



ECONOMIA MARCHE Journal of Applied Economics

Vol. XXXVII, No. 1, June 2018

Il piano Impresa 4.0 e competitività delle medie imprese manifatturiere: una prima analisi firm-level

E. Cassetta *Università degli Studi di Udine*

M. Pini *Unioncamere-Si.Camera*

Sommario

Numerose aspettative per un effettivo rilancio del sistema manifatturiero italiano sono riposte sul piano nazionale Industria 4.0, recentemente rinominato in Impresa 4.0. A fronte di una serie di studi che ne descrivono gli obiettivi e i primi risultati a livello generale, sono ancora pochi i contributi che cercano di analizzare gli effetti a livello di impresa delle misure adottate. Il presente lavoro propone una prima indagine empirica sull'impatto dell'adozione di Impresa 4.0 sulle performance economiche attese delle medie imprese manifatturiere italiane. I risultati dell'analisi, condotta attraverso un modello probit su un campione statisticamente significativo di 500 imprese italiane, mostrano come gli investimenti in Impresa 4.0 realizzati per motivazioni di efficienza interna hanno un effetto positivo sulla probabilità di un aumento del fatturato complessivo e dell'export, rispetto agli investimenti giustificati da fattori esterni riconducibili alla necessità di soddisfare le esigenze dettate da fornitori e dalla clientela o alla mera disponibilità di incentivi. Sotto il profilo di policy, le risultanze dello studio, sebbene preliminari, evidenziano l'opportunità di abbinare alle misure di Impresa 4.0 politiche volte a favorire un più ampio cambiamento organizzativo come presupposto per una maggiore efficacia delle risorse impiegate.

Classificazione JEL: *L23; L25; L52; L6; O33.*

Parole Chiave: *Industria 4.0, Impresa 4.0, Competitività, Settore Manifatturiero, Medie Imprese.*

Affiliazione e ringraziamenti

Marco Pini (corresponding author), Unioncamere-Si.Camera, Via Nerva 1, 00187 Roma. E-mail: m.pini@sicamera.camcom.it; Ernesto Cassetta, Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche, Università degli Studi di Udine, Via Tomadini 30/A, 33100 Udine. E-mail: ernesto.cassetta@uniud.it. Gli autori ringraziano Giacomo Giusti per il prezioso supporto nella costruzione del database.

Citazione dell'articolo

Cassetta E. and Pini M. (2018), Il piano Impresa 4.0 e competitività delle medie imprese manifatturiere: una prima analisi firm-level, *ECONOMIA MARCHE Journal of Applied Economics*, XXXVII(1): 34-63.

1. Introduzione

Negli ultimi anni, il dibattito sul ruolo dell'industria manifatturiera nei processi di crescita e sulle politiche economiche necessarie al suo rilancio ha progressivamente attribuito una crescente rilevanza alle opportunità legate all'integrazione delle tecnologie digitali nei processi produttivi e all'impiego in tempo reale di masse enormi di dati rese disponibili dalla capillare diffusione di internet (Losurdo e altri, 2018; Re e altri, 2016; Pontarollo, 2016). La trasformazione in senso digitale dell'organizzazione della produzione, le cui caratteristiche essenziali sono rappresentate da modelli di produzione estremamente flessibili, manifattura di beni altamente personalizzati, integrazione fra produttori, clienti e partner commerciali nei processi di progettazione e creazione di valore e confini labili tra beni fisici e servizi, è di norma ricondotta al concetto di quarta rivoluzione industriale, per evidenziarne una portata che interessa potenzialmente l'intero tessuto economico e sociale (Crnjac e altri, 2017; Schwab, 2016; Marini, 2016). Nella prospettiva descritta, numerosi Paesi hanno progressivamente posto la trasformazione digitale delle imprese e dei processi produttivi al centro delle proprie strategie di ammodernamento e di rilancio della competitività dell'industria manifatturiera (Geissbauer e altri, 2016; European Commission, 2017b). Piani strategici a livello nazionale finalizzati a stimolare la progressiva digitalizzazione dei processi produttivi sono stati adottati, fra gli altri, negli Stati Uniti (Advanced Manufacturing Partnership e Manufacturing USA), in Cina (Made in China 2025 e Internet Plus), in Giappone (Industrial Value Chain Initiative), in Corea del Sud (Strategy for Manufacturing Industry Innovation 3.0), in Germania (Industrie 4.0), in Francia (Industrie du Futur), in Spagna (Industria Conectada 4.0), nel Regno Unito (High Value Manufacturing Catapult) e nei Paesi Bassi (Smart Industry). In Italia, il piano nazionale "Industria 4.0", recentemente rinominato "Impresa 4.0", è stato implementato nel 2017 con la finalità di accrescere la competitività del sistema produttivo italiano stimolando gli investimenti delle imprese, la creazione e lo sviluppo di capacità e competenze nelle nuove tecnologie e le attività di R&S (ISTAT, 2018). Sebbene condividano l'obiettivo di fondo di un incremento della capacità competitiva del settore industriale, le misure attivate si caratterizzano per una pluralità di approcci con riferimento alle tecnologie target, ai principali destinatari degli interventi, ai modelli di finanziamento e alle risorse impegnate.

Con specifico riferimento al piano "Impresa 4.0", l'impostazione del programma di intervento è di natura orizzontale non privilegiando specifici ambiti tecnologici, settori di attività o particolari categorie di imprese e si muove inoltre secondo una logica bottom-up in base alla quale gli incentivi agli investimenti privati in nuove tecnologie e processi innovativi sono corrisposti in maniera automatica. Il programma "Impresa 4.0" include differenti misure (Ministero dello Sviluppo Economico, 2018): incentivi fiscali destinati agli investimenti (iper e super ammortamento), all'uso della proprietà intellettuale (Patent Box), alla presenza di *private equity*, ai salari di produttività e alle spese in attività di R&S; contributi e agevolazioni per l'accesso al credito per investimenti in macchinari e beni capitali impiegati nella produzione e nelle tecnologie digitali (legge "Nuova Sabatini"); lo sviluppo di tre piattaforme per lo sviluppo delle competenze relative alle nuove tecnologie ("Hub dell'innovazione digitale", "Centri di competenza e innovazione", "Digital Business Point").¹ Quanto alle aree tecnologiche, il programma identifica una serie di tecnologie digitali avanzate, definite abilitanti, la cui adozione dovrebbe consentire una trasformazione effettiva dei processi produttivi nella direzione auspicata: automazione avanzata e robotica, manifattura additiva, realtà aumentata, simulazione, integrazione

¹ <http://www.sviluppoeconomico.gov.it/index.php/it/industria40>.

orizzontale e verticale, internet delle cose, cloud, cybersecurity, big data e analytics. È stato stimato che nel 2016 il mercato dei progetti di Industria 4.0 è ammontato a circa 1,7 miliardi di euro, che salgono a 2 miliardi se si considerano anche i 300 milioni di euro di indotto relativi a progetti tradizionali di innovazione digitale (di Milano, 2017).

A fronte di una serie di studi che ne descrivono gli obiettivi e i primi risultati a livello generale,² sono invece pochi i contributi che analizzano gli effetti indotti dagli investimenti realizzati nell'ambito da tali programmi a livello di impresa. Nella letteratura economica e manageriale, sono tuttavia diversi gli studi che si propongono di indagare l'impatto economico dell'adozione e dell'uso delle tecnologie digitali sulla crescita dell'impresa, sulla produttività, sul miglioramento dei processi industriali e sullo sviluppo di prodotti e servizi innovativi (Liao e altri, 2016). A livello di impresa, le stime empiriche raggiungono risultati contrastanti. Tali differenze possono trovare giustificazione nella necessità di tenere conto delle specificità che caratterizzano le singole realtà e, in particolare, dalla loro capacità di modificare la propria struttura produttiva e organizzativa in modo tale da poter beneficiare pienamente delle opportunità offerte dalle tecnologie digitali.

Alla luce di quanto osservato, il presente lavoro intende fornire una prima valutazione dell'impatto delle misure contenute nel Piano Industria 4.0 sulle performance economiche attese delle medie imprese manifatturiere italiane sia in termini di fatturato complessivo che di export. Nello specifico, si intende testare l'ipotesi secondo cui gli effetti attesi delle tecnologie abilitanti oggetto del Piano Industria 4.0 dipendono dalle motivazioni specifiche dell'investimento, ovvero dall'opportunità di collocare tali investimenti nell'ambito di un più ampio processo di riorganizzazione interna, piuttosto che essere determinati dalla mera presenza di incentivi o da richieste esterne di clientela e fornitori. In questa prospettiva, i risultati dello studio offrono ulteriore supporto agli studi che evidenziamo come affinché le tecnologie digitali avanzate possano avere un impatto positivo sono richiesti concomitanti cambiamenti organizzativi interni e una attenta verifica della connessione fra le alternative tecnologiche e la tipologia di attività e di imprese coinvolte.

L'articolo è organizzato come segue. Il paragrafo 2 espone il quadro concettuale dell'analisi e il background teorico di riferimento, soffermandosi in particolare sugli effetti dell'adozione delle tecnologie digitali a livello di impresa. Il paragrafo 3 illustra la strategia empirica utilizzata, mentre il paragrafo 4 descrive la base di dati e le variabili. Il paragrafo 5 analizza i risultati della stima empirica e ne discute le principali implicazioni sotto il profilo di policy. Il paragrafo 6 conclude ed esamina alcune limitazioni dello studio, unitamente alle opportunità di ricerca futura.

2. Il quadro teorico di riferimento

Sotto il profilo teorico, l'impatto atteso degli investimenti in tecnologie digitali avanzate promossi dal programma Impresa 4.0 può essere analizzato nell'ambito del più ampio filone di studi che ha come oggetto l'approfondimento della relazione fra l'adozione e l'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) e dei loro effetti sull'organizzazione dei processi produttivi e sulla performance delle imprese. Si tratta di un'area di ricerca estremamente

² A livello nazionale, l'ISTAT ha effettuato delle stime di impatto macroeconomico degli effetti sugli investimenti e sulla crescita economica nel biennio 2018-2019, oltre che sulla spesa incrementale in R&S (ISTAT, 2018, , pp.103-129). Analisi territoriali sul grado di conoscenza e adozione delle misure di Impresa 4.0 sono state recentemente effettuate da Cucculelli e Lena (2017) con specifico riferimento alla regione Marche.

feconda che si è solo recentemente arricchita di una prospettiva di analisi firm-level non strettamente legata alle sole problematiche di adozione, ma tesa a valutare, in presenza di forti eterogeneità, il ruolo delle tecnologie digitali sulla crescita e sulla performance economica. Come in precedenza osservato, l'impatto economico delle ICT è stato ampiamente dibattuto in letteratura (Evangelista e altri, 2014; OECD, 2013, 2016, 2017; Spiezia, 2012).

Numerosi lavori hanno concentrato l'attenzione sull'analisi degli effetti aggregati a livello nazionale, regionale o settoriale dell'adozione delle ICT in termini di produttività, performance economiche, innovazione e crescita delle esportazioni (Andrews e altri, 2015; Cardona e altri, 2013; Freund e Weinhold, 2004; Guerrieri e Meliciani, 2005; Jorgenson e K., 2007; OECD, 2013; Portugal-Perez e Wilson, 2012). Gli studi firm-level hanno invece prevalentemente indagato le determinanti dell'adozione delle ICT, sottolineando il ruolo di variabili quali le dimensioni, l'età, i livelli di produttività, l'intensità di utilizzo, le competenze e le risorse tecnologiche come fattori chiave per spiegare le differenze e l'eterogeneità fra le imprese nei processi di digitalizzazione della propria organizzazione produttiva (Bayo-Moriones e Lera-López, 2007; Bertschek e altri, 2013; Brynjolfsson e Hitt, 2000; Guerrieri e altri, 2011; Hollenstein, 2004; Kretschmer, 2012; Taylor, 2015).

Sebbene in generale l'adozione delle tecnologie digitali mostri di contribuire positivamente alla crescita del fatturato, alla produttività, al miglioramento dei processi industriali e allo sviluppo di prodotti e servizi innovativi (Liao e altri, 2016), le evidenze empiriche sugli effetti degli investimenti in tecnologie digitali sulle performance economiche rimangono contraddittori, probabilmente anche a ragione della difficoltà di separare lo specifico impatto di tali investimenti rispetto al complesso delle scelte aziendali (Liu e altri, 2013; Devaraj e Kohli, 2003).

Ad indagare i meccanismi e le modalità attraverso cui l'adozione e l'utilizzo delle tecnologie digitali possono contribuire a migliorare la competitività e le performance delle imprese è stata soprattutto la letteratura manageriale e di marketing. Nell'ambito di questo filone di studi si è sempre più evidenziato come l'impatto a livello di impresa dipenda non tanto e non solo dagli investimenti in capitale tecnologico e in capitale umano con competenze adeguate, ma dalla necessità di concomitanti cambiamenti organizzativi che consentano di integrare le tecnologie digitali all'interno dei processi aziendali e di modificare questi ultimi in modo tale da poter beneficiare di eventuali effetti sinergici (Bianchi e Mathews, 2016; Jean, 2007; Díaz-Chao e altri, 2015; Jones e altri, 2014; Moen e altri, 2008). Tale aspetto è tanto più evidente se si considera che molte tecnologie digitali sono ormai standardizzate (si pensi ad esempio ai software gestionali di Efficient Resource Planning e Customer Relationship Management) e facilmente accessibili da parte delle imprese. In una prospettiva teorica estesa della resource based view ampliata per tenere conto delle relazioni di filiera con i fornitori e i clienti, le tecnologie digitali possono essere fattori di competitività solo se implementate nell'ambito delle specifiche competenze dell'impresa (Jin e altri, 2014). Sotto questa prospettiva, il potenziale impatto positivo delle tecnologie digitali appare legato alla necessità di realizzare ulteriori investimenti in risorse complementari che dipendono tuttavia dalle caratteristiche specifiche dell'impresa sia all'interno che nei rapporti acquirente-fornitore e che possono nel lungo periodo determinare un progressivo miglioramento nell'integrazione delle tecnologie digitali nei processi organizzativi e nella la condivisione di informazioni tra imprese (Fawcett e altri, 2011; Ashurst e altri, 2012; Brynjolfsson e Hitt, 2000). Non solo, ma è la struttura organizzativa e il livello e il tipo di competenze di cui l'impresa dispone ad influenzare la sua stessa capacità di assimilare e utilizzare la conoscenza che si sviluppa nell'ambiente esterno, come clienti, fornitori, o partner commerciali (Cohen e Levinthal, 1990).

Le modalità attraverso cui le tecnologie digitali sono integrate nei processi produttivi esistenti

è dunque estremamente importante poiché spesso comportano cambiamenti organizzativi o promuovono l'innovazione, interagendo così con altre attività aziendali e contribuendo congiuntamente alla produttività e alla competitività dell'impresa (OECD, 2016). L'introduzione delle tecnologie digitali può spesso implicare l'implementazione di innovazioni di prodotto o di processo, la riprogettazione dei processi aziendali e l'adozione di nuovi metodi di marketing, oltre a significativi cambiamenti organizzativi all'interno di un'organizzazione e tra aziende (Brynjolfsson e Hitt, 2003; Cardona e altri, 2013; Spiezia, 2012). Morgan-Thomas (2016) ha evidenziato come sono in particolare le imprese di piccola e media dimensione a ignorare spesso il contesto specifico in cui le tecnologie digitali sono applicate, non riuscendo a considerarle come parte integrante dei processi aziendali e delle proprie pratiche commerciali.

Sotto un differente profilo, occorre poi tenere conto che le analisi empiriche si sono spesso focalizzate sulle tecnologie basate su applicazioni Internet, come siti web, commercio elettronico e social media (Bianchi e Mathews, 2016; Pickernell e altri, 2013; Kim e altri, 2013) e, in misura minore, sulle tecnologie più avanzate, quali ERP, CRM, cloud computing, e servizi e-business (Ross e Blumenstein, 2015; Cassetta e altri, 2016). Minore attenzione hanno al contrario ricevuto le tecnologie connesse all'automazione industriale e alla robotica, nella maggior parte dei casi analizzate nella prospettiva di comprendere gli effetti rispetto ai mutamenti indotti nel mercato del lavoro (Caravella e Menghini, 2018). Il processo di digitalizzazione è in realtà un fenomeno assai complesso (Yoo e altri, 2010; Cassetta e altri, 2017), che coinvolge a livello di singola impresa molti aspetti che vanno dal semplice acquisto di nuovi software sino all'utilizzo di prodotti digitali per ridisegnare processi esistenti e ridefinire i flussi informativi all'interno e nella catena di fornitura dell'impresa (OECD, 2014; Yoo e altri, 2012). Diversi tipi di tecnologie digitali potrebbero dunque avere effetti eterogenei sulla performance di un'impresa (Bloom e altri, 2014; Garicano e Rossi-Hansberg, 2006). Va peraltro osservato come in generale le piccole e medie imprese siano in ritardo nell'adozione e nell'utilizzo delle tecnologie digitali (European Commission, 2017a; Pini e Quirino, 2016), nonostante i benefici siano ritenuti comparativamente maggiori soprattutto con riferimento alle opportunità di internazionalizzazione (Oviatt e McDougall, 2005; Reuber e Fischer, 2011; Kevin Tseng e Johnsen, 2011).

Quanto nel complesso osservato supporta l'argomentazione secondo cui, con l'aumentare della gamma di scelte tecnologiche, diventa più importante la necessità di cambiamenti interni simultanei, nonché una valutazione puntuale della coerenza delle alternative tecnologiche rispetto alla tipologia di business coinvolta, al settore di attività e all'ambiente competitivo. Tale dinamica riguarda in particolare le tecnologie digitali avanzate che non andrebbero pertanto considerate semplicemente come strumenti da applicare, ma come processi da sviluppare (Li e Ye, 1999; Trainor e altri, 2011). Le opportunità offerte dalle tecnologie digitali possono essere massimizzate solo quando queste sono incorporate in pratiche e processi organizzativi, o utilizzate insieme alle altre risorse uniche all'interno dell'azienda (Brynjolfsson e Hitt, 2000; Powell e Dent-Micallef, 1997; Booth e Philip, 1998; Barney, 2001; Li e Ye, 1999; Tippins e Sohi, 2003; Spiezia, 2012; Bianchi e Mathews, 2016).

3. La strategia empirica

3.1. Il modello di stima

Sotto il profilo metodologico, la valutazione dell'impatto degli investimenti realizzati nel programma Impresa 4.0 fino all'anno 2016 pone una serie di problematiche principalmente legate all'orizzonte temporale in cui gli effetti di tali investimenti possono dispiegarsi. D'altra parte, la recente introduzione del programma Impresa 4.0 non consente ancora di analizzarne gli effetti di medio-lungo periodo. Una prima valutazione non può dunque che coinvolgere l'impatto atteso di breve periodo, rimandando ad approfondimenti successivi l'analisi degli effetti di medio termine.³ Alla luce di quanto osservato, l'analisi empirica si concentra sugli effetti attesi nel 2017 degli investimenti realizzati dalle medie imprese manifatturiere italiane fino al 2016. La stima è effettuata sulla base dei seguenti modelli probit:

$$P(Y_i = 1 | IND40_i, S_i) = \phi(\beta_0 + \beta_i IND40_i + \beta_2 S_i) \quad (1)$$

$$P(Y_i = 1 | IND40eff_i, IND40fatt_i, S_i) = \phi(\beta_0 + \beta_1 IND40eff_i + \beta_1 IND40fatt_i + \beta_2 S_i) \quad (2)$$

$$P(Y_i = 1 | IND40rob_i, IND40norob_i, S_i) = \phi(\beta_0 + \beta_1 IND40rob_i + \beta_1 IND40norob_i + \beta_2 S_i) \quad (3)$$

dove Y_i rappresenta, secondo le analisi riportate nella tabella 4 e 1 dell'Appendice, i seguenti indicatori di performance per l'impresa i -esima: i) la probabilità di aumento del fatturato (Tabella 3); ii) la probabilità di aumento dell'export (Tabella ?? Appendice). ϕ è la funzione cumulata di una normale standardizzata. Le variabili indipendenti comprendono: $IND40_i$ indica la variabile relativa all'adozione o meno delle misure di industria 4.0 da parte dell'impresa i -esima (modello 1); $IND40eff_i$ e $IND40fatt_i$ indicano le due variabili relative alle motivazioni, rispettivamente di efficienza interna all'azienda da un lato e quelle legate a fattori esterni (esigenze dettate da soggetti esterni quali fornitori, committenti, ecc.) dall'altro, dietro all'adozione delle misure di Industria 4.0 da parte dell'impresa i -esima (modello 2). $IND40rob_i$ è la variabile relativa agli investimenti in Industria 4.0 in robot e macchinari interconnessi da parte dell'impresa; $IND40norob_i$ si riferisce invece alle altre tipologie di investimenti in Industria 4.0 (big data; internet incorporato negli oggetti; integrazione delle informazioni con fornitori e clienti; gestione di dati in sistema di sicurezza delle operazioni; manifattura additiva stampanti 3D; realtà aumentata a supporto dei processi produttivi) (modello 3). S_i è il vettore di tutte le variabili di controllo: utilizzo delle tecnologie digitali, presenza nei mercati esteri, appartenenza ad un gruppo aziendale, impresa familiare, capitale umano, leverage, capital intensity, addetti, settore economico, localizzazione geografica, tipologia di attività svolta. Si tratta di tutte variabili binarie, ad eccezione di quelle relative al numero di addetti, al leverage e al capital intensity che sono continue.

3.2. La base dati

Le elaborazioni sono state condotte su un dataset relativo ai risultati di un'indagine Unioncamere svolta con metodo CATI all'inizio del 2017 su un campione di 500 medie imprese manifatturiere italiane, statisticamente significativo del corrispondente universo formato da 3.376 unità. L'individuazione delle medie imprese ha tenuto conto non solo della dimensione

³ Con specifico riferimento alle analisi firm-level, escludendo, ad esempio, modelli di previsione di impatto macroeconomico.

occupazionale (50-499 addetti) ma anche di un range in termini di fatturato (15-330 milioni di euro). Il questionario della rilevazione è centrato principalmente sui seguenti temi: caratteristiche strutturali⁴ dell'impresa (numero di addetti, settore economico, proprietà e governance familiare, appartenenza ad un gruppo aziendale, ecc.); andamenti economici (fatturato, export); internazionalizzazione; uso delle tecnologie digitali. Una sezione del questionario è dedicata ai rapporti dell'impresa con Industria 4.0: stato di adozione delle misure da parte dell'impresa, motivazioni e aree di investimento. Per tenere conto anche di variabili di bilancio aziendale ai fini delle analisi econometriche, sono state effettuate operazioni di record-linkage con la banca dati AIDA.

3.3. Descrizione delle variabili

3.3.1. Variabili dipendenti

Le performance delle imprese sono state misurate attraverso due variabili: i) l'aumento atteso del fatturato nel 2017; ii) l'aumento atteso dell'export nel 2017. Sebbene vi possa essere una stretta relazione tra di esse,⁵ si è voluto comunque analizzare più specificatamente la competitività internazionale delle medie imprese. L'indicatore scelto al riguardo (aumento dell'export) rappresenta una delle varie forme di misurazione dell'export performance, da considerarsi al pari di altre⁶ quali export profit level, export sales volume ed export profit contribution (Leonidou e altri, 2002). A riguardo, Zucchella e altri (2007) definiscono tre dimensioni dell'export: 1) geographic scope (numero di paesi di esportazione); 2) precocity and speed of foreign sales (early start of international activities); 3) export intensity (quota di export sul totale delle vendite).

Recenti studi a livello internazionale hanno preso in considerazione proprio l'aumento delle vendite estere (Bianchi e altri, 2017), anche se per l'Italia diverse ricerche si sono basate maggiormente sulla quota di vendite all'estero sul totale delle vendite (Basile, 2001; Majocchi e altri, 2005; D'Angelo, 2012). Si precisa che visto che l'indagine è stata svolta agli inizi del 2017, le informazioni sull'aumento del fatturato e delle vendite estere desunte dall'indagine fanno riferimento a previsioni per l'anno in corso.

3.3.2. Variabili su Impresa 4.0

Il comportamento delle imprese rispetto a Industria 4.0 è stato analizzato innanzitutto attraverso una variabile dummy che prende valore 1 se l'impresa ha introdotto misure previste dal programma e sta portando avanti progetti sul tema e 0 in caso contrario. Rispetto alla variabile dipendente (aumento fatturato/aumento export nel 2017), si può considerare almeno un anno di lag in quanto si tratta di misure già adottate dall'impresa a fine 2016. L'analisi su Impresa 4.0 si è sviluppata ulteriormente su due fronti. Il primo concerne le motivazioni che hanno spinto l'impresa ad investire in Impresa 4.0 attraverso la costruzione di due variabili dummy: la prima ha valore 1 nel caso in cui l'impresa abbia investito per motivi di efficienza interna all'azienda; la seconda ha valore 1 nel caso in cui i motivi siano ascrivibili a fattori esterni in

⁴ Alcune delle informazioni di carattere strutturale, quali ad esempio il settore di attività e la localizzazione, sono desunte dai dati di archivio.

⁵ Correlazione = 0,594 ($p < 0,01$). Tra le imprese che si attendono il fatturato in aumento esiste comunque un 25% di casi in cui non corrisponde un contestuale incremento dell'export.

⁶ Katsikeas e Morgan (2000) hanno sottolineato che nessuna misurazione andrebbe considerata superiore alle altre.

quanto dettati da esigenze avanzate da soggetti esterni (fornitori, committenti, ecc.) all'azienda. Questo punto di vista vuole testare se anche con specifico riferimento a Impresa 4.0 vale quanto sottolineato in letteratura in merito al fatto che le innovazioni digitali per essere determinanti ai fini delle performance dell'impresa devono essere ben incorporate nei processi interni aziendali (Brynjolfsson e Hitt, 2000; Powell e Dent-Micallef, 1997; Booth e Philip, 1998; Barney, 2001; Li e Ye, 1999; Tippins e Sohi, 2003; Spiezia, 2012; Bianchi e Mathews, 2016).

Il secondo fronte di approfondimento invece riguarda il campo dell'investimento⁷ attraverso la costruzione di due variabili: la prima che prende valore 1 se l'impresa ha investito in robot e macchinari interconnessi volendo cogliere il ruolo dell'automazione vera e propria in questa quarta rivoluzione industriale, rispetto alle altre forme di investimento che riguardano maggiormente "soft" digital technologies;⁸ la seconda variabile invece ha valore 1 se l'impresa ha investito in ambiti di Industria 4.0 diversi da robot e macchinari interconnessi (big data; internet incorporato negli oggetti; integrazione delle informazioni con fornitori e clienti; gestione di dati in sistema di sicurezza delle operazioni; manifattura additiva stampanti 3D; realtà aumentata a supporto dei processi produttivi).

3.3.3. Variabili di controllo

Le stime sono state effettuate controllando per molteplici fattori. Uno riguarda la digitalizzazione dell'impresa in senso più generale rispetto agli investimenti in Industria 4.0. Si tratta dell'utilizzo delle più classiche tecnologie digitali quali web site, e-commerce, ecc. alla luce anche di recenti studi che hanno messo in relazione le performance di impresa proprio con l'uso di queste tecnologie (Hagsten e Kotnik, 2017; Bianchi e Mathews, 2016; Pickernell e altri, 2016; Cassetta e altri, 2016). Un altro fattore di controllo riguarda l'internazionalizzazione: si è utilizzata una variabile che prende valore 1 se l'impresa esporta e 0 in caso contrario, per tenere di conto dell'eventuale effetto "export-oriented" sulla crescita del fatturato totale.⁹

Tra le variabili di controllo si è tenuto conto anche della governance secondo due punti di vista. Il primo riguarda l'appartenenza ad un gruppo aziendale da parte dell'impresa, tenuto conto dell'ampio filone di ricerca sulle relazioni tra business group e firm performance (es. Carney e altri, 2011). Il secondo invece riguarda la natura familiare o meno dell'impresa, dato che anche questa caratteristica di impresa è stata a lungo indagata in letteratura tra le determinanti dei risultati economici (Anderson e Reeb, 2003; Dyer, 2006; Miller e altri, 2007; Sraer e Thesmar, 2007; Cucculelli, 2008; Saito, 2008; Cucculelli e Marchionne, 2012).

Un altro fattore di controllo è il capitale umano, in quanto trattasi di un aspetto a lungo studiato¹⁰ con risultati positivi come determinante della competitività delle imprese (Green, 1993; Mincer, 1997; Agarwala, 2003; Selvarajan e altri, 2007; Marimuthu e altri, 2009). Si è proceduto a costruire una variabile che tenesse conto sia della formazione aziendale interna sia delle relazioni dell'impresa con il mondo universitario volendo considerare anche i positivi effetti

⁷ L'indagine ha preso in esame le destinazioni degli investimenti come definito dal programma di Impresa 4.0 del Ministero dello Sviluppo Economico (<http://www.sviluppoeconomico.gov.it/index.php/it/industria40>).

⁸ La scelta di isolare l'automazione dal resto delle altre forme di investimento è stata dettata anche dal fatto che proprio gli investimenti in robotica sono l'ambito su cui ha puntato la maggior parte (52%) delle medie imprese che hanno già adottato le misure di Impresa 4.0.

⁹ Gli effetti positivi dell'export-oriented sono stati ampiamente dimostrati soprattutto con particolare riferimento alla produttività. Per una rassegna, cfr. Wagner (2007).

¹⁰ Per una ampia analisi sul significato di capitale umano e sul suo ruolo all'interno della teoria macroeconomica, cfr. Schultz (1993), Becker (1993), Mankiw e altri (1992).

di questa relazionalità nello sviluppo delle competenze aziendali e della capacità innovativa dell'impresa (Etzkowitz, 2003; Etzkowitz e Ranga, 2015).

Inoltre, sono state esaminate anche due variabili legate al bilancio aziendale: il leverage (debt/equity), tema su cui molti studi si sono cimentati nel comprendere se questo fattore abbia un effetto sulle performance delle imprese (Jensen e Meckling, 1976; Anderson e Reeb, 2003; El-Sayed Ebaid, 2009; Margaritis e Psillaki, 2010); e l'intensità di capitale (total asset per employee), utilizzata come determinante nello spiegare vari fenomeni attinenti alla competitività di impresa.¹¹

Infine, sono state inserite variabili di controllo relative alla localizzazione, alla dimensione in termini di numero di addetti, e al settore economico. Oltre al settore economico che è relativo alla classificazione delle attività economiche (Ateco, 2007)¹², si è aggiunta anche un'altra variabile di controllo relativa alla tipologia di attività dell'impresa secondo un diverso punto di osservazione: produzione e vendita di semilavorati; produzione e vendita di prodotti finiti; progettazione; altre tipologie di attività.

La descrizione di tutte le variabili è riportata nella Tabella 1.

3.4. Statistiche descrittive

Le statistiche descrittive delle variabili utilizzate nelle analisi econometriche sono riportate in Tabella 2.

La dimensione media delle imprese è di circa 128 addetti. Secondo la distribuzione settoriale, il 38,0% delle medie imprese opera nel settore della meccanica, il 21,2% in quello dei beni per la persona e la casa e il 14,2% nel settore alimentare; il restante 26,6% fa riferimento agli altri settori manifatturieri. La distribuzione geografica mostra una maggiore concentrazione delle medie imprese nel Nord-Ovest (41,0%) e nel Nord-Est (38,0%) rispetto al resto dell'Italia (Centro-Sud e Isole: 21,0%). Oltre la metà (54,8%) delle medie imprese svolge attività di produzione e vendita di prodotti finiti; poco più di un quarto (26,2%) invece si occupa della produzione e vendita di semilavorati, prodotti intermedi e macchinari; solo il 15,8% ha come attività core la progettazione; e il restante 3,2% svolge altre tipologie di attività.

Se si osserva le performance economiche, circa la metà delle medie imprese si attende per il 2017 fatturato in aumento (53,8%) così come con riferimento all'incremento delle vendite estere (48,3%). Analizzando invece il rapporto delle imprese con Industria 4.0, il 27,2% delle medie imprese ha già introdotto in azienda le misure previste dal programma e sta portando avanti progetti sul tema. Prevalgono leggermente motivazioni interne, con il 15,2% delle medie imprese che ha investito in Industria 4.0 per aumentare l'efficienza interna dell'azienda, rispetto alle motivazioni esterne legate a richieste di fornitori, committenti ecc. (11,0%).¹³ La destinazione degli investimenti mostra come il 14,0% delle medie imprese ha investito in robot e macchinari interconnessi, che significa circa la metà del sub-totale delle imprese che sta investendo in Industria 4.0; mentre nel 12,8% dei casi si tratta di investimenti in tutte le altre forme previste dal programma Industria 4.0 (big data, stampanti 3D, internet incorporato negli oggetti, ecc.).

¹¹ Ad esempio, Bernard e Jensen (1999) e Minetti e altri (2015) tengono conto anche di tale variabile nello spiegare l'export propensity dell'impresa.

¹² I settori economici descritti nella Tabella ?? sono il risultato di aggregazioni di singoli settori della classificazione Ateco 2007.

¹³ Si precisa che la somma delle quote percentuali delle due motivazioni non corrisponde alla quota generale delle imprese che hanno adottato Industria 4.0 per via di una piccola parte di imprese che non indica la motivazione.

Tabella 1: *Descrizione delle variabili*

Variabili	Descrizione
<i>Variabili dipendenti</i>	
Fatturato aumento	Impresa che prevede fatturato in aumento nel 2017 (si = 1, no = 0)
Export aumento	Impresa che prevede export in aumento nel 2017 (si = 1, no = 0)
<i>Impresa 4.0</i>	
Impresa 4.0	Impresa che ha realizzato investimenti “Impresa 4.0” (si = 1, no = 0)
Impresa 4.0 effic	Impresa che ha realizzato investimenti “Impresa 4.0” per motivi di efficienza/cambiamento organizzativo/innovazione interna (si = 1, no = 0)
Impresa 4.0 fatt	Impresa che ha realizzato investimenti “Impresa 4.0” per motivazioni legate a fattori esterni relative ad esigenze dettate da soggetti esterni (fornitori, committenti, ecc.) (si = 1, no = 0)
Impresa 4.0 robot	Impresa che ha realizzato investimenti “Impresa 4.0” in robot collaborativi e macchinari interconnessi (si = 1, no = 0)
Impresa 4.0 norobot	Impresa che ha realizzato investimenti “Impresa 4.0” in altri ambiti: big data; internet incorporato negli oggetti; integrazione delle informazioni con fornitori e clienti; gestione di dati in sistema di sicurezza delle operazioni; manifattura additiva stampanti 3D; realtà aumentata a supporto dei processi produttivi (si = 1, no = 0)
<i>Variabili di controllo</i>	
<i>Digitalizzazione Digit</i>	Impresa che utilizza tecnologie digitali mature (sito web, e-commerce, web marketing , ecc.) (si = 1, no = 0)
<i>Internazionalizzazione</i>	
Export	Impresa esportatrice (si = 1, no = 0)
<i>Capitale Umano</i>	
Capitale umano	Impresa che investe nel miglioramento della preparazione e specializzazione del personale e ha rafforzato nel biennio 2015-16 i legami con l’Università
<i>Governance</i>	
Gruppo	Impresa che appartiene ad un gruppo aziendale (si = 1, no = 0)
Impresa familiare	Impresa in cui la famiglia ha la maggioranza del capitale e gestisce la governance (si = 1, no = 0)
<i>Bilancio aziendale</i>	
Leverage	Rapporto tra debiti e capitale dell’impresa (variabile continua) (fonte: AIDA)
Capital intensity	Totale attivo per dipendente (variabile continua) (fonte: AIDA)

Riguardo poi al tema della digitalizzazione a più ampio spettro, le medie imprese che fanno uso di tecnologie digitali per il proprio business (sito web, e-commerce, web-marketing) sono il 30,4%.

Trattandosi di imprese più strutturate e data la stretta relazione tra dimensione e internazionalizzazione (Pini e Quirino, 2016), la larga maggioranza delle imprese esporta (90,2%). Nel campo della governance, quasi la metà (40,4%) delle medie imprese appartiene ad un gruppo aziendale. Inoltre, riflesso della forte diffusione del capitalismo familiare in Italia (Ferri e altri,

(continua Tab. 1) Descrizione delle variabili

Variabili	Descrizione
<i>Variabili dipendenti</i>	
<i>Dimensione</i> Addetti	Numero di addetti (fonte: dati di archivio)
<i>Localizzazione</i>	
Nord-Ovest	Impresa localizzata nel Nord-Ovest (si = 1, no = 0)
Nord-Est	Impresa localizzata nel Nord-Est (si = 1, no = 0)
Centro-Sud e Isole	Impresa localizzata nel Centro o nel Sud e Isole (si = 1, no = 0)
<i>Settore economico</i>	
Alimentare	Impresa che appartiene al settore Alimentare (si = 1, no = 0)
Beni persona e casa	Impresa che appartiene al settore Beni per la persona e per la casa (si = 1, no = 0)
Meccanica	Impresa che appartiene al settore Meccanica (si = 1, no = 0)
Altri settori	Impresa che appartiene ad altri settori manifatturieri (si = 1, no = 0)
<i>Attività</i>	
Progettazione	Impresa che svolge attività di progettazione (si = 1, no = 0)
Semilavorati e intermedi	Impresa che svolge attività di produzione e vendita di semilavorati, prodotti intermedi e macchinari (si = 1, no = 0)
Prodotti finiti	Impresa che svolge attività di produzione e vendita di prodotti finiti (si = 1, no = 0)
Altre attività	Impresa che svolge altre attività di (si = 1, no = 0)

2014) - anche rispetto a tanti altri paesi europei (Mandl, 2008) - tre quarti (75,0%) delle medie imprese sono familiari.

I dati di bilancio indicano un leverage medio pari a 1,5 mentre l'intensità di capitale corrisponde a 350.000 euro per dipendente. Infine, in tema di capitale umano, le medie imprese che investono nella formazione dei propri dipendenti e rafforzano nel contempo i legami con l'Università rappresentano meno del 10% del totale. La matrice di correlazione è riportata in Tabella 4 in Appendice. I risultati mostrano bassa correlazione tra le variabili indipendenti utilizzate nei modelli: solo in un caso la correlazione è lievemente superiore a 0,1 e in pochi casi è significativa al 10%.

4. Risultati

La Tabella 3 riporta le stime degli effetti di Industria 4.0 rispetto alla probabilità di aumento del fatturato ("*Fatturato aumento*") controllando per una serie di variabili precedentemente descritte (digitalizzazione, presenza nei mercati esteri, capitale umano, governance, dimensione, localizzazione geografica, settore economico, e tipologia di attività).

I risultati evidenziano la presenza di un effetto positivo (cresce la probabilità del 10,1%; $p < 0,05$) dell'adozione delle misure di Impresa 4.0 sulle performance (Modello 1). Più specificatamente, è quando l'impresa investe in Impresa 4.0 per motivazioni legate alla volontà di migliorare la propria efficienza interna ("*Impresa 4.0 effic*") che aumenta la probabilità (del 14,6%; $p < 0,05$) di incremento del fatturato, rispetto ai casi in cui l'impresa investe dietro motivazioni legate a fattori esterni ("*Impresa 4.0 fatt*"), per i quali non si riscontra una relazione

Tabella 2: *Statistiche descrittive*

	Media	Int. conf. 95%	S.D.	
<i>Performance</i>				
Fatturato aumento	0,538(0,022)	0,494	0,582	0,499
Export aumento	0,483 (0,024)	0,437	0,530	0,500
<i>Industria 4.0</i>				
Impresa 4.0	0,272 (0,020)	0,233	0,311	0,445
Impresa 4.0 effic	0,152 (0,016)	0,120	0,184	0,359
Impresa 4.0 fatt	0,110 (0,014)	0,082	0,138	0,313
Impresa 4.0 robot	0,140 (0,016)	0,109	0,171	0,347
Impresa 4.0 norobot	0,128 (0,015)	0,099	0,157	0,334
<i>Digitalizzazione</i>				
Digit	0,304 (0,021)	0,264	0,344	0,460
Internazionalizzazione Export	0,902 (0,013)	0,875	0,928	0,298
<i>Capitale umano</i>				
Capitale umano	0,052 (0,010)	0,032	0,715	0,222
<i>Governance</i>				
Gruppo	0,404 (0,022)	0,361	0,447	0,491
Impresa familiare	0,750 (0,019)	0,712	0,788	0,433
<i>Bilancio aziendale</i>				
Leverage	1,470 (0,161)	1,154	1,786	3,594
Capital intensity	350,560 (13,703)	323,636	377,484	306,419
<i>Caratteristiche strutturali</i>				
Addetti	127,982 (3,576)	120,957	135,001	79,951
<i>Localizzazione</i>				
Nord-Ovest	0,410 (0,022)	0,367	0,453	0,492
Nord-Est	0,380 (0,022)	0,337	0,423	0,486
Centro-Sud e Isole	0,210 (0,018)	0,174	0,246	0,408
<i>Settore economico</i>				
Alimentare	0,142 (0,016)	0,111	0,173	0,349
Beni persona e casa	0,212 (0,018)	0,176	0,248	0,409
Meccanica	0,380 (0,022)	0,337	0,423	0,486
Altri settori	0,266 (0,020)	0,227	0,305	0,442
Attività Progettazione	0,158 (0,016)	0,126	0,190	0,365
Semilavorati e intermedi	0,262 (0,020)	0,223	0,301	0,440
Prodotti finiti	0,548 (0,023)	0,504	0,592	0,498
Altre attività	0,032 (0,008)	0,017	0,047	0,176

Nota: Standard errors in parentesi.

statisticamente significativa (Modello 2). Ciò sembra confermare i risultati di molti studi che hanno evidenziato che solo quando le innovazioni vengono incorporate all'interno dei processi organizzativi aziendali riescono ad avere effetti positivi sulla competitività (Brynjolfsson e Hitt, 2000; Powell e Dent-Micallef, 1997; Booth e Philip, 1998; Barney, 2001; Li e Ye, 1999; Tippins e Sohi, 2003; Spiezia, 2012). Secondo il campo di investimento, la robotica si dimostra un fattore determinante delle performance economiche. Infatti, all'interno delle misure di Impresa 4.0, gli investimenti in robot e macchinari interconnessi mostrano un positivo effetto sull'aumento

Tabella 3: *Effetto Industria 4.0 sulla dinamica del fatturato*

	Fatt. aumento (1)	Fatt. aumento (2)	Fatt. aumento (3)
Impresa 4.0	0,101** (0,053)		
Impresa 4.0 effic		0,146** (0,068)	
Impresa 4.0 fatt		0,074 (0,075)	
Impresa 4.0 robot			0,151** (0,070)
Impresa 4.0 norobot			0,029 (0,071)
Digit	0,144*** (0,052)	0,145*** (0,053)	0,150*** (0,053)
Export	0,088 (0,078)	0,086 (0,079)	0,079 (0,079)
Capitale umano	0,198* (0,110)	0,197* (0,111)	0,192* (0,111)
Gruppo	0,063 (0,047)	0,062 (0,048)	0,066 (0,048)
Impresa familiare	0,015 (0,054)	0,017 (0,054)	0,017 (0,054)
Leverage	0,019* (0,010)	0,019* (0,010)	0,018* (0,010)
Log(Capital intensity)	0,108*** (0,041)	0,111*** (0,041)	0,106*** (0,041)
Log(Addetti)	0,011 (0,046)	0,005 (0,046)	0,009 (0,046)
Localizzazione	Y	Y	Y
Settore economico	Y	Y	Y
Attività	Y	Y	Y
Osservazioni	500	500	500
Pseudo R^2	0,050	0,052	0,052

Note: La tabella riporta coefficienti relativi agli effetti marginali (Marginal effects at the means) del modello probit. La variabile dipendente è riportata sopra le colonne. Standard errors in parentesi. *** $p < 0,01$ ** $p < 0,05$ * $p < 0,1$.

della probabilità (del 15,1%; $p < 0,05$) di aumento del fatturato (Modello 3).

Passando alle variabili di controllo, le imprese digitalizzate hanno una maggiore probabilità (di circa il 14-15%; $p < 0,01$) di incremento delle vendite rispetto alle altre, grazie anche alle potenzialità di internet di valorizzare le proprie produzioni e allargare la domanda annullando distanze geografiche e costi di transazione (Petersen e altri, 2002; Gabrielsson e Kirpalani, 2004; Lohrke e altri, 2006; Mathews e Healy, 2008). Risultati che confermano in parte quanto emerge dagli studi (Bianchi e Mathews, 2016, 2010; Mathews e Bianchi, 2010) sugli effetti dell'adozione delle varie forme di tecnologie digitali (website, e-commerce, web-marketing) sulle

performance delle imprese.¹⁴

In merito alla governance, l'appartenenza ad un gruppo aziendale non sembra associarsi ad una maggiore probabilità di aumento del fatturato, confermando quanto evidenziato dal filone di studi che non trova una positiva e significativa relazione tra business group e firm performance¹⁵ (Kim e altri, 2013; Morck e Yeung, 2003; Carney e altri, 2011).

Lo status di impresa familiare (proprietà a gestione dell'impresa nelle mani della famiglia) non sembra essere una discriminante rispetto alle performance economiche, sebbene tale aspetto meriterebbe analisi più dettagliate che scendano nel dettaglio delle scelte della famiglia di aprire o meno la governance a soggetti esterni (Cucculelli e altri, 2014; Cucculelli e Bettinelli, 2016).¹⁶

Confermando in parte quanto emerge in letteratura (Mincer, 1997; Agarwala, 2003; Selvarajan e altri, 2007; Marimuthu e altri, 2009), il capitale umano risulta un fattore non trascurabile ai fini della competitività: le imprese che investono nella formazione aziendale e si relazionano con l'Università hanno una maggiore probabilità di aumento del fatturato, sebbene in presenza di gradi di significatività dei coefficienti non eccessivamente elevati ($p < 0, 1$).

Riguardo all'indebitamento aziendale, di fronte a risultati piuttosto contrastanti in letteratura in relazione ad indicatori di profitability ed efficiency (Harris e Raviv, 1991; Rajan e Zingales, 1995; Booth e altri, 2001; Berger e B., 2006; Margaritis e Psillaki, 2010), dalle nostre stime emerge il fatto che al crescere del leverage aumenta la probabilità (di circa il 2%) di registrare performance positive, anche se l'intensità dei coefficienti è più ridotta rispetto a quella delle altre variabili analizzate sopra, con un livello di significatività non particolarmente elevato ($p < 0, 1$). Ben più consistente è invece l'effetto esercitato dall'intensità di capitale, dimostrandosi una determinante piuttosto significativa ($p < 0, 01$) delle performance economiche.

Gli effetti di industria 4.0, tanto in complesso quanto nei due approfondimenti analizzati, si confermano anche con specifico riferimento alla probabilità di aumento dell'export (si veda la Tabella 5 in Appendice).

5. Conclusioni e implicazioni di policy

Il presente lavoro propone una prima valutazione dell'impatto potenziale degli investimenti realizzati dalle imprese manifatturiere italiane di media dimensione nell'ambito del programma Impresa 4.0 (già Industria 4.0). Tale iniziativa ha, come noto, l'obiettivo di promuovere

¹⁴ Si precisa che tali studi analizzano più in dettaglio le singole tecnologie digitali (web-site, on-line sales, web-marketing, ecc.) trovando effetti non sempre significativi per ciascuna tipologia. Ulteriori studi basati sulla banda larga, hanno confermato l'effetto positivo della digitalizzazione sulle performance delle imprese, con particolare riguardo alla produttività (Hagén e altri, 2008; Hagsten, 2016). Comunque, non essendo questo l'obiettivo del presente paper, si è ritenuto opportuno inserire una variabile che tenesse conto della digitalizzazione dell'impresa in senso più generico senza entrare nello specifico delle singole tipologie, vuoi anche per l'impossibilità data dal contenuto del questionario.

¹⁵ Pur tuttavia, esiste anche un altro filone di studi in cui emerge una positiva relazione tra business group e firm performance grazie ai benefici che le imprese traggono dal far parte di un gruppo aziendale in termini di network, di condivisione di know-how, informazioni e risorse, di riduzione di costi di transazione e di incertezza, di accesso al credito, ecc. (Weidenbaum e Hughes, 1996; Keister, 1998; Yiu e altri, 2007; Guillen, 2000; Granovetter, 2005; Luo e Chung, 2005). Comunque, si tiene a precisare che tale aspetto meriterebbe ulteriori e più approfondite analisi, dal momento che nelle nostre stime la significatività del coefficiente si avvicina di molto al 10%.

¹⁶ Si tiene a precisare che la dimensione ridotta del numero delle osservazioni dell'indagine non ha consentito di dettagliare ulteriormente le caratteristiche dell'impresa familiare dal punto di vista della managerialità.

l'integrazione delle tecnologie digitali nei processi produttivi nell'ottica di una progressiva modernizzazione dell'intero tessuto economico e di un incremento della capacità competitiva del settore industriale (Geissbauer e altri, 2016; European Commission, 2017b; Ministero dello Sviluppo Economico, 2018).

Sebbene preliminari, i risultati del lavoro offrono alcuni interessanti spunti di riflessione in una prospettiva di policy. In linea con la letteratura economica più recente, che evidenzia l'opportunità di integrare le tecnologie digitali nelle pratiche e processi organizzativi al fine di coglierne pienamente i potenziali benefici (Bianchi e Mathews, 2016; Jean, 2007; Díaz-Chao e altri, 2015; Jones e altri, 2014; Moen e altri, 2008; Fawcett e altri, 2011; Ashurst e altri, 2012; Brynjolfsson e Hitt, 2000), l'analisi mostra come gli investimenti realizzati nell'ambito del programma Impresa 4.0 hanno una maggiore probabilità di contribuire alla crescita del fatturato e dell'export qualora motivati da ragioni interne di efficientamento dei processi produttivi. L'impatto atteso risulta statisticamente non significativo nei casi in cui l'investimento sia realizzato per motivazioni legate a fattori esterni relativi all'opportunità di sfruttare la presenza di incentivi statali o alla necessità di adeguare le proprie infrastrutture digitali alle richieste derivanti da soggetti esterni all'organizzazione, quali fornitori, committenti, ecc. Coerentemente a quanto appena osservato, i migliori risultati attesi si osservano con riferimento alle aree tecnologiche dei robot collaborativi e dei macchinari interconnessi che più direttamente interessano la rimodulazione dei processi produttivi interni.

Tali evidenze empiriche se da un lato testimoniano l'opportunità di abbinare alle misure di Impresa 4.0 politiche volte a favorire un più ampio cambiamento strutturale e organizzativo come presupposto per una maggiore efficacia delle risorse impiegate, dall'altro potrebbero tuttavia essere il riflesso della possibilità di sfruttare i benefici più immediati della cosiddetta quarta rivoluzione industriale (Crnjac e altri, 2017; Schwab, 2016; Marini, 2016) che riguardano in prima istanza una maggiore flessibilità dei modelli di produzione e una più elevata personalizzazione dei beni manifatturieri. Ad un livello più generale, si ritiene che l'integrazione delle tecnologie digitali richieda una visione strategica di politica industriale che non può limitarsi al sostegno degli investimenti in una logica di neutralità tecnologica, ma che sia in grado di collocare tale intervento nell'ottica di favorire il cambiamento strutturale necessario e di rafforzare la complessiva capacità del nostro territorio di generare valore. È in questa prospettiva che andrebbe letta la strategia tedesca che ha come finalità tanto di promuovere l'uso e l'adozione delle tecnologie digitali nei processi produttivi quanto di sostenere la capacità del proprio sistema di imprese di servire i nuovi mercati delle tecnologie e dei prodotti digitali (destinati a crescere anche e soprattutto a seguito delle politiche di sostegno attivate nei diversi Paesi) e di guidare i processi di cambiamento in atto mediante una partecipazione attiva alla definizione di standard e alla normazione e regolamentazione tecnica.

Alcune limiti nell'indagine empirica suggeriscono tuttavia cautela nel generalizzare i suoi risultati. Come osservato, la recente attivazione del programma non consente una valutazione, se non preliminare, dell'impatto degli investimenti realizzati dalle imprese. Gli spazi di ulteriore approfondimento non riguardano tuttavia solo l'opportunità di considerare un orizzonte temporale più ampio, ma anche la possibilità di studiare in maggiore dettaglio le diverse aree tecnologiche di intervento al fine di cogliere eventuali effetti differenziali. Sotto questo profilo appare opportuno ampliare il campione di analisi, magari includendo anche le imprese di piccola dimensione e approfondire eventuali specificità territoriali rispetto agli esistenti gap di innovazione (Pini e Quirino, 2017); così come cercare di leggere più approfonditamente i comportamenti imprenditoriali rispetto alle politiche di Industria 4.0 secondo particolari caratteristiche del capitalismo italiano, tra le quali rientra sicuramente quella legata all'impresa

di famiglia. In una prospettiva simile, non meno importante sarebbe lo studio in chiave comparata delle iniziative adottate in ambito europeo.

A. Appendice

Tabella 4: Matrice di correlazione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Impresa 4.0	1,000											
2. Impresa 4.0 effic	0,693*	1,000										
3. Impresa 4.0 fatt	0,575*	-0,149*	1,000									
4. Impresa 4.0 robot	0,660*	0,423*	0,429*	1,000								
5. Impresa 4.0 norobot	0,627*	0,455*	0,325*	-0,155*	1,000							
6. Digit	-0,062	-0,013	-0,066	-0,091*	-0,006	1,000						
7. Export	0,005	0,008	0,008	0,055	-0,055	0,042	1,000					
8. Gruppo	0,037	0,060	-0,029	-0,003	0,038	0,005	0,011	1,000				
9. Impresa familiare	-0,031	-0,026	-0,033	-0,047	-0,000	0,050	0,120*	-0,089*	1,000			
10. Capitale umano	0,019	0,051	-0,025	0,035	-0,009	0,022	0,017	0,009	0,010	1,000		
11. Leverage	-0,071	-0,056	-0,030	-0,032	-0,057	-0,064	-0,016	0,033	-0,015	-0,052	1,000	
12. Capital intensity	-0,042	-0,014	-0,053	-0,076*	0,029	0,036	-0,012	0,071	0,023	0,103*	-0,069	1,000

Note: * $p < 0,1$.

Tabella 5: *Effetto Impresa 4.0 sulla dinamica dell'export*

	Export aumento (1)	Export aumento (2)	Export aumento (3)
Impresa 4.0	0,098* (0,056)		
Impresa 4.0 effic		0,133** (0,070)	
Impresa 4.0 fatt		0,053 (0,079)	
Impresa 4.0 robot			0,125* (0,071)
Impresa 4.0 norobot			0,045 (0,074)
Digit	0,136*** (0,054)	0,132*** (0,054)	0,138*** (0,054)
Capitale umano	0,218** (0,114)	0,215* (0,114)	0,215* (0,114)
Gruppo	0,037 (0,050)	0,034 (0,050)	0,041 (0,050)
Impresa familiare	-0,024 (0,057)	-0,023 (0,057)	-0,023 (0,057)
Leverage	0,016 (0,010)	0,016 (0,010)	0,016 (0,010)
Log(Capital intensity)	0,021 (0,045)	0,024 (0,045)	0,020 (0,045)
Log(Addetti)	0,033 (0,049)	0,028 (0,049)	0,033 (0,049)
Localizzazione	Y	Y	Y
Settore economico	Y	Y	Y
Attività	Y	Y	Y
Osservazioni	451	451	451
Pseudo R^2 ,039	0,040	0,039	

Note: La tabella riporta coefficienti relativi agli effetti marginali (Marginal effects at the means) del modello probit. La variabile dipendente è riportata sopra le colonne. Standard errors in parentesi. *** $p < 0,01$ ** $p < 0,05$ * $p < 0,1$.

Riferimenti bibliografici

- Agarwala T. (2003). Innovative human resource practices and organizational commitment: An empirical investigation. *International Journal of Human Resource Management*, **14**(2), 175–197.
- Anderson R. C.; Reeb D. M. (2003). Founding family ownership and firm performance: evidence from the s&p 500. *The journal of finance*, **58**(3), 1301–1328.
- Andrews D.; Criscuolo C.; Gal P. (2015). Frontier firms, technology diffusion and public policy: Micro evidence from OECD countries (Vol. 2). OECD Publishing, Paris.
- Ashurst C.; Cragg P.; Herring P. (2012). The role of it competences in gaining value from e-business: An sme case study. *International Small Business Journal*, **30**(6), 640–658.
- Barney J. B. (2001). Resource-based theories of competitive advantage: A ten-year retrospective on the resource-based view. *Journal of management*, **27**(6), 643–650.
- Basile R. (2001). Export behaviour of italian manufacturing firms over the nineties: the role of innovation. *Research policy*, **30**(8), 1185–1201.
- Bayo-Moriones A.; Lera-López F. (2007). A firm-level analysis of determinants of ict adoption in spain. *Technovation*, **27**(6-7), 352–366.
- Becker G. (1993). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*. University of Chicago Press, Chicago., 3rd edition edizione.
- Berger A. N.; Udell P. (2006). Capital structure and firm performance: A new approach to testing agency theory and an application to the banking industry. *Journal of Banking & Finance*, **30**(4), 1065–1102.
- Bernard A. B.; Jensen J. B. (1999). Exceptional exporter performance: cause, effect, or both? *Journal of international economics*, **47**(1), 1–25.
- Bertschek I.; Cerquera D.; Klein G. J. (2013). More bits–more bucks? measuring the impact of broadband internet on firm performance. *Information Economics and Policy*, **25**(3), 190–203.
- Bianchi C.; Mathews S. (2010). Internet usage, internet marketing intensity and international marketing growth. Proceedings of the Global Marketing Conference: Marketing in a Turbulent Environment.
- Bianchi C.; Mathews S. (2016). Internet marketing and export market growth in chile. *Journal of Business Research*, **69**(2), 426–434.
- Bianchi C.; Glavas C.; Mathews S. (2017). Sme international performance in latin america: The role of entrepreneurial and technological capabilities. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, **24**(1), 176–195.
- Bloom N.; Garicano L.; Sadun R.; Van Reenen J. (2014). The distinct effects of information technology and communication technology on firm organization. *Management Science*, **60**(12), 2859–2885.

- Booth L.; Aivazian V.; Demircukunt A.; Maksimovic V. (2001). Capital structures in developing countries. *The journal of finance*, **56**(1), 87–130.
- Booth M. E.; Philip G. (1998). Technology, competencies, and competitiveness: The case for reconfigurable and flexible strategies. *Journal of business research*, **41**(1), 29–40.
- Brynjolfsson E.; Hitt L. M. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *Journal of Economic perspectives*, **14**(4), 23–48.
- Brynjolfsson E.; Hitt L. M. (2003). Computing productivity: Firm-level evidence. *Review of economics and statistics*, **85**(4), 793–808.
- Caravella S.; Menghini M. (2018). Race against the machine: Gli effetti della quarta rivoluzione industriale sulle professioni e sul mercato del lavoro. *L'industria*, **39**(1), 43–68.
- Cardona M.; Kretschmer T.; Strobel T. (2013). Ict and productivity: conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy*, **25**(3), 109–125.
- Carney M.; Gedajlovic E. R.; Heugens P. P.; Van Essen M.; Van Oosterhout J. (2011). Business group affiliation, performance, context, and strategy: A meta-analysis. *Academy of Management Journal*, **54**(3), 437–460.
- Cassetta E.; Meleo L.; Pini M. (2016). Il ruolo della digitalizzazione nel processo di internalizzazione delle imprese. *L'industria*, **37**(2), 305–328.
- Cassetta E.; Marra A.; Pozzi C.; P. A. (2017). Emerging technological trajectories and new mobility solutions. a large-scale investigation on transport-related innovative start-ups and implications for policy. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **106**, 1–11.
- Cohen W.; Levinthal D. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, **35**(1), 128–152.
- Crnjac M.; Veža I.; Banduka N. (2017). From concept to the introduction of industry 4.0. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, **8**, 21–30.
- Cucculelli M. (2008). Owner identity and firm performance: evidence from european companies. *Rivista di Politica Economica*, **98**(3-4), 149–178.
- Cucculelli M.; Bettinelli C. (2016). Corporate governance in family firms, learning and reaction to recession: Evidence from italy. *Futures*, **75**, 92–103.
- Cucculelli M.; Lena D. (2017). Tecnologie digitali e sistema produttivo. prime evidenze per le marche. *Economia Marche Journal of Applied Economics*, **XXXVI**(2), 36–61.
- Cucculelli M.; Marchionne F. (2012). Market opportunities and owner identity: are family firms different? *Journal of Corporate Finance*, **18**(3), 476–495.
- Cucculelli M.; Mannarino L.; Pupo V.; F. R. (2014). Ownermanagement, firm age, and productivity in italian family firms. *Journal of Small Business Management*, **52**(2), 325–343.
- D'Angelo A. (2012). Innovation and export performance: a study of italian high-tech smes. *Journal of management & governance*, **16**(3), 393–423.

- Devaraj S.; Kohli R. (2003). Performance impacts of information technology: Is actual usage the missing link? *Management science*, **49**(3), 273–289.
- di Milano P. (2017). Industria 4.0: la grande occasione per l'italia. Osservatorio Industria 4.0.
- Díaz-Chao Á.; Sainz-González J.; Torrent-Sellens J. (2015). Ict, innovation, and firm productivity: New evidence from small local firms. *Journal of Business Research*, **68**(7), 1439–1444.
- Dyer W. G. (2006). Examining the “family effect” on firm performance. *Family business review*, **19**(4), 253–273.
- El-Sayed Ebaid I. (2009). The impact of capital-structure choice on firm performance: empirical evidence from egypt. *The Journal of Risk Finance*, **10**(5), 477–487.
- Etzkowitz H. (2003). Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations. *Social science information*, **42**(3), 293–337.
- Etzkowitz H.; Ranga M. (2015). Triple helix systems: an analytical framework for innovation policy and practice in the knowledge society. in *Entrepreneurship and Knowledge Exchange* (pp. 117-158). Routledge. .
- European Commission (2017a). Europe’s digital progress report 2017. Bruxelles.
- European Commission (2017b). Key lessons from national industry 4.0 policy initiatives in europe. Bruxelles.
- Evangelista R.; Guerrieri P.; Meliciani V. (2014). The economic impact of digital technologies in europe. *Economics of Innovation and New Technology*, **23**(8), 802–824.
- Fawcett S. E.; Wallin C.; Allred C.; Fawcett A. M.; Magnan G. M. (2011). Information technology as an enabler of supply chain collaboration: a dynamic capabilities perspective. *Journal of Supply Chain Management*, **47**(1), 38–59.
- Ferri G.; Pini M.; Scaccabarozzi S. (2014). Le imprese familiari nel tessuto produttivo italiano. *Rivista di economia e statistica del territorio*, **2**, 48–77.
- Freund C. L.; Weinhold D. (2004). The effect of the internet on international trade. *Journal of international economics*, **62**(1), 171–189.
- Gabrielsson M.; Kirpalani V. M. (2004). Born globals: how to reach new business space rapidly. *International Business Review*, **13**(5), 555–571.
- Garicano L.; Rossi-Hansberg E. (2006). Organization and inequality in a knowledge economy. *The Quarterly Journal of Economics*, **121**(4), 1383–1435.
- Geissbauer R.; Vedso J.; Schrauf S. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Retrieved from PwC Website: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>. .
- Granovetter M. (2005). Business groups and social organization. In *The handbook of economic sociology* (2nd ed.) N. J. Smelser & R. Swedberg (Eds.), 429-450. Princeton University Press Princeton, NJ.

- Green F. (1993). The determinants of training of male and female employees in Britain. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, **55**(1), 103–122.
- Guerrieri P.; Meliciani V. (2005). Technology and international competitiveness: The interdependence between manufacturing and producer services. *Structural change and economic dynamics*, **16**(4), 489–502.
- Guerrieri P.; Luciani M.; Meliciani V. (2011). The determinants of investment in information and communication technologies. *Economics of Innovation and New Technology*, **20**(4), 387–403.
- Guillen M. F. (2000). Business groups in emerging economies: A resource-based view. *Academy of Management Journal*, **43**(3), 362–380.
- Hagén H. O.; Glantz J.; Nilsson M. (2008). Ict use, broadband and productivity. *Yearbook on Productivity (Statistics Sweden)*, pp. 37–70.
- Hagsten E. (2016). Broadband connected employees and labour productivity: a comparative analysis of 14 European countries based on distributed microdata access. *Economics of Innovation and New Technology*, **25**(6), 613–629.
- Hagsten E.; Kotnik P. (2017). Ict as facilitator of internationalisation in small- and medium-sized firms. *Small Business Economics*, **48**(2), 431–446.
- Harris M.; Raviv A. (1991). The theory of capital structure. *The Journal of Finance*, **46**(1), 297–355.
- Hollenstein H. (2004). Determinants of the adoption of information and communication technologies (ict): An empirical analysis based on firm-level data for the Swiss business sector. *Structural change and economic dynamics*, **15**(3), 315–342.
- ISTAT (2018). Rapporto sulla competitività dei settori produttivi. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
- Jean R. J. (2007). The ambiguous relationship of ict and organizational performance: a literature review. *Critical perspectives on international business*, **3**(4), 306–321.
- Jensen M. C.; Meckling W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of financial economics*, **3**(4), 305–360.
- Jin Y.; Vonderembse M.; Ragu-Nathan T. S.; Smith J. T. (2014). Exploring relationships among it-enabled sharing capability, supply chain flexibility, and competitive performance. *International Journal of Production Economics*, **153**, 24–34.
- Jones P.; Simmons G.; Packham G.; Beynon-Davies P.; Pickernell D. (2014). An exploration of the attitudes and strategic responses of sole-proprietor micro-enterprises in adopting information and communication technology. *International Small Business Journal*, **32**(3), 285–306.
- Jorgenson D. W.; K. V. (2007). Information technology and the world growth resurgence. *German Economic Review*, **8**(2), 125–145.

- Katsikeas, C. S. and Leonidou L. C.; Morgan N. A. (2000). Firm-level export performance assessment: review, evaluation, and development. *Journal of the Academy of Marketing Science*, **28**(4), 493–511.
- Keister L. (1998). Engineering growth: Business group structure and firm performance in china's transition economy. *American journal of sociology*, **104**(2), 404–440.
- Kevin Tseng K. M.; Johnsen R. E. (2011). Internationalisation and the internet in uk manufacturing smes. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, **18**(3), 571–593.
- Kim H. D.; Lee I.; Lee C. K. (2013). Building web 2.0 enterprises: A study of small and medium enterprises in the united states. *International Small Business Journal*, **31**(2), 156–174.
- Kretschmer T. (2012). Information and communication technologies and productivity growth. OECD Digital Economic Papers, No. 195, OECD Publishing, Paris.
- Leonidou L. C.; Katsikeas C. S.; Samiee S. (2002). Marketing strategy determinants of export performance: a meta-analysis. *Journal of Business research*, **55**(1), 51–67.
- Li M.; Ye L. R. (1999). Information technology and firm performance: Linking with environmental, strategic and managerial contexts. *Information & Management*, **35**(1), 43–51.
- Liao H.; Wang B.; Li B.; Weyman-Jones T. (2016). Ict as a general-purpose technology: The productivity of ict in the united states revisited. *Information Economics and Policy*, **36**, 10–25.
- Liu H.; Ke W.; Wei K. K.; Z. H. (2013). The impact of it capabilities on firm performance: The mediating roles of absorptive capacity and supply chain agility. *Decision Support Systems*, **54**(3), 1452–1462.
- Lohrke F. T.; Franklin G. M.; Frownfelter-Lohrke C. (2006). The internet as an information conduit: A transaction cost analysis model of us sme internet use. *International Small Business Journal*, **24**(2), 159–178.
- Losurdo F.; Marra A.; Cassetta E.; Monarca U.; Dileo I.; Carlei V. (2018). Emerging specializations, competences and firms' proximity in digital industries: The case of london. *Papers in Regional Science*, pp. 1–17.
- Luo X.; Chung C. N. (2005). Keeping it all in the family: The role of particularistic relationships in business group performance during institutional transition. *Administrative Science Quarterly*, **50**(3), 404–439.
- Majocchi A.; Bacchiocchi E.; Mayrhofer U. (2005). Firm size, business experience and export intensity in smes: A longitudinal approach to complex relationships. *International Business Review*, **14**(6), 719–738.
- Mandl I. (2008). Overview of family business relevant issues. final report, project on behalf of the european commission, vienna. Austrian Institute for SME Research.
- Mankiw N. G.; Romer D.; Weil D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The quarterly journal of economics*, **107**(2), 407–437.

- Margaritis D.; Psillaki M. (2010). Capital structure, equity ownership and firm performance. *Journal of banking & finance*, **34**(3), 621–632.
- Marimuthu M.; Arokiasamy L.; Ismail M. (2009). Human capital development and its impact on firm performance: Evidence from developmental economics. *Journal of international social research*, **2**(8).
- Marini D. (2016). Industria 4.0»: una prima riflessione critica. *L'industria*, **37**(3), 383–386.
- Mathews S.; Bianchi C. C. (2010). Internet usage, internet marketing intensity and international marketing growth. In Proceedings of the Global Marketing Conference: Marketing in a Turbulent Environment. .
- Mathews S.; Healy M. (2008). 'from garage to global': the internet and international market growth, an sme perspective. *International Journal of Internet Marketing and Advertising*, **4**(2-3), 179–196.
- Miller D.; Le Breton-Miller I.; Lester R. H.; Cannella Jr A. A. (2007). Are family firms really superior performers? *Journal of corporate finance*, **13**(5), 829–858.
- Mincer J. (1997). The production of human capital and the life cycle of earnings: Variations on a theme. *Journal of Labor Economics*, **15**(1), 26–47.
- Minetti R.; Murro P.; Zhu S. C. (2015). Family firms, corporate governance and export. *Economica*, **82**(s1), 1177–1216.
- Ministero dello Sviluppo Economico (2018). Piano nazionale industria 4.0.
- Moen Ø.; Koed Madsen T.; Aspelund A. (2008). The importance of the internet in international business-to-business markets. *International Marketing Review*, **25**(5), 487–503.
- Morck R.; Yeung B. (2003). Agency problems in large family business groups. *Entrepreneurship theory and practice*, **27**(4), 367–382.
- Morgan-Thomas A. (2016). Rethinking technology in the sme context: Affordances, practices and icts. *International Small Business Journal*, **34**(8), 1122–1136.
- OECD (2013). Measuring the internet economy: A contribution to the research agenda. OECD Digital Economy Papers, No. 226, OECD Publishing, Paris. .
- OECD (2014). Cloud computing: The concept , impacts and the role of government policy. OECD Digital Economy Papers, No. 240, OECD Publishing, Paris. .
- OECD (2016). Stimulating digital innovation for growth and inclusiveness. OECD Digital Economy Papers, No. 256, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2017). Oecd digital economy outlook 2017. OECD Publishing, Paris.
- Oviatt B.; McDougall P. P. (2005). Defining international entrepreneurship and modeling the speed of internationalization. *Entrepreneurship Theory & Practice*, **29**(5), 537–553.
- Petersen B.; Welch L. S.; Liesch P. W. (2002). The internet and foreign market expansion by firms. *MIR: Management International Review*, **42**(2), 207–221.

- Pickernell D.; Jones P.; Packham G.; Thomas B.; White G.; Willis R. (2013). E-commerce trading activity and the sme sector: an fsb perspective. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, **20**(4), 866–888.
- Pickernell D.; Jones P.; Thompson P.; Packham G. (2016). Determinants of sme exporting: Insights and implications. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, **17**(1), 31–42.
- Pini M.; Quirino P. (2016). Piccole imprese e family business: evoluzione, divari territoriali, governance e competitività. *Rivista di economia e statistica del territorio*, **2**, 71–100.
- Pini M.; Quirino P. (2017). *L'innovazione tecnologica e i divari regionali*. Aracne Editrice, Roma.
- Pontarollo E. (2016). Industria 4.0: un nuovo approccio alla politica industriale. *L'industria, Rivista di economia e politica, Il Mulino; Bologna*, pp. 375–382.
- Portugal-Perez A.; Wilson J. S. (2012). Export performance and trade facilitation reform: Hard and soft infrastructure. *World development*, **40**(7), 1295–1307.
- Powell T. C.; Dent-Micallef A. (1997). Information technology as competitive advantage: The role of human, business, and technology resources. *Strategic management journal*, **18**(5), 375–405.
- Rajan R. G.; Zingales L. (1995). What do we know about capital structure? some evidence from international data. *The journal of Finance*, **50**(5), 1421–1460.
- Re M. L.; Veglianti E.; Monarca U. (2016). La metafora della «bussola» come strumento teorico di orientamento per l'analisi del paradigma economico industry 4.0. *L'industria*, **37**(3), 451–472.
- Reuber A. R.; Fischer E. (2011). International entrepreneurship in internet-enabled markets. *Journal of Business Venturing*, **26**(6), 660–679.
- Ross P. K.; Blumenstein M. (2015). Cloud computing as a facilitator of sme entrepreneurship. *Technology Analysis & Strategic Management*, **27**(1), 87–101.
- Saito T. (2008). Family firms and firm performance: Evidence from japan. *Journal of the Japanese and International Economies*, **22**(4), 620–646.
- Schultz T. W. (1993). The economic importance of human capital in modernization. *Education Economics*, **1**(1), 13–19.
- Schwab K. (2016). The 4th industrial revolution. n World Economic Forum. Crown Business, New York. .
- Selvarajan T. T.; Ramamoorthy N.; Flood P. C.; Guthrie J. P.; MacCurtain S.; Liu W. (2007). The role of human capital philosophy in promoting firm innovativeness and performance: Test of a causal model. *International Journal of Human Resource Management*, **18**(8), 1456–1470.

- Spiezia V. (2012). Ict investments and productivity: Measuring the contribution of icts to growth. *OECD Journal. Economic Studies*, **2012**(1), 199–211.
- Sraer D.; Thesmar D. (2007). Performance and behavior of family firms: Evidence from the french stock market. *Journal of the european economic Association*, **5**(4), 709–751.
- Taylor P. (2015). The importance of information and communication technologies (icts): An integration of the extant literature on ict adoption in small and medium enterprises. *International Journal of Economics, Commerce and Management*, **III**(5), 274–295.
- Tippins M. J.; Sohi R. S. (2003). It competency and firm performance: is organizational learning a missing link? *Strategic management journal*, **24**(8), 745–761.
- Trainor K. J.; Rapp A.; Beitelspacher L. S.; Schillewaert N. (2011). Integrating information technology and marketing: An examination of the drivers and outcomes of e-marketing capability. *Industrial Marketing Management*, **40**(1), 162–174.
- Wagner J. (2007). Exports and productivity: A survey of the evidence from firmlevel data. *The World Economy*, **30**(1), 60–82.
- Weidenbaum M. L.; Hughes S. (1996). *The bamboo network: How expatriate Chinese entrepreneurs are creating a new economic superpower in Asia*. Simon and Schuster.
- Yiu D. W.; Lu Y.; Bruton G. D.; Hoskisson R. E. (2007). Business groups: An integrated model to focus future research. *Journal of Management Studies*, **44**(8), 1551–1579.
- Yoo Y.; Henfridsson O.; Lyytinen K. (2010). Research commentary—the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. *Information systems research*, **21**(4), 724–735.
- Yoo Y.; Boland J. R. J.; Lyytinen K.; Majchrzak A. (2012). Organizing for innovation in the digitized world. *Organization science*, **23**(5), 1398–1408.
- Zucchella A.; Palamara G.; Denicolai S. (2007). The drivers of the early internationalization of the firm. *Journal of World Business*, **42**(3), 268–280.

Industry 4.0 and the competitiveness of medium-sized manufacturing firms: A firm-level analysis

E. Cassetta, Università degli Studi di Udine
M. Pini, Unioncamere-Si.Camera

Abstract

In Italy, innovation policies are mainly concentrated in the “Industria 4.0” National Plan, recently renamed “Impresa 4.0”. Though there are many articles which describe plan’s purposes and others which carry out first overall data analysis, there is still a lack of studies on the effects from the microeconomics perspective. This paper aims to analyze the impact of the Industry 4.0 investments in terms of economic performances at a firm level. We used probit models on a dataset of 500 Italian medium-sized enterprises. The results suggest that the investments in Industry 4.0 related to reasons for internal efficiency have a significant and positive effect on the probability of overall turnover and export increase. Instead, we don’t find any significant effect if the investments are made for reasons related to external factors (e.g. need of suppliers and customers, availability of public incentives). Thus, policy actions should support the implementation of Industry 4.0 measures within firm’s organizational changes to foster competitiveness.

JEL Classification: *L23; L25; L52; L6; O33*

Keywords: *Industry 4.0; Impresa 4.0; Competitiveness; Manufacturing sector; Medium-sized enterprises .*