

Comune di Verbania

**AUDIT ENERGETICI DELLE SEDI
MUNICIPALI DEL COMUNE DI VERBANIA**
Risultati degli audit

Codice documento	AI-C2-07E036-07-
Versione	04
Committente	Comune di Verbania
Stato del documento	definitivo
Autore	Ch. Wolter, A. Siciliano, V. Dante, G. Rondena, S. Lombardelli
Revisione	Ch. Wolter
Approvazione	R. Pasinetti

giugno 2007

Pagina lasciata vuota intenzionalmente.

SOMMARIO

SOMMARIO	3
RIASSUNTO DEI RISULTATI OTTENUTI	5
1 INTRODUZIONE	6
2 METODO DI ANALISI.....	7
2.1 DESCRIZIONE EDIFICIO – CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E COSTRUTTIVE	7
2.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	8
2.3 ANALISI DEI CONSUMI	10
2.4 PROBLEMI RILEVATI	11
2.5 MODELLO DELL'EDIFICIO	12
2.6 INTERVENTI E ANALISI COSTI BENEFICI.....	13
3 DESCRIZIONE DELLA SEDE DI INTRA (EX FERMI)	16
3.1 LE STRUTTURE EDILIZIE	16
3.2 LE CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEGLI ELEMENTI EDILIZI.....	17
3.3 L'IMPIANTO TERMICO	17
3.4 L'IMPIANTO ELETTRICO	18
3.5 ANALISI DEI CONSUMI	19
VALUTAZIONE ASPETTI TERMICI	21
3.6 IPOTESI DI INTERVENTO MIGLIORATIVO	21
3.7 ANALISI COSTI-BENEFICI	22
VALUTAZIONE ASPETTI ELETTRICI	25
3.8 PROBLEMI RILEVATI	25
3.9 PROPOSTE DI INTERVENTO.....	26
3.10 FONTI UTILIZZATE.....	27
4 DESCRIZIONE DELLA SEDE DI VIA BRIGATA VALGRANDE MARTIRI.....	28
4.1 LE STRUTTURE EDILIZIE	28
4.2 LE CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEGLI ELEMENTI EDILIZI.....	29
4.3 L'IMPIANTO TERMICO	29
4.4 L'IMPIANTO ELETTRICO	30
4.5 ANALISI DEI CONSUMI	31
VALUTAZIONE ASPETTI TERMICI	34
4.6 IPOTESI DI INTERVENTO MIGLIORATIVO	34
4.7 ANALISI COSTI-BENEFICI	35
VALUTAZIONE ASPETTI ELETTRICI	38
4.8 PROBLEMI RILEVATI	38
4.9 PROPOSTE DI INTERVENTO.....	39
4.10 FONTI UTILIZZATE.....	40
5 DESCRIZIONE DELLA SEDE DI VIA PALLANZA	41
5.1 LE STRUTTURE EDILIZIE	41
5.2 LE CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEGLI ELEMENTI EDILIZI.....	42
5.3 L'IMPIANTO TERMICO	43
5.4 L'IMPIANTO ELETTRICO	43
5.5 ANALISI DEI CONSUMI	45
VALUTAZIONE ASPETTI TERMICI	49
5.6 IPOTESI DI INTERVENTO MIGLIORATIVO	49
5.7 ANALISI COSTI-BENEFICI	51
VALUTAZIONE ASPETTI ELETTRICI	53
5.8 PROBLEMI RILEVATI.....	53

5.9 PROPOSTE DI INTERVENTO.....54
5.10 FONTI UTILIZZATE.....55

RIASSUNTO DEI RISULTATI OTTENUTI

Il lavoro di diagnosi energetica eseguito sugli edifici che ospitano le sedi del Municipio (Sede di Pallanza, Sede di Intra-ex Fermi, Sede di Via Brigata Val Grande Martiri) è stato condotto attraverso diverse fasi di raccolta dati, elaborazione e analisi.

La raccolta dati è avvenuta attraverso la fornitura delle planimetrie esistenti da parte degli uffici Servizio Ambiente, Ufficio Tecnico, Ufficio Patrimonio, e delle bollette delle utenze gas ed elettricità degli ultimi tre anni, completati da un sopralluogo.

L'elaborazione dei dati consiste nella messa in relazione di dati geometrici degli edifici con i parametri termofisici degli elementi edilizi di cui sono costituiti, i dati climatici, così come definiti dalle norme vigenti e i consumi reali.

Innanzitutto viene investigato il comportamento dell'edificio sulla base dell'analisi dei consumi, per individuare gli indicatori di consumo e la classificazione dell'edificio.

L'edificio viene modellizzato, quindi osservato e corretto con l'ausilio di un software di progettazione energetica (EC500 di Edilclima, versione 5.0) che utilizza gli algoritmi della norma EN 832 ed è adeguato al nuovo D. Lgs. 192/05.

La fase successiva consiste nella proposta di interventi di ottimizzazione energetica delle parti edilizie e impiantistiche dell'edificio, e nell'osservazione degli effetti prodotti da queste azioni sul fabbisogno energetico teorico dell'edificio e di conseguenza sul suo consumo teorico.

La fase conclusiva consiste nella verifica della convenienza economica oltre che energetica dell'intervento ipotizzato, calcolando se l'investimento iniziale e la riduzione dei costi di gestione conseguente comportino effettivamente una riduzione del costo annuo di gestione dell'edificio rispetto allo stato di fatto, tenendo conto del tasso di interesse sul capitale e del ciclo di vita dei singoli interventi proposti.

La scelta degli interventi verificati in questa fase ha mostrato potenziali riduzioni di circa il 50 % del costo annuo attuale relativo ai consumi termici. Risparmi così elevati sono ottenibili effettuando interventi di ristrutturazione complessi che prevedano la coibentazione dell'edificio e la sostituzione della caldaia.

Anche interventi di entità minore, come la semplice coibentazione dei sottofinestra o di un singolo elemento architettonico, possono essere molto interessanti dal punto di vista economico. I tempi di ritorno degli investimenti, che variano tra i 6 e i 20 anni a seconda degli interventi scelti e dell'edificio, confermano infatti la convenienza della riqualificazione energetica degli edifici.

Una ulteriore individuazione dei punti deboli dei manufatti (ad esempio la presenza di ponti termici) può essere realizzata mediante una campagna termografica, per la cui realizzazione è però necessario il funzionamento dell'impianto di riscaldamento e il raggiungimento di temperature esterne intorno al massimo ai 5 °C.

1 INTRODUZIONE

L'obiettivo di questo lavoro consiste nella diagnosi energetica degli edifici che ospitano le Sedi Municipali del Comune di Verbania, e delle possibili migliorie apportabili, nell'ottica della riqualificazione energetica degli edifici, nel rispetto di un positivo rapporto costi- benefici.

Gli interventi di ottimizzazione energetica si riferiscono sia alla struttura architettonica, sia alla definizione dell'impianto per il riscaldamento ambienti e acqua calda sanitaria (acs).

L'analisi dettagliata del fabbisogno dell'edificio al variare della composizione della stratigrafia delle pareti e degli elementi che formano l'involucro edilizio può aiutare alla definizione degli obiettivi di risparmio perseguibili e desiderabili, sia in termini di consumi, sia di emissioni di CO₂, in particolare quando sono accompagnati da scelte impiantistiche motivate dai medesimi obiettivi, per esempio anche con l'integrazione di fonti energetiche rinnovabili.

Le soluzioni migliori sono quelle che presenteranno il migliore rapporto costi benefici.

Dal punto di vista del risparmio energetico il valore più importante da considerare è quello relativo al costo di ogni tonnellata di CO₂ risparmiata. Minore è questa cifra, maggiore è l'efficacia dell'intervento considerato. La redditività economica è un parametro di sicura importanza, ma che non fornisce nessuna indicazione sull'efficacia energetica dell'intervento proposto, anche perché strettamente legato alla fluttuazione dei prezzi del combustibile, difficilmente pronosticabili con validità ventennale.

2 METODO DI ANALISI

La diagnosi energetica dettagliata degli edifici prende inizio da una verifica delle caratteristiche salienti che influenzano il comportamento energetico degli edifici stessi. Queste si suddividono in:

- Caratteristiche geometriche e costruttive
- Caratteristiche impiantistiche
- Dati di consumo

2.1 Descrizione edificio – caratteristiche geometriche e costruttive

Nelle tabelle che seguono sono riportati i parametri presi in considerazione nell'analisi. I dati geometrici sono stati raccolti tramite misurazioni dirette in loco o rilevati da planimetrie/prospetti/sezioni in formato cartaceo e, ove possibile, dwg.

Dati geometrici	
Volume riscaldato (m ³)	è il volume lordo delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano
Superficie involucro (m ²)	Per superficie dell'involucro si intende la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non riscaldati) il volume riscaldato (Fonte: Dlgs 311/06). In pratica si tratta della somma di tutte le superfici che racchiudono il volume riscaldato, la superficie verticale e le superfici orizzontali (basamento e copertura)
Rapporto S/V	Il rapporto di forma S/V rappresenta il rapporto tra la superficie dell'involucro e il volume riscaldato racchiuso. Indica la forma compatta, o meno, dell'edificio e la conseguente minore o maggiore tendenza a disperdere il calore <i>< 0,5 Rapporto basso. Indica una forma compatta dell'edificio ed una dispersione del calore minore</i> <i>>0,5 Rapporto alto. Indica una forma articolata dell'edificio ed una dispersione del calore maggiore</i>
Superficie pianta (m ²)	Si intende il sedime occupato dall'edificio, ed è pari, nella maggior parte dei casi, alla superficie di un unico piano
Superficie riscaldata (m ²)	La somma delle superfici riscaldate (anche se si trovano su più piani)
N° di piani	
Superficie vetrata (m ²)	La superficie delle finestre, serramento e infisso compresi
Rapporto S_{vetr}/S_{inv}	Il rapporto tra le superfici vetrate e le superfici opache <i>$S_{vetr}/S_{inv} > 8\%$ L'edificio presenta importanti superfici vetrate</i> <i>$5\% < S_{vetr}/S_{inv} < 8\%$ L'edificio presenta superfici vetrate di dimensioni normali</i> <i>$S_{vetr}/S_{inv} < 5\%$ L'edificio presenta piccole superfici vetrate</i>
Esposizione prevalente	Sud: apporti nei mesi invernali; necessità di schermatura nei mesi estivi. Est - Ovest: apporti nei mesi invernali; necessità di schermatura nei mesi estivi Nord Scarsi contributi al riscaldamento dell'edificio per irraggiamento solare

Definire le **caratteristiche costruttive** delle superfici esterne, ovvero di pareti verticali, superfici orizzontali (copertura e basamento), vetri e infissi, è importante per determinare la propensione della struttura a disperdere il calore verso l'esterno, parametro essenziale al fine del calcolo del

fabbisogno di energia dell'edificio (vedi cap. 2.5). Tale propensione alla dispersione di calore è misurata attraverso il valore di trasmittanza, che dipende dalla composizione stratigrafica della struttura, dallo **spessore** e dal tipo di **materiale** utilizzato. La **trasmittanza termica**, espressa in $[W/m^2K]$, è definita come il flusso di calore che passa attraverso una parete per unità di superficie $[m^2]$ della parete e per grado $[K]$ di differenza tra la temperatura interna del locale e la temperatura esterna o del locale attiguo non riscaldato.

I dati relativi alle tipologie costruttive derivano dall'osservazione diretta nel corso dei sopralluoghi, da eventuali dettagli riportati sulle carte o da dettagli forniti dai tecnici comunali.

I valori di trasmittanza corrispondenti alle tipologie edilizie identificate sono determinati attraverso il metodo definito dall'UNI 832 e UNI 10351.

I dati sopra descritti vengono rappresentati e valutati, per ciascun edificio in esame, come segue

Tipologie costruttive				
Struttura	Descrizione	Spessore (cm)	Trasmittanza U (W/m^2K)	Commento
Pareti esterne	Tipo A		$<0,7$	Valore di isolamento accettabile
			$0,7 < U < 1,2$	Valore di isolamento basso
			$>1,2$	Valore di isolamento non accettabile: da coibentare
Copertura	Tipo B		$<0,6$	Valore di isolamento accettabile
			$0,6 < U < 1,1$	Valore di isolamento basso
			$>1,1$	Valore di isolamento non accettabile: da coibentare
Basamento	Tipo C		$<0,7$	Valore di isolamento accettabile
			$>0,7$	Basso valore di isolamento
Vetri e infissi	Tipo D		$<2,5$	Valore di isolamento accettabile
			$2,5 < U < 3,5$	Valore di isolamento basso
			$>3,5$	Valore di isolamento non accettabile: da modificare

2.2 Descrizione degli impianti

Nella tabella che segue sono riportate le caratteristiche degli impianti termici verificate durante l'analisi. I dati impiantistici sono stati raccolti tramite presa visione diretta dei libretti di caldaia o di altre relazioni riguardanti l'impiantistica, ove disponibili, e tramite comunicazioni da parte dei tecnici comunali.

Dati impianto termico

Potenza utile totale (kW): *La potenza può essere congruente con il fabbisogno dell'edificio*

	<i>oppure sovradimensionata</i>
Anno di costruzione caldaia:	<i>Post 1994: le caldaie sono recenti Ante 1994: le caldaie sono obsolete e necessitano di rinnovamento</i>
Rendimento:	rapporto tra la potenza termica utile e la potenza del focolare <i>>95%: rendimento accettabile 92%<r<95%: rendimento basso <92%: rendimento non accettabile</i>
Distribuzione:	<i>Distribuzione parzializzata o non parzializzata Radiatori Ventilconvettori Pannelli radianti</i>
Tipo di gestione:	<i>Terzo responsabile Gestione diretta Gestione calore</i>
Dispositivi di regolazione:	<i>Cronotermostato Timer (accensione/spegnimento automatico) Sonda climatica Manuale</i>
Orario di accensione impianto:	<i>L'orario di accensione è congruente con gli orari di utilizzo dell'edificio L'orario di accensione non è congruente con gli orari di utilizzo dell'edificio</i>

2.3 Analisi dei consumi

La diagnosi energetica di un edificio non può prescindere dall'analisi dei consumi dell'edificio stesso. L'analisi dei dati di consumo permette di rilevare:

- L'andamento nei mesi e negli anni per verificare eventuali variazioni non giustificate da variabilità di condizioni climatiche
- Inefficienze nella contabilizzazione/monitoraggio dei consumi
- Eventuali sprechi rispetto al reale fabbisogno dell'edificio
- Eventuali perdite nell'impianto di distribuzione
- Eventuali irregolarità di gestione

Il presente studio include:

- L'analisi dell'andamento dei consumi negli ultimi tre/quattro anni espressi in m³ metano/lt gasolio
- L'analisi dei consumi mensili nel corso del 2006, espressi in m³ di metano/lt gasolio
- La verifica dei consumi specifici

Per **consumi specifici** si intendono i consumi per unità di volume riscaldato e sono espressi in kWh/m³ di volume riscaldato. La conversione da m³ di metano a kWh termici è calcolata a partire dalle seguenti equivalenze

$$1 \text{ m}^3 \text{ metano} = 8.250 \text{ kcal} \quad 1 \text{ kcal} = 1,163 \text{ Wh}$$

Al fine di valutare e giudicare la bontà del comportamento energetico attuale dell'edificio analizzato i consumi specifici reali sono messi a confronto con:

- i dati di consumo teorico calcolati attraverso il modello di calcolo (cap. 2.5)
- i limiti di fabbisogno energetico primario per la climatizzazione invernale definiti dal recente Dlgs 311/06 per gli edifici di nuova costruzione e le ristrutturazioni integrali

I confronti forniti sono da considerarsi indicativi e non vincolanti.

2.4 Problemi rilevati

Di seguito si fornisce l'elenco dei problemi energetici tipicamente riscontrati negli edifici analizzati.

Problema	Descrizione
Scarsa capacità isolante delle finestre	La trasmittanza delle finestre è elevata. Ciò comporta perdite di calore in inverno ed eccessivo riscaldamento in estate
Presenza di muri sottofinestra	La trasmittanza dei sottofinestra generalmente di spessore ridotto rispetto al resto della parete, è molto elevata. Inoltre nella maggior parte dei casi, i radiatori sono posti proprio in corrispondenza dei sottofinestra. Ciò comporta che parte del calore distribuito dai radiatori è disperso verso l'esterno con maggiore facilità
Scarso isolamento del tetto	La trasmittanza del tetto è elevata. Ciò comporta perdite di calore in inverno ed eccessivo riscaldamento in estate.
Scarso isolamento delle pareti	La trasmittanza delle pareti è elevata. Ciò comporta perdite di calore in inverno ed eccessivo riscaldamento in estate.
Presenza di ponti termici (PT)	I ponti termici (PT) sono punti in cui la perdita di calore è facilitata dalle caratteristiche costruttive stesse dell'edificio. L'unica soluzione per l'abbattimento dei PT consiste nella realizzazione di un cappotto esterno.
Scarso isolamento del basamento	La trasmittanza del basamento è elevata. Ciò comporta perdite di calore in inverno ed eccessivo riscaldamento in estate
Gestione del calore	I problemi riguardanti la gestione del calore riscontrati sono: <ul style="list-style-type: none"> ○ finestre aperte nei mesi invernali; ○ riscaldamento eccessivo (più di 20 °C) degli ambienti; ○ orari di utilizzo delle caldaie non ottimali; ○ assenza di termostati di zona; ○ mancanza di dati relativi ai consumi. Nominare un responsabile!
Impianto di distribuzione inadeguato	<ul style="list-style-type: none"> ○ assenza di circuiti parzializzati; ○ tubazioni di distribuzione del fluido non isolate; ○ tubazioni di distribuzione in posizioni non adeguate, in pareti esterne non coibentate o in superfici orizzontali comunicanti con l'esterno non coibentate.
Caldaia sovra - dimensionata / obsoleta	Una caldaia sovra dimensionata o obsoleta non raggiunge mai il massimo del rendimento. Una caldaia dimensionata in sicurezza può superare il doppio della potenza realmente necessaria.

2.5 Modello dell'edificio

Per riuscire a individuare il potenziale di miglioramento dell'involucro edilizio e di conseguente risparmio ottenibile mediante interventi su muratura e impianti si procede alla costruzione di un modello, dove l'edificio viene trasformato nelle sue caratteristiche termofisiche, di superficie, di orientamento, di dislocazione ecc. che viene poi modificato con gli interventi ipotizzabili e ritenuti fattibili, per poterne calcolare la bontà a livello quantitativo.

Questa fase è fondamentale per potere poi procedere all'analisi costi/benefici.

La modellazione si basa essenzialmente su due fasi:

- la creazione del modello;
- la sua validazione.

Per la costruzione del modello si è fatto uso del programma di progettazione termotecnica Edilclima EC 500 (v. 5.3), che utilizza gli algoritmi della norma EN 832 ed è adeguato al nuovo D. Lgs. 192/05.

Il primo passo è la ricostruzione dell'edificio in termini di caratteristiche termofisiche di ogni elemento costruttivo che costituisce l'involucro, attraverso i parametri dei singoli materiali (conduttività e massa sono i due parametri di maggiore peso). Per elemento costruttivo si intende una porzione di involucro con caratteristiche diverse dagli altri: una parete esterna può essere formata anche da tre o quattro elementi, se la stratigrafia della parete cambia, per esempio nella porzione di muro sottofinestra.

Per ogni elemento viene indicata la superficie, distinta a seconda dell'orientamento.

Questo parametro, congiuntamente alla temperatura di progetto, permette di definire la potenza dell'edificio.

Il comportamento dell'edificio durante la stagione di riscaldamento viene poi simulato, sempre utilizzando i dati climatici da norma (qui di seguito parzialmente riportati).

Come ultima fase si procede alla validazione dei risultati ottenuti, calibrando il modello sui dati di consumo reale, opportunamente interpretati.

Su questa base vengono quindi modificate le caratteristiche termofisiche dell'involucro a seconda degli interventi ipotizzati, e si valuta il comportamento dell'edificio a queste nuove condizioni.

La tabella seguente sintetizza i dati climatici di partenza utilizzati per il calcolo delle dispersioni, i dati geometrici dell'edificio ed i coefficienti di esposizione.

I dati climatici di Verbania sono qui di seguito riportati:

Dati climatici	
Comune	Verbania
Provincia	Verbania Ossola
Altitudine	197 m s.l.m.
Gradi giorno	2426
Zona climatica	E
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento	183 giorni
Velocità max del vento	1,6 m/s
Direzione prevalente	N
Temperatura esterna di progetto	-5 °C
Temperatura interna di progetto	20 °C
Differenza di temperatura di progetto	25 °C
Temperatura esterna estiva a bulbo asciutto	29 °C
Temperatura esterna estiva a bulbo umido	21,1 °C
Umidità relativa	50%
Escursione termica giornaliera	10 °C

2.6 Interventi e analisi costi benefici

Di seguito è riportata la descrizione degli interventi, comprensiva di dettagli sui costi. Le voci di costo e i prezzi associati sono ricavati dal Prezziario delle opere pubbliche della Regione Lombardia, 2006. I prezzi includono, ove non specificato altrimenti, il costo dei materiali e la posa in opera. I prezzi indicati sono da considerarsi indicativi.

Nome intervento	Descrizione dettagliata intervento	Voci di costo	Prezzi unitari €/unità (pz o m ²)
Sostituzione Serramenti	L'intervento proposto riguarda la sostituzione di vetri e serramenti che abbiano trasmittanza pari almeno a 2,4 W/m ² K. I serramenti proposti possono essere in legno o in alluminio, sia a battente che scorrevoli; la scelta dell'intervento è orientata a confermare la tipologia di serramento originaria. L'intervento garantisce riduzione delle perdite di calore in inverno e riduzione del riscaldamento in estate	Serramento in legno	196,35 (€/m ²)
		Serramento in alluminio	
		<i>a battente</i>	165,54 (€/m ²)
		<i>scorrevoli</i>	198,34 (€/m ²)
		Vetri	43,59 (€/m ²)
		Posa in opera vetri	10,48 (€/m ²)
Coibentazione sottofinestra	L'intervento consiste nell' applicare uno strato coibente alla superficie interna del sottofinestra. Il materiale scelto è il polistirene espanso (densità 30 kg/m ³) vista la diffusione sul mercato e i costi ridotti; esistono però diversi materiali con caratteristiche termoisolanti diverse e prezzi diversi (lana di roccia, lana di vetro, fibra di legno, pannello di sughero, ecc.). Lo spessore scelto varia tra 5 e 7 cm a seconda dei casi. L'intervento garantisce riduzione delle perdite di calore in inverno e riduzione del riscaldamento in estate	Lastre di polistirene espanso autoestinguento	13,53 (€/m ²) 18,67 (€/m ²)
		Intonaco, misto a vermiculite	23,20 (€/m ²)
Coibentazione tetto	L'intervento consiste nell' applicare uno strato coibente alla soletta sottostante la copertura. Gli interventi di coibentazione possono essere diversi a seconda della tipologia di tetto e della tecnologia, per questo motivo è stato individuato un	Lastre di polistirene espanso autoestinguento	26,63 (€/m ²)

	tipo di intervento che si adatta a vari casi. Il materiale scelto è il polistirene espanso (densità 30 kg/m ³) vista la diffusione sul mercato e i costi ridotti; esistono però diversi materiali con caratteristiche termoisolanti diverse e prezzi diversi (lana di roccia, lana di vetro, fibra di legno, pannello di sughero, ecc.) Lo spessore scelto è pari a 10 cm. L'intervento garantisce riduzione delle perdite di calore in inverno e riduzione del riscaldamento in estate		
Coibentazione interna pareti esterne	L'intervento consiste nell' applicare uno strato coibente alla superficie interna delle pareti. Il materiale scelto è il polistirene espanso (densità 30 kg/m ³) vista la diffusione sul mercato e i costi ridotti; esistono però diversi materiali con caratteristiche termoisolanti diverse e prezzi diversi (lana di roccia, lana di vetro, fibra di legno, pannello di sughero, ecc.) Lo spessore scelto è pari a 4 cm. L'intervento garantisce riduzione delle perdite di calore in inverno e riduzione del riscaldamento in estate	Lastre di polistirene espanso autoestinguente	10,91 (€/m ²)
		Intonaco, misto a vermiculite	23,20 (€/m ²)
Coibentazione esterna pareti esterne	L'intervento consiste nell' applicare un cappotto esterno alla superficie verticale esterna delle pareti. Il materiale scelto è il polistirene espanso (densità 30 kg/m ³) vista la diffusione sul mercato e i costi ridotti; esistono però diversi materiali con caratteristiche termoisolanti diverse e prezzi diversi (lana di roccia, lana di vetro, fibra di legno, pannello di sughero, ecc.) Lo spessore scelto è pari a 8 cm. L'intervento garantisce riduzione delle perdite di calore in inverno e riduzione del riscaldamento in estate	Lastre di polistirene espanso autoestinguente	23,90 (€/m ²)
		Intonaco per esterni (incluso ponteggio fino a 4,5 m di altezza)	23,86 (€/m ²)
		Affitto ponteggio per 30 gg (considerato il costo per altezze > 4,50)	7,4 (€/m ²)
Sostituzione caldaia	L'intervento consiste nella sostituzione della caldaia esistente (obsoleta o	Caldaia a condensazione	100 (€/kW)

	<p>sovradimensionata) con una caldaia a condensazione, con rendimento pari al 103%.</p> <p>Se utilizzata in modo corretto, a basse temperature, la caldaia a condensazione consente risparmi energetici consistenti</p>	
--	---	--

Per ciascun intervento sono indicati:

- Risparmio energetico in valore assoluto, espresso in kWh e in percentuale rispetto al caso standard;
- Emissioni di CO₂ evitate grazie all'intervento, calcolate utilizzando i fattori di emissione definiti dal Manuale dei fattori di emissione nazionali, (Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in Aria) APAT, Gennaio 2002, ovvero 1,9 kg CO per m³ di metano;
- Risparmio economico annuo dovuto al combustibile risparmiato, calcolato a partire dai m³ di metano risparmiati e il prezzo medio unitario pari a 0,6 €/ m³;
- Tempo di ritorno dell'investimento attualizzato, considerando un tasso di inflazione del costo dell'energia pari al 4% ed un tasso di sconto pari al 3%;
- Costo del kWh risparmiato, calcolato considerando il costo dell'investimento e i kWh risparmiati nel corso della vita utile dell'intervento, stimata in 50 anni per gli interventi strutturali e 15 anni per gli interventi impiantistici;
- Una indicazione della priorità d'intervento sulla base di un bilancio tra costi, benefici e risparmio di gas serra.

Viene inoltre illustrato mediante un grafico riassuntivo il flusso di cassa e il tempo di ritorno dell'investimento per tutti gli interventi.

3 DESCRIZIONE DELLA SEDE DI INTRA (EX FERMI)

3.1 Le strutture edilizie

La Sede chiamata Ex Fermi è situata all'interno di un edificio storico, che ha subito negli ultimi anni una totale ristrutturazione e adeguamento alla nuova funzione.

L'edificio si sviluppa su due piani fuori terra più un locale di seminterrato (che contiene la centrale termica) e una porzione di terzo piano.

I dati geometrici di rilevanza per quanto riguarda il comportamento energetico dell'edificio sono riportati nella tabella seguente:

edificio ex Fermi	dati geometrici
superficie lorda riscaldata (m ²)	1.765
volume lordo riscaldato (m ³)	7.943
superficie involucro esterno (m ²)	2.893
fattore di forma S/V	0,36

Tab. 1: Dati geometrici della sede di via Cervi a Intra (Ex Fermi)

Il rapporto tra superficie trasparente e superficie dell'involucro è del 15,1 %, mentre rispetto alle sole pareti esterne il rapporto tra porzione vetrata e non vetrata è pari a circa 40 %, con valori che sono caratteristici più delle scuole che non degli edifici per uffici, permettendo comunque di avere un apporto solare consistente, soprattutto nelle stagione invernale, grazie alle finestre posizionate nel lato sud.



3.2 Le caratteristiche termofisiche degli elementi edilizi

I materiali di cui sono composti i diversi elementi edilizi sono importanti per determinarne il comportamento disperdente. Le caratteristiche precipue dei materiali combinate al loro spessore indicano la potenza disperdente per ogni metro quadrato di siffatta parete, per ogni grado [K] di differenza di temperatura tra interno ed esterno.

	U (W/m ² K)	U (W/m ² K) limite (D.lgs. 311/06) 2008-2010
pareti esterne	1,73	0,37-0,36
pareti sottofinestra	2,5	0,37-0,36
finestre con serramento	3,2	2,4-2,2
copertura	1,4	0,32-0,30
basamento	0,57	0,38-0,32

Tab. 2: Valori U stimati per elemento edilizio



La copertura vista dal solaio interno.

3.3 L'impianto termico

L'edificio è servito da una caldaia STEP TRIX 380 del 2002, di potenza massima utile pari a 385 kW, che provvede anche al riscaldamento dell'acqua calda sanitaria dei bollitori posizionati nei bagni.

Caldaia		
Modello	STEP TRIX 380	anno 2002
Potenza focolare	313,8 - 415 kW	
Potenza termica utile	294,5 - 384,5 kW	

Tab. 3: Dati caldaia della sede di via Cervi a Intra (Ex Fermi)

La regolazione avviene mediante una centralina Coster, che può disporre di un sistema di distribuzione molto parzializzato, che conta su un elevato numero di termostati e di diverse valvole di zona. Ogni ufficio ha un termostato dedicato (a eccezione di alcuni locali modificati successivamente alla ristrutturazione).

L'edificio può essere gestito in telecontrollo, direttamente dalla sede della manutenzione (sede di via Brigata Valgrande) e in occasione delle riunioni serali è possibile inoltre riscaldare solo i locali effettivamente utilizzati.

Gli orari di funzionamento dell'edificio sono di norma dalle 7.45 alle 18.00 dal lunedì al venerdì (con chiusura nei pomeriggi di mercoledì e venerdì), oltre alle riunioni serali.



La caldaia.



Uno dei radiatori utilizzati per la distribuzione del calore.

3.4 L'impianto elettrico

L'impianto elettrico della sede municipale è caratterizzato da una potenza elettrica contrattuale disponibile pari a 80 kW che, in termini specifici, corrisponde a circa 45,3 W/m². Analizzando la potenza reale prelevata dal 2004 al 2006 si osserva una richiesta media di circa 30 kW con picchi che raramente superano i 50 kW. I picchi di richiesta maggiore si osservano per i mesi estivi.

I carichi elettrici si suddividono tra illuminazione (lampade fluorescenti compatte e alogene per esterni), office equipment, condizionamento estivo, sistemi di distribuzione bevande e alimenti caldi e freddi, sistemi di pompaggio, ascensore e altre utenze.

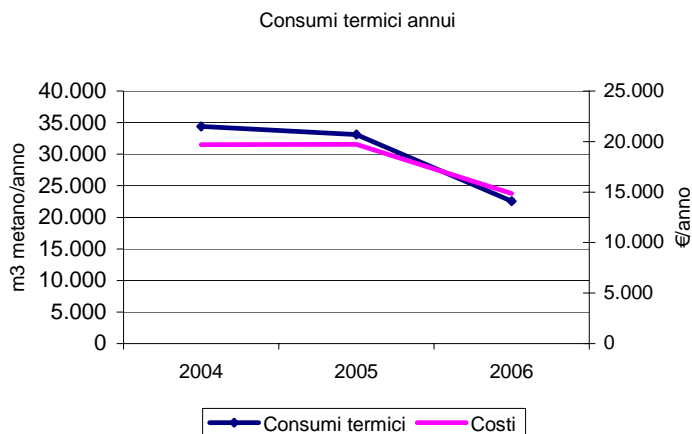
3.5 Analisi dei consumi

Nella seguente tabella sono riportati i consumi termici degli ultimi 3 anni, i valori mensili ed i valori degli indicatori di consumo.

Consumi termici Ex Fermi

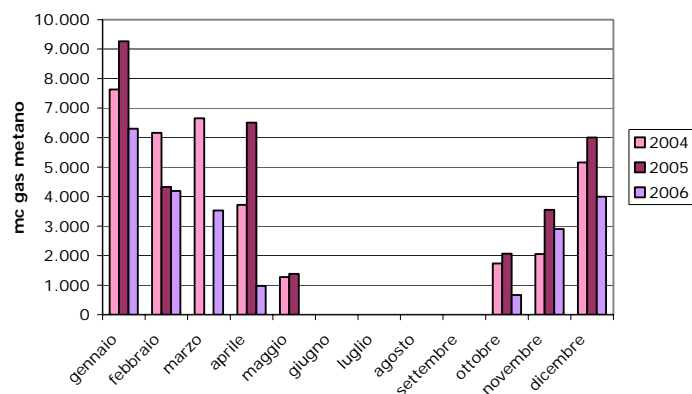
Costi e andamento ultimi 3 anni

L'andamento dei consumi per la sede di Intra denota per l'anno 2006 un consumo decisamente ridotto rispetto ai due anni precedenti. Se la riduzione autunnale è riconducibile a condizioni climatiche più miti, il consumo del primo semestre dell'anno può essere attribuito a un minore utilizzo della struttura oppure a una condizione di controllo più marcata, resa peraltro possibile dalla gestione remota dei singoli termostati.



Andamento mensile

Nel grafico sono mostrati i consumi mensili degli ultimi 3 anni. Questi sono concentrati nei mesi invernali ed influenzati dalle temperature esterne. Ciò si riflette ad esempio nei modesti consumi riportati per l'inverno 2006.



Indicatori di consumo

Gli indicatori di consumo (usualmente in kWh/m²a per gli edifici residenziali, in kWh/m³a per gli edifici con altre destinazioni d'uso) fanno emergere una situazione non ottimale. I consumi degli anni precedenti (2004-2005) si attestano infatti su un consumo medio pari a ca. 40 kWh/m³a, da considerare decisamente alto, ma anche l'anno 2006 presenta un consumo pari a 27,25 kWh/m³a, non alto per un edificio vetusto, ma che potrebbe essere anche inferiore per un edificio completamente ristrutturato.

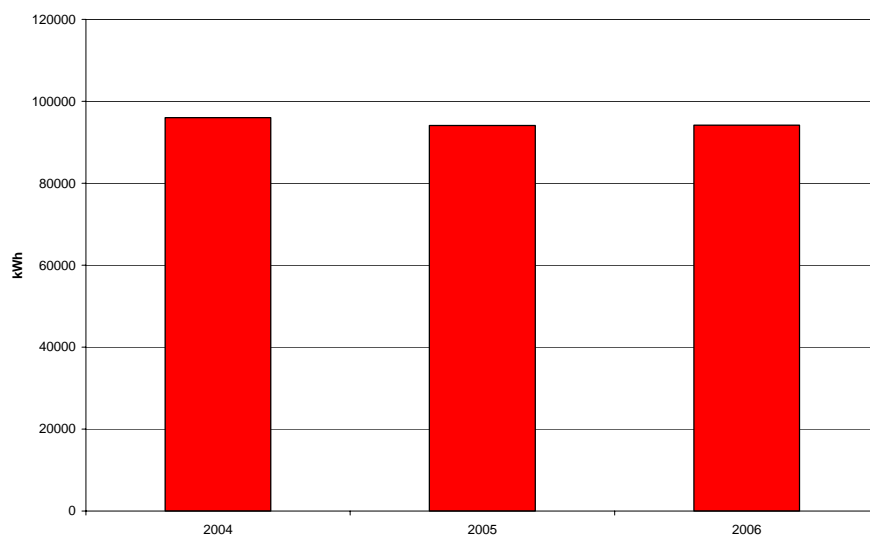
anno	kWh/m ² a	kWh/m ³ a	kWh/m ³ a (D.lgs.311/06) 2010-2008
2006	122,6	27,24	14,12-15,98
2005	180,0	40,01	
2004	187,0	41,55	
media annuale	163,2	36,27	

Nella tabella seguente sono riportati i consumi elettrici annui, quelli mensili e il loro valore specifico.

Consumi elettrici

La disponibilità di dati consente l'analisi dei consumi elettrici dal 2004 al 2006. I valori del triennio in esame mostrano una sostanziale stabilità. Si registra un leggero calo dei consumi pari al 1,9%, passando da 96 MWh del 2004 ai 94 MWh circa del 2006

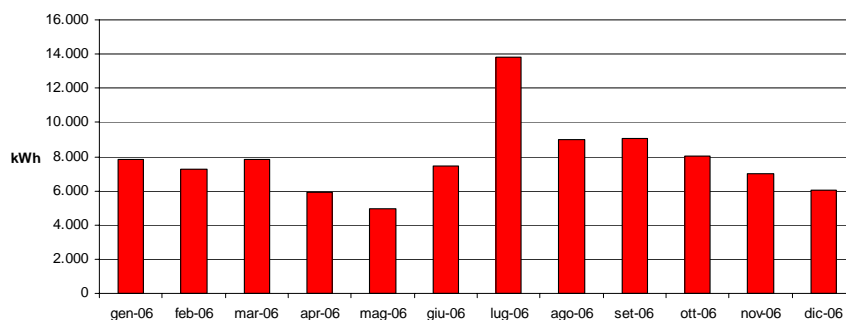
Consumi elettrici annui



Andamento mensile

L'andamento mensile dei consumi elettrici mostra un consumo consistente e costante durante l'intero anno con un picco estivo (soprattutto in luglio) dovuto alla richiesta di condizionamento.

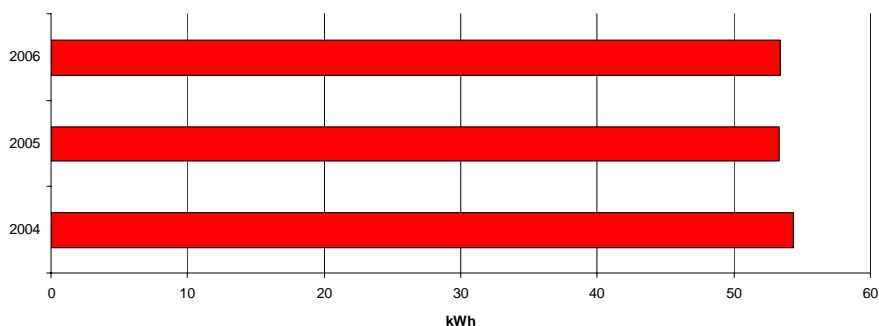
Consumi mensili di energia elettrica



Consumi specifici

I consumi specifici dell'edificio nel 2006 sono stati pari a 53,4 kWh/m², contro i quasi 55 kWh/m² del 2004.

Consumi specifici di energia elettrica



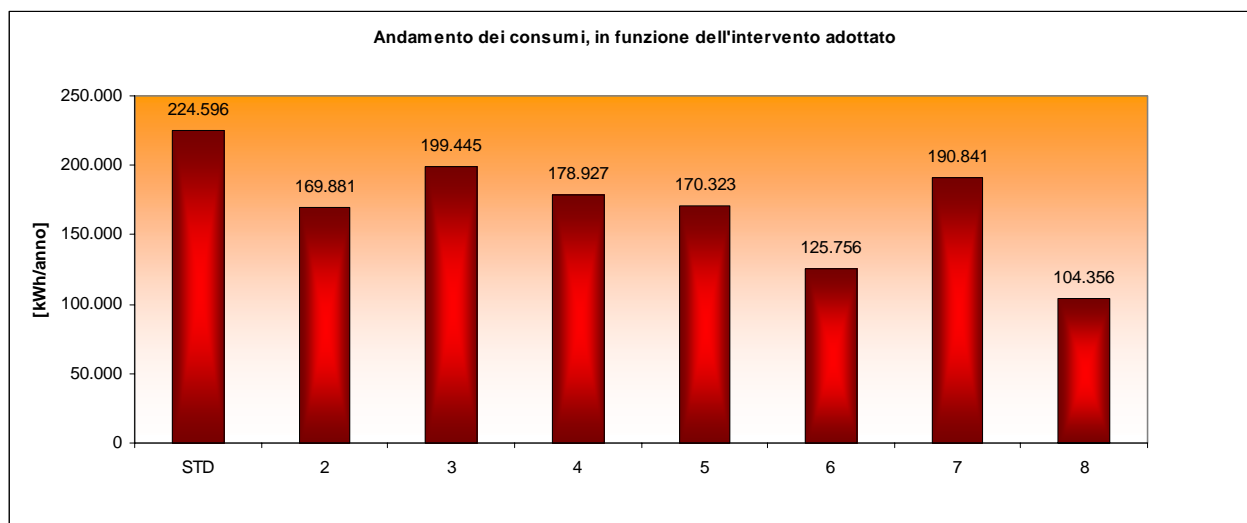
VALUTAZIONE ASPETTI TERMICI

3.6 Ipotesi di intervento migliorativo

Per ognuno dei problemi individuati sono proposti degli interventi, singoli o aggregati, per la loro risoluzione. Per ogni intervento è riportata una breve descrizione ed il risparmio conseguito in termini di kWh e percentuale sul totale dei consumi.

Problema		Intervento	Descrizione intervento	Risparmio kWh / %	Risparmio kg CO ₂
Int. 1	Scarso isolamento delle finestre	Sostituzione serramenti	Serramento in alluminio con taglio termico, per il raggiungimento di U=2,4 W/m ² K	54.715 / 24,36%	11.117
Int. 2		Coibentazione sottofinestra	5 cm polistirene, con finiture in cartongesso o intonaco	25.151 / 11,20%	5.110
Int. 3	Scarso isolamento del tetto	Coibentazione tetto	10 cm polistirene in aggiunta al tetto esistente, con eventuale ripristino del manto	45.669 / 20,33%	9.279
Int. 4	Scarso isolamento delle pareti / Ponti termici	Coibentazione interna pareti esterne	4 cm polistirene (interno), finitura in cartongesso	54.274 / 24,17%	11.027
		Coibentazione sottofinestra	5 cm polistirene, con finiture in cartongesso o intonaco		
Int. 5	Scarso isolamento delle pareti	Coibentazione interna pareti esterne	4 cm polistirene (interno), finitura in cartongesso	98.840 / 44,01%	20.082
		Coibentazione sottofinestra	5 cm polistirene, con finiture in cartongesso o intonaco		
	Scarso isolamento del tetto	Coibentazione tetto	10 cm polistirene in aggiunta al tetto esistente, con eventuale ripristino del manto		
Int. 6	Caldaia sovra – dimensionata	Sostituzione caldaia	Sostituzione della caldaia esistente con caldaia ad a condensazione, con potenza di 200 kW e rendimento di 103%	33.756 / 15,03%	6.858

Int. 7	Scarso isolamento delle pareti	Coibentazione interna pareti esterne	4 cm polistirene (interno) con finiture in cartongesso	120.241 / 53,54%	24.430
		Coibentazione sottofinestra	5 cm polistirene, con finiture in cartongesso o intonaco		
	Scarso isolamento del tetto	Coibentazione tetto	10 cm polistirene in aggiunta al tetto esistente, con eventuale ripristino del manto		
	Caldaia sovra – dimensionata	Sostituzione caldaia	Sostituzione della caldaia esistente con caldaia ad a condensazione, con potenza di 130 kW e rendimento di 103%		



Sono gli interventi 6 e 8 a garantire, grazie ad una combinazione di azioni, i maggiori risparmi. La coibentazione dell'edificio e la sostituzione della caldaia, ad esempio, permetterebbero risparmi superiori al 50%.

3.7 Analisi costi-benefici

Per gli interventi o i mix di interventi più interessanti è stata svolta una analisi costi/benefici. Come costi si sono considerati i costi dell'investimento iniziale necessari per realizzare gli interventi (come da prezziario delle opere pubbliche della regione Lombardia 2006). Come benefici sono stati valutati i risparmi di combustibile, sia in termini di quantità (m³ di gas o litri di gasolio) che in termini monetari. E' infine indicata una priorità degli interventi, secondo tempo di ritorno dell'investimento crescente.

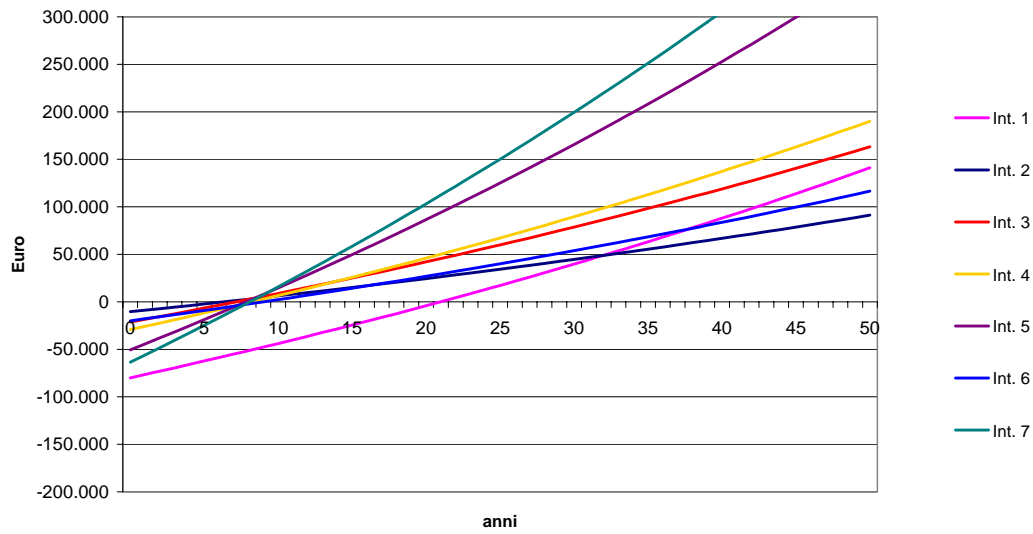
	Intervento	Costi (€)	Benefici (€/anno)	Tempo di ritorno (anni)	Costo kWh risparmiato (€/kWh)	Priorità
Int. 1	Sostituzione Serramenti	80.000	3.400	21	0,029	7
Int. 2	Coibentazione sottofinestra	10.500	1.550	6,6	0,008	1
Int. 3	Coibentazione tetto	21.300	2.850	7,4	0,009	2
Int. 4	Coibentazione interna pareti esterne Coibentazione sottofinestra	29.300	3.400	8,5	0,011	5
Int. 5	Coibentazione interna pareti esterne Coibentazione sottofinestra Coibentazione tetto	50.500	6.200	8,1	0,010	3
Int. 6	Sostituzione caldaia	20.000	2.100	9,4	0,039	6
Int. 7	Coibentazione interna pareti esterne Coibentazione sottofinestra Coibentazione tetto Sostituzione caldaia	63.500	7.500	8,4	0,011	4

L'intervento migliore nel breve periodo risulta essere la coibentazione dei sottofinestra, che consentirebbe di risparmiare circa 1.550 € ogni anno e garantirebbe un tempo di ritorno dell'investimento di 7 anni.

Nel lungo periodo è il mix di interventi che include la coibentazione delle pareti, del tetto e la sostituzione della caldaia a garantire la massimizzazione dei benefici, con un risparmio annuale pari a 7.500 €.

La sostituzione dei serramenti non risulta conveniente, sia per il consistente investimento necessario, sia per perché le performance dei serramenti attuali sono già relativamente buone e la sostituzione non garantirebbe ampi margini di miglioramento/risparmio

Nel seguente grafico è riportato il flusso di cassa attualizzato per gli interventi proposti.

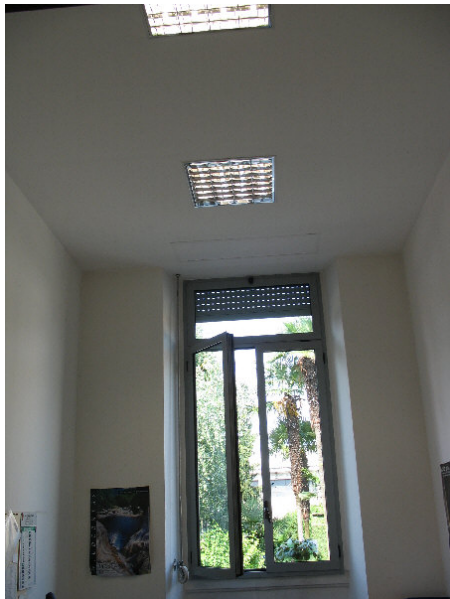
**Flusso di cassa attualizzato
Interventi di riqualificazione energetica**

Il flusso di cassa attualizzato mostra come nel breve periodo l'intervento migliore sia il 2 (coibentazione sottofinestra). Già dopo circa 10 anni, però, l'intervento migliore risulta essere il 7 (coibentazione edificio e sostituzione caldaia), che è l'intervento che garantisce i migliori risparmi.

VALUTAZIONE ASPETTI ELETTRICI

3.8 Problemi rilevati

Gli aspetti rilevanti emersi dall'indagine sugli usi elettrici dell'edificio sono sintetizzati nella seguente tabella.

Problema	Descrizione	Commenti
Office equipment	Miglioramento dell'utilizzo dei dispositivi da ufficio (postazioni PC, stampanti, plotter, fotocopiatrici)	
Ottimizzazione del sistema di illuminazione	L'impianto già presenta alti livelli di efficienza. Un possibile miglioramento potrebbe trovarsi nella riduzione dei flussi luminosi tramite sensori di presenza.	

Condizionamento estivo	Ottimizzazione del fabbisogno di raffrescamento	
------------------------	---	--

3.9 Proposte di intervento

Le possibili azioni per ridurre i consumi elettrici dell'edificio oggetto di analisi sono riportati nella tabella seguente.

Problema	Intervento	Descrizione intervento
Office Equipment	Presenza di numerose postazioni PC, stampanti, fotocopiatrici e plotter	<p>Gli interventi per la riduzione dei consumi per apparecchiature da ufficio sono legate ai comportamenti consapevoli che il personale può assumere, per cui non richiedono investimenti aggiuntivi. Le possibili azioni sono le seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • adozione standby per fotocopiatrici durante l'orario di lavoro, quando l'apparecchio non viene adoperato per fotocopiare (comportamento consapevole degli utenti) • eliminazione assorbimento in modalità off di tutti i dispositivi elettronici per ufficio (workstation, PC, stampanti e fotocopiatrici), grazie a disinserzione notturna dei macchinari dalla rete elettrica • attivazione manuale dello standby sulle workstation per periodi di inutilizzo e settaggio di tempi brevi per l'attivazione dello standby sui PC (comportamento consapevole)
Riduzione della potenza assorbita dal sistema di illuminazione	Utilizzo di dispositivi per ridurre l'intensità o spegnere sistemi illuminanti.	<p>Gli interventi per ottimizzare l'efficienza energetica del sistema di illuminazione possono essere sintetizzati come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installazioni di dimmer nelle zone a bassa permanenza continuativa • Installazioni di sensori di presenza • Installazione di riduttori di flusso non elettronici regolati automaticamente tramite fotocellule • Predisposizione di interruttori per consentire l'accensione separata delle lampade (ad esempio per quelle vicino alle finestre). Adozione di lampade da tavolo.

		<ul style="list-style-type: none"> • Installazione di reattori elettronici per le lampade fluorescenti per illuminazione esterna; installazione di sensori di presenza e di un sistema di accensione automatica crepuscolare per l'illuminazione esterna
Sistema distribuzione aria refrigerata	Ottimizzazione delle temperature e delle portate	<p>Tale intervento in realtà è più collegato agli aspetti per ridurre il fabbisogno termico di energia per riscaldamento. Oltre a questo ulteriori interventi possono essere l'installazione di buoni sistemi di schermature della radiazione solare diretta. Se si impostano temperature particolarmente basse, usare la minima velocità di diffusione dell'aria. La velocità dell'aria può essere ulteriormente ridotta nel caso di più punti di emissioni per ambiente. Impostare livelli di umidità relativa non superiori al 50%-60% per consentire un migliore evaporazione e conseguentemente un livello di confort maggiore.</p>

3.10 Fonti utilizzate

La seguente tabella riporta le principali fonti utilizzate per l'audit di dettaglio.

Dati	Fonte
Planimetrie	disegni .dwg forniti dal Comune
Caratteristiche elementi architettonici	Sopralluogo / colloqui con tecnici comunali
Dati di caldaia	Libretto di caldaia
Modalità gestione calore	Sopralluogo / Colloqui con tecnici comunali
Consumi gas	Bollette per la fornitura di Gas metano, anni 2004-2005-2006
Consumi elettrici	Bollette Enel Distribuzione, anni 2004-2005-2006 (fino a maggio); Energia e Territorio spa (da giugno 2006)

4 DESCRIZIONE DELLA SEDE DI VIA BRIGATA VALGRANDE MARTIRI

4.1 Le strutture edilizie

La Sede sita in via Brigata Valgrande ospita il settore Manutenzione, la sede dei Vigili Urbani e l'Ufficio Tecnico, oltre all'archivio. L'edificio, costruito negli anni 60/70, era pensato per contenere un serbatoio dell'acqua.

L'edificio si sviluppa su tre piani fuori terra più un semipiano che ospitava precedentemente il custode (ora utilizzato come piano spogliatoi per i vigili) e un piano sottotetto adibito ad archivio. L'edificio ha copertura piana impermeabilizzata, ed è stato sottoposto negli anni a successivi interventi di riadattamento e ampliamento. Attualmente è in corso la costruzione di un edificio attiguo, di cui però non sono stati forniti ulteriori elementi.



I dati geometrici di rilevanza per quanto riguarda il comportamento energetico dell'edificio sono riportati nella tabella seguente:

edificio via Brigata Valgrande	dati geometrici
superficie lorda riscaldata (m ²)	1.205
volume lordo riscaldato (m ³)	4.210
superficie involucro esterno (m ²)	1.332
fattore di forma S/V	0,32

Tab. 1: Dati geometrici della sede di via Brigata Valgrande (Ex Fermi)

Il rapporto tra superficie trasparente e superficie dell'involucro è del 14,5 %, mentre rispetto alle sole pareti esterne il rapporto tra porzione vetrata e non vetrata è pari a circa 27,5 %. L'orientamento dell'edificio lungo l'asse nord-sud determina un ridotto sfruttamento invernale e aumenta i rischi di surriscaldamento estivo, rendendo più difficile una schermatura al sole.

4.2 Le caratteristiche termofisiche degli elementi edilizi

I materiali di cui sono composti i diversi elementi edilizi sono importanti per determinarne il comportamento disperdente. Le caratteristiche precipue dei materiali combinate al loro spessore indicano la potenza disperdente per ogni metro quadrato di siffatta parete, per ogni grado [K] di differenza di temperatura tra interno ed esterno.

	U (W/m ² K)	U (W/m ² K) limite (D.lgs. 311/06)
pareti esterne PS e PT	1,2	0,37-0,36
pareti esterne P1 e P2	1,4	0,37-0,36
pareti sottofinestra	1,95	2,4-2,2
finestre con serramento	5,2	0,32-0,30
copertura	1,4	0,38-0,32
basamento	0,57	0,37-0,36

Tab. 2: Valori U stimati per elemento edilizio

4.3 L'impianto termico

L'edificio è servito da una caldaia BIKILIM DEKO 120, di cui non è riportata la data di costruzione, di potenza massima utile pari a 120 kW, che provvede anche al riscaldamento dell'acqua calda sanitaria. In aggiunta, nell'ex alloggio del custode è presente una caldaia murale (<35 kW) che provvede sia al riscaldamento di quella porzione di edificio, sia alla produzione di ACS.

Caldaia				
Modello	BIKILIM DECO 120	bruciatore CUENOD C 14		

Potenza focolare	80 - 165 kW	anno	1993	
Potenza termica utile	120 kW			

Tab. 3: Dati caldaia della sede di via Brigata Valgrande

La regolazione avviene mediante una centralina Coster RTE 956, che può disporre di un sistema di distribuzione a tre circuiti: acqua calda sanitaria, radiatori, e ventilconvettori (metà piano occupato dall'ufficio tecnico).

L'edificio può essere gestito in telecontrollo, direttamente dalla sede della manutenzione (sede di via Brigata Valgrande) e in occasione delle riunioni serali è possibile inoltre riscaldare solo i locali effettivamente utilizzati.

Gli orari di funzionamento dell'edificio sono di norma dalle 7.30 alle 19.30 senza interruzioni settimanali, poiché il comando dei vigili è sempre presidiato.



La caldaia.



Uno dei radiatori utilizzati per la distribuzione del calore.

4.4 L'impianto elettrico

L'impianto elettrico della sede municipale è caratterizzato da una potenza elettrica contrattuale disponibile pari a 60 kW che, in termini specifici, corrisponde a circa 49,8 W/m². Analizzando la potenza reale prelevata dal 2004 al 2006 si osserva una richiesta media di circa 0 kW con picchi che non superano mai i 20 kW. Data la grande differenza tra la potenza contrattuale e quella realmente prelevata sarebbe opportuno ridurre l'impegno contrattuale. I picchi di richiesta maggiore si osservano per i mesi invernali e primaverili.

I carichi elettrici si suddividono tra illuminazione (neon tradizionali e lampade ad incandescenza), office equipment, sistemi di distribuzione bevande e alimenti caldi e freddi, sistemi di pompaggio, ascensore e altre utenze.

4.5 Analisi dei consumi

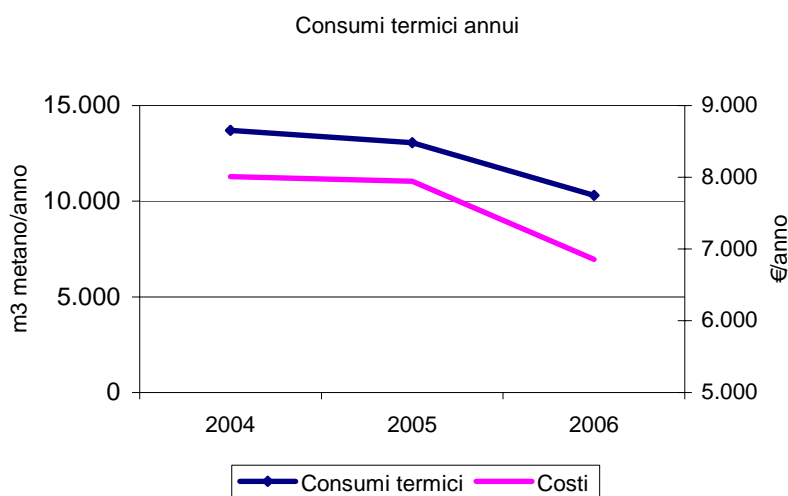
Nella seguente tabella sono riportati i consumi termici degli ultimi 3 anni, i valori mensili ed i valori degli indicatori di consumo.

Consumi termici Brigata VG

Costi e andamento ultimi 3 anni

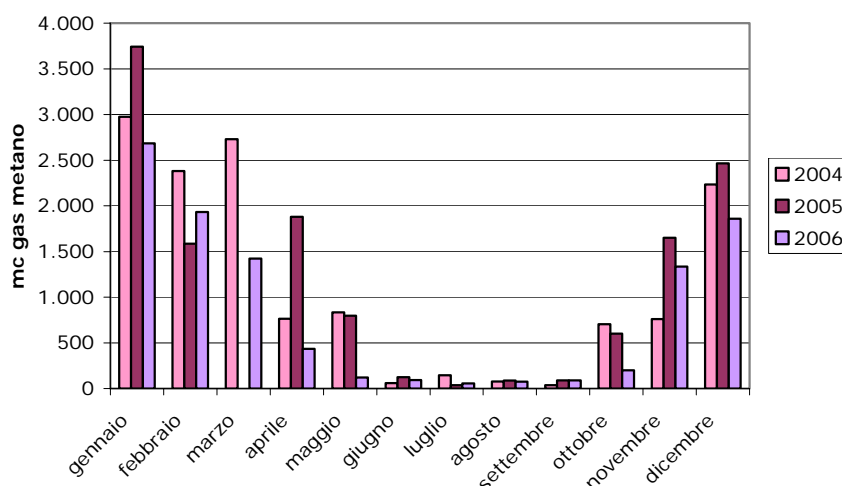
L'andamento dei consumi per la sede di via Brigata Valgrande denota per l'anno 2006 un consumo decisamente ridotto rispetto ai due anni precedenti. Se la riduzione autunnale è riconducibile a condizioni climatiche più miti, il consumo del primo semestre dell'anno può essere attribuito a un minore utilizzo della struttura oppure a una condizione di controllo più attenta.

Ai consumi riportati nella figura a destra si aggiungono quelli rilevati nella caldaietta al terzo piano, in corrispondenza dell'appartamento del custode, consumi pari a 1.435 m³ nel 2006, 1.952 m³ nel 2005 e 1.915 m³ nel 2004.



Andamento mensile

L'andamento dei consumi è facilmente leggibile dalle bollette relative alla caldaia in centrale termica (figura a destra) mentre risulta più difficoltosa per la caldaietta del terzo piano, in quanto le letture del contatore non sono state effettuate con regolarità e molte sono state solo stimate.



Indicatori di consumo

Gli indicatori di consumo (usualmente in kWh/m²a per gli edifici residenziali, in kWh/m³a per gli edifici con altre destinazioni d'uso) fanno emergere una situazione con un certo potenziale di miglioramento. I consumi degli anni precedenti (2004-2005) si attestano infatti su un consumo medio pari a ca. 35 kWh/m³a, da considerare medio-alto, mentre la riduzione dell'anno 2006 presenta un consumo pari a 26,75 kWh/m³a, non alto per un edificio vetusto, ma che potrebbe essere soggetto a una riqualificazione: si sono riportate nella tabella 4 anche i valori di riferimento per la nuova costruzione definiti dal D. Lgs. 311/06, per le soglie al 2008 e al 2010. Si sollecita in questo modo un confronto puramente qualitativo per verificare la performance dell'edificio.

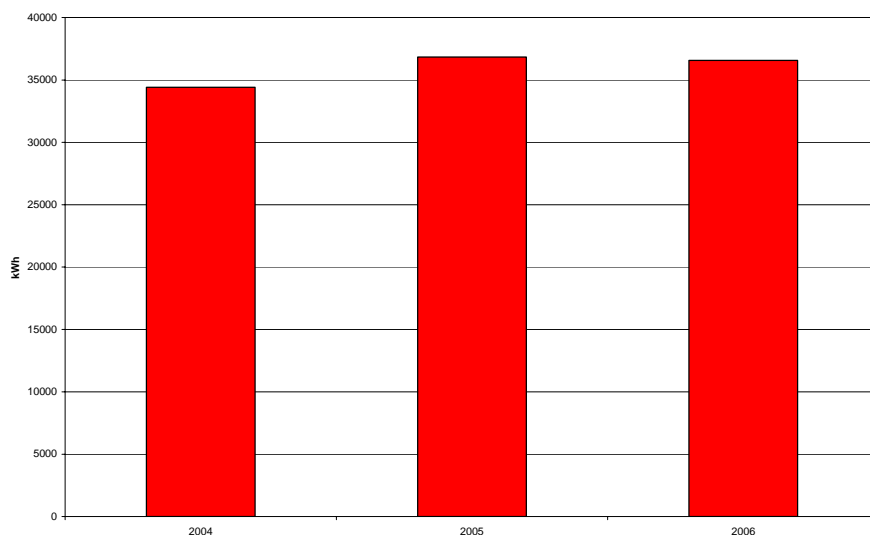
anno	kWh/m ² a	kWh/m ³ a	kWh/m ³ a (D.lgs.311/06) 2010-2008
2006	93,41	26,74	13,05-14,72
2005	119,48	34,20	
2004	124,33	35,58	
media annua	112,40	32,17	

Nella tabella seguente sono riportati i consumi elettrici annui, quelli mensili e il loro valore specifico.

Consumi elettrici

La disponibilità di dati consente l'analisi dei consumi elettrici dal 2004 al 2006. I valori del triennio in esame mostrano una leggera crescita dei consumi pari al 6,2% passano da 34,4 MWh del 2004 ai 36,5 MWh del 2006

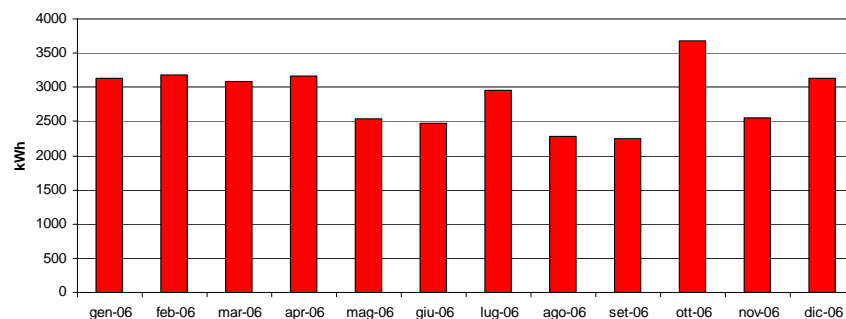
Consumi elettrici annui



Andamento mensile

L'andamento mensile dei consumi elettrici mostra un consumo consistente e costante durante l'intero anno.

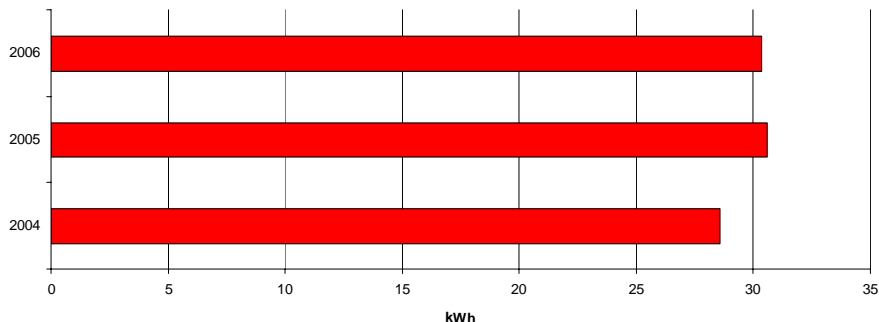
Consumi mensili di energia elettrica



Consumi specifici

I consumi specifici dell'edificio nel 2006 sono stati pari a 30,3 kWh/m², contro i 28,5 kWh/m² del 2004.

Consumi mensili di energia elettrica



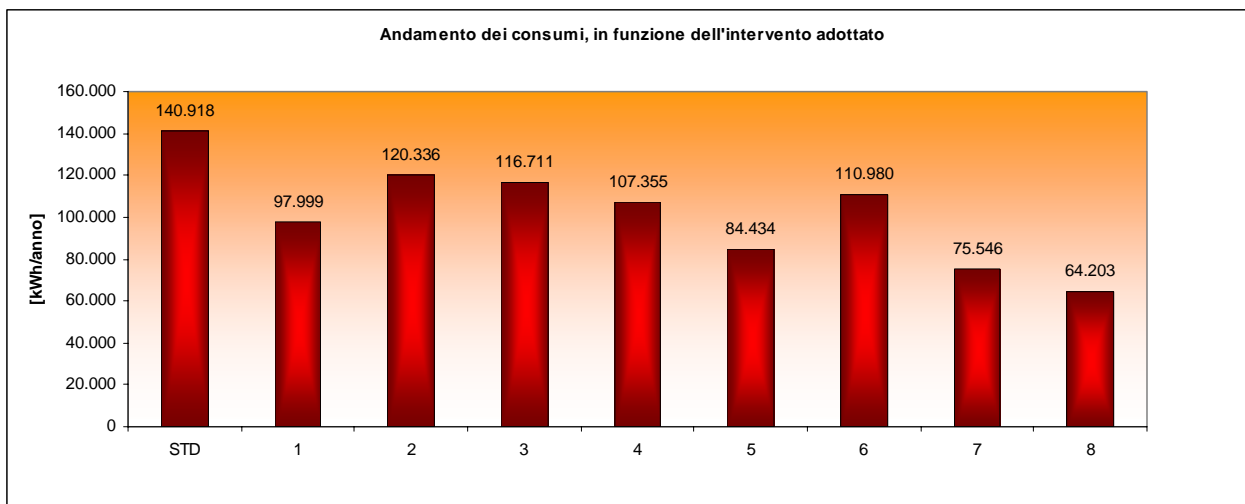
VALUTAZIONE ASPETTI TERMICI

4.6 Ipotesi di intervento migliorativo

Per ognuno dei problemi individuati sono proposti degli interventi, singoli o aggregati, per la loro risoluzione. Per ogni intervento è riportata una breve descrizione ed il risparmio conseguito in termini di kWh e percentuale sul totale dei consumi (che ricordiamo essere pari a 10.000 m³ di gas per ca. 7.000 € nel 2006).

	Problema	Intervento	Descrizione intervento	Risparmio kWh / %	Risparmio kg CO₂
Int. 1	Scarso isolamento delle finestre	Sostituzione serramenti	Serramento in alluminio con taglio termico, per il raggiungimento di U=2,4 W/m ² K	42.919 / 30,46%	8.720
Int. 2		Coibentazione sottofinestra	5 cm polistirene, con finiture in cartongesso o intonaco	20.582 / 14,61%	4.182
Int. 3	Scarso isolamento del tetto	Coibentazione tetto	10 cm polistirene in aggiunta al tetto esistente, con eventuale ripristino del manto	24.208 / 17,18%	4.918
Int. 4	Scarso isolamento delle pareti / Ponti termici	Coibentazione esterna pareti esterne	8 cm polistirene (esterno), finitura: 1 cm intonaco rasante	33.563 / 23,82%	6.819
Int. 5	Scarso isolamento delle pareti	Coibentazione esterna pareti esterne	8 cm polistirene (esterno), finitura: 1 cm intonaco rasante	56.484 / 40,08%	11.476
	Scarso isolamento del tetto	Coibentazione tetto	10 cm polistirene in aggiunta al tetto esistente, con eventuale ripristino del manto		
Int. 6	Caldaia obsoleta	Sostituzione caldaia	Sostituzione della caldaia esistente con caldaia a condensazione, con potenza di 110 kW e rendimento di 103%	29.938 / 21,24%	6.083
Int. 7	Scarso isolamento delle finestre	Sostituzione serramenti	Serramento in alluminio con taglio termico, per il raggiungimento di U=2,4 W/m ² K	65.372 / 46,39%	13.282
	Caldaia obsoleta	Sostituzione caldaia	Sostituzione della caldaia esistente con caldaia a condensazione, con potenza di 110 kW e rendimento di 103%		
Int. 8	Scarso isolamento delle pareti	Coibentazione esterna pareti esterne	8 cm polistirene (esterno), finitura: 1 cm intonaco rasante	76.716 / 54,44%	15.587

Scarso isolamento del tetto	Coibentazione tetto	10 cm polistirene in aggiunta al tetto esistente, con eventuale ripristino del manto
Caldaia sovra – obsoleta	Sostituzione caldaia	Sostituzione della caldaia esistente con caldaia a condensazione, con potenza di 550 kW e rendimento di 103%



Gli interventi più interessanti in termini di risparmi assoluti sono il 5 il 7 e il numero 8. L'attuazione dell'intervento 8, grazie alla combinazione della sostituzione della caldaia con la coibentazione dell'edificio, permetterebbe di dimezzare i consumi.

4.7 Analisi costi-benefici

Per gli interventi o i mix di interventi più interessanti è stata svolta una analisi costi/benefici. Come costi si sono considerati i costi dell'investimento iniziale necessari per realizzare gli interventi (come da prezziario delle opere pubbliche della regione Lombardia 2006). Come benefici sono stati valutati i risparmi di combustibile, sia in termini di quantità (m³ di gas o litri di gasolio) che in termini monetari. E' infine indicata una priorità degli interventi, secondo tempo di ritorno dell'investimento crescente.

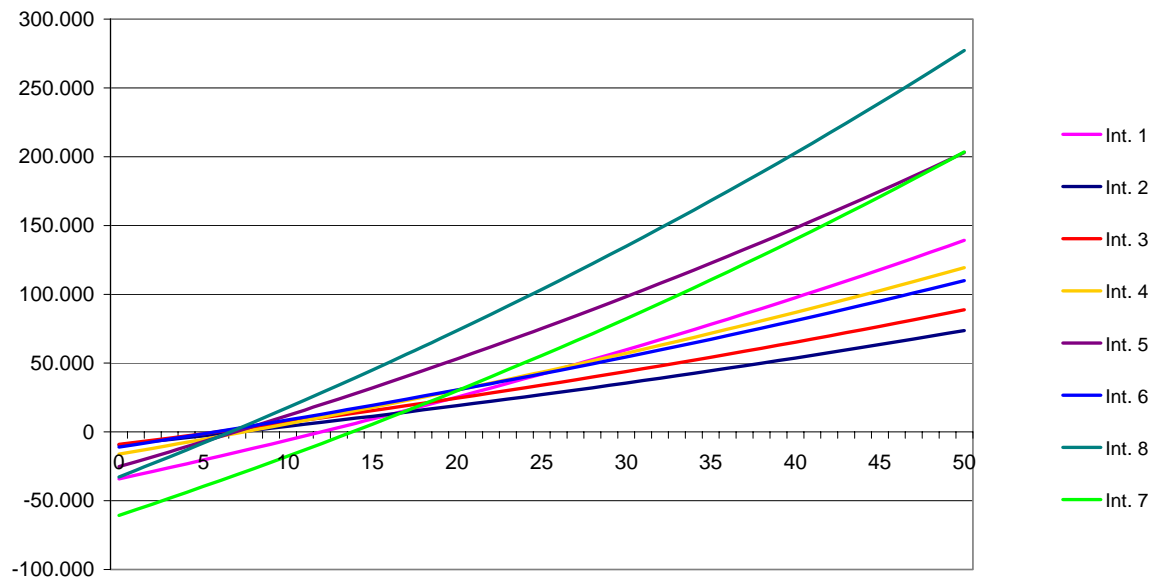
	Intervento	Costi (€)	Benefici (€/anno)	Tempo di ritorno (anni)	Costo kWh risparmiato (€/kWh)	Priorità
Int. 1	Sostituzione Serramenti	34.200	2.700	12,6	0,016	7
Int. 2	Coibentazione sottofinestra	9.500	1.300	7,3	0,009	5
Int. 3	Coibentazione tetto	9.000	1.500	5,9	0,007	2
Int. 4	Coibentazione esterna pareti esterne	16.200	2.100	7,6	0,010	6
Int. 5	Coibentazione esterna pareti esterne Coibentazione tetto	25.250	3.500	7,1	0,009	4
Int. 6	Sostituzione caldaia	11.000	1.900	5,8	0,024	1
Int. 7	Sostituzione serramenti Sostituzione caldaia	60.500	4.100	14,7	0,062	8
Int. 8	Coibentazione esterna pareti esterne Coibentazione tetto Sostituzione caldaia	32.750	4.800	6,8	0,009	3

L'intervento migliore nel breve periodo risulta essere la sostituzione della caldaia, che consentirebbe di risparmiare circa 1.900 € ogni anno e garantirebbe un tempo di ritorno dell'investimento di 6 anni. Anche la coibentazione del tetto garantisce buone prestazioni nel breve periodo: la sua attuazione permetterebbe risparmi di circa 1.500 €/anno, a fronte di un investimento modesto, pari a 9.000 €.

Nel lungo periodo è il mix di interventi che include la coibentazione delle pareti, del tetto e la sostituzione della caldaia a garantire la massimizzazione dei benefici, con un risparmio annuale pari a quasi 5.000 €. Tale intervento però necessita di investimenti consistenti, nell'ordine dei 33.000 €, per essere attuato.

Nel seguente grafico è riportato il flusso di cassa attualizzato per gli interventi proposti.

Flusso di cassa attualizzato Interventi di riqualificazione energetica



Il flusso di cassa attualizzato mostra la convenienza nel breve periodo degli interventi 6 (sostituzione caldaia) e 3 (coibentazione coperture). Già dopo circa 7 anni, però, l'intervento migliore risulta essere la coibentazione dell'edificio in combinazione con la sostituzione della caldaia. Tale intervento permetterebbe di risparmiare quasi 150.000 € nei prossimi 30 anni.

VALUTAZIONE ASPETTI ELETTRICI

4.8 Problemi rilevati

Gli aspetti rilevanti emersi dall'indagine sugli usi elettrici dell'edificio sono sintetizzati nella seguente tabella.

Problema	Descrizione	Commenti
Ottimizzazione del sistema di illuminazione	Presenza di lampade ad incandescenza e neon tradizionali. Disomogeneità dei dispositivi luminosi,	 
Office equipment	Miglioramento dell'utilizzo dei dispositivi da ufficio (postazioni PC, stampanti, plotter, fotocopiatrici)	

4.9 Proposte di intervento

Le possibili azioni per ridurre i consumi elettrici dell'edificio oggetto di analisi sono riportati nella tabella seguente.

Problema	Intervento	Descrizione intervento
Riduzione della potenza assorbita dal sistema di illuminazione	Sostituzione lampade a bassa efficienza. Utilizzo di dispositivi per ridurre l'intensità o spegnere sistemi illuminanti. Maggior controllo sull'accensione.	<p>Gli interventi per ottimizzare l'efficienza energetica del sistema di illuminazione possono essere sintetizzati come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Sostituzione di tutte le lampade ad incandescenza con fluorescenti compatte</u>. Sostituzione progressiva dei vecchi neon tradizionali con fluorescenti compatte ad alimentazione elettronica. Tale azione serve anche per omogeneizzare il parco lampade attualmente molto disomogeneo. • Installazioni di dimmer nelle zone a bassa permanenza continuativa • Installazioni di sensori di presenza • Installazione di riduttori di flusso non elettronici regolati automaticamente tramite fotocellule • <u>Predisposizione di interruttori per consentire l'accensione separata delle lampade</u> (ad esempio per quelle vicino alle finestre). Adozione di lampade da tavolo. • Installazione di reattori elettronici per le lampade fluorescenti per illuminazione esterna; installazione di sensori di presenza e di un sistema di accensione automatica crepuscolare per l'illuminazione esterna
Office Equipment	Presenza di numerose postazioni PC, stampanti, fotocopiatrici e plotter	<p>Gli interventi per la riduzione dei consumi per apparecchiature da ufficio sono legate ai comportamenti consapevoli che il personale può assumere, per cui non richiedono investimenti aggiuntivi. Le possibili azioni sono le seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • adozione standby per fotocopiatrici durante l'orario di lavoro, quando l'apparecchio non viene adoperato per fotocopiare (comportamento consapevole degli utenti) • eliminazione assorbimento in modalità off di tutti i dispositivi elettronici per ufficio (workstation, PC, stampanti e fotocopiatrici), grazie a disinserzione notturna dei macchinari dalla rete elettrica • attivazione manuale dello standby sulle workstation per periodi di inutilizzo e settaggio di tempi brevi per l'attivazione dello standby sui PC (comportamento consapevole)

4.10 Fonti utilizzate

La seguente tabella riporta le principali fonti utilizzate per l'audit di dettaglio.

Dati	Fonte
Planimetrie	copie cartacee planimetrie fornite dal Comune
Caratteristiche elementi architettonici	Sopralluogo / colloqui con tecnici comunali
Dati di caldaia	Libretto di caldaia
Modalità gestione calore	Sopralluogo / Colloqui con tecnici comunali
Consumi gas	Bollette di fornitura gas metano, anni 2004-2005-2006
Consumi elettrici	Bollette Enel Distribuzione, anni 2004-2005-2006 (fino a maggio); Energia e Territorio spa (da giugno 2006)

5 DESCRIZIONE DELLA SEDE DI VIA PALLANZA

5.1 Le strutture edilizie

La Sede municipale di Via Pallanza è situata in un complesso costituito da un edificio di epoca storica e da una parte di costruzione più recente (1970). La parte storica dell'edificio, fronte lago, dell'edificio si sviluppa su 3 piani (il piano terra è adibito a portico), quella nuova su 4 (compreso il piano terra). Annessa alla costruzione vi è inoltre la sala della giunta, ospitata nei locali al primo piano dei due edifici adiacenti.



La parte vecchia dell'edificio.



La parte nuova dell'edificio, caratterizzata da superfici vetrate di maggiori dimensioni.

Nella tabella seguente sono riportati i dati geometrici di rilevanza per quanto riguarda il comportamento energetico dell'edificio. I dati riportati sono relativi ai singoli edifici o porzioni di edificio, e infine la loro somma.

edificio Via Pallanza	edificio fronte lago	edificio nuovo	porzione sala giunta	dati geometrici complessivi
superficie lorda riscaldata (m ²)	961,4	840	379,4	2.181
volume lordo riscaldato (m ³)	4.614,9	2.604	1.138,3	8.357
superficie involucro esterno (m ²)	1.862,68	1.328,19	1.211,73	4.403
fattore di forma S/V	0,40	0,51	1,06	0,53

Tab. 1: Dati geometrici della sede di Via Pallanza

Il rapporto tra superficie dell'involucro e volume globale è pari a 0,53. Come si vede dai parziali, invece, la situazione è differenziata: il fattore di forma più alto corrisponde alla sala giunta, che

però si trova in posizione favorevole, poiché sia il piano inferiore, sia il piano superiore, seppur appartenenti ad altra proprietà, oppure adibiti ad altra funzione, sono regolarmente riscaldati, riducendone quindi le dispersioni. I valori dei due edifici descrivono una situazione più compatta, soprattutto per quanto riguarda l'edificio storico, che tuttavia è l'unico ad avere tutti i lati dell'involucro esterni, e quindi senza poter avvantaggiarsi dalla presenza di eventuali edifici contigui regolarmente riscaldati.

Per quanto riguarda invece la presenza di superfici vetrate, rispetto alle sole pareti esterne verticali, il rapporto medio tra porzione vetrata e non vetrata è pari al 12 %: questo valore risulta leggermente maggiore per l'edificio nuovo, le cui ampie vetrate dei due fronti sudest e nordovest sono controbilanciate dalla quasi totale assenza di aperture nelle restanti pareti. Il valore non risulta, comunque particolarmente alto, anche se negli ambienti adibiti a ufficio vi è abbondante presenza di luce naturale, mentre gli spazi di distribuzione (scale, corridoi) risultano giustamente più sacrificati. La soluzione è diversa negli uffici della parte storica dove le aperture sono distribuite con maggiore omogeneità, la scala centrale è abbondantemente illuminata in maniera zenitale mentre gli uffici hanno una minore apertura alla luce naturale, che comunque è presente in maniera sufficiente.

5.2 Le caratteristiche termofisiche degli elementi edilizi

I materiali di cui sono composti i diversi elementi edilizi sono importanti per determinarne il comportamento disperdente. Le caratteristiche precipue dei materiali combinate al loro spessore indicano la potenza disperdente per ogni metro quadrato di siffatta parete, per ogni grado [K] di differenza di temperatura tra interno ed esterno: il parametro che descrive questa caratteristica fisica si chiama trasmittanza U (W/m^2K).

Le due parti della sede municipale sono caratterizzate da elementi architettonici diversi: le pareti esterne, ad esempio, sono in muratura piena in pietra (spessore 50 cm) per la parte vecchia e in forati con isolamento per la parte nuova. Differenze analoghe sono state riscontrate per quanto riguarda i basamenti (la parte vecchia è su di un porticato, quella nuova ha una soletta su ghiaione) e le coperture (a falda con struttura in legno non isolata e a soletta piana in latero cemento isolato). I valori di trasmittanza riportati nella seguente tabella sono quindi specifici per le diverse parti dell'edificio.

	edificio fronte lago U (W/m^2K)	porzione sala giunta U (W/m^2K)	edificio nuovo U (W/m^2K)	U (W/m^2K) limite (D.lgs. 311/06) 2008-2010
pareti esterne	1,57	1,57	0,68	0,37-0,36
porzione sottofinestra	2,4	2,4	assenti	0,37-0,36
finestre con serramento	4,95	4,95	4,95	2,4-2,2
copertura	1,453	1,453	1,477	0,32-0,30
basamento	1,347	1,225	0,50	0,38-0,32

Tab. 2: Valori U stimati per elemento edilizio e parte dell'edificio.

I dati delle trasmittanze mostrano come gli unici elementi qualche modo coibentati siano le pareti esterne e il basamento della parte di nuova costruzione. Tutti gli altri elementi architettonici hanno valori di trasmittanza molto elevati, come era possibile prevedere vista l'epoca di costruzione dell'edificio.

5.3 L'impianto termico

L'edificio è servito da una caldaia STEP TRIX 380 del 1992, di potenza massima utile pari a 291 kW, alimentata a gas metano. Il rendimento è abbastanza buono, soprattutto se si considera che la caldaia non è nuovissima: il suo ciclo di vita di 15 anni è teoricamente concluso.

Modello	BIKILIM PR 92	anno	1992
Potenza focolare	240 - 420 kW	CUNOD C 34	1992
Potenza termica utile	291 kW		
Rendimento	94,20%		

Tab. 3: Dati caldaia della sede di via Pallanza

La regolazione avviene tramite sonde ambientali ed è congruente con gli orari di utilizzo degli uffici (dalle 7.45 alle 18.00 dal lunedì al venerdì).

La distribuzione del calore è differente nei due edifici: l'edificio storico è dotato di corpi scaldanti in ghisa, e l'impianto oltre alla sonda della temperatura esterna basa la regolazione anche sulla temperatura interna misurata in uno dei locali a nord (segreteria sindaco). L'edificio più recente invece ha una distribuzione del calore mediante pannelli radianti a pavimento la cui regolazione avviene manualmente attraverso la gestione delle pompe, ma in maniera costante.



La caldaia.



Un radiatore utilizzato per la distribuzione del calore.

5.4 L'impianto elettrico

L'impianto elettrico della sede municipale è caratterizzato da una potenza elettrica contrattuale disponibile pari a 43 kW che, in termini specifici, corrisponde a circa 14,3 W/m². Analizzando la potenza reale prelevata dal 2004 al 2006 si osserva una richiesta media di circa 18 kW con picchi

che raramente superano i 22 kW. I picchi di richiesta maggiore si osservano per i mesi invernali e primaverili.

I carichi elettrici si suddividono tra illuminazione (lampade fluorescenti compatte, neon tradizionali e lampade a incandescenza), office equipment, sistemi di distribuzione bevande e alimenti caldi e freddi, sistemi di pompaggio e altre utenze.

5.5 Analisi dei consumi

Nella seguente tabella sono riportati i consumi termici degli ultimi 3 anni, i valori mensili e i valori degli indicatori di consumo.

Consumi termici sede Via Pallanza

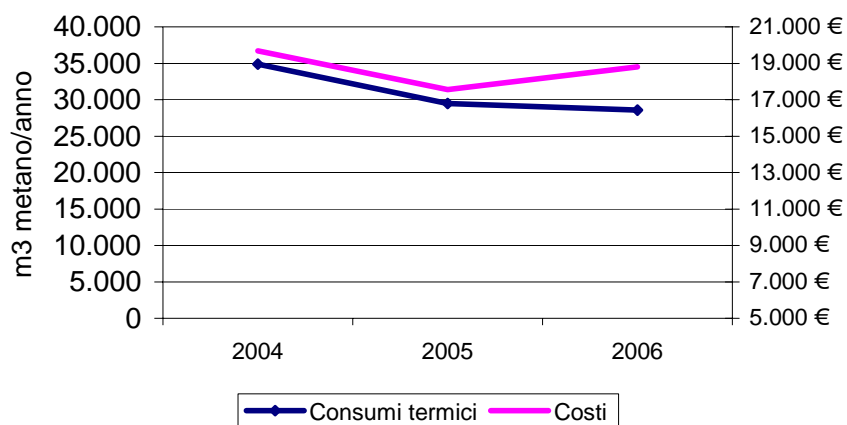
Costi e andamento ultimi 3 anni

Il riscaldamento dell'edificio ha richiesto nel 2006 l'impiego di 28.500 m³ di gas, per una spesa di circa 19.000 €.

L'andamento dei consumi di gas è in diminuzione rispetto ai precedenti due anni: ciò è probabilmente attribuibile alla mitezza dello scorso inverno.

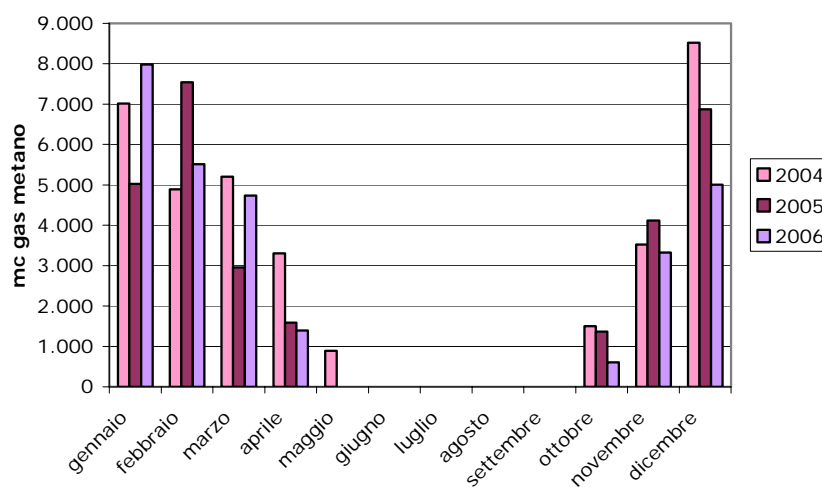
L'andamento dei costi riflette abbastanza fedelmente quello dei consumi, anche se si rileva un anomalo aumento per il 2006.

Consumi termici annui



Andamento mensile

Nel grafico sono mostrati i consumi mensili degli ultimi 3 anni. Questi sono concentrati nei mesi invernali e influenzati dalle temperature esterne. Ciò si riflette ad esempio nei modesti consumi riportati per l'inverno 2006.



Indicatori di consumo

Gli indicatori di consumo (usualmente in kWh/m²a per gli edifici residenziali, in kWh/m³a per gli edifici con altre destinazioni d'uso) fanno emergere i potenziali miglioramenti delle prestazioni energetiche dell'edificio e riflettono la diminuzione dei consumi verificatasi nel 2006 rispetto ai due anni precedenti. Nella tabella a fianco sono riportati anche i valori di riferimento per le nuove costruzioni definiti dal D. Lgs. 311/06, per le soglie al 2008 e al 2010. Si sollecita in questo modo un confronto puramente qualitativo per verificare la performance dell'edificio.

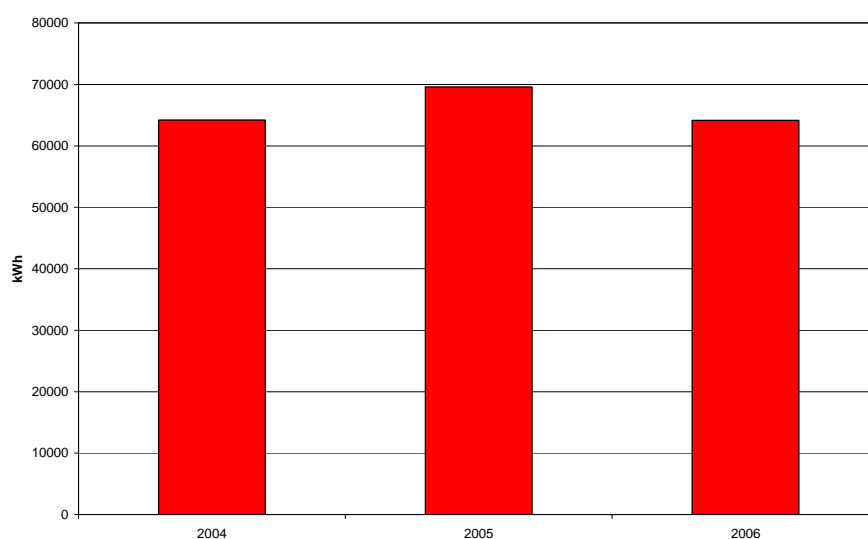
anno	kWh/m ² a	kWh/m ³ a	kWh/m ³ a (D.lgs.311/06) 2010-2008
2006	125,6	32,8	17,72-20,28
2005	129,6	33,8	
2004	153,4	40,0	
media annua	136,2	35,5	

Nella tabella seguente sono riportati i consumi elettrici annui, quelli mensili e il loro valore specifico. Si nota che dal giugno 2006 è cambiato il fornitore, passando da Enel Distribuzione a Energia e Territorio spa di Torino. Le fatture della nuova società sono piuttosto ermetiche e pur indicando se si tratta di letture stimate o reali non riportano mai la lettura totale del contatore. Questa mancanza è anomala come anche la mancanza di definizione dei cosiddetti "Costi fissi". Data la documentazione in nostro possesso non ci è possibile individuare infatti a cosa questi si riferiscono, ma è possibile che ci siano altri documenti esplicativi in possesso del Comune.

Consumi elettrici

La disponibilità di dati consente l'analisi dei consumi elettrici dal 2004 al 2006. I valori del triennio in esame mostrano una sostanziale stabilità che passa da una leggera crescita dei consumi tra il 2004 e il 2005. I consumi passano da 64,2 MWh del 2004 ai 64,1 MWh del 2006

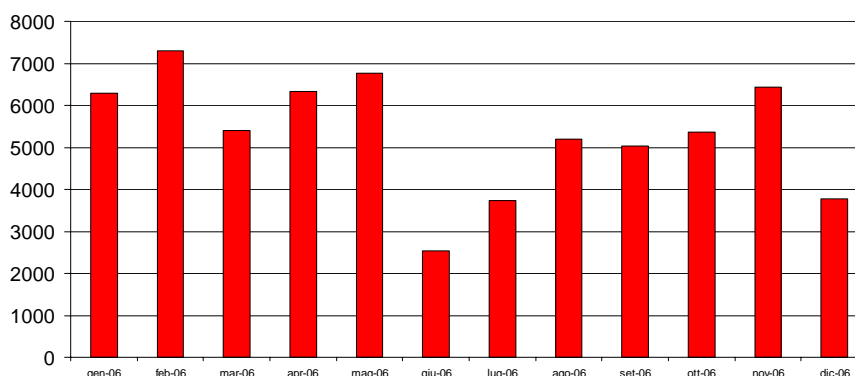
Consumi elettrici annui



Andamento mensile

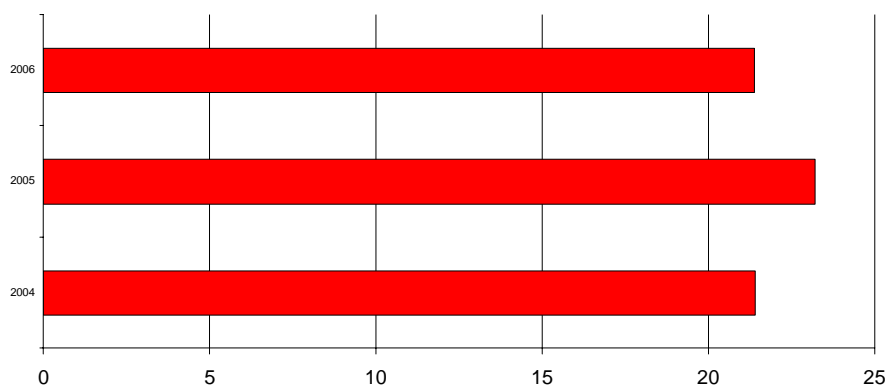
L'andamento mensile dei consumi elettrici mostra un consumo consistente e costante durante i mesi invernali e primaverili.

Consumi mensili di energia elettrica



Consumi specifici

I consumi specifici dell'edificio sono sostanzialmente stabili: nel 2006 sono stati pari a 21,3 kWh/m², contro i quasi 21,4 kWh/m² del 2004.

Consumi specifici di energia elettrica

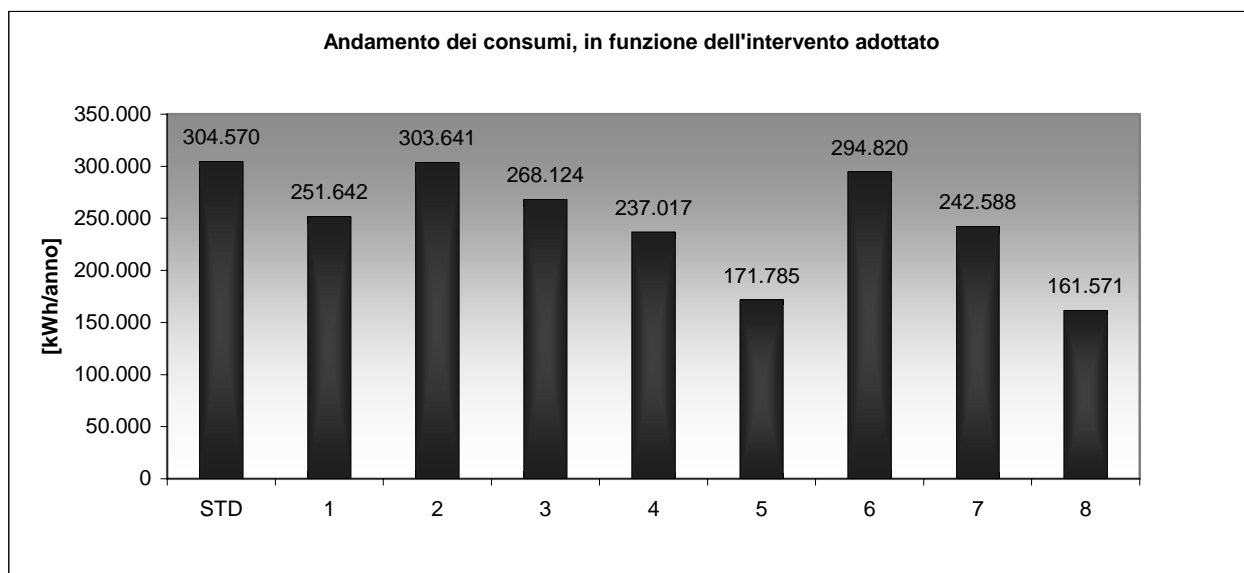
VALUTAZIONE ASPETTI TERMICI

5.6 Ipotesi di intervento migliorativo

Per ognuno dei problemi individuati sono proposti degli interventi, singoli o aggregati, per la loro risoluzione. Per ogni intervento è riportata una breve descrizione e il risparmio conseguito in termini di kWh e percentuale sul totale dei consumi (che ricordiamo essere pari a 28.500 m³ di gas, cioè ca. 274.000 kWh, per ca. 19.000 € nel 2006).

Problema		Intervento	Descrizione intervento	Risparmio kWh / %	Risparmio kg CO ₂
Int. 1	Scarso isolamento delle finestre	Sostituzione serramenti	Serramento in alluminio con taglio termico, per il raggiungimento di U=2,4 W/m ² K	52.928 / 17,4%	10.754
Int. 2	Scarso isolamento delle finestre	Coibentazione sottofinestra	5 cm polistirene, con finiture in cartongesso o intonaco	1.029 / 0,35%	189
Int. 3	Scarso isolamento del tetto	Coibentazione tetto	10 cm polistirene in aggiunta al tetto esistente, con eventuale ripristino del manto	36.446 / 12,0%	7.405
Int. 4	Scarso isolamento delle pareti / Ponti termici	Coibentazione interna pareti esterne	4 cm polistirene (interno), finitura: cartongesso	67.553 / 22,2%	13.725
Int. 5	Scarso isolamento delle pareti	Coibentazione interna pareti esterne	4 cm polistirene (interno), finitura: cartongesso	132.785 / 43,6%	26.979
	Scarso isolamento del tetto	Coibentazione tetto	10 cm polistirene in aggiunta al tetto esistente, con eventuale ripristino del manto		
Int. 6	Caldaia sovra dimensionata – obsoleta	Sostituzione caldaia	Sostituzione della caldaia esistente con caldaia a condensazione, con potenza di 250 kW e rendimento di 103%	9.750 / 3,2%	1.981
Int. 7	Scarso isolamento delle finestre	Sostituzione serramenti	Serramento in alluminio con taglio termico, per il raggiungimento di U=2,4 W/m ² K	61.982 / 20,4%	12.593
	Caldaia sovra dimensionata – obsoleta	Sostituzione caldaia	Sostituzione della caldaia esistente con caldaia a condensazione, con potenza di 215 kW e rendimento di 103%		
Int. 8	Scarso isolamento delle pareti	Coibentazione interna pareti esterne	4 cm polistirene (interno), finitura: cartongesso	142.999 / 46,9%	29.054

Scarso isolamento del tetto	Coibentazione tetto	10 cm polistirene in aggiunta al tetto esistente, con eventuale ripristino del manto
Caldaia sovra dimensionata – obsoleta	Sostituzione caldaia	Sostituzione della caldaia esistente con caldaia a condensazione, con potenza di 170 kW e rendimento di 103%



Gli interventi più interessanti in termini di risparmi assoluti sono il 5 il 7 e il numero 8. L'attuazione dell'intervento 8, grazie alla combinazione della sostituzione della caldaia con la coibentazione dell'edificio, permetterebbe quasi di dimezzare i consumi attuali.

5.7 Analisi costi-benefici

Per gli interventi o i mix di interventi più interessanti è stata svolta una analisi costi/benefici. Come costi si sono considerati i costi dell'investimento iniziale necessari per realizzare gli interventi (come da prezziario delle opere pubbliche della regione Lombardia 2006). Come benefici sono stati valutati i risparmi di combustibile, sia in termini di quantità (m³ di gas o litri di gasolio) che in termini monetari. E' infine indicata una priorità degli interventi, secondo tempo di ritorno dell'investimento crescente.

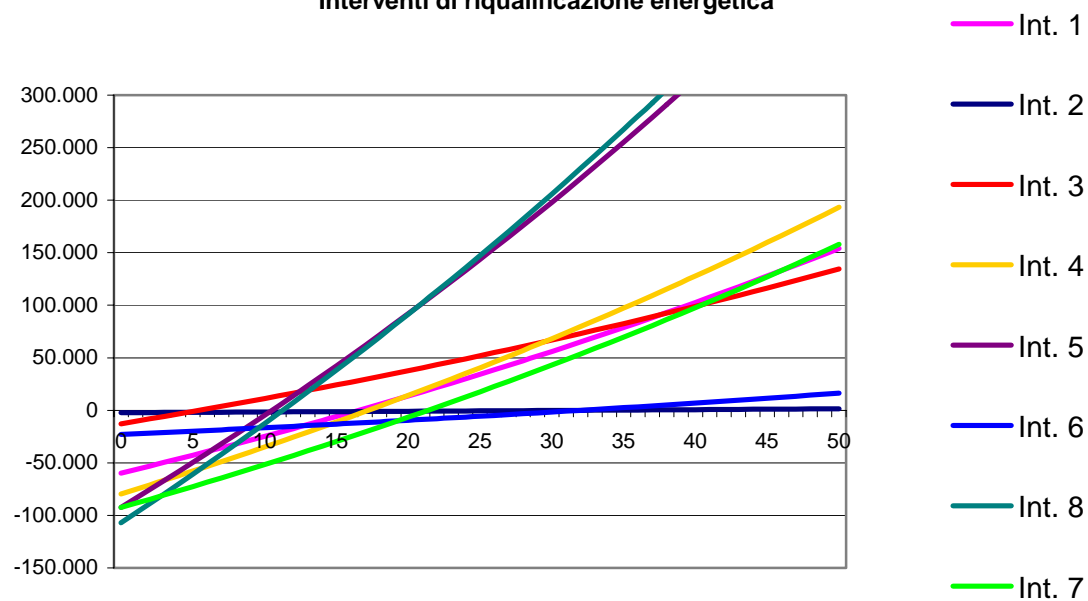
	Intervento	Costi (€)	Benefici (€/anno)	Tempo di ritorno (anni)	Costo kWh risparmiato (€/kWh)	Priorità
Int. 1	Sostituzione Serramenti	59.750	3.310	16	0,023	4
Int. 2	Coibentazione sottofinestra	2.200	58	37	0,047	8
Int. 3	Coibentazione tetto	12.800	2.280	5	0,007	1
Int. 4	Coibentazione interna pareti esterne	79.500	4.225	17	0,024	5
Int. 5	Coibentazione interna pareti esterne Coibentazione tetto	92.500	8.305	11	0,014	2
Int. 6	Sostituzione caldaia	23.000	610	33	0,157	7
Int. 7	Sostituzione serramenti Sostituzione caldaia	92.500	3.877	21	0,100	6
Int. 8	Coibentazione interna pareti esterne Coibentazione tetto Sostituzione caldaia	106.900	8.944	12	0,015	3

L'intervento migliore nel breve periodo risulta essere la coibentazione del tetto per la sua porzione non ancora isolata; ciò consentirebbe di risparmiare circa 2.500 € ogni anno e garantirebbe un tempo di ritorno dell'investimento di 5 anni.

Nel lungo periodo è il mix di interventi che include la coibentazione delle pareti, del tetto e la sostituzione della caldaia a garantire la massimizzazione dei benefici, con un risparmio annuale pari a quasi 9.000 €. Tale intervento però necessita di investimenti consistenti, superiori ai 100.000 €, e garantisce un tempo di ritorno di circa 12 anni.

Nel seguente grafico è riportato il flusso di cassa attualizzato per gli interventi proposti.

**Flusso di cassa attualizzato
Interventi di riqualificazione energetica**





Il flusso di cassa attualizzato mostra la convenienza nel breve periodo dell'intervento 3 (coibentazione del tetto) e quella sul lungo periodo degli interventi 5 ed 8 (coibentazione pareti, tetto e sostituzione caldaia). L'intervento 8, ad esempio, permetterebbe di risparmiare oltre 300.000 € nei prossimi 35 anni.

VALUTAZIONE ASPETTI ELETTRICI

5.8 Problemi rilevati

Gli aspetti rilevanti emersi dall'indagine sugli usi elettrici dell'edificio sono sintetizzati nella seguente tabella.

Problema	Descrizione	Commenti
<p>Ottimizzazione del sistema di illuminazione</p>	<p>L'impianto già presenta discreti livelli di efficienza. Un possibile miglioramento potrebbe trovarsi nella riduzione dei flussi luminosi e tramite sensori di presenza e maggior controllo sull'accensione, Poco utilizzo della luce naturale. Sovradimensionamento luminoso di alcune zone.</p>	
<p>Office equipment</p>	<p>Miglioramento dell'utilizzo dei dispositivi da ufficio (postazioni PC, stampanti, plotter, fotocopiatrici)</p>	

5.9 Proposte di intervento

Le possibili azioni per ridurre i consumi elettrici dell'edificio oggetto di analisi sono riportati nella tabella seguente.

Problema	Intervento	Descrizione intervento
Riduzione della potenza assorbita dal sistema di illuminazione	Utilizzo di dispositivi per ridurre l'intensità o spegnere sistemi illuminanti. Maggior controllo sull'accensione.	<p>Gli interventi per ottimizzare l'efficienza energetica del sistema di illuminazione possono essere sintetizzati come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sostituzione di tutte le lampade ad incandescenza con fluorescenti compatte. Sostituzione progressiva dei vecchi neon tradizionali con fluorescenti compatte ad alimentazione elettronica. • Installazioni di dimmer nelle zone a bassa permanenza continuativa • Installazioni di sensori di presenza • Installazione di riduttori di flusso non elettronici regolati automaticamente tramite fotocellule • <u>Predisposizione di interruttori per consentire l'accensione separata delle lampade</u> (ad esempio per quelle vicino alle finestre). Adozione di lampade da tavolo. • Installazione di reattori elettronici per le lampade fluorescenti per illuminazione esterna; installazione di sensori di presenza e di un sistema di accensione automatica crepuscolare per l'illuminazione esterna
Office Equipment	Presenza di numerose postazioni PC, stampanti, fotocopiatrici e plotter	<p>Gli interventi per la riduzione dei consumi per apparecchiature da ufficio sono legate ai comportamenti consapevoli che il personale può assumere, per cui non richiedono investimenti aggiuntivi. Le possibili azioni sono le seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • adozione standby per fotocopiatrici durante l'orario di lavoro, quando l'apparecchio non viene adoperato per fotocopiare (comportamento consapevole degli utenti) • eliminazione assorbimento in modalità off di tutti i dispositivi elettronici per ufficio (workstation, PC, stampanti e fotocopiatrici), grazie a disinserzione notturna dei macchinari dalla rete elettrica • attivazione manuale dello standby sulle workstation per periodi di inutilizzo e settaggio di tempi brevi per l'attivazione dello standby sui PC (comportamento consapevole)

5.10 Fonti utilizzate

La seguente tabella riporta le principali fonti utilizzate per l'audit di dettaglio.

Dati	Fonte
Planimetrie	copie cartacee planimetrie fornite dal Comune
Caratteristiche elementi architettonici	Sopralluogo / colloqui con tecnici comunali
Dati di caldaia	Libretto di caldaia
Modalità gestione calore	Sopralluogo / Colloqui con tecnici comunali
Consumi gas	Bollette di fornitura gas metano, anni 2004-2005-2006
Consumi elettrici	Bollette Enel Distribuzione, anni 2004-2005-2006 (fino a maggio); Energia e Territorio spa (da giugno 2006)