WORKING PAPER · OTTOBRE 2026

Finanziare il corpo, dimenticare il processo

Un pilastro dal lato della domanda per gli incentivi alla Physical AI e alla robotica umanoide in Italia

Marco Belardi

Marco Belardi Ingegnere, Brescia. Senior advisor del Sole 24 Ore. Direttore tecnico della business unit Industria 4.0 del Polo Tecnologico Alto Adriatico. ORCID 0009-0002-0471-3502 · marbelardi@gmail.com

COLOPHON

TITOLO	Finanziare il corpo, dimenticare il processo. Un pilastro dal lato della domanda per gli incentivi alla Physical AI e alla robotica umanoide in Italia
AUTORE	Marco Belardi, ingegnere (Brescia). ORCID 0009-0002-0471-3502. marbelardi@gmail.com
AFFILIAZIONI	Senior advisor, Il Sole 24 Ore. Direttore tecnico, business unit Industria 4.0, Polo Tecnologico Alto Adriatico.
SERIE	Working paper, versione 1.1, edizione italiana. Brescia, ottobre 2026. Pubblicazione indipendente dell'autore.
VERSIONI	Versione 1.0 (2 ottobre 2026): prima edizione. Versione 1.1 (ottobre 2026): integrata l'evidenza dell'audizione UPB del 29 settembre 2026; lo strumento B assume la forma del credito d'imposta.
EDIZIONE ORIGINALE	«Financing the Body, Forgetting the Process: A Demand-Side Pillar for Physical AI and Humanoid Robotics Incentives in Italy», working paper, ottobre 2026. DOI 10.5281/zenodo.23104815 (Zenodo). SSRN Abstract ID 7554638. Traduzione dell'autore.
IDENTIFICATIVI	DOI dell'edizione italiana in attribuzione (Zenodo).
LICENZA	Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (CC BY 4.0), https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/. L'autore conserva il diritto d'autore.
CITAZIONE SUGGERITA	Belardi, M. (2026). Finanziare il corpo, dimenticare il processo. Un pilastro dal lato della domanda per gli incentivi alla Physical AI e alla robotica umanoide in Italia. Working paper, versione 1.1, edizione italiana, ottobre 2026.
OPERA COLLEGATA	Il quadro analitico è sviluppato nel volume dell'autore «Quando l'intelligenza artificiale prende corpo. Physical AI, robot umanoidi e futuro del lavoro», Tecniche Nuove, Milano, 2026, ISBN 978-88-481-8209-6. Il working paper ne costituisce un supplemento.
AVVERTENZA	Le opinioni espresse sono personali, si fondano esclusivamente su fonti pubbliche e non rappresentano la posizione delle istituzioni con cui l'autore collabora. Il testo non ha ricevuto finanziamenti specifici.
COMPOSIZIONE	Testo in Georgia, titoli e tabelle in Calibri. Figure dell'autore. Formato A4.

Indice

1. Introduzione: la finestra dell'ottobre 2026

2. Che cosa cambia la Physical AI nell'economia dell'adozione

- 2.1 Quattro orologi che non corrono alla stessa velocità
- 2.2 La curva a J della produttività ha un corpo
- 2.3 I dati sono un bene complementare e nascono nello stabilimento dell'utilizzatore
- 2.4 Perché le PMI affrontano una frontiera diversa

3. Quattro regimi italiani come esperimento naturale

- 3.1 Industria 4.0: la forza dell'oggetto
- 3.2 Transizione 4.0: successo d'investimento senza successo di produttività
- 3.3 La prima Transizione 5.0: legare il beneficio a un risultato, a un costo
- 3.4 Nuova Transizione 5.0: la pila è riconosciuta, il processo no
- 3.5 Che cosa insegna la sequenza

4. Il pacchetto in formazione: necessario ma incompleto

- 4.1 Che cosa è stato annunciato
- 4.2 La logica del pacchetto, e ciò che prende da Cina e Stati Uniti
- 4.3 Perché il pacchetto è incompleto

5. Principi di disegno per un pilastro dal lato della domanda

6. Un'architettura operativa: cinque strumenti

- 6.1 Strumento A: il voucher per il progetto pilota Physical AI
- 6.2 Strumento B: un'agevolazione alla trasformazione dentro la Nuova Transizione 5.0
- 6.3 Strumento C: laboratori di missione e registro nazionale delle evidenze
- 6.4 Strumento D: contratti di primo mercato a prestazione
- 6.5 Strumento E: condizioni per le piattaforme finanziate e transizione professionale
- 6.6 Integrazione con il fondo annunciato e con gli Accordi per l'innovazione

7. Misurare il programma, e sapere quando fermarlo

8. Conclusione

Riferimenti

Sintesi

Nell'autunno 2026 il governo italiano ha annunciato un pacchetto di misure per la robotica avanzata e la Physical AI: un fondo da 200-300 milioni di euro nella legge di bilancio 2027, l'uso degli Accordi per l'innovazione come strumento attuativo, un capofiliera a controllo pubblico per aggregare l'offerta, un comitato interministeriale sugli effetti sul lavoro e una posizione congiunta con Francia e Germania in sede europea. Questo testo sostiene che il pacchetto è necessario ma incompleto. È costruito su una logica di offerta, che finanzia la produzione delle macchine e il consolidamento di un campione nazionale, e lascia irrisolto il problema che ha deciso l'esito di ogni incentivo tecnologico italiano dal 2017: la conversione del capitale acquistato in capacità produttiva. Muovendo dalla valutazione finale del piano Transizione 4.0, dall'evidenza sulla curva a J della produttività e dalla letteratura tecnica su affidabilità degli umanoidi, scarsità dei dati e messa in servizio, il testo individua le caratteristiche che rendono l'adozione della Physical AI più rischiosa e più dipendente dai complementi rispetto alle precedenti ondate di automazione. Propone quindi un pilastro dal lato della domanda articolato in cinque strumenti: un voucher per il progetto pilota erogato attraverso la rete esistente di Competence Center ed European Digital Innovation Hub; un credito d'imposta alla trasformazione all'interno della Nuova Transizione 5.0, che riconosca i costi di integrazione, dati e lavoro contro una situazione iniziale misurata; una rete di laboratori di missione con protocollo di valutazione comune e registro nazionale delle evidenze; contratti pubblici di primo mercato a prestazione; condizioni vincolanti su interoperabilità, portabilità dei dati e transizione professionale per ogni piattaforma che riceva denaro pubblico. Il testo quantifica l'ordine di grandezza di ciascuno strumento, spiega come il pilastro possa integrarsi con il fondo annunciato e con gli Accordi per l'innovazione senza nuova legislazione di portata generale e propone un insieme di indicatori, comprese regole di arresto, per governare il programma. La tesi centrale è che, per una tecnologia immatura e in apprendimento, ridurre il rischio dell'adozione conta almeno quanto ridurre il prezzo del bene, e che il sistema istituzionale italiano possiede già la maggior parte dei componenti necessari per farlo.

Parole chiave: Physical AI; robot umanoidi; politica industriale; incentivi agli investimenti; Transizione 4.0; Transizione 5.0; test before invest; PMI; curva a J della produttività; Italia.

Codici JEL: O25, O33, O38, L52, H25, J24.

1. Introduzione: la finestra dell'ottobre 2026

Il 1° ottobre 2026 il Ministro delle Imprese e del Made in Italy ha visitato a Genova la sede di Generative Bionics, la società di robotica umanoide nata dall'Istituto Italiano di Tecnologia, insieme al presidente della Regione Liguria, al presidente dell'IIT e ai vertici di Eni e Fincantieri. La dichiarazione del Ministro è stata esplicita: l'Italia «ha tutte le condizioni per diventare uno dei leader mondiali nella robotica avanzata e nell'intelligenza artificiale fisica», il governo sta «lavorando a un pacchetto di misure per la robotica avanzata e la Physical AI e a una mappatura della filiera, per sostenere chi già opera nel settore e favorire nuove partnership industriali», una sfida «che stiamo portando anche in Europa, insieme a Francia e Germania» [1]. Il giorno precedente Il Sole 24 Ore aveva descritto il pacchetto nel dettaglio: un fondo da 200-300 milioni di euro nella legge di bilancio 2027 per incentivare «l'innovazione e la produzione di robot avanzati, inclusi gli umanoidi»; gli Accordi per l'innovazione come strumento attuativo; un ruolo di capofiliera per una grande impresa a controllo pubblico, con Leonardo fra i nomi più citati; un emendamento alla legge sulla concorrenza per istituire un comitato intergovernativo, con il

contributo del CNEL, sugli effetti su lavoro e welfare dell'impiego degli umanoidi nelle fabbriche; un documento informale con Germania e Francia da presentare alla Commissione europea [2]. Dichiarazioni precedenti avevano aggiunto che gli incentivi per robotica e umanoidi sarebbero stati veicolati nel decreto imprese e nella legge di bilancio, insieme a una proroga del regime di iperammortamento [3].

È un allineamento raro. Una tecnologia che fino a due anni fa apparteneva alle newsletter del venture capital è diventata, nel giro di un trimestre, oggetto di una politica industriale nazionale, di un'iniziativa di coordinamento europeo e di una posta di bilancio. Questo testo è scritto per quella finestra. Non ne discute l'ambizione. Ne discute la completezza del disegno.

L'argomento parte da un'osservazione semplice. Ciascuno degli strumenti annunciati agisce dal lato dell'offerta: il fondo finanzia la produzione di robot, gli Accordi per l'innovazione finanziano progetti di ricerca e sviluppo delle imprese della filiera, il capofiliera aggrega e ordina, il documento europeo cerca scala per i produttori. Nessuno agisce sulla decisione che determina se un robot produce valore: la decisione di un'impresa manifatturiera, il più delle volte una piccola o media impresa, di riprogettare un processo, misurare una situazione iniziale, condurre un progetto pilota, formare le persone, negoziare i diritti sui dati con il fornitore e, alla fine, replicare o fermarsi. La politica industriale italiana dispone di vent'anni di evidenza su ciò che accade quando l'offerta viene servita e l'adozione viene lasciata al meccanismo dei prezzi. La valutazione finale del piano Transizione 4.0, pubblicata nel 2026, è il pezzo più recente e più rigoroso di quell'evidenza [4]. Mostra un programma che ha mobilitato capitale con notevole efficienza e che, nel periodo osservato, non ha prodotto un miglioramento diffuso della produttività. I valutatori non lo attribuiscono a un acquisto di macchine sbagliate. Lo attribuiscono alla dipendenza della capacità produttiva da competenze, capitale organizzativo e apprendimento, che l'incentivo non ha acquistato e non poteva acquistare.

La Physical AI rende il problema più acuto, non meno. Un umanoide o un manipolatore mobile differisce per natura da una macchina utensile con un controllore più sofisticato: è un sistema che apprende, che dipende da dati generati nello stabilimento dell'utilizzatore, che viene aggiornato da remoto dopo la messa in servizio, che richiede una supervisione umana il cui costo è invisibile nel listino e il cui dossier di sicurezza cambia a ogni rilascio software. Il suo valore sta nella relazione fra corpo, processo, dati e organizzazione, più che nel corpo in sé. Un incentivo che riconosce il corpo e ignora la relazione, nel migliore dei casi ripeterà l'esito di Transizione 4.0 su scala minore e con una tecnologia meno matura; nel peggiore finanzierà una capacità produttiva nazionale per la quale non esiste ancora una domanda qualificata.

Il testo è organizzato così. La sezione 2 espone che cosa la Physical AI cambia nell'economia dell'adozione, sulla base della letteratura tecnica e dei pochi casi industriali quantificati disponibili. La sezione 3 rilegge i quattro regimi di incentivo italiani dal 2017 come esperimento naturale di disegno degli incentivi. La sezione 4 descrive il pacchetto annunciato nell'autunno 2026, lo colloca nel contesto di ciò che fanno Cina, Stati Uniti e Unione europea e spiega perché è necessario ma incompleto. La sezione 5 ricava i principi di disegno di un pilastro dal lato della domanda. La sezione 6 li traduce in cinque strumenti operativi, con ordini di grandezza e una proposta di governance. La sezione 7 propone indicatori e regole di arresto. La sezione 8 conclude. Il quadro analitico è sviluppato più ampiamente nel libro dell'autore sulla Physical AI e il futuro del lavoro, pubblicato nell'ottobre 2026 [5]; questo testo ne isola e rende operativa la componente di politica industriale.

2. Che cosa cambia la Physical AI nell'economia dell'adozione

2.1 Quattro orologi che non corrono alla stessa velocità

La conversazione pubblica sui robot umanoidi è guidata dalle dimostrazioni. Un video di un robot che piega la biancheria, inserisce un connettore o corre i cento metri in meno di nove secondi, come è accaduto ai secondi World Humanoid Robot Games di Pechino nell'agosto 2026, viene trattato come prova che l'impiego industriale è imminente [6]. Non lo è. Una dimostrazione stabilisce la capacità: il sistema sa eseguire il compito almeno una volta, nelle condizioni scelte da chi dimostra. Il valore industriale richiede tre ulteriori condizioni, ciascuna governata da un orologio diverso. L'affidabilità: il sistema esegue il compito per un turno, attraverso variazioni di oggetti, illuminazione, usura e presenza umana, recuperando dagli errori senza creare rischio. La convenienza economica: il costo totale, inclusi integrazione, supervisione, energia, manutenzione e fermo, è inferiore al valore generato, al netto delle alternative. La legittimità: responsabilità, sicurezza, governo dei dati e distribuzione dei benefici sono accettabili per lavoratori, imprese e regolatori.

Gli indicatori OCSE sulle capacità dell'AI, pubblicati nel 2025, collocano la manipolazione e l'intelligenza robotica correnti al livello 2 di una scala a cinque: buone prestazioni in ambienti controllati o semi-strutturati, difficoltà sui compiti lunghi, sulla variabilità e sulla collaborazione affidabile con le persone [7]. Il caso industriale quantificato più solido disponibile nel 2026, il progetto pilota di Figure 02 nello stabilimento BMW di Spartanburg, riporta circa 1.250 ore operative in dieci mesi, oltre 90.000 componenti movimentati e un contributo alla produzione di più di 30.000 veicoli, in un compito di prelievo e deposito strettamente definito dentro un ambiente ad alta automazione [8]. BMW è esplicita nel dichiarare che il risultato ha richiesto adeguamenti alle barriere, ai concetti di sicurezza, alla copertura 5G e alle interfacce con i sistemi di fabbrica. I dati pubblicati non comprendono tasso di intervento, disponibilità o costo totale. Descrivono un progetto pilota significativo, non un lavoratore generalista. La stampa italiana ha riferito nel settembre 2026 che BMW stava riconsiderando l'uso delle versioni integralmente antropomorfe, con le gambe, in quello stabilimento, per ragioni di costo, stabilità e agilità in spazi vincolati [2].

La distanza fra i quattro orologi è il primo parametro di disegno di qualsiasi incentivo. Una misura che paga la capacità, cioè l'acquisto di una macchina che ha dimostrato di saper eseguire un compito, finanzia la più facile delle quattro condizioni e lascia le altre tre all'acquirente. Per l'automazione matura, dove affidabilità e costo sono documentati da decenni di installazioni, è accettabile. Per una tecnologia al livello 2 OCSE, trasferisce il costo di apprendimento dell'intera industria sui primi adottanti.

2.2 La curva a J della produttività ha un corpo

Brynjolfsson, Rock e Syverson descrivono la curva a J della produttività come la traiettoria nella quale l'investimento in una tecnologia di uso generale deprime inizialmente la produttività misurata, perché gli investimenti complementari necessari per usarla (riprogettazione dei processi, competenze, capitale organizzativo, dati) sono intangibili, mal misurati e anticipati, e i benefici emergono più tardi, quando il nuovo capitale organizzativo è in uso [9]. La curva è un modello della relazione fra tecnologia e complementi, non una promessa: un progetto può restare sotto la propria situazione iniziale indefinitamente se la capacità non è adatta al processo, se la domanda non

assorbe la produzione aggiuntiva, se l'affidabilità non migliora o se la riprogettazione non viene mai realizzata.

La Physical AI aggiunge un corpo, un ambiente e una responsabilità fisica ai complementi intangibili del software. L'integrazione coinvolge sensori, sistemi informativi, layout, attrezzaggi, validazione dei materiali, formazione, ricambi, livelli di intervento e registrazione degli eventi. Il robot può essere lo strato più visibile dell'investimento e non il più costoso. Tre forme distinte di capitale concorrono a un solo risultato: la macchina (corpo, sensori, calcolo, ricarica, utensili, dispositivi di sicurezza), l'integrazione (connettività, interfacce con MES e WMS, layout, gemello digitale, dati iniziali, sicurezza informatica, collaudo, documentazione) e l'organizzazione (procedure, competenze, responsabilità, turni, manutenzione, criteri di qualità, rapporto con il fornitore, capacità di apprendere dagli errori). La terza è la meno contabilizzata e quella che distingue un oggetto installato da una capacità produttiva.

Il lavoro nascosto dell'autonomia merita un'attenzione specifica, perché è il punto in cui le stime di costo falliscono più spesso. Ogni dimostrazione autonoma contiene lavoro umano che la telecamera non mostra: preparazione della scena, selezione ed etichettatura dei dati, definizione del compito, intervento sul fallimento, pulizia dei sensori, gestione delle batterie, sostituzione di componenti, aggiornamento delle procedure. Nei centri di addestramento che la Cina sta costruendo per generare dati fisici, un reportage Xinhua dallo Hubei descrive turni di otto ore che producono circa tre ore e mezza di dati utilizzabili, il resto essendo assorbito da ripristini, correzioni e ripetizioni [10]. È un caso specifico e non un coefficiente universale; rende visibile una regola: dietro l'apprendimento fisico esiste una quantità di lavoro umano che l'etichetta «autonomo» può occultare. Per l'impresa che adotta, tasso di intervento, durata degli interventi, tempo di attenzione e numero di robot che una persona può supervisionare sono variabili economiche, non note tecniche. Un sistema che elimina un compito manuale ma crea un uguale fabbisogno di teleoperazione, ripristini e manutenzione ha trasformato il lavoro, non lo ha automatizzato.

2.3 I dati sono un bene complementare e nascono nello stabilimento dell'utilizzatore

I modelli linguistici hanno appreso da un corpus prodotto per altri scopi. La robotica non possiede un equivalente del web per i corpi. L'esperienza fisica utile è costosa, lenta e dipendente dall'hardware; richiede robot, ambienti, operatori, protocolli, manutenzione e procedure di sicurezza. Le grandi raccolte pubbliche disponibili nel 2026 sono importanti proprio perché rompono l'isolamento dei singoli laboratori: Open X-Embodiment ha riunito dati da 22 tipologie di robot e 33 laboratori; DROID documenta 76.000 dimostrazioni; AgiBot World dichiara oltre un milione di traiettorie di esecuzione su piattaforme umanoidi [11]. Nessuna di esse abolisce la differenza fra corpi, né quella fra una scena di laboratorio e un turno industriale.

Per l'impresa che adotta, questo ha una conseguenza che il disegno degli incentivi ha finora ignorato. Il dato generato durante l'uso non è telemetria. Contiene conoscenza sul processo, sugli oggetti, sugli errori e sul comportamento dei lavoratori. Se il fornitore controlla hardware, teleoperazione, registri e aggiornamenti, l'utilizzatore può trovarsi dipendente dalla memoria del proprio processo, una dipendenza più forte di quella da un ricambio. Se ogni impresa tiene chiusi i propri dati, i modelli apprendono più lentamente e gli standard comuni non emergono. Fra questi estremi stanno formati interoperabili, livelli di accesso, clausole di portabilità e spazi condivisi nei quali provare senza esporre il patrimonio industriale. I contratti di acquisto o di servizio devono stabilire chi possa conservare i dati, usarli per addestrare modelli e trasferire i miglioramenti ad

altri clienti. Il governo dei dati entra nel costo totale e nella strategia industriale. Un incentivo che finanzia la macchina e tace sui dati finanzia la piattaforma del fornitore con il denaro dell'utilizzatore.

2.4 Perché le PMI affrontano una frontiera diversa

L'evidenza storica sui robot industriali è reale ma non trasferibile senza qualificazioni. Graetz e Michaels stimano che l'aumento dell'uso dei robot in diciassette paesi fra il 1993 e il 2007 abbia contribuito per circa 0,36 punti percentuali alla crescita annua della produttività del lavoro, aumentando la produttività totale dei fattori e riducendo i prezzi, senza una diminuzione significativa dell'occupazione totale ma con una riduzione della quota dei lavoratori meno qualificati [52]; il quadro basato sui compiti di Acemoglu e Restrepo spiega perché produttività, domanda di lavoro e quota del lavoro non debbano muoversi insieme [51]. Sono effetti di robot maturi in compiti adatti all'automazione: un termine di confronto, non una previsione per macchine generaliste. Le imprese che adottano tecnologie avanzate non sono un campione casuale. L'OCSE, usando indagini d'impresa di più paesi, trova associazioni fra uso della robotica e produttività del lavoro nell'ordine del 14-21 per cento nei paesi con adozione significativa, con guadagni più frequenti nelle grandi imprese, e avverte che le imprese più produttive possono essere anche le più pronte ad adottare [12]. Uno studio su imprese manifatturiere spagnole che affronta direttamente il problema della selezione trova che gli adottanti erano già migliori prima dell'investimento e che, dopo l'adozione, la produzione è cresciuta del 20-25 per cento in quattro anni, con creazione netta di occupazione e riduzione della quota del lavoro [13]. L'evidenza italiana, esaminata nella sezione 3, va nella stessa direzione: gli incentivi ampliano la platea degli adottanti ma non eliminano l'autoselezione, perché chi dispone di progetti, consulenti, competenze e capacità finanziaria trasforma più rapidamente una regola in un investimento.

Per gli umanoidi e le piattaforme generaliste il meccanismo è più forte. Una macchina specializzata arriva con un compito definito, una cella e un integratore che conosce una classe di applicazioni. Una piattaforma generalista promette riuso ma trasferisce all'impresa una parte della scoperta: quali compiti, quali dati, quale mano, quale livello di autonomia, quale servizio remoto, quale criterio di replica. Il valore potenziale cresce con la varietà; cresce anche l'incertezza. Una media impresa che porta a un centro di prova una cassetta di componenti e un video del proprio turno sta affrontando qualcosa di più di una domanda tecnica: un portafoglio di cinque rischi: di capacità (il robot può non gestire tutte le varianti o richiedere una preparazione della scena che annulla la flessibilità cercata), di integrazione (interfacce, sicurezza, rete, utensili e layout possono costare più della macchina), organizzativo (chi insegna, chi interviene, chi valida gli aggiornamenti), finanziario (capitale immobilizzato durante il progetto pilota, e che cosa accade se la curva non risale) e di dipendenza (dati, competenze, registri e manutenzione che restano sotto il controllo del fornitore). Le grandi imprese distribuiscono questi rischi su più siti, specialisti e progetti. Una PMI incontra lo stesso costo minimo di analisi su una base economica più piccola, e un primo progetto fallito costa denaro, fiducia manageriale e disponibilità dell'organizzazione a riprovare.

La frontiera di una PMI è quindi la capacità più avanzata che l'impresa può integrare, governare e migliorare senza mettere a rischio il processo, che raramente coincide con la capacità più avanzata che il mercato mostra. Ridurre il prezzo del bene non sposta quella frontiera. Ridurre il costo di scoprire se il bene è utile, sì.

3. Quattro regimi italiani come esperimento naturale

L'Italia ha applicato dal 2017 quattro regimi successivi di incentivo agli investimenti in tecnologie manifatturiere avanzate. Presi insieme costituiscono un esperimento istituzionale insolitamente istruttivo, perché il bersaglio è passato dall'oggetto al credito, dal credito al progetto e di nuovo all'oggetto, mentre il problema sottostante, la conversione del capitale in capacità, è rimasto costante. La tabella 1 riassume i quattro regimi; i paragrafi successivi ne ricavano le lezioni rilevanti per la Physical AI.

Tabella 1. Quattro regimi italiani di incentivo, 2017-2028

Regime	Strumento	Bersaglio immediato	Forza	Limite strutturale
Industria 4.0 (2017-2019)	Iperammortamento al 250% del costo per i beni materiali in elenco; superammortamento al 140% per gli altri beni strumentali nuovi	Il bene materiale interconnesso	Semplice, automatico, leggibile; ha costruito il lessico 4.0	Valore legato all'imponibile e al piano di ammortamento; riconosce il bene, non i complementi organizzativi; l'elenco letto come certificato implicito di merito
Transizione 4.0 (2020-2025)	Crediti d'imposta in compensazione per beni materiali e immateriali	Accesso più ampio agli stessi beni	Forte addizionalità (1 euro di credito → 1,5-2 euro di investimento materiale); 13-22% dell'investimento materiale aggregato attribuibile; PMI > 60% del credito	Effetti sulla produttività limitati per micro e piccole imprese, non evidenti per le maggiori; autoselezione dei beneficiari più maturi
Prima Transizione 5.0 (2024-2025)	Credito d'imposta per progetti con risparmio energetico ≥ 3% (struttura) o ≥ 5% (processo); aliquote fino al 45%	Il progetto e una prestazione misurabile	Primo tentativo di legare il beneficio a una situazione iniziale e a un risultato ex post	Prestazione scelta (energia) non allineata alla principale fonte di valore della robotica; costi di transazione elevati; regole stabilizzate tardi; 2,2 miliardi attivati a settembre 2025 su 6,3
Nuova Transizione 5.0 (2026-2028)	Iperammortamento al 180% fino a 2,5 milioni, 100% da 2,5 a 10, 50% da 10 a 20; allegati IV e V della legge 199/2025	Di nuovo il bene, ma la pila ammissibile è molto più ampia: robot, cobot, sistemi multi-robot, AGV, GPU, edge, 5G, IT/OT, cybersecurity, digital twin, MLOps, software per robot	Riconosce gran parte della pila tecnologica della Physical AI; orizzonte più lungo; meccanismo noto; 3.355 prenotazioni per oltre 1,25 miliardi nei primi dieci giorni	Ancora silenzioso su riprogettazione, dati, lavoro di integrazione e forza lavoro; la completezza dell'elenco rende più facile confondere un acquisto completo con una trasformazione completa

Fonti: [4] [5] [14] [15] [16] [17].

3.1 Industria 4.0: la forza dell'oggetto

Il piano del 2017 elevava al 250 per cento il costo fiscalmente riconosciuto dei beni materiali in elenco ad alto contenuto tecnologico e al 140 per cento quello degli altri beni strumentali nuovi [14]. L'impresa acquistava un bene, ne verificava caratteristiche e interconnessione e deduceva nel tempo un costo superiore a quello sostenuto. La forza era la semplicità concettuale: nessuna scelta

di settori vincenti, nessuna valutazione ex ante del progetto, un meccanismo fiscale automatico applicato a un elenco tecnico. La stessa architettura conteneva tre limiti. L'incentivo seguiva il piano di ammortamento e richiedeva reddito imponibile per tradursi in risparmio. Il perimetro era più adatto al capitale materiale identificabile che ai complementi organizzativi. E la presenza di un bene in elenco poteva essere letta come certificazione implicita della bontà dell'investimento, mentre ne attestava soltanto l'ammissibilità fiscale. Industria 4.0 ha insegnato una lezione rimasta valida in ogni fase successiva: una regola semplice può mobilitare rapidamente acquisti; non può, da sola, verificare se il processo sia stato riprogettato.

3.2 Transizione 4.0: successo d'investimento senza successo di produttività

Transizione 4.0 ha sostituito la maggiorazione dell'ammortamento con crediti d'imposta per beni materiali e immateriali, cambiando accesso e tempi: un credito utilizzabile in compensazione è meno legato alla vita fiscale del bene e raggiunge una platea più ampia di una deduzione che produce valore solo attraverso imponibili futuri [15]. La valutazione finale pubblicata nel 2026 da Ministero dell'Economia, MIMIT e Banca d'Italia consente, per la prima volta, di separare la capacità di mobilitare capitale dalla capacità di produrre trasformazione [4]. Fra il 2020 e il 2023 sono maturati circa 35 miliardi di euro di crediti, dei quali circa 27, quasi l'80 per cento, per beni materiali avanzati. Per le società di capitali il rapporto ricostruisce oltre 157.000 operazioni su beni materiali 4.0, circa 60 miliardi di investimenti e quasi 22 miliardi di crediti. Le PMI hanno assorbito oltre il 60 per cento del credito complessivo e il 77 per cento di quello sui beni materiali avanzati; la manifattura circa il 62 per cento; il Nord circa il 70 per cento. Gli effetti sul tasso di investimento sono positivi e statisticamente significativi in tutte le classi dimensionali, con effetti relativi particolarmente forti nelle imprese più piccole. Un euro di credito ha attivato fra 1,5 e 2 euro di investimento materiale, e fra il 13 e il 22 per cento dell'investimento materiale aggregato del periodo è attribuibile alla misura. Rispetto al suo obiettivo prossimo, far investire, il programma ha funzionato.

Il passaggio alla produttività è molto meno lineare. La stessa valutazione trova effetti positivi ma limitati per micro e piccole imprese e nessun effetto evidente per le maggiori; alcuni effetti sull'occupazione nelle classi micro, piccole e medie, nessuno nelle grandi. L'intensità di capitale è aumentata nettamente. I valutatori collegano esplicitamente la conversione dell'investimento in produttività a competenze, capitale organizzativo e apprendimento. L'orizzonte è breve e include pandemia e crisi energetica, quindi il risultato non dimostra che i benefici non arriveranno. Ma impedisce la conclusione opposta: un incentivo capace di mobilitare acquisti non è, per ciò solo, una politica della produttività. Il credito premia una transazione verificabile; la riprogettazione produce un bene intangibile più difficile da certificare e più facile da trascurare. Una precedente analisi della stessa misura aggiunge un elemento distributivo: molti beneficiari erano già più maturi digitalmente, e solo una minoranza ha investito ogni anno, mentre molti hanno acceduto una sola volta [16]. L'incentivo ha ampliato la platea ma non eliminato l'autoselezione. Uno studio causale su micro, piccole e medie imprese manifatturiere del Nord Italia trova un aumento medio della produttività del lavoro del 7 per cento circa dopo l'adozione di tecnologie 4.0, che si attenua nel tempo e varia con tipo, numero e combinazione delle tecnologie, con efficienza di costo, nuova conoscenza e maggiore collaborazione con i fornitori fra i canali [18]. Letti insieme, i due studi individuano la variabile che la politica dovrebbe rendere meno rara: la capacità organizzativa. Una terza fonte, indipendente dalla valutazione finale per metodo e campione, conferma il quadro. L'Ufficio parlamentare di bilancio, nell'audizione del 29 settembre 2026 alla X Commissione della Camera e nel capitolo 5 del Rapporto sulla politica di bilancio 2025, ha stimato con il modello di

microsimulazione MEDITA, su sei coorti di società di capitali abbinate a un gruppo di controllo, che il credito d'imposta 2020-2022 ha aumentato il tasso di investimento delle beneficiarie di 4,7-4,9 punti percentuali nell'anno dell'investimento (0,7-1,4 con la maggiorazione degli ammortamenti 2017-2019) e il numero di dipendenti del 9-11 per cento a due anni; sulla redditività e sulla produttività, invece, «l'analisi preliminare non restituisce risultati chiari e univocamente significativi», e le agevolazioni risultano utilizzate «soprattutto dalle società già performanti» [53] [54]. Due valutazioni con metodi diversi convergono sullo stesso punto: l'incentivo al bene mobilita capitale e occupazione; la conversione in capacità produttiva non ne discende.

3.3 La prima Transizione 5.0: legare il beneficio a un risultato, a un costo

La prima Transizione 5.0, operativa per gli investimenti effettuati nel 2024 e nel 2025, ha tentato di spostare l'unità dell'incentivo dal bene isolato al progetto. L'accesso richiedeva investimenti in beni in elenco inseriti in un progetto capace di ridurre i consumi energetici di almeno il 3 per cento per la struttura produttiva o il 5 per cento per il processo interessato; le aliquote crescevano con il risparmio e potevano raggiungere il 45 per cento nella fascia fino a 10 milioni [17]. Il disegno aveva una qualità importante: non bastava più mostrare che un oggetto apparteneva a una categoria tecnologica. Il progetto doveva dichiarare una situazione iniziale, una trasformazione e un risultato energetico verificabile ex ante ed ex post. Ma la prestazione scelta non coincideva con la principale fonte di valore di un investimento in robotica. Un umanoide impiegato per coprire un turno difficile, aumentare la resilienza, ridurre gli errori o servire lotti variabili può essere economicamente razionale senza produrre il risparmio energetico minimo; viceversa, un progetto può superare la soglia energetica senza aver risolto disponibilità, supervisione, integrazione e costo per risultato conforme. Il secondo problema era il costo di transazione: certificazioni energetiche, comunicazioni al GSE, calcoli della situazione iniziale, perizie e finestre temporali richiedevano competenze e coordinamento che un grande investimento poteva assorbire e una PMI o un progetto sperimentale no. Il rapporto semestrale indicava circa 2,2 miliardi di risorse attivate a settembre 2025 contro una dotazione iniziale di 6,3; un'accelerazione tardiva ha esaurito le risorse e lasciato una coda, risolta nell'aprile 2026 con un pagamento pro quota dell'89,77 per cento entro un plafond di circa 1,3 miliardi [19]. La lezione è un compromesso: legare il beneficio a un risultato migliora la qualità del progetto ma aumenta misurazione, certificazione e incertezza; se i criteri si stabilizzano tardi, le imprese rinviano e poi corrono. Per una tecnologia giovane, nella quale il progetto pilota deve ancora scoprire il denominatore corretto, una finestra breve e una situazione iniziale complessa premiano i progetti già pronti più di quelli che hanno maggiore bisogno di apprendere.

3.4 Nuova Transizione 5.0: la pila è riconosciuta, il processo no

La legge di bilancio 2026 ha riportato l'incentivo alla forma dell'iperammortamento per gli investimenti effettuati fra il 1° gennaio 2026 e il 30 settembre 2028, con una maggiorazione del 180 per cento fino a 2,5 milioni di euro, del 100 per cento fra 2,5 e 10 milioni e del 50 per cento fra 10 e 20 milioni; restano interconnessione, comunicazioni preventive e successive, conferma con acconto del 20 per cento, perizia tecnica asseverata e certificazione contabile [20] [21]. La differenza che conta per la Physical AI sta negli allegati IV e V della legge 199/2025. I nuovi elenchi non descrivono soltanto una macchina. L'allegato IV comprende robot, robot collaborativi, sistemi multi-robot, movimentazione automatizzata e veicoli a guida, sistemi di qualità basati sull'analisi delle immagini, interfacce uomo-macchina, dispositivi indossabili ed esoscheletri, e inoltre server ad alte prestazioni, sistemi con GPU, elaborazione periferica industriale, sistemi di

memorizzazione per dati di apprendimento automatico, reti private 5G, Wi-Fi industriale, sincronizzazione e reti IT/OT, elaborazione periferica multiaccesso e hardware per la sicurezza informatica. L'allegato V estende il perimetro al software: strumenti di progettazione e ridisegno dei processi, sistemi decisionali e di fabbrica, soluzioni per la manutenzione, IoT e cloud, realtà estesa, analytics, machine learning per affidabilità e qualità, sistemi produttivi autoadattivi, software per robot e macchine intelligenti, interfacce vocali, visive e tattili, digital twin, AI generativa, modelli linguistici, AI agentica, MLOps e process mining [20]. Questa architettura è molto più vicina alla natura sistemica della Physical AI: la macchina può essere agevolabile insieme al calcolo che esegue i modelli, alla rete che collega flotta e fabbrica, al software che controlla il robot, al gemello digitale che consente la validazione e agli strumenti che governano il ciclo di vita dell'AI. La piattaforma, aperta nel giugno 2026, ha registrato 3.355 prenotazioni per oltre 1,25 miliardi di euro di investimenti in dieci giorni [22]; sono prenotazioni, non investimenti completati, tanto meno capacità entrata in produzione.

L'UPB ha misurato l'intensità del nuovo regime in termini di valore attuale del risparmio d'imposta: circa il 40 per cento del costo fino a 2,5 milioni, il 23 per cento tra 2,5 e 10 e l'11 per cento tra 10 e 20 milioni (tasso di sconto del 3 per cento, vita utile di cinque anni, capienza piena), il doppio del credito 4.0 del 2023-2025 e poco sopra il regime del 2019; per i beni immateriali, agevolati con gli stessi coefficienti, è l'intensità più alta mai prevista [54]. Per la Physical AI significa che la pila degli allegati IV e V è agevolata al livello massimo del decennio. Lo stesso calcolo rende visibile il limite dello strumento: il beneficio presuppone imponibile capiente e si manifesta per cassa solo dal saldo IRES del 2027, perché l'acconto 2026 è calcolato senza la misura. La relazione tecnica assume, secondo la ricostruzione dell'UPB, una capienza del 75 per cento circa delle maggiori quote; il residuo è rinviato attraverso le perdite riportabili [55]. Per un progetto pilota di Physical AI condotto da una PMI, che sostiene i costi di integrazione prima di avere reddito aggiuntivo, la deduzione è un beneficio differito di natura.

La mappa è ampia ma non completa. Restano difficili da riconoscere il tempo degli operatori che formalizzano le eccezioni, il lavoro di co-progettazione, la costruzione iniziale dei dati, la negoziazione delle responsabilità, il cambiamento dei turni e la conoscenza prodotta da un fallimento controllato. Alcuni software di ridisegno sono inclusi; il ridisegno come processo umano e organizzativo non diventa per questo un bene facilmente ammortizzabile. E proprio la completezza dell'elenco crea un rischio nuovo: quando hardware, rete, calcolo e software sono tutti agevolabili, un'impresa può essere tentata di acquistare capacità nominale superiore a quella che sa usare. La modularità economica conta più della completezza del catalogo: un piccolo sistema che produce apprendimento replicabile vale più di una pila estesa che resta ferma.

3.5 Che cosa insegna la sequenza

Quattro regimi, quattro errori da evitare. Primo, confondere ammissibilità e convenienza: la norma stabilisce che una spesa appartiene al perimetro agevolato; non certifica che il robot sia la soluzione migliore, che la domanda assorba la produzione o che il processo disponga dei complementi. Secondo, anticipare il calendario senza anticipare la capacità: scadenze, prenotazioni e aliquote concentrano gli ordini, mentre il progetto tecnico e organizzativo segue un orologio diverso; un bene acquistato per non perdere l'agevolazione può arrivare prima che situazione iniziale, dati, layout e responsabilità siano pronti. Terzo, rafforzare la selezione degli adottanti: le misure automatiche riducono la discrezionalità, ma chi possiede competenze fiscali e tecniche, reddito imponibile, accesso al credito e progetti cantierabili reagisce prima. L'evidenza UPB quantifica

questa selezione per strumento: con la maggiorazione il 70 per cento delle beneficiarie era capiente contro il 59 con il credito; il Mezzogiorno riceveva il 9 per cento del beneficio con la maggiorazione e il 17-18 con il credito; per le micro e piccole imprese l'effetto sul tasso di investimento è inferiore a 1,5 punti con la maggiorazione e superiore a 5 con il credito [53]. Quarto, dimensionare la pila sull'elenco. Una quinta lezione viene dalla prima Transizione 5.0: quando il beneficio è legato a un risultato, il risultato deve essere quello che genera valore nel processo, e l'apparato di misura deve essere proporzionato alla dimensione dell'impresa e alla maturità della tecnologia.

La lezione non è che gli incentivi fiscali siano inutili. Industria 4.0 ha mostrato la forza amministrativa di un oggetto riconoscibile; Transizione 4.0 ha ampliato l'accesso e prodotto un aumento misurabile degli investimenti; la prima Transizione 5.0 ha legato il beneficio a una prestazione; la Nuova Transizione 5.0 riconosce l'intera pila tecnologica. Ogni regime ha scelto un equilibrio fra semplicità, accesso, risultato, verificabilità e costo amministrativo. La politica può ridurre il costo del capitale. Non può conoscere in anticipo tutte le combinazioni produttive. Il suo compito più realistico è rendere meno costosa la sperimentazione disciplinata, diffondere misure comparabili e impedire che il vantaggio fiscale premi soltanto chi sa già assorbire il rischio. Per una PMI la barriera principale è spesso il costo di scoprire se il robot serva davvero, prima ancora del prezzo del robot.

4. Il pacchetto in formazione: necessario ma incompleto

4.1 Che cosa è stato annunciato

Le componenti del pacchetto italiano, come descritte dalle dichiarazioni ufficiali e dalla stampa specializzata fra settembre e ottobre 2026, sono cinque [1] [2] [3]. Un fondo, nell'ordine di 200-300 milioni di euro, da istituire con la legge di bilancio 2027, per incentivare innovazione e produzione di robot avanzati inclusi gli umanoidi. Gli Accordi per l'innovazione, lo strumento negoziale del Ministero per progetti di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, come veicolo per sostenere le imprese collocate nei vari segmenti della filiera. Un ruolo di capofiliera per una grande impresa a controllo pubblico, destinata ad aggregare la domanda, coordinare i fornitori e fornire la scala che i singoli produttori non hanno. Un comitato intergovernativo, istituito con emendamento alla legge sulla concorrenza e sostenuto dal CNEL, per esaminare gli effetti su lavoro e welfare degli umanoidi nelle fabbriche. Un documento informale congiunto con Germania e Francia da presentare alla Commissione europea, con l'obiettivo di fare della robotica avanzata una priorità della politica industriale europea, con la certificazione fra i «principi fermi». Una mappatura della filiera accompagna il pacchetto. Le dichiarazioni indicano anche una proroga del regime di iperammortamento, che è una misura dal lato della domanda ma riproduce il disegno dello schema esistente.

Le reazioni del settore sono state misurate. Il direttore scientifico dell'IIT ha accolto l'idea di un capofiliera nazionale ma ha avvertito che dev'essere il mercato, non lo Stato, a indicare il candidato naturale, spettando allo Stato una spinta iniziale e un «capitale paziente» per un mercato «nuovo, molto rischioso»; ha anche osservato che nelle misure passate è mancato «lo sviluppo software» [2]. Il presidente di UCIMU, l'associazione dei costruttori di macchine utensili, ha insistito su un approccio «ritagliato sui singoli clienti», avvertendo che altrimenti si ottiene «qualcosa di generico», non adatto agli standard industriali [2]. Il direttore del PRISMA Lab dell'Università Federico II ha messo in guardia da una bolla, dagli scenari di fabbrica buia e dalla demonizzazione

dell'hardware cinese sul quale si può sviluppare software italiano o europeo [2]. L'amministratore delegato di Generative Bionics ha descritto una strategia di piattaforma, GENE.01, personalizzata su tre livelli (modello di AI, design esterno, mani e piedi) per ciascun lavoro, con pelle tattile usata solo dove serve e un prezzo che segue il valore del lavoro svolto, dai 20-30 mila euro di un umanoide che balla ai 140-150 mila di uno impiegato in manipolazioni ad alto valore [2].

4.2 La logica del pacchetto, e ciò che prende da Cina e Stati Uniti

Il pacchetto ha una logica interna che va riconosciuta. L'Italia possiede una base solida nella robotica industriale (8.783 installazioni nel 2024, secondo mercato europeo nonostante un calo del 16 per cento [23]), un'istituzione di ricerca di livello internazionale nella robotica umanoide, uno spin-off che ha raccolto 70 milioni di euro nel 2025 con la guida del fondo AI di CDP Venture Capital e che ha un cliente industriale con un programma quadriennale [24] [25], una rete densa di integratori e costruttori di macchine speciali, e una traiettoria demografica che rende preziose nel medio periodo le tecnologie che risparmiano lavoro. Ha pochi produttori di umanoidi, «che si contano sulle dita di una mano» [2], e una consapevolezza acuta, dopo che gli Stati Uniti hanno inserito i dispositivi robotici avanzati di produzione estera nella Covered List della FCC dal 28 luglio 2026 [26], che l'origine del dispositivo connesso sta diventando materia di politica di sicurezza. Finanziare la produzione, aggregare la domanda dietro un campione pubblico e cercare scala europea è una risposta coerente alla domanda «come evita l'Italia di importare il proprio futuro robotico?».

È anche una risposta modellata, consapevolmente o no, su ciò che fanno i due sistemi leader. La Cina tratta lo scenario applicativo come infrastruttura industriale. L'iniziativa MIIT-SASAC del 2026 per l'addestramento in scenari reali chiede a dieci aree provinciali di proporre almeno venti scenari ciascuna e a ogni impresa statale centrale almeno dieci, in manifattura, ispezione, manutenzione, logistica, commercio, sanità, sicurezza ed emergenza; utente, produttore del robot, fornitore del modello, componentista e centro di ricerca formano un consorzio applicativo; l'utente deve quantificare l'obiettivo, fornire dati di processo e contribuire alla verifica; l'obiettivo dichiarato per fine 2026 è oltre cento scenari ad alto valore e una capacità di distribuzione nell'ordine delle diecimila unità [27]. Il piano di Shanghai fissa per il 2027 cento imprese leader, cento scenari, cento prodotti e un valore del nucleo industriale di 50 miliardi di yuan, con contributi fino al 30 per cento dell'investimento approvato per progetti su modelli di AI e sistemi di controllo e buoni per dati, calcolo e piattaforme open source [28]. Pechino Yizhuang finanzia cento milioni di yuan l'anno in buoni per i dati e contributi differenziati per chi apre lo scenario e per chi fornisce il robot [29]. Gli Stati Uniti, al contrario, guidano attraverso il capitale e lo strato che governa gli altri: investimenti privati in AI per 285,9 miliardi di dollari nel 2025 contro 12,4 in Cina [30], modelli visione-linguaggio-azione di frontiera, piattaforme di simulazione e calcolo, con una politica di sicurezza (NSPM-11, la lista FCC) che seleziona sempre più i fornitori e crea domanda per alternative domestiche [26] [31].

Il pacchetto italiano prende dal modello cinese l'idea del campione e della filiera e da quello americano la cornice di sicurezza. Ciò che non prende dalla Cina è l'elemento che rende quel modello più di un sussidio ai produttori: l'apertura sistematica di scenari reali da parte degli utilizzatori, con obiettivi quantificati, dati di processo e obblighi di verifica, e il trattamento esplicito del sito di impiego come luogo in cui si generano i dati di apprendimento. Ciò che non prende dagli Stati Uniti è la disciplina di lasciar fallire rapidamente molte ipotesi davanti a clienti paganti.

4.3 Perché il pacchetto è incompleto

Tre lacune discendono dall'analisi delle sezioni 2 e 3.

La prima è l'assenza di domanda qualificata. Un fondo per la produzione e un capofiliera presuppongono che qualcuno compri e metta in servizio i robot prodotti. In Italia nel 2025 il 16,4 per cento delle imprese con almeno dieci addetti usava almeno una tecnologia di AI, dall'8,2 per cento del 2024, ma il 53,1 per cento fra le grandi contro il 15,7 fra le PMI; fra gli utilizzatori di AI, solo il 5,9 per cento la impiegava per il movimento fisico autonomo delle macchine; quasi il 60 per cento delle imprese che avevano valutato l'AI senza adottarla indicava la mancanza di competenze come ostacolo [32]. L'Osservatorio del Politecnico di Milano stima il mercato italiano della robotica 2025 in 2,2 miliardi di euro di spesa in conto capitale (3,5 inclusi i costi operativi), con il 28 per cento delle imprese analizzate che usa robotica e solo il 3 per cento degli utilizzatori che sperimenta umanoidi, atteso all'11 per cento nel 2028 [33]. Il lato dell'adozione è sottile, concentrato nelle grandi imprese e vincolato dalle competenze più che dal prezzo. Un fondo che aumenta l'offerta di macchine senza aumentare il numero di imprese capaci di metterli in servizio produrrà esportazioni, obiettivo legittimo ma non quello annunciato, oppure magazzino. A questa lacuna se ne aggiunge una di disegno finanziario, che l'esperienza del 2025 rende prevedibile. L'UPB documenta che i plafond del credito 4.0 (2,2 miliardi) e della prima Transizione 5.0 hanno generato una corsa alla prenotazione nelle ultime settimane utili, l'esaurimento comunicato il 6 e l'11 novembre 2025, il decreto-legge n. 175/2025 e rifinanziamenti ex post per 1,3 miliardi: il tetto ha spostato l'onere senza limitarlo e ha concentrato le decisioni di investimento sul calendario fiscale anziché su quello tecnico [54] [56]. Un fondo per la produzione di robot avanzati con dotazione fissa e sportello cronologico riprodurrebbe il meccanismo su una tecnologia meno matura e su una platea di produttori che si contano «sulle dita di una mano». La forma del contratto a prestazione (strumento D) e l'erogazione per tranche (strumento B) sono anche la risposta a questo problema.

La seconda lacuna è l'assenza di un'infrastruttura di apprendimento. Il valore della Physical AI si accumula nel ciclo fra dati, modello, simulazione, integrazione e flotta. Chi controlla quel ciclo impara da ogni impiego e migliora più in fretta. Se le fabbriche italiane forniscono gli scenari, i dati e il lavoro di integrazione mentre l'apprendimento resta a una piattaforma, nazionale o estera, il paese fornisce l'input più prezioso e ricompra l'intelligenza accumulata nei propri stabilimenti. Il pacchetto affronta questo rischio dal lato dell'offerta, sperando che la piattaforma sia italiana. Non lo affronta dal lato della domanda, dove gli strumenti sono contrattuali e istituzionali: interoperabilità, portabilità di registri e modelli, accesso ai dati per verifica e contenzioso, e centri di prova neutrali nei quali i risultati di un progetto pilota diventino conoscenza trasferibile anziché patrimonio privato del fornitore.

La terza lacuna è l'asimmetria fra la sofisticazione del comitato sul lavoro e la povertà degli strumenti sul lavoro. Un comitato con il CNEL per esaminare gli effetti è il riflesso istituzionale corretto. Ma l'evidenza sull'interazione uomo-robot, da Eurofound, EU-OSHA e ILO, è coerente su un punto: gli esiti dipendono dal disegno organizzativo e dalla partecipazione prima dell'installazione, non dalla valutazione ex post [34] [35] [36]. Il lavoro nascosto dell'autonomia, il ruolo di insegnamento degli operatori esperti, il rapporto di supervisione e la titolarità dei dati generati dalle dimostrazioni dei lavoratori sono variabili di disegno di ciascun progetto. Appartengono alle condizioni dell'incentivo, non soltanto al mandato di un comitato.

Nulla di questo argomenta contro il fondo, gli accordi, il capofiliera o il documento europeo. Argomenta che costituiscono un pilastro di una politica che ne richiede due. Il resto del testo riguarda il secondo.

5. Principi di disegno per un pilastro dal lato della domanda

Dall'evidenza discendono sei principi. Sono formulati come vincoli sul disegno degli strumenti e non come obiettivi, perché sugli obiettivi è facile accordarsi e sui vincoli gli schemi di incentivo riescono o falliscono.

Principio 1. Neutralità della forma. L'incentivo non deve premiare l'umanoide come categoria. La scelta razionale cerca l'architettura minima sufficiente al compito: un braccio fisso in cella per lavoro stabile ad alti volumi; un cobot dove lo spazio è condiviso e i cambi sono frequenti ma il processo è ben definito; un manipolatore mobile su ruote dove più postazioni sono raggiungibili senza scale; un quadrupede per l'ispezione in ambienti irregolari; un umanoide o un ibrido dove il brownfield è costoso da modificare, la varietà è elevata, locomozione e manipolazione devono combinarsi e il riuso fra compiti è reale [5]. Se una base su ruote e due bracci risolvono il problema, le gambe aggiungono rischio senza valore; se una pinza intercambiabile copre il novanta per cento dei pezzi, una mano a cinque dita deve giustificare manutenzione, peso e disponibilità contro il dieci restante. Una misura che pagasse di più la forma antropomorfa premierebbe la narrazione più riconoscibile, non la soluzione migliore. Il lavoro del NIST sulle prestazioni delle tecnologie robotiche emergenti per le PMI, che include esplicitamente gli umanoidi fra le tecnologie da confrontare su processi rappresentativi, è il riferimento corretto: misure comparabili, non una morfologia preferita [37].

Principio 2. Ogni numero ha un denominatore. Il tasso di successo senza il numero di tentativi, ripristini ed esclusioni è decorativo. L'autonomia senza interventi per ora, loro durata, tempo di attenzione e rapporto operatori/robot è un'impressione. La disponibilità senza la distinzione fra tecnicamente acceso e operativamente capace è un dato di marketing. Il costo per ora di calendario non è il costo per unità conforme consegnata al processo successivo. Un incentivo che condizioni una parte del beneficio ai risultati deve specificare i denominatori in anticipo, in un protocollo che impresa e fornitore non possano cambiare dopo aver visto i dati. La situazione iniziale deve descrivere la soluzione esistente, non un lavoratore astratto: se oggi il processo usa un cobot, una dima o una macchina speciale, l'umanoide va confrontato con quella combinazione.

Principio 3. Porte, non una soglia unica. Il passaggio dall'esperimento alla produzione può essere organizzato attraverso quattro porte, ciascuna con una domanda diversa e un'evidenza d'uscita diversa: la demo controllata (il compito è fisicamente e computazionalmente possibile? uscita: una descrizione riproducibile di condizioni e limiti), il pilota tecnico (la capacità è ripetibile e robusta in un ambiente rappresentativo? uscita: un registro dei fallimenti), il pilota produttivo (il sistema genera valore nel processo reale? uscita: metriche con denominatori, costo totale, lavoro) e la messa in produzione su scala (il risultato si replica su linee, turni, siti e persone? uscita: la seconda installazione costa meno della prima). Ogni porta dovrebbe avere criteri di entrata, uscita e arresto. Saltare le porte non accelera l'adozione; trasferisce il costo di apprendimento dal fornitore all'utilizzatore, o dall'utilizzatore ai lavoratori. La prima Transizione 5.0 ha insegnato che una soglia unica ex post su una sola prestazione è insieme troppo esigente per i progetti sperimentali e troppo stretta per il valore effettivamente generato; le porte distribuiscono la

verifica lungo il progetto e rendono il fallimento informativo anziché squalificante. Il principio risponde anche a una domanda posta nel dibattito italiano a partire dalla stessa audizione: se lo Stato debba ridurre il rischio di chi investe o aumentare il premio di chi, investendo, aumenta la produttività, secondo la proposta di productivity tax rebate di Baumol, Blackman e Wolff [57] [58]. Un premio ex post commisurato ai profitti ha il limite che l'evidenza UPB rende visibile: andrebbe alle imprese già performanti e capienti, cioè alla stessa platea su cui la deduzione concentra il beneficio e su cui l'effetto marginale dell'incentivo è minore. Le porte sono una terza via tra il sussidio all'input e il premio al risultato: non pagano l'acquisto né il profitto, pagano la misurazione, e trattano l'arresto documentato come un esito che produce conoscenza anziché come un fallimento che attiva il recupero.

Principio 4. Test before invest, con neutralità e trasferibilità. Gli European Digital Innovation Hub sono nati per consentire alle imprese, in particolare alle PMI, di provare tecnologie e competenze prima di impegnare l'investimento principale [38]. Un buon test parte dal processo che l'impresa porta; usa i suoi oggetti, varianti, tempi, errori e vincoli; confronta più morfologie e include l'alternativa di una riprogettazione senza robot; misura lavoro umano residuo, integrazione e costo di cambio, non solo il successo del gesto; produce un dossier che l'impresa può usare per decidere, negoziare con i fornitori e costruire il business case. Due condizioni proteggono il valore del test. Neutralità: gli interessi possono esistere, ma devono essere visibili, il catalogo delle tecnologie deve dichiarare proprietà e finanziamenti, le metriche devono essere pubbliche e applicabili a più sistemi, e il centro deve poter raccomandare di non comprare. Trasferibilità: risultati aggregati e anonimizzati su prestazioni, modalità di guasto e costi devono diventare bene comune, perché cento PMI non paghino cento volte per scoprire che una certa presa fallisce su un materiale deformabile. Un centro di prova valutato sul numero di robot collocati avrebbe un incentivo a ignorare l'alternativa non robotica; un centro valutato sulla riduzione del rischio e sul valore del processo può raccomandare di non acquistare.

Principio 5. Dati, registri e aggiornamenti sono oggetti contrattuali. Ogni impiego sostenuto con denaro pubblico dovrebbe recare clausole minime su titolarità e accesso ai dati di processo, portabilità dei registri in formati esportabili, accesso di un perito indipendente in caso di contenzioso, versionamento e ripristino degli aggiornamenti software, notifica delle vulnerabilità e condizioni alle quali il fornitore può usare i dati dell'utilizzatore per addestrare modelli trasferiti ad altri clienti. È la direzione regolatoria europea, prima che una preferenza: la nuova direttiva sulla responsabilità da prodotto include il software nella nozione di prodotto e considera un prodotto potenzialmente difettoso dopo l'immissione sul mercato quando software o servizi collegati restano sotto il controllo del fabbricante, con recepimento entro il 9 dicembre 2026 [39]; l'AI Act impone la registrazione automatica per i sistemi ad alto rischio e la conservazione dei registri sotto il controllo dell'utilizzatore, con informazione preventiva ai rappresentanti dei lavoratori [40] [41]; il Cyber Resilience Act avvia la notifica delle vulnerabilità attivamente sfruttate l'11 settembre 2026 [42]; il Regolamento macchine si applica dal 20 gennaio 2027 con requisiti per le macchine autonome [43]. Un incentivo che anticipi questi obblighi nelle proprie condizioni riduce, anziché aumentare, l'onere di conformità, perché rende il dossier riutilizzabile.

Principio 6. Il lavoro è una variabile di progetto, non una valutazione ex post. Ogni progetto oltre una soglia di investimento o di impatto occupazionale dovrebbe includere una valutazione dei compiti e un piano professionale: quali ore cambiano, quali persone sono esposte, quali ruoli crescono, quale formazione avviene in orario di lavoro, come si gestiscono carico di supervisione, mobilità ed esuberi, come vengono riconosciuti i dati generati dalle dimostrazioni

dei lavoratori. La partecipazione prima dell'installazione può cambiare architettura, metriche e perfino la scelta fra umanoide e alternativa; la partecipazione dopo il contratto cambia dettagli. Il comitato con il CNEL dovrebbe ricevere i risultati aggregati di questi piani, non sostituirli.

6. Un'architettura operativa: cinque strumenti

I sei principi si traducono in cinque strumenti. La figura 1 li colloca accanto alle cinque componenti del pacchetto annunciato.

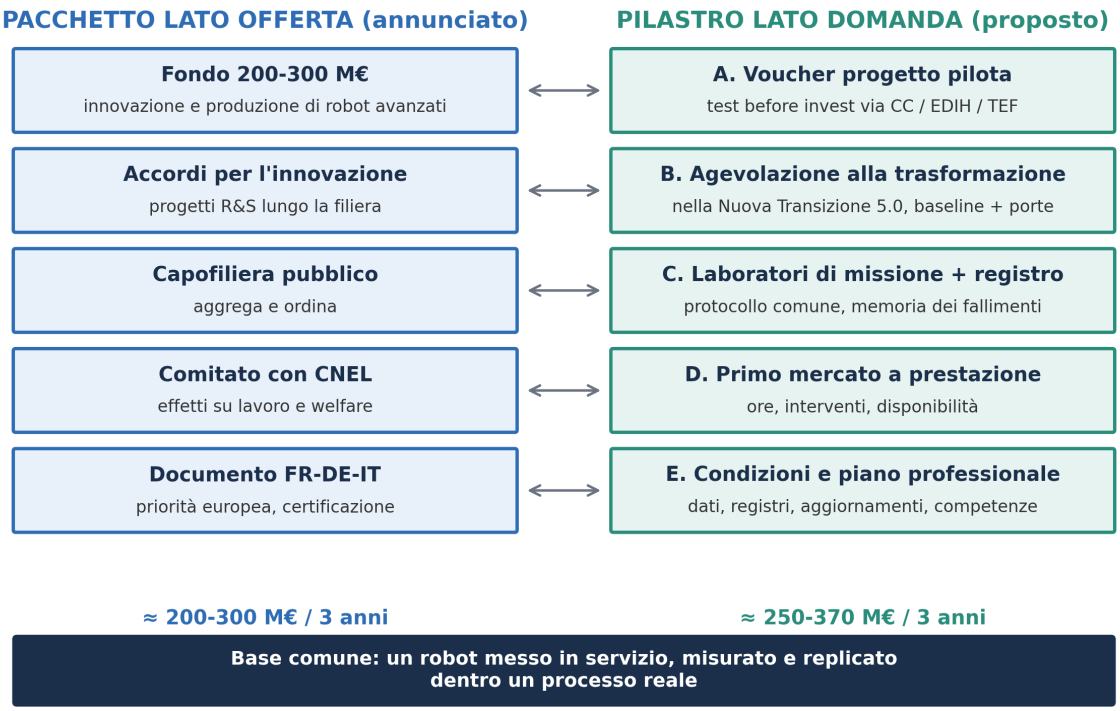


Figura 1. Pacchetto dal lato dell'offerta e pilastro dal lato della domanda

Sono disegnati per innestarsi nel sistema istituzionale esistente (Competence Center, EDIH, Testing and Experimentation Facilities, piattaforma della Nuova Transizione 5.0, Accordi per l'innovazione, appalti pubblici) anziché creare nuovi organismi, e per essere finanziabili dentro o accanto al fondo annunciato. La tabella 2 li riassume; i paragrafi successivi danno disegno e ordini di grandezza.

Tabella 2. Il pilastro dal lato della domanda: cinque strumenti

Strumento	Chi eroga	Che cosa paga	Condizione	Scala indicativa (3 anni)
A. Voucher per il progetto pilota Physical AI	Competence Center, EDIH, TEF (nodo AI-MATTERS), con protocollo comune	Mappatura del processo, confronto neutrale di ≥ 2 architetture inclusa l'alternativa non robotica, progetto pilota rappresentativo, dossier di rischio e TCO	L'impresa porta un processo reale e una situazione iniziale; i risultati (anonimizzati) alimentano il registro nazionale; il dossier può concludere «non investire»	60-80 M€; 1.500-2.000 progetti pilota a 30-50 k€ medi, quota pubblica 70% per le PMI
B. Agevolazione alla trasformazione nella Nuova Transizione 5.0	MIMIT (piattaforma), con perizia asseverata estesa al piano di trasformazione	Ingegneria di integrazione, costruzione iniziale dei dati, riprogettazione del processo, formazione in orario di lavoro, dossier di sicurezza, cybersecurity, governo dei dati: costi non riconosciuti dagli allegati IV-V	Situazione iniziale e metriche dichiarate ex ante con il protocollo delle porte; beneficio in due tranche (porta del pilota produttivo; replica o arresto documentato)	100-150 M€ come credito d'imposta con tetto per progetto (es. 30% del costo dei beni, max 300 k€)
C. Laboratori di missione e registro nazionale delle evidenze	Rete dei centri esistenti, uno per famiglia di scenari (saldatura e lavorazioni gravose, logistica variabile, ispezione, agroalimentare, assistenza, costruzioni, emergenza)	Attrezzature, protocollo comune, confronto multi-fornitore, memoria dei fallimenti, formazione degli integratori	Regole di neutralità; metriche pubbliche; risultati trasferibili all'impresa; registro con classi anonime di eventi, versioni e azioni correttive	40-60 M€ più sostegno operativo pluriennale; raccordo con l'iniziativa UE sulla robotica basata sull'AI
D. Contratti di primo mercato a prestazione	Utilizzatori pubblici e parapubblici (sanità, porti, utility, logistica della difesa, opere pubbliche) e capofiliera	Ore operative, interventi, disponibilità e produzione conforme, non unità; RaaS ammesso	Livelli di servizio con denominatori; clausole di uscita e reversibilità; portabilità di dati e registri	Dentro il fondo annunciato e gli Accordi per l'innovazione; es. 50-80 M€ riservati
E. Condizioni per le piattaforme finanziate e transizione professionale	MIMIT, con comitato CNEL e parti sociali	Interoperabilità, apertura del modello URDF ove applicabile, portabilità dei registri, governo degli aggiornamenti; valutazione dei compiti e piano professionale oltre soglia	Vincolante per ogni beneficiario del fondo o di un Accordo per l'innovazione; proporzionata per le PMI	Nessun costo diretto; sostegno alla conformità tramite lo strumento A

6.1 Strumento A: il voucher per il progetto pilota Physical AI

Il voucher finanzia la scoperta, non l'acquisto. L'impresa entra con un processo, non con un prodotto in mente. Il primo nodo (un EDIH o un Competence Center, secondo un protocollo nazionale di triage) effettua una valutazione preliminare: maturità del caso, dati disponibili, rischio, alternative e centro più adatto. Il secondo organizza il progetto pilota con metriche comuni. Il terzo aiuta a costruire contratto, finanziamento e piano di replica. Il progetto pilota segue cinque passaggi, che estendono le quattro porte della sezione 5 con la ricostruzione della situazione iniziale e il confronto neutrale: situazione iniziale (il processo esistente, inclusa la soluzione esistente);

confronto neutrale (almeno due architetture plausibili, o la motivazione per cui una sola è tecnicamente sensata; la forma umana non riceve corsie preferenziali); progetto pilota rappresentativo (oggetti, ritmo e perturbazioni riproducono la coda difficile del processo; si registrano tipo, durata e distribuzione temporale degli interventi, non solo la media); disegno del servizio e del contratto (titolarità dei dati, accesso ai registri, responsabilità sugli aggiornamenti, ricambi, cybersecurity, tempo di ripristino, supporto remoto, costo delle nuove varianti, condizioni di uscita); replica (che cosa resta valido cambiando linea, sito o famiglia di prodotti; componenti riusabili separati dall'ingegneria locale).

L'uscita è un dossier breve, un insieme di dati e una decisione: continuare, restringere il compito, cambiare architettura o fermarsi. Fermare presto un progetto sbagliato è un esito positivo e va contato come tale. L'Italia possiede già la rete di erogazione: otto Competence Center, finanziati con 180 milioni di euro dal PNRR, che nei tre anni precedenti hanno fornito oltre tremila servizi e sostenuto circa 450 progetti di ricerca e sviluppo e che un atto di indirizzo congiunto MIMIT-MUR del 2026 colloca fra i livelli di maturità tecnologica 5 e 9 [44]; una rete di 27 centri fra cui 13 EDIH e 2 Testing and Experimentation Facilities [45]; il nodo italiano di AI-MATTERS, coordinato da MADE con FBK e Reply, per le prove di AI e robotica nella manifattura [46]; nuovi spazi dedicati come RoboCom di ARTES 4.0 a Pontedera, 520 metri quadrati e oltre 25 attrezzature, annunciato nel luglio 2026 per test applicati su umanoidi e animaloidi [47]. I nodi esistono; manca il protocollo che rende comparabili i loro risultati e la linea di finanziamento che rende il servizio accessibile alle imprese che non possono pagare la scoperta.

Ordine di grandezza: a un costo medio di 30-50 mila euro per progetto pilota e una quota pubblica del 70 per cento per le PMI, 60-80 milioni di euro in tre anni finanzierebbero 1.500-2.000 progetti pilota, numero comparabile al tasso di sperimentazione degli umanoidi al 2028 atteso dagli intervistati dell'Osservatorio del Politecnico, applicato alla popolazione delle imprese che già usano robotica.

6.2 Strumento B: un'agevolazione alla trasformazione dentro la Nuova Transizione 5.0

Il regime vigente riconosce la pila dei beni con completezza inusuale. L'agevolazione alla trasformazione riconoscerebbe, per i progetti di Physical AI, i complementi che gli allegati IV e V non possono elencare perché non sono beni: ore di ingegneria di integrazione, costruzione iniziale e annotazione dei dati, riprogettazione del processo, formazione in orario di lavoro, dossier di sicurezza e suoi aggiornamenti, impostazione della cybersecurity, governo dei dati e disegno contrattuale. Assume la forma di un credito d'imposta sui costi complementari documentati, con tetto per progetto (per esempio il 30 per cento del costo dei beni ammissibili, con massimale di 300 mila euro), gestito sulla piattaforma della Nuova Transizione 5.0 così da evitare una nuova procedura discrezionale. La forma del credito, e non della maggiorazione, discende dall'evidenza: la platea destinataria sono micro e piccole imprese che sostengono i costi complementari prima di avere imponibile aggiuntivo, e per questa platea l'UPB stima un effetto dell'incentivo oltre tre volte superiore con il credito che con la deduzione [53]. La convivenza di una deduzione sui beni e di un credito sui complementi mantiene la contabilizzazione per cassa della parte prevalente dell'onere e concentra sul credito, con tetto per progetto e quindi prevedibile, la parte che deve raggiungere le imprese non capienti.

La condizione è quella che la prima Transizione 5.0 ha tentato con la prestazione sbagliata: una situazione iniziale e un insieme di metriche dichiarati ex ante, ma tratti dal protocollo delle porte dello strumento A anziché da un calcolo energetico, e verificati in due punti anziché in uno. La

prima tranche è rilasciata alla porta del pilota produttivo (metriche con denominatori registrate su un periodo definito); la seconda alla replica o a un arresto documentato. Un arresto documentato non attiva il recupero: il progetto ha prodotto conoscenza e quella conoscenza, in forma anonimizzata, entra nel registro. È questa la caratteristica che distingue un'agevolazione alla trasformazione da un premio di prestazione. Non richiede che ogni progetto riesca; richiede che ogni progetto misuri.

La figura 2 mostra come le due tranche si agganciano alla sequenza delle porte e come ogni porta, arresto compreso, alimenta il registro.

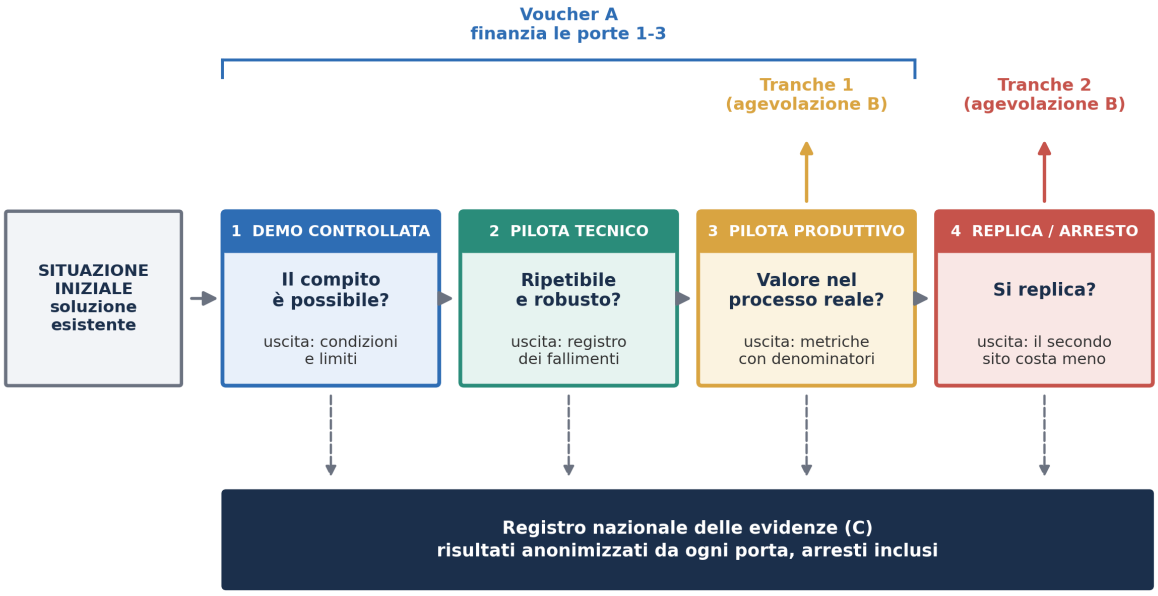


Figura 2. Porte, tranche e registro delle evidenze

La perizia tecnica asseverata già richiesta dal regime può essere estesa al piano di trasformazione senza creare un nuovo livello di certificazione. La piattaforma esiste già. L'ordine di grandezza, 100-150 milioni di euro nei tre anni del regime, è comparabile al fondo annunciato per il lato dell'offerta e raggiungerebbe, al massimale, 400-500 progetti, ovvero diverse migliaia alla dimensione tipica di un progetto pilota di PMI.

6.3 Strumento C: laboratori di missione e registro nazionale delle evidenze

Il voucher per il progetto pilota paga la scoperta dell'impresa; i laboratori di missione pagano quella del sistema. Ogni laboratorio si concentra su una famiglia di scenari (saldatura e lavorazioni gravose, intralogistica variabile, ispezione, agroalimentare, assistenza e cura, costruzioni, emergenza), riunisce più produttori, utilizzatori, integratori, ricercatori, specialisti di sicurezza e rappresentanti dei lavoratori, usa un protocollo comune e pubblica risultati comparabili al livello consentito. Il laboratorio non promuove un vincitore. Riduce l'asimmetria informativa: un'impresa entra con un compito e vede le alternative (automazione dedicata, cobot, piattaforma mobile, umanoide, miglioramento organizzativo), e la prova copre prestazione, integrazione, lavoro, aggiornamenti e costo. La rete conserva memoria dei fallimenti. Un sensore degradato dalla polvere, una batteria insufficiente, una teleoperazione troppo costosa o un utensile non certificabile sono risultati; se restano dentro un contratto privato, un'altra PMI pagherà per scoprirli di nuovo.

Il registro nazionale aggrega, con classi anonime e protezione dei segreti industriali, ore operative, classi di evento, quasi incidenti, versioni coinvolte e azioni correttive. Serve a tre pubblici: le imprese (per decidere), i fornitori (per dare priorità), la politica (per capire quali applicazioni, morfologie e complementi meritano sostegno). Va progettato fin dall'inizio per essere federato a livello europeo: la proposta euROBIN di un AI-based Robotics Act, presentata al Parlamento europeo il 2 settembre 2026 con obiettivi del 33 per cento del mercato mondiale della robotica general purpose basata sull'AI entro il 2035 e di cinque-dieci grandi produttori europei [48], e il documento franco-tedesco-italiano avranno bisogno esattamente di questo tipo di infrastruttura condivisa di evidenze, e la BEI ha stimato un fabbisogno di 13-16 miliardi di euro entro il 2030 per infrastrutture tecnologiche di prova e sviluppo nell'Unione [49]. L'Italia può specializzarsi nei protocolli di integrazione per la manifattura diffusa e portarli in Europa come bene comune.

Ordine di grandezza: 40-60 milioni di euro di capitale in tre anni per sette laboratori di missione costruiti su centri esistenti, più un sostegno operativo pluriennale con indicatori di trasferimento (repliche, imprese servite, tempo dal test al contratto, norme tecniche prodotte, casi interrotti prima di un investimento sbagliato).

6.4 Strumento D: contratti di primo mercato a prestazione

Il capofiliera e il fondo danno un compratore al lato dell'offerta. La qualità di quella domanda decide se essa disciplina o protegge. Il programma cinese è esplicito su questo punto: le imprese statali agiscono da utilizzatori, devono quantificare gli obiettivi, fornire dati di processo, contribuire alla verifica e conservare finestre di uscita per le soluzioni instabili; noleggio e pagamento a risultato sono ammessi [27]. La stessa logica può applicarsi alla domanda pubblica e parapubblica italiana (sanità, porti, utility, logistica della difesa, opere pubbliche) e al capofiliera stesso. I contratti dovrebbero pagare la prestazione, non le unità: ore operative, interventi, disponibilità e produzione conforme, con livelli di servizio dotati di denominatori, clausole di uscita e reversibilità, portabilità di dati e registri. I modelli Robot-as-a-Service sono ammissibili e spesso preferibili per un primo mercato, purché il canone sia legato a disponibilità, interventi, livelli di servizio e risultati; altrimenti l'acquirente paga per possedere a distanza lo stesso rischio.

Un utilizzatore protetto può accettare costi che un'impresa privata rifiuterebbe; un obiettivo politico può attenuare il giudizio sul fallimento; la diffusione amministrativa può precedere la convenienza. Le salvaguardie sono le stesse del disegno cinese, prove, rapporti, indicatori economici e meccanismi di uscita, con la condizione europea aggiuntiva che i risultati negativi possano circolare. Riservare 50-80 milioni di euro del fondo annunciato, o degli Accordi per l'innovazione, a contratti di primo mercato a prestazione darebbe ai produttori italiani qualcosa di più prezioso di un contributo: un cliente pagante che misura.

6.5 Strumento E: condizioni per le piattaforme finanziate e transizione professionale

Il quinto strumento non ha costo diretto. Lega condizioni a ogni beneficiario del fondo, di un Accordo per l'innovazione o di un contratto di primo mercato: interoperabilità e interfacce documentate; apertura del modello digitale del robot ove applicabile (l'URDF aperto di GENE.01 è un precedente utile [25]); portabilità dei registri in formati esportabili e copie sigillate accessibili a un perito indipendente; governo degli aggiornamenti (identità, provenienza, firma, dipendenze, prove, piano di ripristino); notifica delle vulnerabilità in linea con il Cyber Resilience Act; e, per i progetti oltre una soglia di investimento o di impatto occupazionale, una valutazione dei compiti e un piano professionale proporzionato alla dimensione. Gli integratori devono poter accedere a

interfacce, documentazione e formazione, perché la filiera italiana non diventi un mercato di installazione a basso margine per piattaforme che trattengono altrove l'apprendimento. Per le PMI il sostegno alla conformità passa dallo strumento A, perché le condizioni non diventino una nuova barriera.

Il comitato con il CNEL trova qui la propria controparte operativa. Anziché valutare gli effetti in astratto, riceve i risultati aggregati dei piani professionali, le classi di quasi incidente dal registro e i dati sul carico di supervisione dai progetti pilota, e può proporre aggiustamenti alle condizioni. La contrattazione collettiva acquista una sede stabile: commissioni aziendali o territoriali possono esaminare progetti, dati aggregati, quasi incidenti, classificazioni e formazione prima che il conflitto esploda. Le conclusioni tripartite dell'ILO del 2026 sull'AI nella manifattura e i casi Eurofound puntano esattamente in questa direzione: finalità, progetto e controllo dei sistemi determinano gli esiti, e il dialogo sociale è il meccanismo attraverso cui vengono fissati [36] [34].

6.6 Integrazione con il fondo annunciato e con gli Accordi per l'innovazione

Il pilastro non richiede legislazione di portata generale. Gli strumenti A e C possono essere finanziati con una quota del fondo o con le linee esistenti per Competence Center ed EDIH (la misura da 50 milioni di euro per le competenze tramite i Competence Center annunciata per il 2026, con finestra dal 10 settembre al 21 dicembre, è un modello [50]). Lo strumento B richiede una disposizione nella legge di bilancio che modifichi il regime della Nuova Transizione 5.0, che il governo ha già indicato di voler prorogare. Lo strumento D è materia di disegno contrattuale dentro il fondo e gli Accordi per l'innovazione. Lo strumento E è una condizione allegata al decreto attuativo del fondo.

La tabella 3 mostra come il pilastro si innesta nel pacchetto annunciato. L'ordine di grandezza complessivo, 250-370 milioni di euro in tre anni per il lato della domanda, è comparabile ai 200-300 annunciati per il lato dell'offerta. La simmetria è voluta. Una politica che finanzia produzione e messa in servizio in misura all'incirca uguale è una politica che si aspetta che i robot finanziati vengano usati.

Tabella 3. Pacchetto dal lato dell'offerta e pilastro dal lato della domanda

Annunciato (offerta)	Complemento proposto (domanda)	Aggancio
Fondo 200-300 M€ per innovazione e produzione di robot avanzati	Strumenti A e C finanziati dentro o accanto al fondo; strumento D come quota riservata	Decreto attuativo del fondo
Accordi per l'innovazione per le imprese della filiera	Contratti a prestazione (D) e condizioni di piattaforma (E) come clausole	Schemi di accordo
Capofiliera (gruppo a controllo pubblico)	Capofiliera come primo utilizzatore qualificato con contratti a prestazione, non solo aggregatore dell'offerta	Disegno degli appalti
Proroga dell'iperammortamento	Agevolazione alla trasformazione (B) dentro la Nuova Transizione 5.0	Legge di bilancio
Comitato intergovernativo con CNEL	Piani professionali (E) e dati del registro (C) come sua base di evidenza	Mandato del comitato
Documento franco-tedesco-italiano alla Commissione	Protocollo comune di valutazione e registro federato (C) come contributo italiano	Iniziativa UE sulla robotica basata sull'AI; rete TEF

7. Misurare il programma, e sapere quando fermarlo

Il successo della politica non va misurato con il numero di umanoidi acquistati o prodotti; quella metrica premia la visibilità sul valore. Un quadro nazionale di valutazione dovrebbe includere, come minimo: tempi di accesso ai centri di prova; quota di progetti pilota che supera ciascuna porta e quota fermata prima dell'acquisto; tempo dal test alla decisione; disponibilità operativa e tassi di intervento negli impieghi sostenuti; incidenti e quasi incidenti per ora operativa; riduzione dell'esposizione ergonomica misurata prima e dopo; competenze certificate; PMI coinvolte, per classe dimensionale e regione; portabilità dei registri verificata; imprese di servizio create; qualità dei posti trasformati, sulle cinque dimensioni (fisica, temporale, cognitiva, professionale, istituzionale) che i piani di progetto devono documentare; e il rapporto del costo di replica, cioè il costo della seconda installazione come frazione della prima.

Alcuni indicatori devono poter fermare o reindirizzare il programma. Se gli incidenti crescono, se i registri non sono accessibili, se la supervisione assorbe più lavoro del previsto, se i fornitori bloccano i clienti, o se la quota di progetti pilota che raggiunge la replica resta sotto una soglia dichiarata dopo un periodo definito, il finanziamento va corretto. Una politica industriale capace di apprendere deve dichiarare in anticipo le proprie condizioni di revisione, come ogni progetto pilota deve dichiarare i propri criteri di arresto. La situazione iniziale esiste: nel 2025 il 28 per cento delle imprese italiane analizzate usava robotica e il 3 per cento degli utilizzatori sperimentava umanoidi [33]; il 16,4 per cento delle imprese con almeno dieci addetti usava l'AI e il 5,9 per cento di queste per il movimento fisico autonomo [32]. Le aspettative al 2028 degli intervistati non sono obiettivi pubblici, e la preparazione istituzionale può essere misurata anche se quelle aspettative non si realizzano.

Due ulteriori elementi di governance meritano menzione. Un'identità digitale del progetto può collegare documenti (versioni, certificati, prove, ruoli di accesso) senza creare un database centrale di segreti: l'autorità vede ciò che serve alla vigilanza, l'assicuratore ciò che serve al rischio, il lavoratore ciò che riguarda sicurezza e dati, il fornitore ciò che serve al servizio. E la governance nazionale deve raccordarsi a quella europea: molti obblighi e standard sono comuni, i fornitori operano su più mercati e nessun paese può costruire da solo una piattaforma di dati sufficiente; il vantaggio comparato dell'Italia sta nei protocolli di integrazione per la manifattura diffusa.

8. Conclusione

Il pacchetto italiano annunciato nell'autunno 2026 risponde a una domanda reale: come un paese con una solida base di robotica industriale, un'istituzione di ricerca di livello mondiale e pochi produttori di umanoidi possa evitare di importare il proprio futuro robotico. La risposta che dà, un fondo per la produzione, accordi negoziati lungo la filiera, un capofiliera pubblico e un'alleanza europea, è coerente e prende a prestito dai due sistemi che oggi guidano. È anche metà di una politica. L'altra metà riguarda la decisione che determina se un robot produce valore: la decisione di un'impresa manifatturiera di riprogettare un processo, misurare una situazione iniziale, condurre un progetto pilota, formare le persone, negoziare i diritti sui dati e, alla fine, replicare o fermarsi.

L'Italia ha già fatto questo esperimento. Transizione 4.0 ha mobilitato 60 miliardi di euro di investimenti con 22 miliardi di crediti e non ha prodotto, nel periodo osservato, guadagni diffusi di produttività, perché l'incentivo acquistava beni e non poteva acquistare la capacità organizzativa

per usarli. La Physical AI è più dipendente dai complementi, più dipendente dai dati, più fondata sul lavoro umano nascosto e meno matura delle tecnologie del 2020. Un disegno di incentivo che ripeta l'architettura del 2020, sia pure con un elenco di beni più ampio e un produttore nazionale, deve attendersi il risultato del 2020.

I cinque strumenti qui proposti, un voucher per il progetto pilota attraverso la rete esistente dei centri, un'agevolazione alla trasformazione dentro la Nuova Transizione 5.0, laboratori di missione con un registro nazionale delle evidenze, contratti di primo mercato a prestazione e condizioni vincolanti su dati, interoperabilità e transizione professionale, non richiedono nuove istituzioni. Richiedono un protocollo, una linea di finanziamento comparabile a quella già annunciata e la decisione politica di trattare la riduzione del rischio di adozione come obiettivo di pari rango rispetto alla riduzione del prezzo del bene. Per una tecnologia al livello 2 OCSE è la scelta che dà un mercato all'investimento dal lato dell'offerta.

La finestra è aperta adesso, mentre norme tecniche, filiere, contratti e competenze sono ancora in formazione. Le scelte compiute in questa fase stabiliranno chi controlla i dati, chi sostiene il rischio e chi incassa l'apprendimento. Non aspettare il robot perfetto significa costruire prima la capacità di provarlo, limitarlo, migliorarlo e, quando serve, scegliere un'altra soluzione.

Riferimenti

[1] Urso, A. (2026). Dichiarazione in occasione della visita a Generative Bionics, Genova, 1° ottobre 2026 (post LinkedIn e ANSA, «Possiamo costruire un modello tecnologico alternativo a quello asiatico», 1° ottobre 2026).

[2] Fotina, C., Pace, L. (2026). «Nel piano del governo un fondo per la filiera degli umanoidi». Il Sole 24 Ore, 30 settembre 2026, p. 4, con articoli di accompagnamento su Generative Bionics e Oversonic e interviste a G. Metta, R. Rosa e B. Siciliano.

[3] Innovation Post (2026). «Urso: nel decreto imprese e in legge di bilancio Business Wallet, incentivi per robotica e umanoidi e proroga dell'iperammortamento», settembre 2026; Agenzia Nova (2026), «Urso: acceleriamo su robotica avanzata e umanoidi», Forum Ambrosetti, Cernobbio, 4 settembre 2026.

[4] Ministero dell'Economia e delle Finanze, MIMIT, Banca d'Italia (2026). Transition 4.0 Plan: An Assessment of Investment, Employment and Productivity Effects. Rapporto finale di valutazione; Sintesi dei risultati del Piano Transizione 4.0.

[5] Belardi, M. (2026). Quando l'intelligenza artificiale prende corpo. Physical AI, robot umanoidi e futuro del lavoro. Milano: Tecniche Nuove. ISBN 978-88-481-8209-6.

[6] Municipalità di Pechino (2026). 2nd World Humanoid Robot Games: risultati finali e prove basate su scenari, agosto 2026.

[7] OECD (2025). Introducing the OECD AI Capability Indicators; Manipulation and Robotic Intelligence Scales; Technical Report. Parigi: OECD.

[8] BMW Group (2026). BMW Group scales use of humanoid robots in production. Comunicato stampa.

[9] Brynjolfsson, E., Rock, D., Syverson, C. (2021). «The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies». American Economic Journal: Macroeconomics, 13(1), 333-372.

[10] Xinhua (2026). «Robot 'teachers' preparing China's humanoids for real-world jobs».

[11] Open X-Embodiment Collaboration (2023). Open X-Embodiment: Robotic Learning Datasets and RT-X Models; DROID Collaboration (2024). DROID: A Large-Scale In-the-Wild Robot Manipulation Dataset; AgiBot World (2025). AgiBot World Colosseo.

[12] OECD (2026). Digital Technology Diffusion in the Age of AI. Parigi: OECD.

[13] Koch, M., Manuylov, I., Smolka, M. (2021). «Robots and Firms». The Economic Journal, 131(638), 2553-2584.

[14] Ministero dello Sviluppo Economico (2016-2018). Piano nazionale Industria 4.0; Impresa 4.0: risultati 2017 e azioni 2018.

[15] MIMIT (2020-2025). Nuovo Piano nazionale Transizione 4.0.

[16] MEF, MIMIT, Banca d'Italia (2024). Gli incentivi in investimenti 4.0: profilo dei beneficiari.

[17] MIMIT (2024-2025). Piano Transizione 5.0: disciplina del credito e FAQ.

[18] Cugno, M., Castagnoli, R., Büchi, G., Pini, M. (2024). «Is this time different? How Industry 4.0 affects firms' labor productivity». Small Business Economics.

[19] MIMIT (2025-2026). Report semestrale PNRR (30 settembre 2025); Avviso sulle pratiche Transizione 5.0 tecnicamente ammissibili (aprile 2026).

[20] Legge 30 dicembre 2025, n. 199, art. 1, commi 427-436, e allegati IV e V. Gazzetta Ufficiale.

[21] MIMIT (2026). Decreto 7 maggio 2026 sul nuovo iperammortamento: comunicazioni, conferma, acconto, perizia e certificazione contabile.

[22] MIMIT (2026). Nuova Transizione 5.0: prime prenotazioni (giugno 2026).

[23] International Federation of Robotics (2025). World Robotics 2025.

[24] CDP Venture Capital (2025). Generative Bionics raccoglie 70 milioni di euro.

[25] Generative Bionics (2026). GENE.01 Comes to Life; Fincantieri e Generative Bionics (2026), partnership per un robot umanoide saldatore.

[26] Federal Communications Commission (2026). Covered List update, DA 26-870 (efficace dal 28 luglio 2026).

[27] MIIT e SASAC (2026). 2026 Humanoid Robots and Embodied Intelligence Real-World Training Initiative.

[28] Municipalità di Shanghai (2025). Implementation Plan for the Development of the Embodied Intelligence Industry.

[29] Beijing Economic-Technological Development Area (2025). Measures to Promote Innovative Development of Embodied Intelligent Robots.

[30] Stanford Institute for Human-Centered AI (2026). AI Index Report 2026, capitolo Economy.

[31] The White House (2026). National Security Presidential Memorandum NSPM-11.

[32] Istat (2025). Imprese e ICT. Anno 2025.

[33] Osservatorio Innovative Robotics, Politecnico di Milano (2026). Mercato della robotica in Italia.

[34] Eurofound (2024). Human-robot interaction: What changes in the workplace?

[35] EU-OSHA (2023, 2026). Advanced robotics and AI-based systems in the workplace; Digitalisation of work: advanced robotics and AI.

[36] International Labour Organization (2026). AI in manufacturing: Challenges and opportunities for promoting decent work; conclusioni della riunione tecnica tripartita.

[37] NIST (2026). Performance of Emerging Technologies for Robotics; Humanoid Robot Baseline Performance Benchmark.

[38] Commissione europea (2026). European Digital Innovation Hubs: mandato e funzione test before invest.

[39] Direttiva (UE) 2024/2853 sulla responsabilità per danno da prodotti difettosi.

[40] Regolamento (UE) 2024/1689 (AI Act), art. 12, Conservazione delle registrazioni.

[41] Regolamento (UE) 2024/1689 (AI Act), art. 26, Obblighi dei deployer.

[42] Commissione europea (2026). Cyber Resilience Act: obblighi di notifica e calendario di applicazione.

[43] Regolamento (UE) 2023/1230 relativo alle macchine.

[44] MIMIT e MUR (2026). Atto di indirizzo congiunto sui Competence Center.

[45] MIMIT (2025-2026). Poli di innovazione digitale ed EDIH: rete italiana.

[46] MADE Competence Center (2023-2026). AI-MATTERS: nodo italiano.

[47] ARTES 4.0 (2026). RoboCom, laboratorio di robotica applicata, Pontedera.

[48] euROBIN (2026). AI-based Robotics in Europe: Final Event One Pager. Proposta di un AI-based Robotics Act, Parlamento europeo, 2 settembre 2026.

[49] Banca europea per gli investimenti (2024, 2025). The scale-up gap; Unlocking innovation: Addressing the funding needs of EU technology infrastructures.

[50] MIMIT (2026). Sviluppo delle competenze tramite i Competence Center: dotazione e finestra 10 settembre - 21 dicembre 2026.

[51] Acemoglu, D., Restrepo, P. (2019). «Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor». Journal of Economic Perspectives, 33(2), 3-30.

[52] Graetz, G., Michaels, G. (2018). «Robots at Work». The Review of Economics and Statistics, 100(5), 753-768.

[53] Ufficio parlamentare di bilancio (2025). Rapporto sulla politica di bilancio 2025, cap. 5, «L'efficacia degli incentivi Industria/Transizione 4.0 alle imprese: valutazione ex post degli effetti della maggiorazione degli ammortamenti e dei crediti d'imposta agli investimenti». Roma, giugno 2025.

[54] Ufficio parlamentare di bilancio (2026). Audizione nell'ambito dell'indagine conoscitiva sulla capacità competitiva del sistema Italia, sulle dinamiche del PIL nel periodo 1992-2025 e sulle leve di intervento sui settori produttivi, X Commissione della Camera dei Deputati, 29 settembre 2026 (L. Monteforte), presentazione completa.

[55] Ufficio parlamentare di bilancio (2025). Audizione sul disegno di legge di bilancio per il 2026, par. 4.2.4. Roma, 6 novembre 2025.

[56] Ufficio parlamentare di bilancio (2026). Focus n. 1/2026, «La manovra di bilancio per il 2026: un'analisi dei testi definitivi», 20 febbraio 2026, Appendice 2.

[57] Tria, G. (2026). «Premiare non solo chi investe ma chi aumenta la produttività». Il Sole 24 Ore, 2 ottobre 2026.

[58] Baumol, W. J., Batey Blackman, S. A., Wolff, E. N. (1989). Productivity and American Leadership: The Long View. Cambridge (MA): MIT Press.