



# **Hardware Development**

## **Work Package 4**

**Gaetano Salina**

## Task Aims:

- The implementation of the Hardware Reference Platform (HRP) needed for !CHAOS's use cases.
- The HRP includes the processor hosting the CU task, device interfaces, I/O integration, signal conditioning, defined by the use cases.

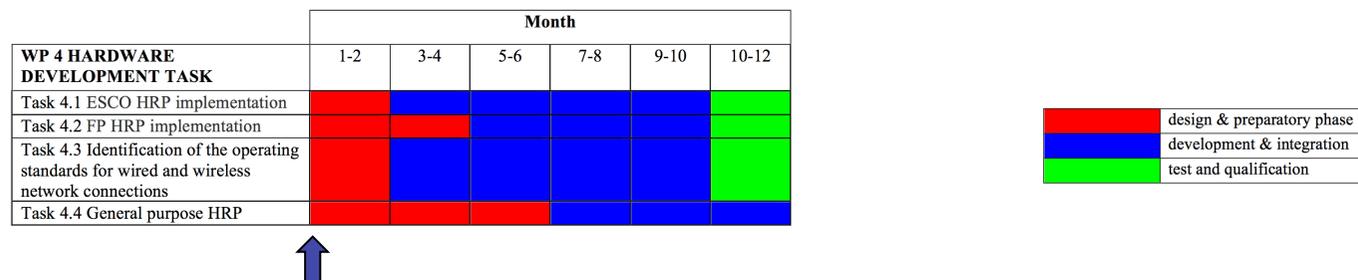
Work package number	WP4		Start date or starting event: Month 1			
Work package title	HARDWARE DEVELOPMENT					
Activity Type	SUPP					
Participant number	1	2	3	6	8	9
Participant short name	INFN-LNF	INFN-TV	INFN-PG	INFN-LNS	NI	ADF
Person-months per participant:	6	24	32.4	18	2.4	3.6

## WP 4 Coordinator: Gaetano Salina (INFN-TV)

- **Task 4.1 - ESCO HRP implementation** (Mauro Piccini)
- **Task 4.2 - FP HRP implementation** (Salvatore Puvirenti)
- **Task 4.3 - Operating standards for wired and wireless network connections** (Bruno Checcucci)
- **Task 4.4 - General purpose HRP** (Gaetano Salina)

## Work to be carried out:

- **Development, test and qualification of the hardware for the ESCO use case**
- **Study, prototyping and testing of critical parts for accelerators**
- **Study and implementation of general purpose HRP.**



# Struttura, Controllo e Paradigmi Computazionali

Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Modelli predittivi e soluzioni pilota per la diagnostica e controllo di smart buildings

*M. Annunziato, M. Bosello, M. De Felice, C. Meloni, S. Pizzuti*

## SOMMARIO

1. SINTESI DELLA ATTIVITÀ DI RICERCA .....	5
2. LA GESTIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI DEL SETTORE TERZIARIO .....	8
2.1 Gli edifici del settore terziario .....	10
2.2 Le strategie della gestione degli edifici del settore terziario .....	17
2.3 Le criticità .....	20
3. SVILUPPO DELLA MODELLISTICA PREDITTIVA .....	22
3.1 Le predizioni neurali .....	23
3.2 Conclusioni .....	34
4. PROGETTO E REALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO SPERIMENTALE PER LA QUALIFICAZIONE DELLE STRATEGIE DI OTTIMIZZAZIONE DELLA GESTIONE .....	37
4.1 Sviluppo del progetto per l'edificio sperimentale .....	38
4.2 Analisi delle possibili strategie di diagnostica e controllo dell'edificio .....	41
4.2.1 L'edificio F40 del C.R. ENEA Casaccia .....	41
4.2.2 Sviluppo di configurazioni di controllo dell'edificio .....	42
4.3 Un esempio della importanza della diagnostica sull'edificio F40 .....	45
4.4 Risparmi energetici .....	48
4.4.1 Soluzione A – Livello edificio .....	48
4.4.2 Soluzione B – Livello di piano .....	50
4.4.3 Soluzione C – Livello di Stanza .....	51
4.5 Conclusioni .....	53

## Building Energy Management Systems

Attualmente non esistono dei veri e propri modellatori o sistemi in grado di effettuare una diagnostica avanzata in modo automatico.

Generalmente infatti ci si limita a delle semplici collezioni di dati mentre la diagnostica in senso

stretto e` demandata ad operatori umani che analizzano i dati acquisiti.

Questo naturalmente causa un elevato costo operativo e la necessita` di un energy manager esperto il cui costo e` molto elevato.

Inoltre la competenza dell'energy manager e` tanto piu` elevata quanto piu` grande e` il parco di edifici che deve controllare (ad esempio esistono molte reti di edifici in Italia che superano i 3000 uffici) ma in questo caso e` praticamente impossibile visionare a fondo tutti i dati.

In definitiva l'intervento di diagnostica ed ottimizzazione si limita alla identificazione di cause macroscopiche senza disporre di un vero processo di elaborazione dei dati.

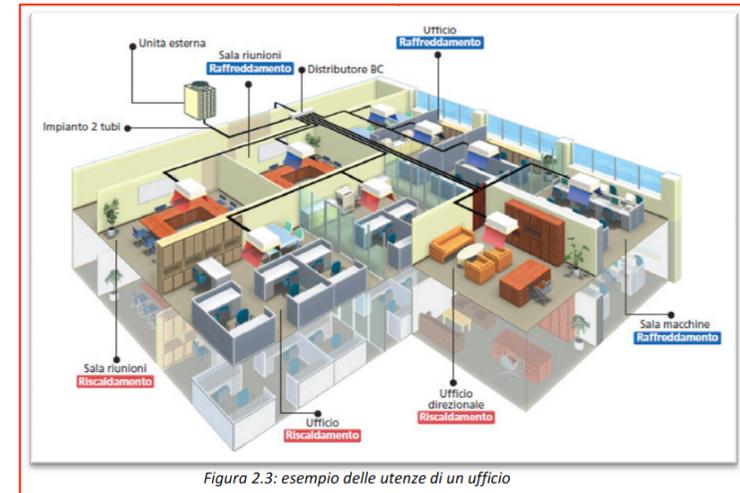
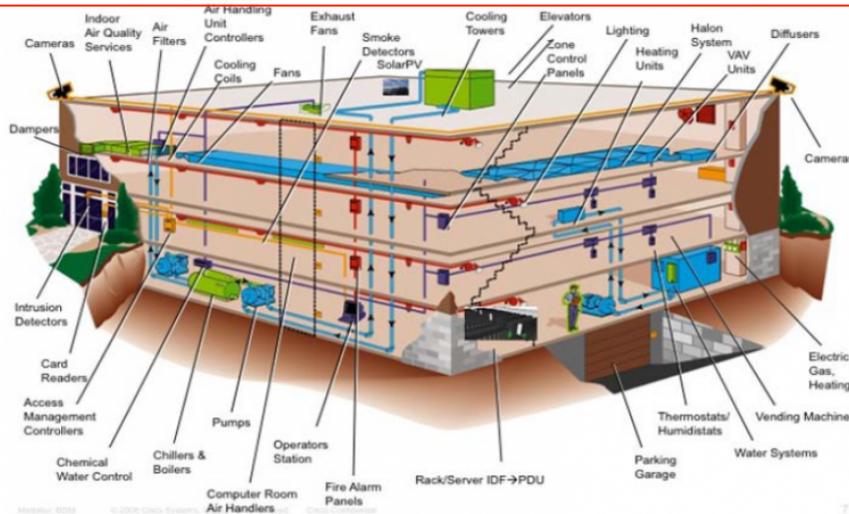


Figura 2.3: esempio delle utenze di un ufficio

# Struttura, Controllo e Paradigmi Computazionali

## Sensori

$$(x_1^{Type1}, x_2^{Type1}, x_3^{Type2}, \dots, x_N^{TypeN_T}) \rightarrow S = \{x_i^k(t)\}_{N, N_T}$$



## Attuatori

$$(w_1^{Type1}, w_2^{Type1}, w_3^{Type2}, \dots, w_{N_w}^{TypeN_{T_w}}) \rightarrow W = \{w_i^k(\{\lambda_k(t)\}, t)\}_{N_w, N_{T_w}}$$

## Modello Computazionale del Sistema

$$ModComp = \{S, Stor, Mon, Min, W\}$$

## DataBase

$$Stor(\{x_i^k\}) = \{S = \{x_i^k\}_{N, N_T}\}$$

## Monitor

$$Mon = \{M_\alpha(Stor\{x_i^k\})\}$$

$$Mon = \{F_\beta(M_\alpha(Stor\{x_i^k\}))\}$$

$$x_i^k \in S_A, S_B, \dots, S_Z \subseteq S$$

Stati Locali o Globali

Indicazioni di  
modifiche  
strutturali  
e/o  
funzionali

## Ottimizzazione

$$F_C^\alpha = F\{M_\alpha, \{\lambda_k(t)\}, \{x_i^k\}, t\}$$

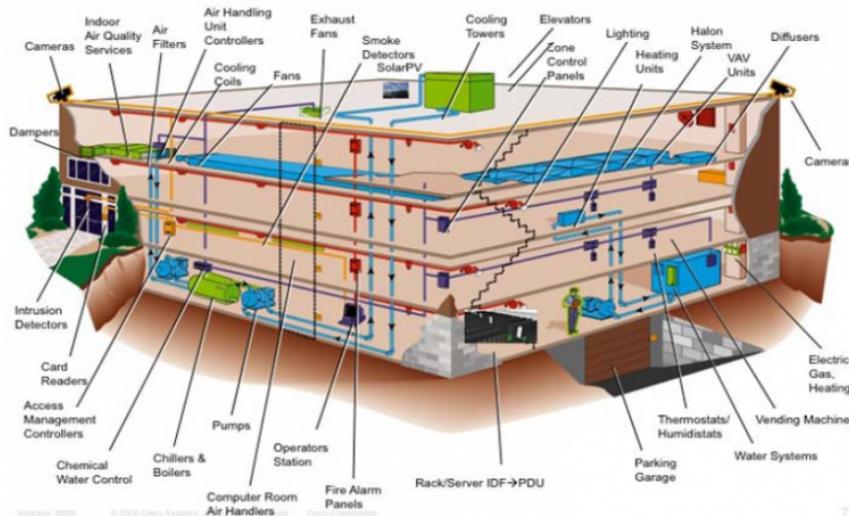
$$Min = \frac{\partial F_C^\alpha}{\partial \{\lambda_k(t)\}} = 0 \rightarrow \{\lambda_k^*(t)\}$$

Minimizzazione globale di Funzioni Costo

Ottimizzazione funzionale in Real Time.  
Eventualmente supervisionata → Sistemi Adattivi.

# Struttura, Controllo e Paradigmi Computazionali

$$ModComp = \{S, Stor, Mon, Min, W\}$$



L'implementazione fisica del modello di calcolo, in termini di architettura, tecnologie e topologia della rete di comunicazione e dei livelli di gerarchia per gli elementi di processo diventa critica

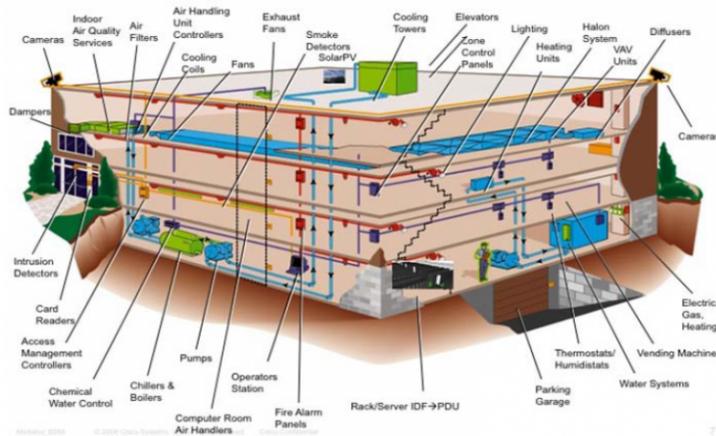
Nella situazione in cui:

- Le sotto parti del sistema siano correlate (in maniera debole o forte e la distanza di correlazione e' confrontabile con le dimensioni del sistema stesso
- Il numero di sensori e attuatori diventa arbitrariamente elevato

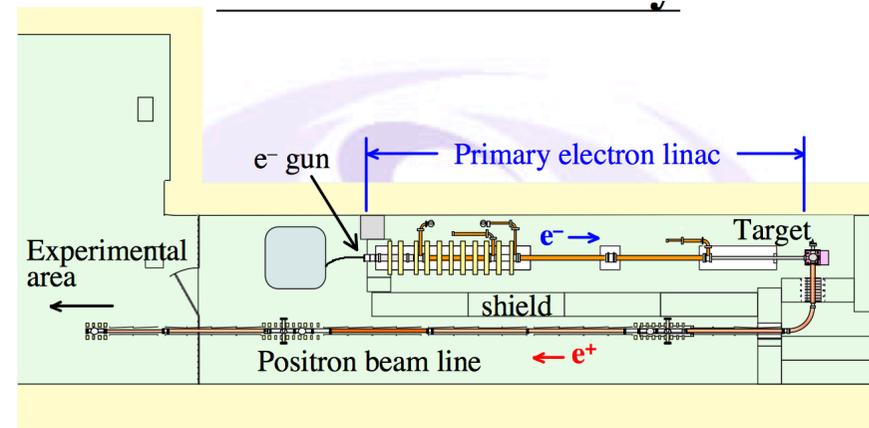
Il monitoraggio ed l'ottimizzazione diventano task computazionali hard.

$$ModComp \xrightarrow[\xi \gg 1]{N \rightarrow \infty} HARD$$

## Use Cases Complexity: |ModComp|



- Maggior numero di sensori ed attuatori e di natura diversa.
- Sistema difficilmente fattorizzabile in sotto sistemi non interagenti
- Funzioni costo complesse e algoritmi di ottimizzazione non noti e/o non efficaci. Possibile necessita' di modelli adattivi supervisionati iterativi.
- BD non sequenziali ?



- Numero di sensori ed attuatori limitato e omogeneo.
- Sistema facilmente fattorizzabile in sotto sistemi non interagenti
- Funzioni costo complesse e algoritmi di ottimizzazione noti e efficaci
- BD sequenziali !

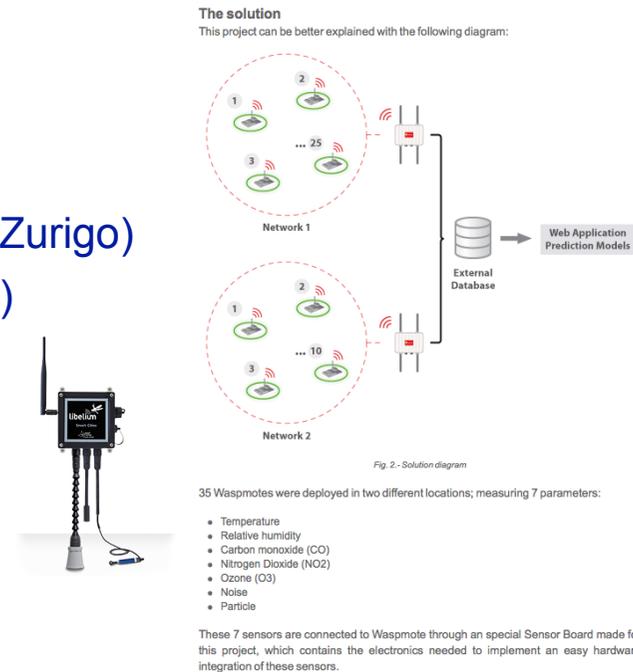
$$|ModComp|_{SB} \gg |ModComp|_{FP}$$

## Piattaforme Hardware

- Mica Mote (Atmel, radio 32khz, Berkeley Univ.)
- EYES (MP430, TDA520, EU project)
- Btnodes (Atmel, Bluetooth e Chiocon 915MHz, ETH Zurigo)
- Scatterweb (MP430, Radio e Bluetooth, Univ. Berlino)
- FireFly (Atmel)
- TelosB (MSP430)
- [Beagle Bone \(Open hardware Open Software\)](#)
- [Libelium \(Open software \)](#)
- [NI MyDaq](#)
- .....

Scegliere dipende dall'applicazione che si vuole creare, dal contesto in cui verrà adoperato, dalle dimensioni massime ammissibili, dal costo sostenibile, dalla loro efficienza energetica e dalla robustezza richiesta.

Non conviene sviluppare HW



### [Libelium \(Open software \)](#)



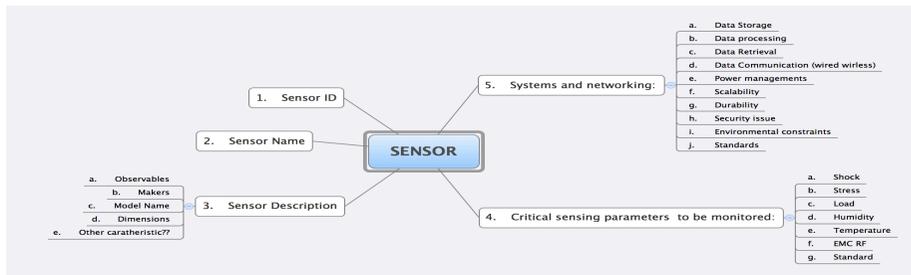
[NI MyDaq](#)

# Steps for the HRP identification in the design, network architecture and preparatory phase:

Definizione del Modello Computazionale per Smart Building

$$ModComp = \{ S, Stor, Mon, Min, W \}$$

- Sensors semantic identification S



$$\rightarrow S = \{ x_i^k(t) \}_{N, N_T}$$

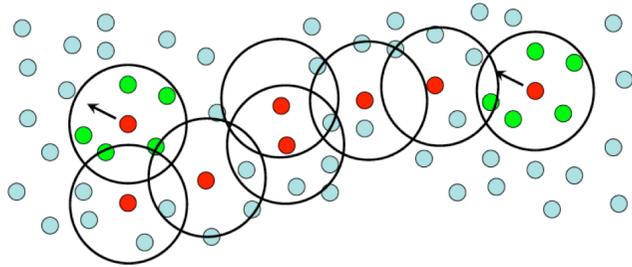
- Fare lo stesso per gli attuatori W
- Definire le classi *Mon* e *Min* e la struttura di *Stor* (logica e fisica)
- Identificare l'architettura Hardware

# Steps for the HRP identification in the design, network architecture and preparatory phase:

Definizione del Modello Computazionale per Smart Building

- Identificare l'architettura Hardware

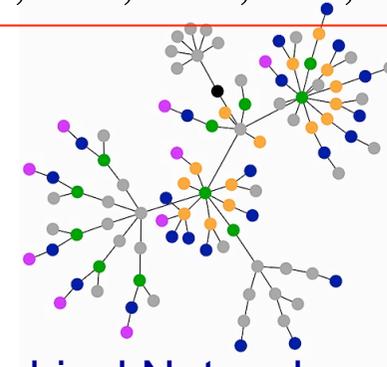
$$ModComp = \{S, Stor, Mon, Min, W\}$$



Wireless Sensor Network

$$G(\{v_i\}, \{l_{i,j}\})$$

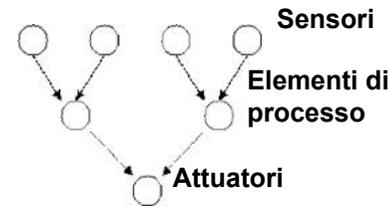
$v$  nodi (sensore, attuatore, processore)  
 $l$  Links di comunicazione



Wired Hierarchical Network

$$M_\alpha(Stor\{x_i^k\})$$

$$F_\beta(M_\alpha(Stor\{x_i^k\}))$$

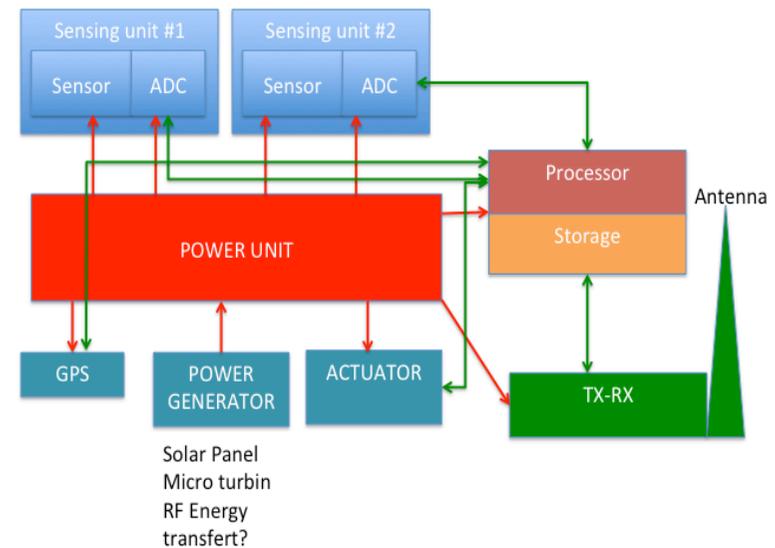


$$M_L(\{v_i\}_A, \{l_{i,j}\}_A) \xrightarrow{MST} M_F(\{v_i\}_A, \{l_{i,j}\}_A) \subset G(\{v_i\}, \{l_{i,j}\})$$

Grafo Logico
Grafo Fisico

## Struttura del Nodo (?)

- Requisiti Funzionali: Cosa deve fare?
- Requisiti Hardware: Con cosa deve comunicare e che cosa deve comunicare
- Requisiti d'operabilità: (-100 gradi?)
- Requisiti Software: riprogramabilità?
- Requisiti Economici : limite di costo per nodo?
- Requisiti USER.



E per il gateway e per il server stesso tipo di richieste (se servono)?

## WP 4 work methodology:

- Come ridefiniamo, se son da ridefinire, i tasks del WP ?
- Task weekly virtual meeting and mail repor to to WP leader?
- WP weekly virtual meeting between task leader and WP leader ?
- 1 monthly WP and task general meeting?

