



Scuole per l'energia: risposte locali a domande globali

Analisi Energetica preliminare Scuola Media Ranzoni Intra Verbania

Autori dell'audit energetico

Ing. Gianluca Ruggieri
Ing. Gualtiero Rondena
Dott. Chiara Tosi

Relazione elaborata a cura di

Ing. Gianluca Ruggieri
Dipartimento "Ambiente-Salute-Sicurezza" – DASS
Università degli Studi dell'Insubria

INDICE

1. Introduzione.....	3
2. Stato attuale dell'edificio scolastico.....	4
2.1 Impianti.....	4
2.2 Osservazioni degli utenti sul comfort percepito.....	5
3. Analisi dei consumi energetici storici.....	6
3.1 Dati storici di consumo.....	6
3.2 Fattori critici di consumo.....	6
4. Potenziali e modalità di risparmio.....	7
4.1 Interventi possibili sull'edificio e sugli impianti.....	7
4.2 Il fotovoltaico nelle scuole.....	9
4.3 Interventi realizzati e ulteriori indicazioni di buone pratiche.....	9
5. Conclusioni.....	12
Bibliografia.....	13

1.Introduzione

Gli edifici adibiti ai vari usi (residenziali, industriali, commerciali e amministrativi) consumano quasi il 40% dell'energia nell'Unione Europea. La Commissione stima che si potrebbe risparmiare un quinto di questa quota facendo uso di tecnologie collaudate, quali isolamento termico, nuovi e più efficienti impianti di riscaldamento e raffreddamento, migliori strutture per la circolazione dell'aria, integrazione di attrezzature per la produzione di energia rinnovabile.

Numerosi studi ed esperienze concrete hanno mostrato come investimenti compiuti per il miglioramento della prestazione energetica degli edifici si possano rivelare estremamente convenienti dal punto di vista sia economico sia ambientale. Ridurre i consumi energetici per l'illuminazione, il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria consente di risparmiare sulle sempre più salate bollette energetiche e di diminuire le emissioni di gas nocivi in atmosfera.

Per questo motivo la Regione Lombardia ha previsto nella legge 39 del 21 dicembre 2004 che "**I comuni** con popolazione superiore ai 40.000 abitanti **e le province** per il restante territorio (...) **provvedono alla predisposizione di programmi di diagnosi energetica**, dando la precedenza agli edifici pubblici ed ai sistemi edificio-impianto che presentano valori più elevati del rapporto tra il consumo e la volumetria riscaldata."

I programmi di diagnosi energetica previsti contengono "proposte di interventi di miglioramento edilizio e impiantistico con la specificazione di costi, risparmi possibili e tempi di ritorno degli investimenti".

Analisi di tale genere comportano inevitabilmente un notevole impegno da parte di chi le realizza. Nell'ambito del progetto **Scuole per l'energia: risposte locali a domande globali** è stato possibile realizzare un'audit preliminare che comporta analisi meno approfondite ma che sono in grado di permettere **valutazioni sul comportamento generale dell'edificio dal punto di vista energetico, individuando i possibili miglioramenti edilizi e impiantistici**. L'analisi costi-benefici di tali interventi potrà essere eventualmente effettuata in un secondo tempo dall'Amministrazione Comunale.

La presente relazione contiene anche le indicazioni sulle **modifiche di comportamenti e abitudini di utilizzo dell'edificio da parte degli occupanti, che** si ritiene possano generare sensibili risparmi di energia.

Le valutazioni riportate nel seguito sono state desunte da una diagnosi visiva delle strutture e dall'analisi tecnica della documentazione fornita dagli Uffici Tecnici Comunali (fatture energetiche).

L'audit presso **l'Istituto D. Ranzoni** è stato svolto il giorno 3 ottobre 2006. Non è stato possibile disporre di informazioni relative alla stratigrafia delle pareti per la valutazione del grado di isolamento.

2. Stato attuale dell'edificio scolastico

La costruzione dell'edificio che ospita la scuola risale al 1975. L'edificio è sviluppato su due piani. Attualmente il complesso ospita l'istituto scolastico e una palestra utilizzata anche per attività esterne alla scuola.

L'Istituto Scolastico vede la presenza di oltre 350 studenti diurni per cinque giorni alla settimana a cui aggiungere un imprecisato numero di studenti per le attività serali. Le attività didattiche ammontano a circa otto ore giornaliere. Il corpo docente è composto da circa 70 insegnanti, mentre il corpo non docente da 11 persone.

La scuola è costruita in muratura e calcestruzzo armato. Non sembra esservi alcun tipo di isolante termico nella stratigrafia delle pareti.

I serramenti vedono la presenza di ampie superfici vetrate con serramenti non adeguati (se la scuola fosse costruita oggi sarebbe illegale ricorrere a questo tipo di serramento)

Poiché la struttura è sviluppata su soli due piani il contributo alle dispersioni termiche dato dal tetto è notevole. Sono state verificate delle condizioni di cattiva conservazione delle pareti esterne e del tetto, che causano problemi di infiltrazione. Prima di eseguire lavori di sistemazione sarà opportuno realizzare una valutazione economica degli eventuali extracosti connessi con opere che incrementino l'isolamento termico. In particolare prima di procedere alla nuova impermeabilizzazione del tetto potrebbe essere molto conveniente effettuare l'isolamento termico.

Le classi del piano terra risultano complessivamente molto ombreggiate a causa della presenza del primo piano e degli alberi.

Nelle classi vi è la presenza di veneziane interne.

2.1 Impianti

L'impianto elettrico e l'impianto termico risultano divisi in due parti, una relativa alla palestra e una al resto dell'istituto. Non ci sono valvole termostatiche nelle aule, ma solo un termostato per piano.

Attualmente è stato introdotto un sistema di regolazione a distanza dell'impianto di riscaldamento. Questo sistema è in grado di far intervenire un tecnico in base a variazioni puntuali della temperatura misurata nell'edificio. Purtroppo però non è stato possibile introdurre una regolazione che potesse intervenire in maniera differenziata nelle varie zone termiche che caratterizzano l'edificio stesso. Come spesso capita in questi casi la regolazione segue la temperatura media, pertanto si rileva la presenza di zone più riscaldate e di altre meno riscaldate, con ripercussioni sul comfort degli occupanti (vedi paragrafo successivo).

I corpi scaldanti adottati nell'edificio sono dei ventilconvettori. Anche se non è possibile regolare la temperatura dell'acqua che scorre nei diversi ventilconvettori, è possibile intervenire sulla regolazione della ventola. Spegnendo la ventola si riduce la quantità di calore ceduta dal corpo scaldante. In questo modo è possibile introdurre una regolazione puntuale adattata almeno in parte alle esigenze che emergono nei vari locali. È opportuno

per questo formare il personale che lavora nell'edificio in modo che possa operare autonomamente sulla regolazione delle valvole.

2.2 ***Osservazioni degli utenti sul comfort percepito***

Generalmente il comfort termico sembra abbastanza bene assicurato nell'edificio, salvo alcune situazioni particolari di disagio. I principali fattori di insoddisfazione sono:

- I dipendenti della segreteria (primo piano) lamentano la presenza di temperature molto elevate durante la stagione estiva.
- In alcune aule i banchi sono disposti in modo tale che alcuni studenti sono posizionati immediatamente a contatto dei corpi scaldanti. Durante la stagione di riscaldamento questi studenti vivono situazioni di disagio termico a causa delle elevate temperature che si raggiungono.
- Nell'aula docenti si lamentano basse temperature durante la stagione invernale.

3. Analisi dei consumi energetici storici

3.1 *Dati storici di consumo*

Dai dati a nostra disposizione abbiamo ricavato i seguenti valori di consumi annui. In particolare i consumi elettrici riguardano il periodo compreso tra gennaio 2004 e novembre 2005, mentre i consumi termici riguardano la stagione di riscaldamento 2004-2005.

Consumi annui medi di gas	PALESTRA	15800	m ³ /anno
Consumi annui medi di gas	SCUOLA	48400	m ³ /anno
Consumi medi annui di elettricità	PALESTRA	14300	kWh/anno
Consumi medi annui di elettricità	SCUOLA	73500	kWh/anno

La spesa per la bolletta del gas ammonta a circa 28000 euro l'anno per la scuola e circa 9300 euro l'anno per la palestra. La spesa per la bolletta dell'elettricità ammonta a circa 11500 euro l'anno per la scuola e circa 2000 euro l'anno per la palestra.

3.2 *Fattori critici di consumo*

Sono stati identificati i seguenti fattori critici di consumo:

- Scarsa efficienza dell'Impianto di illuminazione (considerato come combinazione di lampade plafoniere alimentatori e sistemi di regolazione)
- L'assenza di tende causa delle situazioni di abbagliamento a cui spesso si fa fronte abbassando le tapparelle. In queste condizioni si ricorre alla luce artificiale, causando dei consumi ingiustificati di elettricità.
- Gestione centralizzata dell'impianto di riscaldamento, che non permette la regolazione aula per aula. In questo modo alcune aule risultano troppo calde e altre non abbastanza riscaldate.
- La gestione dell'impianto di illuminazione della palestra che risulta acceso anche quando non viene utilizzata.

4. Potenziali e modalità di risparmio

Sulla base dei dati disponibili e delle analisi eseguite si possono identificare le opportunità di risparmio energetico descritte nel seguito.

4.1 *Interventi possibili sull'edificio e sugli impianti*

ILLUMINAZIONE EFFICIENTE

Gli apparecchi di illuminazione più efficienti (cioè che consumano meno energia a parità di flusso luminoso fornito) sono quelli a fluorescenza.

Questi apparecchi si presentano o in forma tubolare (i cosiddetti tubi al neon) oppure in forma compatta (le cosiddette lampade a risparmio).

Per poter sfruttare al meglio la luce emessa dagli apparecchi, i portalampade o lampadari devono:

- riflettere la frazione di luce indirizzata verso l'alto
- permettere a tutta la luce di passare

A tale scopo è sempre importante pulire a intervalli regolari sia le lampade che i loro contenitori.

Per evitare sprechi è possibile installare degli speciali sensori che spengono le lampade in caso le aule siano vuote, oppure in caso l'illuminazione naturale che arriva attraverso le finestre sia sufficiente.

- Nel caso dell'edificio in esame, risulta onerosa dal punto di vista dei consumi elettrici la modalità di regolazione dell'illuminazione nelle aule. Tutte le lampade presenti in un aula sono controllate da un unico interruttore. In questo modo non è possibile sfruttare al meglio la luce naturale. Infatti nei diversi momenti dell'anno la luce naturale può essere sufficiente a illuminare tutta l'aula (e in questo caso le lampade vengono tenute spente) oppure a illuminare solo i banchi più vicini alle finestre. In questo caso, se il sistema di interruttori permettesse di spegnere solo le lampade più vicine alle finestre, sarebbe possibile risparmiare elettricità senza diminuzione del comfort luminoso degli occupanti. Si suggerisce di differenziare l'accensione dei punti luce tra quelli più vicini alla finestra da quelli nella parte più interna dell'aula. In questo modo, qualora si possa sfruttare la presenza di luce naturale, sarebbe possibile spegnere le luci più vicine alle finestre, e tenere accese solo quelle nelle zone in penombra.
- Introdurre delle tende bianche che permettano la schermatura della luce solare. In questo modo si può utilizzare la luce naturale evitando il fastidioso abbagliamento dato dalla radiazione solare diretta.
- In praticamente tutto l'edificio sono presenti alimentatori elettromagnetici. La sostituzione degli alimentatori con modelli più efficienti permetterebbe una sensibile diminuzione dei watt installati (e quindi dei consumi) a parità di illuminazione disponibile. Il mantenimento delle attuali plafoniere andrebbe supportato da un programma di manutenzione e pulizia interna almeno annuale, per evitare fenomeni di

APPARECCHIATURE DA UFFICIO

Gli apparecchi da ufficio quali personal computer e loro relative periferiche, fotocopiatrici fax e altro consumano energia anche quando non sono utilizzati. Questo consumo è dovuto al cosiddetto funzionamento in stand-by.

- Normalmente ogni personal computer è dotato di funzioni di controllo per il risparmio energetico (disponibili per esempio nel pannello di controllo di Windows o di Mac-OS). Queste funzioni possono essere impostate per lo spegnimento del computer quando trascorre un certo periodo di tempo in cui non viene utilizzato. Meglio sarebbe procedere direttamente allo spegnimento manuale al termine dell'utilizzo, specie per le attrezzature presenti nelle aule informatiche
- Tra i monitor per personal computer, i modelli più efficienti sono quelli a cristalli liquidi, LCD. In particolare, per i modelli da 17 pollici, i consumi di un monitor LCD sono circa la metà di un monitor a tubo catodico. Se calcoliamo un uso di 8 ore al giorno lavorativo per 210 giorni lavorativi all'anno, il risparmio è pari a circa 13 euro all'anno per ciascun monitor.
- È opportuno selezionare lo spegnimento del monitor dopo pochi minuti di inattività: il cosiddetto salva-schermo (screen saver) non diminuisce sostanzialmente i consumi rispetto al funzionamento normale.
- Per quanto riguarda il consumo energetico delle varie periferiche, è opportuno sottolineare che per quasi tutte il tempo di utilizzo è normalmente molto limitato. È fondamentale quindi controllare sempre che siano completamente disattivate quando non sono in funzione.

SOLARE TERMICO

È possibile utilizzare l'energia solare per riscaldare l'acqua. Poiché questa fonte di energia è più disponibile durante l'estate si utilizzano impianti solari termici soprattutto ove esista una particolare richiesta di acqua calda anche durante l'estate.

- Nel caso dell'edificio in esame, potrebbe risultare interessante valutare la possibilità di **integrare un sistema solare termico** nell'impianto di riscaldamento della palestra. Infatti in detta parte vi è un utilizzo di acqua calda anche durante l'estate. Questa possibilità andrebbe comunque valutata in dettaglio.

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

L'impianto di riscaldamento è costituito dalla caldaia, dall'impianto di distribuzione (ad es. i tubi dell'acqua calda che arrivano ai caloriferi) e dai corpi scaldanti, come i caloriferi o i ventilconvettori.

Una caldaia efficiente è in grado di sfruttare al meglio il calore prodotto dalla combustione che ospita. Ma questo calore prodotto deve essere trasportato al meglio nei locali che voglio

riscaldare e deve essere ceduto solo in quei locali nelle ore in cui sono occupati e non oltre la temperatura desiderata. Per ottenere questo risultato è necessario:

- isolare al meglio i tubi
- togliere o ridurre al minimo gli ostacoli alla circolazione dell'aria attorno ai caloriferi (mobili davanti ai caloriferi)

- Nella scuola media Ranzoni sono installati dei ventilconvettori. In questi impianti viene convogliata acqua calda come nei classici caloriferi-radiatori. La presenza di una ventola però realizza le condizioni di ventilazione forzata aumentando lo scambio di calore. Quando in un aula la temperatura risulta troppo elevata potrebbe risultare conveniente disattivare la ventola. In questo caso probabilmente sarebbe opportuno inserire un interruttore esterno in modo da facilitare l'operazione per gli utenti.

4.2 Il fotovoltaico nelle scuole

“Il sole a scuola” è un bando del Ministero dell’Ambiente rivolto ai Comuni e alle Province che siano proprietari di edifici ospitanti scuole medie inferiori o superiori.

I fondi a disposizione sono 4.700.000 euro e il contributo in conto capitale è per la realizzazione di impianti fotovoltaici sugli edifici scolastici e, simultaneamente, per l’avvio di un’attività didattica volta alla realizzazione di analisi energetiche e di interventi di razionalizzazione e risparmio energetico nei suddetti edifici, con il coinvolgimento degli studenti.

Gli interventi incentivati nel bando sono finanziabili nella misura del 100% dei costi ammissibili. Il limite massimo per ciascun edificio scolastico è pari a 10.000 euro, di cui fino a 1.000 euro utilizzabili per sostenere l’attività didattica.

Ricordiamo che per le scuole pubbliche l'incentivo di qualsiasi entità è cumulabile con la tariffa incentivante del Conto Energia. In questo modo quindi l’ente riceverà una remunerazione per ogni kWh prodotto dall’impianto.

Il bando è allegato alla presente relazione e sarà aperto fino ad esaurimento fondi.

4.3 Interventi realizzati e ulteriori indicazioni di buone pratiche

Riscaldamento

Durante il progetto sono stati rilevati i dati delle temperature nelle aule delle tre classi terze coinvolte nel progetto. La media delle rilevazioni delle temperature è pari a 20,5°C mentre il giudizio medio sul benessere termico, risulta essere +1 (dove lo zero indica le condizioni di soddisfazione piena mentre i voti positivi da +1 a +3 indicano sensazione di caldo con progressiva insoddisfazione)

Vi è quindi in media un margine non trascurabile di risparmio energetico (ricordiamo che ridurre la temperatura media di un grado durante la stagione di riscaldamento comporta risparmi quantificabili tra il 5 e l’8%. Questo risparmio è immediatamente associato a un

miglioramento del benessere termico di tutti gli utenti se questi fossero messi in grado di intervenire sulla regolazione del riscaldamento classe per classe.

Di notte durante la stagione invernale, attraverso le finestre vi è una notevole dispersione di calore. È possibile ridurre in maniera consistente questa dispersione abbassando le tapparelle o le veneziane, o in alternativa tirando le tende. L'abitudine di abbassare le veneziane ogni giorno al termine delle lezioni potrebbe portare a risparmi di energia termica

La dispersione può inoltre essere ridotta di molto installando serramenti ad alta prestazione come mostrato nella successiva tabella. Il valore U_v (Trasmittanza) indica le dispersioni attraverso la parete vetrata che nel caso dei vetri migliori è inferiore di oltre l'80% rispetto al caso limite del vetro singolo.

Tipo di vetro	U_v
Vetro singolo (6)	5.73
Vetrocamera semplice (6-8-6)	3.1
Vetrocamera semplice (6-12-6)	2.83
Vetro triplo semplice (4-8-4-8-4)	1.7
Vetrocamera basso emissivo con Aria (4-16-4)	1.4
Vetrocamera basso emissivo con Argon (4-16-4)	1.1
Vetro triplo basso emissivo con Argon(4-8-4-8-4)	0.9
Vetrocamera semiselettivo con Aria (4-16-4)	1.4
Vetrocamera semiselettivo con Argon (4-16-4)	1.1
Vetrocamera selettivo con Aria (4-16-4)	1.4
Vetrocamera selettivo con Argon (4-16-4)	1.1

Acqua calda

A proposito dei boiler elettrici, nel caso non si dovesse optare per l'installazione di timer, è comunque opportuno valutare la possibilità di incaricare qualcuno di spegnere i boiler, specialmente prima di periodi di inutilizzo relativamente lunghi (weekend e festività), salvo poi intervenire per la ri-accensione qualche ore prima del momento in cui sarà necessaria l'acqua calda.

Illuminazione

Durante il progetto sono stati individuati e introdotti interventi quotidiani degli utenti, di monitoraggio e azione per la regolazione dell'uso dell'illuminazione artificiale (durante le diverse ore del giorno e durante l'intervallo). Inoltre, nella scuola sono stati predisposti dei cartelli informativi che invitano gli utenti a spegnere le luci superflue. Per ottenere un risparmio sensibile e misurabile, occorrerebbe estendere le attività a tutte le classi della scuola.

Dal punto di vista strutturale, l'introduzione di tende bianche favorirebbe la migliore regolazione della luce naturale e un conseguente miglior uso della luce artificiale. Analogamente, sarebbe positiva l'introduzione di parzializzazione delle luci nelle aule,

parallelamente alle finestre nell'ambito di un ridisegno complessivo dell'impianto di illuminazione.

5. Conclusioni

L'audit energetico ha evidenziato le potenzialità di risparmio energetico dell'edificio che ospita la scuola. Si sono inoltre evidenziate possibilità di risparmio energetico connesse ad una modifica virtuosa dei comportamenti di alunni, insegnanti e non-docenti. A tale proposito è importante ricordare che, salvo casi particolari, le modifiche dei comportamenti di utilizzo dell'edificio e degli impianti possono comportare risparmi quantificabili in qualche punto percentuale.

Sul fronte elettrico, in base alla situazione descritta nelle sezioni precedenti per la scuola in esame, ci si può probabilmente attendere una rilevanza più marcata dei comportamenti degli occupanti sui consumi elettrici. Minore è l'efficienza delle apparecchiature installate, e dunque maggiore è la potenza elettrica assorbita dalle stesse, più alta può essere l'influenza sui consumi di una riduzione delle ore di accensione, ottenuta grazie alla maggiore attenzione adoperata dagli utilizzatori.

Bibliografia

Riferimenti legislativi

Decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n. 412 (DPR 412/93)
"Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10."

Regione Lombardia - Legge regionale 21 dicembre 2004 - n.39

"Norme per il risparmio energetico negli edifici e per la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti"

Riferimenti bibliografici

"Guida al contenimento della spesa energetica nelle scuole" - ENEA, FIRE

"Manuale dell'Energy Auditing" - International Energy Agency

Riferimenti Internet

L'iniziativa per le scuole della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia, FIRE
<http://www.fire-italia.it/caricapagine.asp?target=eell/scuole/index.asp>

Progetto "Kids4energy – Piccoli risparmiatori di...energia!"

<http://www.piccolirisparmiatoridienergia.it>

IEA ECBCS Annex 36 - Retrofitting of Educational Buildings - REDUCE

<http://www.annex36.com/eca/index.html>

Il Centro di documentazione del Carbon Trust

<http://www.carbontrust.org.uk>

Programma per l'illuminazione efficiente GreenLight

http://www.eu-greenlight.org/What-to-do/what_CosaFare.htm