

Alessio Bruscoli – Marco Casini¹

BUONE PRATICHE ORIENTATE AL RISPARMIO ENERGETICO E ALLA RIDUZIONE DEGLI SPRECHI NELLA SCUOLA

La presente relazione si inquadra all'interno del progetto POF Agenda 21 dell'a.s. 2007-2008 e riassume il lavoro di oltre un anno, svolto dalla classe IV – V dell'indirizzo Elettrotecnica e Automazione dell'I.T.I.S. L. da Vinci di Firenze. Partendo dai risultati ottenuti da una campagna di misura del febbraio 2008, da sopralluoghi effettuati nei mesi di giugno e settembre 2008, vengono prospettati interventi sugli impianti della scuola, nonché buone pratiche volte a conseguire risparmi energetici, una riduzione degli sprechi e della riduzione delle emissioni di CO₂. L'attività svolta si è rivelata preziosa per i risultati tecnici, ma anche per la sua valenza educativa e formativa.

INDICE

1. Introduzione
2. Acqua
3. Aria compressa
4. Energia elettrica
5. Riscaldamento
6. Prospetto dei costi e dei risparmi stimati per ciascun intervento
7. Risparmi energetici e emissioni di CO₂
8. Conclusioni

Allievi partecipanti – Cl. V Elettrotecnica e Automazione ITIS L. da Vinci - Firenze

Yuri Avossa, Samuele Bencini, Andrea Bossoli, Niccolò Bruschi, Claudio Carcasci, Niccolò Ceci, Matteo Fani, Simone Fantini, Fabio Giuliani, Matteo Lombardi, Matteo Piazza, Mattia Piloni, Leonardo Poli, Leonardo Raddi, Andrea Raveggi, Niccolò Ricci, Stefano Tacconi, Marco Zini

1. INTRODUZIONE

Nell'estate 2007, la nostra scuola ha avviato una collaborazione con la direzione ambiente del Comune di Firenze. Sono stati concordati interventi didattici e ricerche con l'Arch. Riccardo Pozzi, coordinatore di Agenda 21 Locale. Da allora si è stabilita una commissione permanente della scuola (Commissione Ambiente), coordinata dalla prof.ssa Claudia Polverini.

In questo quadro, nel febbraio 2008, la classe IV dell'indirizzo Elettrotecnica e Automazione, a seguito di un percorso di preparazione legato alla tecnologia e alla metodologia delle misure elettriche assistite da computer,

ha realizzato una campagna di rilievi per valutare e qualificare i consumi di energia elettrica, confrontandoli con le fatture emesse dalle società elettrofornitrici.²

Nei mesi di giugno e settembre 2008, sono stati effettuati sopralluoghi su impianti elettrici, termici, idrici con l'aiuto di operatori tecnici della scuola Bini, Caironi e Giorgi, orientati a individuare tutte le possibili forme di spreco di energia e di risorse. Sono stati presi in esame l'impianto elettrico, l'impianto idrico, l'impianto di aria compressa e quello termico.³

Nella presente relazione, facendo riferimento ai risultati ottenuti con i suddetti sopralluoghi,

²http://agenda21.altervista.org/relazione_finale.pdf

³<http://agenda21.altervista.org/sprechi.pdf>

¹ Insegnanti di Sistemi Elettrici Automatici presso ITIS L. da Vinci - Firenze

luoghi e misure, si prospettano semplici interventi di automatizzazione e/o manutenzione degli impianti per risolvere in buona parte e con investimenti ragionevoli i problemi riscontrati. Si tenga conto che il Piano di Indirizzo Energetico Regionale (P.I.E.R.) per gli anni 2007-2010, su sollecitazione del Parlamento Regionale degli Studenti della Toscana, prevede l'impegno a finanziare una scuola pilota per ogni provincia in relazione a progetti di intervento: «*Il tavolo di confronto Regione – Province sarà chiamato a favorire la realizzazione di quanto contenuto nella risoluzione del 17 marzo 2008 del Parlamento degli Studenti, dal titolo "risparmiare l'ambiente risparmiando energia". La proposta avanzata alle Province si chiama "adottiamo una scuola per ogni Provincia della Toscana" e chiede a ciascuna delle dieci Province della Toscana di individuare una "scuola campione" rispetto alla quale predisporre 13 progetti di ecosostenibilità da ammettere a finanziamento regionale, in particolare prevedendo che anche per tali progetti le Province possano accedere alle risorse finanziarie messe a disposizione dalla Regione.*» [cfr. P.I.E.R. Regione Toscana 8/7/2008 pg. 12]. Di seguito sono illustrati gli interventi suggeriti.

2) ACQUA

2.1 Criticità rilevate

Si segnala un flusso disperso continuo in corrispondenza dei 48 orinatoi. Il loro funzionamento non automatizzato comporta una portata di 4000 m³/anno. La attuale tariffa, specifica per uso pubblico, è di 1.01 euro/m³, da cui si deduce una spesa di oltre 4000 euro, senza tener conto dell'aspetto etico di un simile spreco. 34 dei 48 orinatoi sono serviti da autoclave. Per cui lo spreco di acqua si estende anche al consumo di energia elettrica. Detto consumo è stimato in poco più dell'1% del totale annuo⁴.

2.2 Soluzioni proposte

Si possono considerare differenti opzioni:

- 1) Installare cellule fotoelettriche, ma si tratta di una soluzione sconsigliata per una scuola, dati i probabili atti vandalici. E' idonea solamente per i bagni destinati al personale.
- 2) Installare elettrovalvole, comandate da orologi programmabili, per ogni gruppo di orinatoi. Detta soluzione riuscirebbe solo a dimezzare gli sprechi.

⁴ 6.2 MWh v. par. 3 di <http://agenda21.altervista.org/sprechi.pdf>

3) Dotare ciascun orinatoio di valvola a comando manuale (da verificare i requisiti igienici per ambienti scolastici) dotata di richiusura temporizzata.

4) Smantellare gli orinatoi, ripristinando il decoro e l'igiene degli ambienti con la soluzione più economica possibile. Bisognerebbe verificare se lo smantellamento è compatibile con il numero di servizi igienici necessario. Laddove non fosse possibile smantellare per i motivi di cui sopra, si potrebbe ricorrere, e solo per alcuni orinatoi, alle soluzioni 1,2, o 3.

Inoltre, si suggerisce di installare, immediatamente a valle del contatore idrico generale, una elettrovalvola temporizzata; ciò per prevenire i danni conseguenti a perdite nelle ore notturne o ad atti vandalici.

3) ARIA COMPRESSA

Occorre effettuare verifiche periodiche sull'impianto, che si trova nel plesso denominato Professionale Nuovo, per evitare il funzionamento del medesimo in presenza di perdite. Nel compressore attualmente si verificano avviamenti frequenti poiché è presente una perdita che andrebbe riparata. Un altro impianto di aria compressa si trova nei pressi dell'officina elettrauto. Per entrambi occorrerebbe installare un orologio per impostarne il funzionamento.

4) ENERGIA ELETTRICA

4.1 Criticità rilevate

La campagna di misure⁵ ha messo in evidenza che:

- a) Il carico elettrico nelle ore dalle 7 alle 23, nei giorni in cui la scuola funziona a regime, è prevalentemente legato all'illuminazione.
- b) Nelle ore notturne, nei periodi di vacanza e nei fine settimana si riscontra un assorbimento di 30 kW nel periodo invernale.
- c) I consumi elettrici annuali ammontano a 514 MWh. Nell'anno 2005, per il quale sono state reperite le fatture, ciò ha corrisposto ad una spesa di 74.000 euro. A consumi costanti, attualmente si supererebbero i 100.000 euro.

I sopralluoghi⁶ hanno evidenziato:

- a) Certi impianti di illuminazione sono caratterizzati da considerevoli sprechi di energia. Nei corridoi antistanti segreterie e ufficio di presidenza si trovano in tutto 17 lampade alogene per una potenza totale di 5.1 kW, assorbita lungo 3000 ore annue per un totale di 15 MWh.

⁵ http://agenda21.altervista.org/relazione_finale.pdf

⁶ <http://agenda21.altervista.org/sprechi.pdf>

- b) Sovente aule e uffici vengono illuminati artificialmente anche in assenza di persone. Fra questi ambienti si citano le vaste campate delle officine meccaniche rimangono illuminate anche nel corso delle ore in cui non sono utilizzate.
- c) Molte apparecchiature, distributori di bevande calde e fredde e macchine da ufficio rimangono in stand by anche al di fuori dell'orario di lavoro.
- d) All'interno della scuola si trovano circa 400 computer, 400 monitor, 200 stampanti, 11 fotocopiatrici, collocati in 150 locali ad uso didattico (comprendendo in questo numero le aule, le officine e i laboratori) e 20 uffici, spesso lasciati in stand by.
- e) Le pompe di circolazione dell'impianto di riscaldamento rimangono in funzione nei mesi invernali anche nelle ore in cui la caldaia è stata disattivata a seguito della programmazione oraria.
- f) I 29 scaldacqua elettrici rimangono alimentati senza interruzione per tutto l'anno. Hanno una potenza complessiva di circa 35 kW, un consumo presunto di 21 MWh/anno e una potenza media presunta di 5 kW.
- g) I 6 frigoriferi presenti non sono realizzati in classe A, tuttavia costituiscono una frazione trascurabile della energia consumata.
- h) Il consumo connesso col funzionamento delle autoclavi potrebbe essere ridotto risolvendo il problema degli orinatoi (v. paragrafo sull'acqua).

4.2 Soluzioni proposte

- 1) Installare rilevatori di presenza in ognuno dei 170 locali, comprensivi di aule, laboratori e uffici, in modo da illuminare automaticamente i medesimi solo quando è necessario. Si dovrà aver cura di studiare la loro funzionalità per i laboratori e le aule più grandi, nonché il rischio legato ad atti vandalici. Si suggerisce, in via preliminare, di sperimentare il sistema in alcuni locali che si ritiene possano riassumere le maggiori difficoltà di esercizio. Questa soluzione è quella che potrebbe determinare i maggiori risparmi.
- 2) Diramare circolari e formare il personale di custodia cui spetta il turno di chiusura e di apertura. Detto personale dovrebbe manovrare specificati e segnalati interruttori dei quadri generali di plesso, così da poter escludere l'alimentazione di tutti gli utilizzatori non essenziali. Gli interruttori di cui sopra saranno individuati in prima istanza dagli operatori tecnici competenti e la loro scelta sarà condivisa dagli

allievi, approvata dalla dirigenza, dall'Ufficio Tecnico e dallo S.P.P., al fine di non lasciare indebitamente senza alimentazione i servizi essenziali.

3) Attivare una campagna di sensibilizzazione rivolta al personale e agli allievi con il fine di impedire che macchine, utilizzatori, impianti siano lasciati alimentati o in stand by nelle ore al di fuori dell'orario di funzionamento degli uffici e della scuola. Attualmente, le vaste campate dell'officina meccanica in cui non si possono installare rilevatori di presenza, rimangono illuminate nel corso delle ore in cui non sono utilizzate.

4) Nei locali e nei corridoi attualmente illuminati da lampade alogene in modo indiretto (in maniera del tutto inefficiente vista la altezza dei soffitti e il colore delle pareti), bisognerebbe sostituire queste ultime con lampade a risparmio energetico.

Calando questo concetto nella realtà della nostra scuola, si potrebbero utilizzare le stesse plafoniere ove al momento alloggiavano le lampade alogene, modificate in modo da ospitare lampade a risparmio energetico di potenza 62 W (4300 lm es. OSRAM DULUX T/E IN PLUS). Ciò eviterebbe il montaggio di lampade fluorescenti lineari a sospensione. Questa soluzione sarebbe idonea per i corridoi antistanti le segreterie e la presidenza al piano terreno, per i corridoi antistanti la biblioteca, per la scalinata che porta al primo piano e la stessa stanza della presidenza. La segreteria del personale docente è adesso illuminata da lampade ad alogenuri, montate su portalampade rivelatisi non idonei e capaci di ridurre la vita delle lampade stesse. Anche per questo caso si suggerisce di modificare i portalampade e adattarvi lampade fluorescenti compatte di grande potenza, non tanto ai fini del risparmio energetico, ma per semplificare la manutenzione.

5) Esclusione delle pompe di circolazione dell'acqua del circuito del riscaldamento nelle ore e nei giorni in cui il riscaldamento non è utilizzato (cfr. par 5 sul riscaldamento).

6) Attivare una campagna di sensibilizzazione rivolta a personale e studenti al fine di indurre i medesimi a comportamenti virtuosi orientati ad evitare sprechi di risorse e di energia. In tal modo sarà possibile evitare l'esercizio in stand by di macchine per ufficio, calcolatori, monitor, stampanti e apparecchiature di laboratorio, nonché l'illuminazione delle grandi campate dell'officina meccanica.

5) RISCALDAMENTO

Consultando le fatture relative all'autunno-primavera 2005-2006⁷, si rileva che complessivamente le caldaie alimentate a gasolio e quelle alimentate a metano hanno consumato circa 1.600.000 kWh termici. Con i costi attuali (1.36 euro/litro) tale consumo comporta una spesa di oltre 200.000 euro. E' nell'impianto di riscaldamento che si determinano le maggiori spese e i maggiori sprechi nel novero del bilancio energetico della scuola. Tutti gli impianti sono comandati telematicamente nell'ambito di un servizio fornito dal Comune di Firenze. Purtroppo, la conformazione dei locali, la volumetria degli stessi, i materiali utilizzati renderebbero necessaria la completa riprogettazione dell'impianto con onerosi interventi anche sugli stessi locali.

Si suggeriscono allora i seguenti interventi, caratterizzati da costi contenuti:

1) Sulla centrale termica del plesso TRIENNIO: essa riscalda sia il triennio che la palazzina di elettronica, le officine e il complesso dell'indirizzo Edilizia. Purtroppo, queste porzioni di impianto non hanno le stesse esigenze di riscaldamento perché sono utilizzate in orari diversi. Bisognerebbe che, per via telematica, si agisse sulle pompe (o su elettrovalvole cfr. par. 4.5) che servono questi edifici secondo una programmazione temporale differenziata e fasce orarie specifiche per ogni porzione di impianto. Ad esempio, il complesso dell'indirizzo EDILIZIA funziona dalle ore 8 alle 13:10, ma attualmente è riscaldato con la stessa modalità di circolazione del triennio, che funziona dalle 7 alle 24. Solo in certi giorni viene utilizzata sino alle ore 18 la palazzina dell'indirizzo ELETTRONICA.

2) Coibentare i tubi esposti appartenenti a tutto l'impianto, adesso fonte di notevole dispersione (esperti stimano sino al 30% del calore prodotto).

3) Installare valvole termostatiche, da programmare in funzione dell'utilizzo delle singole aule, ma si giudica che questi dispositivi siano eccessivamente esposti ad atti vandalici. Bisognerebbe individuare una soluzione tecnica che potesse assicurare la loro integrità a costi contenuti.

4) Sostituzione degli infissi, spesso logorati dagli agenti esterni, o dall'uso, privi attualmente di guarnizioni e con vetri di piccolissimo

spessore. Questa soluzione è giudicata eccessivamente onerosa.

5) Dalle fatture risulta un costo per kWh termico prodotto da metano assai più contenuto rispetto a quello prodotto da gasolio. Si può ipotizzare con un intervento sicuramente più oneroso dei precedenti una riconversione a metano di tutte le caldaie. Questo garantirebbe anche una maggiore affidabilità sull'approvvigionamento del combustibile e una minore emissione di CO₂ e ridotte emissioni inquinanti in genere.

6) Installazione di pannelli solari termici, capaci di integrare il contributo dell'impianto di riscaldamento tradizionale, almeno negli edifici più adatti come le palazzine di ELETTRONICA, di EDILIZIA e il plesso denominato Professionale Vecchio. Tuttavia, questa soluzione è stata da alcuni giudicata problematica per la necessità di allestire una cisterna di grandi dimensioni in cui l'acqua possa essere riscaldata da due distinte serpentine: una appartenente all'impianto solare e l'altra all'impianto tradizionale.

⁷ cfr. <http://agenda21.altervista.org/sprechi.pdf> par. 5 a pg. 2.

6) PROSPETTO DEI COSTI STIMATI PER CIASCUN INTERVENTO

INTERVENTO	Paragrafo dove è descritto l'intervento	COSTO UNITARIO euro	N°INTERVENTI	COSTO TOTALE euro	RISPARMIO ANNUO STIMATO Euro
Smantellamento orinatoi e ripristino igiene/decoro	2.2	300	48	14400	4000 acqua+ 1200 elettricità
Orinatoi con valvola a comando manuale (in alternativa allo smantellamento)	2.2	100	48	4800	4000 acqua+ 1200 elettricità
Perdite aria compressa	3	200	1	200	200
Rilevatori di presenza	4.2	100 install. incl.	170	17000	20000 circa
Circolari da diramare al personale di custodia	4.2	0	0	0	Modesto, dato che il costo dell'energia nelle ore notturne è ridotto
Campagna di sensibilizzazione rivolta a personale e studenti	4.2	0	0	0	2400
Sostituzione lampade alogene e ad alogenuri con lampade fluorescenti	4.2	1000	-	1000	2000
Programmazione pompe di circolazione, intervento sui relativi quadri elettrici	4.2	3000	-	3000	Modesto, dato che il costo dell'energia nelle ore notturne è ridotto
Programmazione pompe di circolazione, intervento sui relativi quadri elettrici	5	Rientra nei 10000 euro sopra citati		0	50000 circa
Coibentazione tubi	5		Da valutare in dipendenza estensione tubi		
TOTALE			42400 (32800 con valvola manuale su orinatoi). A ciò si deve aggiungere costo coibentazione tubi		80000

Oltre quanto riportato in tabella, l'eventuale conversione delle caldaie alimentate a gasolio con caldaie alimentate a metano, sebbene onerosa, comporterebbe un risparmio stimato in oltre 85000 euro annui in aggiunta alle cifre

della tabella, per un totale risparmiato di 165000 euro annui: il 50% della spesa annua attuale relativa all'energia elettrica e al riscaldamento.

7) PROSPETTO DEI RISPARMI ENERGETICI E EMISSIONI DI CO₂

La nostra scuola attualmente consuma 514 MWh elettrici e 1590 MWh termici annui. A questi consumi corrispondono determinate emissioni di CO₂⁸.

La stima della CO₂ emessa dalla nostra scuola è di 308.4 tonnellate dovute ai consumi elettrici e 429 tonnellate relative ai consumi termici per un totale di 737.4 tonnellate. Con le soluzioni a basso costo elencate nei par. 4 e 5, si determinerebbe un decremento delle emis-

⁸ cfr. ricerca della classe V chimica dell'a.s. 2007-08 e sintetizzata in <http://carbonfree.altervista.org>

sioni nella misura che oscilla fra il 24% e il 32 % (vedi tabella sottostante).

L'impianto fotovoltaico già installato sul tetto del plesso TRIENNIO, se messo in funzione, essendo dotato di potenza di picco di 15.88 kW, consentirebbe di produrre 23 MWh e risparmiare l'emissione di altre 14 tonnellate di CO₂. E' dunque assai probabile quindi che gli interventi suggeriti consentano di allineare il bilancio delle emissioni della scuola con gli orientamenti dell'Unione Europea per il 2020.

La maggior parte dell'energia consumata è dovuta ad usi termici. Purtroppo, l'abbattimento ulteriore dei consumi termici

passerebbe attraverso investimenti onerosi sulle volumetrie dei locali, sulla modalità di riscaldamento, sulle coibentazioni e sugli infissi. Altri risparmi sulle emissioni potrebbero determinarsi con la conversione a metano delle caldaie attualmente alimentate a gasolio. Questa modifica comporterebbe un abbattimento delle emissioni di CO₂, stimabile in 80 tonnellate, che, in termini percentuali, condurrebbe ad una riduzione della CO₂ dal 35 al 43 %.

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei possibili interventi.

RISPARMI ENERGETICI E EMISSIONI DI CO₂				
INTERVENTO	Paragrafo dove è descritto L'intervento	ENERGIA RISPARMIATA [MWh]	NATURA ENERGIA	TONNELLATE CO ₂ NON EMESSE
Rilevatori di presenza	4.2	100-150	Elettrica	60-90
Circolari da diramare al personale di custodia	4.2		Elettrica	
Campagna di sensibilizzazione rivolta a personale e studenti	4.2		Elettrica	
Sostituzione lampade alogene con lampade fluorescenti compatte	4.2	10	Elettrica	6
Programmazione pompe di circolazione, intervento sui relativi quadri elettrici	4.2	20	Elettrica	12
Programmazione pompe di circolazione, intervento sui relativi quadri elettrici	5	400-500	Termica	100-130
Coibentazione tubi	5			
TOTALE		536 – 686		178-238
TOTALE %		25 – 33 %		24 – 32 %

8) CONCLUSIONI

Il progetto P.O.F. Agenda 21, nel corso dell'a.s. 2007-2008, ha previsto un percorso didattico che ha condotto la classe 5^a dell'indirizzo Elettrotecnica e Automazione dell'ITIS L. da Vinci di Firenze a occuparsi dei consumi energetici della scuola e a evidenziare i numerosi sprechi di energia e risorse.

Sono stati acquisiti i dati delle fatture dell'energia elettrica e dei combustibili per il riscaldamento e si è verificato che i consumi riportati sono compatibili con i valori misurati.

Le misure sono state effettuate mediante sistemi di acquisizione dati e quindi l'attività ha abbracciato sia l'elettrotecnica, l'informatica e l'elettronica. Particolarmente importante per la formazione degli allievi è stata l'esperienza condotta "in situazione", cogliendo gli aspetti tecnici, comportamentali e organizzativi in merito alla sicurezza negli ambienti visitati, ricchi di fonti di pericolo. Difatti, dal punto di vista metodologico, le esperienze erano seguite nel contesto di un altro progetto POF, denominato Sicurezza in Cattedra.

Dal punto di vista tecnico è stato dimostrato che, con interventi finanziari ragionevoli e addirittura recuperabili nell'arco di 1 anno, che includono soluzioni tecniche e comporta-

mentali, è possibile conseguire considerevoli risparmi di energia nella misura del 25 - 35% dell'energia elettrica e termica.

Fra gli interventi possibili, ma più onerosi, si segnala la sostituzione delle caldaie, attualmente funzionanti a gasolio, con caldaie funzionanti a metano. Il vantaggio di passare da gasolio a metano è tale che il pur costoso intervento sarebbe recuperato in pochissimi anni e le emissioni di CO₂ abbattute in misura compresa fra il 35 e il 43%.

Doveroso sarà poi far sì che ci sia una efficace interazione fra i tecnici comunali e l'ente distributore di energia elettrica, così che sia possibile far entrare in funzione l'impianto fotovoltaico, installato da ormai 3 anni sul tetto del plesso denominato TRIENNIO e non ancora messo in condizioni di generare energia.

Si auspica che una campagna di sensibilizzazione possa essere messa in atto nei prossimi mesi. Si tiene a sottolineare la grande valenza che questa esperienza ha significato per gli allievi sotto il profilo dell'educazione alla cittadinanza attiva, creando in essi una cultura per un uso responsabile delle risorse.

Firenze 31 ottobre 2008