



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



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Studio e progetto di un sistema di domotica per un kit 'fai da te' di
facile installazione e utilizzo per l'utente ed a basso costo

Stefano Elia, Ezio Santini



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

STUDIO E PROGETTO DI UN SISTEMA DI DOMOTICA PER UN KIT 'FAI DA TE' DI FACILE
INSTALLAZIONE E UTILIZZO PER L'UTENTE ED A BASSO COSTO

Stefano Elia, Ezio Santini (Università di Roma "La Sapienza" – Facoltà di Ingegneria Civile e
Industriale, Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica)

Settembre 2011

Report Ricerca Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area : Razionalizzazione risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia:Tecnologie per il risparmio elettrico
nel settore civile

Responsabile Progetto: Gaetano Fasano, ENEA

Si ringraziano, in ordine alfabetico, le aziende che maggiormente hanno contribuito al lavoro
con il supporto fornito ed i dati gentilmente messi a disposizione: ABB,BTicino (in particolare
l'Ing. Luca Di Gennaro), Crestron (in particolare l'Ing. Andrea Tamagnini) Gewiss Intermark
Rexel Zumtobel.

e l'Ing. Claudio Giardiello per la collaborazione offerta in fase di redazione del progetto.

INDICE

PREMESSA	3
INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1 - INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA E DOMOTICA	9
1.1 - STRATEGIE DI INTERVENTO	9
1.2 - INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI IMPIANTI ELETTRICI	11
1.3 - INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI IMPIANTI TERMICI E SULL'INVOLUCRO	16
CAPITOLO 2 - SOLUZIONI DI AUTOMAZIONE PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI IMPIANTI E DELL'INVOLUCRO	24
2.1 – SERVIZI AGGIUNTIVI NON ENERGIVORI	24
2.2 - TERMOREGOLAZIONE A ZONE	25
2.3 - GESTIONE E AUTOMAZIONE LUCI	31
2.4 - CONTROLLO SERRANDE, AVVOLGIBILI, FINESTRE E VENEZIANE	33
2.5 - MISURA E MEMORIZZAZIONE DEI CONSUMI	34
2.6 - GESTIONE E CONTROLLO DEI CARICHI	34
2.7 - CONSUMI E DIAGNOSTICA	35
CAPITOLO 3 - ANALISI DELL'INCIDENZA DELL'AUTOMAZIONE NEL RISPARMIO ENERGETICO	38
3.1 - INTRODUZIONE	38
3.2 - NORMA EUROPEA CEN EN15232 "PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI - INCIDENZA DELL'AUTOMAZIONE, DELLA REGOLAZIONE E DELLA GESTIONE TECNICA DEGLI EDIFICI"	39

3.3 - DIMENSIONAMENTO DI IMPIANTO PER ABITAZIONE CIVILE MEDIA	47
3.4 – VALUTAZIONE ECONOMICA ED ENERGETICA DI IMPIANTO PER ABITAZIONE CIVILE MEDIA	76
3.5 – VALUTAZIONE DELL’INVESTIMENTO PER ABITAZIONE CIVILE MEDIA	87
CONCLUSIONI	112
RINGRAZIAMENTI	117

PREMESSA

Il Ministero dello Sviluppo Economico ed ENEA hanno stipulato in data 2 agosto 2010 un Accordo di Programma in base al quale è concesso il contributo finanziario per l'esecuzione delle linee di attività del Piano Triennale della Ricerca e Sviluppo di Interesse Generale per il Sistema Elettrico Nazionale.

Il presente allegato tecnico si riferisce al Piano Annuale di Realizzazione 2008-2009, per quanto attiene all'Area "Razionalizzazione e Risparmio nell'uso dell'energia elettrica", tematica di ricerca "Risparmio di energia elettrica nel settore civile"; nello specifico, si riferisce all'obiettivo C "Sviluppo e sperimentazione di tecnologie e sistemi integrati intelligenti, per il controllo e la gestione dell'energia negli edifici del settore civile" del progetto "Tecnologie per il risparmio elettrico nel settore civile".

Gli obiettivi generali dell'attività si collocano nell'ambito dell'individuazione di un sistema domotico che risponda alle esigenze di comfort e sicurezza per l'ottimizzazione energetica del sistema edificio impianto, anche nell'ottica della nuova direttiva europea sull'efficienza energetica degli edifici e degli obiettivi di risparmio energetico e limitazione delle emissioni di gas serra.

In particolare i temi sviluppati nell'ambito del presente accordo di collaborazione tra ENEA e il Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica (DIAEE) di Sapienza Università di Roma, riguardano lo studio e la definizione di un kit domotico 'fai da te' di elevata semplicità ed economicità che sia nel contempo di facile installazione e utilizzo per il piccolo utente pubblico e privato.

INTRODUZIONE

Le attività di ricerca legate allo studio dell'utilizzazione della domotica nel risparmio energetico, con riferimento ad un impianto 'fai da te' per l'utente comune, seguono in linea di principio i passi di seguito riassunti:

- indagine di mercato atta a valutare i componenti in produzione disponibili a banco, considerando tutti i principali produttori presenti;
- indagine sui prezzi di componenti, apparecchi e sistemi di cablaggio per la valutazione dei costi;
- analisi delle strategie di ottimizzazione degli impianti al fine di ottenere il massimo risparmio energetico;
- valutazione delle possibilità di comunicazione, controllo e di tele gestione nella ottimizzazione del sistema energivoro;
- dimensionamento di un sistema tipo con diversi livelli di complessità, qualità e costo;
- valutazione dell'analisi economica dell'investimento di ottimizzazione;
- discussione dei risultati tecnici ed economici ottenuti.

Nell'ambito dell'attività in oggetto viene posta particolare attenzione allo studio della compatibilità tra la facilità di gestione (legata anche all'economicità del sistema) e la possibilità di garantire il maggiore risparmio energetico. Viene seguita, nell'ambito della presente ricerca, una linea guida volta allo sfruttamento dei sistemi di automazione affinché si renda possibile:

- utilizzare energia esclusivamente quando è veramente necessario;
- utilizzare energia nella quantità veramente necessaria;
- utilizzare l'energia nel modo più efficiente possibile.

Nella progettazione tradizionale i vari servizi sono assicurati da impianti diversi ed indipendenti tra loro, che non colloquiano e non interagiscono fra loro. Ciò porta a costose duplicazioni, a difficoltà nel coordinare il

funzionamento dei singoli impianti, a costi d'esercizio nascosti, ma soprattutto ad una minor efficacia nel garantire ciò che si richiede agli impianti: sicurezza, comfort e risparmio.

Si relaziona, in questa sede, sull'analisi di ottimizzazione energetica che può essere effettuata, sulla base della tecnologia domotica ad oggi esistente, in un sistema energetico residenziale.

In base all'indagine di mercato tecnico-economica che è stata effettuata, in funzione di quelle che sono le problematiche di progettazione, installazione e manutenzione, si può preliminarmente definire i pregi ed i difetti delle diverse tipologie di impianto.

Vantaggi dell'Impianto tradizionale

- Il costo dei vari dispositivi (interruttori, prese, deviatori etc.) è minore rispetto al sistema domotico.
- È una tecnologia conosciuta, sfruttabile da qualsiasi installatore, e che non necessita di istruzioni d'uso al committente.

Vantaggi del sistema di automazione

- Grande flessibilità. Dato che il funzionamento di ogni singolo dispositivo è determinato dalla configurazione del dispositivo e non dal cablaggio, è possibile modificare facilmente la configurazione del sistema sia in corso d'opera sia a installazione finita.
- Multifunzionalità. Ogni dispositivo può svolgere più funzioni contemporaneamente, portando ad un risparmio sul numero di apparecchi necessari.
- Si possono implementare facilmente nuove funzionalità, senza necessità di cambiare dispositivi o rifare il cablaggio, anche a sistema ultimato.
- Il cablaggio è più semplice. I cavi di energia sono limitati al collegamento degli attuatori e delle prese di energia; il resto dei collegamenti può essere effettuato con cavi SELV o di piccola sezione¹. L'agevole disposizione dei cavi può determinare un risparmio sul cablaggio che può raggiungere il 60%.
- La riduzione della concentrazione di cablaggio riduce il carico infiammabile, con un miglioramento della sicurezza e una semplificazione delle misure antincendio.
- È adatto sia a costruzioni nuove sia a costruzioni d'epoca. In queste ultime, dato che i collegamenti dei comandi avvengono con cavetto bifilare o in radiofrequenza, è possibile continuare a sfruttare tubi e canalizzazioni già esistenti anche per nuovi cablaggi, grazie al recupero di spazi così ottenuto.

- L'installazione di un sistema d'automazione non comporta necessariamente la completa eliminazione degli impianti esistenti, che possono invece essere integrati nel nuovo sistema attraverso le opportune interfacce.
- La scissione fra dispositivo di comando e dispositivo d'attuazione permette di posizionare i primi anche in zone non consentite con l'impiantistica tradizionale.
- Si contengono i costi delle varianti in corso d'opera, sia nelle nuove costruzioni sia nelle ristrutturazioni, dato che con un sistema d'automazione una ridefinizione del funzionamento dei suoi sottosistemi non comporta necessariamente il rifacimento del lavoro già eseguito.
- Si riducono i costi d'esercizio. Due i motivi: l'integrazione consente che ogni sottosistema possa sfruttare informazioni provenienti dagli altri sottosistemi per regolarsi (ad esempio spegnendo le luci di un ambiente quando è inserito l'allarme antintrusione per quell'ambiente) e la facile riconfigurabilità che permette di modificare il funzionamento del sistema seguendo l'evoluzione delle esigenze del cliente a costi limitati (ad esempio spostando tutte le segnalazioni di sicurezza per una persona anziana o con handicap da una stanza all'altra).
- È possibile gestire efficacemente a distanza l'intero sistema.

Svantaggi dell'Impianto tradizionale

- Scarsa flessibilità. Le funzionalità degli impianti sono realizzate con collegamenti fisici e ogni modifica richiede un rifacimento più o meno impegnativo del cablaggio.
- Un dispositivo, una funzione. Nell'impiantistica tradizionale diversi dispositivi sono duplicati, con un aggravio dei costi (ad esempio nello stesso ambiente un sensore di presenza per l'antintrusione ed uno per l'accensione automatica della luce).
- Il numero di cavi utilizzato è maggiore, con conseguenti maggiori costi sia di predisposizione (tubi e canali), sia di materiale sia, infine, di manodopera.
- La maggior quantità di cavi necessari richiede maggiori protezioni contro il carico infiammabile.
- I dispositivi di comando sono alimentati dalla tensione di rete, con rischio di contatto diretto con le linee di potenza.
- Durante un rifacimento degli impianti possono esserci problemi per il posizionamento e passaggio dei nuovi cavi, specialmente in edifici d'epoca.

- C'è un alto rischio di aumento di costi per varianti in corso d'opera, dato che con gli impianti tradizionali una ridefinizione del loro funzionamento comporta quasi sempre il rifacimento del lavoro già eseguito.
- Costi d'esercizio più alti. Due i motivi: la mancata integrazione non permette di sfruttare le informazioni degli altri impianti (ad esempio spegnendo il condizionamento se le finestre sono aperte) e la rigidità nella riconfigurazione impone alti costi per adattare gli impianti all'evoluzione delle esigenze del cliente (ad esempio aggiungere degli ulteriori comandi per l'apertura del cancello può richiedere considerevoli lavori di cablaggio o nuove opere murarie).
- Scarse possibilità di gestire efficacemente gli impianti a distanza.

Svantaggi de sistema di automazione

- I dispositivi sono più costosi dei dispositivi tradizionali che sostituiscono.
- È una tecnologia che non tutti gli installatori conoscono e sono in grado di gestire.
- È necessario istruire il cliente sull'utilizzo di un sistema molto tecnologico.
- Occorre spiegare al cliente i vantaggi prodotti da questa soluzione.

Alcune statistiche su interventi di risparmio energetico nel settore civile.

Prima di iniziare la ricerca nel settore dei componenti e dei sistemi presenti sul mercato sono state raccolte, a titolo di indirizzo, le statistiche sugli interventi di efficientamento energetico presenti in letteratura. Fra i maggiori consumatori di energia, dopo il settore dei trasporti e dell'industria, viene quello relativo al residenziale ed al terziario. Il riscaldamento, il condizionamento e l'illuminazione negli edifici residenziali e ad uso uffici sono responsabili di circa il 40% di tutta l'energia consumata nei paesi industrializzati, una percentuale che consente un ampio margine di ottimizzazione dell'efficienza. Pertanto il controllo intelligente degli edifici può contribuire in misura significativa all'efficienza energetica. I potenziali di ottimizzazione, per quanto riguarda la riduzione del consumo energetico grazie all'impiego di moderni sistemi di installazione elettrica, sono riportati di seguito (come valore medio delle fonti disponibili) come dedotti dalla letteratura tecnica:

- controllo del riscaldamento degli ambienti: circa 14 - 25 %;
- automazione del riscaldamento: circa 7 - 17 %;
- controllo delle imposte veneziane: circa 9 - 32 %;

- controllo dell'illuminazione: circa 25 - 58 %;
- controllo della ventilazione: circa 20 - 45 %.

In generale, grazie all'applicazione di diverse soluzioni e all'ottimizzazione della tecnologia di controllo si ottiene un risparmio energetico medio nell'ordine approssimativo dall'11 al 31%.

CAPITOLO 1

INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA E DOMOTICA

1.1 – STRATEGIE DI INTERVENTO

Gli interventi di efficienza energetica si possono considerare come una vera e propria fonte energetica. Se accoppiati con una buona gestione dell'impianto ed un efficace sistema di controllo possono essere gestiti correttamente.

Vengono qui analizzati i possibili interventi di efficientamento energetico che posso avvalersi di un sistema di home-automation per la massimizzazione del rendimento.

Tuttavia essi presentano un limite massimo di sfruttamento e oneri economici tanto più elevati quanto più tale limite è prossimo.

I passi di un intervento di razionalizzazione energetica, seguiti nell'ambito del presente lavoro, sono principalmente i seguenti:

- audit energetico di una utenza tipo;
- diagnosi energetica e valutazione delle ipotesi di intervento;
- realizzazione del progetto di efficienza energetica con valutazione dei benefici;
- valutazione degli oneri economici e del tempo di ritorno dell'investimento.

Per il diminuire il rapporto costo / benefici è opportuno considerare diversi possibili livelli di intervento. Nel presente lavoro si è cercato di valutare quali fossero le azioni minime per ottenere, con costi e complicazioni impiantistiche ridotte, i massimi risultati in termini di energia. I diversi livelli di intervento presi in considerazione di basano sulla seguente distinzione di massima:

- risparmio energetico ottenibile con intervento ad investimento prossimo a zero;
- risparmio energetico ottenibile con intervento ad investimento ammortizzabile entro tre anni;
- risparmio energetico ottenibile con intervento ad investimento ammortizzabile in più di tre anni.

Principalmente, gli interventi di risparmio energetico valutati si dividono in due categorie principali, termica ed elettrica:

- Razionalizzazione di utenze termiche (risparmi del 10-40%)
 - isolamento/ombreggiamento controllato;
 - sostituzione macchine con macchine ad alto rendimento o con generazione di energia termica/frigorifera da fonte elettrica controllata da inverter elettronico;
 - modifiche ai combustibili ed ai contratti da misure/analisi dei consumi.
- Razionalizzazione di utenze elettriche (risparmi del 20-40%)
 - rifasamento;
 - illuminazione (gestione controllata del flusso luminoso elettrico e solare);
 - gestione carichi;
 - ottimizzazione utenze;
 - modifiche al contratto di fornitura in funzione delle possibilità di controllo.
- Interventi misti (termici ed elettrici)
 - produzione combinata di elettricità e calore (cogenerazione: risparmi del 10-50%);
 - gestione elettrica della climatizzazione
 - telecontrollo/telegestione

Tra tutti gli interventi di risparmio energetico possibili vanno privilegiati quelli a costo zero che, ovviamente, sono spesso possibili se gestiti da un sistema automatico di controllo.

Gli interventi a costo zero termici sono principalmente:

- ottimizzazione della gestione d'impianto termico: gestione degli orari di lavoro del sistema di riscaldamento;
- aerazione dei locali con controllo dei ricambi orari.

Gli Interventi a costo zero elettrici sono in linea di massima:

- ottimizzazione della gestione delle utenze elettriche anche in funzione delle tariffe biorarie:
 - illuminazione,
 - forza motrice (PC, impianti vari);
- educazione degli utenti mediante forzatura automatica nella gestione di sistemi;
- gestione controllata nel tempo, nelle temperature e nell'utilizzo di sistemi di condizionamento elettrici.

1.2 - INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Per classificare gli interventi di efficienza energetica negli impianti elettrici si segue la consueta suddivisione tra utenze relative all'illuminazione e altri apparecchi utilizzatori (forza motrice).

Illuminazione

- Illuminazione naturale;
- sensori di presenza;
- automazione luci;
- regolatori di flusso luminoso;
- sistema di controllo centralizzato.

Forza Motrice

- Rifasamento;
- abbattimento dei picchi di carico elettrico;
- generazione elettrica: fotovoltaico, cogenerazione;
- automazione, controllo e supervisione tramite building automation.

Fornitura energia

- Ottimizzazione del contratto di fornitura elettrica.

La gestione dell'illuminazione

L'attività di utilizzo razionale dell'energia nell'illuminazione consiste nel cercare di ottenere la qualità e quantità voluta di luce spendendo la minima quantità possibile di energia.

L'aumento di efficienza può essere ottenuto:

- utilizzando "hardware" più efficiente (lampade, corpi illuminanti, dimmer) per produrre la luce ma anche per controllare e comandare l'erogazione del flusso luminoso;
- migliorando l'uso di questo "hardware", per esempio distribuendo il flusso luminoso solo dove è necessario per la visione, integrando l'illuminazione elettrica con quella naturale ed ottimizzando gli orari di accensione.

Controlli per la luce solare, visione e abbattimento del carico termico estivo.

Il controllo della luce solare viene effettuato attraverso sensori fotoelettrici che misurano la quantità di luce solare presente (o la quantità totale solare più artificiale) e regolano di conseguenza la quantità di luce artificiale necessaria per poter raggiungere il livello di illuminamento medio desiderato nell'ambiente.

Tali sensori fotoelettrici possono essere sistemati centralmente per controllare interi sistemi di illuminazione, o localmente per controllare ciascun corpo illuminante. Il controllo locale è chiaramente preferibile dato che l'illuminazione viene regolata singolarmente per ciascuna zona, il che porta ad un maggior risparmio di energia, con il controllo di maggiori spese di realizzazione. E' difatti evidente che installare un fotosensore per ogni ambiente, risulterà più costoso della soluzione "centralizzata".

Il controllo della luce solare può essere effettuato anche per attenuarla, è difatti possibile utilizzare degli "schermi solari" (quali tapparelle, veneziane, frangisole) mobili che permettano di ridurre, o aumentare la radiazione solare incidente, a seconda delle necessità, e delle condizioni interne all'ambiente considerato.

I sistemi mobili di controllo della luce solare possono essere azionati manualmente oppure con dispositivi automatici che ne modulano il movimento in funzione della radiazione incidente.

I sistemi di controllo della luce solare contribuiscono anche a ridurre i picchi di carico termico estivo e a migliorare il microclima interno.

Dimmer.

E' inoltre possibile, tramite l'integrazione con la luce naturale, utilizzare dei regolatori di flusso (dimmer) che variano il flusso luminoso emesso, e quindi la potenza assorbita dalle lampade.

Laddove la luce naturale non sia sufficiente a garantire, il livello di illuminamento medio richiesto per l'ambiente considerato, il dimmer è in grado di regolare il flusso luminoso affinché, mediante integrazione tra luce artificiale e luce naturale, il livello di illuminamento medio desiderato sia garantito.

E' quindi evidente che la lampada, assorbendo minore potenza rispetto al caso in cui emette il 100% del flusso luminoso, porta ad un minor consumo di energia elettrica.

La dimmerazione è uno degli obiettivi principali del controllo intelligente, perché dimmerare influisce sul risparmio energetico e prolunga la vita media di una lampada, sfruttando livelli di accensione inferiori al 100% e utilizzando in modo più omogeneo tutte le sorgenti luminose.

I regolatori di flusso luminoso permettono anche di stabilizzare la tensione di linea e di effettuare la regolazione. Il range di regolazione si estende tra il valore nominale ed un valore minimo compatibile con il tipo di lampade utilizzato.

Consentono un risparmio energetico agendo direttamente sulla regolazione della tensione di alimentazione delle lampade, ottenendo una conseguente riduzione dell'intensità di corrente di linea. Ne risulta una potenza prelevata minore e, a parità di tempo, un'ovvia diminuzione dell'energia consumata

In caso di alimentazione a tensione ridotta (mediamente circa il 10%) ne risulta una diminuzione del livello di illuminamento inferiore al 8-15% (a seconda del tipo di lampada considerata) che risulta spesso impercettibile all'occhio umano. Il guadagno in termini energetici consiste nell'energia risparmiata durante le ore di funzionamento.

Sensori di presenza.

I sensori di presenza si utilizzano soprattutto per aree che vengono utilizzate non frequentemente.

Oltre ai più frequenti sensori a raggi infrarossi, vi sono sensori acustici, ultrasonici e a microonde, che possono accendere le luci quando individuano una presenza e spegnerle quando questa scompare. In genere si provvede un ritardo temporale per assicurare di non spegnere le luci quando gli occupanti stanno fermi o silenziosi.

L'installazione di sistemi di presenza permette di ridurre in alcune zone la durata media di illuminazione fino a 6-8 ore al giorno.

Automazione luci.

Altro fattore di riduzione di energia per l'illuminazione artificiale è tenere conto dei diagrammi di occupazione dei vari ambienti, in modo tale da poter impostare gli orari di accensione/spegnimento luci.

Scelta delle lampade.

Scelta delle lampade con il migliore rapporto indice-resa-cromatica/consumo in funzione della qualità visiva legata all'attività svolta all'interno. Alcune lampade a scarica possono soffrire tensioni eccessivamente basse fino allo spegnimento (con una riduzione di tensione limitata, i risparmi conseguenti potrebbero risultare esigui); di fatto ogni tipo di lampada, a meno di quelle ad incandescenza, necessita di un adatto accenditore/regolatore controllabile da remoto mediante lo standard prescelto.

La gestione della forza motrice

Rifasamento dei carichi elettrici.

I vantaggi che possono derivare dal rifasamento sono:

- mancata penale che l'ente distributore solitamente pratica a chi utilizza energia elettrica con un fattore di potenza medio mensile inferiore a 0,9 (definita tariffa penalizzante);
- migliore utilizzazione degli impianti (minore assorbimento di potenza apparente e quindi di corrente).

A seconda della "posizione nell'impianto" del pacco rifasante si distinguono tre metodi di rifasamento:

- rifasamento distribuito;

- rifasamento per gruppi;
- rifasamento centralizzato;
- si possono anche utilizzare metodi di rifasamento “misti”, cioè vie intermedie tra quelle su citate.

Il sistema di sfasamento, se centralizzato, deve avere un sistema automatico di controllo che ne regoli l'erogazione di energia reattiva. Non necessariamente tale sistema deve essere tele controllato o collegato ad un sistema di building automation.

Abbattimento dei picchi di carico elettrico (gestione dei carichi).

A seguito dell'ottimizzazione del contratto, un ulteriore consistente margine di risparmio si può ottenere spostando parte del consumo energetico nella fascia F1 (la più costosa) alla fascia F2. Ciò si può ottenere senza oneri riprogrammando la gestione degli orari di produzione.

La riorganizzazione delle fasi operative degli stabilimenti con allocazione di alcune produzioni in diversi orari potrebbe essere effettuata senza ulteriori oneri aggiuntivi. Pur tuttavia, se dalla riorganizzazione suddetta dovessero derivare costi aggiuntivi, occorrerebbe verificare che il beneficio economico conseguito superi l'impegno economico-gestionale che l'attuazione di queste operazioni comporta.

Elettrodomestici ad alta efficienza energetica.

Da qualche anno, grazie ad una direttiva europea, su tutti gli elettrodomestici in commercio come frigoriferi, lavatrici, congelatori, lavastoviglie e condizionatori c'è una classificazione energetica ben evidente contraddistinta da una lettera dell'alfabeto. Si va dalla classe G, la più bassa e meno efficiente da un punto di vista energetico, fino alla più elevata, la classe A.

Normalmente tali apparecchi non necessitano di connessioni ad un impianto di domotica; rientrano nel discorso risparmio energetico solamente per quanto riguarda la contemporaneità e l'utilizzazione dal punto di vista dell'assorbimento.

Automazione (building automation).

Il sistema di controllo pesa sull'ottimizzazione dell'efficienza energetica degli edifici.

Tale settore riguarda tutte le possibilità di gestire i dispositivi che consumano energia in modo da ottimizzarne le prestazioni, in termini di “modalità d'uso”. Tra le più comuni iniziative tecnologiche si

segnalano quelle per la gestione degli “standby” degli apparecchi elettrici, quelle per la gestione temporizzata degli impianti termici e quelle per la gestione automatica degli impianti di illuminazione in diretta connessione con la presenza umana nell’ambiente da illuminare.

L’ottimizzazione del contratto di fornitura elettrica

La corretta gestione dei contratti di fornitura elettrica dà sempre luogo ad una riduzione dei costi di gestione dell’impianto energetico.

Tale obiettivo non può prescindere dall’analisi dei carichi, dalle potenze, dai prelievi effettuati e dall’andamento temporale degli stessi. Tale intervento deve essere pianificato sempre dopo aver verificato l’efficiente funzionamento dell’impianto elettrico.

Per una corretta scelta del contratto di fornitura è necessario avere un sistema di controllo e misura che possa misurare l’andamento temporale della potenza assorbita, a tale funzione torna utile un impianto di building automation. E’ importante conoscere il diagramma di carico giornaliero tipo dell’utenza.

Se l’impianto è controllabile, è possibile sfruttare correttamente le tariffe con diverse fasce orarie ottimizzando l’assorbimento in funzione dell’orario maggiormente conveniente.

1.3 - INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI IMPIANTI TERMICI E SULL’INVOLUCRO

Dai dati diffusi dal Ministero dell’Economia è noto che il comparto edilizio è responsabile del 50% dei consumi elettrici e del 33% dei consumi energetici totali; appare quindi chiara la necessità di interventi tempestivi e mirati a ridurre le emissioni generate da tale inefficienza.

L’Unione Europea ha preso molto sul serio questa sfida con precise Direttive che hanno reso obbligatoria, anche in Italia, la certificazione energetica degli edifici nuovi e nelle compravendite di quelli già esistenti. Segnale importante arriva anche dalla recente Direttiva 31/2010: questa ha introdotto un preciso obiettivo per cui dal 2021 tutti i nuovi edifici dell’Unione europea dovranno avere caratteristiche tali da non aver bisogno di apporti per il riscaldamento e il raffrescamento, oppure dovranno essere in grado di soddisfarli attraverso l’uso di fonti rinnovabili.

I principali interventi di ottimizzazione termica ed edile legati al sistema di controllo sono:

- miglioramento della trasmittanza delle superfici vetrate e regolazione automatica dell'apertura;
- vetri speciali (trattati) ed ombreggiamento automatico delle superfici;
- controllo in genere di tutti gli interventi di architettura bioclimatica;
- sostituzione macchine da climatizzazione con macchine ad alto rendimento o con parte elettrica controllata da inverter elettronico;
- sostituzione delle caldaie a gas con condizionatori a pompa di calore, controllati da inverter e regolati a zone;
- sostituzione di scaldacqua elettrici con quelli istantanei a gas;
- termoregolazione e contabilizzazione del calore;
- utilizzo di calore di recupero;
- produzione/integrazione controllata di energia da fonti rinnovabili locali;
- telecontrollo e tele gestione;
- misura, memorizzazione ed analisi continua dei consumi per la valutazione del contratto ottimale di fornitura dell'energia;

Superfici vetrate

E' necessario valutare l'importanza e l'incidenza, dal punto di vista della luce e del calore, delle superfici trasparenti per un ambiente confortevolmente ed economicamente vivibile. La gestione delle superfici vetrate pesa in particolare su :

- visione dell'ambiente circostante e scenari architettonici;
- sfruttamento dell'illuminazione naturale;
- abbattimento dei carichi termici o sfruttamento del calore alle latitudini più fredde.

Un'attenta scelta dei componenti vetrati, una accurata progettazione e strategia nel sistema di motorizzazione e controllo, oltre a consentire un'integrazione ambientale più corretta, può comportare una

diminuzione dei consumi di combustibile convenzionale, contribuendo alla riduzione dell'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera.

Schermi solari

Le schermature sono estremamente importanti per una corretta progettazione sostenibile, la scelta giusta permette di evitare sprechi energetici, diminuendo l'impatto che l'edilizia ha sulla salute del nostro pianeta.

Una funzione essenziale per il controllo della radiazione solare diretta e diffusa (per ridurre il carico termico estivo) è svolta dagli schermi di copertura, in altre parole da elementi, orizzontali o inclinati e di forma variabile, che ostruiscono gran parte della porzione di cielo vista dallo spazio interno da raffrescare.

Mediamente gli apporti termici possono essere ridotti del 40-70% mediante il controllo della radiazione diffusa tramite schermi orizzontali e verticali; detti carichi possono altresì essere ridotti del 25-50% mediante il controllo della radiazione riflessa tramite schermi verticali e trattamenti delle superfici circostanti.

Ovviamente i sistemi motorizzati possono seguire meglio le stagioni ed il movimento del sole permettendo la massima resa del sistema di gestione della radiazione solare. Le schermature, infatti, possono essere distinte in base alla geometria, posizione e modalità di gestione: rispettivamente sono classificate in orizzontali e verticali, esterne e interne, fisse e mobili.

I sistemi fissi vedono i vantaggi nella robustezza e assenza di elementi meccanici, dunque mancanza di manutenzione; gli svantaggi consistono nel fatto che non sono adattabili alle variazioni della posizione del sole.

I sistemi mobili tipo brise-soleil, nelle loro infinite varianti riescono a garantire il controllo e la gradazione del livello di illuminazione naturale, rifrazione e diffusione all'interno dell'edificio; tende, persiane, tapparelle, tende a banda, a veneziana e a lamelle, consentono una riduzione della luce fino al 90% secondo la disposizione, il materiale ed il colore. Esse devono resistere a vento e pioggia, essere di buona qualità ed essendo costituite da elementi meccanici richiedono una periodica manutenzione e pulizia.

Ventilazione forzata degli edifici

L'aerazione negli edifici rappresenta un aspetto importante sia per il risparmio energetico sia per il comfort interno degli ambienti abitati. Infatti il risparmio energetico può essere conseguito limitando le dispersioni attraverso le superfici perimetrali dell'edificio per trasmissione e ventilazione. Tenuto presente che le

nuove normative per il contenimento energetico hanno imposto limiti sempre più restrittivi, ne consegue che gli edifici vengono ben isolati termicamente e la ventilazione ora incide maggiormente in termini percentuali nella dispersione globale dell'involucro.

Secondo la norma UNI EN 12792, per ventilazione si intende l'insieme di operazioni volte a sostituire, in tutto o in parte, l'aria viziata di uno spazio confinato con aria pulita. Le operazioni consistono nell'immissione, l'eventuale filtrazione, la movimentazione e l'espulsione dell'aria.

Una corretta e controllata ventilazione è importante, oltre che per l'aspetto energetico, ancor di più per la qualità dell'aria. Infatti, è necessario tenere presente che:

- la maggior parte delle persone trascorre il 90% del tempo in spazi chiusi (abitazioni, uffici);
- una delle maggiori fonti di dispersione termica è il cattivo uso delle finestre da parte degli utenti;
- usiamo nuovi prodotti e materiali che possono emettere sostanze nocive;
- l'uso di serramenti di buona qualità con tenuta all'aria ha reso le infiltrazioni insufficienti;
- molte volte con i ritmi frenetici di vita, ci si dimentica di aerare gli ambienti oppure si lasciano le finestre aperte per troppo tempo con conseguente dispendio energetico e magari senza aver ottenuto un buon ricambio d'aria generale.

Quindi "progettare la ventilazione" vuol dire quantificare e garantire i ricambi d'aria necessari, ad esempio attraverso la ventilazione meccanica controllata (VMC).

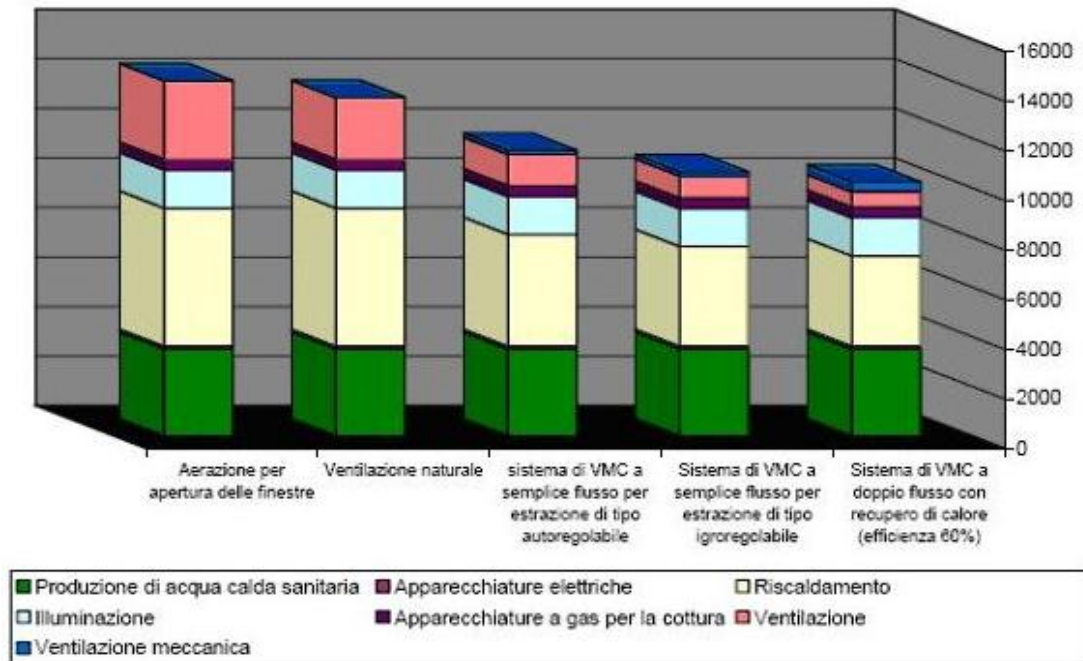
Per VMC si intende l'impiego di soluzioni impiantistiche controllate, anche semplici, impiegate per le operazioni di ricambio d'aria negli edifici civili.

Se il sistema di ricambio è controllato da una centralina di domotica, in funzione delle condizioni ambientali e delle stagioni, il ricambio può anche essere controllato a portata fissa o a portata variabile per una migliore gestione del caldo e del freddo.

Incidenza della ventilazione sul riscaldamento

La tipologia costruttiva che caratterizzava gli edifici realizzati fino a 10 anni fa circa, cioè poco isolati termicamente rispetto agli standard attuali, evidenziava consumi di energia primaria dovuti in modo rilevante al riscaldamento per sopperire alle dispersioni termiche, mentre la ventilazione incideva marginalmente. Oggi invece le dispersioni per trasmissione vengono abbassate sempre più e la ventilazione comincia ad assumere un peso rilevante se confrontata con le altre fonti di consumo.

Nell'istogramma seguente vengono riportate le medie dei consumi energetici annui riferiti ad un alloggio tipo espressi in KWh in funzione della tipologia di ventilazione adottata (fonte: ricerche Aldes France).



Consumi energetici in kWh in funzione della tipologia di ventilazione utilizzata

Per il massimo rendimento sarebbe opportuno provvedere all'installazione di sistemi di VMC autoregolabili dotati di un scambiatore di calore che permetta di recuperare il calore dell'aria in uscita con quella dell'aria in entrata. La manutenzione degli impianti di VMC è minima e non richiede interventi particolari; in genere si effettua ogni 3/5 anni con la semplice sostituzione dei filtri. Nei casi dei filtri per polline e/o ai carboni attivi la manutenzione è annuale.

Climatizzazione invernale ed estiva

I sistemi di riscaldamento e raffrescamento degli edifici sono molteplici, generalmente con regolazione generale e non a zone come vorrebbe una logica ottimizzazione. E' necessario però fare delle valutazioni per scegliere gli impianti più razionali e sani, che prevedano il minor consumo energetico e quindi il minor impatto ambientale.

Ad oggi il sistema di riscaldamento più diffuso sono i radiatori tradizionali: questi richiedono acqua ad alta temperatura per il loro funzionamento, con un conseguente spreco di energia. Essi inoltre creano delle correnti ascendenti (l'aria calda tende a salire) che originano notevoli squilibri termici tra il pavimento ed il soffitto, sottraggono calore ai corpi che si trovano nell'edificio e mettono in circolo polveri e batteri. I

termosifoni costituiscono un mezzo di riscaldamento a convezione, cioè agisce riscaldando l'aria. A causa degli inconvenienti sopra citati l'architettura bioecologica predilige i sistemi di riscaldamento per irraggiamento, che garantiscono un sano e migliore benessere termico. Questo tipo di impianti consentono uno scambio di calore tra una superficie e l'altra senza che l'aria si surriscaldi e senza far circolare polveri, né creare sgradevoli moti d'aria. Un'altra valida alternativa è rappresentata dai sistemi di riscaldamento a pannelli radianti, a pavimento o a parete. Il vantaggio insito in questa soluzione è che viene garantito un buon comfort termico interno a bassi consumi d'energia. Inoltre i pannelli radianti scambiano calore con l'ambiente per irraggiamento, caratteristica che evita la produzione di movimenti d'aria e quindi la circolazione di polveri e garantisce un riscaldamento uniforme dell'ambiente.

Questa soluzione di riscaldamento consente di eliminare i tradizionali termosifoni e i relativi svantaggi: gli sprechi d'energia (l'acqua degli impianti tradizionali si trova, a 70-80°, mentre nei pannelli radianti scorre a 35-40°), i movimenti d'aria e di polveri, l'aria eccessivamente secca, le asimmetrie di temperatura.

I sistemi a pannelli radianti possono essere: a parete, a pavimento o a battiscopa. E possono, data la bassa temperatura di esercizio, essere integrati con sistemi solari termici. Per coordinare il sistema solare termico con una caldaia a condensazione o elettrica, necessaria a sopperire alle carenze naturali, è necessario un sistema di gestione automatica; tale tecnologia sposa bene un impianto domotico.

Infine, i pannelli radianti possono essere anche utilizzati come impianto di refrigerazione, facendo circolare al loro interno acqua a 10° circa.

Caldaia a condensazione

La caldaia a condensazione, a differenza della caldaia tradizionale, può recuperare una gran parte del calore contenuto nei fumi espulsi attraverso il camino. La particolare tecnologia della condensazione consente infatti di raffreddare i fumi al di sotto del punto di rugiada, con un recupero di calore utilizzato per preriscaldare l'acqua di ritorno dall'impianto. In questo modo la temperatura dei fumi di uscita (fino a 40°C) mantiene sempre lo stesso valore della temperatura di mandata dell'acqua, ben inferiore quindi ai 140-160°C dei generatori ad alto rendimento ed ai 200-250°C dei generatori di tipo tradizionale.

Con le caldaie a condensazione si raggiungono risparmi nell'ordine del 30-50%, o anche maggiori se riferiti a caldaie delle generazioni precedenti. Esse esprimono il massimo delle prestazioni quando vengono utilizzate con impianti che funzionano a bassa temperatura (30-50°C), come ad esempio con impianti a pannelli radianti.

Sistemi solari termici

I sistemi solari termici si basano sulla capacità di convertire l'energia solare in energia termica mediante lo sfruttamento dell'effetto serra, per produrre acqua calda solitamente ad uso sanitario. La funzione di accumulo e trasporto è costituita da un fluido termovettore che circola tra i pannelli e il serbatoio d'accumulo dell'acqua calda.

Le componenti principali di un impianto solare termico sono:

- collettori solari;
- serbatoio di accumulo;
- circuito distributivo;
- centralina di controllo e dispositivi di integrazione termica interfacciata con la centralina di domotica o direttamente controllata da essa.

Le stufe a pellet o a mais

Apparentemente simile alle stufe tradizionali, tra i sistemi di riscaldamento troviamo le stufe a pellet/mais. Si tratta di stufe ecologiche ad alto rendimento, poco inquinanti, che sono diventate molto affidabili con l'utilizzo dell'elettronica. Hanno il grande vantaggio, rispetto alle tradizionali stufe a legna, di poter dosare il combustibile a piacimento e quindi consentono un preciso controllo della temperatura. L'accensione può essere automatica e possono essere regolate in temperatura tramite normali termostati o cronotermostati; infine necessitano di poca manutenzione e sono molto pratiche. Sistemi che, grazie alla gestione domotica, possono essere sfruttati, ottimizzati e programmati in qualsiasi condizione di utilizzo.

Le pompe di calore

La pompa di calore è costituita da un circuito chiuso, percorso da un fluido che, a seconda delle condizioni di temperatura e di pressione in cui si trova, assume lo stato liquido o di vapore.

La sua efficienza è rappresentata dal coefficiente di prestazione COP, inteso come rapporto tra l'energia termica resa al corpo da riscaldare e l'energia elettrica consumata perché possa avvenire il trasporto di calore medesimo.

Il vantaggio più evidente è che si tratta di un sistema intrinsecamente efficiente, grazie al rapporto elevato tra energia fornita ed energia elettrica assorbita, o COP, che si situa generalmente tra 3 e 4 a seconda del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento.

Ciò ha dirette ripercussioni anche sull'ammortamento del costo di installazione e sulla bolletta del consumatore; i dati mostrano infatti un costo specifico medio per unità di calore prodotto pari alla metà di quello di un impianto tradizionale con caldaia a gasolio e 2/3 di quello di un impianto tradizionale con caldaia a metano.

Il sistema a pompa di calore è già dotato di sistemi di controllo e parzializzazione/regolazione locale della climatizzazione. Inoltre tali sistemi sono generalmente progettati per interfacciarsi con le più comuni centraline di domotica.

Termoregolazione

Consiste nella regolazione della temperatura all'interno dei singoli ambienti, la strategia di controllo dovrebbe essere programmata sulla base di misure effettuate da sensori e in riferimento ad una precisa organizzazione programmata nella centralina. La regolazione dovrebbe anche variare in funzione del numero di persone presenti, come di altri dati. In linea di massima una gestione della temperatura a zone dovrebbe tenere conto almeno di:

- monitoraggio presenza persone;
- monitoraggio ed analisi dei carichi termici all'interno dell'ambiente;
- utilizzo di sensori per misura della temperatura;
- programmazione di strategie di funzionamento ottimizzate con la vita/processo all'interno degli ambienti;
- controllo e tele gestione.

CAPITOLO 2

SOLUZIONI DI AUTOMAZIONE PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI IMPIANTI E DELL'INVOLUCRO

2.1 – SERVIZI AGGIUNTIVI NON ENERGIVORI

I sistemi di automazione permettono il controllo di tutti gli impianti tecnici presenti in casa. I sistemi di automazione, permettono anche il controllo di sistemi relativi a servizi che esulano dal settore energia. Servizi altrettanto importanti ed utili ma che non pesano nella valutazione di investimento di risparmio energetico:

- sicurezza, sorveglianza, antintrusione;
- manutenzione;
- allarmi acqua, gas, incendio;
- richieste soccorso anziani-disabili;
- utilità di comando e controllo per portatori di handicap;
- audio, video, telefonia, rete dati;
- comodità come sistemi di irrigazione, comando serrande, etc.;
- aumento della sicurezza elettrica grazie alla migliore possibilità di riconoscere assorbimenti anomali o comunque diversi dal normale.

L'unica voce economica che può pesare nella valutazione di investimento è l'aumento di valorizzazione dell'immobile una volta che è aggiunto di un sistema di controllo completo.

In questa sede non vengono approfonditi tali sistemi se non direttamente coinvolti negli interventi di efficientamento energetico proposti.

2.2 - TERMOREGOLAZIONE A ZONE

Tale soluzione ci permette di scegliere la temperatura di ogni singola stanza a seconda della sua funzione e del momento della giornata in cui la si utilizza. È possibile inoltre selezionare gli ambienti che non essendo utilizzati non si vuole riscaldare.

L'attivazione dell'impianto tiene inoltre in considerazione il calore prodotto dal sole e dell'eventuale apertura di finestre (funzione opzionale).

Grazie alla funzione di termoregolazione a zone l'edificio guadagna una classe energetica, e gli utenti risparmiano sulla bolletta.

Si può raggiungere un risparmio del 30%;

L'impianto Termoregolazione effettua il controllo differenziato per zone del riscaldamento e del condizionamento. Il sistema è costituito da una centrale di supervisione disponibile per il controllo più zone e più sonde per il rilievo della temperatura negli ambienti dell'abitazione.

Il controllo di elettrovalvole, pompe di circolazione e altri componenti idraulici è effettuato da appositi dispositivi attuatori gestiti direttamente dalla centrale.

Per la sua funzionalità questo sistema trova ideale applicazione in ville, villette a schiera e piccolo terziario ove il controllo differenziato per zone della temperatura consente un risparmio di circa il 30% di energia in meno rispetto ad un impianto tradizionale, controllato da un solo cronotermostato.

I dispositivi dell'impianto Termoregolazione sono cablati con un semplice doppino BUS per la trasmissione delle informazioni e l'alimentazione elettrica a parte (se necessaria).

L'impianto di Termoregolazione può gestire sistemi di riscaldamento a termosifoni, riscaldamento a pavimento, a pannelli radianti e sistemi di riscaldamento/raffrescamento a fan-coil per uffici, studi medici etc. È possibile gestire anche sistemi misti (es.: pannelli radianti con fan-coil).

La centrale costituisce il cuore del sistema di termoregolazione; in base alle temperature rilevate dalle sonde ed ai profili di attivazione memorizzati, questo dispositivo controlla l'impianto idraulico agendo direttamente sulle elettrovalvole e sulle pompe di circolazione. Il controllo della temperatura a zone effettuato dal sistema riduce sensibilmente i consumi energetici poiché permette di impostare, per ogni ambiente dell'abitazione, il clima più confortevole evitando inutili sprechi.

L'impianto Termoregolazione con gestione a zone permette di mantenere uniforme il riscaldamento nell'abitazione in quanto ogni ambiente è controllato indipendentemente dagli altri attraverso la rispettiva sonda di temperatura. Nell'abitazione dell'esempio si possono quindi impostare temperature differenti per i locali a Nord e per quelli a Sud con evidente ottimizzazione dei consumi (circa il 30% in meno rispetto alla soluzione con un cronotermostato) e miglior confort.

La termoregolazione si può utilizzare quando l'impianto è predisposto per la gestione a zone: un impianto è predisposto per il controllo separato delle zone quando sul collettore di distribuzione è possibile installare le elettrovalvole per ogni singola zona, pertanto ogni zona deve essere idraulicamente indipendente dalle altre. Le elettrovalvole utilizzate che gestiscono le zone possono essere di due tipi:

- con contatti ON/OFF;
- con contatti apri/chiudi.

Negli impianti con fan-coil l'elettrovalvola può essere installata all'interno del fan-coil stesso. In impianti a 2 tubi l'elettrovalvola è una sola per entrambe le funzioni di riscaldamento e raffrescamento. In impianti a 4 tubi le elettrovalvole sono 2 e distinte per le singole funzioni di riscaldamento e raffrescamento. In ogni caso il controllo mediante domotica permette di localizzare le elettrovalvole di regolazione dove rimane più comodo ed economico.

In impianti a pannelli radianti è indispensabile installare, dopo la pompa, una valvola di miscelazione a tre vie in grado di miscelare l'acqua in modo tale da non superare il limite massimo di temperatura impostato. Anche in questo caso l'installazione di un sistema domotica permette di risparmiare denaro sui costi di installazione. Le valvole di miscelazione possono essere gestite da una centralina fornita dal costruttore di impianti a pannelli radianti o dalla centralina dell'impianto di domotica.

Contabilizzazione del calore.

Nel caso si voglia misurare con precisione il calore immesso in ogni zona, è possibile installare un contabilizzatore su ogni collettore (es.: su collettori di piano, di zona, di servizio ...) oppure addirittura su ogni zona.

L'impianto di termoregolazione necessita dei seguenti dispositivi:

- Alimentatore
- Centrale termoregolazione
- Sonde
- Attuatori
- Interfaccia contatti (opzionale)

Alimentatore

L'alimentatore è il dispositivo in grado di fornire alimentazione(29-32V_{dc}) al bus dati di comunicazione. L'alimentatore ha un limite di corrente erogabile, in base al quale è possibile definire il numero massimo di dispositivi collegabili al bus. Tale numero massimo viene determinato sommando l'assorbimento di tutti i dispositivi e facendo in modo che il totale non superi la corrente erogabile dall'alimentatore.

Nel calcolo degli assorbimenti è necessario considerare anche la disponibilità di corrente in funzione alla lunghezza del cavo BUS.

Durante il dimensionamento bisogna rispettare le seguenti regole:

- la lunghezza del collegamento fra l'alimentatore e il dispositivo più distante non deve superare i 250 m;
- la lunghezza totale dei collegamenti non deve superare i 500 m;
- ai fini di una ripartizione ottimale delle correnti sulla linea BUS è consigliabile porre l'alimentatore in posizione intermedia.

Centrale di termoregolazione.

La Centrale termoregolazione, è l'unità che consente di configurare l'impianto, personalizzare i programmi e visualizzare informazioni. Generalmente hanno funzioni programmate dalla casa costruttrice e, onde evitare problemi di funzionamento e costi elevati di gestione-manutenzione, si sconsiglia all'utente comune una programmazione avanzata.

Sonde.

Le sonde interne devono essere installate in ogni zona per permettere di rilevare la temperatura ambiente e di variare localmente la temperatura impostata in centrale.

Una sonda radio può essere utilizzata per rilevare la temperatura esterna senza effettuare complesse opere murarie e passare cavi. La misura della temperatura esterna viene inviata mediante trasmissione radio direttamente alla centrale.

Attuatori.

Gli attuatori sono meccanismi elettromeccanici che azionano le elettrovalvole e le pompe di circolazione. La scelta del numero e del tipo di attuatori dipende dalla tipologia di elettrovalvole installate e dalla loro disposizione nell'impianto.

Per il controllo di elettrovalvole ON/OFF si utilizza un solo contatto, mentre per le elettrovalvole apri/chiudi si sfrutta l'interblocco di due relè. Utilizzando l'attuatore a quattro relè è possibile controllare non solo l'azionamento dei fan-coil, ma anche controllare in automatico le 3 velocità.

Interfaccia contatti.

Questo dispositivo è opzionale e rileva lo stato di apertura o chiusura degli infissi rilevando la condizione del contatto magnetico installato sul serramento.

L'informazione così ottenuta viene utilizzata dall'impianto di termoregolazione per spegnere la zona corrispondente all'ambiente in cui si sono aperti serramenti.

Questa funzione permette di cogliere ogni opportunità di risparmio energetico, evitando inutili dispersioni di energia verso l'ambiente esterno, ad esempio durante i ricambi d'aria.

Integrazione tra Termoregolazione e Antifurto/antiintrusione.

L'esempio in oggetto viene portato per chiarire come anche altre funzioni apparentemente superflue, almeno per l'efficientamento energetico, possano partecipare ad una ottimale gestione dell'energia.

L'integrazione dell'impianto Termoregolazione con l'Antifurto permette di creare una funzione particolarmente utile per il risparmio. Possono essere evitate inutili dispersioni di energia verso l'ambiente esterno, ad esempio durante i ricambi d'aria. Aprendo porte o finestre è possibile spegnere il riscaldamento

o il condizionamento della zona di termoregolazione che corrisponde all'ambiente in cui si sono aperti i serramenti.

Lo stato di apertura o chiusura dell'infixo viene rilevato dal modulo interfaccia contatti dell'impianto Antifurto che legge la condizione del contatto NC installato sul serramento e trasferisce l'informazione all'impianto Termoregolazione per le opportune azioni.

Integrazione con sensori di presenza impianto di illuminazione.

Un rilevatore di presenza utilizzato per controllare l'illuminazione degli ambienti può comandare simultaneamente il termostato ambiente in modalità "assenza" quando un ambiente è vuoto per un periodo prolungato. In tal modo è possibile risparmiare energia per il riscaldamento o il condizionamento.

L'esperienza pratica mostra che la riduzione della temperatura ambiente di 1°C può ridurre il consumo dell'energia per il riscaldamento del 6%. Se la temperatura ambiente viene ridotta di 3°C nel periodo di assenza, è possibile risparmiare il 18% dell'energia per il riscaldamento nel locale non occupato.

Dato che di norma la variazione di temperatura avviene lentamente, questa forma di controllo è utile solo per periodi di assenza prolungati. Collegando questo tipo di controllo alla gestione delle veneziane è possibile ottenere un ulteriore risparmio energetico,

Integrazione tra ombreggiamento controllato e sistema di climatizzazione.

Ottimi risultati possono essere ottenuti integrando il controllo delle veneziane e i sistemi di climatizzazione degli ambienti.

Chiudendo le veneziane sulle facciate dell'edificio su cui batte il sole in estate è possibile impedire il surriscaldamento degli ambienti, risparmiando in tal modo energia altrimenti necessaria per refrigerare gli uffici. In inverno invece, accade il contrario perché diventa utile catturare quanto più calore solare possibile negli ambienti, per ridurre l'energia necessaria per riscaldarli.

In entrambi i casi è necessario bilanciare la "climatizzazione" tramite le veneziane quando gli ambienti sono frequentati. Finché qualcuno è presente il controllo delle veneziane in funzione della luce deve avere la priorità.

Una climatizzazione che coinvolge anche le veneziane riduce il fabbisogno di energia elettrica per il sistema di condizionamento di ben il 30%.

Climatizzazione.

Il sistema di automazione domotica può integrare la gestione dell'impianto di condizionamento sia di tipo split-unità singola esterna, sia di tipo centralizzato con fan-coil.

Una interfaccia disponibile in commercio permette di trasferire tutte le funzioni del sistema di condizionamento, fino ad oggi svolte con il telecomando in dotazione, al pannello di controllo di stanza o alla centralina dell'impianto.

Se in un locale è presente una sonda del sistema Termoregolazione è possibile leggere la temperatura del locale e impostare il funzionamento dello splitter avendo anche una corretta termoregolazione.

E' pertanto possibile utilizzare le sonde dell'impianto di termoregolazione, integrando completamente il sistema di termoregolazione, senza dover usare le sonde interne alle macchine. La centrale riceve tutte le informazioni necessaria a controllare la temperatura dell'ambiente, anche nel caso di climatizzazione, come avviene per la termoregolazione a zone con termosifoni, pannelli radianti e fan-coil.

Già con un comune pannello di controllo Touch screen di stanza è possibile:

- regolare la temperatura;
- regolare l'oscillazione e/o la posizione delle alette di ventilazione ;
- impostare la velocità dello splitter;
- selezionare la MODALITA' di funzionamento (OFF, inverno, estate, fan, deumidifica etc.).

Come già sottolineato l'impianto di termoregolazione può essere integrato con altri impianti tecnologici, per ottenere maggiori benefici energetici ed economici. In particolare, si consiglia un interfacciamento tra il sistema di climatizzazione e:

- impianto di Automazione;
- impianto antifurto;
- impianto di illuminazione, tramite il rilevatore di presenza;
- impianto controllo veneziane.

2.3 - GESTIONE E AUTOMAZIONE LUCI

Il controllo dell'impianto di illuminazione può essere utilizzato per attivare o disattivare le luci quando è necessario, evitando sprechi di energia. Ovviamente tutte le scelte progettuali, tecniche e di regolazione devono fare i conti con i minimi di qualità, comfort ed illuminamento imposti anzitutto dalla norma UNI 12464.

Per questo scopo sono molto diffusi i sistemi che permettono la regolazione dell'accensione, dello spegnimento e dell'intensità delle luci (dimmer).

Le possibili applicazioni di un impianto di controllo e regolazione dell'illuminazione sono:

- accensione/spegnimento;
- dimmerizzazione;
- controllo costante della luminosità;
- gestione automatica;
- scenari luminosi.

Il carico è gestito in modo automatico o manuale in accensione, spegnimento e regolazione al livello di illuminamento desiderato.

I controlli dell'impianto di illuminazione più comuni sono i seguenti:

- dimmer (modalità dimmer);
- sensori di movimento (modalità auto, eco, on/off);
- sensori di occupazione interna (modalità auto, eco, on/off);
- fotosensori (modalità daylight);
- timer (modalità scheduling, eco).

I dimmer per le lampade fluorescenti richiedono particolari alimentatori e portalampade pertanto, non è possibile evitare di sostituire anche il gruppo accenditore/regolatore della lampada. Sicuramente più economica è la regolazione domestica delle lampade ad incandescenza (anche alogene) che non necessitano di particolari apparati.

La dimmerazione è uno degli obiettivi principali del controllo intelligente, perché dimmerare influisce sul risparmio energetico, e prolunga la vita media di una lampada quasi pari al raddoppio, sfruttando livelli di

accensione inferiori al 100% e utilizzando in modo più omogeneo tutte le sorgenti luminose. E' inoltre possibile in alcuni sistemi monitorare le ore di vita delle lampade, programmando gli interventi di manutenzione ordinaria.

I sensori di movimento accendono automaticamente le luci quando necessario, ovvero quando viene rilevato un movimento e le disattivano dopo un tempo regolabile. Essi sono molto utili per la sicurezza esterna e per l'illuminazione ambientale dei percorsi esterni.

I sensori di occupazione rilevano la presenza in una determinata zona della casa. Essi forniscono risparmio energetico accendendo automaticamente le luci quando qualcuno entra in una stanza e spegnendole subito dopo che l'ultimo occupante lascia la zona.

I fotosensori sono necessari per evitare automaticamente che le luci esterne funzionino durante le ore diurne. Ciò permette di non ricordarsi ogni volta di spegnere queste luci e di risparmiare energia di conseguenza.

Tali fotosensori possono essere utilizzati anche negli ambienti interni per comandare nelle ore diurne l'apertura o chiusura delle tapparelle e tendaggi in modo tale da incrementare la quantità di luce naturale presente nell'ambiente considerato. Siamo così in grado di ottenere l'integrazione tra il controllo illuminazione e l'automazione tapparelle.

I timer possono essere utilizzati per accendere o spegnere le luci esterne ed interne in momenti specifici; utilizzando una centralina domotica detti timer vengono integrati mediante programmazione della centralina stessa.

Infine, sfruttando lo stesso rilevatore di presenza del sistema antifurto, è possibile rilevare la presenza di persone nell'ambiente e implementare un sistema di controllo dell'illuminazione in funzione della presenza. Se l'ambiente non è occupato, l'illuminazione si spegne automaticamente nel caso in cui qualcuno abbia dimenticato di spegnerla manualmente.

Integrazione impianto di illuminazione e comando veneziane.

Grazie al controllo delle veneziane è possibile influenzare l'incidenza della luce esterna nell'ambiente. Esiste, quindi, una diretta correlazione fra controllo dell'illuminazione e controllo delle veneziane. Se, ad esempio, un ufficio diventa troppo buio perché una veneziana è chiusa, si accende la luce per compensare la mancanza di luminosità. Di conseguenza, l'illuminazione consuma energia elettrica in un momento in cui c'è effettivamente sufficiente luce diurna a disposizione. Una soluzione più efficiente è il controllo automatico dell'angolo delle lamelle della veneziana in base alla posizione del sole.

Le lamelle vengono aperte in misura tale da garantire l'ingresso di una sufficiente quantità di luce diurna, impedendo tuttavia un abbagliamento diretto. Utilizzando speciali lamelle di guida della luce, si migliora l'incidenza del contributo naturale.

In combinazione con un controllo costante dell'illuminazione, che garantisce l'utilizzo di una quantità minima di luce per mantenere la luminosità necessaria, è possibile risparmiare una notevole quantità di energia elettrica.

Si può implementare un controllo automatico delle veneziane in combinazione con un controllo costante dell'illuminazione in funzione della presenza, ottenendo un potenziale risparmio fino al 40% rispetto ad un comando manuale del sistema di illuminazione.

Gestire l'illuminazione in funzione della presenza di persone e della quantità di luce naturale porta ad avere il massimo comfort visivo per gli utilizzatori e dare un grosso contributo al risparmio energetico.

Il flusso luminoso viene controllato e distribuito quando serve, dove serve e nelle quantità opportune.

Negli ambienti del terziario si può anche raggiungere il 55% - 75% di risparmio.

2.4 - CONTROLLO SERRANDE, AVVOLGIBILI, FINESTRE E VENEZIANE

Serrande avvolgibili controllate da sensori, finestre e veneziane con controllo lamelle dipendente dalla posizione del sole garantiscono condizioni di illuminazione ottimali e contribuiscono a migliorare la climatizzazione degli ambienti.

La componentistica minima indispensabile per la realizzazione della motorizzazione è un attuatore per serrande, considerata già installata la motorizzazione del sistema.

Come appena accennato, il sistema permette di movimentare le serrande o i brisoleil in funzione di:

- orari;
- stagioni;
- livello di insolazione interno ed esterno, tramite informazioni da fotosensori;
- temperatura interna ed esterna (tenendo conto anche di eventuali riverberi e radiazioni diffuse).

2.5 - MISURA E MEMORIZZAZIONE DEI CONSUMI

E' possibile visualizzare non solo i consumi della propria abitazione (elettricità, acqua e gas), ma anche la produzione di energia e di acqua calda ottenute con eventuali impianti a pannelli fotovoltaici o con il solare termico. Si può scegliere il tipo di consumo da verificare, il tipo di visualizzazione (istantanea o tramite grafici) e il periodo (giorno, mese, anno). Informazioni estremamente utili per utilizzare al meglio i propri impianti e ridurre sprechi e malfunzionamenti.

Tali funzioni sono integrate nella maggior parte delle centraline di domotica ed anche in alcuni pannelli touch-screen di stanza. La comodità sta nel fatto che ogni dato di consumo può essere ripetuto ovunque nell'impianto, altrimenti sarebbe stato sufficiente un comune e poco costoso misuratore da quadro elettrico disponibile in commercio.

Il sistema di supervisione è necessario per l'analisi dei contratti di fornitura e per effettuare il controllo continuo della congruità dell'ottimizzazione fatta.

Essa può portare fino ad un risparmio del 15%.

2.6 - GESTIONE E CONTROLLO DEI CARICHI

Tale soluzione permette di gestire la massima potenza impiegata e di scollegare automaticamente, in caso di sovraccarico, gli elettrodomestici meno importanti; è più un sistema di qualità che di riduzione del consumo. L'utente può verificare il consumo totale delle singole linee controllate e decidere di modificare la priorità tra le stesse.

L'utente può però risparmiare temporizzando l'attivazione dei carichi energivori in funzione delle migliori fasce orarie di acquisto dell'energia.

Il sistema di Gestione controllo carichi gestisce la massima potenza impiegata scollegando automaticamente, in caso di sovraccarico, gli elettrodomestici meno importanti. Per tale motivo permette di avere contratti con potenza massima impegnata minore e quindi costi ridotti.

Esso consente di fissare un tetto massimo ai consumi energetici della casa. E' possibile fissare il limite in kWh/giorno e decidere, per esempio, di non consumare oltre una certa quantità di energia. Ovviamente, ogni qual volta i consumi elettrici si avvicinano al limite fissato (si ipotizzi che forno, lavatrice, riscaldamento elettrico siano accesi contemporaneamente), la gestione carichi inizierà a disalimentare ciò che è

classificato meno importante, ad esempio alcune luci esterne. Configurando gli attuatori/presa del sistema controllo carichi è possibile impostare attraverso i touch screen delle temporizzazioni per attivare i carichi ad orari prestabiliti.

E' quindi possibile l'attivazione di alcuni carichi (elettrodomestici), solo in alcune fasce orarie e ad una determinata tariffazione. Qualora fosse necessario è sempre possibile riattivare immediatamente l'elettrodomestico "staccato" dalla centralina azionando il pulsante a fianco della presa controllata oppure con un apposito comando via touch-screen.

Grazie all'attuatore con sensore è possibile visualizzare (oltre i consumi) la diagnostica utilizzando il misuratore di carico. E' pertanto anche possibile verificare un assorbimento anomalo da parte del carico ed intervenire, disalimentando solo il carico in questione. In tale maniera si va ad aumentare anche la sicurezza elettrica che pesa tanto sugli impianti quanto sugli ambienti.

Attuatore base e con sensore per carichi.

Mediante gli attuatori base che alimentano i carichi, è possibile effettuare la gestione dei carichi stessi. Infatti, comandando l'apertura o chiusura del contatto di fase (appositamente programmato a seconda delle esigenze), si riesce ad alimentare o disalimentare il carico in esame.

Nel caso si voglia avere un controllo superiore, è necessario misurare e ripetere a remoto le grandezze elettrotecniche, è quindi necessario installare il più costoso attuatore con sensore. In questa maniera diventa possibile avere il servizio di diagnostica dei sistemi collegati ed avere una maggiore sicurezza elettrica; tali attuatori possono effettuare anche verifiche differenziali evitando pericolosi guasti a terra.

2.7 - CONSUMI E DIAGNOSTICA

Visualizzazione dei consumi.

La visualizzazione dei consumi permette di visualizzare sulla centralina generale e sui pannelli di stanza touch-screen non solo i consumi elettrici, ma anche di acqua e gas nonché i dati derivanti dal sistema di contabilizzazione centralizzato del calore.

Le interfacce di centralina domotica o di pannello di stanza già permettono la lettura di tali grandezze.

È inoltre possibile visualizzare i dati di produzione di energia (impianti fotovoltaici e solari termici). La visualizzazione dei consumi fornisce all'utente i dati istantanei e cumulati sui touch screen (pannellino di controllo). È inoltre possibile, impostando un valore di tariffa indicativo, avere una valutazione quantitativa della spesa economica.

In genere, tra le principali variabili di interesse, è possibile visualizzare:

- Il consumo istantaneo;
- Il consumo giornaliero;
- Il consumo mensile;
- Il consumo medio giornaliero per ogni mese;
- Il consumo annuale;
- I grafici di consumo giornaliero e mensile;
- Il consumo in diverse unità di misura (m^3 , kWh, etc.) e l'equivalente in denaro se inseriti i valori e le fasce di tariffa;
- Il consumo derivante da sistemi di contabilizzazione del calore;
- La produzione di energia elettrica se presente produzione da fonte rinnovabile;
- La produzione di acqua calda se è presente impianto solare termico.

Un impianto di domotica volto al risparmio energetico deve essere continuamente supervisionato, questo per garantire l'adeguatezza della programmazione e delle scelte (anche contrattuali) effettuate. Nel tempo cambiano le condizioni al contorno, rendendo spesso la strategia di ottimizzazione non conveniente. Tale sistema è infatti sconsigliato a chi non ha capacità tecniche di gestione o a chi non sceglie un adeguato contratto di manutenzione.

Per completare il sistema di misura è necessario aggiungere almeno i seguenti componenti.

Interfaccia conta impulsi.

Il dispositivo rileva, conta ed elabora le informazioni provenienti da contatori (acqua, gas, etc..) dotati di uscita ad impulsi; le rende disponibili sul Bus e le visualizza sui Touch Screen.

Misuratore energia elettrica.

Il dispositivo misura le grandezze di linea mediante sonde amperometri che a toroide e voltmetriche. Il sistema è realizzato per installazione su barra DIN in qualsiasi quadro elettrico e collegabile a qualsiasi tipo di circuito di potenza. Anche in questo caso i dati vengono inviati agli altri apparecchi mediante il BUS dati.

Contabilizzatore di calore.

Il contabilizzatore generale e/o i singoli contabilizzatori, ovunque essi siano installati, possono comunicare i dati misurati mediante il BUS dati alle altre centrali del sistema.

CAPITOLO 3

ANALISI DELL'INCIDENZA DELL'AUTOMAZIONE NEL RISPARMIO ENERGETICO

3.1 - INTRODUZIONE

Dalla indagine di mercato e da quanto sopra discusso è evidente che le possibili soluzioni di automazione in ambienti residenziali sono molteplici; la maggior parte di queste conducono ad accrescere il risparmio energetico.

Importanti norme sono ben strutturate sul tema della progettazione dei sistemi d'automazione per l'ottimizzazione della prestazione energetica degli edifici.

Le principali direttive da seguire per la progettazione energeticamente efficiente degli impianti di automazione negli edifici sono riportate nella norma:

CEN EN15232 "Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici", promulgata in connessione con l'implementazione a livello europeo della direttiva sul rendimento energetico degli edifici 2002/91/CE.

3.2 - NORMA EUROPEA CEN EN15232 “PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI - INCIDENZA DELL'AUTOMAZIONE, DELLA REGOLAZIONE E DELLA GESTIONE TECNICA DEGLI EDIFICI”

In linea con la direttiva europea EPBD del 2002, il CEN (*European Committee for Standardization*) ha redatto la norma EN 15232, dell'ottobre 2007, che definisce gli effetti dei sistemi di controllo ed automazione (BACS – *Building Automation and Control System*) sull'efficienza energetica degli edifici. Tale norma è recepita definitivamente in Italia mediante la Guida Tecnica CEI 205-18 del febbraio 2011.

Tale guida descrive i metodi per valutare l'influenza dell'automazione e della gestione degli edifici sul consumo energetico.

- Pone in evidenza come l'inserimento negli edifici (residenziale e terziario) di Sistemi di Controllo ed Automazione comporta una riduzione dei consumi energetici in generale e principalmente dei più importanti:
- riscaldamento;
- raffrescamento;
- ventilazione;
- illuminazione;
- produzione di acqua calda.

La norma sottolinea il seguente principio fondamentale:

é indispensabile che tutti gli impianti elettrici e tecnologici, sia nuovi sia già esistenti, siano dotati di opportuni dispositivi o sistemi di controllo, regolazione e automazione.

Si considerano i sistemi di automazione come addetti alla funzione di massimizzare l'efficienza energetica degli impianti dell'edificio in relazione alle condizioni ambientali esterne e ai differenti e variabili scenari di utilizzo e occupazione dei singoli ambienti dell'edificio stesso, fornendo nel contempo i massimi livelli di comfort, sicurezza e qualità.

Inoltre si parte dal principio che l'impiego esteso dei sistemi di automazione , educa parallelamente ad apprezzare ed apprendere i criteri di risparmio energetico e di rispetto dell'ambiente, correggendo le cattive abitudini dell'utente.

Definizioni

-BAC Building Automation and Control: Descrizione di prodotti, software e servizi energetici per il controllo automatico, monitoraggio e ottimizzazione degli interventi manuali e gestionali per avere una serie di dispositivi al servizio dell'edificio che ne garantisca l'efficienza energetica l'economia e la sicurezza

-BACS: BAC & System: comprende tutti i prodotti di cui sopra per il controllo automatico incluso gli interlock tra i diversi sistemi impiantistici.

-TBM & TBS (Technical Building Management & Technical Building System): il processo e il servizio delle operazioni di gestione dell'edificio incluso tutti i dispositivi tecnici in relazione con altre discipline (progettazione e gestione economica, project management e project financing):

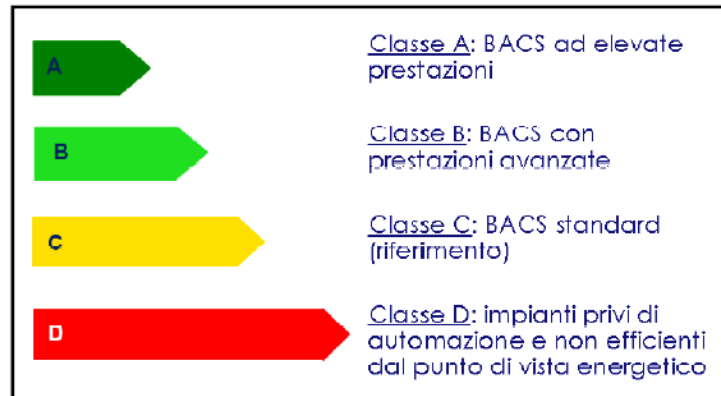
Classificazione impianti tecnici secondo la norma EN 15232.

La norma EN 15232 fa riferimento e completa tutta una serie di norme che appartengono alle serie EN 15000 ed EN 12000, che per ogni settore di applicazione definiscono dei metodi di calcolo per la determinazione del risparmio energetico ottenibile.

Si riportano di seguito le quattro classi di efficienza energetica definite dalla norma, valide sia nel settore residenziale che terziario:

- **Classe D** "NON ENERGY EFFICIENT" (NON ENERGETICAMENTE EFFICIENTE): comprende gli impianti tecnici tradizionali e privi di automazione, non efficienti dal punto di vista energetico; BACS non efficienti a livello energetico
- **Classe C** "STANDARD" (RIFERIMENTO): corrisponde agli impianti dotati di sistemi di automazione BACS/HBES ed è considerata la classe di riferimento; BACS standard.
- **Classe B** "ADVANCED" (AVANZATO) : comprende gli impianti di automazione(BACS) dotati anche di sistemi di gestione per il controllo centralizzato(TBM); BACS e TBM avanzati.
- **Classe A** "HIGH ENERGY PERFORMANCE" (ALTA PRESTAZIONE ENERGETICA): comprende gli impianti di automazione(BACS) dotati anche di sistemi di gestione per il controllo centralizzato(TBM) con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevate prestazioni energetiche all'impianto. BACS e TBM ad elevato rendimento energetico.

Anche in questa norma si riprende lo stile delle etichette energetiche degli elettrodomestici e delle abitazioni per identificare in modo semplice e veloce la classe raggiunta dagli impianti tecnici.



Rappresentazione grafica delle classi di automazione, controlli e supervisioni come da Norma EN 15232.

Lista delle funzioni e individuazione delle Classi di Prestazione

All'interno della norma sono proposte delle liste di funzioni ed i requisiti minimi per ogni classe di efficienza, riportate di seguito:

Lista delle funzioni: controllo riscaldamento

CONTROLLO AUTOMATICO		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non Residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO RISCALDAMENTO									
Controllo di Generazione									
Il sistema di controllo è installato sul terminale o nel relativo ambiente: per il caso 1 il sistema può controllare diversi ambienti									
0	Nessun controllo automatico								
1	Controllo automatico centrale								
2	Controllo automatico di ogni ambiente con valvole termostatiche o regolatore elettronico								
3	Controllo automatico di ogni ambiente con comunicazione tra i regolatori e verso il BACS								
4	Controllo integrato di ogni locale con gestione di richiesta (es. per occupazione, qualità dell'aria etc)								
CONTROLLO TEMPERATURA ACQUA NELLA RETE DI DISTRIBUZIONE (MANDATA E RITORNO)									
Funzioni simili possono essere applicate al riscaldamento elettrico									
0	Nessun controllo automatico								
1	Compensazione con temperatura esterna								
2	Controllo temperatura interna								
CONTROLLO DELLE POMPE DI DISTRIBUZIONE									
Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete di distribuzione									
0	Nessun controllo automatico								

1	Controllo ON/OFF								
2	Controllo pompa a velocità variabile con Δp costante								
3	Controllo pompa a velocità variabile con Δp proporzionale								
CONTROLLO INTERMITTENTE DELLA GENERAZIONE E/O DISTRIBUZIONE									
Un solo regolatore può controllare diversi ambienti/zone aventi lo stesso profilo di occupazione									
0	Nessun controllo automatico								
1	Controllo automatico con programma orario fisso								
2	Controllo automatico con partenza/arresto ottimizzato								
CONTROLLO DEL GENERATORE									
0	Temperatura costante								
1	Temperatura variabile in dipendenza da quella esterna								
2	Temperatura variabile in dipendenza dal carico								
Controllo sequenziale di differenti generatori									
0	Priorità basate solo su carichi								
1	Priorità basate su carichi e sulle potenze dei generatori								
2	Priorità basate sull'efficienza dei generatori								

Lista delle funzioni: controllo ventilazione, condizionamento e illuminazione

CONTROLLO AUTOMATICO	Definizione delle classi							
	Residenziale				Non Residenziale			
	D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO								
CONTROLLO MANDATA ARIA IN AMBIENTE								
0	Nessun controllo							
1	Controllo manuale							
2	Controllo a tempo							
3	Controllo a presenza							
4	Controllo a richiesta							
CONTROLLO MANDATA ARIA NELL'UTA								
0	Nessun controllo							
1	Controllo ON/OFF a tempo							
2	Controllo automatico di flusso o pressione							
CONTROLLO SBRINAMENTO SCAMBIATORE DI CALORE								
0	Senza controllo di sbrinamento							
1	Con controllo di sbrinamento							
CONTROLLO SURRISCALDAMENTO SCAMBIATORE DI CALORE								
0	Senza controllo di surriscaldamento							
1	Con controllo di surriscaldamento							
RAFFRESCAMENTO MECCANICO GRATUITO								
0	Nessun controllo							
1	Raffrescamento notturno							
2	Raffrescamento gratuito (free cooling)							
3	Controllo con ricircolo e miscelazione aria interna_externa							
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DI MANDATA								

0	Nessun controllo								
1	Set point costante								
2	Set point dipendente dalla temperatura esterna								
3	Set point dipendente dal carico								
CONTROLLO UMIDITA'									
0	Nessun controllo								
1	Limitazione umidità dell'aria di mandata								
2	Controllo dell'umidità dell'aria di mandata								
3	Controllo dell'umidità dell'aria ambiente o di ripresa								
CONTROLLO ILLUMINAZIONE									
Controllo presenza									
0	Interruttore manuale								
1	Interruttore manuale + segnalazione estinzione graduale automatica								
2	Rivelamento presenza Auto_on/Dimmer								
3	Rivelamento presenza Auto_on/Auto_off								
4	Rivelamento presenza Manuale on/Dimmer								
5	Rivelamento presenza Manuale on/ Auto_off								
Controllo luce diurna									
0	Manuale								
1	Automatico								

Lista delle funzioni: controllo schermature solari, sistemi domotici e impianti tecnici

CONTROLLO AUTOMATICO		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non Residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO SCHERMATURE SOLARI(es. tapparelle, tende, facciate attive...)									
0	Completamente manuale								
1	Motorizzato con azionamento manuale								
2	Motorizzato con azionamento automatico								
3	Controllo combinato luce/tapparelle/HVAC								
CONTROLLO CON SISTEMI DOMOTICI E DI AUTOMAZIONE DELL'EDIFICIO									
0	Nessun funzione di controllo centralizzato con sistemi di automazione degli edifici								
1	Controllo centralizzato configurato per l'utente. es. programmi a tempo, valori di riferimento (set-point)								
2	Controllo centralizzato ottimizzato. es. controlli auto adattativi, valori di riferimento(set-point), taratura...								
GESTIONE IMPIANTI TECNICI DI EDIFICIO (TBM)									
Rilevamento guasti, diagnostica e fornitura del supporto tecnico									
0	No								
1	Si								
Rapporto riguardante consumi energetici, condizioni interne e possibilità di miglioramento									
0	No								
1	Si								

Metodi di calcolo

La norma indica due metodi di calcolo dell'efficienza energetica di un sistema di automazione negli edifici:

- calcolo dettagliato: è una procedura di calcolo analitica utilizzabile quando il sistema è completamente noto;
- calcolo basato su fattori di efficienza "BAC factors": è una procedura di calcolo su base statistica che consente di effettuare una valutazione di massima.

Metodo dettagliato

La norma consente il calcolo dettagliato dei contributi BACS e TBM attraverso 5 approcci differenti:

1. *diretto*: simulazioni dettagliate, spesso su base oraria, così come descritte in EN 13790:

2. *in base alla funzionalità*: si considerano i contributi classificati in base alle modalità operative degli impianti;

3. *temporale*: detto **Fc** il "coefficiente di on", l'energia consumata può essere calcolata, conoscendo potenza impegnata e tempo, attraverso la formula generale: $E = P \times t \times Fc$.

4. *in base alle temperature di zona*: applicabile quando è implementato il controllo in ogni singola stanza/ufficio (Detti Θ_{sp} la temperatura di *set point* del sistema di controllo, $\Delta\Theta_c$ coefficiente che tiene conto dell'azione di riscaldamento (>0) o di raffrescamento (<0), Θ_r la temperatura di riferimento ovvero quella esterna, L un coefficiente di trasformazione)

L'energia utilizzata può essere così ricavata: $E = L \times ((\Theta_{sp} + \Delta\Theta_c) - \Theta_r) \times t$

5. *con coefficiente di correzione*: questo approccio viene utilizzato quando il sistema di controllo ha un impatto di tipo complesso quale ad esempio l'effetto combinato di temporizzazione e variazione discreta del set point.

In generale, considerati E_s il consumo di energia nella situazione impiantistica standard e x_d un coefficiente legato al miglioramento ottenibile mediante uno specifico sistema di home-automation, il calcolo dell'energia utilizzata è: $E = E_s \times x_d$

Metodo dei fattori BAC

I fattori BAC consentono di valutare in modo semplice e veloce l'impatto dell'applicazione dei sistemi di automazione BACS/HBES sull'ammontare di energia utilizzata dagli edifici, con particolare riferimento alle applicazioni di maggior consumo, quali: riscaldamento, raffrescamento, ventilazione ed illuminazione.

Questi fattori sono stati ricavati dal confronto tra i consumi annuali di energia di un locale standardizzato di riferimento (EPBD 2006) e quelli sostenuti nello stesso locale e nelle stesse condizioni (tempi di occupazione, profilo utente, tempo atmosferico, esposizione solare, conduttanza termica, dimensioni, superfici radianti) dopo l'applicazione di un sistema di automazione BACS/HBES secondo le diverse classi di efficienza energetica. Questi fattori sono poi stati riportati in tabelle, in relazione alle classi (A, B, C, D), e sono stati rapportati ai consumi della classe "C", presa come classe standard di riferimento.

Fattori di efficienza e risparmio energetico termico/elettrico per le diverse classi

Le tabelle energetiche dei BAC factors per stimare il risparmio energetico sono di seguito riportate:

Fattori di efficienza per il riscaldamento/raffrescamento in edifici non residenziali

Riscaldamento / Raffrescamento in Edifici non Residenziali								
Tipologia di edificio/locale	Classi e Fattori di efficienza BAC/HBES				Risparmio adottando le Classi B e A al posto di C o D			
	D	C	B	A	Risparmio B/C	Risparmio B/D	Risparmio A/C	Risparmio A/D
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza				
Uffici	1,51	1,00	0,80	0,70	20%	47%	30%	54%
Sale di lettura	1,24	1,00	0,75	0,50	25%	40%	50%	60%
Scuole	1,20	1,00	0,88	0,80	12%	27%	20%	33%
Ospedali	1,31	1,00	0,91	0,86	9%	31%	14%	34%
Hotel	1,31	1,00	0,85	0,68	25%	43%	32%	48%
Ristoranti	1,23	1,00	0,77	0,68	23%	37%	32%	45%
Negozi / Grossisti	1,56	1,00	0,73	0,60	27%	53%	40%	62%

Fattori di efficienza per il riscaldamento/raffrescamento in edifici residenziali

Riscaldamento / Raffrescamento in Edifici Residenziali								
Tipologia di edificio/locale	Classi e Fattori di efficienza BAC/HBES				Risparmio adottando le Classi B e A al posto di C o D			
	D	C	B	A	Risparmio B/C	Risparmio B/D	Risparmio A/C	Risparmio A/D
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza				
Abitazioni singole Appartamenti Atri residenziali	1,10	1,00	0,88	0,81	12%	20%	19%	26%

Fattori di efficienza per consumo di energia elettrica in edifici non residenziali

Energia Elettrica in Edifici non Residenziali								
Tipologia di edificio/locale	Classi e Fattori di efficienza BAC/HBES				Risparmio adottando le Classi B e A al posto di C o D			
	D	C	B	A	Risparmio B/C	Risparmio B/D	Risparmio A/C	Risparmio A/D
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza				
Uffici	1,10	1,00	0,93	0,87	20%	27%	30%	36%
Sale di lettura	1,06	1,00	0,94	0,89	25%	29%	50%	53%
Scuole	1,07	1,00	0,93	0,86	12%	18%	20%	25%
Ospedali	1,05	1,00	0,98	0,96	9%	13%	14%	18%
Hotel	1,07	1,00	0,95	0,90	25%	21%	32%	36%
Ristoranti	1,04	1,00	0,96	0,92	23%	26%	32%	35%
Negozi / Grossisti	1,08	1,00	0,95	0,91	27%	32%	40%	44%

Fattori di efficienza per l'energia elettrica in edifici residenziali

Energia Elettrica in Edifici Residenziali								
Tipologia di edificio/locale	Classi e Fattori di efficienza BAC/HBES				Risparmio adottando le Classi B e A al posto di C o D			
	D	C	B	A	Risparmio B/C	Risparmio B/D	Risparmio A/C	Risparmio A/D
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza				
Abitazioni singole Appartamenti Atri residenziali	1,08	1,00	0,93	0,92	7%	14%	8%	15%

Per quanto la norma assume come riferimento la classe C, in realtà, vi sono molti casi in cui la situazione di raffronto sia quella corrispondente alla classe D, priva di qualsiasi automazione, controllo o supervisione, caso nel quale il divario costituito dall'evitato consumo legato all'adozione del sistema di automazione, controllo e supervisione aumenta considerevolmente.

Mediante i sistemi di automazione in ambito residenziale possiamo raggiungere risparmi "termici" dal 20% al 26% (sistemi di classe A e B), rispetto all'ausilio di un impianto tradizionale (classe D).

Mediante i sistemi di automazione in ambito residenziale possiamo raggiungere risparmi di energia elettrica dal 14% al 15% (sistemi di classe B o A), rispetto all'ausilio di un impianto tradizionale (classe D).

E' quindi evidente che i maggiori vantaggi in termini di riduzione dei consumi si hanno per gli interventi relativi agli impianti di riscaldamento/raffrescamento.

Nel caso dell'edilizia ed impiantistica residenziale i consumi, in funzione delle statistiche effettuate per la zone di interesse, vengono ripartiti in maniera specifica secondo la seguente tabella.

Consumi specifici nel settore residenziale.

CONSUMO	% DEL TOTALE
Riscaldamento ambiente	50 %
Raffrescamento ambiente	19 %
Riscaldamento acqua	9%
Illuminazione	3 %
Cottura alimenti	4 %
Altri elettrodomestici	21 %

Nel contesto residenziale i maggiori consumi sono legati al riscaldamento/raffrescamento (50/19%) dell'ambiente, mentre l'illuminazione impegna solo il 3% circa dell'energia complessiva.

A seguito di tale analisi, e dei risultati ottenuti dalla norma UNI EN 15232, in ambito residenziale si presta particolare attenzione alla riduzione dei consumi che si può ottenere agendo sugli impianti di riscaldamento/raffrescamento, e gli interventi sugli elettrodomestici, e minore attenzione agli impianti di illuminazione.

Ciò giustifica le scelte fatte di seguito, durante la fase di dimensionamento ed analisi economica dell'impianto dedicato alla abitazione tipo ad uso familiare.

3.3 - DIMENSIONAMENTO DI IMPIANTO PER ABITAZIONE CIVILE MEDIA

L'analisi si riferisce ad un'unità abitativa in cui è richiesta una parziale ristrutturazione. Sono state valutate le possibili opzioni offerte dalla tecnologia attuale per automatizzare gli impianti dell'abitazione ottenendo, oltre ad aumento del confort, minori consumi energetici ed un minor impatto ambientale.

A tal fine si è realizzato un foglio di calcolo che permette di valutare i risparmi conseguibili con l'ausilio dei sistemi di automazione, semplicemente fornendo i dati relativi alla propria abitazione, quali:

- Consumo annuo energia elettrica in KWh per illuminazione e ausiliari dell'impianto di riscaldamento;
- Consumo annuo energia termica in KWh;
- Tariffa gas €/kWh;
- Tariffa energia elettrica €/kWh;
- Consumo annuo lavatrice e lavastoviglie;
- Potenza elettrodomestici assorbita in stand-by;
- Costo dell'impianto;
- Tasso di interesse.

Il sistema di calcolo utilizzato restituisce i valori relativi al risparmio di energia elettrica, termica e totale in KWh e in € conseguibili mediante l'ausilio di sistemi di automazione di classe A,B,C (secondo la norma UNI EN 15232) considerando anche la possibilità di ridurre i consumi dovuti allo stand-by passivo di grandi e piccoli elettrodomestici, nonché del risparmio conseguibile mediante una corretta gestione dei carichi facendo sì, che qualora si abbia un contratto a tariffa bioraria, i grandi elettrodomestici quali lavatrici e lavastoviglie lavorino nella fascia oraria in cui il costo dell'energia è minore.

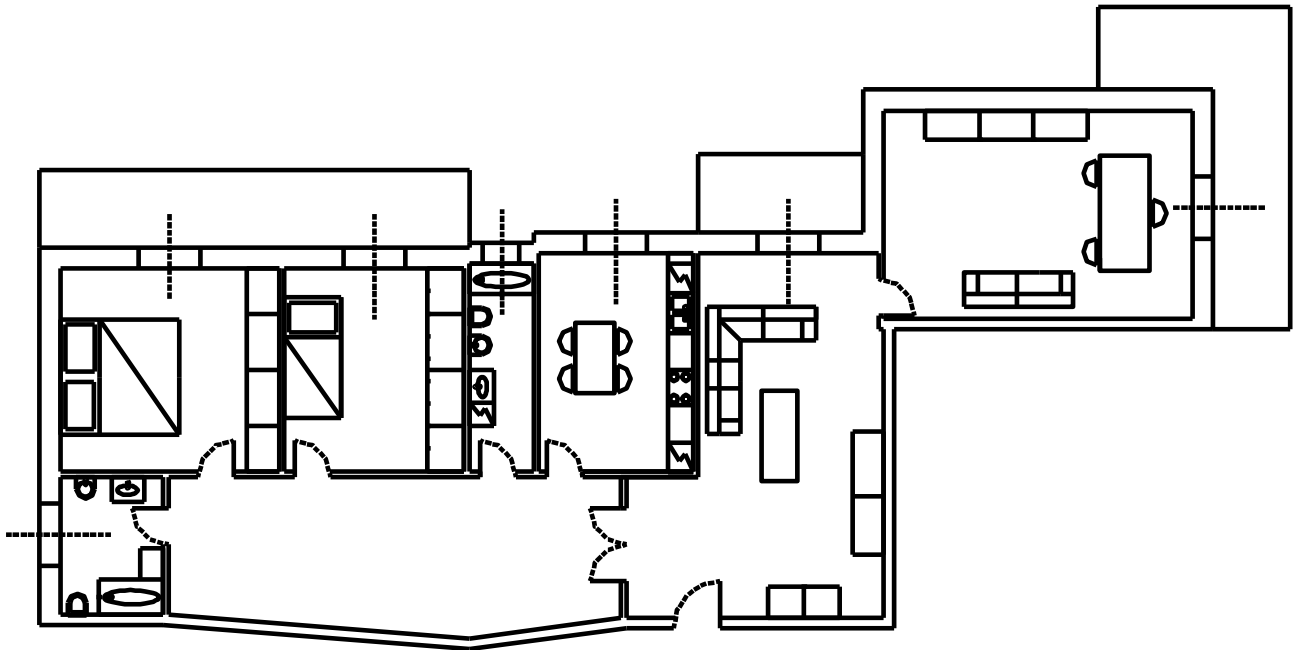
Esso permette inoltre, conoscendo il valore dell'investimento iniziale affrontato per la realizzazione dell'impianto di automazione e il tasso di interesse, la valutazione del tempo di ritorno investimento e gli eventuali guadagni ottenibili nel periodo di vita utile dell'impianto di circa vent'anni, dimostrandosi così capace di fornire una prima valutazione sulla possibilità e convenienza dell'investimento.

Si sottolinea inoltre che la valutazione dell'investimento viene effettuata tenendo conto solo del surplus dovuto all'ausilio della automazione rispetto ad un impianto tradizionale. E' difatti uso comune (e probabilmente cattiva abitudine) valutare l'investimento tenendo conto dell'intera spesa da affrontare per realizzare l'impianto, considerando in tal modo anche la spesa che bisognerebbe comunque affrontare per un impianto tradizionale.

L'unità tipo presa in analisi.

L'unità abitativa presa in considerazione è collocata in provincia di Roma, presenta una superficie di circa 160 m² ed è abitata da un nucleo familiare di 4 persone.

Il layout architettonico dell'abitazione è rappresentato di seguito.



Layout architettonico unità abitativa

L'abitazione in esame è composta dai seguenti ambienti:

Zona giorno:

- Ingresso, soggiorno;
- Studio;
- Cucina.

Zona notte:

- Camera matrimoniale;
- Cameretta;
- 2 bagni;

- Corridoio.

L'impianto considerato è privo di automazione e quindi appartenente alla classe D della Norma EN 15232.

Impianto di climatizzazione e ventilazione.

L'impianto di riscaldamento è a termosifoni. Il generatore di calore (caldaia tradizionale a gas) permette l'innalzamento della temperatura del fluido termovettore (acqua), consentendo, attraverso i circuiti di distribuzione idraulici, la circolazione del fluido nella rete, raggiungendo i terminali che riscaldano l'ambiente abitativo. Il raffrescamento dell'unità abitativa nella stagione estiva è realizzato tramite condizionatori.

E' inoltre previsto un impianto di ventilazione automatico, che garantisca il ricambio d'aria tra l'ambiente abitativo e l'esterno, senza necessitare quindi dell'apertura e chiusura manuale di porte e finestre.

Il consumo energetico stimato per il riscaldamento sulla base delle bollette relative all'abitazione in esame, è risultato pari a 10932 KWh/anno, mentre per il raffrescamento estivo il consumo elettrico annuo comprensivo del consumo degli ausiliari alla climatizzazione di tutto l'anno è di 650 KWh.

Impianto di illuminazione

Per l'impianto di illuminazione sono previsti 11 punti luce e 12 punti di comando, ove i due punti luce e i relativi punti di comandi degli specchi presenti nei bagni (di scarso utilizzo) non saranno riportati sul bus e quindi non verranno computati nell'impianto di automazione.

Il consumo di energia elettrica annuo associato all'illuminazione è stato stimato, sulla base dei consumi degli anni precedenti e su un calcolo statistico relativo alle ore annue di utilizzazione, pari a 450 KWh/anno.

Azionamenti e motorizzazioni .

Sei delle sette tapparelle presenti nell'abitazione sono motorizzate tramite azionamento manuale.

E' prevista una soluzione con motorizzazione ad azionamento automatico che permetta di ottimizzare, durante tutto l'anno, il contributo energetico gratuito fornito dall'irraggiamento solare.

Con la soluzione automatica proposta, l'abitazione potrà sfruttare al meglio la luce e l'apporto termico del sole attraverso sensori crepuscolari.

La tapparella non motorizzata resterà tale in quanto essendo esposta a nord; essendo completamente circondata da altri edifici, non gode di un apporto termico e luminoso soddisfacente al punto tale da incentivare alla soluzione di automazione.

Dispositivi utilizzati.

Di seguito vengono riportati i dispositivi utilizzati nei sistemi di automazione proposti, i costi sono riferiti alla media dei listini reperiti sul mercato.

Interfacce universali di ingresso.

Descrizione: dispositivi dotati di 2 o 4 coppie di conduttori per il collegamento ad altrettanti ingressi. Tipicamente ubicati all'interno delle scatole da incasso e interfacciati a interruttori e/o pulsanti, inviano sul bus un telegramma ogni qualvolta il corrispondente contatto venga aperto/chiuso.

Montaggio: scatola da incasso.

Collegamenti necessari: Bus KNX.

Termostati e cronotermostati.

Descrizione: termostati con interfaccia nativa KNX. Svolgono le usuali funzioni di un termostato grazie alla sonda di temperatura interna, con eventuale funzione di crono programmazione. Il comando delle utenze (elettrovalvole, pompe) non avviene direttamente, bensì tramite invio di comandi sul bus KNX agli attuatori ON/OFF.

Montaggio: Apposito supporto per fissaggio a parete.

Collegamenti necessari: Bus KNX.

Sensori di movimento/presenza.

Descrizione: dispositivi in grado di rivelare il movimento/presenza e trasmettere corrispondentemente sul bus un telegramma di attivazione, eventualmente filtrato da una soglia crepuscolare. I dispositivi possono essere direttamente da alloggiamento in scatola da incasso, se integrati con la serie civile, oppure da montaggio a soffitto.

Montaggio: scatola da incasso oppure apposito supporto per fissaggio a soffitto(a seconda dei modelli).

Collegamenti necessari: Bus KNX.

Attuatori ON/OFF da guida DIN (4 canali).

Descrizione: dispositivi dotati di un numero variabile di uscite(solitamente da 2 a 12) con tensione ammissibile di 230V. Sono usualmente impiegati per fornire alimentazione ai carichi elettrici (punti luce, prese comandate , elettrovalvole, pompe, etc.). Possono essere dotati di pulsanti per la forzatura manuale dei contatti elettrici, utile in fase di installazione (per verificare la correttezza dei collegamenti elettrici a valle) e di manutenzione.

Montaggio: guida DIN.

Collegamenti necessari: bus KNX, alimentazione elettrica 230V in ingresso e uscita.

Attuatori ON/OFF da incasso.

Descrizione: differiscono dai precedenti per la possibilità di montaggio direttamente in scatola da incasso, grazie all'integrazione con la serie civile. Solitamente dispongono di un pulsante di comando locale delle uscite(fungono anche da comando locale).

Montaggio: scatole da incasso.

Collegamenti necessari: bus KNX, alimentazione elettrica 230V in ingresso e uscita.

Attuatori per tapparelle da incasso.

Descrizione: offrono la possibilità di montaggio direttamente in scatola da incasso grazie all'integrazione con serie civile. Solitamente dispongono di pulsanti per la movimentazione locale del serramento, rendendo non strettamente necessario l'utilizzo di due canali di pulsantiera (o interfaccia universale di ingresso) allo scopo.

Montaggio: scatole da incasso.

Collegamenti necessari: bus KNX, alimentazione elettrica 230V in ingresso, alimentazione in uscita fasi elettriche del motore da comandare.

Alimentatori da guida DIN.

Descrizione: l'alimentatore KNX/EIB fornisce l'energia necessaria ai dispositivi di una linea bus generando la bassissima tensione SELV di 30 Vcc. Protetti contro il corto circuito, prevedono una limitazione della corrente massima di uscita. Sono disponibili in versioni da 160, 320 e 640 mA.

Montaggio: guida DIN.

Collegamenti necessari: bus KNX, circuito di potenza tramite apposito morsetto.

Pannello di controllo.

Descrizione: pannello multifunzionale per il controllo delle funzioni implementate nell'impianto. Grazie ai pulsanti disponibili e alla possibilità di personalizzare menu, pagine e singole funzioni, consente la gestione dell'impianto affiancando, o in taluni casi sostituendo, pulsanti e altre interfacce più semplici.

Montaggio: apposita scatola da incasso.

Collegamenti necessari: Bus KNX, alimentazione ausiliaria

Soluzioni progettuali.

Sono state considerate tre soluzioni alternative, con tre diversi livelli di automazione:

- Soluzione 1, corrispondente alla classe ad alta efficienza energetica della Norma EN 15232 (Classe A);
- Soluzione 2, con efficienza energetica avanzata della Norma EN 15232 (Classe B);
- Soluzione 2, con efficienza energetica standard della Norma EN 15232 (Classe C)

Associato ad ogni soluzione è riportato il relativo computo metrico e la relativa analisi economica, sulla base della quale verrà effettuata la scelta della migliore soluzione.

Soluzione di Classe A

Nella soluzione ad alta efficienza, si rendono gli impianti tecnologici completamente automatici introducendo quanto segue.

Due rivelatori di presenza: il primo per l'ingresso/salone e il secondo per il corridoio. In questi due ambienti vengono automatizzate l'accensione e lo spegnimento delle luci in funzione del passaggio delle persone.

Il numero dei punti luce e dei punti di comando rimane invariato per cui non verranno computati nella stima economica dell'impianto.

Un pannello di controllo, comunicando attraverso il sistema BUS, permette la regolazione attraverso un opportuno attuatore del generatore di caldo e dei condizionatori, facendo sì che la regolazione climatica di tutto l'ambiente abitativo è ottimizzata e priva di sprechi. Si rende possibile la regolazione della temperatura in ogni stanza dell'abitazione in modo indipendente.

Il controllo delle tapparelle è motorizzato e azionato automaticamente da due sensori crepuscolari, che in funzione dell'illuminamento esterno aprono le schermature per massimizzare il contributo energetico gratuito dell'irraggiamento solare in inverno, mentre le chiudono in estate (nelle zone non abitate) per evitare l'apporto termico del sole nell'abitazione, che aumenterebbe i consumi dell'impianto di raffrescamento.

I motori che movimentano le tapparelle non sono considerati nel computo economico in quanto la motorizzazione delle schermature con azionamento manuale è già presente nell'abitazione considerata.

Ognuna delle sette finestre dell'abitazione viene dotata di contatti magnetici in radiofrequenza che comunicano tramite un'interfaccia con l'impianto BUS lo stato aperto o chiuso della finestra: il pannello di controllo provvede a disattivare i terminali di condizionamento nel relativo locale per evitare inutili sprechi energetici.

L'impianto di ventilazione prevede un'unica ventola che, tramite un sistema di aereazione installato nella controsoffittatura, permette il ricambio d'aria automatico in tutte le stanze. Il sistema di ricambio dell'aria è programmabile dal pannello di controllo e comandato attraverso il sistema bus.

E' inoltre prevista la possibilità di richiedere un contratto a tariffa bioraria con il fornitore di energia.

In tali condizioni è possibile attraverso il pannello di controllo, una semplice programmazione degli elettrodomestici (come lavatrice e lavastoviglie), nelle fasce notturne e nel week-end, quando il costo specifico dell'energia elettrica è inferiore. Due canali collegati rispettivamente alla lavatrice e alla lavastoviglie, ricevendo il segnale dal sistema bus, permettono l'utilizzo di questi elettrodomestici in modo completamente automatico.

Mediante l'ausilio di 2 attuatori a 4 canali si disalimentano gli elettrodomestici in stand-by passivo nelle ore in cui l'abitazione è disabitata.

E' di seguito riportato come è realizzata la suddivisione delle linee di forza motrice:

Suddivisione delle linee di forza motrice.

Terminali di uscita	Linea forza motrice	Descrizione apparecchiature controllate
1° canale terminale di uscita da 16 A	Linea soggiorno	DVD+Videoregistratore Riproduttore CD Set-Top Box/Decoder Stereo compatto TV LCD
2° canale terminale di uscita da 16 A	Linea studio	Computer desktop Altoparlanti per computer Monitor computer Modem, Router Stampante
3° canale terminale di uscita da 16 A	Linea cucina piccoli elettrodomestici	Cappa cucina Piano cottura Forno/Microonde Tutte le prese zona cucina ad esclusione del frigorifero
4° canale terminale di uscita da 16 A	Linea Forno	Forno
5° canale terminale di uscita da 16 A	Linea lavastoviglie	Lavastoviglie
6° canale terminale di uscita da 16 A	Linea lavabiancheria	Lavabiancheria
7° canale terminale di uscita da 16 A	Linea bagno	Rasoio Spazzolino elettrico
8° canale terminale di uscita da 16 A	Linea climatizzatore	climatizzatore

Infine, sempre attraverso il pannello di controllo, è possibile programmare due semplici scenari che contribuiscono in maniera significativa al risparmio energetico e alla sicurezza dell'unità abitativa:

Scenario 1: chiusura centralizzata dell'abitazione

- disattiva la climatizzazione ambientale o attiva la modalità economy per ridurre i consumi energetici;
- chiude tutte le schermature per la sicurezza dell'abitazione;
- toglie l'alimentazione a tutti i carichi automatizzati;
- toglie l'alimentazione agli elettrodomestici in stand-by passivo;
- spegne tutte le luci.

Scenario 2: apertura centralizzata dell'abitazione

- attiva la climatizzazione ambientale o attiva la modalità economy per ridurre i consumi energetici;
- apre tutte le schermature per la sicurezza dell'abitazione;
- fornisce l'alimentazione a tutti i carichi automatizzati;
- fornisce l'alimentazione agli elettrodomestici in stand-by passivo;
- accende tutte le luci.

Componenti necessari.

Alimentazione

Per poter alimentare i componenti connessi al bus è necessario:

- Alimentatore 320 mA.

Impianto di illuminazione

- 3 interfaccia 4 contatti;
- 3 attuatori 4 canali;
- 2 rivelatori di movimento infrarossi.

Termoregolazione

L'unità abitativa è stata suddivisa in 5 zone in cui si ha una regolazione indipendente della temperatura con la necessità dei seguenti componenti:

- 1 cronotermostato (funzione master che comandi la programmazione oraria dei termostati);
- 4 termostati;
- 2 interfaccia 4 contatti;
- 7 contatti magnetici;

- 1 attuatore 4 canali per comando on/off impianto di riscaldamento/raffrescamento (zone da 1 a 4);
- 1 attuatore 1 canale per comando on/off impianto di riscaldamento/raffrescamento (zona 5);

Automazione tapparelle

- 6 attuatori motori;
- 2 sensori crepuscolari.

Gestione carichi (non presente in tariffa monoraria)

- 2 attuatori 1 canale (uno per la lavatrice e uno per la lavastoviglie).

Gestione stand-by elettrodomestici

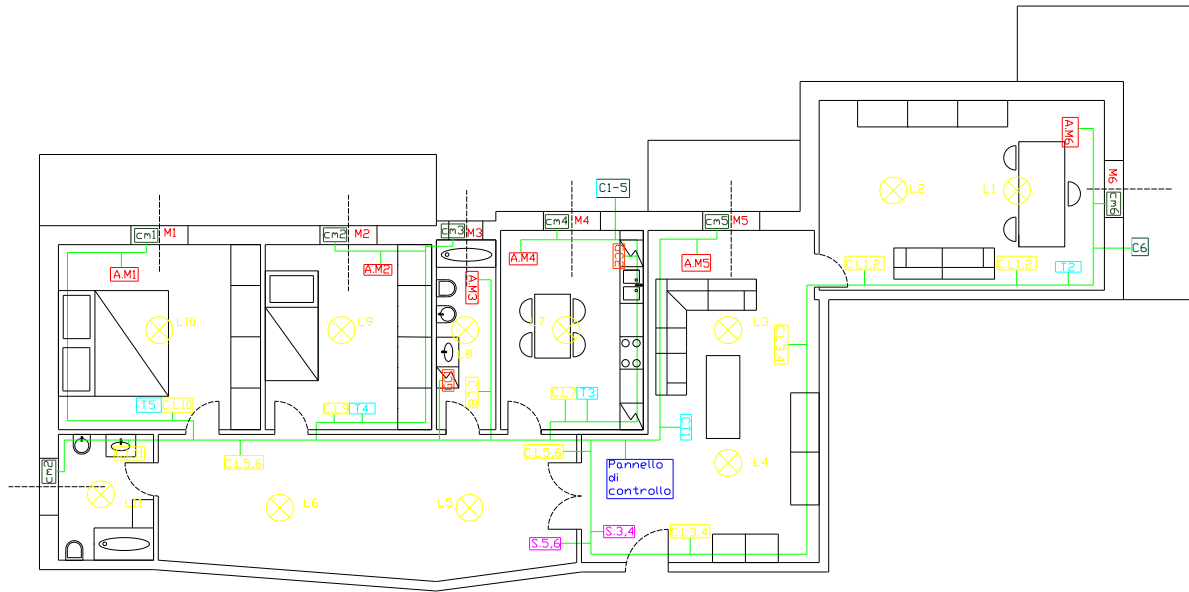
- 2 attuatori 4 canali per suddivisione forza motrice.

Impianto di ventilazione

- 1 attuatore 1 canale.

Comando e controllo

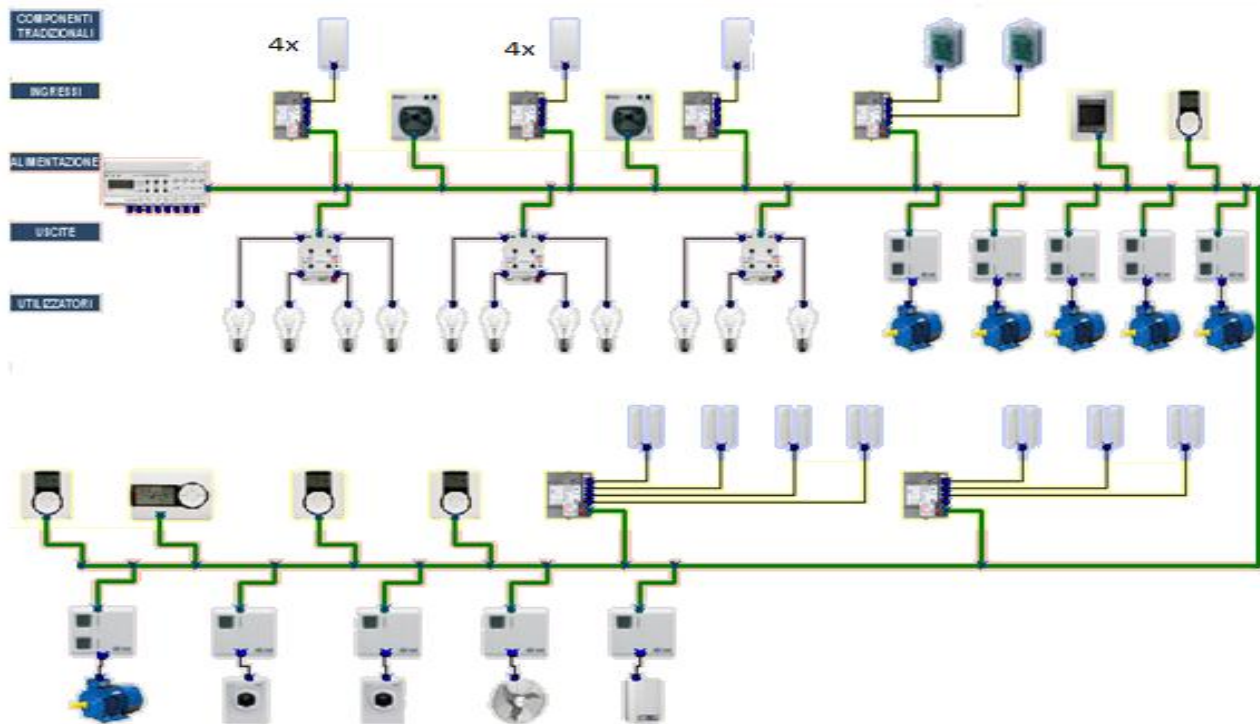
- 1 pannello di controllo.



LEGENDA

- | | | | |
|--|---------------------------------|--|-------------------------------|
| | Elettrodomestici | | M Motore tapparella |
| | Punto luce | | AM Attuatore motore |
| | Comando luce | | C Sensore crepuscolare |
| | Sensore presenza e movimento IR | | GC Attuatore gestione carichi |
| | Cronotermostato | | CM Contatti magnetici |
| | Termostato | | |

Schema di impianto (classe A)



Schema del sistema bus (classe A) – (fonte delle grafiche: Gewiss)

Computo metrico.

E' di seguito riportato il totale dei componenti necessari e il relativo computo metrico per acquisto e installazione.

Computo metrico impianto classe A

Descrizione	Prezzo Listino [€]	Mano doper a List. [€]	Quantità	Materiale List. Tot. [€]	Manodopera List. Tot. [€]	Prezzo Listino o Tot. [€]	Sconto materiale [%]	Materiale scontato Totale [€]	Prezzo finale [€]
Pannello di comando e visualizzazione Easy da incasso con placca Lux Bianco latte	609,00	39,00	1	609,00	39,00	648,00	25,00 %	456,75	495,75
Interfaccia contatti 4 canali Easy - A scomparsa	86,00	26,00	5	430,00	[€] 130,00	560,00	25,00 %	322,50	452,50

Attuatore 4 canali 16AX Easy 4 moduli DIN - Da guida DIN	112,00	13,87	7	784,00	97,09	881,09	25,00 %	588,00	685,09
Rivelatore di movimento IR con crepuscolare Easy da incasso - Bianco	93,80	39,00	2	187,60	78,00	265,60	25,00 %	140,70	218,70
Attuatore 1 canale 16A Easy da incasso - Bianco	84,50	14,30	4	338,00	57,20	395,20	25,00 %	253,50	310,70
Cronotermostato Easy da parete - Bianco	151,00	39,00	1	151,00	39,00	190,00	25,00 %	113,25	152,25
Termostato Easy da parete - Bianco	108,00	39,00	4	432,00	156,00	588,00	25,00 %	324,00	480,00
Attuatore comando motore 1 canale 8A Easy da incasso - Bianco	107,00	15,60	6	642,00	93,60	735,60	25,00 %	481,50	575,10
Alimentatore elettronico autoprotetto 110-240V 320mA 50/60Hz da guida DIN	317,00	26,00	1	317,00	26,00	343,00	25,00 %	237,75	263,75
Contatto magnetico a vista in plastica - Bianco	8,30	13,00	7	58,10	91,00	149,10	25,00 %	43,58	134,58
rivelatore crepuscolare 1-100lux IP55	53,30	26,00	2	106,60	52,00	158,60	25,00 %	79,95	131,95

Costi finali impianto classe A

Costo materiale totale	Prezzo impianto	Costo materiale scontato	costo manodopera totale	Prezzo impianto scontato
€ 4.055,30	€ 4.914,19	€ 3.041,48	€ 858,89	€ 3.900,37

Dal computo si rileva che il costo totale del materiale e della manodopera per la posa in opera risulta pari a € 3.900,37.

Per la tariffa monoraria in cui non è possibile la gestione carichi, il costo totale risulta pari a € 3745,02.

Soluzione di Classe B

Tale soluzione prevede per l'impianto di illuminazione e di ventilazione gli stessi componenti della soluzione di classe A. La climatizzazione ambiente non prevede, invece, i contatti magnetici alle finestre dell'abitazione e le due relative interfacce al sistema di comunicazione bus: non è quindi possibile la disattivazione locale della termoregolazione con finestra aperta.

Il controllo della motorizzazione delle tapparelle avviene in modo automatico attraverso rivelatori crepuscolari (come per la soluzione di classe A).

Il pannello di controllo permette, anche in questo caso, la supervisione di tutti gli automatismi presenti compreso il controllo dei parametri climatici di zona e, comanda l'attuatore collegato agli elettrodomestici, consentendo anche in questo caso un migliore utilizzo della possibile tariffa bioraria.

Anche in questo caso mediante l'ausilio di 2 attuatori a 4 canali si disalimentano gli elettrodomestici in stand-by passivo nelle ore in cui l'abitazione è disabitata (scenario chiusura).

E' infine possibile impostare analogamente al caso A i due scenari di chiusura e apertura centralizzata.

Componenti necessari.

Alimentazione.

Per poter alimentare i componenti connessi al bus è necessario:

- Alimentatore 320 mA.

Impianto di illuminazione.

- 3 interfaccia 4 contatti;
- 3 attuatori 4 canali;
- 2 rivelatori di movimento infrarossi.

Termoregolazione.

- L'unità abitativa è stata suddivisa in 5 zone in cui si ha una regolazione indipendente della temperatura
- 1 cronotermostato (funzione master che comandi la programmazione oraria dei termostati);
- 4 termostati;
- 1 attuatore 4 canali per comando on/off impianto di riscaldamento/raffrescamento (zone da 1 a 4);
- 1 attuatore 1 canale per comando on/off impianto di riscaldamento/raffrescamento (zona 5);

Automazione tapparelle.

- 6 attuatori motori;
- 2 sensori crepuscolari.

Gestione carichi (non presente in tariffa monoraria).

- 2 attuatori 1 canale (uno per la lavatrice e uno per la lavastoviglie).

Gestione stand-by elettrodomestici.

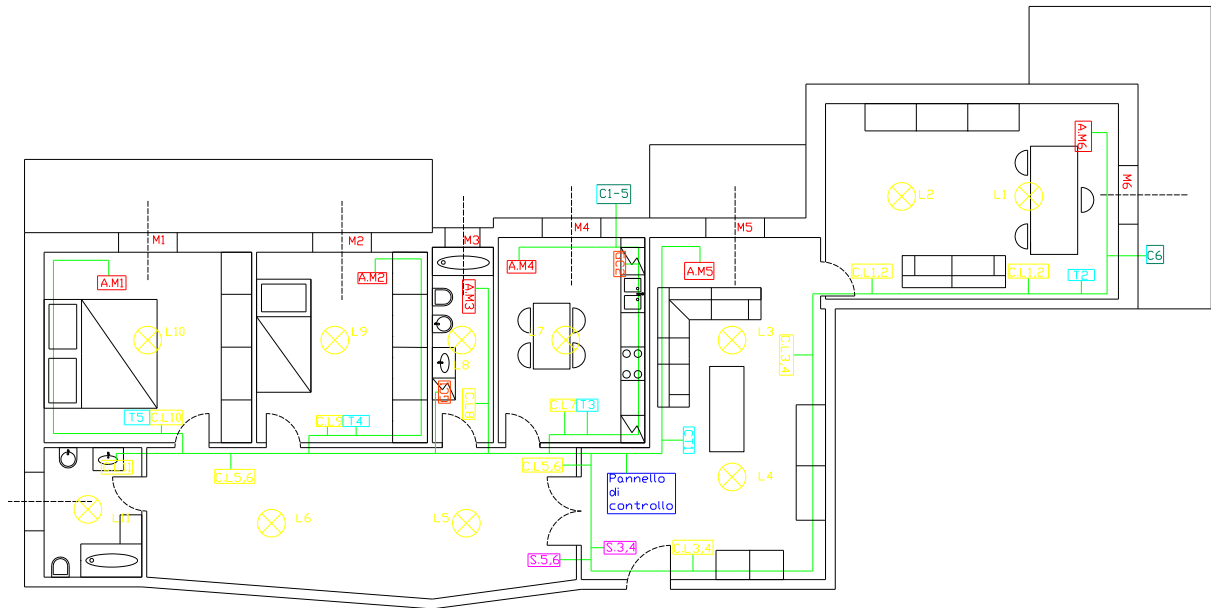
- 2 attuatori 4 canali per suddivisione forza motrice.

Impianto di ventilazione.

- 1 attuatore 1 canale.

Comando e controllo

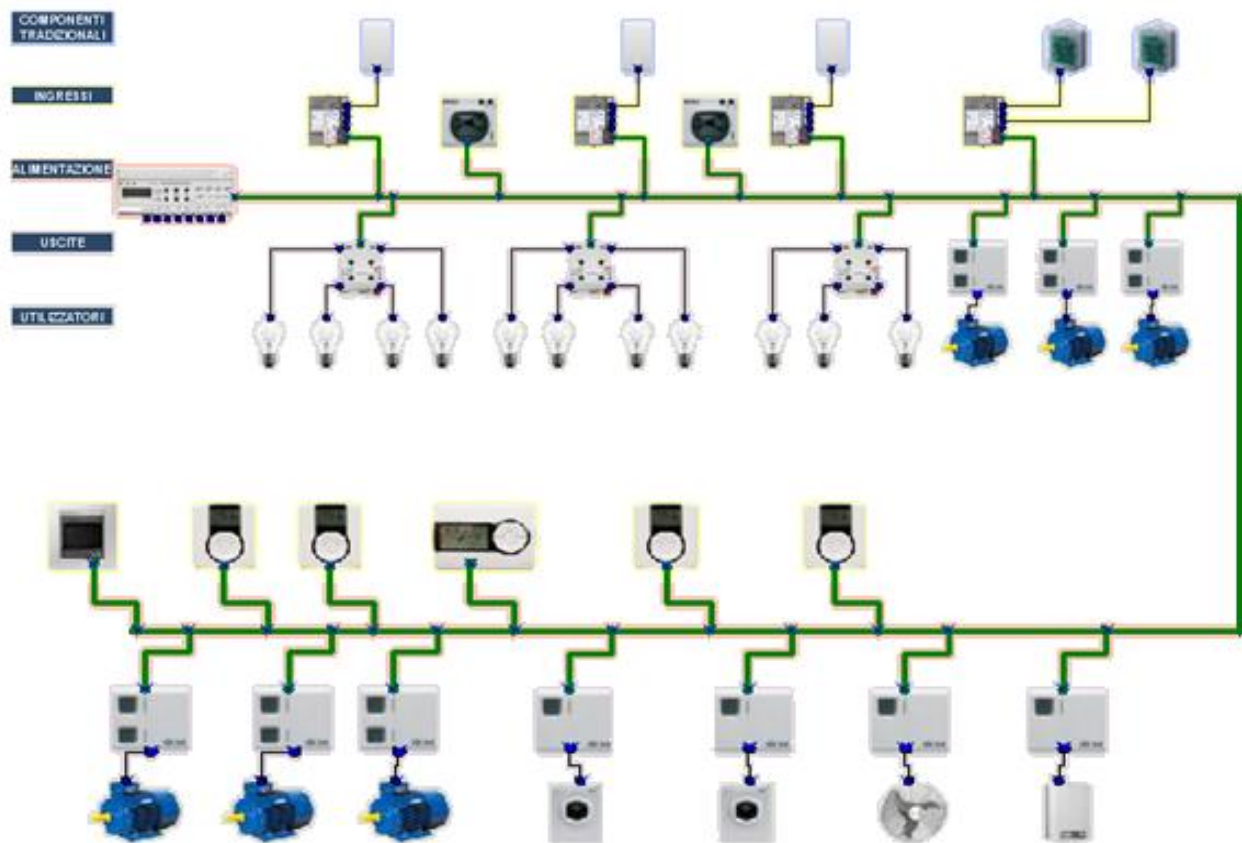
- 1 pannello di controllo



LEGENDA

- | | | | |
|---|---------------------------------|---|----------------------------|
|  | Elettrodomestici |  | Motore tapparella |
|  | Punto luce |  | Attuatore motore |
|  | Comando luce |  | Sensore crepuscolare |
|  | Sensore presenza e movimento IR |  | Attuatore gestione carichi |
|  | Cronotermostato |  | Contatti magnetici |
|  | Termostato | | |

Schema di impianto (classe B)



Schema del sistema bus (classe B) – (fonte delle grafiche: Gewiss)

Computo metrico.

E' di seguito riportato il totale dei componenti necessari e il relativo computo metrico per acquisto e installazione, per realizzare la soluzione progettuale di classe B.

Computo metrico impianto classe A

Descrizione	Prezzo Listino [€]	Mano doper a List. [€]	Quantità [€]	Materiale List. Tot. [€]	Mano doper a List. Tot. [€]	Prezzo Listino Tot. [€]	Scont o materiale [%]	Materiale scontat o Totale [€]	Prezz o finale [€]
Pannello di comando e visualizzazione Easy da incasso con placca Lux Bianco latte	609,00	39,00	1	609,00	39,00	648,00	25,00 %	456,75	495,75

Interfaccia contatti 4 canali Easy - A scomparsa	86,00	26,00	3	258,00	78,00	336,00	25,00 %	193,50	271,50
Attuatore 4 canali 16AX Easy 4 moduli DIN - Da guida DIN	112,00	13,87	7	784,00	97,09	881,09	25,00 %	588,00	685,09
Rivelatore di movimento IR con crepuscolare Easy da incasso - Bianco	93,80	39,00	2	187,60	78,00	265,60	25,00 %	140,70	218,70
Attuatore 1 canale 16A Easy da incasso - Bianco	84,50	14,30	4	338,00	57,20	395,20	25,00 %	253,50	310,70
Cronotermostato Easy da parete - Bianco	151,00	39,00	1	151,00	39,00	190,00	25,00 %	113,25	152,25
Termostato Easy da parete - Bianco	108,00	39,00	4	432,00	156,00	588,00	25,00 %	324,00	480,00
Attuatore comando motore 1 canale 8A Easy da incasso - Bianco	107,00	15,60	6	642,00	93,60	735,60	25,00 %	481,50	575,10
Alimentatore elettronico autoprotetto 110-240V 320mA 50/60Hz da guida DIN	317,00	26,00	1	317,00	26,00	343,00	25,00 %	237,75	263,75
Contatto magnetico a vista in plastica - Bianco	8,30	13,00	0	0	0	0	-	0	0
rivelatore crepuscolare 1-100lux IP55	53,30	26,00	2	106,60	52,00	158,60	25,00 %	79,95	131,95

Costi finali impianto classe A

Costo materiale totale	Prezzo impianto	Costo materiale scontato	costo manodopera a totale	Prezzo impianto scontato
€ 3.825,20	€ 4.541,09	€ 2.868,90	€ 715,89	€ 3.584,79

Dal computo si rileva che il costo totale del materiale e della manodopera per la posa in opera risulta pari a € 3.584,79.

Per la tariffa monoraria in cui non è possibile la gestione carichi, il costo totale risulta pari a € 3429,44.

Soluzione di Classe C

La terza soluzione prevede una diminuzione sostanziale dei dispositivi automatici rispetto ai casi precedenti.

Sono state previste 2 soluzioni relative alla motorizzazione delle schermature:

- Il caso 1 in cui si ha un'automazione delle schermature;
- Il caso 2 in cui non si ha automazione delle schermature, si mantiene il controllo manuale.

In entrambi i casi il controllo dell'automazione non è più controllato attraverso il sensore crepuscolare.

Sensori, interfaccia e attuatori dei motori non sono quindi presenti nell'elenco materiale di questa soluzione.

I punti luce dell'impianto di illuminazione sono comandati sempre attraverso il sistema bus e gli attuatori, ma non sono presenti i rivelatori di presenza all'ingresso e nel corridoio dell'abitazione.

L'impianto di termoregolazione rimane invariato rispetto alla soluzione B (no contatti magnetici).

Tale soluzione offre un grado di automatismo base, ma allo stesso tempo, dà la possibilità di ampliare facilmente il numero dei componenti, migliorando il livello di automazione dell'unità abitativa ed il relativo confort e risparmio energetico.

Il numero di componenti di questa soluzione è relativamente basso, contenendo quindi anche il costo complessivo.

Anche in questo caso è possibile prevedere i due scenari di chiusura e apertura centralizzata.

Caso 1 - Componenti necessari :

- No crepuscolari;
- No gestione carichi;
- No rivelatori di movimento;

- No gestione stand-by.

Alimentazione.

Per poter alimentare i componenti connessi al bus è necessario:

- Alimentatore 320 mA.

Impianto di illuminazione.

- 3 interfaccia 4 contatti;
- 3 attuatori 4 canali.

Termoregolazione.

L'unità abitativa è stata suddivisa in 5 zone in cui si ha una regolazione indipendente della temperatura

- 1 cronotermostato(funzione master che comandi la programmazione oraria dei termostati);
- 4 termostati;
- 1 attuatore 4 canali per comando on/off impianto di riscaldamento/raffrescamento (zone da 1 a 4);
- 1 attuatore 1 canale per comando on/off impianto di riscaldamento/raffrescamento (zona 5);

Automazione tapparelle.

- 6 attuatori motori.

Gestione carichi.

- Non è prevista la gestione dei carichi

Gestione stand-by elettrodomestici.

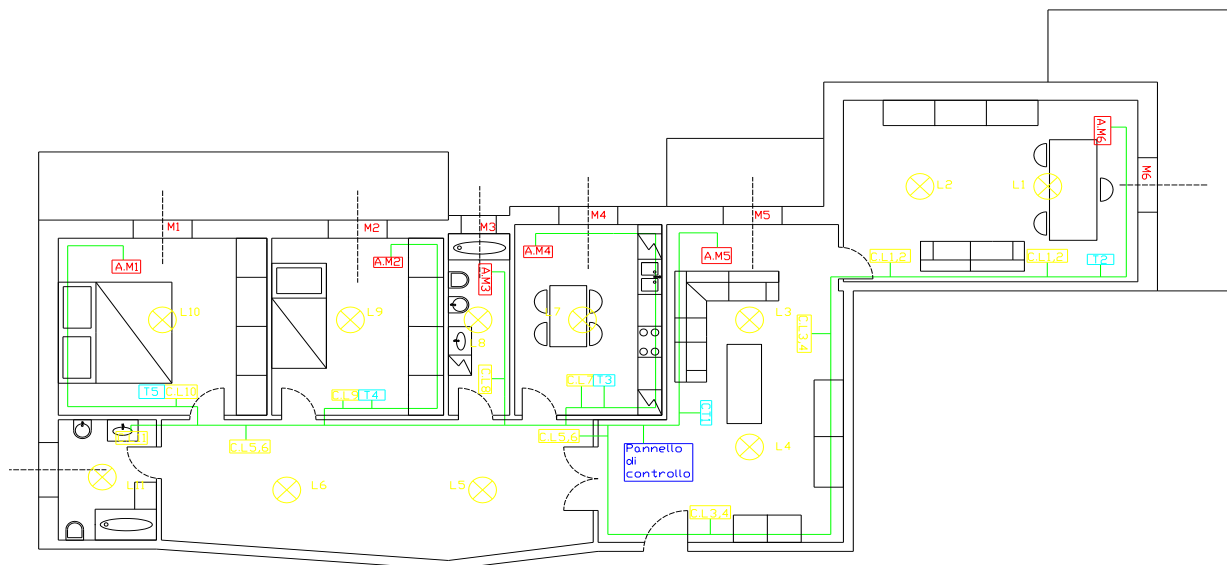
- Non è prevista la gestione stand-by elettrodomestici

Impianto di ventilazione.

- 1 attuatore 1 canale.

Comando e controllo.

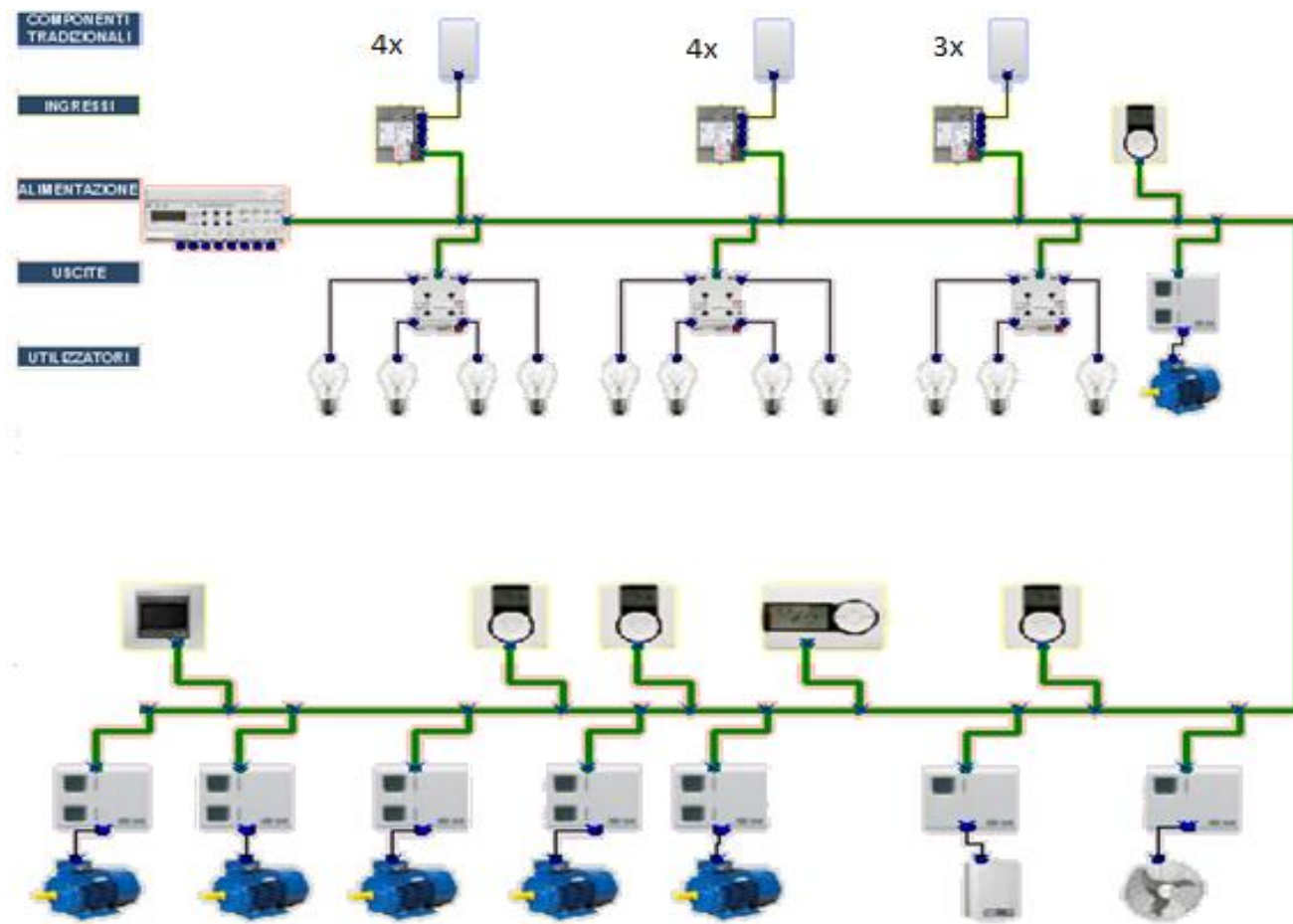
- 1 pannello di controllo



LEGENDA

	Elettrodomestici		M Motore tapparella
	Punto luce		AM Attuatore motore
	Comando luce		C Sensore crepuscolare
	Sensore presenza e movimento IR		GC Attuatore gestione carichi
	Cronotermistato		CM Contatti magnetici
	Termistato		

Schema di impianto bus (classe C1)



Schema del sistema bus (classe B1) – (fonte delle grafiche: Gewiss)

Computo metrico.

E' di seguito riportato il totale dei componenti necessari e il relativo computo metrico per acquisto e installazione, per realizzare la soluzione progettuale di classe C caso 1.

Computo metrico impianto classe C1

Descrizione	Prezzo Listino [€]	Manodopera List. [€]	Quantità [€]	Materiale List. Tot. [€]	Manodopera List. Tot. [€]	Prezzo Listino Tot. [€]	Sconto materiale [%]	Materiale scontato Totale [€]	Prezzo finale [€]
Pannello di comando e visualizzazione Easy da incasso con placca Lux	609,00	39,00	1	609,00	39,00	648,00	25,00 %	456,75	495,75

Bianco latte									
Interfaccia contatti 4 canali Easy - A scomparsa	86,00	26,00	3	258,00	78,00	336,00	25,00 %	193,50	271,50
Attuatore 4 canali 16AX Easy 4 moduli DIN - Da guida DIN	112,00	13,87	5	560,00	69,35	629,35	25,00 %	420,00	489,35
Rivelatore di movimento IR con crepuscolare Easy da incasso - Bianco	93,80	39,00	0	0	0	0	0%	0	0
Attuatore 1 canale 16A Easy da incasso - Bianco	84,50	14,30	2	169,00	28,60	197,60	25,00 %	126,75	155,35
Cronotermostato Easy da parete - Bianco	151,00	39,00	1	151,00	39,00	190,00	25,00 %	113,25	152,25
Termostato Easy da parete - Bianco	108,00	39,00	4	432,00	156,00	588,00	25,00 %	324,00	480,00
Attuatore comando motore 1 canale 8A Easy da incasso - Bianco	107,00	15,60	6	642,00	93,60	735,60	25,00 %	481,50	575,10
Alimentatore elettronico autoprotetto 110-240V 320mA 50/60Hz da guida DIN	317,00	26,00	1	317,00	26,00	343,00	25,00 %	237,75	263,75
Contatto magnetico a vista in plastica - Bianco	8,30	13,00	0	0	0	0	-	0	0
rivelatore crepuscolare 1-100lux IP55	53,30	26,00	0	0	0	0	0%	0	0

Costi finali impianto classe C1

Costo materiale totale	Prezzo impianto	Costo materiale scontato	costo manodopera totale	Prezzo impianto scontato
€ 3.138,00	€ 3.667,55	€ 2.353,50	€ 529,55	€ 2.883,05

Dal computo si rileva che il costo totale del materiale e della manodopera per la posa in opera risulta pari a € 2.883,05.

Caso 2 - Componenti necessari :

- No crepuscolari;
- No automazione schermature;
- No gestione carichi;
- No rivelatori di movimento.

Alimentazione.

Per poter alimentare i componenti connessi al bus è necessario:

- Alimentatore 320 mA.

Impianto di illuminazione.

- 3 interfaccia 4 contatti;
- 3 attuatori 4 canali.

Termoregolazione

L'unità abitativa è stata suddivisa in 5 zone in cui si ha una regolazione indipendente della temperatura

- 1 cronotermostato(funzione master che comandi la programmazione oraria dei termostati);
- 4 termostati;

- 1 attuatore 4 canali per comando on/off impianto di riscaldamento/raffrescamento (zona da 1 a 4);
- 1 attuatore 1 canale per comando on/off impianto di riscaldamento/raffrescamento (zona 5);

Automazione tapparelle.

Non è prevista l'automazione delle tapparelle.

Gestione carichi.

Non è prevista la gestione dei carichi.

Gestione stand-by elettrodomestici.

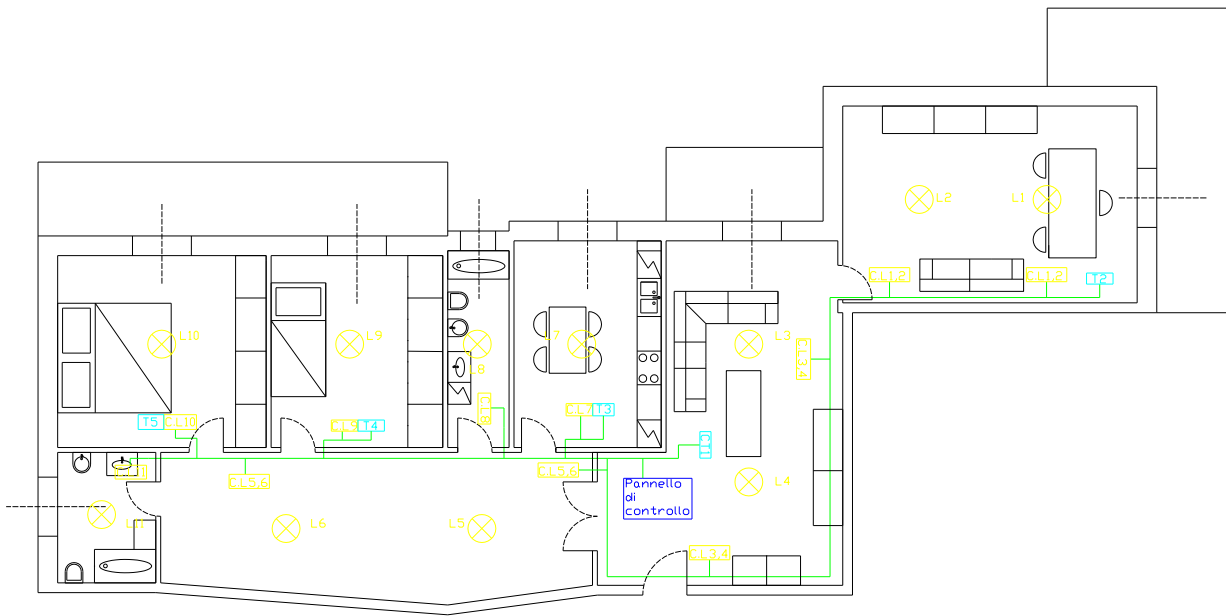
Non è prevista la gestione stand-by elettrodomestici.

Impianto di ventilazione.

- 1 attuatore 1 canale.

Comando e controllo.

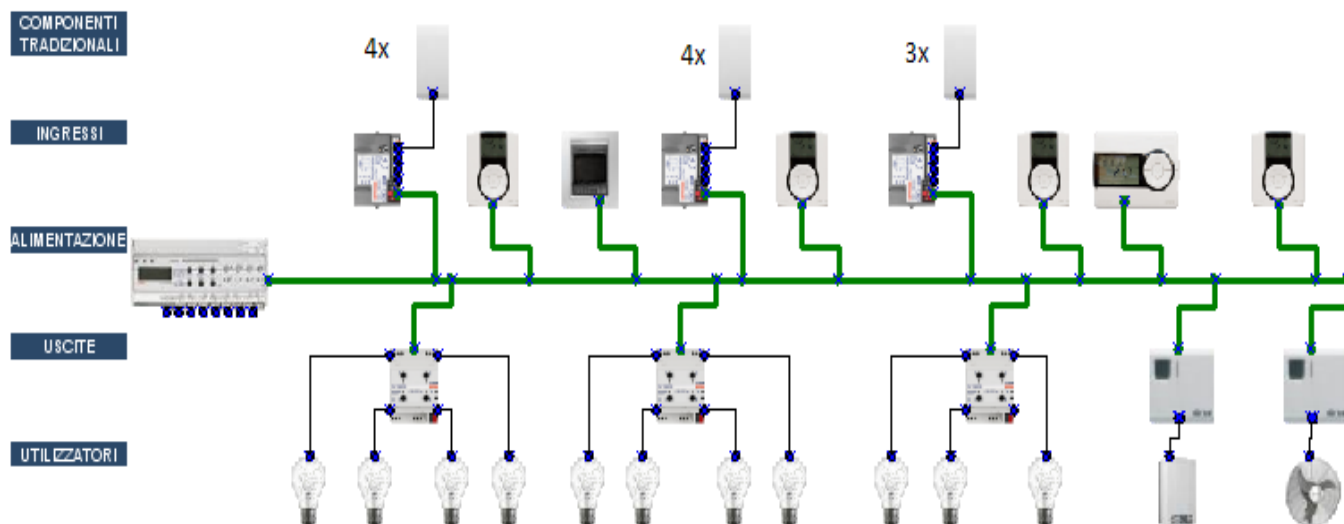
- 1 pannello di controllo



LEGENDA

-  Elettrodomestici
-  Punto luce
-  Comando luce
-  Cronotermostato
-  Termostato

Schema di impianto bus (classe C2)



Schema del sistema bus (classe C1) – (fonte delle grafiche: Gewiss)

Computo metrico.

E' di seguito riportato il totale dei componenti necessari e il relativo computo metrico per acquisto e installazione, per realizzare la soluzione progettuale di classe C caso 2.

Computo metrico impianto classe C2

Descrizione	Prezzo Listino [€]	Manodopera List. [€]	Quantità	Material e List. Tot. [€]	Manodopera List. Tot. [€]	Prezzo Listino Tot. [€]	Sconto materiale [%]	Materiale scontato Totale [€]	Prezzo finale [€]
Pannello di comando e visualizzazione Easy da incasso con placca Lux Bianco latte	609,00	39,00	1	609,00	39,00	648,00	25,00 %	456,75	495,75
Interfaccia contatti 4 canali Easy - A scomparsa	86,00	26,00	3	258,00	78,00	336,00	25,00 %	193,50	271,50
Attuatore 4 canali 16AX Easy 4 moduli DIN - Da guida DIN	112,00	13,87	5	560,00	69,35	629,35	25,00 %	420,00	489,35

Rivelatore di movimento IR con crepuscolare Easy da incasso - Bianco	93,80	39,00	0	0	0	0	0%	0	0
Attuatore 1 canale 16A Easy da incasso - Bianco	84,50	14,30	2	169,00	28,60	197,60	25,00 %	126,75	155,35
Cronotermostato Easy da parete - Bianco	151,00	39,00	1	151,00	39,00	190,00	25,00 %	113,25	152,25
Termostato Easy da parete - Bianco	108,00	39,00	4	432,00	156,00	588,00	25,00 %	324,00	480,00
Attuatore comando motore 1 canale 8A Easy da incasso - Bianco	107,00	15,60	0	0	0	0	0%	0	0
Alimentatore elettronico autoprotetto 110-240V 320mA 50/60Hz da guida DIN	317,00	26,00	1	317,00	26,00	343,00	25,00 %	237,75	263,75
Contatto magnetico a vista in plastica - Bianco	8,30	13,00	0	0	0	0	-	0	0
rivelatore crepuscolare 1-100lux IP55	53,30	26,00	0	0	0	0	0%	0	0

Costi finali impianto classe C2

Costo materiale totale	Prezzo impianto	Costo materiale scontato	costo manodopera totale	Prezzo impianto scontato
€ 2.496,00	€ 2.931,95	€ 1.872,00	€ 435,95	€ 2.307,95

Dal computo si rileva che il costo totale del materiale e della manodopera per la posa in opera risulta pari a € 2.307,95.

Si noti che per tutte le soluzioni presentate, l'impianto di illuminazione è stato dotato di automatismi base. Tale scelta è motivata da due diversi fattori: il primo è che l'energia consumata da tale impianto è solo del

3,3% circa del fabbisogno energetico totale dell'unità abitativa, per cui i risparmi conseguibili non sono tali da motivare l'installazione di componenti ad alta tecnologia e di costo elevato; il secondo fattore è invece legato ad una considerazione relativa ad una maggiore "educazione", o sensibilità rispetto ai consumi elettrici dell'utente nella propria abitazione, per cui è possibile dire che i sensori di presenza sono "intrinseci" agli abitanti dell'unità considerata.

E' difatti uso comune essere attenti alle proprie spese (abitazione privata), e dimostrare una scarsa educazione, o maggiore disattenzione, laddove non si è coinvolti nelle spese da sostenere (locali e luoghi pubblici).

3.4 – VALUTAZIONE ECONOMICA ED ENERGETICA DI IMPIANTO PER ABITAZIONE CIVILE MEDIA

In relazione alla abitazione tipo scelta per l'analisi tecnica ed economica, si confrontano ora, al fine di stabilire costi e benefici, i risultati economici ed energetici.

Confronto dei costi delle diverse soluzioni progettuali con tariffa monoraria.

Soluzione progettuale	Costo impianto [€]	% maggiorazione rispetto alla classe C (caso2) [%]
C(caso 2)	2.307,95	0
C(caso 1)	2.883,05	22,75
B	3429,44	48,59
A	3.745,02	62,26

Confronto dei costi delle diverse soluzioni progettuali con tariffa bioraria.

Soluzione progettuale	Costo impianto [€]	% maggiorazione rispetto alla classe C (caso2) [%]
C(caso 2)	2.307,95	0
C(caso 1)	2.883,05	22,75
B	3.584,79	55,32
A	3.900,37	68,99

Calcolo dei fabbisogni energetici.

Definite le diverse soluzioni progettuali, per poter stimare quali di queste sia la soluzione più confortevole e sostenibile da un punto di vista economico, si sono stimate le riduzioni dei consumi garantite dall'automazione associata alle varie soluzioni.

Il metodo di calcolo utilizzato è quello dei fattori di efficienza, definito dalla Norma UNI EN 15232, e sopra descritto. Ci si è avvalsi dell'ausilio del foglio di calcolo appositamente realizzato.

Come base di calcolo sono stati considerati i consumi energetici per il riscaldamento, il raffrescamento, per l'illuminazione e i consumi dei componenti ausiliari.

I dati di consumo energetico degli impianti sono riferiti ad un periodo di tempo di un anno e sono stati calcolati sulla base delle bollette energetiche.

I consumi energetici dell'impianto di illuminazione sono stati calcolati sulla base della conoscenza esatta del numero e della tipologia degli apparecchi illuminanti, e una stima di ore di utilizzo annuo.

Analogo procedimento è stato utilizzato per il condizionamento e ausiliari.

I dati di consumo del caso in esame sono di seguito riportati come calcolati sulla base delle bollette energetiche:

- Consumo energia termica in KWh/anno=10932 KWh/anno;
- Consumo di energia elettrica =3000 KWh/anno.

Di cui:

- Consumo impianto di illuminazione = 450 KWh/anno;
- Consumo impianto di condizionamento e ausiliari = 650 KWh/anno.

Stima dei consumi annui dell'impianto di illuminazione.

Ambiente	Potenza lampade [W]	Tempo di utilizzo [h/anno]	Consumi energetici [KWh/anno]
Studio	2x25W	1460	73
Salone	10x15W	730	109
Cucina	2x36W	1825	131,4
Corridoio	8x15W	79	9,39
Bagni	1x32W	1095	35
Cameretta	5x15W	1095	82,125
Camera matrimoniale	1x25W	365	9,125
Consumo totale KWh/anno		449,04	

Si ha quindi un consumo elettrico complessivo da considerare pari a: 1100 KW/h.

Ciò perché il risparmio conseguibile può essere valutato solo relativamente ai consumi dell'impianto di illuminazione e dell'impianto di condizionamento e ausiliari.

Autoconsumi dei dispositivi di automazione.

Per una corretta valutazione dell'investimento sarebbe necessario conoscere gli autoconsumi di ogni dispositivo del sistema di automazione, al fine di valutare la potenza totale assorbita dal sistema stesso.

Sono pertanto di seguito riportati gli autoconsumi di alcuni dispositivi ipotizzati.

Correnti assorbite dai principali dispositivi del sistema di automazione.

Dispositivo	Corrente [mA]
Attuatore 1 canale	5
Attuatore 4 canali	10
Attuatore 1 canale per motore	8
Interfaccia contatti 4 canali	9
Rivelatore di movimento IR	5
Termostato	5
Cronotermostato	5
Pannello di controllo	1

La tensione fornita dall'alimentatore del sistema bus è normalmente di 30 Vcc, i consumi dei dispositivi sono dell'ordine dei mW. E' quindi deducibile che consumi così bassi non influiscono in modo significativo sui costi dell'energia e possono quindi essere trascurati nel computo dei risparmi che permettono di conseguire.

Calcolo dei consumi per le diverse soluzioni.

Come già detto, il metodo di calcolo utilizzato è quello dei fattori di efficienza, definito dalla Norma UNI EN 15232, e sopra descritto.

Per comodità di calcolo, dalle tabelle di definizione dei fattori di efficienza BAC contenuti nella norma UNI EN 15232, sono stati ricavati dei coefficienti che ci permettano di definire i consumi corrispondenti alla classe di partenza D.

Con f_{BACi} sono stati rappresentati i coefficienti indicati nella norma UNI EN 15232 e con K_n i coefficienti moltiplicativi rispetto alla classe D.

Coefficienti BAC rielaborati per tipologia di consumo energetico.

Energia termica		
K_c	f_{BACc}/f_{BACd}	0.909
K_b	f_{BACcb}/f_{BACd}	0.800
K_a	f_{BACa}/f_{BACd}	0.736
Energia elettrica		
K_C	f_{BACc}/f_{BACd}	0.926
K_b	f_{BACb}/f_{BACd}	0.861
K_a	f_{BACa}/f_{BACd}	0.852

Si precisa inoltre che per l'illuminazione non è utilizzata la apposita Norma UNI EN 15193, in quanto si è in ambito residenziale, per cui è possibile approssimare il risparmio percentuale mediante il fattore BAC elettrico fornito dalla Norma UNI EN 15232.

I consumi relativi alle soluzioni progettuali A, B e C rispetto alla soluzione di partenza D priva di automazione, sono stati calcolati moltiplicando il coefficiente K_n per i consumi annui di energia termica e elettrica su riportati, ricavando in tal modo il nuovo consumo energetico dell'unità abitativa a seguito degli interventi proposti.

Ad esempio per la soluzione A: Consumo energia termica classe D x $K_{A \text{ termico}}$

Consumo energia elettrica classe D x $K_{A \text{ elettrico}}$

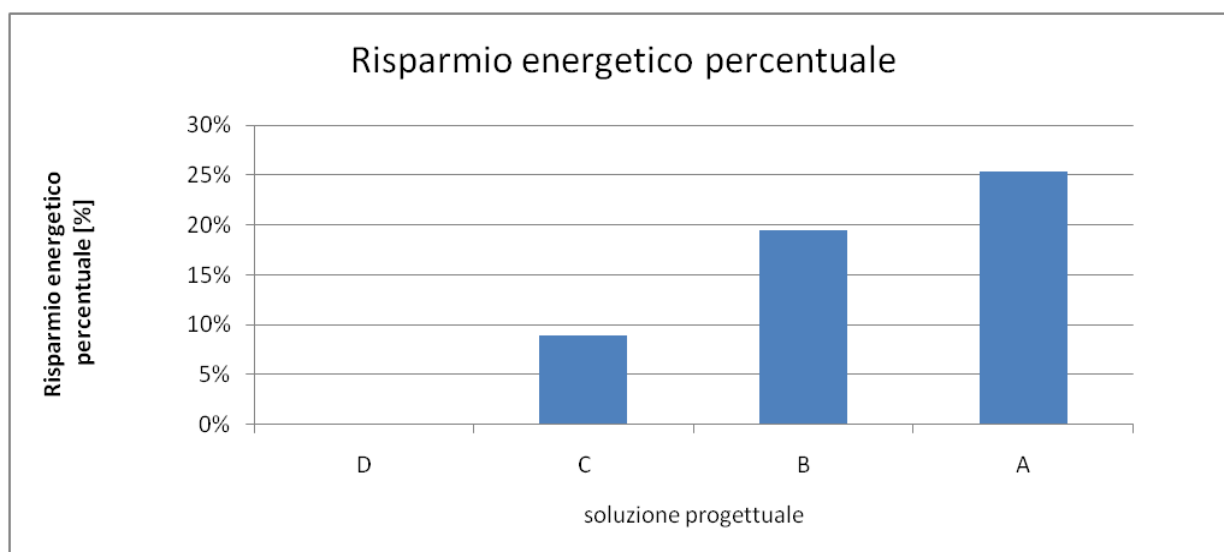
Noti i nuovi consumi, è immediato il calcolo del risparmio energetico conseguibile.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Consumi di energia e risparmi energetici corrispondenti alle soluzioni progettuali UNI EN 15232.

consumo termico =	10932	kWh/anno
consumo elettrico =	1100	kWh/anno

Soluzione progettuale	Consumo termico [kWh/anno]	Consumo elettrico [kWh/anno]	Consumo totale [kWh/anno]	Risparmio energetico [kWh/anno]	Risparmio energetico percentuale [%]
D	10932	1100	12032	---	---
C	9937,19	1018,60	10955,79	1076,21	8,94%
B	8745,60	947,1	9692,70	2339,30	19,44%
A	8045,95	937,20	8983,15	3048,85	25,34%

Risparmio energetico percentuale.

I risparmi energetici complessivi variano dal 8,9% della soluzione C al 25,34% della soluzione A.

Calcolo dei costi energetici dopo l'intervento.

Per determinare il costo annuo dei consumi energetici ed il relativo risparmio economico ottenuto, si fa riferimento alle tariffe di gas ed energia elettrica, riportate:

Tariffe fonti energetiche(FONTE AEEG).

Fonte energetica	Costo [€/KWh]
Gas naturale	0,051
Tariffa elettrica monoraria	0,21141
Tariffa elettrica bioraria F1	0,22347
Tariffa elettrica bioraria F2	0,20536

Le tariffe fornite sono state prelevate dal sito AEEG e rappresentano i prezzi medi di vendita al mercato finale al dettaglio comprensivi di servizi di rete e oneri generali.

Nel caso in esame, l'unità abitativa è interessata da un contratto di fornitura di tipo monorario, sono quindi riportati i costi dell'energia elettrica con la tariffa elettrica bioraria a richiesta, per poter considerare i

vantaggi conseguenti ad un eventuale passaggio dalla tariffa monoraria a quella bioraria, nonché per poter adattare il foglio di calcolo a tutte le applicazioni.

Fasce orarie indicate dall'ENEL

Giorno	Ora		
	0.00÷8.00	8.00÷19.00	19.00÷24.00
Giorni feriali	F2-F3	F1	F2-F3
Giorni festivi	F2-F3	F2-F3	F2-F3

Nel caso di contratto con tariffa bioraria si ipotizza come condizione standard, dei consumi medi del 33% nella fascia F1 e 67% della fascia F2.

Nel seguito, oltre al caso standard, verranno studiati vari casi in cui si considerano diverse percentuali di consumo. I costi energetici dello studio in esame sono di seguito riportati in tabella.

Costo energetici per le soluzioni proposte.

Soluzione progettuale	Costo energia termica [€/anno]	Costo energia elettrica monorario [€/anno]	Costo energia totale monorario [€/anno]	Costo energia elettrica biorario [€/anno]	Costo energia totale biorario [€/anno]
D	557,53	232,55	790,08	232,47	790,00
C	506,80	215,34	722,14	215,27	722,06
B	446,03	200,23	646,25	200,16	646,18
A	410,34	198,13	608,48	198,06	608,41

Come si può notare dalla tabella, i costi associati all'energia termica incidono maggiormente sul costo energetico totale. Analogamente, si otterrà che risultano maggiori anche i risparmi conseguibili per energia termica.

Calcolo dei risparmi conseguibili.

Prima di procedere con il calcolo dei risparmi in € conseguibili mediante le soluzioni progettuali prese in esame, bisogna definire degli interventi e quindi delle componenti di risparmio che se realizzati, si sommano ai risparmi conseguibili stimati tramite la Norma UNI EN 15232:

- Gestione carichi;
- Gestione stand-by.

Si effettua per entrambi gli interventi un'analisi dettagliata sui possibili risparmi conseguibili.

Gestione carichi-programmazione oraria.

Tale soluzione è prevista solo in caso di contratto a tariffa bioraria, ed è il motivo principale per cui è necessario valutare la possibile convenienza nel cambiare le condizioni contrattuali.

La programmazione in fascia oraria consiste nel dare la possibilità di utilizzo degli elettrodomestici, quali lavastoviglie e lavatrici, solo al di fuori delle ore di punta, cioè dalle 19.00 alle 8.00 nei giorni feriali e lasciare libero utilizzo durante i prefestivi ed i festivi. L'obiettivo è quello, per quanto possibile, di spostare i carichi nelle fasce orarie di maggior convenienza.

Per il calcolo approssimativo del risparmio conseguibile mediante tale soluzione, si sono stimati i consumi annui della lavatrice e lavastoviglie in KWh/anno, dopodiché considerando i costi dell'energia relativi alla tariffa bioraria, si è determinato il risparmio atteso.

I consumi stimati e il risparmio conseguibile nel caso in esame sono riportati di seguito in tabella.

Consumi annui di lavatrice e lavastoviglie

Elettrodomestico	Consumo annuo [KWh/anno]
Lavatrice	215
Lavastoviglie	525
Lavatrice + Lavastoviglie	740

Risparmio = $740 \times (F1-F2) = 13,40 \text{ €}$.

Nonostante il risparmio effettivo possa sembrare ridotto, è necessario considerare che, come si vedrà di seguito, esso è una buona percentuale del risparmio totale per energia elettrica conseguibile con l'automazione. Inoltre realizzare tale soluzione non richiede particolari costi aggiuntivi, in quanto sarà necessario installare solo 2 attuatori 1 canale che gestiscano rispettivamente la lavastoviglie e la lavatrice.

Gestione stand-by.

Per le considerazioni effettuate su tale soluzioni, si è fatto riferimento ai monitoraggi del progetto SELINA (*Stand-by and Off-Mode Energy Losses in New Appliances Measured in Shops*), sviluppato tra ottobre 2008 e settembre 2010, riguardanti il consumo in stand-by di vari utilizzatori.

Negli ultimi anni i dispositivi in commercio consentono lo spegnimento in tre diverse modalità:

- *Stand-by attivo (Active stand-by mode)*: l'apparecchio è acceso ma non svolge la funzione principale (es.: lettore CD acceso ma che non riproduce);
- *Stand-by passivo (Passive stand-by mode)*: l'apparecchio non svolge la sua funzione principale ma è pronto per essere acceso (es.: prodotto spento, con display acceso con orario e riattivabile con telecomando);
- *Spento (Off mode)*: l'apparecchio è spento con un interruttore, non ha display accesi e non è riattivabile con un telecomando.

La modalità di Stand-by passivo comporta dei consumi che sono relativamente bassi ma che, nell'arco di un anno solare e considerando vari utilizzatori, possono rilevare delle sorprese non indifferenti.

Dal suddetto progetto sono stati prelevati i dati relativi alle potenze medie assorbite in stand-by dagli utilizzatori domestici che normalmente sono in "stato stand-by":

Potenza media assorbita apparecchi elettrici presenti in una famiglia tipo in modalità stand-by passivo.

Descrizione utilizzatore	Media [W]
DVD+Videoregistratore	1,94
Riproduttore CD	2,19
Set-Top Box/Decoder	4,04
Stereo compatto	4,83
TV LCD	1,06
Computer desktop	3,04
Carica batterie	0,36
Altoparlanti per computer	3,83
Monitor computer	2,28
Modem, Router	2,28
Stampante	1,01
Game console	10,97
Telefono cordless	1,17
Climatizzatore	2,51
Cappa cucina	0,94
Forno	1,63
Lavabiancheria	2,72
Piano cottura	2,98
Forno/Microonde	1,87
Macchina caffè	2,33
Rasoio	0,88
Robot da cucina	0,98
Spazzolino elettrico	1,82
Totale potenza [W]	57,66
Consumi annui [kWh/anno]	505,10

Come già detto nelle soluzioni progettuali, tale soluzione è ottenibile mediante la separazione e controllo delle linee di forza motrice.

Nel caso in esame, considerando una situazione in cui per sei ore al giorno in orario di tariffa F1 la casa è disabitata e quindi tramite lo scenario chiusura centralizzata è possibile porre tutti gli apparecchi in off_mode evitando lo stato di stand-by passivo, la potenza media assorbita in kWh/anno e il relativo risparmio conseguibile è determinato come segue:

Potenza media assorbita dai sistemi in stand-by all'anno.

Numero utilizzatori	Descrizione utilizzatore	Totale Media [W]
1	DVD+Videoregistratore	1,94
1	Riproduttore CD	2,19
1	Set-Top Box/Decoder	4,04
1	Stereo compatto	4,83
5	TV LCD	5,03
1	Computer desktop	3,04
2	Carica batterie	0,72
1	Altoparlanti per computer	3,83
1	Monitor computer	2,28
1	Modem, Router	2,28
1	Stampante	1,01
1	Lavastoviglie	2,72
2	Telefono cordless	2,34
3	Climatizzatore	7,53
1	Cappa cucina	0,94
1	Forno	1,63
1	Lavabiancheria	2,72
1	Piano cottura	2,98
1	Rasoio	0,88
Totale potenza [W]		53,2
Ore anno casa vuota[h/anno]		2190
Consumi annui [kWh/anno]		116,51
Risparmio monorario		24,63€
Risparmio biorario		26,04€

Dai risultati ottenuti, è evidente che il risparmio conseguito con tariffa bioraria è maggiore rispetto a quello conseguita con tariffa monoraria. Bisogna però considerare che per quanto riguarda la tariffa bioraria si è ipotizzato di ridurre i consumi relativi allo stand-by completamente nella fascia F1. Una variazione di tale ipotesi potrebbe portare risultati diversi che è possibile verificare tramite il foglio di calcolo realizzato.

Risparmio economico.

Definiti gli ulteriori interventi necessari a conseguire un maggior uso razionale dell'energia tramite il sistema di automazione, è possibile riportare i risparmi in € ottenuti per le diverse soluzioni progettuali definite:

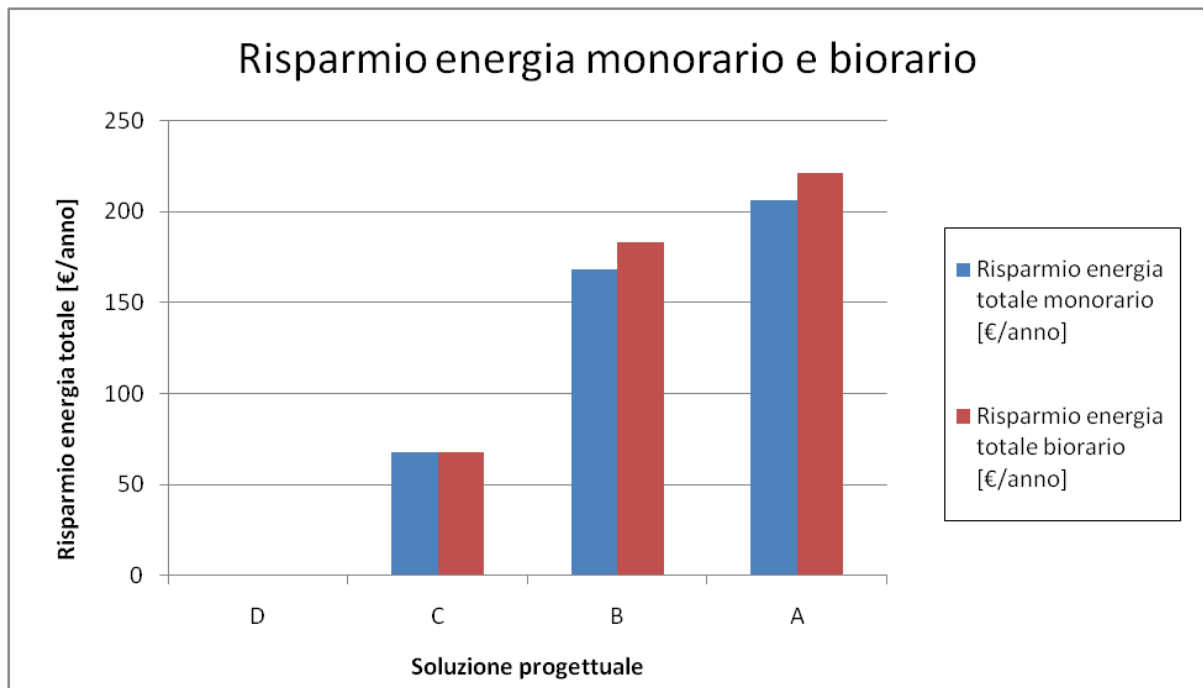
Risparmi in € conseguiti con le diverse soluzioni proposte.

Sol prog	Risparmio energia termica [€/anno]	Risparmi o energia elettrica monorario [€/anno]	Risparmio gestione e stand by monorario [€/anno]	Risparmio energia totale monorario [€/anno]	Risparmio energia elettrica biorario [€/anno]	Risparmio gestione carichi [€/anno]	Risparmio gestione e stand-by biorario [€/anno]	Risparmio energia totale biorario [€/anno]
D	---	---	---	---	---	---	---	---
C	50,74	17,21	0	67,94	17,28	0	0	68,02
B	111,51	32,32	24,63	168,46	32,39	13,40	26,04	183,33
A	147,19	34,42	24,63	206,24	34,48	13,40	26,04	221,10

Dai risultati ottenuti è evidente che il risparmio conseguito con tariffa bioraria è maggiore rispetto a quello conseguito con tariffa monoraria. In prima analisi risulta dunque conveniente effettuare la variazione contrattuale della fornitura elettrica; bisogna però considerare che una variazione delle percentuali di consumo nelle diverse fasce, nonché il possibile aumento del costo dell'energia con la tariffa bioraria, può compromettere i benefici di tale situazione contrattuale.

Per cui un maggior risparmio conseguito non sempre è da considerare come conveniente, in quanto si potrebbe avere un maggiore costo dell'energia, non riuscendo così ad avere effettivamente un risparmio concreto.

D'altro canto bisogna considerare che con l'ausilio della tariffa bioraria vi è un risparmio maggiorato di 13,40 € grazie alla possibilità di gestione carichi; ciò comporta una maggiorazione del costo di impianto.

Risparmio energia mono/biorario con F1=33% e F2=67%.

Il sistema di calcolo realizzato permette di tener conto di tali situazioni.

In seguito saranno difatti effettuati studi relativi al confronto tra le diverse percentuali di tariffa bioraria e la tariffa monoraria di riferimento, in base al ritorno investimento e possibili guadagni, atti a valutare la possibilità di richiedere una variazione contrattuale con il fornitore di energia elettrica.

3.5 – VALUTAZIONE DELL'INVESTIMENTO PER ABITAZIONE CIVILE MEDIA

Per valutare la profittabilità dell'investimento è stato scelto il valore attuale netto (VAN).

Esso permette la stima dei ritorni economici delle soluzioni proposte.

Perché l'investimento risulti accettabile e conveniente, è necessario che si abbia $VAN > 0$. Nel confronto, l'investimento economicamente più conveniente è rappresentato dalla soluzione che presenta il VAN maggiore.

Per il calcolo dei flussi di cassa attualizzati, e quindi per la determinazione del VAN si considera per ogni soluzione:

- Investimento iniziale (costo dell'impianto);
- il risparmio economico totale annuo;
- Il costo opportunità;
- I flussi di cassa netti.

Dove:

- L'investimento iniziale è pari al costo di acquisto e installazione dell'impianto, determinato tramite computo metrico
- Il risparmio economico totale annuo è pari al risparmio, precedentemente determinato, conseguibile mediante l'ausilio del sistema d'automazione.
- Il costo opportunità considerato è così calcolato: Costo opportunità = tasso d'interesse + 1%
- Il tasso d'interesse preso in considerazione è quello relativo al deposito bancario della Banca D'Italia avente data inizio validità 13/04/2011. Tasso interesse = 0,5% Costo opportunità (c) = 1,5%
- La maggiorazione dell' 1% è realizzata per giustificare un investimento diverso dal deposito bancario, che potrebbe comportare maggiore rischio rispetto al sicuro deposito stesso.

Nella valutazione economica si è inoltre tenuto conto delle detrazioni di imposta come definite dalla legge finanziaria 2010, relative ai lavori di ristrutturazione in ambito civile, che permettono una riduzione del 36% della spesa complessiva delle varie soluzioni in dieci anni.

Sono di seguito riportate le valutazioni di investimento per le tre soluzioni proposte, ove per ciascuna di esse viene riportata sia la valutazione relativa al contratto di fornitura con tariffa monoraria (caso reale) sia quello con tariffa bioraria in modo tale da poter contemporaneamente effettuare il confronto tra le varie soluzioni e decidere se sia o meno necessario passare alla tariffa bioraria.

Nelle tabelle relative alla valutazione economica delle varie soluzioni è riportato il calcolo del VAN (in giallo), i flussi di cassa attualizzati generati e il ritorno economico della soluzione in esame durante la vita stimata di 20 anni.

Sono rappresentati inoltre, l'ultimo anno in cui è possibile effettuare le detrazioni del 36% (rosso) e l'anno in cui si ha il ritorno dell'investimento e quindi il primo ritorno economico positivo (in verde).

Risultati dell'investimento con la soluzione A.

Tariffa monoraria.

Dalle analisi svolte, per la soluzione proposta si è ottenuto un costo di impianto pari a € 3745,02, ed risparmio annuo di 206,24 €/anno.

Dati:

- Costo impianto = 3745,02 €
- Detrazione al 36% in 10 anni = 134,82 €
- Risparmio annuo per i primi 10 anni = 341,06 €
- Risparmio annuo per successivi anni = 206,24 €

Valutazione economica caso A tariffa monoraria.

anno	flussi di cassa attualizzati [€]	ritorno investimento [€]
0	-3745,02	-3745,02
1	336,02	-3409,00
2	331,05	-3077,94
3	326,16	-2751,78
4	321,34	-2430,44
5	316,59	-2113,85
6	311,91	-1801,93
7	307,30	-1494,63
8	302,76	-1191,87
9	298,29	-893,58
10	293,88	-599,70
11	175,08	-424,61
12	172,50	-252,11
13	169,95	-82,17
14	167,44	85,27
15	164,96	250,23
16	162,52	412,75
17	160,12	572,88
18	157,76	730,63
19	155,42	886,05
20	153,13	1039,18

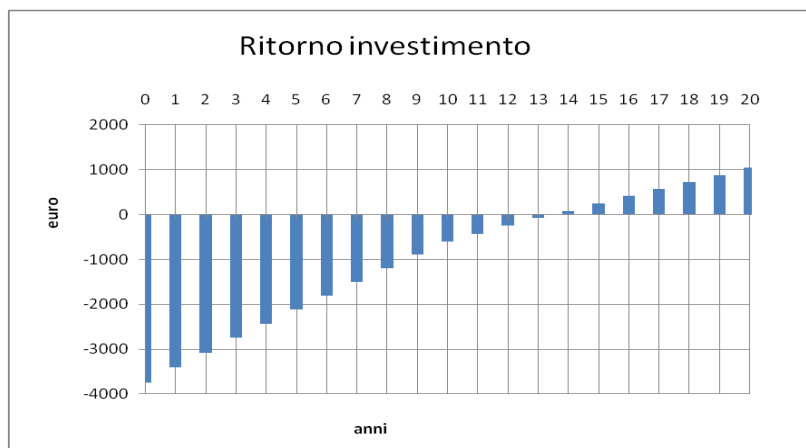
Dai risultati ottenuti si evince che la soluzione A in tariffa monoraria è tale da rendere valido l'investimento ($VAN > 0$). Essa è in grado di fornire un ritorno dell'investimento in un tempo pari a quindici anni con un introito complessivo al termine dei venti anni pari a 1039,18 €.

ROI = 14 anni

Ritorno economico al 20° anno (VAN) = 1039,18 €.

TIR = 5% TIR > c (investimento accettabile)

Ritorno investimento soluzione A tariffa monoraria.



Tariffa bioraria.

Dalle analisi svolte, per la soluzione proposta si è ottenuto un costo di impianto pari a € 3900,37 ed risparmio annuo di 221,10 €/anno.

Dati:

- Costo impianto = 3900,37 €
- Detrazione al 36% in 10 anni = 140,41 €
- Risparmio annuo per i primi 10 anni = 361,51 €
- Risparmio annuo per successivi anni = 221,10 €

Valutazione economica caso A tariffa bioraria.

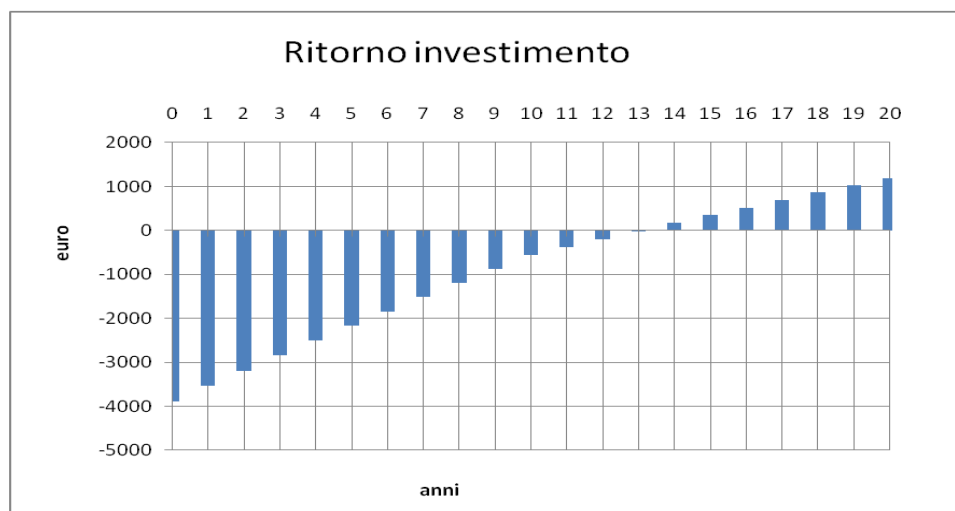
anno	flussi di cassa attualizzati [€]	ritorno investimento [€]
0	-3900,37	-3900,37
1	356,17	-3544,20
2	350,91	-3193,29
3	345,72	-2847,57
4	340,61	-2506,96
5	335,58	-2171,38
6	330,62	-1840,76
7	325,73	-1515,03
8	320,92	-1194,11
9	316,18	-877,93
10	311,50	-566,43
11	187,70	-378,73
12	184,93	-193,80
13	182,19	-11,61
14	179,50	167,89
15	176,85	344,74
16	174,23	518,97
17	171,66	690,63
18	169,12	859,75
19	166,62	1026,37
20	164,16	1190,53

Dai risultati ottenuti si evince che la soluzione A in tariffa bioraria è tale da rendere valido l'investimento (VAN>0). Essa è in grado di fornire un ritorno dell'investimento in un tempo pari a 14 anni con un introito complessivo al termine dei 20 anni pari a 1190,53 €.

ROI = 14 anni

Ritorno economico al 20°anno(VAN)= 1190,53 €.

TIR=5% TIR>c (investimento accettabile)

Ritorno investimento soluzione A tariffa bioraria.

Confrontando i due casi studiati, risulta evidente che nelle condizioni di distribuzione percentuale delle fasce F1 e F2 considerate (33% F1 – 67% F2) è conveniente richiedere la variazione della tariffa contrattuale all'ente distributore. Infatti, considerati tutti gli oneri relativi alle due tariffe, si è ottenuto che mediante la tariffa bioraria è possibile conseguire un guadagno al 20° anno di 151,35€ (14,6%) maggiore rispetto alla tariffa monoraria.

Altro indicatore che avvalorata la tesi appena definita è il TIR ove $TIR(bio)\% > TIR(mono)\%$.

Confronto tariffa bioraria e monoraria per la soluzione A.

Confronto tariffa bioraria e monoraria per la soluzione A.

Indicatore	Monoraria	Bioraria
ROI	14 anni	14 anni
Guadagno anno 20(VAN)	1039,18 €	1190,53 €
TIR	5%	5%
Risparmio % rispetto monoraria	0%	14,6%

Risultati dell'investimento con la soluzione B.

Tariffa monoraria.

Dalle analisi svolte, per la soluzione proposta si è ottenuto un costo di impianto pari a € 3429,44 ed risparmio annuo di 168,46 €/anno.

Dati:

- Costo impianto = 3429,44 €
- Detrazione al 36% in 10 anni = 123,46 €
- Risparmio annuo per i primi 10 anni = 291,92 €
- Risparmio annuo per successivi anni = 168,46 €

Valutazione economica caso B tariffa monoraria.

anno	flussi di cassa attualizzati [€]	ritorno investimento [€]
0	-3429,44	-3429,44
1	287,61	-3141,83
2	283,36	-2858,48
3	279,17	-2579,31
4	275,04	-2304,27
5	270,98	-2033,29
6	266,97	-1766,32
7	263,03	-1503,29
8	259,14	-1244,15
9	255,31	-988,84
10	251,54	-737,30
11	143,01	-594,29
12	140,90	-453,39
13	138,82	-314,58
14	136,76	-177,81
15	134,74	-43,07
16	132,75	89,68
17	130,79	220,47
18	128,86	349,33
19	126,95	476,28
20	125,08	601,36

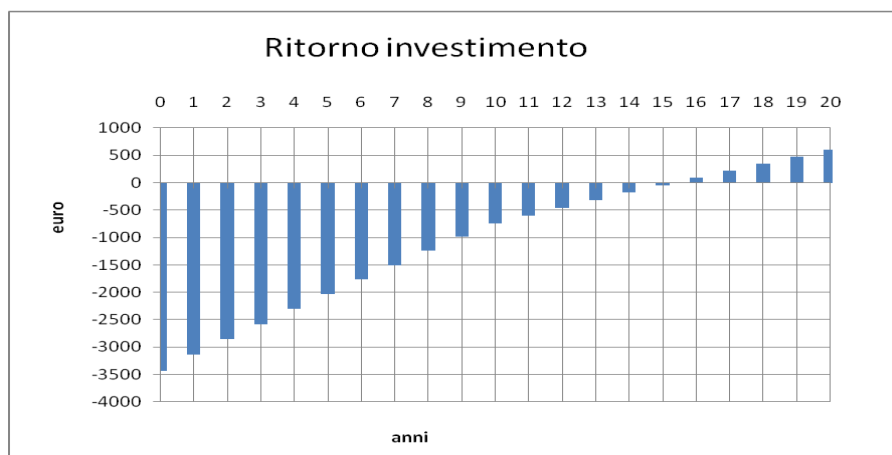
Dai risultati ottenuti si evince che la soluzione B in tariffa monoraria è tale da rendere valido l'investimento ($VAN > 0$). Essa è in grado di fornire un ritorno dell'investimento in un tempo pari a 16 anni con un introito complessivo al termine dei 20 anni pari a 601,36 €.

ROI = 16 anni

Ritorno economico al 20° anno (VAN) = 601,36 €.

TIR = 3% ; TIR > c (investimento accettabile).

Ritorno investimento soluzione B tariffa monoraria.



Tariffa bioraria.

Dalle analisi svolte, per la soluzione proposta si è ottenuto un costo di impianto pari a € 3584,79 ed un risparmio annuo di 183,33 €/anno.

Dati:

- Costo impianto = 3584,79 €
- Detrazione al 36% in 10 anni = 129,05 €
- Risparmio annuo per i primi 10 anni = 312,38 €
- Risparmio annuo per successivi anni = 183,33 €

Valutazione economica caso B tariffa bioraria.

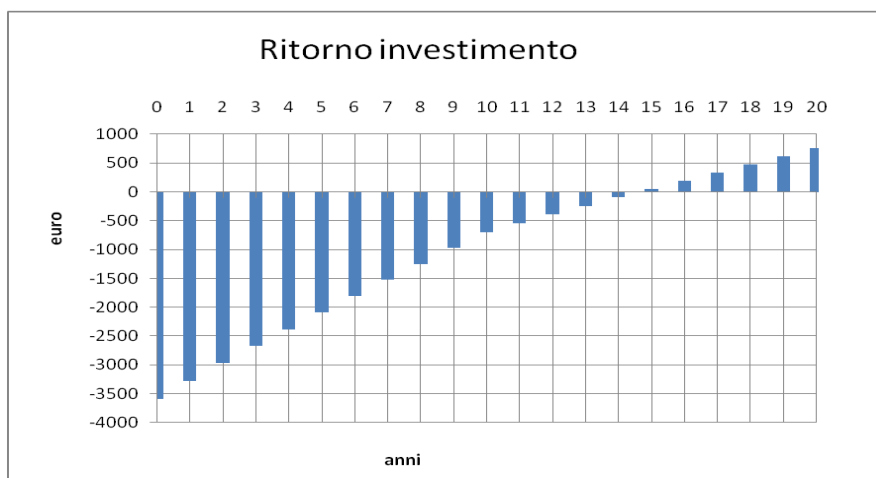
anno	flussi di cassa attualizzati [€]	ritorno investimento [€]
0	-3584,79	-3584,79
1	307,77	-3277,02
2	303,22	-2973,81
3	298,74	-2675,07
4	294,32	-2380,75
5	289,97	-2090,78
6	285,69	-1805,09
7	281,46	-1523,62
8	277,31	-1246,32
9	273,21	-973,11
10	269,17	-703,94
11	155,63	-548,31
12	153,33	-394,97
13	151,07	-243,90
14	148,84	-95,07
15	146,64	51,57
16	144,47	196,04
17	142,33	338,37
18	140,23	478,61
19	138,16	616,76
20	136,12	752,88

Dai risultati ottenuti si evince che la soluzione B in tariffa bioraria è tale da rendere valido l'investimento (VAN>0). Essa è in grado di fornire un ritorno dell'investimento in un tempo pari a 15 anni con un introito complessivo al termine dei 20 anni pari a 752,88 €.

ROI = 15 anni

Ritorno economico al 20°anno(VAN)= 752,88 €.

TIR=4% ; TIR>c (investimento accettabile)

Ritorno investimento soluzione B tariffa bioraria.

Analogamente alla soluzione A, confrontando i due casi studiati risulta evidente che nelle condizioni di distribuzione percentuale delle fasce F1 e F2 considerata (33% F1 – 67% F2) è conveniente richiedere la variazione della tariffa contrattuale all'ente distributore, in quanto considerati tutti gli oneri relativi alle due tariffe, si è ottenuto che mediante la tariffa bioraria è possibile conseguire un guadagno al 20° anno di 151,52€ (25,2%) maggiore rispetto alla tariffa monoraria.

Altro indicatore che avvalorata la tesi appena definita è il TIR ove $TIR(bio)\% > TIR(mono)\%$.

Confronto tariffa bioraria e monoraria per la soluzione B.

Confronto tariffa bioraria e monoraria per la soluzione B.

Indicatore	Monoraria	Bioraria
ROI	16 anni	15 anni
Guadagno anno 20(VAN)	601,36 €	752,88 €
TIR	3%	4%
Risparmio % rispetto monoraria	0%	25,2%

Risultati dell'investimento con la soluzione C.

Tariffa monoraria.

Dalle analisi svolte, per la soluzione proposta si è ottenuto un costo di impianto pari a € 2883,05 ed risparmio annuo di 67,94 €/anno.

Dati:

- Costo impianto = 2883,05 €
- Detrazione al 36% in 10 anni = 103,79 €
- Risparmio annuo per i primi 10 anni = 171,73 €
- Risparmio annuo per successivi anni = 67,94 €

Valutazione economica soluzione C1 tariffa monoraria.

anno	flussi di cassa attualizzati [€]	ritorno investimento [€]
0	-2883,05	-2883,05
1	169,19	-2713,86
2	166,69	-2547,17
3	164,23	-2382,94
4	161,80	-2221,14
5	159,41	-2061,73
6	157,05	-1904,67
7	154,73	-1749,94
8	152,45	-1597,49
9	150,19	-1447,30
10	147,97	-1299,33
11	57,68	-1241,65
12	56,82	-1184,83
13	55,98	-1128,84
14	55,16	-1073,68
15	54,34	-1019,34
16	53,54	-965,80
17	52,75	-913,06
18	51,97	-861,09
19	51,20	-809,89
20	50,44	-759,44

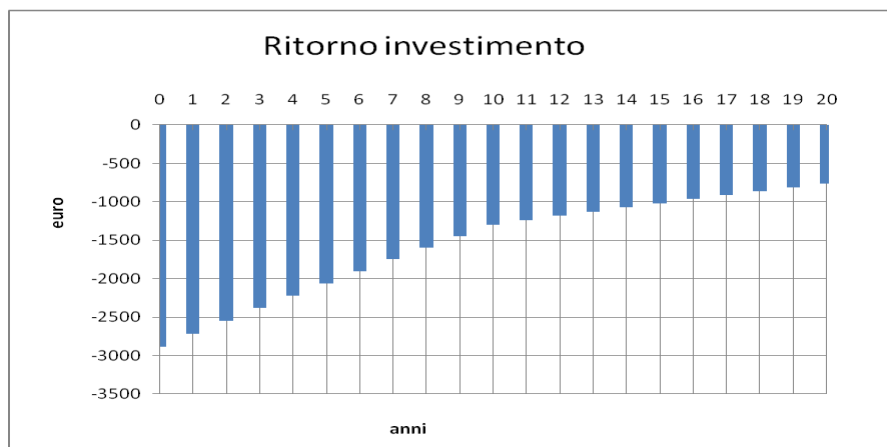
Contrariamente a quanto accaduto per le soluzioni A e B, la soluzione C fornisce un VAN<0, per cui è possibile dire che l'investimento non è accettabile. E' difatti possibile vedere che allo scadere del ventesimo anno, non solo non si è riusciti a trarne profitti dall'investimento, ma addirittura non si è riusciti nemmeno a recuperare l'investimento fatto.

ROI = Non Noto (>20 anni)

Ritorno economico al 20°anno(VAN)= -759,44 €

TIR<c (investimento non accettabile)

Ritorno investimento soluzione C (caso1) tariffa monoraria.



Tariffa bioraria.

Dalle analisi svolte, per la soluzione proposta si è ottenuto un costo di impianto pari a € 2883,05 ed risparmio annuo di 68,02 €/anno.

Dati:

- Costo impianto = 2883,05 €
- Detrazione al 36% in 10 anni = 103,79 €
- Risparmio annuo per i primi 10 anni = 171,81 €
- Risparmio annuo per successivi anni = 68,02 €

Valutazione economica soluzione C1 tariffa bioraria.

anno	flussi di cassa attualizzati [€]	ritorno investimento [€]
0	-2883,05	-2883,05
1	169,27	-2713,78
2	166,77	-2547,01
3	164,30	-2382,71
4	161,88	-2220,83
5	159,48	-2061,34
6	157,13	-1904,22
7	154,81	-1749,41
8	152,52	-1596,89
9	150,26	-1446,63
10	148,04	-1298,59
11	57,74	-1240,84
12	56,89	-1183,95
13	56,05	-1127,90
14	55,22	-1072,68
15	54,41	-1018,27
16	53,60	-964,67
17	52,81	-911,86
18	52,03	-859,83
19	51,26	-808,57
20	50,50	-758,07

Anche in questo caso il valore del VAN è negativo; pertanto l'investimento non è conveniente.

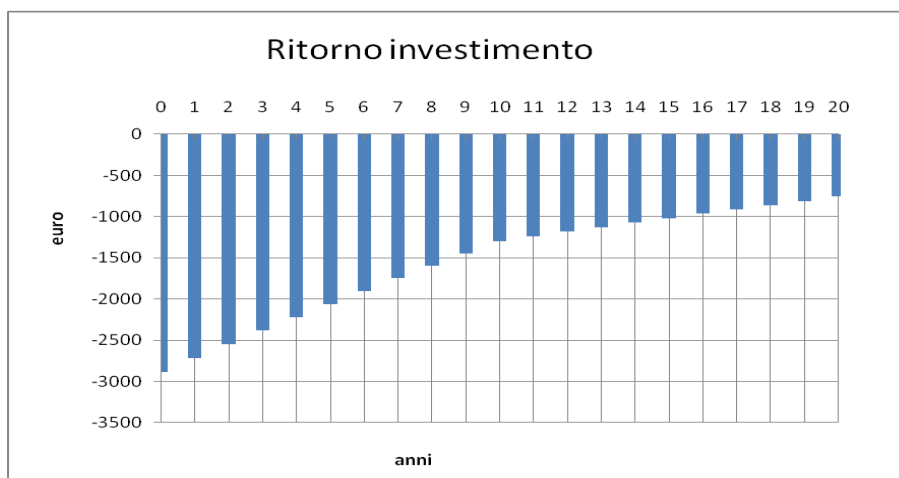
E' inoltre da sottolineare come anche in questo caso la tariffa bioraria porta a dei benefici (quantitativamente insignificanti) rispetto alla tariffa monoraria. Tali benefici naturalmente non sono tali da incentivare una variazione contrattuale.

D'altro canto il problema non sussiste, dato che per la scarsa efficienza dimostrata tale sistema non sarà considerato tra le possibili soluzioni.

ROI = Non Noto (>20 anni)

Ritorno economico al 20°anno(VAN)= -758,07 €.

TIR<c (investimento non accettabile)

Ritorno investimento soluzione C(caso1) tariffa bioraria.

Confronto tariffa bioraria e monoraria per la soluzione C (Caso1).

Confronto tariffa bioraria e monoraria per la soluzione C (Caso1).

Indicatore	Monoraria	Bioraria
ROI	Non Noto	Non Noto
Guadagno anno 20(VAN)	-759,44 €.	-758,07 €
TIR	<C	<c
INVESTIMENTO NON FAVOREVOLE		

Risultati dell'investimento con la soluzione C (caso 2).

Tariffa monoraria.

Dalle analisi svolte, per la soluzione proposta si è ottenuto un costo di impianto pari a € 2307,95 ed risparmio annuo di 67,94 €/anno.

Dati:

- Costo impianto = 2307,95 €
- Detrazione al 36% in 10 anni = 83,09 €
- Risparmio annuo per i primi 10 anni = 151,03 €
- Risparmio annuo per successivi anni = 67,94 €

Valutazione economica soluzione C (caso 2) tariffa monoraria.

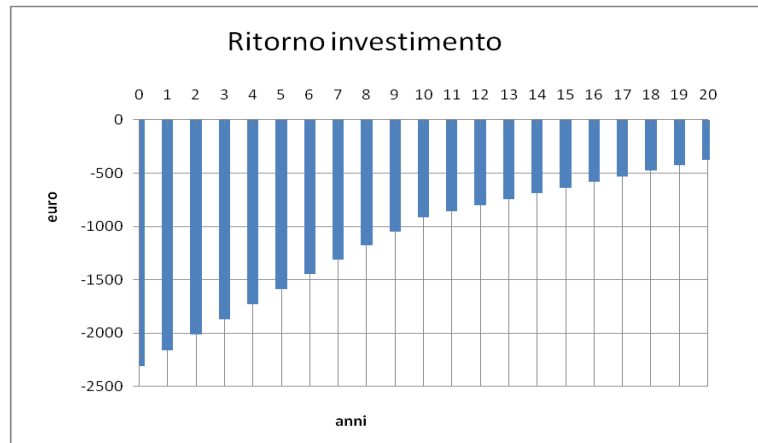
anno	flussi di cassa attualizzati [€]	ritorno investimento [€]
0	-2307,95	-2307,95
1	148,79	-2159,16
2	146,60	-2012,56
3	144,43	-1868,13
4	142,29	-1725,84
5	140,19	-1585,65
6	138,12	-1447,53
7	136,08	-1311,45
8	134,07	-1177,38
9	132,09	-1045,29
10	130,13	-915,16
11	57,68	-857,48
12	56,82	-800,66
13	55,98	-744,67
14	55,16	-689,52
15	54,34	-635,17
16	53,54	-581,64
17	52,75	-528,89
18	51,97	-476,92
19	51,20	-425,72
20	50,44	-375,28

Anche in questo caso il valore del VAN è negativo pertanto l'investimento non è conveniente.

ROI = Non Noto (>20 anni)

Ritorno economico al 20°anno(VAN)= -375,28 €

TIR<c (investimento non accettabile)

Ritorno investimento soluzione C (caso 2) tariffa monoraria.

Tariffa bioraria.

Dalle analisi svolte, per la soluzione proposta si è ottenuto un costo di impianto pari a € 2307,95 ed risparmio annuo di 68,02 €/anno.

Dati:

- Costo impianto = 2307,95 €
- Detrazione al 36% in 10 anni = 83,09 €
- Risparmio annuo per i primi 10 anni = 151,11 €
- Risparmio annuo per successivi anni = 68,02 €

Valutazione economica soluzione C (caso 2) tariffa bioraria.

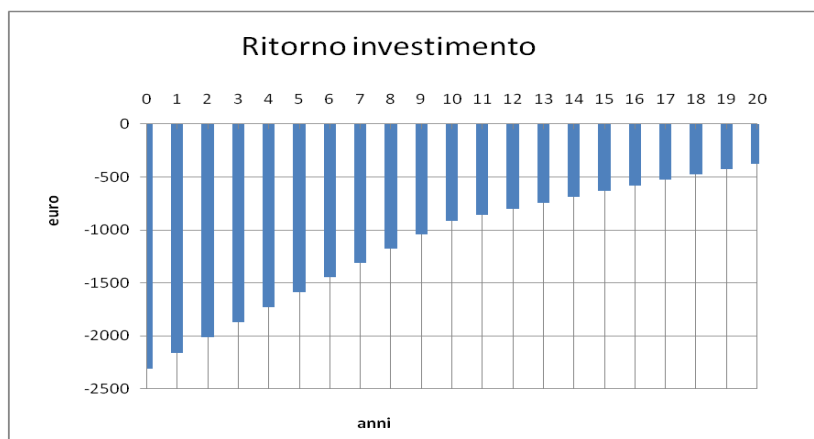
anno	flussi di cassa attualizzati [€]	ritorno investimento [€]
0	-2307,95	-2307,95
1	148,87	-2159,08
2	146,67	-2012,40
3	144,51	-1867,90
4	142,37	-1725,53
5	140,27	-1585,26
6	138,19	-1447,07
7	136,15	-1310,92
8	134,14	-1176,78
9	132,16	-1044,62
10	130,20	-914,42
11	57,74	-856,68
12	56,89	-799,79
13	56,05	-743,73
14	55,22	-688,51
15	54,41	-634,11
16	53,60	-580,51
17	52,81	-527,70
18	52,03	-475,67
19	51,26	-424,41
20	50,50	-373,90

Anche in questo caso il valore del VAN è negativo pertanto l'investimento non è conveniente.

ROI = Non Noto

Ritorno economico al 20°anno(VAN)= -373,90 €

TIR < c (investimento non accettabile)

Ritorno investimento soluzione C (caso2) tariffa bioraria.

Confronto tariffa bioraria e monoraria per la soluzione C (Caso2).

Confronto tariffa bioraria e monoraria per la soluzione C (Caso2).

Indicatore	Monoraria	Bioraria
ROI	Non Noto	Non Noto
Guadagno anno 20(VAN)	-375,28 €	-373,90 €
TIR	<c	<c
INVESTIMENTO NON FAVOREVOLE		

Quanto verificato avvalorla la tesi per cui i sistemi di automazione sono in grado di permettere un uso razionale dell'energia con conseguente risparmio energetico. Difatti la soluzione C, che rappresenta una soluzione scarsamente automatizzata quasi prossima all'impianto tradizionale, non è in grado di fornire risparmi soddisfacenti al punto tale da incentivare all'investimento relativo alla realizzazione dell'impianto di automazione di classe C.

Considerazioni e scelte finali

Per poter effettuare una scelta opportuna è necessario analizzare con cura i risultati finora ottenuti dall'analisi svolta. Si riportano i resoconti per le diverse soluzioni progettuali proposte:

Funzioni di automazione per le soluzioni proposte.

Sol. Prog	Funzioni di automazione							
	Controllo automatico luci	Termoregolazione a zone	Contatti magnetici	Automazione tapparelle	Comando tapparelle e con crepuscolare	Gest. carichi	Gest. stand-by	Ventilazione controllata
C2								
C1								
B								
A								

Costo di realizzazione delle soluzioni proposte .

Sol prog	Costo impianto mono [€]	Costo impianto biorario [€]
A	3745,02	3900,37
B	3429,44	3584,79
C1	2883,05	2883,05
C2	2307,95	2307,95

Caratteristiche economiche delle soluzioni proposte.

Sol prog	Risparmio energetico totale annuo monorario [€/anno]	Risparmio energetico totale annuo biorario [€/anno]	Tempo di ritorno investimento monorario [anni]	Tempo di ritorno investimento biorario [anni]
A	206,24	221,10	14	14
B	168,46	183,33	16	15
C1	67,94	68,02	>20	>20
C2	67,94	68,02	>20	>20

Dai dati rilevati, nel confronto tra le diverse soluzioni non è inclusa la soluzione C in quanto, dalle valutazioni economiche effettuate, è emerso che l'investimento non è conveniente.

Confronto tra caso A e B.

Sono di seguito riportate le tabelle di confronto tra le soluzioni A e B, considerando sia il caso di tariffa monoraria che il caso di tariffa bioraria.

Tariffa monoraria.

Confronto soluzione A e soluzione B tariffa monoraria.

Indicatore	Monoraria A	Monoraria B
Costo impianto	3745,02 €	3429,44 €
ROI	14 anni	16 anni
Guadagno anno 20(VAN)	1039,18 €	601,36 €
TIR	5%	3%

Tariffa bioraria.

Confronto soluzione A e soluzione B tariffa bioraria.

Indicatore	Bioraria A	Bioraria B
Costo impianto	3900,37 €	3584,79 €
ROI	14 anni	15 anni
Guadagno anno 20(VAN)	1190,53 €	752,88 €
TIR	5%	4%

Per poter effettuare la scelta relativa alla soluzione più conveniente, si valuta il maggior costo di impianto iniziale dovuto all'inserimento dei dispositivi di automazione negli impianti e il tempo di ritorno, garantito dai risparmi energetici delle due soluzioni valide (soluzione A e soluzione B).

Si tiene inoltre conto del valore del VAN e del TIR ove la soluzione con maggiore TIR e VAN risulta essere la più conveniente.

Sia per la tariffa monoraria che per la tariffa bioraria, la scelta ricade sulla soluzione A, ove è possibile vedere che tale soluzione offre maggiori benefici rispetto alla soluzione B in tariffa monoraria in quanto garantisce un ROI ridotto rispetto alla soluzione B monoraria (2 anni in meno) .

Inoltre, per la soluzione A è possibile un ulteriore confronto tra tariffa monoraria e bioraria, ove alle condizioni considerate risulta essere favorevole la soluzione A con tariffa bioraria, per cui si ritiene conveniente richiedere la variazione del contratto all'ente distributore.

Difatti:

$VAN(bio) > VAN(mono)$

E' pertanto possibile affermare che la soluzione più conveniente da realizzare è la soluzione A (preferibile se in tariffa bioraria), in quanto essa presenta il minor tempo di ritorno dell'investimento, comporta la maggior riduzione dei consumi energetici e permette un notevole confort abitativo. In futuro, con una

semplice integrazione all'impianto, sarà possibile implementare il sistema di automazione con nuove funzioni e dispositivi, mantenendolo in linea con le innovazioni tecnologiche.

Analisi tariffa bioraria per la soluzione A.

Si è finora visto come, alle condizioni di distribuzione delle fasce orarie considerata, sia conveniente considerare il contratto con tariffa bioraria. Incentivo a tale scelta è anche la possibilità di gestione carichi che, con un piccolo aumento di spesa, permette un apprezzabile incremento del risparmio annuo. Bisogna però sottolineare che non sempre si riesce a tener fede alle condizioni stabilite e può pertanto capitare che la soluzione di tariffa bioraria, che in prima analisi è parsa conveniente, si riveli poi una scelta errata.

Per completezza di analisi, sono riportate le tabelle di studio per le diverse percentuali di distribuzione, che rappresentano un ottimo strumento per valutare la possibilità di variare la condizione contrattuale.

Confronto tariffa monoraria e tariffe biorarie soluzione A.

Soluzione progettuale A			
Tariffa	Risparmio energia totale [€/anno]	Tempo di ritorno investimento [anni]	Guadagno al 20° anno [€]
monoraria	206,24	14	1039,18
Bio(F1=40%; F2=60%)	220,11	14	1173,54
Bio(F1=50%; F2=50%)	218,69	14	1149,16
Bio(F1=80%; F2=20%)	214,43	14	1076,02
Bio(F1=100%; F2=0%)	211,58	14	1027,09

Dalle analisi svolte è possibile vedere che in quasi tutti i casi risulta conveniente l'ausilio della tariffa bioraria (in verde), tranne nella peggiore delle ipotesi in cui si consumi completamente nella fascia a maggior costo di energia (rosso). Pertanto è possibile dire che in ogni caso di distribuzione sia effettivamente conveniente la richiesta di variazione di tariffa in quanto con buona approssimazione è possibile dire che difficilmente si verificherà la condizione in cui si abbia la distribuzione totale in fascia F1.

Bisogna sottolineare che i risultati ottenuti fanno riferimento unicamente al caso studiato. Per ogni singolo caso sarà necessario comunque quantificare l'effettivo risultato conseguito.

Risultati dell'analisi con diversi consumi termici.

Si vuole dimostrare, come un maggiore o minore consumo di energia possa comportare dei risultati più o meno soddisfacenti rispetto al caso studio preso in esame.

Si fa soprattutto riferimento all'energia termica consumata, che, come detto, è quella che comporta i maggiori risparmi. A tal proposito si prende in considerazione l'unità immobiliare, oggetto del caso studio, e si ipotizza che esso abbia dei consumi termici diversi (maggiori e minori) rispetto a quelli considerati nell'analisi, simulando così unità immobiliari di stesse dimensioni e quindi stessi costi d'impianto, ma siti in località geografiche diverse, per cui il raggiungimento del confort legato all'energia termica richieda un maggiore o minore consumo della stessa. La soluzione progettuale considerata è quella che è risultata più conveniente per l'analisi reale: soluzione progettuale di classe A, fascia bioraria.

Le condizioni di studio e i risultati ottenuti, sono riportati nella seguente tabella:

Costi d'impianto.

Soluzione progettuale di classe A	
Tariffa contrattuale	Costo d'impianto[€]
Monoraria	3745,02
Bioraria	3900,37

Risparmi e ritorni economici in funzione dei consumi termici.

Consumo termico [kWh/anno]	Superiore o inferiore al caso studio	Risparmio totale monorario [€/anno]	Tempo di ritorno investimento mono [anni]	Guadagno al 20° anno [€]	Risparmio totale biorario [€/anno]	Tempo di ritorno investimento bio [anni]	Guadagno al 20° anno [€]
12000	Superiore	220,62	13	1286,07	235,48	13	1437,42
9000	Inferiore	180,22	16	592,45	195,09	16	743,98
8000	Inferiore	166,76	18	361,36	181,62	17	512,72
7000	Inferiore	143,23	>20 anni	-42,61	168,16	18	281,63
6000	Inferiore	139,83	>20 anni	-100,99	154,70	20	50,54

Si è studiato un solo caso in cui il consumo di energia termica fosse superiore al caso reale, in quanto da questa unica simulazione si intuisce immediatamente che, a parità di costo di impianto, maggiori sono i consumi di energia termica e maggiore è il ritorno economico. Analogamente, per quanto riguarda i consumi minori rispetto al caso studiato, si intuisce da subito che minori sono i consumi e minori sono i ritorni, fino ad arrivare al caso in cui, l'adozione dei sistemi di automazione non è più conveniente, e pertanto non ne è consigliabile l'installazione. La giustificazione alle maggiori prove svolte per consumi minori al caso reale è da motivare con l'intento di effettuare una analisi di sensibilità del modello, valutando la variazione dei benefici economici al diminuire dei consumi, e per quali valori di consumo il ritorno economico alla fine dei 20 anni fosse negativo. Prendendo in esame l'ultima prova in cui il consumo termico è pari a 6000 kWh/anno, si nota che per la tariffa monoraria l'investimento non è consigliabile in quanto fornisce un VAN<0 e un ritorno dell'investimento superiore a vent'anni. Per quanto riguarda la tariffa bioraria, l'investimento risulta ancora accettabile, ma i guadagni che ne conseguono non sono particolarmente incentivanti alla realizzazione del sistema.

L'analisi appena illustrata sottolinea ancora una volta la convenienza dell'applicazione della tariffa bioraria rispetto alla monoraria, naturalmente nelle condizioni considerate (costo energia, percentuali di distribuzione nelle due fasce).

Naturalmente sono molte le condizioni al contorno che possono variare l'esito dell'analisi, come ad esempio diversi costi dell'energia, ma la loro variabilità non incide sull'esito al punto tale da rendere inaccettabile l'investimento, incidenza invece che, come si è appena verificato, ha la variazione di energia termica consumata.

Manodopera e manutenzione.

Infine, nell'ambito dell'analisi economica, vanno sottolineate ed approfondite alcune voci di costo anche in relazione con la struttura standard dell'impianto tradizionale.

Se viene realizzato, come prima installazione, un impianto di automazione solamente come interfaccia per i punti di comando e per gli utilizzatori, i costi sono circa il 35% in più rispetto ad un impianto tradizionale. Man mano che si sfruttano le funzionalità di un impianto di automazione, i costi di investimento diminuiscono fino a raggiungere una stima che si aggira sul 25% per un impianto altamente domotizzato.

Questa rappresentazione rispecchia perfettamente i risultati ottenuti nel caso studio in esame. Si è difatti visto come gli impianti di automazioni base non fossero convenienti al punto tale da incentivarne l'utilizzo

mentre, aumentando le funzioni e l'automazione, si sfiorano obiettivi irraggiungibili con un impianto tradizionale.

È interessante notare che le modifiche successive alla realizzazione di un impianto aumentano con l'aumentare del livello prestazionale dello stesso. Si pensi alla necessità di comandare un punto luce, non solo da quel punto di comando previsto nella prima installazione, ma anche da altri punti, nonché realizzare scenari. Questa modifica in un impianto tradizionale non è del tutto semplice né economicamente conveniente all'atto della realizzazione, mentre con un impianto d'automazione è possibile semplicemente riprogrammare il sistema per ottenere quanto richiesto.

La modifica di impianto domotizzato permette, in proporzione all'aumentare della tecnologia installata, risparmi dell'operazione che vanno dal 10% al 40%.

La manutenzione è degna di nota negativa in quanto aumenta di circa il 20-60% rispetto all'impianto tradizionale.

Va considerato che, in fase di manutenzione, intervengono le seguenti complicazioni con i relativi aumenti di costo all'utente:

- necessaria manodopera altamente specializzata;
- stipula di un costoso contratto di manutenzione con una ditta specializzata se si vuole avere la certezza di un intervento in tempi adeguati;
- impossibilità, per la maggior parte degli utenti non-skilled, del far-da-se;
- possibile limitazione nell'acquisto (o nella rapidità di fornitura) di componenti di impianto, apparecchi e sistemi di illuminazione a causa della non compatibilità con il sistema scelto.

Nella tabella che segue sono riportati, a titolo di confronto, alcuni aspetti economici e tecnici dei due sistemi, tradizionale e domotizzato.

Principali differenze, economiche e tecniche, tra impianto tradizionale e domotizzato

A confronto:	Impianto tradizionale	Sistema d'automazione
Costo dei dispositivi	Risparmio del 35/40%	
Costo dei cavi e delle canalizzazioni	-	Risparmio fino al 60%
Costo della manodopera	-	Leggero risparmio
Differenza dei costi diretti		+5/15%
Costo d'esercizio	-	Risparmio fino al 40% (di cui 10/15% sui cambiamenti d'uso e 25% per costi energetici ridotti)
Costo di manutenzione	-	Aumenti dal 20 al 60%
ROI sulla base di: Sicurezza, Confort e Risparmio energetico	Mediocre	Alto
Innovazione tecnologica	Scarsa	Alta
Valore dell'investimento nel tempo	Scarso	Alto
Valore percepito esternamente	Nulla	Alto

CONCLUSIONI

La presente relazione riassume i risultati del lavoro di indagine sulla validità dell'investimento in impianti di domotica. Come ovvio, trattandosi di una ricerca centrata sulla riduzione dei consumi e sul miglioramento dei rendimenti, il lavoro ha indagato sull'apporto alla riduzione dei consumi di un impianto domotizzato programmabile. L'ambito di riferimento è quello civile, incentrato su una abitazione media di 160 mq nella zona di Roma (zona climatica D).

Si è provveduto anzitutto ad effettuare una indagine di mercato molto approfondita, valutando, marca per marca, i sistemi ed i componenti disponibili; si è provveduto inoltre a calcolare i prezzi medi di listino (già scontati all'utente medio) dei componenti.

È stato dimensionato un impianto tipo per una abitazione media. Sono stati studiati diversi livelli di domotizzazione al fine di quantificare l'andamento del risparmio ottenibile in funzione dell'incremento del livello di tecnologia.

E' stato progettato e realizzato un foglio di calcolo per la valutazione rapida dei benefici economici che un investimento di efficientamento energetico apporta mediante l'impiego della domotica.

La valutazione, sul tipo di impianto preso in analisi, assume come dati di partenza i consumi e le condizioni contrattuali quali:

- Consumo annuo energia elettrica in KWh per illuminazione e ausiliari dell'impianto di riscaldamento;
- Consumo annuo energia termica in KWh;
- Tariffa gas €/kWh;
- Tariffa energia elettrica €/kWh;
- Consumo annuo lavatrice e lavastoviglie;
- Potenza elettrodomestici assorbita in stand-by;

- Costo dell'impianto;
- Tasso di interesse.

La norma di riferimento è la UNI EN 15232. Il calcolo effettuato restituisce i valori relativi al risparmio di energia elettrica, termica e totale in KWh e tradotti in €, conseguibili mediante l'ausilio di sistemi di automazione di classe A,B e C (secondo la norma). In tale analisi sono stati inclusi anche la possibilità di ridurre i consumi dovuti allo stand-by passivo di grandi e piccoli elettrodomestici ed il risparmio conseguibile mediante una corretta gestione dei carichi facendo sì che, qualora si abbia un contratto a tariffa bioraria, i grandi elettrodomestici quali lavatrici e lavastoviglie lavorino nella fascia oraria in cui il costo dell'energia è minore.

Il calcolo effettuato permette inoltre, conoscendo il valore dell'investimento iniziale affrontato per la realizzazione dell'impianto di automazione e il tasso di interesse dell'anno in corso, di valutare il tempo di ritorno investimento e gli eventuali guadagni ottenibili nel periodo di vita utile dell'impianto di circa vent'anni.

In tale maniera si sono valutati i tempi di ritorno dell'investimento di efficientamento energetico basato su sistemi di domotica.

Si sono ottenuti dei risparmi energetici percentuali variabili dall'8,94% con la soluzione progettuale C (impianto di base) al 25,34% della soluzione progettuale A (impianto tecnologicamente avanzato).

Rispettivamente si confermano dei risparmi economici annui di 67,94 / 68,02 € (tariffa monoraria/bioraria) per la soluzione C, e 206,24 / 221,10 € (tariffa monoraria/bioraria) per la soluzione avanzata A.

Quanto appena delineato può essere riassunto nelle seguenti tabelle, rispettivamente per tariffe monorarie e biorarie.

Caratteristiche soluzioni progettuali con tariffa monoraria.

Soluzione progettuale	Risparmio energetico percentuale [%]	Risparmio energetico totale annuo monorario [€/anno]	Costo impianto [€]	Tempo di ritorno investimento monorario [anni]	Guadagno anno 20(VAN)
A	25,34%	206,24	3745,02	14	1039,18 €
B	19,44%	168,46	3584,79	16	601,36 €
C1	8,94%	67,94	2883,05	>20	0 €
C2	8,94%	67,94	2307,95	>20	0 €

Caratteristiche soluzioni progettuali con tariffa bioraria.

Soluzione progettuale	Risparmio energetico percentuale [%]	Risparmio energetico totale annuo biorario [€/anno]	Costo impianto [€]	Tempo di ritorno investimento biorario [anni]	Guadagno anno 20(VAN)
A	25,34%	221,10	3900,37	14	1190,53 €
B	19,44%	183,33	3584,79	15	752,88 €
C1	8,94%	68,02	2883,05	>20	0 €
C2	8,94%	68,02	2307,95	>20	0 €

Dalle tabelle si evince come impianti di automazione base (classe C) non siano in grado di fornire i risultati sperati, mentre una migliore gestione dell'energia, ottenuta mediante l'ausilio di automazioni "importanti" (classe B/A), garantisce un ritorno dell'investimento in tempi accettabili in relazione alla durata di vita stimata per l'impianto stesso. L'analisi ha anche dimostrato come maggiori accortezze nella gestione dei carichi, quali utilizzo in fascia oraria F2 e impostazione degli elettrodomestici in off-mode piuttosto che in stand-by passivo, portino ad importanti contributi ai risparmi annui conseguibili. Naturalmente tali funzioni sono gestibili dal sistema di automazione.

Bisogna sottolineare che tali risultati fanno riferimento unicamente al caso studiato, anche se in linea di massima rendono idea dei risparmi conseguibili con l'ausilio dell'automazione in ambito residenziale.

Il sistema proposto rimane comunque un sistema più costoso che spesso scoraggia l'utente, specialmente per gli esigui margini di risparmio energetico, specialmente se non in fase di prima installazione.

L'impianto domotico diventa maggiormente proponibile se lo si completa con la massima tecnologia fornendo all'utente i seguenti benefici: comfort, sicurezza (sia antincendio, acqua, gas, impianti, sia antifurto ed intrusione), utilità, aumento del valore dell'immobile e risparmio energetico.

Da sottolineare che il case study considerato è stato ipotizzato per una abitazione sita in Roma (zona climatica D). In differenti zone climatiche tutto dovrebbe essere ricalcolato con condizioni e consumi diversi. Basti solo pensare che una riduzione del consumo di energia termica annua (poiché i maggiori risparmi si ottengono proprio sul termico) porta ad una riduzione dei risparmi conseguibili, che potrebbe rendere non accettabile l'ipotesi di investimento da affrontare per la realizzazione del sistema di automazione. Oppure al contrario unità abitative di dimensioni minori, e quindi minor costo d'impianto rispetto a quella presa in esame, ma maggior consumo termico (ad esempio unità sita in zone con climi rigidi), beneficiano di risparmi maggiori e quindi più incentivanti all'utilizzo dei sistemi di automazione stessi.

Per tale motivo è stato messo a punto un foglio di calcolo generale che permette di valutare la convenienza caso per caso. Non tutti gli interventi sono convenienti: va prestata la massima attenzione in fase di valutazione economica dell'investimento.

Va aggiunto che non sempre l'investimento proposto porta vantaggi in termini esclusivi di risparmio energetico; in molti casi la gestione centralizzata domotica può essere sostituita da semplici installazioni tradizionali. Alcuni casi di ottimizzazione tradizionale, legati principalmente alla parte termica ed alla gestione della luce dove si hanno i risparmi maggiori, vengono di seguito riportati:

- per la gestione / ottimizzazione del funzionamento di una caldaia a gas possono essere sfruttate le centraline programmabili di cui esse sono dotate di serie; tale intervento trova il suo naturale complemento con le manopole termostate che, installate in economia su ogni radiatore, consentono la termoregolazione a zone;
- in caso di automazione di serrande e brisoleil il sistema di controllo, in maniera più semplice, affidabile e manutenibile da un elettricista non specializzato, può essere realizzato mediante contattori e relè fotosensibili;
- in caso di regolazione della luce, anche in funzione di quella naturale, esistono già in commercio lampade a scarica con autoregolazione del flusso luminoso.

Di certo, a conti fatti, l'impianto di domotica è da preferirsi in fase di ristrutturazione integrale o di prima installazione. Se un impianto di automazione viene realizzato solamente come interfaccia per i punti di comando e per gli utilizzatori, i costi sono dell'ordine del 30% maggiori rispetto ad un impianto tradizionale.

Man mano che si sfruttano le funzionalità di un impianto di automazione, i costi di investimento diminuiscono fino a raggiungere una valorizzazione ipotizzabile intorno al 25%. Questa rappresentazione rispecchia perfettamente i risultati ottenuti nel caso studio in esame: si è difatti visto come gli impianti di automazioni base non fossero convenienti al punto tale da incentivarne l'utilizzo mentre, aumentando le funzioni e l'automazione, si sfiorano obiettivi irraggiungibili con un impianto tradizionale.

È interessante notare che le modifiche successive alla realizzazione di un impianto aumentano con l'aumentare del livello prestazionale dello stesso. Si pensi alla necessità di comandare un punto luce, non solo da quel punto di comando previsto nella prima installazione, ma anche da altri punti, nonché alla realizzazione di scenari. Questa modifica in un impianto tradizionale non è del tutto semplice né economicamente conveniente all'atto della realizzazione, mentre con un impianto d'automazione è possibile semplicemente riprogrammare il sistema per ottenere quanto richiesto.

In definitiva i vantaggi sono molteplici nella realizzazione di un impianto Home Automation, dal maggior confort ottenibile ai risparmi energetici raggiungibili. Per quest'ultimo punto, il sistema di automazione non realizza nessuna innovazione particolare, ma può semplicemente correggere gli errati usi dell'energia, sia termica sia elettrica, da parte dell'utente.

Si ritiene opportuno proporre l'incentivazione dell'installazione di tali sistemi in fase di costruzione; questo anche per far sì che, per le future generazioni, la corretta gestione dei sistemi e dell'energia a disposizione divenga un fattore culturale.

Stefano Elia



Ezio Santini



RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano, in ordine alfabetico, le aziende che maggiormente hanno contribuito al lavoro con il supporto fornito ed i dati gentilmente messi a disposizione:

- **ABB**
- **BTicino (in particolare l'Ing. Luca Di Gennaro)**
- **Crestron (in particolare l'Ing. Andrea Tamagnini)**
- **Gewiss**
- **Intermark**
- **Rexel**
- **Zumtobel**

Si ringrazia l'Ing. Claudio Giardiello per la collaborazione offerta in fase di redazione del progetto.