

**INDUSTRIA 4.0**

Il termine *Industria 4.0*, corrispettivo italiano del tedesco *Industrie 4.0*, ha una genesi ascrivibile al nuovo corso della politica industriale tedesca, sancito dal report diffuso nel 2013 alla fiera di Hannover<sup>1</sup>, che identificava gli investimenti necessari per traghettare la Germania manifatturiera verso la nuova era, mediante il traino di grandi imprese tedesche leader nella fornitura di tecnologie e servizi ICT. Il modello tedesco di politica industriale è stato fonte di ispirazione per altri Paesi europei, tra cui l'Italia, che ha risposto nel 2016 con un piano nazionale *Industria 4.0* (il cosiddetto Piano Calenda), volto a incentivare gli investimenti in macchinari e tecnologia, per favorire l'ammmodernamento del sistema manifatturiero. È proprio a seguito degli interventi lanciati da alcuni tra i principali governi mondiali che il paradigma *Industria 4.0* si afferma, mentre il processo di digitalizzazione dei sistemi produttivi è già in atto, mosso dalle strategie differenziate delle singole aziende e delle catene del valore in cui esse sono inserite, ma segnato anche dalla pervasività con cui le tecnologie stanno entrando nella vita quotidiana degli individui e delle comunità.

In effetti, possiamo assimilare il paradigma *Industria 4.0* al processo di digitalizzazione inteso come un nuovo livello di pervasività delle tecnologie ICT, dato dalla crescente integrazione di "sistemi cyber-fisici" (*cyber-physical systems* o *CPS*) non solo nell'industria, mediante l'inserimento – nelle attività finora svolte principalmente dall'uomo – di macchine intelligenti e connesse a Internet. Tale tendenza sta alla base di quella che vari autori definiscono la quarta rivoluzione industriale<sup>2</sup>, puntando l'attenzione sulle trasformazioni portate da "la seconda era delle macchine" e da "l'ascesa dei robot".

Se la rapida diffusione dell'utilizzo del termine *Industria 4.0* suscita curiosità ma anche diffidenza, essa è il canale attraverso cui, specie in Italia, si stanno portando all'attenzione del grande pubblico alcune tendenze di lungo periodo: dal lato della domanda, il cambiamento nell'organizzazione dei sistemi di produzione e distribuzione di beni e di servizi a seguito della possibilità, a costi tendenzialmente sempre più accessibili, di interconnettere dispositivi e sistemi e raccogliere in tempo reale grandi moli di informazioni; dal lato dell'offerta, la nuova centralità, nell'ambito di questi sistemi complessi, del ruolo del "fattore umano" e delle conoscenze e competenze necessarie a svolgere le diverse mansioni. Questi processi di trasformazione sono profondamente interrelati ed è impossibile comprendere il loro andamento se non tenendo insieme l'analisi del sistema produttivo con quella del mercato del lavoro.

**Sintesi a punti**

- ▶ **L'Italia è in ritardo** nel processo di digitalizzazione sia per quanto riguarda il mondo delle imprese che le competenze degli individui. Nel 2016 è stato presentato il **piano nazionale Industria 4.0** (il cosiddetto piano Calenda) che si basa sulle due direttrici chiave per gli investimenti innovativi: quella delle cosiddette **tecnologie** abilitanti e quella relativa alle **competenze**. Regione Toscana ha sviluppato una propria "**Piattaforma 4.0**" collegata a quella nazionale, volta a sostenere la competitività delle imprese toscane.
- ▶ È noto come tra le **imprese toscane** prevalgono quelle di **piccole dimensioni**, con maggiori difficoltà negli investimenti tecnologici. Gli effetti sul sistema produttivo in termini di acquisizione del paradigma 4.0. sono in corso ed è difficile ad oggi quantificarli. Da alcune analisi emerge come l'adozione delle nuove tecnologie sia più diffusa tra le imprese **esportatrici** o comunque **connesse a filiere internazionali del valore**, con effetti positivi su produttività e salari.
- ▶ L'altro grande tema di *Industria 4.0* riguarda le **competenze** e le **figure professionali**. C'è accordo sul fatto che le competenze **digitali** e quelle **trasversali (soft skills)** saranno strategiche per il futuro. Nel caso italiano, il processo di digitalizzazione interessa oggi ancora poche professioni, soprattutto quelle **direzionali** e **tecnico-scientifiche**, mentre le figure vicine ai processi produttivi caratterizzati da maggiore codificabilità potrebbero essere quelle più soggette a sostituzione. Siamo però di fronte a un processo in corso, i cui effetti saranno determinati dalle scelte relative al ruolo che sarà assegnato al **capitale umano** e alla sua **formazione**.

<sup>1</sup> Roland Berger (2014), *INDUSTRY 4.0: The New Industrial Revolution: How Europe Will Succeed*, München.

<sup>2</sup> La quarta rivoluzione industriale fa seguito alle prime tre "rivoluzioni tecnologiche" avvenute nel mondo occidentale: la prima nella seconda metà del '700 ha permesso di meccanizzare la produzione nel settore tessile e metallurgico grazie alla nascita della macchina a vapore; la seconda a fine '800 con l'introduzione dell'elettricità, dei prodotti chimici e con l'avvento del motore a scoppio e il conseguente aumento dell'utilizzo del petrolio come nuova fonte energetica; infine la terza, a partire dagli anni Settanta del Novecento, con lo sviluppo dell'informatica e più in generale con la nascita dei computer e dei robot.



## L'Italia e la Toscana di fronte alla sfida della quarta rivoluzione industriale

Come è noto, il contesto italiano si caratterizza per una prevalenza di micro e piccole imprese, bassa spesa in ricerca e sviluppo, un modello di relazioni industriali con debole grado di istituzionalizzazione, un sistema scolastico generalista. D'altro canto l'Italia mantiene una significativa specializzazione manifatturiera e non poche realtà imprenditoriali sono inserite nelle catene globali del valore. Pertanto, è importante che anche il sistema industriale italiano riesca ad approfittare delle opportunità collegabili al paradigma Industria 4.0. Il piano nazionale Industria 4.0 (piano Calenda) è stato presentato nel settembre 2016 e si basa su due direttrici chiave: investimenti innovativi nelle cosiddette tecnologie abilitanti e nelle competenze. La prima direttrice è perseguita mediante un piano di incentivi fiscali, che, da una parte, danno luogo alle due misure denominate iper- e super-ammortamento mentre, dall'altra, finanziano contributi e agevolazioni sui prestiti concessi dalle banche per investimenti in macchinari e beni capitali impiegati nella produzione e nelle tecnologie digitali. La direttrice rivolta all'adeguamento e all'innalzamento delle competenze relative alle nuove tecnologie e ai processi innovativi, si fonda invece sul lancio di tre piattaforme (l'"Hub dell'innovazione digitale", i "Centri di competenza e innovazione" e i 77 Digital Business Point), volte a mettere in contatto istituzioni pubbliche, imprese, investitori e istituzioni formative e di ricerca, al fine di facilitare i piani di investimento, fornire formazione, promuovere la ricerca industriale e lo sviluppo sperimentale. A queste misure si aggiungono i programmi nazionali "Scuola digitale" e l'"Alternanza scuola lavoro", il supporto formativo attraverso gli Istituti tecnici superiori, il finanziamento di cluster tecnologici e i dottorati industriali. Sono 15 i corsi di laurea, avviati da altrettanti atenei, che guardano allo sviluppo delle nuove frontiere di Industria 4.0.

Regione Toscana ha sviluppato poi una propria "Piattaforma 4.0" collegata a quella nazionale, con l'obiettivo di sostenere la competitività delle imprese toscane mettendo loro a disposizione tutti gli strumenti necessari per indirizzare scelte e orientamenti verso Industria 4.0<sup>3</sup>.

Se c'è stato un input in termini istituzionali, non si può trascurare il fatto che lo stato del nostro paese in termini di competenze digitali, come emerge da uno studio OECD del 2016<sup>4</sup>, appare piuttosto allarmante: l'Italia condivide con Spagna e Polonia la più alta percentuale di individui con nessuna esperienza nell'uso del computer e anche tra i lavoratori la quota di coloro che utilizzano quotidianamente le tecnologie ICT rimane tra le più basse. Le imprese italiane che richiedono elevate competenze in questi domini sono ancora poche, cosicché il rischio sembra più quello di rimanere esclusi dai processi di automazione e avanzamento produttivo, piuttosto che vederci "sostituire" dai robot.

È inoltre utile ricordare che i buoni propositi della campagna Industria 4.0 sorraggiungono in un contesto nazionale di stagnazione ormai ultradecennale. La crisi finanziaria ha colpito quando la produttività del nostro sistema economico languiva da tempo, sia per la scarsa efficienza del settore pubblico e dei servizi *non tradabile*, sia per i ritardi accumulati dall'industria manifatturiera. A incoraggiare gli investimenti non è servito il percorso a ostacoli di riforme che si sono succedute a partire dai primi anni Novanta, inserendo a più riprese elementi di flessibilizzazione nel mercato del lavoro e intervenendo sul sistema di welfare con una logica di fondo rivolta per lo più a tagliare orizzontalmente risorse pubbliche. Si è così accentuata la spaccatura tra le vecchie generazioni, protette dal sistema di welfare novecentesco e le nuove, più in difficoltà nel mercato del lavoro contemporaneo. La politica del rigore ha inoltre significato la riduzione di investimenti pubblici in campi strategici per rispondere ai cambiamenti innescati dal processo di digitalizzazione, quali la ricerca, l'istruzione e la formazione professionale, penalizzando invece di incentivarli comportamenti imprenditoriali rivolti a investire in capitale umano.

Cercando di tenere presente un quadro più ampio di quello sollecitato dal discorso pubblico su Industria 4.0, è legittimo interrogarsi sugli effetti che la quarta rivoluzione industriale avrà

<sup>3</sup> Si veda il sito della Regione Toscana, per ulteriori specificazioni: <http://www.regione.toscana.it/speciali/innovatoscana/piattaforma-4.0>

<sup>4</sup> OECD (2016), Skills for the Digital Economy, [www.oecd.org/employment/future-of-work.htm](http://www.oecd.org/employment/future-of-work.htm)

e sta già avendo sul mondo della produzione e del lavoro in Italia e in Toscana. In particolare, per individuare le trasformazioni in corso nel contesto toscano in merito al fenomeno che ricade sotto il nome di Industria 4.0 è opportuno prendere in considerazione:

- a) i cambiamenti intervenuti e in corso sul sistema produttivo in termini di acquisizione del paradigma 4.0. Questo permetterà di descrivere come il sistema produttivo toscano sta reagendo al cambiamento e in che misura, quali imprese e settori sono più reattivi di altri e, in ultima analisi, quale è il modello di sviluppo che si sta affermando in Toscana rispetto al paradigma Industria 4.0;
- b) gli effetti che tali trasformazioni indurranno e stanno già producendo sul lavoro, sulle professioni del futuro e sulle competenze, sulle conoscenze e sulle abilità che verranno richieste a chi già lavora e ai futuri lavoratori.

## Industria 4.0: gli effetti sul sistema produttivo

Da qualche anno IRPET, su impulso di Regione Toscana, sta indagando il posizionamento delle imprese toscane rispetto al paradigma Industria 4.0. Alla luce di tali analisi si possono trarre alcune considerazioni di sintesi.

È opportuno innanzitutto operare una prima distinzione tra mondo della manifattura e mondo dei servizi nell'attenzione posta sulle varie tecnologie (cosiddette abilitanti<sup>5</sup>) riconducibili alla quarta rivoluzione industriale: mentre il primo è più interessato a migliorare e innovare i processi produttivi (soprattutto *Advanced manufacturing solutions*, *Additive manufacturing*, *Horizontal/Vertical Integration*, *Industrial Internet/IoT*), il secondo appare maggiormente orientato alle strategie di gestione delle informazioni e di interazione con il cliente finale. Si evidenziano poi ambiti più trasversali quali *Cloud*, *Cyber security* e *Big Data and Analytics*.

L'interesse degli operatori economici e degli studiosi si è concentrato sulla manifattura avanzata, considerata il luogo naturale dell'assunzione e dello sviluppo delle tecnologie 4.0, sebbene stia crescendo l'attenzione per gli effetti delle nuove tecnologie negli altri settori economici, nelle relazioni sociali e nel ridisegno dei confini tra vita privata e lavorativa.

All'interno della manifattura la differente rilevanza delle tecnologie abilitanti per le singole imprese dipende dal posizionamento - più a monte o più a valle - nella filiera produttiva di riferimento e dalle caratteristiche specifiche del processo produttivo. L'adozione del paradigma Industria 4.0 può generare inoltre un diverso grado di pervasività nell'organizzazione dell'impresa e della sua catena del valore, così come differenti saranno le strategie degli (1) agenti economici che producono tecnologie abilitanti per il mercato rispetto a (2) quelli che le utilizzano. Nel primo gruppo è possibile collocare specificatamente le imprese ICT, meccaniche e logistiche, intese come quelle che possono giocare un ruolo di traino nella diffusione delle tecnologie digitali. In altre parole, la loro presenza sul territorio è fondamentale per fornire servizi avanzati e supportare le attività che caratterizzano l'economia regionale, soprattutto in un panorama industriale dominato dalla piccola impresa, la quale ha bisogno di soluzioni personalizzate, esprime esigenze più limitate e possiede ridotte possibilità finanziarie, tutti fattori che la rendono meno propensa a rivolgersi ai grandi leader internazionali.

Uno studio commissionato da IRPET<sup>6</sup> propone una tipologia delle imprese toscane in relazione al loro grado di adozione del paradigma Industria 4.0, derivante da una ricerca basata su una serie di interviste e focus group a aziende con unità locali in Toscana appartenenti a diversi settori. Un primo gruppo, il più esiguo, è quello dei cosiddetti *Adopter*. Si tratta di soggetti consapevoli dei possibili vantaggi derivanti da Industria 4.0, che perseguono degli obiettivi chiari in questo senso riguardanti i diversi segmenti dei propri processi. Conseguentemente, gli *Adopter* attuano strategie di valorizzazione del capitale umano, puntando anche a quelle *soft*

<sup>5</sup> Per un elenco delle tecnologie abilitanti, così come identificate dal MISE nell'ambito del piano nazionale Industria 4.0 si veda il documento al link: [http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Piano\\_Industria\\_40.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf)

<sup>6</sup> Bonaccorsi, A., Petri, G. (2016), "Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la Fabbrica Intelligente", Firenze, IRPET.

*skills*<sup>7</sup> identificate come strategiche nei futuri contesti produttivi. Le imprese che si collocano in questa categoria in Toscana sono aziende che agiscono in contesti altamente competitivi, talvolta integrate in catene del valore internazionali, e che fanno dell'adozione di tecnologie e approcci 4.0 gli elementi chiave della propria competitività. Ciò le porta a rivedere l'intera organizzazione interna e anche i rapporti con fornitori e clienti. Un secondo gruppo di imprese, anch'esso minoritario, è quello dei *Follower*, costituito sia dalle aziende che hanno una qualche consapevolezza dei possibili vantaggi derivanti da Industria 4.0 per il loro specifico modello produttivo, ma non sono sempre in grado di porsi degli obiettivi chiari per il futuro, sia dalle imprese che stanno acquisendo adesso tale consapevolezza. L'atteggiamento tipico dei *Follower* è quello di sperimentare interventi di alfabetizzazione digitale, di adottare nuove soluzioni software e attivare le relative competenze d'uso con un approccio però non olistico, bensì localizzato su pochi segmenti specifici dei propri processi. Il terzo e ultimo gruppo, di gran lunga il più consistente dal punto di vista numerico, è quello delle imprese inconsapevoli e, pertanto, disinteressate al paradigma Industria 4.0, che dovrebbero divenire le destinatarie di interventi di sensibilizzazione sulla centralità delle tecnologie e metodologie Industria 4.0. Altre analisi IRPET, basate invece su indagini somministrate a campioni rappresentativi di imprese con unità locali in Toscana, mostrano come l'orientamento al paradigma 4.0 sia particolarmente marcato per le imprese esportatrici o comunque connesse a filiere internazionali del valore, che fungono da traino all'adozione delle nuove tecnologie. Tali imprese non sono che un piccolo gruppo in grado però di fungere da interfaccia diretta dell'economia regionale con le *global value chains*, risultando più produttive delle altre, mostrando una quota maggiore di dipendenti altamente qualificati - che percepiscono salari più elevati - e essendo più inclini all'innovazione, anche in termini di tecnologie digitali avanzate legate all'Industria 4.0.

## Industria 4.0: gli effetti sul lavoro

Il tema del rapporto tra progresso tecnico e occupazione non è nuovo, come storicamente ricorrente è del resto la paura dell'automazione. Anche le precedenti rivoluzioni industriali hanno provocato l'estinzione di alcune occupazioni, senza per questo condurre alla distruzione del lavoro. E se alcuni studi mostrano come il cambiamento tecnologico a partire dalla fine degli anni settanta, con l'introduzione dei computer e delle tecnologie ICT, sia alla base della caduta dell'occupazione e dei salari in numerose economie avanzate ed emergenti, i più recenti lavori circa il rischio di automazione delle professioni che guardano ai cambiamenti tecnologici futuri hanno portato a una grande variabilità di risultati, a seconda degli approcci utilizzati.

I principali limiti di queste analisi sono, in sintesi, oltre alla forte dipendenza del risultato dal tipo di misurazione utilizzata, quello di offrire un quadro al più nazionale ma non adattato ai diversi contesti territoriali; quello di basarsi su una visione statica delle professioni o al più delle mansioni in esse svolte, soprattutto a causa della scarsa disponibilità di banche dati dinamiche sulle conoscenze, le competenze e le abilità dei lavoratori, difficilmente superabile, soprattutto per il caso italiano. Il rischio è inoltre di semplificare troppo i risultati delle analisi, elencando le professioni del futuro, oppure esaltando il ruolo delle *soft skills* (*problem solving*, *teamworking*, intelligenza sociale), senza che ciò sia collegato a chiare implicazioni di policy.

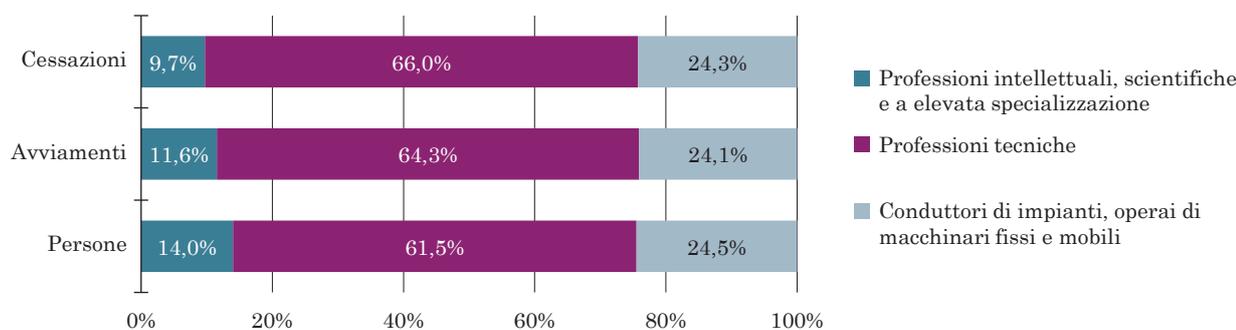
Trattandosi di un processo in corso che vede il contesto nazionale e regionale non uniformemente collocati, lo sforzo deve essere quello, in primo luogo, di sviluppare un modello di analisi dei fabbisogni professionali di lungo periodo, in grado di classificare conoscenze, competenze, abilità e attività svolte, per poter comprendere come esse caratterizzano le diverse figure professionali all'interno di un contesto lavorativo; studiare come esse sono cambiate nel tempo; attribuire alle figure professionali un peso in termini di unità di lavoro e persone coinvolte, valutando anche i contratti e i salari percepiti. Rispetto a questi obiettivi teorici, in realtà, ancora molto lavoro deve essere condotto proprio sulla classificazione delle competenze e sul loro collegamento alle

<sup>7</sup> Il tema delle *soft skills* è affrontato nel paragrafo successivo.

professioni, nonché, in Italia e in Europa, sulla rilevazione costante e coerente di dati per figura professionale<sup>8</sup>, collegabili al numero di occupati e ai livelli salariali.

Limitandoci ai dati disponibili sulle figure professionali, è possibile ricostruire un primo quadro della situazione toscana. Qui, le figure professionali aderenti al paradigma 4.0 riguardano, in media, soltanto il 2,8% degli avviamenti attivati nel periodo 2012-2016. Esse possono essere ricondotte a tre grandi gruppi: “professioni intellettuali, scientifiche e a elevata specializzazione”, “professioni tecniche” e “conduttori di impianti, operai di macchinari fissi e mobili”. Mantenendo questa suddivisione, si nota che la maggior parte dei movimenti contrattuali (assunzioni, trasformazioni e cessazioni) avviene tra le professioni tecniche, seguite dai conduttori di impianti, mentre più esiguo appare il peso delle professioni intellettuali (**Grafico 1**). Tuttavia, queste ultime mostrano saldi sempre positivi nel periodo 2012-2016, a differenza delle altre due categorie (**Tabella 2**), il che potrebbe segnalare un crescente interesse delle imprese regionali per le figure più qualificate.

**Grafico 1**  
LE FIGURE PROFESSIONALI 4.0 PER GRANDI GRUPPI  
Media 2012-2016 di persone, avviamenti, cessazioni



Fonte: elaborazioni IRPET su SIL Regione Toscana

**Tabella 2**  
LE FIGURE PROFESSIONALI 4.0 PER GRANDI GRUPPI. PERSONE, AVVIAMENTI, CESSAZIONI E SALDI PER ANNO. 2012-2016

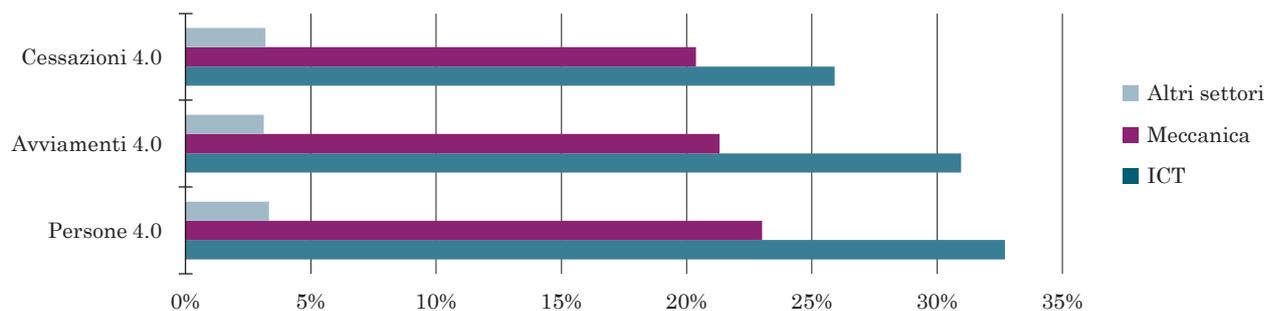
|  | Anno  | Persone | Avviamenti | Cessazioni | Saldo  |
|--|-------|---------|------------|------------|--------|
| Professioni intellettuali, scientifiche e a elevata specializzazione | 2012  | 2.291   | 2.409      | 1.969      | 440    |
|  | 2013  | 2.215   | 2.342      | 1.931      | 411    |
|  | 2014  | 2.260   | 2.399      | 2.029      | 370    |
|  | 2015  | 2.366   | 2.489      | 2.202      | 287    |
|  | 2016  | 1.957   | 2.017      | 1.603      | 414    |
|  | MEDIA |         | 2.218      | 2.331      | 1.947  |
| Professioni tecniche   | 2012  | 12.156  | 15.191     | 17.439     | -2.248 |
|  | 2013  | 8.478   | 11.535     | 11.633     | -98    |
|  | 2014  | 8.992   | 12.200     | 12.341     | -141   |
|  | 2015  | 10.501  | 14.233     | 13.328     | 905    |
|  | 2016  | 8.601   | 11.680     | 11.225     | 455    |
|  | MEDIA |         | 9.746      | 12.968     | 13.193 |
| Conduttori di impianti, operai di macchinari fissi e mobili          | 2012  | 4.156   | 4.807      | 5.117      | -310   |
|  | 2013  | 3.409   | 4.572      | 4.783      | -211   |
|  | 2014  | 3.628   | 4.608      | 5.203      | -595   |
|  | 2015  | 4.405   | 5.573      | 4.811      | 762    |
|  | 2016  | 3.785   | 4.726      | 4.322      | 404    |
|  | MEDIA |         | 3.877      | 4.857      | 4.847  |

Fonte: elaborazioni IRPET su SIL Regione Toscana

<sup>8</sup> In tale direzione si veda il progetto ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations): <https://ec.europa.eu/esco/portal/home>. Per il caso italiano, una descrizione dettagliata del sistema di rilevazione e anticipazione dei fabbisogni di competenze è offerta da OCSE 2017.

Le professioni 4.0 sono particolarmente concentrate in alcuni settori industriali, come l'ICT e la meccanica (**Grafico 3**). In media, nel periodo 2012-2016, troviamo più del 30% di avviamenti 4.0 nell'ICT e più del 20% nella meccanica. Inoltre, nell'ICT si osserva nel corso degli anni un aumento del peso delle figure 4.0.

**Grafico 3**  
LE PROFESSIONI 4.0 NEI "SETTORI ABILITANTI". MEDIA 2012-2016  
% sul totale delle professioni

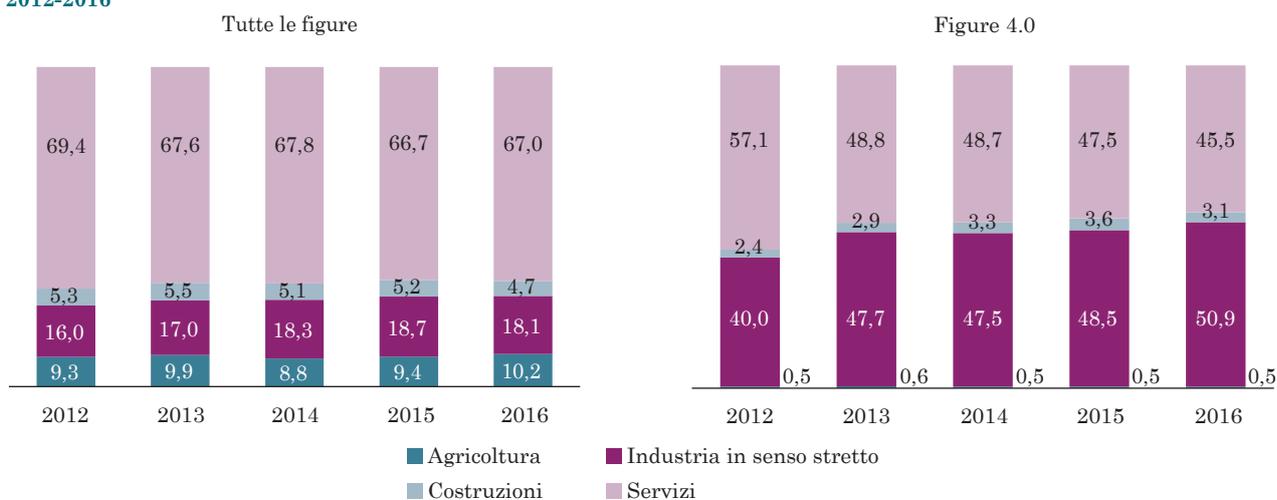


Fonte: elaborazioni IRPET su SIL Regione Toscana

Non si deve dimenticare, comunque, che i settori ICT e meccanica, per quanto svolgano un ruolo importante nella spinta al cambiamento, perché diretti produttori/fornitori delle tecnologie caratteristiche del paradigma 4.0, rappresentano in Toscana solo una piccola quota degli avviamenti totali, ciascuno intorno all'1%.

Se consideriamo invece le grandi aggregazioni settoriali, sono l'industria in senso stretto (manifattura) e i servizi ad assorbire il maggior numero di avviamenti e di persone riconducibili al paradigma 4.0. Tuttavia, come mostra il **Grafico 4**, il ruolo della manifattura è andato crescendo negli anni più recenti e, nel 2016, poco più della metà delle figure professionali 4.0 avviate è ascrivibile al settore manifatturiero.

**Grafico 4**  
PESO % NEI SETTORI ECONOMICI DELLE PERSONE AVVIATE IN TUTTE LE PROFESSIONI E IN QUELLE 4.0. 2012-2016



Fonte: elaborazioni IRPET su SIL Regione Toscana

Più opportuno è invece adottare una prospettiva basata sulle competenze: l'affermazione e la diffusione delle tecnologie digitali nel mondo del lavoro avrà prevalentemente un impatto sulle competenze e sulle mansioni specifiche di ciascuna professione, piuttosto che su queste ultime nella loro interezza, cosicché la digitalizzazione del processo produttivo genererà senz'altro nuovi

mestieri distruggendone altri, ma soprattutto cambierà le competenze richieste ai lavoratori. In questo caso non esistono informazioni strutturate per il livello regionale, che forniscano un quadro esaustivo delle competenze e delle mansioni attribuibili a ciascuna figura professionale. Un'analisi può essere, invece, elaborata sul piano nazionale, facendo riferimento al “Sistema informativo sulle professioni”, progetto ideato da Isfol (oggi Inapp) e Istat, che raccoglie dati statistici sulle 800 unità professionali classificate secondo l'International Standard Classification of Occupations (ISCO), corrispondente al codice professionale 2011 dell'ISTAT (CP2011). Più precisamente, per singola professione al massimo livello di disaggregazione (5 digit), il sistema fornisce circa 450 punteggi di importanza e complessità relativi a conoscenze, competenze, abilità, valori, attività, stili e condizioni di lavoro. I dati sono stati raccolti mediante un'indagine nazionale sulle professioni la cui prima edizione si è conclusa a fine 2007, mentre la seconda a fine 2012<sup>9</sup>. Pur fornendo una fotografia statica del sistema di professioni, si tratta di una base dati ricchissima, grazie alla quale è possibile interrogarsi sulle competenze ipoteticamente più colpite dal paradigma Industria 4.0.

A questo punto, si tratta di operazionalizzare il concetto di Industria 4.0. Alla luce della letteratura disponibile, interessata soprattutto a valutare il rischio di sostituibilità delle attività di un lavoratore da parte della macchina, rimane valido il tentativo di rilevare il grado di automazione/sostituibilità<sup>10</sup> di una mansione a partire dall'esistenza di *tasks* ripetitivi e codificabili, ma affiancando a esso un indice di digitalizzazione, che misuri il livello di aderenza delle competenze e delle abilità tipiche di una certa professione al paradigma Industria 4.0, che indubbiamente amplia il raggio dei compiti sostituibili dalle macchine<sup>11</sup>. L'indice di digitalizzazione è costruito sulla base del grado di importanza delle competenze digitali richieste nell'esercizio di ciascuna professione. L'indice di automazione/sostituibilità nasce invece tenendo conto del grado di importanza dei compiti ripetitivi e dell'attuale livello di automazione nello svolgimento delle professioni. Successivamente ogni professione è stata collocata nel relativo percentile (decile e/o quintile) di appartenenza in ciascuno dei due spazi di valutazione. Quindi, incrociando le due dimensioni valutative, le medesime professioni sono state classificate - per ricavarne un quadro orientativo - in quattro gruppi<sup>12</sup>, di cui due rappresentano i tipi riconducibili agli esempi più descritti in letteratura: a) le professioni più soggette all'automazione e con bassa aderenza al paradigma 4.0 (*a più elevato rischio di estinzione o trasformazione*); b) le professioni meno soggette all'automazione e con elevata aderenza al paradigma 4.0 (*a più basso rischio di estinzione o trasformazione*); gli altri due i gruppi misti costituiti c) dalle professioni a elevata sia automazione sia aderenza al paradigma 4.0; d) dalle professioni a bassa sia automazione sia aderenza al paradigma 4.0 (**Schema 5**). L'incrocio delle due dimensioni restituisce un quadro più articolato della realtà rispetto al dibattito prevalente, prevedendo che una professione altamente automatizzata possa essere lontana dal paradigma 4.0, perché caratterizzata ad esempio da una automazione di tipo meccanico<sup>13</sup>; oppure prevede che, sebbene connotata da competenze digitali, una professione possa essere comunque sostituibile, e quindi non per forza strategica<sup>14</sup>. Infine la classificazione adottata consente di individuare le professioni lontane dai processi di digitalizzazione, ma non per questo necessariamente soggette a estinzione nel mercato del lavoro: nell'immediato, in forza della natura scarsamente ripetitiva che ne riduce i

<sup>9</sup> [http://fabbisogni.isfol.it/documenti/it/met\\_campionaria\\_2014.pdf](http://fabbisogni.isfol.it/documenti/it/met_campionaria_2014.pdf)

<sup>10</sup> Si tratta quindi di un doppio aspetto: da una parte quanto un'attività è svolta automaticamente e quindi presumibilmente con l'aiuto di macchine, e dall'altra quanto essa è caratterizzata da compiti ripetitivi e quindi potenzialmente sostituibili. La sostituzione del lavoratore che svolge determinati compiti può avvenire per mezzo di macchine o tramite esternalizzazione di quei compiti ad altri lavoratori (meno costosi). Può configurarsi però anche la situazione per cui il lavoratore, liberato da *tasks* ripetitivi, viene impiegato in attività di altro tipo.

<sup>11</sup> Per una trattazione completa di tale approccio si rimanda al lavoro IRPET sul tema delle competenze 4.0: Faraoni *et al.*, 2018 ([http://www.irpet.it/wp-content/uploads/2018/01/rapporto\\_competenze-4-0-faraoni-gennaio-2018-1.pdf](http://www.irpet.it/wp-content/uploads/2018/01/rapporto_competenze-4-0-faraoni-gennaio-2018-1.pdf)).

<sup>12</sup> Naturalmente le classificazioni possibili sono molteplici: questa nasce dall'adozione di criteri di valutazione relativi, assumendo come soglie i valori medi degli indici di digitalizzazione e di automatizzabilità.

<sup>13</sup> A tale riguardo si prenda un conduttore di macchine medio italiano: egli compie un lavoro altamente automatizzato, perché effettuato da un macchinario, ma attualmente poco digitale, dato che il macchinario impiegato non ha le caratteristiche del paradigma 4.0.

<sup>14</sup> Si pensi a chi immette dati in un sistema: un lavoro automatico, digitale (perché utilizza il computer), ma che nel paradigma 4.0 può essere sostituito.

rischi di sostituibilità, anche se ciò potrebbe accadere in prospettiva<sup>15</sup>; nel lungo periodo, perché un aumento delle loro competenze digitali potrebbe aprire nuove opportunità di lavoro. In altre parole, anziché decretare un rischio di automazione per le professioni, si cerca di cogliere la natura dinamica delle stesse, che deriva dalla combinazione variabile di mansioni e competenze.

Schema 5

**DISTRIBUZIONE TEORICA DELLE FIGURE PROFESSIONALI A SECONDA DEL LORO GRADO DI AUTOMAZIONE/ SOSTITUIBILITÀ E DI ADERENZA AL PARADIGMA INDUSTRIA 4.0**

|   |  |  |
|---|--|--|
| Livello di automazione/<br>sostituibilità | GRUPPO 4<br>Alta automazione e bassa aderenza al paradigma<br>Industria 4.0  | GRUPPO 3<br><i>Alta automazione e alta aderenza al paradigma<br/>Industria 4.0</i> |
|   | GRUPPO 1<br>Bassa automazione e bassa aderenza al paradigma<br>Industria 4.0 | GRUPPO 2<br>Bassa automazione e alta aderenza al paradigma<br>Industria 4.0        |

**Aderenza al paradigma Industria 4.0**

Di seguito si riassumono i principali risultati dell'analisi. Nel caso italiano, il processo di digitalizzazione interessa oggi ancora poche professioni, risultando per il momento slegato dai livelli di automazione. Volendo quantificare, sono a maggiore livello di competenze digitali il 44% delle professioni italiane usando una soglia di confronto relativo fra le professioni (tutte quelle oltre il valore medio di ciascun paese); mentre esse scendono al 6% se la soglia di riferimento assume un significato assoluto e tale da identificare la strategicità delle competenze digitali nell'esercizio della professione. Le professioni intellettuali, scientifiche e a elevata specializzazione sono quelle più caratterizzate da una maggiore presenza di competenze digitali ed un minor grado di sostituibilità. A seguire, per intensità di digitalizzazione, troviamo le figure dirigenziali e imprenditoriali, che tendono ad assumere però un profilo meno tecnologico; quindi le professioni tecniche, sebbene in questo caso esse posseggano un profilo di mansioni più ripetitive e codificabili. I conduttori di macchine, gli operai ai macchinari fissi e i conducenti sono professioni poco digitalizzate e risultano svolgere attività più automatizzate, similmente alle professioni non qualificate. Le professioni di natura più relazionale (personale sanitario, dei servizi e del commercio) appaiono infine poco orientate alla digitalizzazione, sebbene rispetto alle precedenti esse abbiano un contenuto di mansioni e attività di natura meno *routinaria*. Chiudono la fotografia di insieme la gran parte delle professioni esecutive nel lavoro d'ufficio: ancora poco digitali e piuttosto ripetitive e *routinarie*.

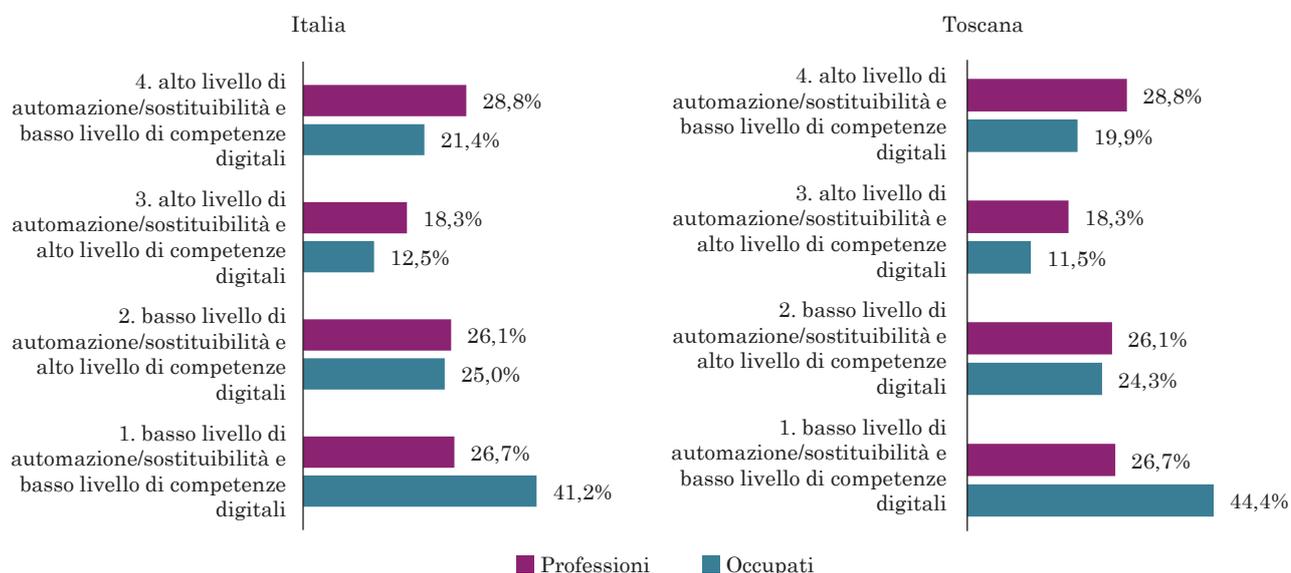
Se guardiamo al peso in termini di occupati delle singole professioni, l'Italia e la Toscana presentano un profilo simile (**Grafico 6**): il gruppo più numeroso, che raccoglie poco meno della metà degli occupati (41% in Italia e 44% in Toscana), è quello delle figure professionali caratterizzate da basso livello di automazione/sostituibilità, e da una altrettanto relativamente scarsa importanza delle competenze digitali. Il gruppo teoricamente più strategico, ossia quello ad alta digitalizzazione ma bassa *routinarietà*, è popolato da circa il 25% degli occupati (sia in Italia che in Toscana), mentre il più esile rimane il gruppo connotato da una relativamente elevata automazione/sostituibilità e alte competenze digitali (il 13% per l'Italia ed il 12% per la Toscana). Gli occupati in professioni a maggiore grado di digitalizzazione, indipendentemente dal livello di automazione e sostituibilità delle competenze, sono in Italia il 34% ed in Toscana il 32%.

<sup>15</sup> Si pensi ai prototipi di robot che compiono azioni complesse e creative, prima impensabili per una macchina.

Grafico 6

**DISTRIBUZIONE DELLE PROFESSIONI E DEGLI OCCUPATI NEI QUATTRO GRUPPI RELATIVI AL LIVELLO DI AUTOMAZIONE/SOSTITUIBILITÀ E COMPETENZE DIGITALI (MEDIA)**

Italia (occupati: media 2014-2016, forze lavoro ISTAT; professioni 4digit dati ISFOL), Toscana (occupati media 2014-2016, forze lavoro ISTAT; professioni 4digit dati ISFOL)



Uno dei principali limiti di questa analisi, nell'economia del ragionamento sui possibili effetti del paradigma Industria 4.0 su figure professionali e competenze, è l'approssimazione del concetto alla presenza di conoscenze/skill/attività digitali. C'è ampio accordo, infatti, intorno all'idea che nel dispiegarsi della quarta rivoluzione industriale saranno più importanti oltre alle conoscenze e competenze direttamente collegate all'utilizzo di tecnologie digitali, anche quelle complementari, inerenti la capacità di lavorare in gruppo, risolvere problemi complessi, pensare con flessibilità: le cosiddette *soft skills* tanto decantate quanto impalpabili. Per ovviare a questi limiti, è stata compiuta in via sperimentale una ricerca semantica sulla letteratura scientifica internazionale, disponibile sulla piattaforma Scopus, in collaborazione con Consorzio Quinn e Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale dell'Università di Pisa, con l'intento di costruire un vocabolario delle competenze 4.0. A partire dalla lista di competenze emersa da tale analisi, è stata compiuta una ricognizione delle professioni ISFOL caratterizzate da skill e attitudini 4.0 in grado di evidenziare alcuni aspetti di fondo che sembrano emergere non tanto dalla mera presenza o sommatoria delle skill/attitudini 4.0 nelle professioni, quanto dalla loro variegata combinazione.

Le principali *skills/abilities* emerse dall'analisi semantica sono riassunte in **Tabella 7**.

**Tabella 7**  
**COMPETENZE/SKILLS E ATTITUDINI/ABILITIES 4.0 CON PIÙ OCCORRENZE (>50) COME EMERSE DALL'ANALISI QUINN-DICI**

| Etichetta ISFOL | Definizione ISFOL            | Categoria  | Sottocategoria   | Definizione O*NET               | Occorrenze SCOPUS |
|-----------------|------------------------------|------------|--|---------------------------------|-------------------|
| C22a            | Programmare                  | Skills     | Skills funzionali di tipo tecnico                      | <i>Programming</i>              | 231               |
| C10a            | Monitorare                   | Skills     | Skills di base sulla gestione e controllo dei processi | <i>Monitoring</i>               | 220               |
| C31a            | Prendere decisioni           | Skills     | Skills funzionali per l'analisi dei sistemi            | <i>Decision Making</i>          | 220               |
| C25a            | Controllo delle attrezzature | Skills     | Skills funzionali di tipo tecnico                      | <i>Operation and control</i>    | 190               |
| C5a             | Matematica                   | Skills     | Skills di base su contenuti e linguaggi                | <i>Mathematics</i>              | 167               |
| C17a            | Risolvere problemi complessi | Skills     | Skills funzionali per il problem solving               | <i>Complex Problem solving</i>  | 141               |
| C23a            | Controllo di qualità         | Skills     | Skills funzionali di tipo tecnico                      | <i>Quality Control Analysis</i> | 123               |
| C15a            | Istruire                     | Skills     | Skills funzionali di tipo sociale                      | <i>Instructing</i>              | 82                |
| C29a            | Analizzare sistemi           | Skills     | Skills funzionali per l'analisi dei sistemi            | <i>System Analysis</i>          | 65                |
| D19a            | Visualizzazione              | Attitudini | Orientamento nello spazio                              | <i>Visualization</i>            | 593               |
| D14a            | Memorizzare                  | Attitudini | Memorizzare  | <i>Memorization</i>             | 366               |
| D51a            | Riconoscimento della voce    | Attitudini | Percezione uditiva                                     | <i>Speech recognition</i>       | 82                |
| D29a            | Reattività                   | Attitudini | Riflessi   | <i>Reaction time</i>            | 79                |
| D6a             | Originalità                  | Attitudini | Ragionamento e ideazione                               | <i>Originality</i>              | 63                |

Verificando la loro ricorrenza nelle professioni e la loro combinazione mediante un'analisi delle componenti principali, emerge che in Italia le figure che coniugano medie skill digitali con competenze elevate in termini di istruzione, monitoraggio, risoluzione di problemi complessi, originalità e *decision making*, sono le professioni direttive, di tipo scientifico e a elevata specializzazione. Troviamo poi le figure più operative, che gestiscono e controllano i flussi produttivi e mostrano livelli non trascurabili di competenze digitali. Dietro questa componente sembrano però celarsi due profili professionali: uno più strategico che progetta i sistemi, uno a più alto rischio di sostituzione che li utilizza quotidianamente. Un terzo gruppo di professioni si caratterizza, invece, per le scarse competenze digitali ma le maggiori capacità creative, di visualizzazione e originalità, che rimandano a figure tipiche del *Made in Italy* come il designer o l'artigiano, alle quali un ampliamento delle conoscenze e delle competenze relative al paradigma 4.0 potrebbe offrire la possibilità di consolidare e ampliare i propri mercati. Si evidenzia, infine, la professione più strettamente riconducibile alle skill digitali, sebbene come ultima componente dell'analisi effettuata, con spiccate capacità matematiche, legate alla programmazione e all'analisi dei sistemi. I profili appena descritti potrebbero essere quelli su cui puntare in termini formativi, con percorsi articolati, ricercando una via italiana a Industria 4.0.

In conclusione, l'analisi qui sintetizzata rafforza l'interpretazione di Industria 4.0 come fenomeno complesso e multidimensionale, capace di incidere in modo diverso sulle professioni a partire dall'intreccio di competenze e mansioni proprie di ciascuna di esse. Se da una parte sembrano favoriti i ruoli di maggiore responsabilità decisionale pur contraddistinti da solide basi tecniche, le figure professionali più vicine ai processi produttivi caratterizzati da maggiore codificabilità lungo l'intera filiera potrebbero essere quelle più soggette a sostituzione. La visione del futuro non pare essere bianca o nera, quanto piuttosto ricomprendere tutte le sfumature connesse con la trasformazione dell'universo delle competenze che ruota attorno alle singole professioni. Per cui, ad esempio, i conduttori di macchine dell'Impresa 4.0 avranno competenze diverse rispetto a quelli di oggi; e d'altra parte, le trasformazioni in corso potrebbero renderne superflui un buon numero, e allo stesso tempo creare nuove opportunità in altre mansioni. Dall'analisi delle componenti principali è anche emerso come la componente più correlata con la programmazione e la matematica segni un ritardo nel caso italiano, mentre più interessante è stato senz'altro scoprire che un fattore importante connesso con le competenze 4.0 è legato a professioni creative e artigianali che molto potrebbero guadagnare da un sostanziale avanzamento nell'uso delle nuove tecnologie e dal miglioramento delle competenze soft la cui importanza emerge con chiarezza anche dalla nostra analisi.

**TRIMESTRALE DI INFORMAZIONE  
DELL'OSSERVATORIO DEL MERCATO DEL LAVORO**

PERIODICO DELLA GIUNTA REGIONALE  
Anno XXIII - Supplemento n. 36 luglio 2018

A cura del Settore Lavoro e  
dell'Agenzia di informazione  
TOSCANA NOTIZIE

*Direttore responsabile:* Paolo Ciampi  
*Direttore scientifico:* Francesca Giovani



**IRPET**

Elena Cappellini

Silvia Duranti

Natalia Faraoni

Donatella Marinari

Valentina Patacchini

Nicola Sciclone

**Regione Toscana**

Barbara Marchetiello

Sonia Nozzoli

Teresa Savino



**Regione Toscana**

