

Corso di Produzione Edilizia e Cantiere

A.A. 2022.23

prof. Guido R. Dell'Osso

**Domotica e Building Automation**

# La Domotica

*La domotica è la disciplina che si occupa dello studio delle tecnologie atte a migliorare la qualità della vita nella casa (dal greco  $\delta\omicron\mu\omicron\varsigma$  = domos) e più in generale negli ambienti confinati.*

## **Building Automation**

per la gestione coordinata, integrata e computerizzata di:

- impianti tecnologici;
  - componenti edili;
- ma anche di
- reti informatiche e di comunicazione.

# La Domotica: aree di automazione

## ➤ Sicurezza: Safety e security;

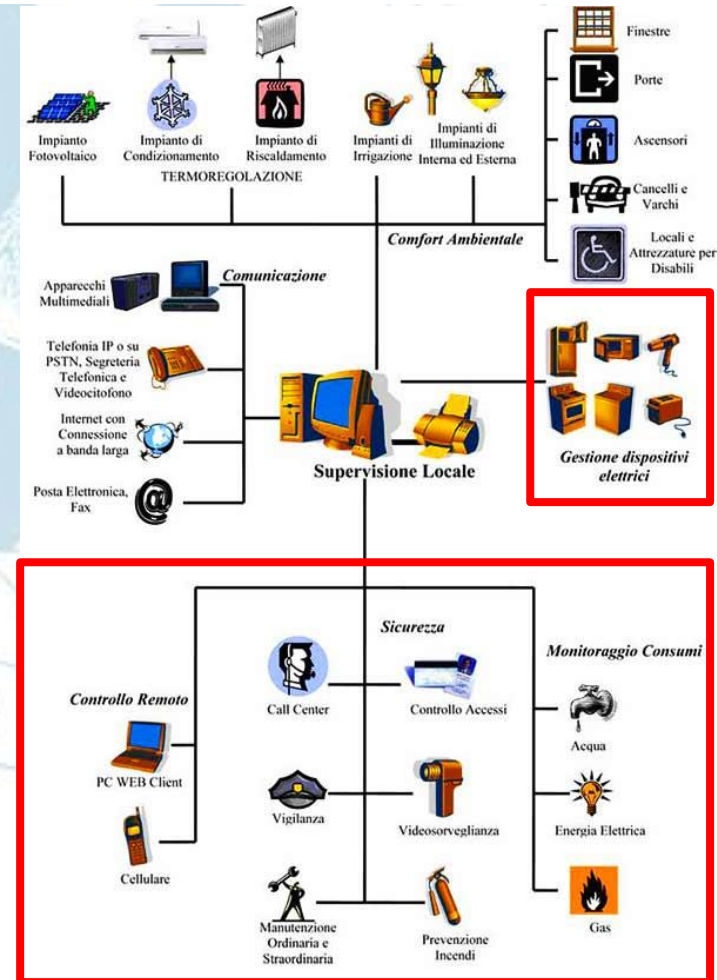
Gestione accessi  
 Protezione antifurto, antintrusione, antirapina, perimetrale  
 Protezione antincendio, antiallagamento, da fumo o fughe di gas  
 Videocontrollo ambientale locale e a distanza

## ➤ Domotica assistiva;

Tecnologie per l'autonomia domestica (accensione delle luci e degli impianti, apertura di porte e finestre, scorrimento dei cassette, motorizzazione dei serramenti, accensione di televisione e radio, attivazione dell'allarme, ecc.)  
 Telesoccorso e teleassistenza di persone sole, anziane, disabili o ammalate

## ➤ Controllo degli apparecchi;

Lavatrice, asciugatrice, lavastoviglie, frigoriferi e congelatori, cucine, forni, microonde, apparecchi idrosanitari, sauna, idromassaggio, scaldabagno, .....



# La Domotica: aree di automazione

## Comunicazione e Informazione;

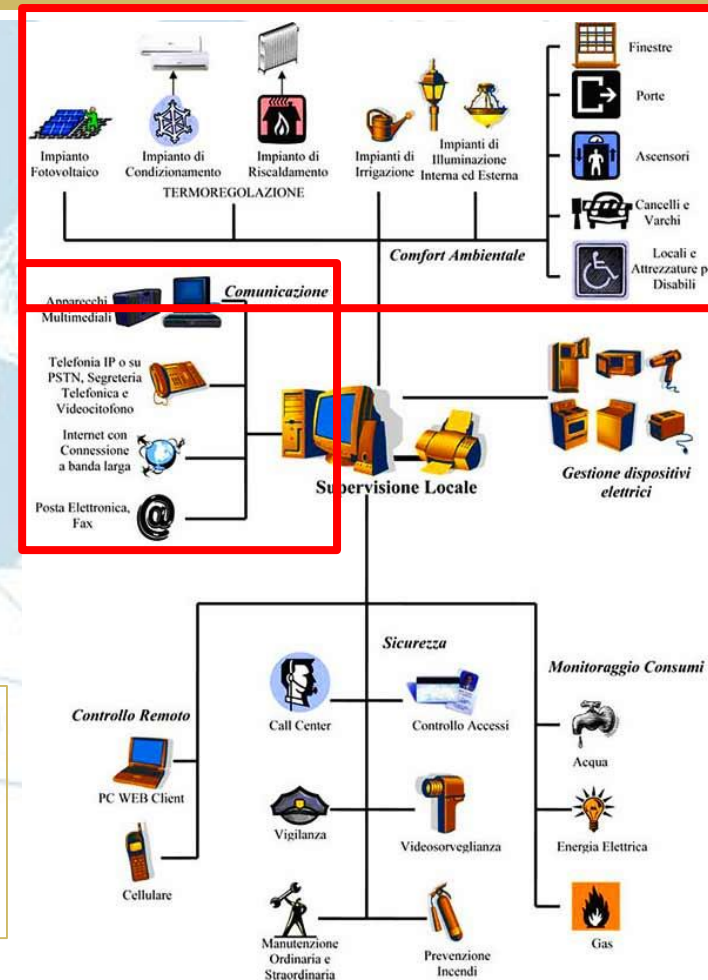
Gestione di: telefono analogico o VOIP, segreteria telefonica, citofono o videocitofono, fax, comunicazioni interne (telefoniche o citofoniche), accesso Internet a banda larga (DSL, fibra ottica, ecc.), trasmissione dati per controllo remoto, informazioni e svago con sistemi audio-video (televisioni, radio, DVD player, CD player, mp3 player, ricevitore satellitare, pay tv, ecc.), PC, scanner, stampanti, ecc.

## Gestione dell'ambiente e Risparmio energetico

Gestione di componenti e impianti finalizzata a:

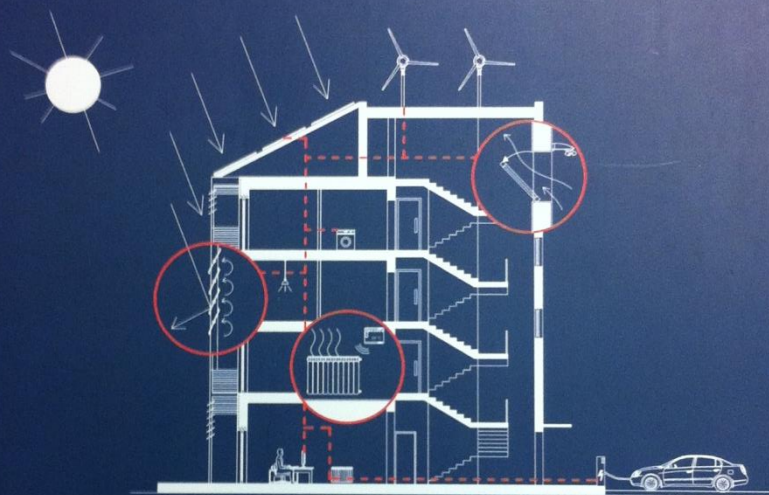
Controllo dei parametri ambientali di comfort e IAQ

Riduzione dei consumi



# Building Automation e Sostenibilità in edilizia

Alessandra Pierucci Guido R. Dell'Osso



## BUILDING AUTOMATION E SOSTENIBILITÀ IN EDILIZIA

Il libro, rivolto ai progettisti edili e agli studenti dei corsi di Ingegneria e Architettura, propone una trattazione sulle possibilità di conferire agli edifici caratteristiche di efficienza energetica mediante sistemi di Building Automation.

Nelle prime parti del volume si affronta il tema della Building Automation in generale, fornendo cenni sulle sue potenzialità anche con riguardo alle aree tradizionali della domotica.

Si passa, poi, al tema centrale del lavoro, analizzando, in particolare, l'involucro edilizio, gli smart materials e le strategie bioclimatiche e adattive nelle loro relazioni con i sistemi di automazione.

La trattazione prosegue con la descrizione di un sistema domotico sperimentale generato dall'attività di ricerca condotta tra Università, Imprese ed Enti di ricerca.

Si affronta, quindi, l'Intelligent Building Assessment, analizzando l'approccio nel merito seguito dai principali metodi di valutazione della sostenibilità in ambito internazionale e dalla normativa di settore (UNI EN 15232:2012).

Il lavoro si conclude con la presentazione dei risultati dell'applicazione a un caso di studio di sistemi di Building Automation per l'efficienza energetica, riferiti anche agli esiti di valutazioni di Life Cycle Assessment.

*Guido R. Dell'Osso, laureato in Ingegneria e in Architettura, è ricercatore e docente nei corsi di Ingegneria Edile e Ingegneria dei Sistemi Edilizi del Politecnico di Bari.*

*Inquadro nel Settore Scientifico Disciplinare ICAR 11 – Produzione edilizia, si occupa prevalentemente di sostenibilità in edilizia e di management del progetto e della costruzione.*

*Alessandra Pierucci, ingegnere e dottore di ricerca in Ingegneria Edile, è impegnata dal 2006 in attività di ricerca presso il Politecnico di Bari, su temi inerenti le valutazioni della sostenibilità degli edifici mediante procedure di Life Cycle Assessment. È autrice di numerosi contributi scientifici riguardanti l'impiego di tecnologie e sistemi innovativi - tra cui quelli di Building Automation - per l'efficientamento e la trasformabilità sostenibile del costruito.*



# Building Automation e Sostenibilità in edilizia

## INDICE DEI CONTENUTI

### Presentazione

5

### Introduzione

7

### CAPITOLO 1

#### INTELLIGENT BUILDING: L'EVOLUZIONE DEL SIGNIFICATO E DELLE POTENZIALITÀ

9

- 1.1 Cenni sulla genesi dei sistemi di Building Automation 11
- 1.2 Il concetto di Intelligent Building e le nuove prospettive per il settore delle costruzioni 16
- 1.3 Verso le smart cities 19
- 1.4 L'andamento del settore dei sistemi di automazione 23
- 1.5 Applicazioni per il patrimonio costruito 26
- 1.6 Lo sviluppo delle tecnologie low cost e user friendly 27

### CAPITOLO 2

#### AREE TRADIZIONALI DELLA DOMOTICA

31

- 2.1 Sicurezza attiva 33
- 2.2 Apparecchiature elettrodomestiche 35
- 2.3 Comunicazione 37
- 2.4 La domotica assistiva 38

### CAPITOLO 3

#### BUILDING AUTOMATION E RISPARMIO ENERGETICO

43

- 3.1 Involucro, smart materials e bioclimatica 45
  - 3.1.1 L'architettura adattiva: analisi di componenti e sistemi innovativi 46
  - 3.1.2 Controllo attivo e passive design 51
  - 3.1.3 Il concetto di Autonomous House 62
- 3.2 Il governo degli impianti 63
  - 3.2.1 Impianti di climatizzazione 63
  - 3.2.2 Illuminazione e utenze elettriche 64
  - 3.2.3 Monitoraggio dei consumi e livellamento dei picchi di carico 68
- 3.3 Energie rinnovabili, smart grids e smart cities 72

### CAPITOLO 4

#### CONFIGURAZIONE DI SISTEMI DOMOTICI: IL PROGETTO SISEDARE

85

- 4.1 Il governo sostenibile degli organismi edilizi: requisiti, tecnologie e parametri di controllo 87
- 4.2 Un sistema integrato per la sostenibilità: caratteristiche 89
- 4.3 Il software: logiche per il risparmio energetico e funzionalità 89

### CAPITOLO 5

#### INTELLIGENT BUILDING ASSESSMENT

97

- 5.1 L'approccio prestazionale: metodologie di Intelligent Building Performance Assessment 99
- 5.2 Sistemi di automazione ed efficienza energetica (UNI EN 15232:2012) 102

- 5.2.1 Classi di efficienza energetica e tipologie di controllo automatizzato 102
- 5.2.2 Metodo dettagliato e dei BACS factors 104
- 5.3 Building Automation e metodi di valutazione della sostenibilità 113
  - 5.3.1 Metodi a punteggio: Breeam, Leed, Protocollo ITACA 113
  - 5.3.2 Life Cycle Assessment 126

### CAPITOLO 6

#### IL RUOLO DELLA BUILDING AUTOMATION PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO COSTRUITO

133

- 6.1 Le specificità degli interventi sull'edilizia esistente 135
- 6.2 Modellazione di un caso di studio 137
  - 6.2.1 Efficiamento energetico convenzionale e con sistemi di Building Automation 139
  - 6.2.2 Automazione e durata: il contributo delle valutazioni di Life Cycle Assessment 144

### BIBLIOGRAFIA

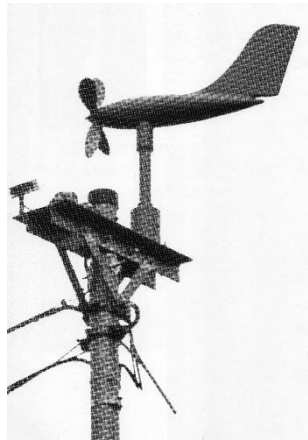
147



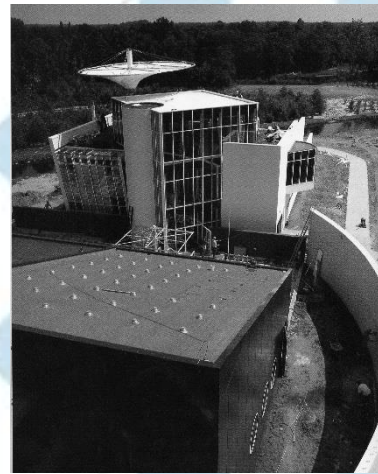
## Cenni storici



Questo edificio risulta dotato di numerosi accessori tecnologici che riguardano le telecomunicazioni (telefono, radio, televisione ecc.), gli apparati destinati alla sicurezza (videocitofoni, sensori di rilevazione presenze, ecc.), la gestione climatica, dell'illuminazione e in generale energetica, con pannelli di controllo in ogni locale. Luci e suoni vengono controllati da computer con la possibilità di coordinare immagini tridimensionali. Le variazioni ambientali sono intelligentemente attuate e coordinate in ragione del numero delle persone rilevate: quando all'esterno piove le finestre si chiudono ed entrano in funzione i sistemi di climatizzazione e/o illuminazione; in presenza di idonee condizioni climatiche esterne, gli infissi, coordinati dalla rete di sensori disposta sul tetto, si aprono per favorire la ventilazione naturale.



*Tron House, Ken Sakamura 1989*



Laboratorio domotico abitabile, in cui, tra le innovazioni presenti, si citano: vetri trattati per ridurre i depositi di sporco e per virare dal trasparente all'opaco, isolamento del tetto, resistenza al fuoco, aspirapolvere centralizzato, rivestimenti in vernici foto e termo-sensibili che creano variazioni suggestive, postazione per il telelavoro, assenza d'interruttori (tutta la casa è servita da un solo telecomando che va direzionato verso i ricevitori a infrarossi distribuiti sul soffitto, a loro volta collegati al computer centrale), sistemi evoluti antincendio, rilevazione gas, accesso tramite chip cards (rivelate dalle antenne nelle porte), diffusori sonori

*The house of the future, Cees Dam 1989*



# Domotica e B.A.: scale di intervento e potenzialità

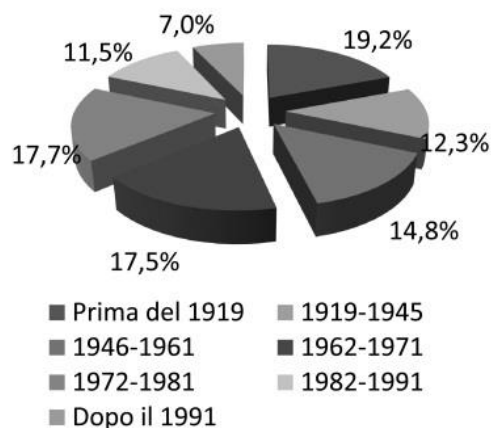
- Nelle nuove costruzioni o in occasione di interventi modificativi/sostitutivi dell'Organismo Edilizio e dei suoi componenti edilizi e impiantistici

**La domotica per il controllo del risparmio energetico derivante dall'impiego di scelte progettuali per l'efficientamento degli edifici**

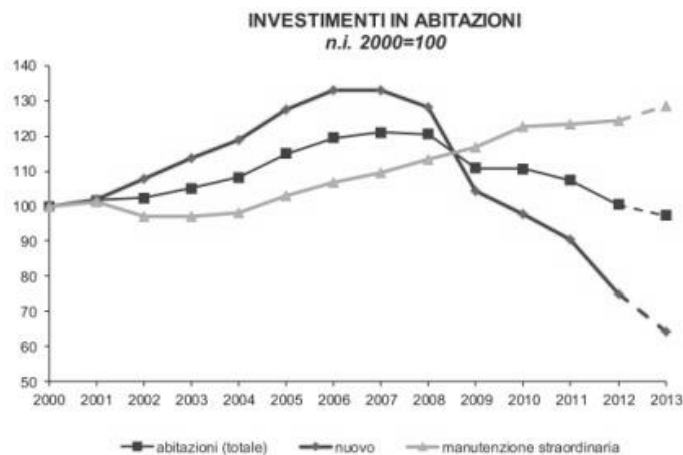
- In assenza di interventi/modifiche sull'Organismo Edilizio

**La domotica quale strumento non invasivo per l'efficientamento energetico degli edifici esistenti**

# Applicazioni per il patrimonio costruito



Edifici a uso abitativo per epoca di costruzione. Valori percentuali, (Rielaborazione Censimento ISTAT, 2001)



Investimenti in abitazioni (ANCE, 2013)

Il settore dell'automazione offre molteplici soluzioni atte a garantire, mediante l'installazione di reti intelligenti di sensori e attuatori, il governo di componenti e impianti già presenti, in un'ottica orientata al contenimento dei consumi energetici e al miglioramento del confort abitativo.

## VANTAGGI:

- **reversibilità**, grazie alle ridotte dimensioni delle parti fisiche costituenti il network di building automation e alla possibilità di disinstallare, mediante la semplice rimozione di componenti a secco, tali parti con conseguente riduzione anche dei flussi di rifiuti da C&D derivanti dalle attività manutentive e sostitutive;
- **adattabilità al contesto**, senza comportare interventi invasivi di modifica e/o integrazione dei componenti e impianti dell'edificio, non sempre attuabile in relazione alle specificità costruttive e ai vincoli interni ed esterni;
- **rapidità di installazione**, con conseguente riduzione dei costi di intervento e di cantierizzazione nonché dei tempi con cui è possibile ottenere un migliore comportamento energetico/ambientale dell'edificio;
- **rispetto** del valore storico-artistico del patrimonio esistente e miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali degli edifici;
- **flessibilità** nei confronti della possibile evoluzione dei quadri esigenziali e scalabilità del sistema, in relazione alle destinazioni d'uso.

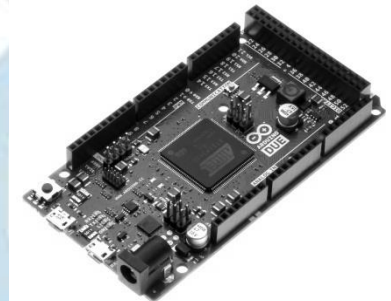
# Lo sviluppo delle tecnologie low cost e user friendly



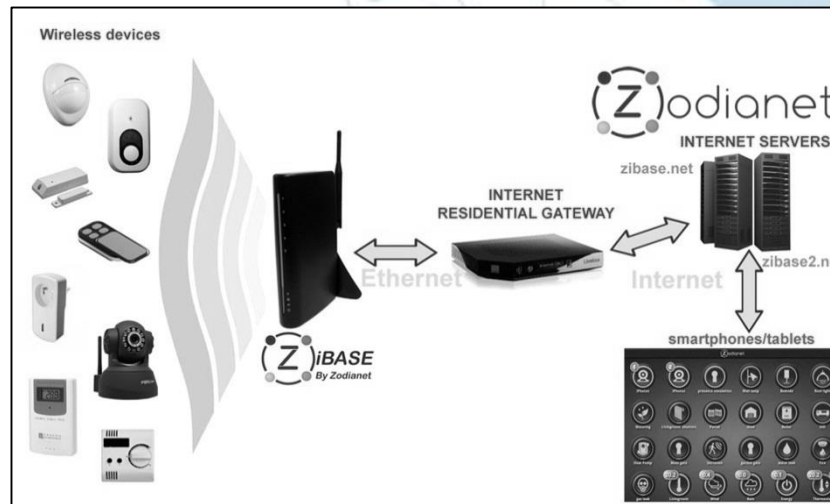
Sistema ImperiHome  
([www.imperihome.com](http://www.imperihome.com))



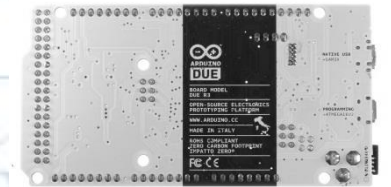
Sistema Think Simple ([www.vitrum.com](http://www.vitrum.com))



Sistema MyxyBox ([www.myxyty.com](http://www.myxyty.com))



Struttura del sistema Zibase ([www.zodianet.com](http://www.zodianet.com))



Sistema Arduino ([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

# L'architettura del sistema domotico

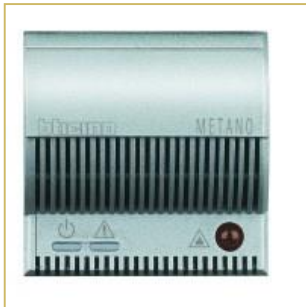
(in particolare per l'ottimizzazione dei consumi energetici)





# I sensori per il comfort e per il risparmio energetico

- ❑ Temperatura dell'aria interna ed esterna (ad es. Termocoppia o Termoresistenza)
- ❑ Temperatura delle superfici interne ed esterne
- ❑ Umidità relativa interna ed esterna (ad es. Igrometri Resistivi, Capacitivi o Elettrolitici)
- ❑ Qualità dell'aria interna ed esterna (concentrazione di CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, ecc.)
- ❑ Velocità dell'aria interna e esterna (ad es. Anemometri a filo caldo)
- ❑ Direzione del vento
- ❑ Illuminamento (ad es. Fotoresistori o Fotodiodi)
- ❑ Rilevatore di presenza (ad es., sensore ad infrarosso o a microonde)
- ❑ ...



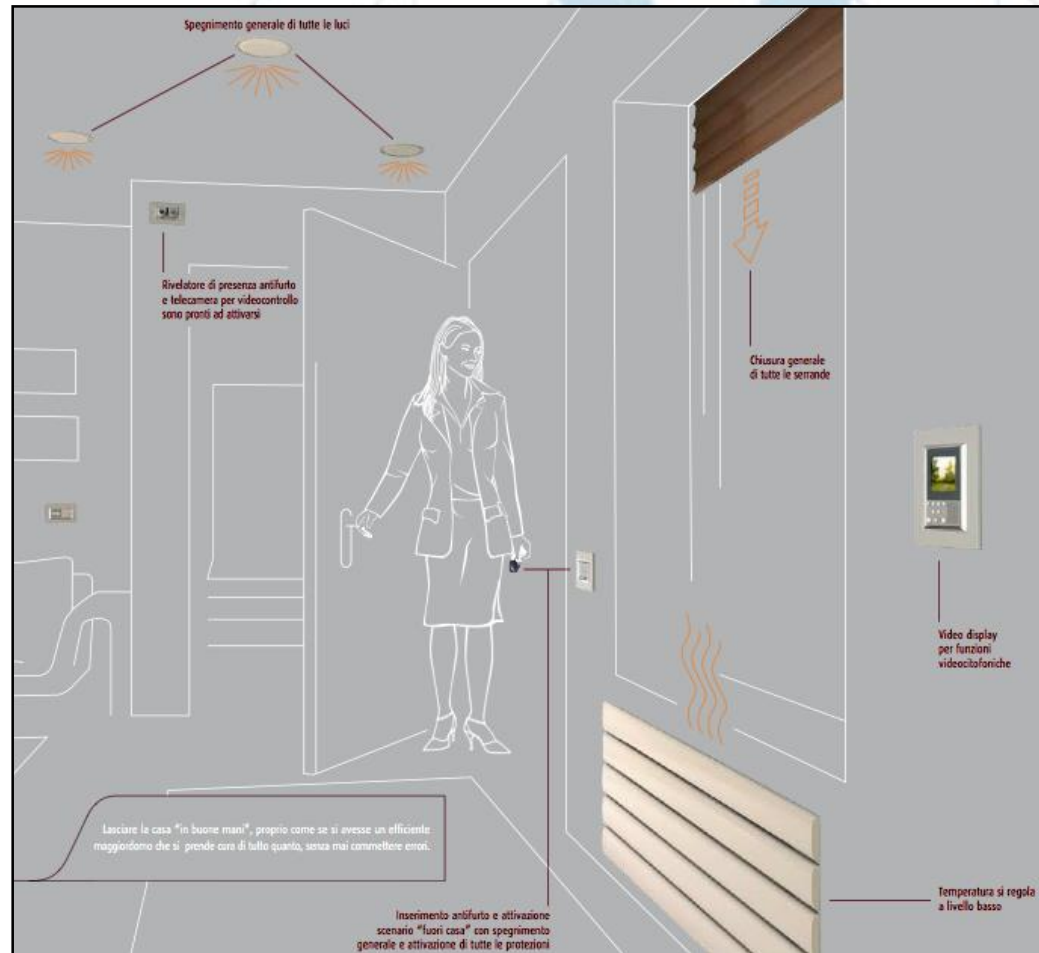
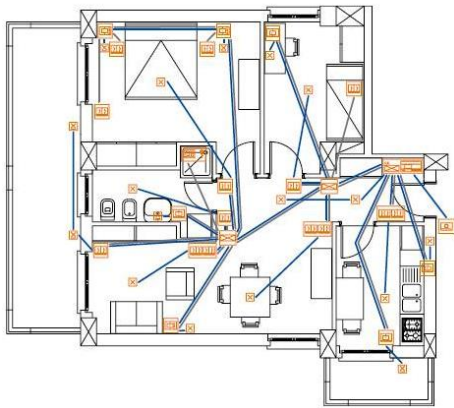
# Attuatori

- ON – OFF;
- Aperto – Chiuso;
- Dimmer /Regolatori .

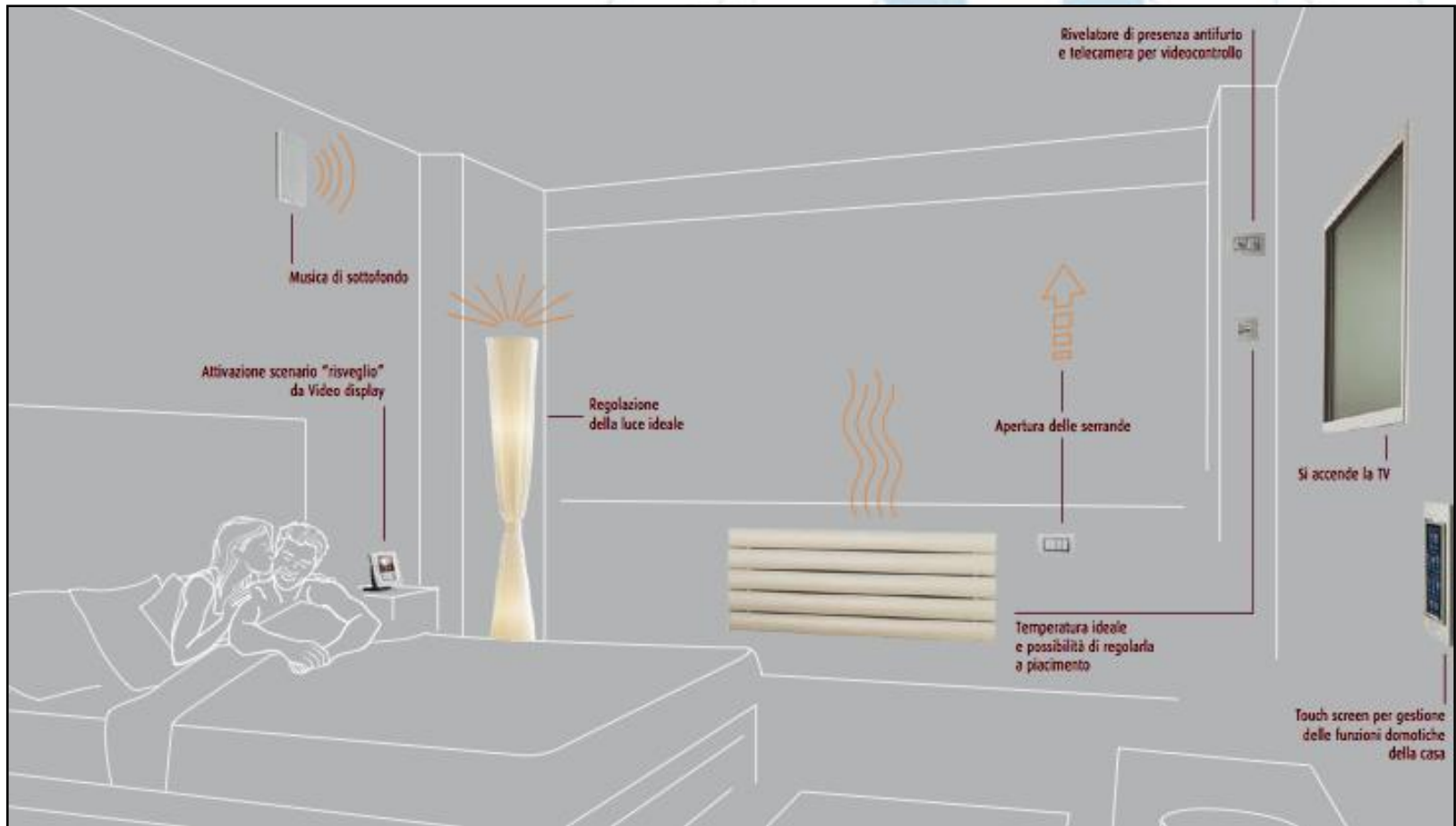
## Scenari d'uso:

insieme delle logiche orientate al controllo e alla gestione del funzionamento del sistema domotico in particolari fasce orarie della giornata o condizioni di uso

# Esempio nel residenziale



# Esempio nel residenziale





# Esempio nel non residenziale

## *EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'AEROSTAZIONE DI BARI*

Progetto Preliminare e consulente per la Direzione Lavori: Guido R. Dell'Osso  
Responsabile Unico del Procedimento ing. Andrea Di Turi

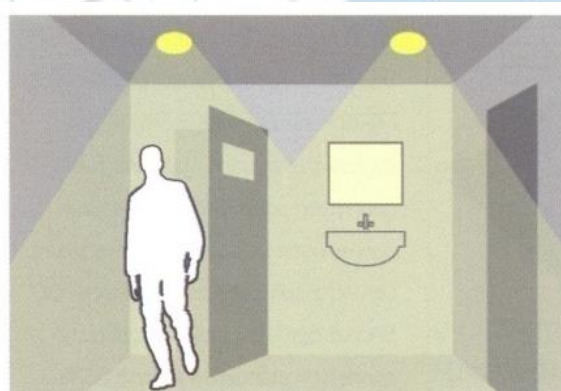
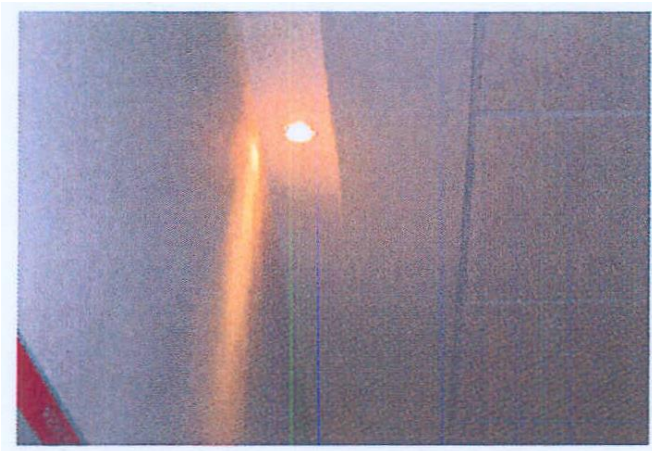


# Esempio nel non residenziale

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'AEROSTAZIONE DI BARI

## Zone uffici, locali tecnici, sale riunioni: alcune applicazioni

- Regolazione automatica della luce artificiale mediante il controllo delle variabili tempo, luce esterna e presenza persone che, nel caso di locali dotati di finestra, sarà interfacciabile ad un sistema di automazione veneziane motorizzate in grado di gestire, con la massima efficienza, la luce diurna;
- Regolazione automatica della funzione clima

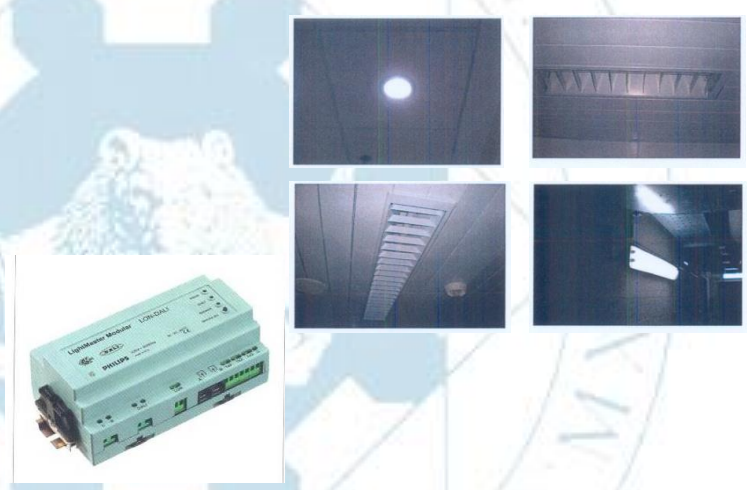


# Esempio nel non residenziale

## EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'AEROSTAZIONE DI BARI

### Aree comuni, corridoi, grandi sale

- Regolazione automatica, attraverso alimentatori con protocollo Dali, della luce artificiale mediante l'esclusivo controllo dei livelli di illuminamento;
- Automazione della ventilazione naturale;
- Possibile automazione in relazione ai valori di qualità dell'aria, di temperatura e umidità relativa.

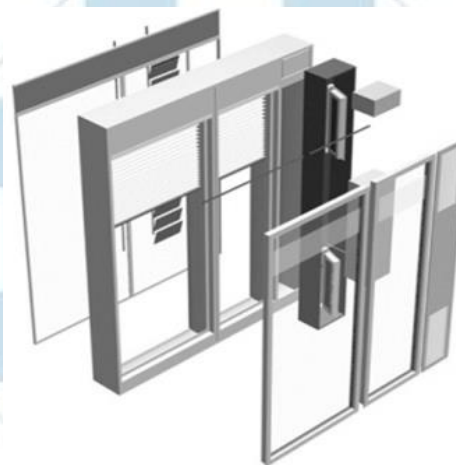




# Building Automation e risparmio energetico degli edifici: L'architettura adattiva - esempi

## PRO-DAY

Prototipo di facciata realizzato da Gatermann + Schossig Architekten in collaborazione con la Köster Lichtplanung che contempla molteplici soluzioni adattive per integrare tecnologie di illuminazione artificiale con i sistemi di schermatura solare atti a preservare idonei livelli di illuminazione naturale interna.



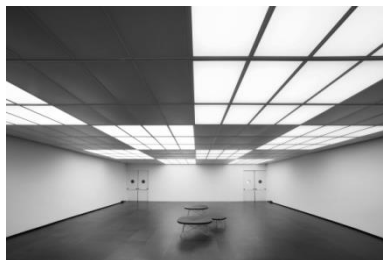
## SIVRA COMPACT

Sviluppato da iGuzzini per l'illuminazione artificiale di ambienti, SIVRA è un sistema modulare di illuminazione a incasso in grado di simulare il livello di illuminazione diurna in ambienti privi di aperture, mediante una modulazione continua dell'intensità della luce artificiale fornita e della sua temperatura.

## TEMOTION

Facciata a doppia pelle brevettata da Hydro Building Systems composta da differenti moduli prefabbricati delegati al conseguimento di prestazioni differenziate, quali illuminamento naturale, protezione solare, ventilazione, resistenza termica.

I moduli possono ricomprendere elementi fotovoltaici, e impiegare l'energia elettrica prodotta per il funzionamento del sistema (a mezzo di automazione), o fonti di luce artificiale a LED, in grado di simulare all'interno l'effetto della luce diurna.

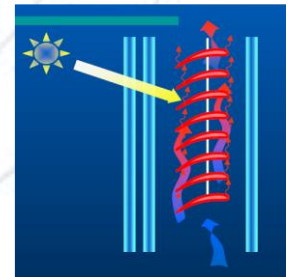
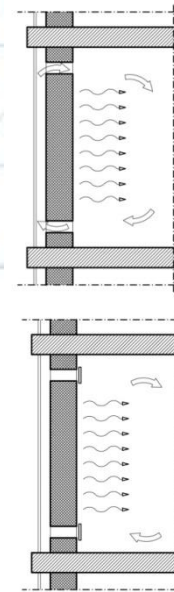
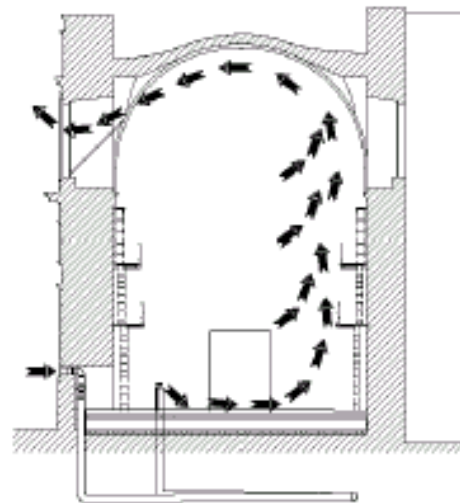
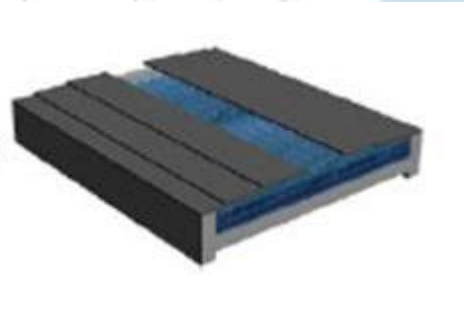




# Building Automation e risparmio energetico degli edifici: Integrazione con la bioclimatica

## ALCUNI AMBITI DI AUTOMAZIONE

- Schermature solari;
- Sistemi di ventilazione naturale;
- Roof pond;
- Serre solari;
- Muri trombe;
- Pareti ventilate;
- ....



# Impianti domotici per l'efficiamento energetico di edifici esistenti

- Componenti dell'organismo edilizio
- Impianti di climatizzazione
- Impianto elettrico



# Impianti domotici per l'efficiamento energetico di edifici esistenti

## COMPONENTI DELL'ORGANISMO EDILIZIO

### SCHEMATURE

#### SENSORI

Temperatura dell'aria int/ext  
Umidità relativa interna ed esterna  
Illuminamento  
Rilevatore di presenza



#### ATTUATORI

Apri/Chiudi  
Dimmer

*Dispositivi da installare: motore elettrico*



# Impianti domotici per l'efficiamento energetico di edifici esistenti

## COMPONENTI DELL'ORGANISMO EDILIZIO

### SCHEMATURE

#### POSSIBILI AUTOMAZIONI

- Apertura in regime invernale diurno: incremento del guadagno solare passivo
- Chiusura in regime invernale notturno: incremento della resistenza termica dell'involucro
- Regolazione in regime estivo: riduzione del surriscaldamento degli ambienti interni
- Apertura/Chiusura correlata agli scenari d'uso giornalieri
- ...



# Impianti domotici per l'efficiamento energetico di edifici esistenti

## COMPONENTI DELL'ORGANISMO EDILIZIO

### SUPERFICI TRASPARENTI

#### SENSORI

Temperatura e Umidità relativa dell'aria int/ext;  
Qualità dell'aria int/ext  
Velocità dell'aria int/ext -Direzioe del vento  
Rilevatore di presenza



#### ATTUATORI

ON/OFF, Apri/Chiudi, Dimmer

*Dispositivi da installare:  
Motori elettrici, griglie di ingresso/uscita dell'aria,  
ecc.*



# Impianti domotici per l'efficiamento energetico di edifici esistenti

## COMPONENTI DELL'ORGANISMO EDILIZIO

### SUPERFICI TRASPARENTI

#### POSSIBILI AUTOMAZIONI

Apertura/Chiusura in funzione dei livelli di comfort interno e al livello di occupazione degli ambienti;

Apertura/Chiusura in funzione della Indoor Air Quality;

Apertura/Chiusura infissi in relazione alle caratteristiche esterne (vento, pioggia, umidità, temperatura, ecc.);

In regime invernale: Chiusura infissi/griglie in presenza di impianto di riscaldamento acceso;

In regime estivo: Chiusura infissi/griglie in presenza di impianto di raffrescamento acceso;  
Apertura infissi/griglie e accensione estrattori in bagni e cucine per favorire la ventilazione naturale, in particolare di notte

# Impianti domotici per l'efficienza energetica di edifici esistenti

## IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

### SENSORI

Temperatura e Umidità relativa dell'aria int/ext;  
Qualità dell'aria int/ext  
Velocità dell'aria int/ext -Direziona del vento  
Rilevatore di presenza



### ATTUATORI

ON/OFF, Apri/Chiudi, Dimmer

*Dispositivi da installare:  
Valvole termostatiche digitali, elettrovalvole, ecc.*



# Impianti domotici per l'efficiamento energetico di edifici esistenti

## IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

### POSSIBILI AUTOMAZIONI

(in relazione ai parametri ambientali, presenza di utenti e agli scenari d'uso)

Apertura/Chiusura – Regolazione valvole di zona per pannelli radianti;

Apertura/Chiusura - Regolazione valvole termostatiche su radiatori

Accensione/Spegnimento climatizzatori/ventilconvettori;

Accensione/Spegnimento del Generatore

Preaccensione impianto per ambienti/zone al mattino o al rientro;



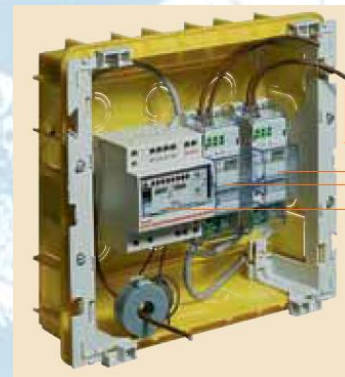
# Impianti domotici per l'efficietamento energetico di edifici esistenti

## IMPIANTO ELETTRICO

### SENSORI

Illuminamento

Rilevatore di presenza



### ATTUATORI

ON/OFF Dimmer

*Dispositivi da installare:  
Prese elettriche controllate*



# Impianti domotici per l'efficiamento energetico di edifici esistenti

## IMPIANTO ELETTRICO

### POSSIBILI AUTOMAZIONI

Accensione/Spegnimento dei punti luce in relazione alla presenza/assenza di utenti o agli scenari;

Disattivazione dei dispositivi secondo ordini di priorità prestabiliti/personalizzati al fine di ridurre i **picchi di carico** del sistema e i conseguenti consumi

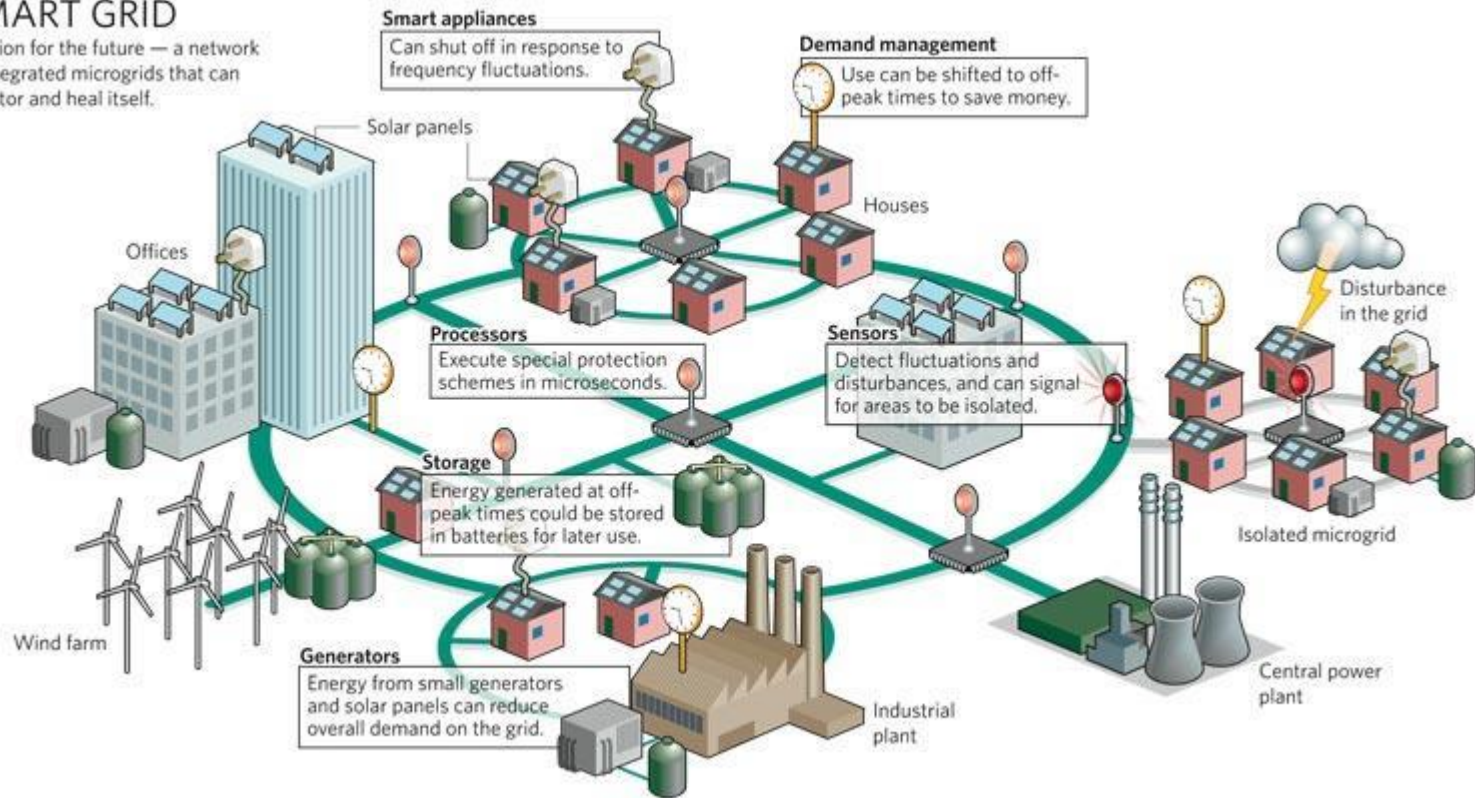
Disattivazione di alcuni dispositivi in regime notturno o durante assenze prolungate

Monitoraggio dei consumi e dell'eventuale energia prodotta da fonte rinnovabile (feedback)

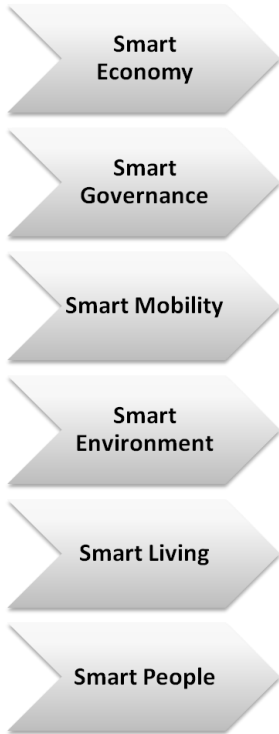
# Building Automation e smart grids

## SMART GRID

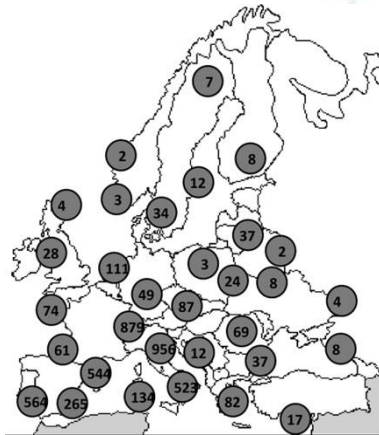
A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.



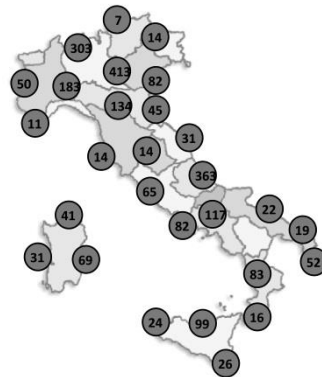
# Building Automation e smart cities



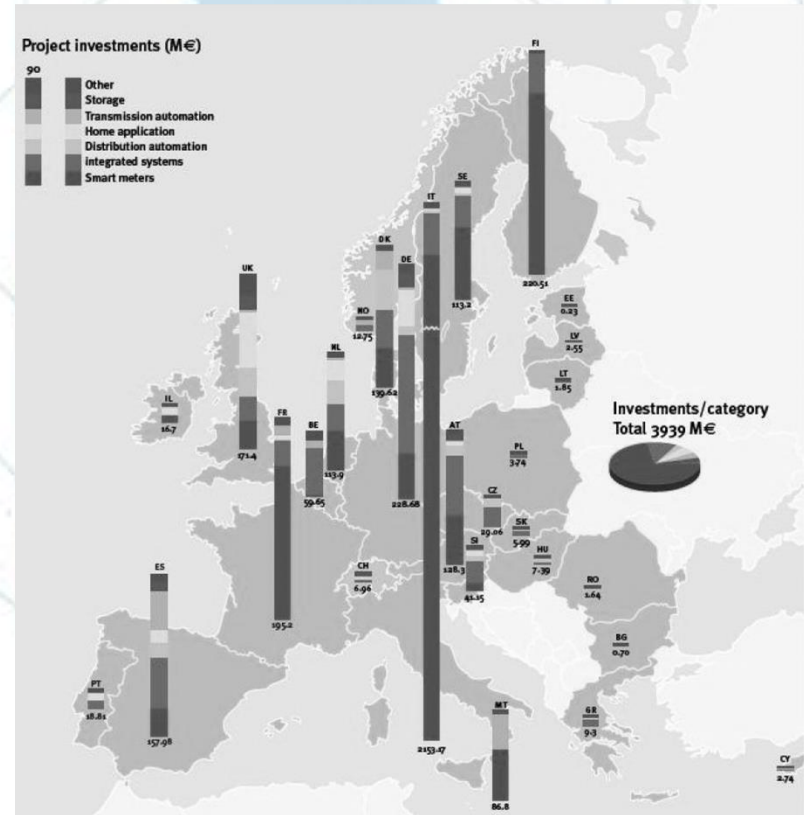
I sei assi di riferimento della smart city  
(Fonte: <http://www.smart-cities.eu>)



Firmatari europei del Covenant of Majors  
(settembre 2013)



Comuni italiani aderenti al Patto dei Sindaci  
(settembre 2013)



Distribuzione geografica dei principali investimenti europei in tema di smart cities  
(Fonte: European Commission, Assessing Smart Grid Benefits and Impacts, 2012)