

EYEManager Guide



The championship to increase energy of young people

Supported by:

Guida EYEManager

Un utile strumento per gli European Young Energy Managers!

Questo manuale di formazione, il **Manuale EYEManager**, vuole essere un utile strumento rivolto agli studenti delle scuole superiori – i quali diverranno in questo modo gli **European Young Energy Managers** – ed ha lo scopo di migliorare la loro conoscenza di base su:

- I prodotti che utilizzano energia e i modi più intelligenti per installarli ed usarli;
- I comportamenti volti al risparmio energetico, i quali accompagnano gli studenti nell'acquisizione di abilità di risparmio energetico nella loro vita quotidiana.
- Il metodo dell'auditing energetico, ovvero come raccogliere dati inerenti il consumo di energia, le emissioni di CO₂ e l'efficienza energetica degli edifici, dei loro impianti ed apparecchiature;
- Il modo per progettare piani di risparmio energetico, che guida lo studente nell'individuazione di interventi pratici per migliorare le prestazioni energetiche dei casi di studio presi in esame e lo aiuta a stimare i costi relativi alla realizzazione di diverse soluzioni e dei rispettivi impatti in termini di risparmio energetico.

La **guida EYEManager** non deve essere considerata come una ricetta da seguire. Al contrario, il suo scopo è quello di chiarificare e spiegare concetti di base per un processo di *auditing* energetico e per miglioramenti in termini di risparmio economico. Il manuale può essere utilizzato per la formazione degli studenti e (o attraverso...) i loro insegnanti sui benefici economici dell'efficienza energetica, poiché offre consigli ed informazioni basilari sul consumo di energia e suggerisce vari modi per risparmiarla.

È stato sviluppato all'interno del contesto "**European Young Energy Manager Championship - EYEManager Championship**" Intelligent Energy-Europe Project (Contract Nr: IEE/07/760/SI2.499406) e rappresenta solo una parte del **KIT DI STRUMENTI EYEManager** composto da:

1. Il **Manuale EYEManager** (un manuale pratico per gli European Young Energy Managers).
2. Il **Software Direttivo EYEManager del Championship EYEManager (e relativo manuale di istruzioni)**, che è un'applicazione basata sul web che aiuterà gli EYE Managers nell'analisi di casi di e nella progettazione di piani per il risparmio energetico.

INDICE

1. INTRODUZIONE	5
1.1 Il problema combinato energia-ambiente	5
1.2 L'utilizzo dell'energia negli edifici	6
2. LA GESTIONE DELL'ENERGIA	9
2.1. La gestione dell'energia come processo continuativo	9
2.2. Piano d'azione per la gestione dell'energia.....	11
2.3. Monitoraggio dell'energia	12
3. L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI	14
3.1. Prodotti che usano energia.....	15
3.2 Provvedimenti per la conservazione di energia.....	17
3.2.1 L'involucro edilizio.....	17
3.2.2 Riscaldamento e raffreddamento.....	19
3.2.3 Acqua calda per uso domestico.....	23
3.2.4 L'Illuminazione.....	24
3.2.5 Apparecchi domestici.....	26
3.2.6 Attrezzature d'ufficio.....	28
3.2.7 Sistemi ad energia rinnovabile.....	29
3.3 Comportamenti di risparmio energetico.....	30
4. L'AUDIT ENERGETICO	33
4.1 Tipi di audit	33
4.1.1 Audit di spiegazione	33
4.1.2 Analisi del costo del servizio.....	33
4.1.3 Audit energetico standard	34
4.1.4 Audit energetico dettagliato	34
4.2 Sondaggi sull'energia	35
4.3 Raccolta di dati sull'utilizzo di energia.....	36
4.3.1 I dati relativi alle fatture	36
4.3.2 I dati relativi ai contatori.....	37
4.4 L'Analisi dei dati	38
4.4.1 Il consumo di energia	38
4.4.2 Indicatori di prestazione.....	38
4.4.3 Grafici di tempo dell'energia.....	39
4.4.4 Equilibri di energia.....	40
4.5 Elaborazione di piani per risparmiare energia	42
4.6 Analisi economiche dei progetti di retrofit energetico	42

4.7 La scrittura di resoconti e la comunicazione dei risultati	43
5. BUONA NORMA	45
5.1 La procedura passo dopo passo per un audit energetico standard	45
5.2 Caso di studio: Scuola Nautica	49
5.2.1 Il Background	49
5.2.2 Descrizione del luogo	49
5.2.2 Descrizione del lavoro	50
5.2.3 Risultati dell'audit energetico	52
BIBLIOGRAFIA	55
APPENDICE 1	56
APPENDICE 2	58
APPENDICE 3	59

Lista delle abbreviazioni

- CFL: Compact Fluorescent Lamp (lampada fluorescente compatta)**
- DHW: Domestic Hot Water (acqua calda per uso domestica)**
- EC: European Commission (commissione europea)**
- ECM: Energy Conservation Measure (provvedimento per la conservazione di energia)**
- ECO: Energy Conservation Opportunity (opportunità di conservazione energetica)**
- EMCS: Energy Monitoring and Control Systems (sistemi di controllo e monitoraggio energetico)**
- EU: European Union (Unione Europea)**
- HVAC: Heating, Ventilation and Air-conditioning (Riscaldamento, ventilazione ed aria condizionata)**
- LCC: Life Cycle Costs (Costi di durata)**
- LPG: Liquefied Petroleum Gas (gas petrolio liquefatto)**
- RES: Renewable Energy Sources (fonti di energia rinnovabili)**

1. INTRODUZIONE

1.1 Il problema combinato energia-ambiente

L'Utilizzo di energia facilita tutte le attività umane oltre che il progresso sociale ed economico. L'entità del consumo energetico pro capite è diventata uno degli indicatori del progresso e della modernizzazione di un paese. Cioè, i paesi di tutto il mondo considerano la produzione ed il consumo di energia come una delle loro maggiori sfide. Allo stesso tempo, l'energia è strettamente correlata alle più urgenti questioni sociali che implicano lo sviluppo sostenibile (povertà, salute, lavoro, crescita della popolazione, accesso ai servizi sociali, degrado del terreno, cambi climatici e qualità dell'ambiente, etc.).

Le forme finali di energia disponibili per l'utilizzo (elettricità, LPG, gasolio) vengono prodotte da forme di energia primaria che esistono in natura, come ad esempio il carbone, i gas naturali ed il petrolio. L'utilizzo di queste genera emissioni di gas serra, come il biossido di carbonio (CO_2), il quale è responsabile del 75% di queste emissioni. Questi gas accrescono il naturale effetto serra della terra (Fig. 1.1), aumentando la temperatura media del pianeta e producendo perciò fenomeni climatici seri ed imprevedibili.

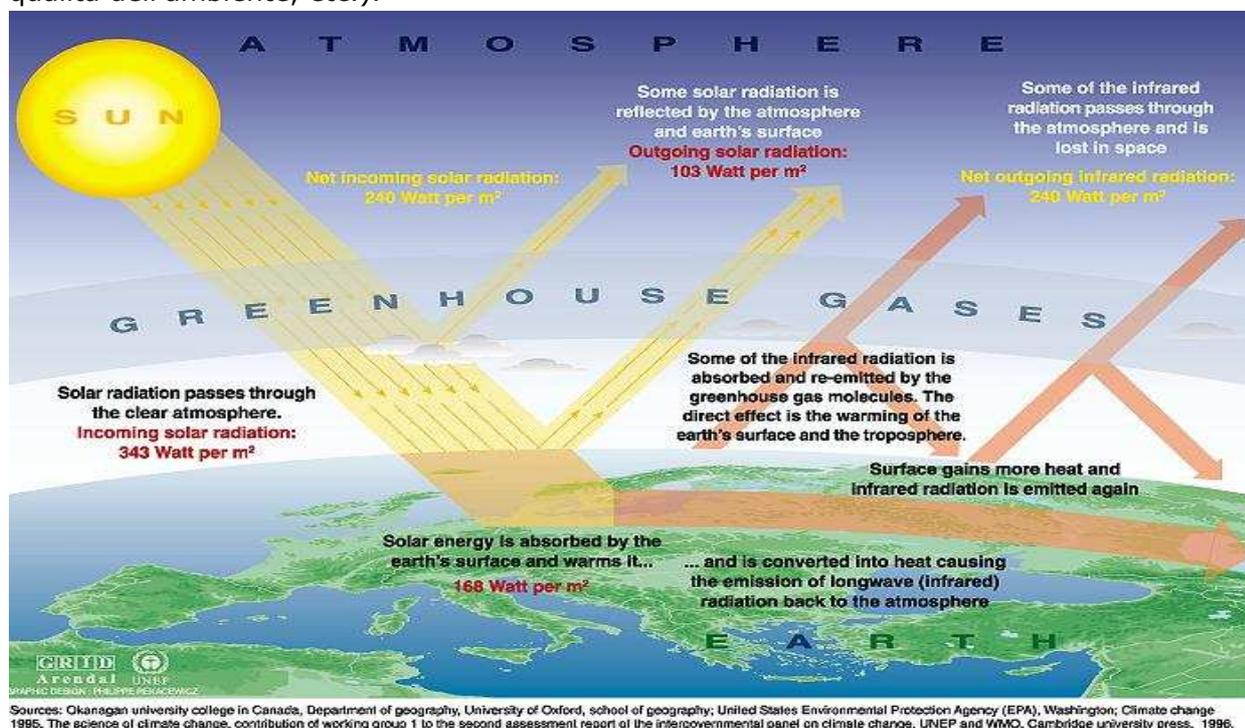


Fig. 1.1: L'effetto serra.

Oltre a questo problema, le fonti di energia convenzionali (come ad esempio i carburanti fossili) si stanno progressivamente esaurendo (secondo studi recenti, i giacimenti di petrolio, gas naturali ed uranio di cui l'uomo è a conoscenza non dureranno più di 40 anni), ed i costi dell'energia in generale divengono sempre più alti. Le famiglie devono pagare di più per l'energia che utilizzano, la quale, nella maggioranza dei casi, non viene usata in maniera efficiente.

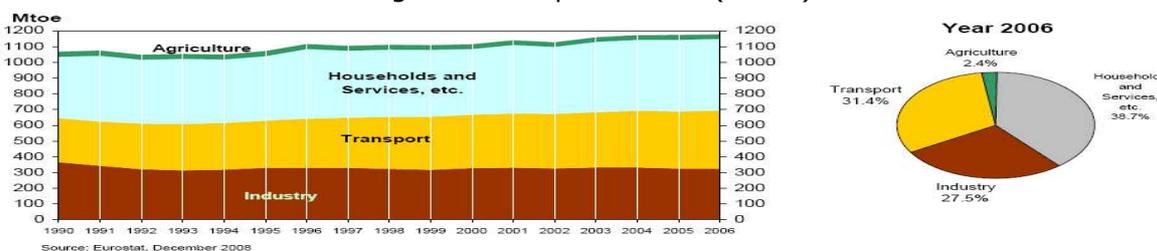
Gli impatti sfavorevoli della produzione e del consumo di energia possono essere attenuati sia riducendo il consumo che indirizzando gli approvvigionamenti di energia verso scelte migliori che supportino lo sviluppo sostenibile. L'evoluzione della tecnologia possiede di gran lunga il più grande potenziale rispetto ai cambiamenti nei modelli di consumo di beni e servizi. Tuttavia, tale affermazione non vuole in alcun modo precludere tentativi di dissuadere modelli di consumo irrazionali e dispendiosi. Avendo esaminato ed applicato tutte le possibilità per risparmiare energia, il passo successivo consiste nel considerare l'eventualità di sfruttare le Fonti di Energia Rinnovabili (RES). L'importanza di queste sta aumentando in modo costante, in quanto costituiscono fonti sostenibili di

energia alternativa. Queste generano minore impatto ambientale e, soprattutto, non producono emissioni di gas serra e contribuiscono in maniera consistente alla sicurezza dell'approvvigionamento di energia. L'energia solare (per il riscaldamento o generazione di corrente), l'energia eolica, l'energia idraulica, la bioenergia, l'energia geotermale e marina, sono solo pochi esempi.

1.2 L'utilizzo dell'energia negli edifici

I 160 milioni di edifici nell'UE utilizzano quasi il 40% dell'energia prodotta in Europa e creano più del 40% delle sue emissioni di CO₂, e la percentuale è in crescita. Inoltre, questa è maggiore del contributo fornito da industria e trasporti (vedi Fig. 1.2 - Nota: per servizi bisogna intendere gli edifici del settore terziario). Le abitazioni familiari consumano i due terzi dell'energia utilizzata negli edifici.

Fig. 1.2: Consumo finale di energia in EU27 per settore (Mtoe¹)



¹ 1 Mtoe sta per 1 milione di **tonnellate di petrolio (toe)**, ed è un'unità di energia: la quantità di energia rilasciata bruciando una tonnellata di petrolio grezzo ammonta approssimativamente a 42 GJ.

Il riscaldamento degli spazi rappresenta la componente più importante (il 57% per il consumo degli edifici domestici ed il 52% per quello degli edifici non residenziali), ed è importante ricordare che l'uso del carburante per il riscaldamento degli edifici rappresenta il 25% del totale delle emissioni di CO₂ nell'UE. Il riscaldamento dell'acqua costituisce il 25% del consumo domestico ed il 9% dell'uso negli edifici non residenziali.

L'illuminazione consuma circa il 4% dell'energia totale nel settore residenziale (circa 9 Mtoe), mentre nel settore terziario, in cui la maggioranza dell'illuminazione è

fornita tramite lampade fluorescenti, l'illuminazione consuma circa 18 Mtoe, ovvero il 14% dell'energia del settore. Un altro aspetto importante è che l'illuminazione costituisce il 25% delle emissioni relative agli edifici commerciali.

L'uso dei condizionatori d'aria è un'attività di consumo in rapida crescita nei settori residenziale e terziario. Il totale del consumo di energia per la produzione di aria condizionata ammonta circa a 3 Mtoe (lo 0.7% del totale consumo di energia nei due settori) e questa quantità è destinata a raddoppiare entro il 2020. Da un punto di vista grafico, il consumo di energia nel suo uso finale negli edifici dell'UE (secondo dati risalenti al 2000) è mostrato in Fig. 1.3.

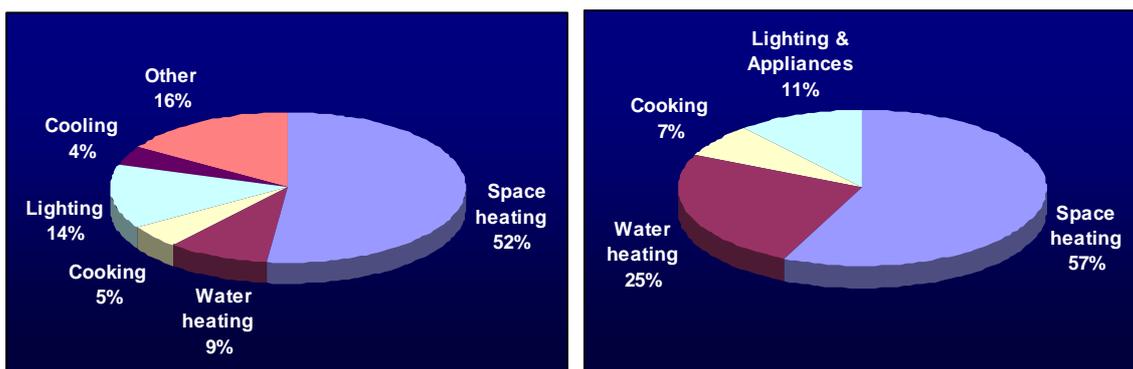
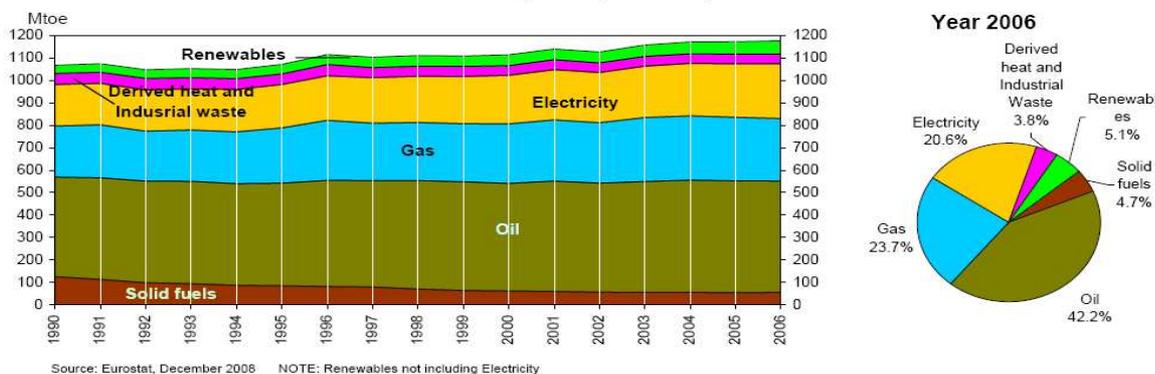


Fig. 1.3: Consumo di energia per uso finale in EU negli edifici del settore terziario (sinistra) e residenziale (destra)

Fig. 1.4: Consumo di energia per uso finale in EU27 mediante carburante (in Mtoe)



Attualmente, la maggior parte dell'energia utilizzata negli edifici deriva da carburanti

fossili non rinnovabili. Come mostrato in Fig. 1.4, il petrolio, il gas naturale ed i

carburanti solidi rappresentano più del 70% del consumo finale dell'energia in EU, mentre le RES stanno ancora contribuendo in percentuali molto basse.

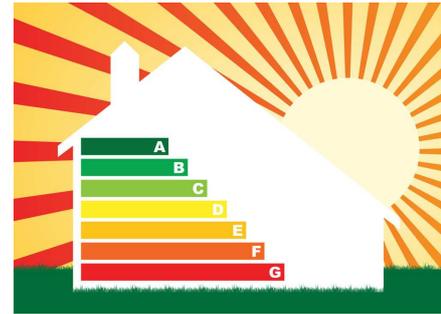
1.3 POTENZIALE PER MIGLIORAMENTI

In effetti, esiste un significativo potenziale per miglioramenti inerente il consumo di energia degli edifici, ad esempio se consideriamo che il totale dell'energia consumata negli edifici nuovi ammonta al 60% di quella utilizzata in edifici costruiti negli anni Settanta. Secondo il Commissario Europeo dell'energia, un effettivo potenziale di risparmio energetico di circa il 22% del consumo attuale negli edifici può essere realizzato entro il 2010.

Alcune informazioni importanti:

- **Caldaie:** in UE 10 milioni di caldaie residenziali sono vecchie più di 20 anni. Una loro sostituzione rappresenterebbe un risparmio del 5% nell'energia per il riscaldamento.
- **Illuminazione:** il 30-50% di risparmio potrebbe essere raggiunto attraverso l'uso di componenti più efficienti, sistemi di controllo, un migliore sfruttamento della luce del giorno ed altre tecnologie.
- **Raffreddamento:** l'uso di energia per il raffreddamento raddoppierà entro il 2020. Il 25% potrebbe essere risparmiato attraverso la richiesta di efficienza nelle apparecchiature per il condizionamento d'aria.
- **Generazione di energia verde:** anche RES sfruttabili sul posto, la generazione congiunta di calore e corrente, connessione a riscaldamento/raffreddamento di quartiere e pompe di calore possiedono un alto potenziale di risparmio.

- **Design bioclimatico:** sistemi e design solari, attivi e passivi, un migliore sfruttamento della luce del giorno ed il raffreddamento naturale possono ridurre la richiesta di energia fino al 60%.



Una situazione migliore può anche essere raggiunta attraverso un'adeguata **gestione** delle attrezzature inerenti **l'energia** (cioè la gestione della richiesta di energia di queste). In effetti, con il miglioramento dell'**efficienza** dell'uso finale dell'**energia**, fornendo lo stesso servizio energetico con meno input, oppure raggiungendo più servizi di energia con lo stesso input, l'uso energetico specifico può essere ridotto del 20-50% nel caso di apparecchi già esistenti che usano energia, e del 50-90% nel caso di impianti nuovi.

2. LA GESTIONE DELL'ENERGIA

Essere competitivi nel mercato globale ed andare incontro a standard ambientali per la riduzione dell'inquinamento di aria e acqua, sono divenuti fattori determinanti in molte delle decisioni relative ai costi di operazioni e capitali per investimenti inerenti affari, industria ed organizzazioni governative. La gestione dell'energia è stata un'importante strumento per aiutare le organizzazioni ad andare incontro a questi obiettivi critici. La gestione dell'energia può essere definita come il controllo del flusso di questa attraverso un sistema, in maniera tale da rendere massimi i benefici netti di quest'ultimo. Ciò implica raccolta, analisi e monitoraggio delle informazioni sull'utilizzo di energia, ed identificazione, valutazione e realizzazione di misure per il risparmio energetico (E.C., 1995).



Ci sono molte buone ragioni per gestire l'energia, partendo dal fatto che una buona gestione energetica negli edifici può ridurre sia i costi che i danni ambientali. Inoltre, molti problemi inerenti l'energia sono connessi a problemi inerenti la prestazione.

Fissare queste problematiche ha l'effetto di migliorare la qualità dell'ambiente lavorativo e di conseguenza anche lo stato d'animo e la produttività del personale. Gli effetti di ciò possono moltiplicare di dieci volte il risparmio di energia.

2.1. La gestione dell'energia come processo continuativo

Esistono vari livelli su cui diverse attività energetiche possono essere pianificate e realizzate. Da un lato esistono concetti globali di pianificazione dell'energia (piani d'azione per la gestione dell'energia) che di solito includono i seguenti elementi:

- Obiettivi ben definiti
- analisi della situazione attuale
- analisi dei provvedimenti e scenari
- definizione di azioni e progetti
- realizzazione e valutazione

Dall'altro lato esiste la possibilità di realizzare provvedimenti singoli non connessi o coinvolti in un concetto globale di pianificazione energetica. L'idea è quella di identificare e mettere a confronto provvedimenti diversi solo in maniera approssimativa senza raccogliere una grande quantità di dati e senza ideare un piano d'azione complessivo. Piuttosto, può essere scelto e realizzato un provvedimento unico e direttamente realizzato come singolo progetto.

Bisogna sottolineare che la gestione dell'energia rappresenta un impegno a lungo termine e non qualcosa che viene affrontato una volta per tutte per poi

passare oltre. Se colui che si occupa della gestione dell'energia ha realizzato correttamente la fase di revisione del piano d'azione, si può dire che è già stato predisposto un piano di miglioramento continuativo. Tuttavia, sussiste sempre un costante bisogno di miglioramento.

Secondo il programma ENERGY STAR, avviato dall'Agenzia Americana per la Protezione dell'Ambiente (EPA), per predisporre un programma di gestione energetica ben riuscito, bisogna seguire 7 step fondamentali:

- **I STEP - impegnarsi per miglioramenti continui:**

l'elemento fondamentale di una riuscita gestione dell'energia è l'impegno. Le organizzazioni si impegnano per gestire il personale ed i fondi destinati al conseguimento di miglioramenti costanti.

- **II STEP - valutare la prestazione:** si tratta del periodico processo di valutazione dell'utilizzo di energia per tutti i maggiori servizi e funzioni nell'organizzazione comprende la definizione di una linea guida per la misurazione dei futuri risultati ottenuti.

- **III STEP - stabilire gli obiettivi:** obiettivi ben definiti guidano la quotidiana presa di decisioni e rappresentano la base per tracciare e valutare i progressi. Comunicare e fornire informazioni sugli obiettivi può motivare il personale e fornire un supporto agli sforzi per la gestione dell'energia in tutta l'organizzazione.

- **IV STEP - creare il piano d'azione:** per assicurare un

processo sistematico volto alla realizzazione di provvedimenti per le prestazioni energetiche, bisogna usare un piano d'azione dettagliato che deve essere aggiornato regolarmente, spesso su base biennale, per riflettere e confrontarsi sui risultati recenti, sui cambiamenti delle prestazioni e sulla definizione di nuove priorità.

- **V STEP - realizzare il piano d'azione**

- **VI STEP - valutare il progresso:** la valutazione del progresso comprende la revisione formale sia dei dati relativi all'uso dell'energia che alle attività svolte come parte del piano d'azione o comparate agli obiettivi della prestazione.

- **VII STEP - riconoscimento dei risultati ottenuti:** cercare e fornire riconoscimento per i risultati ottenuti attraverso la gestione dell'energia è uno step fondamentale per il momento di sostegno e supporto al programma.



2.2. Piano d'azione per la gestione dell'energia

Un piano d'azione per la gestione dell'energia deve includere, come minimo, le seguenti componenti:

1. Obiettivi ben definiti.
2. Resoconto sulla gestione.
3. Requisiti di risorsa.
4. Criteri di investimento finanziario.
5. Piano delle attività.
6. Monitoraggio del consumo di energia e modalità di targetting.
7. Monitoraggio e modalità di targetting
8. Assunzione del personale e struttura di resoconto.
9. Sviluppo di un piano di formazione per il personale/residenti.

Molte persone pensano che un programma di gestione dell'energia inizi e termini con una revisione. Ciò risulta parzialmente vero poiché, sebbene la revisione sia uno step fondamentale, non va affatto considerato come l'unica fase di un programma di efficienza energetica. Realizzare gli obiettivi di un audit energetico richiede una gestione costante per un periodo di più anni; e ciò garantirà un guadagno che crescerà ogni anno. Inoltre, dopo la prima globale revisione dell'energia che va fatta ai servizi, bisogna predisporre un sistema di monitoraggio continuo sul posto, e varie revisioni mirate devono essere effettuate periodicamente.

Il risultato dell'audit costituisce un dettagliato piano d'azione per la realizzazione in tempo utile dei provvedimenti proposti per l'efficienza energetica. Questa pianificazione dovrebbe essere attuata per ogni fase della realizzazione e comprende:

- i target prefissi ed i provvedimenti che devono essere realizzati in ogni fase,
- l'organizzazione ed il budget necessari per coprire i costi della realizzazione,
- la definizione della modalità di monitoraggio dei progressi del lavoro,
- la delimitazione del monitoraggio/misurazione e/o la valutazione dei risultati di ogni fase della procedura.

Per la determinazione dei target relativi all'energia di ogni fase, bisogna tenere conto dei risparmi sperati come risultato della fase precedente della realizzazione. Di conseguenza, i target di ogni fase dovrebbero essere posti rispetto all'obiettivo di consumo della fase precedente e non rispetto alla fase energetica iniziale del posto. Un criterio comune per la definizione di questi target è rappresentato dal fatto che ogni fase dovrebbe assicurare benefici tali per l'impresa da giustificare sia l'investimento richiesto per la realizzazione, che la continuazione del piano d'azione per il risparmio energetico.

In conclusione, è opportuno precisare che per ideare un piano d'azione di risparmio energetico bisogna tenere in considerazione i seguenti elementi:

- a) sia la valutazione dei provvedimenti proposti che quella dei risultati dell'audit energetico.

- b) La combinazione di vari progetti di retrofit energetico, nonché il loro coordinamento con altri target dell'impresa.
- c) Il livello di organizzazione e la capacità tecnica dell'impresa nel realizzare ognuna delle misure proposte o gruppi di queste.
- d) La disponibilità finanziaria dell'impresa nell'autofinanziare gli investimenti richiesti per progetti di efficacia energetica, rispetto ad altre priorità che potrebbero avere.

2.3. Monitoraggio dell'energia

Un utilizzo più efficiente dell'energia si basa su una migliore conoscenza dell'utilizzo stesso dell'energia. Perciò risulta cruciale mantenere un sistema di gestione dell'energia che tenga sotto controllo, analizzi e comunichi i consumi di energia in maniera costante, migliorando così l'efficienza energetica. Questo è il cosiddetto **compito di monitoraggio dell'energia**, il quale deve essere costante e deve focalizzarsi sui consumi e sui costi dell'energia, oltre che comprendere tutte le forme di energia usate (elettricità, carburanti, riscaldamento ed altri).

Un inventario globale delle apparecchiature che consumano energia deve poter essere disponibile e continuamente aggiornato. Ciò include la tipologia delle apparecchiature, la loro funzione, l'ubicazione e la potenza. Devono essere compilati dei registri relativi ai periodi in cui le apparecchiature vengono utilizzate. Questa analisi dovrebbe, inoltre, essere completata da dati di monitoraggio sul posto, ammesso che siano disponibili congegni di misurazione delle quantità. In

edifici medi o grandi è consigliabile la distribuzione di contatori di elettricità in vari punti dell'edificio per effettuare ulteriori misurazioni e raccogliere informazioni più precise.

I dati di monitoraggio devono poter essere analizzati e bisogna effettuare dei resoconti che verranno successivamente distribuiti agli utenti dell'edificio. Le informazioni debbono essere trattate considerando sempre il gruppo di riferimento. Inoltre, a seconda di quest'ultimo, devono essere selezionati i vari canali di comunicazione, al fine di rendere massimo il coinvolgimento e la formazione energetica nell'organizzazione.

Essendo parte del monitoraggio, il gestore dell'energia, dovrebbe anche controllare con frequenza lo status della richiesta energetica, dato che deve esserci sempre un corretto bilanciamento energetico: né maggiore, né minore rispetto al necessario. Se infatti questo risulta alto, anche il costo sarà più alto. Sebbene ciò non implichi riduzioni del consumo di energia, può produrre significati risparmi sui costi.

Esistono svariati fornitori di energia sul libero mercato. In questo contesto, ogni utente deve consultare regolarmente le offerte del mercato al fine anche di richiedere proposte migliori relative al fornimento di energia. Inoltre, i contratti inerenti l'energia debbono essere ottimizzati in relazione allo specifico profilo di consumo energetico. Soprattutto per quanto concerne l'elettricità, solitamente ci sono tariffe speciali, ad esempio meno costose per il consumo notturno. Dovrebbero essere scelte soprattutto tali tariffe, e più consumo energetico possibile dovrebbe essere spostato alle ore notturne. Nel web sono disponibili simulatori, regolatori, fornitori di distributori di energia

che permettono di determinare la tariffa migliore per le proprie esigenze.

3. L'EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI EDIFICI

Il termine “**efficienza energetica**” viene usato comunemente, ma risulta piuttosto difficile definirlo e concettualizzarlo. Prendiamo in considerazione due concetti di efficienza energetica: uno specificamente tecnico e l'altro più ampio e soggettivo. Un ingegnere potrebbe darne una definizione in senso ristretto, relativamente all'apparecchiatura; un ambientalista avrebbe forse una visione più ampia, mentre un economo, un politico, un sociologo etc. potrebbero sostenere definizioni ancora diverse.



Spesso il concetto di efficienza energetica è stato usato per descrivere ciò che in realtà sarebbe definito ‘conservazione’. Le persone che possiedono una visione sociale di energia potrebbero considerare il risparmio energetico come un guadagno di efficienza, mentre quelli con una visione più tecnica classificherebbero i risparmi come conservazione piuttosto che miglioramento nell'efficienza. Ad esempio, consideriamo un edificio di uffici in cui troviamo un annuncio che riporta il seguente consiglio: “Siate più efficienti... usate le scale invece

dell'ascensore!”. Se la gente segue il consiglio dell'annuncio e fa le scale invece di prendere l'ascensore, si può parlare di un aumento di efficienza energetica? Viene usata meno energia, ma vengono ridotti i servizi.

Un altro esempio: un nucleo abitativo prende dei provvedimenti come aggiungere porte doppie e lampadine a risparmio energetico o isolare il soffitto. Allo stesso tempo, durante l'inverno la famiglia alza il termostato e lascia le luci accese a lungo usando la stessa quantità di energia che usava in precedenza. Il nucleo abitativo ha migliorato la sua efficienza energetica? In un senso strettamente tecnico la risposta è ‘sì’.

Il nucleo abitativo riceve livelli più alti nel servizio (interni più caldi) con lo stesso input energetico ed i singoli servizi vengono fatti funzionare con meno intensità energetica (meno Watt per dispositivo, meno Watt per ogni grado di aumento della temperatura). Secondo un concetto basato sui risultati, l'efficienza energetica non subisce alcuna influenza, a meno che le temperature più alte e periodi di illuminazione più lunghi soddisfino ulteriori bisogni del nucleo abitativo.

In conclusione, quando si tenta di fornire una definizione di efficienza energetica, si può affermare quanto segue:

- a. Crescite di efficienza energetica si verificano sia nel caso in cui gli input energetici per un dato livello di servizio vengono ridotti, sia quando si ha un aumento ed intensificazione dei servizi per una data quantità di input energetico.
- b. L'efficienza energetica (in senso più soggettivo) è la relativa parsimonia o stravaganza con cui gli input energetici

vengono usati per la produzione di beni e servizi.

I servizi energetici includono un gran numero di attività, come fornire energia ad un veicolo o ad un tostapane, far funzionare una caldaia, climatizzare un ufficio o illuminare un parcheggio. Essere energeticamente efficienti significa di per sé fornire servizi con un input di energia minore rispetto allo standard.

3.1. Prodotti che usano energia

I prodotti che utilizzano energia, come i congegni elettrici ed elettronici o le apparecchiature per il riscaldamento, sono responsabili di gran parte del consumo di energia e risorse naturali, poiché hanno anche un significativo impatto ambientale. A questo proposito, l'Unione Europea ha pubblicato la Direttiva 2005/32/EC al fine di disporre requisiti di progettazione per i prodotti che utilizzano energia.

L'eco-design è un approccio preventivo ideato per ottimizzare la prestazione dei prodotti a livello ambientale, pur mantenendo le loro qualità funzionali. La Direttiva non introduce direttamente requisiti vincolanti per prodotti specifici, ma definisce condizioni e criteri per disporre, attraverso successive misure di realizzazione, requisiti concernenti le caratteristiche dei prodotti rilevanti da un punto di vista ambientale e permettere loro di essere resi migliori in maniera veloce ed efficiente. In particolare, questa Direttiva promuove il miglioramento dell'efficienza energetica dei prodotti.

I prodotti che utilizzano energia ed in particolare gli elettrodomestici (le cosiddette 'apparecchiature bianche') già

possiedono delle indicazioni su etichette ed informazioni sul consumo di energia del prodotto. Ciò è stato promosso dalla Direttiva 92/75/EEC. Le etichette hanno lo scopo di informare e convincere gli acquirenti a decidere di acquistare il prodotto scegliendo in base all'efficienza energetica ed al rispetto dell'ambiente. Le etichette sull'energia danno informazioni sull'impatto economico dell'investimento mostrando che costi iniziali più alti vengono ammortizzati da costi energetici più bassi lungo tutto il periodo di durata dell'apparecchio.

Quando si acquistano nuovi congegni è consigliabile sceglierne di più efficienti piuttosto che in misura minore. I primi infatti funzionano meglio e consumano meno. È anche consigliabile la sostituzione delle apparecchiature vecchie, ma in questo caso dovrebbe essere fornita un'analisi tecnico-economica per valutare adeguatamente questo investimento.

Energy		Washing machine
Manufacturer Model		
More efficient A B C D E F G Less efficient		
Energy consumption kWh/cycle (based on standard test results for 60°C cotton cycle)		0,95
<small>Actual energy consumption will depend on how the appliance is used</small>		
Washing performance		A B C D E F G
<small>A: higher G: lower</small>		
Spin drying performance		A B C D E F G
<small>A: higher G: lower</small>		
Spin speed (rpm)		1400
Capacity (cotton) kg		5,0
Water consumption /		55
Noise (dB(A) re 1 pW)	Washing	5,2
	Spinning	7,0
<small>Further information is continued in product brochures</small>		

L'efficienza energetica in UE viene misurata in livelli energetici che vanno da A ++ (il più energeticamente efficiente) a G (il meno efficiente). Oltre ad una classificazione in base ai colori, sull'etichetta relativa all'energia, vi sono anche altre informazioni come ad esempio quelle sul consumo di energia, di acqua o la produzione di rumore. Una classificazione simile è prevista per l'intero edificio, secondo la Direttiva sulle prestazioni energetiche degli edifici (EPBD – 2003/30/EC).

Nelle istituzioni pubbliche, sono valide le Direttive del "green procurement" (2004/17/EC e 2004/18/EC) oltre che le etichette sull'efficienza energetica. Queste Direttive includono la presa in esame dell'ambiente nella selezione, criteri di risarcimento e clausole di prestazione per gli appalti pubblici. La tabella che segue mostra altre etichette di efficienza energetica ed ambientale utilizzate sia in UE che nel resto del mondo.

ETICHETTA	SCOPO	PRODOTTI	SITO WEB
	Offre una guida per la scelta di apparecchiature d'ufficio energeticamente efficienti.	Settore edile, apparecchi per il riscaldamento e raffreddamento residenziale, strumenti maggiori, attrezzature d'ufficio, prodotti elettronici per l'illuminazione.	www.energystar.gov www.eu-energystar.org
	Questa etichetta viene applicata solo ai prodotti con il più basso tasso di impatto ambientale.	Biancheria, concimi; apparecchi elettronici, scarpe, apparecchiature per uso domestico	www.eco-label.com
	Informazioni su apparecchi energeticamente efficienti. Uniforma lo schema europeo per gli apparecchi energeticamente efficienti.	Elettronica per abitazioni, apparecchi d'ufficio e IT con alti profili di efficienza energetica.	www.efficient-appliances.org
	Sistema di etichettamento rispetto alla qualità ed efficienza degli apparecchi elettronici d'ufficio.	Apparecchi IT, computer, schermi, stampanti, tastier e unità di sistema; arredamento d'ufficio, telefoni cellulari.	www.tco.se/TCO www.tcodevelopment.com

Sono stati realizzati anche svariati strumenti, disponibili nel web, per aiutare i consumatori a scegliere apparecchiature più energeticamente efficienti, ad esempio Topten (www.topten.info) che è uno strumento di ricerca online, orientato al consumatore, che presenta le migliori apparecchiature in varie categorie di prodotti.

Un aspetto molto importante dei prodotti che utilizzano energia, specialmente per quanto riguarda i congegni elettronici, è che, a causa di determinati dispositivi, continuano a consumare energia anche quando stanno in modalità stand-by o risultano spenti. In ogni abitazione, moltissimi Watt per ora all'anno vengono consumati a causa di queste modalità degli

apparecchi. I produttori stanno migliorando i congegni cercando di ridurre questo consumo, così che quando si acquistano nuovi apparecchi bisogna analizzare le loro caratteristiche tecniche in maniera adeguata, al fine di scegliere quelli che hanno minori quantità di consumo in modalità stand-by (i valori tipici ed i consumi dei dispositivi quando sono accesi, sono riportati nell'Allegato 1).

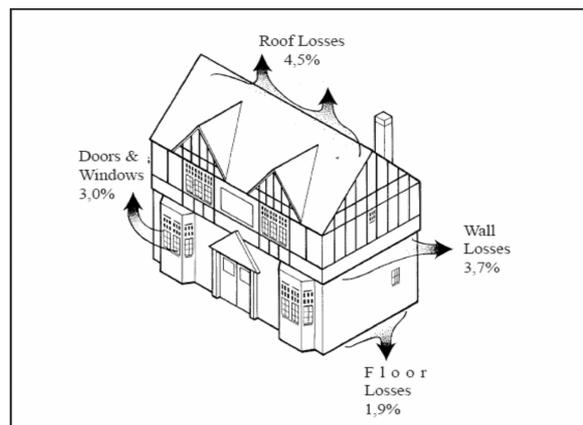


3.2 Provvedimenti per la conservazione di energia

Nei seguenti paragrafi vengono presentati alcuni metodi per la conservazione dell'energia, comunemente consigliati per gli edifici domestici e di servizio.

3.2.1 L'involucro edilizio

L'involucro edilizio, detto anche tessuto dell'edificio, comprende il tetto, le pareti, I pavimenti, le finestre e le porte di un edificio. Anche un edificio ben costruito e mantenuto perde calore per mezzo di tutte queste componenti dell'involucro, in una percentuale che può anche raggiungere il 10-15% del totale del carburante, come mostrato in figura.



Alcuni dei metodi di conservazione di energia più comunemente consigliati per migliorare le prestazioni del riscaldamento dell'involucro edilizio sono i seguenti:

- **l'isolamento del tetto** riduce il bisogno di riscaldamento in inverno e climatizzazione in estate, e rende le condizioni dell'edificio più confortevoli. Il calore sottoforma di radiazioni assorbito da un tetto non isolato rende le condizioni degli abitanti meno confortevoli ed essi sceglieranno di accendere l'aria condizionata ad una temperatura più bassa per risolvere questo problema. Se l'edificio non è affatto isolato, l'isolamento del tetto sarà più economicamente conveniente rispetto a quello del pavimento o delle pareti.



- Molti edifici sono stati costruiti su di una lastra non isolata e sospesa. In

locazioni caratterizzate da un clima freddo, ciò causerà agli abitanti dell'edificio l'infreddolimento degli arti inferiori. **L'isolamento della lastra** migliorerà le condizioni degli abitanti, ma risulterà meno economicamente conveniente rispetto all'isolamento del tetto.

- Anche l'isolamento delle pareti ridurrà la necessità di riscaldamento e raffreddamento dell'edificio. La convenienza economica di questo metodo dipende dall'area esterna alle pareti, dal rapporto parete-finestra, e dal metodo di isolamento scelto. In generale, questo metodo è meno conveniente dal punto di vista economico rispetto all'isolamento di tetto e pavimento.
- **Aumentare l'ombra alle finestre** : tendine e serrande sia interne che esterne sono opzioni consigliabili. Quelle interne sono meno efficaci di quelle esterne nel mantenere il calore fuori dall'edificio. Le serrande interne forniscono agli abitanti dell'edificio un relativo controllo sulla luce e la temperatura dell'ambiente. Sui lati est e ovest, le serrande verticali sono verosimilmente più efficaci di quelle orizzontali, che risultano più sfruttabili sui lati esposti a nord e sud.



- **Aumentare l'isolamento delle vetrate**: lo strato d'aria posto fra le due lastre del vetro agisce da isolante. Cioè, un ulteriore strato diminuisce il bisogno di riscaldamento quando fuori fa freddo e viceversa. Modificare le vetrate, tuttavia risulta costoso, e potrebbe non risultare effettivamente conveniente come metodo di conservazione dell'energia.
- **Aumentare l'isolamento degli infissi**: il calore può essere trasferito all'interno (o all'esterno) dell'edificio attraverso gli infissi delle finestre. Gli infissi di alluminio temprato contengono uno spessore isolante fra gli spessori di alluminio interni ed esterni, e conducono meno calore di un infisso di alluminio standard. Il legno è meno conduttore dell'alluminio. Sebbene la sostituzione di una finestra risulti piuttosto costosa, bisogna considerare il materiale degli infissi quando vengono predisposte finestre nuove o quando vengono scelti nuovi locali.
- **Installare un pannello che rifletta la luce**: si tratta di un pannello orizzontale posta a circa due terzi dell'altezza della finestra. Questo pannello ha il doppio scopo di riparare dal bagliore coloro che stanno vicini alla finestra e fornire la luce

del sole a coloro che sono posti a distanza dalle finestre. Il pannello riflette la luce sul soffitto che viene poi diffusa nel locale. L'installazione di tale strumento implica modifiche costose alla struttura e produce risparmi significativi solo se ci sono sistemi automatici di controllo della luce del sole per l'illuminazione artificiale.

- **Cambiare il colore del tetto:** tetti più scuri assorbono una maggiore quantità di calore, mentre quelli più chiari riflettono più luce lasciando quindi l'edificio più fresco. Mantenere il calore all'esterno è importante specialmente per edifici adibiti ad ufficio.
- **Cambiare il colore delle pareti:** mura esterne di colore più chiaro riflettono più luce di quelle scure e riducono il calore assorbito dall'edificio. Pareti interne più chiare rischiarano anche l'ambiente di lavoro con luce riflessa.

3.2.2 Riscaldamento e raffreddamento

Sebbene un edificio può essere riscaldato e/o climatizzato ad un livello confortevole per coloro che si trovano al suo interno, ciò non significa che sia effettivamente riscaldato e/o climatizzato in maniera efficiente. Negli edifici possono essere usate svariate tipologie di riscaldamento, ventilazione o condizionamento d'aria. Caldaie, unità di riscaldamento a pacchetto, dispositivi di riscaldamento individuali, fornaci o sistemi di riscaldamento di quartiere sono solo pochi esempi di questi sistemi di riscaldamento. Di conseguenza, possiamo considerare una grande quantità di metodi per migliorare le prestazioni energetiche sia dei sistemi primari che

secondari di riscaldamento e raffreddamento, ed alcuni di questi sono elencati di seguito.



Sistemi a flusso d'aria

- Le griglie potrebbero essere sistemate o poste in maniera tale da non raggiungere una distribuzione di aria adeguata allo spazio da coprire. Potrebbe risultare semplice sistemare le griglie o aggiungerne una per migliorare la situazione.
- **rimuovere blocchi dal flusso d'aria** Blocchi parziali o totali si possono sviluppare in un condotto d'aria, a causa di accumuli di sporcizia e polvere o ostruzioni date da oggetti solidi (a volte gli utenti sistemano cartoni o stracci in maniera tale da alterare la diffusione dell'aria secondo le loro esigenze). Il risultato di ciò è un sistema che non funziona come dovrebbe, con una probabile riduzione di efficienza energetica.
- **La pulizia del filtro:** i filtri hanno l'utilità di rimuovere particelle di polvere e sostanze inquinanti che si infiltrano nell'edificio o ne fuoriescono. Perciò, il filtro deve essere pulito regolarmente o

le particelle intrappolate in quest'ultimo ridurranno il flusso d'aria causando un calo di efficienza di suddetto.

Utilizzo del sistema

- **Installare controlli ottimizzati**, che accenderanno e spegneranno i sistemi in maniera tale che la determinata temperatura dell'edificio sia mantenuta costante mentre gli utenti si trovano sul posto. Il sistema di controllo registra le temperature interne ed esterne all'edificio e determina la lunghezza dell'arco di tempo necessario a scaldare o raffreddare quest'ultimo, accendendo o spegnendo l'aria condizionata nei momenti appropriati.
- **Ridurre le ore di attività fissate**: ciò significa semplicemente reimpostare il timer in maniera tale da ridurre le ore di attività dei sistemi di riscaldamento/raffreddamento. Se la temperatura si alza o cala leggermente alla fine del periodo in cui l'edificio viene occupato dagli utenti non è un problema, ed il vantaggio energetico di tale piccolo adattamento, specialmente durante le stagioni meno temperate, potrebbe risultare significativo.
- **Ridurre gli effetti dell'utilizzo fuori dagli orari prestabiliti**: riducendo le temperature prefissate, sia per il riscaldamento che per l'aria condizionata, per le attività fuori dagli orari prestabiliti, l'utilizzo di energia dei sistemi verrà ridotto in maniera consistente.
- **Ridurre le aree che necessitano l'utilizzo fuori dagli orari prestabiliti**: le attività fuori orario dei sistemi di riscaldamento/raffreddamento potrebbero essere necessarie solo per piccoli settori dell'edificio. Ciò potrebbe

esserci la possibilità di isolare parte del sistema in modo da essere utilizzata unicamente durante l'operazione fuori orario.

Impianto di raffreddamento

- Risparmi di energia significativi potrebbero essere raggiunti attraverso la **sostituzione dell'impianto di raffreddamento** esistente con un'unità più nuova ed adeguata.
- **miglior corrispondenza fra sistema di raffreddamento e caratteristiche di carica**: differenti tipi di impianti di raffreddamento funzionano in maniera più efficace con carica differente, cioè le caratteristiche di carica dell'installazione dovrebbero corrispondere all'impianto più appropriato allo scopo di ottimizzare l'efficienza energetica.
- Una **corretta regolazione dei controlli di sequenziamento dell'impianto** è importante per un'efficiente attività del sistema, specialmente dove vi è più di un impianto.
- **I ventilatori** possono essere regolati a diverse velocità per ridurre il consumo di corrente.
- **Condensatori d'acqua** possono essere utilizzati per deumidificare gli ambienti.
- **Compressori degli impianti di raffreddamento**: a seconda della misura e tipologia dell'installazione verrà determinato il tipo di compressore più adeguato all'utilizzo.
- **Rimpiazzare impianti di raffreddamento a torre**: potrebbero esistere condizionatori a torre non efficienti che dovrebbero essere sostituiti offrendo un significativo risparmio d'energia.

- **Il sistema di controllo dell'acqua fredda ed i punti di impostazione del condensatore d'acqua** potrebbero essere regolati per meglio soddisfare la richiesta di carica, raggiungendo in questo modo una migliore efficienza energetica.

La caldaia

- Significativi risparmi di energia potrebbero essere raggiunti attraverso la **sostituzione della caldaia esistente** con un modello più appropriato o aggiornato.
 - **Miglior corrispondenza fra carica e profilo:** L'efficienza energetica può essere ottimizzata adeguando le dimensioni e il numero di caldaie che operano ad una determinata carica.
 - Minori **regolazioni delle impostazioni** e calibrazioni delle caldaie possono migliorare l'efficienza.
 - La **corretta regolazione dei controlli di sequenziamento** delle caldaie, secondo le variazioni della carica di riscaldamento, sarà importante per il funzionamento efficiente del sistema di riscaldamento.
 - **Sistemare i punti di regolazione dell'acqua calda:** I punti di regolazione del sistema di controllo di riscaldamento possono essere regolati per meglio soddisfare la domanda di carica, in modo da ottenere livelli più elevati di efficienza energetica globale.
 - **sensore di controllo:** i controlli automatici delle caldaie sono in grado di variare la velocità della ventola a tiraggio forzato secondo l'eccesso di aria avvertito nella caldaia. Ciò garantisce una migliore efficienza della suddetta.
- ### Circolazione di acqua calda e fredda
- **decentrare la produzione di acqua calda/fredda:** le installazioni centralizzate di riscaldamento e raffreddamento dell'acqua possono includere ampie tubature che possono dar luogo a grosse perdite dai tubi. Una maggiore efficienza energetica può essere raggiunta utilizzando una serie di piccoli refrigeratori / caldaie situate nelle vicinanze delle cariche.
 - **centralizzare la produzione di acqua calda/fredda:** Dove ci sono una serie di piccoli impianti di raffreddamento/caldaie, che sono relativamente vicini, e in funzione del profilo di carica, è possibile raggiungere un certo risparmio energetico utilizzando una sola unità di raffreddamento o caldaia centralizzata. Le riduzioni nei costi di manutenzione possono essere notevoli.
 - **motori a velocità variabile:** L'utilizzo di motori a velocità variabile per le impostazioni della pompa degli impianti di raffreddamento/riscaldamento dell'acqua possono migliorare notevolmente l'efficienza energetica degli impianti.
 - **Riduzione del volume di circolazione:** è possibile che una quantità di acqua calda/fredda maggiore del necessario venga fatta circolare nell'edificio per soddisfare i picchi di carica. Il riequilibrio del sistema consentirà al flusso di essere ridotto.
 - **Con la riduzione della capacità della pompa** per soddisfare il carico, può essere raggiunto un certo risparmio energetico e una maggiore durata della pompa.

- **Modulazione delle temperature di circolazione per soddisfare la domanda:** È possibile una riduzione delle temperature di funzionamento, con conseguente risparmio di calore perso dalle tubature.
- **Riduzione delle ore di circolazione:** Molti sistemi operano più del necessario. Con la riduzione delle ore di funzionamento della pompa, il consumo energetico sarà ridotto.
- **Migliorare l'isolamento delle tubature:** Se l'isolamento delle tubature è in cattivo stato di manutenzione o non è dello spessore sufficiente, è consigliabile sostituire l'isolamento, riducendo l'energia sprecata.
- **Migliorare l'isolamento della valvola:** l'isolamento delle valvole tende ad usurarsi con il passare del tempo. Con la sua sostituzione con un tipo più flessibile le perdite dalle valvole saranno ridotte.
- **Ridurre la lunghezza del condotto:** la capacità della pompa, come pure le perdite di energia dalle tubazioni, sono associate alla lunghezza del tubo. È possibile reindirizzare le tubazioni in modo che le lunghezze siano ridotte.



Impianto generale

- **Rimpiazzare pompe e motori:** è probabile che un'apparecchiatura vecchia che sta per terminare il suo periodo di funzionamento ottimale non funzioni in maniera efficiente. Sostituendo l'apparecchiatura verranno raggiunti miglioramenti complessivi, verranno ridotti i costi di manutenzione e si verificherà un notevole risparmio di energia.
- **Corrispondenza con la carica:** quando si installa qualsiasi tipo di impianto, è importante che la grandezza di questo corrisponda ad una carica adeguata. Riducendo la capacità dell'apparecchiatura, l'efficienza dell'unità verrà migliorata permettendo notevoli risparmi ed una maggior durata del congegno.
- **Installare un ciclo a economia:** un ciclo a economia permette all'aria di essere rimessa in circolo nei periodi in cui non vi è richiesta di aria fresca. Il risultato di ciò consisterà in riduzioni di riscaldamento o raffreddamento di aria esterna non necessari e conseguenti risparmi energetici.
- Nei luoghi in cui l'aria non può essere rimessa in circolo, un'apparecchiatura **di recupero di aria e aria calda** permetterà il trasferimento di calore fra la quantità immessa e l'aria di scarico. Il risultato sarà la riduzione di riscaldamento/raffreddamento non necessario e, di conseguenza, un notevole risparmio di energia.
- **Installare un sistema di recupero del calore dato dal sistema di raffreddamento:** questo sistema usa calore che viene normalmente scaricato nell'atmosfera dal sistema di

raffreddamento per preriscaldare l'acqua destinata all'uso domestico o al riscaldamento degli spazi. Il risultato complessivo è quello di raggiungere risparmio di energia.

3.2.3 Acqua calda per uso domestico

L'acqua calda per uso domestico può essere prodotta utilizzando caldaie, sistemi che sfruttano fonti di energia rinnovabili o riscaldamento di quartiere. La scelta fra questi dipende dalla disponibilità di risorse energetiche, dai requisiti richiesti, dalla sicurezza e da fattori economici. Esistono 4 metodi fondamentali per ridurre i costi delle bollette dell'acqua calda: usare una minore quantità di acqua calda, spegnere il termostato dello scaldabagno, isolare lo scaldabagno o comprare un modello più nuovo ed efficiente.

Semplici provvedimenti che possono aiutare a fornire acqua calda utilizzando meno energia sono i seguenti:

- **ridurre la temperatura dell'acqua immagazzinata:** se la temperatura dell'acqua calda immagazzinata è più alta del necessario, abbassarla ridurrà le perdite di calore e lo spreco di energia. Tuttavia, la temperatura non può essere abbassata oltre i 60° C, in quanto sotto questo limite si può sviluppare il batterio della legionella (il responsabile delle cosiddette malattie legionarie).
- **Ridurre la temperatura della circolazione dell'acqua calda:** se la temperatura di distribuzione dell'acqua calda è più alta del necessario, è consigliabile abbassarla diminuendo in questo modo la perdita di calore dalle

tubature. Tale temperatura non può essere abbassata oltre i 55° C.



- **Ridurre il flusso del rubinetto:** installando un congegno di diminuzione del flusso su per il rubinetto, l'uso di acqua calda può essere ridotto considerevolmente, senza creare problemi all'utente.
- **Ridurre il flusso della doccia:** installando un congegno di riduzione alla cipolla della doccia, o sostituendo quest'ultima, l'uso di acqua calda può essere ridotto notevolmente, senza creare problemi all'utente.
- **Decentralizzare la produzione di acqua calda:** installazioni centralizzate di produzione di acqua calda possono implicare estesi reticoli di tubature dando luogo a consistenti perdite di calore attraverso queste. Una migliore efficienza energetica può essere raggiunta usando un numero di unità di generazione di acqua calda più piccole, ubicate nelle vicinanze dei punti in cui l'acqua viene utilizzata.
- **Centralizzare la produzione di acqua calda:** dove vi sono svariate unità di produzione di acqua calda più piccole poste relativamente l'una vicina all'altra, ed a seconda delle caratteristiche della

carica da esse richiesta, è possibile che una migliore efficienza energetica possa essere raggiunta usando un sistema centralizzato di produzione di acqua calda.

- **Coordinamento della produzione di acqua calda per uso domestico/di servizio:** l'acqua calda può venire usata in un edificio per svariati scopi. Coordinando il suo utilizzo in base ai diversi scopi ed in momenti diversi, è possibile ridurre la richiesta di immagazzinamento oppure il livello massimo di richiesta simultanea. Ciò potrebbe portare ad una riduzione della misura dell'impianto di produzione dell'acqua, con una conseguente riduzione dei costi complessivi dell'energia.

3.2.4 L'Illuminazione

Illuminare gli edifici necessita di energia e soldi, non solo a causa del consumo di elettricità, ma anche relativamente alla manutenzione dei sistemi di illuminazione. Risparmi energetici possono essere raggiunti mediante la combinazione di diversi tipi di lampade con i loro specifici attrezzi di supporto (come apparecchi e resistenze) e la maniera in cui i sistemi vengono azionati nell'uso quotidiano. L'efficienza di illuminazione può essere migliorata prendendo i provvedimenti presentati nei paragrafi che seguono.

Design dell'illuminazione

- Le superfici riflettenti degli apparecchi debbono essere mantenute pulite. **Pulire gli apparecchi** non risparmierà energia di per sé, ma se questi saranno

più puliti può essere mantenuto un livello di illuminazione migliore con l'impiego della stessa quantità di energia.

- **Sostituzione delle lampade con unità ad efficienza maggiore:** i tubi fluorescenti standard a mono-fosforo di 26 mm sono del 10% più efficienti rispetto ai loro predecessori di 38 mm. Le CFLs (luci fluorescenti compatte) sono circa 4 volte più efficienti delle equivalenti lampade a incandescenza.



- Nei luoghi in cui i livelli di illuminazione superano gli standard o poco corrispondono ai bisogni degli utenti (vedi allegato n. 2), è possibile risparmiare energia **rimuovendo le lampade non necessarie** e classificando di conseguenza i contenitori da cui le lampade sono state rimosse.
- **Attuare una sostituzione selettiva dei tubi:** cioè rimpiazzare i tubi fluorescenti a mono-fosforo meno luminosi con i più luminosi tubi fluorescenti a tri-fosforo. Il risparmio energetico che si ottiene con tale provvedimento, risulta dalla componente

“di selezione”, in quanto un numero minore di tubi è necessario per raggiungere lo stesso livello complessivo di illuminazione.

- **L’installazione di autotrasformatori** fornisce un metodo alternativo per ridurre l’uso di energia e la luminosità di un’installazione. Gli autotrasformatori agiscono abbassando il voltaggio dei circuiti di illuminazione, diminuendo perciò la luminosità e l’utilizzo di energia.
- La **sostituzione di diffusori** può migliorare l’efficienza se accompagnata dalla rimozione dei tubi.
- **Ridurre il numero di apparecchi** può ridurre problemi di eccesso di illuminazione, migliorando in questo modo l’efficienza energetica ed il comfort degli utenti. **Riposizionare gli apparecchi** relativamente alle aree di lavoro può ridurre il numero di apparecchi richiesti, ridurre problemi di bagliori eccessivi e migliorare il livello di luce.
- La **sostituzione delle resistenze** negli apparecchi fluorescenti può implicare risparmi energetici.
- In alcuni casi, risulta più economicamente conveniente **rinnovare vecchi apparecchi** piuttosto che sostituirli. La **sostituzione** può essere più conveniente a seconda della tipologia dell’apparecchio che viene rimpiazzato.

Controllo dell’illuminazione

- **maggiore attenzione da parte degli utenti nell’accensione e spegnimento delle luci:** il modo più efficiente di assicurarsi che le luci vengano spente è quello di assegnare ad una persona in ogni area di lavoro la

responsabilità di controllare che le luci vengano spente alla fine della giornata.

- **maggiore attenzione da parte del personale addetto alla sicurezza ed alle pulizie nell’accensione/ spegnimento delle luci:** si riscontra spesso negli addetti alle pulizie la tendenza ad accendere le luci dell’intero edificio per poi spegnerle man mano che puliscono le varie zone. Essi dovrebbero accendere le luci unicamente piano per piano.
- **Miglior posizionamento dei sistemi d’accensione/spegnimento**
 1. Far corrispondere i modelli d’uso: la presenza di un unico interruttore per controllare le luci di un piano intero non risulta affatto efficiente, specialmente durante ore in cui sono presenti una o due persone nell’edificio. Far corrispondere congegni di spegnimento/accensione a zone d’uso individuali dell’edificio è molto più efficiente.
 2. Regolarsi con la disponibilità della luce del giorno: equilibrare l’accensione/spegnimento con la disponibilità della luce naturale significa che le luci non necessarie durante il giorno possono essere spente, lasciandole accese nelle parti dell’edificio non raggiunte dalla luce del sole.
 3. Migliorare l’accessibilità: in fine, spostare ed etichettare gli interruttori per renderli più accessibili, condurrà a notevoli risparmi energetici.
- **Migliore manutenzione dei controlli:** i controlli automatizzati di illuminazione sono utili solo se funzionano bene.

L'esperienza insegna che la probabilità che gli utenti interferiscano con tali controlli è piuttosto alta. È per tanto importante controllare regolarmente suddetti ed assicurarsi che lavorino in maniera efficiente.

- **I sistemi di controllo automatizzati in base all'utenza** usano dei sensori di movimento per determinare se accendere le luci. Introdurre tali sistemi può portare a risparmiare energia attraverso la riduzione delle ore di attività. Tuttavia, bisogna sempre assicurarsi che questi sistemi funzionino a favore e non contro i bisogni degli utenti.



- I sistemi di controllo in base alla luce del giorno possono conservare energia riducendo le ore di attività dell'illuminazione. **I sistemi di controllo automatizzati** hanno dei sensori di luce che spengono alcune o tutte le luci in un'area in cui il livello di illuminazione viene ritenuto essere sufficiente. Se le luci sono dotate di resistenze oscurabili elettroniche, le luci possono anche essere regolate a seconda delle condizioni dell'ambiente. Per adattare i livelli di luce, è preferibile utilizzare un sistema in continua variazione che un sistema a spegnimento, in quanto gli utenti

tendono ad essere infastiditi dallo spegnimento ed accendimento delle luci.

3.2.5 Apparecchi domestici

I macchinari da lavanderia utilizzano elettricità nella rotazione del tamburo, per la circolazione di acqua, riscaldamento e rimozione, e riscaldamento dell'aria. Strategie utili per migliorare l'efficienza energetica quando si fa il bucato sono le seguenti:

- mettere le lavatrici in zone ben ventilate;
- adattare il volume dei panni da lavare alla capienza della macchina;
- pulire regolarmente i filtri ed i contenitori dei detersivi;
- separare i vestiti in base ai colori, al tessuto ed allo sporco; usare programmi a basse temperature e opzioni a risparmio per vestiti poco sporchi;
- scegliere lavatrici che abbiano una funzione di pesatura che utilizzi automaticamente la quantità d'acqua necessaria;
- evitare programmi di prelavaggio;
- usare la centrifuga nelle lavatrici invece dell'asciugatrice;
- asciugare i vestiti il più possibile all'aperto;
- quando si usa un'asciugatrice, separare i tessuti leggeri da quelli più pesanti e non mescolare vestiti parzialmente asciutti con altri molto umidi;
- se l'asciugatrice ha un tubo per lo scarico di vapore, renderlo più corto possibile per aumentare la sua efficienza;
- se l'asciugatrice ha un sistema di controllo dell'umidità, usarlo per spegnere automaticamente l'apparecchio quando i vestiti risultano asciutti.



Nel caso delle **lavastoviglie** il consumo di elettricità è dovuto soprattutto al riscaldamento di acqua ed aria. L'efficienza energetica delle lavastoviglie può essere migliorata da:

- l'adattamento della quantità di piatti alla capienza dell'apparecchio;
- la regolare pulizia dei filtri;
- la rimozione dai piatti di cibo in eccesso, mediante l'utilizzo di tovaglioli usati o acqua;
- la scelta di programmi di lavaggio più brevi ed opzioni specifiche per risparmiare acqua ed energia.

Frigoriferi e congelatori usano energia per produrre freddo. Pochi semplici provvedimenti possono aiutare a risparmiare molta energia:

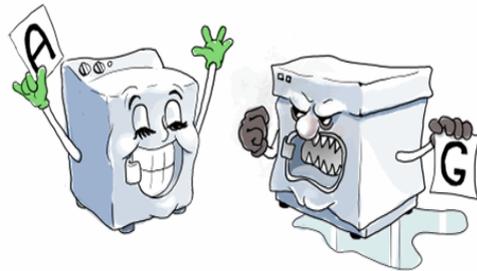
- queste apparecchiature prendono calore dall'interno del sistema e lo rilasciano all'esterno. Più calda è l'aria attorno al congegno, meno efficiente risulta suddetto. Perciò, un **corretto posizionamento** fa una grande differenza nella loro efficienza;
- controllare gli apparecchi per verificare che non stiano refrigerando al di sotto

delle temperature consigliate: aumentare la temperatura dello spazio da raffreddare anche solo di 1° C può ridurre il consumo di energia del 2% (le temperature consigliate per i frigoriferi vanno dai 3° C ai 5°C, e - 15° C per i congelatori);

- assicurarsi che le porte non vengano lasciate aperte per archi di tempo più lunghi del necessario: è consigliabile mettere e togliere quanto necessario più velocemente possibile;
- valutare il raffreddamento piuttosto che la refrigerazione: alcuni prodotti vengono conservati in maniera adeguata con il raffreddamento piuttosto che un refrigeramento attivo;
- monitorare periodicamente i sistemi di controllo per accertarsi che rimangano sempre impostati a livelli ottimi;
- mantenere i condensatori esterni puliti e liberi da ostruzioni;
- sbrinare gli evaporatori regolarmente;
- assicurare un corretto isolamento rimpiazzando gli isolanti quando necessario;
- è consigliabile seguire le istruzioni del fabbricante per la manutenzione;
- mantenere il cibo in spazi chiusi: lo scambio di acqua fra cibo ed aria consuma energia;
- evitare di introdurre cibo a temperature più alte di 35-40° C (è consigliato raffreddarlo prima all'esterno e, quando congelato, scongelarlo nel frigo affinché rilasci freddo al suo interno);
- spegnere i frigoriferi quando non se ne ha bisogno, specialmente durante le vacanze;
- non riempire eccessivamente i frigoriferi permettendo la circolazione dell'aria;
- il cibo andrebbe raggruppato a seconda del suo bisogno di refrigerazione (la parte più fredda del frigo si trova nella zona più in basso).



capienza adeguata ai propri bisogni andrebbe scelta ogni volta.



Forni e fornelli usano energia allo scopo di produrre calore per cucinare il cibo. Il calore può essere generato da resistenze elettriche, dalla combustione di gas o da radiazioni (microonde). Alcuni suggerimenti per risparmiare energia sono i seguenti:

- quando si cucina, preriscaldare il forno per un arco di tempo minore di quello consigliato;
- usare la luce ed il timer per regolarsi quando si cucina, evitando di aprire il forno;
- favorire una migliore circolazione dell'aria e cuocere più velocemente mediante l'uso della ventola;
- spegnere il forno 15 minuti prima della fine della cottura: utilizzerà il calore rimanente;
- usare il microonde il più possibile;
- pulire il forno ed i fornelli regolarmente.

In ogni caso, e per quanto concerne ogni tipo di elettrodomestico, è importante scegliere le apparecchiature considerando la loro efficienza energetica (cioè quelle etichettate con la miglior classificazione). Attualmente il mercato offre innumerevoli possibilità di scelta di elettrodomestici, con eccellenti prestazioni di efficienza energetica (vedi par. 3.1). Inoltre, una

3.2.6 Attrezzature d'ufficio

Parlando di attrezzature d'ufficio, si intendono generalmente i seguenti elementi: computer, monitor, fax, fotocopiatrici, stampanti, telefoni fissi e cellulari, modem, etc. Sebbene risparmi energetici a lungo termine in questo campo possono essere raggiunti comprando apparecchi energicamente efficienti, alcuni consigli per risparmiare sono i seguenti:

- **Spegnere gli apparecchi di notte:** si tratta di un provvedimento semplice che può apportare notevoli risparmi di energia. I computer, per esempio, usano 100-150 W di corrente, e gli edifici scolastici ed adibiti agli uffici ne contengono a centinaia. Assegnare agli individui la responsabilità di spegnere le apparecchiature e promuovere una campagna di sensibilizzazione per lo spegnimento.



- **Spegnere gli apparecchi quando non vengono utilizzati:** incoraggiare il personale a spegnere gli apparecchi delle loro postazioni di lavoro prima di lasciarle per pausa pranzo o riunioni. Se i tempi di riscaldamento di fotocopiatrici e fax sono seccanti, usare la modalità di stand-by. Se non volete attendere che i computer si carichino, già solo lo spegnimento del monitor può ridurre il consumo di energia fino alla metà.
- **Attivare le caratteristiche di Energy star:** le apparecchiature più moderne possiedono caratteristiche di risparmio energetico predisposte secondo il programma Energy Star, ma generalmente queste caratteristiche devono essere attivate.

3.2.7 Sistemi ad energia rinnovabile

Esistono molte possibilità per utilizzare energia rinnovabile negli edifici, dalle luci esterne che sfruttano energia solare all'acquisto di energia rinnovabile presso i servizi pubblici locali o addirittura alla produzione di energia, ad esempio a casa mediante cellule fotovoltaiche.

Consigli inerenti l'energia rinnovabile

- Un edificio nuovo offre la grande opportunità di essere progettato ed orientato in maniera tale da poter sfruttare i raggi del sole. Un edificio ben orientato lascia entrare anche il sole invernale a bassa angolatura, riducendo così i costi delle bollette del riscaldamento, e respinge il sole estivo ad angolatura alta, riducendo le bollette del condizionamento d'aria.

- Molti consumatori di tutta l'UE comprano elettricità prodotta utilizzando fonti di energia rinnovabili, come il sole, l'acqua, le biomasse ed il calore dell'interno della terra. Questa energia a volte viene chiamata "energia verde". Comprare energia verde dai servizi pubblici è il modo più facile per utilizzare energia rinnovabile senza dover investire nelle apparecchiature o effettuare una manutenzione extra.
- L'energia solare viene principalmente utilizzata per il riscaldamento dell'acqua. I sistemi solari di riscaldamento dell'acqua hanno impatti ambientali lievi (in un periodo di 20 anni uno di essi può evitare oltre 50 tonnellate di emissioni di CO₂), e possono essere attualmente installati su ogni tetto per fondersi con la struttura dell'edificio. Inoltre, se c'è una piscina o una vasca idromassaggio, l'energia solare può essere usata per tagliare i costi di riscaldamento della piscina. Molti sistemi di riscaldamento solare per la piscina sono anche economicamente competitivi rispetto a quelli convenzionali.



Consigli per risparmiare a lungo termine

- se l'edificio è stato costruito in modo il più possibile energeticamente efficiente e tuttavia continuano ad arrivare bollette

dell'elettricità molto alte, sebbene sia presente sul posto una buona fonte di energia solare, allora potrebbe convenire considerare la possibilità di generare energia utilizzando pannelli fotovoltaici. Al momento sono disponibili nuovi prodotti che integrano i pannelli al tetto, rendendoli molto meno visibili dei sistemi più vecchi. Tuttavia, se viene presa la decisione di investire in un sistema fotovoltaico è necessario attuare delle ricerche.

- Esistono altri sistemi che sfruttano il potenziale delle fonti di energia rinnovabili, come i sistemi a biomassa per il riscaldamento degli edifici (combustione di chips o pellet), pompe di calore che sfruttano il calore del terreno, le quali vengono utilizzate sia per il riscaldamento dell'edificio durante l'inverno che per raffreddarlo durante l'estate, etc. La decisione se procedere o meno con tali installazioni dovrebbe basarsi su di un'accurata analisi relativa a quanto l'operazione sia effettivamente fattibile.

3.3 Comportamenti di risparmio energetico

Nel tentativo di realizzare l'edificio nella maniera più ecologica ed energeticamente efficiente possibile, ingegneri ed architetti si sono imbattuti in un problema che non avevano pienamente considerato: gli abitanti/utenti dell'edificio. Infatti i progettisti hanno trovato dei modi per realizzare sistemi di riscaldamento e raffreddamento più efficienti che mai, utilizzando principalmente tecnologie all'avanguardia e tecniche di vecchia scuola,

come ad esempio la ventilazione naturale. Ma le sfide inerenti il cambiamento delle condotte degli utenti formano un'altra parte del problema, sotto molti aspetti la più stimolante.



Le persone, intese come consumatori di energia, non consumano semplicemente gas o elettricità, ma piuttosto i servizi che queste fonti di energia offrono. La maggior parte delle volte l'energia che viene utilizzata a casa, a scuola, in ufficio... risulta invisibile ed i comportamenti di consumo di energia sono basati su routine ed abitudine. Lo schermo del computer rimane acceso anche quando siamo in pausa pranzo, accendiamo le luci e le lasciamo accese anche se non ci troviamo più nella stanza, lasciamo la TV in stand-by, etc. senza mai pensare a come queste azioni vengono effettuate, da dove viene l'energia o quali sono le conseguenze delle nostre azioni sull'ambiente.

Queste condotte sono difficili e complicate da cambiare, in parte perché dipendono dalle caratteristiche dell'edificio e degli apparecchi che utilizzano energia, ma soprattutto perché sono influenzate da una serie di fattori interni ed esterni come ad esempio le nostre credenze, valori ed attitudini, i comportamenti delle altre persone, e vari incentivi o costrizioni economiche. Tuttavia, la condotta può essere influenzata ed in alcuni casi può

cambiare molto rapidamente, ad esempio per quanto riguarda il crescente successo popolare del cibo biologico. Tuttavia, è stato provato che cambiare la condotta degli abitanti/utenti di un edificio risulta più complicato.

Nel contesto dell'energia sostenibile il 'cambiamento di condotta' può essere suddiviso in due ampie categorie:

- cambiamenti nei comportamenti di acquisto
- cambiamenti nei comportamenti di routine

L'uso più comune della locuzione 'cambiamento di condotta' si riferisce al cambiamento nei comportamenti di routine – in altre parole, qualcuno che realmente cambia ciò che fa ogni giorno. Tuttavia, nel caso dell'energia sostenibile, anche i comportamenti d'acquisto sono importanti, come vedremo nei paragrafi seguenti.

Cambiamenti nell'acquisto

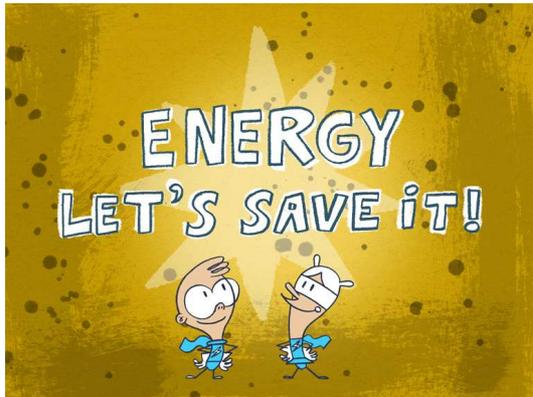
- **Acquistare opzioni a basso tenore di carbonio:** tali acquisti vengono generalmente consigliati nel momento in cui c'è bisogno di rimpiazzare qualche apparecchiatura, ad esempio quando si rompe la lavatrice, o bisogna cambiare una lampadina. Per loro natura sono acquisti relativamente rari, e richiedono solo una modifica nella condotta (cioè un cambiamento nella decisione inerente l'acquisto che sia rivolto ad una sostituzione più energeticamente efficiente possibile).
- **Fare acquisti di tipo nuovo:** tali acquisti non sono sollecitati dal bisogno di sostituire, si tratta ad esempio di

comprare materiale isolante per le cavità della parete o installare la micro generazione. Essenzialmente si tratta di nuovi comportamenti, e richiedono che il consumatore faccia qualcosa che inizialmente non avrebbe necessariamente fatto.

Cambiamenti nei comportamenti di routine

- **Cambiamento minore di una routine comune:** alcuni cambiamenti di routine esistenti risultano relativamente facili da realizzare, ad esempio spegnere le luci e mettere gli apparecchi in stand-by.
- **Comportarsi in un modo totalmente nuovo:** altri cambiamenti delle routine esistenti richiedono un completo cambiamento di condotta, ad esempio l'utilizzo di un ventilatore da soffitto al posto di un condizionatore, l'utilizzo di legna per cucinare, etc.

Svariati studi hanno analizzato gli impatti dei provvedimenti di intervento, come ad esempio varie forme di feedback sul consumo di energia, l'utilizzo di bollette migliori e più ricche di informazioni, premi ed incentivi economici, nonché l'impiego di tecniche come campagne di sensibilizzazione mirate o l'utilizzo di tecnologie di microgenerazione. Sembra che alcuni di questi interventi abbiano apportato notevoli risparmi di energia. Ad esempio, degli studi sul feedback dell'uso energetico mostrano una media di risparmi del 5%-15% nel breve termine, mentre studi di Eco-squadre (in cui la gente si incontra mensilmente per analizzare insieme il proprio utilizzo, trasporto e spreco di energia) suggeriscono che sono possibili anche risparmi maggiori.



Cambiamenti più basilari negli abitanti/utenti degli edifici richiedono probabilmente un approccio olistico che vada oltre l'utilizzo dell'energia in ufficio, a casa, a scuola per considerare anche il trasporto, lo spreco e l'utilizzo dell'acqua – i quali hanno tutti impatti su energia e clima. Nonostante ciò, la strategia più importante per modellare i comportamenti del consumatore inerenti l'energia è l'educazione. È fondamentale fornire a tutti gli utenti dell'edificio informazioni adeguate ed un'educazione specifica riguardo a consapevoli comportamenti inerenti energia ed efficienza energetica, allo scopo di raggiungere risparmi effettivi, e tutto ciò deve essere impostato già dall'età della scuola.

4. L'AUDIT ENERGETICO

Con il termine 'audit energetico' si intende generalmente una procedura sistematica il cui scopo è quello di ottenere una conoscenza adeguata del profilo di consumo energetico di un edificio o impianto industriale. Ha anche lo scopo di identificare e soppesare le opportunità più convenienti di risparmio energetico per l'unità presa in considerazione. Gli audit energetici sono fondamentali per la realizzazione di provvedimenti inerenti il risparmio energetico e per assicurarsi di raggiungere i target prefissati della gestione dell'energia.



In un audit energetico:

- lo scopo principale è il risparmio energetico,
- potrebbero esserci altri aspetti da considerare (condizioni tecniche, ambiente) ma l'interesse principale ricade sul consumo di energia e sulle possibilità di risparmio,
- vengono prodotti dei resoconti sui provvedimenti di risparmio energetico,
- il lavoro dovrebbe coprire tutti gli aspetti inerenti il consumo energetico di un luogo o di certe aree limitate (sistemi,

apparecchiature) o vari luoghi (verifica orizzontale).

Il termine "audit energetico" può avere significati diversi a seconda della nazione e del fornitore del servizio. Potrebbe essere usato anche un altro termine per l'intero processo (ad esempio sondaggio energetico, valutazione etc.), ma l'attività segue gli stessi criteri dell'audit.

4.1 Tipi di audit

Gli audit energetici degli edifici possono variare da semplici verifiche di spiegazione delle attrezzature ad analisi molto dettagliate con simulazioni computerizzate di ora in ora. Generalmente, distinguiamo 4 tipi di audit che andiamo a descrivere di seguito.

4.1.1 Audit di spiegazione

Questo audit consiste in una breve revisione delle attrezzature del luogo con lo scopo di identificare aree in cui delle semplici ed economiche azioni possono fornire immediati risparmi di energia e/o costi delle operazioni. Alcuni ingegneri chiamano questo tipo di audit 'provvedimenti di operazione e manutenzione' (ad esempio abbassare le temperature impostate del riscaldamento, sostituire finestre rotte, isolare tubi di acqua calda e vapore, ed equilibrare il rapporto aria-carburante delle caldaie).

4.1.2 Analisi del costo del servizio

Lo scopo principale di questo tipo di verifica è quello di analizzare attentamente i costi di

operazione delle attrezzature. Solitamente i dati del servizio relativi a vari anni vengono analizzati per identificare i modelli dell'utilizzo di energia, punte massime di richiesta, effetti del tempo, e potenziale per risparmio energetico. Per realizzare questa analisi è consigliabile che il revisore attui un sondaggio dettagliato per acquisire familiarità con le attrezzature ed i loro sistemi energetici.

È molto importante che il revisore comprenda chiaramente la struttura della tariffa del servizio che viene applicata alle attrezzature per varie ragioni, fra cui:

- calcolare i prezzi del servizio ed assicurarsi che non siano stati commessi degli errori nel calcolo delle bollette mensili. Infatti, le strutture della tariffa per servizi commerciali ed industriali possono essere piuttosto complesse con "addebiti a cerniera" e penalità rispetto al fattore energetico.
- determinare gli addebiti dominanti nella bolletta del servizio. Ad esempio, gli addebiti relativi alle punte massime di richiesta possono rappresentare parti considerevoli della bolletta specialmente quando vengono applicate "tariffe a cerniera". Provvedimenti di frazionamento delle punte massime di richiesta possono essere consigliabili per ridurre gli addebiti.
- valutare se l'attrezzatura può trarre beneficio dall'utilizzare altre strutture di tariffa per acquistare carburante più economico e ridurre i suoi costi di operazione. Questa analisi può offrire una notevole riduzione delle bollette, specialmente con la deregolamentazione elettrica e la diffusione di strutture di pagamento in tempo reale.

Inoltre, il revisore può valutare se l'attrezzatura è valida o no per progetti di

retrofit energetico, analizzando i dati relativi al servizio. Infatti, l'utilizzo di energia di quest'ultimo può essere normalizzato e messo a confronto con indici (ad esempio, l'utilizzo di energia per unità o per piano, per gli edifici).

4.1.3 Audit energetico standard

L'audit energetico standard fornisce un'analisi energetica globale dei sistemi e dei servizi. Oltre alle azioni descritte per l'audit di spiegazione e dei costi del servizio di cui sopra, la verifica standard include lo sviluppo di una linea di fondo per l'utilizzo di energia del servizio e la valutazione di risparmi energetici e la convenienza economica di provvedimenti, accuratamente selezionati, relativi al risparmio di energia. L'approccio a fasi della verifica standard è simile a quello della verifica dettagliata, che verrà descritta più avanti in questo capitolo.

Solitamente, strumenti semplificati vengono usati per sviluppare modelli di base di energia e per prevedere i risparmi relativi ai provvedimenti di risparmio energetico. Fra questi strumenti troviamo i metodi 'grado/giorno' ed i modelli di regressione lineare. Inoltre, una semplice analisi del rimborso viene generalmente attuata per determinare la convenienza economica dei provvedimenti di conservazione dell'energia.

4.1.4 Audit energetico dettagliato

Questo tipo di audit è quello più esaustivo ma anche quello che impiega più tempo. Nella fattispecie, l'audit dettagliato (detto anche 'diagnostico') include l'utilizzo di strumenti per la misurazione dell'utilizzo di energia per l'intero edificio e/o per alcuni

sistemi di energia all'interno di questo (per esempio gli usi finali: illuminazione, apparecchi d'ufficio, ventilatori, condizionatori etc.). Inoltre, vengono utilizzati sofisticati software di simulazione per valutare e consigliare riequipaggiamenti di energia per le attrezzature, ma queste verifiche richiedono alti livelli di competenza e pratica ingegneristica.

Nella verifica dettagliata dell'energia, viene generalmente attuata una valutazione economica più rigorosa dei provvedimenti di conservazione dell'energia. Nello specifico, la convenienza economica dei retrofit energetici può essere determinata in base alle analisi dei costi del ciclo di durata piuttosto che in base all'analisi del semplice periodo di rendimento. Questo metodo di analisi tiene in conto un numero di parametri economici come l'interesse, l'inflazione e le tasse.

4.2 Sondaggi sull'energia

I sondaggi sull'energia sono parte integrante del processo di verifica ed il loro scopo è quello di valutare i flussi di energia delle attrezzature, per individuare sprechi energetici e dare dei consigli per la futura gestione energetica delle attrezzature. I sondaggi sull'energia, fatta eccezione per quelli specificamente mirati, coprono tutti gli aspetti relativi al consumo di energia delle attrezzature.

Ciò comprenderà sondaggi dettagliati su:

- caratteristiche di operazione e gestione di un'attrezzatura o organizzazione: chi è responsabile per l'energia e l'uso effettivo di questa; l'utilizzo di un determinato spazio o edificio; i servizi meccanici ed elettrici; il numero e la

tipologia degli utenti, ed il modello di occupazione degli edifici e spazi; le condizioni interne degli edifici e degli spazi (la temperatura dell'aria, la relativa umidità, livelli di illuminazione, etc.); e le pratiche operative dei maggiori impianti ed attrezzature (descrizione del campo, del tipo di tecnologie impiegate, procedure e servizi utilizzati, della documentazione tecnica disponibile);

- l'offerta di energia per la varie attrezzature di un'organizzazione: lista delle tipologie di fonti energetiche e relative origini;
- l'utilizzo di energia per un'attrezzatura: lista dei maggiori consumatori di calore e corrente; quantificazione del consumo; progetti pianificati e terminati nel campo di consumo energetico effettivo e protezione dell'ambiente;
- l'impianto ed attrezzatura all'interno di un servizio;
- la tipologia della fabbricazione dell'edificio.



La cultura della gestione all'interno di un'organizzazione può avere una grande influenza sul consumo energetico. È perciò molto importante determinare la struttura della gestione e le pratiche relative agli appalti ed al consumo di energia. Le pratiche di manutenzione possono anche avere una diretta influenza sul consumo energetico, perciò è fondamentale stabilire

la frequenza e la qualità delle procedure di manutenzione ed individuare nuovi provvedimenti che potrebbero migliorare la prestazione energetica di impianti ed attrezzature.

È anche importante identificare le tariffe ed i contratti di rifornimento attraverso i quali l'organizzazione acquista energia. Ciò permetterà di stabilire se l'organizzazione acquista energia al prezzo più basso oppure no. Altri importanti aspetti che devono essere indagati in questa fase comprendono l'analisi dei resoconti preesistenti relativi alle verifiche energetiche, l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, le opinioni degli utenti sull'energia e le comodità dell'edificio, e l'inventario delle attrezzature che consumano energia.

4.3 Raccolta di dati sull'utilizzo di energia

L'accuratezza di un'audit energetico dipende dalla raccolta ed inserimento di dati di buona qualità. Per assicurare questa accuratezza, debbono essere stabilite adeguate procedure di raccolta. Se viene utilizzata una quantità di dati troppo ridotta, qualsiasi analisi risulterà insensata. Al contrario, se la quantità è eccessiva la procedura di analisi risulterà difficoltosa. In alcuni casi, dati provenienti da diverse fonti potrebbero risultare incompatibili, rendendo le comparazioni molto complicate. Inoltre, potrebbero essere commessi degli errori quando i contatori vengono letti in maniera erronea ed anche quando le letture vengono registrate in modo scorretto.

4.3.1 I dati relativi alle fatture

La raccolta di dati relativi alle fatture implica il raccogliere svariate bollette dei servizi e del carburante, estrarne informazioni ed introdurre i dati in un computer. Normalmente una procedura di verifica richiede un'analisi che vada da un minimo di 12 mesi alla cifra ideale di 36. Le procedure devono essere realizzate in maniera tale da assicurare che vengano coperti periodi di tempo adeguati. È importante focalizzare le date della verifica sulle date relative al consumo e non su quelle relative alle bollette.

Il contenuto delle **fatture dell'elettricità** può variare a seconda della nazione (ad esempio, in molti paesi la bolletta dell'elettricità comprende anche una tassa inerente il servizio di TV pubblica). In generale, le fatture dell'elettricità presentano dati su base mensile e contengono le seguenti informazioni:

- (1) La data della lettura del contatore o la stima del consumo.
- (2) La lettura attuale del contatore e quella precedente, con il numero di unità fornite [kWh]; ciò potrebbe differenziarsi a seconda dei diversi periodi (diurno, notturno etc.).
- (3) Gli addebiti per ogni unità di energia elettrica consumata; anche questi risulteranno diversi in base al periodo di tempo specifico.
- (4) La richiesta massima mensile per ogni kW o kVA dei periodi di massima richiesta di energia.
- (5) I VAT addebitati nella bolletta insieme al costo totale.

Una tipica **fattura di gas naturale** potrebbe includere le seguenti voci:

- (1) La data della lettura del contatore o la stima del consumo,
- (2) La lettura attuale del contatore e le letture precedenti, con il numero di unità fornite [m³],
- (3) Il prezzo dell'unità per l'equivalente in kWh del gas,
- (4) Un addebito fisso mensile,
- (5) I VAT addebitati nella bolletta insieme al costo totale,
- (6) Il valore calorifero del gas [J/m³].

Generalmente, le **fatture relative a carburanti solidi e liquidi** dichiarano il peso distribuito ed il costo. Tuttavia, specialmente per quanto riguarda i carburanti solidi, è necessario conoscere il valore relativo al riscaldamento, all'umidità, al contenuto di cenere, di carbone stabile e sostanze volatili. Questi dati possono essere ottenuti dal fornitore.

In molte nazioni, specialmente in Europa centrale e settentrionale, gli edifici ed i paesi si affidano al calore prodotto negli impianti di riscaldamento di quartiere. Il calore viene generalmente fornito sottoforma di acqua ad alta o media pressione dall'impianto di riscaldamento di quartiere e trasferito ai singoli edifici tramite scambiatori di calore.

Il consumo di **energia sottoforma di calore** viene registrato da contatori di calore, che registrano la percentuale del flusso di acqua, e le temperature dell'acqua che entra ed esce dal servizio, determinando in questo modo la quantità di energia consumata. L'accuratezza dei contatori di calore è influenzata dalle

variazioni della temperatura e dell'ammontare dell'acqua.

4.3.2 I dati relativi ai contatori

La lettura del contatore fornisce un'utile fonte di dati relativi all'energia. Tuttavia, possono verificarsi svariati problemi e riduzioni dell'accuratezza dei dati, come perdite nella lettura, cambio dei contatori, o addirittura contatori che non leggono per niente. Perciò, bisognerebbe rendere valide le letture dei contatori ed effettuare numerosi controlli. Per esempio, sarebbe opportuno controllare:

- che venga registrato il corretto numero di cifre;
- che le letture correnti siano più alte delle precedenti;
- che le letture siano all'interno delle fasce di consumo di energia previste;
- la data delle letture del contatore.



La lettura manuale dei contatori e la trascrizione a mano delle cifre è una procedura che consuma tempo ed accresce la probabilità di commettere errori. I sistemi di conteggio intelligenti offrono un'eccellente alternativa all'approccio manuale, dal momento in cui possono

essere connessi ad unità di cattura dei dati, ma non sempre queste sono disponibili.

In situazioni in cui un conteggio già esistente non è in grado di fornire informazioni sufficienti e dettagliate sul consumo di energia, potrebbe essere necessaria l'installazione di sottocontatori aggiuntivi. Sebbene questi forniscano informazioni dettagliate e precise, la loro installazione potrebbe risultare dispendiosa e non effettivamente conveniente.

Durante una visita in loco, l'utilizzo di strumenti a mano e sul campo, può essere utile per determinare le variazioni di alcuni parametri relativi all'edificio, come ad esempio la temperatura dell'aria interna, il livello di illuminazione e l'utilizzo di energia elettrica. Quando si necessita di misurazioni a lungo termine, vengono normalmente utilizzati dei sensori che vengono connessi ad un sistema di acquisizione di dati, di maniera tale che i dati misurati possono venire immagazzinati e risultare reperibili mediante accesso remoto. Inoltre, ultimamente vengono anche utilizzate delle tecniche di monitoraggio della carica non intrusive.

4.4 L'Analisi dei dati

Uno degli scopi principali di una verifica dell'energia è la configurazione di una linea guida relativa al *consumo di riferimento* ed al *consumo specifico* per i singoli congegni ed installazioni. Con l'utilizzo di tali standard, può essere stimato il consumo di energia prima e dopo l'applicazione di provvedimenti per il risparmio energetico. Un'adeguata analisi dei dati è importante per individuare correttamente i trend e le aree di miglioramento.

4.4.1 Il consumo di energia

L'analisi più semplice che può essere effettuata è la produzione di una ripartizione percentuale del consumo energetico annuale e di dati relativi ai costi. Ciò permette un semplice accertamento della produzione complessiva di energia di un edificio ed include:

- la conversione del consumo di energia in **toe** usando fattori di conversione nazionali approvati;
- il calcolo degli indicatori di efficienza energetica dell'edificio [ad esempio kWh/m²/anno];
- ripartizione percentuale del consumo totale e del costo di ogni forma di energia per Toe, relativamente ad ognuna;
- la compilazione di una tabella che mostri il consumo di energia annuale in totale, il costo e ripartizione percentuale di ogni tipo di energia (kWh, kg, etc.);
- l'elaborazione di grafici a torta che mostrino graficamente il contributo ed il costo di ogni forma di energia;
- nel caso siano disponibili dati storici relativi all'energia, dovrebbero essere effettuati dei raffronti per individuare i trend.

Il consumo annuo di energia andrebbe anche convertito, mediante un appropriato fattore di conversione (specifico per ogni nazione), in intensità di carbonio [tonnellate di CO₂/anno]. I valori di conversione per le differenti forme di energia vengono elencati nell'allegato n. 2.

4.4.2 Indicatori di prestazione

Non è un compito semplice quello di confrontare l'utilizzo di energia di due edifici. Infatti, la grandezza, l'ubicazione, la

funzione possono rappresentare fattori significativi nell'uso di energia di un edificio. Perciò, i revisori dell'energia normalmente usano rapporti per confrontare il consumo energetico di edifici diversi con caratteristiche simili. Questi rapporti, in genere, vengono calcolati basandosi sulle bollette o sui dati raccolti durante le ispezioni dei luoghi. I rapporti stimati possono essere successivamente confrontati con quelli stabiliti per edifici simili (stessa funzione, ubicazione etc.) al fine di valutare l'efficienza energetica dell'edificio in questione.

Normalmente, i rapporti vengono utilizzati per svariate ragioni, fra cui:

- per individuare alti consumi energetici e valutare se può essere opportuno effettuare un audit energetico dell'edificio.
- per valutare se il target di efficienza energetica stabilito è stato raggiunto dall'edificio. In caso contrario, può essere stimata l'importanza di una riduzione della richiesta di energia.
- per stimare i costi di riscaldamento, elettricità ed acqua che si possono prevedere per nuovi edifici.
- per monitorare l'evoluzione del consumo di energia degli edifici sottoposti ad audit (o no) e stimare l'efficienza e la redditività del lavoro effettuato successivamente alla verifica.

Un rapporto è un indicatore tecnico o economico che viene calcolato come una frazione (la quale è costituita da numeratore e denominatore). Possono essere utilizzati diversi tipi di numeratori e denominatori per definire un rapporto.

Le quantità di energia vengono normalmente utilizzate per i numeratori:

- il valore usato più comunemente è l'ammontare di kWh di energia consumata. Per aggiungere i diversi rifornimenti di energia, bisogna scegliere un riferimento, o energia primaria, espressa in Toe, o energia finale (come il "calore utile") espressa in kWh.
- una valuta (ad esempio Euro) per visualizzare le spese relative all'energia, ma questa valuta può dipendere da svariati parametri economici, come ad esempio l'indice di inflazione del paese.
- la richiesta di energia (in kW).

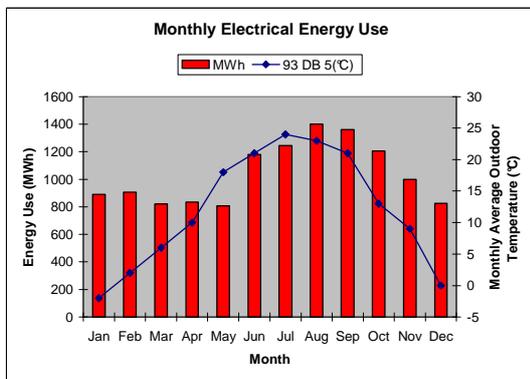
Per le analisi dell'energia, i denominatori usati più frequentemente comprendono:

- unità di produzione (specialmente per attrezzature di manifattura).
- l'area della superficie o il volume dello spazio (come ad esempio l'area di riscaldamento o il volume di spazi d'ufficio in m² o m³).
- gli utenti (in edifici di uffici, scuole, alberghi, teatri...).
- bisogni teorici, per confrontarli con il consumo energetico reale.

4.4.3 Grafici di tempo dell'energia

Elaborare tutti i dati raccolti durante la prima fase della verifica energetica dell'unità/edificio permette un'analisi preliminare delle sue tendenze di consumo energetico. Cioè, durante l'ispezione in loco delle caratteristiche dei sistemi, si può tracciare un quadro relativo alle loro condotte, storiche e stagionali, relative al consumo energetico. Utilizzando i dati primari selezionati, è possibile produrre dei diagrammi di tempo inerenti al consumo energetico.

Un grafico di tempo di un servizio (per esempio un blocco di edifici) consiste in una rappresentazione grafica dell'energia contenuta in una determinata fonte di energia come una funzione di tempo, per uno specifico periodo. Viene realizzato usando i dati registrati nei contatori di energia (elettricità, benzina, gas, etc.). Questa tipologia di grafico offre all'osservatore informazioni dirette e permette una prima stima riguardo all'utilizzo di energia, in una determinata area, su base oraria, giornaliera, mensile ed anche stagionale.



Tali grafici di tempo devono essere realizzati al meno per i casi che seguono:

- grafico di tempo del consumo di elettricità su base oraria e/o giornaliera.
- grafico di tempo del consumo di carburante su base giornaliera.

Finché lo scopo della procedura di audit è quello di realizzare il potenziale massimo di risparmio energetico dell'unità/edificio, è opportuno realizzare un grafico di tempo relativo al coefficiente della carica giornaliera (o mensile) tipica. Questo coefficiente è definito come il rapporto fra la carica elettrica massima e le ore di produzione giornaliera (o mensili) ed il rispettivo consumo di energia.

4.4.4 Equilibri di energia

Il flusso di energia in un edificio, dalla sua distribuzione interna fino al consumo finale, attraverso l'utilizzo ed il sistema energetico, può essere facilmente compreso quando ogni sistema viene rappresentato con l'aiuto di un diagramma di Sankey. In questi diagrammi, le perdite/fuoriuscite di energia, le entrate/guadagni di energia, e l'energia utile in ogni sistema vengono rappresentati qualitativamente ed in rapporto all'influsso totale di energia, a seconda dei dati esistenti ottenuti da bollette e fatture, calcoli e misurazioni in loco dell'unità.

Rappresentare visivamente i flussi di energia con l'aiuto di un diagramma di Sankey può aiutare a collocare le aree di consumo energetico più critiche dell'edificio, dell'unità o del blocco di edifici ed, allo stesso tempo, identificare le fonti che conducono a sprechi di energia. Questa constatazione porta ad una valutazione della condotta di ogni sistema, nonché ad un migliore elenco dei provvedimenti di risparmio energetico proposti.

Il diagramma di Sankey in fig. 4.1 rappresenta il flusso dell'energia primaria utilizzata per il riscaldamento di acqua e spazio in una casa. La nafta viene utilizzata per il riscaldamento di acqua e spazio, mentre l'elettricità è usata per la parte della carica di riscaldamento dello spazio non coperta dal sistema a combustione di nafta. C'è anche un sistema di scambio di calore che recupera il calore dal flusso d'aria tiepida. Nei diagrammi di Sankey in fig. 4.2 vengono mostrati i flussi di energia in uno spazio in cui è attiva l'aria condizionata, rispettivamente durante i periodi di riscaldamento e raffreddamento.

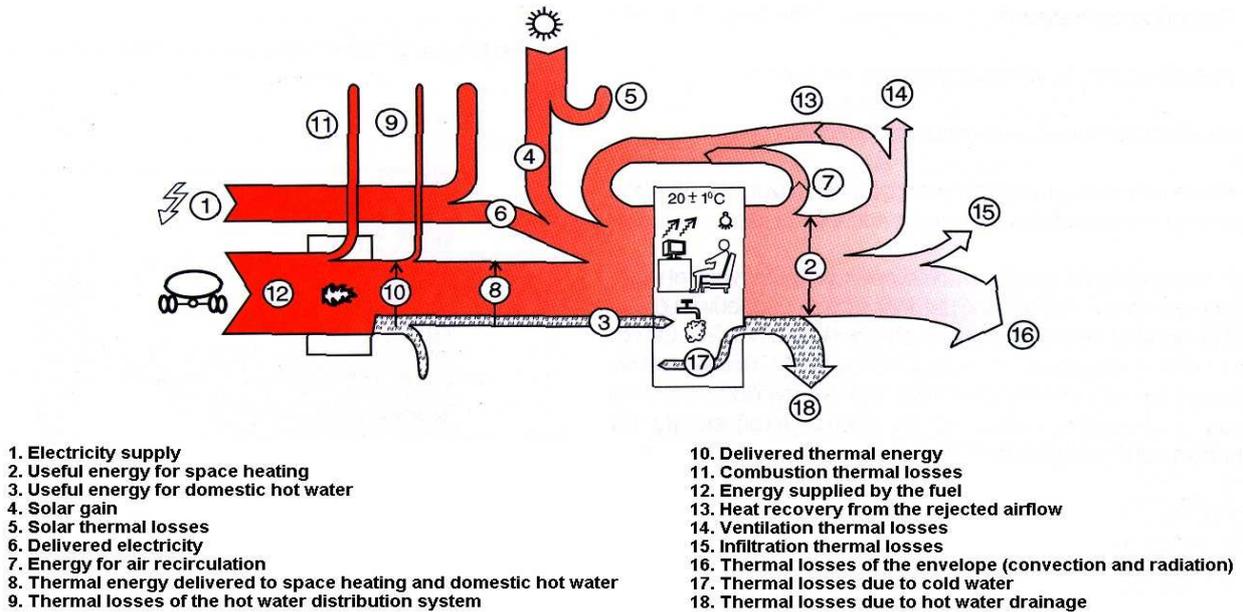
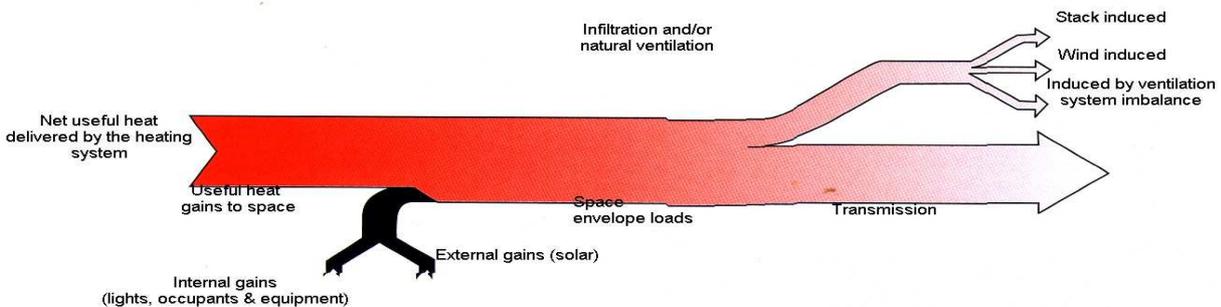


Fig. 4.1: Diagramma di Sankey nel caso di riscaldamento di spazio e produzione di acqua calda per uso domestico in un'abitazione.

HEATING ENERGY FLOWS



COOLING ENERGY FLOWS

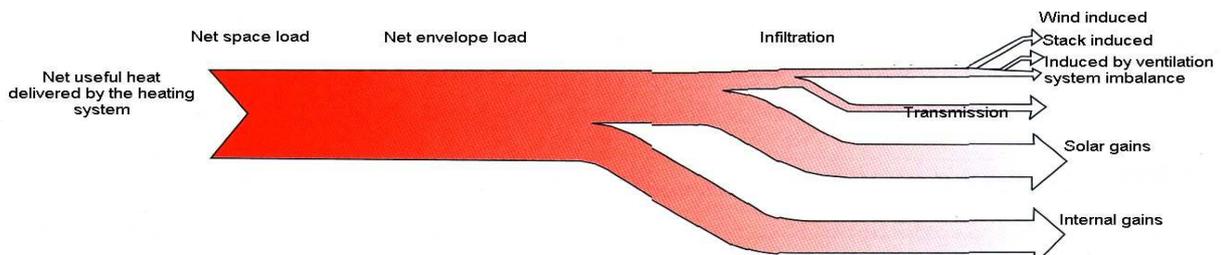


Fig. 4.2: Diagramma di Sankey dei flussi di energia in un'area con aria condizionata durante i periodi di riscaldamento e raffreddamento.

4.5 Elaborazione di piani per risparmiare energia

La procedura di audit energetico conduce ad una finale determinazione del potenziale per risparmi energetici, attraverso l'utilizzo di misure di riassetto e semplici azioni economiche, che non necessitano di valutazione dell'ammortamento dei costi, mediante studi energetici specifici. Inoltre, conduce all'individuazione di potenziale per risparmi energetici in determinati sistemi ed aree, per poi effettuare ulteriori esami in una fase successiva, con l'aiuto di specialisti o del personale amministrativo dell'edificio, ove risulti fattibile.

Queste azioni potenzialmente utili per risparmi energetici debbono essere suddivise in tre gruppi a seconda del loro potenziale di risparmio per l'edificio (alto, medio, basso). Ciò implica l'identificazione e la quantificazione dei costi energetici e la messa in evidenza di quei provvedimenti che offrono il maggiore potenziale di risparmio. Altri aspetti come il periodo di realizzazione, l'investimento richiesto ed il periodo di ammortamento dei costi risultano aspetti cruciali per sostenere le decisioni prioritarie.

Spesso si può risparmiare energia senza una spesa eccessiva semplicemente migliorando le procedure di manutenzione e realizzando buone pratiche. In effetti, molte opportunità di gestione dell'energia consistono in provvedimenti a basso costo oppure a costo nullo, come ad esempio:

- Cambiare le tariffe energetiche;
- Rielencare le attività di produzione per trarre profitto dalle tariffe preferenziali;
- Equilibrare i controlli esistenti affinché l'operazione soddisfi le reali richieste dell'edificio;

- Realizzare buone politiche di mantenimento domestico, in cui il personale viene incoraggiato ad evitare pratiche di spreco energetico;
- Investire in articoli a basso capitale come termostati ed interruttori a tempo.

4.6 Analisi economiche dei progetti di retrofit energetico

La fase successiva consiste in una corretta analisi finanziaria dei provvedimenti di risparmio individuati. Questa è un'informazione estremamente importante per stimare l'attuabilità economica dei provvedimenti. Probabilmente, la tecnica più semplice che può essere utilizzata per stimare un provvedimento è l'analisi dell'ammortamento dei costi.

Il periodo di ammortamento dei costi può essere definito come 'il periodo di tempo necessario per ottenere un totale aggiornato dei risparmi netti prima che la svalutazione risulti uguale al costo capitale del provvedimento'. Una volta terminato il periodo di ammortamento dei costi, tutti i costi capitali del progetto saranno stati recuperati e tutti i risparmi aggiuntivi raggiunti possono essere considerati 'risparmi' netti. Più breve risulterà il periodo di ammortamento, più allettante risulterà il progetto. Ciò può essere calcolato come segue:

$$PB = \frac{CC}{AS}$$

Dove *PB* sta per il (semplice, cioè non scontato) periodo di ammortamento dei costi [anni], *CC* sta per il costo capitale del provvedimento [€], e *AS* sta per il risparmio netto annuale raggiunto [€]. Quest'ultimo sta per il totale dei risparmi raggiunti dopo

che sono stati affrontati tutti i costi inerenti l'operazione.

Se il periodo di ammortamento dei costi PB risulta minore della durata del progetto N ($PB < N$) il progetto risulta economicamente attuabile. Perciò, valori accettabili per il periodo di ammortamento sono normalmente molto minori della durata del progetto.

4.7 La scrittura di resoconti e la comunicazione dei risultati

Il risultato principale di un audit energetico è la produzione di resoconti sulla gestione dell'energia. Questi svolgono un ruolo fondamentale nella comunicazione effettiva di informazioni chiave rivolte sia ai vertici e gestori dell'operazione che agli utenti dell'edificio. Perciò, dovrebbero essere redatti in maniera tale da soddisfare i bisogni specifici di coloro che li leggeranno.

I resoconti devono risultare più semplici possibile e devono mettere in evidenza le aree in cui si verifica uno spreco di energia. Il linguaggio utilizzato deve essere semplice ma curato, ed il resoconto in generale deve risultare ben strutturato. I resoconti, inoltre, devono essere pubblicati regolarmente così da individuare rapidamente le pratiche che conducono a sprechi energetici e non permettere loro di persistere troppo a lungo.

Infatti, è molto importante identificare gli utenti e le parti coinvolte e comunicare loro i risultati dell'audit, nonché coinvolgerli nella realizzazione di procedure per provvedimenti di risparmio. Esistono varie

tecniche per realizzare i resoconti che possono essere usate e che alleggeriscono la comunicazione con il target di riferimento, tra cui tabelle e grafici.

Un resoconto può includere.

- Una descrizione del servizio, compresi dei disegni esplicativi, i dettagli di costruzione, le ore di operazione, le liste delle apparecchiature e tutti i materiali rilevanti e flussi del prodotto.
- Una descrizione delle varie tariffe e contratti utilizzati nel servizio;
- Una presentazione di tutti i dati raccolti inerenti l'energia, con eventuali analisi rilevanti;
- Una dettagliato resoconto delle potenziali opportunità di gestione energetica, completo di calcoli inerenti l'analisi di costi e benefici;
- Un piano d'azione di gestione energetica per la futura operazione del servizio, che può includere una lista delle realizzazioni per le opportunità di gestione individuate ed un programma per il monitoraggio energetico in corso e la classificazione del servizio.

Questi report possono essere completati da altri strumenti di comunicazione, come presentazioni, newsletter, seminari o video, allo scopo di stimolare una più ampia partecipazione da parte degli utenti e, perciò, una più effettiva realizzazione di provvedimenti per il risparmio energetico. Nella tabella 4.1 viene mostrata una proposta concernente i contenuti di un resoconto di un audit energetico.

Tabella 4.1: contenuti tipici di un resoconto

Copertina	Report sulla verifica dell'energia, edificio ed ubicazione, persona e data di creazione
Contenuti	<i>La tabella dei contenuti può anche essere immessa nella copertina!</i>
Introduzione	Considerazioni generali sulla procedura e sul report
Riassunto dei risultati principali	Dati e risultati importanti, provvedimenti selezionati, note sul lavoro che seguirà, considerazioni
Raccolta di dati	La raccolta di dati (coerente con la forma di verifica utilizzata)
Risultati dell'inventario	Valutazione dei dati
Provvedimenti di risparmio energetico selezionati	Provvedimenti volti al miglioramento
Proposta per ulteriori procedure	Calcolo esperto dell'efficienza economica, selezione di un gruppo di provvedimenti. Parallelamente a ciò: regolare registrazione dei dati relativi al consumo, obiettivi
Appendice	Tabelle utilizzate, possibili spiegazioni, note, altri dati registrati (bollette etc.)

5. BUONA NORMA

5.1 La procedura passo dopo passo per un audit energetico standard.

Per realizzare un audit energetico, normalmente vengono portati a termine vari compiti a seconda del tipo di verifica e della grandezza e funzione dell'edificio. Alcuni dei compiti potrebbero dover essere ripetuti, ridotti nella portata, o addirittura eliminati in base alla scoperta di altri compiti. Perciò l'esecuzione di un audit spesso non risulta un processo lineare ed è piuttosto iterativa. Tuttavia, possiamo delineare una procedura generale valida per la maggior parte degli edifici, ed è quella che viene descritta nei paragrafi che seguono. Inoltre, questa procedura è quella che viene consigliata anche all'interno del contesto inerente l'approccio EYEManager.

I step: analisi dei dati inerenti l'edificio e le attrezzature

Lo scopo principale di questa fase è quello di valutare le caratteristiche dei sistemi energetici ed i modelli di utilizzo dell'energia dell'edificio. Le caratteristiche riguardanti l'edificio possono essere raccolte consultando i progetti architettonici/meccanici/elettrici o confrontandosi con gli operatori, mentre i modelli di utilizzo dell'energia possono essere ottenuti dalla compilazione delle bollette di vari anni. L'analisi della variazione storica delle bollette permette al revisore di determinare se vi sono effetti

stagionali e climatici che influenzano l'uso di energia nell'edificio. Inoltre, questi dati possono essere recuperati con l'aiuto di un questionario strutturato e coinciso (il 'modulo di raccolta dati').

Alcuni dei compiti da svolgere in questa fase (insieme ai risultati chiave che ci si attende per ogni compito) sono:

- ◆ Raccogliere dati relativi almeno a tre anni [*per individuare un modello di consumo energetico storico*].
- ◆ Identificare i tipi di carburante utilizzati [*per determinare il tipo di carburante che implica l'uso della maggiore quantità di energia*].
- ◆ Determinare i modelli di utilizzo del carburante relativi alla tipologia di quest'ultimo [*per identificare la richiesta massima di energia in base al tipo di carburante*].
- ◆ Comprendere la struttura della tariffa applicata al servizio (tariffe di energia e richiesta) [*per valutare se l'edificio viene penalizzato per i periodi di massima richiesta e se può essere acquistato carburante più economico*].
- ◆ Analizzare gli effetti del tempo sul consumo di carburante.
- ◆ Realizzare un'analisi dell'utilizzo energetico delle attrezzature a seconda del tipo e della grandezza dell'edificio (la 'firma' dell'edificio può essere determinata includendo l'uso di energia per ogni area di unità)[*per confrontare i dati con gli indici tipici*].



II step: sondaggio dettagliato

In questa fase, dovrebbero essere individuati i provvedimenti di risparmio energetico. I risultati di questa fase sono molto importanti, in quanto determinano se l'edificio autorizza ulteriori lavori di audit. Le scoperte dovrebbero venire disposte in tabelle in un altro formato specifico. Alcuni dei compiti da svolgere in questa fase sono:

- ◆ Identificare gli interessi ed i bisogni del cliente.
- ◆ Controllare le procedure di operazione e manutenzione attuali.
- ◆ Determinare le condizioni di operazione esistenti delle maggiori attrezzature che utilizzano energia (illuminazione, sistemi di riscaldamento, ventilazione ed aria condizionata, motori etc.).
- ◆ Valutare l'utenza, le attrezzature, e l'illuminazione (densità di utilizzo energetico ed ore di operazione).

III step: Linea guida per l'uso dell'energia

Lo scopo principale di questa fase è quello di sviluppare un modello basato sul caso che rappresenti le condizioni di utilizzo energetico ed operativo già esistenti nell'edificio. Questo modello verrà utilizzato come punto di riferimento per stimare i risparmi energetici dovuti a provvedimenti di risparmio accuratamente selezionati. I maggiori compiti da eseguire in questa fase sono:

- ◆ Procurarsi e visionare i progetti architettonici, meccanici e di controllo.
- ◆ Ispezionare, testare e valutare le apparecchiature dell'edificio per efficienza, prestazione ed affidabilità.
- ◆ Procurarsi tutte le liste delle apparecchiature inerenti l'utenza e le attrezzature (illuminazione e sistemi di riscaldamento, ventilazione ed aria condizionata inclusi).
- ◆ Sviluppare un modello guida per l'uso di energia dell'edificio.
- ◆ Calibrare il modello guida utilizzando i dati misurati e/o inerenti il servizio.

IV step: valutazione dei provvedimenti per il risparmio energetico

In questa fase, viene sviluppata una lista dei sistemi di monitoraggio e controllo dell'uso di energia più convenienti, considerando sia i risparmi energetici che un'analisi economica. È consigliabile eseguire i seguenti compiti:

- ◆ Preparare una lista complessiva di provvedimenti di risparmio (usando

le informazione raccolte durante il sondaggio dettagliata).

- ◆ Determinare i risparmi energetici dovuti ai vari sistemi di monitoraggio e controllo dell'energia, utilizzando il modello base di uso energetico, sviluppato nel III step.
- ◆ Stimare i costi iniziali richiesti per realizzare i provvedimenti per la conservazione di energia.
- ◆ Valutare la convenienza economica di ogni singolo provvedimento utilizzando un metodo di analisi economica.

La procedura di verifica energetica viene completata con la presentazione di tutte le proposte di risparmio sottoforma di resoconto tecnico-economico, composto dal revisore e presentato dal gestore dell'edificio/unità. La tabella 5.1 offre un riassunto della procedura di verifica consigliata per edifici commerciali e residenziali. Le verifiche energetiche per sistemi termali ed elettrici vengono separate poiché sono normalmente soggetti a tariffe diverse.

Tabella 5.1: riassunto della verifica energetica per edifici commerciali e residenziali

FASE	SISTEMA TERMALE	SISTEMA ELETTRICO
ANALISI DEI DATI DELL'ATTREZZATURA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profilo dell'utilizzo dell'energia termale (firma dell'edificio) ▪ Utilizzo dell'energia termale per unità d'area (o per studente nel caso si tratti di scuole) ▪ Distribuzione dell'utilizzo di energia termale (riscaldamento, acqua calda, processo, etc.) ▪ Tipi di carburante utilizzati ▪ Effetti del clima sull'utilizzo dell'energia termale ▪ Struttura della tariffa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profilo dell'energia elettrica (firma dell'edificio) ▪ Utilizzo dell'energia elettrica per unità d'area (o per studente nel caso si tratti di scuole) ▪ Distribuzione dell'utilizzo di energia elettrica (raffreddamento, illuminazione, attrezzatura, ventilatori, etc.) ▪ Effetti del clima sull'utilizzo dell'energia elettrica ▪ Struttura della tariffa (addebiti, richiesta, penalità, etc.)
INDAGINE SUL POSTO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiali di costruzione (tipo e spessore di resistenza termale) ▪ Tipo di sistema HVAC ▪ Sistema per l'acqua calda ▪ Uso di acqua calda/vapore per riscaldamento, raffreddamento, ed applicazioni specifiche (ospedali, piscine, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipo di sistema di riscaldamento, ventilazione ed aria condizionata ▪ Tipo e densità di illuminazione ▪ Tipo e densità dell'attrezzatura ▪ Uso di energia per riscaldamento, raffreddamento, illuminazione, attrezzatura, distribuzione d'acqua.
LINEA GUIDA PER L'USO DI ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisione dei progetti architettonici, meccanici e di controllo ▪ Sviluppo di un modello basato sul caso (usando qualsiasi metodo di delineamento, che può andare da uno molto semplice ad uno molto dettagliato) ▪ Calibrazione del modello basato sul caso (usando dati relative all'attrezzatura o alle misurazioni) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisione dei progetti architettonici, meccanici e di controllo ▪ Sviluppo di un modello basato sul caso (usando qualsiasi metodo di delineamento, che può andare da uno molto semplice ad uno molto dettagliato) ▪ Calibrazione del modello basato sul caso (usando dati relative all'attrezzatura o alle misurazioni)
PROVVEDIMENTI PER LA CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema di recupero del calore (scambiatori di calore) ▪ Sistema efficiente di riscaldamento (caldaie) ▪ Sistema di abbassamento di temperatura ▪ Sistemi di monitoraggio e controllo dell'energia 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Attrezzatura di illuminazione efficienti da un punto di vista energetico ▪ Sistema di riscaldamento, ventilazione ed aria condizionata di retrofit ▪ Sistemi di monitoraggio e controllo dell'energia

-
- Sistema di riscaldamento, ventilazione ed aria condizionata di retrofit energetico
 - Riduzione dell'uso di acqua calda
 - Co-generazione
 - Impostazione della temperatura
 - Sistema di raffreddamento efficiente da un punto di vista energetico (condizionatore)
 - Frazionamento dei picchi di richiesta
 - Sistema di immagazzinamento per l'energia termale
 - Co-generazione
 - Fattore di miglioramento della carica, riduzione di armoniche.
-

5.2 Caso di studio: Scuola Nautica.

5.2.1 Il Background

Le scuole sono edifici che hanno notevoli consumi di energia. Presentano, inoltre, problemi insoliti in termini di ambiente interno. Generalmente hanno brevi periodi di utenza, solo nei giorni feriali e lunghi periodi di vacanza, cioè fattori che favoriscono una costruzione leggera ed un riscaldamento ad intermittenza. Molte scuole hanno aree con ampie vetrate ed alte richieste di ventilazione, perciò rappresentano dei soggetti ideali per l'isolamento ed il recupero di energia. Poiché in ogni area la responsabilità è di una singola autorità, si affidano a sistemi di gestione dell'energia centrali per monitoraggio e controllo.

Una mancanza di formazione e preparazione nel campo dell'efficienza energetica influenza, nelle scuole, il personale tecnico e coloro che prendono le decisioni. Queste lacune

nella formazione hanno anche delle ricadute importanti sulle scelte ed attitudini riguardanti l'efficienza energetica. Le scuole hanno un diffuso effetto a macchia d'olio, poiché l'informazione esce dalle aule ed entra nelle abitazioni per poi espandersi all'intera comunità. Ciò offre una piattaforma perfetta per diffondere le informazioni sull'efficienza energetica in una comunità. Mentre gli studenti apprendono a proposito dell'efficienza energetica e della sua relazione con il risparmio nei costi ed i miglioramenti ambientali, cominciano a rendersi conto del potere che hanno di creare un cambiamento.

5.2.2 Descrizione del luogo

La Scuola Nautica, situata a Paço de Arcos – Portogallo (Fig 5.1 e 5.2), è una scuola pubblica costruita nel 1965. Questa scuola offre 5 corsi principali in diverse discipline, 30 corsi di specializzazione ed ha in totale 500 studenti.



Fig. 5.1: vista aerea dell'area della scuola nautica.

Quando questa scuola fu costruita, il problema inerente l'energia non era un argomento scottante, e ciò è dimostrato dalla tipologia di consumo energetico. Come tale, lo scenario energetico della scuola è il seguente:

- Luci fluorescenti e ad incandescenza;
- Vetri delle finestre singoli con gli infissi in metallo;
- Largo spessore dei muri (± 0.5 m);
- Impianti di riscaldamento ad acqua calda (caldaie);
- Unità di aria condizionata negli uffici degli insegnanti;
- ± 150 computer e 15 stampanti;
- Apparecchiature elettriche ed elettroniche;
- Simulatori e sistemi di navigazione, come ad esempio i radar.

La manutenzione della scuola è garantita dal personale interno che unisce la manutenzione ad altri compiti. La persona coinvolta nella manutenzione non possiede una formazione specifica. Poiché la scuola è pubblica la gestione degli edifici ricade sotto la responsabilità del Ministero per la Pubblica Istruzione.



Fig 5.2 vista esterna della scuola nautica a Paço de Arcosa

5.2.2 Descrizione del lavoro

Lo scopo dell'audit energetico è stato quello di individuare le opportunità di risparmio energetico fra i sistemi e le apparecchiature dell'edificio. L'obiettivo è stato anche quello di individuare provvedimenti di risparmio energetico convenienti e duraturi, mediante la valutazione dell'efficienza complessiva dei sistemi dell'edificio (riscaldamento, ventilazione ed aria condizionata, illuminazione, involucro) e l'efficienza delle componenti individuali, compresi quei sistemi (pompe e motori, lampade e resistenze, finestre).

Per questo caso specifico, è stato deciso di effettuare un audit dettagliato consistente di un'ispezione visiva della scuola, al fine di determinare opportunità di risparmio nelle operazioni e nella manutenzione, nonché determinare il bisogno di un'ulteriore audit più dettagliato. Quest'ultimo è stato condotto dal personale ISQ e dal direttore della scuola, ed è stato condotto come un progetto pilota all'interno del contesto del progetto INTERREG ICC SoustEnergy (Sovvenzionato dall'UE,

www.soustenergy.net). È stato anche controllato il consumo di energia dell'edificio durante lo scorso anno.

Per sviluppare l'audit, sono state delineate tre fasi. Per prima cosa, la raccolta di tutte le informazioni relative all'edificio. In secondo luogo è stato effettuato un audit, in cui è stato registrato quali attrezzature e sistemi sono installati e come questi interagiscono e consumano energia. Successivamente, sono state determinate e registrate le condizioni evidenti dei sistemi e sono state suggerite opportunità di risparmio in virtù di queste condizioni esistenti.

Più specificamente, le informazioni raccolte erano a proposito dell'edificio, dei suoi sistemi ed attrezzature, e procedure O&M utilizzate. Le basilari informazioni sull'edificio, come ad esempio il suo utilizzo, il numero di piani, la disposizione, l'età e le ore di attività, forniscono un'immagine intuitiva della sua complessità. Poi, è stata condotta un'ispezione piano per piano e stanza per stanza della scuola, durante una visita del luogo per verificare tutte le informazioni preliminari. È stato anche esaminato l'involucro edilizio, ogni stanza contenente attrezzature ed in fine le condizioni degli spazi.

Dopo aver realizzato le fasi sopraelencate, l'ultimo step è stato il suggerimento di opportunità di risparmio tramite le informazioni raccolte e verificate durante l'ispezione del luogo.

Per assicurarsi che i dati sul consumo di energia siano corretti, risulta cruciale il controllo qualitativo. Gli **strumenti utilizzati** per misurare il

consumo di energia e l'efficienza durante l'audit sono stati i seguenti:

- Voltmetri, wattmetri, contatori di elettricità, contatori combinati energia/domanda, ed altri strumenti di controllo della carica, per la determinazione delle caratteristiche elettriche.
- Termometri e pirometri di superficie per misurare la temperature di aria, liquidi e temperature di superficie.
- Psicrometri e igrometri per misurare l'umidità relativa.
- Sono state anche effettuate delle misurazioni dell'efficienza della combustione per determinare la composizione del gas carburante delle caldaie.

Gli **ostacoli** che sono stati incontrati durante la realizzazione dell'audit energetico sono stati i seguenti:

1. Difficoltà nel fissare una data per incontrarsi ed iniziare l'audit;
2. La disponibilità della persona responsabile della gestione dell'edificio è stata molto ridotta.

Come sono stati superati questi ostacoli? È stato necessario fare pressione sul responsabile della scuola per fargli aprire le porte alla ISQ. È stato spiegato che questo progetto pilota rappresentava un passo importante per aiutare la scuola a ridurre i costi relativi al consumo energetico e divenire in questo modo più appetibile per gli studenti, più comoda ed efficiente.

5.2.3 Risultati dell'audit energetico

Basandosi sull'analisi delle condizioni esistenti, è stato possibile individuare e valutare potenziali provvedimenti di risparmio energetico per i sistemi dell'edificio, le attrezzature e l' O&M. Ciò include l'individuazione di risparmi di energia e richiesta per ogni provvedimento, nonché l'attuabilità economica dell'avanzamento proposto.

Si è scoperto che il consumo totale di energia nella Scuola Nautica ammontava a 482,000 kWh/anno (ovvero 30,212 €/anno), secondo la ripartizione mostrata in Fig. 5.3.

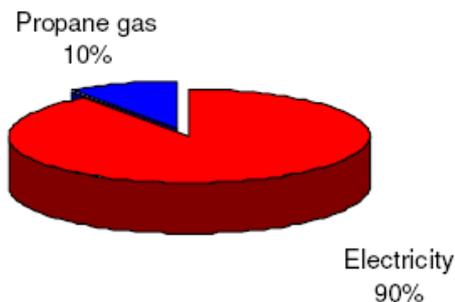


Figura 5.3: la ripartizione dell'energia nella Scuola Nautica secondo la fonte di energia

Il propano è il gas carburante utilizzato dalle caldaie per riscaldare l'acqua destinata al riscaldamento interno di aule, piscina e palestra. L'elettricità è utilizzata in varie attrezzature, come è mostrato nella figura 5.4. Secondo le scoperte dell'audit, le aree con potenziale per risparmi energetici sono elencate nei paragrafi che seguono.

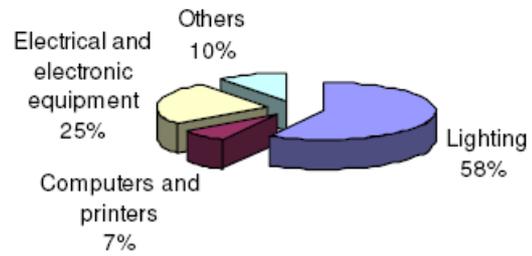


Figura 5.4: il consumo di energia secondo importanza relativa all'uso finale

Involucro edilizio:

Una considerevole quantità di energia va perduta a causa di infiltrazioni e fuoriuscite d'aria attraverso l'involucro edilizio. L'infiltrazione è costituita da aria esterna che entra nell'edificio attraverso le fessure ed altre aperture, fra cui porte e finestre aperte. La fuoriuscita è, invece, l'aria condizionata che fuoriesce all'esterno, attraverso le stesse aperture.

Poiché l'edificio è piuttosto vecchio, le fughe d'aria (calda e/o fredda) sono piuttosto consistenti e vi sono numerosi punti in cui è necessario sostituire i sistemi di fuoriuscita. La gomma di porte e finestre deve essere sostituita per evitare perdite di calore in quei punti. Devono anche essere sostituiti i vetri rotti delle finestre, ed inoltre è anche consigliato rimpiazzare le finestre a vetro singolo ed infissi di metallo con finestre a vetro doppio ed infissi in alluminio. Con questi provvedimenti ci si aspetta di ridurre il consumo totale di energia dal 5 al 7% (da 24,100 a 33,740 kWh/anno).

Illuminazione

L'illuminazione è responsabile della porzione più ampia delle bollette dell'elettricità della Scuola Nautica. I sistemi di illuminazione sono principalmente costituiti da lampade fluorescenti (90%) e ad incandescenza (10%). Si è evinto che questa scuola è stata progettata tenendo in conto solo i costi iniziali, senza la consapevolezza di come gli spazi sarebbero stati utilizzati e suddivisi, e senza considerare i benefici derivanti dai

miglioramenti tecnologici relativi all'illuminazione. Ciò che è stato scoperto è che, in alcune aule che hanno finestre ampie, l'energia viene sprecata fornendo allo spazio più luce del necessario. Allo stesso tempo, le lampade e le resistenze utilizzate risultano inefficienti. La tabella che segue mostra lo scenario in numeri relativo all'illuminazione, secondo le informazioni raccolte durante l'audit (per il calcolo dei costi consideriamo una tariffa di 0.062 €/kWh):

	Nr	<u>Corrente installata</u> (W)	<u>Corrente assorbita</u> (kW)	Ore di attività/ giorno	Giorni /anno	Consumo annuale (kWh)	Costo annuale (€)
Luci fluorescenti	234	58	17.9	14	320	80192	4971.90
Luci a incandescenza	110	100	13	12	365	56940	3530.28

Detto questo, la miglior soluzione è quella di attuare un aggiornamento al sistema di illuminazione, sostituendo le luci fluorescenti e ad incandescenza con resistenze induttive e luci fluorescenti con resistenze elettroniche. In alcuni casi, è stata raccomandata l'installazione di sensori di luce per adeguare il livello di illuminazione all'interno delle aule al comfort degli utenti, poiché degli studi

hanno dimostrato che la produttività degli studenti diminuisce quando l'illuminazione risulta ridotta rispetto ai livelli necessari per prestazioni adeguate. La sostituzione delle luci fluorescenti e ad incandescenza precedentemente elencate con luci fluorescenti compatte (CFLs) produrrà un enorme risparmio. Le luci compatte consigliate sono le seguenti:

	Nr	Corrente installata (W)	Corrente assorbita (kW)	Ore di attività/ giorno	Giorni /anno	Consumo annuale (kWh)	Costo annuale (€)
Luci fluorescenti compatte	234	18	4.212	14	320	18869.76	1169.93
	110	12	1.32	12	365	5781.6	358.46

L'interazione umana: anche il comportamento delle persone ha una grande influenza sull'efficienza energetica. Le luci lasciate accese quando non sono necessarie sono responsabili dello spreco di una grande quantità di energia. Con un piccolo cambiamento nel comportamento di studenti ed insegnanti verrà ridotto anche il consumo di energia. Se verrà impostato un programma di regolare manutenzione, la condizione dell'illuminazione interna verrà migliorata. Con questo provvedimento ci si aspetta di ridurre il consumo energetico totale dell'1% (4820 kWh/anno).

Il sistema di riscaldamento: il riscaldamento degli spazi nella Scuola Nautica viene prodotto da caldaie che usano propano. Poiché l'utilizzo di questo sistema è principalmente quello di acqua calda agli uffici amministrativi e degli insegnanti ed ai bagni della palestra, non è stato ritenuto necessario migliorare il sistema. Anche se, un miglioramento ambientale potrebbe essere attuato cambiando il carburante in gas naturale.

I computer e le stampanti: la Scuola nautica possiede varie aule ed altri uffici che hanno computer e stampanti. Questi sono i numeri:

	Nr	Corrente installata (W)	Corrente assorbita (kW)	Ore di attività/giorno	Giorni /anno	Consumo annuale (kWh)	Costo annuale (€)
Computer	150	110	16.5	14	365	84315	5227.53
Stampanti	15	100	1.5	14	365	7665	475.23

Se venissero utilizzati vari sistemi di risparmio energetico che spengono automaticamente i monitor e gli hard disk dopo determinati periodi di inattività, sarebbe possibile risparmiare energia tutte le volte che una persona (studenti, insegnanti,...) lascia l'ufficio o non utilizza il computer.

Quando un tipico monitor viene spento, la quantità di energia che usa si riduce a meno dell'1%, lasciando

solo l'energia utilizzata dall'hard disk (circa 50 W). Quando il sistema va in stand-by, l'hard disk viene spento e l'uso totale di energia del computer scende sotto i 6 W – circa il 5% dell'energia usata durante l'attività. Usando i computer in maniera più efficiente è possibile aumentare l'efficienza energetica, riducendo il consumo di energia di circa il 15%. Ciò significa che la Scuola Nautica raggiungerà un risparmio energetico di circa 860 € all'anno.

BIBLIOGRAFIA

- Beggs, C., 2002. *Energy: Management, Supply and Conservation*. Butterworth-Heinemann, Elsevier Science.
- EI-education, 2008. *EI-Education guidebook on energy intelligent retrofitting*. Available at: <http://ei-education.aarch.dk/>
- European Commission, Directorate General XII, (1995). *Energy Management System*.
- EnerBuilding, 2008. *Energy efficiency in households Guide*. Enerbuilding.eu Project, May.
- EU, 2008. *The EU Energy Label*. Available at: <http://www.energy.eu/#energy-focus>
- EU TopTen, 2006. Available at: <http://www.topten.info/>.
- GREENBUILDING, 2008. *GreenBuilding Guidelines and Technical Modules*. Available at: <http://www.eu-greenbuilding.org>.
- GreenLabelsPurchase, 2006. *GreenLabelsPurchase: making a greener procurement with energy labels*. Available at: www.greenlabelspurchase.net.
- ISO, 2008. *Building environment design – Guidelines to assess energy efficiency of new buildings – ISO 23045:2008*. International Organization for Standardization, Switzerland.
- Krarti, M., 2000. *Energy Audit of Building Systems – An Engineering Approach*. CRC Press.

APPENDICE 1

Tipico utilizzo energetico degli apparecchi

La tipica quantità di energia (in Watt) usata dagli apparecchi in modalità "stand-by", a confronto con la modalità "on". Sebbene i dati siano approssimativi, vi sono abbastanza informazioni per fare un raffronto relativo all'energia di cui hanno bisogno questi strumenti nelle due modalità.
Da UPPCO e Directgov - UK

Apparecchio	Standby	On
Answering Machine	3	3
Radio sveglia	2	10
Computer	50	270
Monitor del computer	11	70
PC Portatile	2	29
Microonde	3	1500
Caricabatterie del cellulare	1	5
Videoregistratore	5	19
Stereo	12	22
Modem a banda larga	14	14
Lettore Dvd	7	12
Televisore	10	100
Decoder	5	6

Formula per calcolare il consumo di energia

Puoi usare questa formula per calcolare la quantità di energia usata da un apparecchio:

$(\text{Watt} \times \text{Ore di utilizzo al giorno} \div 1000 = \text{consumo di Kilowatt giornalieri all'ora (kWh)})$

(1 kilowatt (kW) = 1,000 Watt)

Moltiplica questo numero per il numero di giorni in cui l'apparecchio viene utilizzato nell'anno per calcolare il consumo annuale. Successivamente puoi calcolare il costo

annuale per far funzionare un apparecchio, moltiplicando i kWh consumati all'anno per i costi relativi alla tua tariffa.

Esempio: *Pc e monitor*: $(270 + 70 \text{ Watt} \times 4 \text{ ore/giorno} \times 365 \text{ giorni/anno}) \div 1000$
 $= 496.4 \text{ kWh} \times 8.5 \text{ ¢/kWh} = \$42.2/\text{anno}$

APPENDICE 2

Livelli di illuminazione raccomandati a seconda di ambienti ed usi

Ambienti	Illuminazione (lumen/m ² =lux)
Esterni generici, strade di campagna	7-12
Giardini, zone industriali	15-25
Strade, superstrade	30-50
Entrate, parcheggi	50
Esterno panoramico, magazzino, reception, corridoi, scale, gabinetti, mansione generale	150
Sale da pranzo, luoghi pubblici	200
Sale riunione, lavanderia, uffici, camera d'albergo, mansioni di precisione	300
Luogo di lavoro, grandi magazzini, laboratori	500
Aule di scuola, da disegno, da lettura, cucine, mansioni al dettaglio	750
Vetrine	1000-3000

ALLEGATO 3

Valori energetici ed emissioni di CO₂ dei diversi combustibili (dal BIOMASS Energy Centre)

Combustibili per riscaldamento e corrente (in figura vengono riportati i valori relativi alla quantità di CO₂ emessa dalla piena combustione di ogni carburante, per unità d'energia)

Combustibile	Valore calorifico netto (MJ/kg)	Contenuto di carbonio (%)	Emissioni di CO ₂ dirette dalla combustione		Totale annuo delle emissioni di CO ₂ per riscaldare una casa (20,000 kWh/anno)		
			kg/GJ	kg/MWh	kg	kg equivalenti di petrolio risparmiati	kg equivalenti di gas risparmiati
Carbone	29	75	95	345	9680	-2680	-4280
Petrolio	42	85	73	264	7000	0	-1600
Gas naturale	52	73	51	185	5400	1600	0
LPG	49.7	82	60	217	6460	540	-1060
Elettricità (griglia UK)	-	-	128	460 Vedi nota ¹	10600	-3600	-5200
Legno (25% MC)²	14	37.5	98	354	500	6500	4900
Pellets (10% MC)²	17	45	97	349	660	6340	4740
Biogas (60% CH₄, 40% CO₂)	20	56	103	370	-	-	-

Note:

¹ Per quanto riguarda l'elettricità, il valore delle emissioni di CO₂ per unità dipende dai diversi combustibili usati per la produzione di corrente. È possibile recuperare il profilo ambientale dell'elettricità distribuita attingendo alle fonti di informazione nazionali. Per quanto riguarda il Regno Unito: www.electricity-guide.org.uk/fuel-mix.html

² Per il legno, è importante osservare l'influenza dell'umidità totale sulla densità di suddetto: più acqua è presente per unità di peso (MC), minore sarà il combustibile.

Carburanti per il trasporto

Carburanti	Valore calorifico netto (MJ/kg)	Densità (kg/m ³)	Densità energetica (MJ/l)	Contenuto di carbonio (%)	Emissioni di CO ₂ durante la combustione		
					g/litro	kg/gal	g/MJ
Benzina	44	730	32	87	2328	10.6	72.8
Diesel	42.8	830	36	86	2614	11.9	72.6
LPG (soprattutto propano)	50	510	25	82	1533	7.0	61.3
Bioetanolo (dal grano)	27	789	21	52	1503	6.8	71.6
Biodiesel (da oli vegetali di scarto)	37	880	33	77	2486	11.3	75.3

Project partners



Agenzia per l'Energia e l'Ambiente della Provincia di Perugia
Str. corcianese,218 - Centro Direzionale Quattrotorri Torre E



Istituto d'Istruzione Superiore 'L. DA VINCI'
Franca Via Tusicum
06010 Umbertide, ITALY



Noesis European Development Consulting

Via N. Sauro, 4b, scala B



Podkarpacka Agencja Energetyczna Sp. z o.o.

ul. Szopena 51/213
35-959 Rzeszów, POLAND



Energikontoret Regionförbundet Örebro

NetCity, Forskarvägen 1
SE-701 83 Örebro, SWEDEN

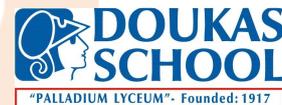


Tullängsskolan Örebro
Tullängsgatan 7, Box 31170,



Centre for Renewable Energy Sources

19th km Marathonos Avenue



Doukas School
Mesogeion str. 151,



Agencija za prestrukturiranje energetike, d.o.o.

Litijska cesta 45, SI-1000 Ljubljana
SLOVENIA



Šolski center Velenje – School Center Velenje

Trg mladosti 3
3320 Velenje, SLOVENIA



National Institute for R&D in Informatics (ICI)



Scoala cu clasele I-VIII Nr. 45 "Titu Maiorescu"
Calea Dorobantilor Nr. 163,



PAIDEIA Foundation
76-A, Evlogi Georgiev Blvd.,



21 General comprehensive school "Hristo Botev"
12 Ljubotrun, Sofia
BULGARIA



Agencia Energética de la Ribera

Plaça Argentina,1
46680 Algemesí, SPAIN



Agência Municipal de Energia de Almada

Rua Bernardo Francisco da Costa, 44
2800-029 Almada. PORTUGAL