

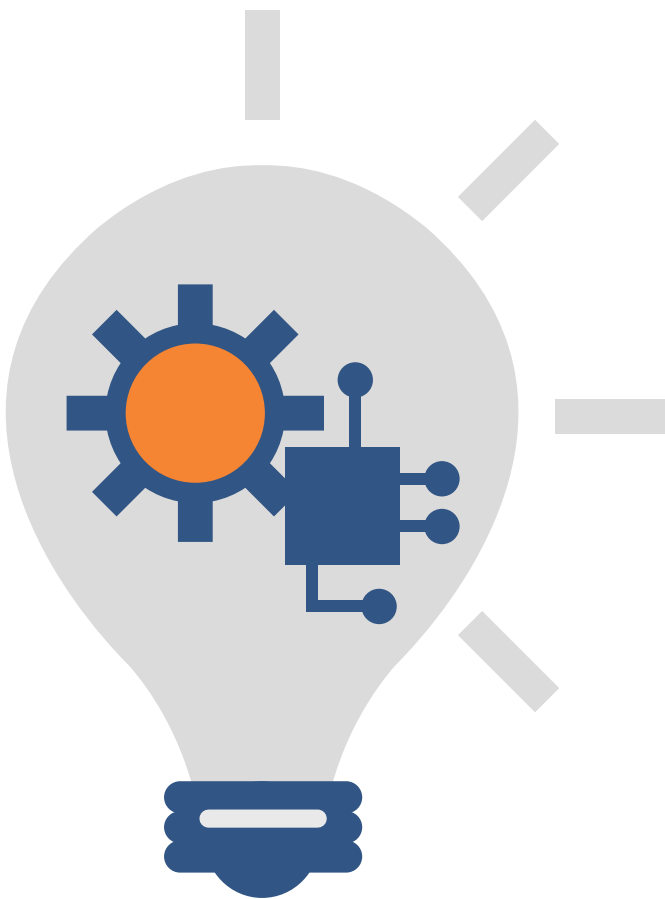
Industria 4.0 e Meccatronica in Trentino

RISULTATI DELLA RICERCA
PRESSO UN PANEL
DI AZIENDE TARENTINE

GENNAIO 2021



Valentina Forrer
Erica Santini
UNIVERSITÀ DI TRENTO



Un ringraziamento speciale va alle aziende che hanno sostenuto, con il loro contributo finanziario, il lavoro di ricerca biennale alla base del presente report, che costituisce la sintesi dei risultati emersi da un'ampia attività di indagine sulla filiera mecatronica trentina promossa da Confindustria Trento e realizzata dal Dipartimento di Economia e Management dell'Università di Trento, con la collaborazione di ProM Facility di Polo Meccatronica.

Adige Spa - BIm Group

Dana Italia Srl

Enginsoft Spa

Marangoni Meccanica Spa

Metalsistem Spa

Tecnoclima Spa

ZF Padova Srl

Zobe Holding Spa

SUMMARY

Industria 4.0 e mecatronica in Provincia Autonoma di Trento

Valentina Forrer ed Erica Santini

Sono oramai passati nove anni da quando è stato introdotto nel dibattito pubblico il concetto di “Industria 4.0” (I4.0). I governi nazionali si sono adoperati fin da subito nel gestire le sfide globali e tecnologiche imposte da tale trasformazione tecnologica. Ad oggi, quali siano gli effetti e le opportunità aperte da questa trasformazione non è ancora chiaro, tanto a livello di impresa che di sistema produttivo localizzato. A questo clima di incertezza, oggi si è sommata una pandemia globale, dove *lockdown* e chiusure di attività produttive in vari settori hanno impattato sui mercati di tutto il mondo.

Cosa però appare evidente è il sistemico impegno da parte di attori locali, tanto pubblici che privati, nel favorire l’adeguamento tecnologico dell’ereditato patrimonio di imprese manifatturiere radicate in territori storicamente caratterizzati da alti livelli di produttività e competitività.

Il lavoro, applicando una metodologia mista basata su dati primari e dati secondari reperiti sulla banca dati ATOKA ed attraverso una survey campionaria online, si è focalizzato sul comprendere se e come le imprese del territorio trentino abbiano avviato un processo di trasformazione digitale. Grazie alla survey è stato inoltre possibile comprendere quali siano i fattori che più favoriscono l’adozione delle tecnologie Industria 4.0 tanto a livello sistemico quanto di impresa. Grazie al prezioso supporto di ProM Facility, Università degli Studi di Trento, Confindustria Trento, Trentino Sviluppo e Progetto Manifattura è stato possibile procedere all’analisi in maniera rigorosa, tanto nella definizione del questionario che nella formazione del campione rappresentativo.

I destinatari di questa survey sono state le imprese della “meccatronica” della Provincia Autonoma di Trento.

SUMMARY

Da un'analisi descrittiva dei dati ottenuti si evince che la maggior parte delle imprese meccatroniche (58%) adotta un portafoglio limitato di tecnologie I4.0. Tuttavia, appare che oltre metà delle imprese è orientata ad investire in tecnologie I4.0 nei prossimi 3 anni. Questo non è vero per tutte le tecnologie Industria 4.0.

Per quanto riguarda invece il supporto delle istituzioni alla trasformazione, emerge che unicamente il 30% circa delle imprese è a conoscenza di iniziative provinciali volte a favorire l'adozione di tali tecnologie.

Inoltre, le imprese del comparto "meccatronico" hanno una bassa propensione a collaborare tanto tra loro, quanto con le strutture preposte al trasferimento tecnologico. A seguire questa analisi descrittiva dei dati raccolti attraverso la survey, un'analisi inferenziale ha permesso di individuare quali siano i fattori che favoriscono maggiormente l'adozione di tecnologie legate alla quarta ondata

tecnologica, restituendo un quadro simile a quello tratteggiato dall'analisi descrittiva.

A tal proposito, i risultati mettono in evidenza che avere legami con ProM Facility, una piattaforma di trasferimento tecnologico la quale ha il fine di favorire e far emergere il potenziale innovativo che caratterizza il territorio nel suo complesso, favorisca tanto processi innovativi, quanto l'adozione di tecnologie I4.0.

Avvantaggiandosi dell'analisi realizzata è stato poi possibile delineare opportunità e prospettive legate alla transizione che sta caratterizzando tutti i comparti produttivi nel suo complesso a seguito di I4.0.

INTRODUZIONE	8
1 ALLA SCOPERTA DEI FATTORI A FAVORE DI UNA MAGGIOR ADOZIONE DI TECNOLOGIE INDUSTRIA4.0.	11
1.1 Base dati e metodologia	13
1.2 Risultati	16
2 OPPORTUNITÀ E PROSPETTIVE	23
2.1 ProM Facility abilitante alla transizione tecnologica trentina	23
2.2 Prospettive future dell'Industria 4.0 in Trentino	25
3 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	30
BIBLIOGRAFIA	32

INTRODUZIONE

Una delle opportunità aperte dalla trasformazione digitale che sta attraversando territori e settori produttivi è la crescente domanda di beni personalizzati unita alla riduzione dei costi commerciali e di coordinamento che favoriscono una diminuzione dei tempi di produzione e consegna (Banca Mondiale, 2017). In tale contesto, l'attenzione è posta principalmente sul comparto manifatturiero, dove tale trasformazione prende il nome di "Industria 4.0" (I4.0), la quale si concretizza attraverso l'introduzione di tecnologie in grado di produrre in modo automatizzato con l'impiego di sistemi interconnessi tra loro, al fine di implementare quel fenomeno indentificato come *Smart manufacturing*.

In particolare, questi mutamenti potrebbero portare un maggiore vantaggio competitivo alle piccole e medie imprese (PMI) specializzate in una o alcune fasi della catena del valore di filiere manifatturiere del panorama industriale europeo. Tali imprese, per sostenere nel tempo produzioni su piccola scala legate a nicchie di mercato lasciate scoperte dalle produzioni di massa, hanno approfittato nel tempo di lavoratori specializzati disponibili sui mercati del lavoro locali e di economie esterne locali (Becattini, 1990; Porter, 1998). Le ridotte dimensioni di queste imprese impediscono difatti l'internalizzazione e la combinazione interna di grande varietà di conoscenze necessarie a mantenere alti livelli competitivi.

Nell'attuale ondata tecnologica, sempre più, le aziende manifatturiere devono coordinare diversi flussi di conoscenza, che non sono più legati esclusivamente agli input tangibili tradizionalmente alla base dei processi di creazione manifatturieri. Infatti, un numero crescente di prodotti manifatturieri non può più competere andando a considerare solo il loro valore in termini di componenti fisiche (Porter e Hepperlmann, 2014; Cusumano et al., 2015).

Il modo in cui le nuove conoscenze tecnologiche vengono combinate e ricombinate con le conoscenze esistenti incorporate in sistemi di produzione caratterizzati da PMI manifatturiere determineranno la creazione di un nuovo paesaggio industriale. Infatti, la capacità di tali sistemi di far fronte a tale sfida non è definita solo da soluzioni a livello aziendale.

Meccanismi di adattamento a livello sistemico, che accumulano routine e competenze all'interno di specifici modelli organizzativi, potrebbero difatti essere al centro del rinnovo dell'insieme di conoscenze incorporate e processi di innovazione di PMI (Santini, 2020).

Tuttavia, questi meccanismi interni al sistema ed esterni alla popolazione di PMI potrebbero non essere in grado oggi di favorire l'adozione di nuove tecnologie necessarie a sostenere la competitività delle stesse PMI a causa di due principali vincoli.

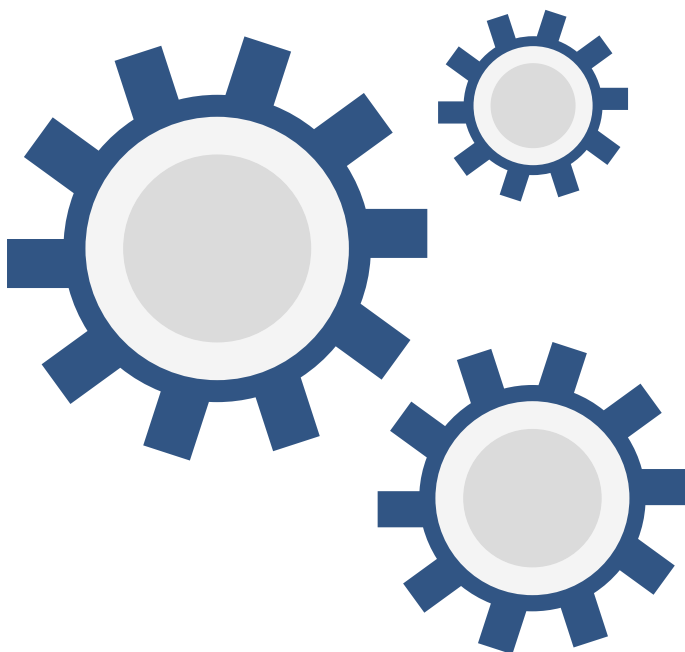
Il primo vincolo si lega soprattutto alla difficoltà nel processare il cambiamento dirompente e radicale del nuovo regime tecnologico. Il contenuto intangibile, personale, variabile e solo parzialmente locale di ciò che viene scambiato spinge al rialzo i costi di transazione. In questa trasformazione, i costi di transazione hanno difatti una nuova dimensione, influenzando in vari modi l'organizzazione della produzione. Il secondo vincolo ricade nel tempo di adattamento delle infrastrutture locali richieste. Il ritmo veloce degli effetti a catena causati dall'attuale quarta onda di nuove tecnologie ha colpito l'economia globale per mezzo di una miriade di canali e relazioni indirette nel tempo e nello spazio. In questo ambiente in rapido movimento, l'accesso alle tecnologie I4.0 richiede solide infrastrutture locali al fine di consentire connessioni tra la località e il resto del mondo.

Ogni territorio dovrà essere predisposto a adeguare strutture di supporto ideate in relazione alle peculiarità dei tessuti produttivi locali, così da valorizzare le singole idiosincrasie e stemperare i limiti derivanti dalle stesse. In questo quadro di cambiamento la dimensione territoriale gioca un ruolo chiave e questo ruolo è tanto più forte in un quadro come quello italiano, dove il tessuto produttivo si poggia su una forte tradizione manifatturiera radicata in sistemi di PMI in prevalenza a conduzione familiare.

In questo quadro di incertezza e trasformazione, aggravato dall'avvento del COVID-19, il lavoro si propone l'obiettivo di analizzare i fattori e le caratteristiche della trasformazione tecnologica legata all'I4.0, prendendo in esame le PMI appartenenti al comparto della mecatronica nella Provincia di Trento.

Infatti, lo shock subito dai comparti produttivi a causa del COVID-19 può essere superato attraverso l'implementazione di tecnologie I4.0 in grado in molti casi di aprire nuove opportunità e reindirizzare le imprese su nuovi percorsi di crescita.

La prima parte del lavoro si concentra sulla presentazione della metodologia adottata sia per la definizione del comparto produttivo meccatronico, il quale ricordiamo non è un settore ma un macrosettore, che per la raccolta dati. Sempre nella prima parte si analizzerà da un punto descrittivo i fattori che favoriscono l'adozione di tecnologie relative all'I4.0 nelle PMI meccatroniche. Nella seconda parte del trattato, i risultati relativi all'analisi quantitativa saranno a supporto di considerazioni attorno a due temi principali: le opportunità introdotte dai differenti attori locali a sostegno della transizione 4.0 in Provincia di Trento; e le prospettive di investimento future in tema digitale evidenziate dalle PMI meccatroniche trentine.



1. ALLA SCOPERTA DEI FATTORI A FAVORE DI UNA MAGGIOR ADOZIONE DI TECNOLOGIE INDUSTRIA 4.0

Con la maggiore diffusione e crescita dell'automazione industriale, la meccatronica costituisce un comparto produttivo chiave, se così si può chiamare, per la competitività delle imprese in Italia e all'estero. In Italia, la meccatronica presenta prospettive di sviluppo notevoli (Gruppo CLAS, 2009) ed è una disciplina che si è già radicata in diverse aree, localizzandosi secondo logiche tipicamente distrettuali in diverse aree, in particolare a Reggio Emilia (Antares, 2004), a Vicenza (Plecherò, 2018), in Puglia con il "distretto di Apulia" (Florio et al., 2014) e nel meta-distretto della Lombardia (Gruppo CLAS, 2009). Anche all'estero, in Europa, sono presenti diversi cluster: in Germania nella regione del Baden-Württemberg; in Austria nell'area più occidentale dell'Upper Austria; e nello Jutland meridionale in Danimarca.

La determinazione dei confini settoriali, che vanno a definire cosa è o non è meccatronico, risulta essere un problema oltre che teorico, anche metodologico (Carlsson et al., 2002). Infatti, non riuscendo a tracciare dei limiti, è difficile misurare cosa rientra all'interno di una industria e quale sia lo stato di salute di tale comparto produttivo, che risulta centrale per la trasformazione digitale in corso. L'esigenza di definire i confini settoriali della meccatronica nasce dalla necessità di capire come questo macrosettore si collochi nel tessuto industriale italiano, la sua rilevanza in termini quantitativi (ad esempio per produttività, valore aggiunto, numero di addetti) e le caratteristiche che esso possiede.

Per definire i confini del comparto della meccatronica, diversi studi hanno utilizzato i codici Ateco che più si avvicinano all'idea di "impresa meccatronica" e a quei settori che maggiormente applicano nei loro prodotti la tecnologia meccatronica. Molto spesso, infatti, la progettazione e la manifattura dei sistemi meccatronici viene realizzata all'interno di "aree di applicazione", cioè di imprese che operano nei settori produttivi finali in cui trova applicazione la meccatronica (per esempio il settore *automotive* racchiude al suo interno imprese che producono prodotti meccatronici, come l'ABS).

Gli elaborati più recenti, utilizzando la classificazione Ateco aggiornata al 2007, ricomprendono attività economiche legate alla meccanica, all'elettronica e ai settori applicativi dotati di un certo grado di tecnologia.

L'integrazione dei codici Ateco individuati in letteratura è la base di partenza per la definizione dei confini settoriali della mecatronica in Provincia Autonoma di Trento. Per l'individuazione dei confini settoriali della mecatronica nella provincia di Trento, si è difatti costruito un insieme di codici Ateco facendo riferimento a:

- codici Ateco del lavoro di Plechero (2018);
- codici Ateco presenti nello studio di Antares (2016);
- codici Ateco delle imprese insediate nel Polo Meccatronica di Rovereto.

Codice Ateco	Descrizione
25.62	Lavori di meccanica generale
26.1	Fabbricazione di componenti elettronici e schede elettroniche
26.2	Fabbricazione di computer e unità periferiche
26.3	Fabbricazione di apparecchiature per le telecomunicazioni
26.4	Fabbricazione di prodotti di elettronica di consumo audio e video
26.5	Fabbricazione di strumenti e apparecchi di misurazione, prova e navigazione; orologi
26.6	Fabbricazione di strumenti per irradiazione, apparecchiature elettromedicali ed elettroterapeutiche
26.7	Fabbricazione di strumenti ottici e attrezzature fotografiche
27.1	Fabbricazione di motori, generatori e trasformatori elettrici e di apparecchiature per la distribuzione e il controllo dell'elettricità
27.5	Fabbricazione di apparecchi per uso domestico
27.9	Fabbricazione di altre apparecchiature elettriche
28	Fabbricazione di macchinari ed apparecchiature n.c.a.
29.1	Fabbricazione di autoveicoli
29.3	Fabbricazione di parti ed accessori per autoveicoli e loro motori
30	Fabbricazione di altri mezzi di trasporto
32.5	Fabbricazione di strumenti e forniture mediche e dentistiche
33.2	Installazione di macchine ed apparecchiature industriali

Tabella 1 - Codici Ateco 2007 per la definizione del settore della mecatronica core nella provincia di Trento.

I codici individuati possono essere riconducibili ad attività a forte vocazione mecatronica come la produzione di macchine per l'industria, macchine ed apparecchi elettrici ed elettronici, automazione, ma anche legati alla fabbricazione di autoveicoli, altri mezzi di trasporto, forniture mediche e imprese che si occupano di installazione di macchine e apparecchiature industriali (Tabella 1).

1.1 Base dati e metodologia

Le basi dati utilizzate per definire la popolazione di imprese “meccatroniche” presenti sul territorio sono state due: la lista di imprese sul *repository* di ProM Facility e la banca dati Atoka. La prima è una base dati creata all’interno della struttura ProM Facility (1); mentre ATOKA (2) è una piattaforma che raccoglie ed integra dati economici e non, ad esempio informazioni reperibili sul web, attraverso social network e siti di news, di tutte le aziende italiane.

La base dati sulla quale è stata effettuata l’analisi (Tabella 2) fa riferimento esclusivamente ad imprese registrate alla Camera di Commercio con sede legale o filiali nella provincia di Trento ed afferenti ai codici Ateco identificati come potenzialmente meccatroniche.

Codice Ateco	Plechero (2018)	Antares (2016)	Polo Meccatronica	Nr. imprese	Quota (%)
25.62			x	130	16,6
26.1			x	21	2,7
26.2	x	x		10	1,3
26.3		x		6	0,8
26.4		x		1	0,1
26.5		x	x	22	2,8
26.6		x	x	7	0,9
26.7		x	x	10	1,3
27.1	x	x	x	31	4,0
27.5		x		31	4,0
27.9		x	x	18	2,3
28	x	x	x	247	31,6
29.1		x		9	1,2
29.3		x		13	1,7
30		x	x	17	2,2
32.5		x		135	17,3
33.2	x		x	73	9,3
Totale				781	100

Tabella 2 - Codici Ateco 2007 con la fonte e il rispettivo numero di imprese potenzialmente appartenenti al comparto meccatronico con sede in provincia di Trento.

1 <https://promfacility.eu/#/>.

2 <https://atoka.io/it/>.

Dopo aver individuato la popolazione sottostante i codici Ateco individuati come sopra descritto, le 781 unità sono state filtrate, eliminando le aziende con sede operativa fuori provincia, aziende in fase di liquidazione e aziende prive di indirizzo e-mail necessario per il contatto.

Al fine di definire un quadro il più coerente possibile con la realtà locale, Progetto Manifattura e Confindustria Trento hanno supportato, grazie alle loro conoscenze circa il tessuto produttivo locale, alla definizione della popolazione di imprese “meccatroniche”. In totale la popolazione è stata definita da 290 imprese, la cui composizione settoriale è rappresentata nel Grafico 1.

Dal punto di vista dimensionale, le imprese individuate sono per il 49% micro, il 40% piccole, il 10% medie e l'1% grandi.

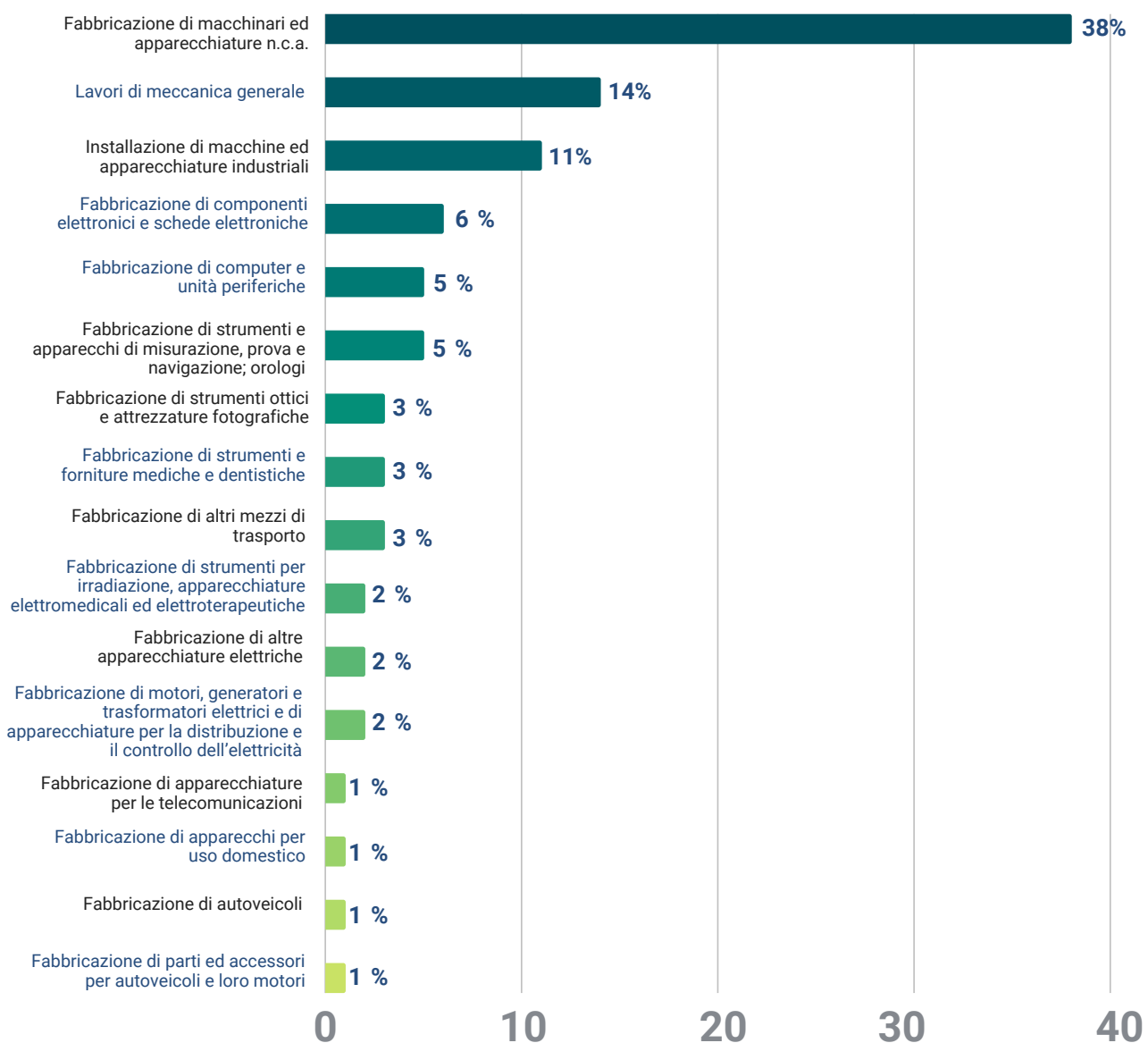


Grafico 1 - Codici Ateco delle 290 imprese meccatroniche della provincia di Trento.

Dopo quindi aver individuato la popolazione sottostante i criteri stabiliti attraverso un'attenta revisione della letteratura (vedi sopra), è stato costruito un questionario composto da 36 domande suddivise in 4 macro-aree di interesse: anagrafica e informazioni generali dell'impresa; tecnologie Industria 4.0 e innovazione; collaborazioni e scambio di conoscenze; scambi di conoscenze e interazioni commerciali con altri settori della *Smart Specialisation* individuati in Trentino (3).

Le survey sono state validate da Trentino Sviluppo, Confindustria Trento e Progetto Manifattura, le quali hanno anche supportato e favorito la diffusione del questionario. Inoltre, Confindustria Trento e Progetto Manifattura hanno supportato nella fase di contatto delle imprese. Prima di somministrare le survey, sono state fatte delle interviste semi-strutturate "pilota" *face-to-face* (7 interviste) composte da 23 domande con lo scopo di avere un rapporto diretto con la realtà imprenditoriale trentina e verificare la comprensibilità del linguaggio utilizzato nella survey.

Allo studio hanno risposto soprattutto vertici dell'impresa: l'imprenditore (37%); il presidente o l'amministratore delegato (21%); il responsabile dipartimento tecnico/ricerca e sviluppo (11%) e altri soggetti (31%). Il tasso di risposta sul totale delle imprese alle quali è stato inviato il questionario è stato del 25,5%. Al fine di comprendere se le imprese che hanno risposto al questionario sono rappresentative in termini di distribuzione tra i vari settori identificati come facenti parte del comparto meccatronico, si è effettuato il test Chi quadro di Pearson, il quale ci ha confermato la validità del nostro campione.

Al fine di comprendere quali sono i fattori che favoriscono l'adozione delle tecnologie I4.0, è stata implementata un'analisi econometrica utilizzando due modelli: il *generalized ordered logit* e il *generalized ordered probit*. Il confronto dei due consente di dare più robustezza all'analisi nell'individuare le determinanti che spingono all'adozione di tecnologie riconducibili all'I4.0.

3 Le aree economiche individuate dalla strategia di *Smart Specialisation* nella Provincia di Trento sono la Meccatronica, l'AgriFood, settori collegati alla Qualità della vita e ad Energia e ambiente (fonte: <https://ricercapubblica.provincia.tn.it/Smart-Specialisation-Strategy>).

1.2. Risultati

Da una prima analisi esplorativa dei dati primari raccolti, si comprende che la struttura dimensionale delle imprese che hanno risposto al questionario è principalmente piccola e media (89% del totale per un totale di 73 unità). Una buona parte di queste imprese si sente più forte della concorrenza dopo la crisi del 2008 – 2014 (quasi il 40%). Come emerge dalla Tabella 3, la capacità innovativa negli ultimi 3 anni si riferisce nella maggior parte dei casi a innovazioni di prodotto e servizi. Solo una piccola percentuale (5,5%) non fa innovazioni di prodotto, questo denota che il cluster della meccatronica trentino è dinamico in termini di introduzione e miglioramento dei prodotti.

	Nessuna inno- vazio- ne	Sotto la media	Nella media	Sopra la media	All'avan- guar- dia	Totale
Innovazione di prodotto	5,5	8,2	42,5	24,7	19,2	100,0
Innovazione nei servizi	8,2	13,7	39,7	26,0	12,3	100,0
Innovazione di processo	13,7	13,7	47,9	19,2	5,5	100,0
Innovazione organizzativa	12,3	16,4	54,8	12,3	4,1	100,0
Innovazione di marketing	13,7	23,3	47,9	11,0	4,1	100,0

Tabella 3: Capacità innovativa negli ultimi 3 anni rispetto ad una tipica innovazione nel settore di appartenenza dell'impresa.

Livello I4.0	Dimensione			Totale	%
	Micro	Piccola	Media		
Non adotta	12	2	0	14	19
Basso	17	21	4	42	58
Medio	4	6	2	12	16
Alto	3	1	1	5	7

Tabella 4: Livello di adozione delle tecnologie I4.0 in base alla dimensione delle PMI meccatroniche.

Al fine di identificare il livello di adozione di tecnologie I4.0 è stato costituito un indice (4): Non adotta (l'impresa non adotta nessuna tecnologia I4.0); Basso Livello di adozione I4.0 (l'impresa adotta da 1 a 3 tecnologie I4.0); Livello medio di adozione I4.0 (l'impresa adotta da 4 a 6 tecnologie I4.0); Alto Livello di I4.0 (l'impresa adotta da 7 a 9 tecnologie I4.0). A tal proposito, la Tabella 4 mette in evidenza che poco più dell'80% delle imprese meccatroniche trentine adottano tecnologie I4.0, mentre il 19% non ne adotta assolutamente e il 58% registra comunque un basso livello di adozione. Per un quadro più specifico delle tecnologie I4.0 attualmente adottate, si veda il Paragrafo 2.2.

In questo quadro, tutte le imprese insediate nel Polo Meccatronica (19% del campione) fanno utilizzo di tecnologie dell'I4.0, perciò far parte di un parco industriale sembra favorire l'adozione di queste tecnologie. Di queste ultime imprese, il 57% ha fatto innovazioni di prodotto sopra la media o all'avanguardia e il 50% innovazioni nei servizi sopra la media o all'avanguardia. Dall'analisi, però, appare una criticità in merito alla comunicazione di uno dei servizi offerti dal Polo Meccatronica, ossia il laboratorio di trasferimento tecnologico e prototipazione ProM Facility. Dal questionario emerge che solo il 24,6% delle imprese meccatroniche trentine ne è a conoscenza e che solo il 9,5% ha usufruito dei servizi del laboratorio. Quest'ultime però riportano una maggior capacità di fare innovazione di prodotto, sopra la media e all'avanguardia. Infatti, l'86% dei clienti di ProM ha introdotto innovazione di questo tipo, mentre solo il 39% di chi non ha avuto contatti con la Facility ha ottenuto tali risultati (Cfr Paragrafo 2.1).

Alla domanda riguardo l'intenzione delle imprese ad investire nei prossimi 3 anni in tecnologie I4.0, molte (52%) hanno espresso la volontà di voler continuare ad integrare nei loro processi produttivi componenti con capacità di scambiare informazioni e dati in maniera automatizzata. In particolare, l'integrazione di sensori che permettono l'elaborazione autonoma dei dati sembra essere uno dei campi di maggior interesse per le imprese che prevedono di investire nei prossimi 3 anni (47%). Il Paragrafo 2.2 approfondirà l'analisi circa alle tipologie di investimenti in tecnologie I4.0 che sono programmati nei prossimi 3 anni.

4 Da notare che la domanda chiedeva all'intervistato di selezionare, in un Gruppo di 9 tecnologie, le tecnologie attualmente in uso nell'azienda di riferimento.

Nonostante la volontà delle imprese di investire in tecnologie I4.0, la maggior parte di esse (75%) non è a conoscenza di iniziative provinciali volte a promuovere l'innovazione e l'adozione di tecnologie e competenze riconducibili all'Industria 4.0. Sulle 73 PMI in esame, solo 11 hanno utilizzato tali aiuti, tra cui si annoverano i finanziamenti erogati dalla Legge 6/1999, il *seed money* e i *voucher* per l'I4.0 della Camera di Commercio di Trento.

Guardando invece al Grafico 2, è possibile comprendere il ruolo degli attori locali nel sostenere la capacità competitiva delle imprese. In questo quadro, l'Università degli Studi di Trento sembra essere uno degli attori principali nella promozione di processi innovativi.

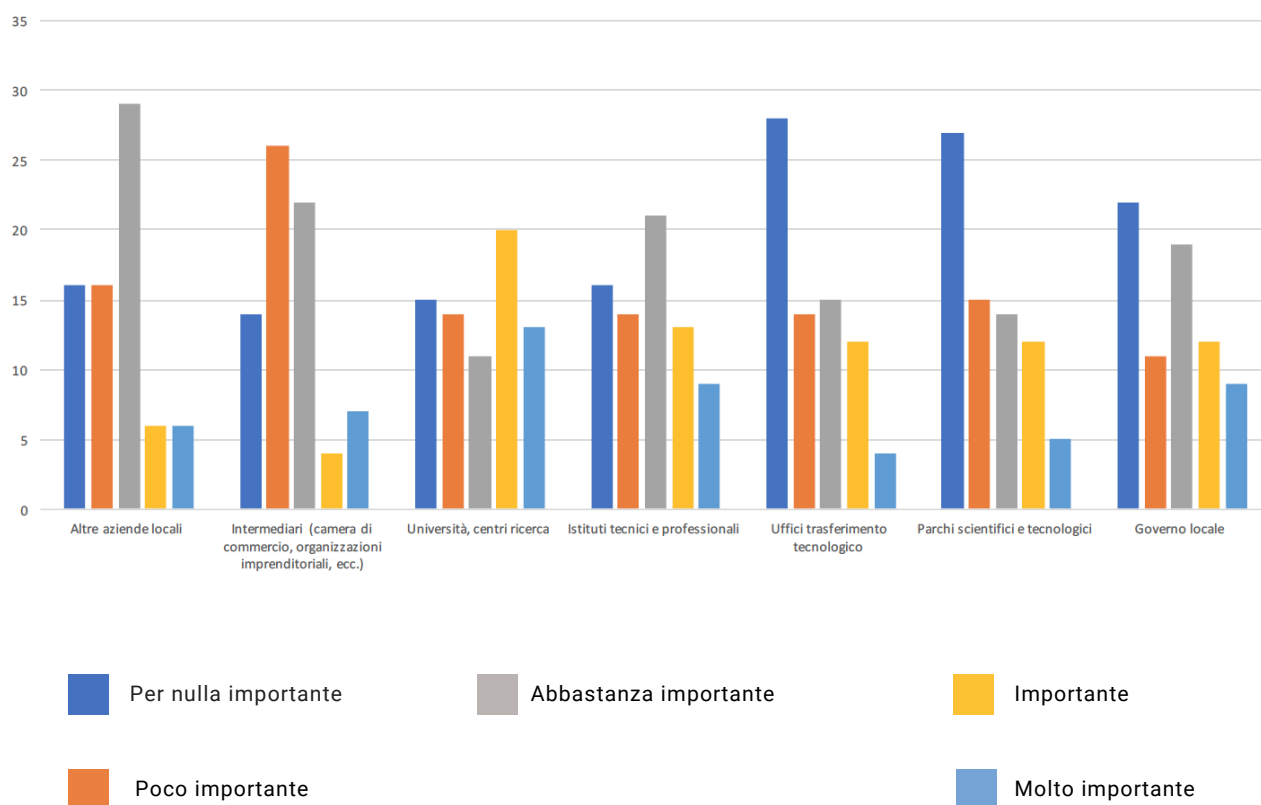


Grafico 2: Importanza delle organizzazioni locali nel sostenere la capacità competitiva delle imprese (in valore assoluto).

Le imprese più innovative, ossia quelle che introducono innovazioni nella media o all'avanguardia rispetto ai concorrenti, sono anche quelle che adottano maggiormente tecnologie I4.0.

Ad esempio, il 93,8% delle imprese che hanno introdotto un'innovazione di prodotto sopra la media adottano tecnologie I4.0, mentre solamente il 70% di chi introduce un prodotto nella media o sotto ne usufruisce. Solo il 6,3% delle imprese che non adottano contenuti I4.0 riescono a fare innovazioni di prodotto sopra la media. A tal proposito le iniziative locali volte a favorire l'adozione di tecnologie I4.0 potrebbero essere alla base della sostenibilità competitiva del luogo.

I risultati dell'analisi inferenziale, riportati nella Tabella 5, restituiscono un quadro molto simile a quello tracciato sopra attraverso l'analisi descrittiva dei dati, mettendo in aggiunta in chiaro la correlazione tra le variabili analizzate.

In primo luogo, i valori dell' R^2 di *McFadden* rispettivamente di 0,2214049 per il *generalized ordered logit* e di 0,2161562 per il *generalized ordered probit*, rassicurano sulla capacità esplicativa delle variabili indipendenti in merito alla variabile dipendente che misura il livello di adozione delle tecnologie I4.0 da parte delle imprese. Appare importante precisare che nei modelli utilizzati, a causa della natura delle variabili categoriali, i risultati sono sempre da interpretare in base alla categoria di riferimento, che nel caso dei settori è ad esempio la meccanica tradizionale (25.62).

	ORDERED LOGIT REG ESTIMATE (STD. ERROR)	ORDERED PROBIT REG ESTIMATE (STD. ERROR)
Piccola impresa	1,21 (0,59)*	0,56 (0,32)
Media impresa	0,17 (1,06)	0,03 (0,61)
Gruppo industriale	3,89 (1,05)***	2,13 (0,57)***
Cliente Prom	4,09 (1,05)***	2,28 (0,57)***
Ateco 26.1	0,74 (1,17)	0,24 (0,66)
Ateco 26.2	2,55 (1,25)*	1,32 (0,66)
Ateco 26.5	2,67 (1,32)*	1,13 (0,66)
Ateco 26.6	2,41 (1,79)	1,14 (1,13)
Ateco 26.7	3,86 (1,60)*	1,79 (0,76)*
Ateco 27.1	2,44 (1,18)*	1,26 (0,71)
Ateco 27.9	-15,37 (4268,04)	-4,27 (246,82)
Ateco 28	1,61 (0,77)*	0,74 (0,42)
Ateco 29.1	2,41 (1,79)	1,14 (1,13)
Ateco 29.3	0,07 (1,44)	-0,01 (0,89)
Ateco 30	1,17 (1,88)	0,40 (1,20)
Ateco 32.5	2,18 (1,14).	1,06 (0,71)
Ateco 33.2	0,99 (0,91)	0,33 (0,51)
Utilizzo di iniziative provinciali	0,91 (0,67)	0,46 (0,38)
Dipartimento R&S interno	0,68 (0,63)	0,37 (0,34)
Innovazione di prodotto sopra la media di settore	0,06 (0,64)	0,07 (0,34)
Innovazione di processo sopra la media di settore	2,44 (0,64)***	1,31 (0,35)***

Tabella 5: Risultati dell'analisi econometrica. Due modelli a confronto (5).

5 Confronto tra modello stimato con il modello generalized ordered logit e generalized ordered probit ($p < 0,1$, $*p < 0,05$, $**p < 0,01$, $***p < 0,001$). Fonte: elaborazione dell'autore sui dati della survey.

Entrambi i modelli confermano che le imprese appartenenti a settori diversi da quello della meccanica generale (settore "tradizionale" da cui si è originata la meccatronica) hanno mediamente un portafoglio di tecnologie I4.0 più ampio. In particolare, prendendo a riferimento il modello più conservativo, quindi il *generalized ordered probit*, appare che imprese appartenenti al settore relativo alla fabbricazione di strumenti ottici e attrezzature fotografiche (26.7) adottano un portafoglio di tecnologie maggiormente diversificato rispetto alle imprese del settore della meccanica. Perciò, nonostante lo sforzo da parte delle imprese meccaniche di fare *upgrading* e divenire meccatroniche, le suddette PMI trentine risultano ancora "ritardatarie" e altri settori sembrano avvantaggiarsi maggiormente della nuova ondata tecnologica, soprattutto se si guarda al modello *logit*. Dall'altro lato, questo dato potrebbe essere dovuto al fatto che le imprese meccaniche preferiscono continuare a produrre un prodotto legato alla tradizione e affiancare a questo una specializzazione in alcune delle tecnologie I4.0 riportate nel questionario.

Continuando ad analizzare i risultati emersi dall'analisi, si evince che appartenere ad un gruppo risulta significativo per l'utilizzo di tecnologie I4.0, probabilmente perché ciò comporta una maggior struttura organizzativa, facilitando anche il trasferimento intragruppo di tecnologie e conoscenze. Per un tessuto di imprese soprattutto piccole e medie come quelle in analisi, far parte di un gruppo potrebbe dare i vantaggi tipici della grande impresa, favorendo appunto il passaggio a tecnologie avanzate come quelle I4.0.

Andando ad esplorare il ruolo delle piattaforme adibite al trasferimento tecnologico, appare che essere un cliente di Prom Facility, quindi utilizzare laboratori di trasferimento tecnologico e sfruttare i servizi di prototipazione per lo sviluppo dei prodotti, è un fattore che si associa in maniera positiva all'utilizzo di tecnologie avanzate da parte delle imprese. Questo specifico risultato verrà commentato in dettaglio nel Paragrafo 2.1.

Fare innovazione di processo è una determinante che influisce positivamente sull'impiego delle tecnologie della quarta rivoluzione industriale. Le imprese che infatti fanno innovazione di processo presentano mediamente un portafoglio più ampio di tecnologie adottate.

Si potrebbe ipotizzare che molte di queste tecnologie vengano impiegate proprio nei processi manifatturieri al fine di implementare quella che oggi viene comunemente chiamata *smart manufacturing*. Queste innovazioni potrebbero riguardare nello specifico l'integrazione di più tecnologie I4.0 piuttosto che la produzione delle stesse. Le imprese che realizzano innovazione di processo hanno pertanto una maggior probabilità rispetto a quelle che non ne fanno, e che introducono comunque innovazione di prodotto, di adottare tecnologie I4.0 complementari tra loro.

Questi risultati risultano robusti in quanto frutto del confronto e della significatività restituita da entrambi i modelli impiegati.



2. OPPORTUNITÀ E PROSPETTIVE

A fronte di una fotografia del comparto manifatturiero legato alla meccatronica nella Provincia Autonoma di Trento come finora descritta, si trovano numerose opportunità volte a favorire l'avanzamento degli attori che ne fanno parte, sia a livello individuale che presi nel loro insieme. Tra queste si annovera la piattaforma di trasferimento tecnologico ProM Facility, unica nella compagine nazionale ed internazionale, al fine di favorire e far emergere il potenziale innovativo che caratterizza il territorio nel suo complesso.

Inoltre, le prospettive future legate alla manifattura intelligente trovano ampio consenso e utilizzo da parte delle imprese del territorio, rappresentando una traiettoria futura per l'avanzamento tecnologico del comparto meccatronico trentino.

2.1 ProM Facility abilitante alla transizione tecnologica trentina

ProM Facility nasce nel 2017 dalla collaborazione fra la Provincia Autonoma di Trento, Trentino Sviluppo, Fondazione Bruno Kessler, Confindustria Trento e Università degli Studi di Trento per offrire alle aziende della filiera meccatronica una piattaforma integrata per la progettazione, lo sviluppo, la realizzazione, la verifica e la validazione di sistemi e processi produttivi, avvalendosi di tecnologie e principi dell'I4.0.

Come visto precedentemente, le imprese che si avvalgono dei servizi offerti dalla facility, registrano risultati legati all'innovazione superiori alla media, seppur chi ne ha usufruito è una parte esigua del campione (9,5%). Analizzando queste ultime, si osserva che i clienti di ProM sono più della metà (56%) imprese insediate all'interno del Polo Meccatronica. Appare dunque che la prossimità geografica sia un fattore significativo per l'utilizzo di laboratori per il trasferimento tecnologico da parte delle imprese.

Questo conferma che l'interazione e il contatto *face-to-face* rimangono determinati per il trasferimento tecnologico e di conoscenza e si identificano come elementi cruciali per la generazione di un cluster industriale (Glaeser, 1998).

Inoltre, come si evince dalla Tabella 5, essere un cliente di ProM Facility è un fattore significativo che favorisce l'utilizzo di un portafoglio più ampio di tecnologie legate all'I4.0 da parte degli stessi. Infatti, dai modelli utilizzati per esaminare il campione, le imprese che hanno rapporti commerciali con la facility hanno maggior probabilità di adottare tecnologie collegate alla quarta ondata tecnologica rispetto a chi non interagisce con il laboratorio. Questo può essere dovuto a diverse ragioni, come ad esempio che le imprese che si avvicinano a questo tipo di servizio potrebbero essere tendenzialmente più avanzate tecnologicamente rispetto a quelle che non ne usufruiscono. A tal proposito, dalle interviste *face-to-face* è emerso che le imprese che collaborano con ProM Facility producono beni altamente innovativi e utilizzano già delle tecnologie 4.0 nei loro processi manifatturieri. Dall'altra è possibile che l'utilizzo dei laboratori per il trasferimento tecnologico, di fatto lo scambio di conoscenze avanzate, faccia aumentare la probabilità di adottare tecnologie I4.0 rispetto a chi non si avvale di questo servizio.

Avvicinare le imprese a ProM Facility diventa quindi cruciale per due ragioni: favorire lo scambio di conoscenza utile al rafforzamento di un cluster industriale meccatronico; e rendere più consapevoli e quindi favorire l'adozione di tecnologie I4.0 da parte delle imprese.

A tal proposito, la facility, oltre ad offrire soluzioni legate all'I4.0 alle imprese, coinvolge da un lato l'Università degli Studi di Trento e le scuole superiori del territorio offrendo percorsi di ricerca e formazione d'eccellenza a studenti, laureandi e dottorandi, mentre dall'altro lato crea occasioni d'aggiornamento e di formazione specialistica per il personale tecnico aziendale del comparto meccanico e meccatronico. Vista l'importanza attribuita dalle imprese meccatroniche all'università nel sostenere la capacità competitiva (Cfr Grafico 2), appare dunque che il laboratorio sia uno snodo significativo per mettere in contatto l'Università con le imprese, e sinergicamente creare una base di conoscenza a livello sistemico.

Tuttavia, nonostante il profilo significativo che emerge in merito alla capacità di abilitare la transizione tecnologica delle imprese, solo una piccola porzione di esse è attualmente a conoscenza dei servizi offerti da ProM Facility, rappresentando un limite sia per le imprese stesse, che per l'avanzamento del comparto meccatronico nella provincia collegato a processi manifatturieri I4.0.

2.2. Prospettive future dell'Industria 4.0 in Trentino

Come già anticipato nel Paragrafo 1.2, il quadro generale della meccatronica trentina restituisce uno scenario che vede le tecnologie legate all'I4.0 impiegate dall'80% delle imprese.

Come si può vedere nel Grafico 3, il quale fornisce una fotografia ad oggi di quelle che sono le tecnologie I4.0 adottate dalle imprese trentine, la tendenza attuale è quella ad investire soprattutto nelle tecnologie legate all'integrazione di componenti cosiddetti "smart" che permettono lo scambio di informazioni automatizzato secondo i principi dell'*Internet of Things* (IoT, 64%) e nel *cloud computing* (63%). Continuando a guardare il grafico sotto è possibile, infatti, vedere che tra i rispondenti alla survey l'attenzione più alta è rivolta alle tecnologie relative all'informazione, a partire dalla raccolta dati, alla relativa memorizzazione degli stessi, fino ad arrivare all'implementazione di tecnologie in grado di analizzare dati in tempo reale. Naturalmente quest'ultima richiede un certo grado di avanzamento tecnologico e competenze cumulate ed infatti presenta una percentuale di adottanti molto inferiore rispetto alle tecnologie di raccolta dati (circa il 30% verso oltre il 60%).

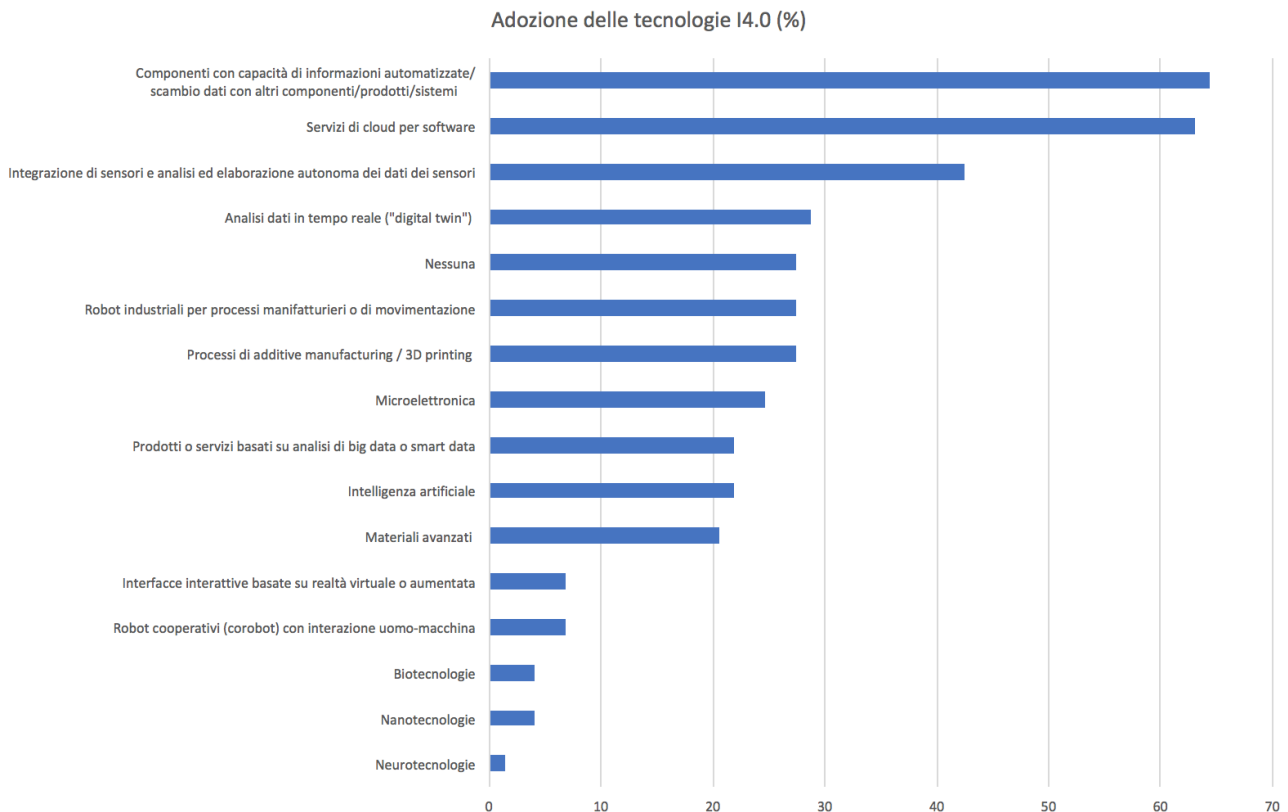


Grafico 3 – Adozione delle tecnologie I4.0 in percentuale sul totale del campione.

Anche dalle 7 interviste *face to face* è emerso la crescente centralità assunta da tali tecnologie. Due sono gli ambiti di applicazione principale: all'interno dei processi produttivi e di logistica, si pensi ad esempio ai magazzini automatizzati e alla messa in sicurezza del personale operaio; all'interno del portafoglio di soluzioni al cliente, dove i prodotti dotati di sensori che permettono la raccolta dei dati e la loro elaborazione in maniera automatizzata spesso offrono al cliente servizi di manutenzione predittiva ad alto valore aggiunto.

Riguardo le prospettive di investimento futuro, dalle risposte del questionario emerge che nei prossimi 3 anni il 79% delle imprese continuerà ad investire in tecnologie I4.0, l'11% non sa, mentre solo il 10% prevede che non le adotterà sia nei propri prodotti che nei processi produttivi. Le imprese meccatroniche trentine denotano una propensione a rimanere competitive attraverso processi produttivi digitalizzati e/o incorporazione di elementi digitali nella loro offerta al cliente.

Sembrano pertanto intenzionate anche nel prossimo futuro a voler tenere il passo con la corrente trasformazione tecnologica, che se sfruttata a pieno potrebbe posizionarle sulla frontiera tecnologica.

Guardando alle categorie di tecnologie che sembrano essere maggiormente di interesse per le imprese del campione, la direzione sembra essere quella di rafforzare lo scenario già presente. Infatti, come si evince dal Grafico 4, circa la metà delle imprese meccatroniche programma di continuare ad investire in componenti e sensori con capacità di raccolta e scambio di informazioni automatizzata e ad elaborazione autonoma dei dati (rispettivamente il 52% e il 48%), e in servizi di *cloud* e analisi dati (48%).

Nonostante alcune tecnologie possano risultare significative per una meccatronica d'avanguardia, solo una contenuta porzione di imprese dichiara di avere in programma di investirvi nel prossimo futuro. Alcuni esempi sono i robot industriali (34%), l'analisi di *big data* (33%), il *digital twin* (33%), l'*additive manufacturing* (30%), i materiali avanzati (27%) e la microelettronica (23%). Tecnologie chiave dell'I4.0 dotate di grandi potenzialità, come ad esempio l'intelligenza artificiale e la realtà virtuale o aumentata, sono anch'esse nella prospettiva di una ristretta percentuale di imprese del macrosettore della meccatronica trentina (14% e 12% rispettivamente).

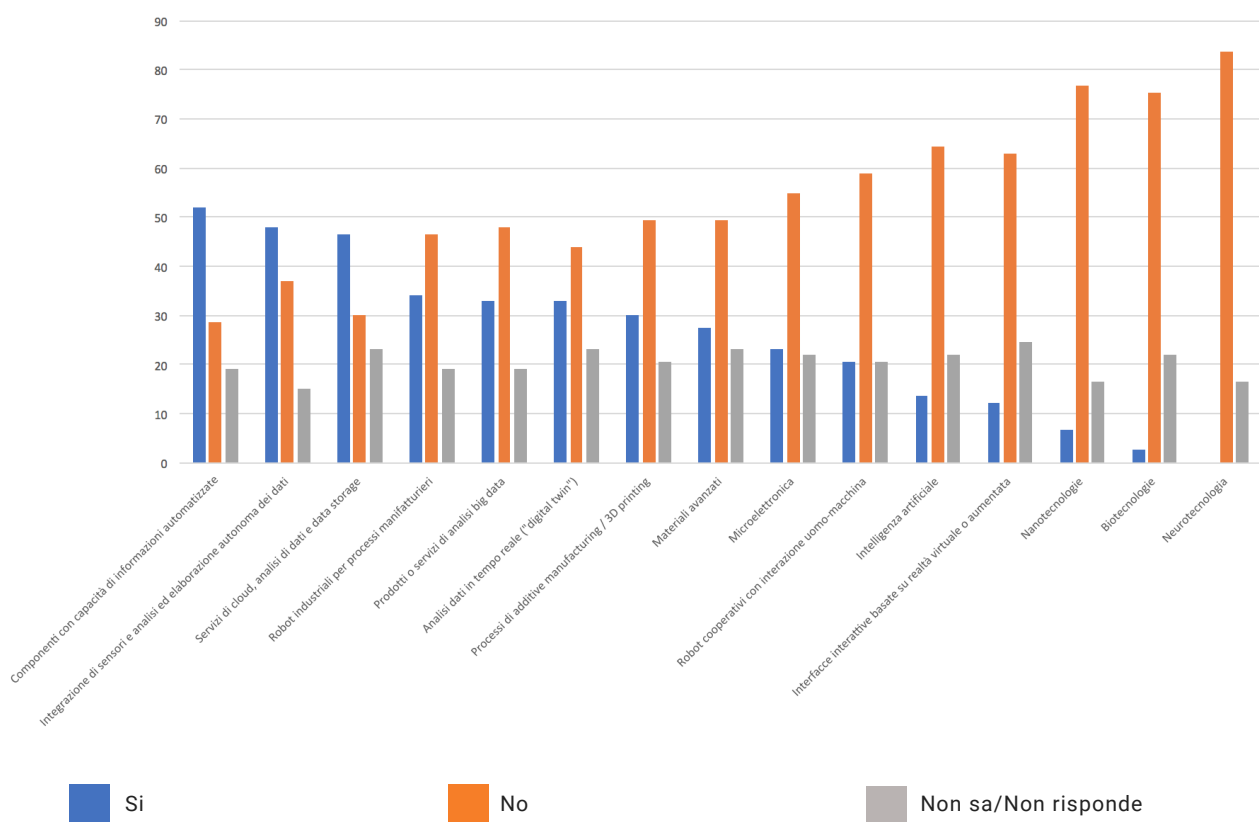


Grafico 4 – Tecnologie I4.0 in cui le imprese pianificano di investire nei prossimi 3 anni (in percentuale).

In generale, queste tecnologie rappresentano delle opportunità significative al fine di ridurre costi di produzione e rendere i processi più automatizzati. È vero anche che la “costellazione” di tecnologie legate alla manifattura intelligente è prerogativa soprattutto delle grandi imprese, le quali hanno barriere di costo e di assorbimento delle tecnologie inferiori rispetto alle PMI (Martinelli et al., 2019). In un contesto come quello trentino costituito quasi interamente da PMI, la situazione dell’integrazione di tecnologie I4.0 appare comunque buona, con prospettive di continuità anche nel prossimo futuro.

Una maggior consapevolezza da parte delle imprese sulle misure presenti sul territorio ed offerte dalle istituzioni locali a favore della transizione digitale potrebbe dare maggior propulsione alle imprese ad investire e avvantaggiarsi delle opportunità che utilizzare tali artefatti potrebbe aprire, sia a livello individuale che sistemico.

A tal proposito, a livello nazionale nell’ambito del “Piano nazionale Transizione 4.0”⁽⁶⁾, sono stati istituiti dei Digital Innovation Hub ⁽⁷⁾ (DIH) volti a stimolare e promuovere la domanda di innovazione da parte del sistema produttivo e aiutare le imprese ad approcciarsi a temi come la digitalizzazione e l’I4.0, rendendole più consapevoli del fenomeno. Questi centri sono supportati dall’associazione di categoria Confindustria, in particolare a livello provinciale trentino da parte di Confindustria Trento ⁽⁸⁾, offrendo servizi di formazione sull’adozione di tecnologie I4.0 e agevolando il collegamento tra industria e ricerca ⁽⁹⁾. A tal proposito, dal questionario emerge che dal lato delle imprese vi è domanda per opportunità di formazione legate all’I4.0, infatti il 45% delle stesse sono interessate a corsi in materia, soprattutto legate all’intelligenza artificiale.

⁶ <https://www.mise.gov.it/index.php/it/transizione40>.

⁷ Avviati nel 2015 da parte del Ministero dello Sviluppo Economico nell’ambito del “Piano Industria 4.0” (fonte: https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf) e divenuto nel novembre 2020 “Piano nazionale Transizione 4.0”.

⁸ Inoltre, Confindustria Trento, assieme a FBK e altri soggetti, ha presentato la candidatura alla Commissione Europea per la costituzione di un European Digital Innovation Hub (EDIH) nella Provincia di Trento nell’ambito del programma Horizon 2020 (<http://preparatialfuturo.confindustria.it/digital-innovation-hub/cosa-sono/>).

⁹ <http://preparatialfuturo.confindustria.it/dih/trentino-alto-adige/>.

Incrociando questo dato con la bassa propensione ad investire nel prossimo futuro in intelligenza artificiale, ricordiamo un 60% delle imprese che non intende investire in tale tecnologia, potremmo pensare che la resistenza derivi soprattutto dalla mancata conoscenza del relativo valore della tecnologia stessa.

A fianco dei DIH, si inseriscono anche i *competence center*, anch'essi rientranti nel "Piano nazionale Transizione 4.0" previsto dal Ministero dello Sviluppo Economico per la transizione dovuta alla quarta rivoluzione industriale. Nel Triveneto è stato costituito SMOACT (10), un partenariato pubblico privato formato da 8 Università (tra cui quella di Trento), due enti di ricerca (tra cui la Fondazione Bruno Kessler) e 29 aziende private, che oltre a fornire servizi per aumentare la consapevolezza delle imprese nei confronti dell'I4.0, ha in programma di insediare un laboratorio dimostrativo "Live Demo" sulle tecnologie 4.0 in Trentino (11).

In generale, emerge lo sforzo congiunto tra enti pubblici e privati nel muoversi in direzione dell'attuale trasformazione tecnologica, nonostante gli effetti di tale sinergia siano tuttora in fase di delineazione.

10 <https://www.smact.cc/>.

11 <http://www.confindustria.tn.it/SMOACT-Competence-Center>.

3. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Grazie all'analisi effettuata è stato possibile comprendere se e quali sono i punti di forza e debolezza dell'ecosistema innovativo trentino collegati alla transizione 4.0, che si concretizza nell'introduzione di tecnologie abilitanti in grado di automatizzare i processi produttivi manifatturieri. In particolare, focalizzandosi sul comparto della meccatronica trentina, lo scenario che appare mostra un sistema di imprese che innova, sia a livello di prodotto che di servizi, ma che non sfrutta a pieno le sinergie che le collaborazioni porterebbero portare.

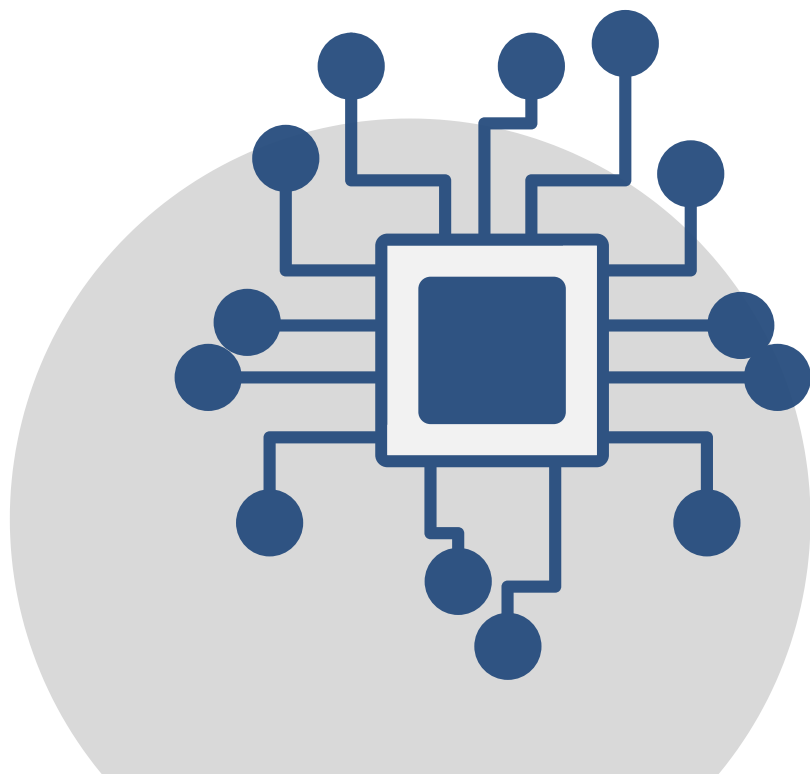
Come si è visto, vi sono degli attori che favoriscono l'innovazione, il trasferimento di conoscenze e abilitano alla diffusione di tecnologie I4.0, quali l'Università di Trento, il Polo Meccatronica e il laboratorio di prototipazione e trasferimento tecnologico ProM Facility.

Nonostante la scarsa conoscenza di iniziative provinciali a favore dell'I4.0, le imprese meccatroniche locali dimostrano la volontà e la prontezza ad investire in tecnologie digitali, ora come nel futuro. A questo si aggiungono strumenti promossi dal governo locale e nazionale, con la collaborazione di attori come Confindustria Trento e l'Università di Trento, messi a disposizione delle imprese per meglio delineare e attuare delle strategie di creazione di valore collegate all'I4.0, come i DIH e i *competence center*.

Questo lavoro è stato in grado anche di comprendere quali sono gli interessi di applicazione delle tecnologie I4.0 da parte delle imprese nei prossimi 3 anni. Queste informazioni permettono di definire e suggerire strategie di diffusione delle tecnologie I4.0, le quali, come dimostrato dall'analisi, sembrano giocare un ruolo chiave nella capacità competitiva delle imprese stesse.

Tuttavia, in questo contesto caratterizzato da un sistema di imprese innovative, si presentano nuove sfide legate all'avvento del COVID-19, aprendo ad uno scenario di sviluppo e crescita incerto.

A tal proposito, da uno studio del World Economic Forum (2020) emerge che le imprese che in maniera lungimirante hanno investito in tecnologie manifatturiere avanzate hanno potuto affrontare questo shock in maniera più resiliente. Alla luce di ciò, quanto analizzato finora getta solo le basi per comprendere gli sviluppi futuri in termini di trasformazione digitale delle imprese e dei sistemi territoriali nelle quali sono inserite, facendo sorgere nuovi interrogativi legati all'evoluzione dell'ondata tecnologica in corso.



BIBLIOGRAFIA

Antares (2004). *Il distretto della meccatronica di Reggio Emilia*. Antares.
<http://antares.criad.unibo.it/documenti/RAPPORTO%20DEFINITIVO%20PUBBLICAZIONE.pdf>

Antares (2016). *Il cuore industriale della meccatronica in Italia*. Antares per Unindustria Reggio Emilia.
<http://antares.criad.unibo.it/documenti/La%20meccatronica%20in%20Italia.pdf>

Banca Mondiale (2017). *Trouble in the Making?: The Future of Manufacturing-led Development*. World Bank Publications.

Becattini, G. (1990). The Marshallian industrial district as a socio-economic notion. *Industrial districts and inter-firm co-operation in Italy*, 37-51.

Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., & Rickne, A. (2002). *Innovation systems: analytical and methodological issues*. *Research policy*, 31(2), 233-245.

Cusumano M.A., Kahl S.J. & Suarez F.F. (2015), Services, industry evolution, and the competitive strategies of product firms, *Strategic management journal*, 36, 4: 559-575.

Florio, M., Pellegrin, J., & Sirtori, E. (2014). *Research intensive clusters and regional innovation systems: A case study of Mechatronics in Apulia*. Csil Milano.

Glaeser, E. L. (1998). Are cities dying?. *Journal of economic perspectives*, 12(2), 139-160.

Gruppo CLAS (2009). *La competitività nell'eccellenza*. Camera di Commercio Milano.

Martinelli, A., Mina, A., & Moggi, M. (2019). *The enabling technologies of industry 4.0: Examining the seeds of the fourth industrial revolution* (No. 2019/09). LEM Working Paper Series.

Plechero, M. (2018). Fuori dalla crisi: la capacità competitiva delle imprese del distretto della meccatronica vicentina. *Mechatronics*, 36(107).

Porter, M. E. (1998). *Clusters and the new economics of competition* (Vol. 76, No. 6, pp. 77-90). Boston: Harvard Business Review.

Porter, M.E. and Heppelmann J.E. (2014), How smart, connected products are transforming competition, *Harvard Business Review*, 92, 11: 64-88.

Santini, E. (2020). *Le Pmi e la rivoluzione digitale: Strategie, rischi e opportunità*. FrancoAngeli: Milano.

World Economic Forum. (2020). The Impact of COVID-19 on the Future of Advanced Manufacturing and Production: Insights from the World Economic Forum's Global Network of Advanced Manufacturing Hubs. <https://www.weforum.org/reports/the-impact-of-covid-19-on-the-future-of-advanced-manufacturing-and-production-insights-from-the-world-economic-forum-s-global-network-of-advanced-manufacturing-hubs>

