

## Banca dati e audit energetici di edifici pubblici

### 1.Premessa

Gli edifici di proprietà comunale rappresentano un settore di rilievo nel quale è necessario concentrare gli sforzi per l'efficientizzazione energetica.

Le azioni che il Comune attua sul proprio patrimonio hanno un doppio obiettivo: oltre ad apportare benefici diretti per quanto riguarda il risparmio energetico (gli interventi di risparmio comportano mediamente riduzioni dei consumi, sia sul fronte termico che sul fronte elettrico tra il 20% e il 50%, a seconda delle condizioni di partenza dell'edificio e degli impianti), sono da considerarsi anche come azioni dimostrative che agiscono come stimolo per il settore privato.

Un'azione rivolta alla riqualificazione energetica del patrimonio pubblico comunale segue generalmente le fasi descritte nei paragrafi successivi.

### 2.Censimento/Inventario degli edifici pubblici

La prima fase consiste in una attenta analisi conoscitiva del patrimonio di proprietà comunale, in grado di fornire un quadro sufficientemente dettagliato del parco edilizio pubblico, identificando la tipologia edilizia e degli impianti, nonché le relative prestazioni energetiche.

Tale fase rappresenta un elemento fondamentale per pianificare interventi di manutenzione straordinaria, sia sugli edifici che sugli impianti, che siano anche rivolti al risparmio energetico.

Il censimento/inventario degli edifici pubblici richiede la compilazione di una banca dati che consenta il monitoraggio dei consumi energetici dei diversi edifici, individuando le "criticità" prestazionali e consenta pertanto l'elaborazione di una strategia di interventi sull'intero parco edilizio e impiantistico, evidenziando le azioni prioritarie da promuovere.

L'individuazione delle criticità delle prestazioni energetiche degli edifici si avvale di alcuni indici della qualità energetica degli edifici stessi.

La struttura del database deve consentire l'ottenimento dei seguenti obiettivi:

- a. evidenziare l'andamento dei consumi energetici registrati di ogni proprietà;
- b. stimare il fabbisogno dell'intero parco edilizio, disaggregato in edifici con analoga destinazione d'uso oppure storicamente contemporanei;
- c. stimare il fabbisogno di ogni singolo edificio (a seguito di una dettagliata descrizione di esso);
- d. individuare le "criticità" nelle prestazioni energetiche degli edifici o di insiemi di essi costituenti il parco, attraverso il calcolo di indici energetico-prestazionali (sul termico e sull'elettrico);
- e. prefigurare appropriate linee guida per lo sviluppo di strategie di intervento.

Le ipotesi relative a questa fase possono descriversi nelle seguenti articolazioni:

#### Analisi sul lato termico

Il livello di approfondimento dei parametri che configureranno il database per gli aspetti termici deve essere verificato nella fase esecutiva del lavoro. E' quantomeno prevedibile che per ciascun edificio, disponendo di un primo livello di descrizione che consenta una stima sulle caratteristiche geometriche e termofisiche dell'involucro edilizio, sarà possibile calcolare

il valore del *Coefficiente di dispersione volumica globale* (CG) relativo alla trasmissione di calore attraverso l'involucro, nonché stimare il *Fabbisogno Energetico Utile* (FEU), cioè la quantità di calore stagionale necessaria per mantenere l'edificio ad una temperatura interna di riferimento. Attraverso l'assegnazione del rendimento globale stagionale del sistema impiantistico sarà anche possibile ottenere una stima del *fabbisogno di energia primaria* necessaria per alimentare l'impianto di riscaldamento (FER).

Tali parametri, relazionati con i valori limite previsti dalla legge, incrociati con i consumi reali registrati, e relativizzati per grandi classi (tramite opportune aggregazioni tra gli edifici assimilabili per destinazione d'uso, epoca di costruzione, tipologia costruttiva, ecc.) costituiranno gli indici della qualità energetica degli edifici. L'analisi degli indici consentirà di formulare, con diversi livelli di priorità, idonee strategie d'intervento per la gestione e la riqualificazione del parco.

#### Analisi sul lato elettrico

I dati di consumo elettrico assoluto raccolti in fase di redazione del database degli edifici comunali verranno trasformati in indicatori di consumo specifico (al m<sup>3</sup> e/o al m<sup>2</sup>), facendo riferimento ai dati della geometria dell'edificio.

I dati di potenza e consumo specifico verranno elaborati e analizzati con confronti incrociati al fine di:

- a. Verificare se la potenza impegnata da contratto è commisurata alle esigenze o sussiste un sovradimensionamento
- b. Verificare se i consumi elettrici dell'edificio corrispondono alla potenza impegnata (riconoscere eventuali sottoutilizzi che portano a bassi consumi annuali pur in presenza di una scarsa efficienza dei dispositivi)
- c. Verificare, per ogni edificio, differenze dei consumi durante l'anno (su base mensile), individuando alcune prime ipotesi di efficacia di interventi rivolti al risparmio (fondamentale è il riconoscimento e il controllo dei consumi elettrici dovuti al raffrescamento estivo)
- d. Confrontare i consumi specifici annui (o mensili) tra i diversi edifici, per identificare anomalie di esercizio collegabili a inefficienza di gestione o inefficienza dei dispositivi
- e. Confrontare il consumo specifico di ogni edificio con i consumi ricostruiti sulla base di un modello standard per ogni destinazione d'uso o tipologia di edificio (a partire da dati di letteratura e dalla norma UNI che prescrive come ricostruire i carichi interni delle diverse tipologie di edifici).

Per le diverse destinazioni d'uso, sulla base di alcune informazioni circa le modalità di occupazione degli edifici, vengono ricostruiti modelli di riferimento rispetto ai quali, anche a seguito di adeguati confronti con i consumi reali, possono emergere le situazioni di particolare inefficienza. Confronti incrociati all'interno delle medesime categorie di edifici, porteranno a una graduatoria di efficienza tra gli edifici stessi.

Ciò consente di elaborare, ad un primo livello di approssimazione, diversi scenari di intervento sull'intero parco o su porzioni di esso (tramite aggregazioni per categorie d'uso e per classi epocali), per condurre interessanti valutazioni sugli effetti di eventuali modifiche strutturali o gestionali degli edifici e degli impianti.

Il risultato di questa procedura porterà a una graduatoria sulla qualità energetica degli edifici (efficienza incrociata dell'installato e delle modalità di utilizzo).

A seguito dell'analisi si eseguirà una prima stima dei risparmi attivabili confrontando la situazione attuale con un caso ottimale ricostruito a partire da un modello di edificio ad alta efficienza (a seconda della destinazione d'uso dell'edificio e delle modalità di occupazione dei locali medesimi).

### 3. Audit energetico

La seconda fase dell'azione di risparmio sul patrimonio comunale prevede l'esecuzione degli energy-audit degli edifici di proprietà comunale. L'energy-audit (indagine energetica) dell'edificio comporta un sopralluogo e la raccolta di informazioni di maggiore dettaglio sull'efficienza energetica sia dell'involucro dell'edificio che dell'impiantistica e delle apparecchiature adoperate nell'edificio stesso. A seguito dell'audit saranno facilmente eseguibili valutazioni sul risparmio attuabile e sugli interventi di recupero proponibili (incluso un'analisi costi-benefici).

In questa fase si suggerisce di realizzare gli audit energetici su alcuni edifici campione, possibilmente rappresentativi del patrimonio comunale, individuati tra gli edifici che presentano situazioni di particolare inefficienza o su cui si pensa di intervenire a breve per ragioni di riqualificazione non più prorogabile.

Il criterio prioritario sarà di selezionare un edificio per ogni categoria di edifici individuata nella fase 1. di redazione del database (tra le categorie più numerose e/o che corrispondono alle maggiori volumetrie). Il secondo criterio è di far riferimento al potenziale di risparmio (stimabile tramite le valutazioni effettuate a partire dai dati del database).

Una volta realizzati i primi interventi, gli energy audit possono essere estesi all'intero patrimonio e diventare strumento di consulenza promuovibile anche presso i privati.

### 4. Interventi secondo un approccio integrato

La terza fase dell'azione di risparmio sul patrimonio comunale prevede l'identificazione e la valutazione dei possibili interventi di risparmio realizzabili sull'edificio di cui sia stato eseguito l'audit energetico, così come indicato al punto precedente.

Gli interventi verranno identificati secondo l'approccio energetico integrato, che include misure di isolamento termico per gli edifici, l'applicazione di avanzate tecnologie di ombreggiamento, ventilazione, recupero del calore, riscaldamento e condizionamento estivo ad alta efficienza, eventuale utilizzo di combustibili rinnovabili quali la legna o l'olio vegetale e l'utilizzo dell'energia solare attiva e passiva e, infine, l'adozione di apparecchiature elettriche a basso consumo.

Le varie misure vengono abbinate in modo da individuare mix economicamente vantaggiosi, per ottenere un risparmio sulla bolletta energetica e una riduzione dei gas serra emessi in atmosfera, aumentando contemporaneamente il comfort termico, acustico e visivo negli edifici.

Gli obiettivi legati ad un uso razionale dell'energia devono portare al massimo risparmio energetico con i minori costi possibili di investimento, gestione e manutenzione.

Un corretto concetto di risparmio energetico negli edifici comprende sia sistemi passivi che attivi. Prima di tutto il fabbisogno termico dell'edificio deve essere ridotto tramite opportune azioni sull'involucro edilizio. In una seconda fase si devono applicare le migliori tecnologie possibili per coprire la nuova domanda di energia.

Nelle pagine successive è riportato l'esempio dell'audit energetico realizzato da Ambiente Italia per l'edificio del Comune di Novara sede dell'Assessorato all'Ambiente.

**Edificio sede dell'assessorato all'Ambiente del Comune di Novara**
**Dati caratteristici dell'edificio**

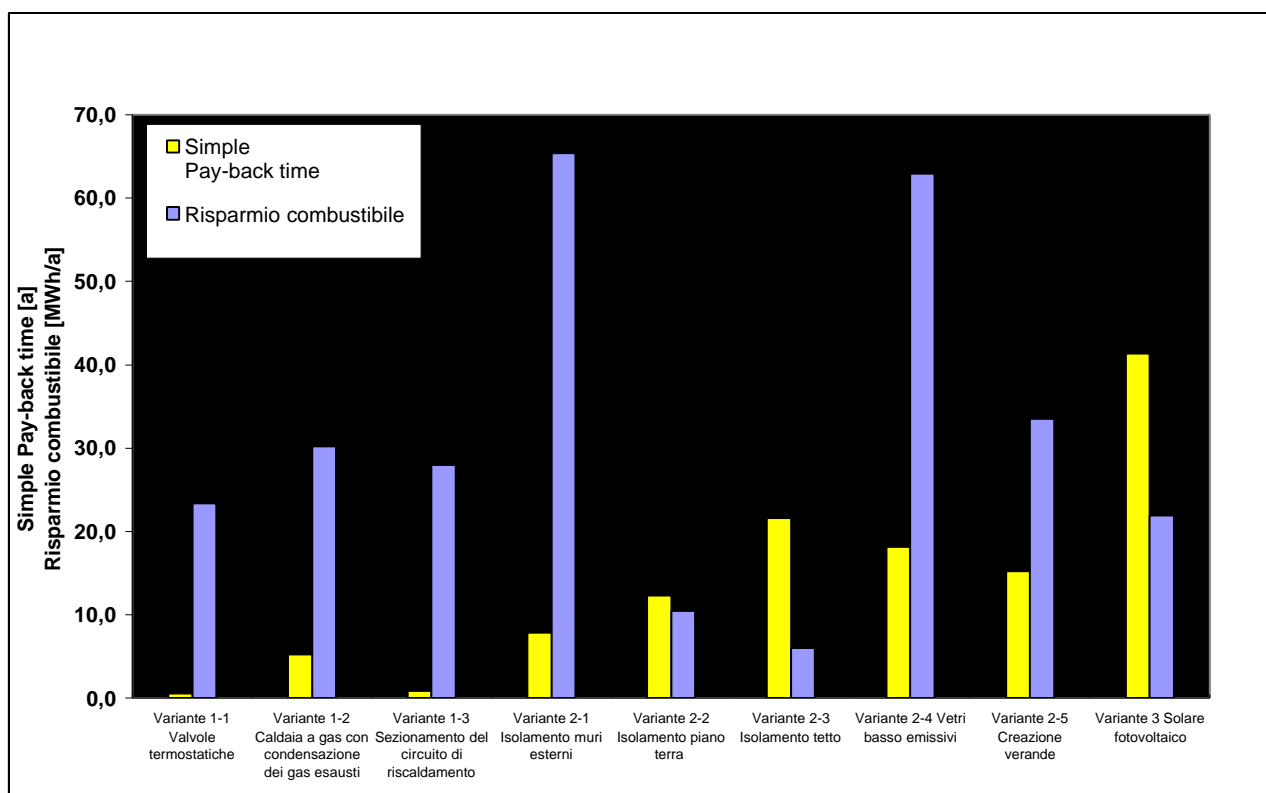
Tipologia edificio		Uffici		
Numero di piani		4		
Superficie piano terra	m <sup>2</sup>	259	cemento armato, 40 cm, ρ=1200kg/m <sup>3</sup> , λ=0,59 W/(mK)	k=1,5 W/m <sup>2</sup> K
Di cui al primo piano (passaggio)	m <sup>2</sup>	48	Esposta all'aria ambiente esterna	
Superficie tetto	m <sup>2</sup>	259	2 livelli, cemento armato, 40 cm, ρ=1200kg/m <sup>3</sup> , λ=0,59 W/(mK), terra cotta espansa	k=0,8 W/m <sup>2</sup> K
Altezza dell'edificio	m	ca. 20		
Superficie Lorda	m <sup>2</sup>	1.137	Incluse scale e locale interrato	
Volume Lordo	m <sup>3</sup>	4.546	Incluse scale e locale interrato	
Superficie riscaldata	m <sup>2</sup>	595		
Volume riscaldato	m <sup>3</sup>	2.143		
Superficie esterna muri + finestre	m <sup>2</sup>	1.502		
Superficie opaca	m <sup>2</sup>	1.151 (Per i calcoli si è aggiunto un 30% dovuto ai ponti termici)	Mattoni pieni, 50 cm, ρ=1200kg/m <sup>3</sup> , λ=0,5 W/(mK)	k=1 W/(m <sup>2</sup> K)
Superficie vetrata	m <sup>2</sup>	351	Doppi vetri con serramenti in metallo, cassonetti tapparelle interni, davanzale senza taglio termico	k=4,1 W/(m <sup>2</sup> K) (inclusi serramenti)
Impianto riscaldamento	di kW	174	gasolio, caldaia RAVASAI0, bruciatore ECOFLAM	Efficienza media annua: 0,85

**Interventi di risparmio energetico sul lato termico**

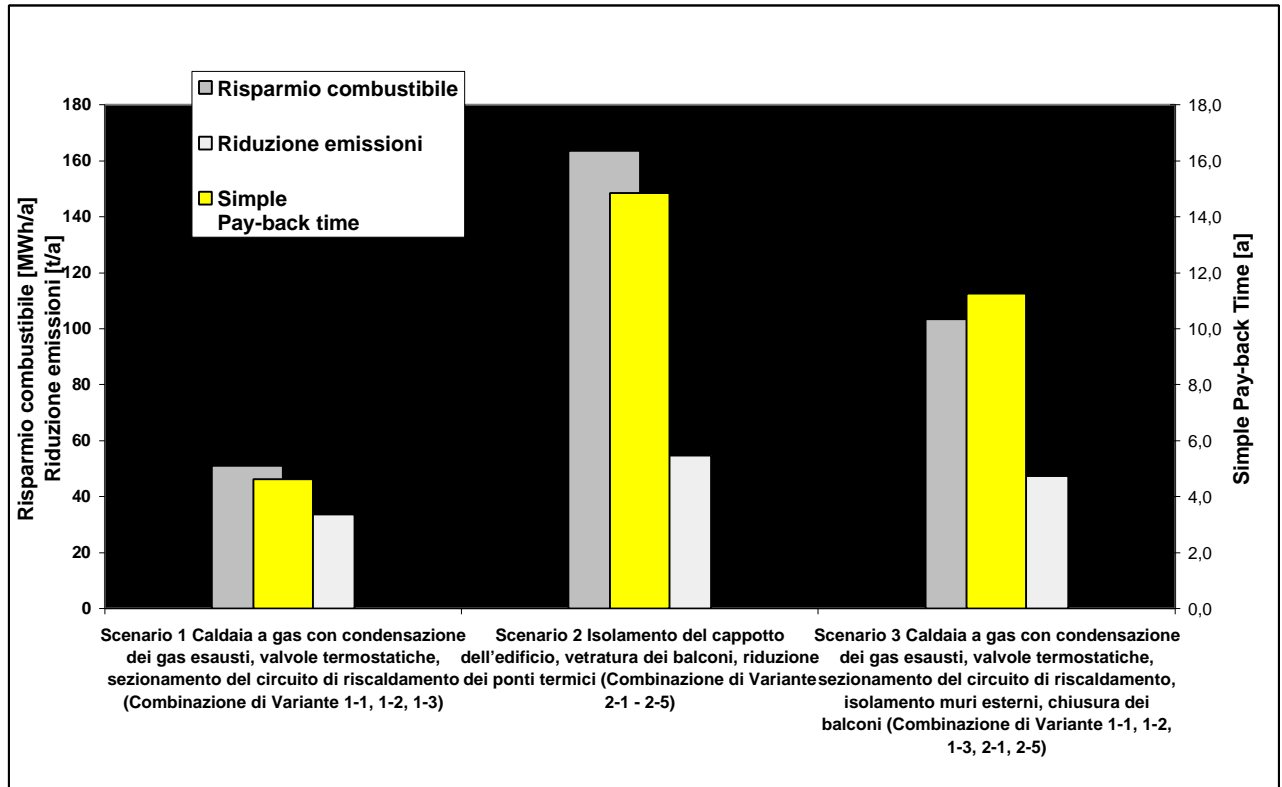
1 Tecnologie di riscaldamento ad alta efficienza							
	Descrizione			Effetto		Costo unitario inclusa installazione, IVA esclusa	Extra-costi rispetto alla soluzione convenz.
						kLire	kLire
Var. 1-1	Valvole termostatiche per i corpi radianti			Migliore controllo della temperatura del locale, risposta efficace ai guadagni solari o interni		50	50
Var. 1-2	Caldaia a gas a condensazione dei gas esausti			Sostituzione del gasolio col gas; efficienza della caldaia fino a 104% (in riferimento al potere calorifico), efficienza annua del 98%		65560	24750
Var. 1-3	Sezionamento del circuito di distribuzione di riscaldamento, con separazione del circuito per l'appartamento del custode			Controllo separato dei due sistemi di riscaldamento; ad es. differenti orari di accensione giornaliera e nei weekend		5000	5000
2 Misure di risparmio energetico sull'involucro							
		Descrizione	Spessore isol.	trasmissione	Effetto	Costo unitario inclusa installazione, IVA esclusa	Extra-costi rispetto alla soluzione convenz.
			m	W/(m <sup>2</sup> K)		kL/m <sup>2</sup>	
Var. 2-1	<b>Muri esterni</b>	Isolamento dei muri esterni	0,1	0,29	Riduzione delle perdite per conduzione attraverso i muri; riduzione delle perdite dai davanzali e cassonetti degli avvolgibili	90	90
Var. 2-2	<b>Piano terra</b>	Isolamento del piano terra e del soffitto dei corridoi di passaggio	0,07	0,5	Riduzione delle perdite per conduzione	100	100
Var. 2-3	<b>Tetto</b>	Isolamento del tetto dal lato esterno	0,12	0,23		100	100
Var. 2-4	<b>Finestre</b>	Doppi vetri con rivestimento basso emissivo		1,5	Riduzione delle perdite per conduzione; riduzione delle perdite dai cassonetti degli avvolgibili	625	625
Var. 2-5	<b>Balconi</b>	Chiusura dei balconi con verande; preriscaldamento dell'aria fresca		1,5	Riduzione del ricambio d'aria da 0,8/h a 0,5/h, riduzione dei ponti termici (incluso isolamento del piano terra e sistema di ventilazione)	1.065	1.065

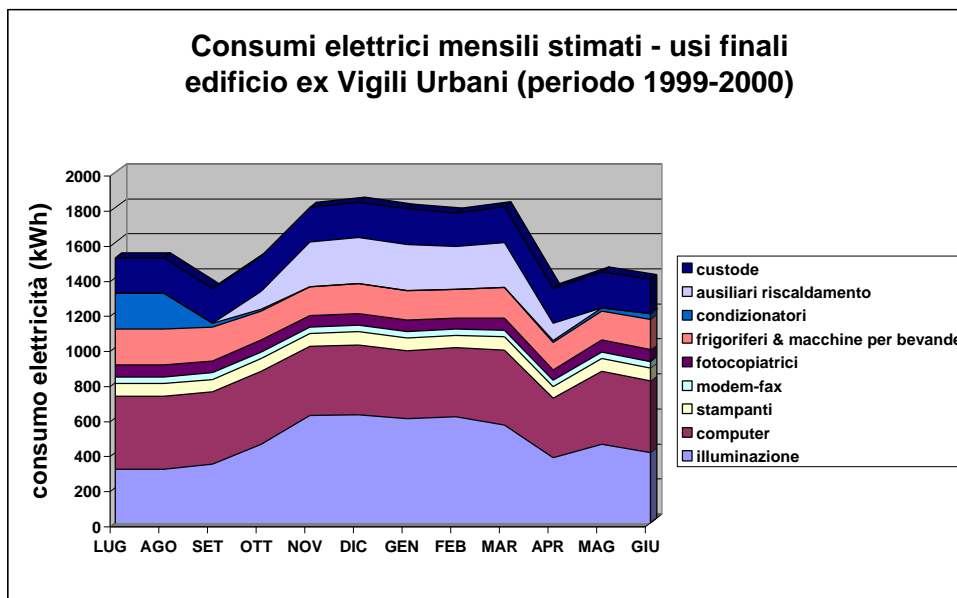
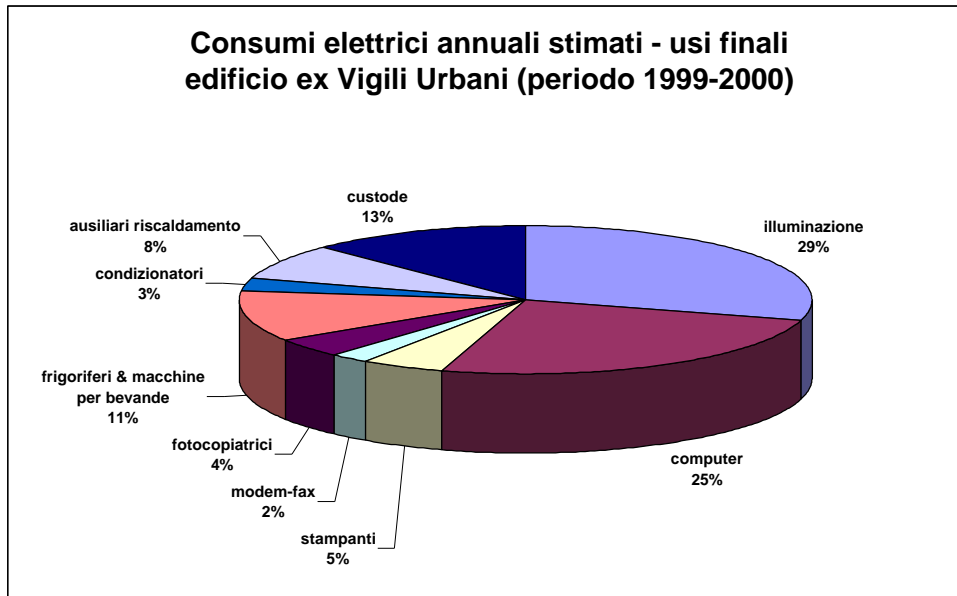
4 Solare fotovoltaico					
		Descrizione	Effetto	Costo unitario inclusa installazione, IVA esclusa	Extra-costi rispetto alla soluzione convenz.
				kL/kW <sub>p</sub>	
		Impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica	Produzione di elettricità (1kW <sub>p</sub> ca 10 m <sup>2</sup> 150 kWh <sub>e</sub> /m <sup>2</sup> /a)	15000	15000

### Risparmio combustibile e pay-back time semplice per gli interventi di risparmio termico



**Risparmio energetico, riduzione delle emissioni e simple pay-back time per gli scenari**





### Interventi di risparmio negli usi finali elettrici

Denominazione	Descrizione
Elettrico 1	Illuminazione: sostituzione lampade alogene con lampade fluorescenti; installazione reattori elettronici per lampade fluorescenti
Elettrico 2	Apparecchiature: standby per PC; accensione stampanti e modem al momento dell'effettivo utilizzo; disinserzione dalla rete di tutti macchinari a fine giornata
Scenario Elettrico	Mix Elettrico 1 ed Elettrico 2

**Risultati dell'analisi degli interventi di risparmio negli usi finali elettrici**

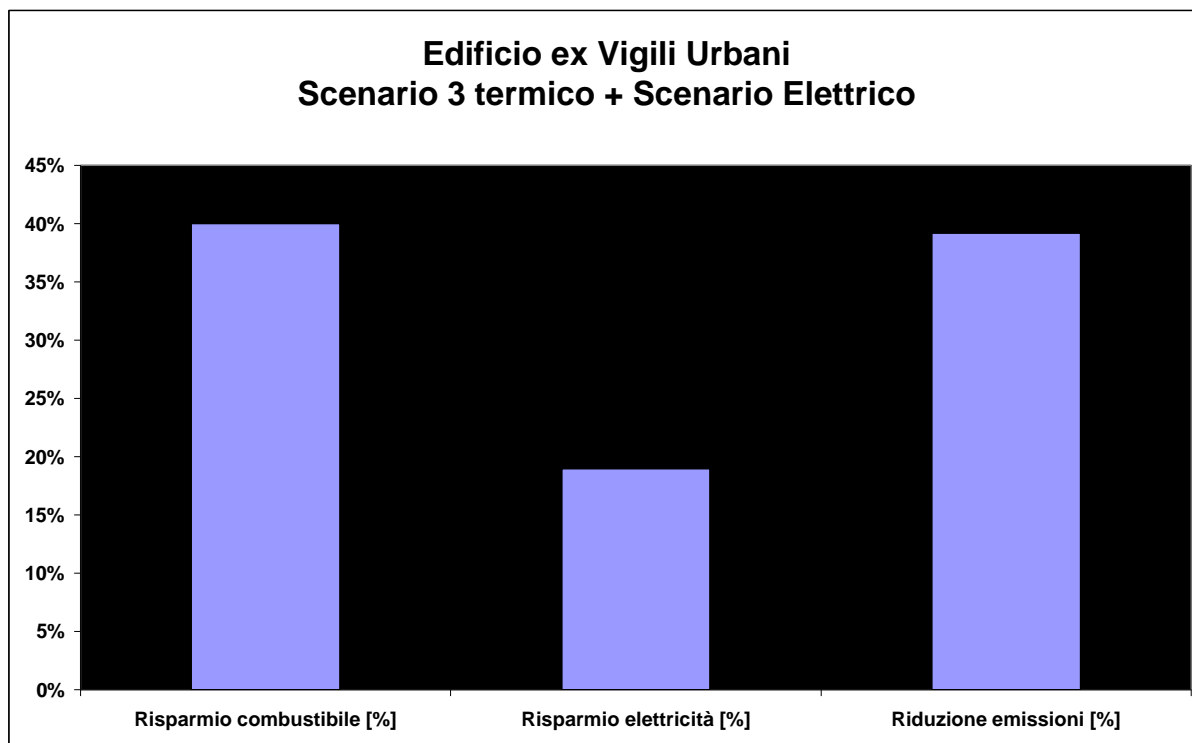
	Consumo annuo	Consumo specifico annuo	Risparmio energetico	Risparmio energetico percent. <sup>1</sup>	Emissioni di gas di serra (CO <sub>2</sub> - equiv.)	Riduzione emissioni	Costo dell' intervento	Extra-costi dell' intervento	Cost- benefit ratio	Costi addizionali di manutenz. <sup>2</sup>	Risparmio economico annuo <sup>3</sup>	Simple Pay-back time
	<b>MWh/a</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a )</b>	<b>MWh/a</b>	<b>%</b>	<b>t/a</b>	<b>t/a</b>	<b>kL</b>	<b>kL</b>	<b>L/(kWh/a)</b>	<b>kL/a</b>	<b>kL/a</b>	<b>a</b>
Caso attuale	19044	32			12,5							
Elettrico 1	17586	29	1458	8% (26%)	11,6	1,0	4700	4000	2727	-27	362	10
Elettrico 2	16822	28	2222	12% (20%)	11,1	1,5	0	0	0	0	552	0
Scenario elettrico	15364	26	3680	19%	10,1	2,4	4700	4000	1081	-27	917	4

<sup>1</sup> tra parentesi viene indicato il risparmio percentuale rispetto all'uso finale su cui si interviene (illuminazione o equipment)

<sup>2</sup> il segno negativo sta ad indicare che si ha un risparmio sui costi di manutenzione

<sup>3</sup> il risparmio annuo è calcolato sulla riduzione dei consumi (non si tiene conto di una eventuale riduzione della potenza impegnata)

**Combinazione dello Scenario 3 termico con lo Scenario Elettrico**



L'investimento aggiuntivo necessario per realizzare insieme i due scenari è pari a poco meno di 250 milioni di Lire (l'investimento complessivo è stimato intorno ai 280-290<sup>1</sup> milioni di Lire), con un tempo di ritorno inferiore ai 10 anni (9 anni e mezzo).

<sup>1</sup> Non sono stati inclusi i costi per il rinnovo degli impianti elettrici e degli apparecchi illuminanti