (62,3 miliardi di prezzi correnti; 55,3 miliardi in prezzi costanti 2018), Spagna (43,7 miliardi; 38,9 miliardi) e Germania (40,9 miliardi; 36,4 miliardi), e seguita dalla Polonia (30,4 miliardi; 27 miliardi).

2.1.2. Gli obiettivi della nuova PAC 2021-2027

La futura PAC sarà incentrata su nove obiettivi generali che riflettono l'importanza economica, sociale e ambientale della politica:



Fig.8. I nove obiettivi della nuova PAC 2021-2027¹³

1. Sostenere un reddito agricolo sufficiente e la resilienza tutta l'Unione per rafforzare la sicurezza alimentare
2. Migliorare l'orientamento al mercato e aumentare la competitività, anche attraverso una maggiore attenzione alla ricerca, alla tecnologia e alla digitalizzazione
3. Migliorare la posizione degli agricoltori nella catena del valore
4. Contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici e all'adattamento a essi, come pure allo sviluppo dell'energia sostenibile
5. Promuovere lo sviluppo sostenibile e un'efficiente gestione delle risorse naturali come l'acqua, il suolo e l'aria

¹³ <http://documenti.camera.it/leg18/dossier/pdf/ES010.pdf>

6. Contribuire alla tutela della biodiversità, migliorare i servizi ecosistemici e preservare gli habitat e i paesaggi
7. Attivare i giovani agricoltori e facilitare lo sviluppo imprenditoriale nelle aree rurali
8. Promuovere l'occupazione, la crescita, l'inclusione sociale e lo sviluppo locale nelle aree rurali, comprese la bioeconomia e la silvicoltura sostenibile
9. Migliorare la risposta dell'agricoltura dell'UE alle esigenze della società in materia di alimentazione e salute, compresi alimenti sani, nutrienti e sostenibili, nonché il benessere degli animali.

La promozione delle conoscenze, dell'innovazione e della digitalizzazione nel settore agricolo e nelle aree rurali costituisce un obiettivo trasversale.

2.1.3. I piani strategici nazionali

Tra le principali novità proposte dalla Commissione vi è il nuovo sistema di gestione dei fondi, basato su una maggiore sussidiarietà a vantaggio degli Stati membri. I paesi UE adotteranno infatti dei Piani strategici nazionali, Roadmap attraverso le quali indicheranno come intendono raggiungere gli obiettivi comuni.

La PAC rimarrà una politica europea e la Commissione garantirà la parità di condizioni tra gli Stati membri e il monitoraggio dei risultati conseguiti, ha assicurato *Hogan*, rispondendo alle preoccupazioni di quanti vedono nei Piani strategici il rischio di una rinazionalizzazione che potrebbe compromettere la concorrenza nel mercato interno.

I Piani strategici saranno approvati dalla Commissione e i risultati raggiunti dovranno essere comunicati a Bruxelles ogni anno attraverso un rapporto di performance; in caso di mancati progressi, ha avvertito *Hogan*, l'Esecutivo UE potrà intervenire chiedendo l'adozione di Piano di azione per invertire il trend negativo e arrivare a sospendere i pagamenti. La flessibilità nell'utilizzo dei fondi sarà assicurata anche dalla possibilità per gli Stati membri di trasferire fino al 15% delle dotazioni assegnate dai pagamenti diretti allo sviluppo rurale e viceversa, in base alle rispettive esigenze.

2.2.4. I criteri di distribuzione dei fondi

Ulteriori elementi di novità riguardano la ripartizione dei fondi UE e in particolare dei pagamenti diretti, che continueranno a svolgere la funzione di sostenere i redditi agricoli, minacciati dalla volatilità dei prezzi e dagli eventuali eventi climatici estremi.

Per quanto riguarda la ripartizione tra gli Stati membri, la Commissione propone di proseguire nel processo di convergenza esterna, cioè il progressivo riallineamento del valore dei pagamenti per ettaro verso la media UE. Invece, per quanto riguarda la distribuzione degli aiuti tra le imprese, la proposta prevede un maggiore sostegno delle aziende agricole di piccole e medie dimensioni, che ricevano un pagamento più elevato per ettaro, l'introduzione degli importi complessivi, con tagli progressivi a partire dalla soglia di 60 mila euro e un tetto massimo di 100 mila euro per azienda agricola.

2.2. DALL'INDUSTRIA 4.0 ALL'AGRICOLTURA 4.0

Lo sviluppo della connettività degli strumenti agricoli sta portando importanti progressi nelle pratiche agricole. Essi consentono lo sviluppo dell'agricoltura di precisione e l'aumento della trasparenza del settore.

L'industria 4.0 sta trasformando la capacità di produzione di tutti i settori industriali, compreso il settore agricolo.

L'Internet of Things (IoT) sembra essere l'impatto più evidente dell'Industria 4.0 sull'agricoltura.

La "connessione" è la base di questa trasformazione e IoT è la chiave dell'incremento tecnologico nel settore agricolo.



Fig.9. Le tecnologie dell'agricoltura 4.0¹⁴

L'agricoltura moderna si basa sempre di più sull'immissione di energia esterna al sistema sotto forma di fitofarmaci, meccanizzazione, fertilizzanti, ingegneria genetica, tecnologia; si parla quindi di agricoltura intensiva.

La continua crescita dei fabbisogni alimentari mondiali, la necessità di mantenere bassi i prezzi degli alimenti, la riduzione della superficie coltivabile, l'esigenza di coltivare anche in zone nettamente sfavorevoli (talvolta anche per inquinamento) e di poter ottenere prodotti di qualità nutrizionale elevata, spinge i coltivatori a trovare nuove soluzioni che siano compatibili con la buona riuscita del prodotto finale (in termini sia economici e di qualità), ma anche con il basso inquinamento.

D'altra parte l'agricoltura intensiva presenta evidenti problemi di sostenibilità e per questo cresce sempre di più l'esigenza di tecnologia di settore sempre più attenta alle problematiche ambientali. Da questa parte si utilizzano coltivazioni biologiche al fine di contrastare l'utilizzo estremo di antiparassitari e altri prodotti di sintesi. Questo approccio promuove la biodiversità delle specie coltivate e riduce l'inquinamento.

¹⁴ <https://www.osservatorioveganok.com/quali-strumenti-per-lagricoltore-4-0-ecco-la-rivoluzione-dellagricoltura-digitale/>

Al fine di ottimizzare i processi produttivi, anche in questo settore viene incontro l'utilizzo della tecnologia.

In modo particolare (come annunciato sopra), con l'uso di IoT, si potrebbe:

- ottimizzare l'utilizzo dell'acqua, garantendo un notevole risparmio grazie al monitoraggio costante dell'umidità del terreno e alla gestione dell'irrigazione anche considerando le previsioni meteorologiche, consultando servizi open-data di tipo ambientale/meteorologico
- somministrare alle piante la giusta dose di concimi e composti chimici, sfruttando ad un'adeguata analisi real-time della composizione del terreno

Tutto questo si potrebbe realizzare facendo un uso massiccio di sensori e informazioni trasmesse via internet.

Le innovazioni che legano l'agricoltura 4.0 e la tradizione della terra sono molte e piuttosto varie: l'agricoltura di precisione (che sfrutta Internet of Things e Big Data Analytics) e quelle dell'agricoltura interconnessa (il cosiddetto Internet of Farming), le analisi incrociate dei fattori ambientali, climatici e colturali che consentono di fissare il fabbisogno di acqua e nutritivo delle colture, impedire patologie, identificare infestazioni prima che proliferino, intervenire in modo mirato, risparmio di tempo e risorse, incidere sulla qualità dei prodotti, oltre ad aumentare la resa delle coltivazioni e migliorare le condizioni di lavoro.

Ne è un esempio il progetto dell'Università del Missouri che sfrutta delle torri poste nei campi per controllare lo stato delle piante e programmare degli interventi mirati a terra tramite dei robot. Il caso è esemplare perché il processo è automatizzato. All'uomo non resta che controllare i dati e le informazioni che le macchine inviano sfruttando la rete per aggiustare un po' il tiro o programmare operazioni differenti.

Inoltre, l'agricoltura 4.0 non significa solo interventi nei campi.

Il ciclo produttivo di un alimento è lungo e strutturato.

Si parte con l'agricoltura o l'allevamento per poi arrivare nel nostro frigo di casa.

Molte grandi multinazionali stanno puntando sulla sostenibilità dei processi produttivi attraverso la tecnologia e le certificazioni alimentari.

È il caso, ad esempio dei ristoranti Ikea e dei fast-food McDonald's, ma la tecnologia può arrivare anche nei supermercati, rendendo la spesa più smart.

Pensiamo all'indoor farming, cioè alla presenza all'interno del supermarket di veri e propri orti nei quali cogliere frutta e verdura freschissima.

L'innovazione tecnologica corre sul web e riguarda anche la carne, il cui consumo smodato provoca inquinamento e sprechi.

Per limitare i danni, due start-up tedesche hanno pensato alla macellazione su richiesta. L'acquisto di carne avviene via internet attraverso lo shop on-line e, solo dopo che tutte le parti dell'animale sono state vendute, si procede alla macellazione, riducendo a zero gli sprechi.

Infine, anche a casa nostra possiamo applicare scelte innovative all'alimentazione. Pensiamo, ad esempio a FridgeCam, la videocamera da montare dentro al frigo che ci tiene sempre informati su cosa abbiamo e cosa no, indicandoci la strada per una spesa più consapevole.

2.3. L'AGRICOLTURA DI PRECISIONE

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione aziendale che utilizza informazioni precise e tecnologiche per la raccolta delle informazioni sulle variazioni spaziali e temporali all'interno di un apprezzamento agricolo. Queste informazioni vengono utilizzate per gestire le operazioni agricole al fine di aumentare il reddito degli agricoltori e di ridurre l'impatto ambientale.

È un sistema di produzione in cui la gestione delle colture è basata sulla variabilità di campo e su condizioni sito-specifiche.

Il requisito primario è l'Informazione ed è considerato il cuore dell'agricoltura di precisione. Ulteriori requisiti sono Tecnologia e Gestione.

Le tecnologie elettroniche e informatiche al servizio dell'agricoltura di precisione e le pratiche agronomiche (GNSS, visione computerizzata, telerilevamento, sensori prossimali, applicazioni a rateo variabile, monitoraggio delle rese...) possono essere utilizzate singolarmente o in modo combinato, come mezzo per realizzare l'agricoltura di precisione in base alle necessità.

Il concetto centrale dell'agricoltura di precisione è quello di operare soltanto quando e dove è necessario (secondo logiche sito-specifiche) e questa può essere fatto soltanto se è disponibile una grande quantità di dati.

Le fasi sono:

1. raccolta dati (informazioni)
2. mappatura
3. processo decisionale
4. gestione colturale

L'adozione delle tecniche per l'agricoltura di precisione consente una più o meno spinta automazione delle attività di controllo operativo in campo. L'operatore viene in parte liberato dalle sue funzioni di regolazione delle macchine.

2.3.1 Sistema Satellitare Globale di Navigazione (GNSS)

L'elemento innovativo che sta alla base del principio dell'agricoltura di precisione è lo sviluppo del sistema di navigazione satellitare.

Comprende ognuno dei sistemi di navigazione basati su satelliti esistenti e programmati (GPS, GLONASS, GALILEO, IRNSS, BeiDou).

GPS o Global Positioning System, si chiama il Sistema di navigazione Americano

GLONASS: il sistema di navigazione Russo

GALILEO: il sistema di navigazione Europeo

IRNSS/QZSS: il sistema di navigazione Indiano

BeiDou/COMPASS: il sistema di navigazione della China

Questo sistema viene utilizzato per fornire la posizione di un ricevitore in termini di latitudine, longitudine, altitudine, velocità, direzione e tempo.

L'utilizzo di tutti i segnali GNSS disponibili generalmente migliora le prestazioni di posizionamento.

I dispositivi di navigazione GNSS permettono di effettuare una gestione sito-specifica dell'azienda agricola. Questo rappresenta una possibilità eccellente per aumentare l'accuratezza, la velocità e l'uniformità delle operazioni agricole. Tali dispositivi sono particolarmente utili per la distribuzione di erbicidi e fertilizzanti, e per monitorare le seminatrici e le macchine da raccolta. Inoltre, possono essere utilizzati per mantenere un

sistema a traffico controllato anno dopo anno, in modo da minimizzare il compattamento del terreno.

2.3.2 Utilizzo dei dispositivi GNSS per creare mappe

Tutte le applicazioni dell'agricoltura di precisione necessitano di un numero elevato di sensori per l'acquisizione dei dati in campo.

Tutte le informazioni raccolte possono essere collegate tra loro realizzando una mappa con le posizioni dei dati fornite da un ricevitore GNSS.

I dati spaziali fluiscono nel sistema informativo geografico (GIS) e sono utilizzati per analisi successive.

L'RTK-GNSS può essere ad esempio utilizzato per creare una **mappa della posizione** delle piante della coltura monitorando la posizione dei semi o delle piantine durante la semina o il trapianto.

Successivamente la mappa può essere utilizzata per l'esecuzione delle operazioni agricole (ad esempio controllo delle infestazioni sito-specifico, poiché viene presupposto che ciascuna pianta rilevata in una posizione differente rispetto a quella di localizzazione dei semi sia classificata come infestazione).

Inoltre, i dispositivi GNSS si utilizzano per la creazione di **mappe di precisione** per la distribuzione degli erbicidi a rateo variabile e **mappe di monitoraggio** delle rese.

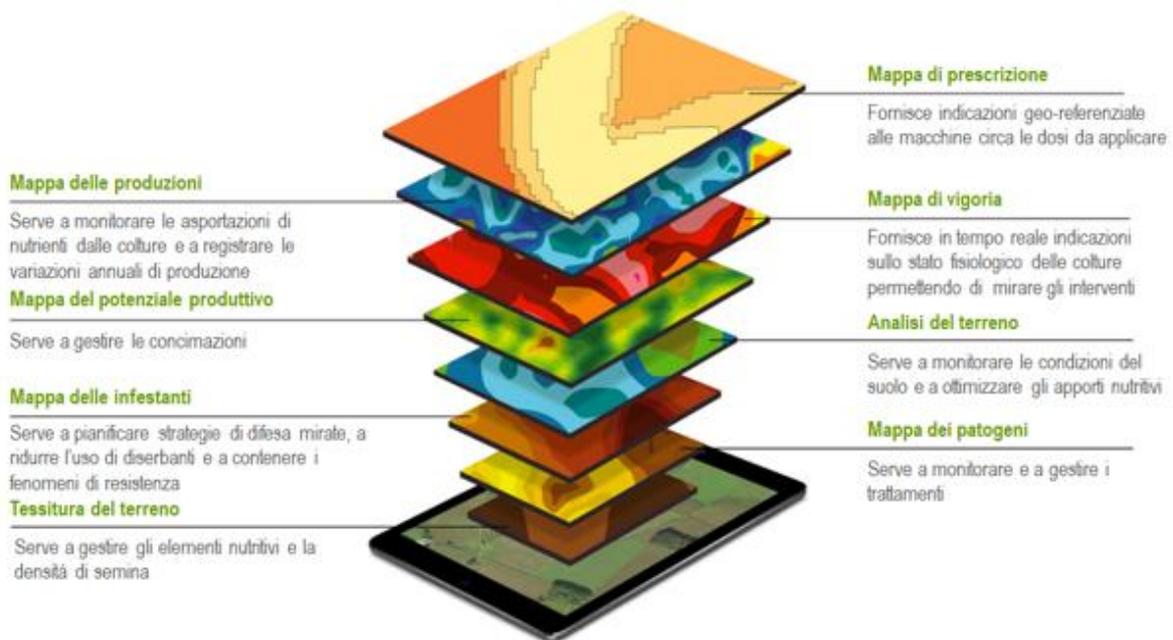


Fig.10. Mappe di precisione. (Fonte: Omnia Precision Agronomy, 2018)

2.3.3 Utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole.

L'utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole crea la possibilità di alleviare l'operatore dal fare continui aggiustamenti della sterzata nel tentativo di mantenere le prestazioni di una macchina agricola a livelli accettabili.

I sistemi di guida basati sull'utilizzo dei dispositivi GNSS richiedono che le file della coltura siano mappate utilizzando un sistema di georeferenziazione o che la coltura sia stata seminata/trapiantata utilizzando una seminatrice/trapiantatrice equipaggiata con un dispositivo RTK-GNSS.



Fig.11. Dispositivi RTK-GNSS. (Fonte: ArchiExpo.it)

-guida parallela manuale: permette di aumentare la velocità di avanzamento e ridurre gli errori di distribuzione. È un visualizzatore ottico di direzione a led o display che aiuta l'operatore a mantenere il trattore sulla traiettoria.

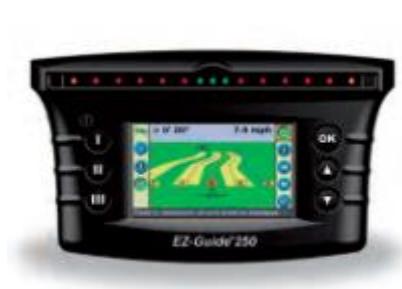


Fig.12. Display per la guida parallela manuale. (Fonte tractorpool.com)

-guida parallela o assistita: sono sistemi che possono essere applicati al volante o al piantone del trattore. Si applicano nei trattori non predisposti alla guida assistita. La guida a mani libere permette decisamente di ridurre la fatica, migliorare la sicurezza in azienda e aiuta a concentrarsi sul lavoro da svolgere.

Per esempio, il sistema TRIMBLE EZ-Steer, il quale permette di controllare il volante attraverso l'azione combinata di una ruota di frizione e di un motore elettrico. Il sistema si può facilmente spostare da un trattore all'altro. Può essere facilmente rimosso per consentire la guida manuale. Oppure, il sistema TRIMBLE EZ-Pilot: il quale è un sistema a spostamento rapido, dotato di motore elettrico compatto a reazione rapida applicato al piantone dello sterzo, che esegue sterzate di elevata precisione. Il motore elettrico consente l'utilizzo della guida manuale quando la guida assistita non è innestata.



Fig.13. TRIMBLE EZ-Steer e TRIMBLE EZ-Pilot (Fonte: tractorpool.it)

-guida parallela automatica: un esempio della guida parallela automatica è il sistema TRIMBLE Autopilot. Il quale offre una sterzata integrata ad elevata precisione per qualsiasi tipo di terreno. Il sistema di guida interagisce direttamente con il sistema elettro-idraulico del trattore. Questo sistema offre la massima precisione e velocità fino a 40 km/h, consente di completare le operazioni in modo rapido ed efficiente.

Trimble Autopilot™ – After Market kit

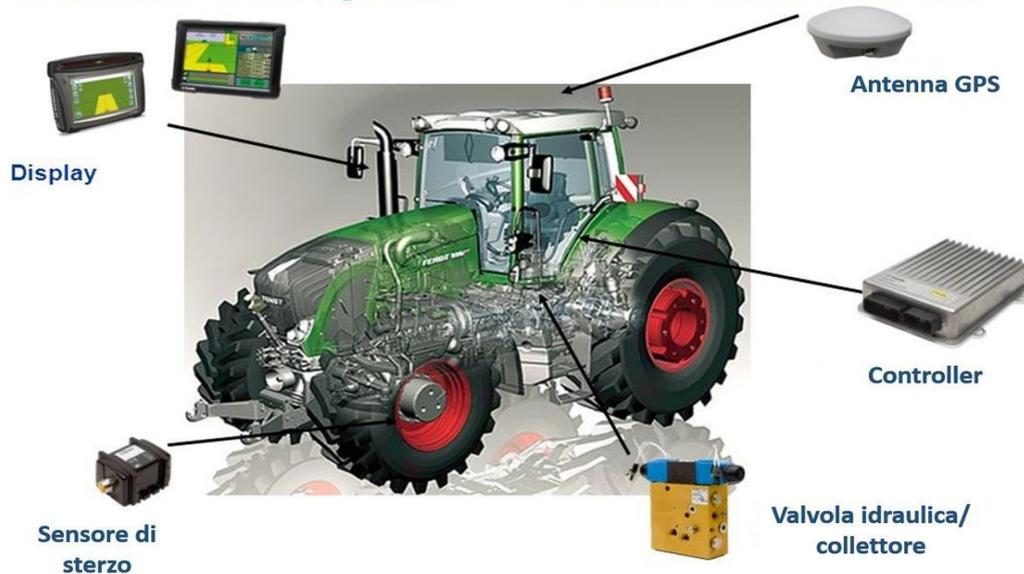


Fig.14. Trimber Autopilot, un esempio della guida parallela automatica.
(Fonte: Mondomacchina.it)

-guida macchine operatrici: in questo caso possiamo fare l'esempio del sistema TrueTracker Trimble. Il quale è un sistema di guida attivo (segnale da trattore ad operatrice) che gestisce contemporaneamente la guida del trattore e la guida indipendente della macchina operatrice, mantenendoli sulla stessa traiettoria. Trattore ed operatrice rimangono sulla traiettoria in maniera indipendente.

Il Tracker è un implemento supplementare che viene montato posteriormente alle macchine operatrici compatibili presenti sul mercato. La posizione dei dischi sterzanti (regolata dal sistema) permette al Tracker di guidare la macchina operatrice lungo la corretta traiettoria.



Fig.15. Tracker per le macchine operatrici. (Fonte)¹⁵

TrueGuide Trimble: è un sistema di guida passivo (segnale da operatrice a trattore), a costo contenuto, che controlla la macchina operatrice. Tramite il sistema Autopilot, guida il trattore e mantiene l'operatrice sulla traiettoria. Il trattore sposta la sua posizione per mantenere l'operatrice sulla traiettoria.

2.3.4 Sensori

¹⁵ http://studenti.ec.unipi.it/uploads/agraria/moodledata/113/lezioni_agricoltura_di_precisioni.pdf

I sensori hanno un'importanza fondamentale nell'agricoltura di precisione.

I sensori Ottici sono foto e video camere, scanner. La visione computerizzata riproduce la percezione umana della vista.

Ha tre principali applicazioni: misurazioni non distruttive (sulla base della forma, del colore e della tessitura delle piante), navigazione visiva e sorveglianza comportamentale.

- **I sensori Optoelettronici:** questi sensori non sono dotati di visione computerizzata e non sono pertanto capaci di discriminare coltura ed infestanti. Sono in grado di indicare i cambiamenti dei parametri ottici, come l'assorbimento della luce, la lunghezza d'onda o l'indice di rifrazione. Per esempio, GreenSeeker Trimble: effettua una scansione istantanea della coltura leggendo in modo non distruttivo la qualità di clorofilla presente nelle foglie per determinare l'efficienza fotosintetica e lo stato di vigore della coltura, che sono correlate allo stato nutrizionale della pianta. Oppure, WeedSeeker Trimble: ha un sensore di riflettanza in grado di identificare la clorofilla e di discriminare il verde della vegetazione dal terreno nudo e dai residui colturali. Quando un segnale di riflettanza "verde" della clorofilla oltrepassa una soglia (stabilita da un operatore durante la calibratura) dal dispositivo di controllo viene inviato un segnale ad un'elettrovalvola per la distribuzione dell'erbicida.



Fig.16. Sensori optoelettronici: WeedSeeker Trimble¹⁶. (Fonte: bmslasersat.com)

¹⁶ <http://bmslasersat.com.au/product-category/agriculture/flow-and-application/weed-seeker/>



Fig.17. GreenSeeker.¹⁷(Fonte: nik.bg)

- **I sensori Elettromagnetici:** utilizzati per monitorare la tessitura del suolo, la salinità, la sostanza organica ed il contenuto idrico del terreno.
- **I sensori Meccanici:** possono essere utilizzati per stimare la resistenza meccanica del suolo, spesso legata al grado di compattamento. Utilizzando un meccanismo che penetra o taglia il terreno e registra la forza misurata da estensimetri o da celle di carico.
- **I sensori Elettrochimici:** possono fornire informazioni riguardo ai nutrienti presenti nel suolo e al pH.
- **I sensori a Ultrasuoni:** forniscono una stima della distanza tra il sensore ed il primo ostacolo che incontrano. Sono generalmente utilizzati per misurare il volume della chioma degli alberi e controllare l'irrorazione per risparmiare prodotti chimici e per mantenere costante l'altezza della barra irroratrice rispetto al terreno.

2.3.5 Agricoltura automatizzata

Secondo studi dell'ONU, gli effetti dei cambiamenti climatici e del surriscaldamento terrestre potrebbero ridurre i rendimenti delle colture del 25%. Inoltre, la popolazione globale continuerà a salire e si stima che entro il 2050 dovremo produrre il 60% in più.

¹⁷ <http://www.nik.bg/en/produkt/greenseeker-handheld-crop-sensor/>

Non c'è quindi da stupirsi se il settore della robotica in ambito agricolo stia crescendo così velocemente.

Droni, trattori autonomi, sensori di terra e colture idroponiche indoor aiuteranno gli agricoltori a produrre di più, in modo più sostenibile e con costi inferiori.

La rivoluzione, insomma, è ancora in fase embrionale, ma decisamente in atto, e le cifre complessive in gioco sono già di tutto rispetto.

Secondo Market Research, l'investimento da parte di capitali di rischio nelle start-up tecnologiche agricole aveva raggiunto i 4,25 miliardi nel 2015, raddoppiando l'ammontare del 2014, e le previsioni attribuiscono al mercato mondiale dei droni agricoli un valore di 3,69 miliardi di dollari entro il 2022.

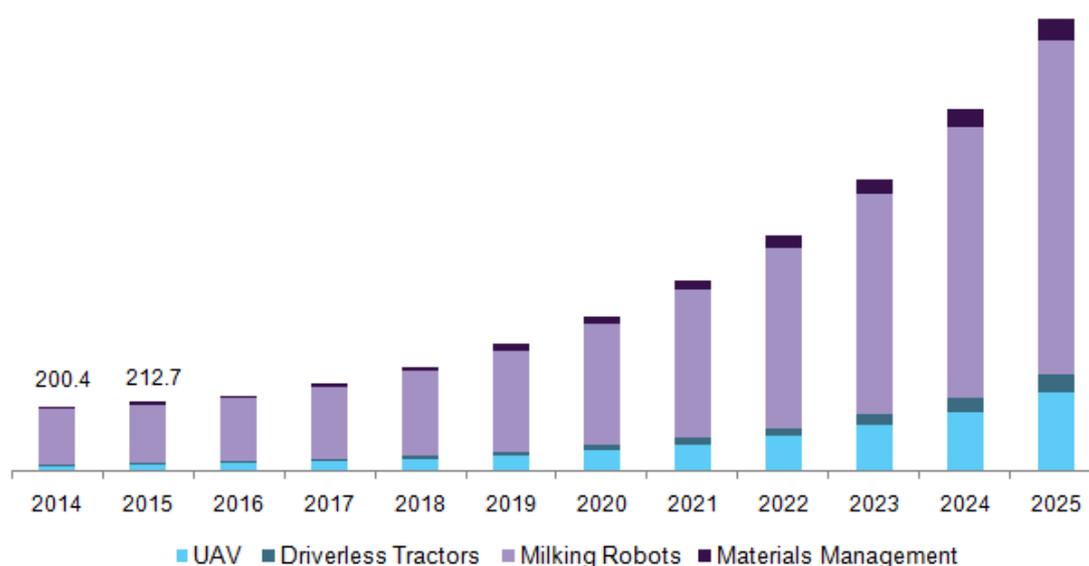


Fig.18. Mercato dei robot per l'agricoltura per tipo. (Fonte:2014-2025- Market Research Report)¹⁸

Le stime AgFunder, invece, prefiguravano solo l'anno scorso una crescita impetuosa del settore (+20% annuo) entro 5 anni. E il 2017 era iniziato bene, infatti, con le start-up tecnologiche agricole che nella prima fase del primo semestre 2017 avevano raccolto già 1.13 miliardi di dollari finanziamenti, ovvero il 56% in più del 2016 (che aveva invece registrato una flessione dopo il boom del 2015) il 2017 si è poi chiuso con investimenti in tecnologia agroalimentare a due cifre: 10'1 miliardi di dollari grazie a 924 operazioni, con un aumento

¹⁸ <https://valori.it/agricoltura-hi-tech-semina-miliardi-e-pensa-sostenibile/>

del 29% annuo del volume di finanziamento. E alcune stime recenti sostengono che il mercato globale dell'agricoltura di precisione verrà 5 miliardi di dollari già nel 2018 e potrebbe raggiungere i 9,5 entro il 2023, con un tasso di crescita composto (CAGR)¹⁹ per il periodo del 13,38 %.

¹⁹ Il tasso annuo di crescita composto (Compound Annual Growth Rate).

2.3.6 Rilevazione parametri di produzione

Esistono più sistemi che possono rilevare i diversi parametri delle produzioni in campo.

Ad esempio, quelli installati sulle mietitrebbiatrici sono in grado di monitorare continuamente la qualità di produzione. È importante consultare tali dati per capire in quali zone si è prodotto di più e in quali meno e perché.

Altri sistemi riguardano la guida automatica delle macchine agricole, ed operando mediante un ricevitore GPS collegato alle macchine (ad esempio trattori o mietitrebbiatrici) permettendo loro di mantenere le passate parallele portando come benefici un minore stress per l'operatore, risparmio di tempo e sprechi.

2.3.7 Rilevazioni del terreno

Oltre alla gestione dei macchinari ad uso agricolo, l'agricoltura di precisione si occupa anche, e soprattutto, del componente più importante: il terreno.

L'esigenza è quella di sfruttare l'Internet of Things per monitorare i vari parametri che caratterizzano il terreno che ospiterà le piantagioni, e quindi di controllare che tutti i parametri misurati rientrino nei limiti ottimali. Questo garantisce, oltre all'ottimizzazione della raccolta, anche un esiguo risparmio delle risorse necessarie alla buona resa agricola.

L'idea è quella di installare appositi sensori per la misurazione dell'umidità del suolo in vari punti del terreno agricolo. Tali sensori saranno tutti collegati ad internet e le rilevazioni effettuate saranno inviate ad una piattaforma online, che avrà lo scopo di collezionare questi dati.

Tale piattaforma ci darà la possibilità di visualizzare in maniera chiara i dati raccolti, ad esempio generando grafici intuitivi e facilmente comprensibili.

Saremo dunque in grado di analizzare questi dati e capire dove ci sarà bisogno di intervenire (manualmente o automaticamente) per correggerli, ad esempio attraverso degli attuatori che regoleranno il flusso di irrigazione.

Inoltre, la piattaforma interrogherà dei servizi di open-data meteorologici, in modo tale da poter ragionare sull'effettiva necessità di intervenire in base alle attuali e future condizioni meteo.

Se, ad esempio è prevista pioggia nelle prossime ore, non sarà necessario attivare il flusso di irrigazione. Questo porterà ad un risparmio di risorse idriche.

Ciascun sensore di umidità potrà essere affiancato ad un ricevitore GPS, in modo da poter identificare l'effettiva posizione dei sensori e incrociare tali dati con quelli meteorologici.

2.3.8 Mappatura dell'indice vegetativo

Quest'ultima è forse una delle novità più importanti, poiché consente di verificare la risposta delle piante all'ambiente in cui sono.

L'indice vegetativo è infatti un valore correlato al benessere della pianta e ad altri importanti valori, come la presenza di zuccheri nei frutti, la quantità di danni da insetti e l'attività fotosintetica. Questo valore si rileva "guardando le piante". Non a occhio libero ovviamente, ma con le fotocamere multispettrali: cioè speciali attrezzature capaci di separare i canali visivi.

Le foglie delle piante riflettono in modo diverso la luce in base a quanta clorofilla c'è, è quindi possibile montare le fotocamere multispettrali su droni, elicotteri o satelliti e rilevare così la situazione dei campi.

Queste mappe vengono poi caricate in terminali appositi a bordo dei trattori: grazie ad apposite attrezzature a rateo variabile, cioè che riescono a cambiare in modo autonomo e rapido i parametri di funzionamento, si possono così seguire le indicazioni elaborate dal computer.

Le applicazioni sono numerose, dal rateo variabile per le seminatrici, al dosaggio dei concimi, alla localizzazione dei trattamenti, fino alla variazione delle profondità di lavorazione del terreno.

Di seguito sono gli obiettivi di questo nuovo modo di fare agricoltura:

- **“aumentare le rese sito-specifiche”** cioè la produttività non complessiva del campo ma di ogni suo singolo punto;
- **“aumentare l’efficienza”**, cioè ottimizzare le risorse impiegate in modo da non sprecarle e farle rendere al massimo;
- **“aumentare la redditività”**, cioè le entrate delle aziende agricole ed i guadagni;
- **“diminuire l’impatto ambientale al minimo”**
- **“la creazione di opportunità imprenditoriali”**, cioè aziende di consulenza, contoterzismo e innovation broker.

Si prende quindi coscienza del fatto che non solo le caratteristiche dei singoli appezzamenti sono diversi, ma che addirittura ogni singolo metro quadrato può essere ottimizzato per evitare sprechi e ridestinare le risorse dove ce n’è più bisogno.

Per il futuro ci sono tante novità in questo settore.

Ecco due esempi:

La prima sono gli Agro-Bot, cioè Rover autonomi capaci di viaggiare fra i campi e svolgere operazioni diverse come ricognizioni, analisi e diserbo meccanico.

La seconda sono i trattori a guida autonoma: sono stati presentati dal gruppo CNH già un anno fa e consistono in due propositi capaci di muoversi autonomamente in campo e su strada. Possono cooperare e svolgere diverse lavorazioni, compresi i trasporti e la raccolta. Il trattore autonomo oltre a smuovere la terra, riceve tramite connessione Internet i dati sul meteo, e in base a questi può prendere una decisione.

Per esempio, se è a conoscenza di un possibile temporale può decidere di rimandare il lavoro oppure velocizzarlo per concluderlo prima dell’arrivo della pioggia.

Al momento si tratta solo di un *concept* e no lo vedremo subito sul mercato, però durante la sua presentazione a Monthyon, a nord di Parigi, ha riscosso un grandissimo successo. L’obiettivo dell’azienda è quello di lanciare il trattore a guida autonoma sul mercato entro il 2020.

CAPITOLO III

3.1. UN ESEMPIO NELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE

Come primo esempio porteremo il caso dell'Azienda Agricola Porto Felloni, considerata una tra i pionieri delle tecnologie digitali applicati alle colture in Italia. Infatti, dal 1990 che l'azienda Porto Felloni ha intrapreso un percorso di apertura verso le nuove tecnologie di agricoltura di precisione di applicazione pratica e diretta dei concetti di questa particolare gestione agronomica.

Agricoltura di precisione: è questa la chiave che ha consentito all'azienda agricola Porto Felloni di proprietà della famiglia Salvagnin, di crescere e di veder aumentare la produzione dei terreni di Lagosanto, tutti di recente bonifica. Dai sensori satellitari ai trattori autonomi, passando per la data-analysis le tecnologie sono alla base dell'attività di Porto Felloni.

3.1.1 La storia e i metodi innovativi dell'azienda agricola Porto Felloni

Porto Felloni è una grande azienda agricola di Lagosanto, in provincia di Ferrara, che conta una superficie coltivata di 500 ettari (la media italiana è intorno ai 12 ettari, ed è tra le più basse in Europa).

Il 60% dei campi di Porto Felloni è per lo più seminato a mais da granella, il 20% a piselli, fagiolini e mais in secondo raccolto, il 10% a frumento e nel restante 10% si coltivano pomodori, producendo sia con i metodi convenzionali che con i principi dell'agricoltura biologica. I campi di Porto Felloni si estendono su un'area bonificata al di sotto del livello del mare: dove prima c'era l'Adriatico, le caratteristiche dei suoli presentano grandi differenze. A causa di questa disomogeneità, accanto all'applicazione di metodi per la generazione delle mappe di resa (avviate ormai vent'anni fa), l'azienda ha messo a punto una rete di sensori che misurano l'esatta umidità del terreno ogni 10 cm, proprio per studiare la variabilità.



Fig.19. Sonda, di rilevamento dell'umidità. (Fonte: Porto Felloni)

Dall'analisi delle proprietà chimiche-fisiche geo-referenziate (hanno iniziato a concimare con dosaggio variabile alla fine del decennio scorso, quando ancora nessuno aveva provato a farlo e non vi erano spandiconcime adatti allo scopo), i fratelli Salvagnin possono concimare a rateo variabile (soprattutto per il grano e il mais), facendo particolare attenzione all'azoto -, dato che nei terreni 'sciolti' come quelli delle aree di bonifica del Ferrarese, l'azoto tende a 'scivolare' a causa delle piogge – e al concime organico.

Le caratteristiche fondamentali dell'azienda sono il continuo studio della variabilità presente dei propri appezzamenti attraverso mappature delle produzioni effettuate annualmente.

Sono utilizzati **software per l'analisi dei dati raccolti**, delle mappe dei suoli, della produzione e l'elaborazione delle mappe di precisione della dose variabile (Topol, JD Office). Inoltre, l'azienda utilizza un software gestionale che permette la rintracciabilità di tutte le operazioni colturali di precisione eseguite con un'alta accuratezza dei dati. L'azienda utilizza sistemi di supporto alle decisioni come modelli previsionali per le malattie e di guida alle concimazioni per quanto riguarda il mais, il grano e il pomodoro della società Horta.



Fig.20. Trattamento a tasso variabile del campo di pomodoro con citochinine per il contenimento del vigore delle piantine. (Porto Felloni 2018).

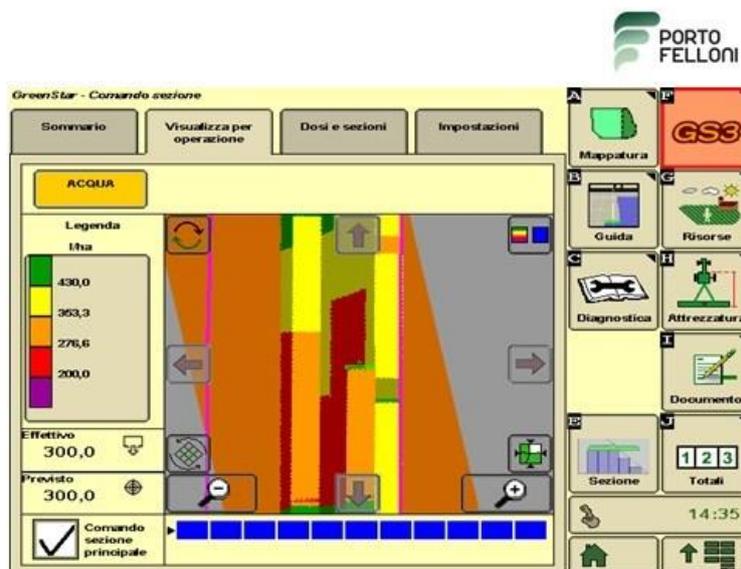


Fig.21. Immagine del monitor del trattore per il rilascio della citochinine per il trattamento. (Fonte: Porto Felloni)

Inoltre, possiede una quindicina di centraline meteo per la raccolta dei dati atmosferici e pedoclimatici e in particolare per conoscere le condizioni di umidità e gli stress idrici degli apprezzamenti in tempo reale.

3.1.2 Le ultime innovazioni dell'azienda Porto Felloni

L'azienda dal 2017 utilizza una innovazione **seminatrice di precisione** di Precision Planing, che permette di seminare il mais alla profondità stabilita grazie a un sistema di carico delle singole unità seminanti, generando contemporaneamente mappe della struttura e durezza dei propri suoli, analizzando i dati di semina.

Ci si avvale di questi sistemi anche per l'analisi statistica in tempo reale dei dati di raccolta delle produzioni.

Per affrontare lavorazioni e processi colturali in condizioni pedoclimatiche difficili l'azienda ha adottato l'utilizzo di **cingolature innovative** che offrono il minimo calpestamento dei terreni e delle colture in atto.

Inoltre, in azienda sono presenti due **impianti di essiccazione** della granella e dei sistemi di **refrigerazione** e **conservazione** della stessa e un **laboratorio** per le analisi delle micotossine. Fanno parte integrate dell'attività aziendale tre **impianti fotovoltaici** della potenza di 2,5 MW complessivi, anche questi realizzati in un'ottica di innovazione e rispetto dell'ambiente.

“Negli ultimi anni, spiega l'agronomo Simone Gatto, il più giovane dei soci, usiamo diversi satellitari, ma l'esigenza di avere dati di alta precisione ci ha fatto spostare l'attenzione su nuove tecnologie, così abbiamo scelto il **Drone**.

L'utilizzo del Drone per l'acquisizione di immagini e dati è stato sperimentato sui cereali, infatti le prime mappe di precisione sono state generate per analizzare il vigore vegetativo del mais e del grano, ottenendo ottimi risultati.

Il Drone consente di acquisire anche in presenza di nuvolosità, cosa che non possono fare i satelliti, e soprattutto di scegliere quando acquisire le immagini.

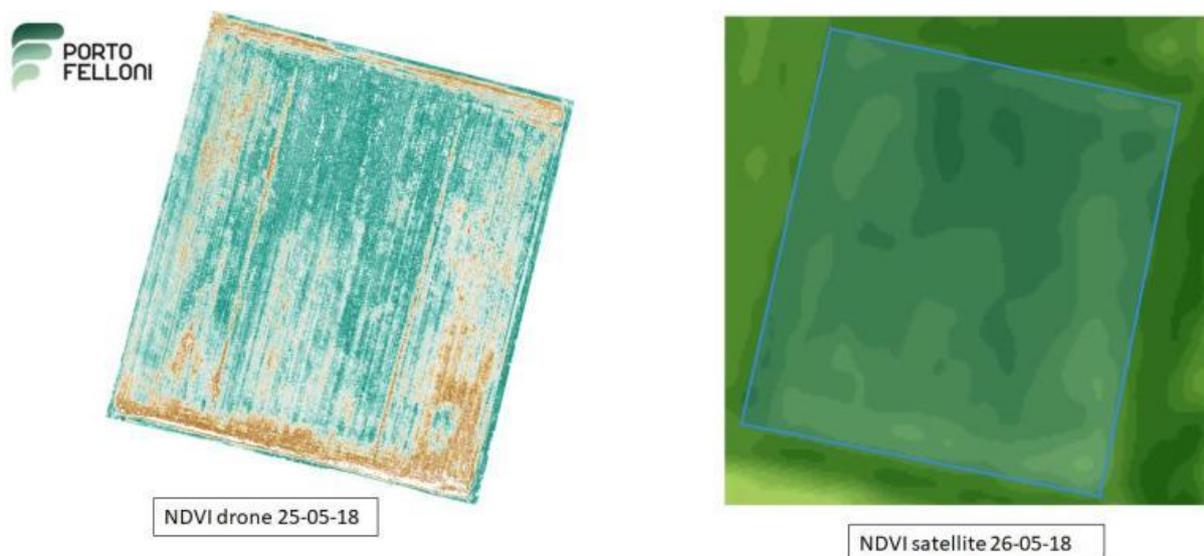


Fig.22. L'immagine con Drone e l'immagine con Satellite di un campo di mais. (Fonte: Porto Felloni)

L'immagine con drone fornisce in maniera più dettagliata e precisa le zone di vigore vegetativo, è più semplice da interpretare e rispecchia di più la reale situazione del campo. I dati acquisiti sono accurati, lo scarto è al di sotto del metro, che viene ridotto a pochi centimetri grazie alla calibrazione a terra del velivolo.

L'immagine con Satellite fornisce informazioni poco chiare, le zone sono difficili da capire. Infatti, alcune zone segnalate dal satellite hanno una distanza metrica di 20 metri.

3.1.3 I benefici

“I benefici maggiori si leggono in un aumento dal 20% al 30% della produttività, un risparmio dal 15% al 20% di prodotti, dai semi ai concimi e un miglioramento della qualità del lavoro per i nostri dipendenti, ai quali la tecnologia consente di svolgere un’attività molto meno pesante a livello fisico”.

La tecnica produttiva da noi utilizzata dà notevoli benefici anche nella pratica di coltivazione in biologico che oggi interessa circa 100 ettari della nostra superficie, poiché i dati utilizzati ed elaborati oltre alla precisione nelle lavorazioni meccaniche sono di valido supporto.

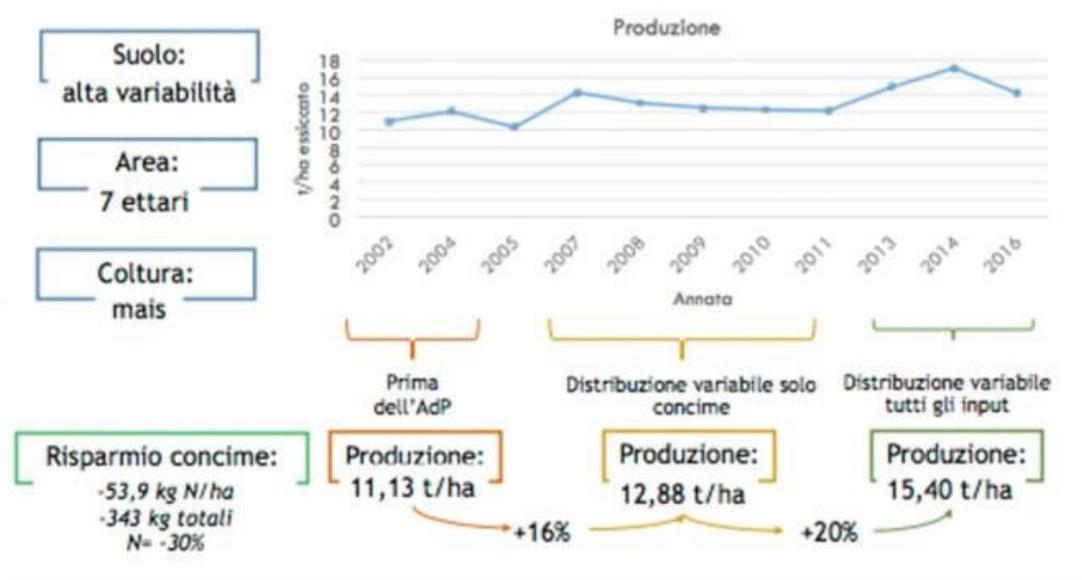


Fig.23. Un esempio dei benefici riscontrati grazie all’applicazione dell’agricoltura 4.0. (Az. Porto Felloni)

Nel grafico viene rappresentato l’aumento della produzione del mais del 20% in un’area di 7 ettari di suolo di alta variabilità dal 2002 al 2016. Ed anche un risparmio del 30% sul concime utilizzato.

Grazie all’utilizzo delle tecnologie, gli strumenti innovativi e alla continua ricerca in Agricoltura di Precisione, la famiglia Salvagnin e il nipote Simone Gatto sono i sostenitori della crescita della Società Agricola.

3.2 AZIENDA AGRICOLA ZOOTECNICA ROBOTIZZATA

Come secondo esempio di agricoltura innovativa riporteremo il caso dell'azienda agricola zootecnica, Ponte Vecchio a Vidor (TV), della famiglia Curto.

Abbiamo scelto questa azienda perché è stata la prima azienda agricola che ha portato l'esempio di una stalla totalmente robotizzata in Italia, la quale non punta solo nel guadagno economico ma viglia sul benessere degli animali e si prende cura di loro, avvicinandosi il più possibile ai ritmi naturali. In tal modo i prodotti caseari, formaggi, salumi e carni sono sempre più genuini e pregiati.

3.2.1 La storia e i metodi tecnologici dell'azienda agricola Ponte Vecchio

Ponte Vecchio è un'azienda agricola che nasce negli anni '50, gestita da Italo Curto, casaro dal 1974, assieme ai figli Stefano e Fabio, che rappresentano la quarta generazione di una famiglia dedicata all'allevamento delle vacche e alla produzione dei formaggi.

È stata la prima stalla completamente robotizzata in Italia.

“Tradizionale che si rinnova” è lo slogan della famiglia Curto.

Fabio è laureato in medicina Veterinaria ed è l'anima innovativa della famiglia.

L'azienda agricola Ponte Vecchio ha sede all'interno di un vecchio mulino, posto vicino al ponte che attraversando il Piave, unisce la pianura trevigiana a Valdobbiadene. Ad oggi si compone di 300 vacche, 130 di queste sono vacche da latte, per la maggior parte di razza Bruna.

“Le vacche Brune di proprietà vengono allevate con le migliori tecniche e alimentate con foraggi prodotti nella stessa azienda” racconta Fabio, in un'intervista per Amazing Food.

L'allevamento sfrutta infatti le più moderne tecnologie produttive: **meccanica, robotica e informatica.**

La decisione di automatizzare è stata presa da tutta la famiglia in seguito a un evento drammatico: la stalla andrò a fuoco e in quel momento si pose il problema di decidere se andare avanti o meno, e in che modo farlo.

“Siamo dunque stati in Olanda per studiare il loro sistema e poi abbiamo imboccato questa strada” racconta Fabio Curto nell’intervista.

Il primo **robot** ad essere introdotto è stato quello per **l’alimentazione**: la mandria viene divisa in gruppi, e per ogni gruppo è studiato un carro miscelatore diverso. Questo robot è un *Lely Vector*, dotato di un grande serbatoio da cui viene distribuito il cibo.

Il bestiame mangia più volte al giorno e sempre alimento fresco, appena miscelato.



Fig.24. Robot per l’alimentazione Lely Vector. (Fonte: Confagricoltura Treviso)

Attraverso il **robot di mungitura** invece, per ogni vacca, si hanno sotto controllo stato di salute, ruminazione, calori e qualità del latte. L’azienda munge attualmente 130 vacche con due robot *Lely Astronaut*, un box dotato di un braccio meccanico.

Le mucche vanno autonomamente a farsi mungere, con collare munito di chip si presentano al robot che verifica se è il momento opportuno o meno, a seconda del tempo trascorso dalla mungitura precedente.

In caso positivo lava e deterge la mammella per garantire la massima igiene; tramite scanner laser si verifica il posizionamento dei capezzoli per l'attacco automatico della mungitrice e il latte viene analizzato immediatamente, per singolo capezzolo verificandone la qualità e le eventuali anomalie che ne definiscono lo stato di salute e lo stato di benessere dell'animale e in caso di problematica avverte immediatamente l'allevatore tramite notifica sulle applicazioni.

Con questo processo è diminuito di molto l'uso di farmaci perché l'animale è costantemente controllato ma senza nessuna azione invasiva.



Fig.25. Robot di mungitura Lely Astronaut. (Fonte: Confagricoltura Treviso)

Invece, l'allattamento dei vitellini viene garantito da un altro **robot Lely Calm**, fornito di ciuccio.



Fig.26. Robot Lely Calm per l'allattamento dei vitellini. (Fonte: AgroNotizie)

L'allevatore oggi ha, quindi, più tempo a disposizione, ma soprattutto conosce in ogni momento lo stato dell'animale ed è in grado di intervenire tempestivamente ed esattamente sul problema già identificato.

Qualora vengono riscontrati elementi non conformi sull'animale la **App** invia un *alert* sullo smartphone dell'allevatore, il quale potrà valutare la situazione. In caso di problema grave la APP telefona direttamente all'allevatore, una voce registrata espone il problema. Una APP interrogabile da remoto permette quindi all'allevatore di sapere in ogni momento lo stato di salute di ciascun animale.

Si tratta di raccolta e analisi dati costante: dal numero di minuti di ruminazione, al numero di volte in cui l'animale è stato munto, a quanto mangia, alle informazioni sullo stato riproduttivo, alla verifica dallo stato di salute dell'animale, ogni aspetto viene registrato, rielaborato e riproposto attraverso un sistema di reportistica.

Con questo processo si arriva a quello che può sembrare un paradosso: ovvero con l'Hi-tech si torna ai ritmi naturali e si è più attenti al benessere degli animali.

Per fare un esempio la mungitura non avviene due volte al giorno, ma quando l'animale sente il bisogno di essere munto, meno litri di latte per munta significano meno stress per l'animale stesso.



Fig.27. App smartphone. (Fonte, foto: Confagricoltura Treviso)

Automatizzazione completa per mungitura, allattamento e alimentazione degli animali che permette all'allevatore maggior tempo a disposizione, maggiori informazioni specifiche su ciascun animale e una migliore capacità di intervento. Diminuisce dunque la quantità di tempo ma migliora nella qualità.

3.2.2 I benefici

I benefici dell'azienda Ponte Vecchio sono quantificabili in termini di tempo, ad esempio la parte di alimentazione degli animali oggi occupa un'ora e trenta ogni tre giorni (prima occupava tre ore e trenta ogni giorno). Di conseguenza è stata **ridotta la manodopera**.

È stato eliminato il Diesel e tutto oggi viaggia su fotovoltaico, con grandi **benefici sull'ambiente**. Gli animali stanno bene, vengono impiegati **meno farmaci** e tutto viene controllato eliminando anche la necessità di pastorizzazione per la produzione dei formaggi nel caseificio aziendale. I prodotti sono quindi realizzati con latte crudo, come si faceva una volta.

La produzione è **aumentata di volume** del 25% (n. capi) ed è aumentata di 3 litri la **produzione** giornaliera per capo.

Questa azienda si distingue anche per un processo che si alterna con l'alpeggio nei mesi estivi. In estate gli animali vengono trasferiti al pascolo, in Malga Mariech sul Monte Cesen, a 1500 metri di altitudine, nel comune di Valdobbiadene (TV). Durante questi mesi il latte delle

vacche è particolarmente ricco, con un piacevole colore tendente al giallo e con una maggiore complessità di profumi dovuta ai numerosi fiori ed essenze presenti nei pascoli. Questo latte consente di avere una produzione molto diversa rispetto a quella invernale e per questo la famiglia Curto ha deciso di sviluppare un nuovo progetto: distinguere la produzione di Malga Mariech con un bollino verde che indica “Fatto in quota 1504”.

CONCLUSIONE

Nel corso di questo lavoro abbiamo cercato di indagare quali sono le caratteristiche principali dell'Industria 4.0 e quali i suoi possibili ambiti di applicazione nel settore agricolo. Una serie di tecnologie digitali sono arrivate a maturarsi tutte insieme: internet delle cose, il Cloud, nuove interfacce uomo-macchina, robot collaborativi più facili da gestire, la possibilità di collegare in maniera molto più semplice di prima le risorse produttive – macchine con macchine, macchine con sistemi di trasporto e con le persone. La connettività diffusa, la sensoristica, la capacità di memorizzare enormi quantità di dati, tutte queste tecnologie messe insieme consentono di avere fabbriche più efficienti ed efficaci. Il tema è senza dubbio molto affascinante. Questa rivoluzione ha toccato anche il settore agricolo.

Il quale ha particolare necessità di sviluppo e innovazione, non solo per il previsto aumento della popolazione e il crescente esponenziale del tenore di vita, ma soprattutto per gli effetti dei cambiamenti climatici.

Per incentivare, promuovere e sostenere le aziende nell'adozione delle nuove tecnologie, negli ultimi anni, le autorità locali, i governi nazionali e le commissioni internazionali, hanno messo in atto diversi piani d'azione, che propongono e favoriscono il settore agricolo. Si tratta di una serie di soluzioni tecniche che mirano a ridurre gli impatti negativi dell'agricoltura sull'ambiente. Ci sono tante aziende che hanno intrapreso la strada dell'innovazione, infatti di evoluzione tecnologica in agricoltura si parla da tempo. Già dagli anni '90, grazie a tecnologie satellitari, GPS e software sui macchinari, il settore ha visto diffondersi il concetto di "Agricoltura di Precisione", intesa come approccio finalizzato ad eseguire interventi agronomici mirati ed efficienti, tenendo conto delle effettive esigenze colturali e delle caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo.

Il vantaggio con la novità, è che essa non resta mai nuova. C'è sempre una nuova novità che fa invecchiare quella precedente. (Frédéric Beigbeder)

Sitografia

<https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/rivoluzione-252.htm>

<https://aulab.it/blog/industria-4-0-i-punti-chiave-della-quarta-rivoluzione-industriale/68>

<http://www.stamparein3d.it/barilla-presenta-al-cibus-2016-la-propria-stampante-3d-alimentare-sviluppata-in-collaborazione-con-lolandese-tno-214/>

www.3dprintingcreative.it

<https://blogs.systweak.com/2016/11/an-insight-into-26-big-data-analytic-techniques-part-1/>

<https://nulltx.com/ethereum-can-solve-the-internet-of-things-problems/>

<https://www.ibm.com/internet-of-things/solutions/iot-platform/watson-iot-platform>

Piano nazionale Industria 4.0
Investimenti, produttività e innovazione
https://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf

Industria 4.0: mercato da 2,4 miliardi di euro

https://www.osservatori.net/it_it/osservatori/comunicati-stampa/industria-4.0-mercato

<http://documenti.camera.it/leg18/dossier/pdf/ES010.pdf>

<http://www.conaf.it/nuova-pac-scelte-nazionali>

<https://iaassassari.files.wordpress.com/2012/07/agricoltura-di-precisione-e-gps.pdf>

http://studenti.ec.unipi.it/uploads/agraria/moodledata/113/lezioni_agricoltura_di_precisione.pdf

<http://www.aipp.it/UserFiles/File/agricolturadiprecisionebari2017/R-Casa-Universita-Tuscia-L-applicazione-dell-agricoltura-di-precisione-per-il-miglioramento-delle-produzioni.pdf>

https://www.smau.it/company/success_story/detail/agricoltura-di-precisione-di-lunga-data/

<https://blog.analistgroup.com/azienda-agricola-porto-felloni-sceglie-i-droni/>

<https://blog.analistgroup.com/azienda-agricola-porto-felloni-agricoltori-innovativi-da-oltre-20-anni/>

https://www.smau.it/company/success_story/detail/azienda-agricola-ponte-vecchio-la-prima-stalla-robotizzata-italiana-che-riporta-ai-ritmi-naturali/

<http://www.cibodeli.com/producers/veneto/ponte-vecchio-vidor-tv>

<https://www.valsana.it/it/blog/ponte-vecchio/>

<http://www.confagricolturatreviso.it/confv/a-vidor-la-prima-stalla-in-italia-gestita-con-una-app-2>