



Industry 5.0: la via consapevole che parte dal 4.0

Dall'Industria 4.0 alla Smart Factory: Digitalizzazione, Dati e Complessità nei Sistemi Produttivi Moderni

Nicolò Sabetta

*Phd candidate Sapienza Università di Roma
Next Gen-AI commission E.N.I.A*

Roma, 31 marzo 2026



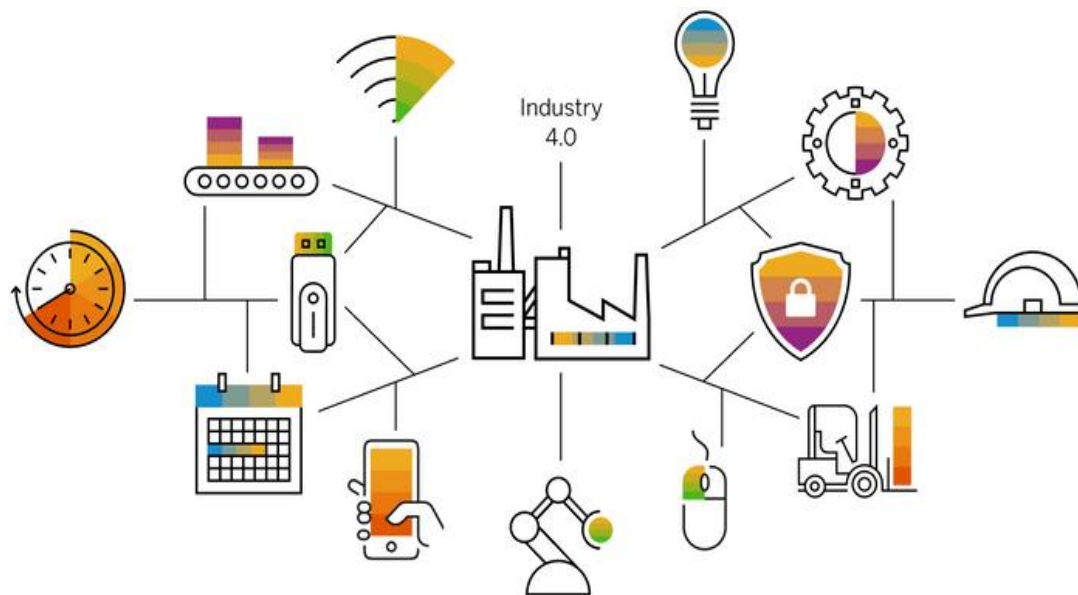
Agenda

- 01** Definizione, contesto e sfide competitive
- 02** L'ecosistema tecnologico 4.0
- 03** Casi studio: le aziende che hanno cambiato passo
- 04** I limiti dell'Industria 4.0
- 05** La maturità digitale delle imprese italiane
- 06** Verso Industry 5.0
- 07** Conclusioni

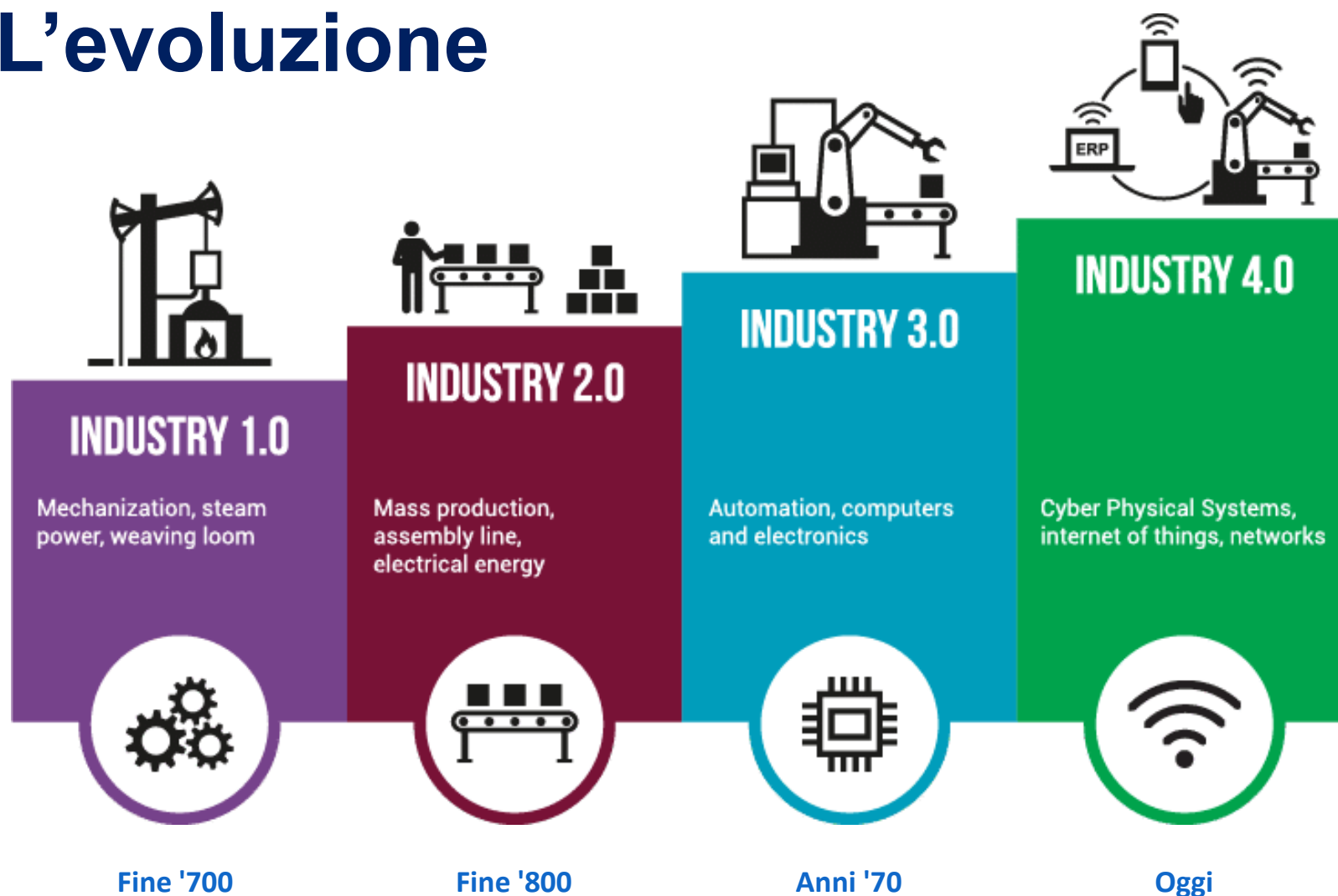
Industria 4.0

L'**Industria 4.0** è il paradigma tecnico-economico che identifica un modello di produzione basato sulla **piena integrazione digitale** dei processi industriali.

Essa si realizza attraverso l'adozione di **Sistemi Cyber-Fisici (CPS)**, ovvero sistemi in cui asset fisici e tecnologie digitali comunicano tra loro, permettendo a macchine, prodotti e persone di interagire in tempo reale lungo l'intera catena del valore.



L'evoluzione



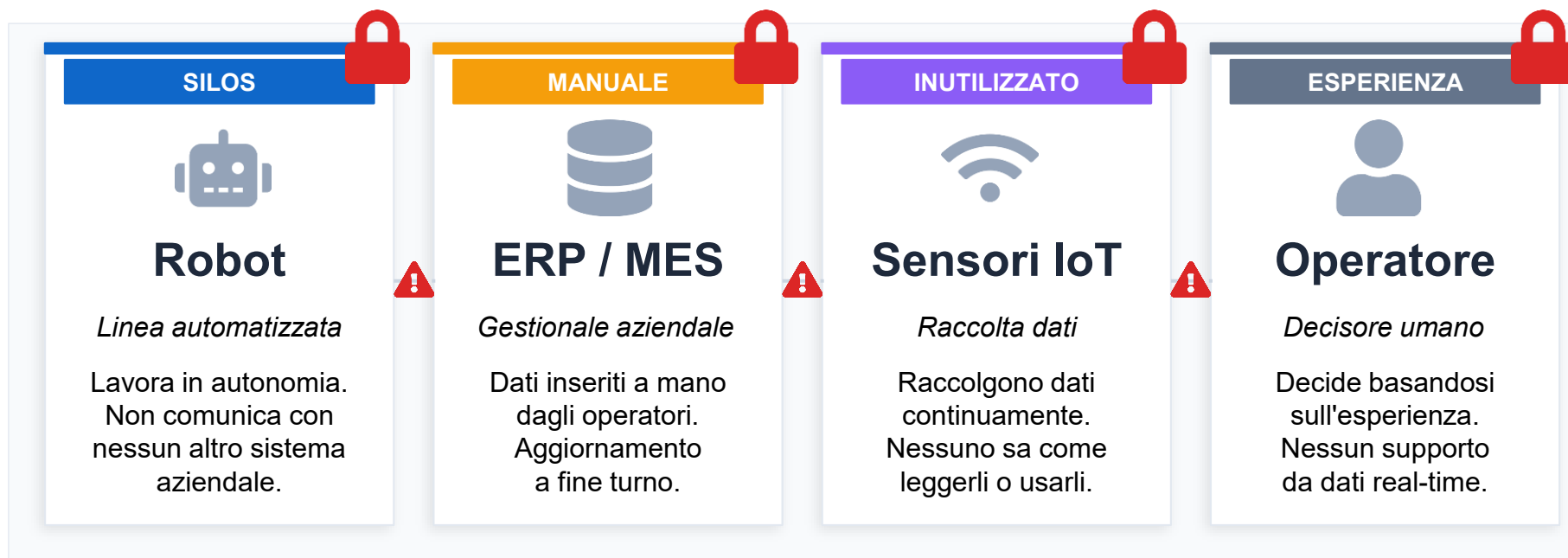
Il contesto odierno





Industria 4.0 – I pilastri

Automazione senza integrazione → isole tecnologiche





Industria 3.0 vs Industria 4.0

	Industria 3.0	Industria 4.0
Connettività	Sistemi isolati e a compartimenti stagni	Integrazione onnipresente orizzontale, verticale ed end-to-end
Processo decisionale	Reattivo, basato su analisi storiche	Predittivo, basato su intelligenza artificiale e machine learning in tempo reale
Dati	Scarsi, raccolti manualmente o localmente	Big Data massivi, generati continuamente da reti di sensori intelligenti
Ruolo umano	Controllore fisico e forza lavoro muscolare	Orchestratore cognitivo e risolutore di eccezioni

Il principio di connettività





Industria 4.0 – I pilastri

01

Internet of Things (IoT)

Sensori e oggetti connessi che raccolgono e trasmettono dati in tempo reale.

02

Big Data e Analytics

Capacità di analizzare enormi quantità di informazioni per prevedere guasti o ottimizzare la produzione.

03

Cloud Computing

L'archiviazione e l'elaborazione dei dati su server remoti, accessibili ovunque.

04

Robotica Avanzata

Robot collaborativi (Cobot) che lavorano a fianco degli esseri umani in sicurezza.

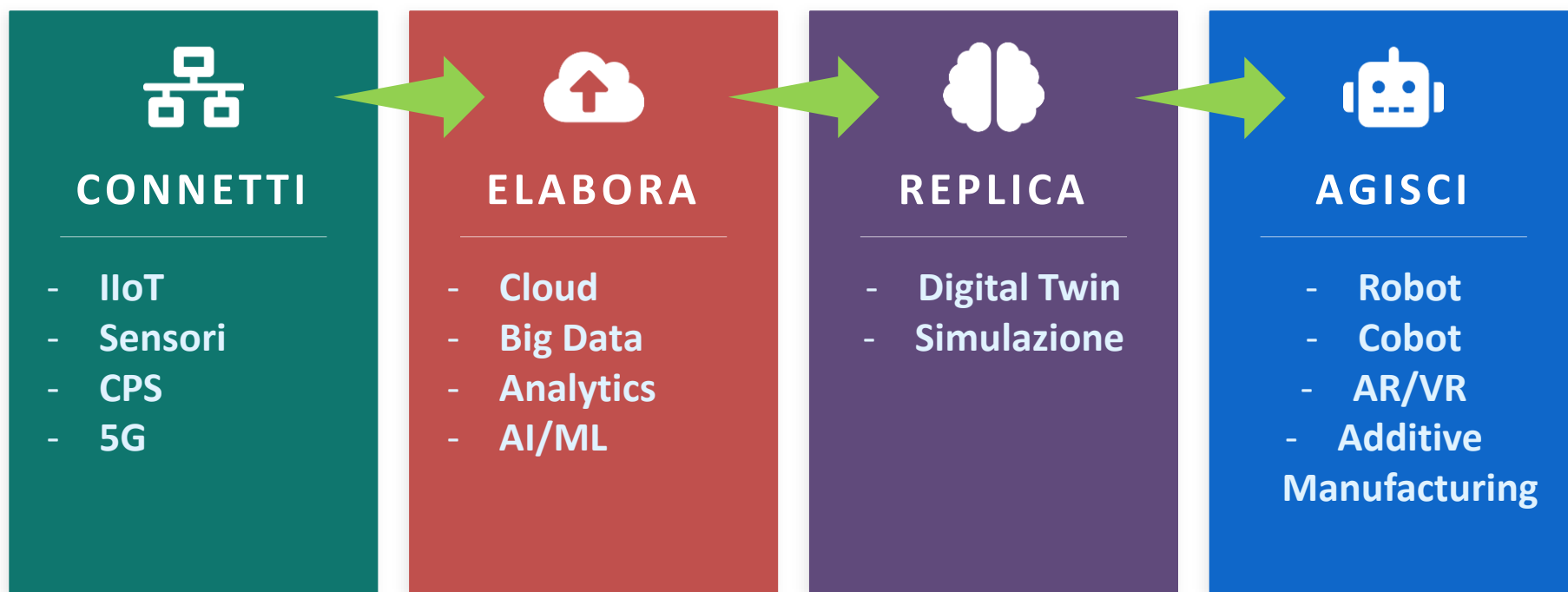
05

Sistemi Cyber-Fisici (CPS)

L'integrazione tra processi fisici e software, dove il mondo virtuale simula e controlla quello reale.



L'ecosistema dell'Industria 4.0



Caso di studio - BMW

BMW — Regensburg, Germania

CONNETTI · IIoT 

320.000 veicoli/anno gestiti con la 'Open Manufacturing Platform'. Connettività OPC-UA tra tutti i macchinari della linea e coordinamento centralizzato dei sistemi di trasporto.

+80% flessibilità nell'inserimento di nuovi prodotti

Lezione chiave: un linguaggio comune tra macchine (OPC-UA) è la base di tutto.



Caso di studio - DHL

DHL — Bonn, Germania

ELABORA · Big Data 

Resilience 360: aggregazione in tempo reale dei dati di spedizione per prevedere l'allocazione di risorse e identificare i fattori di rischio lungo tutta la supply chain.

-47% tempo speso in gestione urgenze

Lezione chiave: i dati non servono per sapere cosa è successo, ma per decidere prima che succederà.



Caso di studio – J&J

J&J — Cork, Irlanda

REPLICA · Digital Twin 

Gemello digitale degli impianti produttivi per monitoraggio in tempo reale, risoluzione di problemi reali e training preventivo degli operatori su scenari simulati.

Anticipazione guasti + aumento qualità prodotti
training operatori senza fermare la linea

Lezione chiave: Simulation $\neq$ Digital Twin. Il twin usa dati reali in tempo reale: è la fabbrica che si osserva da sola.

Johnson & Johnson



Caso di studio – Mitsubishi Electric

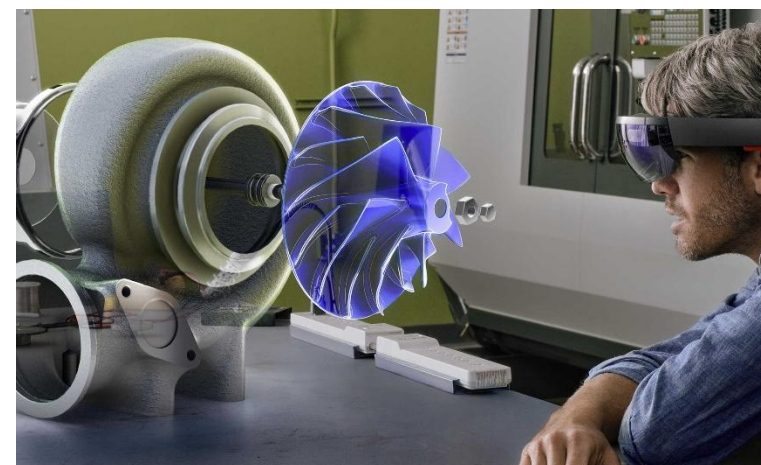
Mitsubishi Electric — Giappone

AGISCI · AR 

Smart glasses per confermare ordini di ispezione su un display AR
Immissione di risultati tramite comando vocale. Maggior precisione nelle operazioni (immagini più precise - RGBD)

Riduzione tempi di assemblaggio
Riduzione del carico cognitivo

Lezione chiave: l'AR porta il dato esattamente dove serve: davanti agli occhi dell'operatore, nel momento giusto.





Limiti – Interoperabilità

OPERATIVA

Difficoltà
nell'allineare
strutture
organizzative e
concetti tra
partner diversi.

SISTEMICA

Incompatibilità tra
strumenti
hardware,
infrastrutture IT ed
ecosistemi ICT
preesistenti
(Legacy).

TECNICA

Mancanza di linee
guida comuni,
domini e modelli
standardizzati per i
processi.



Limiti – Collo di bottiglia dei Big Data

ACCUMULO

Generare terabyte di dati dai sensori non equivale a possedere intelligenza operativa.
L'informazione grezza è inutile senza contesto.

INFRASTRUTTURE

Le reti attuali spesso lottano contro ritardi e latenze quando enormi volumi di dati transitano simultaneamente.

ANALYTICS

Senza algoritmi avanzati (Machine Learning, Data Mining) in grado di filtrare e interpretare i dati in tempo reale, il sistema collassa sotto il suo stesso peso.



Limiti – Cybersecurity

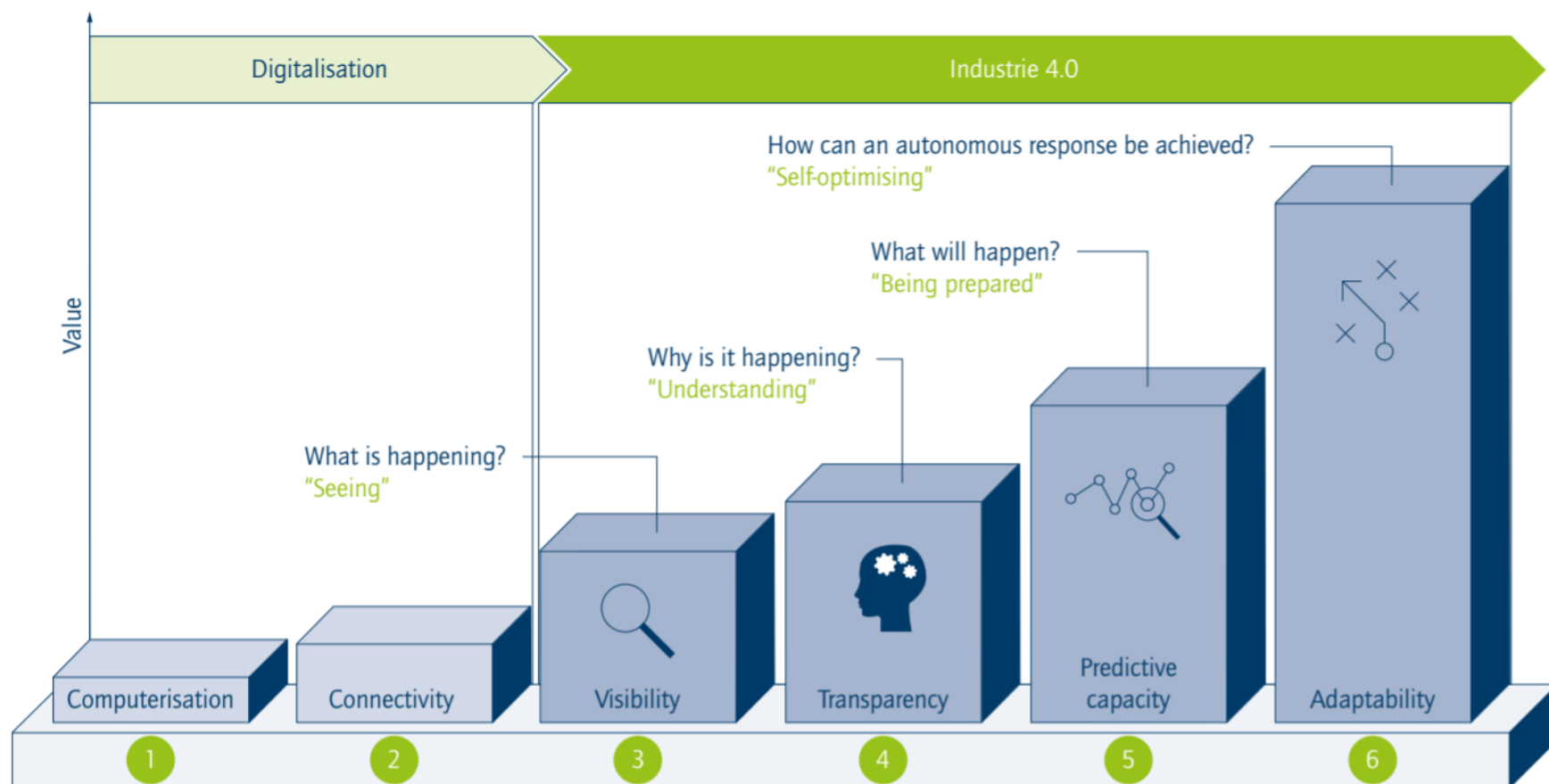
MANCANZA DI LINGUAGGI UNIVERSALI

L'Industria 4.0 richiede che aziende e catene di fornitura diverse parlino la stessa lingua digitale. Attualmente, proliferano protocolli proprietari chiusi

RISCHIO DI "LOCK-IN"

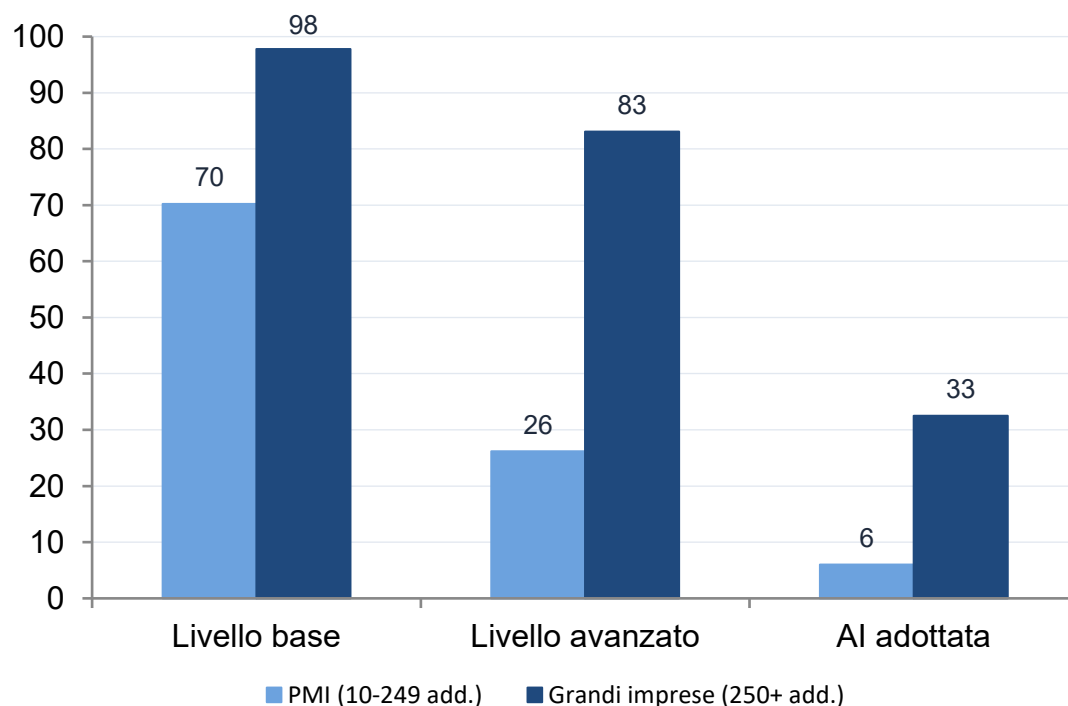
Senza standard aperti, le aziende rischiano di rimanere intrappolate negli ecosistemi chiusi di un singolo fornitore tecnologico

Digitalizzazione ≠ Industria 4.0



Dove si trovano le imprese italiane?

Digitalizzazione in Italia



3,8%

imprese con piena
maturità digitale (ISTAT)

7/10

aziende in cui I4.0
non coinvolge la supply chain

Fonte: ISTAT 2024, Confindustria 2025, Report Intesa 2026



Dove si trovano le imprese italiane?

59%

delle PMI lamenta carenza
di figure specializzate
(Osservatorio POLIMI 2024-25)

*"La mancanza di competenze adeguate
frena l'adozione dell'AI in quasi il 60% delle
aziende che hanno valutato ma poi non
realizzato investimenti in IA."*

ISTAT — Imprese e ICT 2025

270.000
lavoratori
introvabili in Italia
a giugno 2024
(47,6% del fabbisogno)

699.000
posizioni
richieste con competenze
digitali avanzate nel 2023

54,5%
delle posizioni digitali
difficili da reperire
(PMI: 64,7%)

38%
delle PMI non riconosce
la necessità di alzare
le skill digitali interne

Fonti: Osservatorio Innovazione Digitale PMI, POLIMI 2024-25 · FederProfessioni 2024 · ISTAT Imprese e ICT 2025



Operatore 4.0

OPERATORE TRADIZIONALE

Operazioni manuali e meccaniche ripetitive

Competenze legate a un solo macchinario

Supervisione passiva del processo produttivo

Interazione limitata con sistemi informativi

Formazione one-shot all'assunzione



OPERATORE 4.0

Interazione con sistemi ERP, MES e IoT industriale

Lettura e interpretazione dati in tempo reale

Problem solving e pensiero critico applicato

Comprensione di base di AI e cybersecurity

Apprendimento continuo (lifelong learning)

Fonti: SPS Italia Position Paper 2024 · TeamSystem Manufacturing Report 2025 · WEF Future of Jobs 2025



Upskilling e reskilling

Secondo il Future of Jobs Report 2025 (WEF), entro il 2030 il 59% della forza lavoro globale dovrà acquisire nuove competenze per rimanere occupabile e competitiva.

UPSKILLING

Potenziamento delle competenze già possedute per svolgere meglio il ruolo attuale o assumere responsabilità aggiuntive.

Esempio: un tecnico di fabbrica che impara a lavorare con sistemi MES e data analytics mantenendo il suo ruolo.

RESKILLING

Acquisizione di competenze completamente nuove per assumere un ruolo diverso, spesso in risposta all'automazione di mansioni esistenti.

Esempio: un operatore di linea che si riqualifica come tecnico manutentore di robot industriali.

IL CONTESTO ITALIANO

54%

delle aziende italiane ha difficoltà a trovare candidati con le competenze adeguate (2024)

40%+

delle competenze del mercato del lavoro italiano cambieranno nei prossimi anni a causa dell'automazione

0,6%

del PIL potrebbe essere perso ogni anno per lo skill gap nel manifatturiero (World Manufacturing Forum)

Fonti: WEF Future of Jobs Report 2025 · FMTS Formazione 2024 · World Manufacturing Forum · Osservatorio POLIMI PMI 2024-25

Barriere infrastrutturali

BARRIERE INFRASTRUTTURALI

Il 41% delle PMI italiane non è servito da fibra FTTH (elaborazione dati AGCOM)

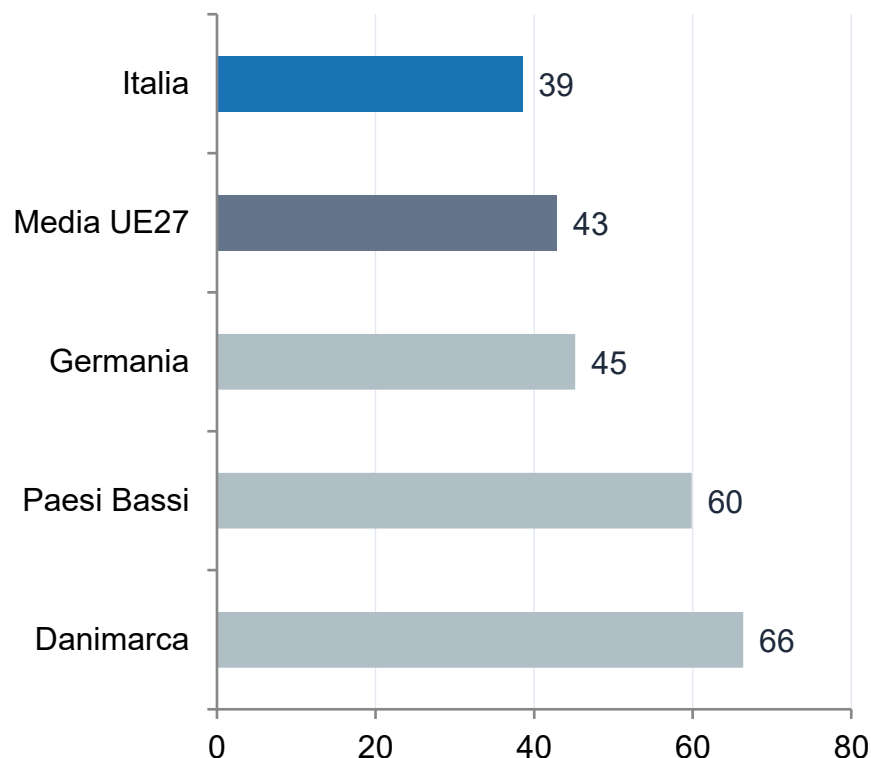
Nelle province meno coperte la fibra scende sotto il 30% delle PMI

Il 47% delle PMI segnala criticità nell'accesso alla connettività digitale

Competenze digitali di base nel Mezzogiorno: 36,1% vs 45,8% media nazionale (ISTAT 2025)

Forti disuguaglianze Nord-Sud nelle opportunità formative e di innovazione

MATURITA' DIGITALE PMI — SME Digital Growth Index 2025

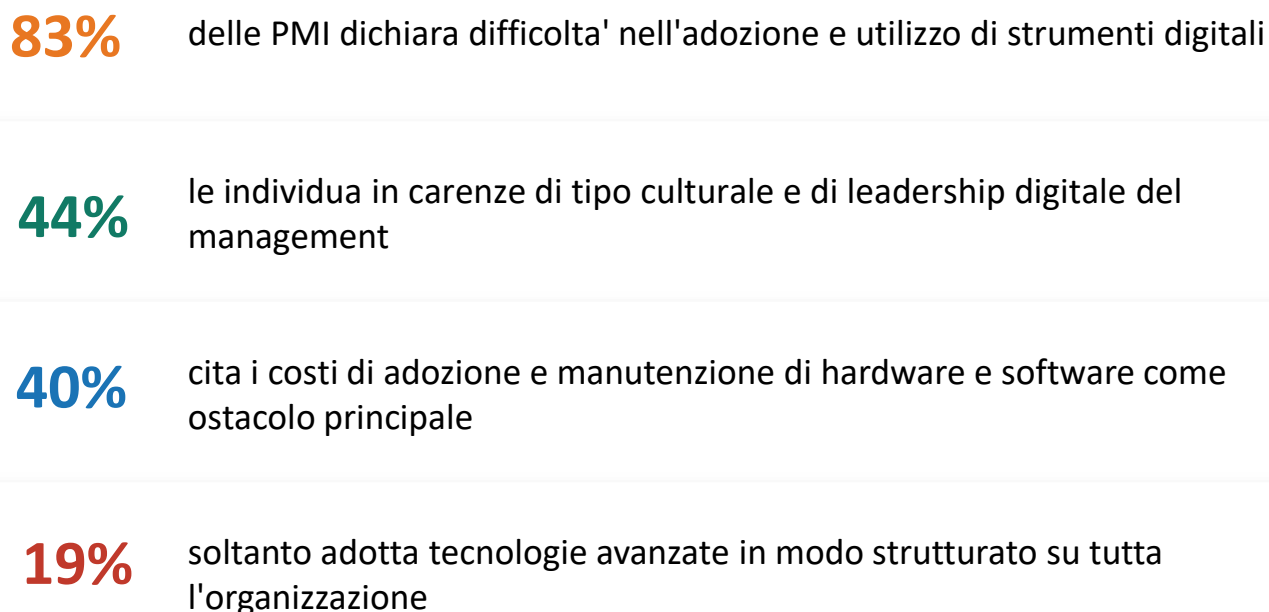


Fonti: Osservatorio POLIMI 2024-25 · AGCOM · SME Digital Growth Index 2025 (Webidoo Insight Lab) · ISTAT Competenze Digitali 2025



Barriere economiche e culturali

BARRIERE ECONOMICHE & CULTURALI



Fonti: ISTAT Imprese e ICT 2024 · Osservatorio Innovazione Digitale PMI, POLIMI 2024-25



Perché i progetti di I4.0 si bloccano?

Tecnologia come fine

Si compra la tecnologia per la tecnologia, o perché c'è un incentivo. Manca la visione strategica su cosa deve cambiare.

CIO Magazine / Foracchia (AUSL RE)

Digitalizzare processi sbagliati

"Se digitalizzi un pessimo processo, ottieni un pessimo processo digitale." Bisogna prima riprogettare, poi automatizzare.

EOS Solutions

Il fattore umano ignorato

"Scarso engagement delle persone" e "cultura non aperta al cambiamento" guidano la classifica dei fallimenti prima del budget.

ZeroUno — ricerca su CIO italiani

Macchinari senza persone

Il Piano I4.0 ha incentivato beni strumentali, non la formazione. Risultato: dopo il piano, il numero di addetti ICT nelle medie imprese è calato.

Agenda Digitale — analisi ISTAT

Il problema non è avere meno tecnologia, è avere più tecnologia di quanta l'organizzazione riesca ad assorbire.

Nuovo approccio: Industria 5.0

COS'È INDUSTRIA 5.0

Industria 5.0 non sostituisce la 4.0,
ma la integra e la supera.

Human-Centric

La tecnologia è strumento per l'uomo, non
viceversa. Collaborazione uomo-robot (cobot).

Sostenibilità

Processi circolari, riduzione consumi energetici,
rispetto dei limiti planetari.

Resilienza

Catene di approvvigionamento robuste,
flessibilità produttiva di fronte alle crisi.

	INDUSTRIA 4.0	INDUSTRIA 5.0
Focus principale	Efficienza e automazione	Benessere umano e sostenibilità
Ruolo lavoratore	Adattarsi alla macchina	La macchina si adatta all'uomo
Obiettivo	Produttività e profitto	Impatto sociale e ambientale
Robot	Automazione sostitutiva	Cobot collaborativi accanto all'uomo
Indicatori	KPI economici di produzione	KPI sociali, ambientali e umani
Approccio	Tech-driven	Human-driven + tech-enabled

Fonte: Commissione Europea — Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-centric and Resilient European Industry (2021) - Piano Transizione 5.0, MIMIT 2025



Conclusioni

- **Integrare le tecnologie, non solo installarle**
Le tecnologie hanno senso solo quando dialogano fra loro, con i processi e l'organizzazione aziendale.
- **Progettare con approccio human-in-the-loop**
Le soluzioni devono valorizzare il contributo umano e rispettare i principi etici e sociali.
- **Garantire la sicurezza come requisito abilitante**
La cybersecurity non è opzionale: è un pilastro fondamentale nella realizzazione di tali sistemi.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

 **Nicolò Sabetta**
 nicolo.sabetta@uniroma1.it



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

