



Comune di  
Castello di Godego



**Patto dei  
Sindaci**  
Un impegno per  
l'energia sostenibile

# DIAGNOSI ENERGETICHE LEGGERE



## CASTELLO DI GODEGO

Un impegno per l'energia sostenibile



Giugno 2016



PROVINCIA  
DI TREVISO



ENERGY & EFFICIENCY  
WATER & ENVIRONMENT  
ARCHITECTURE & SUSTAINABILITY



Comune di Castello

Di Godego

Supporto generale e  
definizione delle Azioni  
e degli obiettivi

*Sindaco - Pier Antonio Nicoletti*

*Ass.re - Mosè Battaglia*

*Sergio Daminato - R. U. P.*

*Michela Marighetto – Ufficio LLPP*

Gruppo di lavoro



Provincia di Treviso

Supporto tecnico ed  
organizzativo

*Antonio Zonta – Dirigente*

*Paola Gallina, Maurizio Tufaro -  
Settore Edilizia, Patrimonio e  
Stazione Appaltante*

*Luisa Memo - Ambiente ed Ecologia*



T-ZERO S.r.l.

Redazione PAES e  
coordinamento gruppo  
di lavoro

*Elena Cattarossi*

*Andrea Zorz*

*Irene Di Pietro*

Analisi di dettaglio sui  
consumi settore  
pubblico e privato,  
diagnosi energetiche  
leggere

*Andrea Marangon*

*Rossella Gambuto*

<b>1. DIAGNOSI ENERGETICA SU EDIFICI COMUNALI .....</b>	<b>3</b>
1.1. La diagnosi leggera tramite il software SEAS3 .....	3
1.2. La diagnosi leggera condotta sugli edifici pubblici di Castello di Godego .....	5
1.2.1. Diagnosi energetica "leggera" condotta sul Municipio .....	5
1.2.2. Diagnosi energetica "leggera" condotta sulla scuola secondaria di primo grado "G. Renier" .....	10

## 1. DIAGNOSI ENERGETICA SU EDIFICI COMUNALI

### 1.1. La diagnosi leggera tramite il software SEAS3

L'incarico di redazione del PAES prevede la redazione di un servizio integrativo consistente nella redazione di diagnosi energetiche "leggere" sugli edifici comunali che concorrevano all'80% dei consumi totali del patrimonio edilizio comunale nell'anno 2012, preso come anno di riferimento per l'IBE (Inventario Base delle Emissioni) del PAES (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile).

Tabella 1. Consumo in percentuale sul totale di ogni edificio pubblico (valori arrotondati)

Edificio	Indirizzo	Consumi Totali (MWh)	Percentuale sui consumi (%)
Municipio	Via Marconi N.58	162	13,27%
Scuola Elementare	Piazza XI Febbraio, 26	453	37,14%
Palestra Scuola Elementare			
Scuola Secondaria di Primo Grado "G. Renier"	Via Paolo Piazza, 3	453	37,14%
Palestra Scuola Secondaria di Primo Grado "G. Renier"			
Cimitero	Via Cimitero, 1	7	0,55%
Villa Priuli	Via Marconi, 82	95	7,81%
Barchessa Foscarini	Piazza XI Febbraio, 8	28	2,30%
Magazzino	Via Vittorio Veneto, 8	21	1,73%
Totale complessivo		1.219	100%

Come si vede nella tabella, l'Amministrazione ha deciso di utilizzare il servizio aggiuntivo per la redazione della diagnosi energetica leggera di due edifici:

- Municipio
- Scuola Secondaria di Primo Grado "G. Renier"

Per questi edifici si è proceduto quindi alla redazione di un'analisi più approfondita mediante **diagnosi energetica compiuta in forma "leggera" utilizzando il software SEAS3** - Simplified Energy Auditing Software - sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC) dell'Università di Pisa in collaborazione con ENEA. Il software è stato impiegato non per redigere l'intera diagnosi ma per predisporre e poi analizzare gli output di consumo energetico, base per la successiva formulazione della diagnosi.

Come indicato nel sito internet dell'ENEA da cui è possibile scaricare il software gratuitamente ([www.enea.it](http://www.enea.it)):



SEAS è il primo software nazionale, con interfaccia grafica, per le diagnosi energetiche degli edifici sviluppato dalla collaborazione tra ENEA e Dipartimento DESTEC dell'Università di Pisa nell'ambito delle attività dell'Accordo di Programma tra Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ed ENEA per la Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale.

Le caratteristiche di SEAS lo rendono uno strumento idoneo a rispondere alle richieste provenienti dal quadro normativo vigente e ad una domanda di mercato per l'efficienza energetica in continua crescita, in modo particolare per il segmento dell'efficienza energetica negli edifici della PA.

Il software prevede l'inserimento dei dati suddivisi in quattro macro sezioni:

- Anagrafica e contesto geografico,
- Profili di utilizzo e caratterizzazione dell'involucro,
- Impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria,
- Fatturazioni energetiche e confronti con fabbisogni calcolati.

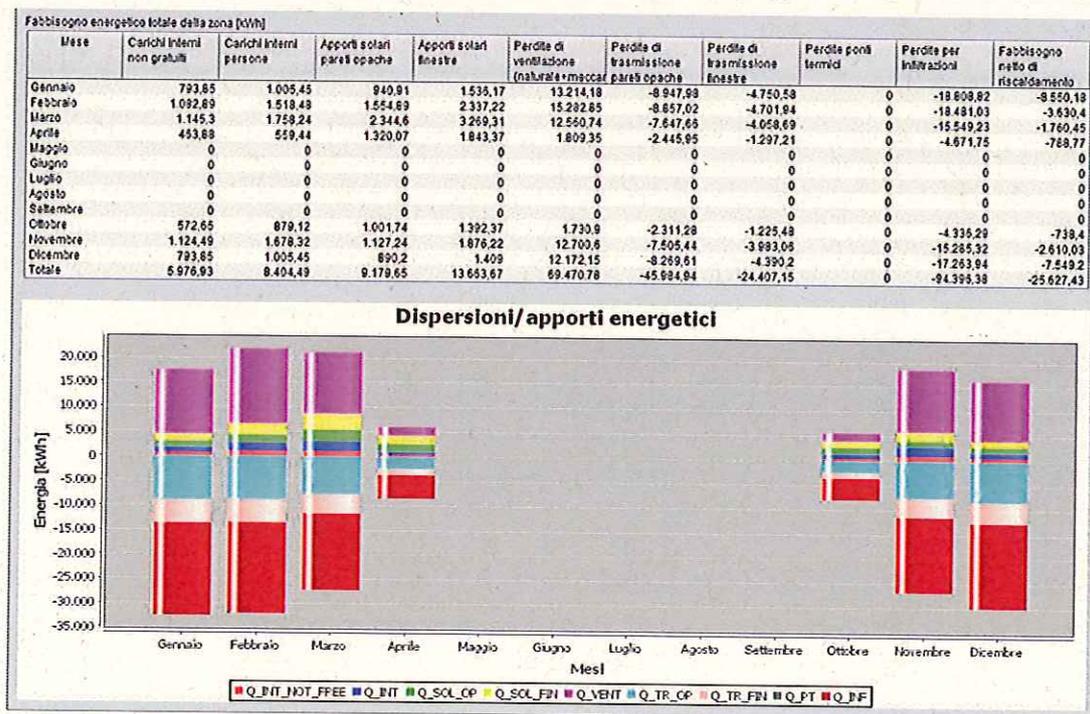
La prima sezione richiede l'inserimento di dati generali dell'edificio e della sua ubicazione, per identificare la zona climatica ed i valori relativi alla temperatura esterna.

La seconda sezione individua, per ogni zona, i profili di utilizzo (profilo presenze, accensione riscaldamento, chiusura oscuranti, apertura finestre), le dispersioni per trasmissione (pareti opache, superfici vetrate e ponti termici strutture opache) e le ventilazione/apporti interni (infiltrazioni e ventilazioni, fabbisogno acqua calda sanitaria, carichi termici non gratuiti, illuminazione ed altri carichi elettrici). Tramite l'analisi dei dati di input viene calcolato un bilancio energetico complessivo della zona, comprensivo di fattori di utilizzazione e correttivi, per tener conto degli apporti gratuiti e del regime di attenuazione e di intermittenza.

Gli elementi che intervengono nella stesura del bilancio sono:

- Carichi interni non gratuiti,
- Carichi interni persone,
- Apporti solari pareti opache,
- Apporti solari finestre,
- Perdite di ventilazione (naturale e meccanica),
- Perdite di trasmissione opache,
- Perdite di trasmissione finestre,
- Perdite per ponti termici,
- Perdite per infiltrazioni.

Figura 1. Schermata dal SEAS3 relativa alle dispersioni / apporti energetici



La terza sezione determina, per ogni zona, il fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, sulla base delle normative vigenti (serie UNI/TS 11300).

Vengono richiesti i dati di: caratterizzazione dell'impianto, emissione, regolazione, distribuzione riscaldamento, distribuzione acqua calda sanitaria, accumuli, solare termico, generazione riscaldamento, generazione acqua calda sanitaria, generazione aria primaria e fotovoltaico.

L'output che ne deriva è la stima dei consumi energetici relativa agli impianti elettrici (espressi in kWh) e al servizio di riscaldamento, di ACS, di aria primaria e di cottura (espressi in kWh).

Il risultato è una tabella relativa alla zona che riporta i consumi suddivisi per vettori energetici (elettrico, gas naturale, gasolio, GPL, pellet, cippato, legname, olio combustibile, teleriscaldamento e altro combustibile).

Figura 2. Tabella di output della diagnosi tramite SEAS3

Consumi energetici totali da suddividere alla singola zona [kWh]											
Mese	Elettrico	Gas naturale	Gasolio	GPL	Pellet	Cippato	Legname	Olio combustibile	Teleriscaldamento	Altro combustibile	
Gennaio	1.195,76	10.523,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febbraio	1.253,87	4.471,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	1.289,52	2.102,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aprile	1.015,97	933,82	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maggio	1.205,66	5,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Giugno	1.183,75	5,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luglio	1.205,66	5,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	1.050,66	4,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	1.183,75	5,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ottobre	1.244,94	875,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	1.280,93	3.114,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicembre	1.178,48	9.291,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale	14.289,93	31.338	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'ultima sezione è relativa alla fatturazione delle spese energetiche, suddivisa per i vettori energetici riportati nella sezione precedente. Tramite l'inserimento delle fatturazioni dell'energia è possibile redare un confronto con i consumi da audit, in modo da valutare la bontà dell'analisi svolta.

A valle delle analisi sopra descritte si è provveduto a completare le diagnosi mediante l'individuazione di possibili interventi di efficientamento energetico e la simulazione della riduzione in termini di consumo, del costo e dei tempi di ritorno dell'investimento.

## 1.2. La diagnosi leggera condotta sugli edifici pubblici di Castello di Godego

Operativamente, nel caso degli edifici di Castello di Godego oggetto di diagnosi si è proceduto come di seguito descritto:

- prima di tutto si sono raccolte le informazioni di carattere generale e sui consumi come da scheda tecnico – descrittiva sopra richiamata
- si è poi fatto un sopralluogo conoscitivo presso gli edifici, volto a conoscere più da vicino sia gli aspetti tecnologici-impiantistici che quelli architettonici e di involucro
- successivamente si è proceduto con il caricamento nel SEAS3 delle informazioni raccolte che hanno portato ad ottenere l'analisi energetica degli edifici
- infine, si sono ipotizzati e calcolati gli interventi di efficientamento energetico che è possibile intraprendere andando così a completare la diagnosi energetica.

### 1.2.1. Diagnosi energetica "leggera" condotta sul Municipio

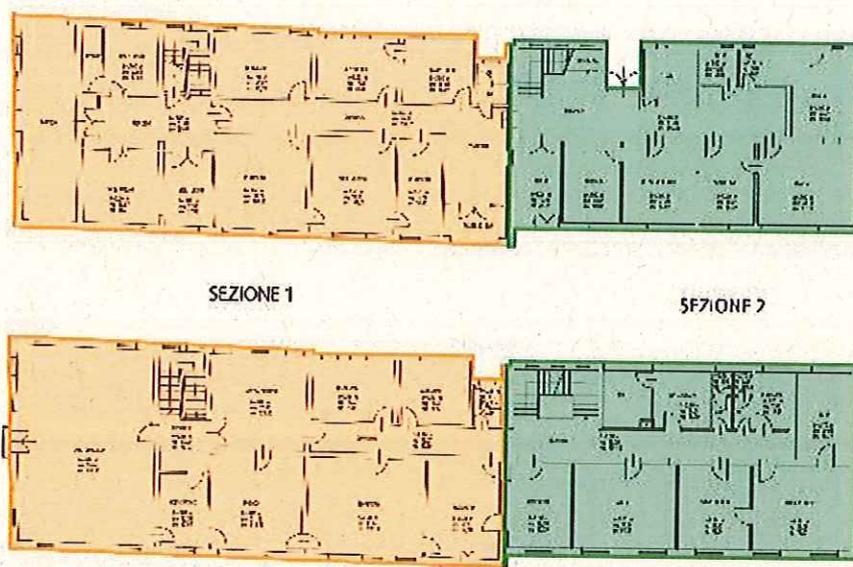
Il Municipio è composto da due sezioni di diversa epoca: la prima risale al 1600, mentre la seconda (ampliamento) al 1970, che per una più facile lettura chiameremo rispettivamente sezione 1 e sezione 2.

La sezione 1 è costituita da muratura in mattoni pieni ed intonaco di gesso e sabbia, per uno spessore totale di 405 mm, e da infissi in legno a vetro singolo, mentre la sezione 2 è caratterizzata da un telaio in calcestruzzo con tamponamento di muratura in laterizio, per uno spessore globale di 270 mm, e da infissi metallici con vetro camera (vedi documentazione ALLEGATO APE certificazione energetica).

Nel 2011 è stato installato un impianto fotovoltaico di potenza 4,8 kWp collegato all'unico POD dell'edificio.

Figura 3. Municipio





L'analisi condotta tramite SEAS3 ha evidenziato quanto di seguito descritto.

La struttura si compone di un involucro, opaco e trasparente, caratterizzato da un'elevata dispersione termica, di cui la parte opaca costituisce la maggior causa di dissipazione termica. La sezione 1 necessita di un fabbisogno netto di riscaldamento pari a circa il 60% del totale, fattore dovuto alla presenza di serramenti con prestazioni energetiche minime ed all'individuazione di un maggior numero di ponti termici rispetto alla sezione 2. Un'altra causa di consumo è la composizione stratigrafica della copertura, presumibilmente lignea nella sezione 1 e in laterocemento nella sezione 2 (vedi documentazione ALLEGATO APE certificazione energetica), di fatto l'isolamento termico è scadente oppure totalmente assente.

Figura 4. Tabella dispersioni involucro sezione 1

Fabbisogno energetico totale della sezione 1 - pre intervento										
Mese	Carichi int. non gratuiti (kWh)	Carichi int. persone (kWh)	Apporti solari pareti opache (kWh)	Apporti solari infissi (kWh)	Perdite di ventilazione (kWh)	Perdite di pareti opache (kWh)	Perdite di trasm. finestre (kWh)	Perdite ponti termici (kWh)	Perdite per infiltrazione (kWh)	Fabbisogno netto di risc. (kWh)
Gennaio	1803,725	511,272	1814,416	3276,932	-10008,2	-19086,8	-3027,7	-931,414	-9887,93	-11585,39
Febbraio	1647,965	454,464	2571,029	4125,88	-7777,01	-15885,7	-2487,61	-763,862	-8109,2	-8732,949
Marzo	1803,725	511,272	3844,114	5075,348	-5507,37	-13835,2	-2081,22	-631,433	-6703,32	-6259,725
Aprile	1751,856	492,336	4476,343	4779,384	-2370,51	-9022,16	-1232,29	-362,232	-3845,47	-2806,874
Maggio	1803,725	511,272	5651,251	5194,085	-813,067	-5649,36	-635,469	-165,391	-1755,8	-359,248
Giugno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ottobre	1803,725	511,272	3318,366	5051,204	-2069,1	-8569,89	-1150,46	-331,452	-3518,71	-2605,408
Novembre	1751,856	492,336	1791,086	3084,348	-5572,28	-13570,6	-2063,55	-621,432	-6597,15	-7088,376
Dicembre	1803,725	511,272	1643,172	3097,254	-8782,73	-17681,4	-2782,91	-851,062	-9034,91	-10473,73
<b>Totale</b>	<b>14170,3</b>	<b>3995,496</b>	<b>25109,78</b>	<b>33684,44</b>	<b>-42900,3</b>	<b>-103301</b>	<b>-15461,2</b>	<b>-4658,28</b>	<b>-49452,5</b>	<b>-49911,7</b>

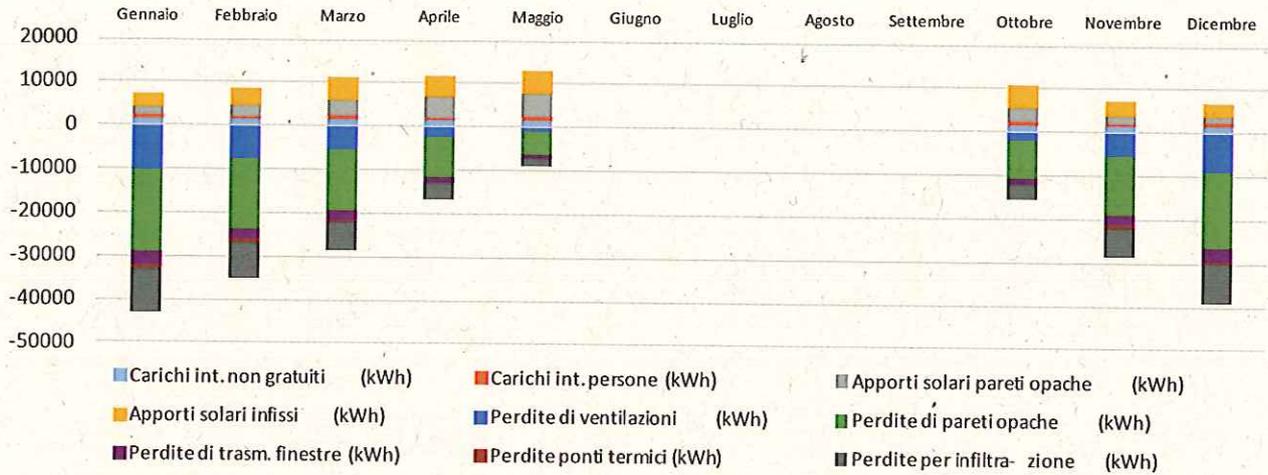
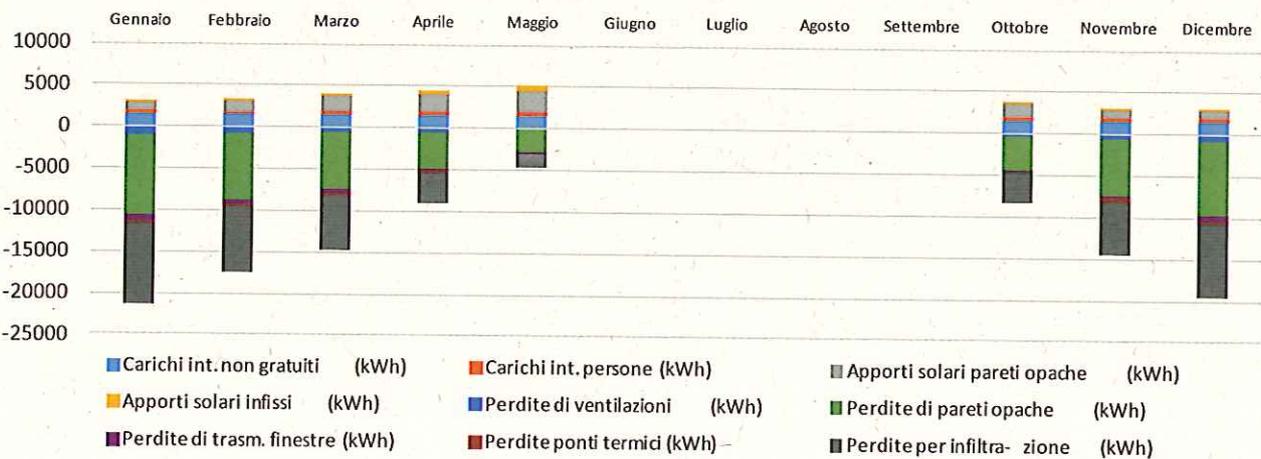


Figura 5. Tabella dispersioni involucro sezione 2

Fabbisogno energetico totale della sezione 2 - pre intervento										
Mese	Carichi int. non gratuiti (kWh)	Carichi int. persone (kWh)	Apporti solari pareti opache	Apporti solari infissi (kWh)	Perdite di ventilazioni (kWh)	Perdite di pareti opache (kWh)	Perdite di trasm. finestre (kWh)	Perdite ponti termici (kWh)	Perdite per infiltrazione (kWh)	Fabbisogno netto di risc. (kWh)
Gennaio	1603	397	963	113	-863	-9688	-608	-362	-9752	-11398
Febbraio	1504	359	1329	158	-674	-8040	-504	-297	-7998	-7197
Marzo	1603	397	1907	267	-482	-6932	-432	-246	-6611	-3489
Aprile	1570	384	2130	396	-427	-4418	-272	-141	-3793	-1713
Maggio	1603	397	2618	574	-150	-2639	-156	-64	-1732	-455
Giugno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ottobre	1603	397	1697	199	-189	-4170	-254	-129	-3470	-1585
Novembre	1570	384	939	120	-484	-6804	-423	-242	-6507	-5348
Dicembre	1603	397	882	99	-757	-8951	-560	-331	-8911	-10019
<b>Totale</b>	<b>12657</b>	<b>3114</b>	<b>12465</b>	<b>1925</b>	<b>-4025</b>	<b>-51642</b>	<b>-3208</b>	<b>-1812</b>	<b>-48773</b>	<b>-41202</b>



I consumi da audit denotano un maggior fabbisogno di gas naturale rispetto al vettore elettricità, ciò rappresenta una consuetudine, sia perché i consumi per il riscaldamento sono i più rilevanti in queste zone, sia per la qualità stessa dell'energia di cui si tratta, infatti la conversione dell'energia termica è più soggetta a perdite rispetto all'utilizzo di quella

elettrica. Notiamo poi che sul versante sud del tetto è stato installato un impianto fotovoltaico, per il quale è stata già sottratta la quantità di energia prodotta ed auto consumata dai valori di consumo elettrico riportati.

Figura 6. Tabella consumi elettrici e termici calcolati da software SEAS3

Mese	Consumi energetici totali	
	Elettrico (kWh)	Gas naturale (kWh)
Gennaio	3538	27364
Febbraio	3129	20662
Marzo	3212	14429
Aprile	3026	6525
Maggio	2974	1039
Giugno	2828	225
Luglio	2857	233
Agosto	2901	233
Settembre	2951	225
Ottobre	3207	6080
Novembre	3380	16301
Dicembre	3540	24761
<b>Totale</b>	<b>37544</b>	<b>118078</b>

Dalla disamina dei dati si può notare che i consumi elettrici sono circa un terzo di quelli termici. Questo rapporto è leggermente sbilanciato verso i consumi elettrici rispetto agli edifici che vengono utilizzati come uffici. Quindi la prima proposta sarebbe quella di incrementare la potenza fotovoltaica sul tetto, ma purtroppo lo spazio disponibile nella falda a sud è piuttosto ridotto e, in sostanza, inutilizzabile allo scopo. Altra cosa che risalta dai dati analizzati è la presenza di 2 caldaie a metano, di cui una del 1995, quindi piuttosto obsoleta. Dalle planimetrie risultano due vani tecnici separati, uno per ciascuna sezione dell'edificio, quindi è presumibile che le due caldaie siano entrambi funzionanti.

Con tali premesse gli interventi più interessanti in termini di razionalizzazione ed efficientamento sono:

1. Sostituzione degli infissi della sezione 1 con serramenti in legno a doppio vetro
2. Sostituzione della caldaia in entrambe le sezioni, in modo da aumentare il rendimento dei generatori, eventualmente sfruttando la tecnologia a condensazione, e risparmiare sull'utilizzo del gas metano
3. Installazione di valvole termostatiche sui radiatori, al fine di regolare il flusso del fluido termovettore e di richiedere gli incentivi del conto termico per la sostituzione dei serramenti e delle caldaie
4. Coibentazione della copertura, in quanto costituisce il maggior motivo di dispersione termica di entrambe le sezioni.

Si ritengono invece inevitabili le perdite per il ricambio d'aria degli ambienti, visto che installare delle Unità di Trattamento dell'Aria - UTA per riscaldamento, purificazione e ricambio d'aria vorrebbe dire rivoluzionare completamente l'impianto esistente, e ricavare degli spazi utili alle canalizzazioni, con spese ingiustificate rispetto alla condizione attuale. Agli interventi già citati si può aggiungere un'altra azione importante, che riguarda l'efficientamento dell'illuminazione dei locali, magari grazie all'impiego di tecnologia a led. Questa azione può richiedere o meno un leggero intervento a livello di impianto elettrico, quindi va elaborata in seguito ad un rilievo tecnico di dettaglio, ed ha il vantaggio di poter essere valutata con un'ottica più ampia, pensando ad una fornitura unica per più stabili comunali, in modo da accorciare i tempi di ritorno. In ogni caso i tempi di ritorno dell'investimento normalmente sono piuttosto brevi. Oltretutto il nuovo Conto Termico appoggia economicamente anche questo tipo di interventi, nel caso di Pubblica Amministrazione.

Si rimanda alla scheda d'azione per gli aspetti di risparmio energetico e di riduzione della CO<sub>2</sub>.

#### Risultati della diagnosi

Analizziamo prima i singoli interventi e poi facciamo una considerazione pensando di intervenire subito su tutti i fronti.

**INTERVENTO 1: Sostituzione degli infissi**

La sostituzione degli infissi, o almeno dei vetri singoli, rientra tra quelle azioni che il Comune sta già valutando, per lo meno in termini di fattibilità.

Come si può notare dalla tabella sottostante l'intervento non risulta appetibile, per quanto concerne il payback time, se inteso singolarmente. Oltretutto abbiamo ipotizzato la spesa solo per la sostituzione del vetro e non dell'intero infisso, che sarebbe molto più alta. Un'analisi più dettagliata potrebbe dirci se sia indispensabile agire su tutto l'infisso per ottenere un risultato utile.

Figura 7. Stima tecnico economica dell'intervento

Intervento 1: sostituzione infissi						
	Pre intervento (kWh)	Post intervento (kWh)	Risparmio / anno (kWh)	Risparmio / anno (euro)	Costo (euro)	Tempo di ritorno
Consumo metano (kWh)	118078	114096	3982	332	57000	171,58

**INTERVENTO 2: Sostituzione delle caldaie**

Una delle due caldaie è del 1995 e sicuramente non sfrutta il recupero della condensazione, la seconda è del 2005 e probabilmente anche in questo caso non si è installato un modello a condensazione, inoltre i rendimenti termici di conversione sono molto migliorati in questo lasso di tempo. Supponiamo di sostituirle entrambe e di sfruttare così i vantaggi del Conto Termico per le Pubbliche Amministrazioni.

Figura 8. Stima tecnico economica dell'intervento

Intervento 2: sostituzione generatore						
	Pre intervento (kWh)	Post intervento (kWh)	Risparmio / anno (kWh)	Risparmio / anno (euro)	Costo (euro)	Tempo di ritorno
Consumo metano (kWh)	118078	105880	12198	1018	22000	21,62

**INTERVENTO 3: Installazione di valvole termostatiche sui radiatori**

L'intervento di installazione delle valvole termostatiche rappresenta un buon investimento in fatto di risparmio energetico.

Figura 9. Stima tecnico economica dell'intervento

Intervento 3: installazione di valvole termostatiche						
	Pre intervento (kWh)	Post intervento (kWh)	Risparmio / anno (kWh)	Risparmio / anno (euro)	Costo (euro)	Tempo di ritorno
Consumo metano (kWh)	118078	112829	5249	438	4000	9,13

**INTERVENTO 4: Coibentazione della copertura**

Anche in questo caso stiamo parlando di un intervento impegnativo economicamente, oltretutto il costo è abbastanza variabile in funzione di come si vuole finire il tetto. In ogni caso il risparmio è notevole ed il tempo di ritorno ragionevole nell'economia di un edificio che svolge funzione pubblica.

Figura 10. Stima tecnico economica dell'intervento

Intervento 3: coibentazione copertura						
	Pre intervento (kWh)	Post intervento (kWh)	Risparmio / anno (kWh)	Risparmio / anno (euro)	Costo (euro)	Tempo di ritorno
Consumo metano (kWh)	118078	83000	35078	2926	150000	51,26

**INTERVENTI 1, 2, 3 e 4: Sostituzione degli infissi, delle caldaie, installazione di valvole termostatiche sui radiatori e coibentazione della copertura**

Tipicamente in queste analisi vige il principio olistico: il risultato di tutti gli interventi messi assieme è diverso della somma dei risultati dei singoli interventi, quindi sarebbe semplicistico fare la media dei tempi di ritorno degli investimenti. Abbiamo quindi simulato la presenza di tutti i miglioramenti per avere un risultato più attendibile.

Figura 11. Stima tecnico economica dell'intervento

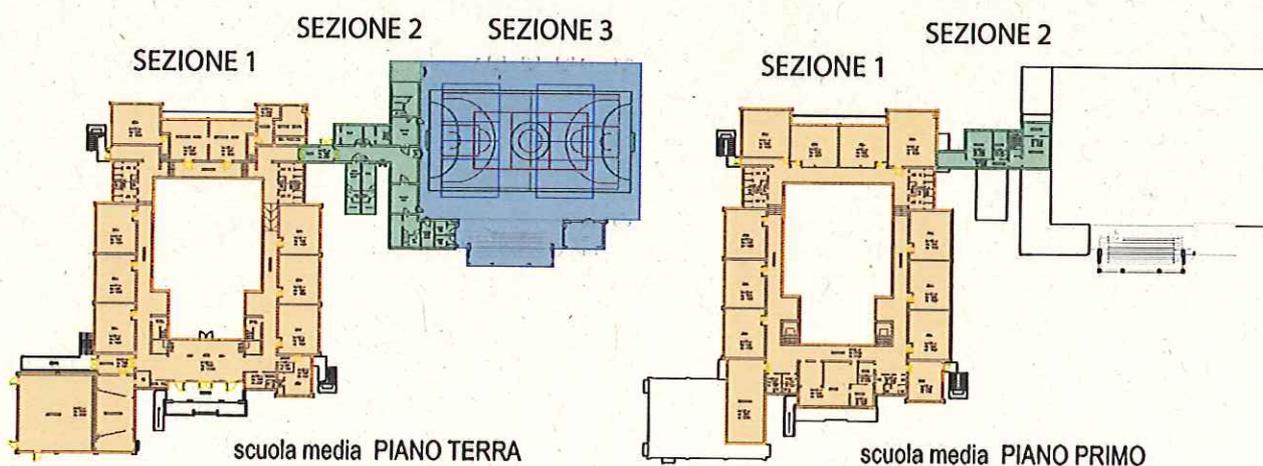
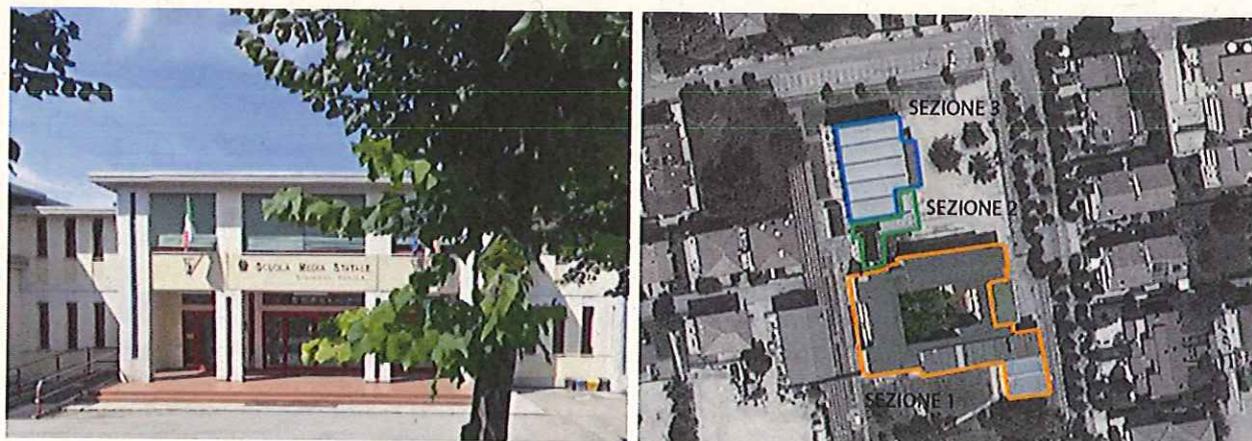
Intervento 1, 2 e 3						
	Pre intervento (kWh)	Post intervento (kWh)	Risparmio / anno (kWh)	Risparmio / anno (euro)	Costo (euro)	Tempo di ritorno
Consumo metano (kWh)	118078	61570	56508	4714	233000	49,43

### 1.2.2. Diagnosi energetica "leggera" condotta sulla scuola secondaria di primo grado "G. Renier"

La scuola è stata costruita nel 1975 e si compone di un corpo rettangolare comprensivo di patio e di una propaggine rettangolare posta a nord, la palestra, collegata al nucleo scolastico da un'ala di corridoio e da alcune aule adibite a spogliatoio/magazzino. Per una più facile lettura chiameremo sezione 1 il nucleo scolastico centrale, sezione 2 i locali di connessione e sezione 3 la palestra.

La struttura è caratterizzata da un telaio in calcestruzzo con tamponamento di muratura in laterizio, per uno spessore globale di circa 300 mm, e da infissi metallici con vetro camera.

Figura 12. Scuola media



L'analisi condotta tramite SEAS3 ha evidenziato quanto di seguito descritto.

La struttura si compone di un involucro, opaco e trasparente, caratterizzato da un'elevata dispersione termica, di cui la parte opaca costituisce la maggior causa di consumo. In particolare si evidenziano le dispersioni relative alla parete

setentrionale del corpo centrale e relative alla copertura, la quale si presume sia caratterizzata da uno strato di isolamento insufficiente.

La sezione 1 necessita di un fabbisogno netto di riscaldamento pari a circa il 60% del totale, fattore dovuto alla dimensione maggiore della zona: il fabbisogno energetico risulta direttamente proporzionale alle superfici disperdenti presenti, in quanto l'edificio non riporta discontinuità materico – costruttive che presentino un comportamento energetico - strutturale diverso.

Figura 13. Tabella dispersioni involucro sezione 1

Fabbisogno energetico totale della sezione 1 - pre intervento										
Mese	Carichi int. non gratuiti (kWh)	Carichi int. persone (kWh)	Apporti solari pareti opache (kWh)	Apporti solari infissi (kWh)	Perdite di ventilazioni (kWh)	Perdite di pareti opache (kWh)	Perdite di trasm. finestre (kWh)	Perdite ponti termici (kWh)	Perdite per infiltrazione (kWh)	Fabbisogno netto di risc. (kWh)
Gennaio	2113	3893	5794	6564	-6584	-85319	-18752	-1811	-53202	-37051
Febbraio	2160	3737	8504	8837	-5151	-71151	-15502	-1485	-43632	-28891
Marzo	2418	4204	13232	11818	-3681	-62389	-13187	-1228	-36067	-22300
Aprile	1747	3425	15828	12504	-3253	-41303	-8141	-704	-20691	-12065
Maggio	2263	4048	20249	14888	-1132	-26628	-4528	-322	-9447	-4573
Giugno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ottobre	2418	4204	11129	10820	-1441	-39390	-7616	-644	-18932	-11375
Novembre	2177	3893	5791	6285	-3691	-61170	-12954	-1208	-35496	-24431
Dicembre	2113	3893	5183	6085	-5775	-79184	-17262	-1655	-48612	-34020
<b>Totale</b>	<b>17409</b>	<b>31296</b>	<b>85712</b>	<b>77800</b>	<b>-30709</b>	<b>-466534</b>	<b>-97941</b>	<b>-9058</b>	<b>-266079</b>	<b>-174706</b>

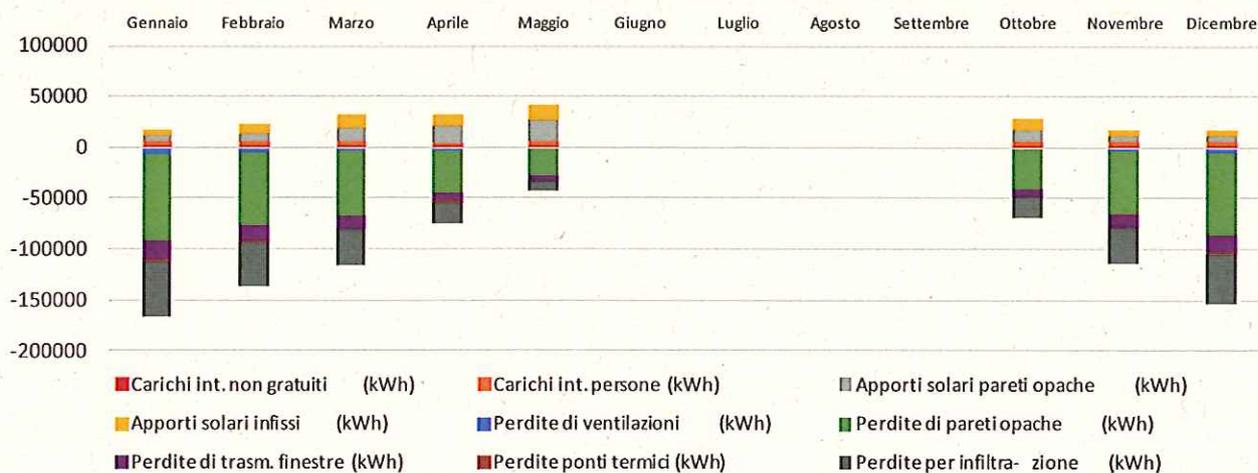




Figura 14. Tabella dispersioni involucro sezione 2

Fabbisogno energetico totale della sezione 2 - pre intervento										
Mese	Carichi int. non gratuiti (kWh)	Carichi int. persone (kWh)	Apporti solari pareti opache	Apporti solari infissi (kWh)	Perdite di ventilazioni (kWh)	Perdite di pareti opache (kWh)	Perdite di trasm. finestre (kWh)	Perdite ponti termici (kWh)	Perdite per infiltrazione (kWh)	Fabbisogno netto di risc. (kWh)
Gennaio	456	377	1160	587	-1191	-11676	-3392	-584	-11096	-16421
Febbraio	773	524	2141	1001	-1156	-12048	-3477	-594	-11284	-9870
Marzo	816	580	3367	1316	-836	-10488	-2958	-491	-9328	-4636
Aprile	792	562	4024	1488	-762	-6833	-1826	-282	-5351	-2358
Maggio	816	580	5128	1860	-289	-4270	-1015	-129	-2443	-752
Giugno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ottobre	816	580	2819	1100	-337	-6488	-1708	-258	-4896	-2289
Novembre	792	562	1440	705	-840	-10288	-2905	-483	-9180	-8912
Dicembre	456	377	1034	514	-1048	-10815	-3122	-534	-10139	-15048
<b>Totale</b>	<b>5715</b>	<b>4143</b>	<b>21114</b>	<b>8570</b>	<b>-6460</b>	<b>-72905</b>	<b>-20402</b>	<b>-3355</b>	<b>-63716</b>	<b>-60287</b>

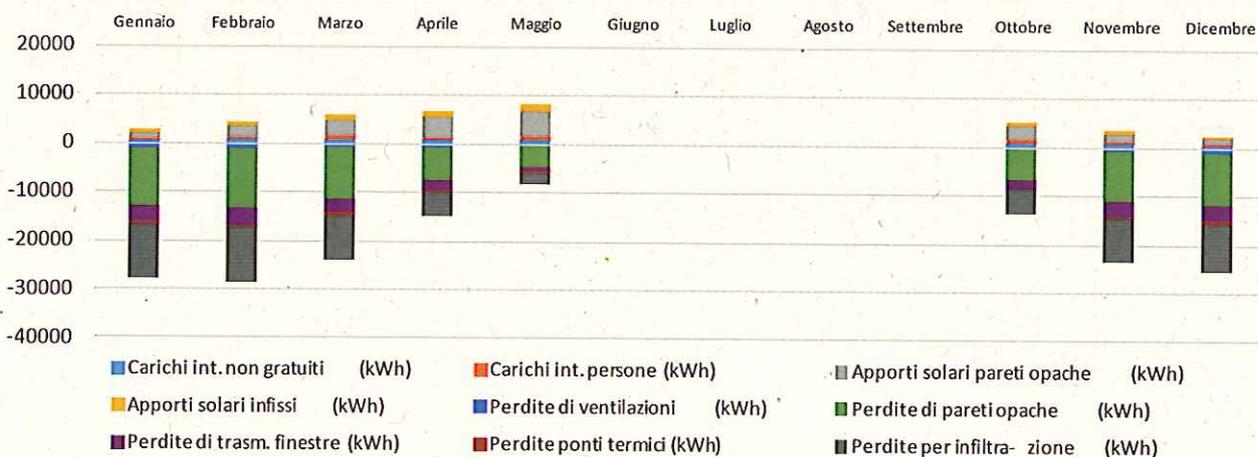
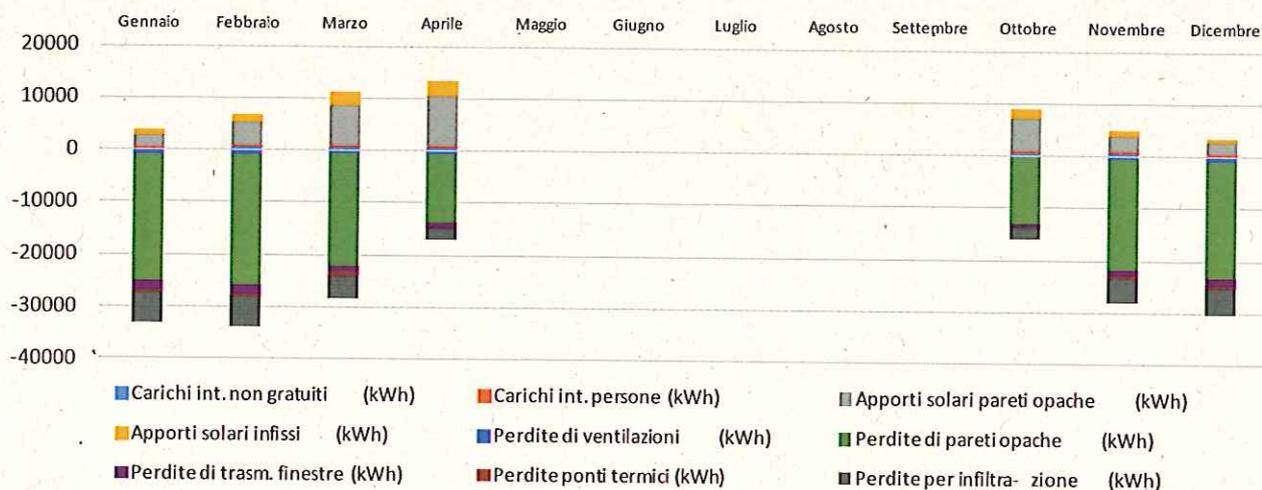




Figura 15. Tabella dispersioni involucro sezione 3

Fabbisogno energetico totale della sezione 3 - pre intervento										
Mese	Carichi int. non gratuiti (kWh)	Carichi int. persone (kWh)	Apporti solari pareti opache	Apporti solari infissi (kWh)	Perdite di ventilazioni (kWh)	Perdite di pareti opache (kWh)	Perdite di trasm. finestre (kWh)	Perdite ponti termici (kWh)	Perdite per infiltrazione (kWh)	Fabbisogno netto di risc. (kWh)
Gennaio	316	328	2309	790	-812	-24422	-1611	-517	-5719	-17584
Febbraio	516	455	4503	1523	-769	-25094	-1652	-519	-5739	-7188
Marzo	563	504	7576	2451	-509	-21519	-1405	-408	-4511	-4940
Aprile	547	488	9601	2940	-356	-13532	-868	-201	-2224	-2050
Maggio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Giugno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ottobre	563	504	6039	2027	-146	-12725	-812	-174	-1930	-2284
Novembre	547	488	2948	995	-516	-21128	-1380	-403	-4455	-8527
Dicembre	316	328	2008	700	-700	-22531	-1483	-467	-5162	-16450
<b>Totale</b>	<b>3369</b>	<b>3095</b>	<b>34983</b>	<b>11427</b>	<b>-3807</b>	<b>-140952</b>	<b>-9211</b>	<b>-2689</b>	<b>-29740</b>	<b>-59023</b>



Trattandosi di una scuola, essa è caratterizzata da consumi termici nettamente maggiori rispetto agli elettrici, in quanto è preponderante la richiesta di benessere ambientale dei molti occupanti, da noi già analizzati in altri Comuni della zona. Il caso rispetta la media dei casi in nostro possesso, in cui per le scuole i consumi elettrici variano tra il 10% ed il 15% di quelli termici.

Figura 16. Tabella consumi elettrici e termici calcolati da software SEAS3

Mese	Consumi energetici totali	
	Elettrico (kWh)	Gas naturale (kWh)
Gennaio	3243	78825
Febbraio	3639	63840
Marzo	4003	51257
Aprile	3253	31232
Maggio	3835	15696
Giugno	3702	2640
Luglio	3997	2475
Agosto	3378	2542
Settembre	3865	2841
Ottobre	4001	29343
Novembre	3708	54226
Dicembre	3242	72705
<b>Totale</b>	<b>43864</b>	<b>407621</b>

Dall'analisi dei dati, quindi, non si vedono nell'immediato interventi necessari a livello elettrico per efficientare il sistema. Anche la generazione elettrica da fotovoltaico non risulta particolarmente favorevole, perché nel periodo di massima produzione la scuola non viene usata e non contempla nemmeno sistemi di climatizzazione estiva. Ragionando in termini più ampi, però, il Comune potrebbe sfruttare la superficie del tetto per un'installazione fotovoltaica che vada a rifornire un altro POD comunale secondo le possibilità del meccanismo dello scambio altrove (SSA). A livello termico invece, posto che gli ultimi interventi sono del 2014 e hanno interessato l'installazione di una nuova caldaia, di un accumulo termico e delle valvole termostatiche, non è il caso di pensare a interventi che stravolgano quanto già impostato, in quanto si sprecherebbe la vita residua dell'investimento effettuato, che non è trascurabile. A questo punto si potrebbe puntare a degli interventi sull'involucro, che, seppur contraddistinti da payback time normalmente elevati, porterebbero a cascata ad un uso più blando degli impianti esistenti, preludio ad una maggiore durata degli stessi.

Si ritengono invece inevitabili le perdite per il ricambio d'aria degli ambienti, visto che installare delle Unità di Trattamento dell'Aria - UTA per riscaldamento, purificazione o anche solo per il semplice ricambio d'aria vorrebbe dire rivoluzionare completamente l'impianto esistente e gli ambienti, con spese ingiustificate rispetto agli effetti positivi dell'investimento.

Anche in questo caso poi valgono le considerazioni espresse nella relazione precedente circa l'opportunità di agire sull'illuminazione interna: serve un rilievo tecnico mirato per capire se sono necessari interventi a livello elettrico, ma i tempi di ritorno dell'investimento sono sempre piuttosto brevi visto il grande risparmio che la tecnologia a led permette di ottenere rispetto agli altri tipi di lampade. Per una valutazione puntuale si consiglia però di trattare più edifici comunali contemporaneamente.

Si rimanda alla scheda d'azione per gli aspetti di risparmio energetico e di riduzione della CO<sub>2</sub>.

Consideriamo quindi i seguenti interventi di razionalizzazione ed efficientamento:

1. Coibentazione muro perimetrale orientato a nord della sezione 1,
2. Coibentazione della copertura della sezione 1, in quanto costituisce il maggior motivo di dispersione termica.

#### Risultati della diagnosi

##### INTERVENTO 1: Coibentazione muro perimetrale orientato a nord della sezione 1

Il muro perimetrale a nord influenza più delle altre componenti d'involucro le dispersioni, quindi potrebbe essere considerato anche per un intervento parziale.

Figura 17. Stima tecnico economica dell'intervento

Intervento 1: coibentazione parete perimetrale orientata a nord						
	Pre intervento (kWh)	Post intervento (kWh)	Risparmio / anno (kWh)	Risparmio / anno (euro)	Costo (euro)	Tempo di ritorno
Consumo metano (kWh)	407621	396987	10634	887	6300	7,10

L'incentivo fornito dal Conto Termico è determinante per dimezzare circa il payback time. In ogni caso è un intervento che risulterebbe importante nell'economia energetica della scuola.

#### INTERVENTO 2: Coibentazione della copertura della sezione 1

In questo caso si tratta di un tetto piano, che presenta un vantaggio sulle spese per la sicurezza durante l'intervento, e anche sulle difficoltà di esecuzione e di conseguenza sui tempi di lavoro.

Figura 18. Stima tecnico economica dell'intervento

Intervento 2: coibentazione copertura sezione 1						
	Pre intervento (kWh)	Post intervento (kWh)	Risparmio / anno (kWh)	Risparmio / anno (euro)	Costo (euro)	Tempo di ritorno
Consumo metano (kWh)	407621	288691	118930	9921	120000	12,10

Anche in questo caso il ritorno dovuto al Conto Termico è determinante per rendere economicamente appetibile l'intervento.

#### INTERVENTO 1 e 2: Coibentazione del muro perimetrale settentrionale e coibentazione della copertura

Figura 19. Stima tecnico economica dell'intervento

Intervento 1 e 2: coibentazione parete settentrionale e copertura						
	Pre intervento (kWh)	Post intervento (kWh)	Risparmio / anno (kWh)	Risparmio / anno (euro)	Costo (euro)	Tempo di ritorno
Consumo metano (kWh)	407621	278057	129564	10808	126300	11,69

I due interventi sull'involucro possono risultare un ottimo investimento per l'edificio, a patto che si consideri di sfruttare il Conto Termico e che l'edificio non venga dismesso prima di altri 10 anni. Ciò dovrebbe essere in linea con gli investimenti fatti a livello di impianti nel 2014.