



Politecnico
di Bari



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



PROGETTARE LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI STORICI

Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale: Il caso studio del Policlinico di Bari

BARI, 19 ottobre 2023 | Fiera del Levante – Sala 1

R. Stasi, F. Ruggiero, U. Berardi



Ing. Roberto Stasi, Ph.D

Assegnista di Ricerca in Fisica Tecnica Ambientale

Dipartimento di Architettura, Costruzione e Design

Politecnico di Bari

roberto.stasi@poliba.it



dipartimento
Architettura
Costruzione
Design



SAIE
La Fiera delle Costruzioni
progettazione, edilizia, impianti



Politecnico
di Bari



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



PROGETTARE LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI STORICI

Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale: Il caso studio del Policlinico di Bari

BARI, 19 ottobre 2023 | Fiera del Levante – Sala 1

R. Stasi, F. Ruggiero, U. Berardi



Ing. Roberto Stasi, Ph.D

Assegnista di Ricerca in Fisica Tecnica Ambientale

Dipartimento di Architettura, Costruzione e Design

Politecnico di Bari

roberto.stasi@poliba.it



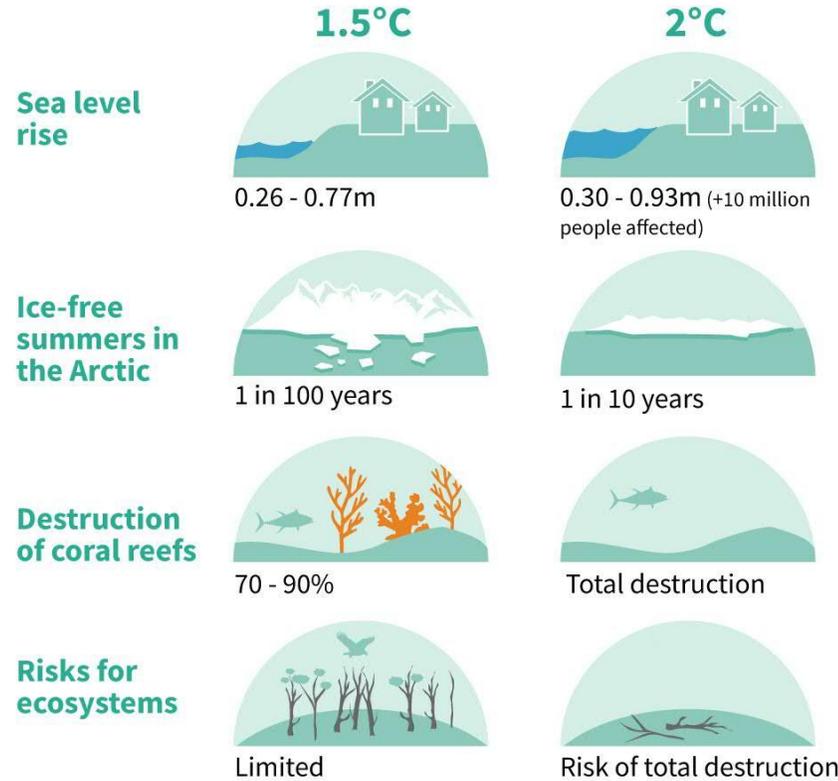
dipartimento
Architettura
Costruzione
Design



Le conseguenze del cambiamento climatico

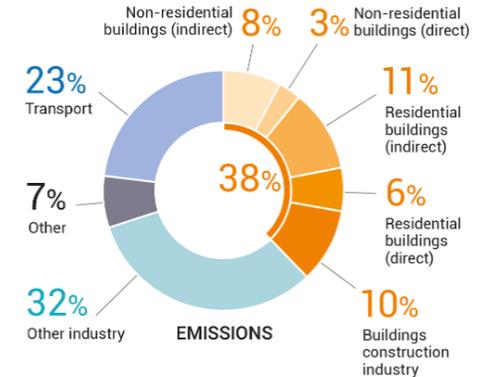
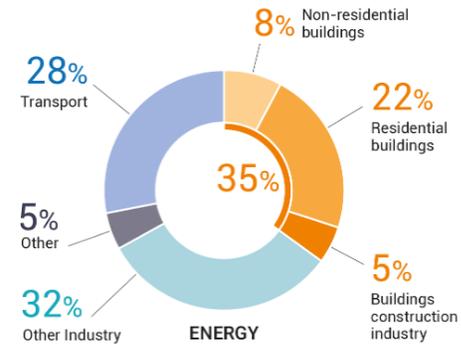
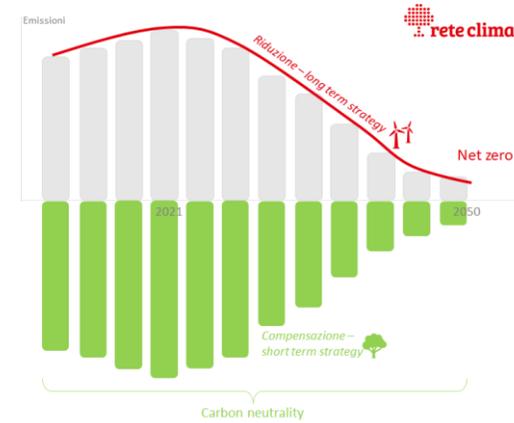
Climate change in 2100

A minimum rise in global average temperature will have major impacts



Source: IPCC

© AFP



Il Green Deal Europeo e futuri indirizzi

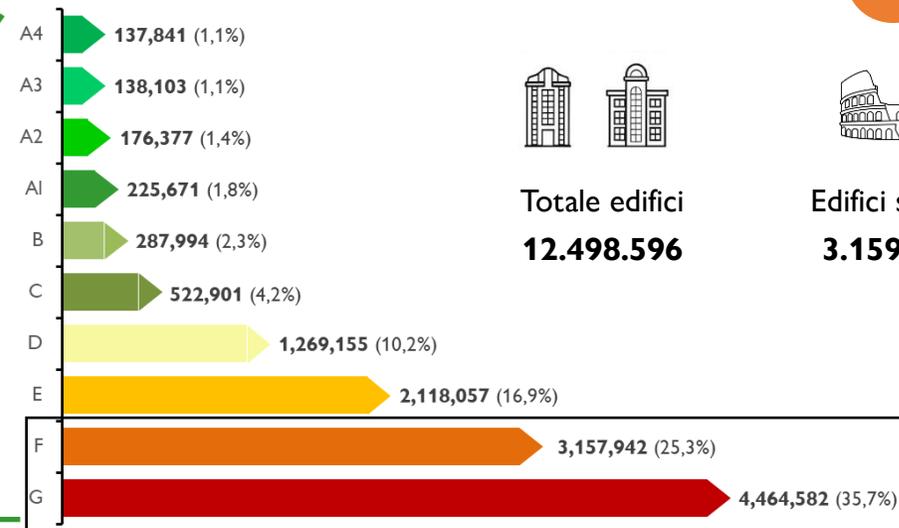
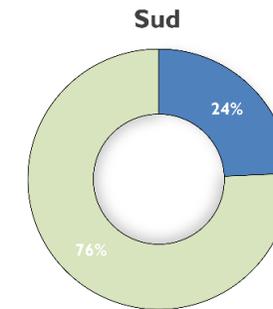
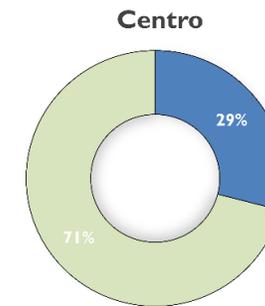
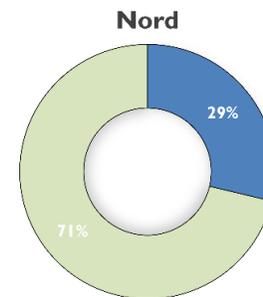
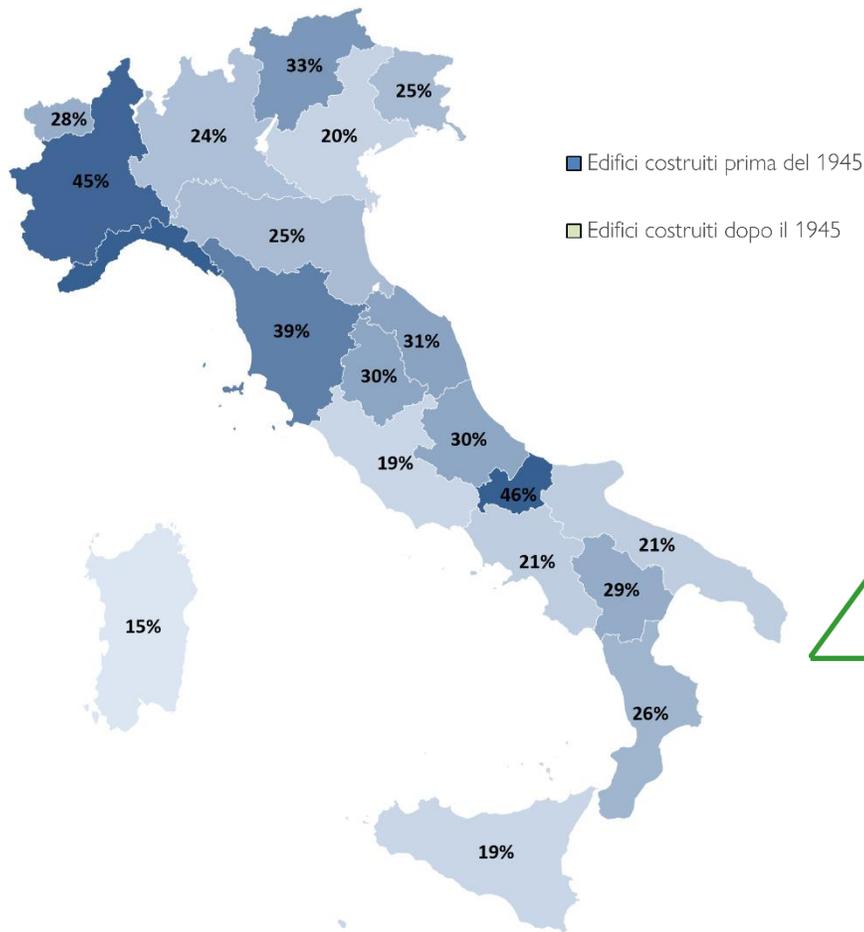


To reduce emissions by at least 55% in 2030 and build the foundations for a climate neutral Europe by 2050, the Renovation Wave aims to **renovate 35 million inefficient buildings by 2030.**

Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale:
Il caso del Policlinico di Bari

Il patrimonio edilizio italiano

Percentuale di edifici realizzati prima del 1945



Totale edifici
12.498.596



Edifici storici
3.159.511

26%

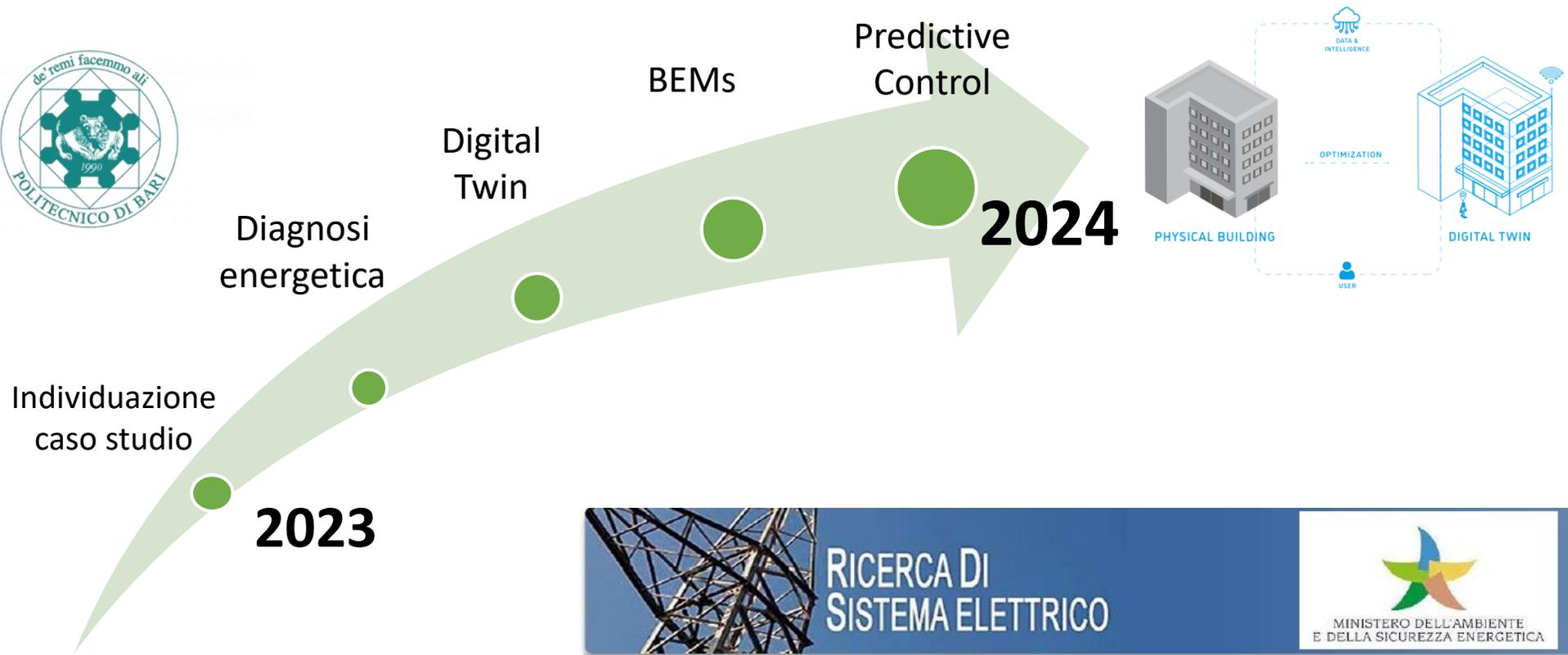
61%



Progetto:

Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica

LA 1.6: Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale



Caso studio: il Policlinico di Bari



Vista ingresso principale del Policlinico di Bari



Fonte: Gazzetta del Mezzogiorno del 6 agosto 1932

Anno di costruzione	1933
Volume totale	900,000 m ³
Superficie totale	230,000 m ²
Numero di padiglioni	32
Posti letto	1,550

Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale:
Il caso del Policlinico di Bari

Caso studio: il Policlinico di Bari

2°

Edifici anni '70



3°

Nuove edificazioni



1°

Edifici storici

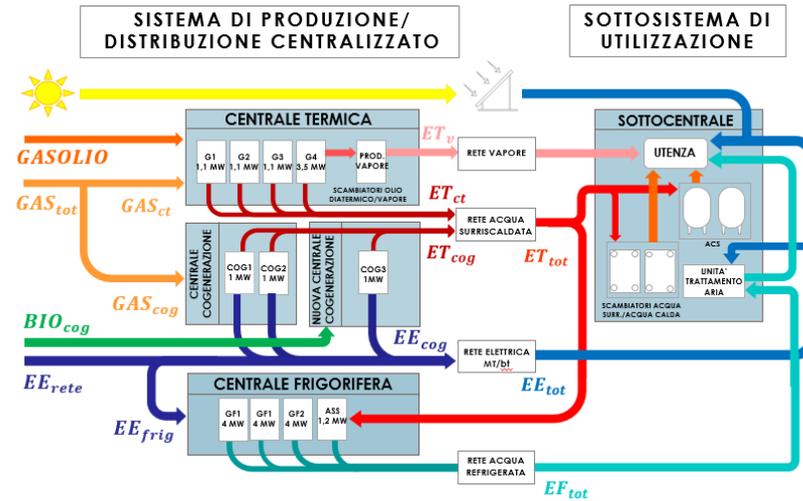


POLICLINICO UNIVERSITARIO



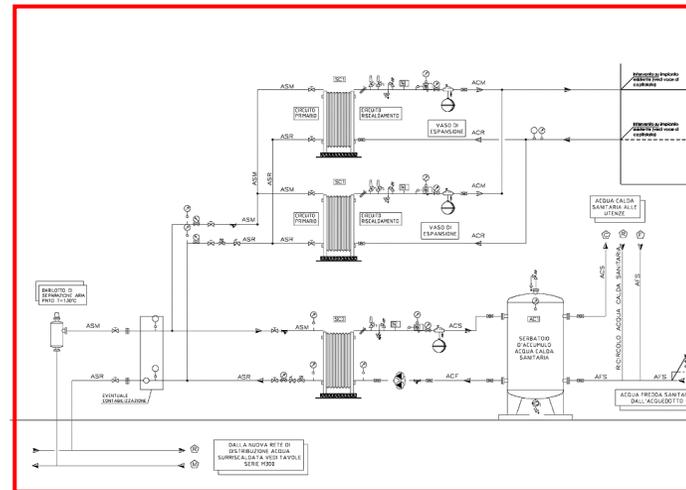
Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale:
Il caso del Policlinico di Bari

Caso studio: il Policlinico di Bari



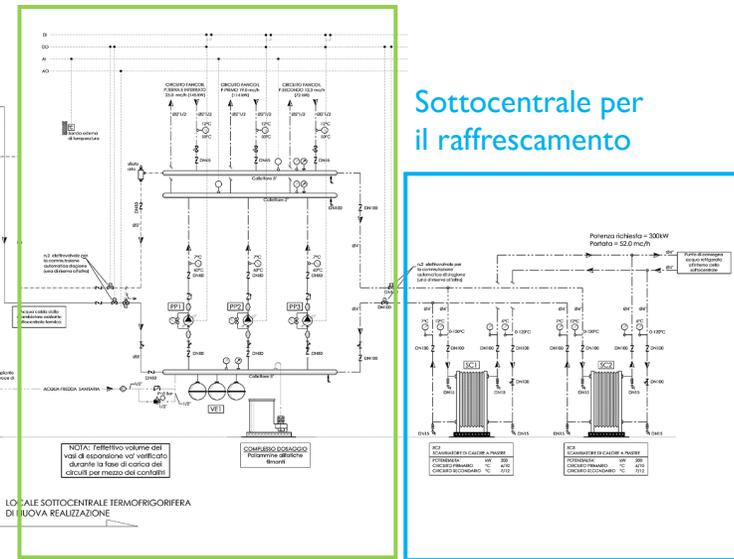
	Centrale termica	Centrale frigorifera	Sottocentrale PSA
Tipo	4 G ad acqua surriscaldata + 2 COG	4 GF a condensazione ad acqua (3 con comp. Centrifugo e 1 ad assorbimento)	5 Scambiatori a piastra (2 per il riscaldamento, 1 per ACS, 2 per il raffrescamento)
Potenza	6,8 MW (G) + 2 MW (COG)	12 MW + 1,2 MW	200 kW

Schema impiantistico sottocentrale PSA



Sottocentrale per il riscaldamento

Distribuzione



Sottocentrale per il raffrescamento



Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA



Bari (5 s.l.m)	Lat.	41°74'05"	Long.	16° 52'11"
Zona climatica	C	Rapporto S/V		0.5
Giorno di progetto invernale	Temp.	0°C	Umidità relativa	65%
Giorno di progetto estivo	Temp.	32.3°C	Umidità relativa	51%
Gradi giorno	1,37	Radiazione solare	300 W/m ²	
Superficie lorda	4,872.2	Volume lordo	19,044.4 m ³	
Superficie netta climarizzata	4,090.9 m ²	Volume netto climatizzato	13,747.1 m ³	
Caratteristiche geometriche edificio		Involucro		U [W/(m² K)]
Superficie disperndete lorda	9,437.2 m ²	Pareti esterne	0.76	
Superficie vetrata	794.7 m ²	Solaio di copertura	1.34	
Window-to-wall Ratio (WWR)	8.4%	Solaio controterra	1.71	



Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale:
Il caso del Policlinico di Bari

Intervento di riqualificazione del 2013

- ❑ Riqualificazione della sottocentrale termica
- ❑ Sostituzione dell'impianto di distribuzione (radiatori+split) con sistema centralizzato con fan coil a cassetta a 2 tubi
- ❑ Realizzazione di controsoffittature in cartongesso
- ❑ Revamping impianto di illuminazione con apparecchi downlight LED
- ❑ Sostituzione infissi da vetro singolo a vetro doppio LoE $U_{\text{glass}}=2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$



Progetto di Manens S.p.A

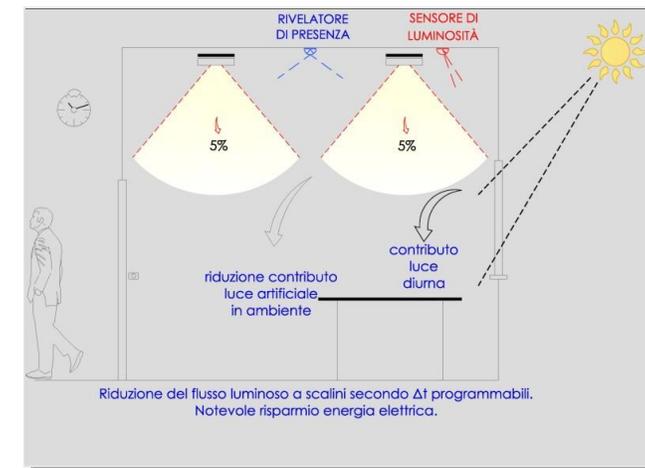
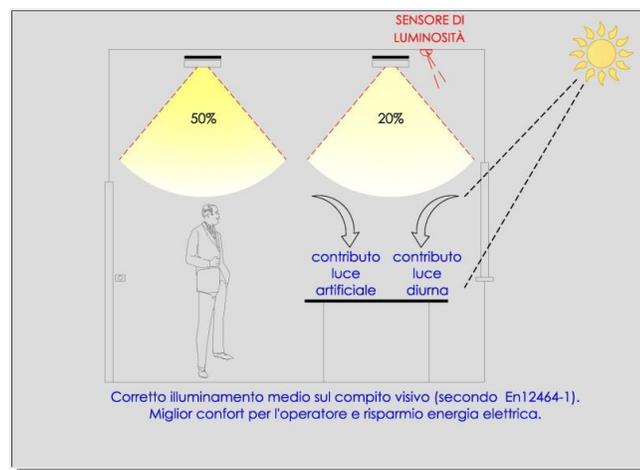
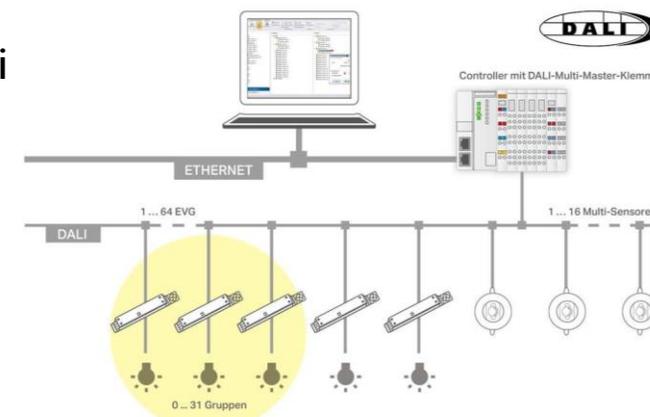


Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

Sistema DALI (Digital Addressable Lighting Interface)

L'impianto d'illuminazione è costituito da apparecchi dimmerabili e sensori combinati di luminosità e presenza che consentono:

- ❑ Regolazione del flusso luminoso in funzione del contributo di luce naturale e dell'effettiva presenza di persone negli ambienti
- ❑ Gestione e controllo centralizzato di accensioni e spegnimenti
- ❑ Programmazione della manutenzione con riduzione dei costi di esercizio



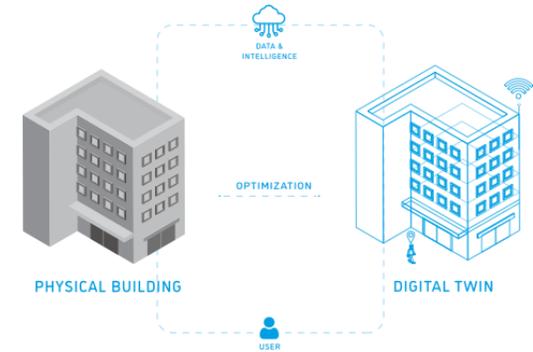
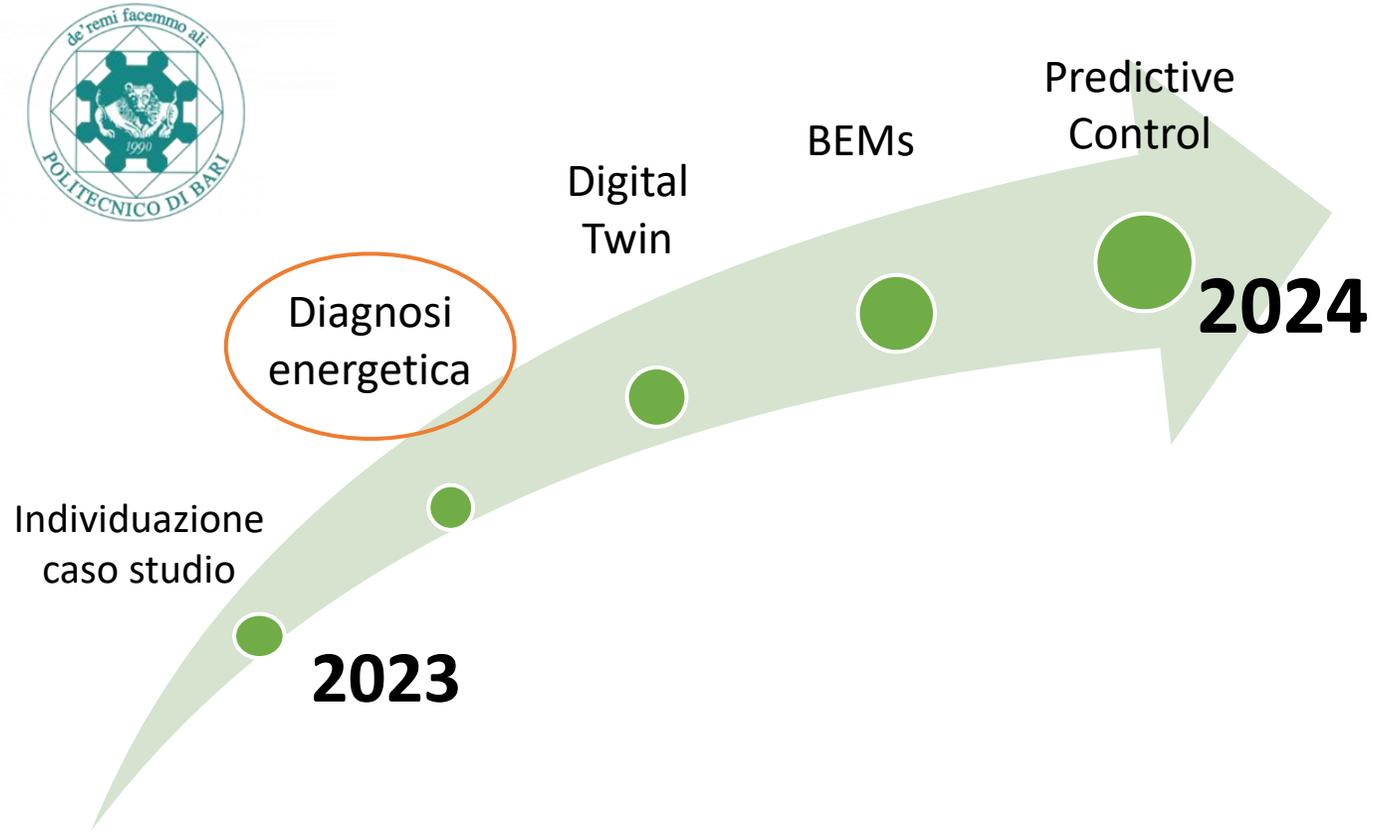
Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

- ❑ è un sistema di controllo e monitoraggio di dati in tempo reale
- ❑ Unico bus di campo standard per impianti elettrici e meccanici
- ❑ Gestione integrata clima, luce, tapparelle
- ❑ Manutenzione ed esercizio semplificati mediante visualizzazione degli stati e allarmi mediante mappe videografiche

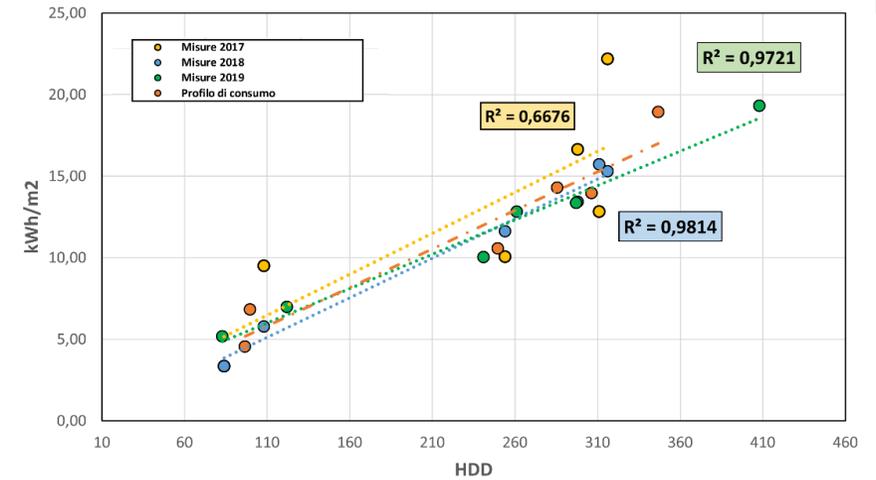
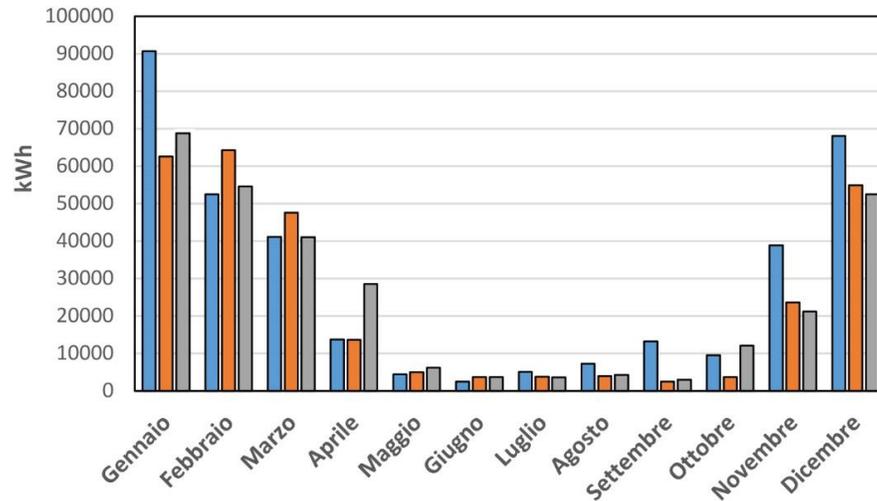


Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA



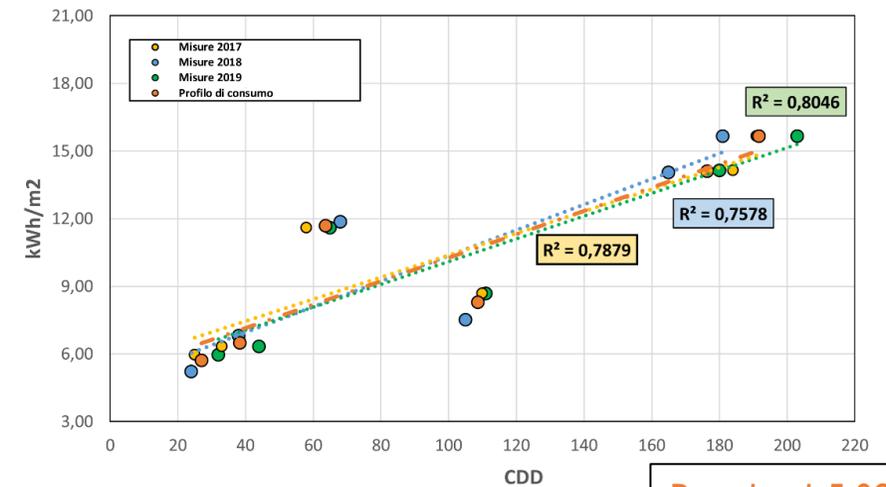
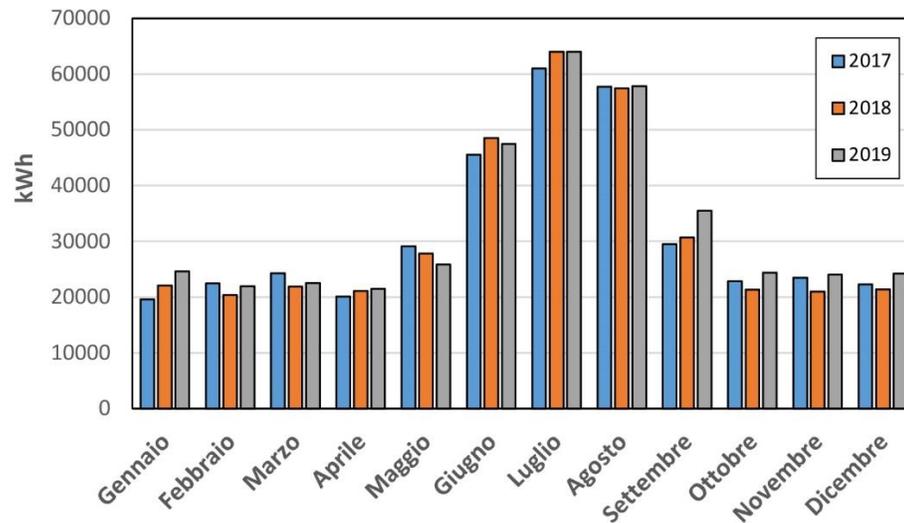
Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

Teleriscaldamento



Base load: 0,67 kWh/m²

Elettricità



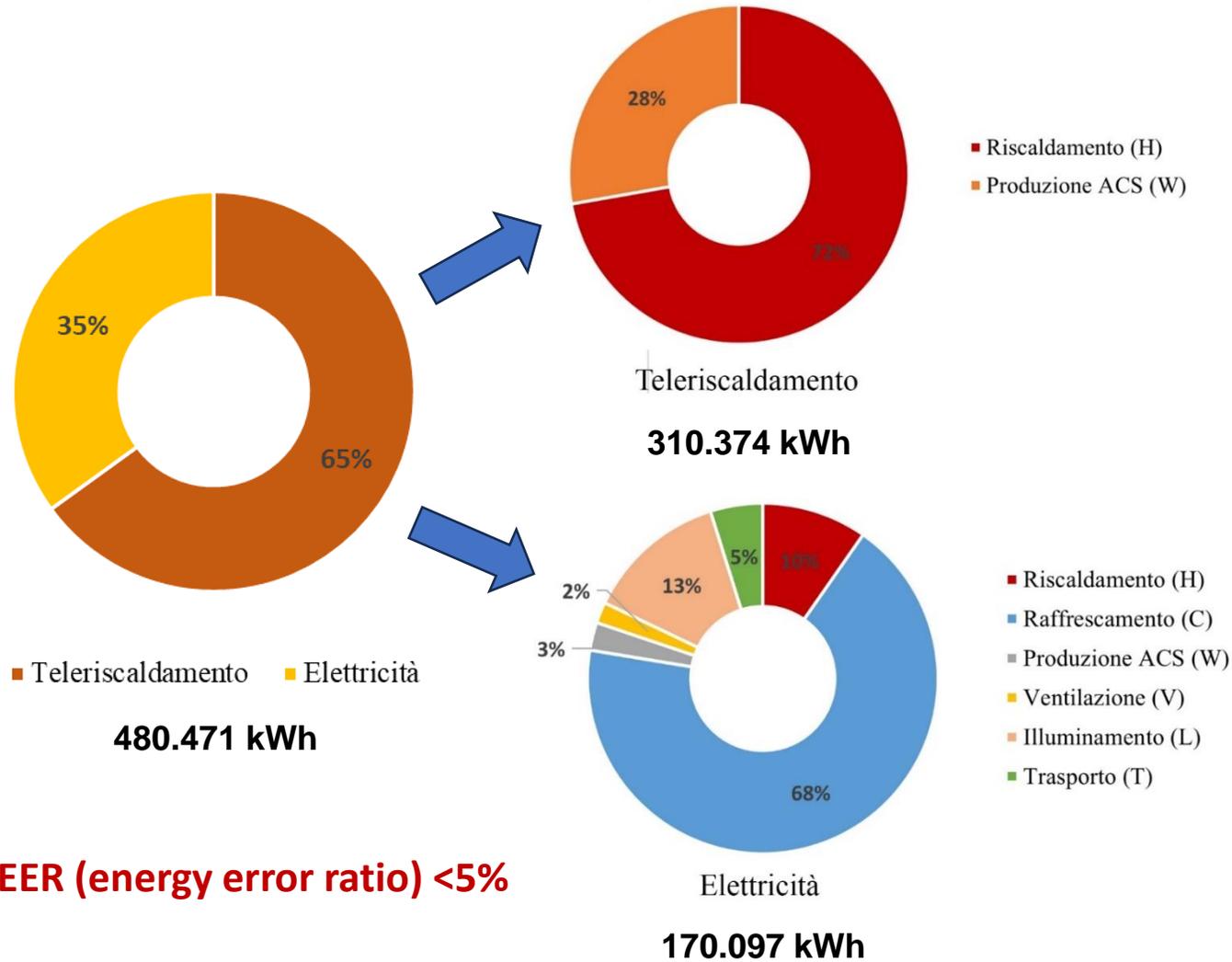
Base load: 5,08 kWh/m²



Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale:
Il caso del Policlinico di Bari

Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

Consumi energetici finali per servizio



EER (energy error ratio) <5%



Scenari di intervento

Riduzione del fabbisogno

ST1



Isolamento solaio di copertura

- Pannelli in polistirene espanso ($\lambda=0,04$ W/mK, $s=8$ cm)
- $U_{pre}=1,34$ W/m²K $U_{post}=0,34$ W/m²K
- Superficie totale: 2307,97 m²
- **Costo investimento: 115.398,50 €**

Integrazione RES

ST2



Solare termico

- N. 6 collettori da 2 mq
- Superficie totale: 12 m²
- **Costo investimento: 9.000 €**

ST3



Fotovoltaico

- 172 Pannelli in silicio policristallino (250 W_p)
- Potenza di picco: 43 kW_p
- Produzione annuale: 54,000 kWh
- **Costo investimento: 143.624 €**

Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

Riduzione dei consumi energetici

ST1



QR=10%



$$\Delta EP_{gl,nren} = 30,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ (-15,4\%)}$$

$$\Delta EP_{gl,ren} = 1,2 \text{ kWh/m}^2 \text{ (-6,4\%)}$$

$$\Delta EP_{gl,tot} = 31,3 \text{ kWh/m}^2 \text{ (-14,6\%)}$$

ST2



QR=10,3%



$$\Delta EP_{gl,nren} = 3,9 \text{ kWh/m}^2 \text{ (-2,0\%)}$$

$$\Delta EP_{gl,ren} = -2,51 \text{ kWh/m}^2 \text{ (+12,8\%)}$$

$$\Delta EP_{gl,tot} = 1,36 \text{ kWh/m}^2 \text{ (-0,6\%)}$$

ST3



QR=12,7%



$$\Delta EP_{gl,nren} = 20,9 \text{ kWh/m}^2 \text{ (-10,7\%)}$$

$$\Delta EP_{gl,ren} = -6,9 \text{ kWh/m}^2 \text{ (29,1\%)}$$

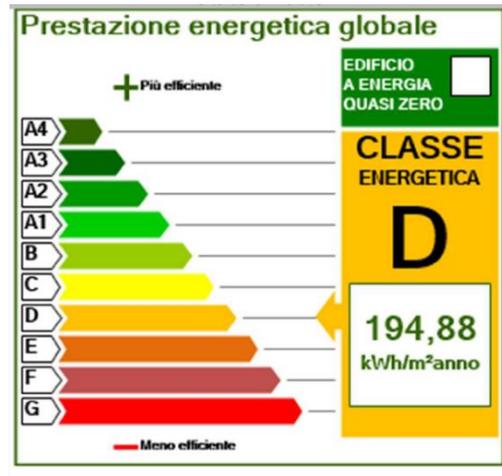
$$\Delta EP_{gl,tot} = 15,21 \text{ kWh/m}^2 \text{ (-7,1\%)}$$



Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA



Ante



ST1



ST2

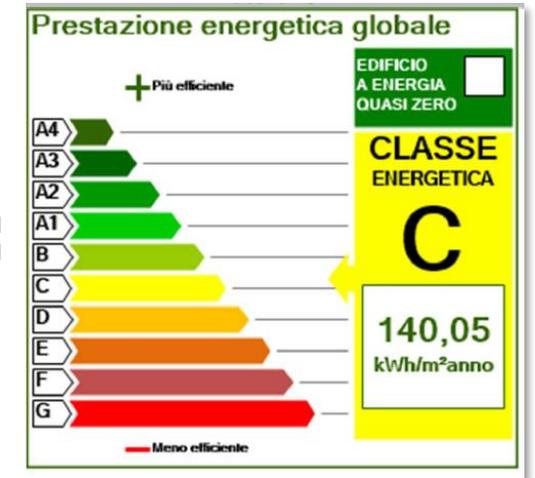


ST3



Post

$$ST4 = ST1 + ST2 + ST3$$

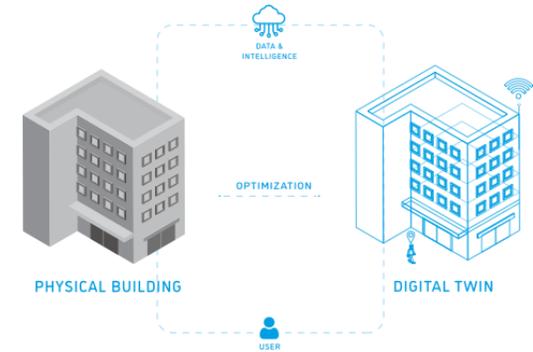
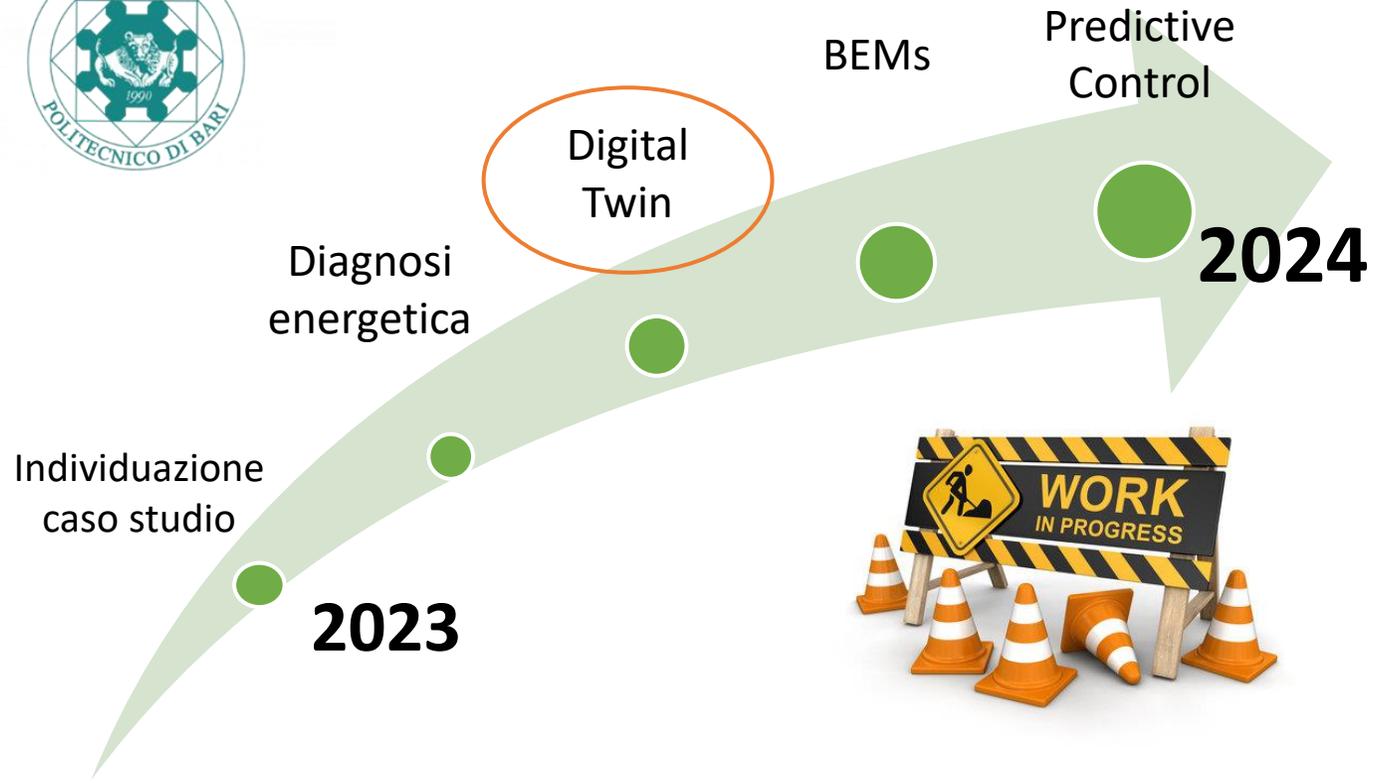


$$\Delta EP_{gl,nren} = 30,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ (-28,1\%)}$$

$$\Delta EP_{gl,ren} = 1,2 \text{ kWh/m}^2 \text{ (35,5\%)}$$

$$\Delta EP_{gl,tot} = 31,3 \text{ kWh/m}^2 \text{ (-22,3\%)}$$

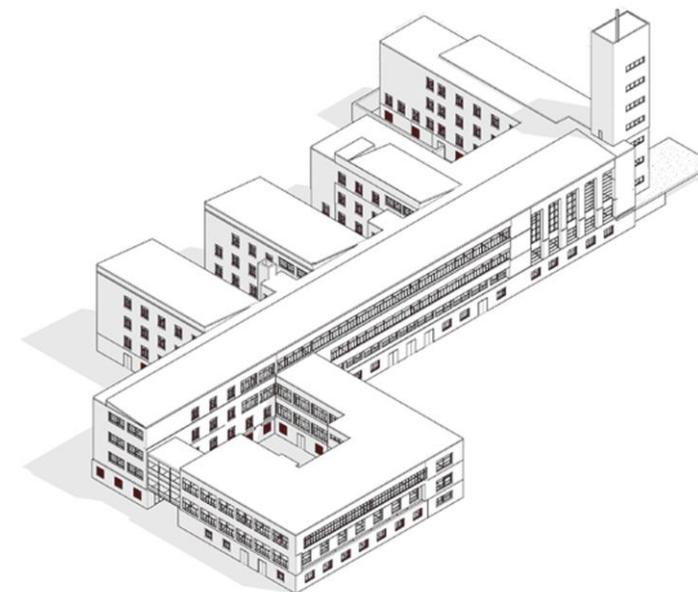
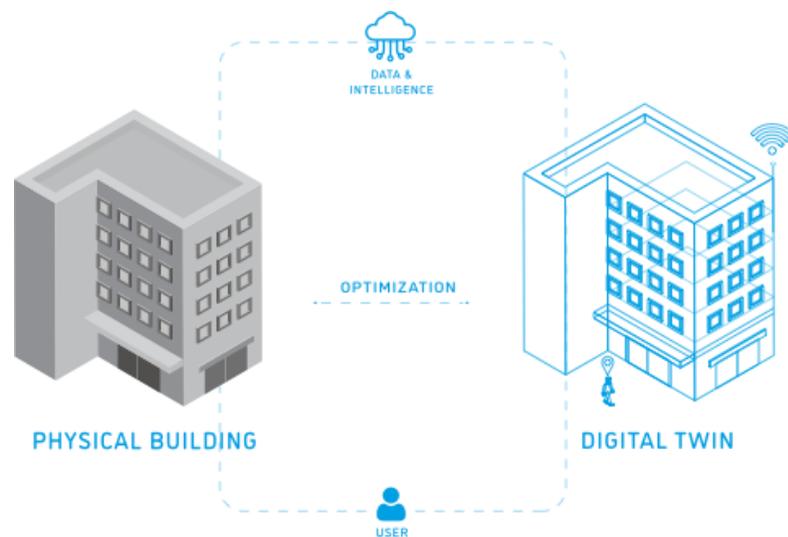
Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA



Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

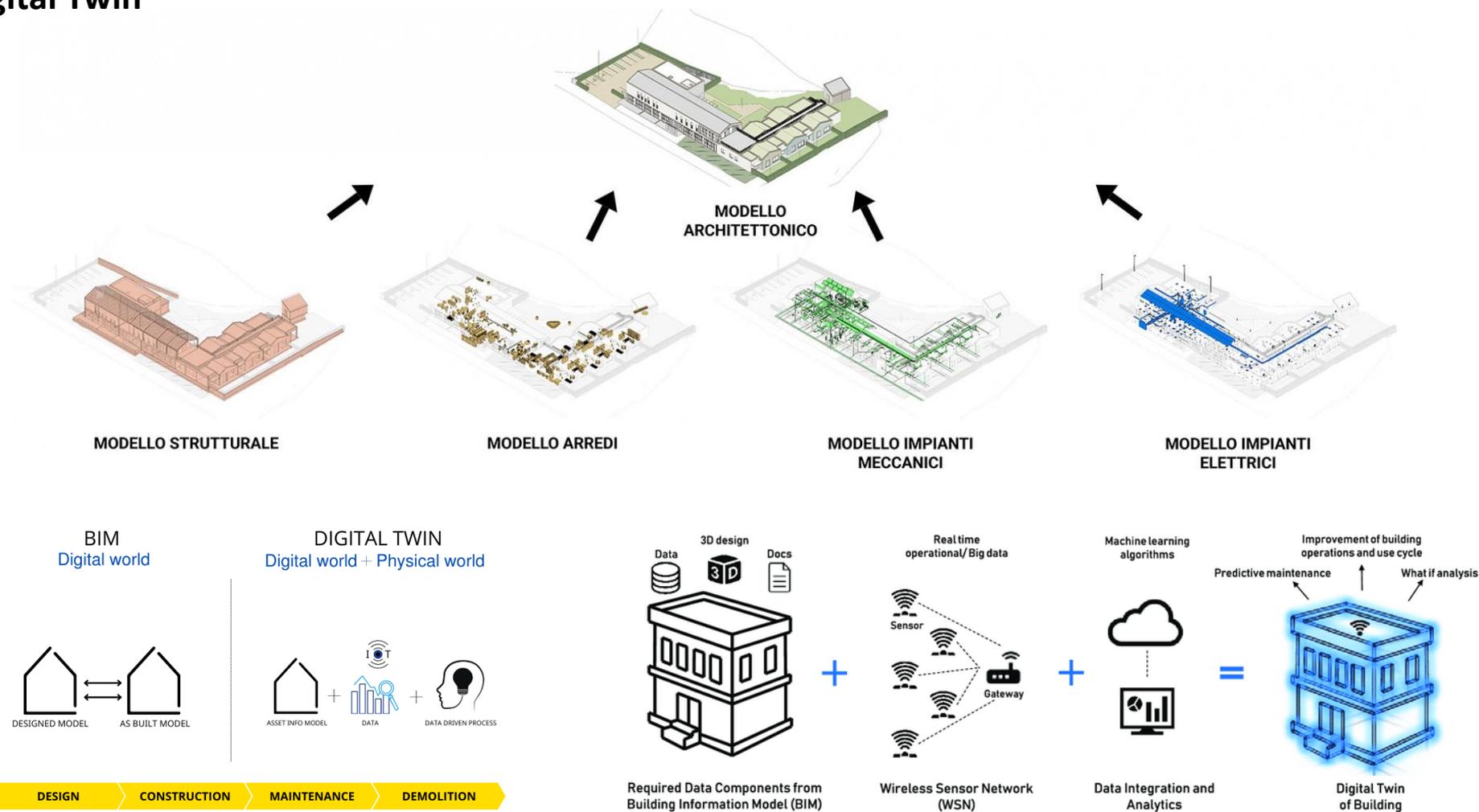
Digital Twin

- ❑ Un gemello digitale è un modello digitale di un edificio fisico che funge da controparte digitale indistinguibile per scopi pratici, come simulazione, integrazione, test, monitoraggio e manutenzione.
- ❑ Esso include i modelli relativi al progetto architettonico, strutturale e impiantistico
- ❑ Nell' **“As-built Digital twin”** il modello dell'edificio viene aggiornato per riflettere le modifiche intervenute durante o dopo la costruzione



Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

Digital Twin

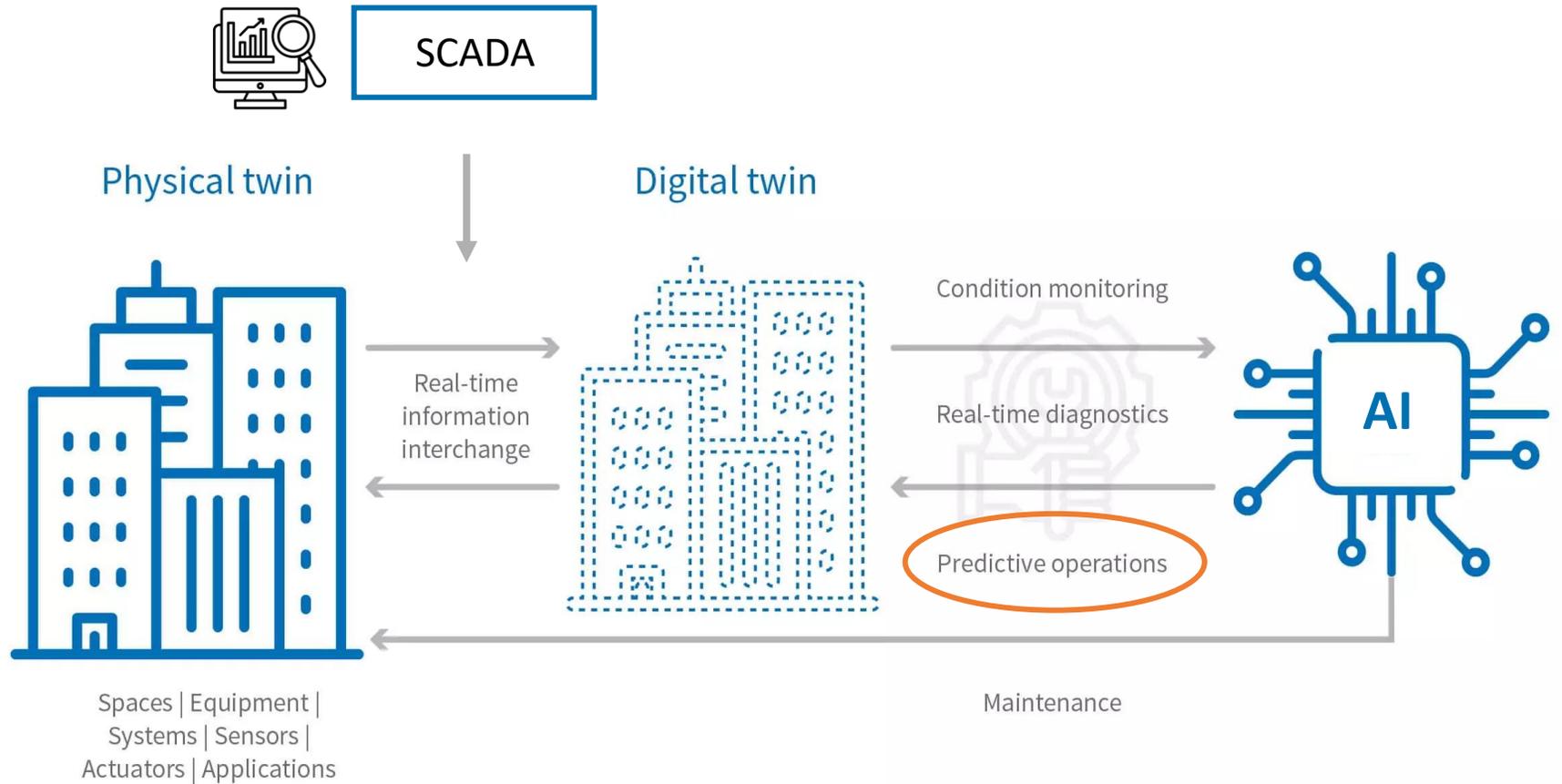


Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale:
 Il caso del Policlinico di Bari



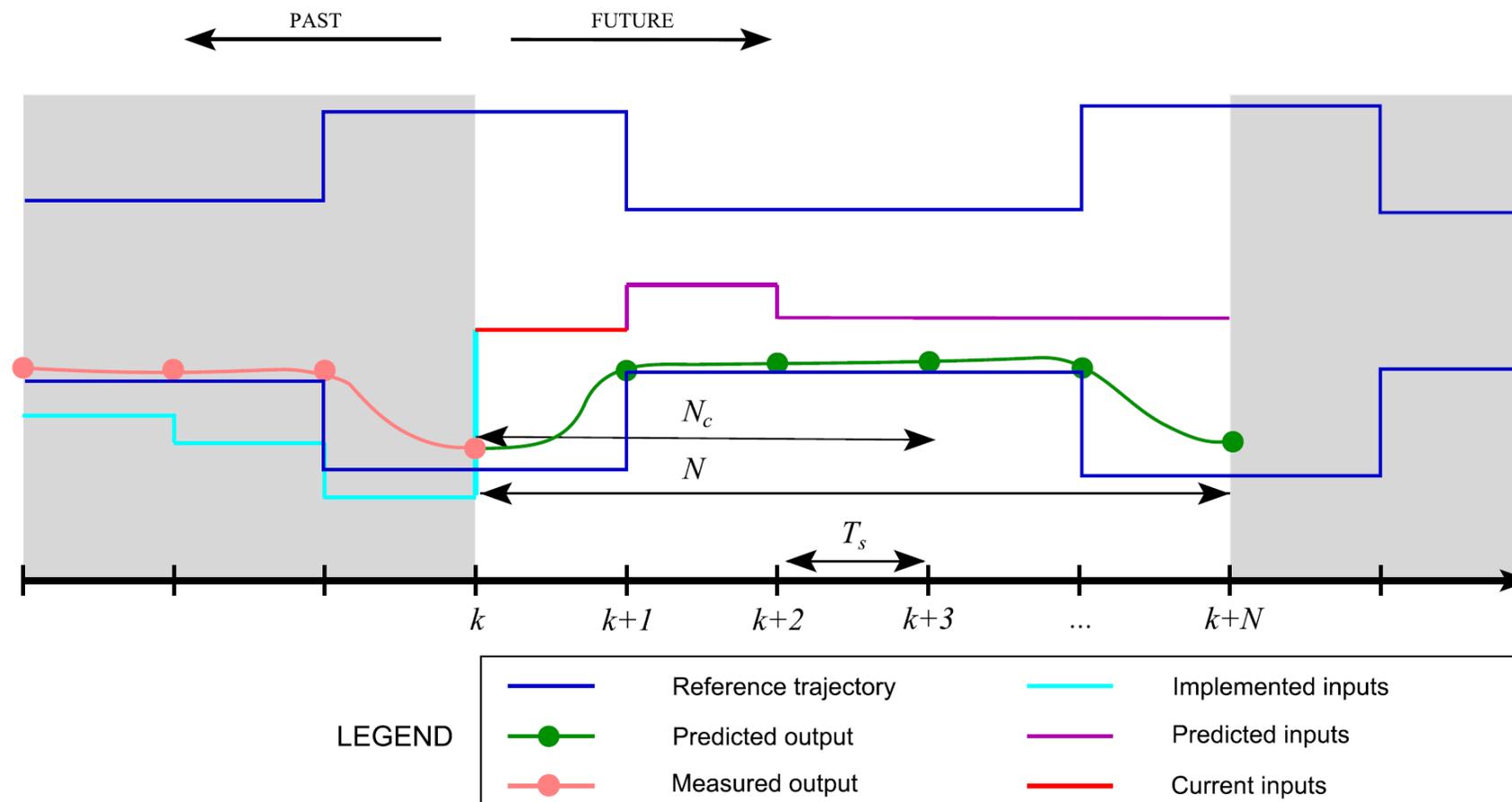
Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

Digital Twin e AI



Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

Predictive Control

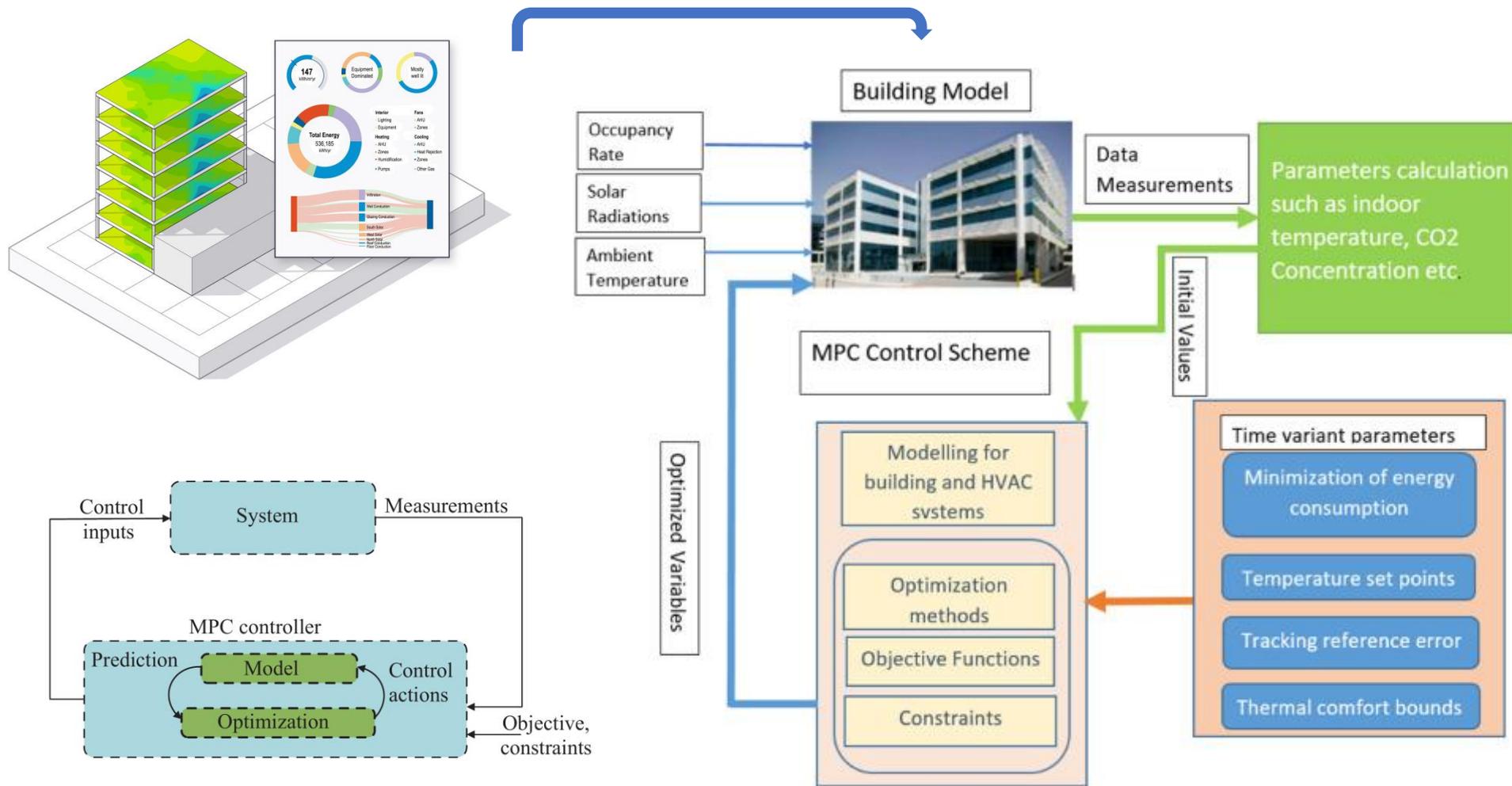


J. Drgona et al., Annual Reviews in Control 50 (2020) 190–232

Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale:
 Il caso del Policlinico di Bari

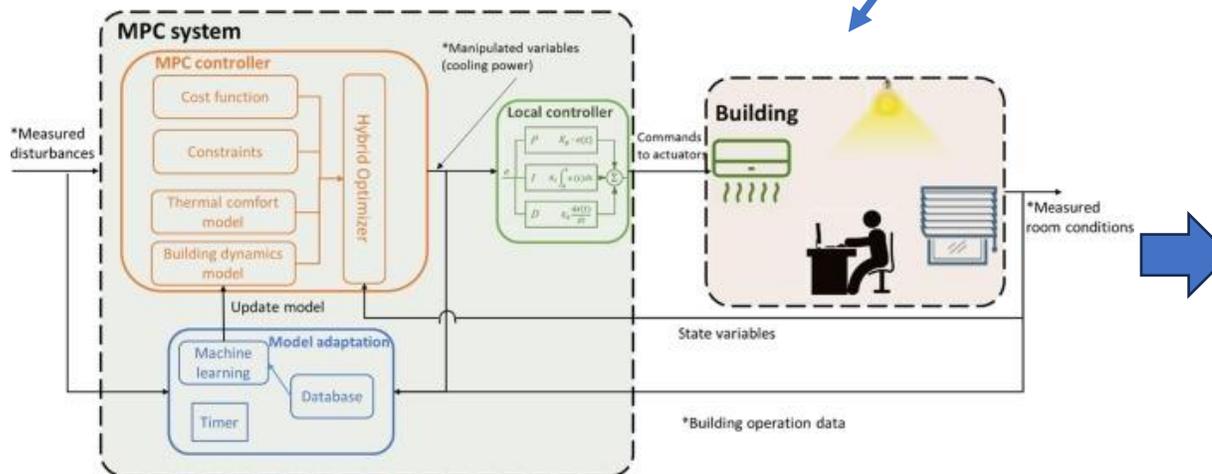
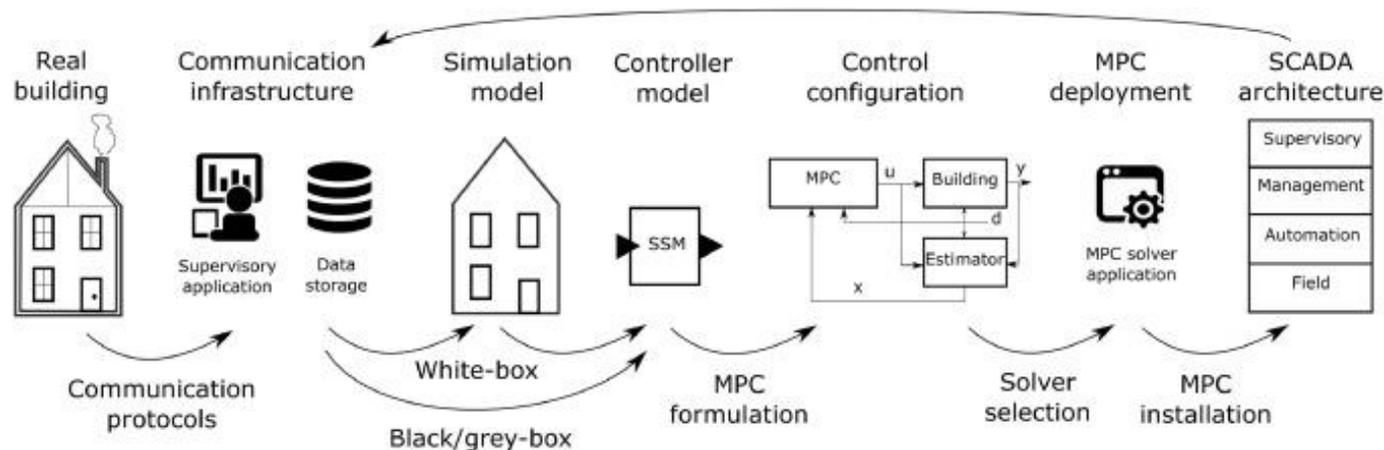
Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA

Model Predictive Control



Edifici monumentali vincolati: riqualificazione energetica e intelligenza artificiale:
 Il caso del Policlinico di Bari

Il Padiglione dei servizi amministrativi PSA



OBIETTIVI

- Ottimizzazione della produzione e gestione dell'energia
- Miglioramento delle condizioni di comfort ambientali
- Riduzione della domanda energetica
- Miglioramento dell'efficienza energetica complessiva.



Politecnico
di Bari



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



PROGETTARE LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI STORICI

Grazie per l'attenzione

BARI, 19 ottobre 2023 | Fiera del Levante – Sala 1



Ing. Roberto Stasi , Ph.D

Assegnista di Ricerca in Fisica Tecnica Ambientale

Dipartimento di Architettura, Costruzione e Design

Politecnico di Bari

roberto.stasi@poliba.it

