

I **CENTRO STUDI**
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

INGEGNERIA E DIGITALIZZAZIONE DEI PROCESSI D'IMPRESA

Industria 4.0 e le nuove frontiere di Industria 5.0

ISBN 978-88-6014-096-8

100
CENTENARIO
DELL'ALBO
DEGLI INGEGNERI

I 
CONSIGLIO
NAZIONALE
INGEGNERI

I **C3i**
COMITATO ITALIANO
INGEGNERIA
DELLA DIGITALIZZAZIONE

I **FONDAZIONE**
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI



INGEGNERIA E DIGITALIZZAZIONE DEI PROCESSI D'IMPRESA

Industria 4.0 e le nuove frontiere di Industria 5.0

I CENTRO STUDI CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Sede:

Via XX Settembre, 5
00187 | Roma
Tel. 06 85 35 47 39
Fax 06 84 24 18 00
info@centrostudicni.it
www.fondazionecni.it

I CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Presidenza e Segreteria:

Via XX Settembre, 5
00187 | Roma
Tel. 06 69 76 701
Fax 06 69 76 7048
www.tuttoingegnere.it



Presso il Ministero
della Giustizia
00186 | Roma
Via Arenula, 71

PROGETTO GRAFICO, IMPAGINAZIONE E PUBBLICITÀ

Agicom srl
Viale Caduti in Guerra, 28
00060 | Castelnuovo di Porto (RM)
Tel. 06 90 78 285
Fax 06 90 79 256
comunicazione@agicom.it
www.agicom.it

DATA DI REDAZIONE

aprile 2023

ISBN

978-88-6014-096-8

CONSIGLIO DIRETTIVO

Ing. Giuseppe Maria Margiotta	Presidente
Ing. Paolo De Santi	Vicepresidente
Ing. Antonio Armani	Consigliere Segretario
Ing. Augusto Delli Santi	Consigliere
Ing. Tommaso Ferrante	Consigliere
Ing. Michele Laorte	Consigliere
Ing. Massimo Mariani	Consigliere
Ing. Antonio Zanardi	Consigliere

CONSIGLIO DIRETTIVO

Ing. Angelo Domenico Perrini	Presidente
Ing. Remo Giulio Vaudano	Vice Presidente Vicario
Ing. Elio Masciovecchio	Vice Presidente
Ing. Giuseppe Maria Margiotta	Consigliere Segretario
Ing. Irene Sassetti	Consigliere Tesoriere
Ing. Carla Capiello	Consigliere
Ing. Sandro Catta	Consigliere
Ing. Iunior Ippolita Chiarolini	Consigliere
Ing. Domenico Condelli	Consigliere
Ing. Edoardo Cosenza	Consigliere
Ing. Felice Antonio Monaco	Consigliere
Ing. Tiziana Petrillo	Consigliere
Ing. Alberto Romagnoli	Consigliere
Ing. Deborah Savio	Consigliere
Ing. Luca Scappini	Consigliere

I INDICE



	PREMESSA	6
	INTRODUZIONE	10
	1 INDUSTRIA 4.0 È INGEGNERIA	14
	2 I FONDAMENTALI DELLA DIGITALIZZAZIONE E DELL'AUTOMAZIONE DI NUOVA GENERAZIONE	22
	3 LE NUOVE FRONTIERE DEI PROCESSI E DEI SERVIZI DIGITALI	30
	4 LA SFIDA DELLE COMPETENZE TECNICHE	38
	5 IL VALORE DEL MERCATO DELLE APPLICAZIONI E DEI SERVIZI PER LA MANIFATTURA DIGITALE	44
	6 I PROFESSIONISTI DELL'INGEGNERIA E INDUSTRIA 4.0	48

Il Report è stato elaborato da Francesco Estrafallaces, del Centro Studi CNI

I PREMESSA



Apparente semplice nella sua essenza, il paradigma che va sotto il nome di Industria 4.0 rivela notevoli complessità perché comprende una molteplicità di processi e componenti diverse. La digitalizzazione delle linee di produzione delle aziende manifatturiere non si esaurisce, infatti, nella semplice connessione tra un sistema di raccolta e gestione dati ed una macchina attraverso una rete di trasmissione. La digitalizzazione deve indurre ad una automazione più spinta e nello stesso tempo a controlli più efficaci, alla raccolta di dati per funzioni di stima e previsioni, fino ad arrivare all'uso di macchinari in grado di cogliere stimoli esterni e di adattarsi ad eventi di varia natura, correggendo in autonomia eventuali errori e migliorando la propria attività sulla base dell'esperienza acquisita.

Nell'alveo di Industria 4.0 rientrano funzioni e tecnologie che vanno sotto il nome di Internet of Things, di Data Analytics, di automazione avanzata, di interfacce indossabili (wearable) per il controllo da remoto delle macchine, di cloud manufacturing e manifattura additiva. Si tratta di un paradigma che ha saputo portare ad unità una molteplicità di tecnologie e sistemi nel nome dell'efficienza e della sicurezza.

Sistemi così articolati nascono da attività di sperimentazione e di progettazione avanzate, per non dire complesse. Gran parte di ciò che ricade nel sistema Industria 4.0 ha trovato origine nell'ingegneria ma soprattutto, come si indicherà nelle pagine che seguono, l'implementazione di processi digitali sempre nuovi richiede competenze di matrice ingegneristica.

Peraltro occorre sottolineare che l'ingegneria non è protagonista solo di Industria 4.0 ma della sua evoluzione, ovvero di Industria 5.0, in cui si punta ad investimenti finalizzati alla maggiore sicurezza sul lavoro, all'equilibrio tra lavoro umano e lavoro svolto dalle macchine, alla sostenibilità ambientale e alla creazione di organizzazioni capaci di adattarsi a cambi repentini di scenario.

Abbiamo di fronte notevoli sfide che ricadono in buona misura sulle professionalità tecniche, con interessanti opportunità di lavoro per il nostro comparto. Per essere in grado di cogliere al meglio ciò che deriva dal processo in continuo divenire legato alla digitalizzazione

dell'industria, ma anche ormai di altri settori, è utile comprendere gli orientamenti del mercato ed i temi di frontiera che ricadono nel perimetro di Industria 4.0.

Pertali motivi il Centro Studi CNI, su indicazione del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, ha elaborato un quadro sintetico delle caratteristiche e delle evoluzioni in atto legate ad Industria 4.0 e Industria 5.0. Intendiamo, in questo modo, contribuire ad un più ampio dibattito sul ruolo e sulle prospettive che l'ingegneria può giocare nelle evoluzioni future della digitalizzazione e della maggiore efficienza del sistema produttivo. Ancor più, il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, intende promuovere la maggiore comprensione delle opportunità legate alle tecnologie dell'informazione ed una più ampia sensibilizzazione dei professionisti al fenomeno della Transizione 4.0.

Dobbiamo essere coscienti del fatto che Industria 4.0 non è prerogativa di ingegneri e di altre figure tecniche che operano in azienda o in società di consulenza, ma è una importante opportunità di mercato anche per chi opera nella libera professione. Certo, sappiamo da rilevazioni effettuate dal Centro Studi CNI che il numero degli iscritti all'Albo degli ingegneri che ha accumulato esperienze lavorative in questo specifico campo è ancora relativamente esiguo. Chi tuttavia ha già operato nell'ambito di Industria 4.0 sembra oggi presidiare una interessante nicchia di mercato a dimostrazione che le opportunità, anche per i liberi professionisti, non mancano.

Registriamo nel nostro sistema, rispetto a questi temi, una sorta di "deficit di autorappresentazione delle potenzialità" che siamo in grado di esprimere. Molti professionisti iscritti albo degli ingegneri ritengono di non avere sufficiente massa critica per affiancare le imprese che intendono investire nella digitalizzazione del processo produttivo.

È giunto il momento di ribaltare la situazione ed è compito prioritario del CNI, insieme alla rete degli ordini territoriali, di spingere gli iscritti verso nuovi traguardi connessi proprio ad Industria 4.0. Conoscere meglio la normativa legata agli incentivi per le imprese, conoscere meglio i dettagli del Piano Transizione 4.0, affinare alcune conoscenze in ambito tecnico, conoscere le esperienze sul campo permetterebbe

di predisporre un terreno culturale in cui l'ecosistema Industria 4.0 potrebbe essere meglio compreso da molti professionisti.

Le pagine di seguito riportate non hanno la pretesa di approfondire temi di ordine tecnico né di offrire soluzioni a problemi aperti, ma intendono avere una funzione "interrogante", ovvero stimolare un dibattito, innanzi tutto interno alla nostra categoria di ingegneri, su come affermare il ruolo essenziale che i tecnici possono avere in un processo che per il momento appare inarrestabile ed in rapida evoluzione.

Ing. Giuseppe Maria Margiotta

Consigliere CNI delegato per il Centro Studi CNI

I INTRODUZIONE



Ogni evento, o meglio ogni progresso, che ha portato ad una sostanziale discontinuità con il passato, ha avuto i propri protagonisti. Industria 4.0 rappresenta un importante cambio di passo rispetto alle modalità produttive, soprattutto di matrice manifatturiera, del passato ed ha come protagonista - o quanto meno come comprimaria di livello - l'ingegneria.

Molto di ciò che oggi ricade nel paradigma che prende il nome di Industria 4.0 è frutto di studio, sperimentazione e progettazione in ambito ingegneristico. Elettronica, meccanica industriale, tecnologie dell'informazione sono state in grado di attivare un mix di soluzioni tecnologiche e gestionali che, senza tema di smentita, hanno conferito più efficienza e possono rendere più sostenibili molte produzioni.

Ricordare il ruolo che l'ingegneria e gli ingegneri hanno avuto in questo processo evolutivo serve non per fare mera retorica, ma per ricordare a noi stessi le opportunità che gli ingegneri hanno di fronte e la lunga strada che possiamo ancora percorrere.

Nel 2020 in Italia gli investimenti in tecnologie legate ad Industria 4.0 si attestavano a circa 4 miliardi di euro; per il 2022 le fonti più accreditate indicano investimenti per oltre 7 miliardi di euro. Il sistema industriale italiano, sebbene costituito in larga parte da strutture di piccola dimensione, sembra cogliere la sfida della modernizzazione attraverso la digitalizzazione dei processi; sembra esserne una prova il fatto che la spesa per sistemi di automazione digitalizzati non conosce sosta ormai da diversi anni. Molte imprese non si limitano ai primi step della digitalizzazione, ma adottano sistemi di automazione, controllo e gestione, sempre più sofisticati, tanto che l'Italia è il secondo Paese europeo, dopo la Germania, per numero di robot installati negli stabilimenti produttivi.

Industria 4.0 tuttavia non è e soprattutto non deve essere intesa come un modello ad uso esclusivo di ingegneri e tecnici che operano in modo stabile in azienda.

Il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, in particolare per il tramite del proprio Comitato Italiano dell'Ingegneria Informazione - C3I, intende

affermare la rilevanza delle opportunità anche per chi opera nella libera professione legate ad Industria 4.0 ed alle evoluzioni che si profilano con tutta evidenza.

Dobbiamo però essere in grado di capire quali siano le sfide che il sistema ordinistico ha di fronte in materia di digitalizzazione partendo dalla comprensione di alcune criticità.

Da indagini condotte dal Centro Studi CNI emerge come l'operatività degli ingegneri che operano nella libera professione sia ancora al di sotto del potenziale in materia di attività di consulenza, assistenza e progettazione Industria 4.0.

Sappiamo, in particolare, che il 77% degli ingegneri dell'Informazione iscritti all'Albo considera strategiche o da approfondire ulteriormente le competenze nell'ambito di industria 4.0 e che il 78% degli ingegneri del settore industriale esprime lo stesso orientamento.

Ma se si passa da un orientamento generale alla pratica effettiva le cose cambiano. Il 37% del settore dell'informazione ed il 32% degli ingegneri del settore industriale ha dichiarato di essersi trovato a lavorare negli ultimi anni con le tematiche Industria 4.0 (coinvolgimento in progetti, consulenze, studio della materia), ma si tratta per lo più di ingegneri che oltre ad esercitare la libera professione risultano essere dipendenti di aziende, e quindi hanno lavorato su tale materia direttamente all'interno dell'impresa.

Il quadro cambia ulteriormente e si ridimensiona se si guarda ai professionisti che hanno svolto perizie tecniche ai sensi della legge n. 232 del 2016. Il 9% degli iscritti al settore industriale ed il 4,5% degli iscritti al settore dell'informazione ha svolto perizie tecniche. I pochi che però hanno svolto tale attività risultano avere effettuato un numero piuttosto consistente di perizie. Chi dunque decide di entrare in questo ambito può trovare spazi ed opportunità interessanti.

Il CNI intende impegnarsi ad incentivare e stimolare all'interno del sistema ordinistico una maggiore diffusione della "Cultura Industria 4.0". facendo anche perno sull'azione che i singoli ordini ed i singoli

professionisti possono mettere in campo. Gli ingegneri che operano nella libera professione rappresentano, nei fatti, un'importante quanto strategica "rete di prossimità", ovvero una rete vicina alle imprese. Si tratta di una così detta "rete fiduciaria" (fondata quindi su un rapporto di fiducia), che può rivelarsi, come in alcuni territori è già avvenuto, preziosa.

Affinché le opportunità che il mercato oggi offre coinvolgano un numero crescente di professionisti, il CNI e gli ordini territoriali devono direttamente e maggiormente investire sia in attività divulgativa che formativa. Va valorizzato ulteriormente il rapporto che alcuni ordini hanno con le istituzioni universitarie ed i centri per il trasferimento tecnologico che operano proprio sulle specifiche tematiche di Industria 4.0.

Già in passato, soprattutto attraverso l'operato del Comitato C3I, il CNI e gli ordini hanno agito in tal senso. Forse è giunto il momento di una sorta di upgrading di un piano che all'interno del nostro sistema possa meglio guidare le scelte e le opportunità dei professionisti. E' necessario, inoltre, aumentare di intensità le opportunità formative sulla materia e sui modelli organizzativi che gli studi professionali possono adottare per affrontare meglio le sfide di mercato poste da Industria 4.0.

Abbiamo di fronte, dunque, interessanti opportunità. Serve uno sforzo collettivo, all'interno del nostro sistema ordinistico, per interpretare le dinamiche del mercato e definire nuove strategie che consentano di esprimere al meglio le nostre potenzialità.

Ing. Carla Cappiello

Consigliere CNI delegata in materia di Ingegneria dell'Informazione
e Comitato C3I

I 1 INDUSTRIA 4.0 È INGEGNERIA



Vi è una stretta correlazione, quasi imprescindibile, tra l'ingegneria ed il processo evolutivo che va sotto il nome di Industria 4.0.

La trasformazione dei sistemi produttivi di tipo industriale di generazione 4.0 fa riferimento ad una spinta accentuata alla **digitalizzazione dei processi**, ovvero ad un uso più intenso ed innovativo, rispetto al passato, delle tecnologie ICT.

La digitalizzazione applicata all'industria manifatturiera, infatti, ha consentito negli ultimi 20 anni di:

- ▶ **attivare meccanismi** che rendono più immediato e più preciso il passaggio dalla fase di progettazione a quella della realizzazione del prodotto finito;
- ▶ **migliorare** considerevolmente i livelli di **automazione** dei macchinari;
- ▶ **attivare** più efficaci **sistemi di controllo** delle linee di produzione;
- ▶ **limitare** la generazione di **scarti** di produzione;
- ▶ **attivare**, ove richiesti, maggiori livelli di **personalizzazione del prodotto** rispetto ai percorsi più standardizzati.

Quella introdotta da Industria 4.0 è dunque un'innovazione di prodotto e di processo che sicuramente ha anche un considerevole impatto sull'evoluzione organizzativa delle imprese. Il salto in avanti, per così dire, rispetto ai precedenti processi industriali è stato determinato essenzialmente da una più spinta digitalizzazione, dunque un fattore tecnico di matrice prettamente ingegneristica.

Il nostro Paese non è rimasto ai margini rispetto a tali fenomeni di cambiamento, tanto che gli investimenti nelle nuove tecnologie digitali applicate all'industria sono in costante incremento ed hanno raggiunto la soglia dei 7 miliardi di euro nel 2022, secondo le stime più accreditate.

DIGITALIZZAZIONE DEI PROCESSI

l'uso più intenso ed innovativo delle tecnologie ICT

In questo modo, il Paese ha mostrato di saper coniugare una solida tradizione manifatturiera con una elevata capacità di innovazione, non solo del ciclo produttivo ma anche dei modelli organizzativi aziendali. Industria 4.0, infatti, oltre all'incorporazione di tecnologia, impone cambiamenti organizzativi sostanziali improntati alla maggiore efficienza. Le piattaforme informatiche generalmente utilizzate per la digitalizzazione delle linee di produzione consentono una maggiore condivisione di dati tra le differenti funzioni aziendali facendo cadere, spesso, molte barriere interne e generando maggiore efficienza.

Come si vedrà più diffusamente nelle pagine che seguono, l'effetto più evidente di questo fenomeno di cambiamento è che il modello industria 4.0 non riguarda più soltanto la manifattura ma inizia a coinvolgere, anche e soprattutto, alcuni comparti del terziario. La digitalizzazione inizia ad avere applicazioni nel settore sanitario, in quello delle costruzioni, dei trasporti e della logistica.

I cambiamenti e le innovazioni indotte da questo paradigma appaiono molto rapidi, tanto che la frontiera stessa della ricerca e della sperimentazione si sta spostando sempre più in avanti. Questo fenomeno è ormai ben noto al sistema universitario italiano e numerosi sono i corsi di ingegneria nei quali la sperimentazione su temi di frontiera in ambito informatico e della meccanica risulta all'avanguardia. In particolare, come verrà illustrato successivamente, le innovazioni nell'ambito dell'Internet of Things e dei dispositivi indossabili (wearable) per il controllo a distanza dei macchinari sono continue, ma anche le applicazioni nel campo della robotica collaborativa e dell'Intelligenza artificiale non appaiono più come prerogative di una cerchia ristretta di imprese.



I progressi realizzati attraverso Industria 4.0, anche in Italia,

sono stati possibili grazie alla consistente presenza, sia in ambito universitario che nelle singole imprese e società di consulenza, di competenze tecniche di elevato livello. Molti ingegneri presidiano e gestiscono in azienda funzioni strategiche legate ai processi di digitalizzazione, di automazione e di sperimentazione di nuove macchine collaborative. E' noto agli esperti del settore, che da un ciclo di automazione rigido avviato in Italia nei primi anni duemila, si è passati più di recente, proprio grazie ad una nuova forma di digitalizzazione, ad una automazione più flessibile ed efficace, che consente di partire da piattaforme standard di controllo dell'automazione e dei processi, per poi arricchirsi progressivamente di nuove funzioni. Questa capacità progettuale e questo passaggio sostanziale registrato anche da una parte del sistema manifatturiero, non è stato il frutto di improvvisazione ma ha richiesto la presenza di uffici di direzione tecnica, sia all'interno dell'azienda che nelle società di consulenza, con solide competenze di tipo ingegneristico.

Non è un caso che oggi in Italia le figure più ricercate e meno facili da reperire siano i laureati in ingegneria, in particolare gli ingegneri elettrici, gli elettronici, i meccanici, gli ingegneri dell'informazione e gli ingegneri gestionali. Interpretiamo questo gap tra offerta e domanda di tali figure, come il segnale del fatto che molte aziende hanno ben compreso che l'implementazione del modello Industria 4.0 passa per due livelli, anche piuttosto complessi: da un lato una fase di progettazione e gestione che può essere elaborata solo da chi ha nello stesso tempo conoscenze e competenze di livello elevato. In sostanza appare difficile, sebbene non impossibile, che con la sola competenza acquisita sul campo si possano affrontare progettazioni complesse come quelle richieste da Industria 4.0; servono conoscenze approfondite di alcuni fondamentali che solo una preparazione universitaria oggi può dare. Di questo il Consiglio Nazionale degli Ingegneri è fermamente convinto. Vi è poi un secondo livello, legato a processi altrettanto complessi e strategici come quelli dell'implementazione delle fasi di digitalizzazione, automazione e controllo dei macchinari e delle linee produttive e dei sistemi di business intelligence (acquisizione ed elaborazione dati) o quelli di controllo dell'interazione uomo-macchina. Anche in questo caso servono ormai competenze tecniche specifiche, di elevato livello,

NECESSARIO
AGGIORNARE
LE PROPRIE
COMPETENZE

delegabili a coloro che nella nomenclatura ufficiale vengono definiti tecnici in ambito ingegneristico. Tra ingegneri e figure tecniche con mansioni più operative è necessaria una collaborazione molto intensa ed è questa una delle peculiarità positive indotte da questo particolare

modello produttivo e organizzativo.

Ascoltare e comprendere gli orientamenti che l'ingegneria si è data su tale tema appare quanto meno rilevante, se non essenziale.

Nel futuro immediato la sperimentazione e lo studio sia dei processi industriali che delle applicazioni informatiche segneranno l'ulteriore evoluzione di Industria 4.0 e nel contempo gli ingegneri saranno chiamati ad aggiornare le proprie competenze per essere al passo con i tempi. Non a caso, da un certo punto in poi, nei programmi del Governo, ciò che era comunemente definito come Industria 4.0 ha acquisito il nome di Transizione 4.0, proprio ad indicare il passaggio continuo verso percorsi sempre più articolati, verso applicazioni in ambito digitale in continua evoluzione e verso un apprendimento di conoscenze e competenze in continua trasformazione.

L'importanza del
**RAFFORZAMENTO
DELLE COMPETENZE**
che sono in continua
evoluzione nella
digitalizzazione dei
processi in ambito
manifatturiero

In tale contesto, le Istituzioni chiamate ad elaborare politiche per il sistema produttivo, i centri di conoscenza specialistica come le Università e i Centri per il trasferimento tecnologico attivati appositamente per Industria 4.0 ed anche le strutture di rappresentanza dei professionisti tecnici, a cominciare dal sistema degli Ordini degli ingegneri, sono chiamati ad interrogarsi su molti aspetti. Il primo è certamente quello del rafforzamento delle competenze, perché la digitalizzazione dei processi in ambito manifatturiero (come in tutti gli ambiti) richiede competenze sempre più evolute che vanno mantenute.

Nel contempo a tali strutture viene richiesto di svolgere un ruolo non meno importante di diffusore di una cultura legata a Industria 4.0. Da rilevazioni svolte in passato dal Centro Studi CNI emerge come tra gli stessi ingegneri iscritti all'Albo professionale, sia nel settore industriale che in quello dell'informazione, il livello di conoscenza delle dinamiche e delle prospettive di Industria 4.0 è passibile di consistenti miglioramenti. Eppure occorre ricordare che dal 2016 in Italia vige una riserva di legge che affida ai soli ingegneri ed ai periti industriali iscritti all'Albo professionale (oltre che agli enti di certificazione accreditati) la funzione esclusiva di redigere una perizia tecnica per accertare l'esistenza di determinati requisiti tecnici che consentono all'impresa di accedere ad incentivi per la digitalizzazione del processo produttivo. La perizia è in molti casi solo lo strumento per consentire al singolo professionista di guidare l'azienda verso più complessi investimenti di ordine tecnico.



Vi è poi un ulteriore aspetto che il CNI intende porre all'attenzione del dibattito interno al sistema, ovvero quello del modello organizzativo o dei modelli organizzativi utili a chi opera nella libera professione per entrare o migliorare il proprio posizionamento nel mercato rappresentato da Industria 4.0.

Talvolta il singolo professionista, pur presidiando un interessante segmento di mercato, non ha la possibilità di crescere perché non ha sufficiente massa critica per accettare ulteriori commesse. Da tempo dibattiamo di come creare reti e forme di collaborazione, strutturate o flessibili, per affrontare meglio il mercato. Nel caso di Industria 4.0 questo è una tema ancora più stringente che va affrontato conoscendo meglio i modelli organizzativi adottati da altri operatori e best practice adottate anche da organismi professionali.

Il ruolo del sistema ordinistico è **ESSENZIALE** per cogliere le opportunità di mercato

Il ruolo del sistema ordinistico, almeno per quanto riguarda gli ingegneri, appare dunque essenziale al fine di creare un humus culturale che consenta alle figure tecniche di cogliere le opportunità che il mercato continuerà ad offrire. Dibattere sull'organizzazione della produzione e sui processi produttivi, individuare i nuovi temi

di frontiera di industria 4.0, identificare le competenze professionali più richieste dal mercato, conoscere le opportunità legate agli incentivi previsti dal Piano Transizione 4.0 consentono ai tecnici di aggiornare le proprie competenze e su questo il sistema ordinistico è in grado di svolgere un ruolo preminente.

Le pagine che seguono hanno la funzione di definire il quadro attuale e le possibili evoluzioni di Industria 4.0 e Industria 5.0 nel nostro Paese, per offrire alcuni punti di riferimento che consentano di comprendere in quali ambiti e con quali strumenti il sistema degli ordini degli ingegneri può intervenire. Il **primo paragrafo** delinea il quadro evolutivo generale. Il **secondo paragrafo** descrive le diverse tecnologie che rientrano nel paradigma Industria 4.0. Il **terzo paragrafo** accenna alle nuove frontiere dell'innovazione in materia di digitalizzazione del processo produttivo industriale e dei servizi. Il **quarto paragrafo** affronta la questione delle competenze tecniche, in buona parte oggi difficili da reperire, necessarie a dare attuazione



ad Industria 4.0. Il **quinto paragrafo** quantifica il valore del mercato italiano delle applicazioni tecnologiche rientranti nello schema Industria 4.0. Il **sesto** e ultimo paragrafo è dedicato ad una riflessione sull'approccio che gli ingegneri iscritti all'Albo hanno maturato nei confronti di Industria 4.0, alle criticità ed alle potenzialità del mercato dei servizi per la digitalizzazione delle imprese.

I dati e le informazioni riportate e citate in questo Report sono il frutto di elaborazioni del Centro Studi CNI oltre che da proprie indagini da numerosi altri studi in particolare degli Osservatori.net del Politecnico di Milano, di Bosch Rexroth, di BNova.

IL QUADRO ATTUALE DELL'ITALIA

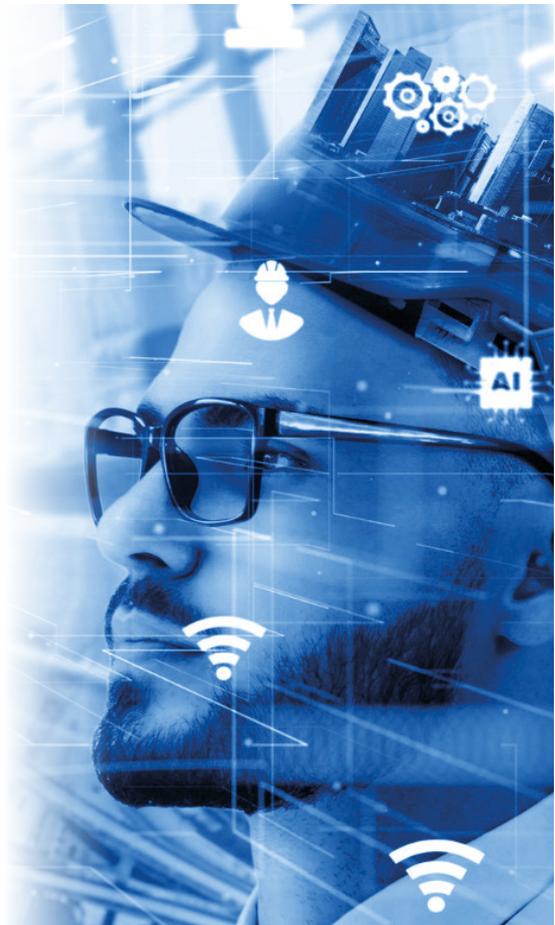
quadro evolutivo
generale

nuove frontiere
dell'innovazione

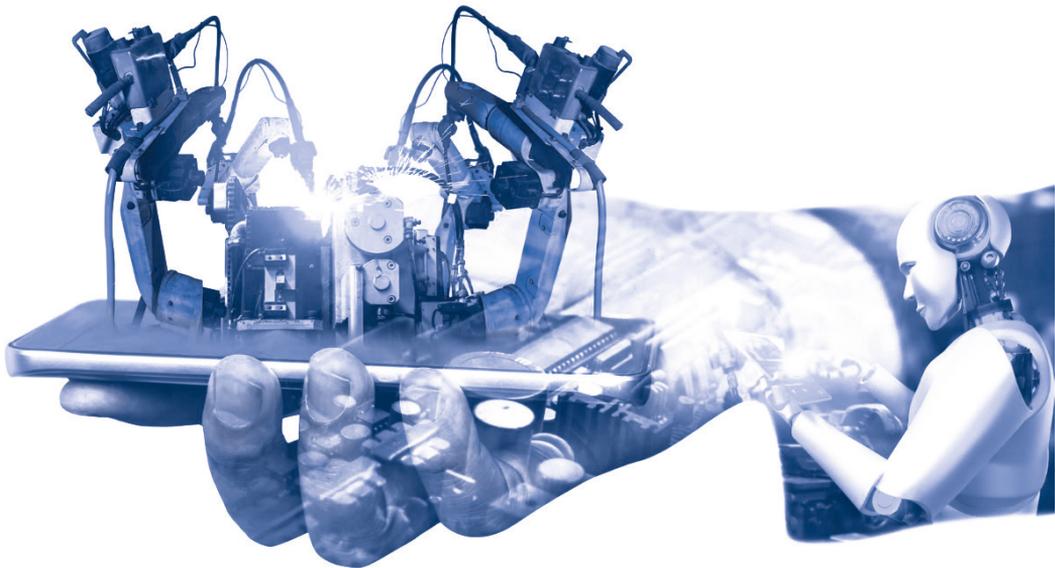
le competenze
tecniche

il valore del
mercato italiano
delle applicazioni
tecnologiche

riflessione
sull'Industria 4.0



I 2 I FONDAMENTALI DELLA DIGITALIZZAZIONE E DELL'AUTOMAZIONE DI NUOVA GENERAZIONE



Industria 4.0 nasce da una progressiva e più incisiva applicazione della digitalizzazione ai processi di automazione e controllo delle linee produttive nell'ambito dell'industria manifatturiera.

Le principali tecnologie che hanno consentito questo passaggio ad una forma più moderna e più efficiente di produzione manifatturiera possono essere sintetizzate come segue:



Industrial Internet of Things – Iot, in cui rientrano le funzioni di controllo, di programmazione e dalla manovrabilità a distanza dei macchinari e delle linee di produzione attraverso la digitalizzazione. L'effetto finale generato dallo IoT è l'interconnessione tra macchine, la migliore e più flessibile programmabilità dei processi, fino ad arrivare alla raccolta di dati prodotti dalle stesse macchine, dati che poi possono essere riutilizzati per monitorare o programmare meglio le attività di produzione. Lo IoT presuppone la connessione tra oggetti (macchine e device di altro tipo) capaci di identificazione, localizzazione, diagnosi di stato, acquisizione di dati, elaborazione, attuazione e comunicazione e reti intelligenti;



Sistemi di automazione avanzata, consistenti in macchinari e attrezzature con elevate capacità di adattamento, capacità cognitive e di interazione con altre macchine o con persone;



Industrial Analytics, consistenti in applicazioni in grado di fornire informazioni tratte da dati provenienti da operazioni e fasi di lavorazione o da altre fonti, utili per prendere decisioni in ambito aziendale (su strategie, correttivi, nuovi piani di sviluppo);



Advanced HMI (Human Machine Interface), riguardanti dispositivi wearable, cioè indossabili e nuove interfacce uomo/macchina per l'acquisizione lo scambio di informazioni riguardanti il processo produttivo o ciò che ruota intorno ad esso;



Cloud manufacturing, consistente nell'accesso, attraverso Internet, di risorse utili per l'attività di produzione e la gestione delle diverse componenti e attività della catena del valore;



Manifattura additiva, ovvero la produzione di componenti e prodotti finiti attraverso il sistema delle così dette Stampanti 3D.

TRE MACRO AMBITI DI APPLICAZIONE

Le tecnologie elencate presentano attualmente tre macro-ambiti di applicazione convenzionalmente denominati come segue:

1 SMART FACTORY

che riguarda le attività di automazione e controllo, attraverso la digitalizzazione, della produzione, della logistica interna ed esterna, della manutenzione, della qualità, della sicurezza e rispetto delle norme;

2 SMART LIFECYCLE

che riguarda lo sviluppo del prodotto e la gestione del suo ciclo di vita rispetto ai fornitori, ai clienti ed ai distributori;

3 SMART SUPPLY CHAIN

che si riferisce alle attività di pianificazione dei flussi fisici e finanziari dell'azienda; si tratta di una funzione strettamente connessa alla smart factory e ha una natura prettamente gestionale e di pianificazione di alcune funzioni aziendali.

La digitalizzazione e le tecnologie smart che rientrano nell'alveo di Industria 4.0 hanno ulteriori implicazioni o stimolano l'utilizzo di altre tecnologie. In particolare occorre tenere conto dei seguenti aspetti:

- ▶ **ROBOTICA AUTONOMA** – si sta rafforzando il filone dei robot collaborativi in grado di lavorare tra loro e con i lavoratori umani, in condizioni di sicurezza per questi ultimi grazie ad una serie di sensori che permettono alle macchine di rilevare eventuali interferenze. Si tratta di un primo elemento distintivo rispetto ai robot di prima generazione, caratterizzati da funzioni ripetitive. Vi è però un secondo aspetto che riguarda la capacità di alcuni robot di apprendere e migliorare nel tempo le proprie funzioni, il così detto machine learning. I macchinari di questo tipo vengono programmati per interpretare e adeguarsi ad alcuni stimoli o cambiamenti del contesto esterno, adattandosi ad essi e migliorando o rendendo più efficienti le proprie funzioni;
- ▶ **SIMULAZIONE E REALTÀ VIRTUALE** – si tratta di applicazioni digitali che consentono di simulare situazioni e processi anche con finalità predittive, rendendo meno costosi tali elaborazioni rispetto a quanto fatto in passato. La progettazione di oggetti diventa più accurata ed il processo produttivo, anche attraverso le simulazioni con realtà virtuale, si caratterizza per tempi ridotti e minori sprechi. Attraverso sensori installati sulle macchine è possibile elaborare modelli tridimensionali di oggetti per effettuare miglioramenti o correzioni. Infine, grazie alla realtà virtuale è possibile effettuare delle sessioni formative degli addetti agli impianti senza dovere necessariamente interrompere il funzionamento delle macchine;
- ▶ **REALTÀ AUMENTATA** – attraverso visori e tablet è possibile operare a distanza su macchinari, in particolare su bracci meccanici, compiendo operazioni di precisione se necessario. Una delle applicazioni più utili riguarda e riguarderà sempre più la manutenzione a distanza di macchinari;
- ▶ **CYBERSECURITY** - l'interconnessione e l'elevato livello di accumulazione e scambio di dati, caratteristico del modello Industria 4.0 e più precisamente dello IoT, pone un problema di sicurezza dei dati stessi. È noto, per l'esperienza già accumulata in altri contesti, che la vulnerabilità sia delle IT (software e hardware

di scambio e immagazzinamento di dati) che delle OT (software e hardware per la gestione, l'automazione e monitoraggio di apparecchiature) è un problema reale che va contrastato, anche in via preventiva, con strumenti e metodi che possono essere affidati solo a specialisti del settore.

ALCUNI CONCETTI CHIAVE

Definito l'ecosistema tecnologico e applicativo in cui si muove la manifattura digitale, è utile descrivere ulteriori tratti distintivi di Industria 4.0. In particolare, si può fare riferimento ad alcuni concetti chiave quali:

I **sistemi di integrazione dei dati** ed il loro effetto sull'organizzazione dell'impresa

Le caratteristiche evolutive dell'**automazione**

Il **miglioramento continuo** a cui può essere sottoposta una macchina digitalizzata

La **sostenibilità ambientale** attuabile attraverso i processi di digitalizzazione della produzione

Di seguito vengono elencati alcuni vantaggi attivati da Industria 4.0

Integrazione tra funzioni aziendali e tra fonti di dati, tra fonti di dati e tra flussi di dati

Passaggio da automazione rigida ad automazione flessibile

Miglioramento continuativo dei processi e macchinari

Incremento del livello di sostenibilità ambientale dei processi produttivi

Fonte: elaborazione Centro Studi CNI su fonti varie

Nelle forme più complete ed evolute, il paradigma di Industria 4.0 ha un impatto migliorativo non solo sulle linee di produzione, riducendo i tempi di progettazione e produzione e rendendo più efficienti i processi

legati all'uso di macchinari e attrezzature, ma determina generalmente **maggiore efficienza nell'organizzazione del lavoro** e delle differenti funzioni aziendali. In particolare, si constata una maggiore integrazione tra le funzioni aziendali attraverso l'omogeneizzazione e integrazione di dati e informazioni prodotti dalle differenti funzioni. Nei modelli che non sperimentano Industria 4.0, spesso ciascuna funzione produce informazioni scarsamente condivise a livello orizzontale, cioè da altre componenti dell'organizzazione. In presenza di queste rigidità di solito si afferma che ciascuna funzione opera per compartimenti stagni producendo "silos di dati", ovvero dati non condivisi. Ciò vale spesso anche per l'ingegneria che opera in azienda, spesso non del tutto integrata con altre funzioni; l'effetto finale è che la progettazione, gli interventi di miglioramento dell'efficienza e molto altro ancora, non vengono condivise.

Sia da un punto di vista teorico che pratico Industria 4.0 riesce a ribaltare il problema della mancata integrazione tra funzioni e tra dati. Generalmente, una parte consistente delle funzioni progetta e gestisce i processi su una piattaforma informatica, consentendo la condivisione di informazioni, peraltro non solo all'interno dell'azienda ma anche all'esterno, con i fornitori.

Un secondo aspetto da considerare riguarda il livello di automazione, che da un modello rigido riesce, attraverso la produzione e lettura di dati, a divenire più flessibile.

L'automazione sviluppata nei primi anni 2000 attraverso la così detta tecnologia PC è stata determinante, ma rispetto agli standard attuali risulta quasi obsoleta in quanto non riesce a integrare, raccogliere ed elaborare dati provenienti dalle linee di produzione e non consente neanche livelli di controllo come quelli ottenibili con l'*Internet of Things* attuale. I robot di oggi consentono ad esempio operazioni difficili da realizzare anche solo 15 anni fa. La sensoristica e la "capacità di percezione del contesto circostante" che oggi hanno le macchine consentono livelli di sicurezza e velocità prima difficili da raggiungere. Egualmente, la progettazione attraverso piattaforme digitali consente di apportare continuamente delle variazioni e dei miglioramenti alla linea di produzione così come la possibilità di realizzare prodotti diversi attraverso un'unica tipologia di macchinario.

Occorre, poi, tenere presente che in passato e attualmente **nelle strutture tradizionali, di solito, un macchinario** presente in fabbrica era ed è sostanzialmente isolato rispetto al contesto, cioè rispetto ad altri segmenti del processo produttivo e del processo gestionale. Nel modello di **Industria 4.0 la macchina è connessa ad una rete IT**, acquisisce informazioni e produce dati (utili ad esempio al monitoraggio, alla manutenzione, ad attività previsive). Ogni macchinario, quindi, è **collocato in un sistema che può essere costantemente ampliato**, con nuovi dispositivi e moduli software. L'ampliamento delle funzioni dovrebbe corrispondere ad un miglioramento, cioè alla realizzazione di sistemi più performanti ed efficaci.

Un ultimo aspetto riguarda un tema di crescente attualità, ovvero quello della sostenibilità ambientale. Industria 4.0 favorisce modelli produttivi sempre meno impattanti sull'ambiente rispetto al passato. La possibilità di apportare sistemi di controllo sempre più personalizzati sulle macchine, di attivare processi produttivi con sempre minori scarti e di programmare la produzione con maggiore accuratezza rispetto alle modalità tradizionali, generano risparmi e minore spreco, rispondendo a criteri di rispetto dell'ambiente difficilmente applicabili con modelli di automazione più rigidi.



MIGLIORE
EFFICIENZA
LAVORATIVA



AUTOMAZIONE



SOTENIBILITÀ
AMBIENTALE

Sulla base dei differenti elementi finora descritti, occorre dire che sebbene il modello industria 4.0 si sia affermato piuttosto di recente (poco più di 10 anni fa) esso sta percorrendo velocemente le differenti fasi del proprio ciclo di vita. Terminata la prima fase sperimentale e di affermazione siamo già ad un primo e sostanziale cambio di passo, tanto che si parla di **Industria 5.0, termine che indica un processo più spinto di automazione delle macchine e di digitalizzazione**. Più precisamente, l'Unione Europea che per prima

ha inteso promuovere questa **nuova fase evolutiva, ritiene che i nuovi processi di digitalizzazione debbano garantire ulteriori sviluppi secondo criteri umanocentrici, di sostenibilità e di resilienza**. Il primo criterio tende ad affermare che la digitalizzazione delle macchine ed in particolare l'impiego di robot non debba avvenire a discapito del lavoro umano, ma a sostegno di una migliore qualità del lavoro e maggiore sicurezza per i lavoratori. La sostenibilità fa riferimento allo sviluppo di processi che utilizzino al minimo le risorse disponibili e che riducano progressivamente l'impatto sull'ambiente. Infine si fa riferimento ad una industria resiliente, in grado di adattarsi a trasformazioni progressive e ad eventuali shock preservando, tuttavia, il lavoro umano ed il valore delle comunità di cittadini.

SVILUPPO DEI PROCESSI DI DIGITALIZZAZIONE IN INDUSTRIA 5.0

seguendo criteri:

UMANOCENTRICI

SOSTENIBILI

RESILIENTI



I 3 LE NUOVE FRONTIERE DEI PROCESSI E DEI SERVIZI DIGITALI



La digitalizzazione, lo sviluppo di nuove macchine, anche di tipo robotico, e l'intelligenza artificiale sembrano spingere sempre più verso l'alto l'innovazione e la trasformazione di Industria 4.0.

Ciò porta ad una innovazione costante ed a frontiere applicative sempre nuove. Forte è la sensazione, fra l'altro, che la digitalizzazione stia ampiamente virando dalla manifattura ai servizi. Nel primo caso la digitalizzazione consente forme sempre più evolute di progettazione, automazione e controllo. Nel secondo caso la digitalizzazione consente la modernizzazione di attività terziarie. Risulta in crescita la domanda di soluzioni per l'automazione in campi come:

- ▶ gli edifici e le infrastrutture di grandi dimensioni. Non si tratta solo di domotica di ma di strumenti di monitoraggio per la sicurezza;
- ▶ l'intralogistica (gestione dei flussi e delle operazioni all'interno del magazzino);
- ▶ la logistica outbound, ovvero quella legata a fornitori e clienti;
- ▶ la produzione e distribuzione di energia;
- ▶ le applicazioni di automazione mobile.

Osservando i primi punti sopra elencati, appare evidente come l'ingegneria che potremmo definire più tradizionale (ma non per questo meno innovativa), legata alle strutture materiali, si compenetri sempre più con l'ingegneria delle reti ICT e OT, ovvero hardware e software gestionali, predittivi, di monitoraggio e controllo. Ed è questa l'ennesima dimostrazione di come l'ingegneria sia proprio l'alveo in cui questa forma di processo che va sotto il nome di Industria, o meglio di Transizione 4.0, prende forma.



I 3 Le nuove frontiere dei processi e dei servizi digitali

Possono ulteriormente essere elencati ambiti in cui in particolare l'Internet of Things trova nuove applicazioni e rappresenta per alcuni versi il futuro di alcuni ambiti o comparti produttivi. In particolare, mutuando le approfondite classificazioni elaborate dagli Osservatori.net Digital Innovation del Politecnico di Milano, si può fare riferimento a:



SMART AGRICULTURE:

monitoraggio di parametri micro-climatici a supporto dell'agricoltura per migliorare la qualità dei prodotti, ridurre le risorse utilizzate e l'impatto ambientale;



SMART ASSET MANAGEMENT:

gestione in remoto di asset di valore a fini di rilevazione di guasti e manomissioni, localizzazione, tracciabilità e gestione inventariale;



SMART BUILDING:

gestione automatica degli impianti e dei sistemi dell'edificio (ad esempio quelli per l'illuminazione e la climatizzazione) per il risparmio energetico, il comfort, la sicurezza dello stabile e delle persone al suo interno;



SMART CAR:

connessione delle auto per comunicare informazioni in tempo reale al consumatore, connessione tra veicoli o tra questi e l'infrastruttura circostante per la prevenzione e la rilevazione di incidenti, l'offerta di nuovi modelli assicurativi e/o di informazioni georeferenziate sulla viabilità;



SMART CITY & SMART ENVIRONMENT:

monitoraggio e gestione degli elementi di una città (ad esempio i mezzi per il trasporto pubblico, l'illuminazione pubblica, i parcheggi) e dell'ambiente circostante (ad esempio fiumi, boschi, montagne) per migliorarne vivibilità, sostenibilità e competitività;



SMART FACTORY:

adozione di Cyber Physical Systems, connessione dei macchinari, degli operatori e dei prodotti per abilitare nuove logiche di gestione della produzione e di pianificazione della supply chain;



SMART HEALTH:

monitoraggio di parametri vitali da remoto, riducendo il ricorso all'ospedalizzazione, a fini diagnostici e di cura; localizzazione dei pazienti in modo da garantirne la sicurezza;



SMART HOME:

soluzioni per la gestione in automatico e/o da remoto degli impianti e degli oggetti connessi dell'abitazione, con l'obiettivo di ridurre i consumi energetici e migliorare il comfort, la sicurezza dell'abitazione e delle persone al suo interno;



SMART LIFECYCLE:

miglioramento della gestione del ciclo di vita dei prodotti, supporto al processo di sviluppo di nuovi prodotti, ad esempio utilizzando dati raccolti da versioni precedenti dei prodotti connessi;



SMART LOGISTICS:

tracciabilità di filiera, protezione del brand e monitoraggio della catena del freddo, sicurezza in poli logistici complessi e gestione delle flotte;



SMART METERING & SMART GRID:

contatori connessi (Smart Meter) per la misura dei consumi (elettricità, gas, acqua, calore), la loro corretta fatturazione e la telegestione; rete elettrica intelligente (Smart Grid) per ottimizzare la distribuzione, gestendo produzione distribuita e mobilità elettrica;



SMART RETAIL:

monitoraggio del comportamento del cliente all'interno del negozio, con il fine di migliorare l'esperienza utente e incrementare le vendite.

I 3 Le nuove frontiere dei processi e dei servizi digitali

A nostro avviso vi sono comunque tre aspetti legati ai processi di digitalizzazione delle imprese che assumono in questo momento un particolare valore strategico e che rappresentano, soprattutto per i tecnici che operano nel campo della consulenza un'opportunità interessante.

Il primo ambito, destinato probabilmente ad una cerchia relativamente ristretta di specialisti, è quello della robotica applicata alle linee di produzione. Le macchine robot stanno registrando in tutto il mondo un incremento molto sostenuto: si stima che negli ultimi sei anni le installazioni siano più che raddoppiate, raggiungendo 3,5 milioni di unità. Dopo la fase pandemica più acuta, già nel 2021 gli acquisti di robot utilizzati nei comparti manifatturieri hanno ripreso a crescere. A livello mondiale i comparti in cui i robot registrano la maggiore presenza sono: il settore della componentistica elettronica, quello dell'automotive e quello della meccanica. Seguono, a distanza, quello della plastica e dei prodotti chimici ed infine il comparto dei prodotti alimentari. Molto più dispersa la presenza di macchine nei restanti settori industriali.

I TRE ASPETTI

legati ai processi di digitalizzazione delle imprese con valore strategico

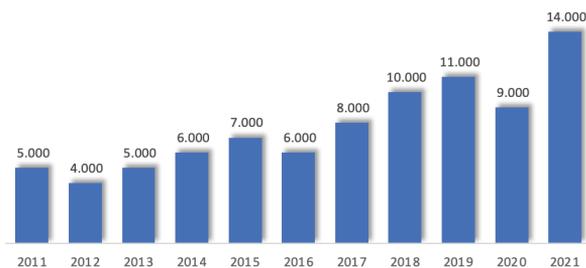
1. ROBOTICA APPLICATA

2. INTELLIGENZA ARTIFICIALE

3. ATTIVITÀ PER LA SICUREZZA INFORMATICA

L'Italia presenta in questo ambito strettamente connesso ad Industria 4.0 un ottimo posizionamento. Da tempo il livello delle installazioni di robot si mantiene su ritmi elevati e nel 2021, dopo la fase pandemica più acuta, gli acquisti sono aumentati del 65%, facendo raggiungere un livello di oltre 14.000 robot oggi installati nelle fabbriche.

Numero di Robot installati nelle aziende in Italia



Fonte: elaborazione Centro Studi CNI su dati World Robotics

L'Italia è in Europa il secondo mercato per compravendita di robot dopo la Germania. Significa che il nostro Paese è all'avanguardia e che la robotica dovrebbe avere una sempre più intensa applicazione nell'industria. I settori di maggiore applicazione sono quello della meccanica e della componentistica metallica, mentre è in flessione l'acquisto di robot da parte dell'Industria automobilistica.



I principali studi condotti su questa materia mettono in evidenza un dato ormai noto, ovvero la mancanza di personale che possa presidiare questo particolare segmento di Industria 4.0 anche in previsione dell'ulteriore affermazione di robot di nuova generazione, ovvero quelli collaborativi. Vi è poi un secondo aspetto da considerare ovvero che queste macchine robotiche hanno e potranno avere un impiego sempre più intenso in ambiti differenti da quello industriale quali: l'ambito medico-ospedaliero, quello dell'agricoltura, il comparto delle pulizie, quello delle costruzioni e quello della logistica e dei trasporti.



Un secondo tema di "frontiera" che verosimilmente condiziona le evoluzioni di Industria 4.0 riguarda l'**intelligenza artificiale**, in particolare il machine learning. L'impiego di robot ma anche di piattaforme gestionali porta ad applicazioni spinte nel campo dell'Intelligenza artificiale, la cui principale funzione è quella di permettere alle macchine di percepire stimoli e cambiamenti provenienti dal contesto circostante per poter correggere, migliorare, rendere più efficiente e sicure determinate operazioni. In autonomia la macchina o il sistema gestionale di un processo complesso deve arrivare ad intuire possibili azioni correttive di una determinata funzione, anche in una ottica di sicurezza per i lavoratori. Il tema

I 3 Le nuove frontiere dei processi e dei servizi digitali

dell'intelligenza artificiale inizia ad avere una consistente applicazione non solo in una funzione di controllo di macchine digitalizzate ma anche nel campo della guida autonoma, della gestione e implementazione di reti informatiche. Ciò che sino a circa 15 anni fa appariva irrealizzabile, ovvero la disponibilità di macchine che non solo sono in grado di compiere in modo efficiente ed efficace operazioni ripetitive, ma di adattarsi a stimoli esterni, apprendendo alcune nozioni, oggi è una realtà che trova applicazione in diversi contesti produttivi.

L'idea che l'intelligenza artificiale possa compiere ulteriori passi in avanti e possa soprattutto trovare una applicazione piuttosto estensiva in molti ambiti produttivi ha fatto sì che in sede europea si voglia investire in un passaggio di fase inaugurando l'Industria 5.0 fondata, su alcuni concetti, in primis quello di una produzione umanocentrica, in cui le macchine e l'intelligenza artificiale siano al servizio della creazione di opportunità di lavoro e non il contrario.



Un terzo aspetto da considerare riguarda la crescente importanza che registrano e registreranno le attività per la sicurezza informatica e le professionalità ad essa connesse.

Le macchine e le piattaforme gestionali generano e trasmettono ormai grandi quantità di dati divenendo vulnerabili ad attacchi. Se fino a poco tempo fa questo poteva riguardare solo le piattaforme e le reti ICT, oggi anche le macchine digitalizzate possono essere sottoposte a criticità di questo tipo. Infatti nel 2022 in Italia gli attacchi informatici sono aumentati del 168% ed i settori più colpiti sono stati la Pubblica

nel 2022 aumento del **168%**
ATTACCHI INFORMATICI IN ITALIA

⚠ PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

⚠ COMPARTO MANIFATTURIERO



Amministrazione ed il comparto manifatturiero. Da questo punto di vista occorre fare riferimento a personale competente con adeguati livelli di formazione e competenze acquisite sul campo. Le violazioni informatiche non si risolvono più solo nel furto di credenziali, furto che già rappresenta un grave danno, ma nel danneggiamento di database, di segreti industriali o nel blocco della catena di produzione, specie nel caso in cui i dati siano presenti nel Cloud.

È compito degli esperti del settore e, più in generale, dell'Ingegneria, attraverso le proprie strutture di rappresentanza essere capaci di individuare le aree critiche e strategiche su cui si "gioca", di volta in volta, la capacità di sviluppo e di crescita di Industria 4.0.

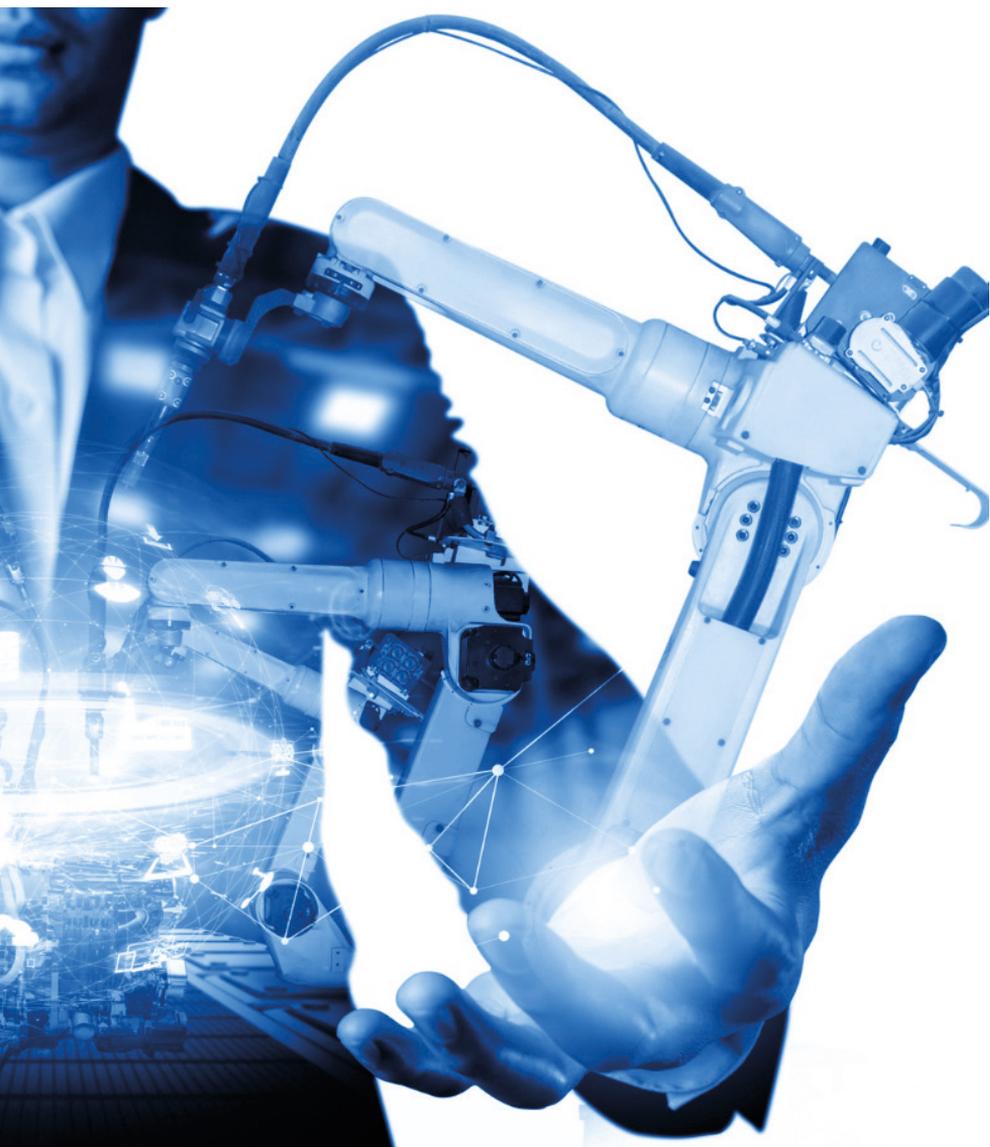
CAPACITÀ DI INDIVIDUARE LE AREE

CRITICHE

STRATEGICHE



I 4 LA SFIDA DELLE COMPETENZE TECNICHE



A partire dal 2018, dopo il Piano Industria 4.0 varato dal Governo due anni prima, in molti ambiti dell'industria e della consulenza si è percepita la necessità di adeguare le competenze professionali legate ai nuovi processi e paradigmi introdotti dalla digitalizzazione in ambito industriale e, più in generale, in ambito produttivo. Allora ed ancora oggi si percepisce un consistente divario tra la domanda di figure esperte in tale ambito e l'offerta di professionalità.

Le specializzazioni legate all'industria 4.0 ed agli aspetti su cui focalizza l'attenzione Industria 5.0 (sustainability management, esperti in ambito robotico, facilitatori della conoscenza digitale e manager dell'innovazione) appaiono oggi in costante evoluzione e con un apprezzabile richiesta da parte del mercato.

Per l'ingegneria, che da sempre si contraddistingue per livelli di offerta di lavoro inferiore alla domanda espressa dal mercato, Industria 4.0 rappresenta, ancora una volta una interessante opportunità che può essere colta in due modi: da un lato attraverso il percorso universitario e l'aggiornamento post universitario a vari livelli, dall'altro promuovendo una sempre più diffusa "cultura dell'Industria 4.0".

Da questo punto di vista, un ruolo di rilievo deve essere attribuito (ed in parte è stato già svolto negli ultimi anni) dal sistema ordinistico degli ingegneri, in particolare dalla rete di strutture presenti sul territorio. Da rilevazioni effettuate in passato dal Centro Studi CNI emerge che un numero ancora limitato di professionisti, rispetto al potenziale di mercato, si è interfacciato con le tematiche e con le attività di consulenza connesse ad industria 4.0.

Disporre dunque di strumenti di approfondimento e di aggiornamento destinati non solo a chi già opera in azienda, ma anche per chi opera nella libera professione assume particolare rilevanza

Si è percepita la
**NECESSITÀ DI
ADEGUARE LE
COMPETENZE
PROFESSIONALI**
legate ai nuovi
processi e
paradigmi
introdotti dalla
DIGITALIZZAZIONE
in ambito
industriale
e produttivo

I 4 La sfida delle competenze tecniche

proprio per indurre gli ingegneri ad abbracciare una tematica che li coinvolge appieno.

Si dispone già oggi di una letteratura consolidata in materia di competenze e professionalità connesse al paradigma Industria 4.0. In particolare vengono individuate almeno 5 differenti aree aziendali nelle quali la presenza di persone esperte in Industria 4.0 si rivela strategica. In particolare le aree sono:

1

OPERATIONS

legate alla vera e propria linea di produzione, quindi alla lavorazione di materiali ed all'assemblaggio di componenti;

2

SUPPLY CHAIN

riguardanti le piattaforme Cloud per la gestione delle componenti a monte e a valle dell'azienda, quindi la gestione dei fornitori e dei clienti. Con Industria 4.0 la supply chain acquisisce una funzione collaborativa e serve per garantire qualità alla rete logistica (gestione dei materiali, precisione nei tempi di consegna, ecc.);

3

PRODUCT-SERVICE DEVELOPMENT

che fa riferimento alla progettazione di prodotti o servizi, alla definizione delle fasi di produzione ma anche di eventuale riciclo e riuso dei materiali;

4

INTEGRAZIONE TRA INFORMATION TECHNOLOGY (IT) E OPERATIONAL TECHNOLOGY (OT)

legate alla vera e propria linea di produzione, quindi alla lavorazione di materiali ed all'assemblaggio di componenti;

5

PRODUCT-SERVICE
DEVELOPMENT

riguardanti le piattaforme Cloud per la gestione delle componenti a monte e a valle dell'azienda, quindi la gestione dei fornitori e dei clienti. Con Industria 4.0 la supply chain acquisisce una funzione collaborativa e serve per garantire qualità alla rete logistica (gestione dei materiali, precisione nei tempi di consegna, ecc.);

A seconda delle aree aziendali sopra considerate sono individuabili diverse competenze richieste dal mercato in relazione al paradigma Industria 4.0. In particolare:

- ▶ nell'area **Operations** le competenze ritenute più necessarie riguardano le seguenti attività: Miglioramento dei Processi, Pianificazione e Coordinamento, Gestione di Risorse Smart, Tecnologie di Processo, Analisi dei Dati, Modellazione e Simulazione.
- ▶ nell'area **Supply Chain** sono state identificate le seguenti skill: Innovazione di Business, Gestione Smart, Computer Science & Data Analytics e Utilizzo di Piattaforme Software;
- ▶ nell'area **Product-Service Development** sono individuate le seguenti skill: Innovazione di Prodotto-Processo, Progettazione Smart, Utilizzo di Digital&Virtual, Ingegneria del Servizio.
- ▶ nell'area **Industrial Data Science** sono state identificate le seguenti skill: Data Architecture, Data Management, Computer Science, Data Analysis, Visualization, e Conoscenze di Dominio.
- ▶ nell'area **integrazione IT-OT**, sono state identificate competenze quali: Allineamento IT-OT e Business, Architetture-Piattaforme e Componenti, Modellazione e Simulazione, Embedded Computing-Comunicazione-Device Fisici-HMI, Protocolli e Standard, Cybersecurity.

I 4 La sfida delle competenze tecniche

Scendendo più nel concreto le figure professionali attualmente più richieste sono diverse e possono essere sommariamente elencate come segue:



		Specialisti dell'intelligenza artificiale e del machine learning
Specialisti dei big data	Esperti di automazione dei processi	Analisti della sicurezza delle informazioni
Specialisti della user experience	Progettisti dell'interazione uomo-macchina	Ingegneri robotici
Specialisti della blockchain	Progettisti di prodotto e di processo con competenze specifiche in ambito digitale	Esperti di stampa 3D
Esperti di tecniche diagnostiche tramite software applicativi	Tecnici della manutenzione capaci di operare attraverso la realtà aumentata	Esperti di intelligenza artificiale
Esperti di machine learning	Esperti di elaborazione di analisi predittive	Esperti nel campo della cyber security

Fonte: Osservatorio.net digital innovation Politecnico di Milano

In molti casi, il presidio di alcune funzioni richiede esperti con un livello di formazione e con competenze non solo intermedie, ma anche con una formazione e specializzazione universitaria di tipo magistrale che porti poi a competenze acquisite sul campo. In molti ambiti particolarmente complessi (si pensi alla cybersecurity, al machine learning, alle applicazioni nell'ambito dell'intelligenza artificiale, alla robotica ma anche alla progettazione e gestione di impianti ICT, elettrici e produttivi di medio-grandi dimensioni) la figura dell'ingegnere appare come il solo snodo (e la garanzia) attraverso cui i processi complessi possono prendere forma.



L'INGEGNERE

come garanzia
attraverso cui
i processi
complessi
possono
prendere
forma

I 5 IL VALORE DEL MERCATO DELLE APPLICAZIONI E DEI SERVIZI PER LA MANIFATTURA DIGITALE



Le ultime stime disponibili, elaborate da UCIMU, per il 2022 prevedono un valore di mercato dell'insieme delle applicazioni legate ad Industria 4.0 pari a 7,1 miliardi di euro, con un incremento del 14% rispetto al 2021.

La parte più cospicua degli investimenti in Italia riguarda dunque gli strumenti di automazione e controllo a distanza attraverso la trasmissione e la raccolta di dati (IoT). Crescono però anche - e rappresentano una quota interessante degli investimenti - gli Industrial Analytics, ovvero le piattaforme per la raccolta e analisi di dati di flusso provenienti sia dalle linee produttive che da altre funzioni aziendali.

Le applicazioni per le quali attualmente si registra la maggior crescita degli investimenti riguardano i servizi in Cloud, utilizzati in particolare per il controllo delle linee di produzione da remoto, l'automazione avanzata e l'Advanced Human Machine Interface, ovvero i dispositivi indossabili dai lavoratori per effettuare operazioni di controllo, raccolta dati, comando.

Distribuzione % del valore degli investimenti in applicazioni e servizi per Industria 4.0, anno 2020 Fonte: elaborazione Centro Studi CNI su dati Osservatori.net digital innovation Politecnico di Milano

Investimenti in applicazioni Industria 4.0



INDUSTRIA 4.0

un fenomeno ancora
in espansione
nel breve e
medio periodo

In linea generale nel nostro Paese (ed ovunque) Industria 4.0 viene considerata dagli esperti come un fenomeno ancora in espansione nel breve e nel medio periodo. Dai 4 miliardi di investimenti del 2020 si è passati a 7 miliardi di spesa, in Italia, nel 2022. Questo dovrebbe significare che il nostro sistema produttivo manifatturiero, pur impostato ancora su una struttura organizzativa di tipo tradizionale, soprattutto con una prevalenza di aziende di dimensioni contenute, rivela una forte spinta all'innovazione dei processi e si pone peraltro all'avanguardia anche in termini di offerta di tecnologia.

L'industria, ma anche alcuni comparti dei servizi, peraltro si stanno aprendo a quelle che potrebbero essere ancora considerate applicazioni di "nicchia", come l'additive manufacturing o l'Advanced Human Machine Interface ad indicare che è in atto una apertura a ventaglio verso tutte le diverse componenti del paradigma Industria 4.0.



Occorre infine ricordare che l'Italia da almeno 6 anni ha attivato politiche in grado di creare un contesto favorevole all'affermazione dei processi di digitalizzazione delle imprese: il piano Industria 4.0 e Transizione 4.0 hanno garantito incentivi di varia natura per sostenere gli investimenti delle imprese. Il PNRR inoltre ha destinato a questo processo di modernizzazione cospicue risorse finanziarie: in particolare nella Missione 1 sono previsti 13,9 miliardi di euro per Transizione 4.0 e ulteriori 750 milioni di euro per investimenti in macchinari ad alto contenuto tecnologico.

Secondo le ultime indicazioni fornite dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy, le risorse stanziare dal PNRR per industria 4.0 risulterebbero esaurite già a fine 2022, utilizzate per una forte accelerazione del ricorso agli incentivi, sotto forma di credito di imposta, nell'ultima parte dello scorso anno. A partire dal 1° gennaio 2023 sono in vigore nuove aliquote di incentivo, tuttavia esse risultano nettamente ridimensionate rispetto alle precedenti. In questo caso, occorre dire, si apre una "partita" importante, perché se è vero che i nuovi investimenti in tecnologia stanno seguendo un trend positivo, in parte indipendentemente dalla presenza di incentivi statali, è altrettanto chiaro che questi ultimi giocano un ruolo strategico di sostegno ad una linea di sviluppo che il Paese deve poter continuare a realizzare.

Proprio in questa fase di cambiamento non solo le organizzazioni di rappresentanza delle imprese ma anche gli organismi di rappresentanza dei professionisti, in primis degli ingegneri, devono essere in grado di portare avanti un progetto di politiche che consentano di rafforzare il processo di innovazione che va sotto il nome di Industria 4.0.

**PROGETTO DI
POLITICHE**
per rafforzare
il processo di
innovazione

I 6 I PROFESSIONISTI DELL'INGEGNERIA E INDUSTRIA 4.0



Gli sviluppi e le trasformazioni indotte dal Piano Industria 4.0 a partire dal 2016 e, più in generale dal processo innovativo che ricade oggi sotto il nome di Transizione 4.0 rivelano, come affermato più volte, una indiscutibile matrice ingegneristica. Il fenomeno è nato e si sviluppa in sostanza nell'alveo delle discipline dell'ingegneria.

L'INGEGNERIA

come propulsore del
processo innovativo

La progettazione e la gestione delle applicazioni e dei processi di digitalizzazione delle imprese ha bisogno di ingegneri oltre che, naturalmente, di numerose altre figure tecniche. Va sottolineato peraltro come le opportunità legate ad Industria 4.0 non valgano solo per gli ingegneri che operano full time, magari come dipendenti, per una sola azienda ma anche per chi opera nella libera professione. Grazie alla riserva di legge che assegna ai soli ingegneri iscritti all'albo professionale ed i periti industriali iscritti all'albo, la possibilità di elaborare le perizie tecniche per godere degli incentivi fiscali concessi dallo Stato, spesso alla redazione della perizia si associa la richiesta di consulenza.

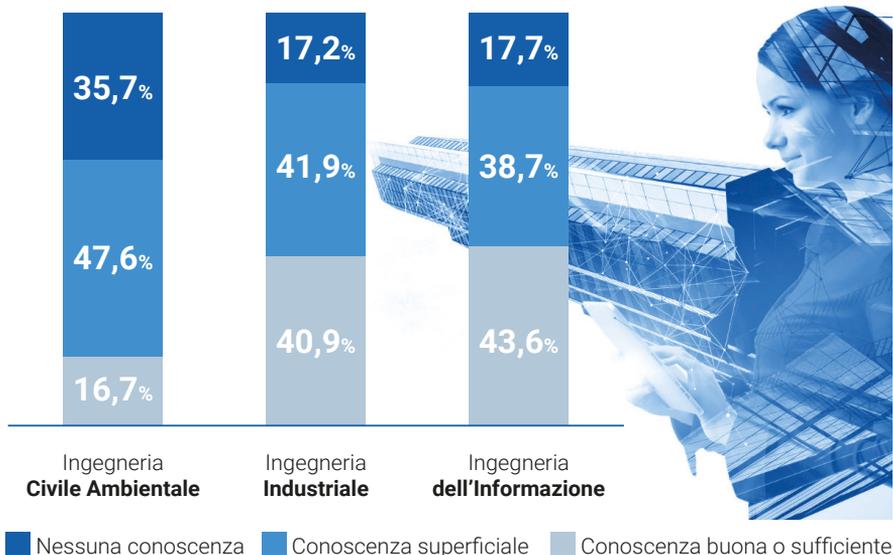


Da indagini condotte dal Centro Studi CNI tuttavia si rileva come l'offerta da parte degli ingegneri iscritti all'Albo di attività connesse ad Industria 4.0 appaia al di sotto delle effettive potenzialità di crescita.

In un'indagine presso gli iscritti all'albo, realizzata nel 2020, il Centro Studi CNI rilevava un livello di conoscenza delle principali tematiche legate ad Industria 4.0 abbastanza diffuso tra gli ingegneri, ma il bilancio complessivo che se ne traeva era di una conoscenza

I 6 I professionisti dell'Ingegneria e Industria 4.0

Livello di conoscenza dei contenuti del Piano Industria 4.0 da parte degli Ingegneri iscritti all'Albo per ambito di specializzazione Fonte: Indagine Centro Studi CNI 2020

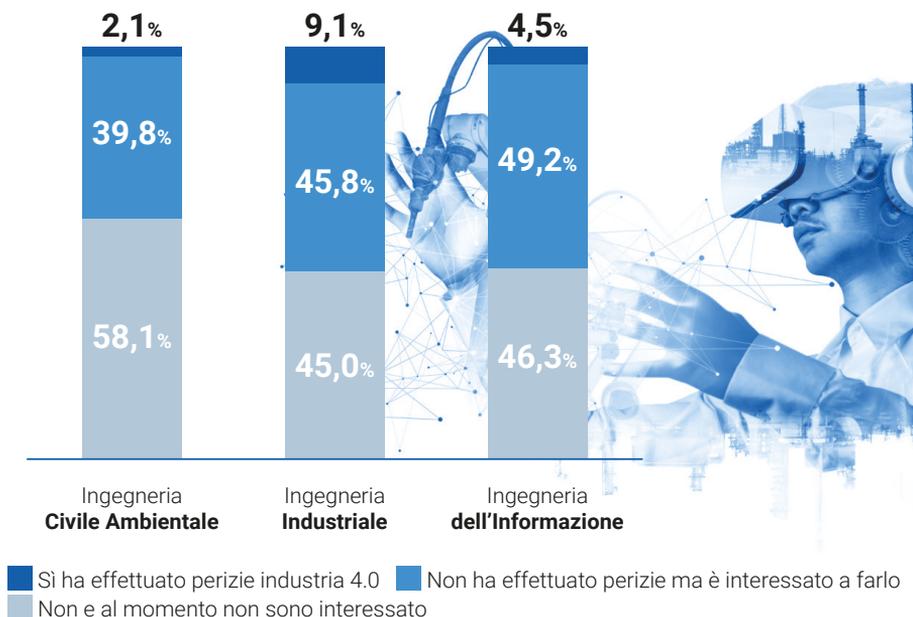


approfondita patrimonio ancora di pochi. Molti professionisti, anche tra quelli più direttamente coinvolti nel Piano Industria 4.0 (ingegneri industriali e dell'informazione) avevano indicato, infatti, di essere ancora in una fase di conoscenza generica delle tematiche.

La prova che il coinvolgimento degli iscritti all'Albo sia ancora al di sotto delle potenzialità effettive che il sistema dell'ingegneria può esprimere (si presume che la figura dell'ingegnere sia quella maggiormente dotata di competenze per presidiare i processi connessi ad Industria 4.0) nell'indagine del 2020 era rappresentata dalla percentuale dei professionisti che nell'arco degli ultimi anni avevano effettuato perizie connesse agli investimenti effettuati dalle imprese e incentivati dal Piano Industria 4.0.

Il 4,5% degli ingegneri dell'informazione ed il 9% degli ingegneri del settore industriale avevano indicato di effettuare perizie tecniche negli ultimi anni. Il dato non appare, in sé, contenuto ma probabilmente la

Percentuale di iscritti all'Albo degli ingegneri che ha svolto perizie tecniche nell'ambito di Industria 4.0 Fonte: Indagine Centro Studi CNI



platea di professionisti potrebbe notevolmente allargarsi. Al netto della crisi da lockdown, negli ultimi anni il valore degli investimenti legati a tecnologie Industria 4.0 è stimato intorno ai 4 miliardi l'anno, con una punta di oltre 7 miliardi nel 2022. Tenuto conto di tali dati, il fatto che mediamente il 4% degli iscritti all'Albo nel 2020 avesse effettuato perizie lascia pensare che le attività connesse ad Industria 4.0 fossero ancora presidiate da una nicchia troppo ridotta di ingegneri. Si ritiene peraltro che rispetto allo scenario del 2020, oggi la situazione, forse, pur migliorata non dovrebbe essere cambiata di molto.

D'altra parte, che il mercato offrisse già nel 2020 buone opportunità per i professionisti era suggerito dal fatto che nella nicchia ristretta di ingegneri che ha effettuato perizie, il numero medio pro-capite di perizie risultava pari a 10, un valore piuttosto elevato. Inoltre mediamente nel 3% dei casi, l'azienda si era rivolta al professionista non solo per la semplice perizia ma per una attività di valutazione e progettazione tecnica dell'investimento.

Questi dati, sebbene risalenti alla fine del 2020 appaiono di grande attualità in quanto suggeriscono la persistenza di un divario tra le potenzialità del mercato legato ad Industria 4.0 e la capacità effettiva di molti professionisti di comprendere e cogliere le nuove opportunità. In alcuni casi è probabile che gli iscritti all'Albo guardino alla consulenza in materia di digitalizzazione come ad una opportunità solo per le società di consulenza o gli studi di grandi dimensioni.

È probabile che vi sia oggi, tra chi opera nella libera professione, una questione dimensionale che limita l'operatività nell'ambito di Industria 4.0. Vi è però la sensazione che occorra agire almeno su due fronti: da un lato diffondere tra gli iscritti all'albo la cultura legata ad Industria 4.0, cioè far conoscere più nel dettaglio le potenzialità, l'articolazione e l'evoluzione del mercato (cosa le imprese chiedono e quali fabbisogni devono essere soddisfatti in termini di digitalizzazione e automazione), dall'altro lato occorre studiare le cause che impediscono a molti professionisti di entrare nel mercato di Transizione 4.0 ed individuare gli strumenti per superare tali ostacoli.

fine 2020
DIVARIO TRA

- ⊙ POTENZIALITÀ DEL MERCATO
- ⊙ CAPACITÀ DI MOLTI PROFESSIONISTI DI COMPRENDERE E COGLIERE NUOVE OPPORTUNITÀ



Su questi e su molti aspetti, il sistema ordinistico, ed in particolare i singoli ordini territoriali possono fare molto, in quanto possono divenire collettori di esperienze di successo e collaborare con le istituzioni universitarie e gli hub per il trasferimento tecnologico al fine di coinvolgere gli iscritti all'Albo ed attivare percorsi formativi che consentano un vero cambio di passo, in particolare permettendo ai liberi professionisti di divenire veri protagonisti del cambiamento indotto da Industria 4.0.



SISTEMA ORDINISTICO E ORDINI TERRITORIALI

collettori di
esperienze
e collaboratori
con le istituzioni
universitarie
e gli hub
per formare
professionisti
protagonisti
dell'Industria 4.0





ADALTA

SOLUZIONI SOFTWARE PER LA Transizione 4.0

Le migliori software per innovare i processi di ricerca e sviluppo, data analysis, progettazione, modellizzazione e produzione.

Le Imprese 4.0 necessitano di strumenti affidabili che le aiutino a ottimizzare i processi di Ricerca e Innovazione.

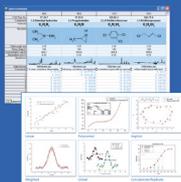
Adalta è Rivenditore Esclusivo per l'Italia di alcuni tra i più importanti software al mondo per la Transizione 4.0 e offre supporto e soluzioni chiavi in mano.

DATA ANALYTICS
PROBLEM SOLVING



**Wolfram
Technologies**

ANALISI DATI
GRAFICA SCIENTIFICA



Origin Pro

ANALISI DATI SPAZIALI
SU MAPPE 2D E 3D



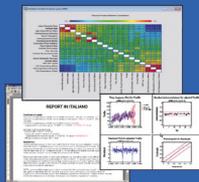
Surfer



Grapher

**Golden
Software**

CONTROLLO QUALITÀ
STATISTICA



**Statgraphics
Centurion**

INGEGNERIA CIVILE
E GEOLOGIA



Seequent

SVILUPPO AD
ALTRE PRESTAZIONI

**1
oneAPI**

**Intel
Software**

Additive Manufacturing • AI/Machine Learning • Big Data e Analytics • Blockchain • Cloud • Combinatorial Optimization • Computational Geometry • Computer Vision • Control Theory • Device Connectivity • Enterprise Computation • Geographic Computation • HPC • Image Processing • Instant APIs • Internet of Things e Industrial Internet • Modelling & Simulation • Parallel Computing • Quality Management and Improvement • Report Generation • Reliability Analysis • Semantic Interpretation • Signal Processing • Simulation • Software Performance



Adalta software per l'innovazione

www.adalta.it/transizione40 ►



CENTRO STUDI

CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI