



**CONFINDUSTRIA  
VENETO EST**

Area Metropolitana  
Venezia Padova Rovigo Treviso

# **INNOVATION ROADMAP**

**Webinar tematici: INTELLIGENZA ARTIFICIALE**

**Applicazioni pratiche di AI e Automazione  
nei processi produttivi**

**Il Digital Twin nei sistemi di gestione di  
Riscaldamento, Ventilazione e Condizionamento  
dell'Aria basati su AI**

**Ing. Adriano Cerocchi, Ph.D.**

**5 maggio 2026**

# Cosa è un Digital Twin

- **Replica digitale** di un sistema fisico reale (impianto, macchina, edificio, processo)
- **Aggiornamento continuo** tramite dati in tempo reale provenienti da sensori e sistemi di controllo
- **Tre componenti fondamentali:**
  - il modello fisico-matematico
  - il flusso di dati
  - il layer di analisi/inferenza
- **Non è una dashboard, non è un prodotto “shelf”, non è un software stand-alone fine a se stesso**
- **Abilita scenari "what-if"** — è possibile testare decisioni sul gemello digitale prima di applicarle al fisico



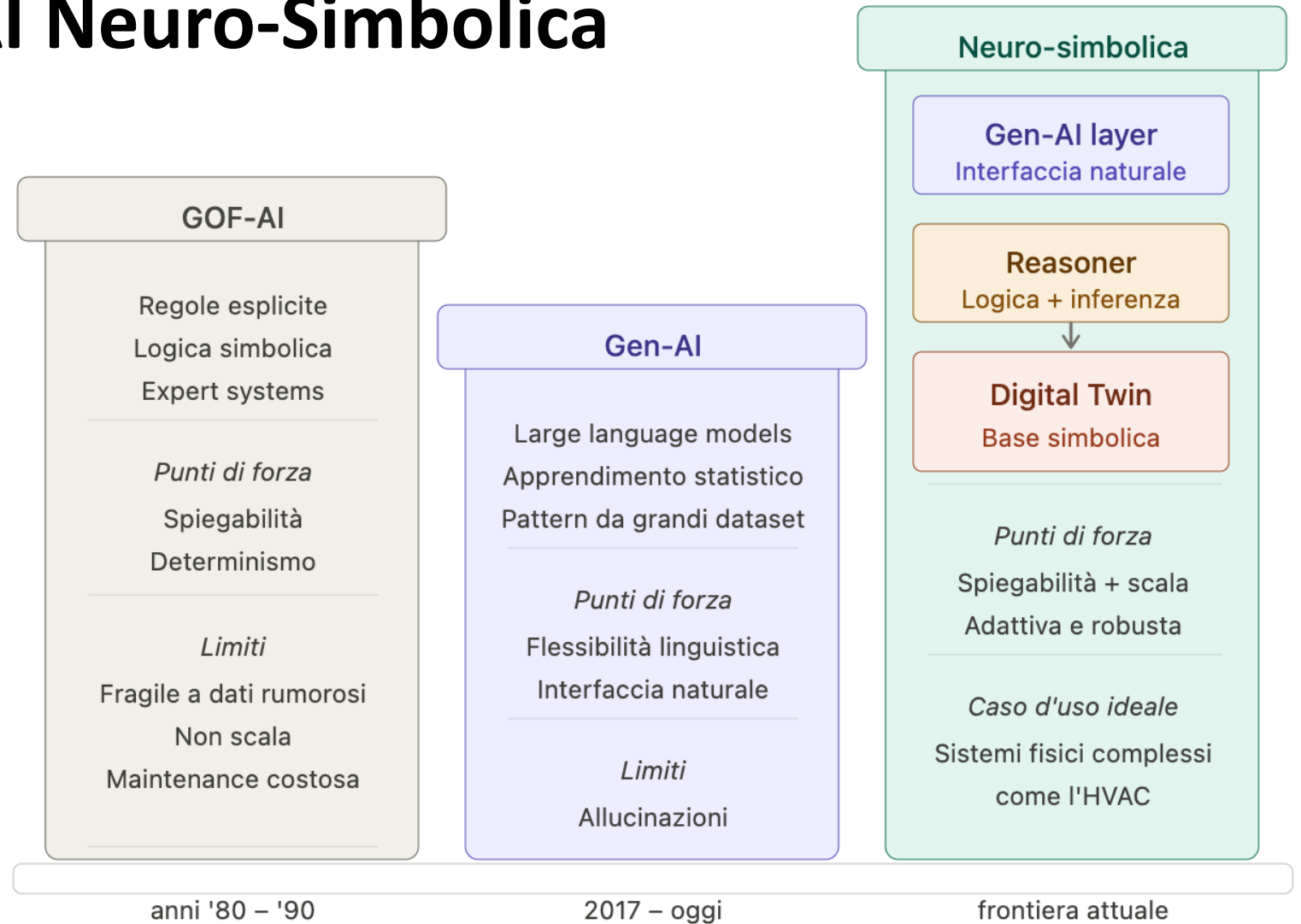
# L'AI Neuro-Simbolica

## Il cambio di paradigma con la Gen-AI

La Gen-AI ha democratizzato l'intelligenza artificiale — per la prima volta chiunque può interagire con un sistema AI in linguaggio naturale. Ma rimane un **motore probabilistico**: non conosce il tuo contesto, non ragiona sui tuoi dati, non garantisce rigore.

## L'AI Neuro-Simbolica

Unisce il meglio dei due mondi — la fluidità della Gen-AI con il rigore di un modello simbolico ancorato alla realtà. Il digital twin è esattamente questo ancoraggio: porta il contesto, i dati fisici, le regole del dominio.



# Applicazione al contesto HVAC

## **Perché l'HVAC è il contesto ideale**

I sistemi HVAC sono intrinsecamente deterministici: la fisica che li governa — termodinamica, fluidodinamica, scambi termici — è nota, misurabile e modellabile con precisione.

## **Un digital twin "naturale"**

A differenza di altri domini, un impianto HVAC è relativamente semplice da riprodurre digitalmente: sensori di temperatura, pressione e portata forniscono dati continui e affidabili. Il gemello digitale non è un'approssimazione — è una replica fedele del comportamento reale dell'impianto.

## **Straight-forward da applicare, straordinario nei risultati**

L'HVAC è uno dei pochi domini in cui tutti i presupposti della neuro-simbolica sono già soddisfatti nativamente: dati strutturati, fisica nota, obiettivi chiari (efficienza energetica, comfort termico).



# Un esempio reale: batterie termiche 1/2

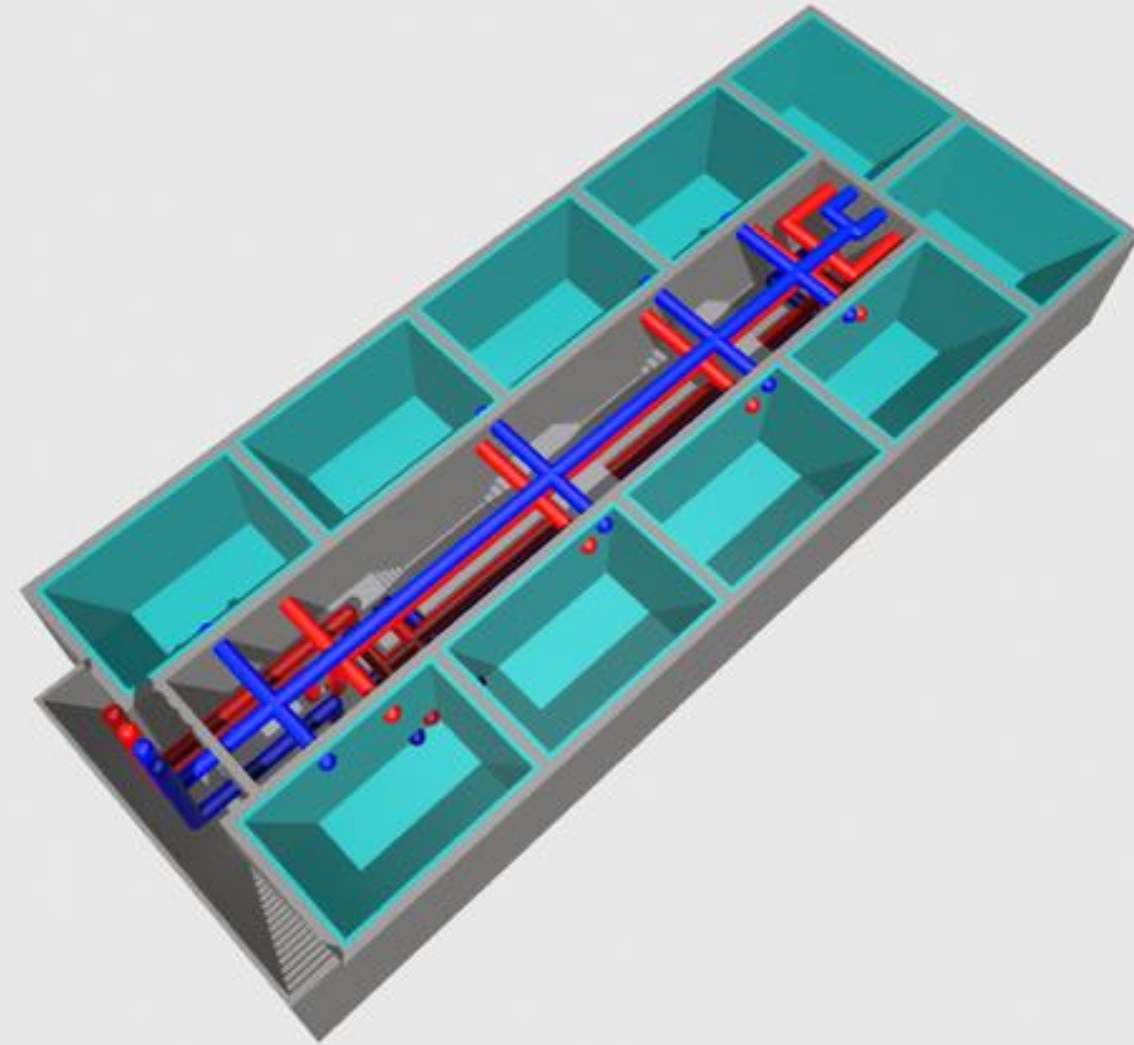
## Cosa sono le batterie termiche

Vasche di accumulo idrico collegate al circuito HVAC. Funzionano esattamente come una batteria elettrica, ma il vettore energetico è l'acqua: accumulano freddo (o caldo) quando conveniente e lo rilasciano quando necessario.

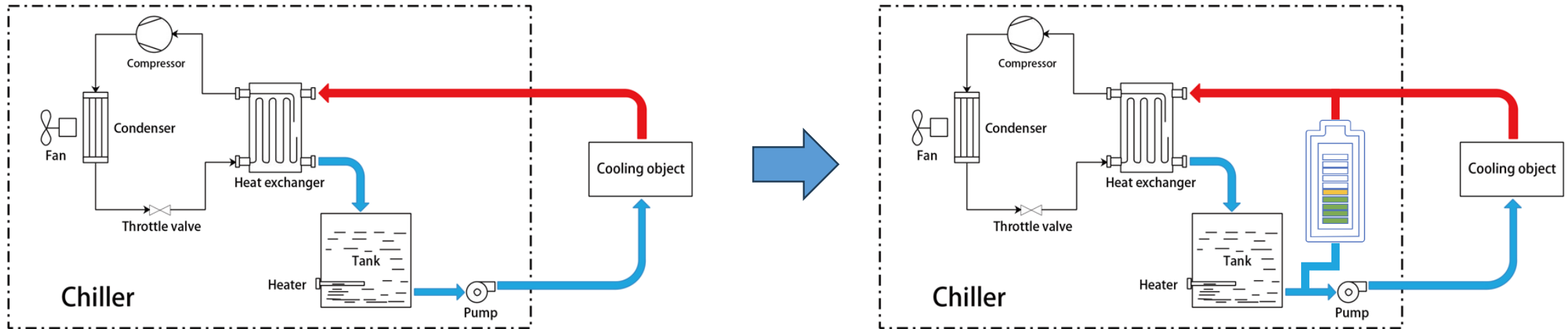
- **Carica: quando conviene produrre** La batteria viene ricaricata nei momenti di maggiore efficienza o convenienza economica — sovrapproduzione fotovoltaica, ore notturne a tariffe vantaggiose, ecc...
- **Scarica: quando conviene non produrre** Nei momenti di picco — ore più calde della giornata, massimo carico termico, tariffe energetiche elevate.

## Il ruolo del digital twin

È qui che entra in gioco la neuro-simbolica: il digital twin modella in tempo reale lo stato della batteria, le previsioni di carico termico, la produzione fotovoltaica attesa e i prezzi dell'energia. Il reasoner decide autonomamente quando caricare e quando scaricare, ottimizzando su un orizzonte temporale esteso.



# Un esempio reale: batterie termiche 2/2



## Il risultato: 23% di efficienza energetica in meno

Nel primo caso reale — un grande polo logistico a Piacenza — il sistema ha proiettato una riduzione dei consumi energetici del 23%.

**Come si ottiene quel 23%** Il guadagno deriva dalla combinazione di due leve: il recupero della sovrapproduzione fotovoltaica, altrimenti dispersa, e lo spostamento della produzione termica nelle finestre di massima efficienza degli chiller — tipicamente le ore notturne, quando le temperature esterne più basse riducono drasticamente il lavoro del compressore.

# Generalizzando

- **Un approccio universale** Qualsiasi sistema fisico deterministico e misurabile può essere riprodotto come digital twin e governato con la stessa architettura neuro-simbolica. L'HVAC è stato il nostro banco di prova — ma la logica è identica ovunque.
- **Produzione industriale** Linee di produzione, macchinari, forni, presse: ogni impianto ha una fisica nota e sensori già installati. Il digital twin ottimizza i cicli produttivi, anticipa i guasti e riduce i fermi macchina.
- **Logistica e supply chain** Magazzini, flotte, rotte di distribuzione: il gemello digitale modella flussi e vincoli in tempo reale. Il reasoner rialloca risorse e ridefinisce priorità in risposta a eventi imprevisti.
- **Reti energetiche** Produzione rinnovabile, stoccaggio, distribuzione: il digital twin bilancia domanda e offerta su reti complesse, massimizzando l'utilizzo delle fonti verdi e minimizzando gli sprechi.
- **Il denominatore comune** In tutti questi casi il pattern è lo stesso: un digital twin che rappresenta la realtà, un reasoner che ragiona su di essa, una interfaccia Gen-AI che la rende accessibile a chi deve decidere.





 Palantir

Alex Karp  
CEO Palantir

# Un esempio noto alle cronache: Palantir

## Gotham

Nata per intelligence e difesa, aggrega dati eterogenei e li struttura in un'ontologia navigabile. Permette ad analisti umani di ragionare su scenari complessi, correlare eventi distanti e supportare decisioni in contesti ad alta incertezza.

## Foundry

La versione enterprise di Gotham: costruisce una rappresentazione digitale fedele dei processi aziendali, integrando fonti dati disparate in un modello unico e coerente della realtà operativa. È il punto di partenza per qualsiasi decisione data-driven in azienda.

## Il collegamento con la AI neuro-simbolica

Palantir ha dimostrato su scala globale che separare il layer dei dati strutturati dal layer del ragionamento funziona. Palantir altro non è che una implementazione neuro-simbolica di un contesto di business con un motore di reasoning on-top.



CONFINDUSTRIA  
VENETO EST

Per informazioni:

[ricercainnovazione@confindustriavenest.it](mailto:ricercainnovazione@confindustriavenest.it)

Grazie per l'attenzione.



CONFINDUSTRIA  
VENETO EST