



# Smart Building Networks

Mauro Annunziato

ENEA

Sub-coordinatore European  
Joint Programme Smart Cities - EERA

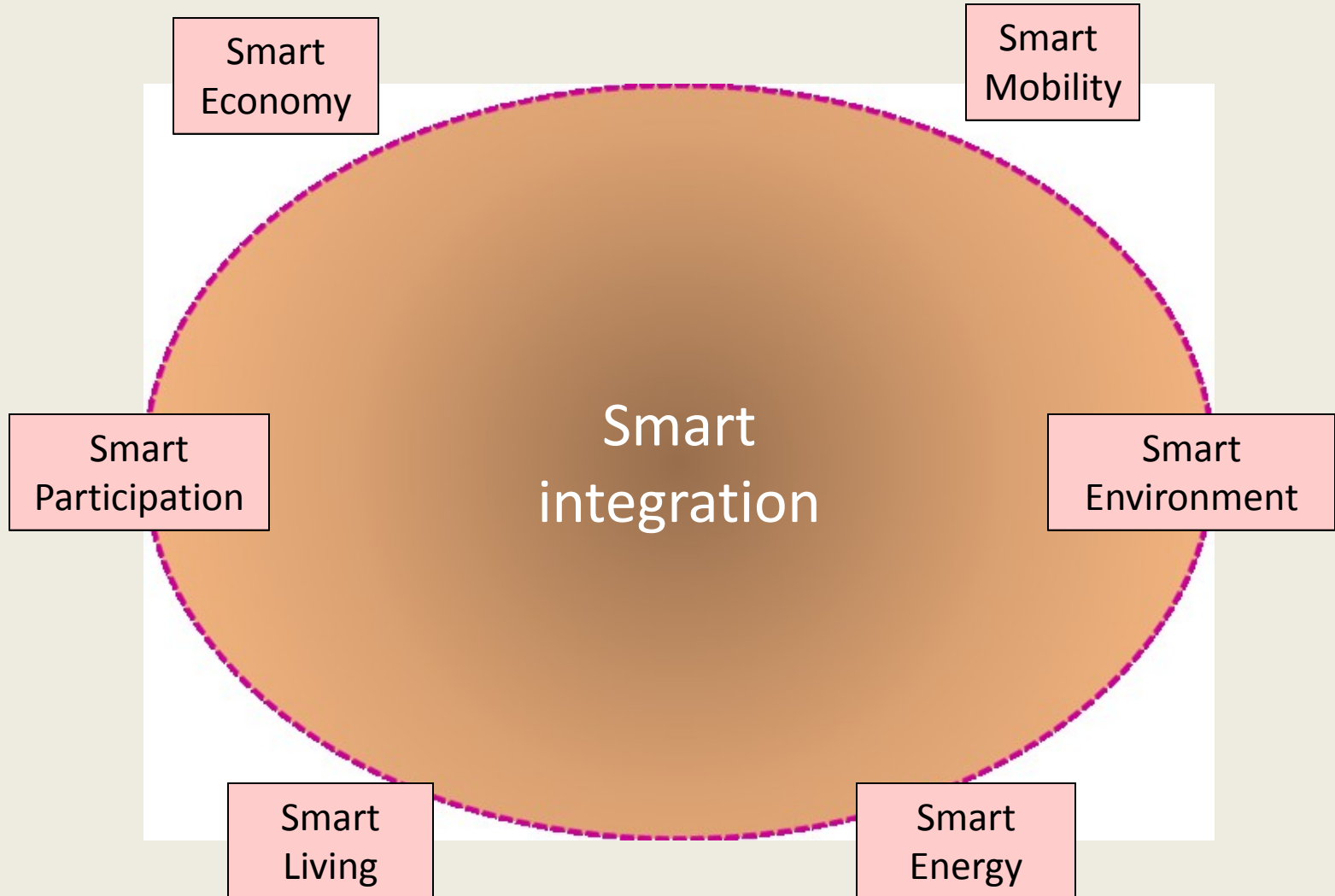
[mauro.annunziato@enea.it](mailto:mauro.annunziato@enea.it)

[www.eera-sc.eu](http://www.eera-sc.eu)

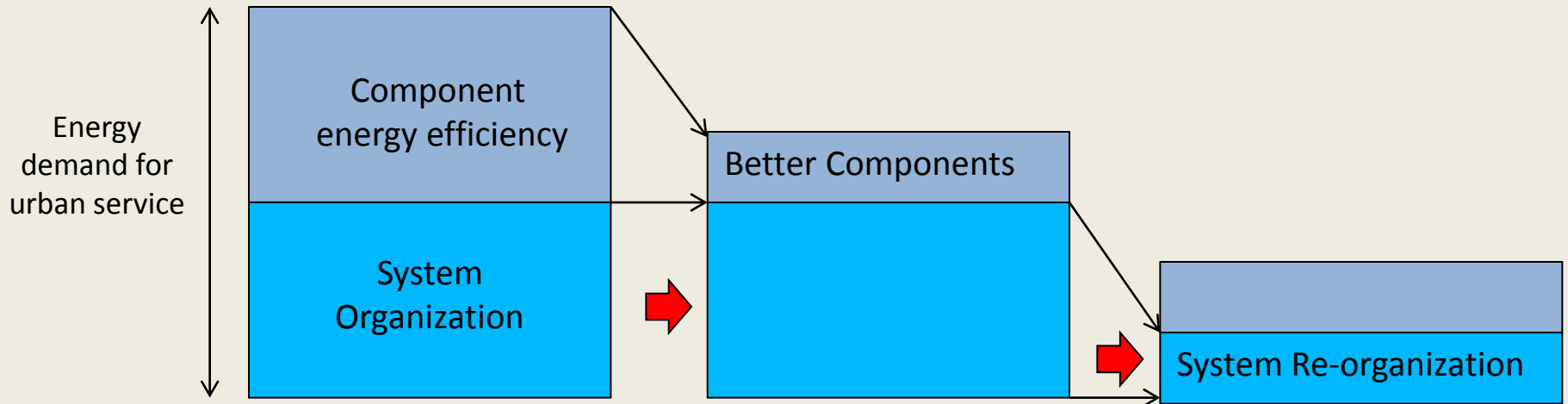
[www.uttei.enea.it/tecnologie-per-le-smart-cities/tecnologie-per-le-smart-cities](http://www.uttei.enea.it/tecnologie-per-le-smart-cities/tecnologie-per-le-smart-cities)

# Smart City

*l'approccio sistemico alla sostenibilità della città*



# *from Energy Efficiency to the Smart City*



*Energy on demand*



# L'evoluzione dell'edificio

*Edifici esistenti*



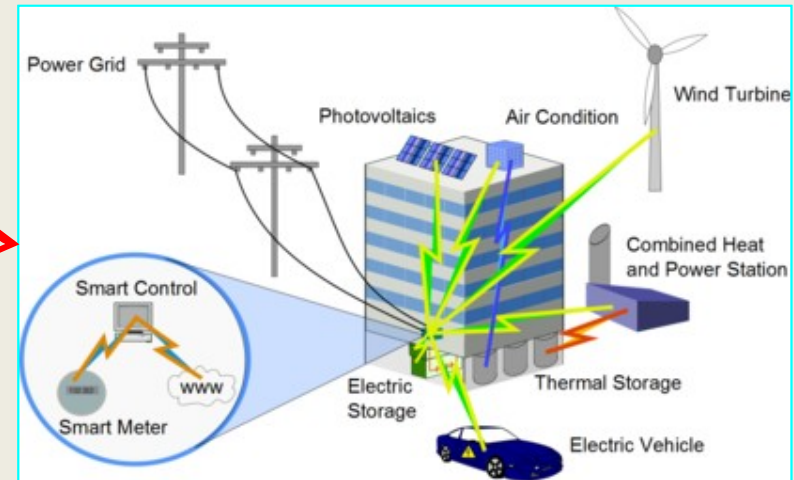
*Passive Building*



*Active Building*



*Smart Building – Interactive Buildings*





# Smart Building Network

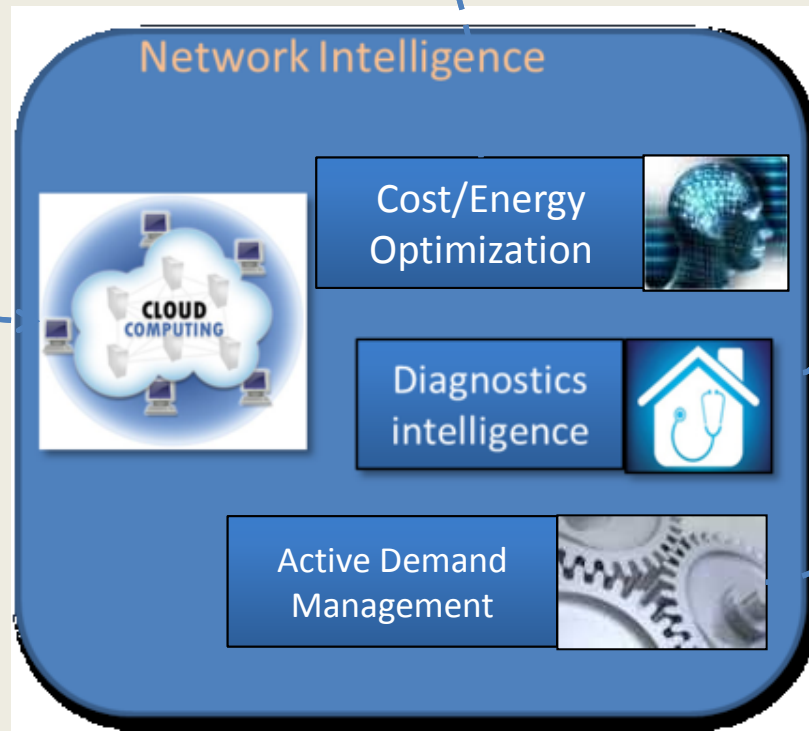


REMOTE MONITORING

MANAGEMENT OPTIMIZATION

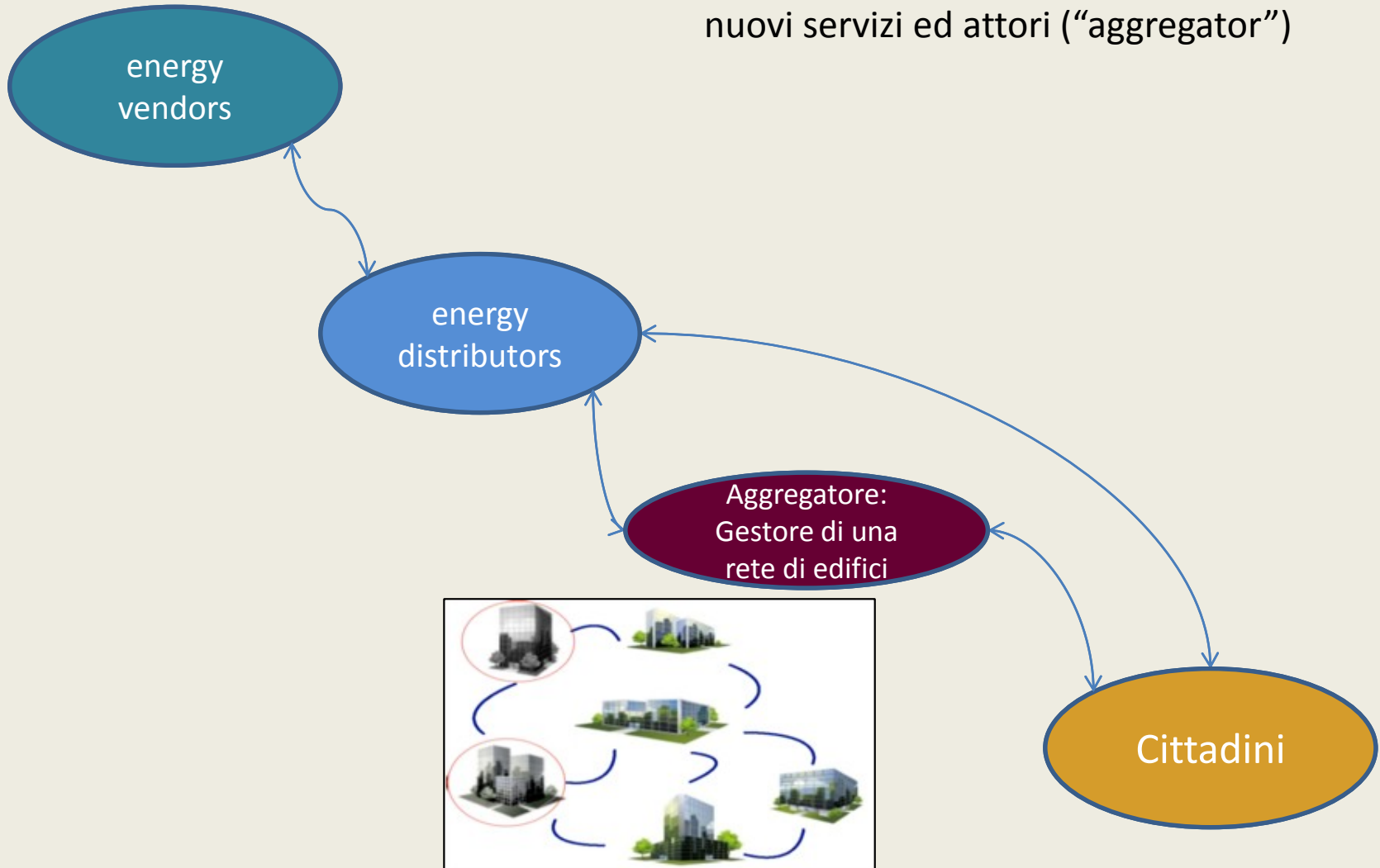


NETWORK SUPERVISORS

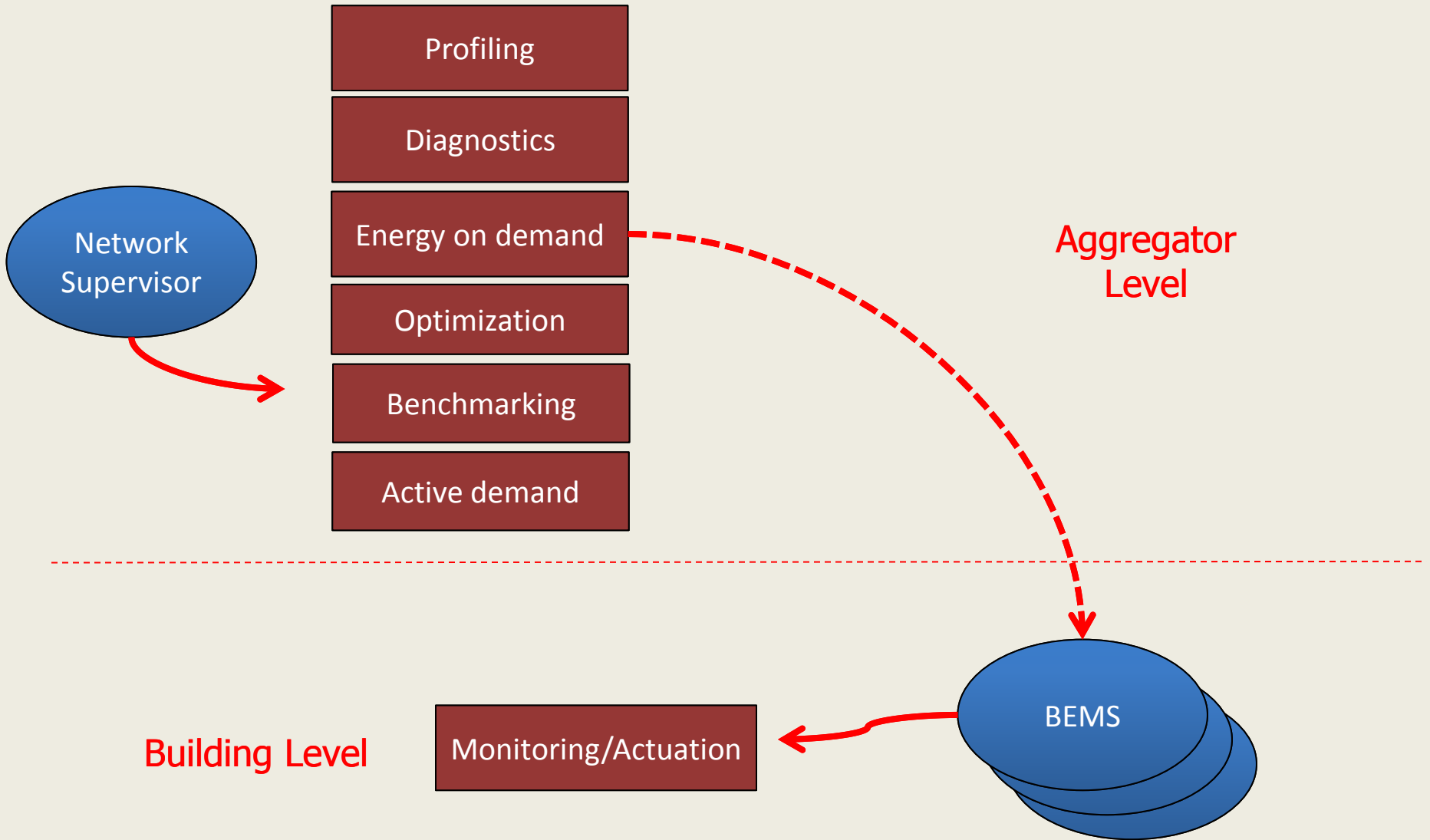


GRID DISTRIBUTOR

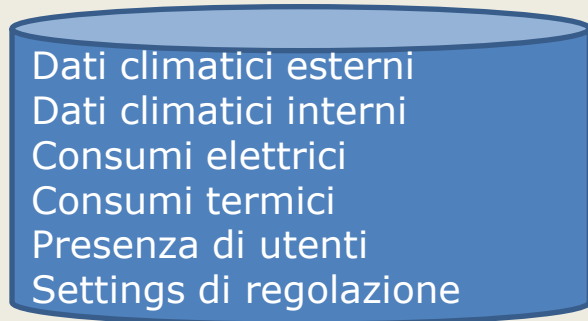
Creare infrastrutture smart per abilitare nuovi servizi ed attori ("aggregator")



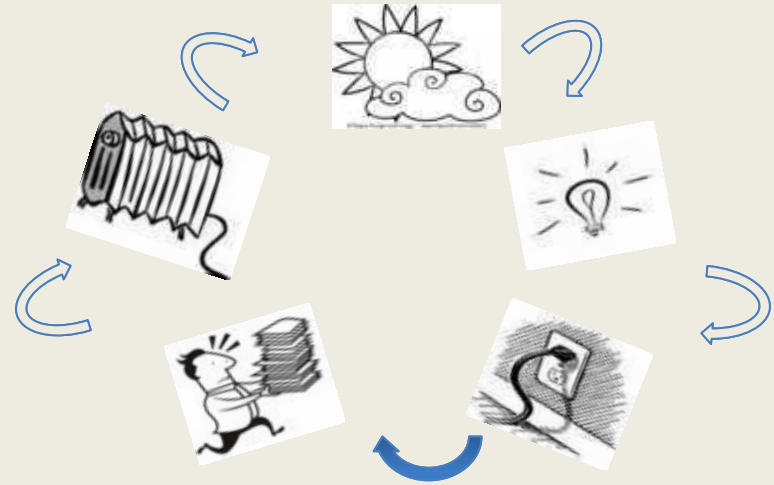
# Building Network Management



# Profiling



apprendimento



Dati climatici esterni  
Presenza di utenti  
Settings di regolazione



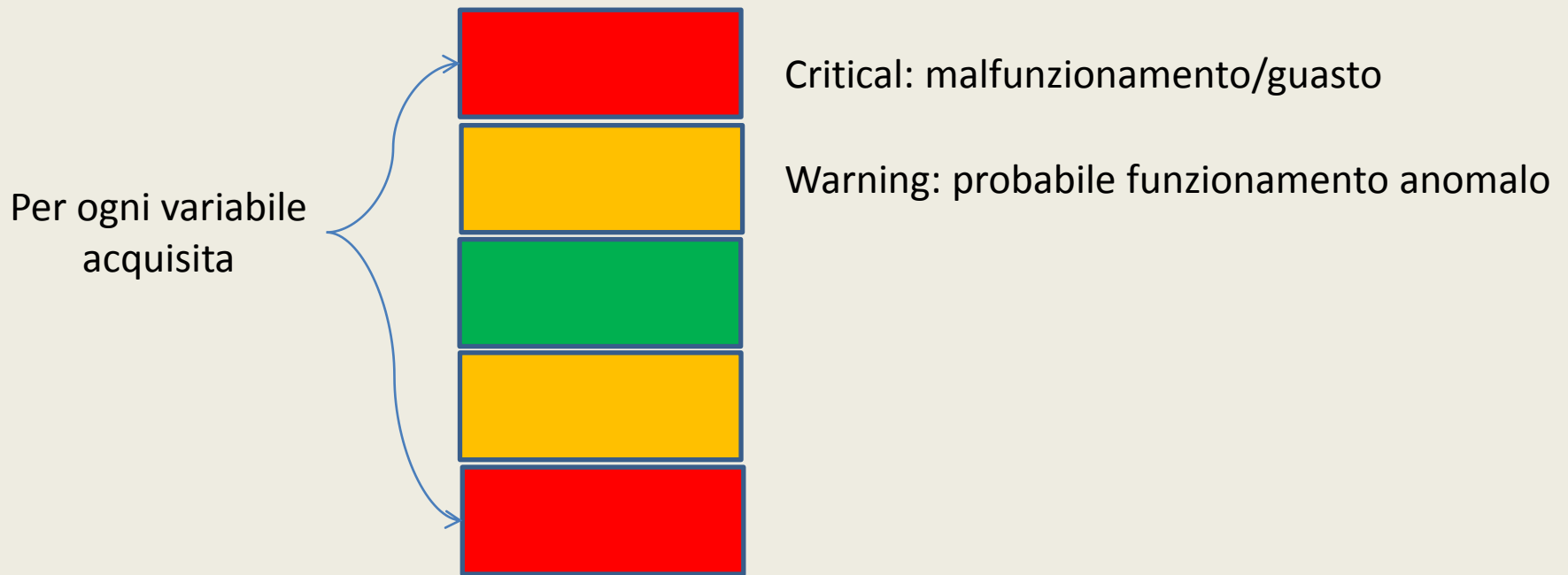
**Building  
Predictive  
Model**



Consumi  
Comfort



# Low Level Diagnostics



Analisi dinamica dei codici diagnostici low level  
Analisi delle variazioni repentine di trend

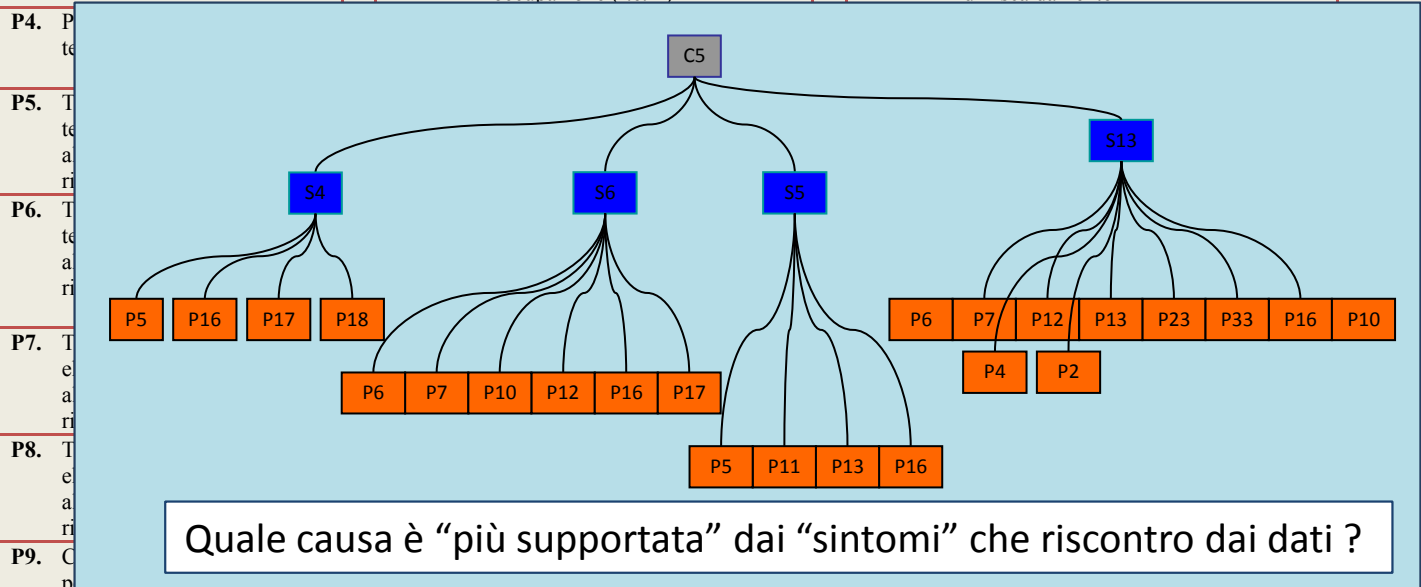


Scenari di “sintomi”

# Diagnostica Avanzata: risalire dai sintomi alle cause

risparmio energetico: 5-30 %

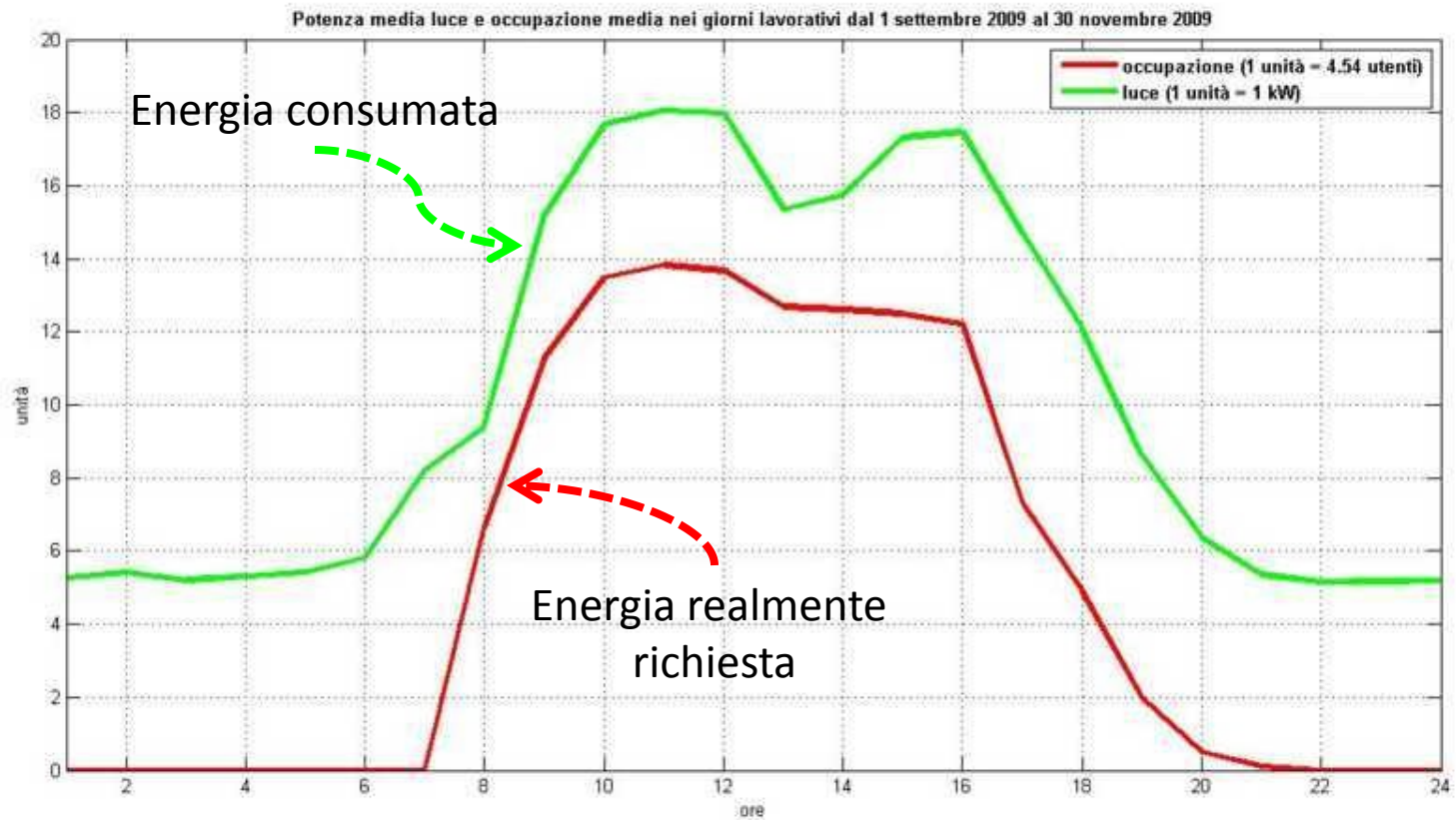
PREPROCESSING	SITUATION ASSESSMENT	CAUSES
<i>Sintomo o anomalia riscontrabile attraverso la lettura dei dati di monitoraggio</i>	<i>Individuazione dell'evento origine del sintomo</i>	<i>Causa effettiva dell'evento</i>
P1. Picco di consumo energia elettrica (illuminazione)	S1. Accensione contemporanea di un numero anomalo di utenze elettriche rispetto al livello di occupazione (illuminazione)	C1. Sostituzione apparecchi di illuminazione con altri di diversa potenza
P2. Picco di consumo energia elettrica (climatizzazione)	S2. Accensione impianti, strumentazione o terminali per il riscaldamento al di fuori dell'orario previsto di funzionamento	C2. Guasto dell'orologio in centrale termica
P3. Picco di consumo energia termica o risorsa energetica (riscaldamento)	S3. Accensione contemporanea di un numero anomalo di utenze elettriche rispetto al livello di occupazione (f.e.m)	C3. Guasto localizzato impianto termico (malfunzionamento o rottura delle pompe di circolazione) per il circuito di riscaldamento



P4. Picco di consumo energia elettrica (illuminazione)		
P5. T...		
P6. T...		
P7. T...		
P8. T...		
P9. C...		
(illuminazione)		
P10. Cambio del valore medio di potenza elettrica assorbita (raffreddamento)	S10. Locali serviti dall'impianto di illuminazione in assenza di occupanti	C10. Distacco per sovraccarico o sospensione servizio (raffrescamento)

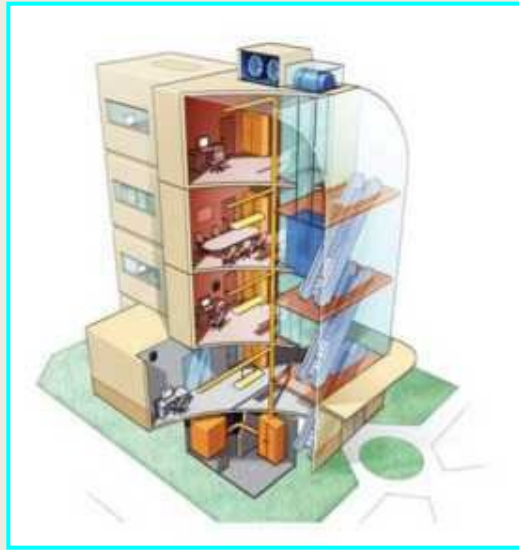
# Il principio dell'energy on demand

Fornire energia solo **quando** realmente serve, **dove** serve, nella **intensità** che serve



# Le strategie di controllo

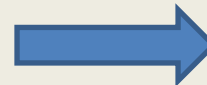
*Controllo di EDIFICIO*



*Controllo di ZONA*



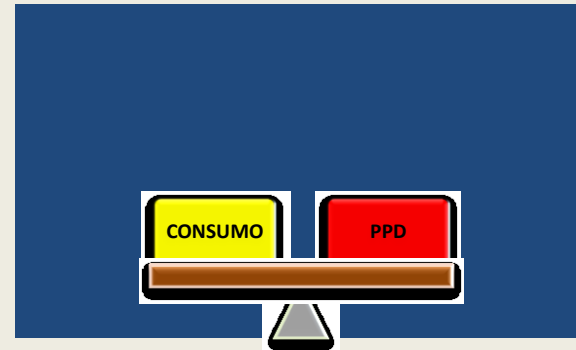
*Controllo di STANZA*



20-30 % risparmio energetico

# Ottimizzazione Energia-comfort

Inseguimento di un corretto comfort minimizzando il consumo energetico



## Predicted mean vote

$$PMV = [0,303 * e^{(-0,036 * M)} + 0,028] * \{(M - W) - 3,05 * 10^{-3} * [5733 - 6,99 * (M - W) - R_h] - 0,42 * [(M - W) - 58,15] - 1,7 * 10^{-5} * M * (5867 - R_h) - 0,0014 * M * (34 - t_a) - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a) - 3,96 * 10^{-8} * f_{cl} * [(t_{cl} + 273)^4 - (t_s + 273)^4]\}$$

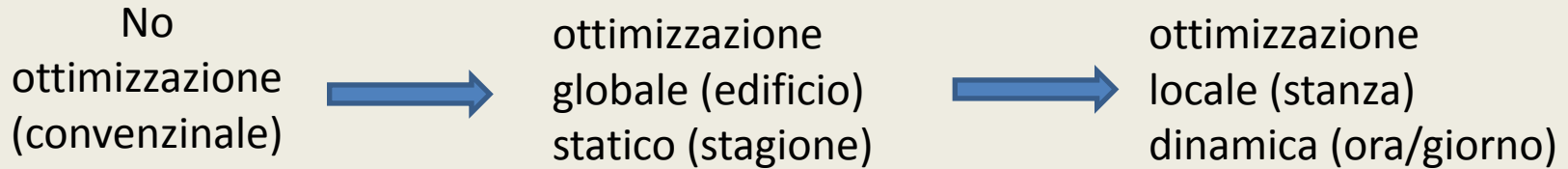
PMV  $\longrightarrow$  PPD

Predicted  
Percentage  
Dissatisfied

**PPD  $\leq$  10%**

$$PPD [\%] = 100 - 95 * e^{-(0,03353 * PMV^4 + 0,2179 * PMV^2)}$$

# Strategie di ottimizzazione a confronto

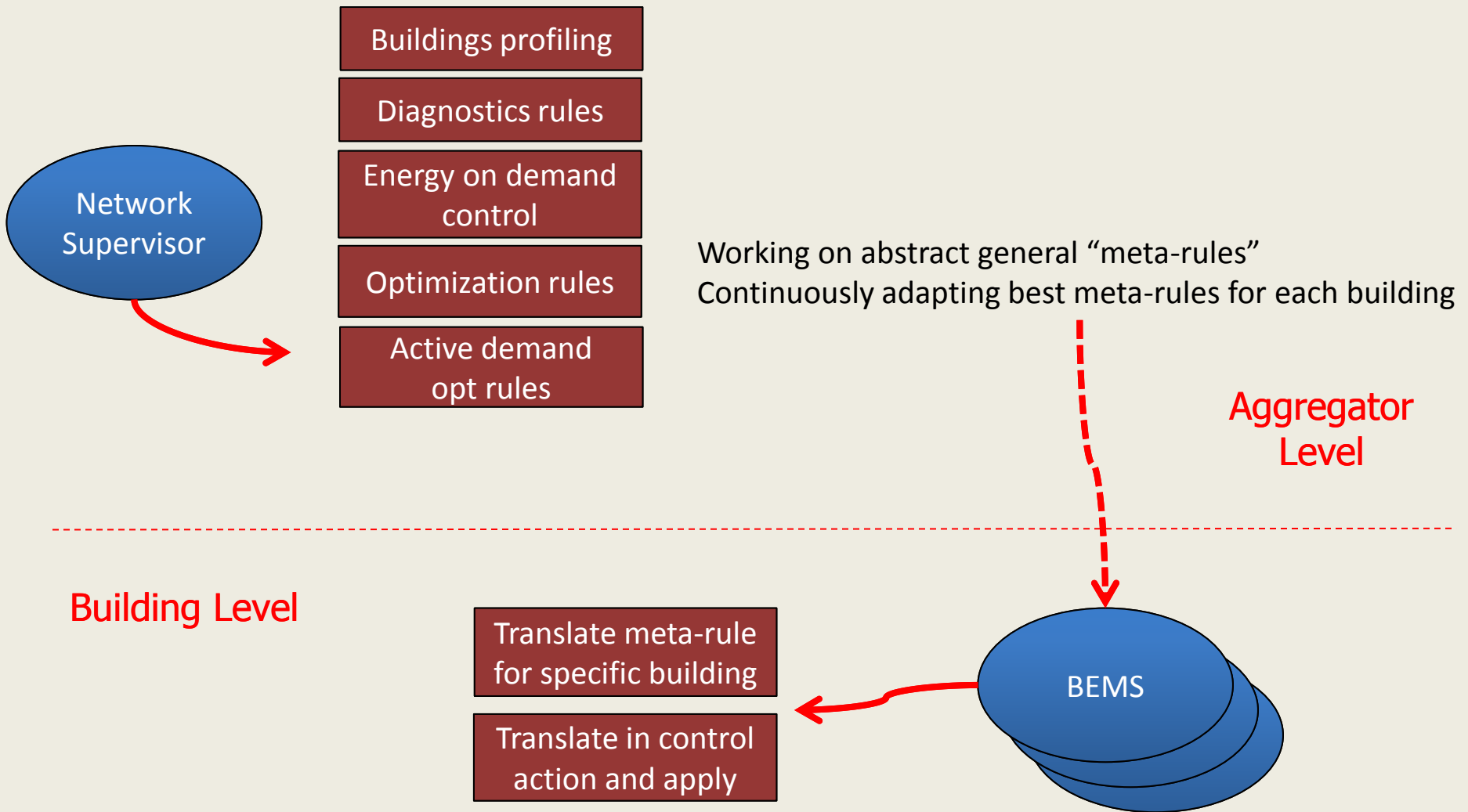


APPROCCIO	RIFERIMENTO	OTTIMIZZAZIONE STAGIONALE	OTTIMIZZAZIONE GIORNALIERA
SET-POINT MANDATA [° C]	65 (stagionale)	41 (stagionale)	Giornaliero
SET-POINT TERMOSTATO [° C]	21 (stagionale)	21,5 (stagionale)	Giornaliero
PPD MEDIO STAGIONALE [%]	6,1	9,1 (73% fuori normativa)	8,9 (PPD max = 9,8: sempre entro normativa)
RISPARMIO ENERGETICO [%]	-	18,7	19,2

Sperimentazione su un caso reale

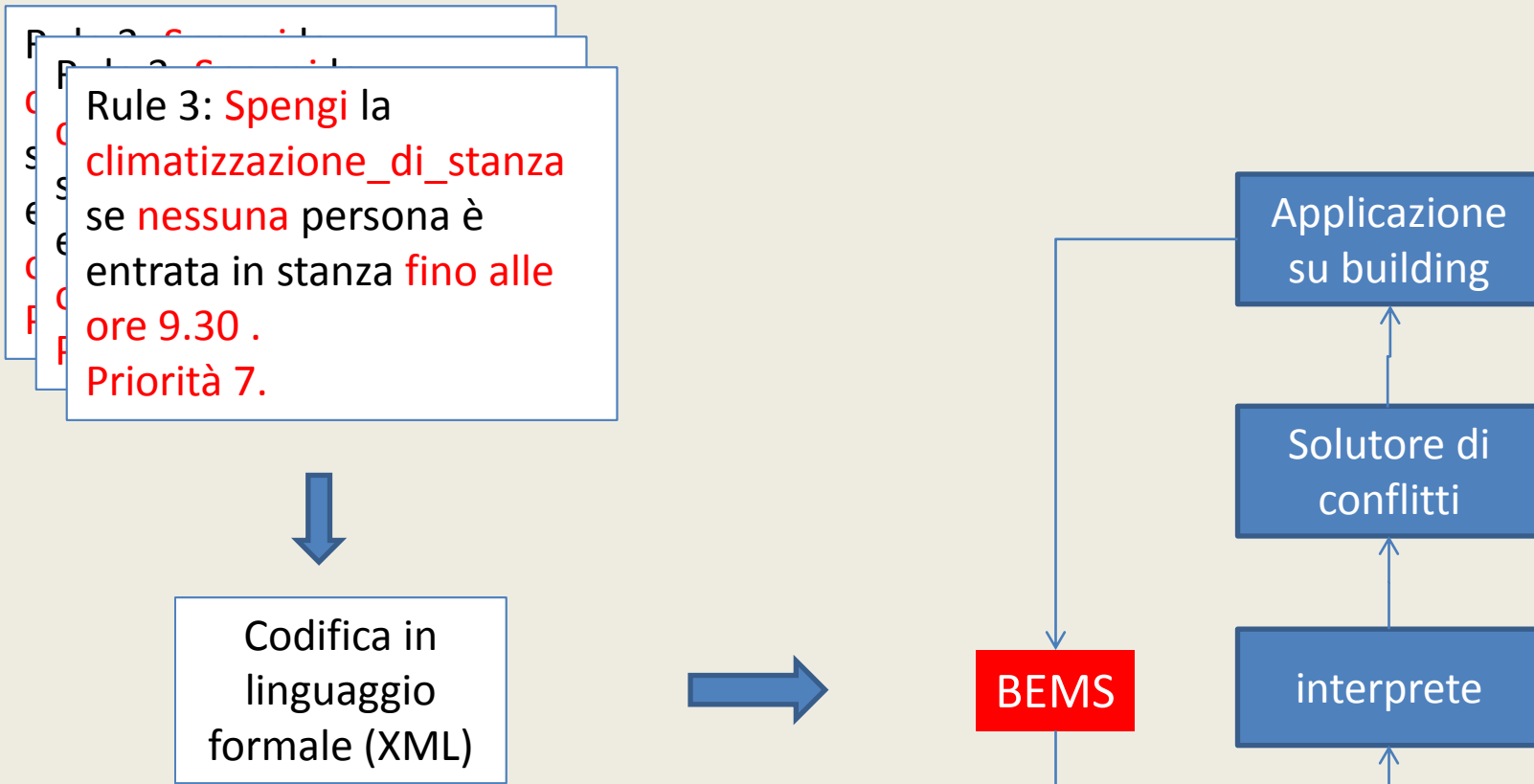
risparmio energetico: 15-25 %

# The **dynamic meta-rules** approach



"simple/stupid but evolving", "meta-rule language translator"

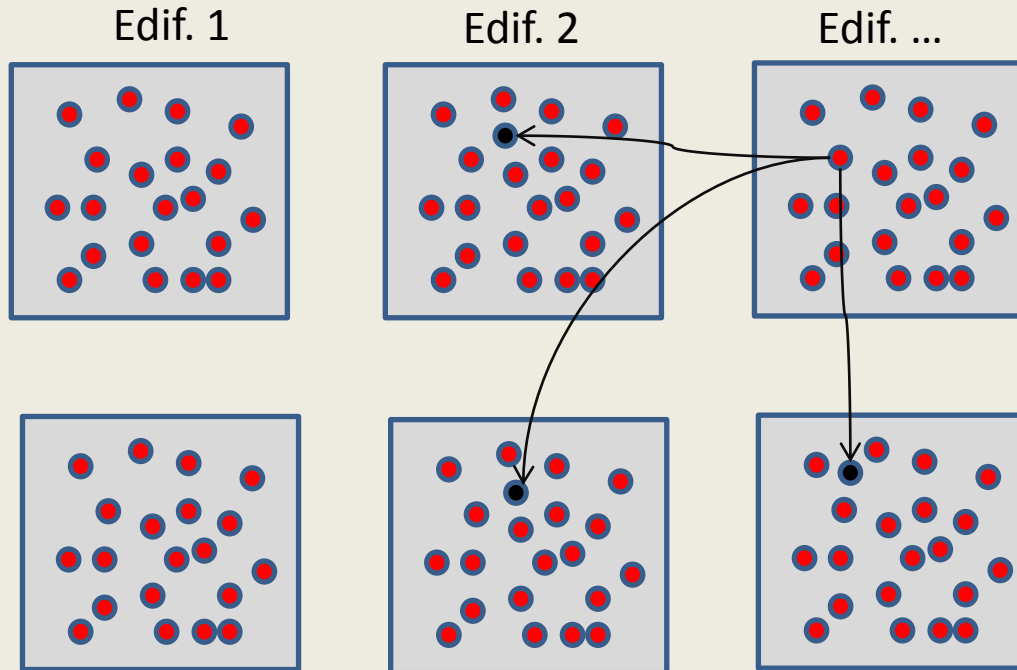
# Flusso delle regole dinamiche





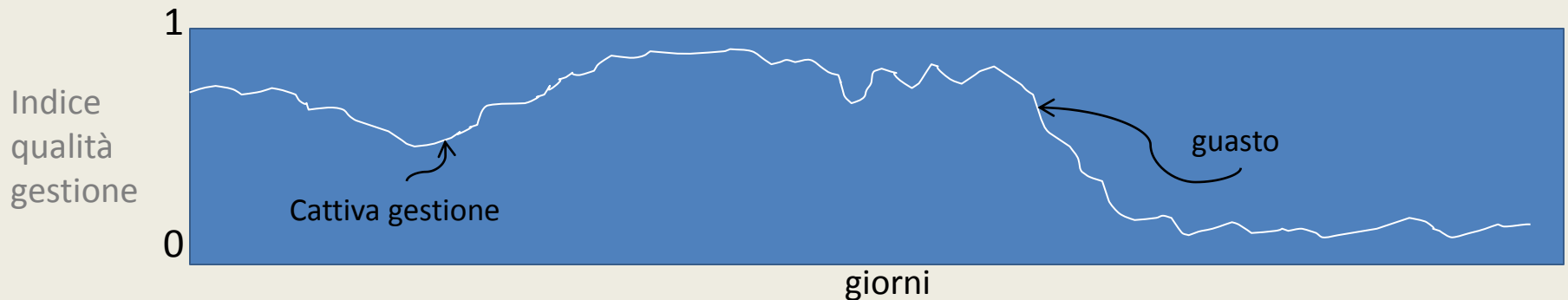
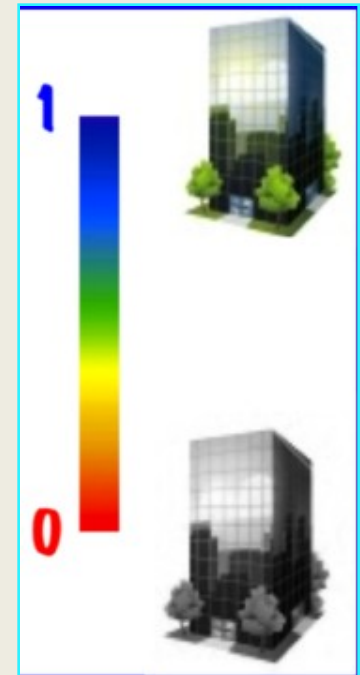
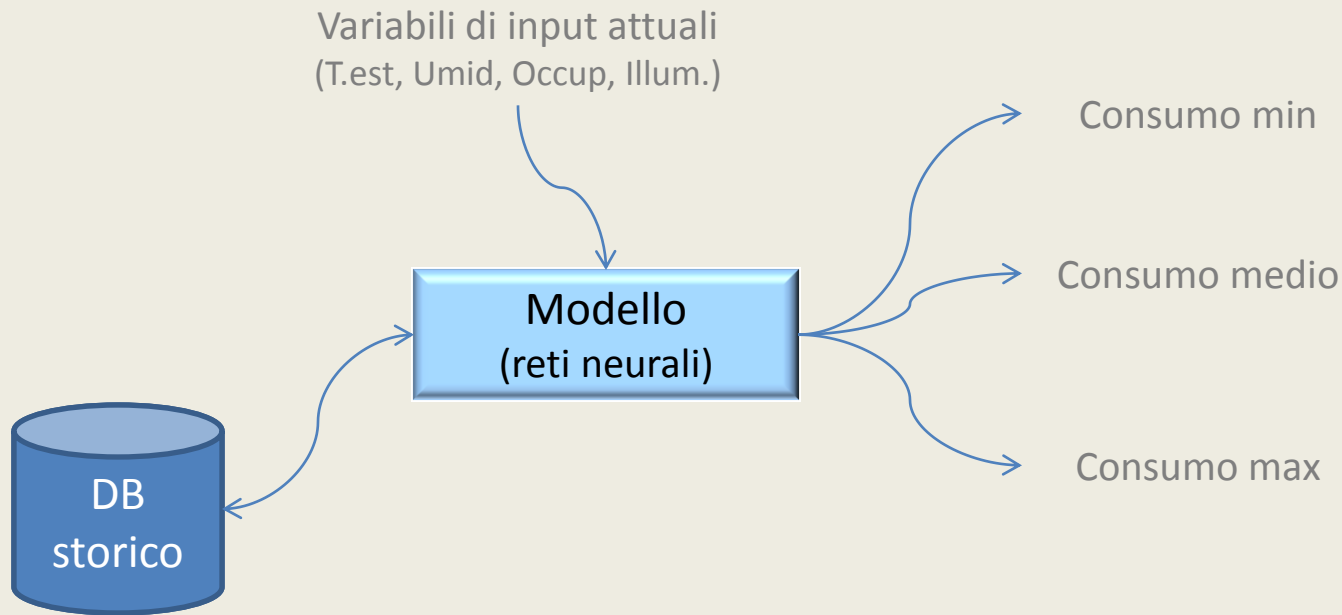
# La ottimizzazione di rete

- *swarm optimization* -



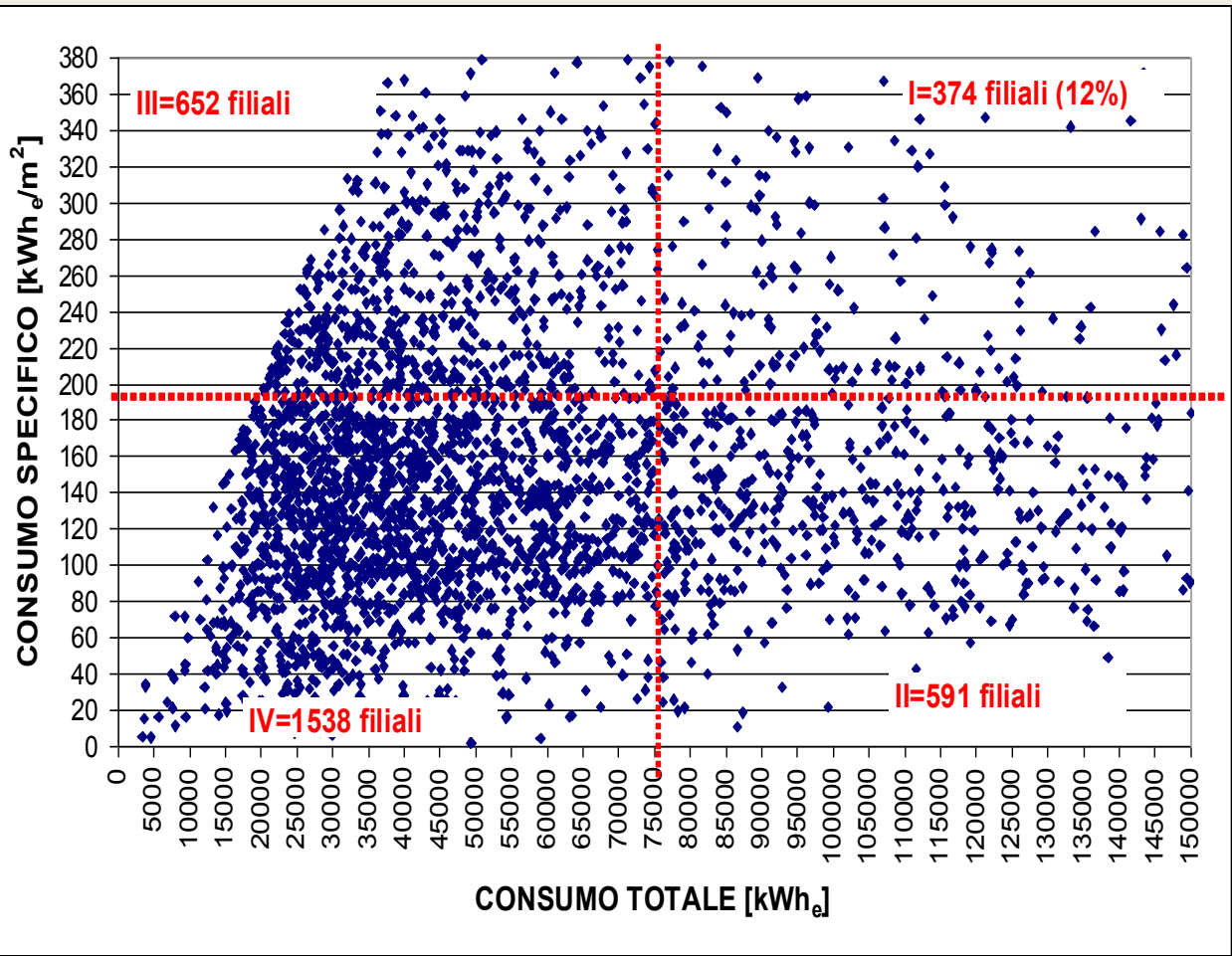
I migliori set di regole, migrano da un edificio all'altro

# Benchmarking: Indicatori prestazionali per la descrizione della qualità di gestione



# Il benchmarking della rete

## Building Asset Management



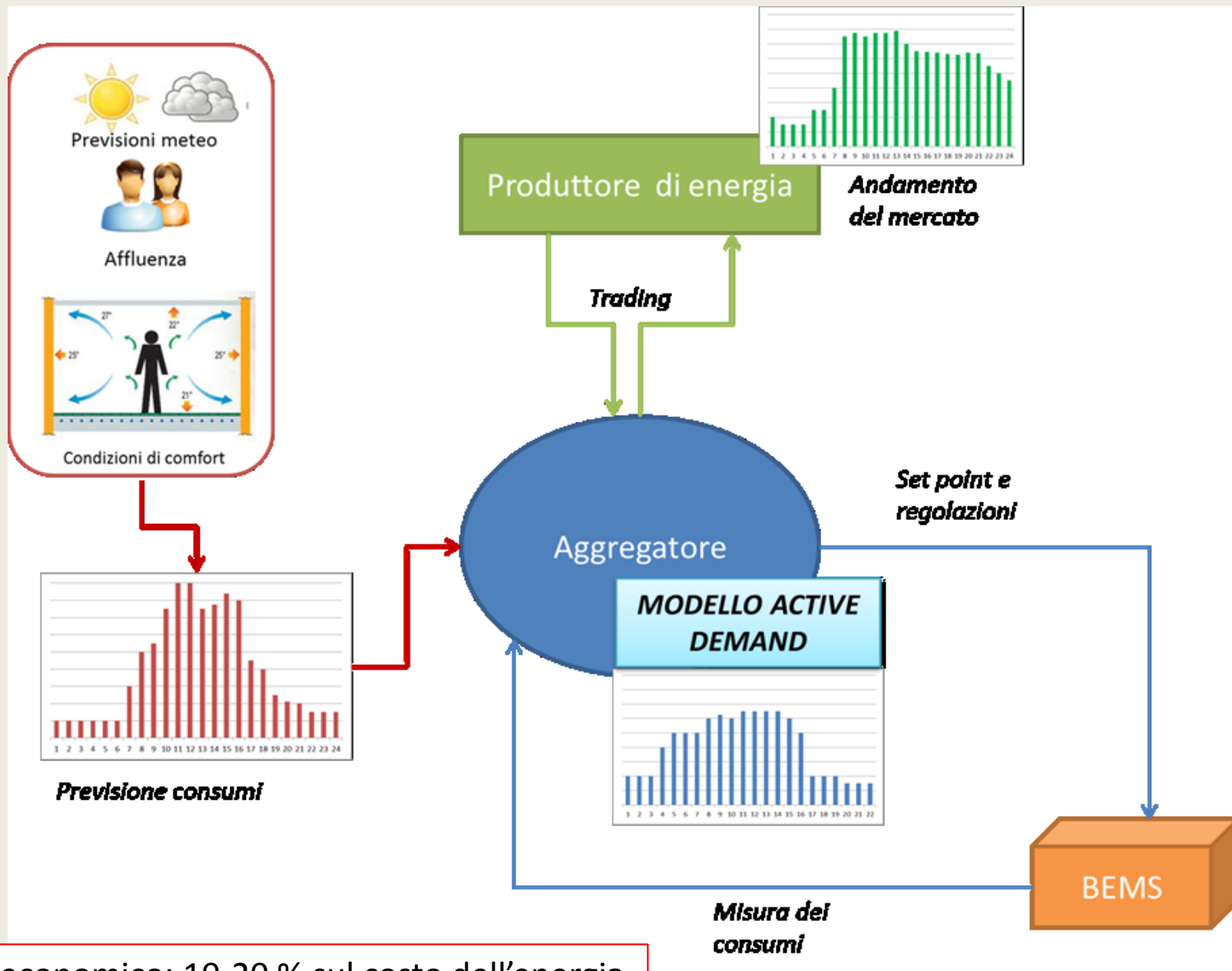
Piani di ristrutturazione

Piani ottimizzati di manutenzione

Ottimizzazione progressiva dei comportamenti

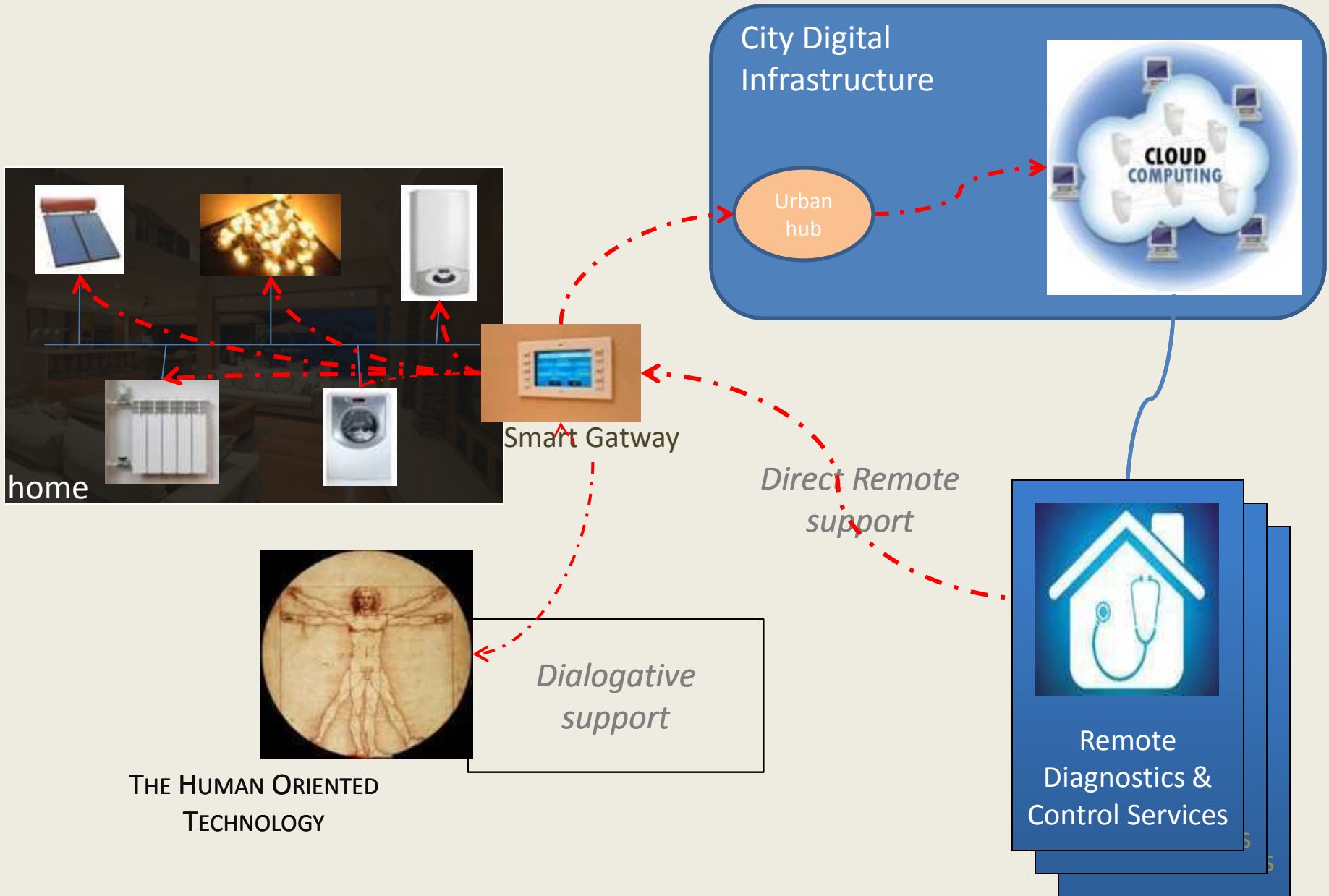
*Esempio di una rete di edifici  
(studio su 3155 filiali bancarie, Politecnico Torino)*

# Active Demand Management: il principio del «Demand Response»

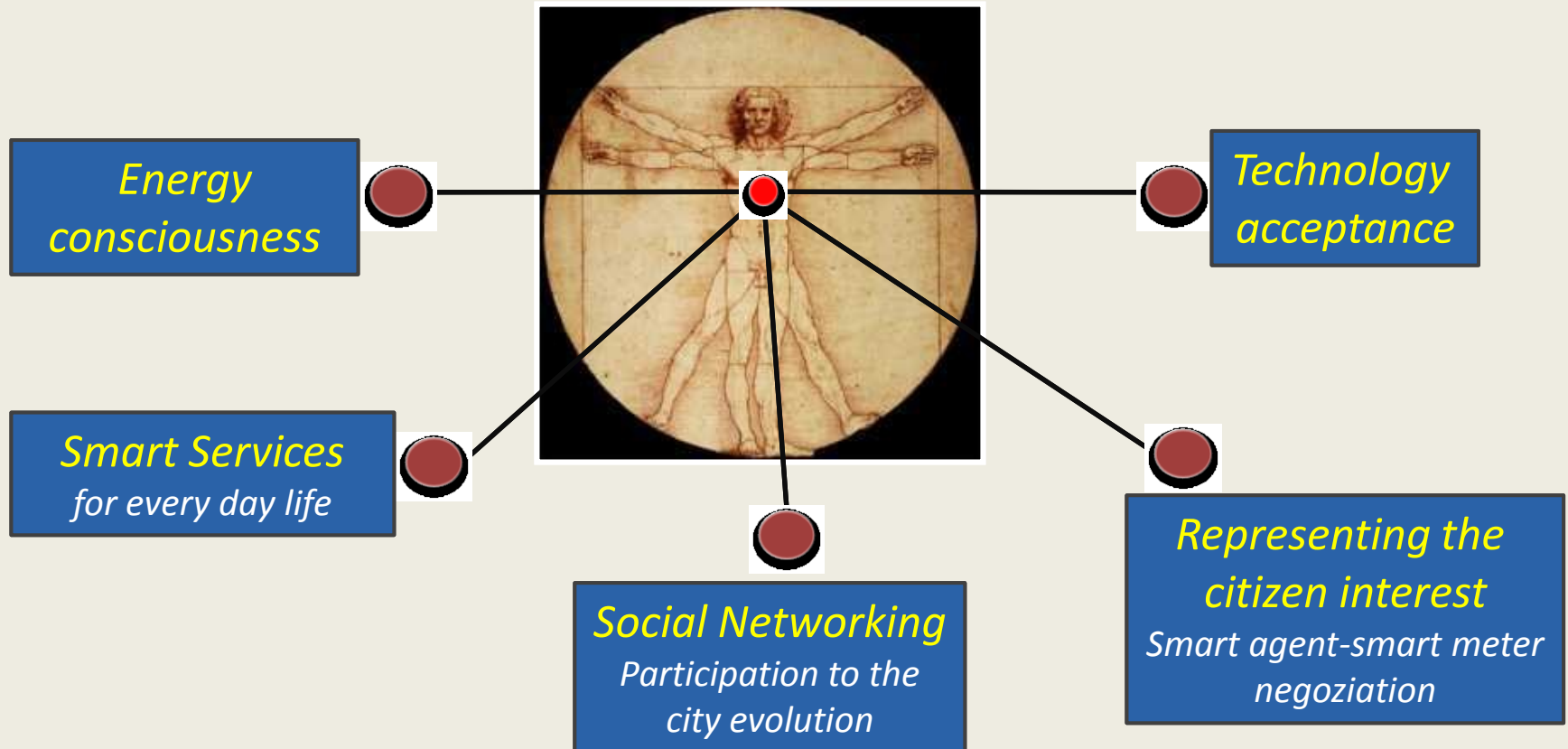
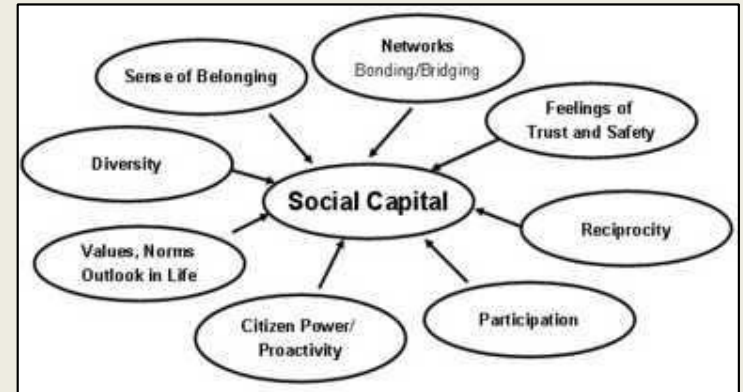


risparmio economico: 10-20 % sul costo dell'energia

# Smart Home Network



*...dallo smart building alla  
...building community*



# La rete di ricerca su Smart Buildings Network



Partners  
industriali



Rete di ricerca



Applicazioni urbane

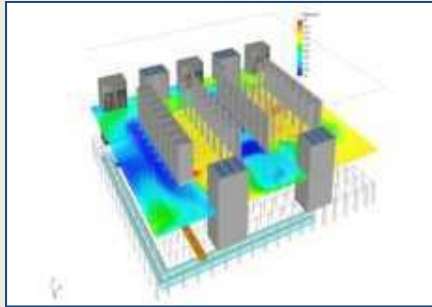


PA centrale

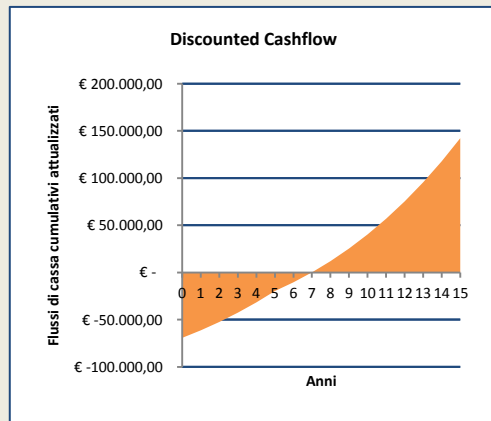


# La qualificazione della metodologia

District  
Simulation



Smart  
Village



Business model

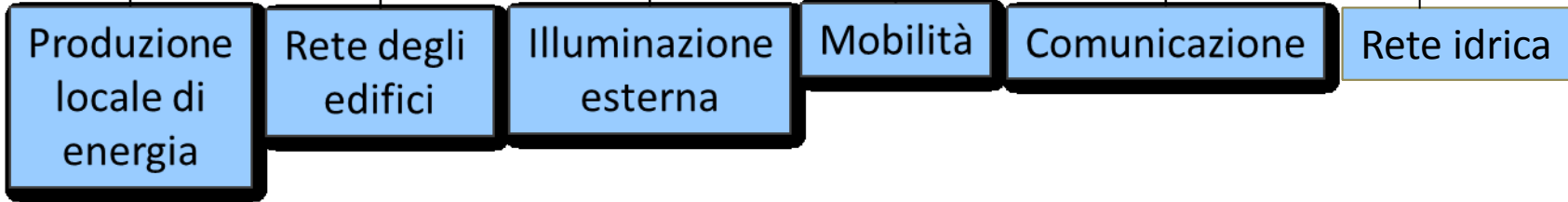
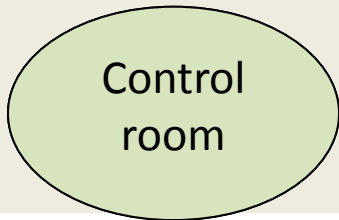


Cities





Ricercatori ENEA cittadini



Rete di 10 smart buildings

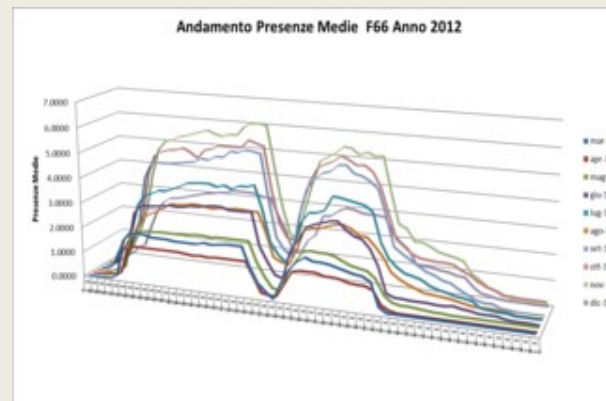
# Understanding people needs...



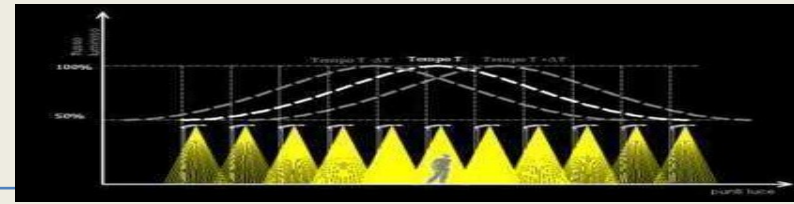
When do you enter/exit ?  
where are you going ?



What do you need ?



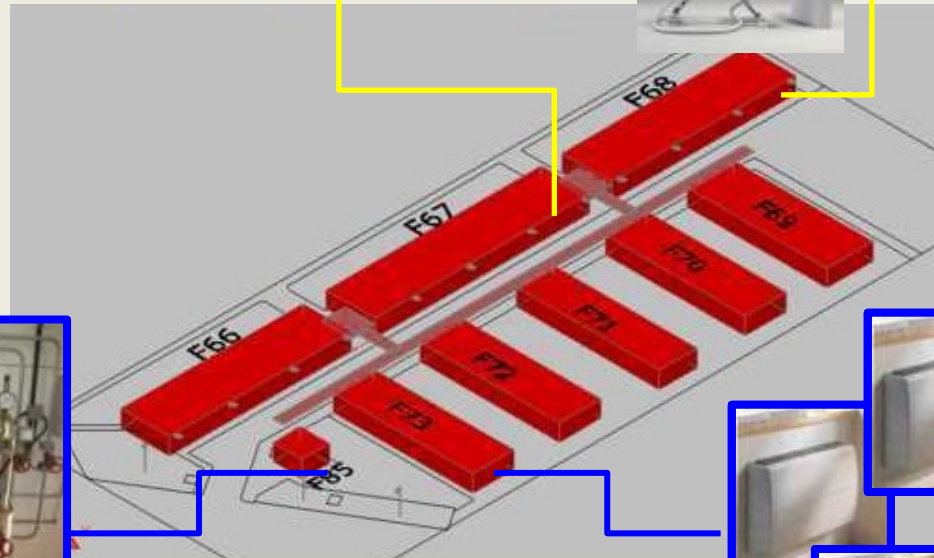
# Smart Street



Building Lighting.



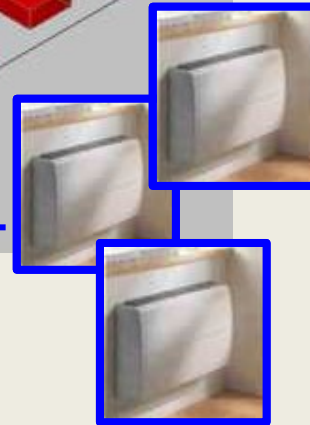
The Led Light Wave



Building Climatization

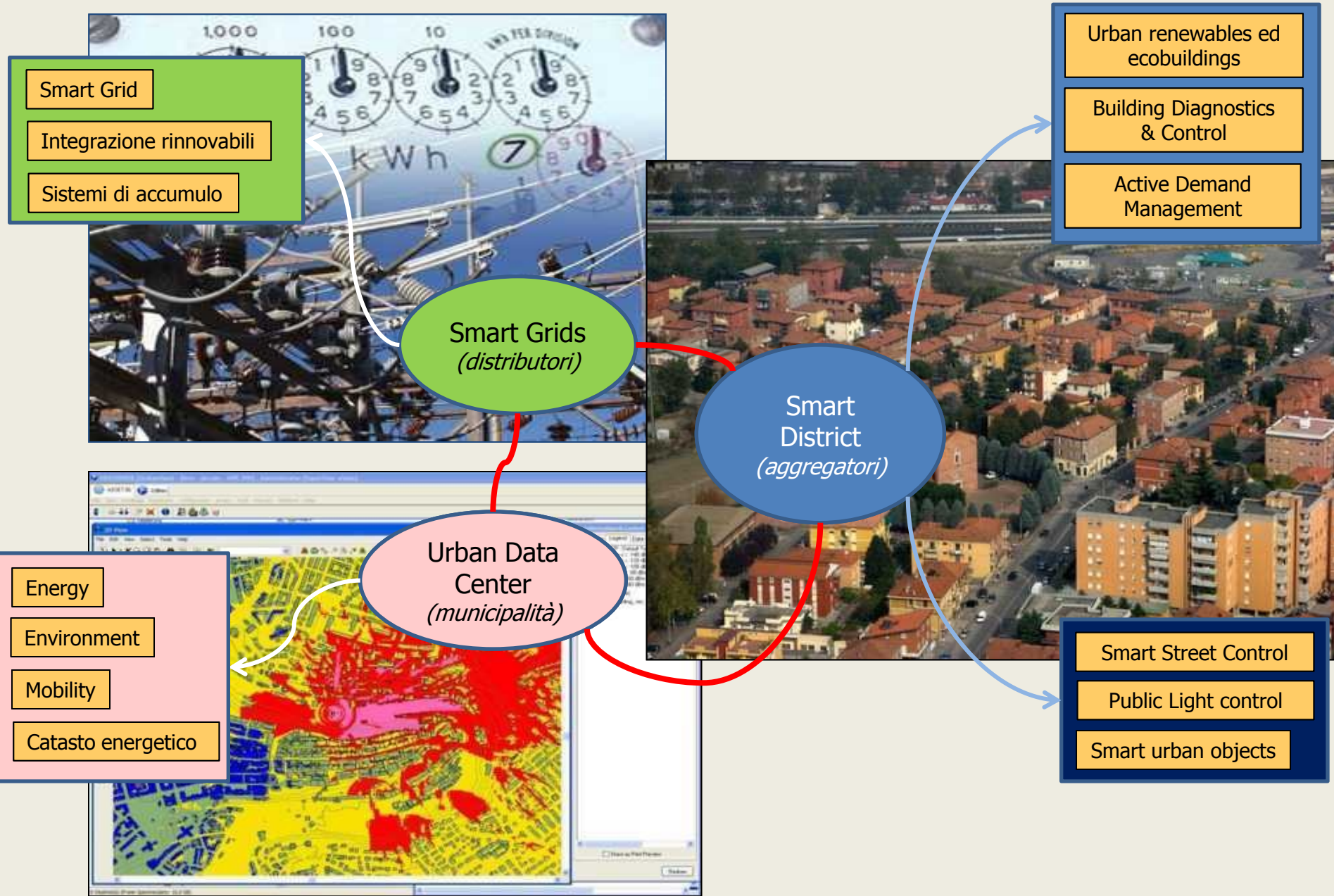


Heating & Cooling Network Optimization





# IL PROGETTO RES NOVAE





*Grazie per l'attenzione*



[mauro.annunziato@enea.it](mailto:mauro.annunziato@enea.it)