



**IRPET** Istituto Regionale  
Programmazione  
Economica  
della Toscana

# **IL POSIZIONAMENTO TECNOLOGICO DELLE SUPPLY CHAIN TOSCANE SUL TEMA FABBRICA 4.0**

## RICONOSCIMENTI

Il presente report è stato sviluppato, nell'ambito delle attività dell'area di ricerca Sviluppo locale, settori produttivi e imprese coordinato da Simone Bertini, con la collaborazione di QUINN, Consorzio Universitario in Ingegneria per la Qualità e l'Innovazione, il cui contributo è stato coordinato da Andrea Bonaccorsi e Giacomo Petrini, e a cui hanno partecipato per QUINN Federica Cerulo, Gloria Cervelli, Laura D'Amico e Annamaria Natelli.

Si ringraziano per il loro contributo gli esperti e rappresentanti delle imprese e delle organizzazioni che hanno avuto la disponibilità e interesse a collaborare alla ricerca con diverse modalità fra le quali le interviste e la partecipazione ai focus group (per dettagli si rimanda all'Allegato 3).

## Sommario

1. Executive summary .....	4
2. Obiettivo della ricerca.....	6
3. Dal Settore alle filiere: definizione del quadro conoscitivo iniziale.....	9
3.1 Introduzione degli ambiti e metodi di indagine.....	9
3.2 La Logistica toscana.....	12
3.3 La Chimica toscana.....	20
3.4 L'ICT per il manifatturiero in Toscana .....	27
3.5 La Meccanica strumentale toscana.....	34
3.6 Indicatori di propensione al paradigma 4.0.....	41
4. Definizione del livello di maturità dei segmenti delle supply chain .....	44
4.1 L'evoluzione del Maturity model Industry 4.0.....	44
4.2 Applicazione del Maturity model Industry 4.0 alle 4 filiere.....	46
4.3 Mappature dei vuoti e pieni d'adozione di tecnologie e metodi 4.0.....	54
5. Trend e competenze 4.0 .....	59
5.1 Trend tecnologici.....	59
5.2 Le competenze 4.0.....	64
6. Conclusioni: possibili linee di azione per la competitività delle supply chain toscane.....	71
7. Riferimenti .....	77
7.1 Sitografia .....	77
7.2 Bibliografia .....	77
8. Glossario .....	79
9. Acronimi.....	81
Allegato 1 – I codici di Settore.....	82
Allegato 2 –Indicatori di settore.....	85
Allegato 3 – Riferimenti esperti e rappresentanti delle imprese e delle organizzazioni che hanno collaborato alla ricerca .....	88

# 1. Executive summary

L'adozione delle tecnologie e degli approcci gestionali tipici della Fabbrica Intelligente o Fabbrica 4.0, caratterizzati dalla visione sistemica dell'impresa collocata in un contesto a interconnessione cyber-fisica e che assicura l'integrazione dei propri sistemi, necessita del superamento di ostacoli strutturali delle PMI toscane. I fattori abilitanti questo cambiamento sono:

- la presenza di fornitori locali di tecnologie e servizi avanzati che supportino l'evoluzione tecnologica ed organizzativa delle PMI;
- l'integrazione delle PMI in reti/*supply chain* in cui l'azienda leader agisca da promotore del cambiamento e favorisca la conoscenza e diffusione dei nuovi paradigmi produttivi.

Le *supply chain* toscane caratterizzate da una forte internazionalizzazione e da aziende leader esposte alla concorrenza globale risultano essere più permeabili alle tecnologie della Fabbrica Intelligente. In coerenza con questa fotografia i settori tradizionali connotati da aziende limitatamente innovatrici presentano livelli relativamente bassi di diffusione di modelli riconducibili alla Fabbrica 4.0, a confronto di altri settori manifatturieri che sponano pur con diversa ampiezza il nuovo paradigma di fare impresa.

La situazione a macchia di leopardo che caratterizza i settori produttivi toscani comporta la necessità di identificare strategie specifiche di promozione dei modelli innovativi di fare impresa, che tengano conto delle peculiarità dei diversi settori. Ciò anche in coerenza con l'approccio della *smart specialization* promosso dall'UE.

La presente ricerca adotta il punto di vista delle filiere o *supply chain* che permette di descrivere le interazioni settoriali ed extra settoriali fra i diversi attori della produzione in una logica di input/output. Allo stesso modo apre la porta ad una lettura più dettagliata che mette in evidenza le differenze presenti all'interno degli stessi settori produttivi, differenze che confermano la necessità di parlare di pluralità di filiere.

L'analisi si concentra su quattro filiere, selezionate per le caratteristiche specifiche e per la rilevanza con riferimento al sistema produttivo regionale, il cui insieme permette di affrontare le diverse manifestazioni e declinazioni che i paradigmi della Fabbrica Intelligente o 4.0 presentano in Toscana.

La Chimica ha un radicamento storico in Toscana, con un legame e interazione con il territorio molto forte. In questo senso studiare l'adozione delle tecnologie e metodi Industry 4.0 offre l'occasione di analizzare le possibili ricadute e implicazioni dirette e indirette che queste possono avere sui contesti territoriali in cui le aziende si collocano.

La Meccanica è un ambito di analisi vasto e articolato, di difficile descrizione in un quadro unico per le diverse sfaccettature e declinazioni. Per questo la scelta è stata di identificare un focus chiaro che permettesse di indirizzare l'analisi e la raccolta di casi studio in un ambito ristretto definito come "meccanica strumentale al servizio del *Made in Tuscany*". Ci riferiamo in particolare alla produzione di macchinari e beni strumentali nata nei distretti e che partendo da questi si è evoluta e aperta ad altri settori e mercati, nazionali e internazionali.

Così come per la Meccanica anche per l'ICT si è posto il problema della definizione dei confini di indagine. La letteratura scientifica offre un ampio dibattito sul significato di ICT e della sua articolazione in termini di codici di classificazione delle attività economiche. Generalmente si parte dalla definizione dell'OCSE ma la complessità che il mondo tecnologico sta sviluppando porta spesso i ricercatori ad allargare il concetto a quello di Hi-Tech finendo tuttavia con il sovrapporsi agli altri ambiti della nostra analisi.

Anche in questo caso la scelta è stata guidata dal contesto e quindi l'ICT toscano è stato analizzato con riferimento alle produzioni manifatturiere tipiche regionali. Ci riferiamo quindi all'insieme di produzioni, generalmente software, e servizi a supporto della manifattura regionale (*final user*) così come delle citate produzioni meccaniche (componentistica).

Infine la Logistica è stata selezionata per la valenza strategica che i fattori di interconnessione hanno oggi per i sistemi economici. Il sistema portuale toscano e un tessuto produttivo proiettato fortemente sull'esportazione fanno della logistica un ambito d'interesse per l'attrazione di investimenti e favoriscono la presenza nella regione sia di attori locali che di multinazionali integrate nel mercato globale.

## 2. Obiettivo della ricerca

La presente analisi si colloca nell'ambito del Programma di attività comuni tra Regione Toscana e Irpet per l'anno 2016, con riferimento in particolare alla Convenzione sottoscritta tra i due Enti in applicazione di quanto disposto con delibera della Giunta regionale n.313 del 11/04/2016, in cui è tra l'altro prevista la realizzazione di attività di studio e ricerca a supporto della Direzione Attività Produttive, quali l'analisi sul posizionamento tecnologico della Toscana rispetto al tema di rilevanza strategica di Fabbrica 4.0.

Al fine di chiarire il contesto di azione è importante richiamare i riferimenti tassonomici adottati dalla Regione Toscana nell'ambito della propria *Smart Specialization Strategy* in cui si colloca il tema Fabbrica 4.0:

*L'ambito prioritario legato alle tecnologie per la Fabbrica Intelligente [assumibile quale sinonimo di Fabbrica 4.0 / Industry 4.0 / Smart Factory] si rivolge direttamente ad alcune specifiche tecnologie molto interconnesse afferenti all'automazione, la mecatronica e la robotica. Enucleiamo i tre ambiti per una più agevole definizione tematica, ad ogni modo è importante evidenziare che ai fini delle politiche e della strategia di smart specialisation queste tre discipline concorrono in maniera integrata a sviluppare soluzioni tecnologiche funzionali ai processi produttivi, in termini di velocizzazione sicurezza e controllo dei processi, della sostenibilità ed economicità degli stessi, nonché dell'estensione della capacità di azione.*

**Automazione** - Come definizione generica si intende per "automazione" lo sviluppo di sistemi, strumentazioni, processi ed applicativi che consentono la riduzione dell'intervento dell'uomo sui processi produttivi. L'automazione in tal senso si realizza mediante le soluzioni di problemi tecnici legati all'esecuzione di azioni in maniera ripetuta, nelle semplificazioni di operazione complesse, nell'effettuazione di operazioni complesse in contesti incerti e dinamici con elevato livello di precisione. Il concetto di automazione assume un carattere estensivo di integrazione di tecnologie e di ambiti applicativi (dal laboratorio alla fabbrica intelligente), mantenendo il focus sul controllo automatico dei processi.

**Mecatronica** - La "meccatronica" è una branca dell'ingegneria che coniuga sinergicamente più discipline quali la meccanica, l'elettronica, ed i sistemi di controllo intelligenti, allo scopo di realizzare un sistema integrato detto anche sistema tecnico. Inizialmente la mecatronica è nata dalla necessità di fondere insieme la meccanica e l'elettronica, da cui il nome. Successivamente l'esigenza di realizzare sistemi tecnici sempre più complessi ha portato alla necessità di integrare anche le altre discipline per applicazioni industriali robotiche e di azionamento elettrico.

**Robotica** - Come ramo della cibernetica rivolto alle tecniche di costruzione (ed i possibili ambiti di applicazioni) dei robot, la robotica è la disciplina dell'ingegneria che studia e sviluppa metodi che permettano a un robot di eseguire dei compiti specifici riproducendo il lavoro umano. La robotica moderna si è sviluppata perseguendo principalmente a) l'autonomia delle macchine; b) la capacità di interazione/immedesimazione con l'uomo e i suoi comportamenti.<sup>1</sup>

In termini introduttivi è rilevante citare anche il quadro sull'adozione del paradigma Fabbrica 4.0 nei sistemi produttivi toscani emerso nel corso della ricerca "Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la "Fabbrica Intelligente"" realizzata da Irpet e QUINN nel 2015. Questa fotografia è sintetizzata nella seguente figura che è assunta quale punto di partenza del presente percorso di approfondimento.

---

<sup>1</sup> Strategia di Ricerca e Innovazione per la Smart Specialisation in Toscana – Allegato A, approvata con Delibera Giunta Regionale della Regione Toscana n.1018 del 18-11-2014

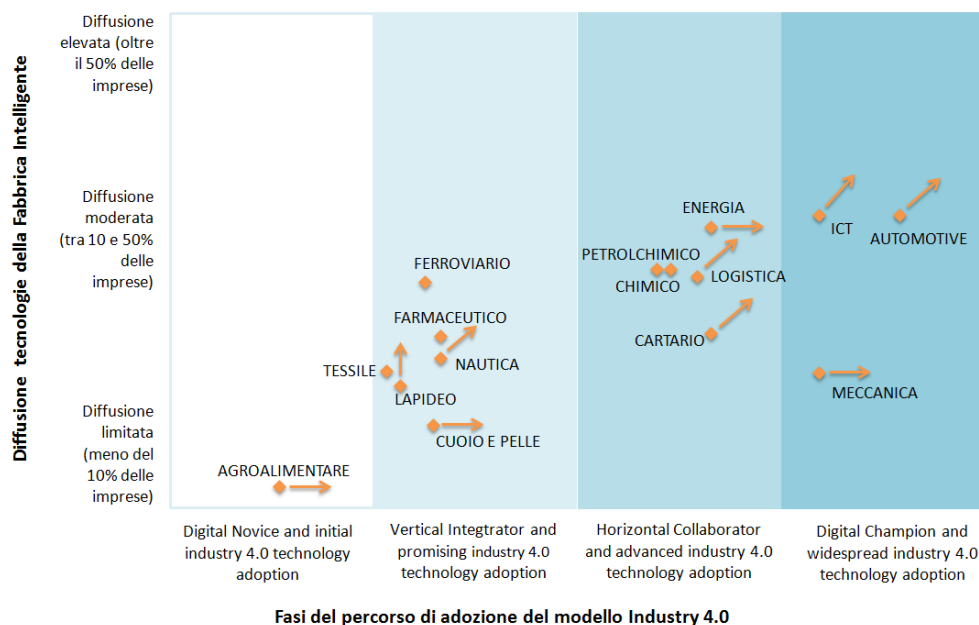


Figura 1 - Misurazione della maturità dei settori produttivi toscani rispetto al modello Industry 4.0<sup>2</sup>

Dalla citata analisi emerge che l'adozione delle tecnologie così come degli approcci gestionali tipici della Fabbrica Intelligente o Fabbrica 4.0, caratterizzati dalla visione sistemica dell'impresa che risulta collocata in un contesto ad alta interconnessione e che assicura l'integrazione dei propri sistemi, necessita del superamento di ostacoli strutturali delle PMI toscane. In merito si evidenziano quali elementi chiave abilitanti questo cambiamento:

- la presenza di fornitori locali di tecnologie e servizi avanzati che supportino l'evoluzione tecnologica ed organizzativa delle PMI;
- l'integrazione delle PMI in reti / supply chain in cui l'azienda leader agisca da promotore del cambiamento e favorisca la conoscenza e diffusione dei nuovi paradigmi produttivi.

Le supply chain toscane caratterizzate da una forte internazionalizzazione e da aziende leader esposte alla concorrenza globale risultano essere più permeabili alle tecnologie della Fabbrica Intelligente. In coerenza con questa fotografia i settori tradizionali connotati da aziende limitatamente innovatrici presentano livelli relativamente bassi di diffusione di modelli riconducibili alla Fabbrica 4.0, a confronto di altri settori manifatturieri che sponano pur con diversa ampiezza il nuovo paradigma di fare impresa.

La situazione a macchia di leopardo che caratterizza i settori produttivi toscani comporta la necessità di identificare strategie specifiche di promozione dei modelli innovativi di fare impresa, che tengano conto delle peculiarità dei diversi settori in coerenza con l'approccio della *smart specialization* promosso dall'UE.

Il presente documento contiene i risultati derivanti dall'*analisi delle supply chain chiave per l'economia toscana, considerando la catena di fornitura di tecnologia per l'automazione, mecatronica, robotica, ICT e servizi avanzati e ricerca universitaria*.

*L'obiettivo della ricerca è quello di analizzare in profondità quattro settori produttivi toscani in base alla adozione dei paradigmi della Fabbrica Intelligente. In particolare si è inteso analizzare, descrivere e rappresentare, per ciascuno dei settori individuati:*

<sup>2</sup> Irpet (in collaborazione con QUINN), *Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la "Fabbrica Intelligente"*. Firenze, aprile 2016

- a) *la composizione della supply chain nelle sue articolazioni;*
- b) *l'adozione del modello della Fabbrica intelligente;*
- c) *le tecnologie e metodologie ricorrenti e di specifica applicazione.*

Suddetto obiettivo generale è stato declinato in obiettivi intermedi tutti concorrenti al risultato concordato e di fatto coincidenti con gli obiettivi delle fasi dell'intervento e con i contenuti dei report previsti dal progetto:

1. *Definizione del quadro conoscitivo iniziale relativo alle catene di fornitura considerate.*
2. *Caratterizzazione dei segmenti delle supply chain.*
3. *Definizione del livello di maturità dei segmenti delle supply chain.*
4. *Descrizione e rappresentazione delle potenziali linee di azione per la competitività delle supply chain toscane.*

Il presente report finale contiene quindi le risposte alle domande di ricerca specificate con una focalizzazione su due ambiti:

- valutazione maturità delle aziende toscane appartenenti alle supply chain analizzate con riferimento al modello della Fabbrica Intelligente e alle metodologie e tecnologie correlate,
- identificazione di trend e possibili linee di azione per la competitività delle supply chain toscane.

La necessità di procedere in forma integrata al riesame e aggiornamento della programmazione dei fondi strutturali ha comportato l'ampliamento dell'ambito di indagine al tema delle competenze 4.0. In questo senso nel rapporto è presente un approfondimento del tema con declinazione sul contesto produttivo toscano.



### 3. Dal Settore alle filiere: definizione del quadro conoscitivo iniziale

#### 3.1 Introduzione degli ambiti e metodi di indagine

La ricerca ha inteso valutare il grado di diffusione e di adozione delle tecnologie e dei metodi del paradigma 4.0 in Toscana relativamente ai quattro ambiti della Logistica, Chimica, ICT per il manifatturiero e Meccanica strumentale.

Lo studio nasce come approfondimento dell'analisi<sup>3</sup> svolta nel 2015 che ha permesso di determinare la maturità del modello 4.0 nei diversi sistemi produttivi toscani.

In Figura si riporta la mappa "semplificata" della diffusione di tecnologie della Fabbrica 4.0, frutto dell'elaborazione di dati estratti dal report precedente, la quale rappresenta un punto di partenza dell'attuale analisi: la lettura per settore (riga) consente di ricavare informazioni sul livello di diffusione (gradazione di colore) e di adozione (vuoti e pieni) di tecnologie e metodi connessi al paradigma 4.0 in ogni cluster tecnologico (colonna).

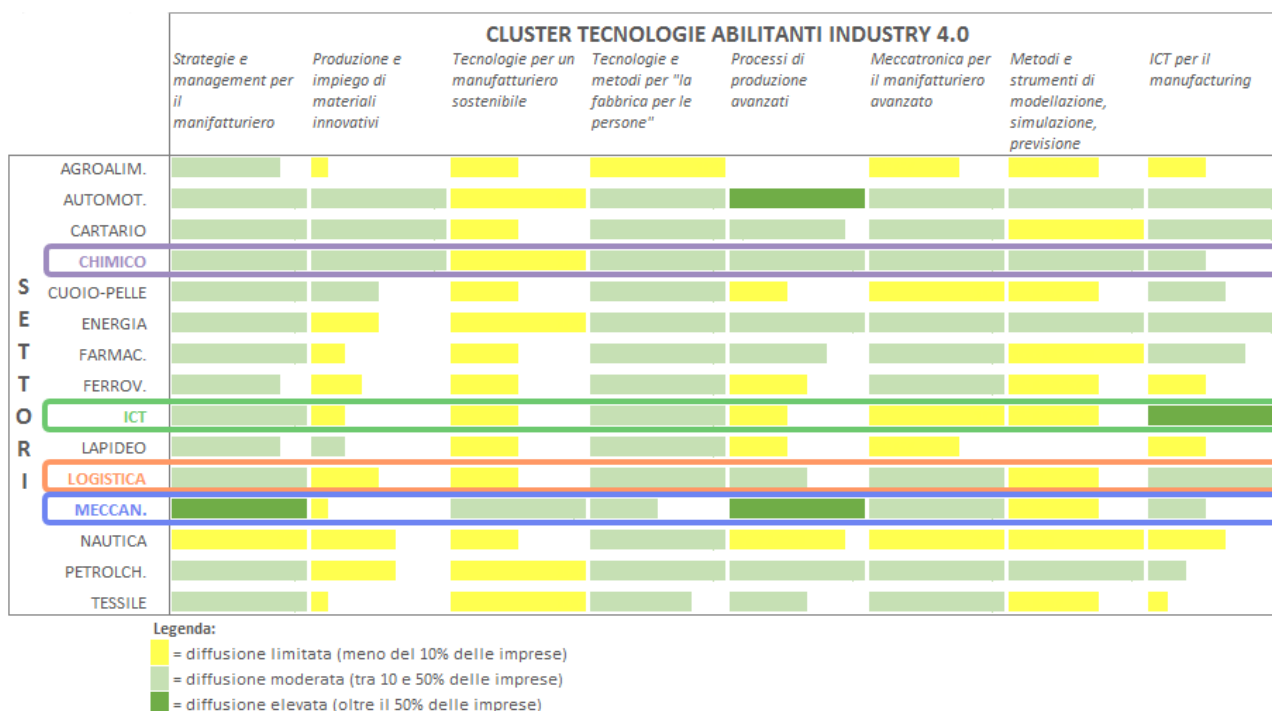


Figura 2 – Mappa "semplificata"<sup>4</sup> della diffusione di tecnologie della Fabbrica intelligente in Toscana

La grafica evidenzia i quattro ambiti selezionati quali focus del presente approfondimento. Sono quattro settori rilevanti per il sistema produttivo regionale e allo stesso tempo esemplari dell'applicazione delle soluzioni della Fabbrica Intelligente:

- la **Chimica** ha un radicamento storico in Toscana, con un legame e interazione con il territorio molto forte. In questo senso studiare l'adozione delle tecnologie e metodi *Industry 4.0* offre

<sup>3</sup> Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la "Fabbrica Intelligente", IRPET (in collaborazione con QUINN), 2015.

<sup>4</sup> La versione originale espone gli otto macro-cluster nelle 39 tecnologie abilitanti il modello 4.0.

l'occasione di analizzare le possibili ricadute e implicazioni dirette e indirette che queste possono avere sui contesti territoriali in cui le aziende si collocano.

- La **Meccanica** è un ambito di analisi vasto e di difficile descrizione in un quadro unico per le sue diverse articolazioni. È stato necessario identificare un focus chiaro che permettesse di indirizzare l'analisi in un ambito ristretto quale quello della meccanica strumentale al servizio del *Made in Tuscany*. Ci riferiamo in particolare alla produzione di beni strumentali nata nei distretti e che partendo da questi si è evoluta e aperta ad altri settori e mercati nazionali e internazionali.
- L'**ICT**, come la Meccanica, è un ambito dinamico la cui definizione dei confini apre ampi dibattiti. Anche in questo caso la scelta è stata guidata dal contesto e quindi l'ICT toscano è stato analizzato con riferimento alle produzioni manifatturiere tipiche regionali. Ci riferiamo quindi all'insieme di soluzioni *software* e *hardware (on premise o as a service)* a supporto del manifatturiero.
- La **Logistica** infine è stata selezionata per la valenza strategica che i fattori di interconnessione hanno oggi per i sistemi economici. Il sistema portuale toscano e un tessuto produttivo proiettato fortemente sull'esportazione fanno della logistica un ambito d'interesse per l'attrazione di investimenti e favoriscono la presenza nella regione sia di attori locali che di multinazionali integrate nel mercato globale.

Il percorso d'analisi inizia con la descrizione dei sistemi produttivi soggetti all'adozione dei paradigmi *Industry 4.0*, assumendo una prospettiva di settore, per poi passare alla visione per filiera, delle sue articolazioni e interconnessioni.

*"Il concetto di filiera non si presta, per sua natura, ad una rigida definizione statistica e merceologica, poiché comprende comparti diversi legati da un nesso di complementarietà molto stretto, ma nello stesso tempo dinamico e destinato quindi ad evolversi nel tempo; pertanto, ogni tentativo di ricostruzione delle filiere a partire dai prodotti/servizi più identificativi non può che basarsi su un approccio di tipo empirico, che inevitabilmente è condizionato dagli obiettivi stessi che ci si pone nell'analisi"*<sup>5</sup>.

La vista per **settore** offre infatti elementi che facilitano la rintracciabilità e una lettura dei dati di demografia industriale funzionali a tratteggiare il contesto di riferimento.

La vista per **filiera**<sup>6</sup> o **supply chain** permette di descrivere le interazioni settoriali ma anche extra settoriali fra i diversi attori in una logica di input/output. Allo stesso modo apre la porta ad una lettura più dettagliata che mette in evidenza le differenze presenti all'interno degli stessi settori. Tali differenze confermano la necessità di parlare di pluralità di filiere: non si ha una sola ma molte declinazioni della filiera, in funzione della natura dei processi produttivi e/o del cliente finale.

Nei seguenti paragrafi i quattro ambiti sono descritti tramite:

---

<sup>5</sup> MISE, *Filiere produttive e territori. Prime Analisi*, Roma, 2012

<sup>6</sup> Il concetto di filiera apre ulteriori ambiti di riflessione che trovano riscontro nella narrazione dei casi di studio, quali il tema della "disarticolazione delle filiere" o "reti aperte" (QUINN, *Applicazione di modelli organizzativi finalizzati al miglioramento della gestione del processo di produzione nella filiera delle carni suine. Rapporto sulla descrizione e la modellazione delle filiere*, 2010).

Ricerche condotte su diverse tipologie di filiere indicano come la logica di filiera "stabile" con elevata capacità di competere si registra in prevalenza nel modello "integrato", in cui si gestiscono direttamente sia i processi chiave che quelli di supporto. Ma gli investimenti necessari alla costituzione di filiere "integrate" appaiono delle barriere alla diffusione di questo modello, che appare appannaggio di multinazionali o delle aziende che sono state il fulcro della nascita dei distretti produttivi locali.

Gli altri modelli di filiera si caratterizzano più come "reti a geometria variabile", in cui la logica di filiera viene adottata per determinati "scopi". La competitività delle "reti a geometria variabile" appare dipendere dalla capacità di:

- coprire i diversi segmenti di mercato ad ampi volumi;
- integrare nella propria rete fornitori competitivi;
- sviluppare o avere disponibilità di piattaforme e servizi di supporto comuni con i propri partner.

- le informazioni emerse dalle indagini condotte da soggetti qualificati (Irpel, Distretti e Poli Regionali, Osservatorio imprese Hi-Tech Toscana, Centri studio delle rappresentanze di Confindustria, sistema camerale) e dalle interviste dirette condotte nel corso del progetto.
- I dati demografici ed economici dei settori, definiti da *set* di codici ATECO, nel periodo che va dalla crisi finanziaria e quindi strutturale emersa dal 2008-2009 per arrivare alla situazione recente di bassa crescita e/o stagnazione.
- Le rappresentazioni schematiche delle filiere, nelle quali si evidenziano le interconnessioni con gli attori delle diverse *supply chain* e le tecnologie 4.0 applicate o applicabili.

È necessario precisare che l'utilizzo dei codici ATECO per l'elaborazione dei dati di settore offre una rappresentazione di massima dei fenomeni. È possibile infatti che alcune imprese abbiano cambiato nel tempo il proprio *core business* non aggiornando il codice, che svolgano attività tali da non poter essere identificate univocamente da un codice oppure siano di difficile collocazione all'interno dei cluster proposti da ISTAT (per approfondimenti si veda l'Allegato 1). Per sopperire a queste possibili evenienze è stato adottato un approccio d'indagine che prevede:

- **interviste semi-strutturate in profondità** per studiare il punto di vista degli attori delle *supply chain* oggetto di indagine tramite testimonianze dirette e casi studio selezionati per l'attinenza con gli obiettivi dell'analisi;
- **focus group** per la raccolta d'informazioni dirette attraverso un contatto di gruppo non mediato con i vari attori del sistema al fine di ridurre i tempi e gli sforzi di acquisizione delle informazioni e capitalizzare il confronto strutturato fra opinioni.

A tutto questo si affianca la valorizzazione dell'esperienza maturata nel corso della ricerca *Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la "Fabbrica Intelligente"* condotta nel 2015 e delle possibili sinergie con il lavoro realizzato dai soggetti gestori dei distretti regionali e da altre fonti settoriali.

## 3.2 La Logistica toscana

Nel presente e nei seguenti tre paragrafi i settori produttivi della logistica, chimica, ICT per il manifatturiero e meccanica strumentale sono descritti in primo luogo attraverso il punto di vista della demografia d'impresa, per adottare parametri di caratterizzazione numerici comparabili anche su scala nazionale, per poi passare alla rappresentazione della filiera, funzionale alla determinazione delle interazioni e integrazioni fra segmenti alla base dei paradigmi Industria 4.0.

### 3.2.1 Quadro conoscitivo della Logistica

#### Il settore logistico a livello nazionale e regionale: demografia d'impresa

In Figura 3 si mostra la classifica delle regioni italiane sulla base del numero di imprese attive operanti nel settore logistico. Le prime nove regioni, etichettate come regioni di "classe A"<sup>7</sup>, costituiscono circa l'80% del settore logistico italiano. La Toscana ha un peso rilevante: si colloca infatti al nono posto per la numerosità di imprese, mentre al settimo per la numerosità degli addetti (supera rispetto alla precedente classifica la Sicilia e la Puglia).

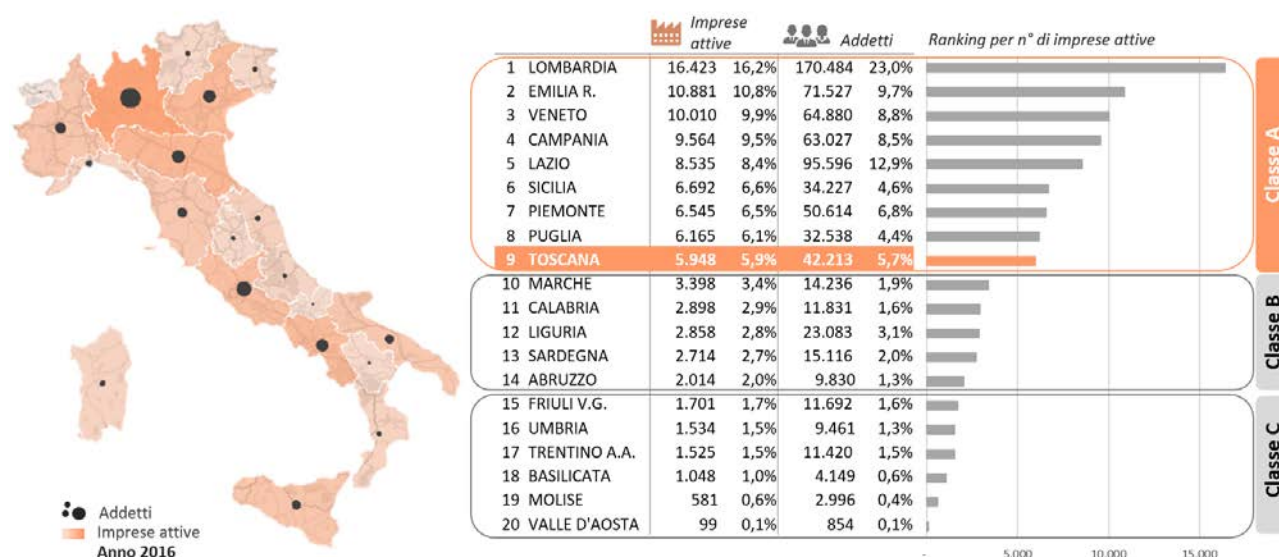


Figura 3 – Classifica nazionale per numero di imprese logistiche attive, anno 2016. Fonte dati: Registro Imprese

A livello regionale, il settore rappresenta l'1,67% delle imprese locali totali (Figura 4a): di queste il 25,3% ha sede nella provincia di Firenze che si colloca al primo posto per numero di imprese attive, seguono al secondo e terzo posto le province di Livorno (13,5%) e Lucca (11,1%). La provincia di Grosseto si colloca all'ultimo posto con il 3,9% di imprese attive.

In Figura 4b si riporta invece la classifica delle province in base al numero di addetti.

Rapportando il numero di addetti e il numero di imprese attive si rileva che le aziende con dimensioni medie maggiori sono situate nelle province di Firenze, Prato e Livorno.

<sup>7</sup> Criterio di classificazione: regioni con numero di imprese attive superiore alla media nazionale rientrano nella classe A e così procedendo a cascata.

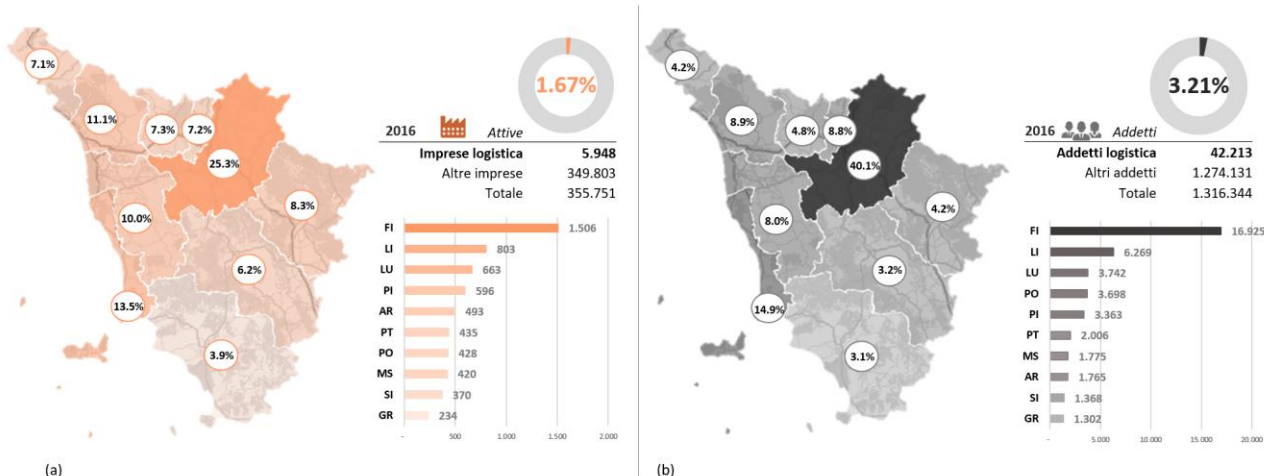


Figura 4 – Classifica provinciale delle imprese attive (a) e degli addetti (b) della logistica, 2016. Fonte dati: Registro imprese

### I segmenti del settore a livello regionale: demografia d'impresa

Il settore è stato suddiviso nei segmenti *Trasporto di merci su strada*, *Spedizionieri e intermediari*, *Movimentazione di merce*, *Attività postali e di corriere*, *Magazzinaggio e custodia*, *Attività di supporto ai trasporti* (servizi connessi al trasporto su strada, marittimo e aereo), *Trasporto marittimo e costiero*. Dai dati riportati in Figura 5 emerge che l'80,7% delle imprese logistiche in Toscana è specializzata nel *Trasporto di merci su strada*, il quale però è caratterizzato da aziende di dimensioni medie inferiori agli altri segmenti (circa 4 addetti). I segmenti con le dimensioni medie d'impresa maggiori sono *Movimentazione delle merci* e *Attività di supporto ai trasporti* (rispettivamente 38 e 25 addetti).

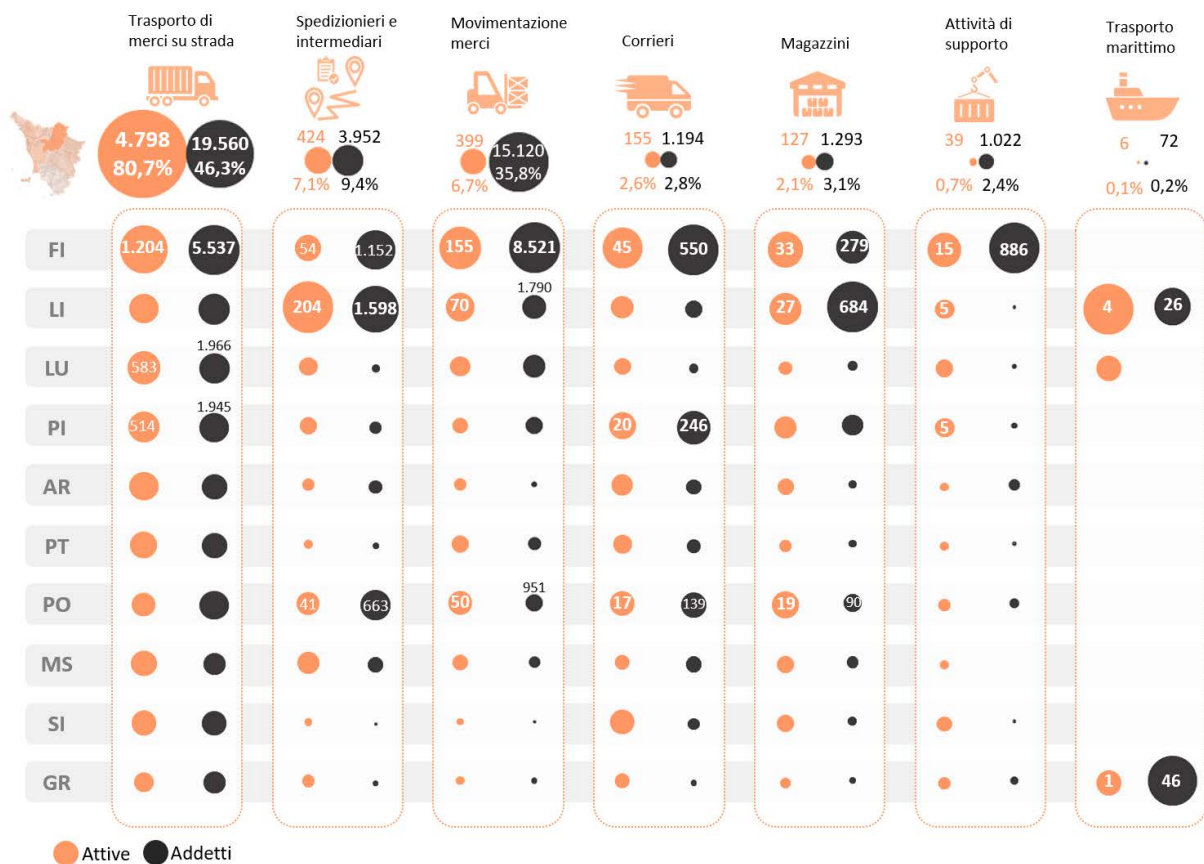


Figura 5 - Imprese attive e numero di addetti nei segmenti del settore logistico, 2016. Fonte dati: Registro Imprese

Nel precedente schema è possibile inoltre osservare la distribuzione per provincia delle imprese attive e degli addetti nei singoli segmenti. Ad eccezione del segmento *Trasporto marittimo e costiero di merci*, presente solo nelle province di Livorno, Lucca e Grosseto, i restanti segmenti sono distribuiti su tutte le province toscane. Firenze in conseguenza della sua posizione baricentrica e quale primo polo produttivo regionale è prima in classifica per numero di imprese attive nei segmenti *Trasporto di merci su strada* (1.204 aziende, 5.537 addetti), *Movimentazione delle merci* (155 aziende, 8.521 addetti), *Altre attività postali e di corriere* (45 aziende, 550 addetti), *Magazzini e custodia* (33 aziende, 279 addetti), *attività di supporto ai trasporti* (15 aziende, 886 addetti). Livorno presenta invece maggiore densità nei segmenti *Spedizionieri e intermediari* (204 aziende, 1.598 addetti) e *Trasporto marittimo e costiero di merci* (4 aziende, 26 addetti) capitalizzando la sua natura di nodo portuale nazionale.

## Andamento demografico ed economico del settore

In Figura 6a è riportato l'andamento dello stock di imprese attive<sup>8</sup> e del tasso di crescita nel periodo 2009-2016. Il tasso medio annuo di crescita (negativo) registrato in tale periodo risulta pari a -3,5%. Come si può osservare dalla figura, a partire dal 2014 il settore ha subito un rallentamento della decrescita dimensionale. Nel 2016 lo stock di imprese attive ammonta a 5.948 unità.

In Figura 6b sono indicati i segmenti che mostrano un andamento dello stock coerente o meno con l'andamento del settore<sup>9</sup>.

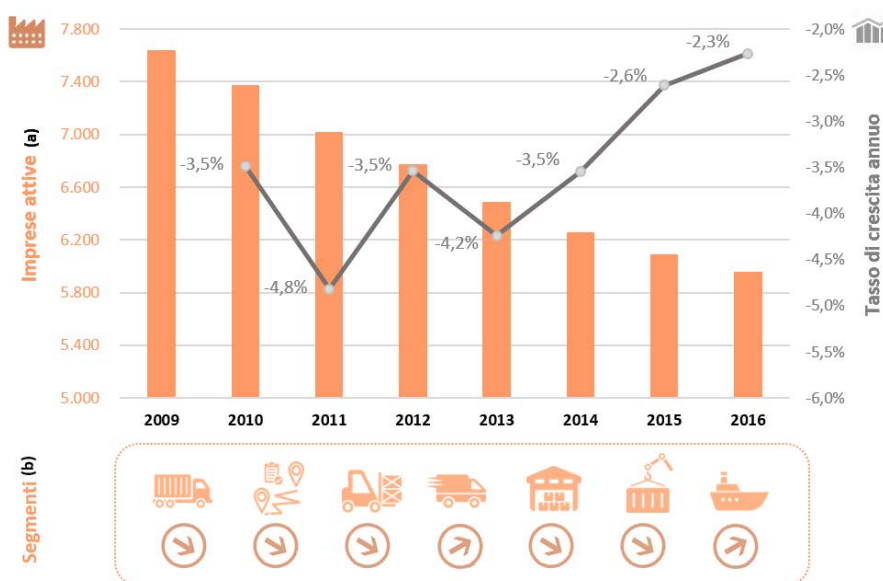


Figura 6 - Andamento dello stock delle imprese attive del settore(a) e dei segmenti (b). Fonte dati: Registro imprese

La successiva rappresentazione grafica, che riporta l'andamento delle imprese iscritte e cessate e il tasso netto di turnover<sup>10</sup> nel periodo 2009-2016, mette in evidenza la diminuzione sia del numero di nuove iscritte che delle imprese cessate<sup>11</sup> con un tasso medio di turnover del -5,3%.

<sup>8</sup> Un'impresa può risultare in uno stato giuridico *attivo*, *inattivo*, in *liquidazione* o in *fallimento*.

<sup>9</sup> L'andamento del settore è fortemente condizionato dall'andamento del segmento *Trasporto di merci su strada* che costituisce circa l'81% del settore.

<sup>10</sup> Differenza fra i tassi di natalità e mortalità.

<sup>11</sup> Nel conteggio rientrano anche aziende con stato giuridico diverso da *attivo*.



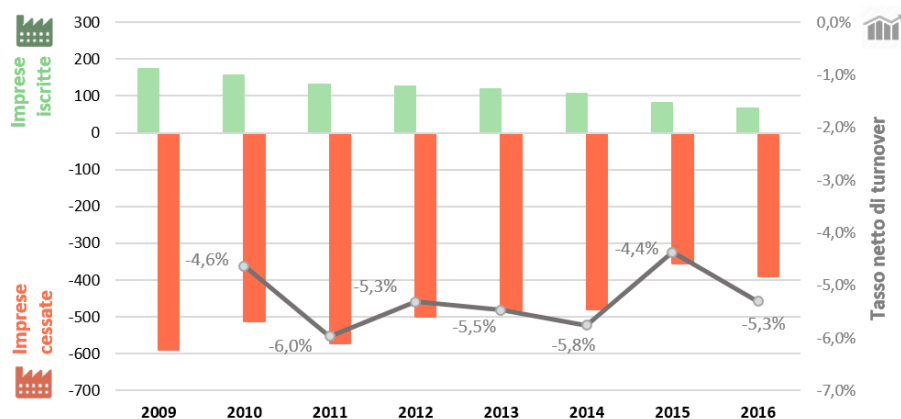


Figura 7 - Andamento delle imprese iscritte, cessate e del tasso netto di turnover. Fonte dati: Registro imprese

Si riporta quindi l'andamento dei ricavi, del valore aggiunto e dell'EBITDA negli anni 2006-2015 di un campione<sup>12</sup> di imprese del settore al fine di fotografare l'andamento economico e la capacità di generare redditività del settore.

Dopo il picco negativo registrato nel 2009 a causa della crisi economica è possibile osservare un trend positivo del fatturato: si è verificata una forte crescita nel 2010 (+20% dal 2009), successivamente una crescita moderata fino al 2012, nel 2013 si ha una leggera contrazione del -1,3%, mentre dal 2014 è ripartito con tassi positivi (+11% in due anni). Nel 2015 il campione vale 3,4 miliardi di euro, il tasso medio annuo di crescita (CAGR<sup>13</sup>) negli anni 2012-2015 è stato del +3,0%. L'EBITDA invece, ad eccezione del 2010, ha mantenuto tassi di crescita negativi negli anni 2011-2013, dal 2014 la ripresa è molto positiva (+48% in due anni).

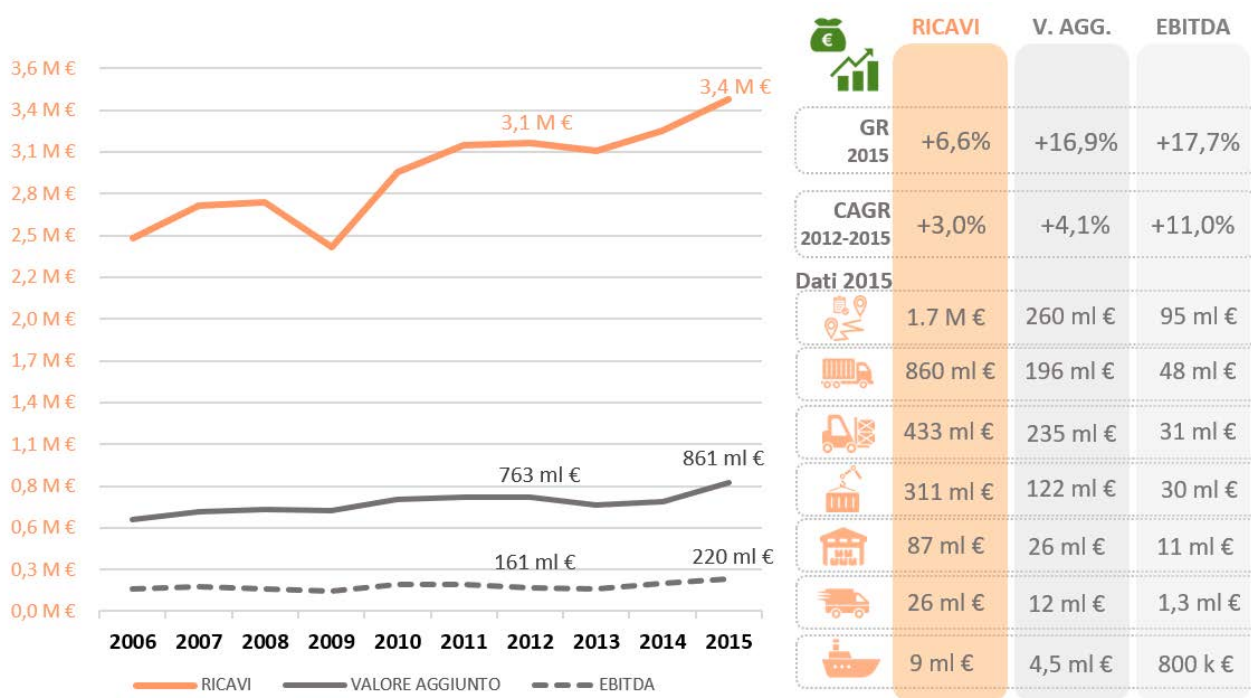


Figura 8 - Andamento economico (campione di imprese della Logistica). Fonte dati: AIDA

<sup>12</sup> Elaborazione dei dati AIDA su un campione di 841 imprese.

<sup>13</sup> CAGR (Compound Annual Growth Rate): è la media geometrica dei tassi annui di crescita nel periodo considerato.

In figura è mostrata anche la classifica dei segmenti logistici del campione sulla base dei ricavi 2015: *Spedizionieri e intermediari* si collocano al primo posto con 1,7 miliardi di euro, seguono *Trasporto di merci su strada* con 860 milioni di euro e *Movimentazione delle merci* con 433 milioni di euro. Il segmento *Movimentazione delle merci* ha il più alto valore aggiunto sul fatturato (circa il 54% nel 2015), ciò indica che oltre la metà della ricchezza del segmento deriva dai contributi diretti delle aziende (sono integrate verticalmente), l'EBITDA sul fatturato scende però al 7% indicando un forte peso del costo del lavoro. *Spedizionieri e intermediari* invece registrano un valore aggiunto sul fatturato molto più basso (circa il 15% nel 2015), ciò può essere spiegato dal fatto che nella maggior parte dei casi si rivolgono a soggetti terzi per il trasporto delle merci. L'EBITDA sul fatturato si attesta al 6%, dunque il costo del personale erode in maniera meno incisiva la ricchezza del segmento rispetto a quello di *Movimentazione delle merci*.

### Dimensioni di impresa

Di seguito si mostrano le dimensioni delle imprese logistiche del campione aventi sede legale in Toscana sulla base delle variabili *numero di dipendenti* e *valore del fatturato*. Le imprese del campione sono ripartite in gruppi secondo le soglie convenzionali di fatturato e numero di dipendenti che permettono di discriminare le micro, piccole e medie dalle grandi imprese.

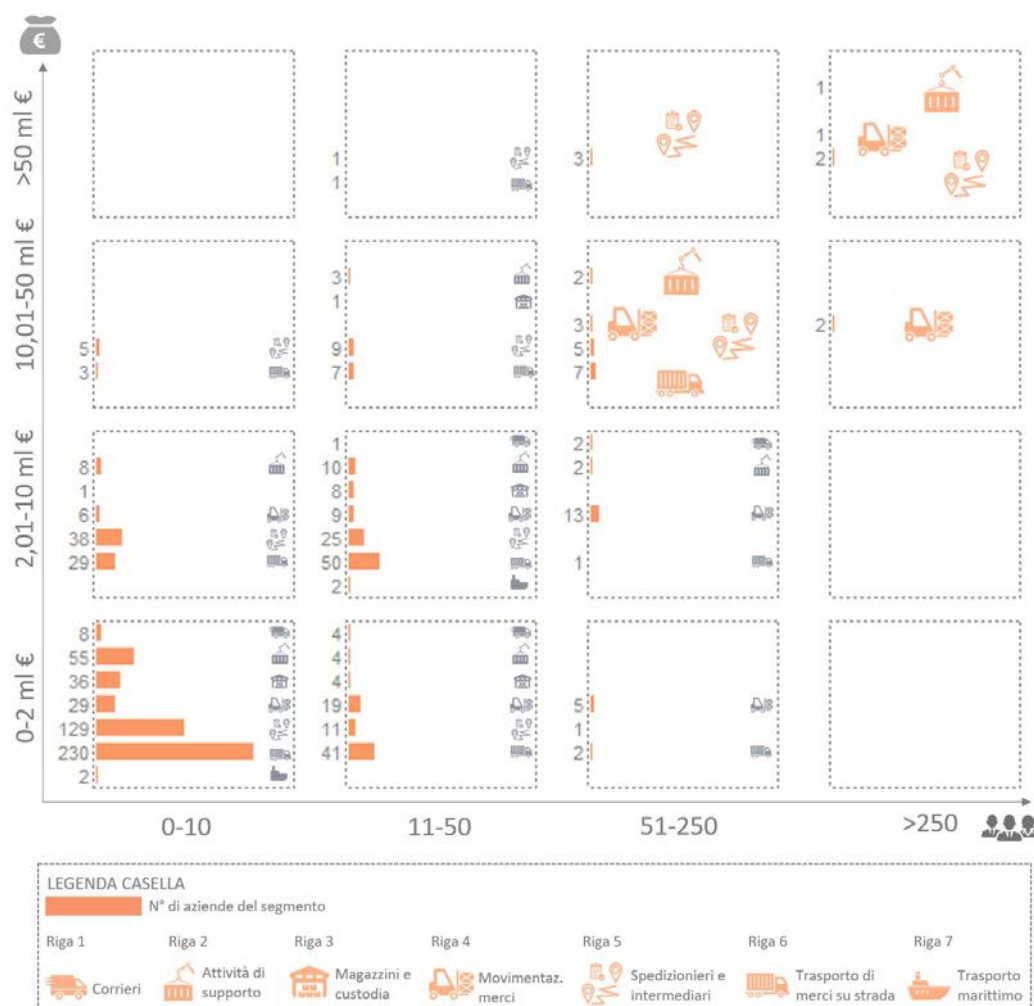


Figura 9 - Dimensione di impresa in un campione di imprese della logistica toscana, anno 2015. Fonte dati: AIDA

Come si può osservare la maggior parte delle imprese del campione si colloca nei quadranti caratterizzati da numero di dipendenti e valori di fatturato basso: il settore è costituito prevalentemente da piccole medie e imprese di trasporto. Poche grandi imprese emergono solo nei segmenti *Spedizionieri e intermediari* e *Movimentazione di merci*.



### 3.2.2 La filiera Logistica toscana

I dati di settore ci hanno permesso di delineare il primo ambito di indagine. Nel presente paragrafo si assume come prospettiva la filiera con l'obiettivo di:

- descrivere le interazioni settoriali ed extra settoriali fra i diversi attori in una logica di input/output
- fare emergere le differenze presenti fra i diversi segmenti delle filiere.

#### Elementi distintivi

Irpet, nell'ambito di una ricerca dedicata, ha fatto emergere chiaramente gli elementi specifici di una filiera chiave per la competitività del tessuto produttivo regionale quale è la filiera logistica<sup>14</sup>.

La logistica, infatti, è una delle filiere che si è più evoluta negli ultimi anni a livello regionale, prima considerata accessoria ed oggi di importanza strategica viste le rapide trasformazioni delle strutture organizzative dei sistemi produttivi e le nuove tecnologie a disposizione.

In particolare per le imprese toscane risulta sempre più importante assicurare l'efficienza dei processi di approvvigionamento, produzione e delivery in conseguenza dei cambiamenti intervenuti a livello globale e riassumibili in:

- delocalizzazione delle attività produttive;
- nuove reti di approvvigionamento e distribuzione delle materie prime, semi-lavorati o lavorati;
- globalizzazione, con la conseguente entrata nel mercato di nuovi e agguerriti competitor;
- domanda sempre più differenziata ed in rapido cambiamento;
- necessità di offrire prezzi competitivi.

Nei paesi in cui questi cambiamenti sono stati recepiti e realizzati più velocemente si può osservare una tendenza all'accorpamento degli operatori e elevata esternalizzazione delle funzioni logistiche avanzate volte a sfruttare le economie di scala generate da pratiche di *groupage*, trasporto intermodale, riduzione dei carichi a vuoto e nuove tecnologie di gestione dei flussi informatici.

In Italia invece, ed in particolare in Toscana, le dimensioni di impresa ridotte, specializzazioni produttive altamente differenziate e l'accentuato policentrismo urbano hanno contribuito a creare un sistema logistico estremamente frammentato, quasi interamente basato sul trasporto su gomma, fatto da microimprese individuali.

L'alternativa al trasporto su gomma è quello via mare grazie al posizionamento della Toscana rispetto alle infrastrutture portuali e alle rotte commerciali ed agli scambi di beni con i paesi extraeuropei. Il trasporto su ferro rimane invece ancora residuale rispetto alle altre modalità per la presenza di ostacoli al suo sviluppo riconducibili a due fattori:

- tariffe troppo alte,
- scarsa capillarità del servizio, che non riesce a servire adeguatamente un tessuto produttivo diffuso sul territorio ed ancora fortemente parcellizzato.

Le infrastrutture come porti, interporti ed aeroporti entrano in competizione fra loro sulla base di un criterio in parte geografico, scegliendo i porti più vicini in un'ottica di riduzione dei costi, ma anche e soprattutto per i collegamenti diretti presenti in arrivo e partenza dalle singole infrastrutture.

Emerge, inoltre, che le imprese toscane tendono a domandare, ai loro partner logistici, solo servizi di trasporto merci e sono restie nell'affidare servizi di supporto alla produzione come per esempio l'etichettatura, l'imballaggio ed il controllo qualità.

---

<sup>14</sup> Piccini L., *La domanda e l'offerta di servizi logistici in toscana: i risultati di un'indagine campionaria*, IRPET 2011

A fronte delle necessità di flessibilità espresse dal sistema produttivo regionale è mancata ad oggi una spinta degli operatori verso una riorganizzazione funzionale, nonostante questo sistema si ponga in controtendenza rispetto ai processi di ottimizzazione del settore logistico nel resto dei paesi europei che sono caratterizzati da una migliore sostenibilità economica ed ambientale. Gli operatori risultano aver concentrato l'attenzione sul costo del trasporto che si è ridotto in maniera considerevole e sulla proposta di servizi customizzati in base ai requisiti espressi dalle imprese.

La modalità di stipula di rapporti contrattuali può essere presa come un descrittore delle relazioni che si vengono a instaurare fra gli attori della filiera. Si identificano quindi due modalità principali:

- *Rapporto spot (di breve durata) fra impresa e partner logistico, basato principalmente sulla competitività delle tariffe, in cui l'impresa non ha difficoltà a cambiare fornitore di servizi logistici perché questi sono generalmente poco complessi (trasporto e servizi accessori di base) e standardizzati.*
- *Rapporto consolidato (contratti annuali e pluriannuali), in cui la dinamica fra impresa cliente e impresa logistica ha la possibilità di raggiungere un grado più elevato di integrazione, arrivando alla fornitura di servizi strutturati e ritagliati sulla base delle esigenze specifiche dell'impresa cliente e consentendo talvolta all'impresa logistica di intervenire anche sull'organizzazione dei processi di produzione stessi, in un'ottica di efficientamento complessivo dei processi logistici, non solo verso l'esterno dell'azienda ma anche al suo interno."*

## La struttura

Di seguito si riporta la schematizzazione della filiera logistico-distributiva elaborata sulla base delle informazioni emerse dalle indagini di settore e dalle interviste con le imprese regionali.

Tipicamente il fornitore invia le materie prime al produttore: è possibile che la merce non sia consegnata direttamente, ma venga stoccata in depositi intermedi per il consolidamento dei carichi provenienti da diversi fornitori. Nello schema proposto si considera che il trasporto e la movimentazione delle merci siano effettuati da aziende logistiche, non dal fornitore o dal produttore. Inoltre si considera che il produttore possa terziarizzare anche le attività della logistica in ingresso e in uscita. Una volta avvenuta la trasformazione delle materie prime in semilavorati e/o prodotti finiti, si considerano le seguenti strategie<sup>15</sup> distributive:

- **Consegna diretta con stoccaggio decentralizzato:** il prodotto viene consegnato presso i magazzini dei punti vendita senza sostare nei depositi e centri di distribuzione (strategia distributiva spesso utilizzata dalla GDO);
- **Consegna diretta con stoccaggio centralizzato:** le scorte sono tenute dal produttore che consegna i prodotti direttamente ai punti vendita che hanno il ruolo di punti di raccolta ordini;
- **Consegna indiretta tramite deposito:** i prodotti sono stoccati in depositi intermedi fra il luogo di produzione e consegna (centri di distribuzione, centri di consolidamento o raccolta, centri di smistamento, *transit point*).

In Figura i canali sono distinti anche in base al numero di intermediari affinché il prodotto arrivi al cliente finale (canali lunghi, corti e diretti).

Infine i servizi di supporto sono trasversali a tutta la filiera, nelle sue diverse configurazioni, in quanto possono insistere su tutti i diversi segmenti descritti in precedenza con una incidenza variabile. Possono comprendere servizi di consulenza, di assistenza al trasporto e alla movimentazione, ma anche servizi

---

<sup>15</sup> P. Romano, P. Danese, Supply Chain Management - La gestione dei processi di fornitura e distribuzione, McGraw-Hill, 2010.

avanzati di supporto alla produzione e servizi informatizzati (l'ICT ha un ruolo fondamentale per lo scambio dei flussi informativi, la tracciabilità e la sincronizzazione delle lavorazioni).

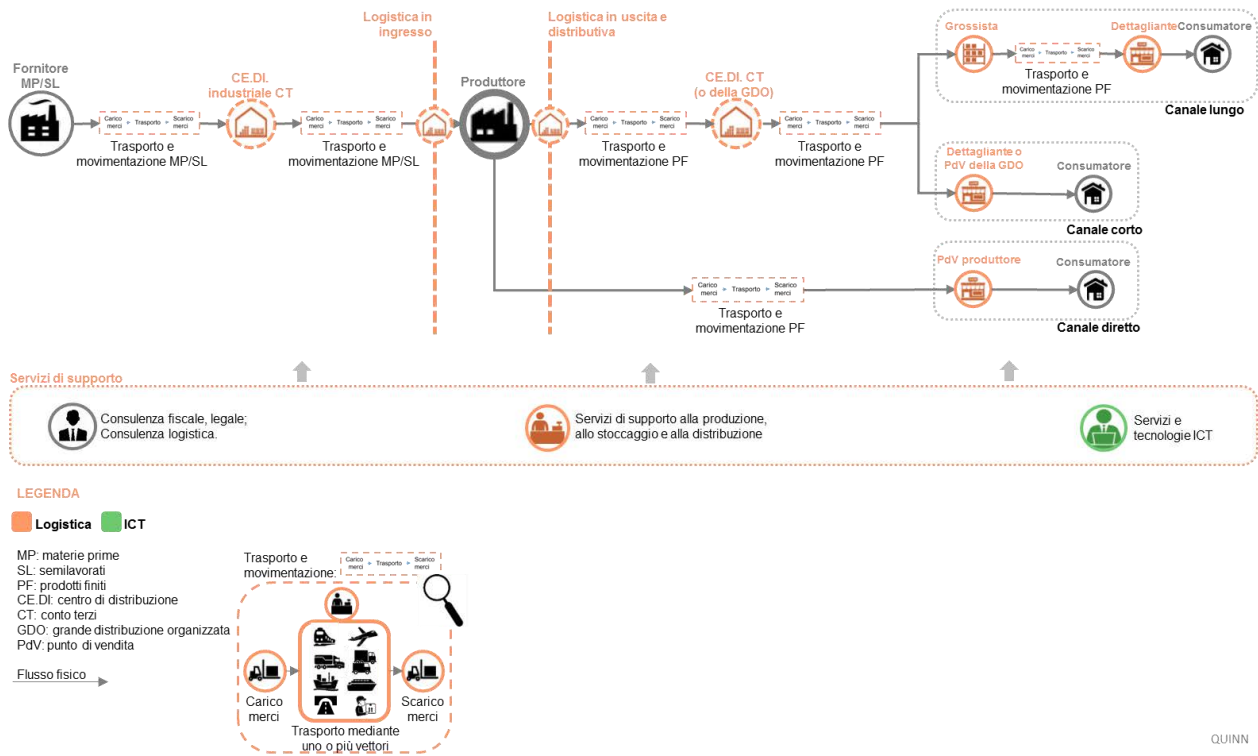


Figura 10 - Rappresentazione della filiera logistico-produttiva toscana

Dallo schema proposto è possibile identificare i seguenti segmenti, i quali saranno ripresi nel corso del report per approfondire l'analisi sull'adozione e la diffusione delle *tecnologie e metodologie 4.0* all'interno della filiera logistica:

- **Trasporto e movimentazione merce:** trasporto della merce (su strada, aereo, marittimo) e movimentazione (attività di carico e scarico) presso piattaforme e magazzini;
- **Logistica in ingresso/uscita:** attività di ricevimento, immagazzinamento e distribuzione dei fattori produttivi, attività di prelievo e preparazione dei colli;
- **Spedizioni:** pianificazione della distribuzione, gestione dei vettori di consegna, attività di intermediazione fra i nodi della rete distributiva;
- **Stoccaggio:** messa a disposizione del cliente di aree di stoccaggio, gestione (fisica e informativa) delle scorte;
- **Servizi di supporto:** *advanced co-packing*, assemblaggio/lavorazione dei prodotti, gestione del flusso di materiali all'interno di stabilimenti produttivi, *vendor managed inventory*, *integrated customer service*, tentata vendita, *eCommerce*, *order to cash*, fornitura di SW per la logistica;
- **Consulenza:** servizi legali e di consulenza.

### 3.3 La Chimica toscana

#### 3.3.1 Quadro conoscitivo della Chimica

##### Il settore chimico a livello nazionale e regionale: demografia d'impresa

Come già la logistica anche il settore chimico regionale ricopre un ruolo rilevante a livello nazionale: in Figura 11 si evidenzia che la Toscana rientra nel gruppo di regioni di classe A e si colloca al sesto posto per numero di imprese attive. Le sole prime sette regioni costituiscono circa l'80% del settore chimico italiano. La Toscana si colloca invece al quarto posto per numero di addetti nella chimica, superando in classifica la Campania.

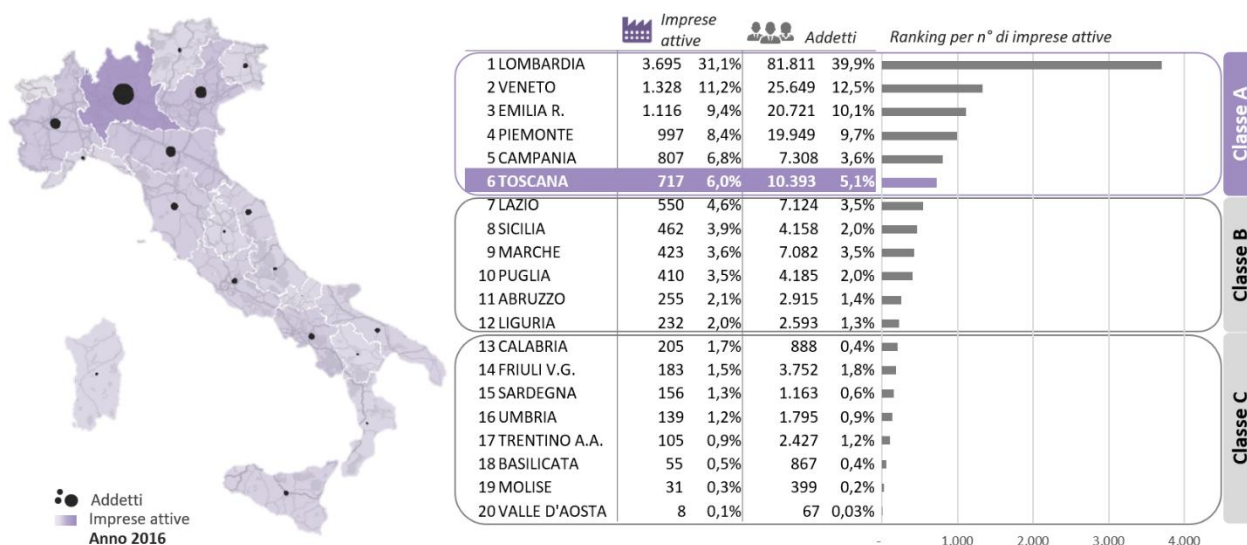


Figura 11 - Classifica nazionale per numero di imprese chimiche attive, anno 2016. Fonte dati: Registro Imprese

Il settore chimico rappresenta a livello regionale lo 0,2% delle imprese attive locali totali (Figura 12a): di queste il 32,2% ha sede nella provincia di Firenze, seguono al secondo e terzo posto le province di Pisa (13,5%) e Lucca (11,2%). In Figura 12b si mostra la classifica provinciale in base al numero di addetti. Confrontando il numero di addetti e il numero di imprese attive si rileva che le aziende con dimensioni medie più significative hanno sede nelle province di Livorno, Grosseto e Firenze.

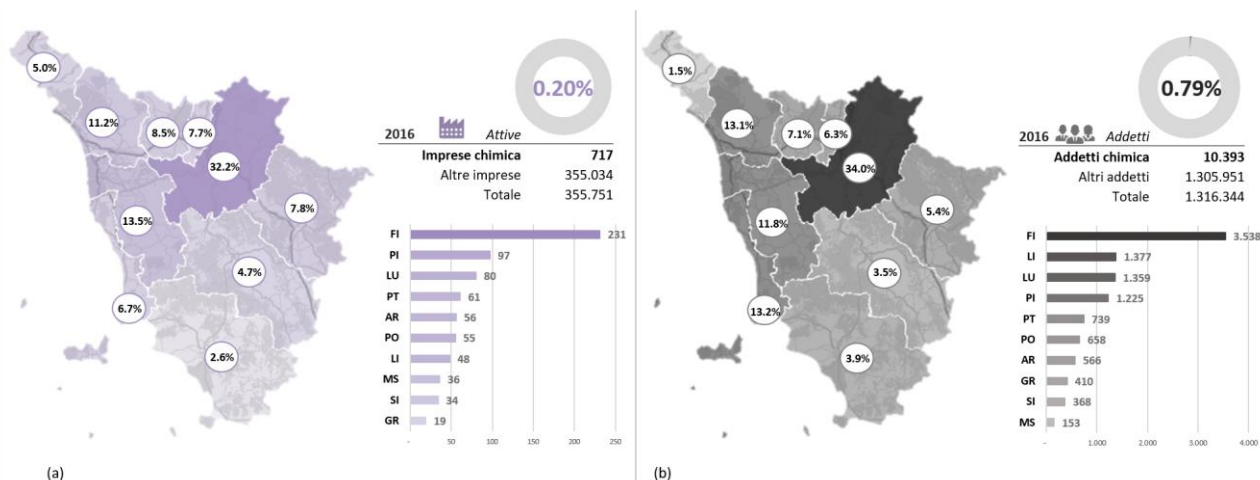


Figura 12 - Classifica provinciale delle imprese attive (a) e degli addetti (b) della chimica, 2016. Fonte dati: Registro imprese

## I segmenti del settore a livello regionale: demografia d'impresa

Il settore è stato suddiviso nei segmenti della *Chimica di base* (prodotti organici, inorganici, materie plastiche e gomme in forme primarie, articoli in materie plastiche, pigmenti e coloranti, gas), *Chimica specialistica* (pitture, vernici, inchiostri, profumi e cosmetici, detergenti, disinfettanti, agro farmaci) e *Chimica di trasformazione* (semilavorati e articoli in materie plastiche). Come indicato nella Figura 13 nel 2016 il 46,3% delle imprese chimiche produce *articoli in materie plastiche*, il 14,5% *profumi e cosmetici*, il 7,4% *pitture e vernici*. I segmenti *Articoli in materie plastiche*, *profumi e cosmetici*, *pitture e vernici* assorbono il 66,0% degli addetti del settore, ma la dimensione media d'impresa dei segmenti è piuttosto piccola (rispettivamente 12, 13 e 23 addetti/impresa). Il segmento *Prodotti chimici di base* rappresenta il 2% delle imprese attive del settore ma assorbe l'11,9% degli addetti (dimensione media 88 addetti/impresa).

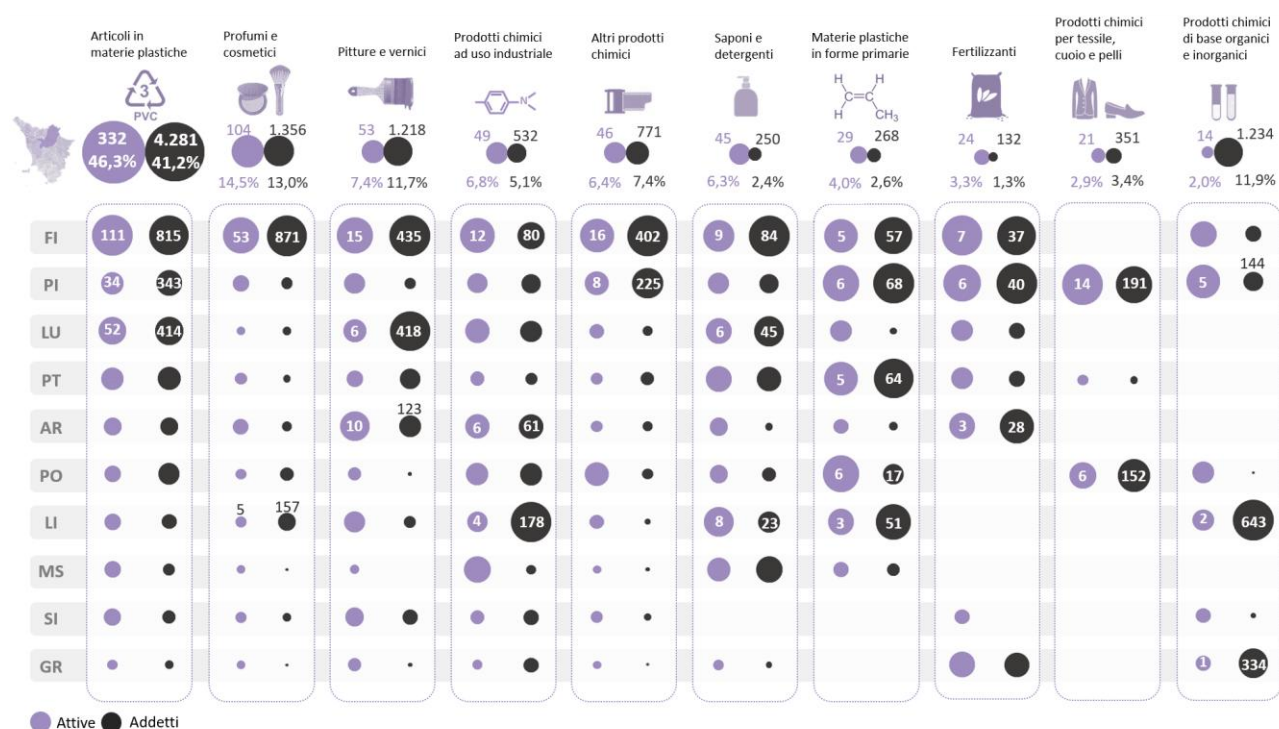


Figura 13 - Imprese attive e numero di addetti nei segmenti del settore chimico, 2016. Fonte dati: Registro Imprese

Dalla figura si può osservare una copertura disomogenea dei segmenti a livello provinciale. I primi 5 segmenti sono presenti in tutte le province toscane con una significativa concentrazione nell'area fiorentina. Firenze è la provincia in cui hanno sede anche la maggior parte delle imprese chimiche dei segmenti *Saponi e detergenti*, *Fertilizzanti e Composti azotati*, mentre nelle province di Pisa e Prato hanno sede aziende di prodotti chimici per il tessile, cuoio e pelli. Livorno e Grosseto si distinguono per la presenza di aziende di grandi dimensioni nel segmento della *Chimica di base*.

## Andamento demografico ed economico del settore

In Figura 14a è riportato l'andamento dello stock di imprese attive e del tasso di crescita nel periodo 2009-2016. Il numero di imprese attive nel settore della chimica in Toscana nel 2016 risulta pari a 717. Lo stock di imprese è diminuito nel periodo 2009-2016 con un tasso annuo medio del -1,7%. Nella Figura 14b sono indicati i segmenti che mostrano un andamento dello stock coerente o meno con l'andamento del settore: si osserva che in tutti i segmenti lo stock si sia mantenuto pressoché stabile ad eccezione del segmento della *Chimica di trasformazione*.

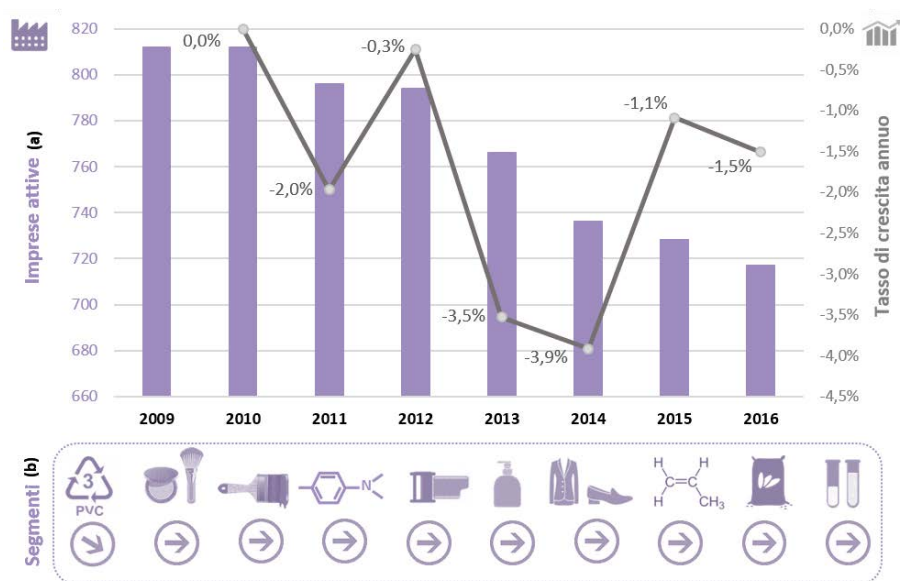


Figura 14 - Andamento dello stock del settore(a) e dei segmenti (b). Fonte dati: Registro imprese

Di seguito si riporta l'andamento delle imprese iscritte e cessate e del tasso netto di turnover nel periodo 2009-2016. Si osserva un incremento delle imprese cessate negli anni compresi fra il 2012 e il 2016.

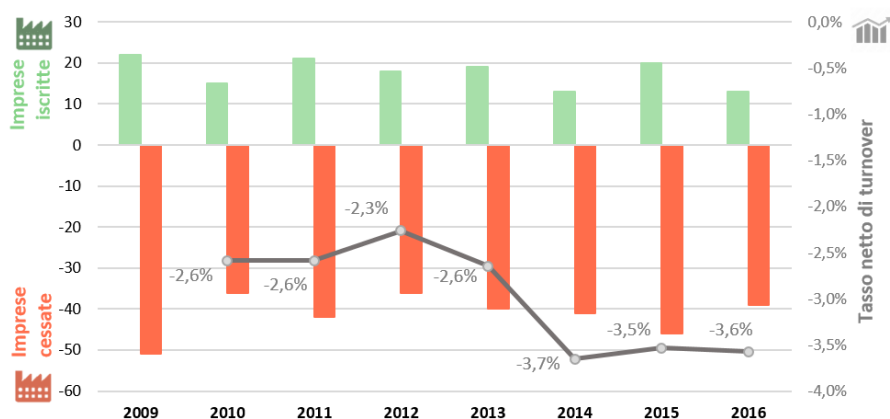


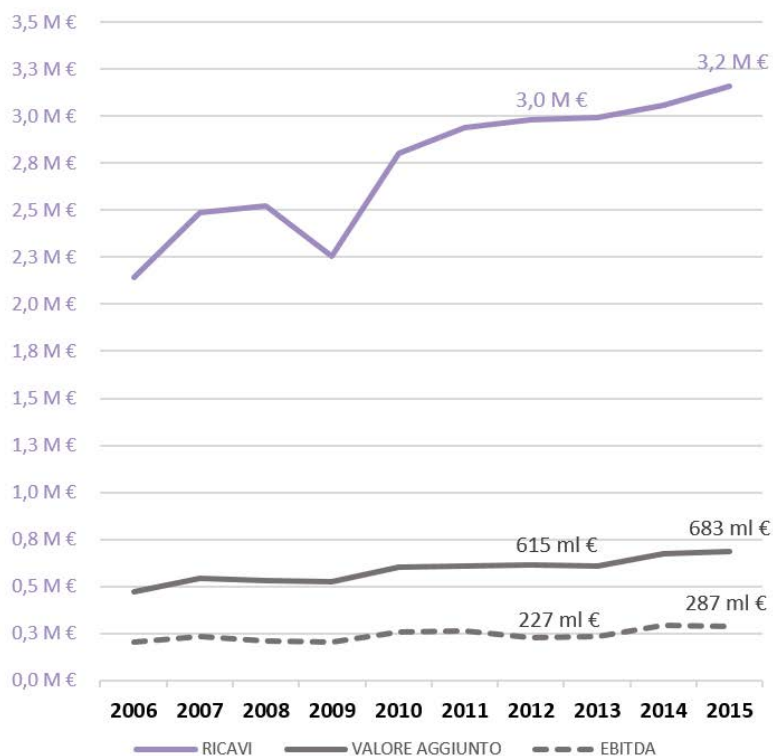
Figura 15 - Andamento delle imprese iscritte, cessate e del tasso netto di turnover. Fonte dati: Registro imprese

L'analisi del settore prosegue con l'andamento dei ricavi, del valore aggiunto e dell'EBITDA negli anni 2006-2015 di un campione<sup>16</sup> di imprese del settore.

Come per gli altri settori si registra un picco negativo registrato nel 2009 a causa della crisi economica, a cui segue una rapida crescita del fatturato fino al 2011, un leggero calo nel 2013 e la successiva ripresa fino al 2015. Il tasso medio annuo di crescita nel periodo 2012-2015 è pari al 1,9%.

<sup>16</sup> Elaborazione dei dati AIDA su un campione di 321 imprese.





	RICAVI	V. AGG.	EBITDA
<b>GR 2015</b>	+3,2%	+1,3%	-1,0%
<b>CAGR 2012-2015</b>	+1,9%	+3,5%	+8,1%
<b>Dati 2015</b>			
	825 ml €	170 ml €	57 ml €
	777 ml €	170 ml €	78 ml €
	443 ml €	132 ml €	80 ml €
	274 ml €	65 ml €	12 ml €
	269 ml €	19 ml €	9 ml €
	197 ml €	47 ml €	20 ml €
	181 ml €	38 ml €	16 ml €
	120 ml €	24 ml €	8 ml €
	39 ml €	9 ml €	4 ml €
	31 ml €	7 ml €	3 k €

Figura 16 - Andamento economico (campione di imprese della Chimica). Fonte dati: AIDA

Tutti i segmenti registrano un valore aggiunto<sup>17</sup> sul fatturato intorno al 20% ad eccezione di *Profumi e cosmetici* (30%) e *Materie plastiche in forme primarie* (7%). L'EBITDA sul fatturato più elevato si riscontra nel segmento *Profumi e cosmetici* (18,1%), mentre i valori più bassi nel segmento *Pitture e vernici* (4,2%) e *Materie plastiche in forme primarie* (3,5%). Il segmento *pitture e vernici* è quello che risente maggiormente del peso dei costi del personale.

### Dimensioni di impresa

Le imprese del campione si presentano ripartite in fasce di fatturati e numero di dipendenti. Dalla sintesi grafica si può osservare che le grandi imprese appartengono ai segmenti della *Chimica di base*, *Profumi e cosmetici*, *Pitture e vernici*; tra le imprese medie si distinguono le appartenenti ai segmenti *Articoli in materie plastiche*.

<sup>17</sup> Il valore aggiunto sul fatturato fornisce indicazione sul livello di integrazione verticale: più è elevato più l'azienda è integrata verticalmente.



Figura 17 - Dimensione di impresa in un campione di imprese della chimica toscana, anno 2015. Fonte dati: AIDA

### 3.3.2 La Filiera della Chimica

#### Elementi distintivi

La categorizzazione del settore in *chimica di base* e *chimica specialistica* si traduce anche in una differenziazione nella struttura della filiera. Nel primo caso l'attore chiave è abitualmente una multinazionale che innesta le sue produzioni a livello regionale in una filiera che pur con ramificazioni locali ha una dimensione internazionale. Nel secondo caso è più opportuno parlare di filiera corta caratterizzata da un produttore regionale, fortemente specializzato, e con una rete di collaborazioni in prevalenza locali, pur offrendosi al mercato globale. In questo ambito le collaborazioni con il sistema regionale della ricerca diventano strategiche per sostenere i costi di R&S.

*“Nell'industria chimica, più che in altri settori, l'innovazione tecnologica si basa infatti sempre più sull'attività di ricerca e vede coinvolto il laboratorio di R&S. Di conseguenza, la capacità innovativa di un'impresa dipende fortemente dalle risorse interne ad essa dedicate in termini di addetti e competenze. La dimensione, spesso piccola, delle imprese crea, però, problemi di massa critica, soprattutto con riferimento*



*alla ricerca più di frontiera.*<sup>18</sup> Tutto questo ha impatto sulla quota dei laureati in azienda che tipicamente si attesta attorno al 60%.

Questa tendenza nazionale è confermata dalle aziende intervistate che, in particolare per le produzioni chimiche specialistiche e di trasformazione, dedicano risorse significative alla R&S e hanno attivato collaborazioni stabili e strutturate con le Università di Pisa, Firenze e Siena.

*“Proprio una relazione così profonda consente alle imprese chimiche di innovare e rinnovare continuamente i prodotti dei propri clienti, anche se questi operano in mercati cosiddetti maturi. In particolare, la chimica specialistica italiana ha rappresentato una delle chiavi di volta del successo del Made In Italy, contribuendo spesso in modo decisivo ad alimentarne la competitività e il riconoscimento internazionale per gli elevati standard di qualità e innovazione. La globalizzazione ha portato sulla scena i nuovi protagonisti dei Paesi emergenti, dotati di fortissimi vantaggi di costo, e che questo ha comportato una crisi di competitività nei settori di specializzazione dell’industria manifatturiera italiana (cioè in gran parte dei settori utilizzatori della chimica) e, di conseguenza, ha limitato le prospettive di crescita dell’intera economia.”*<sup>19</sup>

Come sottolineato nel corso delle testimonianze raccolte nel corso della ricerca risulta importante stare al passo con la tecnologia per rimanere in posizione di leadership. La globalizzazione comporta una forte competizione che è basata sui prezzi ma anche sulla qualità per alcuni prodotti che deriva sia da processi eccellenti sia dalla professionalità della forza lavoro.

*“L’industria chimica rappresenta un motore di innovazione perché attraverso i suoi beni intermedi trasferisce sistematicamente tecnologia e innovazione basata sulla ricerca a praticamente tutti i settori manifatturieri utilizzatori, sia tradizionali che avanzati, alimentandone la competitività e la sostenibilità, generando e difendendo tanti posti di lavoro. Il Made in Italy, per affrontare la competizione globale, deve innalzare il suo contenuto tecnologico e, in questo, l’industria chimica rappresenta il partner ideale. La chimica ricerca continuamente nuove strade per realizzare tanti prodotti in modo sempre più efficiente e conveniente, riducendo al minimo gli sprechi nel rispetto della salute e dell’ambiente.”*<sup>20</sup>

In termini di filiera la relazione dei soggetti produttori regionali, abitualmente grandi aziende, con il tessuto imprenditoriale locale è caratterizzato da contratti stabili con fornitori di servizi tecnici e consulenziali collegati al funzionamento degli impianti (progettistici, manutentori, impiantisti, consulenti ambientali, ecc.). La stabilità di relazioni assicura l’affidabilità della fornitura; la tempestività deriva altresì dalla prossimità geografica. La grande azienda agisce da stimolo alla crescita dei fornitori sia in termini di dotazioni tecniche che di know how, mettendoli così nelle condizioni di potersi aprire a nuovi mercati e settori produttivi. Questo ha prodotto una concentrazione di competenze e servizi nel sud ovest della regione di un certo rilievo, con una vocazione sempre più significativa ai mercati internazionali.

In termini di adozione di tecnologie si confermano quali punti di attenzione delle aziende delle filiere regionali la sostenibilità ambientale dei processi produttivi, sempre più attenta alle esigenze del territorio.

## **La struttura**

Lo schema della filiera della chimica elaborata sulla base delle informazioni emerse dalle indagini di settore e dalle interviste con le imprese regionali presenta un’articolazione che parte dalle materie prime sia organiche (quali ad esempio petrolio, carbone, gas naturale, biomasse), sia inorganiche (minerali, acqua, sali) da cui è possibile ottenere i prodotti chimici di base e quindi le materie prime per l’industria chimica fine e specialistica. I prodotti della chimica specialistica sono destinati sia ad altre aziende manifatturiere sia

---

<sup>18</sup> Federchimica, *Innovare nell’industria chimica italiana*, Novembre 2007

<sup>19</sup> Federchimica, *Innovare nelle imprese di chimica fine e specialistica*, Dicembre 2006

<sup>20</sup> Federchimica, *L’industria chimica in cifre*, Giugno 2016

al consumatore finale. Rispetto ai prodotti della chimica di base si distinguono per l'elevato valore aggiunto e per i volumi bassi di produzione.

All'interno della filiera assumono forte rilevanza i servizi di supporto quali la manutenzione (in particolare per gli impianti che producono per processi continui), la consulenza normativa e sui sistemi di gestione, la progettazione degli impianti conto terzi, lo smaltimento dei rifiuti speciali, fornitura di sistemi di automazione e controllo dei processi.

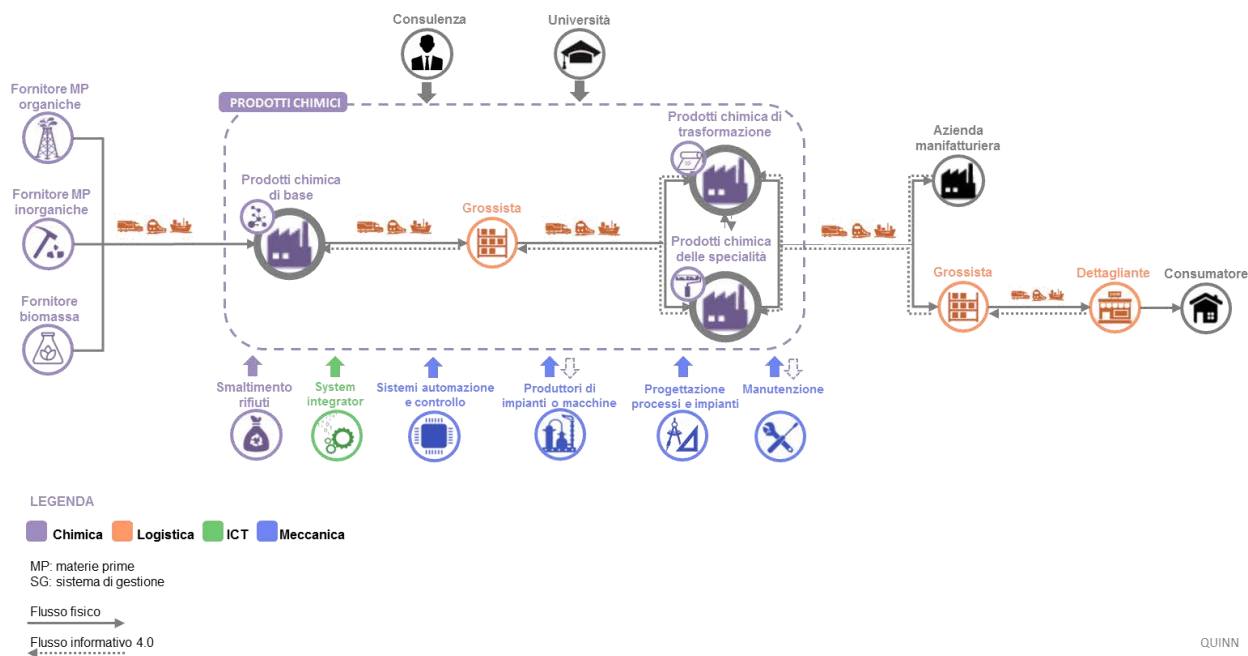


Figura 18 - Rappresentazione della filiera chimica toscana

Ai fini delle analisi successive sulla maturità dell'adozione e diffusione delle tecnologie e metodologie 4.0 nelle *supply chain*, è possibile identificare i seguenti segmenti nello schema sopra proposto:

- Fornitore materie prime;
- Produzione di prodotti chimici di base;
- Produzione di prodotti chimici speciali;
- Chimica di trasformazione;
- Smaltimento rifiuti;
- Consulenza.

### 3.4 L'ICT per il manifatturiero in Toscana

#### 3.4.1 Quadro conoscitivo dell'ICT per il manifatturiero

##### Il settore ICT a livello nazionale e regionale: demografia d'impresa

Con riferimento all'ICT e come già emerso per i precedenti settori produttivi, la Toscana rientra nel gruppo di classe A e si colloca al settimo posto per numero di imprese attive. Le prime sette regioni costituiscono circa il 75% del settore ICT italiano. La Toscana si colloca invece all'ottavo posto per numero di addetti nell'ICT.

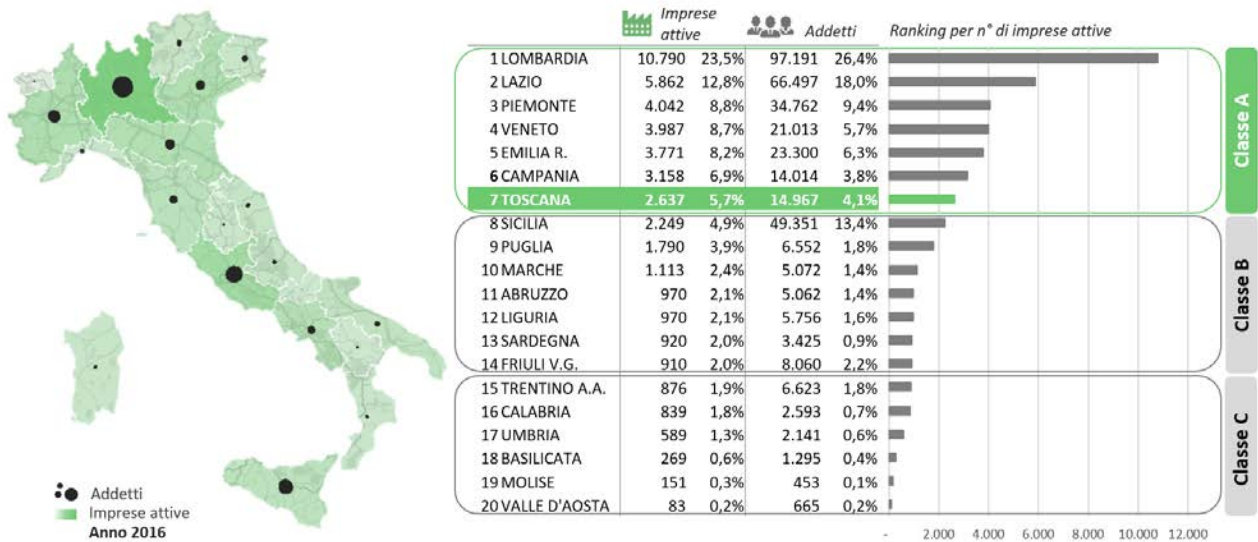


Figura 19 - Classifica nazionale per numero di imprese ICT attive, anno 2016. Fonte dati: Registro Imprese

Il settore ICT rappresenta a livello regionale lo 0.74% delle imprese locali totali (Figura 20a): di queste il 33.5% ha sede nella provincia di Firenze che si colloca al primo posto per numero di imprese attive, seguono al secondo e terzo posto le province di Pisa (14.5%) e Arezzo (9.3%). In Figura 20b si riporta la classifica provinciale in base al numero di addetti.

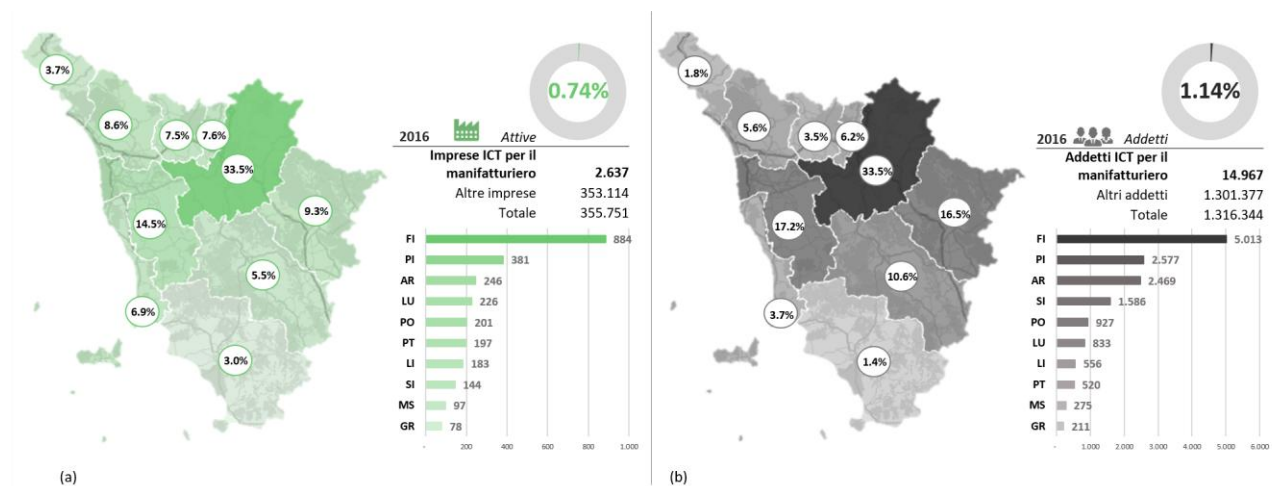


Figura 20 - Classifica provinciale delle imprese attive (a) e degli addetti (b) dell'ICT, 2016. Fonte dati: Registro imprese

## I segmenti del settore a livello regionale: demografia d'impresa

Il settore dell'ICT per il manifatturiero è stato suddiviso nei segmenti *Produzione HW*, *Produzione TLC*, *Servizi di TLC*, *Produzione SW*, *Consulenza nel settore delle tecnologie dell'informatica*, *Hosting ed elaborazione dati*, *hosting e portali web*. Dai dati riportati in Figura emerge che nel 2016, circa il 56,6% delle imprese ICT è specializzata in *Produzione SW* che assorbe oltre la metà degli addetti del settore (la dimensione media d'impresa è piuttosto bassa: 6 addetti). I segmenti *Produzione HW e TLC* si distinguono invece per dimensioni medie più grandi (10-20 addetti).

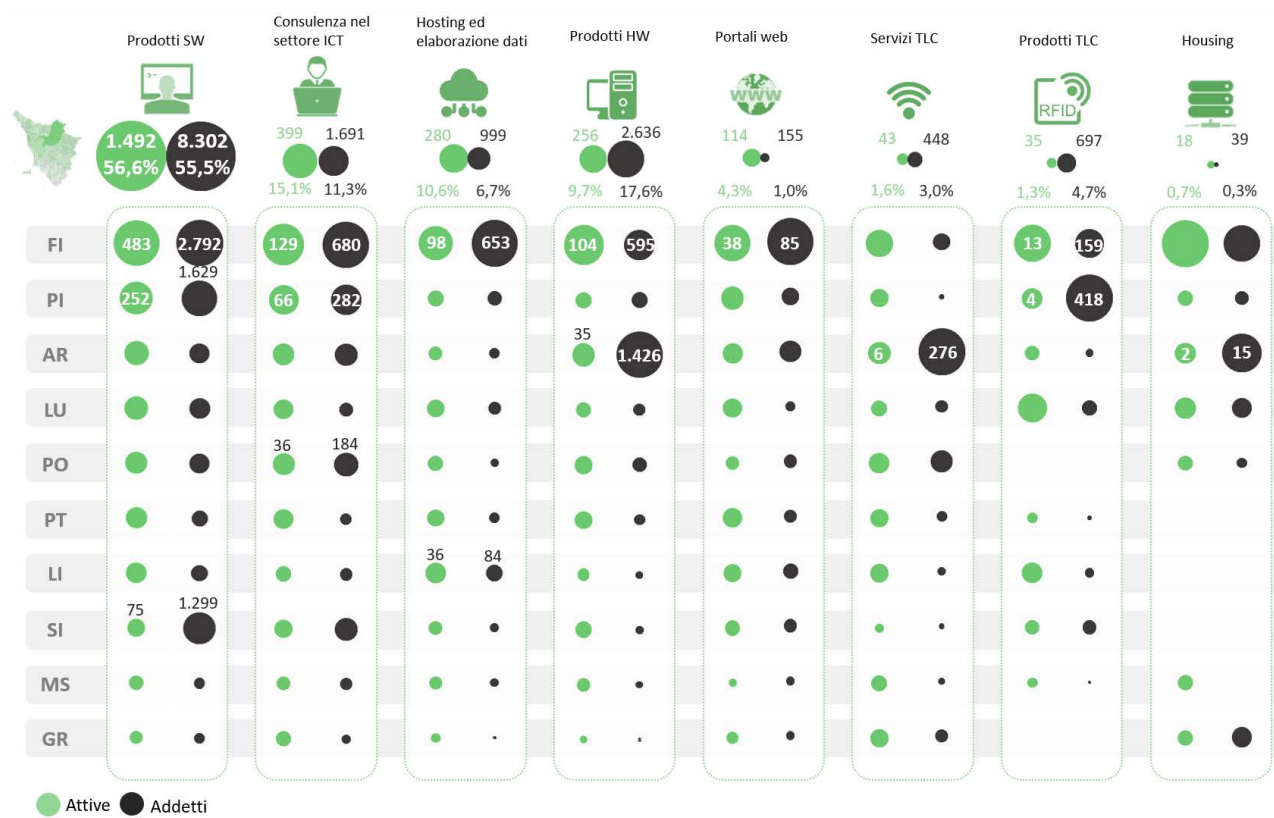


Figura 21 - Imprese attive e numero di addetti nei segmenti del settore ICT, 2016. Fonte dati: Registro Imprese

Dai dati elaborati si osserva che ad eccezione di Prato, Livorno, Siena e Grosseto, nelle restanti province sono presenti imprese appartenenti a tutti i segmenti.

Firenze si colloca prima in classifica per numero di imprese attive in tutti gli ambiti del settore, mentre in seconda posizione si distingue Pisa per i segmenti *Produzione SW* (252 imprese, 1629 addetti) e *Consulenza nel settore delle tecnologie dell'informatica* (66 imprese, 282 addetti).

## Andamento demografico ed economico del settore

Nella Figura 22a è riportato l'andamento dello stock di imprese attive e del tasso di crescita nel periodo 2009-2016. Il numero di imprese attive nel settore ICT in Toscana nel primo semestre 2016 risulta pari a 2.637. Dalla Figura 22 si osserva che il numero di imprese attive è cresciuto durante tutto il periodo considerato con un tasso medio annuo di crescita +2,09%. In Figura 22b sono invece indicati i segmenti che mostrano un andamento dello stock coerente o meno con l'andamento del settore: si rileva una decrescita dello stock solo nel segmento *Produzione SW* (-5% in 7 anni).

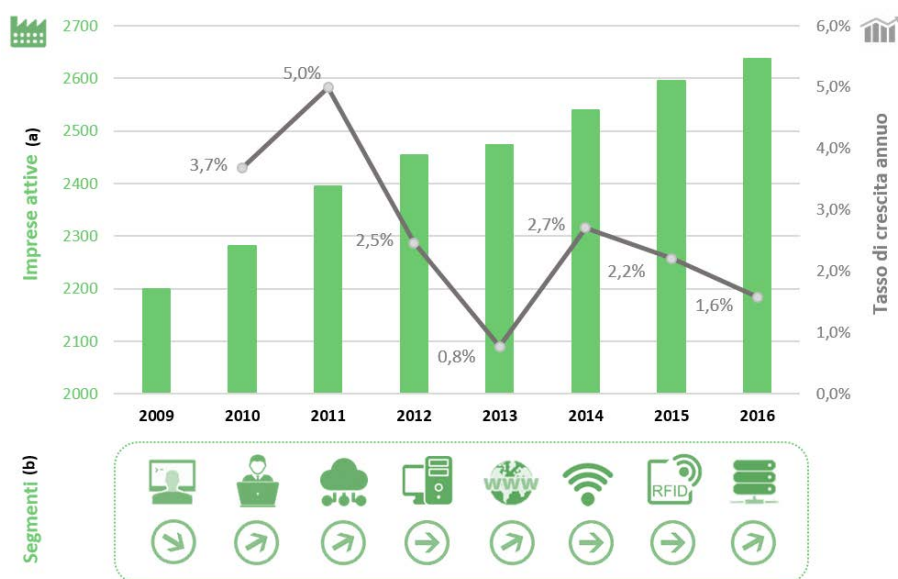


Figura 22 - Andamento dello stock del settore(a) e dei segmenti (b). Fonte dati: Registro imprese

Si riporta quindi l'andamento delle imprese iscritte e cessate e del tasso netto di turnover nel periodo 2009-2016. Si osserva che il tasso netto di turnover è rimasto piuttosto costante e vicino lo zero ad eccezione del 2011. Gli elevati valori delle imprese nate e cessate evidenziano inoltre la forte dinamicità del settore.

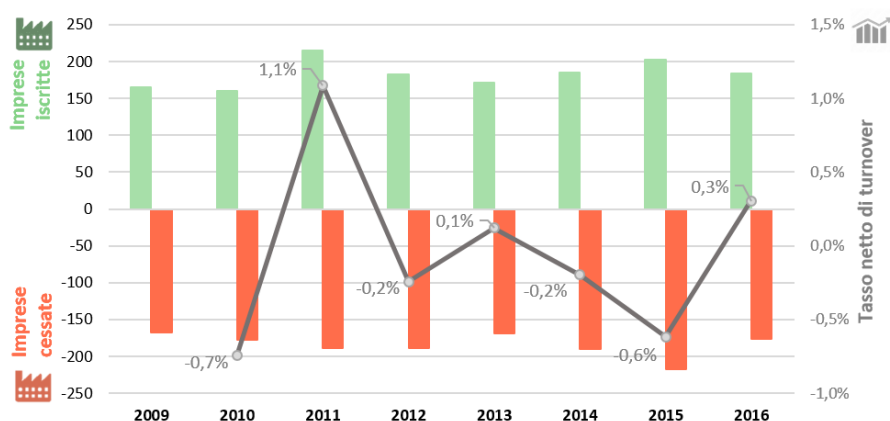
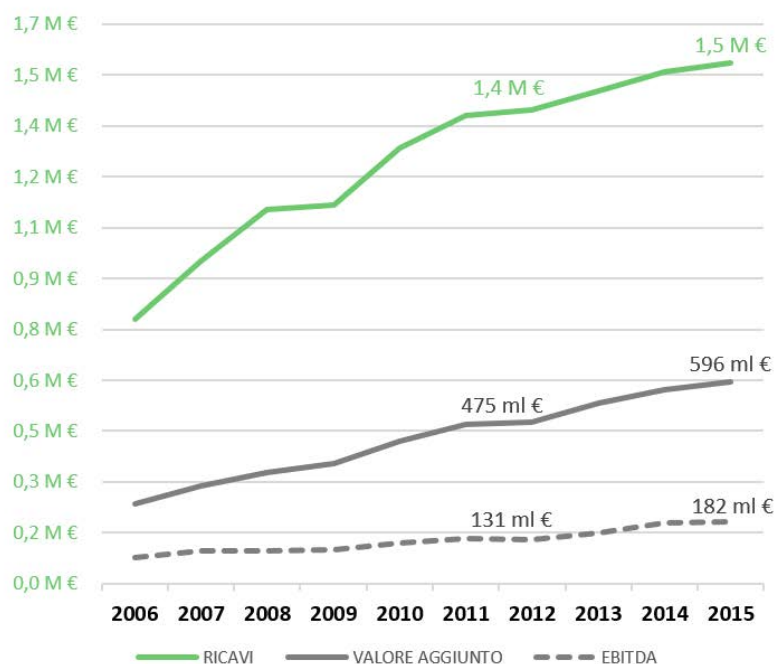


Figura 23 - Andamento delle imprese iscritte, cessate e del tasso netto di turnover. Fonte dati: Registro imprese

Per quanto attiene all'andamento economico si propone il dato dei ricavi, valore aggiunto e EBITDA negli anni 2006-2015 di un campione<sup>21</sup> di imprese del settore.

A differenza di quanto emerso per gli altri settori analizzati la crisi economica ha avuto un impatto contenuto sul settore: nel 2009 è stato registrato un forte calo del tasso di crescita annuo rispetto al precedente (-14,5 punti percentuali), ma tuttavia è rimasto positivo. Nel 2010 si è verificata una forte crescita del fatturato (+15%), mentre negli anni successivi è cresciuto a tassi più bassi. Il tasso medio annuo di crescita nel periodo 2012-2015 è pari al 3.2%.

<sup>21</sup>Elaborazione dei dati AIDA su un campione di 680 imprese.



	RICAVI	V. AGG.	EBITDA
<b>GR 2015</b>	+1,8%	+4,0%	+1,0%
<b>CAGR 2012-2015</b>	+3,2%	+7,9%	+11,6%
<b>Dati 2015</b>			
	763 ml €	317 ml €	91 ml €
	320 ml €	93 ml €	28 ml €
	153 ml €	60 ml €	24 ml €
	140 ml €	38 ml €	18 ml €
	92 ml €	42 ml €	69 ml €
	84 ml €	39 ml €	12 ml €
	5 ml €	5 ml €	1,4 ml €
	4,3 ml €	1,4 ml €	587 k €

Figura 24 - Andamento economico (campione di imprese ICT). Fonte dati: AIDA

I segmenti ICT hanno mediamente valori più alti del rapporto valore aggiunto su fatturato rispetto ai segmenti degli altri settori: *Portali web* circa 98%, *Prodotti TLC* 46,7%, *Hosting ed elaborazione dati* 45,7%, *Prodotti SW* 43,1%. Il valore più basso si osserva nel segmento *Servizi di TLC* (26,9%) il quale però ha un valore superiore dell'EBITDA su fatturato (12,7%) rispetto ai segmenti *Hosting ed elaborazione dati* (7,5%), prodotti SW (12,3%) ed HW (8,7%).

### Dimensioni di impresa

Nello schema di Figura 25 le imprese del campione sono presentate ripartite in fasce di fatturato e numero di dipendenti.

Si può così osservare la presenza di poche medio-grandi imprese nei segmenti *Produzione HW e TLC*, *Produzione SW*, *Hosting ed elaborazione dati e servizi TLC*.





Figura 25 - Dimensione di impresa in un campione di imprese dell'ICT toscano, anno 2015. Fonte dati: AIDA

### 3.3.3 La filiera ICT per il manifatturiero

#### Elementi distintivi

Nell'ICT toscano la capacità d'innovazione è fortemente correlata al legame con la ricerca universitaria. Le aziende SW spesso sono start-up e trovano nei finanziamenti alla ricerca e sviluppo sia Europei che regionali delle leve di crescita, almeno nella prima fase di sviluppo del business, a cui abitualmente riescono ad accedere con continuità. In questo settore le parole chiave rimandano più a metodi di lavoro che a tecnologie. Si parla infatti di *collaboration*, *agile*, *open innovation* e *open source*<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> IRPET (in collaborazione con QUINN), *Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la "Fabbrica Intelligente"*. Firenze, aprile 2016

Dalle analisi condotte dal Distretto tecnologico ICT e Robotica della Regione Toscana<sup>23</sup> emerge come l'ambiente fortemente orientato alla ricerca non solo costituisce una risorsa fondamentale per lo sviluppo delle numerose grandi aziende italiane e estere che collaborano o hanno collaborato con le università toscane, ma ha anche contribuito a generare brevetti e numerose start-up e spin-off, focalizzate sullo sviluppo di prodotti estremamente innovativi.

Gli elementi chiave del settore a livello regionale possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- Nel distretto pisano e fiorentino è presente una forte concentrazione di aziende ICT, ma vi sono eccellenze anche in altre aree del territorio regionale che favoriscono la propagazione delle produzioni ad alto contenuto tecnologico.
- *“Il settore ICT registra la maggior presenza di imprenditori di nuova generazione ed è l’unico settore ad ampia diffusione in Toscana, che di fatto sta accelerando anche la crescita di altri settori, con possibilità di integrazioni con le vocazioni locali, consentendo processi virtuosi di rigenerazione innovativa.”*
- Le imprese ICT, la maggior parte delle volte, non si rivolgono a soggetti pubblici e consumatori finali, ma forniscono i propri prodotti/servizi ad altre imprese dei diversi distretti e settori produttivi regionali.
- In relazione all’attività di ricerca sperimentale, alla partecipazione a progetti europei e alle collaborazioni con enti di ricerca pubblici le imprese ICT si pongono in una posizione intermedia rispetto ad altri settori hi-tech. L’attività brevettuale è invece bassa in parte per le caratteristiche intrinseche del comparto ICT che vede un numero rilevante di sviluppatori SW (56,6% delle imprese attive), e quindi per sua natura brevetta poco ma anche per la mancanza di servizi qualificati che supportino le imprese su questo tema strategico.
- La nascita e la crescita delle aziende ICT è dovuta alla presenza di un articolato sistema di organismi di ricerca che operano nel settore, vere e proprie punte di eccellenza nel panorama nazionale ed internazionale: tre università generaliste (Firenze, Pisa, Siena), laboratori e istituti del CNR di Pisa e Firenze, tre Scuole Superiori e di dottorato (Scuola Normale, S. Anna, IMT), più altri istituti e consorzi di ricerca legati direttamente o indirettamente alla ricerca. Mancano però azioni di armonizzazione ed integrazione che potrebbero portare il sistema Toscano in una situazione di inadeguatezza per le nuove sfide di carattere nazionale ed internazionale, a causa della ridotta sinergia tra i gruppi appartenenti a istituzioni diverse.
- Tipicamente l’ICT, in quanto più focalizzato sul software che sull’hardware, presenta filiere corte, caratterizzate da software house di piccola dimensione che gestiscono tutto il ciclo di vita del prodotto: dalla progettazione alla commercializzazione e assistenza. Sono relativamente poche le aziende in grado di proporre propri prodotti a catalogo, spesso focalizzati su ambiti produttivi specifici quali le produzioni distrettuali. Negli altri casi si progettano e sviluppano prodotti software *on demand* che poi si punta a rivendere attraverso la propria rete commerciale.

## La struttura

La schematizzazione della filiera dell’ICT toscano presenta delle specificità rispetto agli altri settori analizzati. La prevalenza della componente SW rispetto a quella HW configura le relazioni più come filiere corte frutto di partnership numericamente ridotte. Come anticipato nel precedente paragrafo la tipica azienda software integra al proprio interno le funzioni che vanno dal prodotto al mercato. Le relazioni con l’esterno possono riguardare l’acquisito di supporti e apparecchi e, in alcuni casi, collaborazioni o *sub-*

---

<sup>23</sup> Distretto tecnologico ICT e Robotica, Regione Toscana, *Programma strategico di sviluppo*, 2012



contracting nello sviluppo. Vi è un elevato ricorso a infrastrutture e servizi in cloud per ridurre i costi di gestione e aumentare la flessibilità.

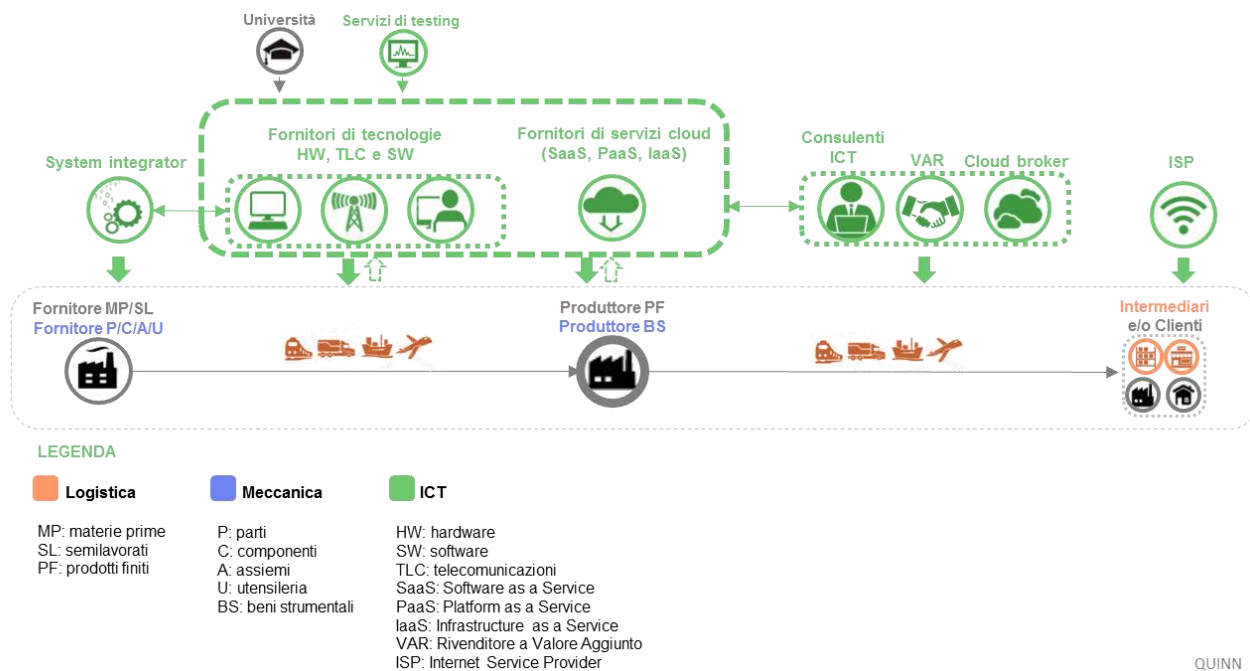


Figura 26 - Rappresentazione della filiera ICT toscano

Anche in questo caso è possibile identificare una serie di segmenti riportati nello schema sopra proposto e che saranno analizzati in termini di maturità 4.0 nei prossimi capitoli:

- Produzione hardware e telecomunicazioni;
- Sviluppo software e/o portali web;
- Servizi di hosting, housing, cloud computing;
- Servizi di testing;
- Consulenza e rivendita;
- Integrazione di sistemi.

## 3.5 La Meccanica strumentale toscana

### 3.5.1 Quadro conoscitivo della Meccanica Strumentale

#### Il settore della Meccanica a livello nazionale e regionale: demografia d'impresa

Anche il settore della meccanica strumentale regionale, come già i precedenti tre settori analizzati, rientra nel gruppo di regioni di classe A e si colloca al quinto posto a livello nazionale per numero di imprese attive. Le prime cinque regioni costituiscono circa l'80% del settore della meccanica strumentale italiana. La Toscana si colloca al quinto posto anche per numero di addetti.

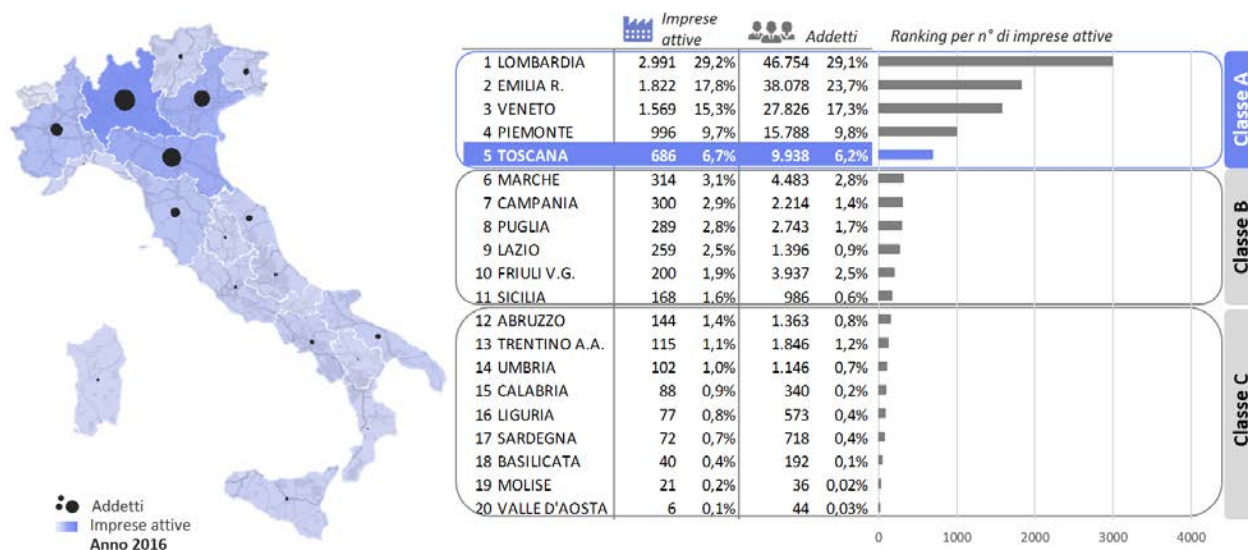


Figura 27 - Classifica nazionale per numero di imprese meccaniche attive, anno 2016. Fonte dati: Registro Imprese

Il settore rappresenta a livello regionale lo 0,19% delle imprese locali totali (Figura 28a): di queste il 21,3% ha sede nella provincia di Firenze che si colloca al primo posto per numero di imprese attive, seguono al secondo e terzo posto le province di Prato (19,4%), Pisa e Arezzo (11,7%). In Figura 28b la classifica provinciale per addetti. Rapportando il numero di addetti e il numero di imprese attive si rileva che le aziende con dimensioni medie maggiori sono nelle province di Firenze e Lucca.

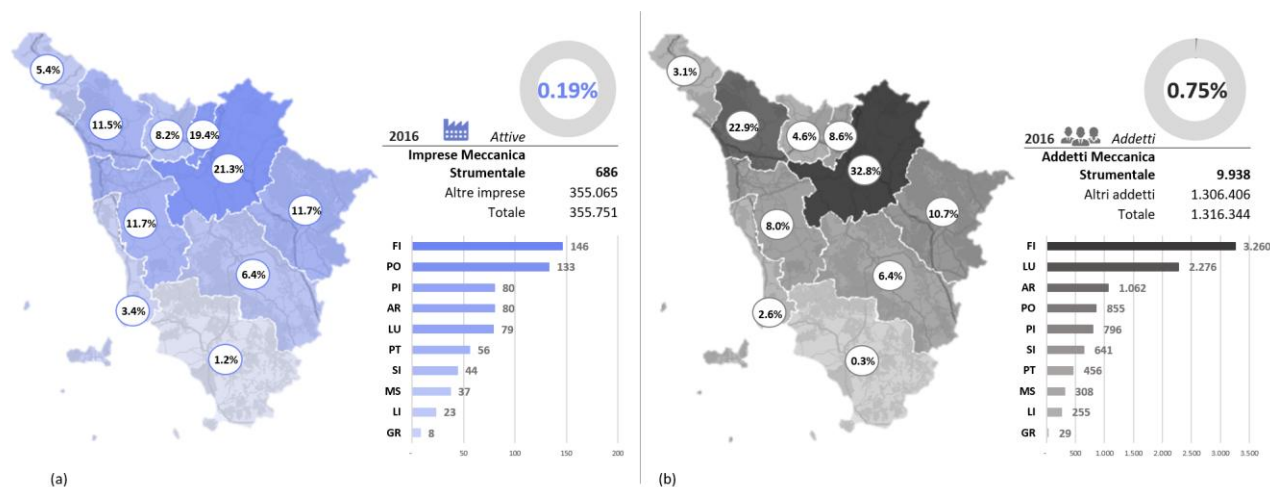


Figura 28 - Classifica provinciale delle imprese attive (a) e degli addetti (b) della meccanica, 2016. Fonte dati: Registro imprese

## I segmenti del settore a livello regionale: demografia d'impresa

Il settore della meccanica strumentale è stato suddiviso nei segmenti *Fabbricazione di macchine e apparecchi per industrie chimiche, petrolchimiche e petrolifere*; *Fabbricazione di macchine automatiche per dosatura, confezione e imballaggio*; *Fabbricazione di macchine per la formatura dei metalli e di altre macchine utensili*; *Fabbricazione di macchine per industria agro-alimentare, Fabbricazione di macchine per industrie tessili, dell'abbigliamento e del cuoio*; *Fabbricazione di macchine per l'industria di carta e cartone*; *Fabbricazione di macchine per l'industria delle materie plastiche e gomma*; e *Fabbricazione di robot industriali per usi molteplici*.

I dati aggiornati indicano che nel 2016, circa il 23,6% delle imprese è specializzata sui segmenti *Fabbricazione di macchine per industrie tessili*, il 19,8% sulla *Fabbricazione di macchine per l'industria agro-alimentare* e il 15,7% sulle *Macchine utensili per la formatura dei metalli*.

Invece i segmenti *Fabbricazione di macchine per l'industria di carta e cartone* e *Fabbricazione di macchine e apparecchi per industrie chimiche, petrolchimiche e petrolifere* sebbene rappresentino rispettivamente l'8,0% e il 2,8% delle imprese attive, assorbono il 43,6% degli addetti del settore (rispettivamente il 22,3% e il 21,3%). Sono, infatti, anche i due segmenti con dimensioni medie di impresa maggiori (40-100 dipendenti).

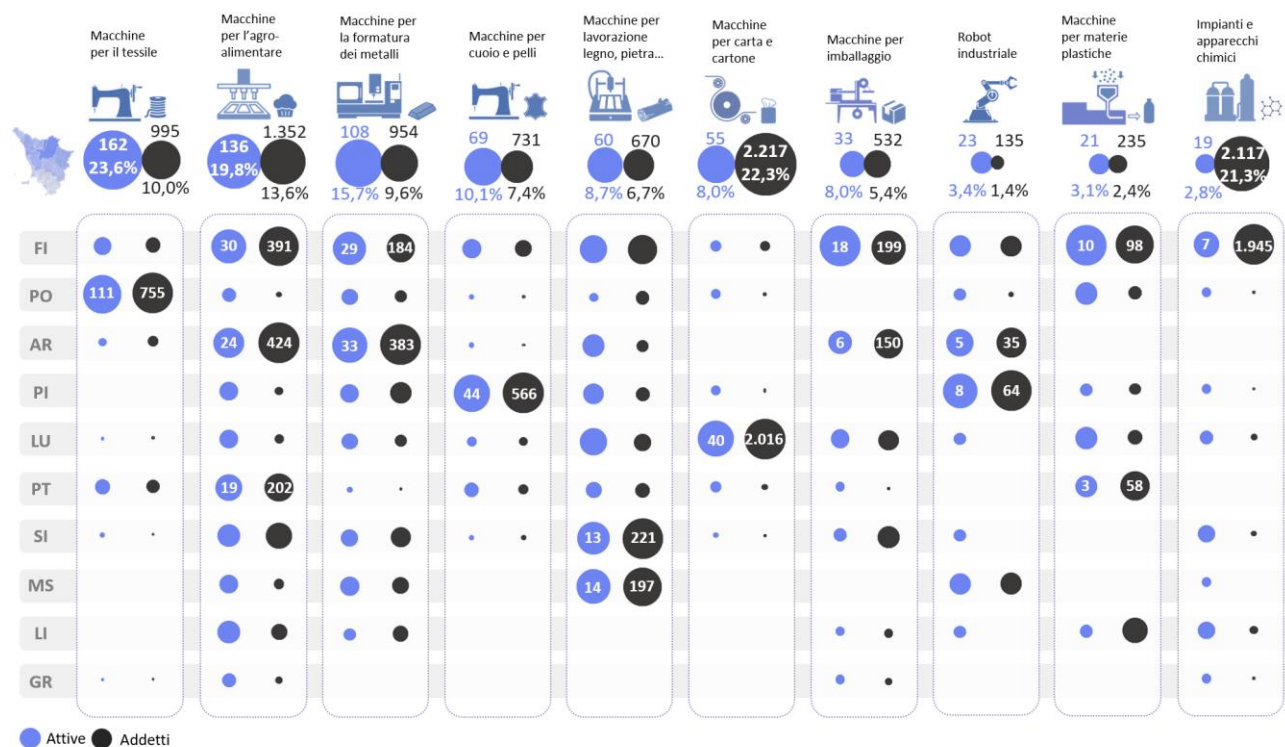


Figura 29 - Imprese attive e numero di addetti nei segmenti del settore della Meccanica, 2016. Fonte dati: Registro Imprese

La rappresentazione mostra la classifica provinciale dei segmenti per numero di imprese attive da cui emerge la conferma della rilevanza del *know how* sviluppato a supporto delle produzioni distrettuali e quindi assunto quale asset di strategie di internazionalizzazione:

- Prato è prima in classifica nel segmento del tessile (111 imprese),
- Arezzo nel segmento delle macchine per la formatura dei metalli (33 imprese),
- Firenze nel segmento delle macchine per l'industria chimica (7 imprese), per l'agro-alimentare (30 imprese), per l'imballaggio (18 imprese) e per la gomma e la plastica (10 imprese),
- Pisa nel segmento della robotica (8 imprese) e delle pelli e del cuoio (44 imprese),
- Lucca nel segmento delle macchine per carta e cartone (40)

- Massa-Carrara presenta il numero più elevato di imprese nella produzione di macchine per la lavorazione di legno, pietra (14).

### Andamento demografico ed economico del settore

Per quanto attiene l'andamento dello stock di imprese attive e del tasso di crescita nel periodo 2009-2016, il numero di imprese attive nel settore della meccanica strumentale in Toscana nel 2016 risulta pari a 686. Si osserva una diminuzione dello stock ad un tasso medio annuo del -2.4% (2009-2015). Nel dettaglio della Figura 30 (sezione "b") sono indicati i segmenti che mostrano un andamento dello stock coerente o meno con l'andamento del settore: la maggior parte dei segmenti ha mantenuto uno stock pressoché stabile nel tempo.

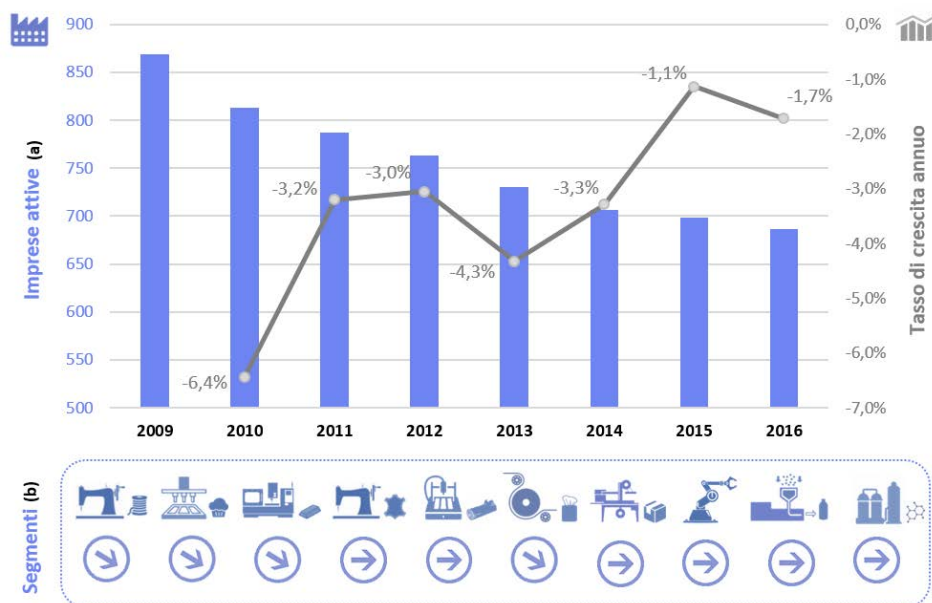


Figura 30 - Andamento dello stock del settore(a) e dei segmenti (b). Fonte dati: Registro imprese

L'andamento delle imprese iscritte e cessate e del tasso netto di turnover nel periodo 2009-2016 mostra una diminuzione del numero di imprese cessate, mentre è stato registrato un basso numero di nuove iscritte pressoché costante negli anni.

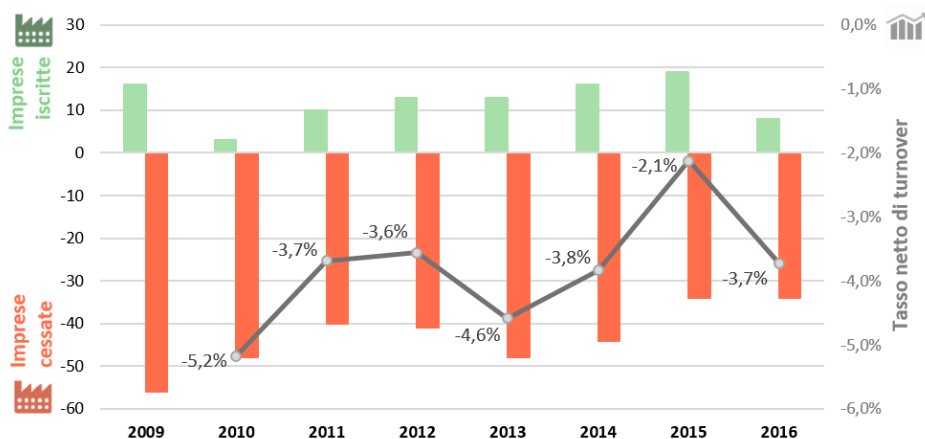


Figura 31 - Andamento delle imprese iscritte, cessate e del tasso netto di turnover. Fonte dati: Registro imprese

Per quanto attiene l'andamento dei ricavi, del valore aggiunto e dell'EBITDA, relativamente al periodo anni 2006-2015 si riporta, come per gli altri settori, i dati di un campione<sup>24</sup> di imprese della meccanica strumentale toscana.

Dopo il picco negativo in corrispondenza del 2009 si osserva un trend positivo. Nel 2013 e nel 2015 la crescita del fatturato ha subito delle contrazioni, in particolare nel 2015 il campione è passato dal valore di 4,8 (2014) a 4,5 miliardi di euro (2015, -6,9%). Il tasso medio annuo di crescita 2012-2015 è stato del 3,3%.

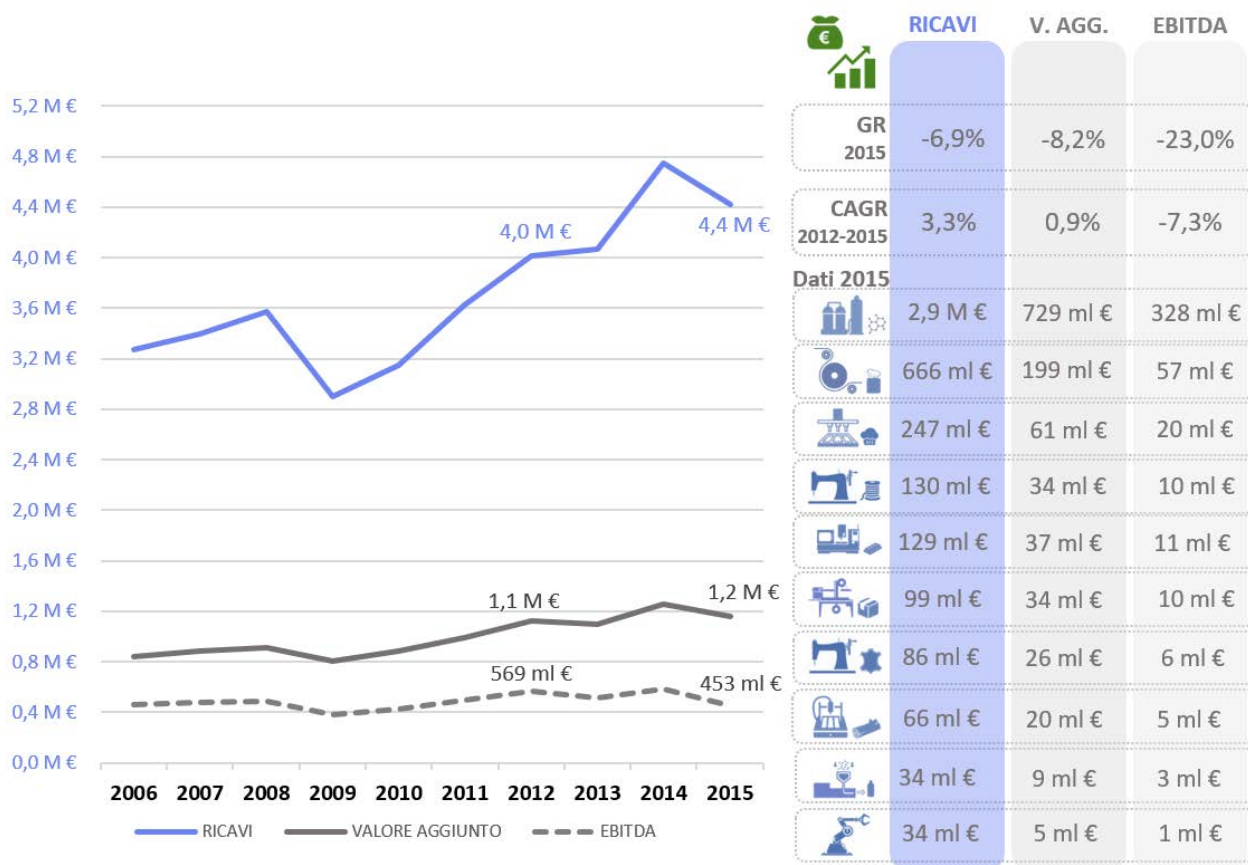


Figura 32 - Andamento economico (campione di imprese della Meccanica). Fonte dati: AIDA

## Dimensioni di impresa

Si propone quindi una visione delle imprese del campione per fasce di fatturato e numero di dipendenti.

Dalla rappresentazione grafica si può osservare una sola grande azienda del segmento *Fabbricazione di macchine e apparecchi per industrie chimiche*, poche medie aziende nel segmento della carta e piccole imprese nei restanti segmenti.

<sup>24</sup> Elaborazione dei dati AIDA su un campione di 258 imprese.





Figura 33 - Dimensione di impresa in un campione di imprese della meccanica toscana, anno 2015. Fonte dati: AIDA

### 3.5.2 La filiera della Meccanica Strumentale

#### Elementi distintivi

Nella filiera della meccanica strumentale toscana spiccano soggetti fortemente dinamici e innovatori di dimensioni medie, spesso fondati in regione ma poi entrati a fare parte di gruppi internazionali. Il resto del settore è composto principalmente da piccole imprese con limitate capacità di investimento e con presidio di fasi di lavorazione meno avanzate. Pertanto nella filiera è previsto che la diffusione delle tecnologie di Industria 4.0 sia più lenta, in attesa di eventuali consolidamenti societari. A fronte di questo si hanno comunque esempi di sperimentazione di tecnologie avanzate da cui deriva l'indicazione di un livello di

dotazione tecnologica in aumento<sup>25</sup>. Il processo di digitalizzazione intrapreso dai leader di mercato produrrà effetti anche a livello regionale favorendo la diffusione di tali tecnologie e *business model*.

La meccanica in Toscana, così come fotografata dal rapporto del Polo Regionale di Innovazione per la Meccanica, con particolare riferimento all'Automotive e alla Meccanica dei Trasporti "Polo 12"<sup>26</sup>, è rappresentato da un aggregato di attività fortemente differenziate tra loro:

- sia per tipologia / ambito di appartenenza (industria della componentistica auto, ferroviario, fino ad includere la cantieristica della nautica da diporto; aggregato della meccanica strumentale; aggregato della metallurgia; aggregato del packaging; aggregato del cartario);
- sia per dimensione d'impresa dove, nell'ambito delle grandi imprese le realtà presenti sono totalmente rappresentate da insediamenti produttivi facenti capo a multinazionali non italiane.

*"Le grandi imprese del comparto interfacciandosi oramai su scala globale, hanno abbandonato, per policy di gruppo e per necessità, i tradizionali legami localistici e fiduciari con i fornitori toscani, disarticolando una filiera locale che, oggi, potrebbe in realtà rappresentare un elemento di competitività se inserito all'interno di un disegno di ricostruzione di filiera "corta". [...]*

*I piccoli fornitori locali, si trovano in difficoltà nel rispettare vincoli posti dai committenti in termini di qualità e di prezzo, e ad elaborare strategie alternative di diversificazione della clientela. Nell'ambito delle PMI locali, si è pertanto assistito a processi "selettivi" in correlazione ai quali sono in effetti riscontrabili casi di riconversione e/o di specializzazione su posizioni di eccellenza, accompagnati anche a percorsi di internazionalizzazione dei mercati."*

Maggiore coesione e solidità di relazioni si registra nella produzione di macchinari per i settori tipici della produzione toscana: carta, cuoio e pelli, tessile. La vocazione all'internazionalizzazione avvenuta da tempo ha permesso infatti di sostenere le produzioni nella fase di crisi, pur a fronte di ristrutturazioni e snellimento della supply chain. Allo stesso modo l'ingresso di investitori esteri non ha determinato la fine del valore derivante dalla concentrazione geografica di professionalità e competenze.

## La struttura

Lo schema della filiera della meccanica strumentale toscana mette in evidenza l'interconnessione esistente con gli altri settori, in particolare con quello dell'ICT. La logistica trova una sua naturale collocazione per aziende votate all'internazionalizzazione e con dimensioni di prodotto significative che richiedono soluzioni logistiche non ordinarie. Si pensi ad esempio alle linee per la produzione di carta e cartone con dimensioni di diverse decine di metri.

La visione per filiera mette inoltre in evidenza un sistema di subfornitura articolato, in buona parte localizzato nella regione, a cui le aziende produttrici fanno ricorso in funzione della strategia adottata per il controllo della qualità di prodotto. Nell'indagine sono emersi casi di aziende che dopo aver adottato l'*outsourcing* per snellire il proprio processo produttivo, sotto la spinta della competizione internazionale, hanno avviato un processo di reintegrazione nel proprio confine aziendale di fasi e processi di lavorazione esternalizzati. L'obiettivo è tenere sotto controllo i tempi di sviluppo e la qualità della fornitura, a testimoniare la difficoltà che alcuni sistemi di fornitura hanno a gestire processi di produzione tesi.

---

<sup>25</sup> IRPET (in collaborazione con QUINN), *Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la "Fabbrica Intelligente"*. Firenze, aprile 2016

<sup>26</sup> Polo 12 - Polo di Innovazione della Regione Toscana, *Verso la strategia di specializzazione intelligente in toscana 2014-2020*, 30 settembre 2013

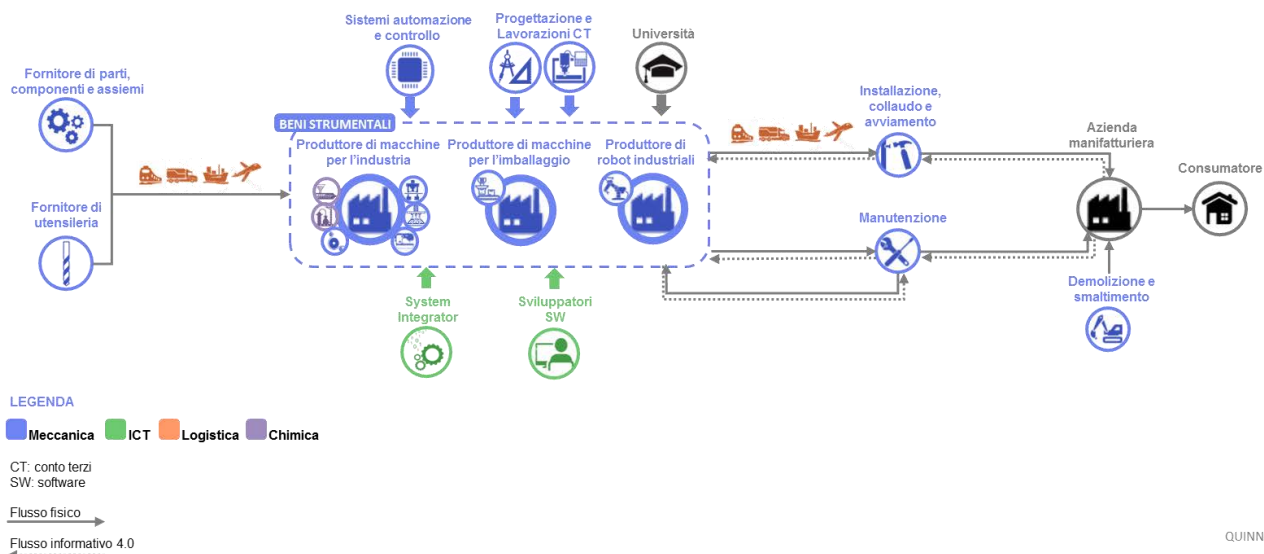


Figura 34 - Rappresentazione della filiera della meccanica strumentale

Come visto per le precedenti filiere anche per la meccanica strumentale è possibile identificare sette segmenti riportati nello schema e assunti come riferimento per l'analisi sulla maturità dell'adozione e diffusione delle tecnologie e metodologie 4.0 nelle *supply chain*:

- Fornitori di sistemi di automazione e controllo;
- Fornitori di componenti ed assiemi
- Progettazione e prototipazione;
- Produzione
- Installazione e collaudo;
- Manutenzione e assistenza post vendita;
- Demolizione e smaltimento.



### 3.6 Indicatori di propensione al paradigma 4.0

L'analisi dei quattro ambiti di analisi – filiera logistica, chimica, ICT per il manifatturiero e la meccanica strumentale – è completata con la presentazione di indicatori assunti quali possibili segnali di propensione delle imprese delle diverse filiere all'adozione delle tecnologie e metodologie della Fabbrica 4.0.

Assumendo come *framework* di riferimento quanto indicato nei paragrafi precedenti e gli indicatori "classici" (indice GINI, ROE, ROI) riportati nell'Allegato 2, si integra lo scenario con la presentazione dei dati di partecipazione ai bandi regionali in R&S e innovazione, assunti quali reali indizi di una cultura aziendale evoluta e quindi permeabile ai nuovi paradigmi di comunicazione e gestione digitale del sistema aziendale e nelle sue relazioni con la supply chain.

L'adozione di paradigmi 4.0 presuppone una visione e strategia di ripensamento del proprio modello di business che tipicamente accompagna le imprese più dinamiche e aperte al cambiamento. Tali aziende possono essere caratterizzate dalla propensione alla collaborazione, all'innovazione e nei casi più evoluti alla R&S in partnership.

Partendo da questo assunto è stata analizzata la partecipazione per le imprese della Logistica, della Chimica, dell'ICT per il manifatturiero e la Meccanica strumentale ai bandi della Regione Toscana relativi alla R&S e Innovazione relativamente al periodo 2014-2015. Ci riferiamo in particolare a:

- Bando per il finanziamento di progetti di ricerca fondamentale, ricerca industriale e sviluppo sperimentale realizzati congiuntamente da imprese e organismi di ricerca in materia di nuove tecnologie del settore energetico, fotonica, ICT, robotica e altre tecnologie abilitanti connesse (FAR FAS 2014);
- Bando 1 "Progetti strategici di ricerca e sviluppo", Bando 2 "Progetti di ricerca e sviluppo delle PMI", Bando 3 "Aiuti all'innovazione delle PMI" (FESR 2014-2020).

La domanda di ricerca è stata quindi verificare se la partecipazione delle imprese del singolo settore è stata o meno in linea con quelle degli altri settori o superiore anche in relazione alla propria incidenza rispetto all'universo del sistema produttivo toscano.

Nella Figura 35 si riportano i risultati dell'analisi che possono essere sintetizzati in:

- il 29,7% delle aziende partecipanti ai vari bandi appartiene ai 4 ambiti<sup>27</sup> di interesse della ricerca;
- di queste il 20,6% appartiene all'ICT, il 4,6% alla meccanica strumentale, il 3,7% alla chimica e solo lo 0,7% alla Logistica;
- tra i segmenti emerge la *Produzione di software* con il 13% di imprese partecipanti rispetto al totale delle partecipanti appartenenti ai 4 settori, seguono *Produzione hardware* (3,5%), *Chimica specialistica* (2,2%), *Consulenza in ambito ICT* (1,7%) e gli altri segmenti.

I dati confermano le caratterizzazioni settoriali presentate nei precedenti paragrafi che indicavano nell'ICT regionale un settore con una significativa adesione agli schemi di finanziamento pubblico alla R&S / Innovazione che può essere letto in maniera ambivalente sia come propensione alla ricerca sia come focalizzazione più sulla ricerca conto terzi che sulla disponibilità di prodotti per il mercato.

---

<sup>27</sup> Identificati tramite i codici ATECO delle aziende.

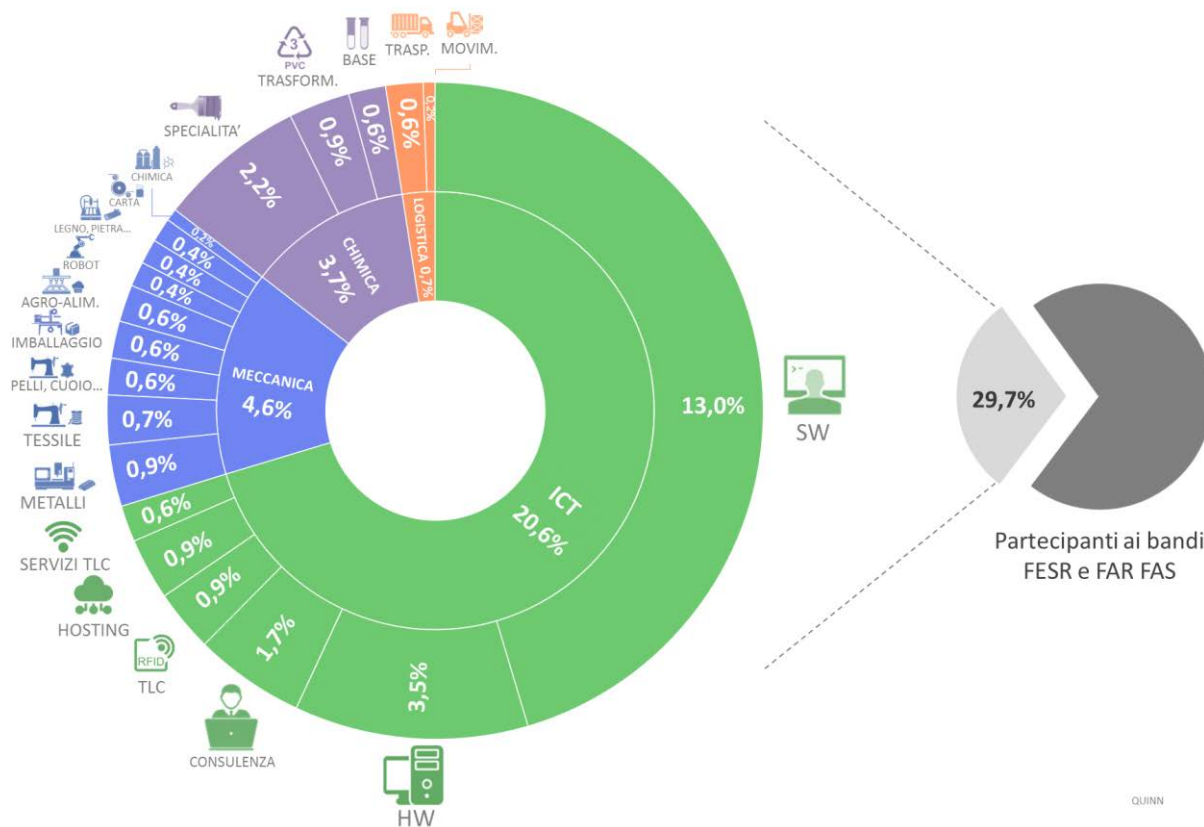


Figura 35 -Aziende partecipanti ai bandi FESR, FAR FAS della Regione Toscana (2014-2015)

La propensione all'innovazione delle imprese appartenenti al settore e ai segmenti è stata quindi analizzata tramite il confronto degli indicatori riportati di seguito:

- A. Propensione all'innovazione del settore
  - o Indicatore 1: numero delle imprese partecipanti appartenenti al settore rapportato al numero delle partecipanti totali;
  - o Indicatore 2: numero delle imprese attive nel settore rapportato al numero delle imprese attive totali della Toscana;
  
- B. Propensione all'innovazione del segmento
  - o Indicatore 1: numero delle imprese partecipanti appartenenti al segmento del settore rapportato al numero delle imprese partecipanti del settore;
  - o Indicatore 2: numero delle imprese attive nel segmento del settore rapportato al numero delle imprese attive nel settore.

I risultati sono riportati nella seguente sintesi grafica che evidenzia come il settore più orientato all'innovazione si conferma essere l'ICT per il manifatturiero, seguono Meccanica strumentale e la Chimica. Il settore logistico appare meno propenso a prendere parte ai bandi regionali in R&S e innovazione.

Nel settore ICT il segmento *Produzione software* costituisce il 67,6% delle partecipanti totali del settore e poiché nel settore toscano il segmento pesa il 56,6%, si evidenzia una condizione di *over performance*. Lo stesso discorso vale per i segmenti *Produzione hardware*, *Produzione TLC* e *Servizi TLC*; all'opposto i segmenti *Hosting* e *Consulenza* risultano avere una condizione di *under performance*.

Nel settore della Meccanica strumentale si distinguono per la propensione all'innovazione, in ordine decrescente di gap fra gli indicatori, i segmenti *Macchine per imballaggio*, *robot ad uso industriale*, *Macchine utensili per la formatura dei metalli*, *Macchine e impianti per*

*l'industria chimica ed infine Macchine e impianti per l'industria della carta e del cartone. I segmenti che hanno un peso maggiore nel settore in termini dimensionali appaiono essere meno propensi a partecipare ai bandi: Macchine per il tessile costituisce il 23,6% dell'intero segmento, ma rappresenta solo il 16% delle partecipanti totali del settore, così come Macchine per l'agro-alimentare sebbene rappresenti il 19,8% del settore costituisce il 12% delle partecipanti totali del settore ai bandi.*

Nella chimica il segmento *Chimica di trasformazione* rappresenta il 25% delle partecipanti del settore ai bandi mentre il segmento della *chimica di base* solo il 15%. Rapportando tali valori ai pesi dei rispettivi segmenti sul settore (46,3% e 10,5%) si può osservare una maggiore propensione all'innovazione delle imprese della *Chimica di base*. Analogo discorso può essere fatto per i segmenti *Movimentazione delle merci* e *Trasporto di merci su strada*.

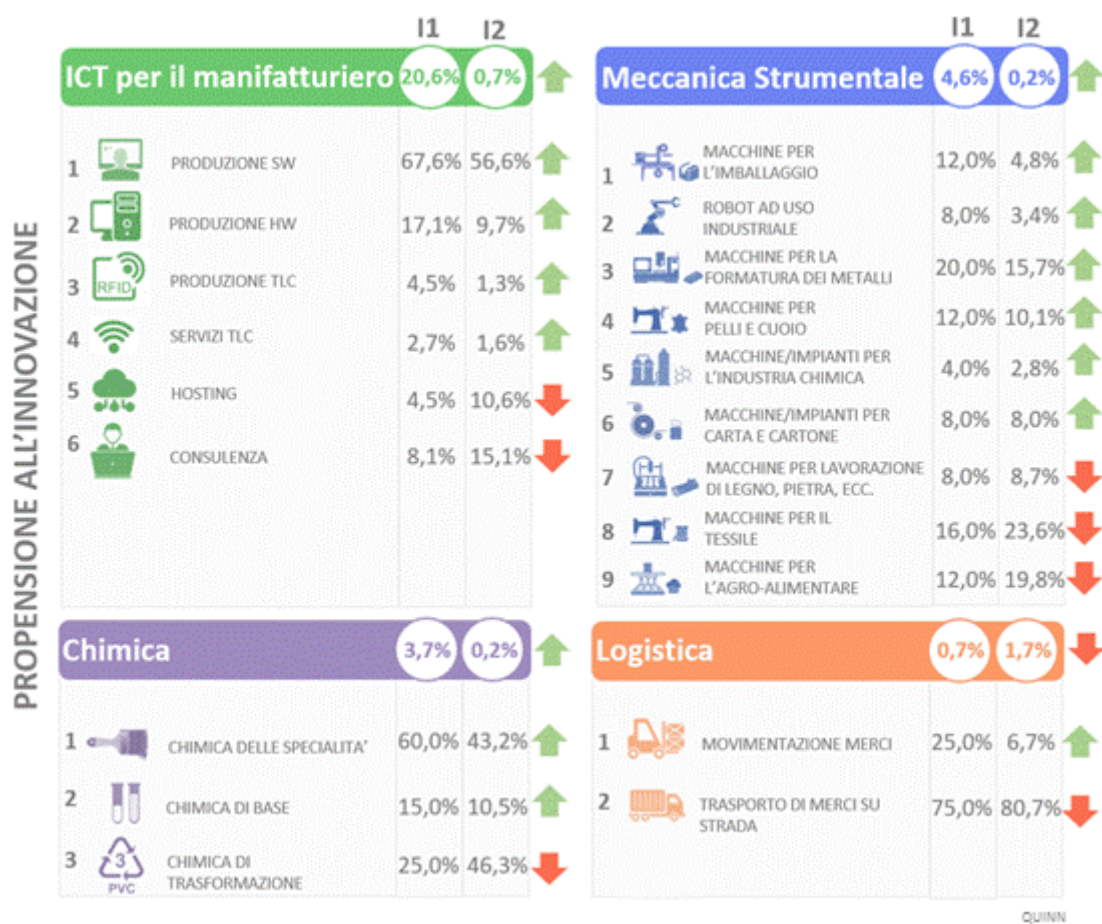


Figura 36 - Propensione all'innovazione delle imprese (indicatore 1 e Indicatore 2 di settore e segmento)

L'analisi delle relazioni intra-gruppo fra le aziende dei 4 settori partecipanti ai bandi indica che, sul totale di 123 raggruppamenti di imprese, in 30 di essi partecipa più di un'azienda del settore ICT (nella maggior parte dei casi si tratta di collaborazioni fra aziende SW), in 3 gruppi partecipa più di un'azienda della meccanica e in 1 solo più di un'azienda chimica. Le relazioni inter-settoriali sono state rilevate solo in 3 gruppi per collaborazioni tra Chimica e Meccanica, 2 gruppi per collaborazioni ICT e Chimica ed infine un solo gruppo per collaborazioni tra Chimica e Logistica.

## 4. Definizione del livello di maturità dei segmenti delle supply chain

### 4.1 L'evoluzione del *Maturity model Industry 4.0*

Le quattro supply chain oggetto della presente ricerca sono analizzate, con un livello di dettaglio che arriva al singolo segmento o parte in cui queste possono essere scomposte, adottando una versione evoluta del Modello di maturità (*Sector maturity model*) multi-source, progettato e utilizzato nelle precedenti analisi da QUINN<sup>28</sup> e che misura lo stato di evoluzione dell'adozione del modello/approcci riconducibili alla Fabbrica Intelligente.

Il modello proposto integra le informazioni emerse nei focus group e nelle interviste con le imprese toscane, con un sistema di misurazione della maturità d'adozione del target *Industry 4.0*<sup>29</sup> frutto di approcci tipicamente di supporto alla gestione manageriale, debitamente adattati all'oggetto della ricerca e completati con le informazioni raccolte sulla diffusione delle tecnologie con riferimento alla Mappatura delle tecnologie abilitanti<sup>30</sup>.

L'analisi eseguita attraverso l'adozione del modello permette la definizione di quattro parametri:

1. Il posizionamento rispetto all'evoluzione dell'adozione del modello *Industry 4.0* che è suddiviso secondo le seguenti fasi:
  - a. *Digital notice and initial industry 4.0 technologies adoption;*
  - b. *Vertical integrator and promising industry 4.0 technologies adoption;*
  - c. *Horizontal collaborator and advanced industry 4.0 technologies adoption;*
  - d. *Digital champion and wide spread industry 4.0 technologies adoption.*
2. Lo stato di diffusione del set di tecnologie e metodi proposto dal Cluster Fabbrica Intelligente;
3. Il trend di crescita della diffusione delle tecnologie e metodi;
4. Il trend di evoluzione del modello di adozione *Industry 4.0*.

Le funzionalità sono state sottoposte a profonda revisione per assicurarne l'adottabilità a livello di supply chain e relativi segmenti, riassumibile nei seguenti punti:

- introduzione di funzionalità semi-automatiche di analisi delle informazioni raccolte sul campo;
- ampliamento delle tassonomie correlate alle fasi di evoluzione del modello;
- revisione dei supporti di raccolta delle informazioni in fase di interviste e focus group, adottando l'ottica delle supply chain e della loro segmentazione.

Nel dettaglio il modello prevede che il parametro che misura la diffusione delle tecnologie e i metodi della Fabbrica Intelligente sia calcolato a partire dalle schede compilate nel corso del focus group, invece la fase di evoluzione del modello *Industry 4.0* ed i trend sono ottenuti dalle interviste mediando i dati con le informazioni generate anche dal focus group scritto. Tutti i parametri sono quindi validati attraverso il confronto eseguito nelle attività plenarie del focus group.

---

<sup>28</sup> Irpet (in collaborazione con QUINN), *Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la "Fabbrica Intelligente"*. Firenze, aprile 2016

<sup>29</sup> PwC, Report *Industry 4.0 Opportunities and challenges of the industrial internet*. Vedi figura "Industry 4.0 capabilities develop across five dimensions and four stages", dimensioni 1 e 3

<sup>30</sup> Associazione Cluster Fabbrica Intelligente, *Roadmap per la ricerca e l'innovazione*, 2015

Successivamente, i risultati sono rappresentati in forma sintetica attraverso un piano cartesiano in cui in ordinata è misurata la diffusione delle tecnologie e metodi della Fabbrica Intelligente e in ascissa le fasi di evoluzione del modello Industry 4.0. Nel grafico sono rappresentati anche i trend attraverso tre possibili frecce:

- orizzontale (→) trend di evoluzione rispetto alle fasi del modello di adozione *Industry 4.0*;
- verticale (↑) nel caso di trend di crescita della diffusione dei modelli nel tessuto produttivo regionale;
- diagonale (↗) ad indicare la presenza di trend sia orizzontali che verticali.

Il modello evoluto, proposto per l'analisi delle filiere, è di tipo qualitativo ma le decisioni sono basate su un approccio semi-automatico ridondante a specchio. Le informazioni sono estratte dalle interviste e dal focus group scritto, poi validate nel focus group plenario attraverso algoritmi che assicurano la coerenza e sistematicità nell'applicazione dei criteri di analisi del modello. In particolare per le interviste, l'estrapolazione del posizionamento rispetto alla fase di adozione del modello *Industry 4.0* è eseguita attraverso l'analisi automatica del testo sulla base di una tassonomia di parole chiave e sinonimi estratti dalle definizioni delle fasi d'evoluzione proposte dai modelli adottati quali riferimento. La logica ridondante (a specchio) prevede che i dati estratti in forma automatica siano sottoposti ad un riesame da parte del team che gestisce la valutazione.

Gli interventi evolutivi sulla metodologia seguita per la valutazione dei settori rispetto ai parametri del modello di maturità permettono la sua adozione alle supply chain, con un livello di dettaglio che arriva al segmento della filiera. Il modello infatti è replicabile e adattabile al posizionamento di qualsiasi gruppo di soggetti rispetto al modello di maturità.

La flessibilità del modello permette quindi la sua applicazione alle quattro supply chain oggetto di analisi e quindi la elaborazione di specifiche misurazioni della loro maturità rispetto al modello *Industry 4.0* sintetizzate in un grafico cartesiano in cui i singoli componenti della filiera sono sottoposti ai parametri di valutazione del modello e messi in relazione gli uni con gli altri.



## 4.2 Applicazione del *Maturity model Industry 4.0* alle 4 filiere

Per ognuna delle quattro filiere oggetto della presente ricerca – Logistica, Chimica, ICT per il manifatturiero e Meccanica strumentale – si propone il risultato dell'applicazione del *Maturity model Industry 4.0* sotto forma di rappresentazione grafica cartesiana, abbinata a commenti ed esperienze tratte dalle testimonianze delle aziende coinvolte tramite interviste in profondità e focus group.

### 4.2.1 Applicazione del *Maturity model Industry 4.0* alla Filiera Logistica

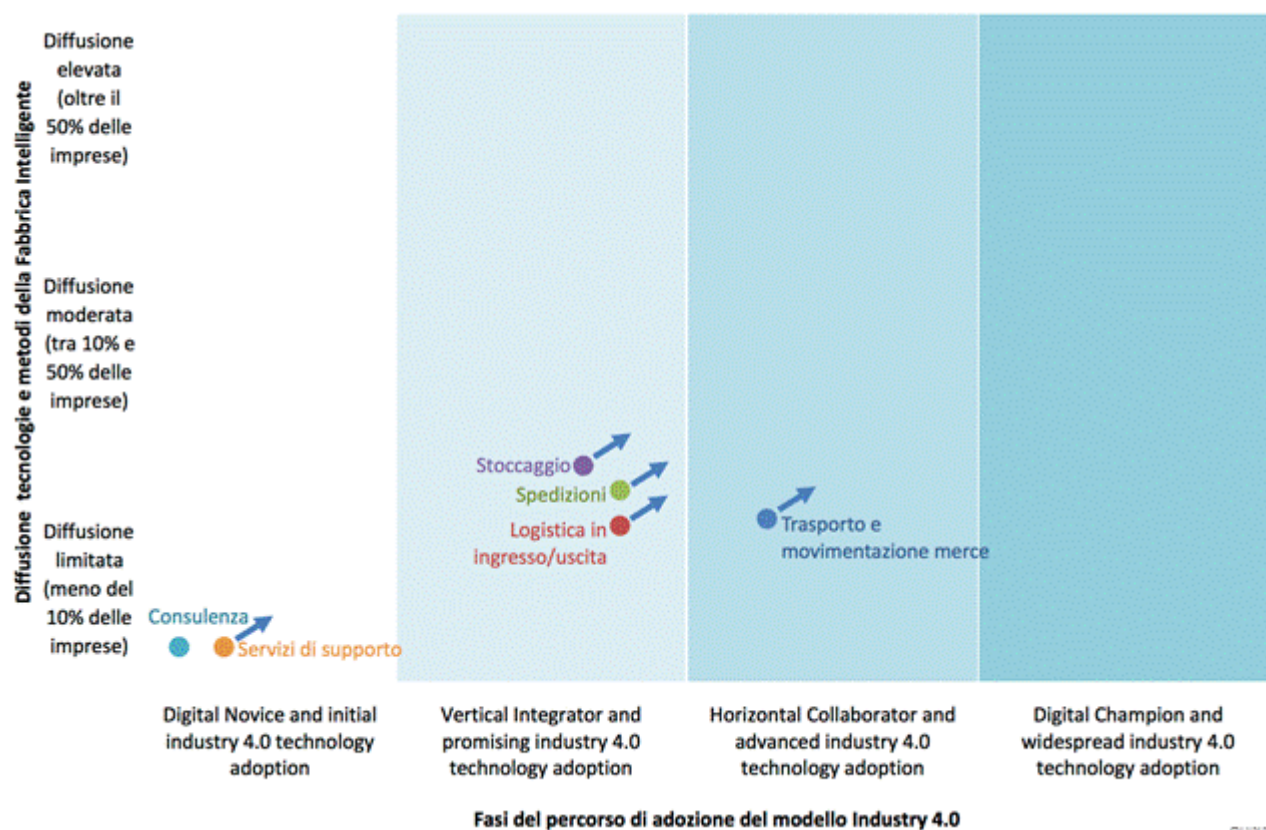


Figura 37 - Maturity Model filiera Logistica

La filiera della logistica è centrata nella II fase di maturità del modello caratterizzato dall'integrazione verticale delle funzioni aziendali e un grado di adozione delle tecnologie e metodi in evoluzione (*Vertical Integrator and promising industry 4.0 technology adoption*), con una diffusione intermedia tra limitata e moderata. La logistica è il settore che, insieme alla meccanica, presenta una dispersione maggiore rispetto alle altre filiere in quanto contiene segmenti presenti in tre diverse fasi del modello. Attorno al baricentro sono concentrati tre segmenti tranne il *Trasporto e movimentazione merce* che è distaccato in avanti rispetto alla fase II ovvero si colloca in una fase più avanzata del Maturity Model, ed i segmenti *Consulenza* e *Servizi di supporto* che si posizionano nel primo step del modello sia dal punto di vista della maturità che della diffusione.

In termini generali emerge l'adozione di tecnologie e metodi 4.0 funzionali all'integrazione e interconnessione della filiera quali "Strategie per la Supply Chain", "Metodi e strumenti per la progettazione e gestione della strategia manifatturiera") con un ruolo rilevante giocato dalle soluzioni ICT ("Soluzioni ICT per la modellazione e memorizzazione di grandi quantità di dati la loro visualizzazione e l'estrazione automatica delle informazioni", "Soluzioni ICT per implementare piattaforme distribuite e collaborative orientate ai servizi" "Tecnologie per nuove infrastrutture ICT"). La necessità di processi sempre più rapidi e a ciclo continuo richiama il tema della centralità della persona e quindi della sicurezza e

sostenibilità dei contesti di lavoro (“Tecnologie per ambienti più confortevoli e sicuri” e “Processi di produzione sostenibili”)

Il segmento del *Trasporto e movimentazione merce* è l’unico segmento della logistica nella terza fase del Maturity Model (*Horizontal Collaborator and advanced industry 4.0 technologies adoption*) però con una diffusione limitata delle tecnologie e metodi della fabbrica intelligente. Oltre al cluster di “Strategie e management per il Manifatturiero” che richiama la necessità degli attori del trasporto e movimentazione all’integrazione con gli altri soggetti della filiera, è diffusa l’adozione di soluzioni connesse all’ “ICT per il manufacturing” questo perché l’ICT fornisce soluzioni chiave per il trasporto (es. sistemi satellitari di tracking, varchi elettronici, soluzioni RFID) e necessita di dati funzionali al coordinamento delle attività ottenibili da una maggiore integrazione all’interno della filiera, spingendo così ad una significativa maturità del segmento. In questo ambito sono state rilevate differenze sostanziali fra le poche aziende che sono rientrate nel modello e la maggior parte delle aziende di trasporto che per la loro arretratezza restano fuori dal modello. I *front runner* indagati sono aziende altamente evolute, digitalizzate e interconnesse, capaci di dotarsi di *Intelligent Transport System* basati su soluzioni di tracking che utilizzano tecnologie GPS, RFID e con know how per lo sviluppo di piattaforme software di controllo. Sono in diretta concorrenza con le realtà internazionali pur non avendo una dimensione comparabile.

Lo *Stoccaggio* è un segmento posizionato al centro della filiera ovvero al centro dell’integrazione verticale con una diffusione di casi di adozione di paradigmi 4.0 moderata che è la massima rispetto agli altri segmenti. Le “Strategie e management per il manifatturiero” è il cluster di tecnologie e metodi più diffuso nel segmento data la sua natura di segmento intermedio quindi necessariamente integrato con i segmenti a monte e a valle. Le *Spedizioni* e la *Logistica in ingresso/uscita* sono segmenti collocati nella fase d’integrazione verticale ma di poco più evoluti dello *Stoccaggio*, però con diffusione inferiore. Entrambi i segmenti adottano maggiormente tecnologie e metodi afferenti al cluster delle “Strategie e metodi per il manifatturiero” a cui la *Logistica in ingresso/uscita* abbina in modo diffuso anche le “Tecnologie e metodi per “la fabbrica per le persone””, in connessione con la diffusione della digitalizzazione e gestione automatica del magazzino così come strettamente connesso alla necessità di garantire la sicurezza nella fase di movimentazione delle merci.

Pur registrando in questi segmenti problemi di dimensione e conseguente difficoltà ad investire in tecnologie, nella regione Toscana sono presenti realtà e sperimentazioni interessanti, spesso promosse da multinazionali localizzate in regione oltre che dal settore della GDO e in alcuni casi finanziate attraverso i fondi strutturali comunitari. L’adozione di varchi intelligenti, piattaforme di condivisione dati con i fornitori per il tracking delle spedizioni, la diffusione di soluzioni RFID sono indicatori della progressiva digitalizzazione del settore. A fronte di questi segnali positivi si registrano gap nell’ambito della digitalizzazione del sistema portuale regionale, anche in relazione a quanto fatto in altre regioni quali la Liguria.

La *Consulenza* è il segmento più arretrato rispetto al modello non solo della filiera della Logistica ma di tutte le filiere analizzate. Si tratta di consulenza fiscale, legale e logistica che adotta un numero limitato di tecnologie e metodi 4.0 ed ha una ridotta diffusione. La mancata segnalazione di trend evidenzia una situazione di staticità sia in termini di digitalizzazione che di diffusione. I *Servizi di supporto alla produzione, allo stoccaggio e alla distribuzione* sono di poco più maturi della *Consulenza* ma sempre in una fase iniziale del modello di maturità e con diffusione minima. Sostanziale differenza è però la presenza in questo ultimo caso di trend in entrambi i fattori caratterizzanti il modello.

Tutti i segmenti tranne la *Consulenza* presentano quindi un trend crescente di sviluppo nel modello di maturità e di diffusione. Nei prossimi anni si assisterà allo sviluppo dell’adozione di tecnologie e metodi 4.0 nei segmenti nonostante le differenze di tipologia e posizione attuale facendo così crescere l’intera filiera, con la *Consulenza* in posizione di retroguardia. La centralità della Logistica quale servizio chiave di supporto dei sistemi produttivi, per raggiungere un cliente sempre più parcellizzato e digitalizzato, ne traccia le traiettorie di sviluppo anche nella nostra regione. In questo percorso i sistemi di interconnessione,



integrazione e coordinamento operativo (*smart planning & smart logistic*) giocheranno un ruolo strategico per un numero sempre più elevato degli attori della supply chain.

#### 4.2.2 Applicazione del Maturity model Industry 4.0 alla Filiera Chimica

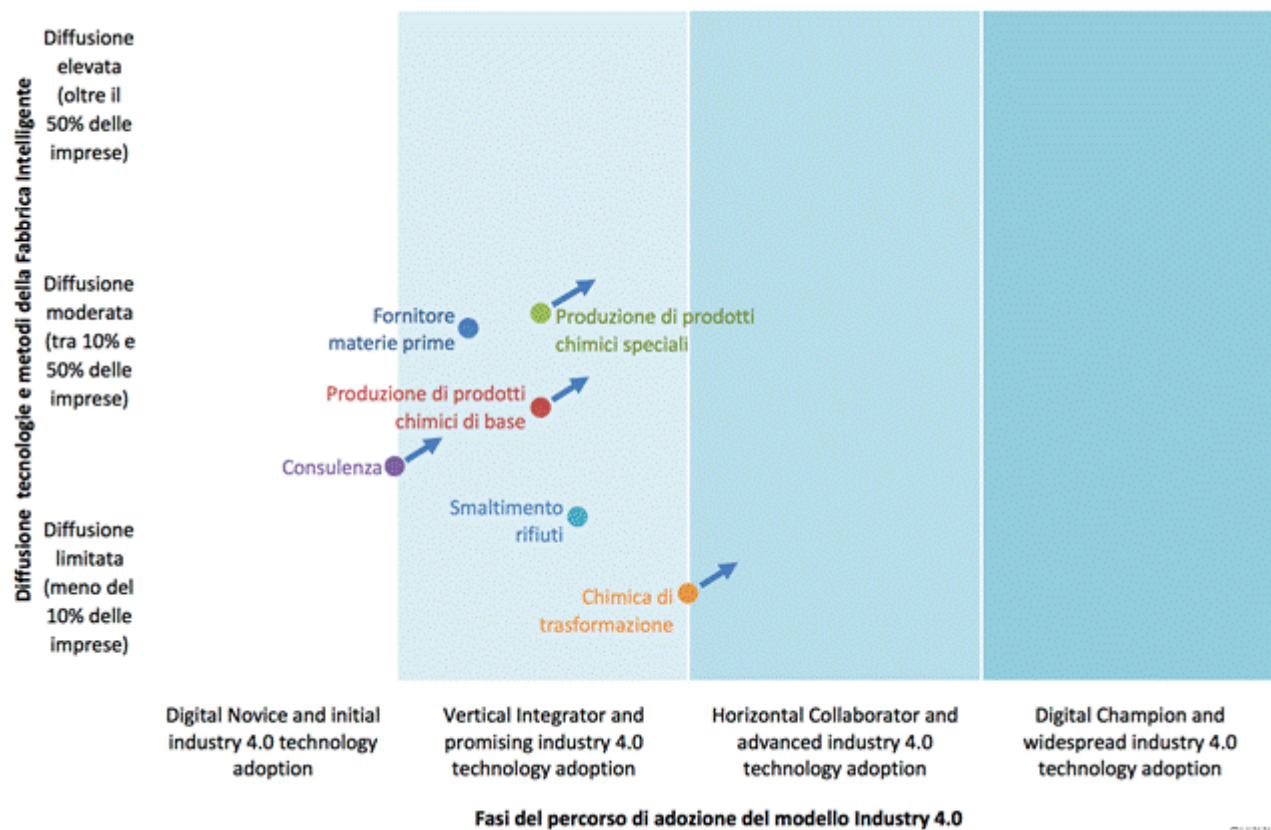


Figura 38 - Maturity Model filiera Chimica

Dal posizionamento dei segmenti riportati nel Maturity Model è possibile notare che il baricentro della filiera della Chimica toscana si trova centrato nel secondo step ovvero *Vertical Integrator and promising industry 4.0 technology adoption*, con una diffusione delle tecnologie e metodi della fabbrica intelligente moderata (tra 10% e 50% delle imprese). Inoltre la chimica ha una dispersione verticale - cioè è composta da segmenti differenziati rispetto alla diffusione dei paradigmi 4.0 nelle imprese toscane - più accentuata delle altre filiere pur a fronte di un accentramento rispetto alla fase (asse orizzontale). La filiera quindi cresce in modo coerente negli step di maturità; le differenziazioni si hanno in particolare in termini di diffusione dei modelli. Questo fenomeno trova una sua possibile motivazione nel ruolo di *driver* giocato dalle aziende dei segmenti chiave di quelle che si configurano come delle vere e proprie sotto filiere (chimica di base, specialistica e di trasformazione), che agiscono da stimolo alla crescita tecnologica dei propri fornitori. La loro dimensione, spesso frutto dell'appartenenza a realtà multinazionali se non leader di mercato, sommato con la storicità della loro presenza nel territorio, determinano la capacità d'influenza sulla rete di fornitori e partner locali chiamati a integrarsi con sistemi SW, piattaforme web based e processi produttivi automatizzati e sottoposti a progressiva digitalizzazione.

La vista complessiva dei segmenti presenta una rilevante caratterizzazione 4.0 della filiera sui temi della Produzione e impiego di Materiali innovativi, con ricorrenza delle tecnologie associate al cluster: "Materiali per ambienti esterni", "Micro-nano materiali", "Materiali per l'applicazione nel settore delle costruzioni", "Materiali Biobased ed eco-compatibili", "Processi di produzione sostenibili". A fronte di questo focus strettamente collegato alla natura della produzione di filiera, si rileva l'importanza delle tecnologie e dei metodi abilitanti la gestione in sicurezza e nel rispetto del sistema regolatorio dei processi produttivi. Si va

quindi dalle strategie di gestione integrata della filiera (“Metodi e strumenti per la progettazione e gestione della strategia manifatturiera”, “Strategie per la Supply Chain”), all’adozione delle tecnologie e approcci necessari alla salvaguardia ma anche alla valorizzazione delle persone (“Interazione avanzata uomo-macchina”, “Tecnologie per ambienti più confortevoli e sicuri”, “Aumento della competitività attraverso la valorizzazione delle persone”). L’impegno sull’ammodernamento degli impianti è stato avviato da tempo in termini di automazione, sensorizzazione e adozione di sistemi di monitoraggio e controllo in remoto (“Sensoristica, monitoraggio e controllo”, “Componenti, macchine e robot intelligenti”, “Modellazione e simulazione per la previsione delle performance dei sistemi manifatturieri”).

La *Chimica di trasformazione* è il segmento più avanzato rispetto al modello di maturità e si posiziona nel mezzo tra l’integrazione verticale (secondo step) e la collaborazione orizzontale (terzo step) ma ha una diffusione delle tecnologie e metodi limitata, la più bassa della filiera. Il segmento è caratterizzato da piccole realtà, con propensione alla ricerca e sviluppo di nuove tecnologie.

La *Produzione di prodotti chimici speciali* è il segmento che presenta la maggiore diffusione del proprio livello di maturità centrata nella seconda fase d’integrazione verticale. La presenza di fattori di rischio, competitività più elevata e il rischio derivante da nuove tecnologie mutate da altri settori, spinge il segmento all’innovazione delle tecnologie e dei processi di produzione. La diffusione è quindi alta ma la maturità è frenata dal fatto che è composto da realtà con dimensioni più ridotte rispetto alla chimica di base, che lavorano *make to order* con automatizzazione a macchia di leopardo e con fornitori di sistemi che essendo meno maturi offrono un livello di automazione inferiore alle necessità. Il posizionamento in nicchie di mercato ha comportato quindi la propensione all’investimento, spesso in collaborazione e partnership con il mondo universitario regionale in particolare attraverso lo studio di nuovi materiali e di nanotecnologie.

Nella parte centrale del secondo step del modello è collocato il segmento *Produzione prodotti chimici di base* con una diffusione appena moderata. Le tecnologie e metodi più ricorrenti sono quelli denominati per la fabbrica e le persone ritrovando cioè nella sicurezza, valorizzazione del capitale umano e miglioramento del contesto di lavoro interno all’azienda la spinta all’innovazione proprio come nel caso della produzione di prodotti chimici speciali. L’automazione è un valore già acquisito e adottato nel processo produttivo, con spazi di miglioramento nelle fasi a monte e valle del processo (carico e scarico delle linee). La spinta alla sensorizzazione degli impianti abilita all’adozione di processi digitalizzati di monitoraggio e controllo.

Lo *Smaltimento dei rifiuti* è un altro segmento centrato rispetto alla seconda fase del Maturity Model per la sua dipendenza dal sistema regolatorio che ne determina di fatto gli standard tecnici, ma che presenta una diffusione delle tecnologie e metodi limitata. Al contrario dei segmenti di produzione, lo *Smaltimento dei rifiuti* è caratterizzato dalla presenza maggiore di strategie e management per il manifatturiero in coerenza con la natura di segmento di servizio alla produzione.

Infine la *Consulenza* è il segmento della Chimica toscana che si colloca nello step meno evoluto del modello (*Digital Novice and initial industry 4.0 technology adoption*), pur in posizione spostata verso l’integrazione verticale e con una diffusione limitata. Come nelle altre filiere anche in questo caso la consulenza è a contatto con tutti gli altri segmenti perciò ha una diffusione che risulta media ma per sua natura ha un livello di adozione minore di tecnologie innovative interne. Infatti è contraddistinta dalla presenza maggiore di SW al servizio di strategie e tecnologie ICT per il manifatturiero. Sono di fatto prodotti e servizi che offre ai propri clienti appartenenti agli altri segmenti della filiera.

Le frecce riportate in figura indicano trend sia di diffusione che di sviluppo rispetto alle fasi del modello di maturità. Il trend è presente nei segmenti di *Produzione* e di *Trasformazione* che sono i segmenti più avanzati rispettivamente dal punto di vista della diffusione e della maturità e confermano quindi una posizione da *front runner* del settore. Inoltre il trend è presente nella *Consulenza* che si colloca tra i segmenti meno maturi della filiera e perciò denota un possibile cambiamento e sviluppo futuro. Questo invece non è previsto nel caso dei *Fornitori di materie prima* e nel caso dello *Smaltimento dei rifiuti*.

### 4.2.3 Applicazione del Maturity model Industry 4.0 alla Filiera ICT per il manifatturiero

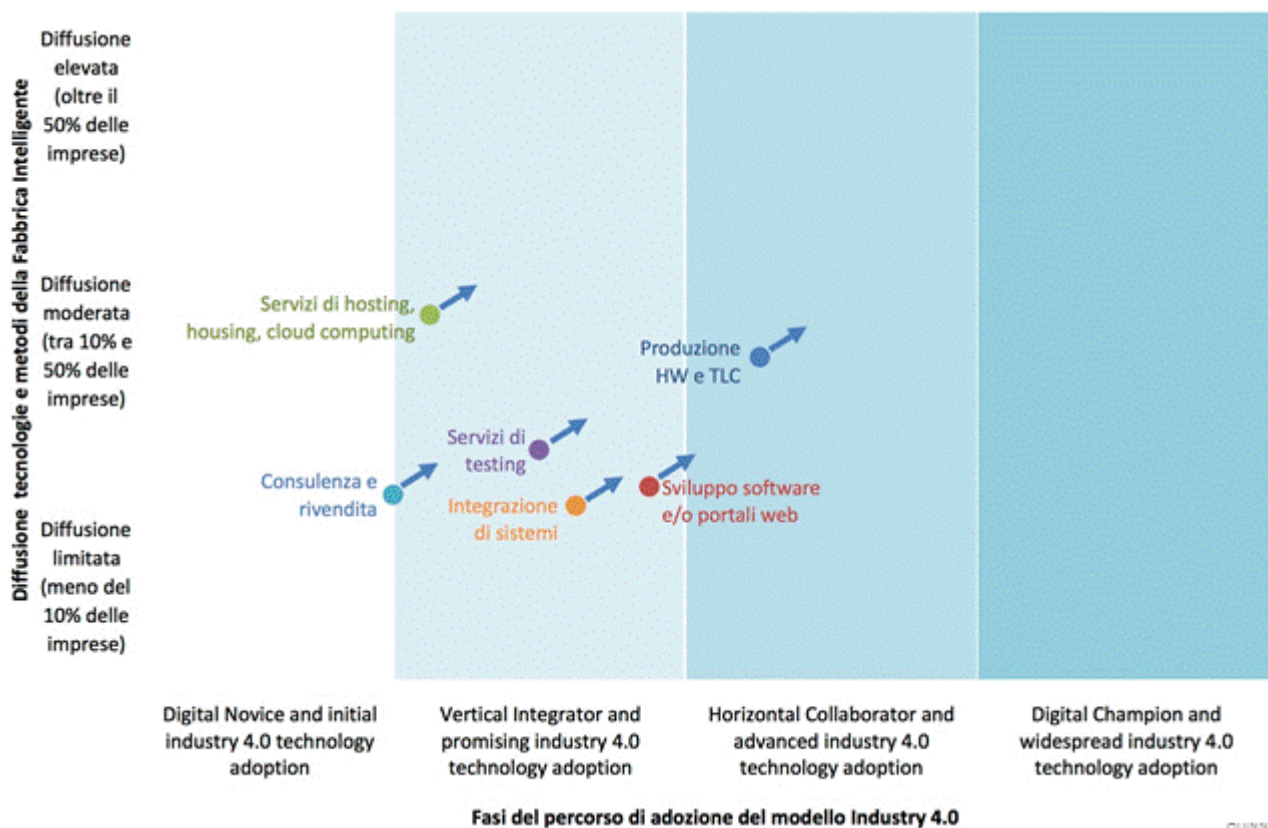


Figura 39 - Maturity Model filiera ICT per il manifatturiero

La filiera dell'ICT per il manifatturiero toscano, osservando il baricentro dei segmenti, si posiziona al secondo step del Maturity Model cioè presenta un'integrazione verticale con una diffusione moderata delle tecnologie e metodi della fabbrica intelligente nel tessuto imprenditoriale regionale del settore. In questa filiera i servizi di *consulenza* e la *progettazione e sviluppo* sono spinti all'integrazione verticale da spinte interne e dall'integrazione richiesta da clienti appartenenti ad altre filiere. Nonostante la mancata collaborazione orizzontale, terzo step del Maturity Model, i segmenti sono posizionati con una dispersione simile tra loro ed in particolare sono concentrici rispetto al segmento centrale dei *Servizi di testing* con un certo addensamento dei segmenti inferiori ed invece un distacco verso l'alto dei *Servizi di hosting* e verso destra per la *Produzione HW e TLC*. I segmenti che risultano più maturi in termini 4.0 sono quelli in cui si registra la presenza di grandi aziende quindi di una vera propria filiera comandata da un pivot che governa l'integrazione orizzontale.

Rispetto alle altre filiere l'ICT per il manifatturiero presenta una configurazione generale dei propri segmenti simile con differenze non così marcate come in altri casi, in cui si hanno segmenti a stadi di maturazione iniziale. I segmenti di questa filiera sembrano crescere in maniera compatta, ma questa analogia è più derivata dall'effetto trascinamento delle altre filiere rispetto alle quali il comparto agisce da fornitore qualificato, che da una reale integrazione di filiera. Le tecnologie e i metodi 4.0 emersi dall'indagine suggeriscono una lettura coerente con le diverse tipologie di ICT: gli sviluppatori SW con processi integrati e in prevalenza gestiti in autonomia, le aziende fornitrici di soluzioni integrate nei macchinari prodotti dalla meccanica strumentale regionale, infine gli erogatori di servizi tecnologici. Abbiamo quindi una ricorrenza elevata nettamente superiore alle altre filiere sull'ICT per il Manufacturing (quindi "Soluzioni ICT per la modellazione e memorizzazione di grandi quantità di dati la loro visualizzazione e l'estrazione automatica delle informazioni", "Soluzioni ICT per implementare piattaforme distribuite e collaborative orientate ai servizi", "ICT per la gestione dell'impresa estesa", "Soluzioni ICT per progettazione, produzione e servizi centrati sul cliente" e "Tecnologie per nuove infrastrutture ICT"),

abbinata a tecnologie riferibili alla Meccatronica per il manifatturiero avanzato (“Sensoristica, monitoraggio e controllo” e “Componenti, macchine e robot intelligenti”) e soluzioni a supporto dell’integrazione della supply chain (“Strategie per la Supply Chain” e “Strategie per la produzione orientata al cliente”).

La *Produzione HW e TLC* è il segmento con il maggior fatturato ed è anche il segmento più maturo rispetto alle fasi di sviluppo del modello con una diffusione moderata e tra le più alte del settore. La tecnologia più ricorrente nel segmento è *Sensoristica, monitoraggio e controllo* ed infatti sono gli aspetti maggiormente presenti nella produzione all’interno dell’ICT per il manifatturiero, con particolare riferimento alla sua integrazione con le filiere della meccanica e della chimica.

In ordine di maturità segue il segmento dello *Sviluppo software e/o portali web* posizionato nella fase di integrazione verticale e con una diffusione appena inferiore. La realtà toscana presenta diversi casi posizionati sulla sviluppo di tool per la gestione delle organizzazioni (ERP).

Tra le tecnologie più ricorrenti in entrambi i segmenti c’è ovviamente il cluster *ICT per il manufacturing* e la *meccatronica per il manifatturiero avanzato* quest’ultima strettamente collegata al ruolo di fornitore di questo servizio rispetto alle altre filiere: le nuove soluzioni dell’ICT aumentano l’autonomia del macchinario permettendo così nuovi utilizzi. Inoltre sono diffuse le *Strategie e management per il manifatturiero* in quanto l’ICT abilita l’adozione di nuove strategie e spinge al ripensamento del modello di business.

I *Servizi di testing* sono posizionati al centro della fase d’integrazione verticale del modello di maturità con diffusione appena moderata in modo simile all’*Integrazione di sistemi* che sono leggermente più avanzati orizzontalmente ma con diffusione più limitata. I *Servizi di testing* adottano poche tecnologie concentrate soprattutto nella *Meccatronica*. Nell’*Integrazione di sistemi* sono adottate tecnologie di vari cluster in coerenza con la sua funzione di abilitatore della comunicazione fra i fattori di produzione.

Infine i *Servizi di hosting, housing, cloud computing* si collocano appena dentro la fase di integrazione verticale, con diffusione moderata ma la più alta della filiera, vicino alla *Consulenza e rivendita* esattamente a cavallo tra la prima e seconda fase del modello di maturità ma con una diffusione appena moderata tra le più basse della filiera. La consulenza e rivendita per sua natura è un segmento che offre un servizio ed al suo interno adotta poche tecnologie e metodi ed in modo poco diffuso. Anche nel caso del segmento di servizi le tecnologie si concentrano nell’ICT e nelle strategie, ma con maggiore diffusione, in coerenza con la natura delle aziende del segmento che hanno un business più focalizzato e quindi con un rischio di investimento meno rilevante.

La filiera dell’ICT è composta da segmenti tutti in crescita sia dal punto di vista della maturità che della diffusione di tecnologie e metodi ovvero è una filiera che si sta sviluppando in ottica 4.0 in modo compatto, sulla spinta alla digitalizzazione che stanno avendo le altre filiere e per una propensione connaturata all’adozione di soluzioni *on the edge*.

#### 4.2.4 Applicazione del Maturity model Industry 4.0 alla Filiera Meccanica strumentale

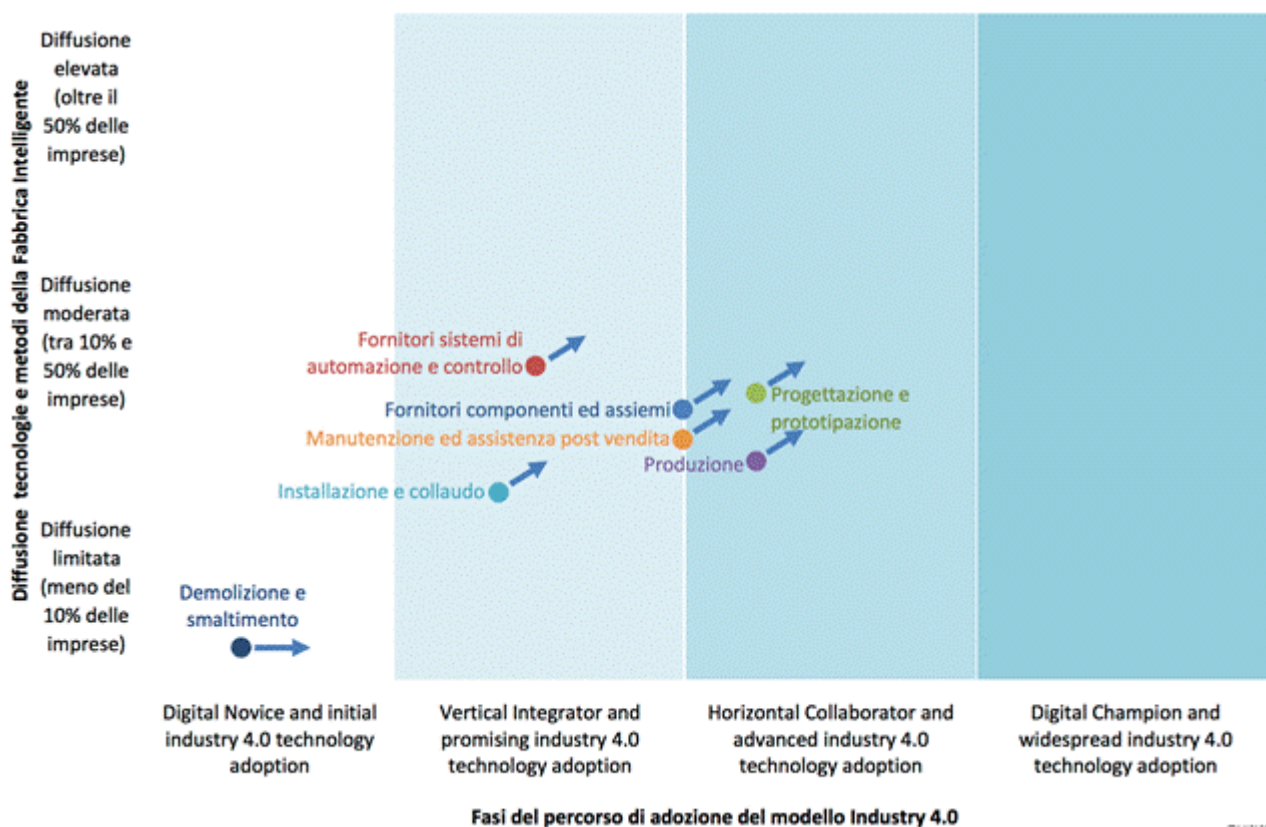


Figura 40 - Maturity Model filiera Meccanica strumentale

La Meccanica strumentale toscana, osservando il posizionamento dei segmenti in figura, risulta centrata all'intersezione fra il secondo e il terzo step del Maturity Model. I segmenti appartenenti alla filiera sono disposti in modo concentrico al baricentro eccetto la *Demolizione e smaltimento* che è arretrato nel modello di maturità e con una diffusione nettamente inferiore. Questo evidenzia la differente tipologia ed approccio del segmento alla fabbrica intelligente ed invece la coerenza e compattezza tra gli altri segmenti. La Meccanica strumentale toscana ha una dispersione di fase del modello simile alla Logistica con la differenza che i segmenti maturi non sono distaccati ma bensì crescono in gruppo.

La lettura trasversale dei risultati identifica in particolare quattro cluster con un tasso di citazioni e ricorrenze superiore agli altri e in generale a quanto registrato nelle altre filiere. Le tecnologie e metodi collegati alle Strategie e management per il Manifatturiero assumono un ruolo chiave in filiere sempre più soggette a spinte competitive che necessitano di coesione e integrazione per dare rapide risposte al mercato. In particolare risultano diffusi i "Metodi e strumenti per la progettazione e gestione della strategia manifatturiera" e le "Strategie per la produzione orientata al cliente". A fianco dell'integrazione della supply chain l'attenzione ricade in particolare sulle Tecnologie e metodi per "la fabbrica per le persone" (con un focus particolare sull'"Interazione avanzata uomo-macchina"), la Meccatronica per il manifatturiero avanzato (in particolare "Sensoristica, monitoraggio e controllo" e "Componenti, macchine e robot intelligenti") e Metodi e strumenti di modellazione, simulazione e supporto alle previsioni ("Modellazione e simulazione per la progettazione e gestione integrata di prodotti processi e sistemi" e "Modellazione e simulazione per la previsione delle performance dei sistemi manifatturieri"). Non mancano negli altri cluster tecnologie che risultano trovare diffusione nei diversi segmenti collegate in particolare al tema dell'efficientamento dei processi produttivi ("Alte prestazioni (alta precisione, alta produttività, alta affidabilità)" e "Soluzioni ICT per migliorare l'efficienza energetica").

In termini di singoli segmenti della filiera la *Progettazione e prototipazione* e la *Produzione* sono i segmenti più maturi, posizionati nella fase di collaborazione orizzontale (*Horizontal collaborator and advanced*

*industry 4.0 technology adoption*) in quanto adottano la maggior parte delle tecnologie e metodi per la fabbrica intelligente con riferimento ai propri sistemi di gestione e prodotti, con la differenza che la *Progettazione e prototipazione* ha una diffusione più elevata, anche per il livello di istruzione delle risorse umane coinvolte. L'integrazione in contesti commerciali a elevata competizione e la propensione all'internazionalizzazione, sommati alla diffusa appartenenza a gruppi multinazionali, spingono gli investimenti delle aziende del segmento sia sull'innovazione di prodotto sia di processo. L'adozione dei paradigmi 4.0 si concentra in prevalenza sui prodotti e nei servizi di supporto al cliente. La *Progettazione e prototipazione* beneficia dell'adozione di SW di CAD, CAM e CAE così come di sistemi di condivisione con clienti e fornitori. L'adozione di sensori abilita la gestione dei servizi *after-sales* in remoto, anche con soluzioni più avanzate di realtà aumentata. Queste soluzioni hanno però diffusione relativa a causa di un mercato che non riconosce ancora in maniera univoca il valore di soluzioni 4.0, preferendo quindi macchinari più semplici ma meno costosi. Lo sviluppo di PaaS e sistemi di gestione di big data e analytics prefigurano una progressiva crescita di soluzioni di *machine-learning* e di sistemi di capitalizzazione, in fase manutenzione ma anche di reengineering, dei dati comunicati dai macchinari interconnessi in logica IoT.

I *Fornitori di componenti ed assiemi* e la *Manutenzione ed assistenza post vendita* sono posizionate rispetto al modello di maturità tra la fase d'integrazione verticale e la collaborazione orizzontale con una diffusione moderata e di poco superiore nel caso dei fornitori. Entrambi i segmenti seppur diversi adottano le stesse tecnologie ed entrambi non presentano tecnologie per la produzione e impiego di materiali innovativi in quanto segmenti non produttivi ma di supporto.

I *Fornitori di sistemi di automazione e controllo* e *l'installazione e collaudo* sono centrati rispetto alla fase d'integrazione verticale ma differenziati per la loro diffusione. Il segmento dei *Fornitori di sistemi* ha una diffusione media ma la più alta della filiera per la loro natura di aziende nate nel paradigma 4.0. D'altra parte il segmento d'*Installazione e collaudo* ha una diffusione limitata perché è una parte della filiera in cui le tecnologie sono ancora meno diffuse rispetto agli altri segmenti. Pensiamo, ad esempio, alle tecniche per il posizionamento dei macchinari nei layout dei clienti che ancora oggi sono relativamente poco evolute, rispetto a soluzioni di scanner laser adottati in altri ambiti.

Infine il segmento di *Demolizione e smaltimento*, come detto precedentemente, è all'inizio del modello di maturità ed ha una diffusione limitata delle tecnologie e metodi. Si distacca in modo netto dagli altri segmenti restando alle soglie della fabbrica intelligente; presenta però un trend di crescita rispetto alla fase di maturità del modello e quindi a differenza della consulenza per la logistica che nonostante il posizionamento arretrato non presenta trend; in questo caso è ipotizzabile che la *Demolizione e smaltimento* nel futuro prossimo possa migliorare il suo posizionamento rispetto alla fase sotto la pressione del sistema regolatorio che spinge verso l'adozione di soluzioni di *life-cycle-management*, senza però crescere di diffusione, almeno inizialmente.

Il resto dei segmenti della meccanica mostrano un trend di crescita sia del modello di maturità che della diffusione di tecnologie e metodi, che dovrebbe progressivamente spostare il baricentro della filiera dalla fase d'integrazione verticale alla collaborazione orizzontale e l'adozione di tecnologie avanzate per l'industria 4.0.

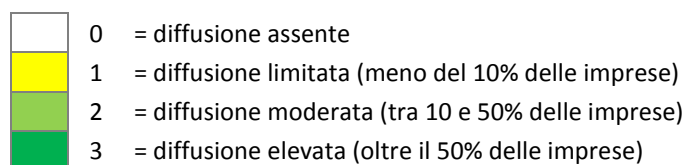


### 4.3 Mappature dei vuoti e pieni d'adozione di tecnologie e metodi 4.0

Dal dataset del Maturity model sono stati estratti i dati necessari a mappare e quindi approfondire i vuoti e pieni nell'adozione delle tecnologie e metodologie 4.0, dal punto di vista della tassonomia sviluppata dal cluster Fabbrica Intelligente (8 cluster e 39 tecnologie e metodologie) e in base al contenuto del Piano Nazionale Industria 4.0 lanciato a settembre 2016.

In quest'ultimo caso non si è analizzato il cluster cybersecurity per mancanza di correlazione fra i due modelli, rimandando questa valutazione ad altri approcci metodologici come le rilevazioni inserite nel *Capitolo 5. Trend e competenze 4.0*.

La scala di colore adottata indica il grado di diffusione nell'ambito del tessuto produttivo oggetto di analisi con una scala a 4 livelli associata a ciascuno dei segmenti chiave della filiera:



Per quanto attiene la prima rappresentazione grafica proposta i vuoti e pieni sono stati associati ai segmenti delle quattro filiere e rappresentati graficamente con una barra a 8 elementi corrispondenti ai cluster della Fabbrica intelligente. In ciascuno di questi otto cluster si è proceduto a:

- indicare visivamente la percentuale di tecnologie e metodologie citate (attraverso l'ampiezza della colorazione di ciascuno degli otto cluster),
- rappresentare con la scala di colori descritta sopra il grado di diffusione delle tecnologie e metodi citati nel tessuto produttivo toscano.

Strategie e management per il Manifatturiero	Produzione e impiego di Materiali innovativi	Tecnologie per un Manifatturiero sostenibile	Tecnologie e metodi per "la fabbrica per le persone"	Processi di produzione avanzati	Meccatronica per il manifatturiero avanzato	Metodi e strumenti di modellazione, simulazione e supporto alle previsioni	ICT per il Manufacturing
--	--	--	--	---------------------------------	---	--	--------------------------

Figura 41– I Cluster della Fabbrica Intelligente

La **logistica** essendo una filiera che esclude la parte di produzione non adotta tecnologie per i processi di produzione avanzati ed invece adotta quasi totalmente gli altri cluster con diffusione limitata eccetto per le *Strategie e management per il manifatturiero* che ha una diffusione moderata.

La Logistica è una filiera che fa dell'integrazione fra i segmenti un fattore chiave di competitività. Per questo motivo, pur con dovute differenze di diffusione, le tecnologie e metodi chiave risultano presenti nei principali segmenti tranne che nella *Consulenza, Servizio di supporto e stoccaggio*. Quest'ultimi sono segmenti con diversi vuoti tecnologici dovuti alla natura dei servizi offerti a bassa intensità tecnologica. I segmenti di trasporto, logistica e spedizioni hanno una ampiezza di servizi e attività tali da prevedere l'adottabilità ampia del set di tecnologie e metodi. Sono segmenti che promuovono l'integrazione, effettuano innovazione sostenibile nei materiali e nella meccatronica attraverso tecnologie ICT per la salvaguardia delle persone.



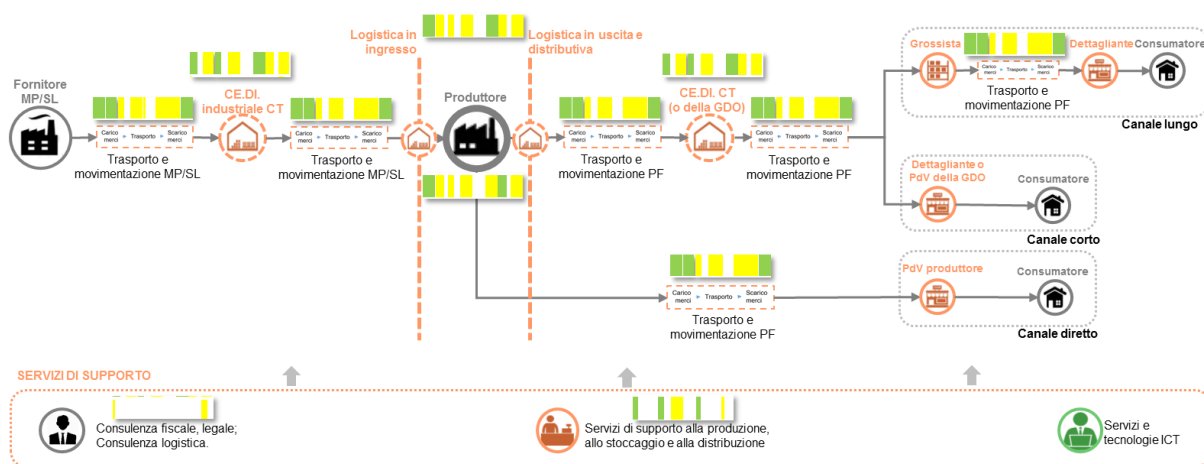


Figura 42 - della diffusione di tecnologie della Fabbrica intelligente nella filiera della Logistica toscana

Con riferimento ai cluster del piano nazionale Industria 4.0 (di seguito si riporta una sintesi grafica in forma matriciale) la logistica toscana risulta non adottare le tecnologie di *Additive manufacturing*. I segmenti, tranne quelli di servizi di supporto e consulenza, adottano quasi completamente e con diffusione moderata le tecnologie di *Augmented reality*, *Horizontal/vertical integration* e *Simulation* anche con applicazioni sperimentali ed invece in modo meno diffuso sulle altre. Interessante notare l'adozione completa di *Big data and analytics* con diffusione moderata nella logistica in ingresso/uscita, spedizione e nello stoccaggio, essendo strumenti necessari ad effettuare una pianificazione, coordinamento e controllo delle attività di un numero elevato di soggetti e oggetti.

		CLUSTER TECNOLOGIE ABILITANTI Piano Nazionale Industria 4.0							
		Industrial Internet	Cloud	Additive Manufacturing	Big Data and Analytics	Advanced Manufacturing solutions	Augmented reality	Horizontal/Vertical integration	Simulation
SEGMENTI LOGISTICA	Trasporto e movimentazione merce	■	■		■	■	■	■	■
	Logistica in ingresso/uscita	■	■		■	■	■	■	■
	Spedizioni	■	■		■	■	■	■	■
	Stoccaggio	■	■		■	■	■	■	■
	Consulenza	■	■		■	■	■	■	■
	Servizi di supporto	■	■		■	■	■	■	■

Figura 43 - Mappa della diffusione di tecnologie del Piano Nazionale Industria 4.0 nella filiera della Logistica toscana<sup>31</sup>

La **Chimica** toscana nel complesso è una filiera che presenta una copertura parziale delle tecnologie con una diffusione moderata. Andando ad analizzare i singoli segmenti è possibile osservare che i fornitori di materie prime hanno iniziato ad adottare, con una diffusione moderata, solo le *Strategie e management per il manifatturiero* cioè gli approcci e metodologie di gestione integrata della supply chain concentrando l'attenzione quindi sulle interazioni fra le filiere e snellimento del processo di interscambio input/output. La *Chimica di trasformazione* ha una copertura maggiore seppur con diffusione limitata ed in più adotta tecnologie anche del cluster *ICT* e soprattutto ha una diffusione moderata e copertura quasi completa dei *Processi di produzione avanzati*, coerente con la sua tipologia di produzione. La *Consulenza* ha numero di tecnologie adottate e una diffusione all'interno delle aziende medio basso a seconda dei cluster tecnologici ad eccezione dei processi di produzione avanzati che rimane un cluster che presenta più vuoti d'adozione rispetto agli altri. La produzione di prodotti chimici sia di base che speciali evidenzia una situazione simile: adottano completamente il cluster tecnologie e metodi per *la Fabbrica per le persone* con diffusione moderata (tra 10% e 50% delle imprese) così come la metà delle *tecnologie per un Manifatturiero sostenibile* ma con diffusione elevata (oltre in 50% delle imprese). I due segmenti attribuiscono quindi priorità assoluta alla prevenzione dei rischi derivati dal tipo di produzione sia per gli addetti che per il

<sup>31</sup> Il confronto con il cluster Cybersecurity è stato realizzato nell'ambito del *Capitolo 5. Trend e competenze 4.0*.

contesto in cui si trovano (sostenibilità). Infine lo *Smaltimento rifiuti* ha una copertura seppur limitata in più cluster sia di produzione che di metodi.

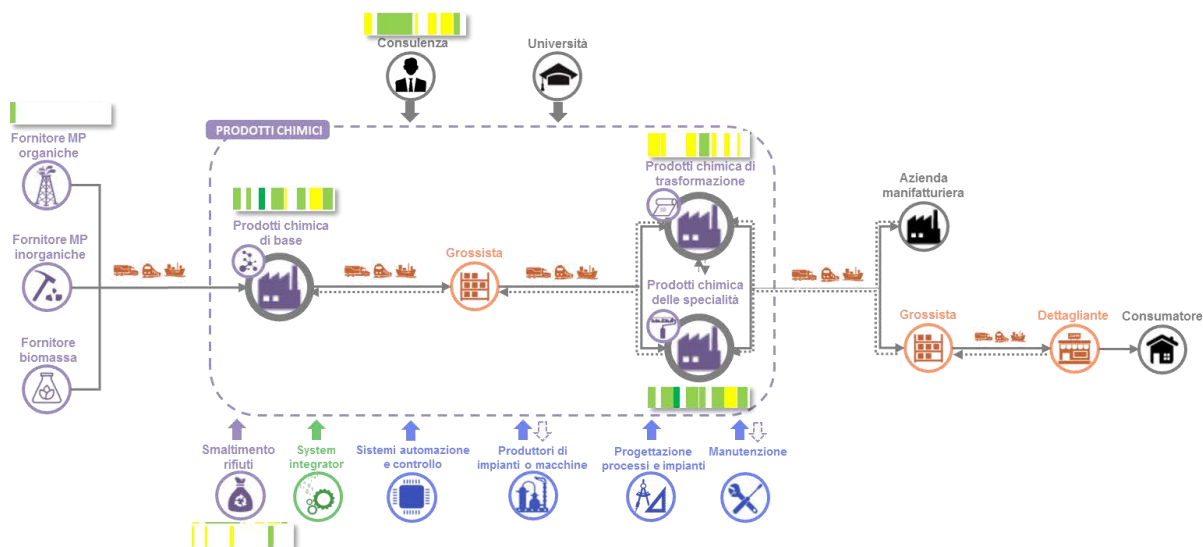


Figura 44– Mappa della diffusione di tecnologie della Fabbrica intelligente nella filiera Chimica toscana

Le 39 tecnologie e metodi della fabbrica intelligente sono stati quindi classificati in base ai cluster del Piano nazionale Industria 4.0<sup>32</sup> e per ognuno dei cluster correlabili è stata mappata la percentuale di adozione attraverso la scala sopra descritta.

		CLUSTER TECNOLOGIE ABILITANTI Piano Nazionale Industria 4.0							
		Industrial Internet	Cloud	Additive Manufacturing	Big Data and Analytics	Advanced Manufacturing solutions	Augmented reality	Horizontal/ Vertical integration	Simulation
SEGMENTI CHIMICA	Fornitore materie prime								
	Produzione di prodotti chimici di base	██████████	██████████		██████████	██████████		██████████	██████████
	Produzione di prodotti chimici speciali	██████████	██████████		██████████	██████████		██████████	██████████
	Consulenza	██████████			██████████	██████████		██████████	██████████
	Smaltimento rifiuti							██████████	██████████
	Chimica di trasformazione	██████████				██████████		██████████	██████████

Figura 45 - Mappa della diffusione di tecnologie del Piano Nazionale Industria 4.0 nella filiera Chimica toscana<sup>33</sup>

Innanzitutto, la filiera della chimica non adotta tecnologie di realtà aumentata le cui applicazioni in effetti appaiono in fase di adattamento al settore. D'altra parte tutti i segmenti adottano seppur in maniera parziale tecnologie e metodi per l'integrazione orizzontale/verticale. Interessante notare la presenza in tutti i segmenti tranne i fornitori la presenza di tecnologie e metodi per la simulazione anche se con diffusione moderata. In particolare, il segmento *Smaltimento di rifiuti* che abbiamo visto essere posizionato all'inizio del modello di maturità adotta poche tecnologie solo di alcuni cluster tra cui anche se in piccola percentuale le tecnologie e metodi per la *simulazione* e l'*Advanced manufacturing solutions* funzionali alla prevenzione dei rischi di gestione dei rifiuti. La *Chimica di trasformazione* è l'unico segmento ad adottare seppur con diffusione limitata l'*Additive manufacturing*, in considerazione della rilevanza nel suo ambito della ricerca e sviluppo e della progettazione e prototipazione. Infine i segmenti di produzione di prodotti chimici sia di base che speciali adottano completamente le tecnologie di *Simulazione*, *Cloud* e per i prodotti chimici speciali anche le tecnologie di *Big Data and analytics*, a riprova degli investimenti in digitalizzazione che sono in fase avanzata e che riguardano in particolare il monitoraggio e controllo della produzione anche

<sup>32</sup> Ministero dello Sviluppo Economico, *Piano nazionale industria 4.0*, 2017

<sup>33</sup> *ivi* pag. 55.

in relazione ai vincoli imposti dal sistema regolatorio in tema di sicurezza dei lavoratori e sostenibilità ambientale.

L'ICT per il manifatturiero adotta un numero significativo di tecnologie dei vari cluster tranne quelli riguardanti la produzione. I cluster più coperti dall'ICT sono le *Strategie e management per il manifatturiero*, l'ICT per il manufacturing ed inoltre la *Meccatronica* grazie al ruolo giocato dalle nuove applicazioni dell'ICT quale tessuto connettivo nell'industria meccanica e nei suoi clienti.

Osservando i singoli segmenti è possibile notare che i servizi di *Hosting, housing, cloud computing* non utilizzano *Tecnologie per un manifatturiero sostenibile* e nemmeno i *Metodi e strumenti di modellazione* essendo tecnologie non strettamente necessarie alla tipologia di produzione del segmento. I servizi di testing, la consulenza e rivendita e l'integrazione di sistemi hanno un comportamento simile su tutti i cluster ed infatti nella maggior parte dei casi la consulenza è basata sulla progettazione di nuove strutture e quindi necessita di servizi di testing e di integrazione con i sistemi esistenti. Infine la *Produzione HW e TLC* e lo *Sviluppo SW e/o portali web* adottano tecnologie di tutti i cluster ed in particolare la produzione ha una copertura quasi totale e con una diffusione media, assumendo una posizione avanzata rispetto agli altri segmenti della filiera.

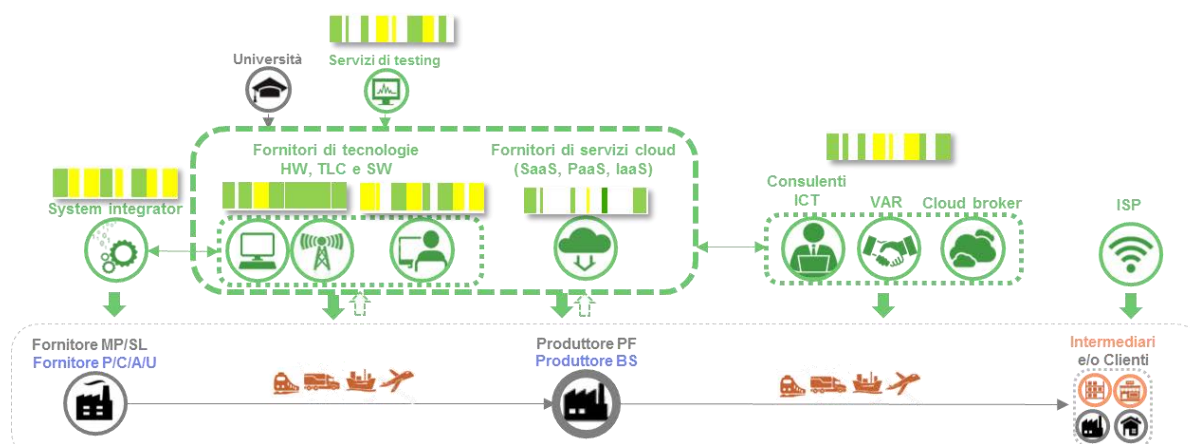


Figura 46 - Mappa della diffusione di tecnologie della Fabbrica intelligente nella filiera dell'ICT per il manifatturiero toscano

Anche nella configurazione rispetto ai cluster del Piano nazionale industria 4.0 è possibile notare l'adozione quasi completa delle tecnologie da parte della maggior parte dei segmenti dell'ICT. Nel caso di *Additive manufacturing* e *Augmented reality* si registra una diffusione inferiore agli altri casi ma comunque sono adottate totalmente tranne per i *Servizi di testing* che non presentano alcuna tecnologia di realtà aumentata a fronte dell'adozione quasi completa delle tecnologie di simulazione con diffusione evoluta (più del 50% imprese) coerentemente con la natura del segmento che necessita di strumenti di verifica e validazione del reale funzionamento di un modello.

		CLUSTER TECNOLOGIE ABILITANTI Piano Nazionale Industria 4.0							
		Industrial Internet	Cloud	Additive Manufacturing	Big Data and Analytics	Advanced Manufacturing solutions	Augmented reality	Horizontal/ Vertical integration	Simulation
SEGMENTI ICT	Produzione HW e TLC	■	■	■	■	■	■	■	■
	Sviluppo software e/o portali WEB	■	■	■	■	■	■	■	■
	Servizi di hosting, housing, cloud computing	■	■	■	■	■	■	■	■
	Servizi di testing	■	■	■	■	■	■	■	■
	Consulenza e rivendita	■	■	■	■	■	■	■	■
Integrazione di sistemi	■	■	■	■	■	■	■	■	

Figura 47 - Mappa della diffusione di tecnologie del Piano Nazionale Industria 4.0 nella filiera dell'ICT per il manifatturiero toscano<sup>34</sup>

La **Meccanica strumentale** è la filiera che mostra la maggior completezza di tecnologie adottate con diffusione moderata (tra il 10% e 50% delle imprese) e nel caso del cluster ICT con diffusione limitata (inferiore al 10%). Invece è meno evoluta nell'adozione delle tecnologie per la produzione e impiego di materiali innovativi e per un manifatturiero sostenibile ad eccezione dei *Fornitori di componenti ed assiemi*, *Progettazione e prototipazione* e *Produzione* che adottano anche queste tecnologie essendo segmenti più interessati degli altri ai materiali ed alla sostenibilità. Infine è possibile notare che il segmento *Demolizione e smaltimento* si differenzia dagli altri avendo un'adozione inferiore di tecnologie e con diffusione sempre limitata. C'è un caso di diffusione evoluta (più del 50% delle aziende) seppur con bassa percentuale di adozione delle tecnologie per la produzione e impiego di materiali innovativi ed è il caso della *Manutenzione ed assistenza post vendita*, a testimonianza di un ambito tecnologico che sta trovando spazio nelle scelte delle aziende.

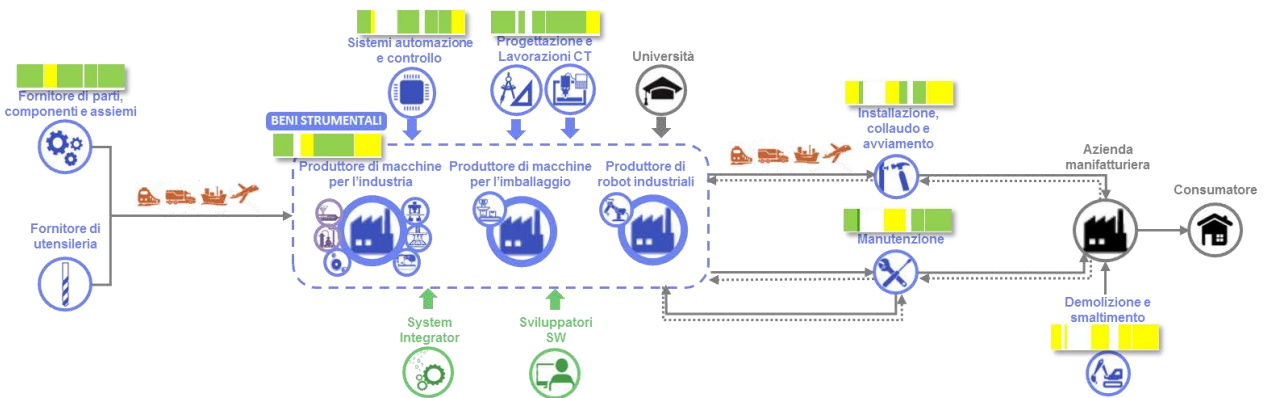


Figura 48 - Mappa della diffusione di tecnologie della Fabbrica intelligente nella filiera della Meccanica strumentale toscana

Anche nella lettura dei vuoti e pieni attraverso l'ottica dei cluster del Piano nazionale è possibile notare la completezza della filiera della meccanica ad eccezione del segmento *Demolizione e smaltimento*. Per tutti gli altri settori l'adozione è completa e con diffusione moderata ad eccezione del cluster *Augmented reality* che ha un'adozione elevata. Questo mostra come la realtà aumentata è utilizzata in modo più diffuso nella meccanica che negli altri settori ed infatti le soluzioni presenti sul mercato hanno maggior campo di applicazione all'interno della produzione/manutenzione nella fase dell'*after-sales*.

		CLUSTER TECNOLOGIE ABILITANTI Piano Nazionale Industria 4.0							
		Industrial Internet	Cloud	Additive Manufacturing	Big Data and Analytics	Advanced Manufacturing solutions	Augmented reality	Horizontal/ Vertical integration	Simulation
SEGMENTI MECCANICA	Fornitori componenti ed assiemi								
	Fornitori sistemi di automazione e controllo								
	Progettazione e prototipazione								
	Produzione								
	Installazione e collaudo								
	Manutenzione ed assistenza post vendita								
Demolizione e smaltimento									

Figura 49 - Mappa della diffusione di tecnologie del Piano Nazionale Industria 4.0 nella filiera della Meccanica strumentale toscana<sup>35</sup>

## 5. Trend e competenze 4.0

### 5.1 Trend tecnologici

#### 5.1.1 Introduzione

In questo capitolo sono state raccolte e sintetizzate le informazioni emerse nel corso della ricerca al fine di individuare i principali trend tecnologici e le direttrici di sviluppo delle tecnologie e metodologie 4.0 a livello toscano e con riferimento alle quattro filiere oggetto di approfondimento.

Tali trend sono stati raggruppati in base alle 9 tecnologie abilitanti presentate nel Piano Nazionale Industria 4.0<sup>36</sup>. I metodi e le tecnologie che non hanno trovato corrispondenza con tale classificazione sono state inserite in una categoria residuale (“Altro”).

Le informazioni raccolte a livello toscano confermano la visione emersa da analoghe ricerche condotte a livello nazionale. I segnali chiaramente indicano un trend di progressiva digitalizzazione delle aziende manifatturiere con particolare riferimento all’automatizzazione dei processi produttivi e l’interconnessione fra le funzioni. In particolare, tale risultato sarà raggiungibile attraverso uno sviluppo sinergico delle tecnologie digitali inerenti alla raccolta, gestione e valorizzazione dei dati (*Big Data and Analytics, Cloud*) nonché alla loro interpretazione assistita, attraverso l’implementazione di algoritmi di *machine learning*. La digitalizzazione riguarderà anche lo sviluppo di sistemi di interazione uomo-macchina (basati sul linguaggio naturale, sulla realtà aumentata, sui dispositivi *wearable*) sia nei processi di produzione che nei processi di supporto. Altro ambito di sviluppo includerà sistemi di comunicazione *machine to machine*, robotica e meccatronica (*Advanced Manufacturing Solutions e Simulation*)<sup>37</sup>.

I progressi tecnologici, tuttavia, possono seguire direttrici diverse a seconda di numerose variabili, come ad esempio il contesto in cui l’azienda opera, i rapporti più o meno sviluppati con tutti i soggetti appartenenti alla propria filiera e la propensione all’innovazione che l’impresa può avere così come la propensione all’innovazione e il riconoscimento di questo valore da parte dei propri clienti (*final users*). In questo capitolo si riportano le indicazioni emerse da testimonianze dirette degli attori toscani, dal punto di vista di chi produce, utilizza così come dei soggetti partner delle aziende (consulenti, esponenti del mondo della ricerca pubblica e privata).

#### 5.1.2 I trend della filiera della Logistica toscana

Il primo ambito di interesse per la Logistica toscana, riportato nella grafica, riguarda lo sviluppo e il potenziamento dell’automazione dei sistemi di tracciamento dei trasporti e dei magazzini. Utilizzando la tecnologia RFID così come il GPS, sono i mezzi stessi ed i prodotti a parlare e a comunicare la loro posizione in maniera affidabile e precisa a sistemi di rilevazione a varco o antenna. Ulteriori sforzi si stanno concentrando verso l’implementazione di dispositivi in grado di riconoscere e localizzare autonomamente i prodotti all’interno del magazzino per ottimizzare i processi di carico e scarico.

In riferimento al trasporto via mare, invece, i principali porti toscani partono da posizioni di relativo ritardo rispetto ai propri competitor. Si registrano sperimentazioni di soluzioni 4.0 quali varchi e sensori per rilevare e comunicare i movimenti dei mezzi terrestri così come delle navi anche se il trend di adozione è ancora ad una fase iniziale rispetto all’obiettivo dell’adozione di varchi automatici. In questo senso la parcellizzazione del trasporto via gomma non favorisce l’adozione sistematica di tali soluzioni tecnologiche già mature dal punto di vista della progettazione.

---

<sup>36</sup> Ministero dello Sviluppo Economico, *Piano Nazionale Industria 4.0*, 2017

<sup>37</sup> Assolombarda, *Industria 4.0*, Position paper n. 02/2016





Figura 50 - I trend tecnologici 4.0 della filiera della Logistica

In questa filiera si sta assistendo ad una digitalizzazione delle informazioni e relativa condivisione delle stesse in tempo reale. Utilizzando APP dedicate, installate su smartphone o tablet, gli operatori sono in grado di comunicare e visualizzare informazioni chiave, come ad esempio le non conformità dei prodotti, segnalare guasti o tracciare real-time la posizione dei prodotti. Le aziende prefigurano ulteriori possibili sviluppi per quanto attiene le piattaforme ICT, quali, ad esempio, la gestione e la disponibilità dei mezzi in un'ottica di condivisione delle flotte e di logistica collaborativa.

Tra i trend tecnologici indicati è emerso la volontà di sviluppare una mobilità più sostenibile. Si parla infatti di *City Logistic* e di flotte leggere elettriche. L'adozione della tecnologia elettrica anche per i mezzi pesanti, ad oggi, risulta ancora lontana ma è stato comunque dimostrato un interesse circa il suo impiego.

### 5.1.3 I trend 4.0 della filiera della Chimica toscana

La filiera della Chimica ha adottato in maniera sostanzialmente diffusa soluzioni di automazione dei processi produttivi. In questo ambito i trend tecnologici si indirizzano nel campo dei nuovi materiali e della digitalizzazione dei processi.

Nello sviluppo di materiali avanzati e intelligenti si rileva una significativa collaborazione con le principali Università toscane che ha permesso di sviluppare nano particelle e polimeri innovativi.

Tra le soluzioni di *smart manufacturing* proposte vi è la micro-reattoristica, una tecnica innovativa che consente di migliorare l'efficienza del processo produttivo, facendo venir meno i concetti di economia di scala tipici del settore chimico, vista la miniaturizzazione fisica del sistema in cui avvengono le reazioni. Inoltre, tale tecnologia offrirà la possibilità di realizzare un numero maggiore di prodotti customizzati per il cliente finale, rendendo il processo produttivo molto più flessibile e snello.

Altrettanta attenzione è stata posta sui sistemi di monitoraggio delle emissioni ambientali, anche a fronte delle rigide normative del settore. Gli operatori, ad esempio, attraverso tablet, possono accedere in remoto

– utilizzando soluzioni che sposano i paradigmi della cyber security - alla sala di controllo per verificare l'effettivo allineamento del processo produttivo con i valori previsti e possono monitorare in continuo gli indicatori di emissione ambientale.

Infine, le aziende hanno evidenziato la necessità di una maggiore integrazione delle informazioni scambiate lungo la Supply Chain, dai fornitori fino ai clienti finali, e la necessità di avere a disposizione dati in tempo reale.



Figura 51 - I trend tecnologici 4.0 della filiera della Chimica

#### 5.1.4 I trend 4.0 della filiera dell'ICT per il manifatturiero toscano

Quale filiera interconnessa con le altre ha un ruolo chiave nella digitalizzazione dei processi e dell'automazione delle macchine. Dotando i macchinari di sensori è possibile infatti effettuare l'assistenza e il controllo in remoto. Inoltre, i dati forniti dalla sensoristica, possono essere utilizzati per implementare la manutenzione predittiva. Attraverso l'interazione uomo-macchina e sfruttando algoritmi di *machine-learning* sarà possibile spingersi verso livelli di automazione sempre maggiori.

Le aziende hanno dimostrato attenzione anche verso l'utilizzo dei Big Data sia per condurre analisi di mercato che per gestire i processi in maniera più efficace ed efficiente. Alcune imprese si stanno muovendo verso la conversione e adozione di mobile/cloud ERP, fruibili ad esempio su tablet e smartphone. Queste soluzioni, realizzate attraverso diversi linguaggi di programmazione, permettono di offrire al cliente qualsiasi livello di customizzazione richiesto ma richiedono al tempo stesso infrastrutture in grado di supportare lo scambio di quantitativi elevati di dati. La criticità legata alla gestione dei dati generati potrebbe essere risolta attraverso l'adozione del paradigma del *Fogging* (o *Fog Computing*), che permette



di processare le informazioni il più vicino possibile rispetto a dove vengono generate piuttosto che immagazzinarle nei Cloud centrali<sup>38</sup>.

L'Internet of Things risulta essere alla base dello sviluppo delle nanotecnologie e della tracciabilità dei prodotti. Ulteriori trend tecnologici riguardano l'adozione di metodi di progettazione in ambienti virtuali e di prototipazione rapida che consentono di ridurre sensibilmente il Time to Market.

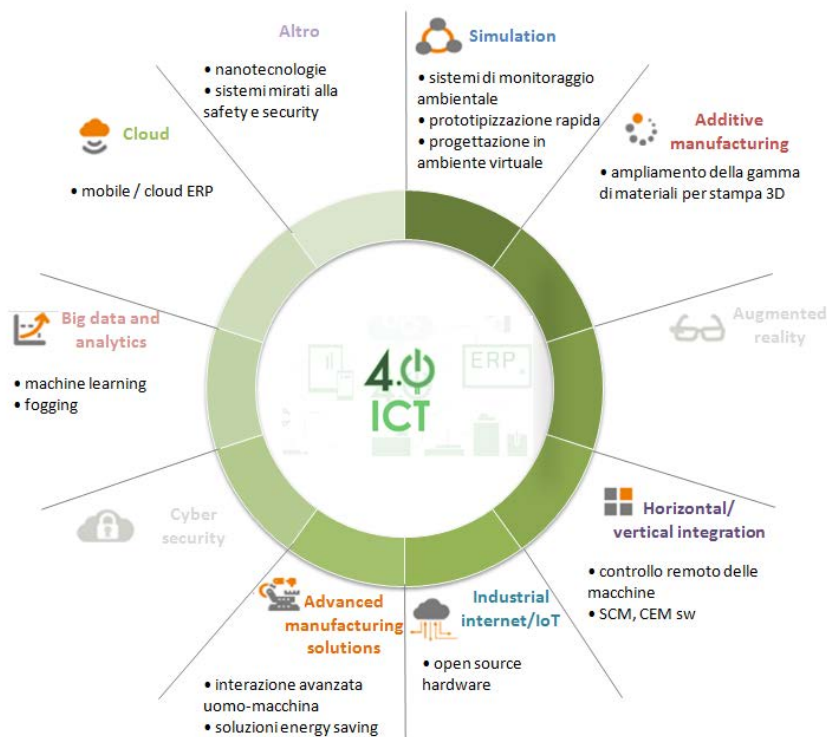


Figura 52 - I trend tecnologici 4.0 della filiera dell'ICT per il manifatturiero

Infine, vi è sempre maggiore attenzione sullo sviluppo di sistemi di monitoraggio ambientale, mirati all'ottimizzazione dell'uso dell'energia, dei consumi e a prevenire l'esposizione dei soggetti a radiazioni in particolari contesti.

### 5.1.5 I trend 4.0 della filiera della Meccanica strumentale toscana

La schematizzazione grafica mostra i trend tecnologici che sono stati evidenziati dai soggetti appartenenti alla filiera della meccanica strumentale.

Tra le imprese che hanno partecipato all'indagine, è emerso un chiaro interesse nei confronti del fenomeno della servitizzazione, soprattutto per la fase *after-sales*. Dotando i macchinari di sistemi di controllo in remoto è possibile monitorare in tempo reale le attività e intervenire tempestivamente in caso di necessità attraverso sistemi video assistiti e dispositivi *wearable*. Per permettere uno scambio informativo più efficace ed efficiente lungo tutta la filiera, le aziende hanno espresso la volontà di adottare piattaforme *web based*, ad esempio, sulla tecnologia PaaS e, in molti, stanno provvedendo all'adeguamento delle infrastrutture di rete attraverso l'installazione della fibra ottica.

Le tecnologie sulle quali si concentrano le intenzioni di investimento riguardano l'automazione dei processi produttivi e lo sviluppo di sistemi di produzione in un'ottica sostenibile. I principali benefici legati

<sup>38</sup> Cervelli, Pira, Trivelli, Fantoni, *Industria 4.0 Senza Slogan*, 2017

all'adozione di soluzioni di *smart manufacturing* si avranno sull'incremento delle performance produttive, sulla riduzione degli interventi umani e sulla possibilità di ampliare l'offerta dei prodotti.

Si punta molto anche allo sviluppo di sistemi avanzati di collaborazione uomo-macchina, attraverso interfacce e cruscotti digitali *user-friendly*. L'open source HW può fornire risposte a quegli utilizzatori finali poco propensi a riconoscere il valore alle soluzioni 4.0. Infine, la stampa 3D potrebbe essere adottata per la produzione di prodotti di nicchia e l'impiego di sistemi di prototipazione rapida permetterebbe di ridurre sensibilmente i tempi di progettazione.



Figura 53 - I trend tecnologici 4.0 della filiera della Meccanica strumentale

## 5.2 Le competenze 4.0

Il tema delle competenze nel contesto di Industria 4.0 ha una sua centralità in relazione alle sempre più rilevanti esigenze di dare risposte a domande chiave quali:

Quale sarà il ruolo delle persone nel futuro modello produttivo?

Quali sono i percorsi per fare del capitale umano un *driver* dell'adozione dei paradigmi di Industria 4.0?

Di fronte al timore che l'automazione, la digitalizzazione e la capacità dei SW di sviluppare intelligenza artificiale produrrà una riduzione nel numero di soggetti occupati nell'industria (così come nei servizi), la prima risposta fa riferimento all'ineluttabilità di questo processo. Solo le aziende che investiranno in queste tecnologie rimarranno sul mercato, le altre sono destinate a perdere sempre più spazio nei mercati con conseguenze occupazionali dirette.

La seconda risposta richiama la tendenza riscontrata negli ultimi anni al *back home / retreat* delle grandi imprese ovvero alla nuova centralità del concetto di localizzazione della produzione<sup>39</sup>. Le nuove tecnologie rendono meno strategica la strutturazione di supply chain internazionali a vantaggio di produttori con un baricentro locale (regionale o nazionale) capaci di dare risposte ad esigenze di mercati sempre più attenti a preservare la propria unicità, nei quali sarà sempre più rilevante il ruolo della politica al servizio della tutela dei posti di lavoro per favorire la coesione sociale. In questo contesto le piccole e medie aziende trovano un nuovo spazio di azione, sempre che adottino quelle tecnologie che permettono di ridurre il gap produttivo rispetto alle grandi multinazionali: prototipizzazione rapida, gestione integrata della supply chain, digitalizzazione dei processi di ascolto e comunicazione con i clienti.

### 5.2.1 Focus in Italia e nel Mondo sulle competenze 4.0

Le tecnologie coinvolte nella quarta rivoluzione industriale impattano quindi in maniera rilevante sul capitale umano e sull'organizzazione del lavoro, richiedendo competenze adeguate. Tipicamente le competenze sono raggruppabili in due macro gruppi e si riferiscono alle cosiddette hard e soft skills. Le prime fanno riferimento all'insieme di conoscenze tecnico-professionali, strettamente correlate alla natura del lavoro e alle attività svolte. Le soft skills, invece, interessano le caratteristiche personali del soggetto, l'atteggiamento assunto in ambito lavorativo e l'attitudine alle relazioni interpersonali. Tale tema non è nuovo per le aziende, la novità consiste piuttosto nella maggiore importanza che tali capacità assumono in un contesto industriale digitalizzato e in continuo cambiamento.

Al fine di delineare un quadro d'insieme sono state analizzate fonti focalizzate sia sul contesto nazionale che sul contesto globale. La visione nazionale offre indicazioni più strettamente legate al contesto produttivo italiano, là dove il punto di vista di economie più avanzate sul tema delle tecnologie e metodi 4.0 ci permette di adottare un approccio più prospettico. Le competenze sono state raggruppate in quattro categorie - personali, sociali, metodologiche e tecniche - al fine di favorire una chiara lettura del fenomeno<sup>40</sup>. Nella figura seguente sono riportate le categorie riconducibili al concetto di Soft Skill. Quelle tecniche, tipicamente molto numerose e diversificate, per essere sintetizzabili in maniera efficace, sono quindi analizzate separatamente attraverso il paradigma del profilo professionale.

Le competenze associate alle tre categorie sono state individuate tenendo conto delle nuove sfide lanciate da Industria 4.0 ed investono tutte le figure professionali. Oggi, le aziende, sono alla ricerca di profili dotati di curiosità intellettuale e di motivazione all'apprendimento continuo. La rapidità del cambiamento a cui stiamo assistendo ha fatto emergere la necessità di promuovere una formazione scolastica e professionale

---

<sup>39</sup> The Economist, *The retreat of the global company*, Jan 28th 2017

<sup>40</sup> F.Hecklauer, M.Galeitzka, S.Flachs, H.Kohl, Holistic approach for human resource management in Industry 4.0, *Procedia CIRP*, Volume 54, 2016, pp. 1-6

mirata ad “insegnare ad imparare<sup>41</sup>”. Le principali competenze trasversali individuate dalle varie fonti sono flessibilità, abilità a lavorare in team, competenze comunicative e capacità di *problem solving*. Le aziende che operano in un contesto internazionale promuovono in maniera molto più spinta lo sviluppo di tali capacità e questo trova evidenza nel fatto che nella parte della matrice con focus su contesto globale queste competenze risultano essere più citate rispetto al corrispettivo su scala nazionale. Su 31 soft skills individuate, in Italia soltanto il 60% è stato citato nei Report analizzati, a fronte di oltre il 90% citato a livello internazionale.

Categorie	Soft skills per l'Industria 4.0	Focus su contesto italiano			Focus su contesto globale				
		Federmeccanica e Università di Genova, 2016	RISE - Università di Brescia, 2017	Assolombarda e Università di Milano Bicocca - Crisp, 2016	OECD, 2014	Boston Consulting Group, 2014	Fraunhofer Institute, 2016	World Economic Forum, WEF, 2016	European Parliament, 2016
Competenze personali	Flessibilità			●	●	●	●	●	●
	Ambiguity tolerance						●		
	Autonomia	●		●					●
	Adattabilità	●		●	●	●			●
	Motivazione all'apprendimento					●	●	●	
	Curiosità intellettuale					●		●	
	Interdisciplinarietà	●			●	●			
	Responsabilità	●			●				●
	Precisione e affidabilità			●					
	Abilità a lavorare sotto pressione			●			●		
	Pro attività	●		●					
	Intelligenza emotiva	●						●	
Sustainable mindset						●			
Competenze sociali	Abilità a lavorare in team	●	●	●	●		●	●	
	Abilità nel trasferire know-how						●		
	Competenze interculturali				●		●		
	Competenze linguistiche			●	●		●	●	
	Competenze comunicative	●	●	●	●		●	●	●
	Competenze di networking	●			●		●		
	Capacità di leadership	●	●		●	●	●		
	Empatia	●			●				
Competenze metodologiche	Creatività			●			●	●	●
	Capacità analitiche				●		●	●	
	Capacità di ricerca						●		
	Problem solving	●		●			●	●	●
	Conflict solving						●	●	
	Decision making	●		●		●	●	●	●
	(Digital) Project Management		●	●				●	
	Orientamento all'efficienza				●		●		
	Capacità di gestione delle risorse (economiche, umane, temporali)				●			●	
	Entrepreneurial thinking						●		

Figura 54 - Le Soft Skill per l'industria 4.0

<sup>41</sup> Camera dei Deputati, *Indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali*, 2016

Le competenze trasversali sono mutate in tutti i livelli aziendali, interessando sia operai, impiegati e dirigenti<sup>42</sup>. Il Manager 4.0, ad esempio, dovrà avere una visione strategica, competenze di coaching e motivazionali da affiancare a competenze tecniche e know-how riguardanti le discipline cosiddette STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*).

In una recente intervista a 102 aziende<sup>43</sup> è emerso che le caratteristiche più importanti per un Manager sono<sup>44</sup>:

- stile di leadership orientato al team, 76%
- buon facilitatore della comunicazione interna, 61%
- innovatività, 57%
- buon creatore di legami esterni alla sua funzione, 45%
- buon facilitatore della comunicazione esterna (clienti), 35%
- lo stesso alto livello di competenze di "Industria 4.0" e manageriali, 31%

Nello schema si riportano i giudizi che le aziende intervistate hanno espresso in merito alla preparazione attuale della figura del Manager 4.0.

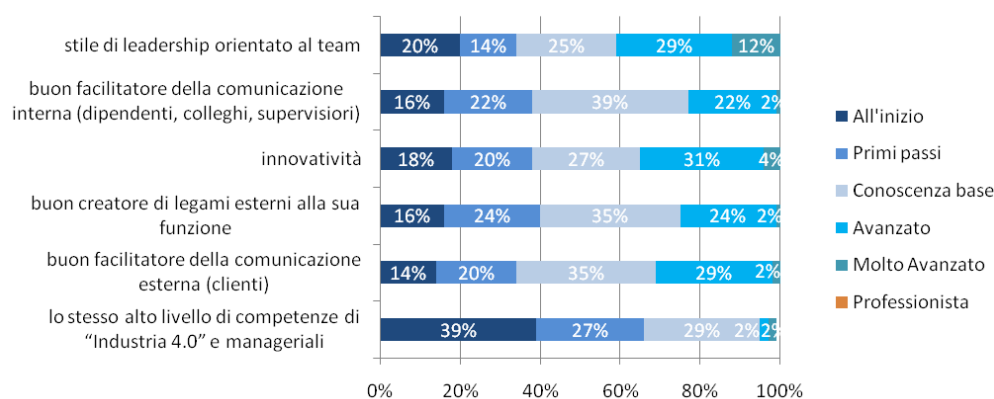


Figura 55 - Le Soft Skill per l'industria 4.0 (ns. elaborazione su dati Staufen Italia, 2015)

Nell'indagine condotta da Federmeccanica fra i propri aderenti, si evidenzia che tra le competenze dei Manager più rafforzatesi a seguito dell'introduzione delle innovazioni tecnologiche vi sono la leadership, la capacità di *problem solving*, l'approccio interdisciplinarietà, il *team building* e la capacità di relazione interpersonale.

Le competenze tecniche richieste da Industria 4.0 sono legate alle tecnologie innovative coinvolte e interessano la gestione dei dati e la loro valorizzazione, la progettazione di sistemi produttivi automatizzati, l'interazione uomo-macchina e la progettazione di applicazioni legate ai media. Tali competenze sono state dettagliate e tradotte in termini di figure professionali più richieste attualmente dal mercato<sup>45</sup> e riportate nella seguente figura. Il primo cluster delle professioni fa riferimento ai profili professionali presenti nei principali sistemi di classificazione, come quella proposta da ISTAT<sup>46</sup> o ISCO<sup>47</sup>; il secondo riguarda invece figure emergenti che non hanno ancora trovato una collocazione nei repertori regionali e nazionali.

<sup>42</sup> Federmeccanica, *I risultati dell'indagine Industria 4.0 condotta da Federmeccanica*, 2016

<sup>43</sup> Staufen Italia, *"Industria 4.0": sulla strada della fabbrica del futuro. Qual è la situazione dell'Italia?* 2015

<sup>44</sup> Erano possibili scelte multiple

<sup>45</sup> Assolombarda e Università di Milano Bicocca-CRISP, *Alla ricerca delle competenze 4.0*, Ricerca n.03/2015

<sup>46</sup> <http://cp2011.istat.it/>

<sup>47</sup> <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/isco08/>

Tali figure professionali sono state proiettate sui principali processi aziendali al fine di individuare gli ambiti maggiormente coinvolti e interessati. Da questa lettura emerge che le professioni legate all'analisi dei dati impattano su diversi processi. I dati rappresentano una risorsa chiave nell'Industria 4.0 e le aziende devono essere in grado di saperli gestire su diversi livelli. Si parla di competenze tecniche in merito ad estrazione, memorizzazione e protezione; competenze scientifiche per quanto riguarda la loro elaborazione statistica ed infine competenze di business relative alla loro comprensione e utilizzo. Per poter competere in un contesto 4.0 è necessario riconvertire molte figure professionali, dotate di un elevato know how tecnico ma con ancora un basso livello di competenze digitali<sup>48</sup>. Alcune professioni scompariranno e verranno sostituite da robot o sistemi automatici, mentre si creeranno nuovi profili tecnici. Tra i livelli aziendali colpiti in negativo vi è il *middle management*, poiché aumenterà il livello di automazione di molte attività routinarie tipicamente svolte da queste figure. I nuovi modelli organizzativi di business non saranno più basati su un approccio gerarchico o matriciale dato che le aziende avranno bisogno di flessibilità e prontezza nei tempi di risposta.

		Figure professionali con competenze 4.0				Processi aziendali				Focus su contesto italiano				Focus su contesto globale			
		Progettazione	Produzione/Erogazione	Management e Supporto	Marketing e Vendite	Assolombarda e Università di Milano Bicocca - Crisp, 2016	Unioncamere, 2016	Aica, Assinform e Assintel, 2016	RISE - Università di Brescia, 2017	Boston Consulting Group, 2015	World Economic Forum, WEF, 2016	ILO, 2013	Harvard Business Review, 2015				
Profili professionali presenti nella classificazione ISAT	Analisti e progettisti software	✓	✓			●	●	●		●	●	●					
	Ingegneri meccanici	✓	✓			●	●		●	●	●	●					
	Ingegnere progettista	✓								●							
	Disegnatori tecnici	✓				●	●			●							
	Ingegneri energetici	✓	✓				●			●							
	Responsabile di base dati	✓		✓		●		●									
	Analista di sistema	✓		✓		●		●									
	Analista di business	✓		✓	✓			●		●		●					
	Tecnici esperti in applicazioni		✓	✓		●	●	●		●	●						
	Tecnici per le telecomunicazioni		✓	✓		●		●		●	●						
	Tecnici della produzione		✓			●				●							
	Conduttori di macchine e operatori di impianti industriali		✓			●											
	Operatori di catene di montaggio automatizzate		✓			●			●	●							
	Tecnici dell'organizzazione e della gestione dei fattori produttivi		✓	✓		●				●							
Tecnici della vendita e della distribuzione			✓	✓	●	●			●		●						
Profili professionali emergenti non classificati da ISAT	Progettisti di software cognitivi	✓							●	●	●	●					
	Enterprise (ICT) architect	✓		✓		●		●									
	System (ICT) Architect	✓		✓		●		●									
	Data scientist	✓		✓	✓			●	●	●		●					
	Addetti alla realtà aumentata	✓	✓	✓					●			●					
	Connectivity and cyber security expert	✓	✓	✓		●		●				●					
	Mobile developer	✓	✓	✓					●								
	Tecnici addetti alla stampa 3D	✓	✓			●											
	Piloti di droni		✓			●											
	System (ICT) Administrator			✓		●		●									
	HSE specialist			✓		●					●						
	Regulatory affairs specialist			✓						●							
	Social media specialist/marketing				✓			●		●		●					
	Social network analyst				✓			●		●		●					
Web marketing specialist				✓			●		●		●						

Figura 56 - Figure professionali con competenze 4.0

<sup>48</sup> Business Consulting Group, *Man and Machine in Industry 4.0*, 2015

## 5.2.2 Competenze 4.0 in Toscana

A fronte delle sfide e degli spazi che si prospettano, le imprese toscane, in particolare le PMI, adottano approcci alla valorizzazione delle persone diversi in relazione al grado di consapevolezza del valore e delle conseguenze che deriveranno dall'adozione dei paradigmi di Industria 4.0.

Abbiamo quindi un primo gruppo di aziende, definibili come **ADOPTER**, che hanno sposato la quarta rivoluzione sia perché fornitori in filiere internazionali, sia perché perno centrale di sistemi produttivi nati localmente ma proiettatesi sui mercati internazionali. In questi contesti, numericamente ridotti, si riesce ad affrontare progettualità elevate di valorizzazione del capitale umano, puntando a quelle "soft skill" identificate come strategiche nei futuri contesti produttivi: curiosità, capacità di *problem solving*, empatia.

Il secondo gruppo, più numeroso seppur sempre minoritario, di **FOLLOWER** è composto da aziende che in alcuni casi hanno acquisito una consapevolezza condizionata dall'attuale configurazione del modello produttivo, quindi non avendo ancora definito quale sarà il loro modo di operare nel futuro hanno avviato interventi di alfabetizzazione digitale, di adozione di nuove soluzioni SW e relative competenze d'uso con un approccio non olistico. A queste si affianca un più nutrito numero di imprese che hanno appena conosciuto il brand "Industria 4.0" o stanno ancora cercando di capire cosa sta dietro questo slogan, ma che a prescindere da questo trend sono intervenute nel proprio sistema produttivo introducendo innovazioni a macchia di leopardo perché senza un ripensamento del proprio modello di business.

Questi due gruppi di imprese rappresentano comunque una minoranza delle aziende toscane come emerso chiaramente dalla nostra indagine. Rimane la maggioranza di PMI (**THE OTHERS**) per le quali si deve parlare ancora di alfabetizzazione digitale, a cui quindi indirizzare interventi di sensibilizzazione sulla centralità delle tecnologie e metodologie Industria 4.0.

Per quanto attiene alle citate prime due tipologie di imprese riportiamo quanto emerso nell'ambito della presente ricerca attraverso le interviste in profondità e i contributi raccolti nei focus group.

### Imprese Adopter

Le imprese che si collocano in questa categoria in Toscana sono aziende che agiscono in contesti altamente competitivi, spesso integrate in supply chain internazionali, e che fanno dell'adozione di tecnologie e approcci 4.0 elementi chiave della propria competitività. Questo vale sia nel caso di soggetti produttori di tecnologie/macchinari sia nel caso di aziende utilizzatrici di queste.

Se prendiamo il caso del produttore di macchinari per il manifatturiero questo viene da una fase di crisi che ha affrontato tipicamente ricercando la differenziazione di produzione e di mercato e attraverso l'ottimizzazione del sistema produttivo. I servizi diventano un elemento chiave per la propria proposta e in un contesto di elevata internazionalizzazione portano all'adozione di tecnologie di controllo in remoto.

Questi fattori sono visti come elementi chiave della competitività quindi solo in parte sono delegabili ai propri fornitori di tecnologie. Ne consegue la crescita della centralità dei sistemi e funzioni ICT e quindi la necessità di personale adeguatamente addestrato a trarre il massimo valore da queste soluzioni (Analisti e sviluppatori SW dal lato tool, così come System Architect & Administrator del network e dei database). L'ICT abilita la condivisione, la comunicazione e la collaborazione. Mette a disposizione dati e informazioni che devono essere letti e interpretati rapidamente e tradotti in azioni (data analyst).

In progettazione gli addetti sono addestrati a utilizzare SW di modellazione 3D (progettisti CAD-CAM 3D) così come sistemi di prototipizzazione rapida e a condividere le specifiche con le altre funzioni e con il cliente attraverso ambienti on line protetti (VPN).

La produzione di macchine solo nei settori più evoluti è automatizzata, a dispetto di un funzionamento del prodotto finale (macchinario) che è spesso integrato in sistemi automatizzati (come nel caso dei settori della carta, chimica, farmaceutica, ecc.). In questo ambito aziendale si fa leva più che altro sull'adozione di metodologie che favoriscono l'ottimizzazione e rapidità della produzione. Quindi gli addetti devono



imparare il linguaggio della produzione snella (conoscenze di metodi e strumenti di *lean production*, approcci tipici della ingegneria gestionale).

In realtà quali quelle del settore chimico, l'automazione è stata introdotta in maniera diffusa e gestita da personale con competenze di meccatronica, mentre la robotizzazione non assicura un ROI adeguato. La competizione quindi si sposta sulla qualità del prodotto (competenze di *knowledge sharing*), sulla digitalizzazione dei processi (competenze di *data analyst*) e sulla capacità di fare dei vincoli normativi un'opportunità di crescita del legame con il territorio attraverso politiche di *accountability* e *social responsibility* (competenze sui sistemi integrati HSEQ e CSR).

L'*after-sales*, in contesti produttivi quali le aziende toscane produttrici di tecnologie e dei loro fornitori in cui l'export pesa per il 90/95% del valore della produzione, viene sempre più gestito attraverso la sensorizzazione dei prodotti e l'assistenza in remoto. L'addetto, spesso ingegnere o perito industriale, deve quindi abbinare conoscenze tecniche del prodotto con capacità di gestire le relazioni con un cliente spesso a migliaia di chilometri di distanza e con il quale ci si rapporta nel peggiore dei casi per email o telefono, nel migliore tramite VOIP e sistemi tracciabili. Quindi alle competenze tecniche si dovrebbero abbinare competenze di *customer relationship management*, che in molti casi sono invece delegate alla funzione commerciale.

Le produzioni di questo segmento sono di natura intermedia, non mass-market, quindi il presidio di Internet ha una strategicità relativa. In coerenza con questa valutazione non emerge la diffusione di competenze sulla gestione dei big data, pur a fronte di un'offerta toscana di soluzioni di livello elevato. Con la diffusione delle PaaS nel futuro si porrà il problema di come estrarre valore da prodotti che comunicheranno in tempo reale dati e informazioni con la conseguente necessità di avere personale specializzato (*data scientist*).

Gli Adopter tipicamente hanno sistemi ERP e CRM integrati e leader di mercato (SAP, Buffetti), con personale interno con competenze nella gestione.

Grazie alla presenza di una cultura fuori della media rispetto al contesto regionale di gestione del personale queste imprese hanno avviato almeno sperimentazioni di interventi formativi sulle soft skill, anche con collaborazioni con il mondo della scuola<sup>49</sup>.

### **Imprese Follower**

Le aziende *Follower* in Toscana sono un insieme molto diversificato e difficilmente classificabile in sottocategorie o cluster.

In alcuni casi hanno intrapreso il percorso di alfabetizzazione 4.0 tipico degli *Adopter* ma non hanno maturato la chiarezza necessaria degli obiettivi da perseguire. Ne consegue un cammino che ha ancora il carattere della sperimentazione, in particolare in quelle aree in cui si genera il valore aziendale.

Come emerso, ad esempio, nel caso di produttori di macchinari "*la progettazione non si tocca*", appare una riserva protetta anche rispetto alle sperimentazioni che coinvolgono principalmente la produzione e i processi di supporto (es. gestione magazzini). La scelta 4.0 appare ancora condizionata e molto legata ai ritorni a breve. Per questo la valorizzazione delle risorse interne è vista come la soluzione più affidabile così come il ricorso ai fornitori storici, sia aziende strutturate che liberi professionisti. Si portano avanti quindi percorsi formativi legati all'adozione di singoli applicativi sia che si parli di progettazione (CAD, CAM, CAE) sia che il focus sia sugli altri processi aziendali anche in ottica di progressiva integrazione con la supply chain (WMS, TMS, ERP, CRM, SCM).

---

<sup>49</sup> Si veda il caso del progetto "*Soft Skills, Strong Future*", realizzato dal Santa Chiara Lab dell'Università di Siena in collaborazioni con un gruppo di medio-grandi aziende localizzate nel sud della Toscana (santachiaralab@unisi.it).

Fra i *follower* troviamo poi un gruppo significativo di imprese riconoscibili da un indicatore banale ma allo stesso tempo molto emblematico: uso esteso che ancora viene fatto del SW Excel di Microsoft per la gestione di processi chiave (produzione, gestione magazzino, gestione clienti). Hanno spesso introdotto a macchia di leopardo soluzioni 4.0 ma manca nel management la conoscenza di questi paradigmi e quindi non sono formulate strategie di investimento conseguenti nello sviluppo delle risorse umane. La presenza di figure professionali ingegneristiche non è abbinata all'integrazione dei sistemi SW che spesso seguono una struttura organizzativa a silos. Si registra quindi un vuoto di competenze in ruoli chiave per la manifattura digitale ovvero in quelle funzioni essenziali per assicurare *“l'interoperabilità tra le diverse funzioni aziendali, ma anche con l'intera catena della produzione del valore”*<sup>50</sup> Ci riferiamo sia a soft skill che technical skill, che integrano conoscenze d'ICT e di mecatronica con competenze più prettamente relazionali e che abilitano una efficace interfaccia con i fornitori e preparano il terreno alla possibile adozione di soluzioni 4.0.

In questi contesti caratterizzati da quella che abbiamo definito una situazione a macchia di leopardo se non un contesto ibrido, in cui convivono approcci tradizionali con soluzioni allo stato dell'arte, è chiave la capacità d'integrazione nei processi produttivi e gestionali di soluzioni innovative. L'innovazione è spesso relativa al contesto d'adozione e non è assecondata da flussi informativi basati sull'interoperabilità dei sistemi, quindi risultano necessarie professionalità e soluzioni di interfaccia (dalla gestione della sensoristica e delle informazioni generate da questa al business e *system analyst*).

---

<sup>50</sup> Assolombarda, *Industria 4.0*, Position paper n. 02/2016.

## 6. Conclusioni: possibili linee di azione per la competitività delle *supply chain* toscane

Gli approfondimenti condotti a livello di supply chain hanno messo in risalto contesti produttivi che presentano articolazioni caratteristiche e modalità di approcciare le tematiche 4.0 condizionate dalla diversità funzionale degli output intermedi e finali delle filiere.

Le schede riportate nelle conclusioni del rapporto sintetizzano gli elementi chiave emersi dall'analisi – mappatura casi esemplari, maturità e propensione 4.0 e trend - proponendo le informazioni dettagliate in precedenza in un formato adeguato ad una rapida comparazione fra le quattro supply chain.

La descrizione delle potenziali linee di azione per la competitività delle supply chain toscane sono altresì il frutto di una lettura trasversale delle esperienze analizzate attraverso interviste e focus group. La chiave di interpretazione non è quindi quella della filiera bensì la declinazione delle strategie di possibile intervento di *policy* pubbliche rapportate al grado di consapevolezza e adozione degli approcci 4.0 degli attori economici. Questo approccio ci porta quindi a definire tre cluster di imprese con numerosità molto diversificata.

Come introdotto nel capitolo sulle competenze gli **ADOPTER** si contraddistinguono per avere consapevolezza delle sfide lanciate dal paradigma 4.0 e per avere, quanto meno, intrapreso un percorso di ripensamento del proprio modello di business. Sono una minoranza – stimabile in meno del 10% - ma possono comunque essere coinvolti come co-protagonisti del processo di implementazione delle strategie pubbliche.

### Strategie per gli *Adopter*

- Possono agire come driver delle filiere quindi essere il focus di investimenti in R&S e Innovazione per garantire un effetto leva significativo.
- Avendo una capacità di visione possono capitalizzare al meglio i servizi qualificati erogati dai distretti e centri servizi con particolare riferimento a Technology Foresight, eventi di business matching.
- Hanno la credibilità e spesso disponibilità per diventare testimoni del cambiamento verso gli altri attori del sistema produttivo toscano, nell'ambito di eventi di presentazione dei propri casi.

Il secondo target a cui indirizzare specifiche strategie è il gruppo dei cosiddetti **FOLLOWER**. È più numeroso seppur sempre ancora minoritario (stimabile a circa il 20%) e composto da aziende di difficile clusterizzazione e con un grado di consapevolezza del valore delle tecnologie e approcci 4.0 che va da una preliminare alfabetizzazione digitale ad aziende che stanno ancora cercando di capire cosa ci stia dietro questo slogan. Tale variabilità si accompagna spesso con l'introduzione di innovazioni a macchia di leopardo perché senza un ripensamento del proprio modello di business.

### Strategie per i *Follower*

- Questi casi ancor più dei precedenti possono essere l'oggetto di interventi di audit del grado di maturità (o di ritardo) sulle tecnologie 4.0 per favorire la crescita della consapevolezza e l'impostazione di piani di investimento.
- Altro strumento applicabile sono i focus group in cui gli attori economici, riuniti in gruppi poco numerosi, sono messi nelle condizioni da facilitatori di condividere esperienze, dati sul ROI e approcci 4.0. I focus group devono essere realizzati quindi per filiere o tematici.
- La diffusione fra le imprese della conoscenza del modello di filiera con le relative mappature delle opportunità e delle casistiche può favorire la crescita della consapevolezza della necessità di un ripensamento del proprio modello organizzativo.

Il terso gruppo, largamente maggioritario (**THE OTHERS**) è caratterizzato essenzialmente da aziende senza una reale alfabetizzazione digitale, a cui quindi indirizzare interventi di sensibilizzazione sulla centralità delle tecnologie e metodologie Industria 4.0.

#### Strategie per *the Others*

- La strategia di alfabetizzazione, dato l'elevato numero di aziende da raggiungere, vede il coinvolgimento di tutti gli attori rappresentativi del sistema produttivo (associazioni di categoria) e i soggetti intermedi (centri servizi) che coordinandosi con la regia del soggetto pubblico promotore della *policy*, portano avanti un programma di eventi di divulgazione.
- Nell'ambito di questo programma possono inserirsi le testimonianze degli *Adopter*.
- Anche in questo caso la promozione della visione per filiera può trovare una sua finalizzazione nel favorire una visione integrata del fenomeno della digitalizzazione.
- In questo caso, ancora di più che sui precedenti due target, sarà essenziale il ripensamento dei percorsi formativi dei profili tecnici universitari (ma anche degli ITS) al fine di favorire, attraverso gli stage universitari e le politiche di alternanza, la disseminazione della conoscenza dei paradigmi 4.0 al maggior numero di imprese del tessuto produttivo regionale.

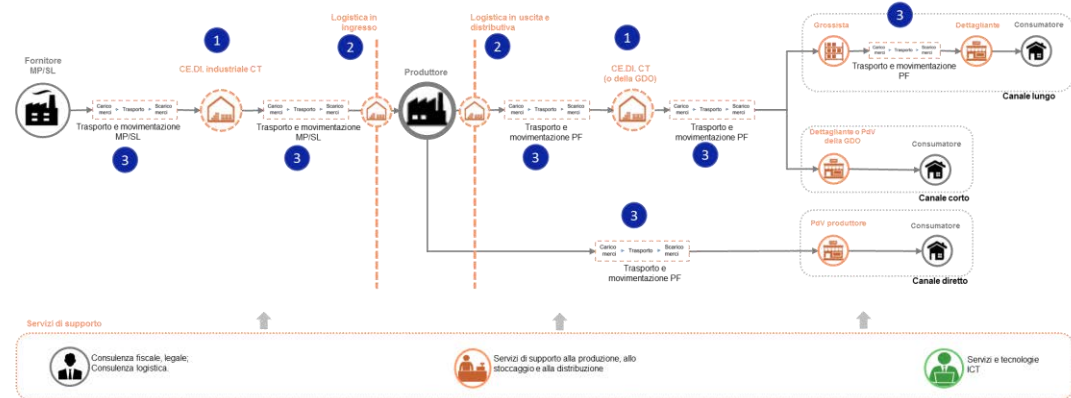
# Scheda di sintesi sullo stato 4.0 della supply chain della Logistica toscana

by QUINN

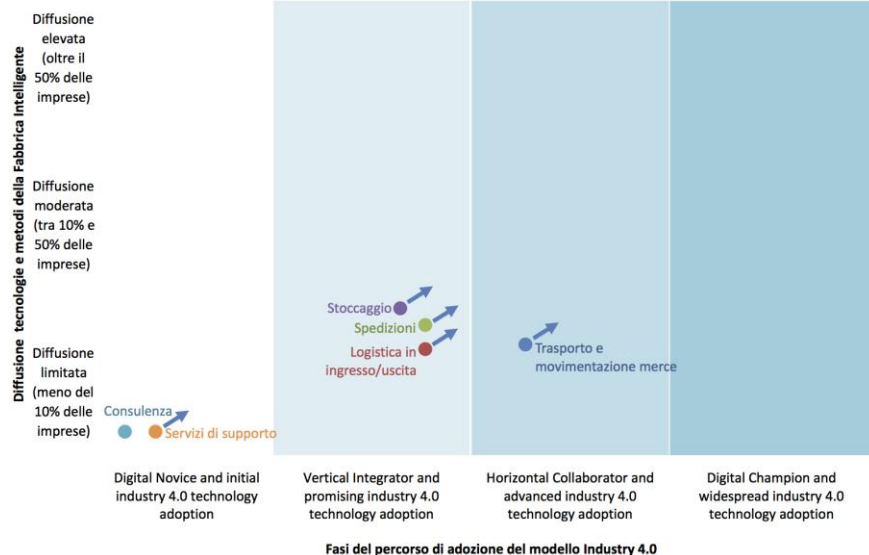
## 1. Mappa delle opportunità della supply chain logistica toscana

Esempi di applicazioni innovative

- 1**
  - Varchi intelligenti
  - Automazione magazzino
  - RFID per tracciamento movimentazione prodotti
- 2**
  - Soluzioni pick & pay
  - Warehouse management system - WMS
- 3**
  - Transport Management System - TMS
  - Sistemi di tracking GPS
  - Uso condiviso della flotta

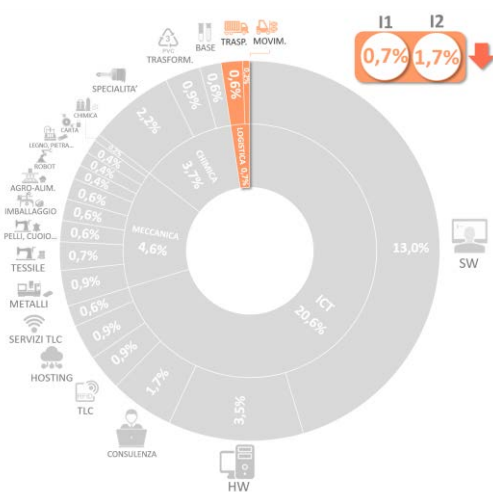


## 2. Maturity model della filiera



## 3. Propensione a Innovazione e Trend tecnologici

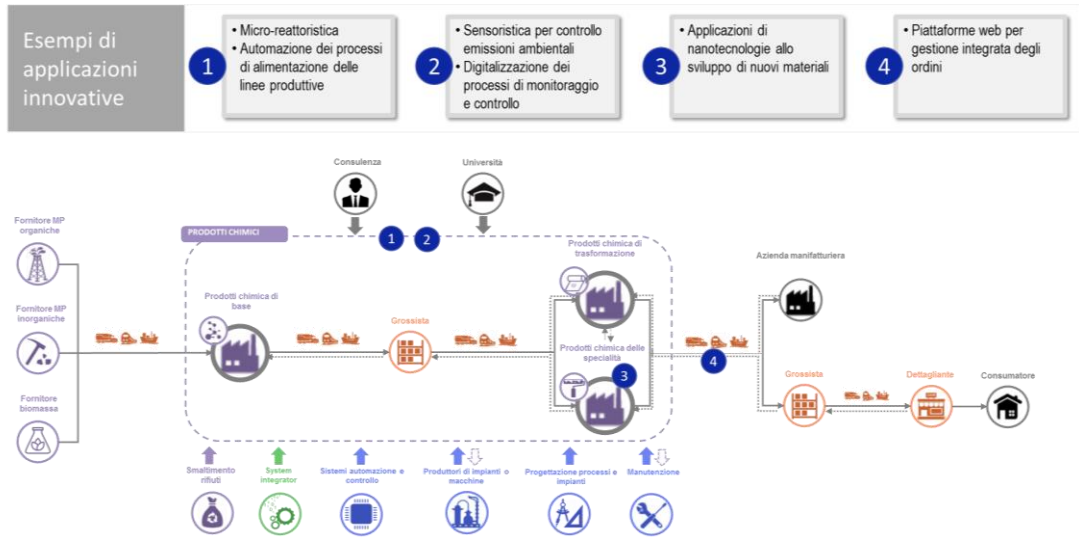
[I1: N imprese di settore partecipanti / N. totale partecipanti; I2: N imprese di settore / N. totale imprese toscane]



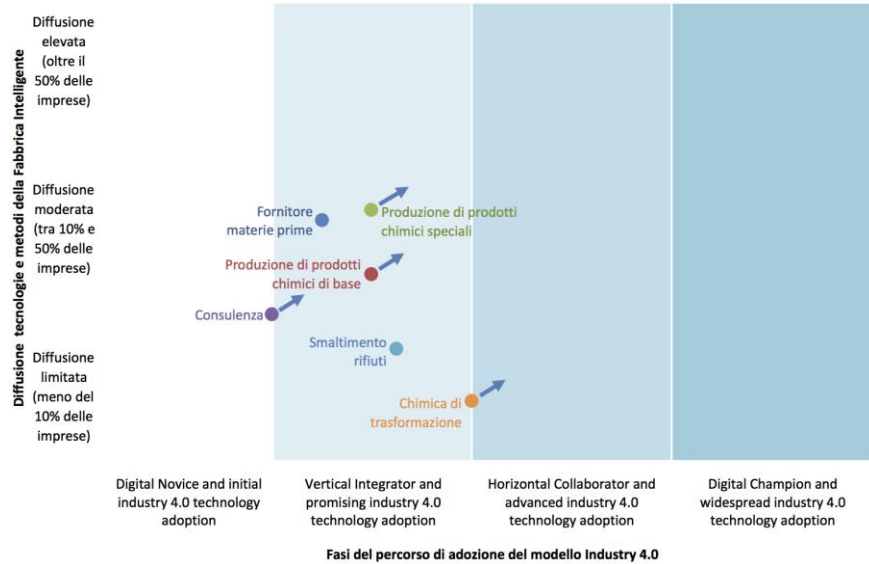
# Scheda di sintesi sullo stato 4.0 della supply chain della Chimica toscana

by QUINN

## 1. Mappa delle opportunità della supply chain della Chimica toscana

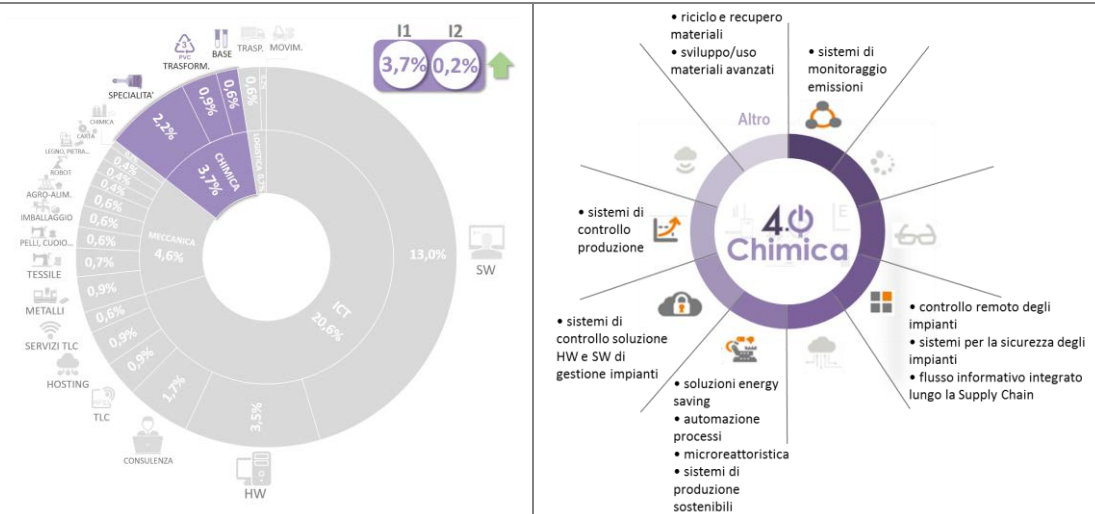


## 2. Maturity model della filiera



## 3. Propensione a Innovazione e Trend tecnologici

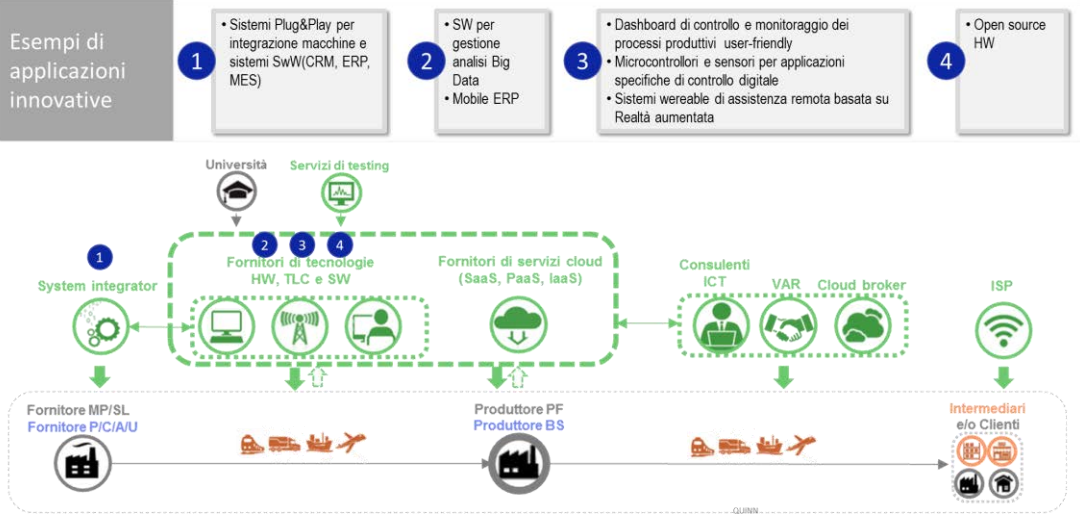
[I1: N imprese di settore partecipanti / N. totale partecipanti;  
I2: N imprese di settore / N. totale imprese toscane]



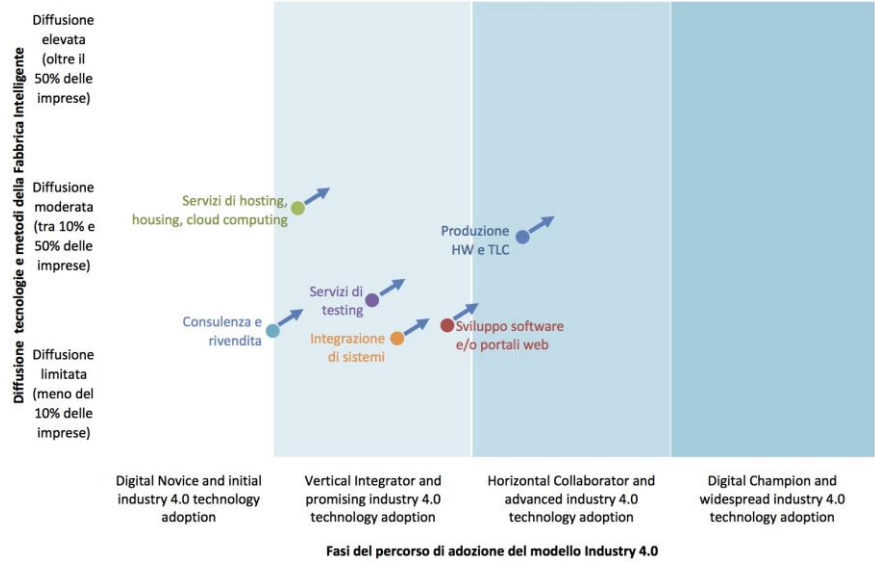
# Scheda di sintesi sullo stato 4.0 della supply chain dell'ICT per il manifatturiero toscano

by QUINN

## 1. Mappa delle opportunità della supply chain dell'ICTxM toscana

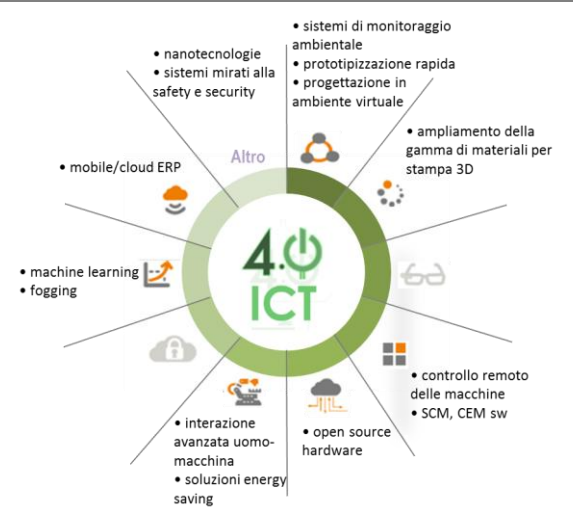
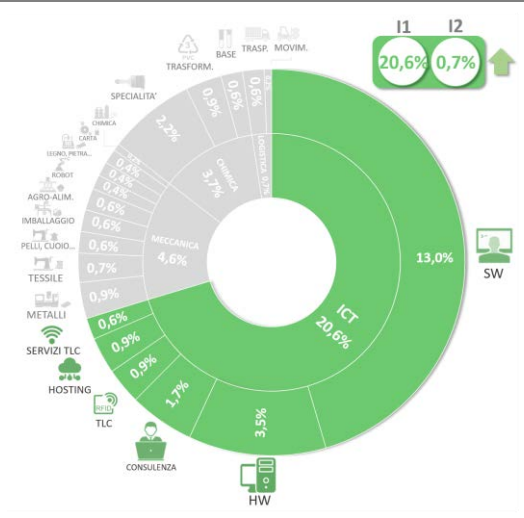


## 2. Maturity model della filiera



## 3. Propensione a Innovazione e Trend tecnologici

[I1: N imprese di settore partecipanti / N. totale partecipanti;  
I2: N imprese di settore / N. totale imprese toscane]

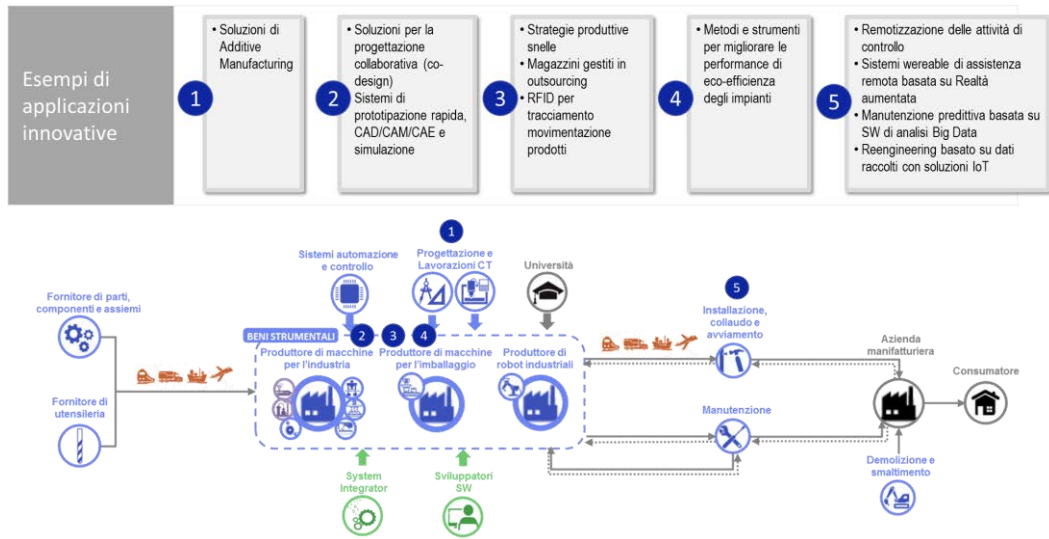




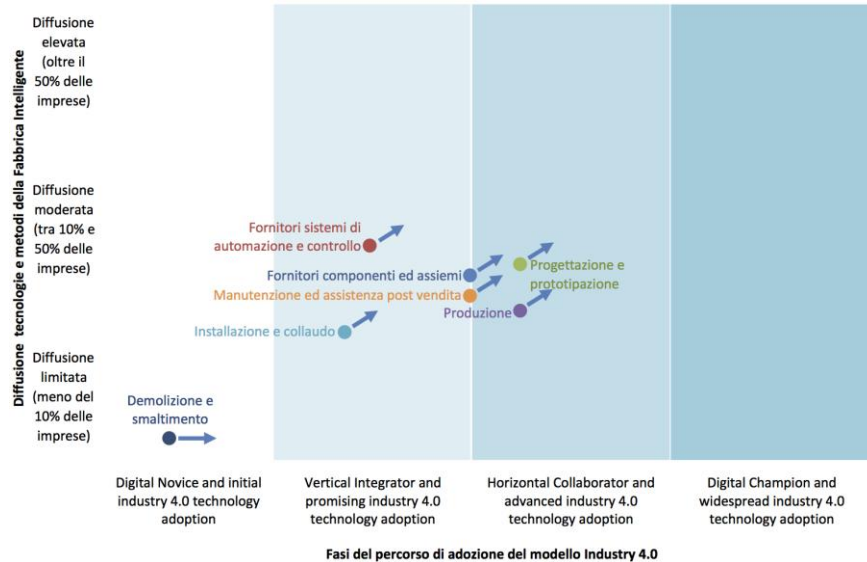
# Scheda di sintesi sullo stato 4.0 della supply chain della Meccanica strumentale toscana

by QUINN

**1.**  
Mappa delle opportunità della supply chain della Meccanica strumentale toscana

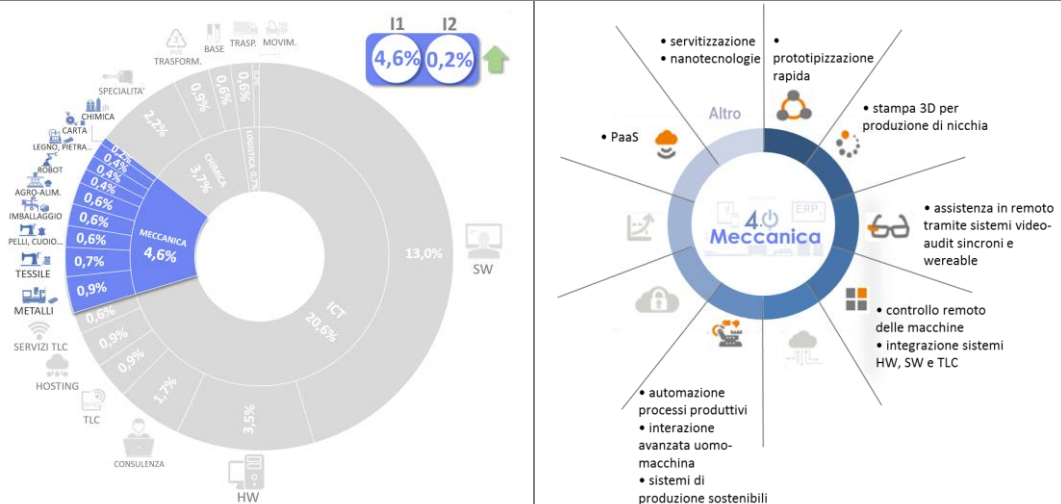


**2.**  
Maturity model della filiera



**3.**  
Propensione a Innovazione e Trend tecnologici

[I1: N imprese di settore partecipanti / N. totale partecipanti;  
I2: N imprese di settore / N. totale imprese toscane]



## 7. Riferimenti

### 7.1 Sitografia

- Agenda digitale, <http://www.agendadigitale.eu/industry-4-0>
- AIDA, Bureau Van Dijk, <https://aida.bvdinfo.com/>
- ANIE Automazione, [anieautomazione.anie.it](http://anieautomazione.anie.it)
- EPO, <http://www.epo.org/>
- ESTE, <http://www.fabbricafuturo.it/>
- ILO, International Standard Classification of Occupation, <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/isco08/>
- ISTAT, <http://www.istat.it/it/archivio/archivio+asia>
- ISTAT, Nomenclatura e classificazione delle unità professionali, <http://cp2011.istat.it/>
- Cluster Tecnologico Nazionale Fabbrica Intelligente, CFI, [www.fabbricaintelligente.it](http://www.fabbricaintelligente.it)
- Commissione Europea, [ec.europa.eu](http://ec.europa.eu)
- MISE, UfficiItalianoBrevetti e Marchi, <http://www.uibm.gov.it/>
- MIUR –Researchitaly, [www.researchitaly.it](http://www.researchitaly.it)
- OECD, [www.oecd.org](http://www.oecd.org)
- Osservatorio sulle imprese high-tech della Toscana, [www.hightechtoscana.it](http://www.hightechtoscana.it)

### 7.2 Bibliografia

Associazione Cluster Fabbrica Intelligente, Roadmap per la ricerca e l'innovazione, 2015

Assolombarda, Industria 4.0, Position paper n. 02/2016

Assolombarda e Università di Milano Bicocca-CRISP, Alla ricerca delle competenze 4.0, Ricerca n.03/2015  
Barbarito L., L'analisi di settore, Ed. Angeli, 1999

Business Consulting Group, Man and Machine in Industry 4.0, 2015

Camera dei Deputati - Commissione Attività produttive, commercio e turismo, Indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, 2016

Cervelli, Pira, Trivelli, Fantoni, Industria 4.0 Senza Slogan, 2017

Distretto tecnologico ICT e Robotica, Regione Toscana, Programma strategico di sviluppo, 2012

European Commission-EFFRA, "Factory of Future PPP Strategic multiannual roadmap", 2010

European Commission, "Una politica industriale integrata per l'era della globalizzazione: Riconoscere il ruolo centrale di concorrenzialità e sostenibilità", 2010

European Commission, "Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation (RIS 3)", Maggio 2012

Federchimica, Innovare nelle industria chimica italiana, Novembre 2007

Federchimica, Innovare nelle imprese di chimica fine e specialistica, Dicembre 2006

Federchimica, L'industria chimica in cifre, Giugno 2016

Federmeccanica, Industria 4.0 in Italia, 2016

Federmeccanica, I risultati dell'indagine Industria 4.0 condotta da Federmeccanica, 2016

F.Hecklaue, M.Galeitzkea, S.Flachsa, H.Kohlbe, Holistic approach for human resource management in Industry 4.0, Procedia CIRP, Volume 54, 2016, pp. 1-6

IRPET, Indagine conoscitiva sull'evoluzione dell'industria meccanica regionale e sue potenzialità occupazionali, 2007

IRPET, La Toscana Oltre la Crisi, 2014.

IRPET (in collaborazione con QUINN), Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la "Fabbrica Intelligente". Firenze, aprile 2016

IRPET, .Gli interventi per il rilancio della costa toscana, 2016.

ISTAT, Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle imprese, 2014

MISE, Filiere produttive e territori. Prime Analisi, 2012

Ministero dello Sviluppo Economico, Piano nazionale industria 4.0, 2017

OECD, Working Party on Indicators for the Information Society, 2009

Osservatorio sulle imprese high-tech della Toscana, Alta Tecnologia in Toscana, Rapporto annuale 2015, Settembre 2015

Osservatorio Contract Logistics School of Management Politecnico di Milano, Ambiti di innovazione nella logistica: esperienze a confronto, 2016

Piccini L., La domanda e l'offerta di servizi logistici in toscana: i risultati di un'indagine campionaria, IRPET 2011

Polo 12 - Polo di Innovazione della Regione Toscana, Verso la strategia di specializzazione intelligente in toscana 2014-2020, 30 settembre 2013

PwC, Industry 4.0 - Opportunities and challenges of the industrial internet, 2014

QUINN, Applicazione di modelli organizzativi finalizzati al miglioramento della gestione del processo di produzione nella filiera delle carni suine. Rapporto sulla descrizione e la modellazione delle filiere, 2010

Regione Toscana, "Strategia di Ricerca e Innovazione per la Smart Specialisation in Toscana" – Allegato A, approvata con Delibera Giunta Regionale della Regione Toscana n.1018 del 18-11-2014

RISE - Università degli Studi di Brescia, The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica? 2016

Romano P., Danese P., Supply Chain Management - La gestione dei processi di fornitura e distribuzione, McGraw-Hill, 2010

Staufen Italia, "Industria 4.0": sulla strada della fabbrica del futuro. Qual è la situazione dell'Italia? 2015

The Economist, The retreat of the global company, Jan 28th 2017

The Economist, Cognition switch. What employers can do to encourage their workers to retrain, Jan 14th 2017

## 8. Glossario

### **Automazione**<sup>51</sup>

Come definizione generica si intende per “automazione” lo sviluppo di sistemi, strumentazioni, processi ed applicativi che consentono la riduzione dell’intervento dell’uomo sui processi produttivi. L’automazione in tal senso si realizza mediante le soluzioni di problemi tecnici legati all’esecuzione di azioni in maniera ripetuta, nelle semplificazioni di operazione complesse, nell’effettuazione di operazioni complesse in contesti incerti e dinamici con elevato livello di precisione. Il concetto di automazione assume un carattere estensivo di integrazione di tecnologie e di ambiti applicativi (dal laboratorio alla fabbrica intelligente), mantenendo il focus sul controllo automatico dei processi.

### **Cluster**<sup>52</sup>

Aggregazioni organizzate di imprese, università, altre istituzioni pubbliche o private di ricerca, altri soggetti anche finanziari attivi nel campo dell’innovazione, articolate in più aggregazioni pubblico-private, ivi compresi i Distretti Tecnologici già esistenti, presenti su diversi ambiti territoriali, guidate da uno specifico organo di coordinamento e gestione, focalizzate su uno specifico ambito tecnologico e applicativo, idonee a contribuire alla competitività internazionale sia dei territori di riferimento sia del sistema economico nazionale.

### **Cyber-Physical Systems**<sup>53</sup>

Sistema con una stretta combinazione e coordinamento tra gli elementi di calcolo e gli elementi fisici del sistema. Oggi, i precursori di questi sistemi possono essere trovati in diversi settori come aerospaziale, automobilistico, dei processi chimici, infrastrutture civili, energia, sanità, produzione, trasporto, intrattenimento e apparecchi di consumo. Questa generazione è spesso definita “sistemi embedded”. Nei sistemi integrati, l’enfasi tende ad essere più sugli elementi di calcolo, e meno sul link intenso fra gli elementi computazionali e fisici.

### **Filiera / Supply chain**

La filiera è la rete delle organizzazioni che sono coinvolte, attraverso collegamenti a monte e valle, nei diversi processi e attività che producono valore sotto forma di prodotti e servizi forniti al consumatore finale.<sup>54</sup>

### **Industry 4.0**<sup>55</sup>

Per Industry 4.0 si intende l’applicazione dell’IoT nella produzione industriale. Questa si realizza creando Cyber-physical Systems che, attraverso migliaia di sensori installati sui macchinari consentono una interazione e connessione continua tra di loro, facendo in modo che la produzione possa auto-controllarsi.

### **Internet of Things**<sup>56</sup>

Concetto introdotto per la prima volta nel 1999 da ricercatori dell’MIT è difficile definire l’IoT una invenzione, si tratta piuttosto di una nuova modalità di utilizzo della rete internet all’interno dello spazio fisico. Con questo termine si intende infatti la possibilità di far interagire parti del mondo fisico tra loro attraverso la rete. Attraverso l’utilizzo di microprocessori all’interno degli oggetti è possibile tracciare una mappatura digitale del mondo fisico che vada a migliorare, riducendo tempi e azioni umane, diversi aspetti della vita quotidiana. Dal frigorifero che compra automaticamente il latte quando questo è finito alla

---

<sup>51</sup> Regione Toscana “Strategia di Ricerca e Innovazione per la Smart Specialisation in Toscana” – Allegato A, approvata con Delibera Giunta Regionale della Regione Toscana n.1018 del 18-11-2014

<sup>52</sup> Cluster Tecnologico Nazionale Fabbrica Intelligente (CFI) <http://www.fabbricaintelligente.it/> da Avviso MIUR, art.1 §4

<sup>53</sup> Unione Europea, Glossario, <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/glossary#>

<sup>54</sup> Martin Christopher, “Logistics & supply management”, pp. 13, London: Pitman Publishing, 2011

<sup>55</sup> Adap, “Come cambia il lavoro nell’Industry 4.0?”, Marzo 2015

<sup>56</sup> Idem

sveglia che suona prima quando viene segnalato traffico sulla strada che si fa tutti i giorni per andare al lavoro. Oggi sono poco meno di 20 miliardi i dispositivi connessi all'IoT, e le previsioni

### **Meccatronica<sup>57</sup>**

La “meccatronica” è una branca dell'ingegneria che coniuga sinergicamente più discipline quali la Meccanica, l'elettronica, ed i sistemi di controllo intelligenti, allo scopo di realizzare un sistema integrato detto anche sistema tecnico. Inizialmente la meccatronica è nata dalla necessità di fondere insieme la meccanica e l'elettronica, da cui il nome. Successivamente l'esigenza di realizzare sistemi tecnici sempre più complessi ha portato alla necessità di integrare anche le altre discipline per applicazioni industriali robotiche e di azionamento elettrico.

### **Rete di imprese<sup>58</sup>**

E' un accordo, o meglio un contratto, che consente alle imprese di mettere in comune delle attività e delle risorse, allo scopo di migliorare il funzionamento di quelle attività, il tutto nell'ottica di rafforzare la competitività dell'attività imprenditoriale

### **Robotica<sup>59</sup>**

Come ramo della cibernetica rivolto alle tecniche di costruzione (ed i possibili ambiti di applicazioni) dei robot, la robotica è la disciplina dell'ingegneria che studia e sviluppa metodi che permettano a un robot di eseguire dei compiti specifici riproducendo il lavoro umano. La robotica moderna si è sviluppata perseguendo principalmente a) l'autonomia delle macchine; b) la capacità di interazione/immedesimazione con l'uomo e i suoi comportamenti.

---

<sup>57</sup> Regione Toscana “Strategia di Ricerca e Innovazione per la Smart Specialisation in Toscana” – Allegato A, approvata con Delibera Giunta Regionale della Regione Toscana n.1018 del 18-11-2014

<sup>58</sup> Art. 6-bis della legge 133/2008

<sup>59</sup> Idem

## 9. Acronimi

CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer-Aided Engineering
CAGR	Compounded Average Growth Rate
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CPS	Cyber-Fisiche Systems
CRM	Customer Relationship Management
CSC	Centro Studi Confindustria
CSR	Corporate Social Responsibility
DCS	Distribute Control System
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation And Amortization
ERP	Enterprise Resource Planning
FoF	Factories Of The Future
HLGBS	High Level Group On Business Services
HSEQ	Health Safety, Environment and Quality
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor
IoT	Internet Of Things
KET	Key enabling Technologies
LCM	Lifecycle Management
M2M	Machine-To-Machine Communication
MEF	Ministero Dell'economia E Delle Finanze
MEMS	Micro Electromechanical Systems
MES	Manufaturing execution System
MISE	Ministero Dello Sviluppo Economico
MIUR	Ministero Dell'istruzione, Dell'università E Della Ricerca
PLC	Controllori Logici Programmabili
PLM	Product Lifecycle Management
PPPs	Public Private Partnerships
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCM	Supply Chain Management
SSS	Smart Specialisation strategy
TMS	Transport Management System
VMI	Vendor managed inventory
WMS	Warehouse Management System



## Allegato 1 – I codici di Settore

*“Un settore<sup>60</sup> industriale è una porzione di un sistema economico, nella quale sono aggregate imprese simili (processi produttivi) che producono beni simili (prodotti e/o servizi) e sono tra loro interdipendenti”.*

I settori oggetto di studio sono stati definiti, coerentemente con lo scopo della ricerca presentato nel paragrafo §3.1, utilizzando la classificazione ISTAT ATECO 2007<sup>61</sup> delle attività economiche.

I codici ATECO<sup>62</sup> sono organizzati gerarchicamente in:

- Sezioni (lettera);
- Divisioni (2 cifre numeriche);
- Gruppi (3 cifre numeriche);
- Classi (4 cifre numeriche);
- Categorie (5 cifre numeriche);
- Sottocategorie (6 cifre numeriche).

I criteri<sup>63</sup> di assegnazione delle attività economiche ai livelli sopracitati sono più restrittivi man mano che si percorre la gerarchia.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i codici con i quali sono stati interrogati i database<sup>64</sup> per svolgere le analisi dei paragrafi §3.2, §3.3, §3.4, §3.5.

È necessario tenere conto che l'utilizzo degli ATECO potrebbe portare alla creazione di un set di imprese non “puro” e/o completo: è possibile sia che le imprese abbiano cambiato nel tempo il proprio *core business* non aggiornando il codice, sia che le imprese svolgano attività tali da non poter essere identificate univocamente<sup>65</sup> da un codice oppure siano di difficile collocazione<sup>66</sup> all'interno dei cluster proposti da ISTAT. Lo svolgimento delle interviste ha in parte anche lo scopo di includere nella ricerca le imprese toscane non rintracciabili tramite gli ATECO di settore.

---

<sup>60</sup> L.Barbarito, L'analisi di settore, Angeli, 1999. La definizione presenta alcuni limiti: spesso accade che prodotti simili siano ottenuti da tecnologie produttive differenti e che una medesima tecnologia possa consentire la realizzazione di prodotti eterogenei. Inoltre la valutazione della sostituibilità dei prodotti e della diretta competizione fra le aziende può essere complessa e in parte soggettiva.

<sup>61</sup> I codici ATECO appartenenti ai settori della Logistica, della Chimica e della Meccanica strumentale sono facilmente identificabili a differenza dei codici del settore ICT il quale, a causa dell'elevata velocità nell'introduzione di nuovi prodotti e dell'integrazione di tecnologie, subisce una continua ridefinizione dei confini. Le classi di attività economica dell'ICT sono state definite in accordo con la definizione del settore fornita da OECD.

<sup>62</sup> Per approfondimenti: [Classificazione ATECO 2007 - ISTAT](#); [Attribuzione ATECO 2007 - ISTAT](#).

<sup>63</sup> La classificazione ISTAT ATECO 2007 è basata sui seguenti criteri per sezioni, gruppi e classi di codici: caratteristiche dei beni e dei servizi prodotti; utilizzo dei beni e dei servizi prodotti; fattori di produzione, processo e tecnologia di produzione.

<sup>64</sup> Registro imprese CCIAA, Banca dati AIDA, ISTAT.

<sup>65</sup> Il problema è ovviato distinguendo attività primarie e secondarie. Nel rapporto sono considerati solo i codici ATECO delle attività primarie.

<sup>66</sup> Il problema è risolto collocando l'azienda ad un livello di granularità maggiore (2 o 3 cifre ATECO).

SETTORE DELLA LOGISTICA E DEI TRASPORTI DI MERCI						
Sez.	Div.	Gr.	Cl.	Cat.	Sott.	Titolo
H	49	2	0	0	0	Trasporto ferroviario di merci
H	49	4	1	0	0	Trasporto di merci su strada
H	50	2	0	0	0	Trasporto marittimo e costiero di merci
H	50	4	0	0	0	Trasporto di merci per vie d'acqua interne
H	51	2	1	0	0	Trasporto aereo di merci
H	52	1	0	0	0	Magazzinaggio e custodia
H	52	1	0	1	0	Magazzini di custodia e deposito per C/T
H	52	1	0	2	0	Magazzini frigoriferi C/T
H	52	2	1	0	0	Attività dei servizi connessi ai trasporti terrestri
H	52	2	1	1	0	Gestione di infrastrutture ferroviarie
H	52	2	1	4	0	Gestione di centri di movimentazione merci (interporti)
H	52	2	2	0	0	Attività dei servizi connessi al trasporto marittimo e per vie d'acqua
H	52	2	3	0	0	Attività dei servizi connessi al trasporto aereo
H	52	2	4	0	0	Movimentazione merci
H	52	2	4	1	0	Movimento merci relativo ai trasporti aerei
H	52	2	4	2	0	Movimento merci relativo ai trasporti marittimi e fluviali
H	52	2	4	3	0	Movimento merci relativo ai trasporti ferroviari
H	52	2	4	4	0	Movimento merci relativo ad altri trasporti terrestri
H	52	2	9	0	0	Altre attività di supporto connesse ai trasporti
H	52	2	9	1	0	Spedizionieri e agenzie di operazioni doganali
H	52	2	9	2	0	Intermediari dei trasporti, servizi logistici
H	52	2	9	2	1	Intermediari dei trasporti
H	52	2	9	2	2	Servizi logistici
H	53	2	0	0	0	Altre attività postali e di corriere senza obbligo di servizio universale

Figura 57 - Codici ATECO 2007 settore della Logistica e dei Trasporti di merci. Fonte: ISTAT

SETTORE CHIMICO						
Sez.	Div.	Gr.	Cl.	Cat.	Sott.	Titolo
C	20	1	1	0	0	Fabbricazione di gas industriali
C	20	1	2	0	0	Fabbricazione di coloranti e pigmenti
C	20	1	3	0	0	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base inorganici
C	20	1	3	0	9	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base inorganici
C	20	1	4	0	0	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base organici
C	20	1	4	0	1	Fabbricazione di alcool etilico da materiali fermentati
C	20	1	4	0	9	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base organici
C	20	1	5	0	0	Fabbricazione di fertilizzanti e composti azotati
C	20	1	6	0	0	Materie plastiche in forme primarie
C	20	1	7	0	0	Fabbricazione di gomma sintetica in forme primarie
C	20	3	0	0	0	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e adesivi sintetici
C	20	4	1	0	0	Fabbricazione di saponi e detergenti, di prodotti per la pulizia e la lucidatura
C	20	4	1	1	0	Fabbricazione di saponi, detergenti e agenti organici tensioattivi
C	20	4	1	2	0	Fabbricazione di specialità chimiche per uso domestico e per manutenzione
C	20	4	2	0	0	Fabbricazione di profumi e cosmetici
C	20	5	1	0	0	Fabbricazione di esplosivi
C	20	5	2	0	0	Fabbricazione di colle
C	20	5	3	0	0	Fabbricazione di oli essenziali
C	20	5	9	0	0	Fabbricazione di prodotti chimici nca
C	22	2	0	0	0	Fabbricazione di articoli in materie plastiche
C	22	2	1	0	0	Fabbricazione di lastre, fogli, tubi e profilati in materie plastiche
C	22	2	2	0	0	Fabbricazione di imballaggi in materie plastiche

Figura 58 - Codici ATECO 2007 settore della Chimica. Fonte: ISTAT

SETTORE ICT PER IL MANIFATTURIERO						
Sez.	Div.	Gr.	Cl.	Cat.	Sott.	Titolo
C	26	1	1	0	0	Fabbricazione di componenti elettronici
C	26	1	1	0	1	Fabbricazione di diodi, transistor e relativi congegni elettronici
C	26	1	1	0	9	Fabbricazione di altri componenti elettrici
C	26	1	2	0	0	Fabbricazione di schede elettroniche assemblate
C	26	2	0	0	0	Fabbricazione di computer e unità periferiche
C	26	3	0	2	9	Fabbricazione di apparecchiature per le telecomunicazioni
J	61	1	0	0	0	Telecomunicazioni fisse
J	61	2	0	0	0	Telecomunicazioni mobili
J	61	3	0	0	0	Telecomunicazioni satellitari
J	61	9	0	0	0	Altre attività di telecomunicazione
J	61	9	0	1	0	Erogazione di servizi di accesso a internet
J	62	0	1	0	0	Produzione di software non connesso all'edizione
J	62	0	2	0	0	Consulenza nel settore delle tecnologie dell'informatica
J	62	0	3	0	0	Gestione di strutture informatizzate
J	63	1	1	0	0	Elaborazione dei dati, hosting e attività connesse
J	63	1	1	1	9	Altre elaborazioni elettroniche dati
J	63	1	1	2	0	Gestione database
J	63	1	1	3	0	Hosting e fornitura di servizi applicativi (ASP)
J	63	1	2	0	0	Portali web

Figura 59 - Codici ATECO 2007 settore ICT per il manifatturiero. Riadattato dalla definizione OECD di ICT

SETTORE MECCANICA STRUMENTALE						
Sez.	Div.	Gr.	Cl.	Cat.	Sott.	Titolo
C	28	2	9	2	0	Fabbricazione di macchine e apparecchi per le industrie chimiche, petrolchimiche e petrolifere
C	28	2	9	3	0	Fabbricazione di macchine automatiche per dosatura, confezione e imballaggio
C	28	3	0	9	0	Fabbricazione di macchine per agricoltura, silvicoltura e zootecnia
C	28	4	0	0	0	Fabbricazione di macchine per la formatura dei metalli e di altre macchine utensili
C	28	4	1	0	0	Fabbricazione di macchine utensili per la formatura dei metalli
C	28	4	9	0	0	Fabbricazione di altre macchine utensili
C	28	4	9	0	1	Fabbricazione di macchine per la galvanostegia
C	28	4	9	0	9	Fabbricazione di altre macchine utensili
C	28	9	3	0	0	Fabbricazione di macchine per industria alimentare, delle bevande e del tabacco
C	28	9	4	0	0	Fabbricazione di macchine per industrie tessili, dell'abbigliamento e del cuoio
C	28	9	4	1	0	Fabbricazione di macchine tessili, macchine e impianti per il trattamento ausiliario dei tessili
C	28	9	4	2	0	Fabbricazione di macchine e apparecchi per l'industria delle pelli, del cuoio e delle calzature
C	28	9	5	0	0	Fabbricazione di macchine per l'industria di carta e cartone
C	28	9	6	0	0	Fabbricazione di macchine per l'industria delle materie plastiche e gomma
C	28	9	9	2	0	Fabbricazione di robot industriali per usi molteplici
C	28	9	9	9	0	Fabbricazione di altre macchine ed attrezzature per impieghi speciali

Figura 60 - Codici ATECO 2007 settore della Meccanica strumentale. Fonte: ISTAT

## Allegato 2 –Indicatori di settore

### Indicatore di concentrazione del settore

Uno dei metodi più utilizzati per determinare la concentrazione del settore consiste nel costruire la cosiddetta Curva di Lorenz. Ogni punto della curva indica la quota di mercato (a valore) cumulata assorbita da una percentuale di imprese del settore. L'area compresa fra la curva di minima concentrazione e la curva di Lorenz è detta area di concentrazione ed è utilizzata per il calcolo di appositi rapporti di concentrazione, quale ad esempio l'indice di Gini.

Dallo studio dei campioni di imprese disponibili, tutti i settori, in particolare quello della meccanica strumentale, risultano fortemente concentrati. Elevati valori del coefficiente indicano un'elevata disuguaglianza nella distribuzione del fatturato del settore fra le imprese che vi appartengono (come già emerso dall'analisi dei dati economici).

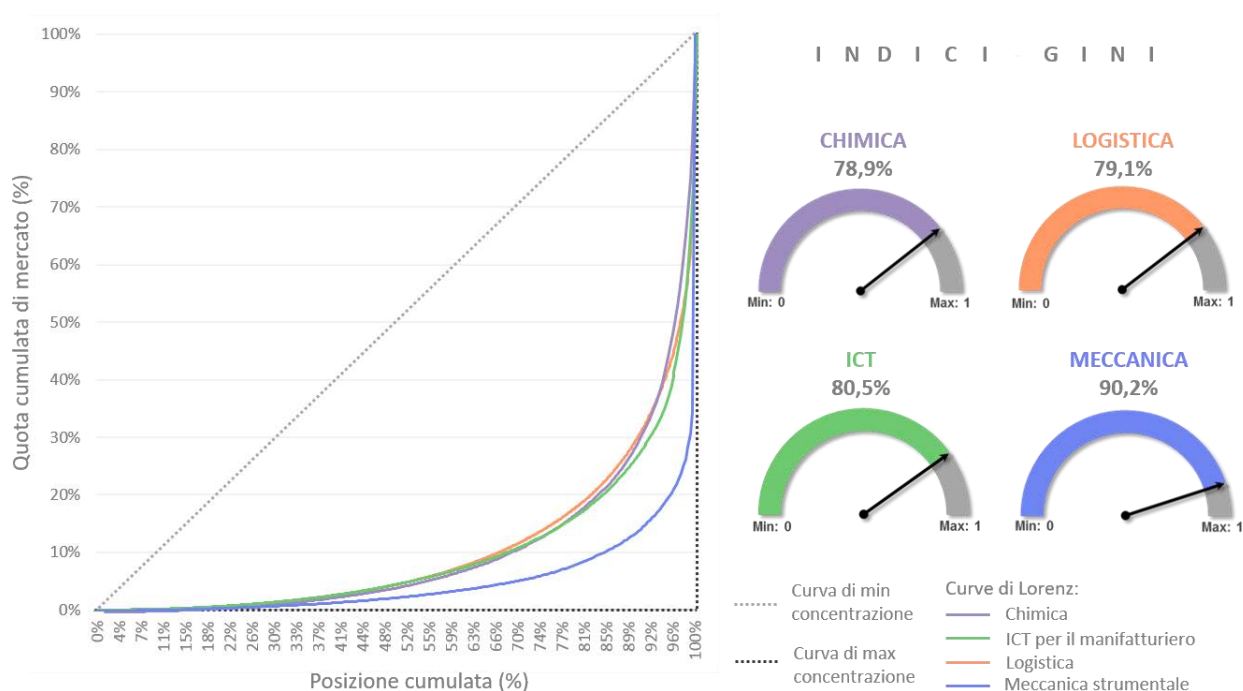


Figura 61 - Concentrazione del campione di imprese del settore, anno 2015. Fonte dati: AIDA

In seguito i settori sono analizzati in base a indici di redditività del capitale proprio (ROE), del capitale investito (ROI) e di managerializzazione (intangibile asset/total asset).

L'analisi comparata della redditività mostra settori che si avvicinano nel loro complesso e in alcuni casi superano la doppia cifra (meccanica per il manifatturiero). Anche in relazione al ROS e all'indice di managerializzazione il settore della meccanica per il manifatturiero mostra una differenza meno marcata degli altri settori, in particolare rispetto alla logistica. Più in generale si nota una differenziazione rispetto a settori, quali chimica e logistica, caratterizzati dalla mancanza di un reale segmento baricentrico, nei quali infatti è possibile identificare delle diverse sotto-filiere.

### Indicatore di redditività del capitale proprio

Di seguito si riportano i valori del ROE medio di settore ponderato, dove i pesi considerati sono il numero di addetti. Dalla figura è possibile inoltre osservare quali segmenti abbiano un ROE superiore al valore medio del relativo settore.



Figura 62 - ROE medio ponderato dei settori (campione di imprese), anno 2015. Fonte dati: AIDA

La Meccanica strumentale è il settore con il ROE medio più elevato: i segmenti con ROE superiore al valor medio sono *Robot ad uso industriale* (16,9%), *Macchine per l'industria della carta e del cartone* (16,6%), *Macchine per l'industria tessile* (16,3%), *Macchine e impianti per l'industria chimica* (15,1%), *Macchine utensili per la formatura dei metalli* (14,8%). Si rileva un valore nettamente inferiore alla media per il segmento delle *Macchine per imballaggio* (0,3%). Per il settore ICT gli unici segmenti con ROE superiore alla media del settore (9,9%) sono la *Consulenza* (12,9%) e la *Produzione di SW* (11,3%). Per quanto riguarda la Logistica i segmenti con ROE superiore alla media (8,3%) sono *Trasporto di merci su strada* (9,8%) e *Spedizionieri e intermediari* (18,0%). Infine per la Chimica si rilevano valori mediamente più alti del ROE del settore (7,0%) nei segmenti *Saponi e detergenti* (9,4%), *Profumi e cosmetici* (17,4%), *Prodotti chimici per il tessile, pelli e cuoio* (12,9%), *Materie plastiche in forme primarie* (11,1%), mentre si riscontra un valore addirittura negativo per il Segmento delle *pitture e vernici* (-4,0%).

### Indicatore di redditività del capitale investito

Si riportano quindi i valori medi ponderati del ROI dei segmenti rispetto al valore medio ponderato del settore. Dalla figura è possibile ricavare informazioni sulle determinanti del ROI: il ROS e il Capital Turnover. Segmenti situati nel quadrante in alto a destra si trovano in una posizione ideale sia dal punto di vista della efficienza operativa che della remunerazione del capitale investito, viceversa per i segmenti situati nel quadrante in basso a sinistra. Invece i segmenti situati nel quadrante in alto a sinistra hanno un ROS soddisfacente ma un Capital Turnover non in linea con la media del settore, viceversa per il quadrante in basso a destra.

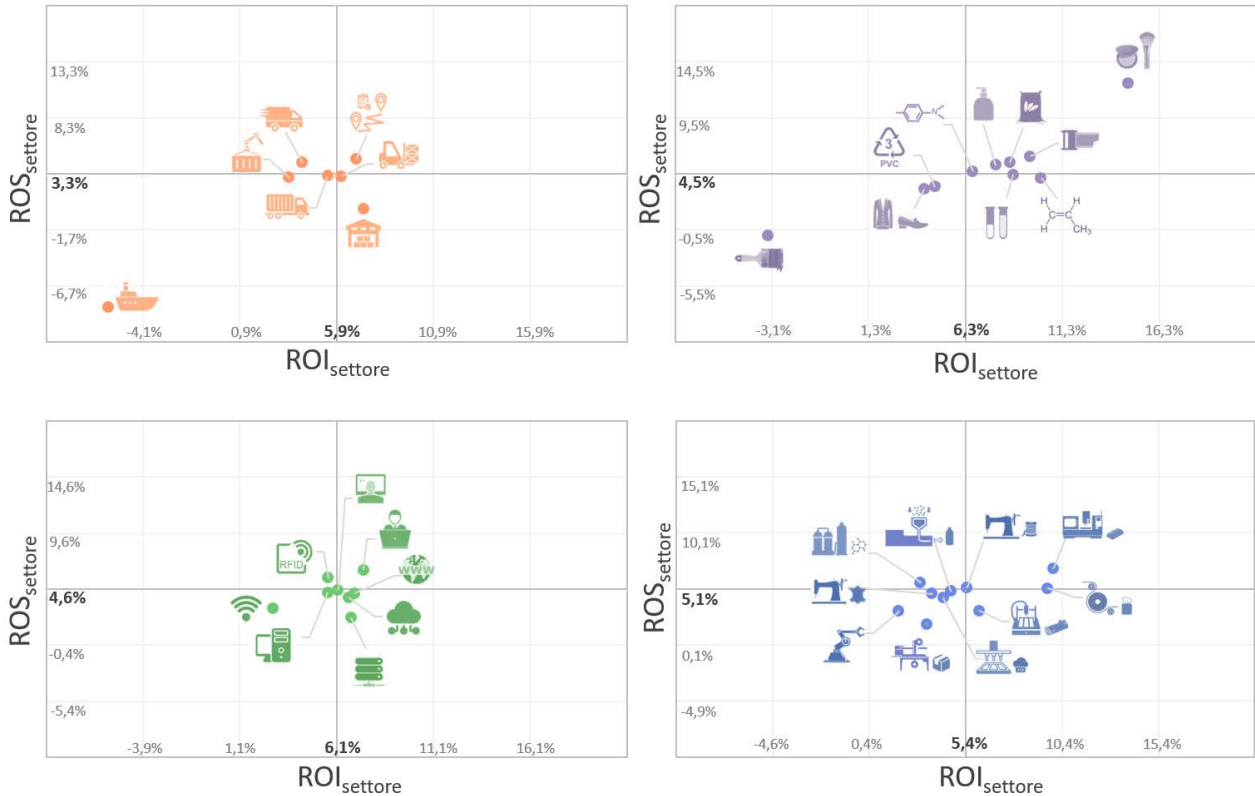


Figura 63 - ROI medio ponderato dei settori (campione di imprese), anno 2015. Fonte dati: AIDA

Per il settore della Logistica si osserva che il segmento *Trasporto marittimo e costiero* abbia valori del ROS e del ROI (e dunque anche del capital turnover) che si discostano molto dalla media del settore, mentre il segmento *Spedizionieri e intermediari* si colloca nel quadrante ideale in alto a destra.

Per il settore della Chimica il segmento *Profumi e cosmetici* si discosta positivamente dai valori medi di ROI e ROS a differenza del segmento *pitture e vernici*.










Per quanto riguarda il settore dell'ICT per il manifatturiero si osserva che i segmenti siano piuttosto addensati attorno ai valori medi del settore, solo il segmento della consulenza si posiziona nel quadrante migliore.

I segmenti della Meccanica strumentale hanno invece valori del ROS distribuiti intorno alla media, ma si differenziano per rendimenti differenti del capital turnover, il quale determina valori del ROI inferiori o superiori alla media del settore.



## Allegato 3 – Riferimenti esperti e rappresentanti delle imprese e delle organizzazioni che hanno collaborato alla ricerca

Di seguito si riportano le aziende, divise per settore, che hanno partecipato ai focus group e alle interviste e che hanno avuto interesse e disponibilità a collaborare alla ricerca. Si ringraziano tutti questi soggetti e inoltre i docenti e gli esperti coinvolti nell'indagine che hanno messo a disposizione le loro competenze.

SETTORE	AZIENDA	CONTATTO	SITO WEB
Logistica		D. Loschiavo	<a href="http://www.3logic.it/">http://www.3logic.it/</a>
		S. Sorrentino	<a href="http://www.acelli.it/">http://www.acelli.it/</a>
		E. Harej	<a href="http://www.autamarocchi.com/">http://www.autamarocchi.com/</a>
		R. Vanni	<a href="http://www.gruppocft.it/">http://www.gruppocft.it/</a>
		F. Del Bimbo	<a href="http://www.e-coop.it/">http://www.e-coop.it/</a>
		A. Billieri	<a href="http://www.gruppomercurio.com/">http://www.gruppomercurio.com/</a>
		E. Bacci	-
		M. Donati	<a href="https://home.kuehne-nagel.com/">https://home.kuehne-nagel.com/</a>
		F. Angeli	<a href="http://www.trailer.itpass.eu/">http://www.trailer.itpass.eu/</a>
		F. Ghilardi, M. Cammilli, E.M. Ferro, A. Congi	<a href="http://www.sofidel.com/">http://www.sofidel.com/</a>

SETTORE	AZIENDA	CONTATTO	SITO WEB
---------	---------	----------	----------



F. Seni

<http://www.ambientesc.it/>L. Baviello  
G. Lisi<http://www.colorobbia.com/>

C. Nicolella

<http://www.polomagona.it/>M. Ciffa,  
F. Todaro<http://www.cromology.it/>

F. Mazzini

<http://www.scienzedellavita.it/>

F. Pacini

<http://www.huntsman.com/>

F. Paci

<http://www.i-t-v.it/>

LUSOCHIMICA

M. Zapponi

<http://www.lusochimica.it/>

J. Pagni


<http://www.nuovasolmine.it/>

F. Ulivari

<http://www.solvay.it/>C. Bruni,  
A. Pancani<http://www.spinpet.it/>

SETTORE	AZIENDA	CONTATTO	SITO WEB
---------	---------	----------	----------

ICT per il manifatturiero

SETTORE	AZIENDA	CONTATTO	SITO WEB
		F. Alberti, D. De Lucia	<a href="http://www.codematica.com/">http://www.codematica.com/</a>
		A. Mannini	<a href="http://www.dedagroup.it/soluzioni/stealth">http://www.dedagroup.it/soluzioni/stealth</a>
		D. Buono	<a href="http://www.imaginalis.it/">http://www.imaginalis.it/</a>
		M. Fenili	<a href="http://www.lucense.it/">http://www.lucense.it/</a>
		R. Vallini	<a href="http://www.metodo.in/">http://www.metodo.in/</a>
		F. Parenti	<a href="http://www.microtest.net/">http://www.microtest.net/</a>
		A. Malfatti	<a href="http://www.mplucca.it/">http://www.mplucca.it/</a>
		P. Alderigi	<a href="http://www.polotecnologico.it/">http://www.polotecnologico.it/</a>
		A. Fredianelli, S. Giovacchini	<a href="http://www.sisoft.org/">http://www.sisoft.org/</a>
		D. Mazzei	<a href="https://www.zerynth.com/">https://www.zerynth.com/</a>

Meccanica strumentale

SETTORE	AZIENDA	CONTATTO	SITO WEB
	 <b>BACCI</b> <small>ESTR</small>	G. Bacci, M. Breschi	<a href="http://www.bacci.com/">http://www.bacci.com/</a>
	 <b>cassoli</b> <small>AUTOMATIC MATERIAL HANDLING</small>	P. Cassioli	<a href="http://www.cassoli.it/">http://www.cassoli.it/</a>
	 <b>COMPOLAB</b> <small>advanced R&amp;D</small>	M. Buratti	<a href="http://www.compolab.it/">http://www.compolab.it/</a>
	 <b>EDI</b> <small>PROGETTI E SVILUPPO</small>	N. Doveri	<a href="https://www.ediprogettiesviluppo.com/">https://www.ediprogettiesviluppo.com/</a>
	<b>FEMTO ENGINEERING</b>	G. Amato	<a href="http://www.femto.it/">http://www.femto.it/</a>
	 <b>Gambini</b> <small>Innovative Tissue Market Machinery</small>	G. Gambini	<a href="http://www.gambinipa.com/">http://www.gambinipa.com/</a>
	 <b>ISE</b> <small>BEFORE IT HAPPENS</small>	M. Ramacciotti	<a href="http://www.iseweb.net/">http://www.iseweb.net/</a>
	 <b>NOVIMPIANTI</b> <small>DRYING TECHNOLOGY</small>	M. Giannecchini	<a href="https://www.novimpianti.com/">https://www.novimpianti.com/</a>
	 <b>OMEGA</b> <small>CHEM PROCESS &amp; ENG</small>	A. Marzi	<a href="http://www.omegaeng.it/">http://www.omegaeng.it/</a>
	 <b>SCIENZA MACHINALE</b> <small>an Epica™ International Company</small>	R. Valleggi	<a href="http://www.grupposcienziamachinale.com/">http://www.grupposcienziamachinale.com/</a>
	 <b>TSI</b> <small>TOSCANA SPAZZOLE INDUSTRIALI</small>	L. Biagini	<a href="http://www.toscanaspazzole.it/">http://www.toscanaspazzole.it/</a>

**Altre organizzazioni coinvolte**



**Dipartimento di Ingegneria  
civile e Industriale**

Prof. M. Braglia  
Prof. G. Fantoni  
Prof. M. Frosolini  
Prof.ssa S. Vitolo

<http://www.dici.unipi.it>



**Dipartimento di Ingegneria  
dell'Informazione**

Prof. P. Nepa

<http://www.dii.unipi.it>

Prof. M. Tucci - Dipartimento  
di Ingegneria Industriale

<http://www.unifi.it>



A. Susini

<http://www.pi.camcom.it>