

**Automazione dell'illuminazione applicata ad una scuola.
Il caso dell'Istituto "Ala Ponzone Cimino" a Cremona
Applicazione operativa del progetto "IL RISPARMIO A SCUOLA"**

1.- GENERALITA'

Dopo la positiva esperienza di collaborazione finalizzata alla realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico, l'Amministrazione Provinciale e l'Istituto "A.P.C." di Cremona hanno realizzato un nuovo piccolo intervento applicativo di sviluppo sostenibile finalizzato al risparmio energetico; il progetto realizzato, come l'impianto fotovoltaico attivo nell'immobile dal 14 febbraio 2004, riveste un carattere sperimentale e didattico e può essere considerato, almeno per la realtà cremonese, un importante modello applicativo monitorato applicabile ad altre realtà scolastiche o non scolastiche.

In un momento in cui si è concretizzata una "consapevolezza energetica" ed il problema energetico è molto dibattuto a diversi livelli, si ritiene l'esperienza affrontata, seppure di modesta entità, un semplice ma importante esempio applicativo di risparmio di energia elettrica di illuminazione in un immobile esistente ad uso scolastico.

Il risparmio energetico all'interno delle Scuole Provinciali di Cremona riguarda due grandi ambiti:

- i combustibili per riscaldamento;
- i consumi di energia elettrica per a) illuminazione, b) forza motrice.

Per quanto concerne il primo punto, gli Istituti scolastici della Provincia di Cremona non vengono coinvolti direttamente, in quanto il settore è costantemente presidiato dall'Ufficio Tecnico che vi provvede attraverso un contratto quinquennale con Ditte specializzate nella gestione degli impianti termici.

E' possibile, invece, un coinvolgimento diretto degli Istituti scolastici nel contenimento dei consumi di energia elettrica attraverso l'applicazione di comportamenti virtuosi, ovvero con idonei interventi tecnici tra i quali l'automazione delle accensioni e degli spegnimenti dell'illuminazione presente nei vari locali degli immobili.

Questa possibilità è stata perseguita con grande entusiasmo dall'Istituto "Ala Ponzone Cimino" di Cremona che ha inoltrato all'Ufficio Tecnico della Provincia di Cremona il progetto "IL RISPARMIO A SCUOLA", redatto dagli studenti dell'attuale classe V AU.

Dopo le necessarie valutazioni ed approfondimenti (anche in termini di opportunità e convenienza economica), è stata accolta favorevolmente dall'Amministrazione Provinciale la possibilità di rendere operativa una parte del progetto: la sua realizzazione avrebbe certamente favorito l'operatività dell'intero progetto.

L'Ufficio Tecnico e l'Istituto scolastico in una serie di incontri hanno meglio definito dal punto di vista tecnico – esecutivo e dal punto di vista economico la parte applicativa del progetto redatto dagli studenti: l'automazione delle accensioni e degli spegnimenti dell'illuminazione dell'immobile sede principale dell'Istituto.

L'obiettivo che, dal primo istante, è stato concordemente individuato come il più significativo dalle parti interessate nel progetto, è stato quello del **risparmio energetico** attraverso dispositivi che hanno propri costi di installazione, ma che certamente si è ritenuto possano favorire, una volta in loco, anche la sensibilizzazione al risparmio energetico sotto altre forme (comportamenti virtuosi); si è ritenuto, altresì, che l'esecuzione della parte del progetto – automazione dell'illuminazione dell'immobile – possa favorire, con un processo di

sensibilizzazione automatica o guidata con idonee lezioni dai professori coinvolti, il raggiungimento degli obiettivi delle altre parti del progetto.

Un altro obiettivo concordemente individuato è quello della **sperimentazione didattica**: l'Istituto Scolastico, come peraltro già applicato nel campo delle energie rinnovabili (l'immobile è dotato di un impianto fotovoltaico di 3,15 Kw) ha attivato una importante rete di attività didattica al fine di divulgare, approfondire e sensibilizzare l'utenza interna ed esterna sulle tematiche in argomento, anche con il concreto apporto dei dati reali acquisiti dall'impianto.

L'installazione di un idoneo contatore sulla linea illuminazione e l'aver dotato tutti i dispositivi installati di interruttore manuale di esclusione, ha permesso di avere ampie possibilità di acquisizione dati sotto le diverse condizioni al contorno; i dati acquisiti nel medio – lungo termine (a nostro giudizio almeno tutto l'anno 2006) potranno altresì essere analizzati ed elaborati per valutare la convenienza in termini economici dell'intervento realizzato e l'opportunità o meno di proporre l'installazione dei dispositivi di automazione dell'illuminazione anche in altri Istituti tecnici interessati.

2.- LE ANALISI DI PROGETTO DEGLI STUDENTI

Una parte importante del progetto "Energia in gioco" redatto dalla classe IV AU sez. elettronica dell'Istituto "A.P.C." di Cremona ha affrontato il risparmio energetico nelle scuole attraverso due passaggi fondamentali:

- 1) l'analisi in termini di potenza di illuminazione distribuita nei vari locali dell'immobile;
- 2) l'analisi della vita giornaliera scolastica che detta le reali esigenze di illuminazione nei vari locali dell'immobile;
- 3) l'analisi dei possibili sprechi di illuminazione;
- 4) l'analisi delle varie modalità di riduzione degli sprechi di energia per illuminazione;
- 5) la gestione ottimizzata dell'illuminazione.

Nelle 3 tabelle che seguono è riassunta l'analisi della potenza d'illuminazione distribuita nei vari locali dell'immobile scolastico che ha permesso di ipotizzare i consumi energetici ed il relativo costo annuale approssimato:

PIANO TERRA	n° plafoniere	Tubi fluorescenti	Pot. tubi fluor. (W)	Pot. assorbita (W)
LAB AQ2	10	4	18	720
LAB AQ1	14	4	18	1008
LAB ME	14	4	18	1008
LAB T	10	4	18	720
LAB AU2	9	4	18	648
LAB AU1	10	4	18	720
LAB MT	6	4	18	432
LAB 3F	12	4	18	864
LAB 1F	32	2	36	2304

corridoio	14	4	18	1008
Scala A	5	1	36	180
Palestra 1	10	1	36	360
OFF. O.M.U.	180	1	36	6480
OFF. AUTO	18	2	36	1296
Tot. potenza assorbita				17.748

PIANO PRIMO	n° plafoniere	Tubi fluorescenti	Pot. tubi fluor. (W)	Pot. assorbita (W)
Audiovisivi	6	4	18	432
A. CAD	6	4	18	432
Multimedia 1	9	4	18	648
Biblioteca	6	4	18	432
AU1	7	4	18	504
AU2	6	4	18	432
AU3	6	2	36	432
AU4	6	4	18	432
AU5	6	4	18	432
AU6	6	4	18	432
AU7	6	4	18	432
Corridoio	26	4	18	1872
Lab. fisica	10	4	18	720
Multimedia 2	9	4	18	648
A. insegnanti	6	4	18	432
Aula magna	8	2	36	576
Tot. potenza assorbita				9.288

PIANO SECONDO	n° plafoniere	Tubi fluorescenti	Pot. tubi fluor. (W)	Pot. assorbita (W)
Lab. OREN 1	10	2	36	720
Magazzino	8	2	36	576
Lab. LM2	12	4	18	864
Lab. OREN 2	8	2	36	576
Lab. MBI1	12	2	36	864
Lab. CH2	9	2	36	648
Lab. CH3	15	2	36	1080
Lab. CH1	9	2	36	648
Lab. MCO	9	2	36	648

Corridoio	19	2	36	1368
CSA	12	2	36	864
Scala	8	2	36	576
Palestra 2	14	1	36	504
Tot. potenza assorbita				9.936

N.b.: è stata assunta una potenza di 36 W per neon grande e di 18 W per neon piccolo.

Dalle 3 tabelle indicanti i consumi si desume facilmente che la potenza totale assorbita dalla Sede dell'Istituto (immobile di via Gerolamo da Cremona) è pari a 36.972 W.

I giorni scolastici annui dell'Istituto (senza considerare quando è aperto in assenza di utenza scolastica) sono in media 210 che, assumendo una media di 8 ore di apertura giornaliera, equivalgono a 1.680 ore annuali.

Con le approssimazioni sopra considerate, gli studenti dell'Istituto hanno ipotizzato che l'energia totale annua assorbita per la sola illuminazione della sede di via Gerolamo da Cremona a Cremona sia pari a circa **62.113 kWh**.

In termini economici, considerato un prezzo medio di 0,15 Euro al kWh, la spesa annua solo per l'illuminazione della sede dell'Istituto scolastico è pari a circa **9.317,00 Euro**.

Nei punti che seguono è riassunta l'analisi della vita della giornata scolastica:

- Alle ore 7.30 circa, gli ausiliari aprono e preparano tutte le aule (compresi laboratori e palestre) per il normale svolgimento delle lezioni e attivano l'illuminazione dell'intero Istituto scolastico.

- Alle ore 7.50 circa, l'Istituto apre ufficialmente. Dalle ore 7.30 alle ore 7.50, l'illuminazione rimane inutilmente accesa: mediante l'impiego di apposite apparecchiature si potrebbero risparmiare i **20 minuti** di spreco di illuminazione delle aule.

- Inoltre, si potrebbe risparmiare, per l'illuminazione delle aule e dei laboratori, nei due intervalli che durano complessivamente **20 minuti**.

- Durante le lezioni i corridoi rimangono sfollati: mediante l'impiego di apposite apparecchiature si potrebbero risparmiare circa **2 ore** di consumo per illuminazione sulla media di 8 ore giornaliere.

In dettaglio, nelle aule:

- 1) quando una classe si sposta da un'aula all'altra, gli studenti non si preoccupano di spegnere la luce, poiché il loro pensiero è il classico "tanto non pago io!". Questo comporta uno spreco consistente sulla bolletta elettrica, perché l'aula in questione potrebbe rimanere vuota fino al termine della giornata. Ciò vale soprattutto per le classi del triennio che lasciano spesso l'aula per il laboratorio;
- 2) Lo spreco avviene anche per il trasferimento delle classi dai laboratori alle aule.
- 3) Altro spreco avviene quando si svolgono le lezioni di educazione fisica, in quanto questa implica uno spostamento della classe.

Il risparmio inteso come tempo-illuminazione nell'arco della giornata può essere di **circa 1 ora**.

Per svolgere un progetto di risparmio, gli studenti hanno proposto di installare dei rilevatori di movimento (infrarossi passivi) integrati con la funzione crepuscolare.

La copertura delle aree prese in considerazione è la seguente:

- Nelle aule i sensori vengono posizionati nell'angolo sopra la porta, in modo da avere un'area scoperta sufficiente per permettere ai collaboratori scolastici di controllare se vi è presenza di persone senza fare attivare l'illuminazione.
- I corridoi di ogni piano possono essere suddivisi in 3 ali, in ciascuna delle quali vengono piazzati due sensori in modo tale da coprire l'intera area in tutti i suoi punti.
- Nelle scale vengono impiegati solo sensori crepuscolari che, si può stimare, produrranno un risparmio di energia pari a 4 ore sulla media di 8 ore scolastiche. Questi vengono posti nelle posizioni più scure e con minore irraggiamento solare: quali i piani inferiori; ciò permette di tenere la luce spenta quando tutta la scala è completamente illuminata senza zone d'oscurità. In questi luoghi non vengono impiegati i rilevatori di movimento che comporterebbero un sezionamento dell'impianto di illuminazione sconveniente.

Tutti i dispositivi impiegati sono dotati di un interruttore aggiuntivo che permette, in casi di necessità, la disattivazione degli stessi e il conseguente ripristino del funzionamento dell'impianto in modalità normale.

3. IL PROGETTO DI AUTOMAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE

L'intervento di automazione dell'illuminazione dell'immobile sede dell'Istituto "A.P.C." di Cremona è stato inserito nel progetto "manutenzione straordinaria sugli immobili provinciali -parte IV": esso è stato pertanto configurato come lavoro di **manutenzione avente carattere straordinario**.

L'importo totale dell'intervento, come indicato nella relativa tabella riportante i dati economici, è risultato inferiore a **10.000,00 Euro**, limite che ha permesso l'affidamento diretto ad idonea Ditta specializzata per la specifica categoria di lavoro (opere da elettricista specializzato) senza vincolare la Ditta stessa a contratto in forma pubblica, in conformità a quanto previsto dall'art. 18 del Regolamento dei Contratti della Provincia di Cremona.

La prestazione è stata configurata come lavoro e quindi l'intervento è stato regolamentato dalla normativa sui lavori pubblici (legge 109/94 e succ. modifiche ed integrazioni); in particolare, è stato applicato l'art. 144 del DPR 554/99 che prevede che per gli affidamenti a cottimo di importo inferiore a 20.000 Euro si può procedere all'affidamento diretto mediante trattativa con un'unica Ditta: la normativa ha pertanto permesso di proporre di aggiudicare la prestazione mediante affidamento diretto, anche ai sensi dell'art. 18 del regolamento dei contratti della Provincia di Cremona, infatti:

- 1) l'importo globale dell'intervento è di entità modesta,
- 2) ragioni di opportunità, convenienza ad eseguire immediatamente le prestazioni sconsigliano di ricorrere ad altre tipologie di gara.

In particolare, nell'Istituto scolastico sono stati installati in ogni aula, laboratorio e in ogni corridoio i dispositivi di cui al punto 3.1 al fine di rendere automatica l'accensione e lo spegnimento dell'illuminazione; nella scala vicino all'ascensore è stato installato un interruttore crepuscolare.

Gli unici spazi che non sono stati interessati dall'intervento di automazione sono quelli desumibili dalle

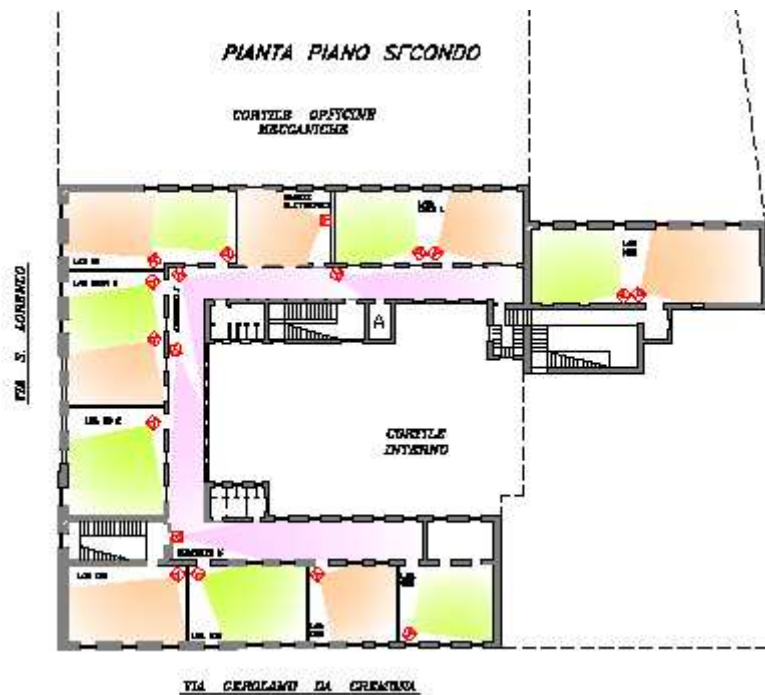
planimetrie allegate: le officine meccaniche e un deposito al piano terra, l'aula magna e tutti gli uffici.

L'intervento è stato completato con l'installazione di un idoneo contatore sulla linea di illuminazione dell'immobile in modo da rendere operativa la fase di monitoraggio del sistema.



FIG. N. 2000000





3.1 Scheda tecnica dei dispositivi elementari dell'intervento

Si riportano nella tabella sottostante i dati tecnici più significativi dei dispositivi elementari utilizzati nella realizzazione dell'intervento:

Caratteristiche tecniche	LUXOMAT MD 2/130
Angolo di rilevazione	130
Potenza comandabile	2200 VA (SA 250 V $\cos\phi = 1$)
Portata (h 2,5mt – T 18°C)	12 mt
Dimensioni massime mm	81 x 81 x 210
Involucro	PVC resistente agli UV
Alimentazione	230 V 50-60 Hz
Grado di protezione	IP44
Temperatura di funzionamento	da -25 a +55 °C
Temporizzazione	da 4 secondi a 10 minuti
Regolazione crepuscolare	da 2 a 1000 lux
LUXOMAT MD2 in parallelo	Max 2 pezzi (senza relè)

I rilevatori di presenza utilizzati basano il loro funzionamento sull'utilizzazione accoppiata di due dispositivi: un rilevatore di presenza a raggi infrarossi passivi ed una lente di Fresnel.

Il dispositivo ad infrarossi reagisce alle variazioni di radiazione termica nella loro zona di copertura, cioè rileva fonti di calore in movimento; la lente di Fresnel (la finestra circolare in plastica) determina la forma ed il campo d'azione del dispositivo ad infrarossi; essa divide questo campo prima in zone e poi ogni zona in settori.

Persone, veicoli, grossi animali, muovendosi all'interno del campo d'azione del di attraversano settori e/o zone (definiti dalla lente di Fresnel) provocando l'attivazione del rilevatore con conseguente accensione dei corpi illuminanti ad esso collegati.

Se la sorgente di calore esce dall'area controllata o resta al suo interno senza più muoversi (ad es. un'automobile ferma nel garage), il rilevatore dopo un tempo predeterminato (regolabile da pochi secondi ad alcuni minuti) spegne i corpi illuminanti collegati.

Occludendo opportunamente alcuni settori della lente si possono oscurare porzioni della zona di copertura che causerebbero attivazioni indesiderate del dispositivo; oltre alla temporizzazione è possibile regolare anche la soglia di luminosità ambientale (funzione crepuscolare) al di sotto della quale rendere attivo il rilevatore. Al di sopra di questa soglia regolabile da "notte" (2 lux) a "giorno" (1000 lux) qualsiasi movimento nel campo di copertura del rilevatore verrà ignorato lasciando spente le illuminazioni collegate (descrizione desunta dal sito internet della ditta produttrice del dispositivo).

Il dispositivo (fig. 1) è stato integrato con un interruttore di esclusione che permette in modo semplice ed immediato di rendere gli interruttori di accensione e spegnimento a funzionamento manuale.

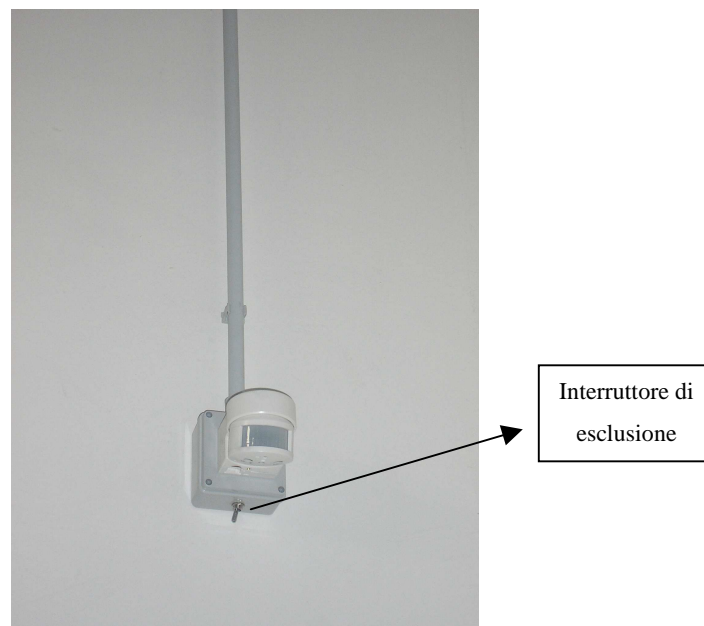


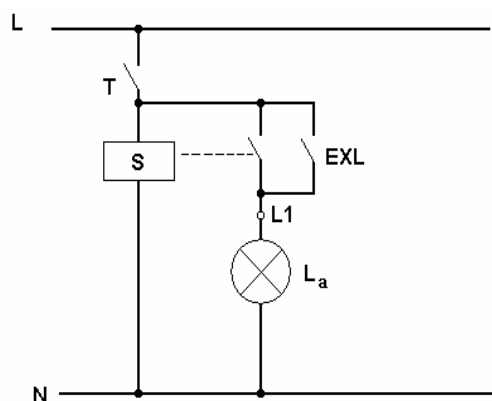
fig. 1: Dispositivo rilevatore ad infrarossi montato in un'aula.

Descrizione del funzionamento del sistema

I dispositivi installati entrano in funzione automaticamente con l'attivazione del normale interruttore della luce e disattivano l'illuminazione, con un ritardo di qualche minuto, in assenza di persone in movimento o in condizioni di luminosità dell'ambiente più che sufficiente.

Di seguito sono riportati i due schemi funzionali di principio adottati in funzione della potenza impegnata dei locali interessati.

Schema funzionale con int. unipolare per $P_{La} < 500 W$

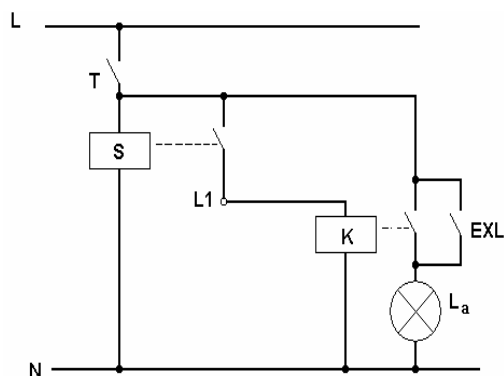


Legenda :

L = fase
 N = neutro
 L1 = fase uscita sensore

T = interruttore luce
 L_a = lampada
 S = sensore (rilevatore presenza + crepuscolare)
 EXL = interruttore esclusione sensore

Schema funzionale con int. unipolare con relè per $P_{La} \geq 500 W$



Legenda:

L = fase
 N = neutro
 L1 = fase uscita sensore

T = interruttore luce
 L_a = lampada
 S = sensore (rilevatore presenza + crepuscolare)
 EXL = interruttore esclusione sensore
 K = relè 1 sc.

3.2 Costo dell'intervento

Il costo sostenuto per l'esecuzione dell'automazione completa del sistema di illuminazione dell'Istituto scolastico è risultato pari a circa Euro **6.000,00** (iva 20% pari ad Euro **1.200,00**) ovvero ad Euro **7.200,00** (totale comprensivo di iva) ed è stato sostenuto interamente dalla Provincia di Cremona:

ENTE	IMPORTO FINALE DEI LAVORI	TOTALE
Contributo Amministrazione Provinciale	Euro 6.000,00 Euro 1.200,00 (iva al 20%)	Euro 7.200,00 Euro

Nel progetto "Energia in gioco" si mette in evidenza che con un intervento di automatizzazione dell'illuminazione dell'Istituto si potrebbe raggiungere un risparmio energetico annuo del 30% in termini di riduzione di energia di illuminazione pari a circa **62.113 x 0,3 = 18.634 kWh/anno**

Dal punto di vista puramente economico, considerato un prezzo medio di 0,15 Euro al kWh, il risparmio annuo post intervento di ottimizzazione dell'illuminazione della sede dell'Istituto scolastico, potrebbe essere pari a circa **2.795,00 Euro** (pari a circa 233,00 Euro mensili).

Se, dalle prime sperimentazioni didattiche (saranno possibili già delle proiezioni a breve termine), ovvero dall'analisi dei dati rilevati nel corso dell'intero anno 2006, venisse confermata l'ipotesi di risparmio energetico del 30%, il costo dell'intervento verrebbe ammortizzato **in circa 2 anni e 10 mesi** (già compresi anche due mesi di mancato investimento: $7.200,00 \times 3\% = 216,00$ Euro annui); se invece, venisse verificato un risparmio energetico del 20%, il costo dell'intervento verrebbe ammortizzato **in circa 4 anni e 4 mesi** (già compresi anche cinque mesi di mancato investimento).

3.3 Tempi di esecuzione dell'intervento

Per la realizzazione dell'intervento progettato presso l'"A.P.C." di Cremona si sono determinati i seguenti passaggi:

- comunicazione della proposta di progetto dell'Istituto "A.P.C." pervenuta all'Ufficio Tecnico della Provincia di Cremona in data **18 Luglio 2005**;
- incontro con l'Assessore all'Edilizia Scolastica nel mese di luglio 2005; nel corso dei mesi successivi e fino a Dicembre 2005, l'Ufficio Tecnico della Provincia di Cremona e l'Istituto "A.P.C." hanno collaborato attivamente:
 - per la definizione del progetto esecutivo da eseguire (vedere scheda tecnica descrittiva) che ha tenuto conto anche della specifica destinazione d'uso dei vari ambienti dell'Istituto (ad es. le officine non sono state interessate dall'operazione, in quanto spazi a rischio specifico);
 - per la predisposizione degli atti che hanno portato all'affidamento diretto ad una ditta specializzata in conformità alla Legge 109/94 e s.m.i. e D.P.R. 554/99 che ha poi realizzato i lavori previsti,
 - al controllo costante in corso d'opera di tutte le operazioni eseguite dalla Ditta affidataria dei lavori sia in termini tecnici (accettazione e controllo dei materiali e dei prodotti, verifica della corretta posa di tutti i dispositivi ...), sia in termini di sicurezza (movimentazioni di materiali e lavorazioni all'interno di un

Istituto Scolastico) fino alla fine dei lavori stessi,

- consegna progetto esecutivo in data 11/11/2005 e approvazione dello stesso con delibera della giunta provinciale n. 629 del **21/11/2005**;
- determinazione di affidamento lavori n. 1916 del **29/11/2005**;
- atto di ordinazione lavori n. 232685 del **09/12/2005**;
- la consegna dei lavori è avvenuta con atto di ordinazione lavori sopra citato del **09/12/2005**: il termine ultimo concesso alla ditta affidataria dei lavori è stato GENNAIO 2006;
- i lavori sono stati eseguiti in 6 giorni di assenza scolastica (festività natalizie) da tre elettricisti specializzati di cui vengono evidenziate nelle fig. 2, 3, 4 e 5 alcune fasi salienti

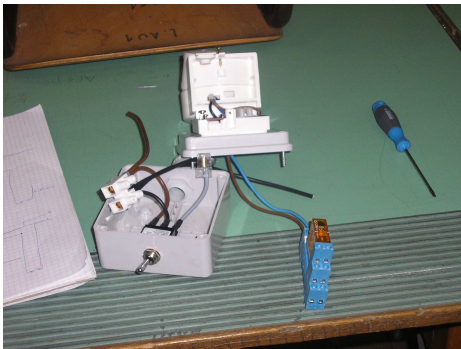


Fig. 2: Dispositivo rilevatore ad infrarossi prima del montaggio.



Fig. 3: Dispositivo rilevatore ad infrarossi durante la fase del montaggio.



fig. 4: Dispositivo rilevatore ad infrarossi a montaggio ultimato.



fig. 5: Dispositivo rilevatore ad infrarossi a montaggio ultimato in un'aula.

- I lavori sono stati completamente ultimati a livello di spazi (aule e laboratori) in data **29/12/2005**, l'installazione del contatore di misura avverrà entro la fine di GENNAIO 2006, mentre i corridoi dei tre piani interessati e la scala in prossimità dell'ascensore sono stati completamente predisposti (canaline, infilaggio e installazione scatola di allocazione dispositivi) entro il giorno **05/01/2006** e completamente ultimati entro la fine di GENNAIO 2006 (allaccio ai quadri di piano, semplice montaggio e regolazione dei rilevatori di presenza).
- attivazione del nuovo sistema a livello di aule e laboratori: inizio Gennaio 2006;
- attivazione del nuovo sistema a livello completo: fine Gennaio 2006;
- prove, regolazioni di ottimizzazione dei parametri di impostazione del sistema a carico dell'Istituto scolastico nei mesi di FEBBRAIO 2006 E MARZO 2006;
- inizio monitoraggio del nuovo sistema da parte dell'Istituto secondo quanto concertato eseguito a partire da APRILE 2006.

3.4 Fase di regolazione ed ottimizzazione del sistema

Le prime prove di regolazione e prearatura dei dispositivi installati hanno avuto inizio nel mese di gennaio, alla prima attivazione parziale del sistema, su alcuni locali assunti come riferimento. In seguito sono stati individuati alcuni locali campione, distribuiti sui tre piani dell'edificio scolastico, sui quali intervenire per fasi successive al fine di raggiungere il punto ottimale d'intervento dei sensori.

In pratica, l'ottimizzazione del sistema consiste nel ridurre progressivamente la temporizzazione dei sensori (cioè il tempo che intercorre tra l'attivazione che produce l'accensione delle lampade e la successiva disattivazione con spegnimento delle stesse) e la soglia di luminosità ambientale (funzione crepuscolare), oltre a correggere e ritoccare l'orientamento degli stessi per la miglior copertura volumetrica del locale.

I risultati a cui si tende mirano ad ottenere l'intervento dei rilevatori e la conseguente accensione dei corpi illuminanti solo in condizioni di luminosità ambientale insufficiente e lo spegnimento automatico nel minor tempo possibile (dal momento di abbandono del locale), garantendo nel contempo la continuità dell'illuminazione nelle normali condizioni di attività.

Questa prima fase di taratura dei dispositivi richiederà 2 – 4 settimane e procederà sulla base dei riscontri e delle segnalazioni da parte di tutte le persone (insegnanti, classi, collaboratori scolastici) che frequentano i locali interessati.

Al termine di questa fase, le regolazioni così raggiunte verranno estese a tutti gli ambienti coperti dai sensori e si proseguirà poi con l'affinamento successivo in funzione dei riscontri oggettivi osservati (tempo presumibilmente richiesto: 2 – 6 settimane).

3.5 Monitoraggio del nuovo sistema automatico di accensione e spegnimento dell'illuminazione elettrica

Il monitoraggio di tutto il sistema, al fine di quantificare un dato oggettivo di risparmio di energia elettrica (kWh) ed economico (€) con la miglior approssimazione possibile, si sviluppa in due modalità.

La prima consiste nel confronto fra i consumi di energia elettrica dell'istituto nell'anno in corso con la

media dei consumi degli ultimi tre anni, riscontrabili sulle bollette dell'AEM.

La seconda linea operativa prevede la disattivazione del sistema automatico dell'illuminazione per tre settimane, distribuite in tre periodi cruciali dell'anno scolastico che presentino condizioni climatiche abbastanza stabili. In occasione di ciascuna settimana di disattivazione si procederà con la lettura dei consumi di energia elettrica (sull'apposito contatore installato sull'impianto) e si confronterà il dato raccolto con la media dei consumi rilevati nella settimana precedente e successiva.

In questo modo si può ottenere un riscontro oggettivo e reale del risparmio settimanale di energia elettrica generato dal sistema e tradurlo in %. Elaborando i dati raccolti per i tre periodi significativi ed estendendoli per estrapolazione, con opportune considerazioni e valutazioni, all'intero anno, si può desumere con buona approssimazione il dato % corrispondente al risparmio annuale di energia.

RELAZIONE REDATTA A CURA DELL'ING. M. ROSSINI E DEL PROF. D. FAVA.