

POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Gestionale**

Tesi di Laurea Magistrale

**Applicazione dell'intelligenza artificiale nei
settori della Sanità e della Supply Chain**



Relatore

firma del relatore (dei relatori)

prof. Carlo Cambini

Candidato

firma del candidato

Marta Clemente

Aprile 2019

Ringraziamenti

A mia madre, la mia unica vera sostenitrice, che mi è stata sempre vicina sia nei momenti belli sia nei momenti di crisi, la mia ancora nel mare della vita.

A mio padre che, con i suoi immensi sacrifici, ha sempre cercato di non farmi mancare nulla.

A mio fratello Arturo e mia sorella Ilaria, per avermi sopportata nella convivenza.

A mia nonna, per avere sempre le parole giuste in ogni momento.

A mia zia Valentina, che nonostante la lontananza tiene alla mia presenza nella sua vita e nella vita dei suoi figli Domenico e Vittorio che vedo crescere grazie alle sue innumerevoli videochiamate.

Alla mia amica Alice, adesso lontana ma sempre presente in ogni momento della mia vita.

Alle mie amiche Alice e Chiara con le quali abbiamo condiviso lo studio e non solo.

Ai miei colleghi di lavoro Davide, Federico, Bruno, Lorenzo, Simone, Claudia, per avermi reso piacevoli questi mesi lavorativi e in particolare Francesca per aver condiviso con me ansie inutili.

Al mio professore Carlo Cambini, per avermi seguita con la sua immensa gentilezza e pazienza.

Infine, vorrei ringraziare tutte le persone che non hanno mai creduto in me, o che si sono presentate in alcuni momenti della mia vita solo per farmi del male, perché se sono riuscita a raggiungere questo traguardo è anche grazie alla grande forza che loro mi hanno trasmesso.

INDICE

Introduzione	5
Capitolo 1.....	6
Industry 4.0.....	6
1.1 L'evoluzione industriale nel tempo.....	7
1.2 Tecnologie abilitanti.....	12
1.3 Valutazione rischi e benefici industry 4.0	19
1.4 Sfide e rischi dell'industria 4.0	24
1.5 La risposta italiana alla digitalizzazione	30
1.6 Piano nazionale industria 4.0.....	31
Capitolo 2.....	36
Intelligenza artificiale	36
2.1 Ambiti applicativi dell'intelligenza artificiale	43
2.2 Impatti e dubbi sull'intelligenza artificiale.....	47
Capitolo 3.....	49
Intelligenza artificiale nella sanità.....	49
3.1 Dispositivi e app per la raccolta dati	59
3.2 Come cambia il mercato sanitario con l'intelligenza artificiale	63
3.2 Come reagisce il mercato italiano.....	68
3.3 L'intelligenza artificiale e la sicurezza	70
3.4 Esempio applicativo: diagnosticare cancro alla pelle con IBM Watson.....	74
Capitolo 4.....	79
Intelligenza artificiale nella supply chain	79
4.1 Elementi fondamentali e nuove tecnologie.....	85
4.2 Impatto della supply chain 4.0.....	102
Capitolo 5.....	105
Applicazione di IBM Watson al progetto aziendale MRO.....	105
5.1 Avvio ed esecuzione del progetto (MRO 1.0)	105
5.2 Applicazione di IBM Watson (MRO 2.0).....	116
Conclusioni	130

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1: NEGRI G. (2017), "La Quarta Rivoluzione Industriale: sintesi di un cambiamento strutturale"	9
Figura 1.2: Industry 4.0: tecnologie abilitanti.....	12
Figura 1.3: Driver di valore dell'Industry 4.0 - 9/2017.....	20
Figura 1.4: Driver di valore per McKinsey	24
Figura 1.5: MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO (2017): "Piano Nazionale Industria 4.0 2017-2020".....	31
Figura 2.1: Scomposizione dell'Intelligenza Artificiale	38
Figura 2.2: Il processo di apprendimento delle macchine.....	40
Figura 2.3: Machine Learning vs Deep Learning.....	43
Figura 3.1: Soluzioni sanitarie tecnologiche in UK	58
Figura 3.2: Crescita esplosiva nel mercato sanitario dell'IA - Fonte: Accenture study	64
Figura 3.3: Le migliori 10 applicazioni dell'intelligenza artificiale nella sanità - Fonte: Accenture analysis	65
Figura 3.4: Soddisfacimento della domanda clinica non soddisfatta tramite l'intelligenza artificiale	67
Figura 3.5: Illustrazione schematica della tassonomia e esempi di set di immagini testate - Fonte: Rivista Nature	76
Figura 3.6: Prestazioni di riconoscimento del cancro della pelle dell'algorithmo e dei dermatologi.....	78
Figura 4.1: L'ecosistema di approvvigionamento digitale rispetto alla tradizionale catena di approvvigionamento lineare - Fonte PWC - 2016.....	85
Figura 4.2: Otto elementi chiave della Digital supply chain.....	86
Figura 4.3: Quattro stadi della maturità digitale	102
Figura 4.4: Potenziale della Supply chain 4.0. Fonte McKinsey 2016	105
Figura 5.1: Fasi per l'ottimizzazione dell'inventario	108

Figura 5.2: Organizzazione gerarchica del Master Data.....	111
Figura 5.3: Esempio: guanti soggetti a razionalizzazione	114
Figura 5.4: Calcolo KPI per i guanti.....	114
Figura 5.5: Intervalli di normalizzazione KPI	115
Figura 5.6: Valore dei due fornitori	115
Figura 5.7: Confronto costi 2019 CASO A e CASO B.....	122
Figura 5.8: Confronto produttività 2019 CASO A e CASO B.....	122
Figura 5.9: Confronto fra CASO A e CASO B	123
Figura 5.10: Confronto costi 2020 CASO A e CASO B.....	125
Figura 5.11: Confronto produttività 2020 CASO A e CASO B.....	125
Figura 5.12: Confronto fra CASO A e CASO B	125
Figura 5.13: Confronto costi 2021 CASO A e CASO B.....	126
Figura 5.14: Confronto produttività 2021 CASO A e CASO B.....	127
Figura 5.15: Confronto fra CASO A e CASO B	127
Figure 5.16: Confronto dei costi nei tre anni tra CASO A e CASO B.....	128
Figura 5.17: Confronto produttività nei tre anni tra CASO A e CASO B.....	Error!
Bookmark not defined.	
Figura 5.18: Impatto dell'intelligenza artificiale nell'organizzazione	129

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1: Le tre componenti degli algoritmi di apprendimento - Fonte: Dr. Pedro Domingo, University of Washington	39
Tabella 5.1: Classificazione degli item per categorie	108
Tabella 5.2: Classificazione dei fornitori per categorie	109
Tabella 5.3: Classificazione dello spending per categorie	109
Tabella 5.4: Esempio di prodotti equivalenti.....	111
Tabella 5.5: Costo aziendale orario per tipo di lavoratore.....	118
Tabella 5.6: Costo annuale aziendale CASO A - 2019.....	119
Tabella 5.7: Costo tecnologico IBM Watson.....	121
Tabella 5.8: Costo annuale aziendale CASO B - 2019	121
Tabella 5.9: Costo annuale aziendale CASO A - 2020	124
Tabella 5.10: Costo annuale aziendale CASO B - 2020	124
Tabella 5.11: Costo annuale aziendale CASO B - 2021	126

Introduzione

Nei nostri giorni stiamo assistendo ad una grandissima rivoluzione che è stata definita come quarta rivoluzione industriale.

Ricercatori di tutto il mondo stanno studiando il funzionamento dell'intelligenza umana per poterla applicare alle macchine, ai computer, alle applicazioni e molto altro.

La digitalizzazione sta cambiando l'industria mondiale e le aziende devono puntare su questa per rimanere competitive sul mercato e per migliorare la propria efficienza.

Inoltre, le esigenze del consumatore diventano sempre più importanti e le imprese devono dunque essere più trasparenti e devono modificare il modo in cui hanno sempre agito.

Un ostacolo, però, ad una rapida diffusione dell'intelligenza artificiale risulta essere la paura che l'uomo venga sostituito dalle macchine.

In realtà non è così, le macchine saranno un aiuto per l'uomo e vi sarà una collaborazione che porterà ad un incremento dell'efficienza generale.

L'utilizzo di questi apparecchi intelligenti genererà un miglioramento in tutti i settori.

In questo elaborato verrà effettuata un'analisi di due di questi in particolare, la sanità e la supply chain.

Emergerà che uno stesso algoritmo, una stessa macchina è in grado di apportare benefici ai pazienti e agli ospedali come ai processi aziendali.

Capitolo 1

Industry 4.0

Il termine Industry 4.0 è stato introdotto per la prima volta nel 2011 in Germania, durante la fiera di Hannover dove è stato annunciato il “Zukunftsprojekt Industrie 4.0”.

Questo progetto consisteva in misure volte a rafforzare la competitività tedesca nell'industria manifatturiera e comportava investimenti nei settori delle infrastrutture, scuole, istituti di ricerca e imprese per innovare il sistema di produzione tedesco. È stato creato un gruppo di lavoro sull'Industry 4.0 (presieduto da Siegfried Dais, vicepresidente del consiglio di amministrazione di Robert Bosch GmbH e Henning Kagermann, presidente della Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) e nell'ottobre 2012 il gruppo ha presentato al governo federale tedesco un set delle raccomandazioni di attuazione I4.0. Questa iniziativa è diventata un modello per tutti gli altri paesi, che hanno iniziato a elaborare i propri programmi per lo sviluppo tecnologico attorno ai principi di innovazione.

Esistono molteplici definizioni sull'industry 4.0, di seguito sono esposte due:

“L'industry 4.0 è l'insieme di tecnologie che accompagneranno la cosiddetta quarta rivoluzione industriale, basata sulla digitalizzazione e interconnessione di tutte le unità produttive presenti all'interno di un sistema economico.” (Roland Berger, 2014)

“Industry 4.0 è una confluenza di tecnologie digitali dirompenti che sono destinate a cambiare il settore manifatturiero al di là del riconoscimento: spinte dal sorprendente aumento dei volumi di dati, della potenza di calcolo e della connettività; dall'emergere di funzionalità avanzate di analisi e business intelligence; da nuove forme di interazione uomo-macchina, come le interfacce touch e i sistemi di realtà aumentata; dai miglioramenti nel trasferimento delle istruzioni digitali al mondo fisico, come nella robotica avanzata e nella stampa 3D.” (Feige E., Hammer H., Iacovelli D., Ulrich R., Bromberger J., McKinsey, 2016)

L'industry 4.0, dunque, va oltre l'automazione e la digitalizzazione della fabbrica e rappresenta un vero e proprio nuovo modello economico per il mondo industriale.

Sono molteplici gli elementi che influenzano il cambiamento:

- *Capacità di innovare*: Uno dei fattori chiave di successo per la maggior parte delle aziende è la capacità di innovare e adattarsi alle nuove tecnologie velocemente, poiché viviamo in un periodo in cui vi è una continua evoluzione tecnologica.
- *Flessibilità*: è un fattore importante poiché permette di adattare dinamicamente le attività produttive, aumentare la varietà di prodotti e ridurre i costi di produzione.
- *Personalizzazione dei prodotti*: Oggigiorno lo stakeholder che ha maggior potere sul mercato è proprio il consumatore e non più il fornitore. Le industrie devono concentrarsi sulla domanda e devono adattarsi alle esigenze del cliente.
- *Decentramento*: le imprese devono ridefinire la struttura organizzativa. In effetti, le organizzazioni controllate a livello centrale non sono in grado di supportare attività decisionali rapide necessarie in un sistema di produzione flessibile.
- *Efficienza delle risorse*: la scarsità di risorse e la crescente attenzione dei governi sulla sostenibilità attraverso diverse normative a livello mondiale implica la necessità di un miglioramento della loro efficienza sia economicamente che ecologicamente.

I nuovi progressi nell'automazione ma anche nella digitalizzazione e nel networking diventeranno un valido supporto nei diversi ambiti aziendali quali sanità, manufacturing, banking eccetera.

1.1 L'evoluzione industriale nel tempo

- *Prima rivoluzione industriale (1760-1840)*:

La rivoluzione è iniziata in Gran Bretagna e consisteva nell'evoluzione dai metodi di produzione manuale allo sviluppo di macchine e nuove

fonti di energia. Con la nascita del motore a vapore nella seconda metà del 1700, la forza idrica e la potenza del vapore iniziarono a essere sfruttate nel tentativo di meccanizzare la produzione. Coinvolse principalmente il settore tessile e quello dei metalli.

- ***Seconda rivoluzione industriale (1840 / 70-1914):***

L'uso diffuso di elettricità, l'arrivo del motore a combustione e l'uso di petrolio come fonte di energia hanno favorito lo sviluppo della produzione di massa, grazie soprattutto all'attuazione della catena di montaggio introdotta da Henry Ford nella sua azienda automobilistica. Con l'adozione di acciaio, elettricità, prodotti chimici e petrolio e il progresso scientifico e tecnico, il modo di fare impresa è completamente cambiato. Il rappresentante più noto della Seconda Rivoluzione Industriale è solo la Ford Company, caratterizzata dalla produzione di massa e sostenitrice del taylorismo, una teoria affermata da Frederick Taylor sull'organizzazione scientifica del lavoro nella fabbrica.

- ***Terza rivoluzione industriale (1970 2011):***

Dopo la Seconda Guerra Mondiale, nella seconda metà del 1900 l'adozione diffusa di elettronica, telecomunicazioni e informatica ha dato il via alla cosiddetta "*rivoluzione digitale*".

L'elettronica avanzata e i sistemi informatici hanno ulteriormente automatizzato i processi di produzione. Questa rivoluzione non solo ha trasformato la struttura produttiva delle imprese, ma anche, su una scala più ampia, l'ambiente socioeconomico nel suo complesso.

- ***Quarta rivoluzione industriale (in corso):***

La data di inizio della Quarta rivoluzione industriale non è ancora stata stabilita, forse perché è ancora in corso. Questo è stato uno dei temi principali che il World Economic Forum 2016 (20-24 gennaio, Davos, Svizzera) ha affrontato, durante la cosiddetta conferenza "*Padroneggiare*

la quarta rivoluzione industriale". È stato affermato che probabilmente solo ex-post sarà possibile indicare l'atto di fondazione.

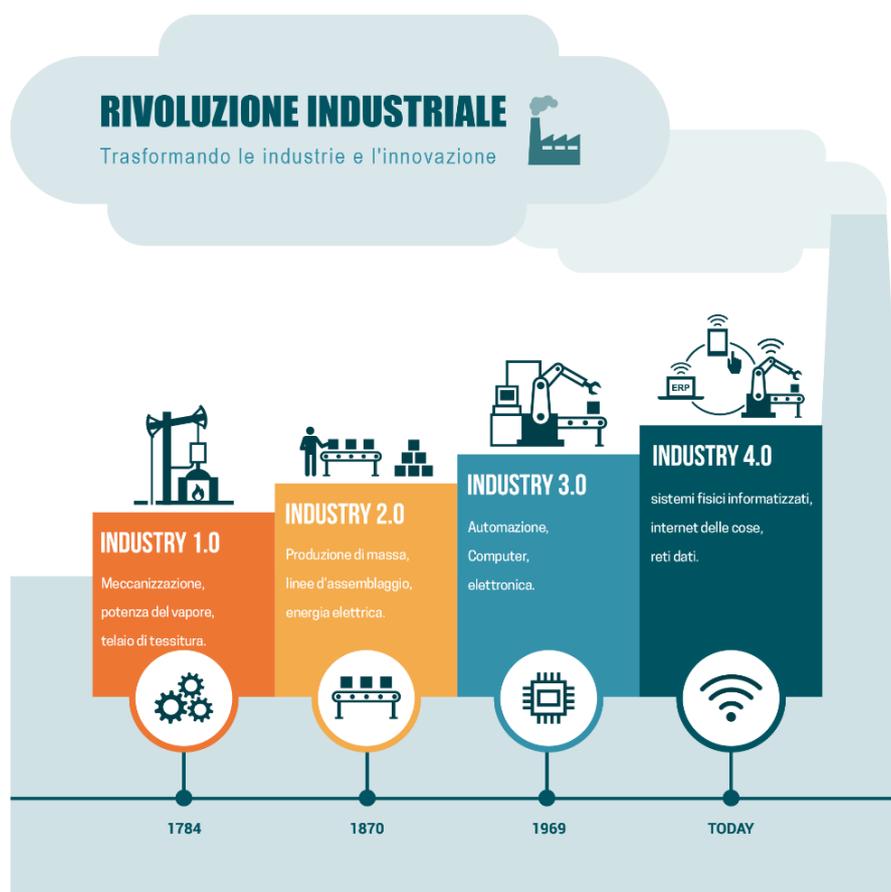


Figura 1.1: NEGRI G. (2017), "La Quarta Rivoluzione Industriale: sintesi di un cambiamento strutturale"

La quarta rivoluzione industriale si basa sulla terza ed è caratterizzata da una fusione di tecnologie, che sta confondendo le linee tra il mondo fisico, digitale e biologico. Klaus Schwab, fondatore e presidente esecutivo del World Economic Forum, ha identificato tre ragioni per le quali la rivoluzione di oggi non è solo un prolungamento della Terza rivoluzione industriale, ma è caratterizzata fortemente da: velocità, portata e impatto.

La velocità delle trasformazioni attuali non ha precedenti storici, sta sconvolgendo e sta cambiando radicalmente quasi ogni settore in ogni paese e finalmente la profondità e l'ampiezza delle innovazioni hanno

un impatto su tutti i sistemi di produzione, gestione e governance, influenzando così la società nel suo insieme.

Per quanto riguarda l'impatto dell'Industry 4.0 sul business, dal punto di vista dell'offerta molte aziende stanno scoprendo tecnologie che consentono loro di creare nuovi e più efficienti modi di soddisfare le esigenze esistenti, mentre sul lato della domanda le persone sono più esigenti, informate e coinvolte, costringendo le imprese a diventare più trasparenti e a modificare il modo in cui progettano, commercializzano e consegnano beni. Inoltre, è possibile identificare un cambiamento significativo nelle attuali catene del valore del settore e osservare una tendenza chiave come lo sviluppo di piattaforme tecnologiche che combinano domanda e offerta.

In termini di impatto sulla governance, le nuove tecnologie e i sistemi informatici consentiranno ai cittadini di comunicare meglio con le autorità, esprimere le proprie opinioni e adottare servizi pubblici più agili e ottimizzati. Contemporaneamente i governi acquisiranno nuovi mezzi tecnologici per aumentare il controllo sulla popolazione, sulla base di sistemi di sorveglianza pervasivi.

Ultimo ma non meno importante, l'impatto sulle persone. La quarta rivoluzione industriale cambierà ciò che facciamo, ma nel complesso chi siamo. In effetti ciò influenzerà la nostra privacy, la nostra idea di proprietà, il nostro comportamento di consumo, il nostro concetto di tempo libero, il nostro approccio all'educazione e all'apprendimento, il nostro futuro percorso professionale, come gestiamo le relazioni e così via.

La Quarta rivoluzione industriale è generalmente sintetizzata brevemente nel concetto dell'adozione dei sistemi Cyber-Physical, migliorando il ruolo fondamentale svolto dall'interconnessione tra hardware e software, dall'interazione tra oggetti fisici e sistemi IT.

È importante sottolineare come l'applicazione dell'industria 4.0 è stata tanto differenziata all'interno dei diversi contesti aziendali che risulta impossibile un'unica definizione.

Però esistono dei principi distintivi che permettono di etichettare una soluzione come 4.0:

- *Interoperabilità*: la capacità di Cyber Physical Systems, esseri umani e fabbriche intelligenti di connettersi e di comunicare tra loro, in modo da incrementare la propria competitività;
- *Virtualizzazione*: la capacità di creare una copia virtuale della fabbrica intelligente collegando i dati raccolti dai sensori su oggetti fisici e processi a modelli di impianti virtuali o modelli di simulazione;
- *Elaborazioni in tempo reale*: la capacità di raccogliere e analizzare dati e fornire le informazioni ottenute in tempo reale, in modo che l'impianto possa affrontare immediatamente ogni problema e la gestione possa sempre essere aggiornata;
- *Decentralizzazione*: la capacità dei sistemi cibernetici di prendere decisioni in proprio, quindi c'è un decentramento del processo decisionale;
- *Orientamento al servizio*: la tendenza a offrire servizi in aggiunta ai prodotti fisici, quindi il servizio diventa parte integrante del prodotto;
- *Modularità*: la tendenza a operare con moduli, che possono essere regolati, sostituiti, ripetuti o espansi in modo flessibile in relazione alle mutevoli esigenze e alle esigenze dei clienti.
- *Interconnessione*: macchine, dispositivi, persone e sistemi IT sono collegati. Le persone e gli oggetti interconnessi sono in grado di condividere informazioni, creando una collaborazione comune per raggiungere obiettivi comuni. Sotto questo punto di vista le tecnologie di comunicazione wireless hanno una funzione chiave per aumentare le interazioni tra gli attori e lo sviluppo di standard comuni di comunicazione è un aspetto di importanza cruciale da indagare;
- *Trasparenza delle informazioni*: una nuova forma di trasparenza delle informazioni è resa possibile dalla connessione tra il mondo fisico e quello virtuale. Grazie ai sensori, i dati sui processi fisici possono essere raccolti in modo da poter realizzare prospettive virtuali della realtà e le

informazioni dei risultati possono essere ripristinate ai partecipanti dei processi, al fine di consentire un processo decisionale trasparente;

- *Assistenza tecnica*: nelle fabbriche intelligenti il ruolo dei lavoratori passa da quello operativo alla funzione del risolutore di problemi flessibile. In un ambiente in cui i sistemi cyber-fisici funzionano creando reti complesse, gli esseri umani devono essere supportati da sistemi di assistenza, che li aiutano ad aggregare e visualizzare le informazioni immediatamente e in modo comprensibile al fine di affrontare problemi urgenti o eseguire attività non sicure e spiacevoli in ambienti di lavoro ostili (per esempi attraverso l'uso di robot).

1.2 Tecnologie abilitanti

La quarta rivoluzione industriale è rappresentata da una serie di tecnologie dette abilitanti che ne rappresentano il motore.

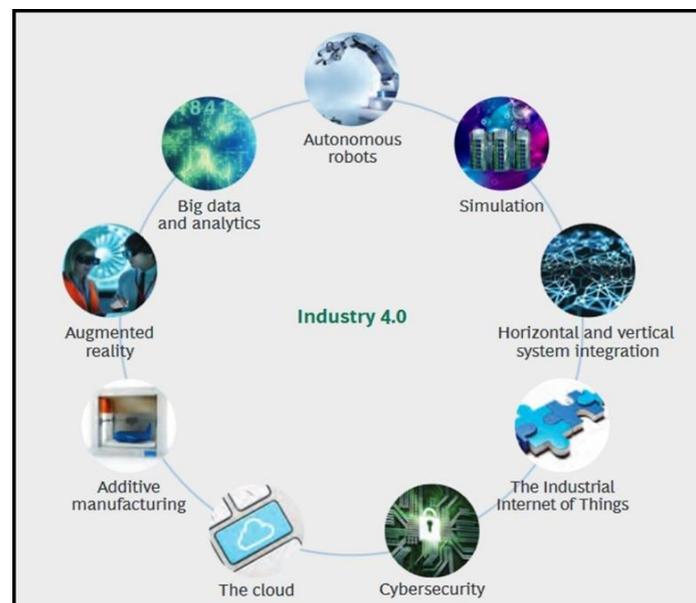


Figura 1.2: Industry 4.0: tecnologie abilitanti

Da esse scaturiscono numerose opportunità: abilitazione di nuovi modelli di business, customizzazione di massa, ottimizzazione nella gestione delle

risorse, migliore gestione del ciclo di vita del prodotto, riduzione del time to market, possibilità di conoscere in tempo reale le esigenze del consumatore.

Big Data and Analytics

La digitalizzazione di processi, IoT, oggetti e persone generano costantemente dati che passano dal mondo fisico al mondo cibernetico generano un enorme flusso di dati che i database tradizionali non sono in grado di gestire. Nel mondo cibernetico, le tecnologie dei Big Data consentono di analizzare i dati raccolti estraendo informazioni che hanno valore in termini di conoscenza. Pertanto, grazie all'implementazione di questa tecnologia, è possibile gestire tutte le informazioni che possono essere elaborate e analizzate. L'applicazione di Analytics sui dati archiviati può avere un impatto significativo sulla qualità della produzione, sul risparmio energetico e sulla manutenzione e può supportare il processo decisionale in tempo reale.

Pertanto, Big Data e Analytics sono strumenti chiave per Industry 4.0 in quanto consentono l'archiviazione di un volume enorme di diversi tipi di dati provenienti da più fonti che possono assumere un significato diverso a seconda del modo in cui vengono analizzati.

Tra le tecnologie applicate nel settore dei Big Data è possibile citare: Hadoop, un framework tecnologico aperto per la programmazione di sistemi di analisi su quantità copiose di dati; Hive, che consente l'esecuzione efficiente di query per la raccolta di analisi dei dati su sistemi distribuiti; Spark, una tecnologia per la programmazione efficiente di sistemi paralleli per l'analisi dei dati su larga scala.

In conclusione, è possibile affermare che per implementare con successo il progetto Industry 4.0 Big Data e Analytics sono fondamentali. Pertanto, molti istituti di ricerca e accademici stanno implementando e ottimizzando queste tecnologie.

Cloud Computing

Le infrastrutture di cloud computing sono grandi data center che consentono all'utente di disporre delle risorse di cui hanno bisogno con una formula pay-per-view. In questo modo, il nuovo modello di business riduce notevolmente la potenza IT interna, offrendo la possibilità di acquisire il servizio all'esterno in base alle esigenze del momento. In questo modo, l'hardware e l'applicazione software sono disponibili in qualsiasi momento, da qualsiasi luogo e attraverso qualsiasi dispositivo. Inoltre, il cliente può accedere ai servizi da remoto, senza necessità di installazione, aggiornamento e backup o manutenzione dell'infrastruttura. I vantaggi del Cloud Computing sono maggiore trasparenza, riduzione dei costi di processo ed errori relativi alla gestione manuale dello stesso e della carta, dei costi di energia e risparmi di spazio. Inoltre, c'è una tracciabilità dei contenuti in tempo reale, accelerando l'accesso ai documenti.

In conclusione, il Cloud Computing consente di avere accesso diffuso, facile e selettivo, distribuito e su richiesta, a una serie di risorse che possono essere correlate al mondo IT o di produzione.

Augmented reality

La realtà aumentata permette di estendere la normale percezione sensoriale dell'uomo, mediante informazioni generalmente convogliate elettronicamente, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi.

Attraverso l'utilizzo di particolari dispositivi, definiti "indossabili", è possibile visualizzare il mondo reale arricchito di veri e propri oggetti virtuali che permettono all'operatore di entrare in possesso di una mole di dati di gran lunga maggiore rispetto a quelli a cui avrebbe accesso senza l'utilizzo dei suddetti devices.

Ciò permette di semplificare drasticamente operazioni molto complesse come manutenzioni e riparazioni; infatti, la possibilità di visualizzare le modalità di intervento dettagliate mentre si sta compiendo un'attività critica rappresenta un'enorme vantaggio.

I cosiddetti dispositivi “indossabili” sono apparecchiature elettroniche provviste di particolari sensori che consentono l’elaborazione di informazioni. Questi dispositivi possono rendere più efficiente anche la sicurezza sul lavoro, infatti sono in grado di misurare e monitorare lo stato di salute del lavoratore attraverso indicatori chiave, come il battito cardiaco, al fine di limitare al minimo gli infortuni e gli incidenti sul lavoro.

La realtà aumentata, in sintesi, non ha come obiettivo quello di sostituire la realtà; al contrario, ha come scopo ultimo quello di incrementarla secondo modalità interattive e in tempo reale.

Additive manufacturing

Definita anche come stampa 3D, questa tecnologia ha la capacità di produrre prodotti tridimensionali a partire da modelli virtuali. È una tecnologia dirompente, che va di pari passo con quelle più tradizionali utilizzate nei processi di produzione, ovvero fusione, rimozione e deformazione del materiale.

Nel mondo della produzione industriale, questa tecnologia può essere utilizzata su possibili produzioni seriali e sulla prototipazione più consolidata che utilizza il metallo come materia prima. Inoltre, verrà utilizzato per fornire la soluzione alla personalizzazione di massa. Infatti, consente di produrre piccoli lotti di prodotti personalizzati in base alle esigenze del cliente. In questo scenario, una macchina può essere utilizzata per fabbricare prodotti diversi, riducendo i costi. Inoltre, queste tecnologie consentiranno una produzione decentralizzata e ridurranno le distanze di spedizione e i livelli delle scorte.

Al momento, le tecnologie di produzione additiva non sono ancora pronte per essere utilizzate su larga scala. Effettivamente al giorno d'oggi, questi tipi di tecnologie non sono ampiamente applicate perché hanno ancora tassi di produzione lenti, una gamma ristretta di materiali e prezzi elevati.

Inoltre, la sfida tecnologica in questo settore dell'automazione è identificabile anche nel campo della neuro-informatica e della neuro-robotica, dove

l'obiettivo è di ridurre costantemente la distanza tra l'elaborazione del computer e i processi cognitivi umani.

Cybersecurity

Stiamo assistendo a un costante aumento degli attacchi informatici che stanno diventando sempre più articolati. Questi attacchi vengono fatti sfruttando una combinazione di vulnerabilità umane e tecnologiche, che consentono ai cyber-criminali di entrare in un'organizzazione. I cyber-criminali non attaccano solo le banche e le grandi multinazionali: gran parte del loro giro d'affari viene fatto attaccando piccole, medie e micro-imprese che sono completamente impreparate a occuparsene.

I criminali bloccano le operazioni di queste aziende, rubano i loro beni, i dati o le strategie di business. In questo modo, aumenta il rischio per un'azienda di non sopravvivere. Pertanto, aumentare i livelli di sicurezza delle piccole e micro imprese è un passo fondamentale per la sicurezza delle catene produttive. Questo aumento è particolarmente importante in un momento di forte trasformazione, la rivoluzione dell'Industria 4.0, che aumenterà l'integrazione tra le società appartenenti a una catena, aumentando di conseguenza la superficie di attacco.

Successivamente, un maggiore livello di connettività attraverso l'applicazione di standard comuni aumenterà enormemente il rischio per le aziende, quindi è necessario introdurre sistemi avanzati per proteggere le imprese.

Le aziende dovrebbero rendere la sicurezza una priorità aziendale assegnando responsabilità al management e estendendo la sua consapevolezza a tutti i livelli. Tutte le difese, integrate in un approccio unificato, devono essere testate con metriche chiare per ottimizzare l'interoperabilità della piattaforma e ridurre il rilevamento del tempo di attacco.

Internet of Things

IoT è la rete di oggetti fisici, sistemi, piattaforme e applicazioni contenenti elettronica, software, attuatori e connettività, che permette a questi dispositivi

di comunicare e condividere informazioni l'uno con l'altro, con l'ambiente esterno e con le persone.

L'oggetto riceve dall'ambiente esterno i dati acquisiti su un server che, dopo averli elaborati, formula gli output da inviare all'oggetto smart.

Secondo un'analisi pubblicata nel 2016 da Marco Morchio e Gionata Tedeschi, amministratore delegato di Accenture Strategy, l'IoT è una tecnologia digitale che sta già influenzando le imprese e i modelli di business. Rappresenta uno dei maggiori driver di produttività e crescita per i prossimi dieci anni, consentendo la reinvenzione di interi settori industriali con un peso totale corrispondente ad almeno due terzi del mercato globale. Dal 2030, l'IoT potrebbe determinare una crescita del PIL di \$ 14,2 trilioni, con benefici particolarmente forti per le economie mature. L'impatto sarà estremamente significativo anche per i lavoratori, che beneficeranno di attività ad alta intensità di conoscenza, competenze più avanzate e attività ridisegnate. Sosterrà la qualità dell'occupazione, aprirà nuovi mercati, come la telematica, la domotica e la Smart City, rafforzerà le capacità governative efficienti e migliorerà la capacità di gestire le risorse ambientali e produttive per lo sviluppo sostenibile.

Internet of service

Quando non sono le "Cose" che forniscono il valore individualmente, ma il valore deriva dai "Servizi", che sfruttano l'integrazione di dispositivi IoT per rispondere a una particolare esigenza, parliamo di IoS. Un esempio può essere un dispositivo per casa, come l'allarme fumi. Potrebbe esserci un'azienda che non vende gli allarmi ma li installa e li monitora. Gli allarmi potrebbero segnalare il loro stato all'azienda e se si riscontrano anomalie il servizio di assistenza può intervenire. Ci si aspetta che ogni dispositivo connesso a Internet disponga di una serie di servizi intelligenti, creando l'Internet dei servizi.

Internet of People

Il nuovo termine Internet of People (IoP) comprende l'elettronica personale abilitata a Internet. Si sta rapidamente diffondendo nel tessuto della società

dando una nuova espansione per aumentare la crescita consistente di telefoni cellulari, tablet e altri dispositivi elettronici convenzionali e reti e servizi associati. Molte periferiche e alternative abilitate per Internet arrivano che sono indossate, incorporate nei tessuti e nei prodotti. Questo grazie a nuovi materiali e modi di realizzare elettronica e interfacce umane più adatte.

Internet of Energy

IoE è l'infrastruttura di rete integrata basata su protocolli di comunicazione standard e interoperabili che interconnettono la rete energetica con Internet. IoE può aiutare a ottenere grandi risparmi energetici grazie al monitoraggio remoto e nel complesso la produzione di energia può sempre essere definita in relazione alla domanda effettiva, che viene calcolata attraverso le informazioni raccolte da IoT, IoS e IoP.

Simulation

La simulazione richiede innanzitutto un oggetto / sistema da modellare; il modello rappresenta le caratteristiche principali, le funzioni principali e i comportamenti principali dell'oggetto / sistema, mentre la simulazione illustra come l'oggetto / sistema modellato funziona nel tempo. La simulazione è utilizzata in molti contesti al fine di mostrare gli eventuali effetti reali di condizioni alternative e le conseguenze di una diversa linea d'azione. È anche molto utile nella tecnologia per realizzare l'ottimizzazione delle prestazioni o nella fase di sviluppo del prodotto, quando il prodotto è progettato ma non ancora costruito. Nella maggior parte dei documenti I4.0, che si occupano di simulazione, viene utilizzato per la creazione e la modifica di diverse versioni di un nuovo prodotto emergente per meglio allinearsi con le esigenze dei clienti e nelle prime fasi del ciclo di vita del prodotto per evitare la costosa fase di realizzazione del prototipo. Con la simulazione è possibile intervenire virtualmente sul sistema, senza alterare il reale prodotto fisico di un grande vantaggio in termini di costi, tempi e complessità.

Autonomous Robots and Artificial Intelligence

Come affermato da Deloitte nel rapporto intitolato "Automazione intelligente che entra nel mondo del business", l'automazione robotica dei processi nota anche come "automazione intelligente", ovvero la combinazione di intelligenza artificiale e automazione, sta iniziando a cambiare il modo in cui viene fatto il business. I sistemi di automazione intelligenti non solo producono e raccolgono molte informazioni, ma possono anche automatizzare interi processi di lavoro, mentre imparano e si adattano ai mutevoli ecosistemi all'interno dei quali operano. Questo aiuterà le aziende a raggiungere alte performance in termini di qualità ed efficienza. In questa prospettiva, la robotica sta trovando il proprio posto in diverse industrie che automatizzano e rimuovono elementi umani dalle linee di produzione e assemblaggio o che intervengono anche nelle operazioni di magazzino e carico.

I progressi nel campo dell'intelligenza artificiale (ovvero lo sviluppo di sistemi informatici in grado di eseguire attività che normalmente richiedono l'intelligenza umana), tra cui l'apprendimento automatico, l'elaborazione del linguaggio naturale e la visione artificiale e una maggiore potenza di calcolo, creano una nuova generazione di hardware e software robot con applicazioni pratiche in molti settori diversi.

1.3 Valutazione rischi e benefici industry 4.0

I principali vantaggi che è possibile evidenziare sono, come già detto in precedenza, un aumento dell'efficienza e della produttività nelle attività produttive, come spiegato da un studio effettuato da McKinsey nel 217.

Attraverso l'implementazione di diverse tecnologie sarà possibile automatizzare e ottimizzare i processi al fine di ottenere risultati migliori. Questo aumenterà la flessibilità e permetterà la produzione di prodotti personalizzati.

Seguendo la struttura prevista nella relazione del 2015 di McKinsey, "Industry 4.0: Come navigare nella digitalizzazione del settore manifatturiero", i

principali benefici saranno descritti a partire dal principale driver di valore, al fine di identificare facilmente e sfruttare alla fine le reali potenzialità dell'Industria 4.0¹.



¹Maintenance, repair, and operations.

McKinsey&Company

Figura 1.3 Driver di valore dell'Industry 4.0 - 9/2017

- *Processi e prodotti*: Il miglioramento della produttività e l'ottimizzazione dei processi sono i primi benefici che si presentano quando si parla di trasformazione nello scenario Industry 4.0. In questo modo, sarà possibile risparmiare sui costi, aumentare la redditività, ridurre gli sprechi, ottimizzare il consumo di materiale e accelerare la produzione. Grazie ai risultati di un'indagine di BCG riportata nell'articolo del 2016 "Sprinting to Value in Industry 4.0", è possibile evidenziare come

¹ McKinsey & Company. "Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector". 2015. url: https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf 24/09/2017

questo beneficio sia riconosciuto tra gli intervistati. BCG ha intervistato 380 aziende di diverse dimensioni con sede negli Stati Uniti. Tra di loro quasi il 90% ritiene che l'Industria 4.0 possa migliorare la produttività di un'impresa. Inoltre, circa il 50% si aspetta di trarre valore dalla riduzione dei costi di produzione, mentre solo il 28% ritiene che il valore sarà generato grazie ad un aumento dei ricavi. Questi risultati derivano dal fatto che Industry 4.0 propone molte e diverse soluzioni per ottimizzare il processo e aumentare la produttività, consentendo una migliore gestione delle pratiche, delle scorte e della logistica. I dati del rapporto McKinsey rivelano che l'ottimizzazione dei processi in tempo reale aumenterà la produttività fino al 5%.

- *Utilizzo degli asset:* l'utilizzo degli asset è sempre considerato un fattore cruciale, soprattutto nei settori in cui sono richiesti macchinari molto costosi. In caso di malfunzionamenti l'impresa subisce pesanti perdite. Si presenta la necessità di spostare tecnici e ingegneri per riparare il bene, o nel peggiore dei casi, il bene va sostituito, aumentando di molto le spese dell'anno. In entrambi i casi, i guasti incidono sulla produttività e sulla reputazione dell'impresa in caso di ritardi, causando talvolta l'annullamento degli ordini. Al fine di limitare questi rischi, Industry 4.0 propone attività di manutenzione predittiva e i costi di sostituzione diminuiranno notevolmente, poiché la frequenza dei guasti diminuirà. Attraverso la digitalizzazione della linea di produzione, i sensori forniranno in tempo reale il monitoraggio dello stato e la diagnosi delle apparecchiature, consentendo una manutenzione proattiva. La manutenzione predittiva nell'ottica McKinsey darà risultati straordinari, riducendo i tempi di fermo macchina dal 30% al 50% e aumentando la vita utile degli asset dal 20% al 40%.
- *Lavoro:* I lavoratori hanno un impatto sostanziale sul costo della maggior parte delle industrie e per questo motivo è importante per migliorare la produttività dei lavoratori. Si possono ottenere miglioramenti sia riducendo la complessità dei loro compiti sia

riducendo i tempi di attesa, ad esempio nei casi in cui la consegna di un ordine è ritardata. In questo caso l'automazione e i robot possono influenzare positivamente il compito assegnato ai lavoratori. Pertanto, la collaborazione umana è una questione che deve essere presa in considerazione quando si definiscono le tecnologie da implementare. Nel caso di Etalex, produttore canadese di sistemi di scaffalature, l'introduzione di robot collaborativi ha permesso un aumento delle vendite del 40% a parità di dipendenti.² Inoltre, l'Industria 4.0 permette di migliorare le condizioni ambientali del luogo di lavoro. Il controllo in tempo reale delle condizioni di lavoro, come il monitoraggio costante della temperatura e dell'umidità, una migliore individuazione dei fattori di rischio e una più facile collaborazione tra colleghi sono ulteriori fattori che possono migliorare la produttività dei dipendenti e la sostenibilità dell'azienda.

- *Magazzino*: I grandi magazzini sono importanti fattori di costo del capitale per alcuni settori industriali. Al fine di ridurre il livello delle scorte, Industry 4.0 sottolinea la necessità di ottimizzare in tempo reale la supply chain riducendo i costi di magazzino dal 20% al 50%. In questo modo è possibile ridurre le imprecisioni nel calcolo delle scorte, la sovrapproduzione e i piani di domanda inaffidabili.
- *Qualità*: Il miglioramento della qualità è una delle questioni più importanti quando si tratta dei miglioramenti attesi grazie all'introduzione di tecnologie innovative. La riduzione degli scarti e delle ore di rilavorazione è dovuta principalmente allo squilibrio dei processi produttivi, alle scarse capacità di confezionamento e alla mancanza di personale non qualificato. In questo scenario, attraverso l'introduzione di sensori, sistemi IoT, CPS, i dati in tempo reale permettono di aumentare la qualità

² Dopico M., Gomez A., De la Fuente D., García N., Rosillo, R., Puche, J. "A vision of industry 4.0 from an artificial intelligence point of view". 2016. url: <http://worldcomp-proceedings.com/proc/p2016/ICA7532.pdf>

In questo caso è tipico vedere una diminuzione dei costi della qualità dal 10% al 20%. Il rapporto BCG evidenzia che il 43% degli intervistati riconosce la possibilità di ottenere un miglioramento della qualità della produzione grazie agli elementi forniti dall'Industry 4.0.

- *L'incontro tra domanda e offerta:* La produzione incentrata sul cliente è un argomento di grande importanza. I clienti sono sempre più esigenti e, a causa dell'aumento della concorrenza globale, è necessario avere un'immagine completa delle esigenze del cliente. Gli strumenti di Industry 4.0 permettono di migliorare la precisione delle azioni di previsione della domanda e l'analisi avanzata è il punto di partenza per raggiungere questo progresso. Ad esempio, attraverso il crowd forecasting, basato su analisi avanzate, è possibile aumentare la precisione dei risultati di previsione fino all'85%. Inoltre, le persone si aspettano un maggior grado di personalizzazione e di interazione con il produttore. Nel prossimo futuro, i clienti si aspettano di avere la possibilità di personalizzare il prodotto e ridurre la distanza tra il produttore e il cliente con canali diretti di comunicazione come piattaforme digitali. In questo scenario, l'automazione è l'elemento chiave per acquisire e mantenere un vantaggio competitivo sul mercato.
- *Time to Market:* Un breve Time to Market è uno degli elementi che permette ad un'azienda di ottenere un vantaggio competitivo rispetto agli altri. Industry 4.0, grazie all'implementazione di strumenti di stampa 3D e di simulazione in fase di progettazione di un prototipo, permette la riduzione di questo indice. Infatti, tipicamente Industry 4.0 riduce il Time to Market dal 30% al 50%.
- *Servizi post-vendita:* In generale, le spese operative sono generate dai costi di servizio, come le azioni di riparazione e manutenzione e i tempi di fermo macchina. Pertanto, sarà ottimale ridurre questi costi creando soluzioni per i clienti. In questo caso è possibile menzionare la possibilità di introdurre applicazioni di manutenzione remota, che permette ai tecnici di essere sempre connessi alle apparecchiature e di

avere una diagnosi remota senza la necessità di trovarsi presso il cliente. In questo caso è possibile avere una riduzione dei costi dal 10% al 40% con l'implementazione della manutenzione remota e predittiva.

Questo rapporto fornisce uno strumento utile per avere una visione d'insieme del potenziale della rivoluzione dell'industria 4.0 all'interno di un'impresa. Pertanto, è possibile affermare che la quarta rivoluzione industriale cambierà completamente i processi produttivi. Tecnologie avanzate ottimizzeranno la produzione, portando ad una riduzione dei costi di produzione e dei tempi di fermo macchina. Inoltre, c'è la possibilità di raggiungere elevati gradi di scalabilità e flessibilità, elementi chiave per creare prodotti personalizzati, riducendo la distanza tra clienti e imprese.

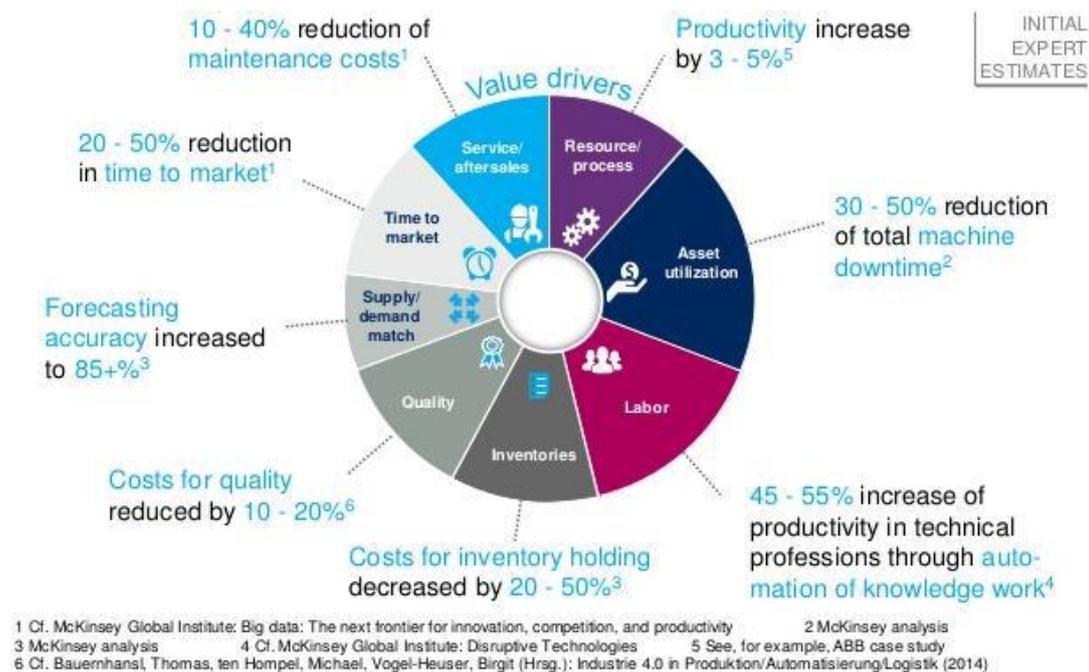


Figura 1.4: Driver di valore per McKinsey

1.4 Sfide e rischi dell'industria 4.0

L'industria 4.0 non ha la possibilità di dare risultati immediati. È una visione per il futuro e ci vorranno anni per essere completamente sviluppati.

Influenzerà gli aspetti più importanti di un'industria e, per questo motivo, le imprese dovranno affrontare numerose sfide nel decidere se adottare e seguire questa rivoluzione tecnologica. In questo scenario, l'industria dovrà affrontare non solo sfide tecnologiche e scientifiche, ma anche questioni economiche, politiche e sociali.

Il capitale

Un'indagine condotta da Pwc nel 2014 e pubblicata nel documento "Industry 4.0 - Opportunities and Challenges of the Industrial Internet" ha sottolineato quali sono le principali sfide che le aziende dovranno affrontare nell'implementazione delle tecnologie e della visione di Industry 4.0. Il 46% degli intervistati ha dichiarato che i maggiori timori che dovrebbero affrontare sono i benefici economici poco chiari determinati dalle recenti tecnologie e gli enormi investimenti necessari.

Hanno sottolineato l'idea che la maggior parte delle aziende non ha ancora implementato né le tecnologie Industry 4.0 né piani strategici per possibili miglioramenti, perché questo comporterà cambiamenti radicali e non c'è ancora una chiara quantificazione delle potenzialità. È ancora qualcosa di nuovo e non ci sono molti casi d'uso. Le aziende, infatti, esitano a investire in questo nuovo e grande progetto. Inoltre, una trasformazione radicale richiede un capitale enorme, in quanto gli imprenditori dovrebbero probabilmente cambiare tutte le loro attrezzature. In questo scenario, la maggior parte delle industrie, specialmente le piccole e medie imprese, non sono in grado di fare un investimento così ampio e saranno isolate.

In conclusione, per aumentare lo sviluppo dell'Industria 4.0 tra tutti i settori industriali è necessario aumentare la trasparenza migliorando lo scambio di esperienze tra le imprese.³

³ Volkmar Koch, Simon Kuge, Reinhard Geissbauer, Stefan Schrauf. "Industry 4.0 – Opportunities and Challenges of the Industrial Internet". 2014. URL: <https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwc-industrie-4-0.pdf>

Mancanza di standardizzazione

Senza la definizione di uno standard di comunicazione concordato sarà impossibile interconnettere le macchine tra loro o con gli esseri umani. Se ogni macchina ha meccanismi e protocolli diversi, i Cyber Physical System non saranno mai in grado di scambiare informazioni.

Pertanto, questa comunicazione ha lo scopo di scambiare informazioni orizzontalmente e verticalmente, tra tutti gli attori del processo produttivo, quindi non solo all'interno dell'azienda, ma anche all'esterno. Infatti, è possibile affermare che la standardizzazione è necessaria per garantire l'interoperabilità all'interno e all'esterno dell'impresa.

La questione è di estrema importanza, in quanto c'è la possibilità che l'avvento di una guerra di standard rallenti e nel peggiore dei casi fermi anche la rivoluzione dell'Industria 4.0.

La standardizzazione richiede il più alto livello di integrazione tra sistemi mai visto prima come il superamento dei confini geografici, tecnologici e gerarchici e il seguire il prodotto in tutte le fasi del suo ciclo di vita. Questo è possibile solo con standard basati sul consenso dei vari attori, e attraverso una rigorosa valutazione e progettazione degli stessi.

Per raggiungere questi obiettivi è quindi necessario lavorare a stretto contatto con i ricercatori, le industrie, gli utenti e gli enti di standardizzazione per creare correttezza metodologica per fornire funzionalità, stabilità e sicurezza agli standard che verranno definiti. Negli ultimi anni, l'ente tedesco di standardizzazione DIN ha stabilito accordi di lavoro con l'IIC (US International Internet Industrial Consortium), fondato nel marzo 2016 da AT & T, Cisco, General Electric, IBM e Intel, la DKE (German Information Technology Commission) e l'ISO Technical Management Board (TMB). A quanto pare, questi posti di lavoro hanno già portato alla creazione dello standard UC OPC, da utilizzare a livello mondiale. Molto probabilmente, quindi, la Cina, che considera la Germania come il suo principale concorrente nel settore manifatturiero, si allinea con la Germania. Tuttavia, non è possibile

affermare che una guerra standard con la Francia non sta iniziando. Nel maggio 2015, il Ministero dell'Economia ha lanciato la "Alleanza per l'industria del futuro", che ha il suo scopo primario di definire gli standard e di spingerli a livello internazionale.

Gestione dei dati

La rivoluzione dell'industria 4.0 si basa sui dati. Dallo scambio di dati all'analisi dei dati, informazioni affidabili e in tempo reale sono la questione chiave per essere sicuri che l'impresa funzioni correttamente. Tuttavia, ci sono molte sfide da considerare quando si tratta di dati.

Al giorno d'oggi, considerando tutte le tecnologie disponibili è facile raccogliere una grande quantità di dati, ad esempio installando numerosi sensori. Tuttavia, è importante prestare molta attenzione quando si raccolgono i dati perché c'è molta differenza tra Big Data e Smart Data. Una grande quantità di dati può creare molto rumore in fase di analisi. In questo scenario, problemi e modelli reali possono essere nascosti.

Inoltre, Industry 4.0 sottolinea la necessità di utilizzare reti wireless ed Ethernet, come canali principali per trasferire le informazioni. Le attività che richiedono una trasmissione in tempo reale di dati affidabili attraverso quelle reti wireless, come il monitoraggio intelligente e il controllo o la manutenzione remota, necessitano di una comunicazione di alta qualità. Tuttavia, con questo tipo di connessioni, la latenza e la perdita di dati può avere un impatto sostanziale sulle azioni intraprese. Pertanto, è estremamente importante trovare un modo per ridurre i livelli di questi indicatori, riducendo questi rischi. Inoltre, anche la congestione della rete può aumentare la latenza. Un aumento del numero di macchine collegate alla rete può portare i dispositivi ad affrontare i tempi di fermo macchina, a causa della massiccia presenza di entità che forniscono e richiedono informazioni per poter funzionare.

Sicurezza delle informazioni e privacy

L'obiettivo finale di Industry 4.0 è quello di interconnettere tutte le entità e condividere i dati con la rete. Tuttavia, la divulgazione di una grande quantità di informazioni aumenta il rischio di violazione della privacy e il rischio per la sicurezza informatica. Successivamente, negli ultimi anni si è prestata sempre maggiore attenzione a questi due aspetti.

Lo scopo principale di Industry 4.0 è quello di creare una nuova intelligenza che potenzialmente rende tutto connesso e comunicativo attraverso un uso evoluto di Internet e di un software "come servizio" sempre meno proprietario. In questo scenario, la sicurezza informatica è uno dei settori più importanti da migliorare per ridurre il rischio di violazioni e fughe di dati. La criminalità informatica funziona con le tecnologie e si evolve spesso giocando in anticipo. Le aziende comprendono infatti che è impossibile garantire una sicurezza totale. La protezione di dati, macchine, programmi, prodotti, persone deve essere parte di una strategia allargata, in cui la conversione dei dati deve essere parte di una strategia allargata.

Dipendenti

Automazione, programmazione, analisi, sistemi embedded e ICT saranno i nuovi requisiti per ottenere preziosi miglioramenti delle prestazioni. In seguito, il nuovo modello organizzativo cambierà l'organizzazione e di conseguenza i dipendenti richiesti in ogni unità.

Inoltre, anche le risorse umane dovranno affrontare queste nuove sfide. Hanno il dovere di identificare le capacità che saranno necessarie in futuro e di attrarre nuovi talenti all'interno dell'organizzazione aziendale.

Pertanto, gran parte dei dipendenti, il cui lavoro può essere sostituito da robot, sarà estraniata, mentre in altri campi il tasso di assunzione aumenterà. Inoltre, saranno introdotti nuovi processi educativi e di formazione.⁴

⁴ Stephen Cooper, Alec McCullie, Nick Harrison. "Industry 4.0: It's all about the people". 2017. url: <https://home.kpmg.com/uk/en/home/insights/2017/05/industry-4-0-its-all-about-the-people.html> 29/09/2017

Approccio all'industria 4.0

Considerando le premesse di cui sopra, ora è chiaro che il valore nascosto nell'Industria 4.0 è enorme. Come definito nell'articolo "Industria 4.0: Smart products, smart processes, smart profits" del 2015 scritto da Douglas K. Gates, Global Head of Industrial Manufacturing and Aerospace & Defense di KPMG, la chiave per raggiungere questo valore è collegare prodotti intelligenti e miglioramenti di processo. Egli definisce "Industria 4.0 come la piattaforma su cui i produttori lungimiranti ridisegnano completamente la tradizionale catena del valore del business e dell'industria e, così facendo, creano un vantaggio competitivo senza precedenti. Per essere chiari, non si tratta solo di inserire oggetti intelligenti nei prodotti esistenti. Si tratta di utilizzare tecnologie e modelli intelligenti per creare valore - per l'organizzazione, l'utente finale e la catena del valore. E poi si tratta di avere le capacità e le capacità di sfruttare e mantenere quel valore. Non vi è alcun valore nel mettere sensori nelle macchine del vostro impianto o nei vostri prodotti se i vostri team di progettazione non sono in grado di tradurre i dati in intuizioni e miglioramenti reali del prodotto; o se le operazioni dell'impianto non possono utilizzare i dati della macchina per aumentare l'utilizzo dell'impianto e migliorare la velocità di cambio formato; o se l'acquisizione dei dati sulle prestazioni del prodotto e sulla manutenzione non porta a nuovi modelli di servizio che generano ricavi".

Pertanto, al fine di ottenere il valore dal mutevole ambiente industriale è importante integrare i due lati dell'azienda e, tenendo conto delle loro attuali capacità, determinare cosa cambiare, implementare o migliorare, partendo da una strategia appropriata.

Tuttavia, come accennato in precedenza, queste strategie dovrebbero tener conto del fatto che, poiché le tecnologie abilitanti chiave per il framework Industry 4.0 rimodelleranno e influenzeranno le fasi critiche del processo produttivo, è rischioso implementarle. Il costo del rischio è così alto che è importante per valutare correttamente se i benefici saranno sicuramente superiori al costo. Infatti, la trasformazione sarà lenta e incrementale.

1.5 La risposta italiana alla digitalizzazione

La digitalizzazione sta cambiando l'industria di tutto il mondo e ogni paese sta attuando i propri piani di azione.

Secondo uno studio del Politecnico di Milano circa la metà delle imprese Italiane investe meno dell'1% in progetti di digitalizzazione, di cui il 59% delle grandi imprese e il 45% delle PMI.

Inoltre, l'85% delle PMI afferma di non aver usufruito delle agevolazioni messe in atto dai governi negli ultimi due anni.

La motivazione di tale carenza è dovuta per un 15% alla scarsa conoscenza di tali agevolazioni, per un 30% alla complessità delle procedure di accesso e per un 34% all'assenza dei requisiti richiesti.

La maggior parte delle aziende, il 36% delle grandi imprese e il 37% delle PMI, risulta aver adottato la digitalizzazione dei processi interni, ad esempio l'ERP, la Conservazione Digitale o la gestione elettronica documentale. Ciò perché vi è una necessità profonda di migliorare la gestione dei dati e ancor di più poiché vi è l'obbligo di fatturazione elettronica fra privati.

Le grandi aziende vogliono puntare su progetti di digitalizzazione poiché devono restare competitive sul mercato e ricercano una sempre maggiore efficienza a breve termine.

La PMI invece ritiene fondamentale la facilità d'uso della soluzione implementata, e la spinta normativa per investire sulla digitalizzazione.

I principali ostacoli al cambiamento nelle grandi aziende sono la resistenza del personale interno per un 24%, la diversità delle procedure di clienti e fornitori per un 18% e l'assenza di una visione condivisa sul digitale per un 17%.

La barriera principale invece per le PMI risulta la scarsa diffusione di competenze digitali fra il personale incaricato di gestire i processi di innovazione.⁵

⁵ BERTELE U., PEREGO A., BALOCCO R., CORSO M. (2018), Osservatorio Fatturazione Elettronica & eCommerce B2b, "Fatturazione Elettronica: nuovo impulso per il Digital B2b", Politecnico di Milano.

1.6 Piano nazionale industria 4.0

“Il Piano Industria 4.0 è una grande occasione per tutte le aziende che vogliono cogliere le opportunità legate alla quarta rivoluzione industriale: il Piano prevede un insieme di misure organiche e complementari in grado di favorire gli investimenti per l’innovazione e per la competitività. [...] Industria 4.0 investe tutti gli aspetti del ciclo di vita delle imprese che vogliono acquisire competitività, offrendo un supporto negli investimenti, nella digitalizzazione dei processi produttivi, nella valorizzazione della produttività dei lavoratori, nella formazione di competenze adeguate e nello sviluppo di nuovi prodotti e processi.”

(Carlo Calenda – Ministro dello Sviluppo Economico)⁶



Figura 1.5: MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO (2017): "Piano Nazionale Industria 4.0 2017-2020"

⁶ MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO (2017), "Piano nazionale Industria 4.0 2017- 2020", Investimenti, produttività e innovazione, Cabina di Regia Industria 4.0.

Il 21 Settembre 2016 il Ministro dello Sviluppo Economico, Carlo Calenda, e il Presidente del Consiglio, Matteo Renzi, hanno presentato il *Piano Nazionale Industria 4.0*, approvato il 7 Dicembre 2016 dal Senato, al fine di allineare il paese agli standard di competitività stranieri.

Sono stati stanziati 13 miliardi di euro per il triennio 2017-2020 per supportare le imprese italiane nel fare innovazione digitale.

Gli imprenditori italiani dovranno investire nei processi innovativi e ciò porterà a mobilitare risorse per un ammontare di 24 miliardi di euro, dei quali 10 previsti per il 2017.

Il Piano prevede una serie di provvedimenti in grado di favorire gli investimenti.

Tali provvedimenti fanno in modo che le aziende possano realizzare autonomamente e senza limiti connessi alle dimensioni, al settore produttivo e alla regione geografica di riferimento.

Gli imprenditori italiani dovranno impegnarsi ad attuare percorsi innovativi attraverso l'adozione degli strumenti per loro sviluppati e coerenti col piano di sviluppo.

Gli incentivi rivolti a tutte le PMI italiane sono così suddivisi:

- **Iper e super ammortamento:**

Per tutto il 2018 è stato prolungato il super ammortamento per l'acquisto di macchinari da parte delle imprese al 130%, rispetto al 140% applicato precedentemente. È possibile però acquistare beni strumentali nuovi, con l'esclusione dei veicoli, entro il 30 Giugno, a patto che il venditore abbia accettato l'ordine entro il 31 Dicembre 2018 e l'acquirente abbia versato un acconto pari almeno al 20% del costo totale. Al fine di promuovere l'Industry 4.0 è stato preso un altro provvedimento importante: l'iper ammortamento. Questo è stato studiato appositamente per promuovere gli investimenti in digitalizzazione, che restano incentivati al 250% per tutto il 2018.

La proroga, in questo caso, è più lunga: possono essere effettuati acquisti fino al 31 Dicembre 2019 a condizione che, come nel caso precedente, venga effettuato l'ordine entro il 31 Dicembre 2018 e versato un acconto pari almeno al 20%.

È stato pubblicato un elenco specifico di beni tecnologici 4.0 soggetti a diverse agevolazioni. Gli investitori che acquistano questi beni possono usufruire di un ammortamento al 140% fino alla fine del 2018.

Se il software viene inoltre collegato al nuovo macchinario acquistato e di conseguenza ne è parte integrante, è anch'esso incentivato al 250%. Quest'ultima non è una condizione necessaria, infatti il software può essere utilizzato singolarmente.

- **Credito di imposta ricerca e sviluppo**

Previsto dal comma 15 della manovra 2017, raddoppia al 50% il credito di imposta per gli investimenti delle imprese in ricerca e sviluppo fino al 2020.

Questo provvedimento è esteso alle imprese straniere con organizzazione stabile in Italia, che stipulano contratti con aziende italiane. Il tetto passa da 5 a 20 milioni di euro.

- **Nuova Sabatini**

È stata concessa una proroga al 31 Dicembre 2018 per i finanziamenti agevolati alle PMI che acquistano nuovi macchinari.

Il finanziamento varia da 20 mila a 2 milioni di euro, con il contributo del Mise che copre parte degli interessi, inoltre viene anche coperto il Fondo di Garanzia.

La novità in chiave 4.0 è che il 30% delle risorse, rispetto al precedente 20%, è destinato a imprese di micro, piccola e media dimensione per l'acquisto di "macchinari, impianti e attrezzature nuovi di fabbrica aventi come finalità la realizzazione di investimenti in tecnologie, compresi gli investimenti in big data, cloud computing, banda

ultralarga, cybersecurity, robotica avanzata e mecatronica, realtà aumentata, manifattura 4D, Radio frequency identification (RFID) e sistemi di tracciamento e pesatura dei rifiuti". Per queste tipologie di investimenti il ministero contribuisce per un 30%.

È presente un elenco preciso di tutte le tecnologie incentivate nel decreto attuativo del MiSE.

- **Patent box**

È prevista una tassazione agevolata sui redditi derivanti da opere di ingegno quali: brevetti industriali, marchi registrati, disegni e modelli industriali, know how e software protetto da copyright.

L'obiettivo primario di questo strumento è quello di incentivare la collocazione dei beni immateriali, attualmente posseduti da imprese italiane all'estero o da imprese estere, in Italia ed evitare la collocazione all'estero di beni immateriali presenti in Italia.

Un altro importante scopo di questo provvedimento è quello di rendere il mercato italiano maggiormente attrattivo per gli investimenti nazionali ed esteri di lungo termine, prevedendo una tassazione agevolata sui redditi derivanti dall'utilizzo della proprietà intellettuale. Questa agevolazione consiste nella riduzione del 50% delle aliquote IRAP e IRES, sui redditi di impresa dovuti all'uso diretto o indiretto di beni immateriali sia nei confronti di controparti correlate, sia nei confronti di controparti terze.

Possono accedere all'agevolazione i titolari di reddito di impresa, il cui reddito dipende in modo dimostrabile dall'utilizzo di beni immateriali, siano esse società di capitali o di persone, imprenditori individuali, enti commerciali e non, soggetti residenti in paesi esteri ma con organizzazione stabile in Italia.

- **Startup e PMI innovative**

Le startup e le PMI innovative possono godere di provvedimenti dedicati come il mercato del lavoro o la semplificazione amministrativa. L'obiettivo di queste misure è quello di favorire lo sviluppo dell'ecosistema nazionale dell'imprenditoria innovativa.

Il governo per sostenere le imprese innovative durante tutte le fasi del ciclo di vita ha istituito i seguenti vantaggi:

- Nuova modalità di costituzione digitale e gratuita;
- Possibilità anche per le SRL di emettere piani di incentivazione in equity, agevolati fiscalmente;
- Equity crowdfunding per la raccolta di nuovi capitali di rischio;
- Esonero dalla disciplina sulle società di comodo e in perdita sistematica;
- Incentivi agli investimenti in capitale di rischio: detrazione IRPEF (per investimenti fino a 1 milione di euro) o deduzione dell'imponibile IRES (fino a 1,8 milioni) pari al 30%;
- Possibilità di cedere le perdite a società quotate sponsor (almeno il 20% delle quote);
- In caso di successo: le startup mature possono convertirsi agevolmente in PMI innovative, continuando a godere dei principali benefici.
- In caso di insuccesso: esonero dalla disciplina fallimentare ordinaria;

Capitolo 2

Intelligenza artificiale

L'intelligenza viene definita come l'insieme delle capacità mentali e psichiche che permettono di pensare, capire le azioni, saperle spiegare fino ad elaborare modelli astratti partendo dalla realtà.

Sono stati effettuati, nel corso dei secoli, diversi studi scientifici e filosofici che hanno portato all'identificazione dei meccanismi dell'intelligenza.

Proprio grazie a questi studi è stato possibile realizzare computer in grado di imitare gli stessi meccanismi.

Al fine di raggiungere un'intelligenza artificiale vera e propria, vengono seguiti due approcci:

- L'osservazione del comportamento umano, le modalità di ragionamento e di comportamento per creare un software in grado di imitare il più possibile i processi logici umani;
- Far elaborare all'intelligenza artificiale un metodo di comportamento, partendo da problemi reali.

Questi due metodi non sono esclusivi ma spesso vengono utilizzati entrambi.

Dunque l'intelligenza artificiale (AI) è l'abilità di un sistema tecnologico di percepire, comprendere e agire come un essere umano, autonomamente.

Questa permette alle macchine di interagire naturalmente con l'ambiente, le persone e i dati.

La caratteristica ideale dell'intelligenza artificiale è la sua capacità di razionalizzare e intraprendere azioni che hanno le migliori possibilità di raggiungere un obiettivo specifico.

Le macchine sono collegate utilizzando un approccio interdisciplinare basato sulla matematica, l'informatica, la linguistica, la psicologia, che permette di ottenere un mix adatto alle funzioni desiderate.

L'intelligenza artificiale comprende diverse tecnologie che consentono ai computer di:

- percepire il mondo (ad esempio, visione artificiale, elaborazione audio o elaborazione di sensori);
- analizzare e comprendere le informazioni raccolte (ad esempio, elaborazione del linguaggio naturale o rappresentazione della conoscenza);
- prendere decisioni informate (ad esempio, motori di inferenza, previsioni o sistemi di esperti);
- apprendere e sintonizzarsi (ad esempio, machine learning, deep learning).

L'IA non serve solo per ottimizzare l'apporto del lavoro umano, ma anche per amplificare l'intelligenza umana, per affiancare i lavoratori nei compiti banali e onerosi, abilitare i processi robotici adibiti all'automiglioramento e all'autocorrezione.

L'intelligenza artificiale viene classificata in due tipologie:

- *Intelligenza artificiale debole (weak AI)*
È in grado di simulare alcune funzionalità cognitive dell'uomo ma non raggiunge le sue capacità intellettuali. Un esempio può essere un programma di problem solving per la risoluzione di alcuni problemi o per poter prendere le decisioni;
- *Intelligenza artificiale forte (strong AI)*
Viene definita come un "sistema sapiente" ed è in grado di sviluppare la propria intelligenza in modo autonomo senza imitare il comportamento umano.

Questa classificazione porta alla distinzione tra machine learning e deep learning caratterizzati da diversi metodi e modelli di apprendimento con cui l'intelligenza diventa abile in un compito.

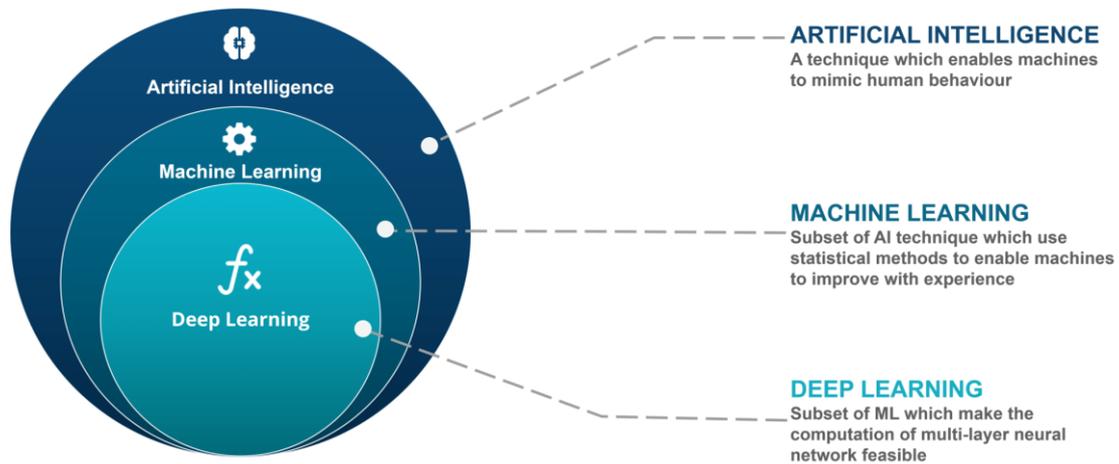


Figura 2.1: Scomposizione dell'intelligenza artificiale

Machine Learning

Il Machine Learning è un sottoinsieme di intelligenza artificiale ed è definito come la scienza che fa sì che i computer imparino e agiscano come gli esseri umani e migliorino nel tempo il loro apprendimento in modo autonomo, fornendo dati e informazioni sotto forma di osservazioni e interazioni reali.

La definizione di cui sopra racchiude l'obiettivo ideale o lo scopo ultimo dell'apprendimento automatico, come espresso da molti ricercatori del settore. L'apprendimento automatico (ML) è una categoria di algoritmo che permette alle applicazioni software di diventare più accurate nel prevedere i risultati senza essere esplicitamente programmate.

La premessa di base è la costruzione di algoritmi in grado di ricevere dati in ingresso e di utilizzare l'analisi statistica per prevedere un output, aggiornando gli output man mano che nuovi dati diventano disponibili.

Ci sono molti tipi diversi di algoritmi, con centinaia pubblicati ogni giorno, e sono tipicamente raggruppati in base allo stile di apprendimento (es. apprendimento supervisionato, apprendimento non supervisionato, apprendimento semi-supervisionato) o in base alla somiglianza di forma o funzione (es. classificazione, regressione, albero decisionale, clustering, apprendimento profondo, etc.). Indipendentemente dallo stile o dalla funzione di apprendimento, tutte le combinazioni di algoritmi di Machine Learning consistono in quanto segue:

- *Rappresentazione* (un insieme di classificatori o la lingua che un computer capisce)
- *Valutazione* (funzione scoring)
- *Ottimizzazione* (metodo di ricerca; vengono utilizzati sia metodi di ottimizzazione standard che personalizzati).

Table 1: The three components of learning algorithms.

Representation	Evaluation	Optimization
Instances	Accuracy/Error rate	Combinatorial optimization
<i>K</i> -nearest neighbor	Precision and recall	Greedy search
Support vector machines	Squared error	Beam search
Hyperplanes	Likelihood	Branch-and-bound
Naive Bayes	Posterior probability	Continuous optimization
Logistic regression	Information gain	Unconstrained
Decision trees	K-L divergence	Gradient descent
Sets of rules	Cost/Utility	Conjugate gradient
Propositional rules	Margin	Quasi-Newton methods
Logic programs		Constrained
Neural networks		Linear programming
Graphical models		Quadratic programming
Bayesian networks		
Conditional random fields		

Tabella 2.1: Le tre componenti degli algoritmi di apprendimento - Fonte: Dr. Pedro Domingo, University of Washington

L'obiettivo fondamentale degli algoritmi di apprendimento automatico è quello di generalizzare, al di là dei campioni di apprendimento, cioè di interpretare con successo dati che non ha mai 'visto' prima.

Gli algoritmi supervisionati richiedono un data scientist o un analista di dati con capacità di apprendimento automatico per fornire sia l'input che l'output desiderato, oltre a fornire un feedback sull'accuratezza delle previsioni durante la formazione degli algoritmi. Gli scienziati dei dati determinano quali variabili, o caratteristiche, il modello dovrebbe analizzare e utilizzare per sviluppare previsioni.

Una volta completata la formazione, l'algoritmo applicherà ciò che è stato appreso ai nuovi dati.

Ci sono diversi approcci per far apprendere le macchine, dall'utilizzo di alberi decisionali di base al raggruppamento a strati di reti neurali artificiali (quest'ultimo dei quali ha lasciato il posto all'apprendimento profondo), a

seconda del compito che si sta cercando di realizzare e del tipo e della quantità di dati che si ha a disposizione. Questa dinamica si vede giocata in applicazioni che vanno dalla diagnostica medica o dalle auto che guidano da sole.

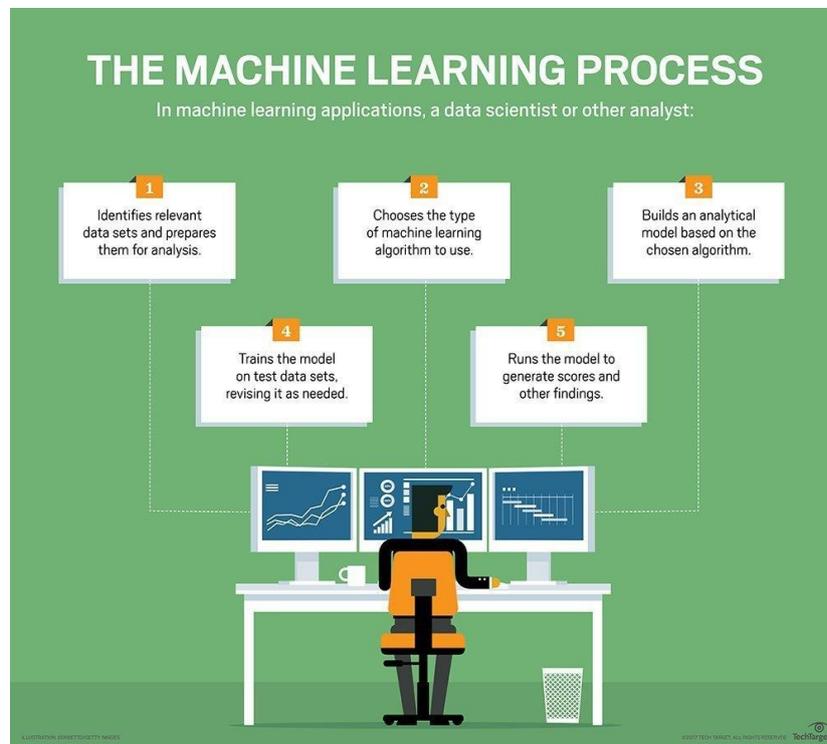


Figura 2.2: Il processo di apprendimento delle macchine

Mentre l'enfasi è spesso posta sulla scelta del miglior algoritmo di apprendimento, i ricercatori hanno scoperto che alcune delle domande più interessanti non sorgono da nessuno degli algoritmi di apprendimento automatico disponibili, parietari. La maggior parte delle volte si tratta di un problema con i dati di formazione e questo si verifica anche quando si lavora con l'apprendimento automatico in nuovi settori.

La ricerca fatta quando si lavora su applicazioni reali spesso guida i progressi nel campo, e le ragioni sono duplici:

1. Tendenza a scoprire i limiti e le limitazioni dei metodi esistenti
2. Ricercatori e sviluppatori lavorano con esperti del settore e sfruttano il tempo e le competenze per migliorare le prestazioni del sistema.

Le macchine che imparano sono utili agli esseri umani perché, con tutta la loro potenza di elaborazione, sono in grado di evidenziare più rapidamente o

trovare modelli con enormi quantità di dati che altrimenti sarebbero stati persi dagli esseri umani. Il Machine Learning è uno strumento che può essere utilizzato per migliorare le capacità dell'uomo di risolvere i problemi e fare inferenze informate su una vasta gamma di problemi, dalla diagnosi delle malattie alla ricerca di soluzioni per il cambiamento climatico globale.

"L'apprendimento automatico non può ottenere qualcosa dal nulla.....quello che fa è ottenere di più da meno". - Dr. Pedro Domingo, Università di Washington

I due maggiori problemi storici (e continui) nell'apprendimento automatico hanno riguardato l'overfitting (in cui il modello mostra una tendenza verso i dati della formazione e non generalizza verso nuovi dati) e la dimensione (algoritmi con più caratteristiche lavorano in dimensioni superiori/multiple, rendendo più difficile la comprensione dei dati). Anche l'accesso ad un insieme di dati sufficientemente ampio è stato in alcuni casi un problema primario.

Uno degli errori più comuni tra coloro che iniziano ad avvicinarsi al Machine Learning è quello di testare efficacemente i dati di formazione e di avere l'illusione del successo. Domingo sottolinea l'importanza di mantenere alcuni dei dati separati quando si testano i modelli, e di utilizzare solo i dati riservati per testare un modello scelto, seguito dall'apprendimento sull'intero set di dati.

Quando un algoritmo di apprendimento non funziona, spesso il percorso più veloce per il successo è quello di alimentare la macchina con più dati, la cui disponibilità è ormai nota come uno dei principali motori del progresso della macchina e degli algoritmi di apprendimento profondo negli ultimi anni; tuttavia, questo può portare a problemi di scalabilità.

Deep Learning

Il Deep Learning è un particolare tipo di Machine Learning che raggiunge un grande potere e un'elevata flessibilità. Comporta lo studio e la progettazione

di algoritmi di macchine per l'apprendimento di una buona rappresentazione dei dati a più livelli di astrazione (modi di organizzare i sistemi informatici). In questo caso si parla di algoritmi non supervisionati, ovvero algoritmi che non hanno bisogno di essere addestrati con i dati di risultato desiderati. Invece, usano un approccio iterativo chiamato deep Learning per rivedere i dati e giungere a conclusioni.

Algoritmi di apprendimento non supervisionato - chiamati anche reti neurali - sono utilizzati per compiti di elaborazione più complessi rispetto ai sistemi di apprendimento supervisionato, tra cui il riconoscimento delle immagini, il parlato al testo e la generazione del linguaggio naturale.

Queste reti neurali funzionano analizzando milioni di esempi di dati di formazione e identificando automaticamente correlazioni spesso sottili tra molte variabili. Una volta addestrato, l'algoritmo può utilizzare la sua banca di associazioni per interpretare nuovi dati.

Questi algoritmi sono diventati fattibili solo nell'era dei grandi dati, poiché richiedono enormi quantità di dati di formazione.

La recente pubblicità del Deep Learning attraverso DeepMind, Facebook e altre istituzioni lo ha evidenziato come la "prossima frontiera" dell'apprendimento automatico.

L'International Conference on Machine Learning (ICML) è ampiamente considerata come una delle più importanti al mondo. Quella di quest'anno si è svolta a giugno a New York City, e ha riunito ricercatori provenienti da tutto il mondo che stanno lavorando per affrontare le attuali sfide dell'apprendimento profondo:

- Apprendimento senza supervisione in piccoli set di dati
- Apprendimento basato sulla simulazione e trasferibilità al mondo reale

I sistemi di Deep Learning hanno fatto grandi progressi nell'ultimo decennio in settori come il rilevamento e il riconoscimento degli oggetti, il text-to-speech, il recupero delle informazioni.

La ricerca è ora incentrata sullo sviluppo di sistemi di apprendimento automatico efficienti dal punto di vista dei dati, ovvero sistemi di

apprendimento profondo che possono apprendere in modo più efficiente, con le stesse prestazioni in meno tempo e con meno dati, in settori all'avanguardia come l'assistenza sanitaria personalizzata, l'apprendimento del rafforzamento dei robot, l'analisi dei sentimenti.

Machine learning vs. deep learning		
	MACHINE LEARNING	DEEP LEARNING
Optimal data volumes	Thousands of data points	Big data: millions of data points
Outputs	Numerical value, like a classification or score	Anything from numerical values to free-form elements, like free text and sound
How it works	Uses various types of automated algorithms that learn to model functions and predict future actions from data	Uses neural networks that pass data through many processing layers to interpret data features and relationships
How it's managed	Algorithms are directed by data analysts to examine specific variables in data sets	Algorithms are largely self-directed on data analysis once they're put into production

Figura 2.3: Machine Learning vs Deep Learning

2.1 Ambiti applicativi dell'intelligenza artificiale

Di recente, le macchine stanno eseguendo molte attività più intelligenti utilizzando l'intelligenza cognitiva in contrasto con l'intelligenza naturale (NI) mostrata dagli esseri umani e da altri animali. L'IA è utilizzata in molti settori e ha aperto le porte dell'implementazione dell'IA in molti altri settori emergenti.

Una ricerca Gartner del 2016 mostra che entro il 2020, almeno il 30% delle aziende a livello globale utilizzerà l'IA in almeno un frammento dei loro processi di vendita. Oggi le aziende di tutto il mondo stanno sfruttando l'intelligenza artificiale per ottimizzare i loro processi e raccogliere maggiori ricavi e profitti.

I principali ambiti applicativi sono:

- **E-commerce**

La tecnologia dell'Intelligenza Artificiale fornisce un vantaggio competitivo per le imprese di e-commerce e sta diventando

prontamente disponibile per aziende di qualsiasi dimensione e budget. Sfruttando l'apprendimento automatico delle macchine, il software di intelligenza artificiale etichetta, organizza e ricerca visivamente i contenuti mediante l'etichettatura delle caratteristiche dell'immagine o del video.

L'intelligenza artificiale consente agli acquirenti di scoprire i prodotti associati, che si tratti di dimensioni, colore, forma o anche di marca. Le capacità visive AI migliorano ogni anno. Ottenendo in primo luogo i segnali visivi dalle immagini caricate, il software può aiutare con successo il cliente a trovare il prodotto che desidera.

- **Comunicazione sul posto di lavoro**

L'attuale comunicazione aziendale è sovraccarica di contenuti, canali, strumenti e cosiddette soluzioni, privando gli individui (e le aziende) dal colpire gli obiettivi e danneggiando al tempo stesso l'equilibrio tra lavoro e vita privata. L'Intelligenza Artificiale aiuterà le aziende a migliorare la comunicazione interna ed esterna, consentendo la personalizzazione individuale per ogni professionista, consentendo una maggiore focalizzazione e una maggiore produttività.

Con questa personalizzazione dell'intelligenza artificiale, ogni individuo sarà potenziato grazie ad un assistente virtuale intelligente, aiutando a prendersi cura di compiti mondani o ripetibili, risparmiare tempo comprendendo le sue esigenze e gli obiettivi, così come raccomandare le azioni migliori da intraprendere in modo da utilizzare il tempo in modo molto più efficiente, senza richiedere alcuno sforzo aggiuntivo. Nel breve e lungo periodo, i processi aziendali miglioreranno, l'innovazione crescerà man mano che i dipendenti assolveranno i loro compiti e lo stress potrebbe diminuire.

- **Gestione delle risorse umane**

AI e Machine Learning cambieranno drasticamente e irrevocabilmente il modo in cui le risorse umane e il reclutamento lavorano in ogni azienda. Infatti, è probabile che le risorse umane siano una delle prime aree di business che beneficeranno dell'IA per due semplici motivi. In primo luogo, ci sono tonnellate di dati di alta qualità in HR, e in secondo luogo, HR è una parte di ogni azienda che è essenziale e sente la pressione del tempo.

Se gli aspetti del reclutamento e del lavoro HR possono essere automatizzati, i lavoratori HR possono avere la libertà di lavorare direttamente con le persone dell'azienda o potenziali assunzioni, spendendo il tempo umano di qualità necessario per un grande dipartimento HR. Potrebbe sembrare paradossale, ma maggiore è l'Intelligenza Artificiale che un'azienda impiega nelle Risorse Umane, più "Umana" può essere un'azienda.

L'Intelligenza Artificiale eliminerà essenzialmente tutti gli elementi "peggiori" di ogni lavoro dei professionisti HR (screening mondano, lunghe pratiche burocratiche e fastidioso inserimento dei dati), oltre a fornire potenti strumenti e intuizioni.

- **Sanità**

Nei prossimi cinque-dieci anni, l'intelligenza artificiale avrà un grande impatto sull'industria sanitaria e sul modo in cui le aziende sanitarie utilizzano l'IA.

L'IA migliora l'affidabilità, la prevedibilità e la coerenza con la qualità e la sicurezza del paziente. L'IA è usata come strumento di incremento delle decisioni, ma non dovrebbe avere un regno libero senza l'interazione e la guida umana. Anche se non può sostituire medici e infermieri, può renderli più efficaci, efficienti e più felici sul lavoro in quanto toglie il carico cognitivo - il che aumenta la fiducia e riduce lo stress e l'ansia.

- **Logistica e supply chain**

In combinazione con i dati e le analisi dei clienti, l'intelligenza artificiale fisica rimuove l'attrito dall'esperienza del cliente. L'intelligenza artificiale consente alle aziende di agire sui dati dei consumatori per promuovere miglioramenti in molte aree delle operazioni della supply chain. La tecnologia mobile ha fatto sì che i consumatori fossero affamati di IA.

I consumatori richiedono tempi di consegna più brevi da parte dei rivenditori e i rivenditori si aspettano lo stesso da produttori e centri di distribuzione. Autocarri autonomi e sistemi di picking robotizzato consentono alle catene di fornitura di soddisfare le richieste sette giorni su sette. Entro i prossimi cinque anni, il termine di spedizione "giorni lavorativi" diventerà obsoleto in quanto i consumatori si aspettano la consegna di notte e nei fine settimana.

- **Produzione semplificata**

Per la maggior parte dei clienti quando si tratta di AI o Machine Learning, la magia accade quando grandi quantità di dati possono essere trasmessi in streaming in millisecondi dalla macchina e i dati di processo di vari database. In questo modo si ottengono intuizioni che possono aiutare questi clienti a ridurre i tempi di fermo macchina non produttivi, prevedere i guasti o costruire un "lotto d'oro" che può essere analizzato in tutte le linee di produzione.

Un esempio è rappresentato da un cliente globale di produzione di adesivi che sta estraendo i dati dai propri sistemi di laboratorio, dove la materia prima viene portata e testata per la qualità. I dati vengono anche estratti da quello che viene chiamato il loro "processo di cottura", dove, sulla base di condizioni dinamiche, l'intelligenza artificiale e l'apprendimento delle macchine fanno raccomandazioni in tempo reale su quali materiali iniettare e in quale momento per garantire la continuità del processo. Questo aiuta il produttore a mantenere una

produzione "golden batch" continuativa dei propri prodotti, migliorando la resa e la soddisfazione del cliente.

- **Retail**

Lo shopping online crea ricche impronte di dati riguardanti le preferenze individuali, le abitudini di spesa e i canali preferiti dei singoli consumatori. Alimentare queste briciole digitali in un motore AI aiuta a portare al pubblico di massa i viaggi di shopping curati. I bot automatizzati possono creare esperienze di assistenza clienti realistiche e senza soluzione di continuità, rivolgendosi al consumatore sulla storia degli acquisti e sulle preferenze conosciute.

Dal punto di vista del marketing, l'intelligenza artificiale può fornire quel pizzico in più di pubblicità programmatica rilevante che attendeva da tutti questi anni. Dal lato del consumatore, AI aiuta a creare annunci personalizzati che i visitatori del sito web vogliono vedere, mentre dal lato della contabilità, i bot gestiscono la fatturazione e il pagamento di queste transazioni, dando ai marketer più tempo per concentrarsi sul quadro generale.

2.2 Impatti e dubbi sull'intelligenza artificiale

La diffusione dell'intelligenza artificiale, che si sta verificando progressivamente in base al settore industriale, è inesorabile e ha benefici sui costi operativi.

Le aziende tecnologiche si stanno muovendo rapidamente per catturare e creare valore in questo settore emergente, stanno creando nuovi laboratori di ricerca dedicati all'innovazione. Inoltre, anche il numero di fornitori di intelligenza artificiale è aumentato drasticamente.

In uno studio effettuato dal McKinsey Global Institute si stima una riduzione dei costi del 10-15% grazie all'automazione di un sistema di emergenza

ospedaliero, del 25% nella manutenzione degli aerei e fino al 90% per la creazione automatizzata di mutui.

In generale, l'incremento della produttività nelle aziende si identifica in un fattore di crescita pari al +0,8/1,4% annuo. Con una visione più ottimistica, Accenture stima un aumento della produttività del 40% che, entro il 2035 potrebbe portare ad una crescita economica del 2% e ad un aumento del PIL per l'Italia del 10%. Secondo l'Harvard Business Review, la machine intelligence, nel solo 2016, ha attirato investimenti di venture capital pari a 5 miliardi di dollari. Infatti, aziende come Facebook, Amazon, Apple, Google, IBM, Microsoft sono fra le maggiormente coinvolte nel processo di diffusione dell'IA. È evidente dunque che il ruolo dell'intelligenza artificiale è divenuto così importante da essere centrale nel dibattito odierno. Una delle prime questioni è il concetto di "distruzione creativa" definita da Shumpeter, secondo cui le innovazioni tecnologiche radicali portano ad un processo selettivo in cui molte aziende spariscono, altre si rafforzano e altre ancora nascono. In questa situazione il lavoro viene distrutto molto più velocemente di quanto ne venga creato. Secondo Forrester, l'ostacolo più grande all'adozione dell'intelligenza artificiale risulta essere la paura che l'uomo venga sostituito dalle macchine.

In realtà non è così, in futuro ci sarà una collaborazione tra uomo e macchine che porterà all'incremento dell'efficienza complessiva.

Inoltre, anche se indubbiamente alcune professioni saranno destinate a scomparire, o a veder ridotta la propria importanza, l'IA consentirà la creazione di nuove forme di occupazione. Dunque, adottare l'intelligenza artificiale è ormai una necessità e non più una opzione; è inoltre importante farlo prima dei competitors per cogliere le opportunità di vantaggio competitivo.⁷

⁷ Ludovico Ciferri (project leader), International University of Japan e Advanet – Monica Beltrametti, Xerox Research Centre Europe - Luciano Floridi, Oxford University - Piero Trivellato, dtac-Telenor Group- "Intelligenza artificiale come nuovo fattore di crescita"

Capitolo 3

Intelligenza artificiale nella sanità

L'intelligenza artificiale (AI) è stata introdotta come un modo per imitare il cervello umano e indagare le preoccupazioni del mondo reale con un approccio umano olistico.

Scienziati e ricercatori di tutto il mondo sono molto entusiasti dei progressi nell'innovazione scaturiti da un innato desiderio di creare tecnologie nuove e migliori che facilitino l'umanità ad andare oltre il loro stesso livello fisico.

L'intelligenza artificiale consente di archiviare ed elaborare enormi quantità di dati in modo intelligente e in particolare di tradurre tali informazioni in strumenti funzionali.

Con l'evoluzione della capacità digitale, sempre più dati vengono prodotti e archiviati nello spazio digitale; i dati digitali disponibili raddoppiano ogni due anni.

Nel 2013, comprendeva 4.4 zettabyte, tuttavia entro il 2020 l'universo digitale - i dati che creiamo e copiamo ogni anno - raggiungerà 44 zettabyte, ovvero 44 trilioni di gigabyte.

Il mondo dei Big Data è così grande che avremo bisogno dell'intelligenza artificiale (AI) per essere in grado di tenerne traccia. L'IA nell'assistenza sanitaria e nella medicina potrebbe organizzare meglio le rotte dei pazienti o i piani di trattamento, e inoltre fornire ai medici tutte le informazioni di cui hanno bisogno per prendere una buona decisione.

Diminuendo il tempo che i pazienti trascorrono in attesa di cure da specialisti, l'intelligenza artificiale in medicina riduce il tasso di mortalità e ha un effetto positivo sulla qualità della cura. Avendo una tale assistenza, i medici hanno più tempo per lo sviluppo.

Non è necessario trattare l'intelligenza artificiale in campo medico come un tentativo di sostituire i medici, ma di aiutarli; poiché i sistemi di intelligenza artificiale medica hanno la capacità di apprendere dai casi passati, offrono ai medici l'accesso ai dati riguardanti le ultime notizie in medicina, la sfera

sanitaria e in particolare le aree di studio. Un umano non può seguire le ultime tendenze e curare i pazienti, è per questo che AI diventa un assistente importante.

Un modo per usare l'intelligenza artificiale in medicina è consentire ai robot di prendersi cura di alcuni pazienti. Ad esempio, i robot terapeutici aiutano i malati di Alzheimer a migliorare la qualità della vita, con la possibilità di consultare dati online ed evitare ai pazienti di recarsi spesso negli ospedali. Le cartelle cliniche e un'efficace attività di diagnosi ridurranno i costi medici delle visite in ufficio e il numero di errori umani legati alla tenuta di registri che dipendono dai servizi sociali e aumenteranno il tempo in cui una persona potrebbe rimanere a casa senza assistenza medica.

Con più di 80 pazienti a settimana, i medici hanno difficoltà a fornire a tutti una simile attenzione, inoltre, gli umani commettono errori.

Quindi l'intelligenza artificiale in medicina è un modo per eliminare gli errori legati all'affaticamento umano e alleviare i medici in alcuni compiti monotoni. I robot potrebbero essere il cambiamento necessario, infatti, i medici possono utilizzare le macchine come un modo per esternalizzare le attività di routine. La robotica chirurgica è uno strumento che fornisce ai medici precisione, comfort e visualizzazione superiore. Con tali robot, i chirurghi ricevono l'assistenza che accorcia la degenza ospedaliera dei pazienti, riduce il dolore e le spese mediche.

Entro il 2020, il mercato delle applicazioni di machine learning potrebbe raggiungere \$ 40 miliardi. Attualmente, solo l'1% di tutte le applicazioni costruite ha caratteristiche di intelligenza artificiale. Tuttavia, entro il 2019 il loro numero crescerà fino al 50%.

La graduale transizione della sua utilità nell'assistenza sanitaria viene ampiamente sperimentata attraverso sistemi basati sull'intelligenza artificiale che consentono una migliore diagnosi, cura e trattamento delle condizioni debilitanti.

AI potrebbe aiutare sia i medici che i pazienti nel modo seguente:

- Fornendo un laboratorio per l'esame, la rappresentazione e la catalogazione delle informazioni mediche.
- Elaborando nuovi strumenti per supportare il processo decisionale e la ricerca.
- Integrando attività di medicina, software e scienze cognitive.
- Offrendo una disciplina ricca di contenuti per la futura comunità medica scientifica.

Pertanto, una maggiore integrazione di strumenti di intelligenza artificiale nelle applicazioni mediche quotidiane potrebbe migliorare l'efficienza dei trattamenti ed evitare i costi riducendo al minimo i rischi di falsa diagnosi, facilitando una pianificazione preoperatoria più mirata e riducendo il rischio di complicanze intraoperatorie.

Il più grande ostacolo all'adozione di sistemi di chirurgia robotica medica è l'elevato costo iniziale delle attrezzature in conto capitale. Molti di questi sistemi spesso richiedono la costruzione di nuove infrastrutture e il personale deve essere composto da specialisti altamente qualificati ben addestrati in queste tecniche; ciò risulta essere un ostacolo chiave nella sua adozione diffusa.

Un computer IA di base utilizzato oggi nella pratica clinica potrebbe essere usato per l'automazione delle attività di routine e per altre funzioni elencate di seguito:

- *Avvisi e promemoria*

Nella maggior parte delle forme generali di integrazione AI, la macchina esegue la scansione dei risultati di laboratorio di un paziente, ordini di farmaci e aggiorna il paziente con un promemoria appropriato. In questo modo per generare avvisi e promemoria, i programmi AI più avanzati possono essere interfacciati direttamente con un monitor paziente e utilizzati per rilevare i cambiamenti nelle condizioni di un paziente.

- *Guida diagnostica*

Intelligent Medical Imaging, Inc. (Florida) ha progettato la workstation di microscopia Micro21 che integra con successo la tecnologia di rete neurale nell'analisi del sangue per identificare e visualizzare globuli bianchi e globuli rossi. ATL Ultrasound, Inc. (azienda con sede a Seattle) ha sviluppato una gamma di sistemi diagnostici a ultrasuoni per l'imaging e il monitoraggio delle strutture e dell'attività del tessuto cardiaco. Questo sistema utilizza un algoritmo di intelligenza adattativa per esaminare i tessuti ottimizzando milioni di parametri durante l'esame del paziente, eliminando così le frequenze irrilevanti nei segnali restituiti.

Neuro-medical Systems, Inc. (New Jersey) utilizza un'applicazione di reti neurali per analizzare gli strisci di Pap e identificare le cellule per la revisione durante lo screening del cancro.

- *Terapia pre-pianificazione*

Condizioni specifiche che richiedono piani di trattamento elaborati potrebbero beneficiare degli strumenti di intelligenza artificiale durante la pianificazione della terapia. Incorporando un sistema di intelligenza artificiale in grado di formulare automaticamente piani basati su condizioni specifiche aggiungerebbe un certo valore ai medici e ai pazienti.

- *Recupero delle informazioni*

Allo stesso modo, gli agenti di ricerca software possono essere creati per applicazioni mediche complesse che sono molto più efficienti delle prestazioni degli attuali agenti di scansione del web. Questo aiuta a recuperare informazioni e aggiornare automaticamente i dati.

- *Interpretazione dell'immagine*

È possibile identificare istantaneamente più immagini mediche, dai raggi X piani alle immagini altamente complesse come angiogrammi, TAC e risonanze magnetiche. Tali sistemi per il riconoscimento e

l'interpretazione delle immagini sono stati sempre più adottati per l'uso clinico.

- *Estrazione di cartelle cliniche*

L'applicazione più ovvia dell'intelligenza artificiale nel settore sanitario è la gestione dei dati. Raccogliendolo, conservandolo, normalizzandolo, tracciandone il lignaggio, è il primo passo verso la rivoluzione dei sistemi sanitari esistenti. Recentemente, il ramo di ricerca AI del gigante della ricerca, Google, ha lanciato il suo progetto Google Deep-Mind Health, che viene utilizzato per estrarre i dati delle cartelle cliniche al fine di fornire servizi sanitari migliori e più veloci.

- *Progettare piani di trattamento*

IBM Watson ha lanciato il suo programma speciale che è in grado di fornire ai medici opzioni di trattamento basate sull'evidenza. Watson for Oncology ha una capacità avanzata di analizzare il significato e il contesto di dati strutturati e non strutturati in note cliniche e relazioni che possono essere fondamentali per selezionare un percorso terapeutico. Quindi, combinando gli attributi del file del paziente con competenze cliniche, ricerca esterna e dati, il programma identifica potenziali piani di trattamento per un paziente.

- *Assistere lavori ripetitivi*

IBM ha lanciato un altro algoritmo chiamato Medical Sieve. È un ambizioso progetto esplorativo a lungo termine per costruire un "assistente cognitivo" di prossima generazione con capacità analitiche, di ragionamento e una vasta gamma di conoscenze cliniche. Il Medical Sieve è qualificato per assistere i medici nel processo decisionale clinico in radiologia e cardiologia. L'assistente di salute cognitiva è in grado di analizzare le immagini radiologiche per individuare e rilevare i problemi più velocemente e in modo più affidabile. I radiologi in futuro dovrebbero guardare solo ai casi più complicati in cui la supervisione umana è utile.

La start-up medica, Enlitic, che mira anche ad accorpate il deep learning a vasti depositi di dati medici per migliorare la diagnostica e migliorare i risultati dei pazienti, ha formulato i vantaggi del deep learning.

Fino a poco tempo fa, i programmi diagnostici per computer venivano scritti usando una serie di ipotesi predefinite sulle caratteristiche specifiche della malattia. Doveva essere progettato un programma specializzato per ciascuna parte del corpo e solo una serie limitata di malattie poteva essere identificata, impedendo la loro flessibilità e scalabilità. I programmi spesso semplificano la realtà, con conseguenti scarse prestazioni diagnostiche e quindi non hanno mai raggiunto un'adozione clinica diffusa. Al contrario, il deep learning può facilmente gestire un ampio spettro di malattie in tutto il corpo e tutte le modalità di imaging (raggi X, scansioni CT, ecc.).

- *Ottenere il massimo dalla persona e dalle consultazioni online*

Babylon, l'abbonamento britannico, la consulenza medica online e il servizio sanitario, hanno lanciato un'applicazione che offre consulenza medica basata sull'anatomia medica personale e conoscenze mediche comuni. Gli utenti segnalano i sintomi della loro malattia all'app, che li confronta con un database di malattie utilizzando il riconoscimento vocale. Dopo aver preso in considerazione la storia e le circostanze del paziente, Babylon offre una linea d'azione appropriata. L'app ricorderà anche ai pazienti di assumere le loro medicine e seguirli per scoprire come si sentono. Grazie a tali soluzioni, l'efficienza della diagnosi dei pazienti può aumentare di parecchio, mentre il tempo di attesa nelle sale per visite mediche potrebbe diminuire significativamente.

- *Assistenza sanitaria e gestione dei farmaci*

Sense.ly una startup ha progettato la prima infermiera virtuale del mondo. Molly ha un viso sorridente e amichevole abbinato ad una voce piacevole e il suo obiettivo esclusivo è quello di aiutare le persone a monitorare le loro condizioni e il trattamento. L'interfaccia utilizza l'apprendimento automatico per supportare i pazienti con condizioni

croniche tra una visita medica e l'altra. Fornisce un monitoraggio collaudato e personalizzato e cure di follow-up, con una forte attenzione alle malattie croniche.

Inoltre, esiste già una soluzione per monitorare se i pazienti stanno assumendo i loro farmaci per davvero.

L'applicazione "AiCure" utilizza la webcam e l'intelligenza artificiale di uno smartphone per confermare autonomamente che i pazienti si attengono alle loro prescrizioni, o con termini migliori, supportandoli per essere sicuri di sapere come gestire la loro condizione. Questo è molto utile per le persone con gravi condizioni di salute, per i pazienti che tendono ad andare contro il consiglio del medico e per i partecipanti agli studi clinici.

- *Medicina di precisione*

L'intelligenza artificiale avrà un enorme impatto anche sulla genetica e sulla genomica. Deep Genomics mira a identificare modelli in enormi serie di dati di informazioni genetiche e cartelle cliniche, alla ricerca di mutazioni e collegamenti con le malattie. I Data Scientist stanno sviluppando una nuova generazione di tecnologie computazionali che possono dire ai medici cosa accadrà all'interno di una cellula quando il DNA è alterato da variazioni genetiche, sia naturali che terapeutiche.

Allo stesso tempo, Craig Venter, uno dei padri del Progetto Genoma Umano, sta lavorando ad un algoritmo che potrebbe progettare le caratteristiche fisiche di un paziente sulla base del suo DNA. Con la sua ultima impresa, Human Longevity, egli offre ai suoi pazienti un sequenziamento completo del genoma abbinato ad una scansione completa del corpo e ad un controllo medico molto dettagliato. L'intero processo permette di individuare il cancro o malattie vascolari nella loro fase iniziale.

- *Creazione di farmaci*

Lo sviluppo di farmaci attraverso studi clinici richiede a volte più di un decennio e costa miliardi di dollari. Accelerare questo processo e renderlo più economico avrebbe un effetto enorme sulla sanità di oggi

e sul modo in cui le innovazioni raggiungono la medicina di tutti i giorni. Atomwise utilizza supercomputer che estraggono le terapie da un database di strutture molecolari. Atomwise ha lanciato una ricerca virtuale di farmaci sicuri ed esistenti che potrebbero essere riprogettati per trattare il virus Ebola. Hanno trovato due farmaci previsti dalla tecnologia AI dell'azienda che potrebbero ridurre significativamente l'infettività di Ebola. Questa analisi, che in genere avrebbe richiesto mesi o anni, è stata completata in meno di un giorno.

"Se siamo in grado di combattere i virus mortali mesi o anni più velocemente, ciò rappresenta decine di migliaia di vite. Immaginate quante persone potrebbero sopravvivere alla prossima pandemia perché una tecnologia come Atomwise esiste"

[Alexander Levy, COO di Atomwise].

Un altro grande esempio di utilizzo di grandi dati per la gestione dei pazienti è Berg Health, che estrae dati per scoprire perché alcune persone sopravvivono alle malattie e quindi migliorare il trattamento attuale o creare nuove terapie. Essi combinano l'intelligenza artificiale con i dati biologici dei pazienti per tracciare le differenze tra ambienti sani e ambienti favorevoli alla malattia e aiutano nella scoperta e nello sviluppo di farmaci, diagnostica e applicazioni sanitarie.

- *Ecosistema AI aperto*

"Ecosistema di intelligenza artificiale aperta" è un'espressione piuttosto nuova e molto fantasiosa per le infrastrutture di IA collegate. Tuttavia, il World Economic Forum l'ha definita una delle prime 10 tecnologie emergenti nel 2016. Un ecosistema di IA aperta si riferisce all'idea che con una quantità di dati disponibili senza precedenti, combinata con i progressi nell'elaborazione del linguaggio naturale e gli algoritmi di consapevolezza sociale, le applicazioni di IA diventeranno sempre più utili ai consumatori.

Ciò è particolarmente vero nel caso della medicina e della sanità. Ci sono così tanti dati da utilizzare: cartelle cliniche dei pazienti, dati di

trattamento - e recentemente informazioni provenienti da health tracker e sensori indossabili. Questa enorme quantità di dati potrebbe essere analizzata in dettaglio non solo per fornire ai pazienti che vogliono essere proattivi con migliori suggerimenti sullo stile di vita, ma potrebbe anche servire all'assistenza sanitaria con informazioni istruttive su come progettare l'assistenza sanitaria in base alle esigenze e alle abitudini dei pazienti.

- *Analisi di un sistema sanitario*

Il 97% delle fatture sanitarie nei Paesi Bassi sono digitali contenenti dati relativi al trattamento, al medico e all'ospedale. Queste fatture possono essere facilmente recuperate. Un'azienda locale, Zorgprisma Publiek analizza le fatture e utilizza IBM Watson nel cloud per estrarre i dati. Possono dire se un medico, una clinica o un ospedale commette errori ripetuti nel trattamento di un certo tipo di condizione, al fine di aiutarli a migliorare ed evitare inutili ricoveri ospedalieri di pazienti.

Nuovi dati hanno rivelato che il 43% dei trust dell'NHS sta investendo nell'intelligenza artificiale (AI) per aiutare i pazienti ad "auto-aiuto" nell'accesso ai servizi.

La società di tecnologia vocale Nuance ha presentato una richiesta di libertà di informazione (FoI) a 45 trust dell'NHS⁸ per ottenere le informazioni. I dati mostrano che i trust utilizzano tecnologie come assistenti virtuali, tecnologie di riconoscimento vocale e chat-bot per alleviare la pressione sugli operatori sanitari.

I dati hanno anche rivelato che la stragrande maggioranza degli operatori del servizio sanitario nazionale dipende ancora in qualche modo da carta e penna per costruire le cartelle cliniche dei pazienti. Al contrario, il 93% dei trust si è rivelato dipendente dagli strumenti tradizionali di videoscrittura che

⁸ Un **trust NHS** è un'unità organizzativa all'interno del [National Health Service](#) in [Inghilterra](#). [Wikipedia]

consentono al personale di digitare le cartelle cliniche elettroniche dei pazienti (EPR).

Nel 2015, Nuance ha commissionato una ricerca che ha mostrato l'impatto della documentazione clinica nei trust per le cure delle malattie acute. La ricerca ha rivelato che i medici hanno dedicato oltre il 50% della loro giornata di lavoro alla documentazione clinica.

Uno studio più recente condotto da Nuance ha rivelato che il 90% degli studi medici di medicina generale del Regno Unito ritiene che la documentazione del paziente sia un onere considerevole e, nel 49% degli studi, oltre la metà della documentazione del paziente è cartacea rispetto al formato elettronico.

Nuance ritiene che l'impiego della tecnologia consente ai medici di elaborare rapidamente i documenti, liberando risorse vitali e riducendo i tempi amministrativi.

Le informazioni acquisite da Nuance hanno inoltre rilevato che quasi la metà (47%) dei trust consente ora al personale di utilizzare dispositivi mobili per sviluppare le cartelle cliniche dei pazienti. Inoltre, il 60% dei trust che hanno risposto afferma che alcuni membri del personale hanno accesso all'uso delle tecnologie di riconoscimento vocale per creare report diagnostici e aggiornare le cartelle cliniche dei pazienti.

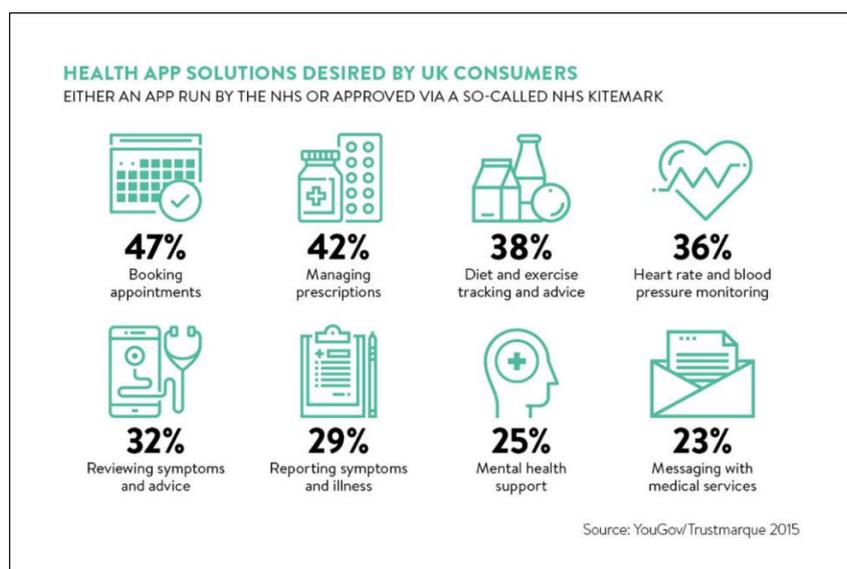


Figura 3.1: Soluzioni sanitarie tecnologiche in UK

3.1 Dispositivi e app per la raccolta dati

Gli smartphone e le altre tecnologie intelligenti sono già una piattaforma primaria per l'adozione della salute e del benessere attraverso le applicazioni mHealth (salute mobile o digitale) e i dispositivi in rete. Queste applicazioni e dispositivi supportano l'intero spettro, dal sano al malato, ad esempio, dagli utenti di fitbit episodici ai diabetici che utilizzano monitor di glucosio. Sorgono domande sull'uso e l'utilità di questi dispositivi da parte degli individui e sulla volontà della comunità medica di integrare mHealth nell'assistenza sanitaria.

C'è una ricerca attiva sulla progettazione e la sperimentazione dell'usabilità delle applicazioni e dei dispositivi. Inoltre, molte delle applicazioni mHealth sono state incluse negli studi clinici. Vengono utilizzate come meccanismo per raccogliere informazioni per lo studio, per valutare l'uso specifico del dispositivo o dell'applicazione, o per valutare la loro utilità in combinazione con altri comportamenti sanitari. Ad esempio, nel 2016 è stato riportato che il solo Fitbit viene utilizzato in 21 studi clinici.

Questa crescita nello sviluppo di dispositivi sanitari più seri che potrebbero essere utilizzati per monitorare e comunicare lo stato di salute ad un professionista ha attirato l'attenzione dell'American Medical Association (AMA). L'AMA ha recentemente adottato una serie di principi per promuovere applicazioni mHealth sicure ed efficaci. L'AMA sta incoraggiando i medici e altri a sostenere e stabilire relazioni paziente-medico intorno all'uso di applicazioni e dispositivi associati, tracker e sensori.

Un'indagine AMA pubblicata nel 2016 ha riportato che il 31% dei medici vede il potenziale degli strumenti digitali per migliorare la cura del paziente e circa la metà è attratta dagli strumenti digitali perché ritiene che miglioreranno le pratiche attuali per quanto riguarda l'efficienza, la sicurezza del paziente, il miglioramento delle capacità diagnostiche e le relazioni medico-paziente. Lo studio prosegue sottolineando che l'adozione nella pratica richiederà che questi strumenti si adattino ai sistemi e alle pratiche esistenti, tra cui la copertura della responsabilità civile, la garanzia della riservatezza dei dati, la

possibilità di collegarsi alle cartelle cliniche elettroniche e la fatturazione e i rimborsi.

Queste sono tutte direzioni promettenti per lo sviluppo e l'applicazione degli strumenti mHealth. L'attenzione si concentra sui tipi di dispositivi e applicazioni che hanno il potenziale per beneficiare delle applicazioni di IA sia nelle loro funzioni individuali o quando i dati generati dal dispositivo possono essere integrati con altre informazioni sanitarie a sostegno del benessere rispetto alla malattia.

Ci sono molti allegati e applicazioni per smartphone impressionanti attualmente disponibili per il monitoraggio della salute personale. Questi dispositivi 1) consentono agli individui di monitorare e comprendere la propria salute, 2) creare un ampio corpus di dati che, in teoria, possono essere utilizzati per le applicazioni di IA, e 3) acquisire dati sanitari che possono essere condivisi con medici e ricercatori. Gli algoritmi di IA guidano le prestazioni di molti di questi dispositivi e, reciprocamente, questi dispositivi stanno catturando dati che potrebbero essere utilizzati per sviluppare o migliorare gli algoritmi di IA. Di seguito elenchiamo alcuni esempi specifici dei moderni strumenti di monitoraggio della salute disponibili per l'uso su dispositivi mobili.

- Elettrocardiogramma personale. Kardia Mobile ha prodotto un dispositivo di registrazione ECG personale approvato dalla FDA. La piattaforma utilizza un finger pad e un'applicazione per smartphone per registrare un ECG su una finestra di 30 secondi. Il dispositivo funziona senza fili o gel. La piattaforma dichiara di utilizzare il rilevamento della fibrillazione atriale abilitato all'AI.
- I tremori del Parkinson. CloudUPDRS è un'applicazione per smartphone in grado di valutare i sintomi del morbo di Parkinson. L'applicazione utilizza il giroscopio presente in molti dispositivi mobili per analizzare e quantificare tremori, modelli in andatura e prestazioni in un test "finger tapping". Un algoritmo di IA distingue tra tremori

reali e "dati negativi", come ad esempio un telefono caduto o l'azione sbagliata in risposta alla domanda dell'applicazione. Questo strumento permette ai pazienti di Parkinson di eseguire test a domicilio, fornendo un prezioso e quantitativo feedback su come i loro fattori personali di stile di vita e i farmaci possono influenzare i loro sintomi.

- Inseguimento e controllo dell'asma. AsthmaMD offre un flussometro portatile che misura le prestazioni polmonari valutando il flusso di picco durante l'espiazione. Il flussometro si accoppia con un'applicazione che registra i dati per persone affette da asma e altre malattie respiratorie. Gli utenti possono anche registrare sintomi e farmaci. Una caratteristica interessante di questa applicazione è che gli utenti possono optare per un programma in cui i loro dati vengono caricati in modo anonimo su un database di Google che viene assemblato per scopi di ricerca. AsthmaMD afferma "dati anonimi e aggregati aiuteranno a correlare l'asma con fattori ambientali, fattori scatenanti e cambiamenti climatici".

Questi tipi di tecnologie possono raccogliere informazioni di chiara e vitale importanza per i pazienti e per l'uso da parte dei medici, ma dobbiamo sottolineare ancora una volta che ogni nuovo flusso di dati deve essere valutato, raccolto e curato in formati coerenti con le esigenze cliniche e le applicazioni di IA.

Nuovi dispositivi saranno sicuramente online e le agenzie governative sponsorizzano nuove idee per questi dispositivi. Il National Institutes of Health ha recentemente presentato una richiesta di proposte, chiamata Mobile Monitoring of Cognitive Change (U2C).

Ci sono tuttavia alcune parti del corpo umano che non sono state esaminate con successo da allegati basati su telefoni cellulari. Il flusso sanguigno è un esempio. Ci sono molte cose che sarebbe auspicabile misurare nel sangue, sia la metrica della salute (ad esempio, vitamine e minerali) e la malattia (ad esempio, virus e biomarcatori di cancro). Tuttavia, con la notevole eccezione del glucosio, la maggior parte delle cose sono a concentrazioni troppo basse

per essere misurate in un volume di sangue con la puntura delle dita. Sebbene non specifico per l'argomento del rapporto immediato delle applicazioni dell'IA in ambito sanitario, dovrebbe essere valutata la valutazione dei test ultrasensibili attuali e potenziali per sostanze chimiche e biomarcatori in piccoli campioni di sangue. Si può immaginare un giorno in cui le persone potrebbero, per esempio, 1) usare il proprio telefono cellulare per controllare i propri livelli settimanali di biomarcatori di cancro o malattie cardiache per capire la propria linea di base personale e le proprie tendenze, o 2) chiedere ad un partner di fare un test HIV basato sul telefono cellulare prima di un incontro sessuale.

Catturare le informazioni sui dispositivi mobili - utilità e privacy

I dispositivi mobili e le applicazioni potrebbero fornire una ricca fonte di dati per sfruttare applicazioni AI più ampie. Questo sta già accadendo.

Ma si potrebbe fare di più per sfruttare il rapido sviluppo di applicazioni, dispositivi e sensori mHealth. JASON 2014 ha discusso il valore potenziale nello sviluppo di un'infrastruttura dati che ingerisce l'ampia gamma di dati che viene generata intorno alla salute individuale, tra cui le tecnologie mobili. Non sono stati fatti passi avanti significativi per creare una tale infrastruttura, forse perché il problema è semplicemente troppo ampio. Un'area di interesse dovrebbe essere la raccolta dati e l'infrastruttura a supporto delle applicazioni di IA che migliorano le prestazioni e l'adozione di strumenti mHealth, dando così agli individui una maggiore autonomia sanitaria. Inoltre, fornire l'accesso ai dati acquisiti dalle applicazioni e dai dispositivi mHealth potrebbe migliorare la capacità della comunità di ricerca di acquisire maggiori informazioni sulla salute pubblica attraverso l'IA.

Tale condivisione dei dati richiederebbe il consenso informato dei partecipanti.

3.2 Come cambia il mercato sanitario con l'intelligenza artificiale

Secondo l'analisi di Accenture, se combinate, le applicazioni cliniche chiave dell'IA sanitaria possono potenzialmente creare 150 miliardi di dollari di risparmio annuo per l'economia sanitaria degli Stati Uniti entro il 2026.

Questo studio considera investimenti, crescita del fatturato e acquisizione sul mercato dell'intelligenza artificiale e si basa su un sondaggio sottoposto a circa 3000 consumatori americani dei quali uno su cinque ammette di aver utilizzato servizi sanitari dotati di intelligenza artificiale.

Con l'ipervelocità, l'IA sta ricabrando la nostra moderna concezione dell'assistenza sanitaria. L'IA in salute rappresenta un insieme di molteplici tecnologie che consentono alle macchine di percepire, comprendere, agire e imparare, in modo che possano svolgere funzioni sanitarie amministrative e cliniche.

A differenza delle tecnologie legacy che sono solo algoritmi/strumenti che completano un essere umano, l'IA sanitaria oggi può veramente aumentare l'attività umana, assumendosi compiti che vanno dall'imaging medica all'analisi dei rischi alla diagnosi delle condizioni di salute.

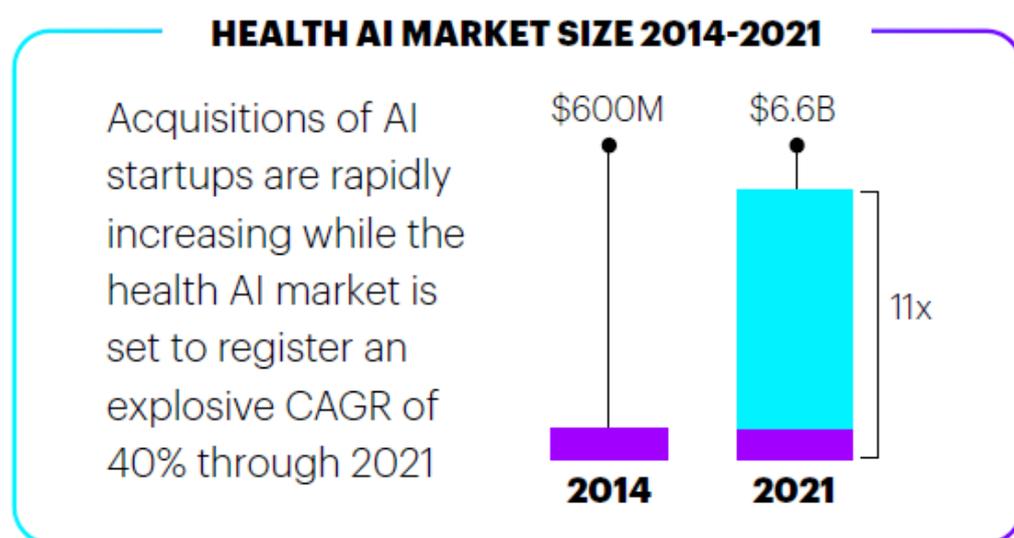


Figura 3.2: Crescita esplosiva nel mercato sanitario dell'IA - Fonte: Accenture study

Con un'immensa potenza che permette di migliorare i costi, la qualità e l'accesso, l'IA sta esplodendo in popolarità. La crescita del mercato sanitario dell'IA dovrebbe raggiungere i 6,6 miliardi di dollari entro il 2021, ovvero un tasso di crescita annuo composto del 40%.

Dal 2014 al 2021 il mercato dell'IA sanitaria crescerà più di 10 volte. La crescita è già in accelerazione, dato che il numero di offerte di IA incentrate sulla salute è passato da meno di 20 nel 2012 a quasi 70 entro la metà del 2016.

La crescita non è forse una sorpresa, poiché l'intelligenza artificiale fornisce ciò di cui molte organizzazioni sanitarie hanno bisogno oggi, soprattutto perché le aziende affrontano, tra le altre sfide, le turbolenze finanziarie e operative dovute all'aumento del costo del lavoro, alle aspettative digitali dei consumatori e alla crescente domanda di interoperabilità.

Il caso dell'adozione dell'IA è più forte che mai, come dimostrano l'afflusso di nuovi operatori e l'esplosione di dati che, combinata con l'analisi, sta portando a sistemi più intelligenti. L'intelligenza artificiale sanitaria offre opportunità in diverse aree terapeutiche, tra cui la gestione del benessere e dello stile di vita, la diagnostica, gli oggetti da indossare e assistenti virtuali. Per comprendere a pieno la opportunità, le organizzazioni sanitarie devono comprendere la completa tassonomia delle applicazioni dell'intelligenza artificiale e il valore potenziale che ciascuno di queste fornisce finanziariamente, ma anche a livello organizzativo e di miglioramenti del flusso di lavoro.

L'IA rappresenta una significativa opportunità per gli operatori del settore di gestire i profitti in un nuovo scenario di pagamento, sfruttando al tempo stesso il nuovo potenziale di crescita. Per comprendere meglio il potenziale di risparmio dell'IA, Accenture ha analizzato una tassonomia completa di 10 applicazioni di IA con il maggiore impatto a breve termine nel settore sanitario.

La valutazione ha definito l'impatto di ogni applicazione, la probabilità di adozione e il valore⁹ per l'economia sanitaria.

⁹ Il "valore" è il potenziale beneficio annuo stimato per ogni domanda entro il 2026.

APPLICAZIONE	VALORE
 Chirurgia assistita da Robot	\$ 40B
 Assistenti di cura virtuali	\$ 20B
 Assistenza al workflow amministrativo	\$ 18B
 Intercettazione di una frode	\$ 17B
 Riduzione dell'errore di dosaggio	\$ 16B
 Macchine connesse	\$ 14B
 Identificatore del partecipante alla sperimentazione clinica	\$ 13B
 Diagnosi preliminare	\$ 5B
 Diagnosi automatica dell'immagine	\$ 3B
 Cybersecurity	\$ 2B
TOT	\$ 150 B

Figura 3.3: Le migliori 10 applicazioni dell'intelligenza artificiale nella sanità - Fonte: Accenture analysis

Le tre principali applicazioni che rappresentano il maggior valore a breve termine sono la chirurgia assistita da robot (40 miliardi di dollari), gli assistenti infermieristici virtuali (20 miliardi di dollari) e l'assistenza per il flusso di lavoro amministrativo (18 miliardi di dollari). Poiché queste e altre applicazioni di IA acquisiscono maggiore esperienza sul campo, la loro capacità di apprendere e agire porterà continuamente a miglioramenti in termini di precisione, efficienza e risultati.

La chirurgia assistita da robot guida il pacchetto AI in termini di valore potenziale. La robotica cognitiva può integrare le informazioni delle cartelle cliniche preoperatorie con metriche operative in tempo reale per guidare fisicamente e migliorare la precisione degli strumenti del medico. La tecnologia incorpora dati provenienti da esperienze chirurgiche reali per informare nuove e migliori tecniche e intuizioni. Tali cambiamenti migliorano i risultati complessivi e la fiducia dei consumatori per l'applicabilità dell'IA in tutte le aree chirurgiche. I risultati della robotica includono una riduzione del 21% della durata del soggiorno. Il valore aumenterà solo con lo sviluppo di soluzioni robotiche per una maggiore diversità di interventi chirurgici.

Gli assistenti infermieri virtuali sono un altro punto di riferimento per l'AI. Quando le soluzioni di IA valutano a distanza i sintomi di un paziente e forniscono avvisi ai medici solo quando è necessaria la cura del paziente, si riducono le visite ospedaliere non necessarie. Può anche ridurre l'onere per i professionisti del settore medico. Nel caso degli infermieri, l'IA può far risparmiare il 20% del tempo attraverso visite inutili evitate. Man mano che gli assistenti infermieri virtuali si abituano alle diagnosi e alle condizioni del paziente, le loro capacità vanno oltre l'efficace triage in competenze e raccomandazioni sul trattamento del paziente.

Le capacità dell'assistente per il flusso di lavoro amministrativo, come la trascrizione dalla voce al testo, consentono di eliminare le attività di assistenza non ospedaliera, compresa la scrittura di note, prescrizioni e test di ordinazione. Ciò equivale a un risparmio di tempo sul lavoro del 17% per i medici e del 51% per gli infermieri.

Secondo l'analisi effettuata presso l'azienda in cui ho svolto lo stage, ci sono quattro aree su cui focalizzarsi:

- *Forza lavoro*: La natura del lavoro e dell'occupazione sta cambiando rapidamente e continuerà ad evolversi per sfruttare al meglio sia il talento umano che quello dell'intelligenza artificiale. Ad esempio, l'IA offre un modo per colmare le lacune in un contesto di crescente carenza di manodopera nel settore sanitario. Secondo l'analisi di Accenture, la sola carenza di medici dovrebbe raddoppiare nei prossimi nove anni. L'IA ha il potere di alleviare l'onere che grava sui medici e dare ai lavoratori gli strumenti per svolgere meglio il loro lavoro. Ad esempio, gli esaminatori dei sintomi con voce AI convogliano i pazienti a strutture di vendita al dettaglio o di assistenza urgente a basso costo e indirizzano i pazienti al pronto soccorso solo quando è necessario un intervento di emergenza. L'IA può soddisfare circa il 20% della domanda clinica non soddisfatta.

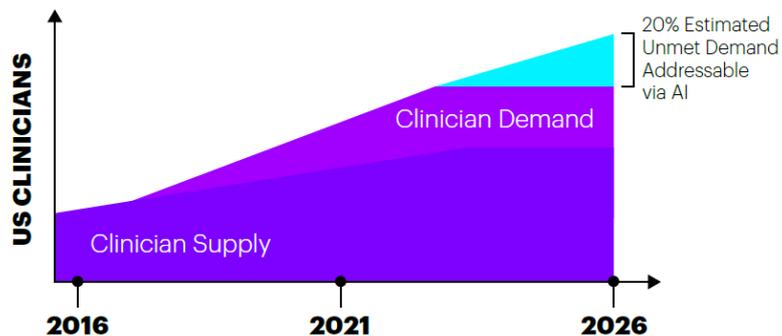


Figure 3.4: Soddissfacimento della domanda clinica non soddisfatta tramite l'intelligenza artificiale

- *Disponibilità istituzionale:* Per ottenere un maggiore valore aggiunto dall'IA, gli operatori sanitari possono incorporare le competenze in materia di IA nella struttura e nella governance della loro organizzazione. Per esempio, l'assegnazione di un leader che ha il compito di tenere al corrente dell'adozione dell'IA all'interno dell'organizzazione.

Anche la governance e il modello operativo dovrebbero essere rinnovati per allinearsi con un'organizzazione abilitata all'intelligenza artificiale. Inoltre, le organizzazioni sanitarie dovrebbero costruire una forza lavoro e una cultura dell'intelligenza artificiale che utilizzerà l'IA per migliorare l'efficienza, la qualità e i risultati per i pazienti.

- *Portata della cura:* I consumatori vogliono l'intelligenza artificiale. In effetti, sono sei volte più propensi a considerare l'IA come avente un impatto positivo sulla società. L'intelligenza artificiale può ingrandire il raggio d'azione dell'assistenza integrando i dati sanitari su piattaforme diverse. Tuttavia, con l'introduzione di nuove tecnologie, varie fonti di dati devono essere collegate per consentire ai pazienti di vivere un'esperienza senza interruzioni.
- *Sicurezza:* Le parti dell'ecosistema dovranno lavorare insieme in modo etico ed essere sicure nel modo in cui gestiscono le informazioni critiche sui pazienti. In media, ogni dato sanitario infranto costerà 355,7 dollari. E non solo le organizzazioni sanitarie perdono denaro quando i dati sono compromessi, ma anche la fiducia dei consumatori. Poiché

l'intelligenza artificiale offre vantaggi in termini di maggiore efficienza, trasparenza e interoperabilità, le organizzazioni devono mantenere una chiara focalizzazione sulla sicurezza delle informazioni.

3.2 Come reagisce il mercato italiano

L'Italia sembra andare nella direzione opposta rispetto al resto del mondo.

La spesa per la Sanità digitale ha avuto una lieve crescita (circa 2%) rispetto al 2016 e al 2017 e ammonta a 1,3 miliardi di euro, circa l'1% della spesa sanitaria pubblica.¹⁰

Ma i cittadini non mostrano entusiasmo per questi strumenti tecnologici innovativi e l'80% di essi preferisce recarsi personalmente in ospedale per consultare il medico, ritirare la cartella clinica o pagare una prestazione.

Sette pazienti italiani su dieci preferiscono comunicare di persona col medico piuttosto che tramite e-mail, messaggi o WhatsApp.

Chi ha investito principalmente sulla digitalizzazione della sanità sono le strutture sanitarie private con circa 890 milioni di euro, le regioni con 320 milioni, 47mila medici con 72,9 milioni e il Ministero della Salute con 16,7 milioni di euro.

Gli ambiti di investimento maggiori risultano essere:

- Cartella clinica elettronica (47 milioni di euro)
- Sistemi di front-end (45 milioni)
- Disaster recovery (31 milioni)

I medici sono sempre più attratti dalle nuove tecnologie e le utilizzano in particolar modo per interagire con i pazienti.

Da una indagine condotta su 600 medici risulta che solo il 9% di questi utilizza strumenti informatici per redigere il Piano di Assistenza del paziente, ma il 69% dichiara di essere disponibile ad usarlo.

¹⁰ https://www.osservatori.net/it_it/osservatori/comunicati-stampa/sanita-digitale-spazio-per-innovare

"Complessivamente, emerge una crescente consapevolezza che le soluzioni digitali potrebbero giocare un ruolo fondamentale nel supportare la transizione verso nuovi modelli di cura che, per loro natura, richiedono collaborazione tra gli attori del sistema e integrazione di informazioni e servizi. La diffusione di tali soluzioni, tuttavia, stenta oggi a realizzarsi perché manca una orchestrazione coerente della transizione al digitale e perché oneri, rischi e benefici attesi dall'introduzione di nuovi strumenti e modalità di lavoro non sono percepiti come ripartiti equamente fra gli attori del sistema".

[Cristina Masella, Responsabile Scientifico dell'Osservatorio Innovazione Digitale in Sanità]

I Big Data Analytics e la Business Intelligence sono considerati come fattori strategici nel presente e nel futuro.

Il 45% dei Direttori sanitari li indica come fattori prioritari, mentre il 70% delle Direzioni e il 55% dei CIO ritengono che l'ambito che avrà maggior impatto per i prossimi 5 anni sarà l'applicazione dei Big Data Analytics per la medicina di precisione.

Questi due fattori vengono però considerati di difficile realizzazione, soprattutto a causa delle risorse economiche limitate ma anche a causa della mancanza di competenze interne e per la complessità di implementazione di questa tipologia di progetti.

Il particolare interesse nei confronti dei Big Data è dovuto anche all'obbligo di adattare i processi di raccolta, utilizzo e analisi dei dati sui pazienti al nuovo Regolamento europeo sulla Protezione dei Dati Personali in vigore dal 25 Maggio.

Dovrà essere presente un Data Protection Officer che si occuperà della gestione dei dati.

L'82% delle aziende ha fatto un'analisi dei propri dati e il 76% ha aggiornato le proprie policy e il 35% ha rivalutato i propri rapporti commerciali, il 68% organizza sessioni per sensibilizzare il personale sulla protezione dei dati.

Questi provvedimenti sono adottati per adeguarsi alla normativa.

I pazienti italiani però, preferiscono accedere ai servizi sanitari di persona (consulto medico 86%, pagamento prestazioni 83%, ritiro dei referti).

In conclusione, nonostante i grandi progressi tecnologici, l'Italia rimane indietro rispetto agli altri paesi.

3.3 L'intelligenza artificiale e la sicurezza

"Il meglio che possiamo sperare è quello di sciogliere la foschia intorno alle tecnologie sanitarie digitali, fornire risposte alle domande sollevate da considerazioni bioetiche e quindi aiutare le persone ad abituarsi ad usare le tecnologie in modo da sentirsi assolutamente a proprio agio con loro."

[Stephen Hawking in "The Development of Full artificial Intelligence could Spell the end of Human Life"]

Nonostante l'affermazione di Stephen Hawking sono molteplici i dubbi e le paure che il mondo si pone sulla diffusione dell'intelligenza artificiale.

IBM Watson mira a creare un hub¹¹ di condivisione dati basato su cloud per i dati sanitari per utilizzare la quantità di informazioni di scarto al fine di fornire una migliore diagnostica e assistenza. Ha la capacità di leggere milioni di documenti in pochi secondi e di suggerire le terapie più adatte. Atomwise mira a ridurre i costi di sviluppo della medicina utilizzando supercomputer per prevedere in anticipo quali potenziali farmaci funzioneranno e quali no. Google Deepmind Health viene utilizzato per estrarre i dati delle cartelle cliniche al fine di fornire servizi sanitari migliori e più veloci.

Nonostante l'esito positivo della ricerca sull'intelligenza artificiale, vi sono molte preoccupazioni. La paura più grande è che l'intelligenza artificiale

¹¹ Un hub rappresenta un **concentratore**, ovvero un [dispositivo di rete](#) che funge da nodo di smistamento [dati](#) di una rete di comunicazione dati organizzata con una [topologia logica a bus](#) e di topologia fisica a stella. [Wikipedia]

diventi così sofisticata da funzionare meglio del cervello umano e che dopo un po' di tempo punti a prendere il controllo della nostra vita e la gente perda la capacità di pensare liberamente.

Inoltre, molti pensano che le piccole telecamere, microchips popoleranno il paesaggio della sanità in futuro e si teme che possano causare danni. I pazienti possono ingoiare piccole macchine fotografiche e pillole contenenti microchip per controllare se abbiano preso il farmaco. I tatuaggi biometrici come eSkin Tattoo di VivaLNK possono trasmettere informazioni mediche in modo discreto. I chip RFID o di identificazione a radiofrequenza possono essere impiantati sotto la pelle e servono come dispositivo di identificazione.

Tuttavia, alcune persone temono che tali dispositivi possano anche trasportare materiali pericolosi, persino virus che invadono il nostro corpo. Per dissolvere tali paure, i professionisti del settore medico devono fornire standard etici appropriati per aiutare la società nel suo complesso ad affrontare la comparsa di sensori e chip. Tali standard devono essere tali da consentire esclusivamente a tali aziende di fornire piccoli dispositivi medici che possano dimostrare di fornire sensori o chip sicuri.

Il sequenziamento del genoma può salvare delle vite. Con il metodo del sequenziamento genetico rapido, il genetista Stephen Kingsmore e il suo team hanno salvato la vita di un bambino piccolo già nel 2013. Passo dopo passo, la tecnica stessa sta diventando più economica e più comune. Ci sono già grandi progetti che mirano ad utilizzare l'intelligenza artificiale per estrarre dati genetici in modo che i pazienti possano imparare quali sono i rischi che portano con sé.

La biologia molecolare e la genetica sono spesso collegate alle più grandi questioni sulla vita e la morte stessa - da dove proviene la vita o come nasce la vita, che si traducono in seri interrogativi di bioetica. Molte persone temono che i medici e la stessa sanità possano giocare sulla vita con l'uso del sequenziamento del genoma o della modificazione genetica. Tali paure si sono concretizzate nel progetto artistico di Stranger Visions, in cui l'artista ha creato sculture-ritratto da analisi di "materiale genetico" come lo sputo di sigarette

raccolte in luoghi pubblici. Il progetto ha dimostrato che l'analisi genetica può portare alla mappatura completa del corpo di una persona - il che potrebbe essere motivo di paura per molte persone.

E la genetica potrebbe andare anche oltre: può rivelare possibili condizioni di salute e se determinate scelte di vita creano rischi per alcune malattie.

Ci sono molti miglioramenti digitali per la salute che mirano ad ottimizzare le procedure chirurgiche per garantire il successo degli interventi e contribuire ad una guarigione più rapida. Il sistema chirurgico da Vinci consente al chirurgo di operare con una visione, una precisione e un controllo migliori. Johnson & Johnson e Google hanno creato la società Verb, che mira a sviluppare una piattaforma completa di soluzioni chirurgiche che incorporerà capacità robotiche all'avanguardia e la migliore tecnologia di dispositivi medici per i professionisti della sala operatoria.

Nonostante i vantaggi dei robot chirurgici come l'aumento dell'efficienza e la riduzione dei costi, molte persone temono che queste macchine diventino impossibili da controllare e causino danni.

Proteus Health analizza le abitudini di salute dei singoli pazienti attraverso un cerotto indossato dal paziente. Questo sensore trasmette i dati agli smartphone del paziente e dell'operatore sanitario e li aiuta a gestire meglio la condizione. I dati sanitari vengono raccolti ma in un modo che va a beneficio del paziente. Un altro esempio è Oscar Health, una start-up di assicurazione sanitaria pronta a rivoluzionare il complicato settore. La loro idea di base è che i pazienti che si prendono cura proattivamente della loro salute dovrebbero essere ricompensati. Quei clienti, che rimangono in forma con un misfit step tracker gratuito, guadagnano fino a \$1 al giorno per raggiungere i loro obiettivi personalizzati passo dopo passo.

In uno scenario distopico, le aziende forniranno ai pazienti un'assicurazione solo se sarà loro consentito l'accesso a tutti i dati del paziente, compresi i dati provenienti dai sonniferi e dai localizzatori di fitness, la pressione sanguigna e l'ECG che conservano e i gadget che utilizzano per valutare il loro benessere generale. Su questa base, le aziende saranno in grado di modificare i premi dei

pazienti o di notificare loro la possibilità di modificarli presto in base alle scelte di stile di vita.

Il mercato degli articoli sanitari indossabili e dei sensori è in piena espansione. Questi dispositivi non solo misurano la temperatura corporea, ma anche l'ECG, la frequenza cardiaca e il ritmo cardiaco, la saturazione di ossigeno, la pressione sanguigna sistolica, l'attività fisica e il sonno - trasformano completamente il concetto di assistenza sanitaria. In alcuni casi, non è necessario recarsi dal medico, sedersi in sala d'attesa per ore e poi fare un controllo di 10 minuti, ma è possibile controllare sé stessi quando e dove ci si trova con dispositivi che forniscono dati clinici di qualità.

Tuttavia, molte persone non si fidano di questi dispositivi - non hanno informazioni sulla loro accuratezza e in molti casi non li usano con fiducia senza l'aiuto di un professionista. Inoltre, alcuni potrebbero pensare che solo gli oggetti da indossare e i sensori siano affidabili e utilizzati dai professionisti del settore medico.

Pertanto, le aziende che sviluppano tali dispositivi dovrebbero comunicare chiaramente come viene valutata la qualità del loro prodotto. Inoltre, anche in questo caso contano le normative e gli standard. L'American Food and Drug Administration (FDA) ha una lista di dispositivi approvati - e tale pratica sarebbe molto utile anche in altri paesi.

3.4 Esempio applicativo: diagnosticare cancro alla pelle con IBM Watson

La cura dei pazienti, dalla diagnosi alla cura, è radicalmente cambiata; tuttavia, la consapevolezza della rivoluzione in corso non si è ancora diffusa attraverso la comunità oncologica.

Ad oggi, a causa dei progressi tecnici, la ricerca sul cancro sta producendo informazioni ad un ritmo incredibilmente rapido, mettendo in discussione anche i medici più competenti per l'utilizzo di questi dati per migliorare significativamente la cura del paziente.

È stato stimato che un medico dovrebbe leggere 29 ore al giorno lavorativo per rimanere aggiornato sulle nuove ricerche mediche. Inoltre, ogni anno la letteratura medica aumenta raddoppiando la quantità di informazioni ogni 3 anni. Il risultato è che diventerà sempre più difficile per diverse generazioni di oncologi che hanno trascorso ore a cercare nella letteratura una risposta a una domanda medica, essere informati su tutto.

Ci deve essere un modo migliore per integrare le conoscenze attuali e offrire ai pazienti la migliore assistenza possibile.

Una di queste soluzioni è nata nel 1956 con intelligenza artificiale.

Una delle principali tecnologie di intelligenza artificiale o cognitiva è IBM Watson, che può apprendere la ragione e comprendere l'enorme corpus della letteratura disponibile per la comunità scientifica. Tale tecnologia aiuterà i medici a stabilire connessioni tra tutti i dati necessari per rispondere a una complessa domanda medica in un tempo molto breve. Inoltre, queste tecnologie possono assorbire tutte le conoscenze scientifiche pubblicate, inclusi i dati clinici di ogni singolo paziente, finendo con opzioni di trattamento basate sull'evidenza e personalizzate. Ad esempio, Watson per Genomics ingerisce circa 10.000 articoli scientifici e 100 nuovi studi clinici ogni mese.

In uno scenario, il clinico può addestrare Watson con le caratteristiche dei tumori, le comorbidità dei pazienti e anche aggiungere eventuali desideri specifici dal paziente, ad esempio, se il paziente non desidera la perdita di

capelli. Sulla base di queste nozioni e di eventuali linee guida nazionali e internazionali, un computer cognitivo sarà in grado di generare un elenco di opzioni terapeutiche, incluse le prove. Inoltre, sarà possibile adattare i suggerimenti in base ai vincoli specifici di un paese.

Ma l'intelligenza artificiale e il calcolo cognitivo hanno il potere di curare il cancro? Non da solo, sostiene il professore Canc Prof Vajdic. *"Sì, contribuirà, ma molte altre discipline devono entrare in gioco."*

I ricercatori della Stanford University hanno addestrato un algoritmo per diagnosticare il cancro alla pelle utilizzando il deep learning e in particolare le reti neurali convoluzionali.

Hanno creato un database di circa 130.000 immagini di malattie della pelle e addestrato il loro algoritmo per diagnosticare visivamente il potenziale cancro.

"Ci siamo resi conto che era fattibile, non solo per fare qualcosa di buono, ma anche per un dermatologo umano. In quel momento il nostro modo di pensare è cambiato. È stato allora che abbiamo detto: 'guarda, questo non è solo un progetto di classe per studenti, questa è un'opportunità per fare qualcosa di grande per l'umanità'"

[Sebastian Thrun, professore a contratto presso il Laboratorio di Intelligenza Artificiale di Stanford]

Il prodotto finale è stato testato da 21 dermatologi certificati e nelle sue diagnosi di lesioni cutanee, l'algoritmo corrispondeva alle prestazioni dei dermatologi.

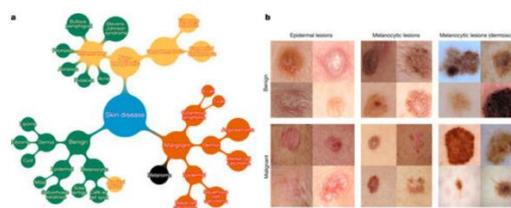


Figura 3.5: Illustrazione schematica della tassonomia e esempi di set di immagini testate - Fonte: Rivista Nature

Hanno scelto di addestrare questo algoritmo per il cancro alla pelle poiché ogni anno ci sono circa 5,4 milioni di nuovi casi negli Stati Uniti, e mentre il tasso di sopravvivenza a cinque anni per il melanoma rilevato nei suoi stati più antichi è di circa il 97 per cento, questo scende a circa il 14 per cento se rilevato nelle sue ultime fasi. La diagnosi precoce potrebbe avere un enorme impatto sui risultati del cancro della pelle.

La diagnosi del cancro della pelle inizia con un esame visivo. Un dermatologo di solito osserva la lesione sospetta ad occhio nudo e con l'aiuto di un dermatoscopio, che è un microscopio portatile che fornisce un ingrandimento a basso livello della pelle. Se questi metodi sono inconcludenti o portano il dermatologo a credere che la lesione sia cancerogena, una biopsia è il prossimo passo.

Portare questo algoritmo nel processo di esame segue una tendenza nell'informatica che combina l'elaborazione visiva con l'apprendimento profondo, un tipo di intelligenza artificiale modellata su reti neurali nel cervello. L'apprendimento approfondito ha una storia pluridecennale in informatica, ma solo recentemente è stato applicato ai compiti di elaborazione visiva, con grande successo. L'essenza dell'apprendimento automatico, incluso l'apprendimento approfondito, è che un computer è addestrato a capire un problema piuttosto che avere le risposte programmate.

L'algoritmo è stato alimentato con immagini in pixel non elaborate con un'etichetta patologica associata. Rispetto ad altri metodi per gli algoritmi di addestramento, questo richiede pochissima elaborazione o ordinamento delle immagini prima della classificazione, consentendo all'algoritmo di elaborare una più ampia varietà di dati.

La performance dell'algoritmo è stata misurata attraverso la creazione di una curva specificità-sensibilità, in cui la sensibilità rappresenta la sua capacità di identificare correttamente le lesioni maligne e la specificità la sua capacità di identificare correttamente le lesioni benigne. È stato valutato attraverso tre compiti diagnostici chiave: classificazione del carcinoma dei cheratinociti,

classificazione del melanoma e classificazione del melanoma se osservati mediante dermoscopia.

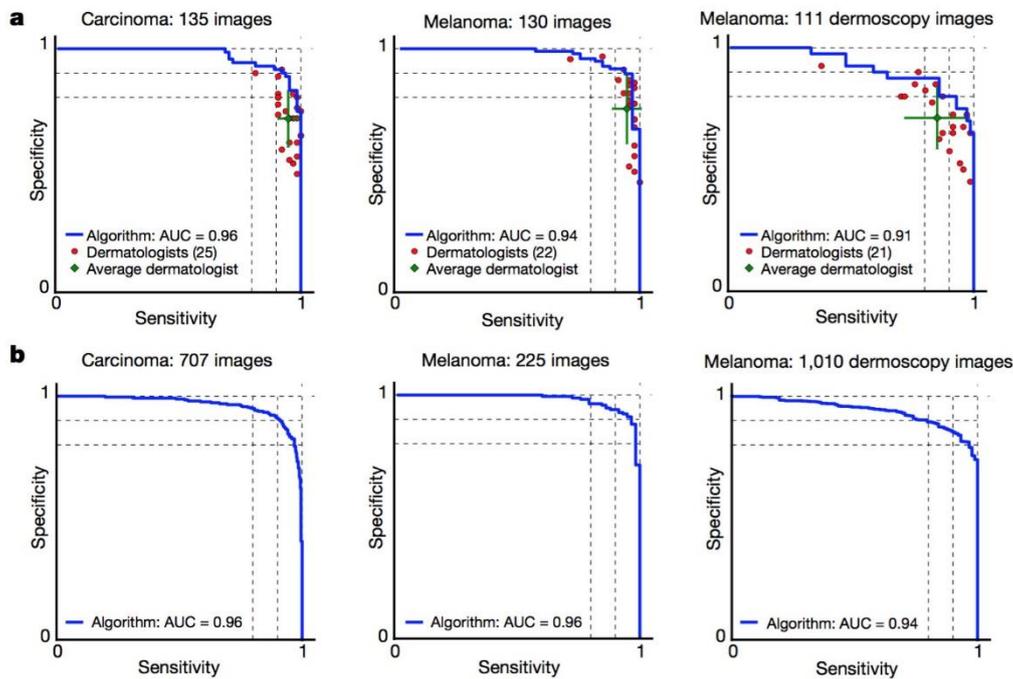


Figura 3.6: Prestazioni di riconoscimento del cancro della pelle dell' algoritmo e dei dermatologi

Ogni dermatologo ha emesso una singola previsione per immagine ed è quindi rappresentata da un singolo punto rosso. I punti verdi sono la media dei dermatologi per ogni compito, con barre di errore che denotano una deviazione standard (calcolata da $n = 25, 22$ e 21 dermatologi testati per carcinoma, melanoma e melanoma in dermoscopia, rispettivamente).

La tecnica di diagnosi con reti neurali convoluzionali (RNC) è rappresentata dalla curva blu, e l'AUC è la misura della prestazione della RNC, con un valore massimo di 1. La RNC ottiene prestazioni superiori a un dermatologo se il punto di specificità della sensibilità del dermatologo si trova al di sotto della curva blu, e per la maggior parte dei casi è così. L'algoritmo esibisce una classificazione affidabile del cancro quando testato su un set di dati più grande. I ricercatori hanno testato la RCN su più immagini per dimostrare una classificazione del cancro robusta e affidabile.

Un ulteriore vantaggio dell'algoritmo è che, a differenza di una persona, l'algoritmo può essere reso più o meno sensibile, consentendo ai ricercatori di mettere a punto la propria risposta a seconda di cosa vogliono che valuti. Questa capacità di alterare la sensibilità suggerisce la profondità e la complessità di questo algoritmo.

Il team ritiene che sia relativamente facile trasferire l'algoritmo ai dispositivi mobili, ma è necessario eseguire ulteriori test in un contesto clinico reale.

Equipaggiati con reti neurali profonde, i dispositivi mobili possono potenzialmente estendere la portata dei dermatologi al di fuori della clinica. Si prevede che entro il 2021 esistano 6,3 miliardi di abbonamenti per smartphone e che quindi possano potenzialmente fornire un accesso universale a basso costo a cure diagnostiche di vitale importanza.

“I progressi nella classificazione assistita da computer delle lesioni cutanee benigne contro maligne potrebbero aiutare notevolmente i dermatologi a migliorare la diagnosi per le lesioni difficili e fornire migliori opzioni di gestione per i pazienti.”

[Susan Swetter, professore di dermatologia e direttore del Programma pigmentato di lesione e melanoma presso Stanford Cancer Institute]

Quindi l'utilizzo di intelligenza artificiale potrebbe portare vantaggi non solo al paziente grazie ad una diagnosi precoce più accurata, ma potrebbe portare ad un risparmio di costi dovuti alle valutazioni errate da parte dei medici (falsi negativi o falsi positivi) e al tempo risparmiato nell'effettuare la diagnosi.

L'intelligenza artificiale è utilizzabile solo per alcune tipologie di intervento, mentre per altre è sempre richiesto l'intervento del medico.

Inoltre, è importante sottolineare che nonostante l'intelligenza artificiale ridefinirà il mondo sanitario, questa non potrà mai sostituire un medico ma sarà un supporto che porterà enormi vantaggi a tutti gli attori coinvolti nel settore: medici, pazienti, infermieri, dipendenti.

Capitolo 4

Intelligenza artificiale nella supply chain

L'industria 4.0 crea una perturbazione e richiede alle aziende di ripensare il modo in cui progettano la loro catena di fornitura. Sono emerse diverse tecnologie che stanno modificando i metodi di lavoro tradizionali. Inoltre, le grandi tendenze e le aspettative dei clienti cambiano il gioco. Oltre alla necessità di adattamento, le supply chain hanno anche l'opportunità di raggiungere il prossimo orizzonte di efficacia operativa, di sfruttare i modelli di business emergenti e di trasformare l'azienda verso l'adozione di una supply chain digitale.

Allo stesso tempo le aspettative dei clienti sono in crescita: il trend online degli ultimi anni ha portato ad un aumento delle aspettative di servizio abbinato ad una granularizzazione molto più forte degli ordini.

C'è anche una tendenza molto decisa verso un'ulteriore individualizzazione e personalizzazione che guida la forte crescita e la costante evoluzione del portafoglio SKU (codice identificativo per gestire i prodotti in magazzino).

Per basarsi su queste tendenze e far fronte alle mutate esigenze, le catene di approvvigionamento devono diventare molto più veloci, più granulari e molto più precise.

La digitalizzazione della supply chain consente alle aziende di affrontare le nuove esigenze dei clienti, le sfide sul lato dell'offerta e le aspettative di miglioramento dell'efficienza. La digitalizzazione porta alla realizzazione di una Supply Chain 4.0, che sarà:

- *Più veloce*: i nuovi approcci di distribuzione del prodotto riducono i tempi di consegna.

La base per questi servizi è costituita da approcci previsionali avanzati, ad esempio, analisi predittive di dati interni (domanda) ed esterni (tendenze di mercato, meteo, vacanze scolastiche, indici di costruzione), nonché dati sullo stato delle macchine per la domanda di

pezzi di ricambio, e fornisce una previsione molto più precisa della domanda dei clienti.

Le previsioni non vengono effettuate su base mensile, ma settimanale, e per i prodotti in rapida evoluzione anche ogni giorno.

In futuro vedremo "spedizioni predittive", per le quali Amazon detiene un brevetto - i prodotti vengono spediti prima che il cliente effettui un ordine. L'ordine del cliente viene successivamente abbinato ad una spedizione che si trova già nella rete logistica (trasportata verso l'area cliente) e la spedizione viene deviata verso l'esatta destinazione del cliente.

- *Più flessibile*: una pianificazione ad hoc e in tempo reale consente una reazione flessibile alle mutevoli situazioni di domanda o offerta. I cicli di pianificazione e i periodi di congelamento sono ridotti al minimo e la pianificazione diventa un processo continuo in grado di reagire dinamicamente alle mutevoli esigenze o vincoli (ad esempio, feedback in tempo reale sulla capacità produttiva delle macchine). Una volta che i prodotti vengono spediti, una maggiore flessibilità nei processi di consegna consente ai clienti di reindirizzare le spedizioni verso la destinazione più conveniente.

Nuovi modelli di business, come la Supply Chain as a Service per le funzioni di pianificazione della supply chain o la gestione dei trasporti, aumentano la flessibilità nell'organizzazione della supply chain.

La supply chain può essere acquistata come servizio e pagata in base all'uso, invece di avere le risorse e le capacità all'interno dell'azienda.

La specializzazione e la focalizzazione dei fornitori di servizi consentono loro di creare economie di scala, economie di scopo e interessanti opportunità di outsourcing.

- *Più granulare*: La richiesta da parte dei clienti di prodotti sempre più personalizzati è in continua crescita. Questo dà una forte spinta verso la micro-segmentazione, e le idee di personalizzazione di massa saranno finalmente implementate. I clienti sono gestiti in cluster molto

più granulari e verrà offerto un ampio spettro di prodotti adatti. In questo modo i clienti possono scegliere tra diversi "menu logistici" che si adattano esattamente alle loro esigenze.

- *Più precisa:* La prossima generazione di sistemi di gestione delle prestazioni fornisce trasparenza in tempo reale lungo tutta la catena di fornitura. L'intervallo di informazioni va dai KPI di alto livello sintetizzati, come il livello di servizio complessivo, ai dati di processo molto granulari, come la posizione esatta dei carrelli nella rete.

Questa gamma di dati fornisce una base informativa comune per tutti i livelli di anzianità e funzioni della catena di fornitura. L'integrazione dei dati di fornitori, fornitori di servizi, ecc. in una "supply chain cloud" assicura che tutti gli stakeholder guidino e decidano sulla base degli stessi fatti.

Ci saranno sistemi di gestione delle prestazioni che "imparano" a identificare automaticamente i rischi o le eccezioni e cambieranno i parametri della supply chain in un approccio di apprendimento a ciclo chiuso per mitigarli. Ciò consente al centro di controllo della gestione delle prestazioni di gestire un ampio spettro di eccezioni senza coinvolgimento umano e di sfruttare il pianificatore umano solo per gli eventi di disturbo/nuovi eventi.

- *Più efficiente:* l'efficienza della catena di fornitura è incrementata dall'automazione sia dei compiti fisici che della pianificazione. I robot gestiscono il materiale (pallet/scatole e pezzi singoli) in modo completamente automatico lungo tutto il processo di magazzino, dal ricevimento/scarico allo stoccaggio, al prelievo, all'imballaggio e alla spedizione. Autocarri autonomi trasportano i prodotti all'interno della rete. Per ottimizzare l'utilizzo dei camion e aumentare la flessibilità di trasporto, l'ottimizzazione del trasporto interaziendale viene applicata alla condivisione delle capacità tra aziende. La configurazione della rete stessa è continuamente ottimizzata per garantire un adattamento ottimale alle esigenze aziendali.

Per creare un carico di lavoro ideale nella catena di fornitura, vengono utilizzati diversi approcci di pianificazione dinamica e trasparenza per guidare le attività avanzate di demand shaping (ad esempio, offerte speciali per le consegne in fasce orarie con basso utilizzo di camion).

Nella maggior parte delle aziende, i prodotti vengono consegnati ai clienti attraverso un processo molto standardizzato. Il marketing analizza la domanda dei clienti e cerca di prevedere le vendite per il prossimo periodo. Con queste informazioni, la produzione ordina materie prime, componenti e parti per la capacità prevista. La distribuzione tiene conto dei prossimi cambiamenti nella quantità di prodotto in arrivo, e ai clienti viene detto quando aspettarsi la spedizione. Nei casi ottimistici, il divario tra la domanda e la fornitura in ogni punto del sistema è piccola.

Questo accade raramente, ovviamente. La previsione rimane una scienza inesatta e i dati da cui dipende possono essere incoerenti e incompleti. Troppo spesso la produzione opera indipendentemente dal marketing, dai clienti, dai fornitori e da altri partner. La mancanza di trasparenza significa che nessuno degli anelli della catena di fornitura capisce veramente ciò che qualsiasi altro anello sta facendo o ha bisogno. Inevitabilmente, a quanto pare, il flusso ordinato dal marketing al cliente viene interrotto da qualche parte.

Nel corso dei prossimi anni cambierà la catena di fornitura stessa. Con l'avvento della supply chain digitale, ogni anello avrà piena visibilità sulle esigenze e le sfide degli altri. I segnali della domanda e dell'offerta avranno origine in qualsiasi punto e viaggeranno immediatamente attraverso la rete. Bassi livelli di una materia prima critica, la chiusura di un grande impianto, un improvviso aumento della domanda dei clienti - tutte queste informazioni saranno visibili in tutto il sistema, in tempo reale.

Meglio ancora, la trasparenza consentirà alle aziende non solo di reagire alle interruzioni ma di anticiparle, modellando la rete, creando scenari "what-if" e adeguando immediatamente la supply chain al mutare delle condizioni.

L'obiettivo della supply chain digitale è ambizioso: costruire una rete di fornitura del tutto nuova, resiliente e reattiva. Ma se le aziende devono rendere la supply chain digitale - o forse più propriamente, l'ecosistema della supply chain digitale - una realtà, non si possono semplicemente raccogliere tecnologie e costruire capacità. Si devono anche trovare persone con le giuste competenze e gestire il passaggio a una cultura che sia disposta a compiere lo sforzo. In altre parole, devono trasformare la loro intera organizzazione.

La supply chain digitale è composta da otto elementi chiave: pianificazione ed esecuzione integrata, visibilità logistica, acquisti 4.0, magazzino intelligente, gestione efficiente dei pezzi di ricambio, logistica autonoma e B2C, analisi prescrittiva della supply chain e abilitatori della supply chain digitale. Le aziende che ingloberanno questi pezzi in un insieme coerente e completamente trasparente otterranno enormi vantaggi in termini di servizio al cliente, flessibilità, efficienza e costi.

L'ecosistema digitale si baserà sull'implementazione completa di un'ampia gamma di tecnologie digitali - il cloud, i grandi dati, l'Internet degli oggetti, la stampa 3D, la realtà aumentata e altre ancora. Insieme, essi consentiranno nuovi modelli di business, la digitalizzazione di prodotti e servizi, l'integrazione di nuove tecnologie digitali, la digitalizzazione e l'integrazione di ogni anello della catena del valore di un'azienda: il posto di lavoro digitalizzato, sviluppo e innovazione di prodotto, ingegneria e produzione, distribuzione e canali di vendita e clienti digitali gestione delle relazioni.

Al centro di tutta questa attività c'è la supply chain digitale, ed è fondamentale per le operazioni di ogni azienda che produce o distribuisce qualsiasi cosa. Per molte aziende, infatti, la supply chain è il business.

Estende l'integrazione verticale di tutte le funzioni aziendali alla dimensione orizzontale, mettendo insieme gli attori rilevanti - i fornitori di materie prime e pezzi, il processo produttivo stesso, i magazzini e i distributori di prodotti finiti, e infine il cliente - attraverso una rete di sensori e tecnologie sociali, supervisionata da una rete centrale, e gestito attraverso un motore di analisi globale dei dati.

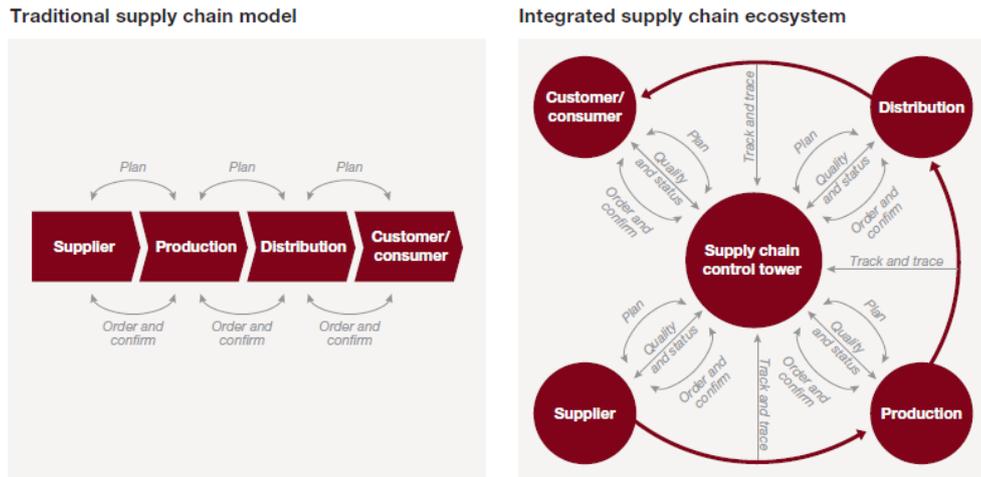


Figura 4.1: L'ecosistema di approvvigionamento digitale rispetto alla tradizionale catena di approvvigionamento lineare - Fonte PWC - 2016

Dall'altro, aspettative più esigenti da parte dei consumatori, dipendenti, e i partner commerciali stanno attirando le aziende a sviluppare catene di fornitura più affidabili e reattive.

Le aziende di tutti i settori industriali stanno già investendo molto per sviluppare le proprie versioni della Digital Supply Chain.

Secondo un recente studio di PwC sull'aumento di Industry 4.0, un terzo degli oltre 2.000 intervistati afferma che le loro aziende hanno iniziato a digitalizzare le loro supply chain, e il **72%** si aspetta di averlo fatto tra tre anni. Le ragioni alla base della corsa agli investimenti sono facilmente individuabili. I professionisti della supply chain si aspettano che la digitalizzazione porterà significativi benefici economici sia ai vertici che ai profitti.

Le aziende con supply chain e operazioni altamente digitalizzate possono aspettarsi guadagni di efficienza del **4,1%** all'anno, aumentando i ricavi del **2,9%** all'anno.

Alcuni settori sono più avanti di altri lungo la catena di fornitura digitale. I produttori di elettronica, ad esempio, hanno imparato molto sulla costruzione e la gestione grazie ai loro sforzi di lunga data per creare reti di produzione esternalizzate.

4.1 Elementi fondamentali e nuove tecnologie

Le catene di approvvigionamento operano lungo i processi tradizionali - pianificare, produrre, consegnare, restituire e abilitare. Ognuno di questi elementi viene rapidamente rivitalizzato attraverso l'innovazione tecnologica. Secondo uno studio PwC, le tecnologie sono suddivise in otto aree chiave: pianificazione ed esecuzione integrata, visibilità logistica, Procurement 4.0, magazzino intelligente, gestione efficiente dei pezzi di ricambio, logistica autonoma e B2C, analisi prescrittiva della supply chain e abilitatori intelligenti della supply chain.

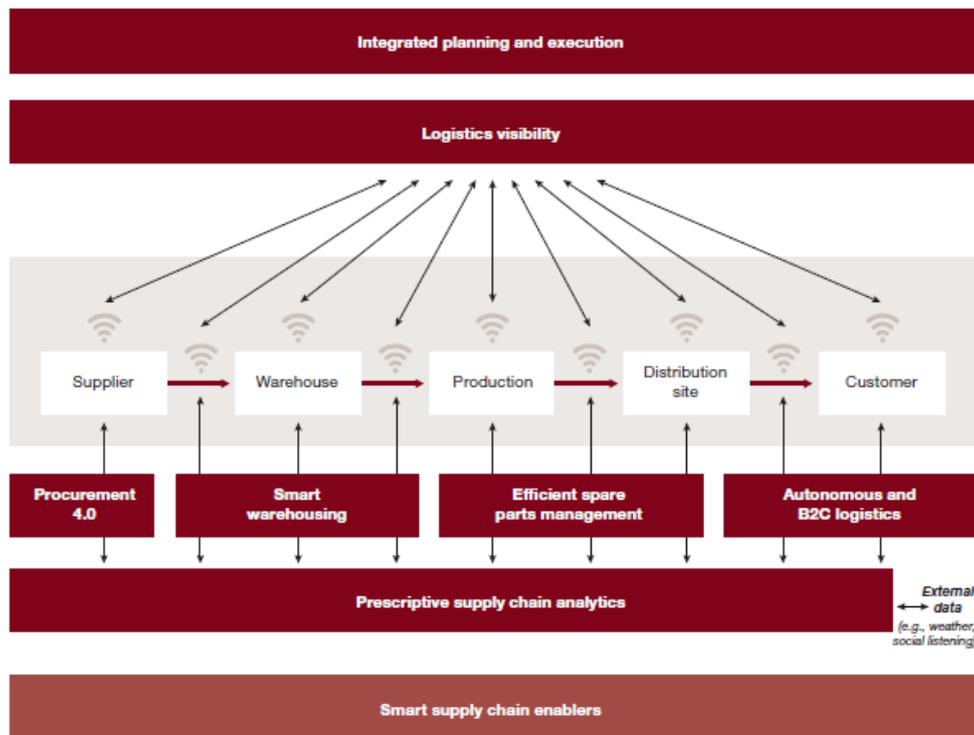


Figura 4.2: Otto elementi chiave della Digital supply chain

Tutti questi elementi sono interconnessi e si basano l'uno sull'altro. Di conseguenza, una strategia di supply chain digitale deve considerare tutti questi elementi per sfruttare appieno i vantaggi della digitalizzazione.

- **Pianificazione ed esecuzione integrata - l'asse orizzontale**

L'obiettivo aziendale della catena di fornitura digitale è quello di consegnare il prodotto giusto nelle mani del cliente il più rapidamente possibile, ma anche di farlo in modo responsabile e affidabile, aumentando l'efficienza e riducendo i costi attraverso l'automazione. Questo obiettivo non può essere raggiunto se la supply chain non è completamente integrata, collegando senza soluzione di continuità fornitori, produzione, logistica, magazzinaggio e clienti e guidata da un centro di comando centrale basato su cloud.

Con questo livello di integrazione, i segnali che innescano eventi nella supply chain possono provenire da qualsiasi punto della rete e comprendere tutti i problemi che influenzano l'offerta o la domanda, come la carenza di materie prime, componenti, prodotti finiti o parti di ricambio.

In un mondo in cui la produzione personalizzata sta diventando la norma e i clienti sono sempre più esigenti, la supply chain completamente reattiva è un enorme vantaggio competitivo e sta diventando un must have.

Il risultato è una piena consapevolezza e collaborazione lungo diversi orizzonti temporali a livello strategico, tattico e operativo. Le piattaforme di integrazione hanno capacità di pianificazione di base che supportano le operazioni quotidiane, compresa la pianificazione di scenari "what-if".

I pianificatori possono valutare immediatamente l'impatto sull'inventario, sulla capacità, su altri ordini dei clienti, forniture di materie prime attraverso scenari di funzionamento all'interno della piattaforma. I risultati dello scenario possono essere valutati in base a criteri quali l'impatto sui risultati finanziari e l'affidabilità delle consegne per identificare la soluzione ottimale. Questa soluzione è quindi immediatamente condivisa con il cliente, i fornitori, gli outsourcers di produzione, fornitori di servizi logistici.

Stanno emergendo una varietà di reti aziendali e piattaforme collaborative basate sul cloud che funzionano come i social network per consentire alle aziende di interagire con gli stakeholder della supply chain in modo completo e rapido. Queste piattaforme sono già molto più avanzate delle prime reti di trading, come Ariba di SAP, che si concentrano sull'incontro tra domanda e offerta di prodotti di base specifici. Ora, tutti gli attori della rete possono scambiare informazioni sulla domanda, le scorte e la capacità produttiva e logistica, e fornire quasi in tempo reale feedback su cambiamenti quali potenziali strozzature lungo l'offerta in seguito ad un aumento della domanda.

Questo livello di integrazione permette - anzi, costringe - gli attori a pianificare in modo collaborativo, utilizzando un unico insieme di numeri nel tempo per gestire scenari e stimare i potenziali compromessi tra variabili quali capacità, costi, margine, prestazioni di consegna e tasso di riempimento. Il flusso di lavoro può essere accuratamente modellato per integrare tutti i processi di collaborazione e, in ultima analisi, per fornire informazioni rapide e affidabili su quando i prodotti finiti saranno consegnati ai clienti.

Integrando i dati lungo l'intera supply chain, in tempo reale e spesso senza intervento umano, è possibile ridurre significativamente i tempi di consegna e ottimizzare la gestione del trasporto e dell'inventario. Il rapido scambio di informazioni aumenta anche l'agilità dell'intera catena, consentendo al contempo un'integrazione molto più stretta con i clienti - sempre una buona cosa quando l'obiettivo è quello di "bloccare" efficacemente quei clienti attraverso una piattaforma di supply chain efficiente, un servizio eccellente e un'esperienza cliente convincente.

- **Visibilità logistica - vedere la rete**

La chiave del successo di ogni catena di approvvigionamento è un efficiente scambio di informazioni.

La tradizionale catena di approvvigionamento è irta di attriti, causati principalmente dalla mancanza di informazioni complete e tempestive. Il potenziale di perturbazione è elevato; spostamenti improvvisi della domanda, mancanza di materie prime e disastri naturali possono mettere a repentaglio i piani della catena di approvvigionamento meglio disposti. E l'esternalizzazione di molti elementi necessari rende solo più difficile comprendere appieno la supply chain, appannando la visibilità nella rete di trasporto e rendendo difficile mitigare i problemi man mano che si verificano.

Ecco perché l'obiettivo generale della catena di fornitura digitale è quello di aprire a tutti la visione della rete di fornitura.

I mercati B2C¹² stanno attirando le aziende per fornire questo livello di visibilità, richiedendo maggiori informazioni sugli arrivi delle spedizioni con aggiornamenti in tempo reale. Nelle reti B2B¹³, i produttori si aspettano informazioni tempestive sullo stato delle loro spedizioni di fornitura, che in genere sono collegate ai piani di produzione. Informazioni di trasporto costantemente aggiornate e affidabili possono migliorare in modo significativo anche la soddisfazione dei clienti del produttore.

Ottenere un elevato grado di trasparenza nel sistema non è un compito facile e richiede sia la sofisticazione tecnica che un discreto grado di intervento umano intelligente. Ma una volta raggiunto, i benefici sono significativi, e non si limitano al risparmio sulle scorte e ai miglioramenti nella pianificazione.

¹² Con **Business to Consumer**, spesso abbreviato in **B2C**, si indicano le relazioni che un'impresa commerciale detiene con i suoi clienti per le attività di vendita e/o di assistenza. Questa sigla è utilizzata soprattutto quando l'interazione tra impresa e cliente avviene tramite [internet](#), ovvero nel caso del [commercio elettronico](#). Fonte: Wikipedia

¹³ **Business-to-business**, spesso indicato con l'acronimo **B2B**, in [italiano commercio interaziendale](#), è una locuzione utilizzata per descrivere le transazioni commerciali elettroniche tra [imprese](#), distinguendole da quelle che intercorrono tra le imprese e altri gruppi, come quelle tra una ditta e i consumatori/clienti individuali (B2C, dall'inglese *Business to Customer* [Business to Consumer](#), in italiano **vendita al dettaglio**) oppure quelle tra una impresa e il governo (B2G, dall'inglese *Business to Government*, lett. "azienda-verso-governo). Fonte: Wikipedia

- I dati provenienti da fonti interne ed esterne, come i dispositivi di monitoraggio dei trasporti e l'ascolto sociale, vengono riuniti in un'unica piattaforma.
- I dati vengono consolidati e arricchiti con informazioni incrociate, come gli eventi della catena di approvvigionamento che incidono sulle spedizioni di approvvigionamento. Le informazioni rilevanti vengono ricavate dai dati meteorologici, dal traffico e dai feed di notizie. Anche i social media sono monitorati - le aziende che hanno prestato attenzione all'attività di Twitter, ad esempio, hanno potuto anticipare il recente sciopero dei lavoratori nel porto di Los Angeles già quattro settimane prima dell'accaduto.
- Queste informazioni arricchite vengono poi collegate all'interno della piattaforma e sottoposte a ulteriori analisi e simulazioni, consentendo vari livelli di ottimizzazione strategica, come i miglioramenti della rete di rotte e le revisioni delle prestazioni dei vettori. Se tutte queste informazioni sono veramente utili, devono essere inserite in un centro di controllo che monitora e gestisce le attività logistiche e applica all'equazione algoritmi analitici e prescrittivi avanzati.
- La risultante "fonte unica di verità" consente alle aziende di ottimizzare le loro scelte in condizioni diverse, utilizzando le informazioni per allertare fabbriche, magazzini e clienti per mettere in pericolo i tempi di arrivo e intraprendere azioni di mitigazione. La visibilità sia sullo stato dei trasporti che sugli impatti esterni attesi sui tempi di consegna, e la possibilità di modificare i piani, di conseguenza, sarà fondamentale per le aziende che desiderano utilizzare le loro catene di fornitura a vantaggio della concorrenza e gestire con maggiore attenzione i numerosi rischi associati alle attività della supply chain.

Alla fine, gli *algoritmi di apprendimento automatico* diventeranno abbastanza intelligenti da automatizzare anche questo tipo di intervento umano, permettendo ai manager e agli altri stakeholder di prendere quotidianamente decisioni più intelligenti. Questi algoritmi offriranno consigli di mitigazione e soluzioni di routine collaudate del passato, quando disponibili. I vantaggi includono la riduzione del carico di lavoro e un aumento ancora maggiore dell'efficienza della supply chain.

La visibilità della catena dipende dalla creazione di un efficace sistema "track and trace" (T&T) che permette agli stakeholder di determinare lo stato di una data spedizione di merci in qualsiasi punto dei suoi viaggi, con qualsiasi mezzo di trasporto.

I dati di trasporto e le informazioni di stato saranno acquisiti dai sistemi di pianificazione delle risorse aziendali e dai vettori, sia attraverso connessioni dirette o tramite portali di terze parti. La tecnologia GPS consentirà alle aziende di controllare le posizioni esatte delle spedizioni, mentre i sensori di campo permetteranno di monitorare le condizioni ambientali come la temperatura e l'umidità, e anche fornire una protezione antifurto a distanza. Ma poiché i dati arrivano da molte fonti diverse - fornitori, trasportatori, magazzini, distributori - la qualità e l'interoperabilità dei dati è fondamentale ed è ancora una barriera tecnologica significativa su cui stanno lavorando un'ampia gamma di aziende.

Il centro di comando per queste attività di telerilevamento è la sala di controllo o piattaforma di visibilità logistica, simile ad una torre di controllo del traffico. La grande virtù della sala di controllo è che può fornire a dirigenti e senior manager una visione completamente trasparente della catena di fornitura dell'azienda, e quindi supportare le molte decisioni che devono essere prese per mantenere in funzione il flusso di parti e prodotti.

- **Acquisti 4.0 - approvvigionamento su richiesta**

La digitalizzazione degli acquisti cambierà radicalmente gli strumenti e i talenti richiesti, aggiungerà nuove categorie da reperire e trasformerà la value proposition della funzione di approvvigionamento.

L'integrazione e la gestione efficiente dei fornitori di materie prime e componenti è un elemento critico nell'ecosistema della catena di approvvigionamento digitale. La digitalizzazione di molti aspetti tradizionali dell'approvvigionamento è già in corso, in quanto le aziende utilizzano una varietà di strumenti e tecniche per connettersi più strettamente con i fornitori, aiutare il processo di pianificazione, migliorare il sourcing, gestire attivamente il rischio dei fornitori e aumentare la collaborazione. Il risultato è una riduzione dei costi e una consegna più rapida lungo tutta la catena di fornitura, che diventa sempre più automatizzata.

Ma la catena di approvvigionamento digitale avrà anche molte altre conseguenze chiave per la funzione di approvvigionamento.

In primo luogo, il passaggio generale all'Industria 4.0 richiederà alle aziende le cui esigenze della supply chain sono state limitate ai beni fisici di diventare altrettanto esperte nell'acquisto di forniture e servizi digitali - contratti di manutenzione del software, sviluppatori e piattaforme di approvvigionamento digitale. I milioni di sensori e altri componenti elettronici necessari per gestire la catena di fornitura digitale stessa sono un'altra ovvia necessità di approvvigionamento. È la necessità di gran lunga maggiore per tutti i tipi di software, tuttavia, che realmente trasformerà la funzione di approvvigionamento.

Da un lato, ciò comporterà l'acquisto del software necessario per gestire la catena di fornitura digitale stessa. Questo si rivelerà probabilmente un esercizio relativamente semplice; ci sono certamente molti fornitori disposti a lavorare con le aziende per svilupparlo e fornirlo. La vera sfida, tuttavia, arriverà quando il software e i servizi diventeranno una

caratteristica sempre più importante dei prodotti che ogni azienda produce. Già il software integrato in questi prodotti, dall'elettronica alle automobili ai macchinari industriali, è più prezioso dei materiali fisici che vi sono contenuti, e sta già fornendo il vantaggio competitivo di cui le aziende hanno bisogno per vincere in futuro.

- **Magazzino intelligente - robot al lavoro**

Il prossimo anello della supply chain digitale è il magazzino, che promette di diventare uno strumento strategico nel modo in cui le aziende operano e generano valore per i loro clienti. L'obiettivo è quello di migliorare l'efficienza e la sicurezza attraverso l'automazione di quasi tutte le normali attività di magazzino. Infatti, il magazzino 4.0 non avrà l'aspetto degli attuali edifici ad alta intensità di lavoro.

La trasformazione del magazzino del futuro inizia con la logistica inbound. I camion in viaggio verso il magazzino comunicheranno la loro posizione e l'orario di arrivo al sistema di gestione intelligente del magazzino, che sceglierà e preparerà uno slot di attracco, ottimizzando la consegna just in time e just-in-sequence. I sensori RFID¹⁴ riveleranno ciò che è stato consegnato e invieranno i dati in orizzontale lungo l'intera catena di fornitura. Il sistema di gestione assegnerà automaticamente lo spazio di stoccaggio per la consegna e assegnerà le apparecchiature autonome appropriate per spostare la merce nel posto giusto.

All'interno del magazzino, il software gestionale aggiornerà costantemente l'inventario in tempo reale, attraverso l'utilizzo di sensori integrati nella merce e nel magazzino stesso. In definitiva, il

¹⁴ In [telecomunicazioni](#) ed [elettronica](#) con l'[acronimo](#) **RFID** (dall'inglese **Radio-Frequency Identification**, in italiano **identificazione a radiofrequenza**) si intende una [tecnologia](#) per l'identificazione e/o memorizzazione automatica di informazioni inerenti ad oggetti, animali o persone (*automatic identifying and data capture*, AIDC) basata sulla capacità di memorizzazione di dati da parte di particolari etichette elettroniche, chiamate *tag* (o anche [transponder](#) o chiavi elettroniche e di prossimità), e sulla capacità di queste di rispondere all'interrogazione a distanza da parte di appositi apparati fissi o portatili, chiamati *reader* (o anche interrogatori).

sistema si avvarrà di droni volanti per facilitare l'inventario, valutando regolarmente la localizzazione delle merci. attraverso i dati dei sensori e la mappatura dell'intera struttura.

Oltre ad una migliore logistica inbound, trasporti autonomi e processi logistici ottimizzati, tecnologie innovative trasformeranno lavori mondani come il picking della merce per evadere un ordine.

Le aziende stanno già sperimentando sistemi di wearables e di realtà aumentata per aiutare in questo processo costoso e ad alta intensità di lavoro, che spesso viene ancora eseguito con carta e soggetto ad errori umani.

DHL ha recentemente condotto test su un sistema di realtà aumentata in un magazzino olandese di proprietà di Ricoh, l'azienda giapponese di imaging ed elettronica. Dotati di occhiali intelligenti contenenti il software di Ubimax, i dipendenti hanno percorso il magazzino lungo percorsi ottimizzati attraverso il display grafico degli occhiali, consentendo loro di trovare la giusta quantità dell'articolo giusto in modo molto più efficiente e con tempi di formazione ridotti. Nel corso delle tre settimane di test, 10 commissionatori sono riusciti ad evadere 9.000 ordini separati, raccogliendo più di 20.000 articoli. I conseguenti miglioramenti della produttività e la riduzione degli errori hanno aumentato l'efficienza complessiva di picking del 25%.

Una volta prelevati i prodotti giusti, essi saranno imballati per la spedizione da robot in grado di gestire un'ampia gamma di dimensioni del prodotto, tenendo conto dei dati sul prodotto e delle esigenze di imballaggio del cliente. Il software controllerà anche l'ambiente interno del magazzino, compresa l'impostazione della temperatura, della luce e dell'umidità adeguate in base a requisiti predefiniti. Spegnendo le luci e il calore nelle aree in cui tutto il lavoro è svolto da robot e da personale autonomo, ad esempio, il consumo energetico può essere notevolmente ridotto.

- **Gestione efficiente delle parti di ricambio - con stampa 3D**

Il collegamento al magazzino nella catena di fornitura è costoso, ad alta intensità di lavoro e pieno di potenziali errori. La digitalizzazione eliminerà certamente gran parte della sua inefficienza e integrerà il processo nell'intera catena di fornitura. Nel frattempo, la stampa 3D è pronta a trasformare ulteriormente questo anello critico della catena.

In molti magazzini, più della metà degli ordini spediti sono richieste una tantum di pezzi di ricambio, e la domanda per loro è molto irregolare, quasi impossibile da prevedere. Questo è il motivo per cui le aziende di solito mantengono enormi scorte di pezzi di ricambio, molti dei quali devono essere conservati per 30 anni o più se i clienti devono continuare ad utilizzare macchine più vecchie.

La digitalizzazione sta già rivoluzionando lo stoccaggio e la distribuzione dei pezzi di ricambio. Un sofisticato software di analisi permette di prevedere con maggiore precisione la domanda di pezzi di ricambio, attraverso soluzioni come la manutenzione predittiva di veicoli e macchine industriali. Ciò consente alle aziende di ottimizzare lo stoccaggio e la distribuzione dei pezzi di ricambio, in quanto è possibile integrare molte più informazioni, come l'ascolto sociale.

e dati sul traffico e meteorologici, da cui dipendono la domanda e la distribuzione.

I pezzi di ricambio possono essere prodotti in base alle necessità presso le strutture mantenute localmente - anche in loco, se la domanda è abbastanza alta o abbastanza critica. Tutto ciò che serve sono le stampanti, il software, un progetto con le giuste specifiche per ogni pezzo e i materiali necessari per produrlo. Le specifiche per ogni pezzo, compresi i pezzi provenienti da macchine troppo vecchie per avere le specifiche su file, possono essere create utilizzando scanner laser 3D e tradotte automaticamente in codice leggibile dalle stampanti.

I benefici includono una drastica riduzione delle scorte di pezzi di ricambio e dei costi associati. I clienti possono contare su tempi di

attività molto più lunghi per le apparecchiature critiche, poiché i problemi sono previsti e i pezzi di ricambio arrivano molto più rapidamente. In effetti, la capacità di aggiungere servizi di manutenzione predittiva alle apparecchiature industriali e la capacità di consegnare i pezzi di ricambio in modo tempestivo, è fondamentale per il passaggio all'Industria 4.0.

- **Logistica autonoma e B2C - trasporto robotizzato**

Pochi elementi possono influenzare la percezione generale della catena di approvvigionamento digitale tanto quanto l'aumento della logistica autonoma. La gestione del parco veicoli senza conducente e altre innovazioni robotiche avranno un ruolo sempre più importante nella movimentazione delle merci in tutto il mondo.

L'uso più comune di veicoli autonomi nella logistica sarà quello di camion senza conducente. Come gli altri autotrasportatori, i camion che guidano autonomamente dipenderanno da software di mappatura e radar a corto raggio per valutare l'ambiente circostante il veicolo. Le connessioni wireless ad altri veicoli e alla strada stessa forniranno informazioni aggiuntive che velocizzeranno il flusso del traffico e ridurranno la congestione stradale e gli incidenti.

La possibilità di autotrasporti autonomi - una moderna carovana con più autocarri in linea - ridurrà il bisogno di autisti umani e permetterà ai camion di guidare più vicini tra loro. I sensori interni aiuteranno gli operatori della flotta a valutare i danni al carico e a determinare i requisiti di manutenzione.

I vantaggi apportati da questi veicoli sono evidenti: tempi di consegna più rapidi e affidabili, minori costi di manodopera, eliminazione degli errori umani e riduzione delle emissioni grazie a operazioni, instradamento e convogliamento dei camion più efficienti.

Ma bisogna anche considerare i pericoli dei veicoli autonomi: una minore sicurezza alla guida, la possibilità di essere hackerati come un

qualsiasi software, una maggiore esposizione a incidenti dovuti a una minore velocità di reazione in situazioni impreviste.

Nel 2015 lo stato americano del Nevada ha concesso in licenza due dei Freightliner Inspiration Trucks della Daimler per l'uso sulle autostrade pubbliche. Dotati di radar, cruise control avanzato e software di mappatura, gli autocarri, in modalità autonoma, liberano i loro autisti che potranno dedicarsi a compiti logistici di maggior valore aggiunto, rendendo il lavoro più attraente, più sicuro e meno monotono.

Un altro passo nell'automazione dei processi è la consegna all'ultimo miglio - consegnare i prodotti nelle mani del cliente.

A causa dell'elevata intensità di lavoro e della grande interazione con il cliente, spesso si tratta di un importante acceleratore di costi nella catena logistica. Sono in discussione molte idee per abbassare i costi e fornire un maggiore valore per i clienti, tra cui applicazioni simili a Uber che impiegano autisti non professionisti per la consegna dei pacchi, robot di consegna autoguidati che si muovono a velocità pedoni che distribuiscono i pacchi lungo percorsi flessibili - naturalmente monitorati da operatori umani - e, cosa più famosa (grazie a un video concettuale prodotto da Amazon), utilizzando droni per far cadere i pacchi dal cielo verso i portici dei clienti.

All'interno degli stabilimenti produttivi stessi, i veicoli autonomi in loco stanno diventando la norma, spostando materie prime, parti e componenti senza interferenze umane, e scegliendo il percorso migliore nonostante le condizioni in continuo cambiamento. Strettamente integrati con il sistema ERP¹⁵ dell'azienda, questi veicoli saranno in grado di determinare autonomamente quali forniture devono essere rifornite in qualsiasi punto del processo produttivo, ritirare i carichi dallo stoccaggio, lasciarli dove necessario e ritirare gli imballaggi a

¹⁵ **Enterprise resource planning** (letteralmente "pianificazione delle risorse d'impresa", spesso abbreviato in **ERP**)^[1] è un software di gestione che integra tutti i processi di **business** rilevanti di un'**azienda** (vendite, acquisti, gestione magazzino, **contabilità** ecc.). Fonte: Wikipedia

rendere. I sensori senza contatto e i paraurti di sicurezza laser di questi veicoli miglioreranno notevolmente la sicurezza dei dipendenti in loco. I sistemi di aziende come la tedesca Still consentono persino ai loro veicoli di operare come una squadra, coordinandosi tra loro e con i loro supervisori umani per determinare i percorsi migliori e l'uso più efficiente delle risorse della squadra in un ambiente in continua evoluzione dinamica.

- **Analisi prescrittive della catena di approvvigionamento - supporto decisionale per i manager**

L'obiettivo della filiera digitale è quello di integrare pienamente e rendere visibile ogni aspetto della circolazione delle merci. La chiave di questo elemento critico di Industry 4.0 è l'analisi dei grandi dati. Le aziende hanno già gli strumenti per descrivere gran parte dello stato attuale delle loro catene di approvvigionamento: dove si trovano le merci, da dove proviene la domanda di articoli specifici e quando è probabile che gli articoli vengano consegnati.

E le aziende stanno imparando a prevedere gli elementi critici della catena. La domanda attraverso la catena può essere anticipata meglio grazie a segnali più sofisticati provenienti dal mercato, che si traduce in domanda di capacità produttiva, esigenze di stoccaggio e logistica e cambiamenti nel fabbisogno di materie prime.

La prossima fase dello sviluppo dell'analisi della catena di approvvigionamento sarà la più importante: la capacità di prescrivere come deve funzionare la catena di approvvigionamento.

L'obiettivo non è semplicemente quello di ottimizzare la pianificazione della domanda; o le strutture di distribuzione della supply chain, i percorsi e i beni mobili; o la gestione dell'inventario e dei pezzi di ricambio.

Al contrario, la chiave sta nella capacità di ottimizzare qualsiasi fattore lungo l'intera catena, a seconda delle circostanze, e quindi essere in grado di modificare attivamente la catena di conseguenza.

I sistemi di analisi prescrittiva forniscono supporto decisionale ai responsabili della catena di approvvigionamento e possono anche agire autonomamente su decisioni semplici. Per migliorare la qualità e l'efficienza di tali decisioni, le aziende potranno includere informazioni esterne come gli indicatori economici e utilizzare algoritmi di autoapprendimento per aiutare ad automatizzare il processo decisionale.

Con un numero sufficiente di dati, il motore di analisi produrrebbe uno scenario di costo minimo, mostrando non solo quanto denaro potrebbe essere risparmiato, ma anche come raggiungere questo obiettivo. Questo scenario potrebbe essere adattato per tenere conto di altri fattori.

In definitiva, l'analisi prescrittiva sarà in grado di offrire scenari ad un livello di elevato dettaglio, descrivendo come il passaggio ad un nuovo fornitore potrebbe influenzare la qualità del prodotto, o anche se l'introduzione di un nuovo tipo di veicolo autonomo aumenterebbe la sicurezza nel magazzino.

Questo grado di dettaglio dipenderà interamente dalla capacità delle aziende di utilizzare i dati per riunire tutti gli elementi chiave della catena di approvvigionamento in un insieme integrato.

Il prossimo passo logico sarà quello di automatizzare le attività standard all'interno della supply chain sulla base delle azioni raccomandate e di concentrare le risorse sull'orchestrazione dell'intera catena e sulla gestione delle eccezioni ai processi standard.

- **Abilitatori intelligenti della supply chain - fattori di successo**

Le aziende che intendono costruire la catena di approvvigionamento intelligente devono affrontare un compito difficile, che probabilmente

si rivelerà impossibile se non sviluppano una strategia chiara che risponda pienamente alle opportunità offerte in un ambiente completamente digitale. Essa deve basarsi non solo sulle attuali operazioni e sul modello di business dell'azienda, ma anche sui nuovi modelli di business disponibili una volta che la digitalizzazione è stata implementata, come la creazione di canali di vendita diretta e i livelli di salto di qualità nella catena del valore.

Una volta che la strategia è determinata, le aziende devono mettere in atto diverse capacità chiave necessarie per realizzarla, oltre alle applicazioni della supply chain sopra descritte. Queste capacità chiave includono quanto segue:

- *Processi*: Stabilire i nuovi processi end-to-end che collegano fornitori e clienti che la digitalizzazione rende possibile, come ad esempio le modalità di collaborazione su piattaforme basate su cloud.
- *Organizzazione e competenze*: Generare una comprensione end-to-end della meccanica della catena del valore. Il raggiungimento di questo obiettivo richiederà anche il passaggio a una cultura digitale aperta e ad apprendimento rapido che promuova la comunicazione tra diversi media, programmi e gruppi di utenti. Sviluppare il talento e le competenze necessarie per costruire la tecnologia e svolgere le nuove operazioni della supply chain.
- *Gestione delle prestazioni*: Sviluppare un insieme di regole commerciali semplici che coprano la gestione della catena di approvvigionamento, e gli indicatori chiave di performance necessari per misurare i risultati.
- *Collaborazione*: Concentrazione sull'aumento della capacità di collaborare con altre aziende, poiché la catena di fornitura completamente integrata non può essere costruita senza collaborare con un'ampia varietà di fornitori, distributori e fornitori di tecnologia.

- *Tecnologia*: Elaborare una road map per le molte tecnologie, vecchie e nuove, che saranno alla base della supply chain digitale, compresi il livello di integrazione delle informazioni, le capacità di database e di analisi, e il cloud.

Poche aziende hanno raggiunto una completa maturità nei loro sforzi per mettere insieme la catena di fornitura completamente digitale. Per sviluppare una strategia di supply chain e organizzare i loro sforzi in modo coerente, è fondamentale che le aziende comprendano la loro posizione di partenza.

Il processo passa attraverso quattro fasi di maturità:

- 1) *Novizio digitale*: Queste aziende devono ancora intraprendere il viaggio. I loro processi della catena di approvvigionamento rimangono discreti, eseguiti da singoli reparti e unità aziendali.
- 2) *Integratore verticale*: In questa fase, le aziende sono riuscite ad integrare i processi della loro catena di fornitura internamente, tra i reparti e le funzioni.
- 3) *Collaboratore orizzontale*. Qui, le aziende hanno imparato a lavorare con i loro partner della supply chain per fissare obiettivi di business, definire ed eseguire processi comuni e raggiungere un giusto grado di trasparenza nella catena.
- 4) *Campione digitale*. Queste aziende hanno raggiunto il massimo livello di collaborazione con i partner e di trasparenza nelle operazioni, sviluppando processi reciprocamente vantaggiosi e processi analitici. tecniche di ottimizzazione dell'intera catena di approvvigionamento.

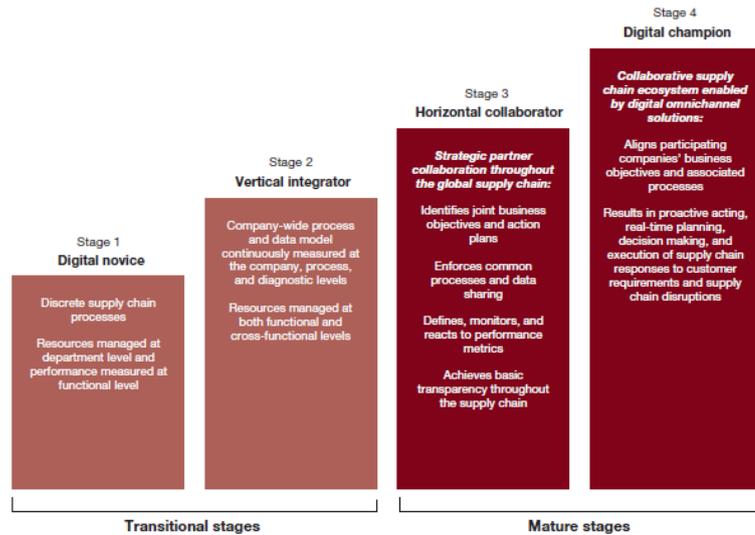


Figura 1.3: Quattro stadi della maturità digitale

Le catene di approvvigionamento sono organismi estremamente complessi e nessuna azienda è ancora riuscita a costruirne uno veramente digitale. Infatti, molte delle applicazioni richieste non sono ancora ampiamente utilizzate. Ma la situazione cambierà radicalmente nei prossimi 5-10 anni, con diversi settori industriali che implementeranno la Digital Supply Chain a velocità variabili. Le aziende che arriveranno per prime otterranno un vantaggio competitivo e saranno in grado di stabilire, o almeno influenzare, gli standard tecnici per il loro particolare settore. Il vantaggio non sarà in alcun modo limitato alle maggiori efficienze. Il vero obiettivo saranno i molti nuovi modelli di business e flussi di reddito che la catena di fornitura digitale avvierà.

4.2 Impatto della supply chain 4.0

L'impatto potenziale della Supply Chain 4.0 nei prossimi due o tre anni è enorme: si prevede una riduzione fino al 30%¹⁶ dei costi operativi e una riduzione del 75% delle vendite perse, mentre si prevede una riduzione delle scorte fino al 75%, aumentando significativamente l'agilità delle supply chain. I numeri di impatto si basano sull'esperienza di numerosi studi e calcoli quantitativi - i tre indicatori di performance sono altamente correlati, ad esempio, un migliore profilo di inventario porterà a un migliore livello di servizio e a costi inferiori.

- *Servizio della catena di rifornimento/vendite perse*: Il basso servizio clienti è dovuto a una promessa sbagliata al cliente (ad esempio, tempi di consegna non realistici), un profilo di inventario errato (i prodotti ordinati non sono disponibili) e/o una consegna di parti di ricambio inaffidabile. Le vendite perse si verificano inoltre se i prodotti richiesti non sono disponibili sullo scaffale o nel sistema - i clienti decideranno di passare ad un altro marchio.

Migliorando in modo significativo il modo in cui le aziende interagiscono con il cliente, facendo leva su tutti i dati di mercato disponibili, migliorando significativamente la qualità delle previsioni (fino a oltre il 90% nel livello rilevante, ad esempio, SKU), e applicando metodi di demand shaping¹⁷ della domanda in combinazione con il rilevamento della domanda per tenere conto di modifiche/tendenze sistematiche, il livello di servizio aumenterà drasticamente e questa perdita di vendite diminuirà in modo significativo.

¹⁶ <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/supply-chain-40--the-next-generation-digital-supply-chain>

¹⁷ Demand shaping è una strategia operativa di gestione della catena di approvvigionamento (SCM) in cui un'azienda utilizza tattiche quali incentivi sui prezzi, modifiche dei costi e sostituzioni di prodotti per invogliare i clienti ad acquistare articoli specifici. La modellazione della domanda è progettata per aiutare l'azienda a influenzare la domanda di un determinato prodotto al fine di far corrispondere la sua offerta pianificata. Fonte: <https://searchcio.techtarget.com/definition/demand-shaping>

- *Costi della catena di fornitura:* Guidati dal trasporto, dal magazzino e dalla configurazione dell'intera rete, i costi possono essere ridotti fino al 30%. Circa il 50% di questo miglioramento può essere raggiunto applicando metodi avanzati per calcolare il foglio di pulizia (calcolo bottom-up dei costi "reali" del servizio), i costi di trasporto e di magazzino e ottimizzando la rete - l'obiettivo dovrebbe sempre essere quello di avere punti di contatto minimi e chilometri minimi percorsi, pur soddisfacendo il livello di servizio richiesto dal cliente. In combinazione con l'automazione intelligente e il miglioramento della produttività nei magazzini, il potenziale di risparmio può essere raggiunto. Il restante 15% di riduzione dei costi si può ottenere sfruttando approcci di routing dinamico, Uberization del trasporto, facendo leva su veicoli autonomi e - dove possibile - stampa 3D.
- *Pianificazione della supply chain:* Le attività di pianificazione come la pianificazione della domanda, la pianificazione della produzione aggregata e la pianificazione dell'offerta sono spesso dispendiose in termini di tempo e vengono condotte principalmente manualmente. Con un supporto di sistema avanzato, l'80-90% di tutte le attività di pianificazione può essere automatizzato e garantire comunque una qualità migliore rispetto alle attività condotte manualmente.
- *Inventario:* L'inventario è usato per disaccoppiare domanda e offerta, per tamponare la variabilità della domanda e dell'offerta. Implementando nuovi algoritmi di pianificazione, l'incertezza (la deviazione standard della domanda e dell'offerta o l'errore di previsione) si ridurrà in modo significativo, rendendo superfluo il magazzino di sicurezza. L'altra variabile importante per la gestione delle scorte è il tempo di rifornimento: con una maggiore produzione del lotto e una rapida sostituzione, i tempi di consegna si ridurranno in modo significativo. Inoltre, i lunghi tempi di trasporto, ad esempio, dall'Asia all'UE o agli Stati Uniti, saranno ridotti a causa di un aumento significativo della produzione locale. Inoltre, la stampa 3D ridurrà le

scorte necessarie. Secondo McKinsey si avrà una riduzione complessiva delle scorte del 75%.

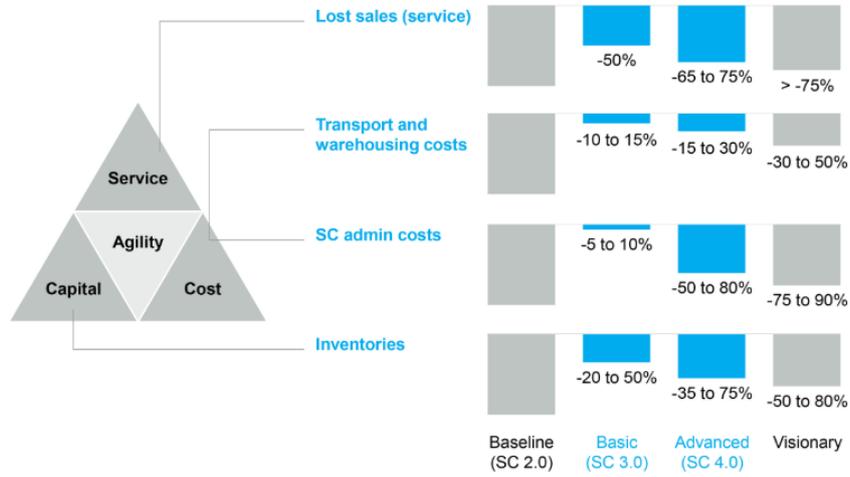


Figura 4.4: Potenziale della Supply chain 4.0. Fonte McKinsey 2016

Capitolo 5

Applicazione di IBM Watson al progetto aziendale

MRO

Nel corso del mio stage ho avuto la possibilità di partecipare al progetto MRO (Maintenance, Repair & Operation).

In questo progetto, venduto ad un importante cliente in ambito automotive, ho compreso le difficoltà dell'implementazione e dell'aggiornamento delle piattaforme digitali a supporto dell'azienda.

Sono state evidenziate più volte, nel corso dell'elaborato, le enormi potenzialità dell'intelligenza artificiale, in questo caso andremo a vedere come una piccola applicazione a livello di gestione della Supply Chain può migliorare le performance e ridurre i costi aziendali.

In particolare, dopo aver eseguito una prima parte del progetto (MRO 1.0), l'azienda cliente ha chiesto una valutazione dei benefici che l'applicazione di IBM Watson avrebbe apportato nella successiva fase del progetto, piuttosto che proseguire manualmente (MRO 2.0).

Prima però verrà esposto brevemente il progetto iniziale (MRO 1.0) che è stato effettuato a causa di una mal gestione dei Database aziendali e al verificarsi di errori umani.

5.1 Avvio ed esecuzione del progetto (MRO 1.0)

Lo scopo del progetto è l'ottimizzazione dei materiali indiretti (MRO) con la conseguente riduzione dello spending grazie ad una riduzione dello stock e dunque allo sfruttamento delle economie di scala.

Per MRO (*Maintenance, Repair & Operation*) si intendono i materiali utilizzati nei processi produttivi per manutenzione, riparazione, revisione e funzionamento di impianti e attrezzature.

In particolare:

- *Maintenance*: indica gli elementi utilizzati per mantenere in funzione i macchinari che possono essere, ad esempio, componenti meccanici, elettrici, idraulici ecc.
- *Repair*: indica gli elementi utilizzati nella riparazione dei macchinari come dadi o bulloni.
- *Operation*: indica tutti gli elementi necessari affinché un impianto operi efficientemente. Un esempio può essere l'equipaggiamento di protezione per gli operai.

I materiali MRO non sono utilizzati direttamente per la produzione. Infatti, fanno parte di questi materiali "indiretti", le parti di ricambio, ovvero i pezzi utilizzati per sostituire componenti difettosi o usurati.

I suddetti materiali possono essere suddivisi in due categorie:

- MRO commerciali: materiali comuni a tutte le imprese forniti da fornitori generali quali: materiali ausiliari, di manutenzione e pezzi di ricambio;
- MRO specifici: materiali che vengono disegnati e realizzati appositamente e diversi per ogni impresa.

La prima categoria di materiali, MRO commerciali, è quella di interesse poiché è possibile mettere in competizione i fornitori e ottenere prezzi e condizioni vantaggiosi.

Solitamente i prodotti MRO vengono selezionati ed acquistati considerando come unico fattore il prezzo, ma questo criterio di scelta va migliorato.

La rivalità fra questa tipologia di fornitori è elevata, di conseguenza le imprese devono cercare di integrare i fornitori al fine di ridurre i costi totali e, in questo modo, i fornitori aumentano i loro servizi.

I vantaggi dell'integrazione dei fornitori sono:

- Riduzione dei costi aggregati: avendo un numero minore di fornitori;
- Riduzione dei costi di magazzino;
- Maggiore efficienza della supply chain: con la standardizzazione dei componenti, con la razionalizzazione dei prodotti gestiti a magazzino

tramite SKU, ovvero codice identificativo che aiuta a tracciare il pezzo nell'inventario, e con la riduzione dell'inventario.

- Maggiore efficienza nella gestione.

Le aziende, generalmente, limitano i loro investimenti in scorte e di conseguenza rinunciano ad un miglioramento della capacità produttiva. Questo perché ritengono che i materiali indiretti MRO rappresentino beni a perdere, fissi o da sostituire.

In realtà una gestione di questi materiali più consapevole, mantenendo il livello di scorte al minimo, comporterebbe una migliore efficienza ed un maggior risparmio.

Un responsabile dell'approvvigionamento di MRO deve tenere in considerazione l'intera catena del valore piuttosto che concentrarsi sulla catena di acquisto.

La volatilità del mercato ha cambiato le priorità aziendali portando le aziende ad interessarsi a migliorare la gestione dei materiali MRO.

Quindi è necessario identificare un processo che ottimizzi il magazzino degli stabilimenti, partendo da una struttura solida attraverso cui i materiali indiretti vengono classificati.

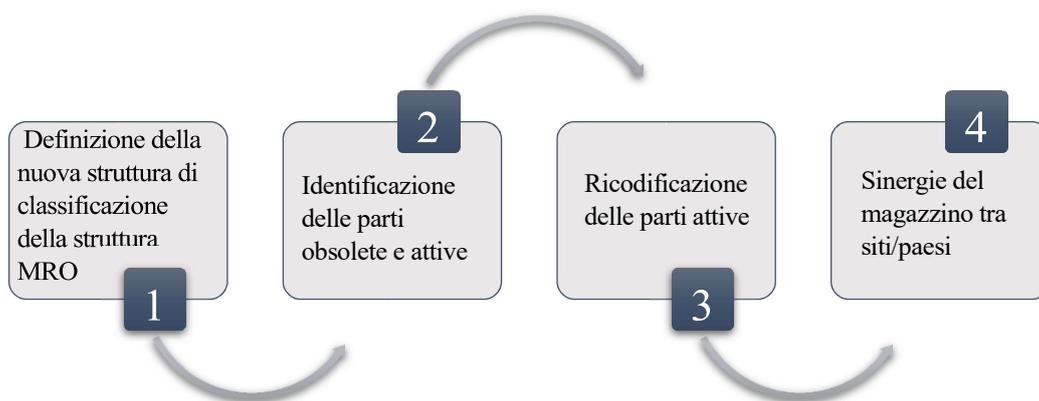


Figura 5.1: Fasi per l'ottimizzazione dell'inventario

Come primo passo dovranno essere identificati e successivamente eliminati i materiali obsoleti.

Gli altri item invece subiranno un processo di razionalizzazione e verranno ricodificati, utilizzando i codici commerciali dei produttori per facilitare la selezione di eventuali duplicati.

In base alla struttura dell'azienda la gestione dell'inventario varia.

Ad esempio, poiché la rottura di un materiale MRO chiave può bloccare una linea di produzione, questi prodotti vengono immagazzinati nei pressi della sede produttiva.

È importante quindi trovare il corretto processo di ottimizzazione.

Utilizzando l'analisi ABC o di Pareto e raccolti i dati di 24 stabilimenti, le prime analisi delineano un quadro della situazione di partenza.

Nell'analisi sono tenuti in considerazione:

- numero di item per categoria;
- numero di fornitori per categoria;
- valore di spending nel 2016 per categoria.

Emerge che all'interno di 4 categorie appartengono il 74% dei dati presenti nello stabilimento.

	N° Categorie		N° Part numbers	
A	4	19%	129600	74%
B	7	33%	35278	21%
C	10	48%	9333	5%
Totale	21	100%	174211	100%

Tabella 5.1: Classificazione degli item per categorie

Si nota inoltre che la probabilità di trovare fornitori simili o fornitori dello stesso item è molto elevata. Infatti, il 78% dei fornitori provvede agli item di 8 categorie merceologiche.

	N° Categorie		N° Fornitori	
A	8	38%	6050	78%
B	6	29%	1189	15%
C	7	33%	480	6%
Totale	21	100%	7719	100%

Tabella 5.2: Classificazione dei fornitori per categorie

Infine, considerando il valore relativo allo spending del 2016 (percentuale sul fatturato d'acquisto) si individuano le classi merceologiche strategicamente più importanti.

	N° Categorie		Spending 2016	
A	7	38%	39,935,180.00 €	77%
B	5	24%	8,769,262.00 €	17%
C	9	42%	3,279,536.00 €	6%
Totale	21	100%	51,983,978.00 €	100%

Tabella 5.2: Classificazione dello spending per categorie

A seguito di questa analisi è necessario fare una classificazione dei materiali MRO.

Per poter confrontare i dati è necessario standardizzarli.

Lo scopo è quello di realizzare un Master Data, ovvero un albero merceologico, approvato da tutti i plant, la cui struttura permette di realizzare un'anagrafica standard dei materiali, contenente tutte le informazioni relative a questi.

Vengono identificati 4 livelli:

- Livello 0 - Tipologia di prodotto: presenterà due diversi gruppi (ausiliari e di manutenzione) con cui viene data una prima classificazione generica dei materiali senza fornire una descrizione;
- Livello 1 - Gruppo del prodotto: In questo livello viene circoscritta la famiglia del prodotto, in cui viene definito il ramo di utilizzo ma non viene identificata ancora la sua funzione.
- Livello 2 - Classe del prodotto: più categorie associate a ciascun livello 1 che permettono di definire di che tipo di oggetto si tratta

- Livello 3 - Sottoclasse del prodotto: in cui viene data una definizione del prodotto. Il livello 3 permette di capire la funzionalità dell'item.

Inoltre, per ogni prodotto vengono definite una serie di caratteristiche tecniche (al massimo 28).



Figura 5.2: Organizzazione gerarchica del Master Data

Identificati i livelli all'interno del Master data viene selezionato il perimetro di interesse identificato considerando il risparmio che è possibile ottenere in ciascuna categoria.

Una volta selezionato il perimetro di interesse, vengono arricchiti i dati di ogni item in modo che questo sia identificabile univocamente all'interno del Master Data.

A questo punto può avviarsi la fase di razionalizzazione dei materiali MRO in vengono identificati i prodotti equivalenti.

	Item 1 - Pn 6213665	Item 2 - Pn 2560088
Stabilimento	Plant B	Plant A
Descrizione	Ecran De Securite Faciaux Complet Bionicserre Tete Complet AcEcran Polycarbonate Et Protege Menton Ref 10 116 23	Face Shield Visor Clear Coating Without Pc
Produttore/Distributore	Honeywell	Honeywell
Codice commerciale	1011623	1011623
Livello1	Personal Protective Equipment (Ppe)	Personal Protective Equipment (Ppe)
Livello2	Body Protection	Body Protection
Livello3	Eyes Protections	Eyes Protections
Type	Face Shield	Face Shield
Type Of Protection	Uv-Welding	Uv-Welding
Welding Protection - En 169	N/A	N/A
Uv Protection - En 170	N/A	N/A
Impact Protection - En166	N/A	N/A
Interchangeable Lens	Yes	Yes
Lens Material	Polycarbonate	Polycarbonate
Frame Material	Plastic	Plastic
Elastic Band	Yes	Yes
Chemical Protection - En 172	N/A	N/A
Weight (G)	540	540
Additional Safety Features	As/Nzs 1337	As/Nzs 1337

Tabella 5.3: Esempio di prodotti equivalenti

Per definire il prodotto come duplicato è necessario che la corrispondenza tra gli attributi sia maggiore o uguale all'80%.

Dopo aver individuato i duplicati si passa alla razionalizzazione dei fornitori.

In questa fase l'obiettivo è quello di individuare fornitori da preferire e migliorare le performance di fornitura.

Per scegliere quale dei fornitori appartenenti alla stessa categoria diviene strategico, è necessario tenere conto dei seguenti KPI:

- Lead time di approvvigionamento medio

$$LT = \sum_{i=1}^p \frac{\text{Data ricevimento item} - \text{invio ordine item}}{P}$$

Media tra il tempo di spedizione dell'ordine di acquisto e tempo di arrivo dell'item.

- Percentuale di saving

$$\Delta P = \frac{\text{Prezzo prima della negoziazione} - \text{Prezzo dopo la negoziazione}}{\text{Prezzo prima della negoziazione}}$$

Variazione percentuale del prezzo considerando il valore di negoziazione col fornitore.

- Puntualità

$$P_u = \frac{\text{Tempo effettivo del trasporto}}{\text{Tempo programmato del trasporto}}$$

Capacità di rispettare le tempistiche concordate tra cliente e fornitore (frequenza giornaliera)

- Flessibilità

$$F = \frac{\text{Numero di richieste di variazione delle qtà soddisfatte}}{\text{Numero di richieste di variazione delle qtà ricevute}}$$

Capacità di risposta al cambiamento nell'approvvigionamento e nella distribuzione

- Domanda media inevasa

$$D_{mi} = \frac{\text{Numero di unità inevase}}{\text{Numero totale di unità ordinate}}$$

Rapporto tra quantità di item inevasi e quantità totale di item ordinati.

- Accuratezza della consegna

$$AC = 1 - \frac{\text{Numero ordini consegnati non conformi}}{\text{Numero totale ordini evasi}}$$

Verifica che gli articoli siano conformi alla richiesta del cliente

- Ordini in ritardo

$$Or = \frac{\text{Numero di ordini evasi in ritardo}}{\text{Numero totale di unità ordinate}}$$

Rapporto tra numero di ordini arrivati oltre i tempi concordati col cliente e la quantità totale degli ordini effettuati

- Affidabilità del trasporto

$$AT = \frac{\text{Numero di consegne effettuare in un determinato intervallo di tempo}}{\text{Numero tot di consegne pianificate nello stesso intervallo di tempo}}$$

Capacità di garantire le capacità pianificate dal cliente.

Per ogni KPI viene definito un range (C_{ij} che va da 1 a 5) in modo da poterli confrontare.

Viene quindi assegnato un peso P_j ad ogni indicatore e calcolato un valore per ciascun fornitore appartenente alla stessa categoria:

$$V_i = \sum_{j=1}^N (C_{ij} \times P_j)$$

Dove,

i = fornitore appartenente alla categoria da analizzare;

$j=1,..,N$ indicatori definiti per valutare le prestazioni del fornitore i ;

P_j = peso attribuito all'indicatore j;

C_{ij} = valore da 1 a 5 dell'indicatore j per il fornitore i;

V_i = valore del fornitore i.

I fornitori con il punteggio maggiore vengono selezionati come fornitori strategici.

Un esempio di questo processo può essere rappresentato dai guanti.

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL COMP.	COATING MAT.	ANTISTATIC	HEAT PROT.	MECH. PROT.
 GT49W	GUANTO 4131 BIANCO TG.9	NYLON	PU	N/A	EN 407 N/A	EN 388 4131
 S234047	GANTTOPTech S 234047 T9	NYLON	PU	N/A	N/A	4131

Figura 5.3: Esempio: guanti soggetti a razionalizzazione

Questi rappresentano cinque attributi identici quindi vengono identificati come duplicati ed è necessario selezionare il fornitore da preferire.

Vengono presi in considerazione in questo caso tre dei KPI descritti prima, ovvero la percentuale di saving, il lead time medio e la domanda media in vasca.

	Fornitore 1	Fornitore 2
Prezzo dopo la negoziazione	€ 0,40	€ 0,33
Prezzo prima della negoziazione	€ 0,43	€ 0,37
ΔP (%)	7%	10%
LT (gg)	13	7
n° di unità in vasca	50	250
n° totale di unità ordinate	12000	73750
Dmi (%)	0,4%	0,3%

Figura 5.4: Calcolo KPI per i guanti

A questo punto i KPI devono essere normalizzati utilizzando un range da 1 a 5 e ad ognuno di essi deve essere associato un peso.

	1	2	3	4	5	Peso Kpi (P _i)
Percentuale saving	$0 < \Delta P \leq 2\%$	$2\% < \Delta P \leq 4\%$	$4\% < \Delta P \leq 6\%$	$6\% < \Delta P \leq 8\%$	$\Delta P > 8\%$	5
Lead Time	$LT > 24$	$18 < LT \leq 24$	$12 < LT \leq 18$	$6 < LT \leq 12$	$0 \leq LT \leq 6$	4
Domanda inevasa	$Dmi > 0,8\%$	$0,6\% < Dmi \leq 0,8\%$	$0,4\% < Dmi \leq 0,6\%$	$0,2\% < Dmi \leq 0,4\%$	$0 \leq Dmi \leq 0,2\%$	3

Figura 5.5: Intervalli di normalizzazione KPI

È dunque possibile calcolare il valore di ognuno dei due fornitori per selezionare quello da preferire.

	Fornitore 1 (C ₁₁)	Fornitore 2 (C ₁₂)
ΔP	4	5
LT	4	3
Dmi	4	4
Valore fornitore (V _i)	48	49

Figura 5.6: Valore dei due fornitori

In questo esempio il Fornitore 2 è quello preferibile di conseguenza il cliente acquisterà il guanto esclusivamente da questo.

Questa razionalizzazione porta dunque a conseguire maggiori risparmi standardizzando i prodotti con le stesse caratteristiche nei vari stabilimenti sfruttando le economie di scala.

Questo lavoro è stato fatto per tutti i materiali MRO ed è stato dispendioso per l'azienda cliente.

Proprio per questo motivo ha deciso di trovare una soluzione per non dover ricorrere più ad un'azienda di consulenza per effettuare la razionalizzazione dei materiali.

5.2 Applicazione di IBM Watson (MRO 2.0)

Concluso MRO 1.0, creato dunque un Master Data standardizzato, è necessario costituire un team che si occupi della registrazione day by day di tutti i codici dei nuovi prodotti acquistati dai diversi plant all'interno del software gestionale.

Per ogni articolo importato in magazzino è necessario: identificare il tipo di prodotto, verificare la presenza o meno del fornitore all'interno dell'ERP, verificare che l'item non sia stato già precedentemente inserito, registrare l'acquisto con un codice prodotto che sarà nuovo se non vi sarà alcuna corrispondenza all'interno del software gestionale o allineato nel caso in cui sia presente un match con un articolo già registrato.

Questa procedura è necessaria per mantenere un Master Data standardizzato e pulito nei vari Plant e non dover ricorrere nuovamente alla razionalizzazione effettuata nella parte di MRO 1.0, progetto oneroso e di lunga durata.

Il processo di registrazione di ogni singolo item effettuata manualmente deve essere molto rigorosa ma è una mansione monotona ed è dunque soggetta ad errori ed inefficienze tipiche del lavoro umano.

Il lavoro ripetitivo infatti è una problematica molto discussa nell'ambito della sicurezza sul lavoro.¹⁸

Consapevole di ciò, l'azienda cliente ha richiesto di identificare i possibili benefici dell'utilizzo di un software di intelligenza artificiale integrato nel software gestionale.

Si è deciso di fare riferimento a IBM Watson.

La caratteristica chiave di questo software è l'apprendimento automatico per cui è possibile addestrarlo per un periodo di setup iniziale al fine di analizzare gli item, identificare i duplicati e restituire come output tutte le indicazioni necessarie, compreso il codice del prodotto.

Tale meccanismo permette di automatizzare al 100% le mansioni richieste dal progetto MRO 2.0.

¹⁸ "Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro"

È evidente che l'utilizzo di intelligenza artificiale apporti dei vantaggi in termini di tempi, di margine di errore (che si può portare fino a circa 0%) e in termini di costi.

Per dimostrare questi benefici è stata effettuata un'analisi focalizzata su un singolo plant ma estendibile a livello mondiale; si è fatto quindi un confronto tra:

- l'attuale situazione (team composto da 5 persone che registrano manualmente i codici) → Caso A
- e situazione futura (team affiancato dal software IBM Watson) → Caso B

Si è fatta una valutazione costi/benefici su 3 anni per avere un miglior quadro generale.

- **Valutazione costi/benefici 2019**

Il primo anno le principali voci di costo associabili al **CASO A** sono:

- Labour costs
- Startup costs
- Maintenance costs

I *Labour costs* sono quelli più consistenti e sono calcolati partendo dalla RAL di due tipologie di lavoratori: impiegati d'ordine e impiegati specialisti.

La RAL e le ore lavorate sono stimate partendo da un'analisi effettuata nel 2018 dall'Unione Industriale di Torino¹⁹ mentre per il calcolo del costo aziendale sono considerate delle percentuali medie relative al settore automotive.²⁰

CALCOLO COSTO AZIENDALE PER LAVORATORE		
	<i>Impiegato d'ordine</i>	<i>Impiegato specialista</i>
RAL	32.300,00 €	40.542,00 €
Oneri Previdenziali TFR, INAIL, altri (40% RAL)	12.920,00 €	16.216,80 €
TOT	45.220,00 €	56.758,80 €
Costi strutturali (30% TOT)	13.566,00 €	17.027,64 €
COSTO AZIENDALE ANNUO	58.786,00 €	73.786,44 €
Giorni lavorativi nel 2018	191	191
Ore di lavoro al giorno	8	8
Totale ore lavorative	1528	1528
Costo aziendale orario	38,5 €	48,3 €

Tabella 5.5: Costo aziendale orario per tipo di lavoratore

¹⁹ UNIONE INDUSTRIALE DI TORINO (2018), "Indagine retributiva per profili professionali", Servizio Economia del Lavoro, Torino.

²⁰ https://www.laleggepertutti.it/220881_come-si-calcola-il-coste-aziendale-di-undipendente#Come_calcolare_il_costo_aziendale_di_un_dipendente.

Gli *startup costs* nel caso A sono stimati considerando:

- Numero di dipendenti da formare → 5
- Numero di ore medie di formazione → 33,5²¹
- Costo orario aziendale per lavoratore → 38,5 €

I maintenance costs, ovvero i costi di manutenzione e riparazione del software, sono calcolati considerando il costo orario di uno specialista che interviene 12 volte all'anno per 8 ore.

È possibile dunque stimare il costo complessivo annuo del caso A, ovvero nella situazione attuale, considerando un numero di impiegati d'ordine pari a 5.

CASO A - 2019	
Prodotti analizzati in un anno: 10 000	
COSTI ANNUALI	
Labour costs	293.930,00 €
Startup costs	6.448,75 €
Maintenance costs	4.635,80 €
TOT	305.014,55 €

Tabella 5.4: Costo annuale aziendale CASO A – 2019

Considerando invece il **CASO B**, si ipotizza che il team sarà composto non più da 5 impiegati d'ordine ma solo da 3 più uno specialista.

I labour costs quindi diminuiranno ma saranno compensati da un innalzamento di:

- Training costs

²¹ <https://www.td.org/insights/atd-releases-2016-state-of-the-industry-report>.

- Startup costs
- Maintenance costs
- Technology costs

I training costs sono ipotizzati basandosi sulla base di una stima di Accenture, secondo cui una giornata di training fatta da uno specialista costa 1000 € al giorno e in questo caso per un totale supposto pari a 10 giorni.

Gli startup costs rappresentano la parte dei costi più consistente. Infatti poiché il software dotato di intelligenza artificiale IBM Watson deve essere addestrato in base alle esigenze dell'azienda, si suppone la necessità di un gruppo di ingegneri specializzati che si occuperà di questo per un totale di 500 ore. Quindi per il calcolo degli startup costs sono considerati:

- Costo orario di un impiegato specialista → 48,3 €
- Numero di ore necessarie → 500
- Numero di ingegneri specializzati → 3

Anche i maintenance costs sono da tenere in considerazione poiché in caso di guasto del software o di eventuali aggiornamenti sarà necessario l'intervento di un ingegnere specializzato. Si ipotizzano 24 interventi annui da 8 ore ciascuno e un ingegnere per intervento.

Infine, si analizza il costo della tecnologia IBM.

La stima di questo costo è effettuata prelevando i dati direttamente dal sito produttore dei software IBM Watson Machine Learning e IBM Watson Language Translator.

COSTO TECNOLOGICO IBM WATSON	
Watson Machine Learning	1.003,00 €
Watson Language Translator	175,00 €
TOT	1.178,00 €

Tabella 5.5: Costo tecnologico IBM Watson

È possibile dunque stimare il costo complessivo annuo del caso B.

CASO B - 20 19	
<i>Prodotti analizzati in un anno: 10 000</i>	
COSTI ANNUALI	
Labour costs	250.144,44 €
Startup costs	72.434,33 €
Maintenance costs	9.271,59 €
Tecnologia IBM Watson	1.178,00 €
Training	10.000,00 €
TOT	343.028,37 €

Tabella 5.6: Costo annuale aziendale CASO B - 2019



Figura 5.7: Confronto costi 2019 CASO A e CASO B

Oltre al calcolo del costo per effettuare un confronto completo si stima la produttività oraria del singolo lavoratore come:

$$\rho = \frac{\text{Totale dei prodotti analizzati in un anno} = 10000}{\text{Monte ore lavorate dal team (n° dipendenti * ore lavorate in un anno)}}$$

Quindi nel caso A avremo una produttività pari a:

$$\rho = \frac{10000}{5 * 1528} = 1,31$$

Nel caso B invece,

$$\rho = \frac{10000}{4 * 1528} = 1,64$$

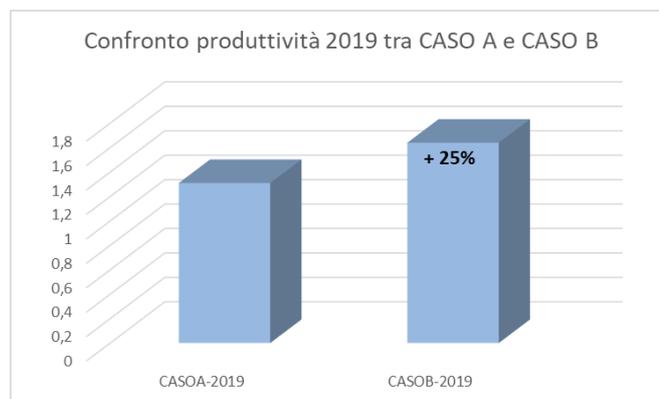


Figura 5.8: Confronto produttività 2019 CASO A e CASO B

Si evince dunque che nel primo anno di utilizzo di IBM Watson la produttività del team aumenterà e aumenteranno leggermente anche i costi a causa dei consistenti costi di startup.

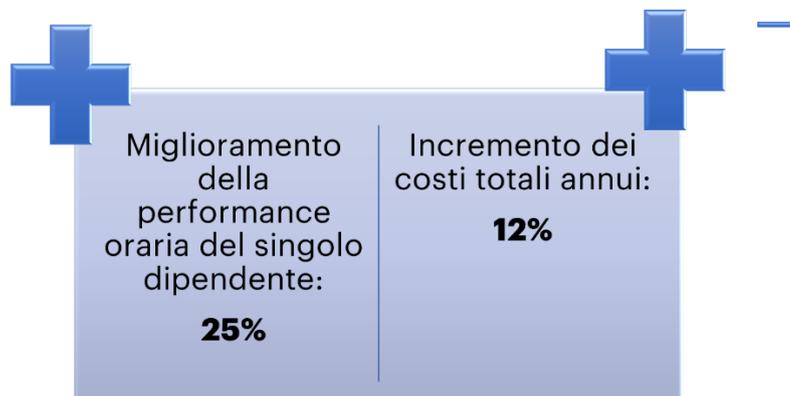


Figura 5.9: Confronto fra CASO A e CASO B

- **Valutazione costi/benefici 2020**

Nel secondo anno in entrambi i casi verranno abbattuti i costi di startup e nel caso B anche i costi sostenuti per i training.

Nel caso A il team sarà sempre composto da 5 impiegati d'ordine e il costo annuo aziendale diventerà:

CASO A - 2020	
<i>Prodotti analizzati in un anno: 10 000</i>	
COSTI ANNUALI	
Labour costs	293.930,00 €
Maintenance costs	4.635,80 €
TOT	298.565,80 €

Tabella 5.7: Costo annuale aziendale CASO A - 2020

Nel caso B il team sarà composto da 4 impiegati d'ordine e il costo annuo aziendale sarà:

CASO B - 2020	
<i>Prodotti analizzati in un anno: 10 000</i>	
COSTI ANNUALI	
Labour costs	235.144,00 €
Maintenance costs	9.271,59 €
Tecnologia IBM Watson	1.178,00 €
TOT	245.593,59 €

Tabella 5.8: Costo annuale aziendale CASO B - 2020

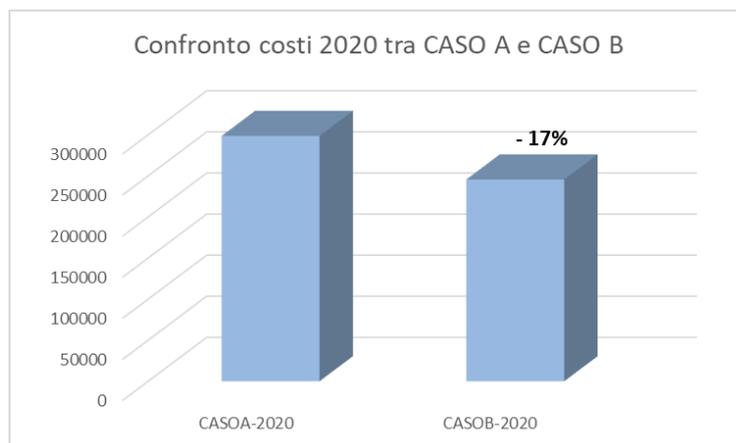


Figura 5.10: Confronto costi 2020 CASO A e CASO B

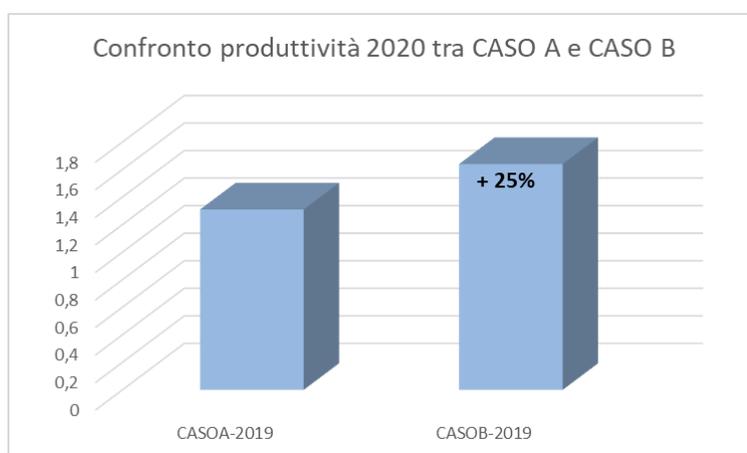


Figura 5.11: Confronto produttività 2020 CASO A e CASO B

È evidente come in questo caso l'applicazione dell'intelligenza artificiale è preferibile infatti la produttività per lavoratore aumenterà e i costi diminuiranno.

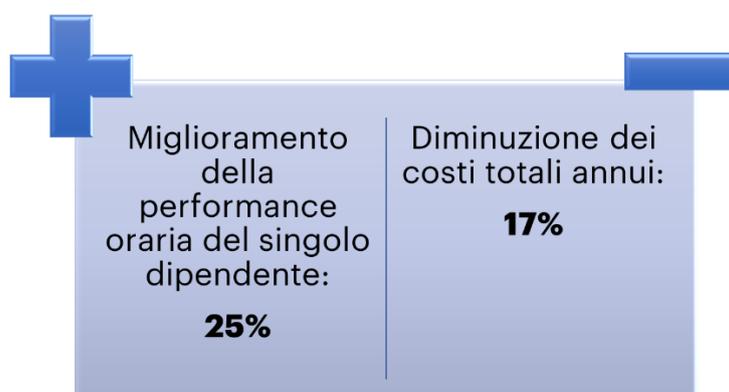


Figura 5.12: Confronto fra CASO A e CASO B

- **Valutazione costi/benefici 2021**

Il terzo anno, ultimo preso in considerazione nell'analisi, il caso A manterrà la struttura dell'anno precedente mentre nel caso B vi sarà una diminuzione dei componenti del team che passerà a tre impiegati d'ordine che impiegheranno il loro tempo non più per un lavoro operativo ma per un lavoro gestionale.

Quindi per il caso B il costo aziendale annuo cambierà nel modo seguente:

CASO B - 2021	
Prodotti analizzati in un anno: 10 000	
COSTI ANNUALI	
Labour costs	176.358,00 €
Maintenance costs	9.271,59 €
Tecnologia IBM Watson	1.178,00 €
TOT	186.807,59 €

Tabella 5.11: Costo annuale aziendale CASO B - 2021



Figura 5.13: Confronto costi 2021 CASO A e CASO B

La produttività diventerà:

$$\rho = \frac{10000}{3 * 1528} = 2,18$$



Figura 5.14: Confronto produttività 2021 CASO A e CASO B

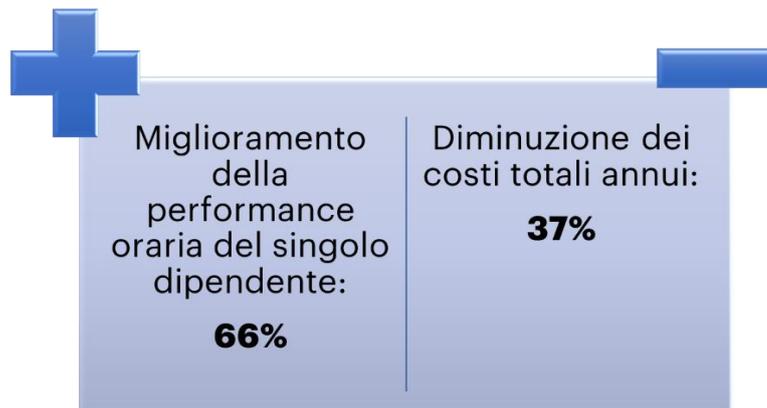


Figura 5.15: Confronto fra CASO A e CASO B

Quindi da questo ultimo anno di analisi si evince che l'applicazione dell'intelligenza artificiale apporterà benefici non solo perché la produttività aumenterà e i costi diminuiranno drasticamente rispetto al lavoro manuale ma anche perché la percentuale di errore, una volta che il software è stato addestrato raggiungerà circa lo 0%.

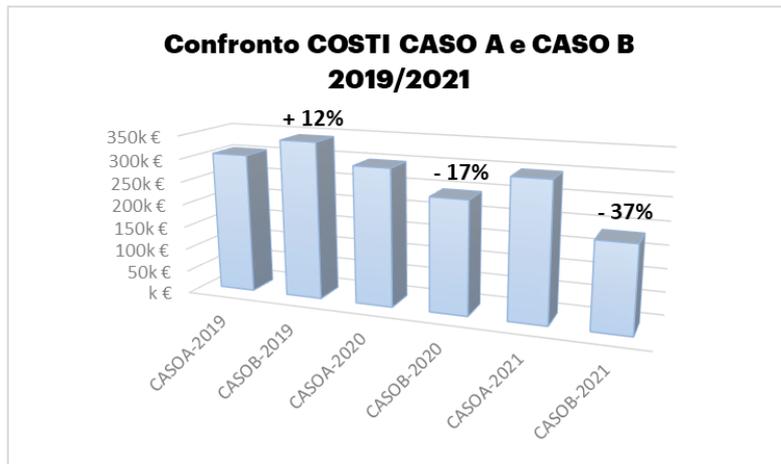


Figure 5.16: Confronto dei costi nei tre anni tra CASO A e CASO B

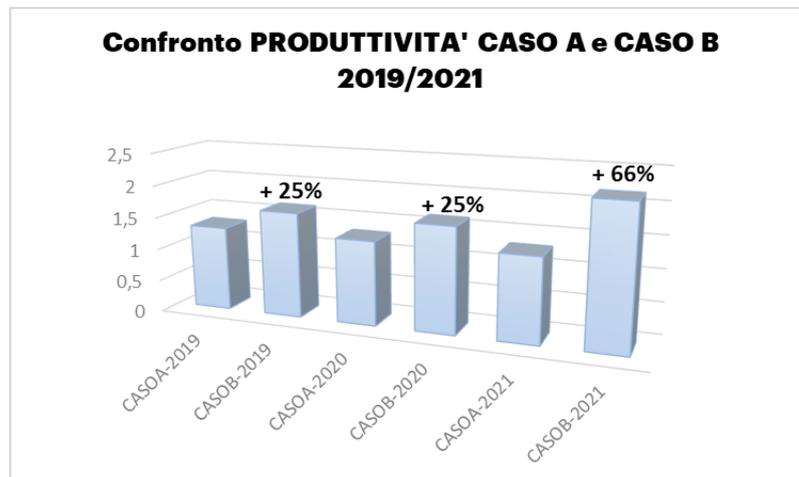


Figura 5.17: Confronto produttività nei tre anni tra CASO A e CASO B

Grazie a questa applicazione i lavoratori avranno una maggiore produttività e riusciranno a dedicarsi ad altre attività trasversali.

Si creerà un circolo virtuoso di ottimizzazione di processo, vi sarà maggiore armonia e migliori performance all'interno di tutta l'organizzazione.

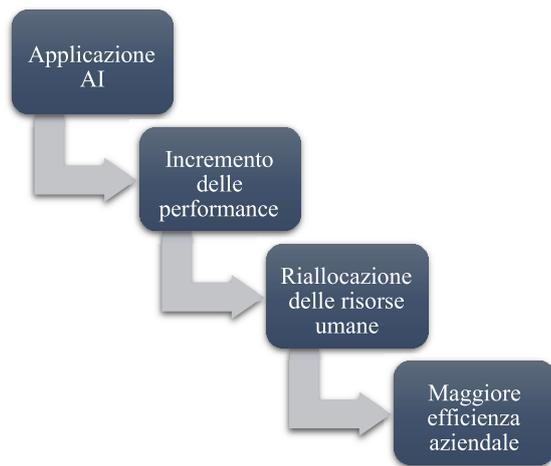


Figura 5.18: Impatto dell'intelligenza artificiale nell'organizzazione

Questa applicazione è solo un piccolo esempio delle potenzialità che la digitalizzazione e l'applicazione dell'intelligenza artificiale può avere sul mondo industriale e non.

Conclusioni

In questo elaborato è stato dimostrato come l'intelligenza artificiale possa ridefinire settori completamente diversi come la sanità e la supply chain.

Nel primo caso i medici possono essere liberati dai lavori monotoni per dedicarsi ai casi clinici più complessi e possono affidarsi a un software per avere delle diagnosi precise in tempi brevi. L'intero settore della sanità migliorerà grazie anche ai diversi dispositivi a portata del paziente che non è costretto a recarsi dal medico per qualsiasi problema.

D'altro canto, la digitalizzazione della supply chain porta ad un miglioramento di tutta la catena di produzione e della logistica, verranno eliminati gli sprechi, e anche in questo caso i lavoratori non saranno costretti a lavori monotoni.

Quindi un software dotato di intelligenza artificiale può essere addestrato per diagnosticare un cancro come anche per identificare i duplicati e arricchire un Master Data in un'azienda automotive.

L'Intelligenza Artificiale è dunque una delle tecnologie più promettenti dei nostri tempi che permette di salvare vite umane, di elaborare le previsioni degli acquisti o di aumentare la produttività in agricoltura.

Proprio perché si cerca di imitare il più possibile il funzionamento dell'intelligenza umana, questi algoritmi hanno un potenziale enorme.

Quindi l'intelligenza artificiale può portare beneficio all'intera società, in tutti i settori, sia nella vita quotidiana sia nell'attività lavorativa delle persone.

Il grande timore che però pervade le aziende e gli uomini in generale è la paura di essere sostituiti dalle macchine.

Ma non è così, l'uomo e le macchine collaboreranno per migliorare l'efficienza complessiva ed inoltre anche se alcune professioni scompariranno, verranno create delle altre.

In conclusione, adottare l'intelligenza artificiale diventa una necessità e non più un'opzione.

Bibliografia

https://www.staufen.it/fileadmin/subsidiaries/it/News/News_2016/20160808_Il_vero_significato_Industry_4.0_Sistemi_e_Impresa.pdf

<http://ufficiomarchibrevetti.it/2013/11/volgarizzazione-di-un-marchio/>

<https://www.expertsystem.com/machine-learning-definition/>

<https://www.ai4business.it/intelligenza-artificiale/intelligenza-artificiale-cose/>

<http://www.elasticsearchtutorial.com/basic-elasticsearch-concepts.html>

https://www.randstad.it/knowledge360/archives/evoluzione-delle-apiopportunita-di-business-e-sfida-tecnologica-per-le-aziende_386/

<https://azure.microsoft.com/it-it/overview/what-is-middleware/>

<https://brokernotes.co/compare-forex-brokers/api/>

<https://www.investopedia.com/terms/a/application-programming-interface.asp>

<https://apifriends.com/api-management/how-api-and-artificial-intelligence-can-becomplementary/>

<http://www.treccani.it/enciclopedia/domotica/>

<https://www.upwork.com/hiring/development/public-apis-vs-private-apis-whatsthe-difference/>

<https://searchmicroservices.techtarget.com/definition/open-API>

<https://it.toolbox.com/blogs/erpdesk/4-things-you-should-know-about-using-apisin-erp-integration-070915>

<https://www.industryweek.com/technology-and-iiot/how-artificial-intelligencechanging-erp>

<https://www.manufacturingterms.com/Italian/Tier-1-Supplier.html>

<https://medium.com/self-driving-cars/the-automotive-supply-chain-explainedd4e74250106f>

<http://www.leansolutions.it/management/effetto-forrester-o-effetto-bullwhip>

https://argomenti.ilsole24ore.com/parolechiave/dso.html?refresh_ce=1

<https://smallbusiness.chron.com/definition-swot-analysis-43274.html>

<https://www.investopedia.com/terms/s/stock-keeping-unit-sku.asp>

<https://www.econopoly.ilsole24ore.com/2018/07/13/posti-di-lavoro-robotica-aiautomazione/>

<http://isaitalia.it/intelligenza-artificiale/>

<https://www.garzantilinguistica.it/ricerca/?q=parsing>

<https://www.smeup.com/prodotti/sme-up-erp/>

https://www.laleggepertutti.it/220881_come-si-calcola-il-coste-aziendale-di-undipendente#Come_calcolare_il_costo_aziendale_di_un_dipendente

<https://www.td.org/insights/atd-releases-2016-state-of-the-industry-report>

<https://www.ibm.com/cloud/machine-learning/pricing>

<https://www.ibm.com/cloud/watson-language-translator/pricing>

<https://www.accenture.com/us-en/company-reworking-the-revolution-futureworkforce>

<http://www.csb.com/it-it/servizi/consulenza-e-soluzioni-per-lautomazione/riconoscimento-automatico-delle-immagini.html>

<https://ricominciada4.fondirigenti.it/le-tecnologie-abilitanti-dellindustria-4-0/>

https://medium.com/@cfb_bots/the-difference-between-robotic-process-automation-and-artificial-intelligence-4a71b4834788

<https://www.economyup.it/innovazione/cos-e-l-industria-40-e-perche-e-importante-saperla-affrontare/>

<https://www.newgenapps.com/blog/ai-uses-applications-of-artificial-intelligence-ml-business>

<https://www.nature.com/articles/s41551-018-0305-z>

<https://www.cabotsolutions.com/how-artificial-intelligence-is-changing-the-healthcare-industry>

<https://bigdata-madesimple.com/10-most-innovative-ai-companies-that-are-changing-the-healthcare-market/>

<https://healthitanalytics.com/news/top-12-ways-artificial-intelligence-will-impact-healthcare>

<https://www.techleer.com/articles/119-stanford-university-develops-an-ai-app-that-translates-a-photo-into-a-skin-cancer-diagnosis/>

<http://www.bbc.com/future/sponsored/story/20161111-fighting-cancer-with-big-data>

<https://futureoflife.org/background/benefits-risks-of-artificial-intelligence/>

<https://builtin.com/artificial-intelligence>

<https://www.ai4business.it/intelligenza-artificiale/intelligenza-artificiale-cose/>

<https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2019/01/01/20-things-to-know-about-artificial-intelligence-for-supply-chain-management/#64e9ea175371>

<https://www.forbes.com/sites/blakemorgan/2018/09/17/5-examples-of-how-ai-can-be-used-across-the-supply-chain/#a7a81dc342e4>

<https://supplychainbeyond.com/6-ways-ai-is-impacting-the-supply-chain/>

https://www.researchgate.net/publication/247523024_Artificial_intelligence_in_supply_chain_management_Theory_and_applications

<https://www.allthingsupplychain.com/artificial-intelligence-in-supply-chain-planning-why-a-hybrid-ai-concept-is-the-better-choice/>

<https://medium.com/@KodiakRating/6-applications-of-artificial-intelligence-for-your-supply-chain-b82e1e7400c8>

<http://www.dizionariologica.com/dirdizion/mro.html>

<https://www.thebalancesmb.com/maintenance-repair-and-operating-supplies-mro-2221265>

