



*Piano di Miglioramento dell'Efficienza Energetica (PMEE)  
degli immobili pubblici di proprietà del Comune di Agnone*

**WP4 activities:  
Task 4.4 - Energy Plan  
Report D 4.4**

*Ottobre 2014*

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE



**IZI** METODI, ANALISI  
E VALUTAZIONI ECONOMICHE

*Technical support service of Molise Region*



Consorzio Zero Energy Building  
PROJECTS, CONSULTING, TRAINING & SERVICES



## Sommario

1	Premesse .....	4
2	Catalogo delle possibili misure di Miglioramento dell'Efficienza Energetica .....	6
2.1	Soluzioni per l'involucro edilizio .....	6
2.1.1	Isolamento termico delle pareti perimetrali .....	6
2.1.2	Isolamento termico della copertura .....	7
2.1.3	Isolamento termico del solaio di base .....	8
2.1.4	Sostituzione dei serramenti .....	8
2.2	Soluzioni per gli impianti tecnologici .....	9
2.2.1	Sostituzione di generatori di calore con generatori a condensazione .....	9
2.2.2	Sostituzione degli scaldacqua elettrici con pompe di calore elettriche .....	10
2.2.3	Installazione di impianto fotovoltaico .....	10
2.2.4	Installazione di collettori solari termici .....	11
2.2.5	Sostituzione di lampade a incandescenza, fluorescenti e alogene con lampade a LED .....	11
2.3	Soluzioni finanziarie e strumenti di incentivazione .....	12
2.3.1	Il "Conto Termico" .....	12
2.3.2	Fotovoltaico in regime "scambio sul posto" .....	13
2.3.3	Applicabilità dei "certificati bianchi" .....	15
3	Criteri per la valutazione delle misure di Miglioramento dell'Efficienza Energetica .....	18
3.1	Interventi su involucro edilizio .....	19
3.2	Interventi su impianti tecnologici .....	19
3.3	Costi di manodopera .....	21
3.4	Vita Tecnica .....	22
3.5	Metodologia utilizzata per l'analisi del rapporto costi benefici .....	22
4	Analisi rapporto costi benefici delle soluzioni di MEE .....	24
4.1	Municipio .....	26





4.2	Palazzo San Francesco .....	30
4.3	Palazzo dei Filippini .....	33
4.4	Palazzo Bonanni.....	36
4.5	Palazzo Nuova Pretura .....	39
4.6	Scuola Elementare.....	42
4.7	Asilio nido .....	45
4.8	Scuola Materna .....	48
5	Selezione delle soluzioni di MEE .....	51



## 1 Premesse

**ALTERENERGY** (Sostenibilità energetica nei piccoli comuni dell'area adriatica) è un Progetto Strategico finanziato nell'ambito del Programma di Cooperazione Transfrontaliera IPA-Adriatico 2007-2013.

Lanciato a settembre 2011, con un budget complessivo di 12,5 Mln di Euro e con una durata di 4 anni (fine lavori agosto 2015), ALTERENERGY mira a promuovere la sostenibilità energetica attraverso l'utilizzo sempre più esteso delle fonti di energia rinnovabile e la diffusione di interventi di efficientamento e risparmio energetico, volendo così contribuire al conseguimento degli obiettivi europei previsti per il 2020.

In particolare, il Progetto Strategico promuove la **sostenibilità nelle piccole comunità** adriatiche (aventi popolazione inferiore a 10.000 abitanti) attraverso un **approccio integrato per l'uso efficiente dell'energia e la sua produzione da fonti rinnovabili**.

L'obiettivo specifico di ALTERENERGY è dunque quello di sviluppare **modelli replicabili di gestione sostenibile delle risorse energetiche** nelle piccole comunità adriatiche, migliorando la loro **capacità di pianificare e gestire azioni integrate** di risparmio energetico e produzione di energia da fonti rinnovabili.

In tale ambito, la **Regione Molise** (Partner del Progetto Strategico ALTERENERGY<sup>1</sup>) ha individuato il **Comune di Agnone** quale comunità molisana destinata ad ospitare le attività sperimentali di Progetto (la sottoscrizione del Protocollo d'intesa tra Regione e Comune è avvenuta in data 17/12/2013).

La Regione Molise ha inoltre selezionato, con procedura di evidenza pubblica, come **oggetto incaricato del servizio di supporto tecnico al Progetto Alterenergy in Molise**, il Raggruppamento Temporaneo di Imprese composto da *IZI spa* e il Consorzio *EdilNEZ*, di cui fanno parte *CRESME Consulting* e *Aforis*.

Tra le attività svolte in Molise vi sono quelle finalizzate alla definizione di un **Piano di Miglioramento dell'Efficienza Energetica (PMEE) degli immobili pubblici di proprietà del Comune di Agnone**, realizzate con il supporto della web application *Planergy™*, uno specifico sistema informativo per il **monitoraggio energetico del patrimonio immobiliare pubblico**.

Tali attività, coerenti con quanto previsto nel dei Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) approvato dal Comune di Agnone a maggio 2013, sono articolate secondo le seguenti tre fasi.

1. **Energy Assessment:** raccolta – mediante indagine di campo – sistematizzazione e analisi dei dati sugli immobili e sui relativi consumi e prestazioni energetiche (rif. *WP4 activities - Task 4.3*);
2. **Energy plan:** individuazione, tramite analisi tecnica desk e approccio quanti-qualitativo basato sugli esiti della prima fase, di possibili soluzioni di *Miglioramento dell'Efficienza Energetica (MEE)*, quali interventi su involucro edilizio e impianti, con stima di massima del rapporto costi-benefici e

<sup>1</sup> ALTERENERGY coinvolge in partenariato 18 organizzazioni, tra cui Regioni, Ministeri ed Agenzie governative per l'energia appartenenti a tutti i Paesi dell'area Adriatica: Italia (Puglia, Abruzzo, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Marche, Molise, Veneto), Albania, Bosnia Herzegovina, Croazia, Grecia, Montenegro, Serbia e Slovenia

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE



**IZI METODI, ANALISI  
E VALUTAZIONI ECONOMICHE**

*Technical support service of Molise Region*



Consorzio Zero Energy Building  
PROJECTS, CONSULTING, TRAINING & SERVICES



conseguente selezione di un panel di soluzioni tecniche applicabili con esiti positivi al compendio immobiliare analizzato (rif. WP4 activities -Task 4.4);

3. **Financial Plan Definition:** formulazione, anche sulla base di verifica tecnica di campo sulle ipotesi di cui sopra, di un Piano finanziario con individuazione delle procedure per l'attuazione del PMEE, (rif. WP6 activities -Task 6.2)

Il presente documento è il **Report D 4.4**, relativo alle predette **attività di pianificazione energetica**.

Il piano è elaborato per n° **8 immobili di proprietà del Comune di Agnone**, sulla base del quadro informativo ricostruito nella prima fase di Energy Assessment, per il quale si rimanda al *Report D 4.3*, riepilogato nella seguente tabella:

Codice	Complesso	Uso prevalente	nLAV medio (1)	NUT medio	apertura sett. (hr)	S/V	sup. utiliz int & est (Mq)	sup. interna disponibile (Mq)	sup ut interna utilizzata (Mq)	tempo climatizzazione (%) (2)	tempo utilizzo (%) (3)	Energia Primaria (KW/hp) (media 2011-13)	Indice consumo KW/hp/Mq (media 2011-14)	Emmissioni CO2 (Kg CO2) (mean 2011-2014)
1	Municipio	Uffici	32,3		44	0,68	1.818	1.490	1.490	26,2%	81,5%	166.258	112	70.707
2	Palazzo San Francesco	Biblioteca	3,4		44	0,49	2.940	1.823	1.570	26,2%	81,5%	95.297	61	37.605
3	Palazzo dei Filippini	Palazzo storico	0		0	0,85	643	459	0	0,0%	0,0%	3.845		2.097
4	Palazzo Bonanni	Uffici	17		39	0,46	1.738	1.532	485	23,2%	72,2%	50.294	104	22.950
5	Palazzo Nuova Pretura	Uffici	8,5		25	0,57	1.350	1.350	1.350	14,9%	46,3%	84.289	62	30.776
6	Scuola elementare Capoluogo Marinelli	Istruzione	19,55	138	52	0,54	2.020	1.500	1.500	31,0%	96,3%	245.876	164	85.911
7	Scuola Materna	Istruzione	9,35	70	45	0,68	908	608	608	26,8%	83,3%	85.238	140	33.498
8	Asilo nido Ape Maia	Istruzione	4,25	29	45	0,84	470	220	220	26,8%	83,3%	10.818	49	3.323

(1) Per tutti 'Percentuale Media Utilizzo da parte dei lavoratori' = 85%

(2) Percentuale tempo di apertura su base settimanale (168 ore sett.)

(3) Percentuale tempo di apertura su livello standard 54 ore per settimana

L'individuazione delle soluzioni di **Miglioramento dell'Efficienza Energetica** (MEE) applicabili al predetto compendio immobiliare è realizzata attraverso le seguenti 3 fasi:

1. Costruzione di un **catalogo** di soluzioni di MEE applicabili al caso in esame.
2. **Stima** dei costi e degli effetti dell'applicazione delle predette soluzioni ad ognuno degli 8 immobili.
3. Valutazione del **rapporto costi-benefici** e selezione delle misure di MEE applicabili con esito positivo al compendio immobiliare analizzato.

## 2 Catalogo delle possibili misure di Miglioramento dell'Efficienza Energetica

Ai fini della valutazione e selezione di misure di Miglioramento dell'Efficienza Energetica da applicare al compendio immobiliare in oggetto, sono state individuate le soluzioni di seguito descritte, appartenenti alle seguenti tre categorie:

- soluzioni di miglioramento dell'involucro edilizio;
- soluzioni di miglioramento degli impianti tecnologici;
- strumenti di incentivazione all'efficienza energetica.

### 2.1 Soluzioni per l'involucro edilizio

Nel seguito sono descritte soluzioni di Miglioramento dell'Efficienza Energetica realizzabili attraverso il miglioramento delle performance dell'involucro edilizio.

#### 2.1.1 Isolamento termico delle pareti perimetrali

Due soluzioni considerate applicabili in alternativa:

##### ▪ Isolamento a Cappotto

Con il termine 'cappotto' s'intende comunemente l'isolamento termico degli edifici dall'esterno, attraverso l'applicazione di un rivestimento isolante, come perlite, fibrocementa, lana di roccia, ecc. Tale tecnologia permette di ridurre gli effetti indotti nelle strutture e negli elementi murari dalle variazioni rapide o notevoli della temperatura esterna. Il sistema consente, infatti, di mantenere le pareti isolate a una temperatura più elevata, evitando fenomeni di condensa e aumentando il comfort interno. Questa tipologia di coibentazione permette, inoltre, di realizzare un isolamento continuo anche laddove sono presenti elementi strutturali, come pilastri o travi, riducendo così le dispersioni dovute ai ponti termici. Ad oggi, il cappotto rappresenta uno dei sistemi di coibentazione più efficaci sia per operazioni su nuove costruzioni che su edifici esistenti. E' un sistema che può essere applicato a tutti i tipi di pareti e comportando un intervento dall'esterno, esso evita disagi agli utenti degli edifici in cui è richiesto l'intervento.

Il costo medio indicativo di tale intervento si aggira intorno a 75-100 euro/mq (comprensivi di materiale, posa in opera ed eventuali ponteggi) e i benefici ottenibili dipendono dal grado di isolamento raggiunto grazie al cappotto. Con un buon intervento i costi di riscaldamento possono essere abbattuti anche fino al 30%.



### ▪ Isolamento Interno

Questo intervento prevede il posizionamento dello strato isolante internamente alle pareti perimetrali dell'edificio. Sebbene sia economicamente più vantaggioso del cappotto, l'isolamento interno non è in grado di proteggere totalmente le murature esterne, lasciando scoperto lo scheletro portante, col rischio di accentuare i ponti termici già esistenti. Generalmente vengono utilizzati pannelli isolanti con bassi spessori, per non ridurre eccessivamente il volume utile, ma soprattutto per evitare formazione di condensa con conseguente proliferazione di muffe. L'isolamento interno rappresenta un'opzione valida nei casi in cui si debba intervenire su edifici storici vincolati o in presenza di facciate di pregio architettonico o materico. In questo caso la spesa dell'intervento è stimata tra i 40-70 euro/mq, per un risparmio del 15 - 25 %. Il costo è generalmente inferiore rispetto al cappotto, in considerazione di spessori minori e in quanto non si rende necessaria la presenza di ponteggi.

#### 2.1.2 Isolamento termico della copertura

Due soluzioni considerate applicabili in alternativa:

### ▪ Isolamento all'intradosso

L'isolamento all'estradosso di una copertura piana consiste nella coibentazione del solaio dall'interno. La tecnica comporta la posa in opera di pannelli isolanti, in genere prefabbricati e solo da tinteggiare, da incollare sull'intradosso della soletta. In altri casi si utilizza un pacchetto costituito da componente isolante e gesso rivestito con alluminio.

L'isolamento termico della copertura inclinata effettuato all'intradosso rappresenta uno dei sistemi più adottati negli edifici dotati di sottotetto agibile. Il sistema comporta la posa in opera dell'isolante direttamente sulla struttura della falda, mediante l'utilizzo anche di elementi prefiniti a gesso, contenenti l'isolante, e che si prestano a essere ulteriormente trattati. Affinché il materiale coibente conservi nel tempo le sue caratteristiche, è utile che esso sia sempre protetto verso l'interno da un'adeguata barriera al vapore che deve essere continua, senza interruzioni.

La coibentazione all'intradosso della copertura, sia piana che inclinata, è paragonabile all'isolamento interno delle pareti verticali, per questa ragione in entrambi i casi si è considerato un costo unitario dell'intervento pari a 40-70 euro/mq, per un risparmio ottenibile compreso fra il 15 e il 20%.

### ▪ Isolamento all'estradosso

La coibentazione di una copertura piana all'estradosso consente di operare molto efficacemente in quelle coperture obsolete, o non realizzate a regola d'arte, che non sono più in grado di garantire il comfort termico. Dal punto di vista tecnologico, il sistema prevede l'applicazione al di sopra della struttura esistente di un nuovo strato isolante, di un nuovo manto impermeabile ed infine, di una protezione del manto stesso

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE



**IZI** METODI, ANALISI  
E VALUTAZIONI ECONOMICHE

Technical support service of Molise Region



Consorzio Zero Energy Building  
PROJECTS, CONSULTING, TRAINING & SERVICES



conforme all'uso che tale copertura dovrà avere: ghiaia ed argilla espansa se non praticabile, pavimentazione se praticabile.

Nel caso di coperture a falde inclinate, l'isolamento all'estradosso consiste nel porre in opera l'isolante subito sotto le tegole, i coppi o le lastre della copertura, sostenuto dalle falde inclinate del tetto. Dal punto di vista tecnologico, nelle solette piene in c.a. o laterocemento, l'isolante va posto sull'estradosso della falda, tra listelli di legno posati longitudinalmente nel senso della pendenza.

Per entrambe le soluzioni di isolamento all'estradosso si può considerare un costo medio che si aggira intorno a 75-100 euro/mq e un risparmio ottenibile tra 25% e 30%.

### 2.1.3 Isolamento termico del solaio di base

In questo caso l'isolamento riguarda elementi orizzontali a contatto con ambienti non riscaldati (o all'aria aperta) come cantine, garage, taverne, terrazzi, porticati o a contatto con il terreno. A seconda della tipologia e dell'utilizzo dell'ambiente di separazione, è necessario selezionare accuratamente le caratteristiche che il materiale isolante deve possedere. L'applicazione ideale è porre l'isolante all'intradosso, come ultimo strato verso l'ambiente non riscaldato per godere degli stessi vantaggi del cappotto esterno; inoltre, laddove ciò è tecnicamente fattibile, consente di non sottrarre altezza utile negli ambienti in quanto va collocato nei garage o cantine che non essendo abitabili richiedono un'altezza interna minore. Il costo medio indicativo di tale intervento si aggira intorno a 20-50 euro/mq e, con un buon intervento, i costi dell'energia possono essere abbattuti anche fino al 10%.

### 2.1.4 Sostituzione dei serramenti

La diffusione di questo intervento è legata alla sua semplicità; la sostituzione dei serramenti è infatti quello meno invasivo. L'efficienza del nuovo serramento dipende però da diversi fattori. Innanzi tutto, per garantire elevate prestazioni del sistema è necessario utilizzare telai ad elevate prestazioni quali: legno, materiali polimerici (PVC) con anima in metallo, profilato metallico (alluminio, acciaio) con taglio termico misto metallo legno e metallo polimero. Le vetrate isolanti attualmente sul mercato sono composte da 2 (o 3) lastre di vetro bassoemissivo distanziate da una intercapedine che racchiude gas nobili, come l'argon, che avendo una conducibilità inferiore a quella dell'aria, aiutano a migliorare le prestazioni di isolamento termico. I vetri bassoemissivi, trattati con un invisibile strato di metallo vaporizzato, hanno la capacità di riflettere verso l'interno degli ambienti una parte del flusso di calore irraggiato dagli elementi riscaldanti, riducendo quindi i consumi energetici necessari per mantenere la temperatura interna desiderata. Infine, risulta fondamentale la corretta posa in opera dei serramenti, in particolare del nodo di ancoraggio tra telaio fisso e muratura e tra telaio e davanzale per evitare ponti termici e avere infissi a tenuta. È quindi di primaria importanza selezionare con cura l'impresa che eseguirà l'intervento perché dalla qualità della



posa, effettuata garantendo una perfetta tenuta all'aria e al vento, dipende gran parte dell'efficienza del serramento. Per tutte queste ragioni, la sostituzione dei serramenti risulta ad oggi tra gli interventi di riqualificazione economicamente meno vantaggiosi, soprattutto in riferimento alle percentuali di risparmio ottenibile. Si stima, infatti, una riduzione della bolletta energetica del 10% a fronte di una spesa di 350-550 euro/mq.

## 2.2 Soluzioni per gli impianti tecnologici

Nel seguito sono descritte soluzioni di Miglioramento dell'Efficienza Energetica realizzabili attraverso il miglioramento delle performance degli impianti tecnologici

### 2.2.1 Sostituzione di generatori di calore con generatori a condensazione

Sono proposte caldaie a condensazione modulanti, che consentono di implementare soluzioni ottimali per impianti termici con fabbisogno energetico anche elevato. Le alte potenze dell'impianto possono essere raggiunte sia installando un solo gruppo – caldaia, sia installando più gruppi in cascata<sup>2</sup>. Le caldaie sono dotate di una piattaforma elettronica di termoregolazione che offre la possibilità di raggiungere elevate prestazioni energetiche con basse emissioni, riuscendo a soddisfare l'esigenza di temperature-ambiente confortevoli. Il risparmio annuo è determinato dall'alta efficienza della caldaia a condensazione. A parità di metri cubi di gas combusto la caldaia a condensazione, grazie alla sua tecnologia, fornisce più calore di combustione producendo più kWh di energia termica. Infatti una centrale termica a metano tradizionale sfrutta il potere calorifico inferiore (PCI) mentre quella a condensazione sfrutta il potere calorifico superiore (PCS) grazie alla tecnologia energetica di recupero del calore latente di condensazione del vapore acqueo contenuto nei fumi della combustione con una conseguente riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Il valore numerico del potere calorifico è molto variabile e dipende dall'origine del materiale e dai trattamenti subiti. I valori di riferimento per il metano<sup>3</sup> adottati sono:

$$PCI = 31,65 \text{ MJ/m}^3 \quad - \quad PCS = 35,16 \text{ MJ/m}^3$$

<sup>2</sup> Catalogo: "Sistemi termici a condensazione alta potenza HT BAXI"

<sup>3</sup> Tabelle dei laboratori di Oak Ridge: Lower and Higher Heating Values of Gas, Liquid and Solid Fuels

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE



**IZI** METODI, ANALISI  
E VALUTAZIONI ECONOMICHE

Technical support service of Molise Region



Consorzio Zero Energy Building  
PROJECTS, CONSULTING, TRAINING & SERVICES



### 2.2.2 Sostituzione degli scaldacqua elettrici con pompe di calore elettriche

La tecnologia ipotizzata è una pompa di calore aria – acqua murale con accumulo, in materiale plastico ad alto isolamento termico. Questo sistema di pompa è in grado di soddisfare il fabbisogno di ACS in grandi quantità in modo istantaneo. Il principio di funzionamento della pompa di calore elettrica si basa sul trasferimento di calore da una fonte a temperatura minore a una fonte a temperatura maggiore, utilizzando l'energia elettrica. Le prestazioni delle pompe di calore sono espresse tramite il coefficiente di prestazione  $COP$ , rapporto tra il calore reso disponibile alla sorgente  $Q$  e l'energia elettrica consumata  $E$ .

Nello scaldacqua a pompa di calore il coefficiente risulta molto alto ( $COP \approx 3$ ) se confrontato con l'efficienza di conversione ( $\eta \approx 0,9$ ) di uno scaldacqua elettrico, rendendo conveniente il suo utilizzo per la produzione di ACS.

Come tempo di funzionamento  $T_f$  degli scaldacqua elettrici negli edifici in cui essi sono presenti, si considera il tempo di riscaldamento indicato nelle schede tecniche dei modelli proposti. Questo tempo viene fornito per un  $\Delta T = 45^\circ C$  e dipende fortemente dalla potenza e dal volume di accumulo che sono diversi nei vari edifici; pertanto non è possibile indicare in questa sede un valore di riferimento preciso. A titolo di esempio: per un volume di 10 litri il tempo di funzionamento si aggira intorno a 30', mentre per un volume di 50 litri si attesta intorno a 2h 30'.

Per valutare il fabbisogno termico per ACS:  $F_{ACS} [KWh_t]$  si utilizza la seguente relazione, dove  $P_n$  è la potenza nominale  $[KW]$ ,  $T_f$  è il tempo di funzionamento annuale complessivo in ore; come efficienza di conversione  $\eta$  si è assunto il valore di riferimento 0,9:

FABBISOGNO TERMICO

$$F_{ACS} = \eta \times P_n \times T_f$$

ANNUO PER ACS  $[KWh_t] \rightarrow$

10

### 2.2.3 Installazione di impianto fotovoltaico

La tecnologia ipotizzata è costituita da moduli fotovoltaici ad alta efficienza di 60 celle in silicio policristallino, ognuno da 240 KW. Tale tecnologia garantisce prestazioni ottimali anche in regime di basso irraggiamento, tenendo conto della fascia climatica di Agnone. La protezione delle celle verso l'esterno è resa possibile grazie a un vetro temperato, adatto all'integrazione architettonica e al clima rigido. Sinteticamente il principio fisico di funzionamento della generazione di corrente elettrica fotovoltaica consiste nell'effetto fotoelettrico su un materiale semiconduttore (silicio) irradiato da luce. L'energia elettrica così prodotta può essere consumata istantaneamente, stoccata in accumulatori oppure immessa in rete, a seconda dell'andamento del carico e della generazione di corrente nel tempo.

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE



IZI METODI, ANALISI  
E VALUTAZIONI ECONOMICHE

Technical support service of Molise Region



Consorzio Zero Energy Building  
PROJECTS, CONSULTING, TRAINING & SERVICES



Ciò determina una criticità di questa tecnologia: l'aleatorietà della produzione, con la conseguente impossibilità di soddisfare il fabbisogno in modo costante nell'arco dell'intera giornata e di determinare a priori l'energia prodotta/consumata.

#### 2.2.4 Installazione di collettori solari termici

La tecnologia ipotizzata è costituita da collettori solari piani vetrati con accumulo variabile da 200 litri a 300 litri, a circolazione naturale ad alta efficienza. Sinteticamente il principio fisico di funzionamento si basa sul fenomeno dell'assorbimento, cioè la conversione dell'energia irradiata dalla luce solare in energia termica. La presenza del vetro (opaco all'ultravioletto e trasparente al visibile) permette di ottimizzare l'energia termica solare, grazie all'effetto serra che imprigiona la radiazione. Lo spessore del vetro varia da una marca all'altra e si aggira dai 3 mm ai 4,5 mm per garantire la massima trasparenza e una buona protezione; inoltre il vetro viene opportunamente trattato con antiriflesso.

#### 2.2.5 Sostituzione di lampade a incandescenza, fluorescenti e alogene con lampade a LED

La tecnologia delle lampade a LED (Light Emitting Diode) sfrutta le proprietà ottiche di alcuni semiconduttori per produrre fotoni attraverso il fenomeno dell'emissione spontanea. I LED sono particolari diodi a giunzione p-n e il loro spettro di emissione varia in funzione notevolmente in della tipologia. Per l'illuminazione vengono usati LED con una buona copertura dell'intero spettro visibile. Le sorgenti luminose a LED, al contrario delle sorgenti luminose tradizionali, non tendono a spegnersi improvvisamente esaurita la loro vita utile: i LED infatti nel tempo diminuiscono gradualmente il loro flusso luminoso iniziale fino ad esaurirsi completamente in un periodo molto lungo. Il mantenimento del 70% del flusso iniziale corrisponde al limite al di sotto del quale l'occhio umano percepisce una riduzione della luce emessa.

Il principale vantaggio della sostituzione delle lampade tradizionali con quelle a LED consiste nella tecnologia di queste ultime, che possiedono un'efficienza luminosa molto più elevata.



## 2.3 Soluzioni finanziarie e strumenti di incentivazione

In questa sezione vengono esaminati alcuni sistemi di incentivazione attivabili congiuntamente alla realizzazione delle soluzioni fin qui descritte.

### 2.3.1 Il "Conto Termico"

Il primo Conto Termico (DM Sviluppo Economico del 28/12/12) ha stanziato incentivi per 200 milioni di Euro a favore delle Pubbliche Amministrazioni e prevede il sistema di incentivazione riepilogato nel seguente schema.

Il Conto Termico rappresenta a livello nazionale il primo strumento di incentivazione diretta della produzione di energia termica rinnovabile e il primo strumento che permette l'accesso della Pubblica Amministrazione agli interventi di efficientamento energetico degli edifici e degli impianti. E' rivolto ad amministrazioni pubbliche e a soggetti privati che possono avvalersi di una ESCO per la realizzazione degli interventi, utilizzando un contratto di finanziamento tramite terzi, di servizio energia o di rendimento energetico.

Per quanto riguarda gli enti competenti, il GSE è responsabile dell'attuazione e della gestione del meccanismo del conto termico, provvedendo anche all'assegnazione, all'erogazione, alla revoca degli incentivi e curando le verifiche. L'ENEA collabora alla predisposizione dei contenuti tecnici, partecipa alle verifiche, fornisce supporto specialistico al GSE e predispose la relazione annuale. L'Autorità per l'energia elettrica e il gas AEEG predispose il contratto tipo tra GSE e beneficiario e definisce le modalità con le quali le risorse per l'erogazione degli incentivi trovano copertura sul gettito delle componenti delle tariffe del gas. Il Conto termico è stato avviato nel mese di luglio 2013 e non sono disponibili dati di monitoraggio dei risparmi conseguibili su base storica.

Il limite massimo di potenza per poter accedere alla domanda di richiesta di incentivo pari a 1.000 kW termici o 1.000 metri quadri lordi di superficie per il solare termico.

Nel caso di interventi di efficienza energetica è stato posto un limite di spesa massimo in relazione al tipo di intervento effettuato.

L'incentivo viene quantificato in base alla tipologia di intervento, in funzione dell'incremento dell'efficienza energetica conseguibile con il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'immobile e in funzione dell'energia producibile con gli impianti alimentati a fonti rinnovabili.

L'incentivo copre una parte delle spese sostenute, ed è erogato in rate annuali per una durata variabile (fra 2 e 5 anni) in base agli interventi realizzati.



**Quadro delle incentivazioni legate al Conto Termico**

TIPOLOGIA INTERVENTO	CONDIZIONI PER PUBBLICA AMMINISTRAZIONE
<p><b>Efficientamento involucro edilizio</b> (coibentazione pareti e coperture, sostituzione serramenti e installazione schermature solari)</p>	<p><b>Modalità di accesso:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>diretto</u>, a seguito della conclusione degli interventi</li> <li>• <u>prenotazione dell'incentivo</u>, con inizio lavori entro 60gg dallo stanziamento dei fondi</li> </ul> <p><b>Incentivo:</b> 40% costo, con limiti al mq e complessivi (per intervento) <b>Durata:</b> 5 anni</p> <p><b>Requisiti tecnici:</b> Valori max di trasmittanza (per involucro); valori min. di rendimento termico (per impianti)</p>
<p>Installazione (in sostituzione) di <b>caldaie a condensazione</b></p>	
<p><b>Sostituzione di impianti</b> di riscaldamento con pompe di calore con potenza termica utile nominale inferiore o uguale a 500 kW, installazione di sistemi di solar cooling, collettori solari termici, sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore</p>	<p><b>Modalità di accesso:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>diretto</u>, a seguito della conclusione degli interventi</li> <li>• <u>prenotazione dell'incentivo</u>, con inizio lavori entro 60gg dallo stanziamento dei fondi</li> </ul> <p><b>Incentivo:</b> tariffe diversificate per tipologie di impianto, applicate all'energia termica prodotta stimata (per pompa di calore); tariffa a mq per sistemi di solar cooling e solare termico. <b>Durata:</b> 2 anni per sostituzioni impianti fino a 35KW; 5 anni negli altri casi</p> <p><b>Requisiti tecnici:</b> valori min. di rendimento e prestazioni</p>
<p><b>Sostituzione di impianti</b> di riscaldamento con pompe di calore, con potenza termica utile nominale maggiore di 500 kW ed inferiore o uguale a 1000 kW</p>	<p><b>Modalità di accesso:</b> <u>iscrizione ai Registri</u>, di interventi ancora da realizzare, nei limiti dei contingenti di spesa previsti, ove disponibili, alla data di pubblicazione del bando.</p> <p><b>Incentivo, durata e requisiti tecnici minimi:</b> come sopra</p>

Per quanto riguarda il calcolo e la durata degli incentivi si fa riferimento al documento del GSE: "Regole applicative del D.M. 28/12/2012".

**2.3.2 Fotovoltaico in regime "scambio sul posto"**

Lo **scambio sul posto**, regolato dalla Delibera ARG/elt 74/08, è una particolare modalità di valorizzazione dell'energia elettrica (impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza fino a 200 kW), che consente di

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE



**IZI METODI, ANALISI E VALUTAZIONI ECONOMICHE**

Technical support service of Molise Region



Consorzio Zero Energy Building

PROJECTS, CONSULTING, TRAINING & SERVICES



realizzare una specifica forma di autoconsumo immettendo in rete l'energia elettrica prodotta ma non direttamente autoconsumata, per poi prelevarla in un momento differente da quello in cui avviene la produzione.

Esso consente di ottenere una compensazione tra il valore economico associabile all'energia elettrica prodotta e immessa in rete e il valore economico associabile all'energia elettrica prelevata e consumata in un periodo differente da quello in cui avviene la produzione.

Tale compensazione avviene tramite erogazione di un contributo in conto scambio (CS), che garantisce il rimborso di una parte degli oneri sostenuti dall'utente per il prelievo di energia elettrica dalla rete.

In sostanza, lo scambio sul posto può essere così semplificato:

- quando l'impianto fotovoltaico produce, l'energia prodotta
  - viene direttamente **auto-consumata** nel momento stesso della produzione oppure
  - viene **immessa in rete** e conteggiata dal contatore di scambio(in realtà esiste anche una terza opzione che qui viene tralasciata per le ridotte dimensioni degli impianti ipotizzabili: l'accumulo in batterie);
- quando l'impianto fotovoltaico non produce, l'energia necessaria viene **prelevata** dalla rete elettrica e pagata al fornitore;
- il **contributo** dello scambio sul posto ripaga l'utente per l'energia che ha immesso in rete, con la quota di valore dell'energia più il rimborso di parte dei servizi di rete: distribuzione, dispacciamento, misura, ed alcuni oneri generali di sistema.

14

Questa procedura è anche, eventualmente, cumulabile con i certificati bianchi nei limiti di questi ultimi (scheda standard 7T per impianti di potenza  $\leq 20\text{kW}$ ).

Si noti che al regime di scambio sul posto potrebbe integrarsi il regime di maggior favore previsto dall'articolo 10 comma 2 del D. Lgs. 115/2008, in termini di ulteriore esenzione dal pagamento di oneri generali di sistema e di tariffe di distribuzione e trasmissione: il regime di autoconsumo denominato **Sistema Efficiente di Utenza (SEU)**, per il quale l'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas ha dato attuazione con la deliberazione 12 Dicembre 2013 n. 578 del 2013, ma ancora non è stata emanata la regola applicativa dal GSE.

Come detto, lo scambio sul posto permettere di ottenere una compensazione tra il valore economico associabile all'energia elettrica prodotta e immessa in rete e il valore economico associabile all'energia elettrica prelevata e consumata in un periodo differente da quello in cui avviene la produzione.



C'è da considerare, tuttavia, che il beneficio derivante dallo scambio sul posto è difficilmente determinabile a priori, poiché rimangono incognite sia la quota - parte di energia prodotta e istantaneamente consumata, sia la quota - parte immessa in rete.

### 2.3.3 Applicabilità dei “certificati bianchi”

In questo paragrafo viene effettuata una valutazione di fattibilità per i benefici ottenibili attraverso i certificati bianchi. Prima di esporne i risultati è opportuno richiamare alcune specifiche tecniche riguardanti il complesso meccanismo di acquisizione dei TEE. Se ne sintetizzano gli aspetti inerenti al caso –studio.

1) I certificati bianchi o TEE (titoli di efficienza energetica) sono un incentivo accessibile solo agli operatori accreditati, distinti in due categorie: soggetti obbligati e soggetti volontari. I soggetti volontari sono:

- le società di servizi energetici (SSE -anche conosciute come ESCO, Energy Service Company), le quali effettuano interventi finalizzati a realizzare risparmi energetici negli usi finali, assumendo su di sé il rischio dell'iniziativa;
- i distributori di energia elettrica e gas con meno di 50.000 clienti finali o le società controllate dai distributori obbligati;
- le società con obbligo di nomina degli Energy Manager (SEM)<sup>4</sup>, che superino un consumo energetico annuo di 10.000 tep per il settore industriale e 1.000 tep per gli altri settori;

Imprese operanti nei settori industriale, civile, terziario, agricolo, trasporti e servizi pubblici, compresi gli Enti pubblici, purché provvedano alla nomina dell'energy manager oppure siano certificati ISO 50001 e mantengano in essere queste condizioni per tutta la durata della vita tecnica dell'intervento.

2) Ogni Certificato Bianco ha un valore pari ad 1 Tep di risparmio energetico (tonnellata equivalente di petrolio) e attualmente si distinguono 8 tipi<sup>5</sup> di TEE, a seconda del tipo di risparmio da conseguire.

3) Il prezzo dei TEE è stato inizialmente fissato a 1 TEE= 100 € nel 2004 quando furono istituiti per la prima volta. Attualmente il costo oscilla secondo i parametri di mercato.

4) Per acquisire i TEE bisogna presentare al GSE un progetto denominato RVC (richiesta verifica e certificazioni) che preveda un risparmio energetico, seguendo le apposite linee guida.

5) Tali linee guida prevedono una soglia minima di risparmio per i progetti, fissata in 20 Tep (progetti standard), 40 Tep (progetti analitici) o 60 Tep (progetti a consuntivo). La differenza tra i tre tipi di RVC riguarda il metodo di valutazione e la tipologia di intervento. Afferiscono al settore civile principalmente le prime due tipologie, mentre la terza è peculiare del settore industriale.

<sup>4</sup> Gli Energy Manager sono figure professionali che hanno il compito di analizzare e ottimizzare il bilancio energetico delle aziende, pubbliche o private (ex art. 19 L. 10/91)

<sup>5</sup> Dati luglio 2014 del GME



- 6) La metodologia più semplice è quella standard, che prevede l'uso di schede tecniche precompilate. I risparmi sono determinati in funzione del numero di unità fisiche di riferimento (UFR) oggetto dell'intervento elementare stesso (come il numero di condizionatori ad aria esterna o i m<sup>2</sup> di pannelli solari). Non vengono richiesti rilievi in corso d'opera ai fini della certificazione dei risparmi.
- 7) Le schede di valutazione analitica incorporano, per il calcolo del risparmio, un algoritmo specifico alimentato da pochi parametri caratterizzanti lo stato di funzionamento e di assorbimento energetico dell'apparecchiatura oggetto dell'intervento. Il proponente si deve impegnare a installare un sistema di misura e a trasmettere i dati misurati almeno una volta all'anno, per la durata della vita utile, per vedersi riconosciuti i corrispondenti TEE.
- 8) Il metodo a consuntivo viene applicato alle proposte per le quali non sono disponibili schede tecniche. Il metodo a consuntivo comporta un'istruttoria molto più approfondita e complessa perché il proponente deve presentare una Proposta di Progetto e di Programma di Misura.
- 9) L'articolo 10 delle linee guida prevede che la dimensione minima sia conseguita a livello di risparmio netto integrale, che contiene un coefficiente di durabilità TAU tabellato in base al tipo di intervento. Di conseguenza il risparmio netto effettivo da conseguire è molto inferiore. Per esempio, assumendo tale valore pari a 2,65 (come nella maggior parte degli interventi tipo standard) il risparmio netto minimo deve essere pari a 7,5 Tep.

*dimensione minima del progetto per i TEE (fonte Enea)*

Tipologia di progetto	Dimensione minima del progetto	
	TEE/anno - Con tau (2,65)	tep/anno - Senza tau
Standardizzato	20	7,5
Analitico	40	15
A consuntivo	60	23

- 10) Bisogna prestare attenzione a questa soglia limite, in quanto il progetto è rigettato se essa non viene raggiunta, anche se ciò è vero solo per il primo RVC.
- 11) Un altro dato da tener presente è che la nuova normativa stabilisce la non cumulabilità con altri incentivi, quindi è necessario valutare attentamente la convenienza dei TEE.
- 12) Il mercato TEE si basa ad oggi principalmente su grossi processi industriali, come mostra l'ultimo rapporto del GSE (luglio 2014) che evidenzia come il numero di TEE emessi con modalità standardizzata (tipico del settore civile) risulti molto modesto. I progetti a consuntivo, tipici del settore industriale, ricoprono attualmente l'80% del totale.





In conclusione, per quanto riguarda il comune di Agnone, per utilizzare il sistema dei certificati bianchi è opportuno un progetto più ampio di quello qui considerato, che coinvolga anche altri segmenti quali l'illuminazione pubblica, lo smaltimento dei rifiuti ed il settore dei trasporti, settori da cui si può ottenere un risparmio più cospicuo.

Il presente progetto può rappresentare, in questo senso, una base di partenza per futuri studi di penetrazione delle tecnologie ad alta efficienza non relativi solo all'impiantistica installata a livello immobiliare, ma più in generale, in tutto il sistema di produzione, di distribuzione e di utilizzo dell'energia a livello comunale.



### 3 Criteri per la valutazione delle misure di Miglioramento dell'Efficienza Energetica

Ai fini della previsione dell'efficacia delle soluzioni proposte, della stima dei costi di realizzazione e dei risparmi energetici ottenibili, è stato necessario effettuare alcune ipotesi ad integrazione delle informazioni acquisite nella prima fase.

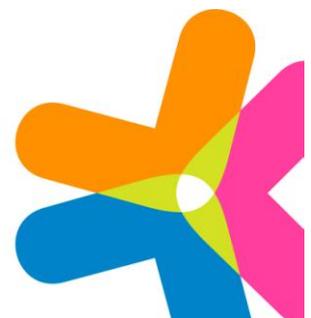
I costi unitari di riferimento, in mancanza di fonti bibliografiche aggiornate, sono stati stimati sulla base di un confronto fra gli attuali prezzi di mercato.

Si precisa che, in questa fase di pianificazione, sono state elaborate ipotesi di pre-fattibilità sulle opportunità di intervento per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici di proprietà del Comune di Agnone, che potranno essere verificate e approfondite in una successiva fase di progettazione tecnica.

L'obiettivo principale del lavoro è stato rivolto, quindi, alla individuazione degli interventi di efficientamento energetico e del conseguente risparmio ottenibile avendo a disposizione dati relativi alle consistenze edilizie di superficie (utile, opaca e trasparente) e di volume (complessivo e netto riscaldato) e di consumi effettivi di energia (elettrica e gas metano) nel triennio 2011-2013.

Per tutte queste ragioni, le percentuali di risparmio considerate per la stima sono state fissate all'interno dei range di riferimento riportati in letteratura (cfr. bibliografia), ma in termini cautelativi, anche tenendo conto dell'eventuale integrazione di due o più interventi (i risparmi calcolati singolarmente non sarebbero veritieri poiché il loro risultato non necessariamente si sommerebbe, essendo un intervento potenzialmente influenzato dall'altro). In prima approssimazione è comunque possibile considerare l'effetto totale come somma degli effetti singoli.

Gli interventi in catalogo sono stati applicati ai singoli edifici solo nei casi di assenza di impedimenti dovuti ad eventuali vincoli, trattandosi di edifici siti nel centro storico.



### 3.1 Interventi su involucro edilizio

Nella seguente tabella sono riepilogati i parametri utilizzati per le previsioni dell'efficacia delle soluzioni di Miglioramento dell'Efficienza energetica con interventi sull'involucro edilizio.

Soluzioni di miglioramento dell'efficienza energetica - Involucro edilizio -	Costo (materiale + montaggio) €/mq	Costo considerato per la stima €/mq	Risparmio energetico ottenibile	Risparmio considerato per la stima
<b>Isolamento termico Pareti perimetrali</b>	-	-	-	-
- Cappotto esterno	75-100	85	20 - 25 %	20%
- Isolamento interno	40-70	60	15 - 25 %	15%
<b>Isolamento termico Copertura</b>	-	-	-	-
- All'intradosso	40-70	55	15 - 20 %	15%
- All'estradosso	75-100	85	25 - 30 %	25%
<b>Isolamento termico solaio di base</b>	20-50	35	10%	7%
<b>Sostituzione serramenti</b>	350-550	400	10%	7%

(Tabella di riepilogo dei costi e dei risparmi)

19

#### Bibliografia

- ENEA - RSE-2009-121 Caratterizzazione dei consumi energetici nazionali delle strutture ad uso ufficio, Ricerca Sistema Elettrico
- ENEA - RSE-2009-165 Indagine sui consumi degli edifici pubblici (direzionale e scuole) e potenzialità degli interventi di efficienza energetica, Ricerca Sistema Elettrico
- ENEA - RSE-2010-193 Riqualificazione energetica di scuole: risultati di una campagna di monitoraggio, Ricerca Sistema Elettrico
- Valutazione del potenziale di risparmio energetico nell'edilizia residenziale e nel terziario in Puglia, ENEA, ARTI, Regione Puglia
- <http://www.energiaenergetica.enea.it/cittadini/la-certificazione-energetica-degli-edifici/quantificare-la-convenienza.aspx>

### 3.2 Interventi su impianti tecnologici

Per i **costi di investimento**, si è ricorso ai prezzi medi di listino attualmente sul mercato. Al calcolo del costo di ciascun impianto sono aggiunti i costi di installazione, il costo dello smontaggio, trasporto e smaltimento del vecchio impianto.

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE



**IZI** METODI, ANALISI  
E VALUTAZIONI ECONOMICHE

Technical support service of Molise Region



Consorzio Zero Energy Building  
PROJECTS, CONSULTING, TRAINING & SERVICES



Il **risparmio** di energia e di emissioni climalteranti per gli interventi di sostituzione dei generatori di calore sono stimati considerando la parità di energia termica prodotta ed il miglior rendimento della nuova tecnologia utilizzata.

Per l'installazione di **pannelli fotovoltaici**, è stata stimata la capacità di produzione energetica secondo parametri standard in letteratura per la zona specifica. Tale produzione è stata considerata in decurtazione ai fabbisogni, ovvero come risparmio energetico, per una quota forfettaria dell'80%. Il 100% si avrebbe nella condizione ottimale in cui tutta l'energia prodotta fosse contemporaneamente autoconsumata. In realtà, quando ciò non avvenisse, la quota di energia prodotta e non contemporaneamente consumata sarebbe parzialmente ripagata con il contributo di scambio sul posto. Si è stimato che la perdita forfettariamente nel 20% sia sufficiente a considerare quantità della predetta non contemporaneità (si consideri anche che l'installazione di impianti fotovoltaici è prevista su edifici utilizzati prevalentemente in ore diurne: Scuola Materna, Asilo Nido e Scuola Elementare), che l'effettiva quantificazione del contributo di scambio sul posto.

Per il calcolo del risparmio derivante dall'installazione di **collettori solari termici** (anche questi previsti nelle scuole) è stata stimata la producibilità di calore su dati ENEA per la zona specifica, per il tipo di collettore (piano) e per l'impianto di produzione termica sostituito e/o integrato (impianto a gas). Il fabbisogno medio giornaliero di ACS è stato stimato in 5 litri al giorno per utente, dato comunemente riportato in letteratura tecnica.

Nella **sostituzione di lampade** a incandescenza, fluorescenti e alogene con lampade a LED, il risparmio è dato dall'alta efficienza delle lampade a LED. I valori di efficienza luminosa presi a riferimento nel caso - studio sono stimati in:

$$\varepsilon = 10 \text{ lm/W per lampade a incandescenza}$$

$$\varepsilon = 20 \text{ lm/W per lampade alogene}$$

$$\varepsilon = 43,5 \text{ lm/W per lampade a fluorescenza}$$

$$\varepsilon = 83,3 \text{ lm/W per lampade a LED}$$

Per calcolare il risparmio ottenibile, si è stimato il tempo di accensione delle lampade esistenti (e il relativo fabbisogno energetico per l'illuminazione) pari alla metà dell'orario di apertura della struttura e si è considerata la differenza di efficienza luminosa dei LED che causa un minor consumo. La differenza tra la potenza inizialmente installata e quella proposta a LED, a parità di ore di accensione, fornisce il risparmio ottenuto in termini di energia elettrica consumata, emissioni evitate e minori costi.

## BIBLIOGRAFIA

- AEEG, *Rapporto 337/2014/1/EFR del 10 luglio 2014:*
- "STATO E PROSPETTIVE DEL MECCANISMO DEI TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA"
- ENEA, *Rapporto del 27 luglio 2014: "DOCUMENTO DI PREDISPOSIZIONE DEL PAEE, PIANO D'AZIONE ITALIANO PER L'EFFICIENZA ENERGETICA 2014"*
- ENEA, *UNITÀ TECNICA EFFICIENZA ENERGETICA: Guida Operativa 3.1: "Ottenere i certificati bianchi alla luce del DL 28/12/2012"*
- ENEA, *UNITÀ TECNICA EFFICIENZA ENERGETICA: "Scheda tecnica Collettori solari", 2012*
- ENEA, *UNITÀ TECNICA EFFICIENZA ENERGETICA: "Calcolo semplificato del risparmio annuo di energia in fonte primaria con l'installazione di pannelli solari", 2012*
- ENEA, *RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO: "Stato dell'arte dei LED (Light Emitting Diodes)", Franco Gugliemetti, Fabio Bisegna, Monica Barbalace - Ed. Sapienza, Roma 2011*
- GSE, *Deliberazione n. 111/04 e successive modifiche: "MANUALE PER LA RICHIESTA DI VERIFICA E CERTIFICAZIONE RISPARMI (RVC)"*
- GSE, *Allegati A alla deliberazione n. 111/04 e successive modifiche: "SCHEDE TECNICHE CERTIFICATI BIANCHI"*
- GSE: *"Regole applicative del D.M. 28/12/2012"*
- ISPRA, *Rapporti 135/2011: "PRODUZIONE TERMOELETTRICA ED EMISSIONI DI CO2"*
- ENEL: *"RAPPORTO AMBIENTALE 2012"*
- ARPA EMILIA ROMAGNA e FACOLTA' DI INGEGNERIA DI BOLOGNA: *"VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI INQUINANTI DI IMPIANTI TERMOELETTRICI A COMBUSTIBILE FOSSILE IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI DI ESERCIZIO" Autori vari, 2013*
- CNA ENERGIA: *"Schede informative sulle tecnologie energetiche pulite", 2012*
- COMUNE DI AGNONE, *PAES 2013: "PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE"*
- SCHEDE TECNICHE
  - *Catologo "Sistemi termici a condensazione alta potenza HT BAXI", 2013*
  - *Catologo "Pompe di calore elettriche ROTEX", Aprile 2013*
  - *Catologo "Pompe di calore elettriche StyleBoiler", 2014*
  - *Catologo Buderus "Sistemi di riscaldamento integrati", 2014*
  - *Catologo "Moduli fotovoltaici FVG Energy", 2013*
  - *Catologo Professionale "LED lamps Philips" - 1° trimestre 2014*

### 3.3 Costi di manodopera

Nel calcolo dei costi degli interventi è stato considerato il prezzo medio, individuato da un'indagine di mercato, comprensivo dei costi di installazione e al netto dell'incentivo più vantaggioso. La stima dei costi dell'installazione prende a riferimento il decreto legislativo 163/06<sup>6</sup> che sancisce l'obbligo delle Regioni a stilare un tariffario con validità 31/12, estendibile al 30 giugno dell'anno successivo. Per il Molise ci si attiene alla delibera 271 "ADOZIONE PREZZIARIO REGIONALE DELLE OPERE EDILI DEL MOLISE –PREZZIARIO 2014". I costi di installazione sono stati individuati in base al salario orario del settore installazione e

<sup>6</sup> Delibera del 30/06/14 - G.U. n. 100 del 2 maggio 2000



manutenzione impianti di un operaio di 5° categoria (ex operaio specializzato superiore: 30,44 €) e di uno di 4° categoria (ex operaio specializzato: 28,58 €). A titolo esemplificativo, secondo tali tabelle salariali il costo dell'istallazione per interventi che richiedano due operai per due giornate lavorative di 8 ore si può quantificare in circa 1000 €. A questi costi vanno aggiunti quello dello smontaggio, dello smaltimento del vecchio impianto e del trasporto e ulteriori costi accessori (tubazioni, rubinetterie...) la cui stima viene effettuata caso per caso.

### 3.4 Vita Tecnica

Si riepilogano i valori di vita tecnica considerati per i diversi interventi:

Isolamento dell'involucro e dei serramenti 30 anni

Impianti fotovoltaici con  $P < 20$  kw  $\rightarrow$  20 anni (GSE: scheda tecnica TEE)

Collettori solari per acs  $\rightarrow$  15 anni (GSE: scheda tecnica TEE)

Pompe di calore elettriche  $\rightarrow$  15 anni (GSE: scheda tecnica TEE)

Caldaie a condensazione  $\rightarrow$  MINIMO 15 anni (CNA energia)

Lampade a LED  $\rightarrow$  50000 ore di funzionamento (ENEA, Ricerca di sistema elettrico : " stato dell'arte LED")

### 3.5 Metodologia utilizzata per l'analisi del rapporto costi benefici

Per la valutazione delle varie soluzioni di efficientamento energetico individuate sono stati utilizzati i seguenti due indicatori:

1. il **payback semplice**, ovvero il **numero di anni** di ritorno dell'investimento per efficientamento energetico, determinato dal rapporto tra il costo dell'investimento iniziale (al netto di eventuali incentivi, p.e. conto termico) e il risparmio economico annuo.

Per calcolare il tempo di rientro  $T_r$  del capitale investito (o Pay-Back Time) si applica la seguente formula, dove  $C_{inv}$  è il costo totale dell'investimento e  $I_{tot}$  è l'incentivo totale ottenibile, in questo caso dal conto termico, e  $R_\epsilon$  è il risparmio economico conseguito a seguito della realizzazione dell'intervento (ovvero dell'investimento):

$$\begin{array}{l} \text{TEMPO DI RIENTRO} \rightarrow \\ \text{INVESTIMENTO [anni]} \end{array} \quad T_r = \frac{C_{inv} - I_{tot}}{R_\epsilon}$$

Si ottiene in questo modo una prima approssimazione dei costi, poiché non si considerano altri fattori che consentirebbero un'analisi più accurata quali il tasso di inflazione e il tasso di interesse di un eventuale finanziamento bancario.

Per il calcolo del risparmio economico sono state utilizzate le tariffe di energia applicate al Comune di Agnone nell'anno di riferimento 2014.

Se il numero di anni di ritorno dell'investimento è inferiore al tempo di vita dell'investimento, la fattibilità dell'intervento è positiva.

2. il **rapporto costi/benefici ambientali**, inteso come rapporto tra il costo dell'investimento iniziale (al netto degli eventuali incentivi) e il beneficio complessivo generato espresso in Tonnellate di CO<sub>2</sub> risparmiata per l'intera durata dell'investimento (vita tecnica della soluzione di MEE). Viene anche calcolata l'energia risparmiata espressa in energia primaria. La tabella di conversione utilizzata è la seguente:

Combustibile o vettore energetico ( <b>Energia finale</b> )	<b>F</b> Fattore di conversione	energia primaria / unità combustibile	<b>Q</b> Coeff. Emissione equivalente CO <sub>2</sub>	Dimensione
Energia elettrica	<b>2,5</b>	[kWhp/kWhe]	<b>0,617</b>	[KgCO <sub>2</sub> /kWhp]
Gas naturale	<b>9,76</b>	[kWhp/Nmc]	<b>0,277</b>	[KgCO <sub>2</sub> /kWhp]

## 4 Analisi rapporto costi benefici delle soluzioni di MEE

Nel presente capitolo vengono espone, per gli 8 immobili in oggetto, tabelle contenenti le stime di costi e benefici per ognuna delle soluzioni di efficientamento energetico considerate.

Le **tipologie di intervento** sono quelle descritte al precedente **cap. 2** e sono qui codificate come segue:

Codice	Soluzione
IMP1	Sostituzione della centrale termica con generatori di calore a condensazione
IMP2	Sostituzione dello scaldacqua elettrico con pompa di calore elettrica
IMP3	Installazione di collettori solari termici
IMP4	Installazione di impianto fotovoltaico
IMP5	Sostituzione di lampade fluorescenti con lampade a led
IMP6	Sostituzione di lampade ad incandescenza con lampade a led
IMP7	Sostituzione di lampade alogene con lampade a led
INV1	Isolamento termico pareti perimetrali - cappotto esterno
INV2	Isolamento termico pareti perimetrali - cappotto interno
INV3	Isolamento termico copertura - all'intradosso
INV4	Isolamento termico copertura - all'estradosso
INV5	Isolamento termico solaio di base
INV6	Sostituzione serramenti

IMP = interventi su impianti; INV = interventi su involucro edilizio

24

Le valutazioni espresse nelle tabelle che seguono sono sviluppate secondo i **criteri esposti al precedente cap. 3**.

Le seguenti **note** sono da considerare per tutte le tabelle del presente capitolo:

**(1)** u.r. = unità fisica di riferimento.

- Per generatori di calore a condensazione e scaldacqua elettrici, u.r. = unità di potenza [kw];
- Per impianti a collettori solari, u.r. = superficie dell'impianto [mq]
- Per le lampade a led, u.r. = componente elementare (singola lampada)"

(2) le grandezze di riferimento variano a seconda della tipologia di intervento:

- Per generatori di calore a condensazione e per i collettori solari le grandezze di riferimento sono espresse in m<sup>3</sup> di metano;
- Per le pompe di calore elettriche e per le lampade le grandezze di riferimento sono espresse in kwh elettrici.

(3) Gli incentivi sono da Conto termico e sono:

- di 5 rate (5 anni) per gli interventi su involucro edilizio, per l'intervento di sostituzione di caldaie standard con generatori di calore a condensazione, e per l'intervento di sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore;
- di 2 rate (2 anni) per l'intervento di installazione di collettori solari termici.

Per l'individuazione, tra quelle esaminate, delle **Misure di Efficientamento Energetico da inserire nel Piano** oggetto del presente studio (in quanto applicabili con esiti positivi al compendio immobiliare analizzato), si rimanda al successivo **cap. 5**.



## 4.1 Municipio

Dati generali							Involucro				Orario apertura
Codice	Denominazione e indirizzo	Struttura	anno costruzione	Tecnologia costruttiva	superficie utile (mq)	volume riscaldato (mc)	superficie opaca copertura	superficie opaca di base	superficie opaca perimetrale	superficie trasparente	
AGN_CM_01	Palazzo comunale Salita G. Verdi 9	Struttura Verdi	1940	C.A.	740 (370 x 2)	2294	426	370	803	108	8,00 - 14,00 Mar-Mer-Ven 8,00 - 18,30 Lun-Gio
		Struttura Tamburri	1940	Muratura di pietra	460 (230 x 2)	2014	300	230	708	74	

Impianti		Consumi									
Riscaldamento	ACS	Consumi E.E. (KWh)	Spesa E.E. (€)*iva compresa	Periodo	Consumo Annuale Medio (KWh)	Spesa Annuale media E.E. (€)	Consumi Gas (mc)	Spesa Gas (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (mc)	Spesa Annuale media Gas (€)
caldaia a condensazione	Scaldacqua elettrico	66.223	€ 18.917	Triennio 2011-2013	22.074	€ 6.306	18.829	€ 16.216	Triennio 2011-2013	6.276	€ 5.405
autonomo	autonomo	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
caldaia standard	Scaldacqua elettrico	20.789	€ 6.890	Triennio 2011-2013	6.930	€ 2.297	9.987	€ 8.703	Triennio 2011-2013	3.329	€ 2.901
nessuno	nessuno	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//

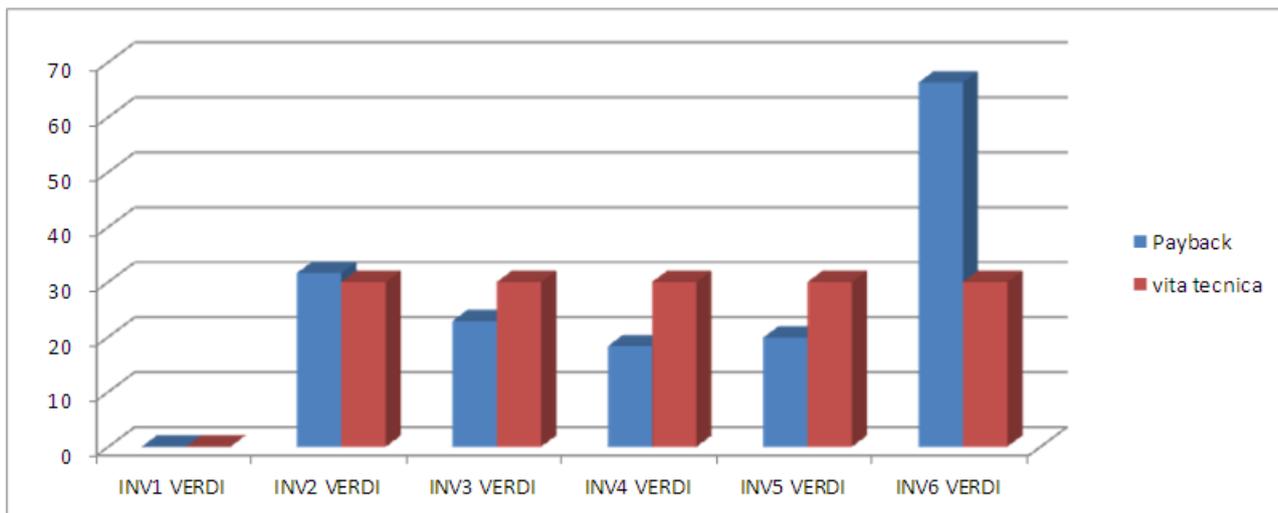
MUNICIPIO									
	Soluzioni per il miglioramento dell'efficienza energetica - involucro -	Costo Intervento €	Risparmio annuo ottenibile €	Incentivo Annuo Conto termico (per 5 anni)	Durata incentivo (anni)	Payback time (anni)	Vita tecnica [anni]	En. Primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
- Involucro ST. VERDI -	INV1								
	INV2	€ 44.165	€ 838	€ 3.533	5	32	30	275.657	347
	INV3	€ 21.300	€ 559	€ 1.704	5	23	30	183.771	251
	INV4	€ 34.080	€ 1.117	€ 2.726	5	18	30	367.542	201
	INV5	€ 12.950	€ 391	€ 1.036	5	20	30	128.640	218
	INV6	€ 43.200	€ 391	€ 3.456	5	66	30	128.640	727
- Involucro ST. TAMBURRI-	INV1								
	INV2	€ 38.940	€ 444	€ 2.726	5	57	30	146.210	625
	INV3	€ 15.000	€ 296	€ 1.050	5	33	30	97.473	361
	INV4	€ 24.000	€ 593	€ 1.680	5	26	30	194.946	289
	INV5	€ 8.050	€ 207	€ 564	5	25	30	68.231	277
	INV6	€ 29.600	€ 207	€ 2.072	5	93	30	68.231	1018



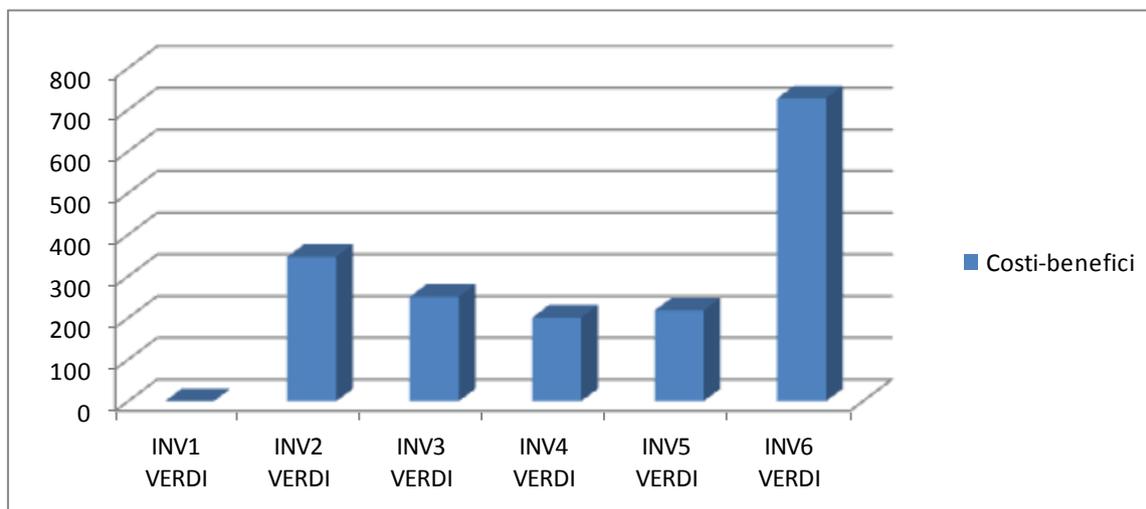


### Inteventi involucro edilizio Municipio struttttura Verdi

Confronto PBT/vita tecnica (anni)

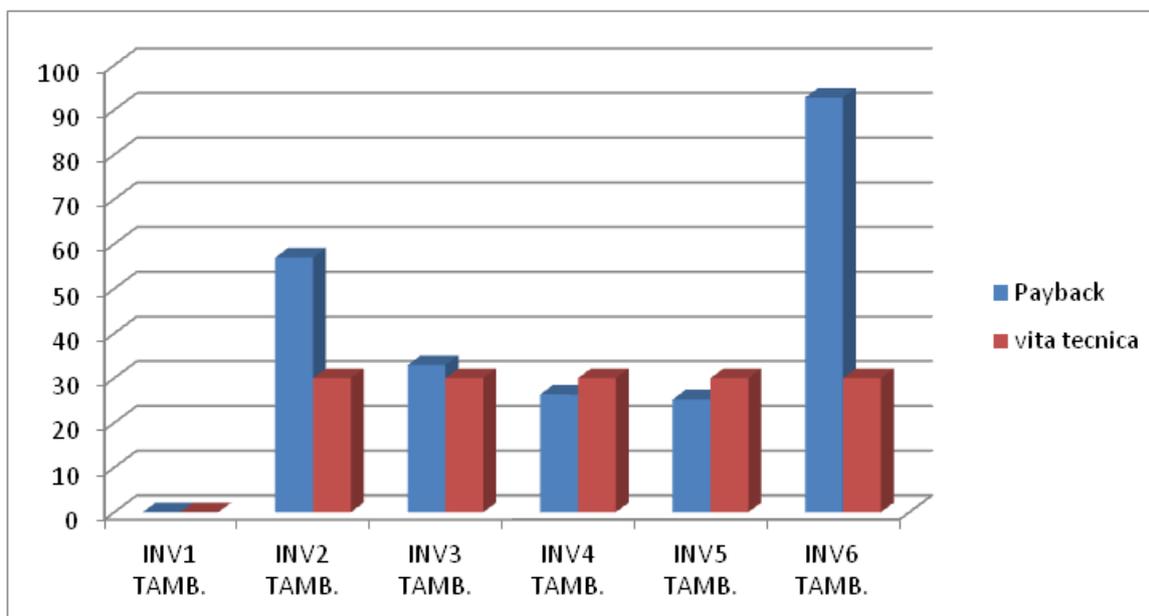


Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)

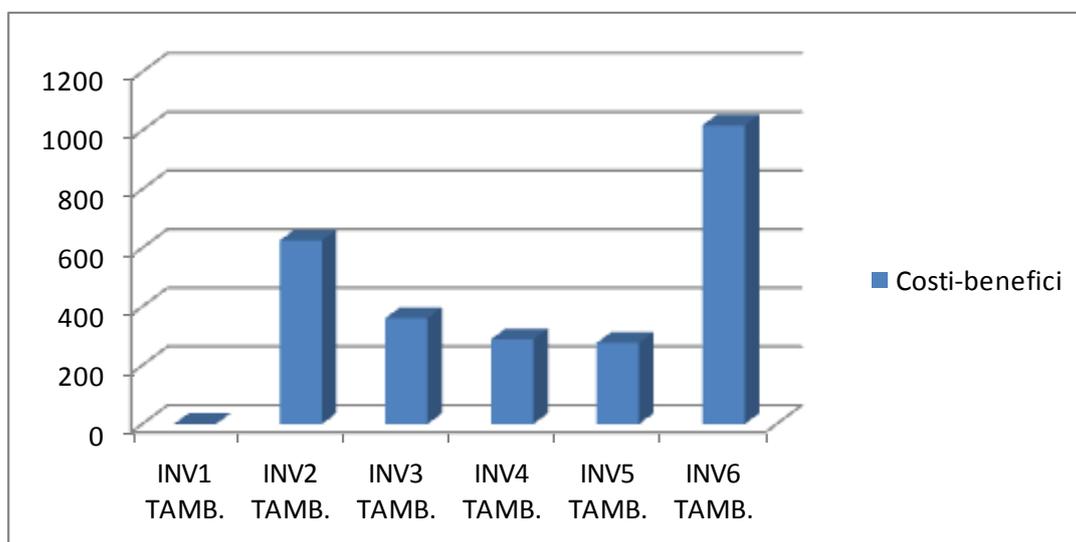


**Inteventi involucro edilizio Municipio struttura Tamburri**

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



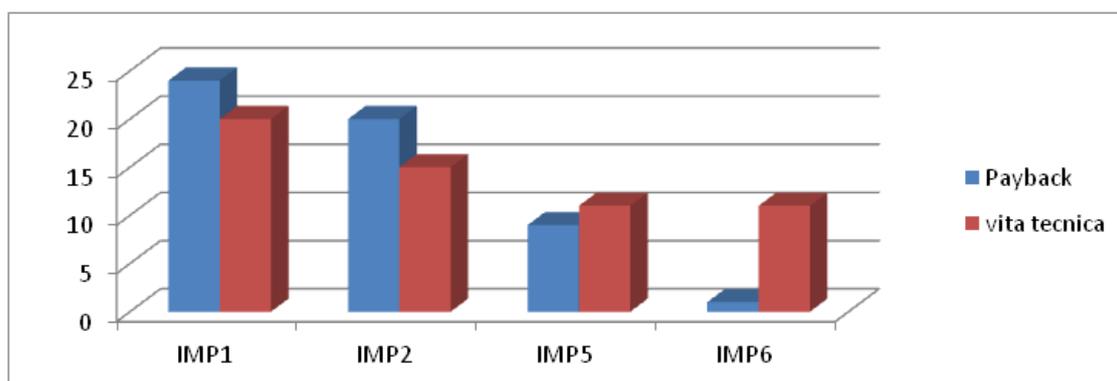
Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



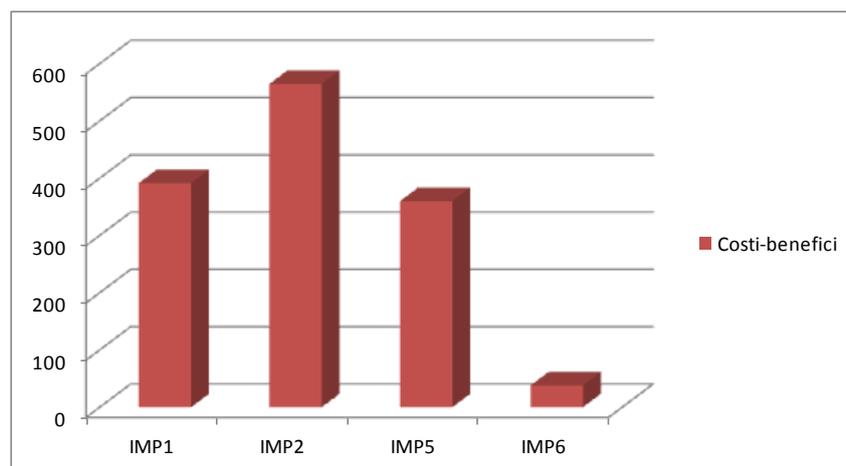
**Inteventi su impianti Municipio**

MUNICIPIO									
Soluzioni di miglioramento dell'efficienza energetico - Impianti -	Note tecniche	Costo Intervento [€]	Risparmio annuo ottenibile [€]	Incentivo Annuo Conto termico (3)	durata incentivo (anni)	Payback time	Vita tecnica (anni)	En.primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TONCO2]
IMP1	Pn = 110 kW	11.632	293	931	5	24	20	64.332	392
IMP2	Pn = 1,2 kW	2.319	71	186	5	20	15	8.896	565
IMP5	n° lampade = 97	5.809	635	-	0	9	11	58.230	360
IMP6	n° lampade = 29	642	660	-	0	1	11	60.523	38

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



## 4.2 Palazzo San Francesco

Dati generali							Involucro				Orario apertura
Codice	Denominazione e indirizzo	Struttura	Epoca di costruzione	Tecnologia costruttiva	superficie utile (mq)	volume riscaldato (mc)	superficie opaca copertura	superficie opaca di base	superficie opaca perimetrale	superficie trasparente	
AGN_CM_02	Palazzo San Francesco, Via Lucci snc	Intero edificio	1343	Muratura di pietra	1570	6000	1180	670	1268	161	9,00 - 13,00 Lun-Dom

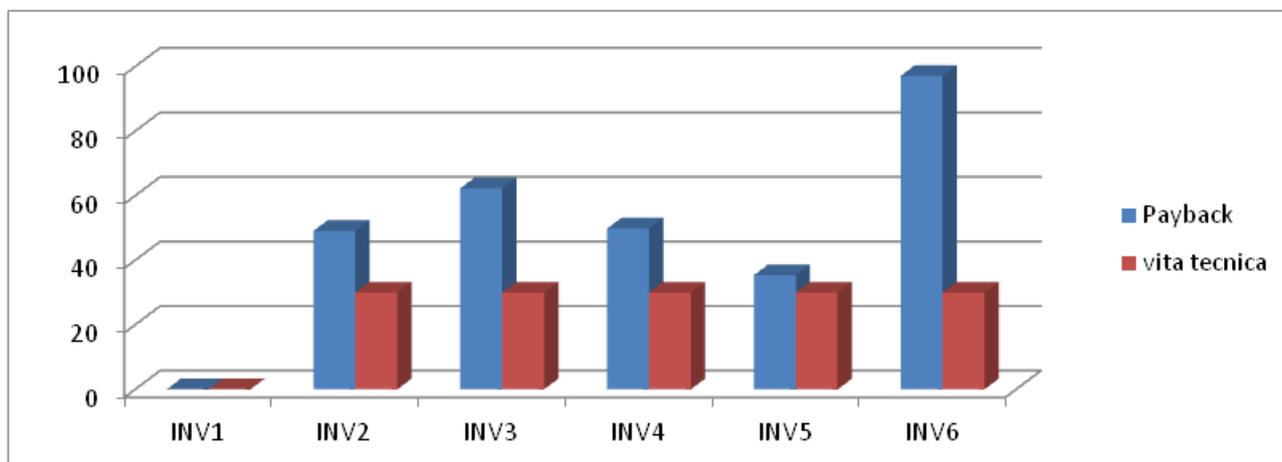
Impianti		Consumi									
Riscaldamento	ACS	Consumi E.E. (KWh)	Spesa E.E. (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (KWh)	Spesa Annuale media E.E.	Consumi Gas (mc)	Spesa Gas (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (mc)	Spesa Annuale media Gas (€)
caldaia standard		39556	11916	Triennio 2011-2013	13185,3333	3972	19160	16523	Triennio 2011-2013	6387	5508

### Interventi involucro edilizio Palazzo San Francesco

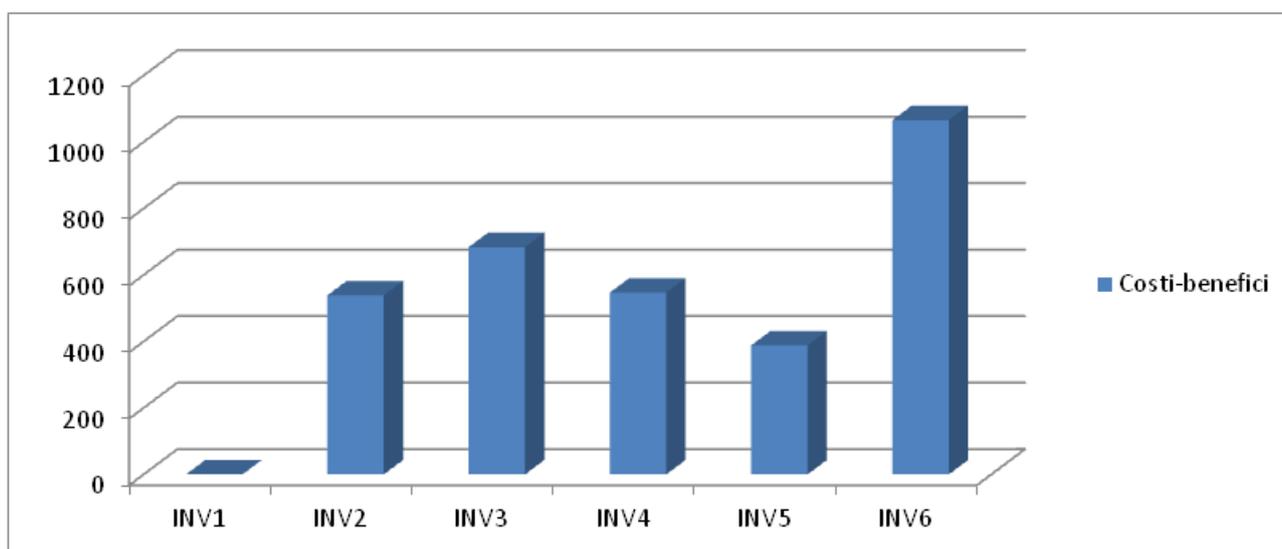
PALAZZO SAN FRANCESCO								
Soluzioni per il miglioramento dell'efficienza energetica - involucro -	Costo Intervento €	Risparmio annuo €	Incentivo Annuo Conto termico (per 5 anni)	Durata incentivo (anni)	Payback time (anni)	Vita tecnica [anni]	En. Primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
INV1								
INV2	69740	853	€ 5.579,20	5	49	30	280502	€ 538,54
INV3	59000	568	€ 4.720,00	5	62	30	187002	€ 683,41
INV4	94400	1137	€ 7.552,00	5	50	30	374003	€ 546,72
INV5	23450	398	€ 1.876,00	5	35	30	130901	€ 388,04
INV6	64400	398	€ 5.152,00	5	97	30	130901	€ 1.065,65

### Interventi involucro edilizio Palazzo San Francesco

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



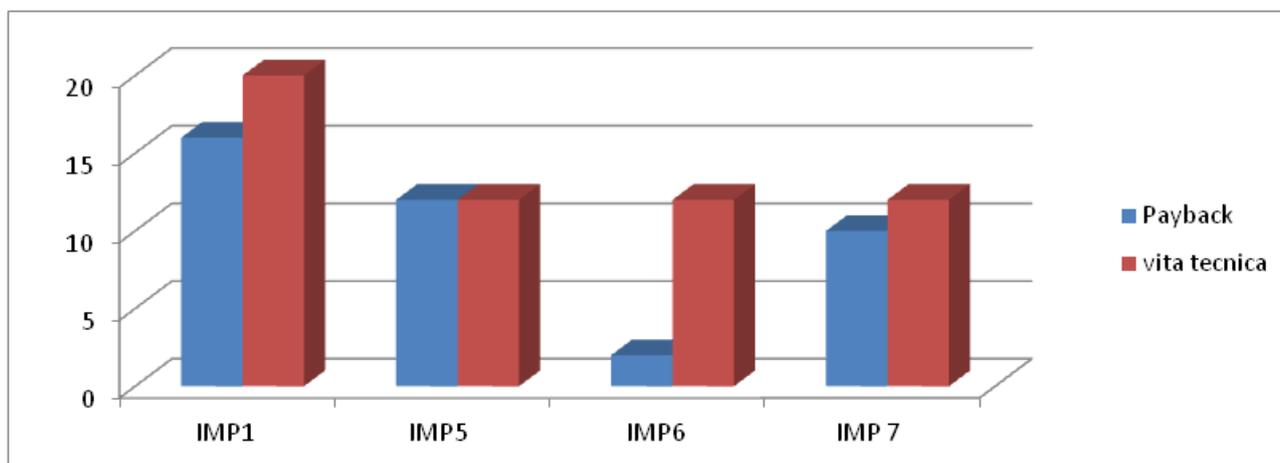
Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



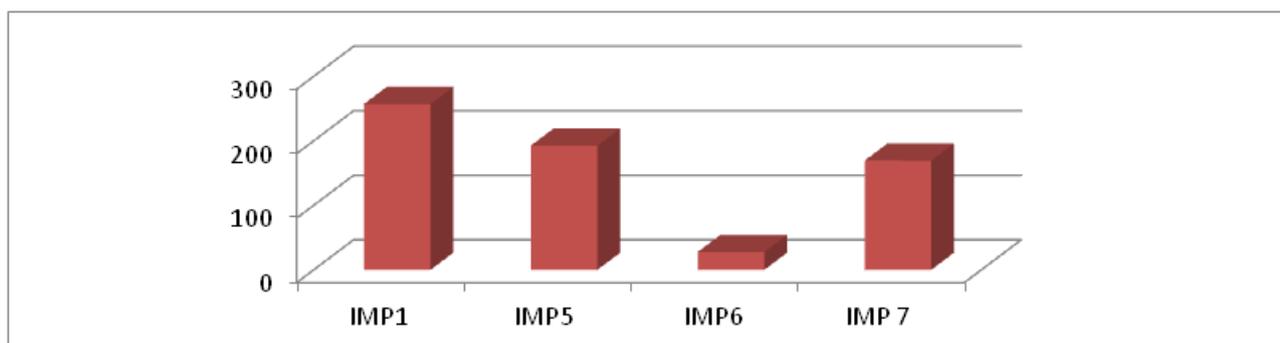
**Interventi su impianti Palazzo San Francesco**

Soluzioni di miglioramento dell'efficienza energetico - Impianti -	Note tecniche	Costo Intervento [€]	Risparmio annuo [€]	Incentivo Annuo Conto termico (3)	Durata incentivo (anni)	Payback time	Vita tecnica (anni)	En.primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TONCO2]
IMP1	Pn = 250 kW	€ 18.330	705	1.466	5	16	20	154.588	257
IMP5	n° lampade = 100	€ 3.429	289	-	0	12	12	28.876	192
IMP6	n° lampade= 95	€ 3.269	1.920	-	0	2	12	192.041	28
IMP 7	n° lampade= 16	€ 1.522	146	-	0	10	12	14.580	169

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



### 4.3 Palazzo dei Filippini

Dati generali							Involucro				Orario apertura
Codice	Denominazione e indirizzo	Struttura	anno costruzione	Tecnologia costruttiva	superficie utile (mq)	volume riscaldato (mc)	superficie opaca copertura	superficie opaca di base	superficie opaca perimetrale	superficie trasparente	
AGN_CM_03	Palazzo Filippini, Corso Garibaldi snc	Spazio Museale	1600	Muratura di pietra	359	1364	355	223	750	43	Apertura saltuaria
		Sala convegni	1600	Muratura di pietra	66	264	105	66	307	22	

Impianti		Consumi									
Riscaldamento	ACS	Consumi E.E. (KWh)	Spesa E.E. (€)*iva compresa	Periodo	Consumo Annuale Medio (KWh)	Spesa Annuale media E.E. (€)	Consumi Gas (mc)	Spesa Gas (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (mc)	Spesa Annuale media Gas (€)
2 Caldaie a condensazione		3.642	3.421	Triennio 2011-2013	1.214	1.140	239	413	Triennio 2011-2013	80	138
Caldaia a condensazione	/						10	295	Triennio 2011-2013	3	98

#### Interventi involucro edilizio Palazzo dei Filippini

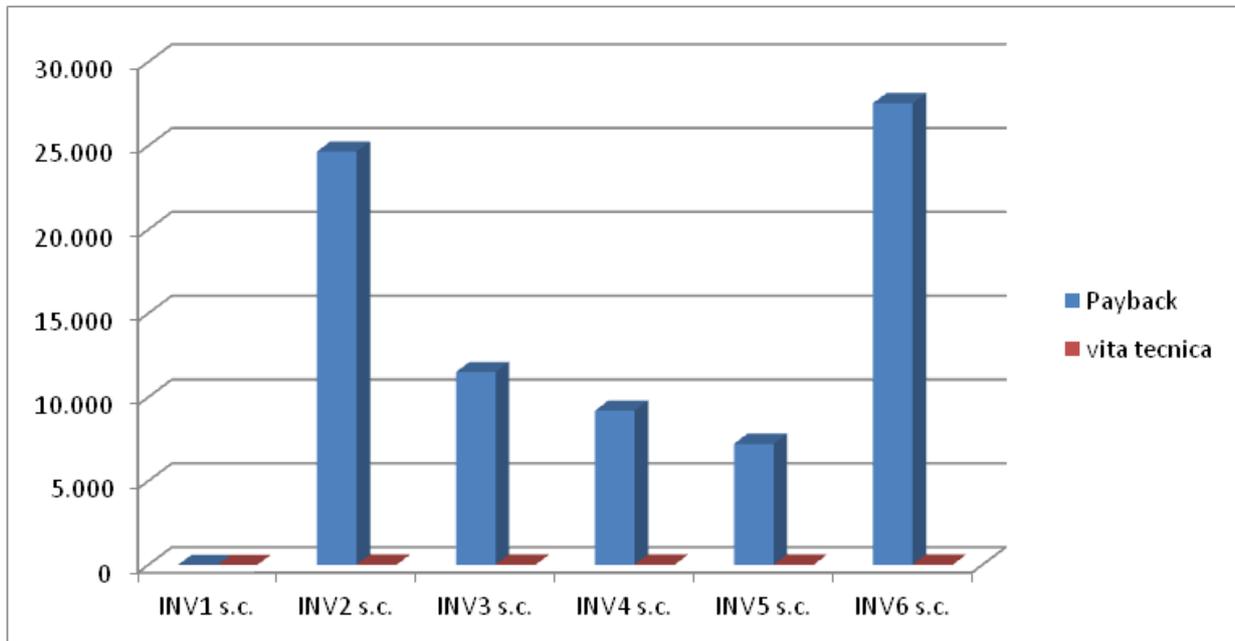
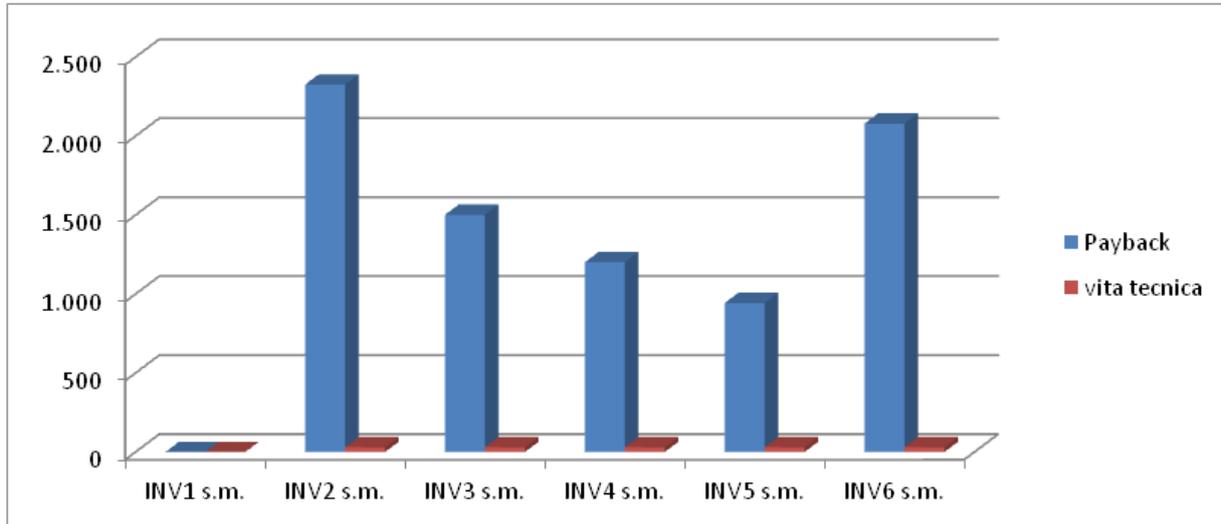
PALAZZO FILIPPINI									
	Soluzioni per il miglioramento dell'efficienza energetica - involucro -	Costo intervento €	Risparmio annuo ottenibile €	Incentivo Annuo Conto termico (per 5 anni)	Durata incentivo (anni)	Payback time (anni)	Vita tecnica [anni]	En. Primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
Spazio museale	INV1								
	INV2	41.250	10,6	3.300	5	2327	30	3.499	25.536
	INV3	17.750	7,1	1.420	5	1502	30	2.333	16.482
	INV4	28.400	14,2	2.272	5	1202	30	4.665	13.186
	INV5	7.805	5,0	624	5	944	30	1.633	10.354
	INV6	17.200	5,0	1.376	5	2079	30	1.633	22.817
Sala convegni	INV1								
	INV2	16.885	0,4	1.182	5	24663	30	146	270.641
	INV3	5.250	0,3	368	5	11503	30	98	126.224
	INV4	8.400	0,6	588	5	9202	30	195	100.979
	INV5	2.310	0,2	162	5	7230	30	68	79.341
	INV6	8.800	0,2	616	5	27544	30	68	302.251



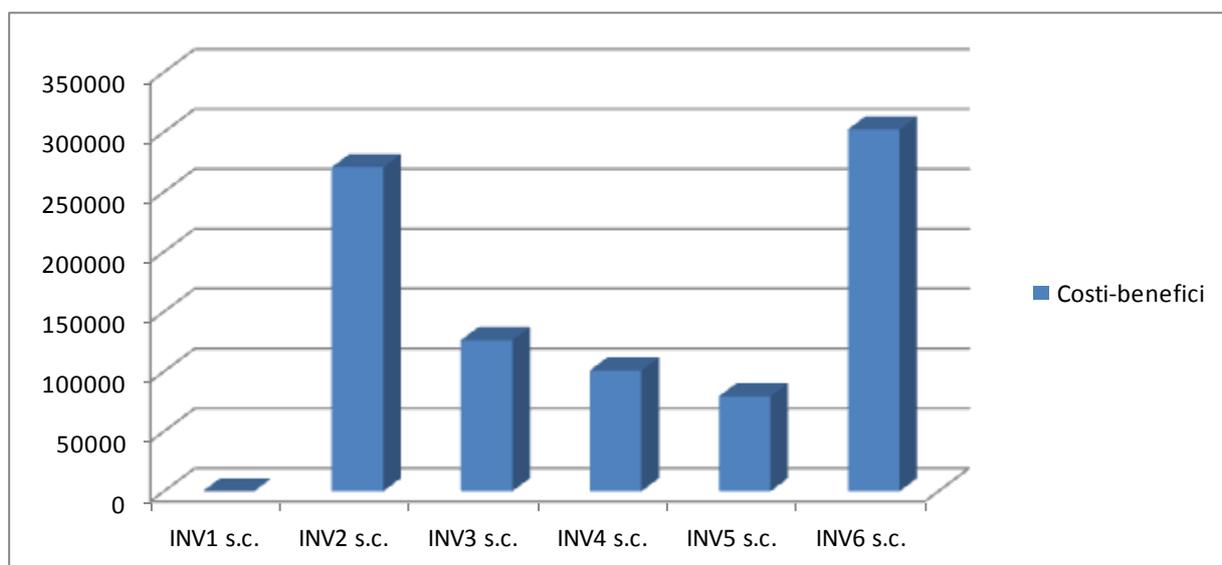
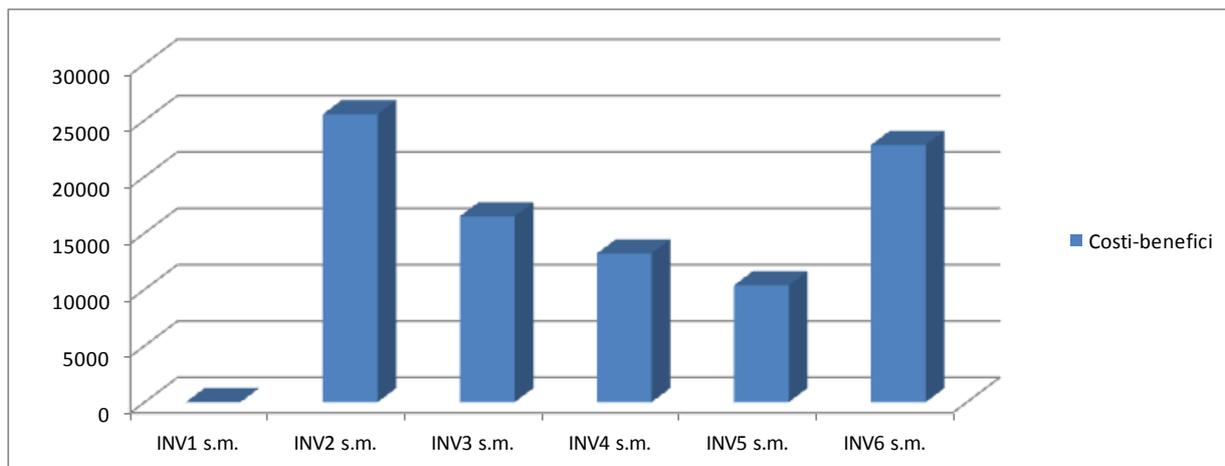


**Inteventi involucro edilizio Palazzo dei Filippini**

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



Come si evidenzia nelle precedenti analisi, soluzioni di efficientamento energetico (anche se le analisi sono sviluppate solo sugli interventi su involucro edilizio, le seguenti considerazioni valgono evidentemente anche per gli impianti tecnologici), non risultano fattibili, in quanto l'utilizzo sporadico di questo immobile rendono le spese energetiche irrisorie: anche se si aumentasse l'efficienza energetica, i risparmi sarebbero comunque talmente bassi da non ripagare si andrebbe a risparmiare una cifra irrisoria (le spese per il gas per il riscaldamento di tale immobile è appena lo 0,17% della spesa totale di gas a carico del Comune, mentre quelle di EE pesano per l'1,28%). Si consideri inoltre che, in ogni caso, l'immobile è dotato di impianti con buona efficienza di recente installazione (n° 2 caldaie a condensazione).

#### 4.4 Palazzo Bonanni

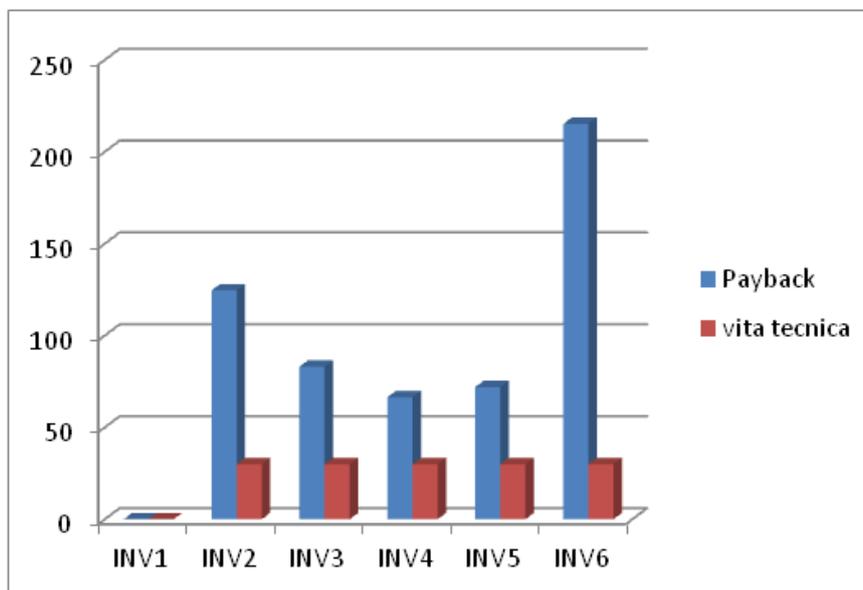
Dati generali							Involucro				Orario apertura
Codice	Denominazione e indirizzo	Struttura	Epoca di costruzione	Tecnologia costruttiva	superficie utile (mq)	volume riscaldato (mc)	superficie opaca copertura	superficie opaca di base	superficie opaca perimetrale	superficie trasparente	
AGN_CM_04	Palazzo Bonanni, Salita Martisciano 10	VV. UU.	1500	Muratura di pietra	133	465	600	520	1227	136	8,00 - 14,00 Mar-Mer-Ven 8,00 - 18,30 Lun-Gio
		Altri locali (utilizzati saltuariamente)	1500	Muratura di pietra	1209	4231					

Struttura	Impianti	Consumi									
	RISCALDAMENTO / ACS	Consumi E.E. (KWh)	Spesa E.E. (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (KWh)	Spesa Annuale media E.E. (€)	Consumi Gas (mc)	Spesa Gas (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (mc)	Spesa Annuale media Gas (€)
VV. UU.	1 caldaia	17857 + 11532	5728 + 2542	Triennio 2011-2013 - Da 01/06/2012	10.610	€ 3.889	7.306	€ 6.395	Triennio 2011-2013	2.435	€ 2.132
Altri locali (inutilizzati/utilizzati saltuariamente)	4 caldaie	//	//	//	//	//	//	//	Triennio 2011-2013	//	//

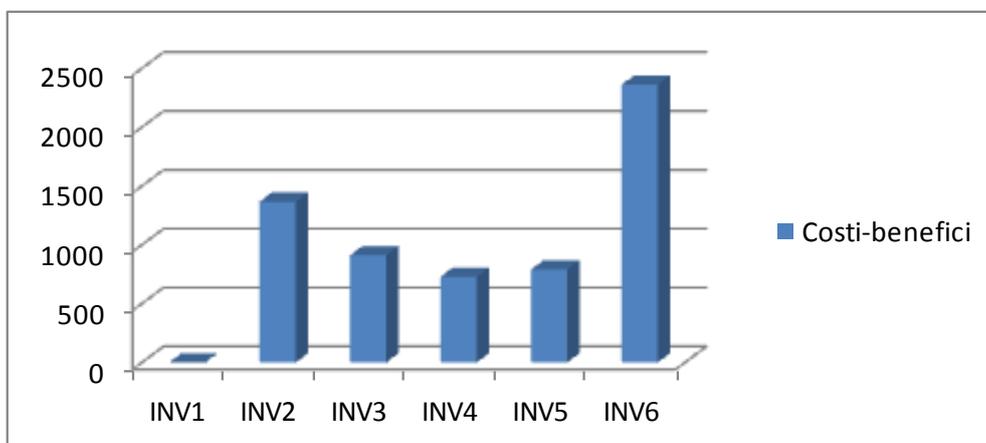
#### Interventi involucro edilizio Palazzo Bonanni

Palazzo Bonanni	Soluzioni per il miglioramento dell'efficienza energetica - involucro -	Costo intervento €	Risparmio annuo ottenibile €	Incentivo Annuo Conto termico (per 5 anni)	Payback time (anni)	Durata incentivo (anni)	Vita tecnica [anni]	En. Primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi benefici ambientali [€/TON CO2]
Locali VV.UU.	INV1								
	INV2	67.485	325	5.399	125	5	30	106.960	1.367
	INV3	30.000	217	2.400	83	5	30	71.307	911
	INV4	48.000	433	3.840	66	5	30	142.613	729
	INV5	18.200	152	1.456	72	5	30	49.915	790
	INV6	54.400	152	4.352	215	5	30	49.915	2.361

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



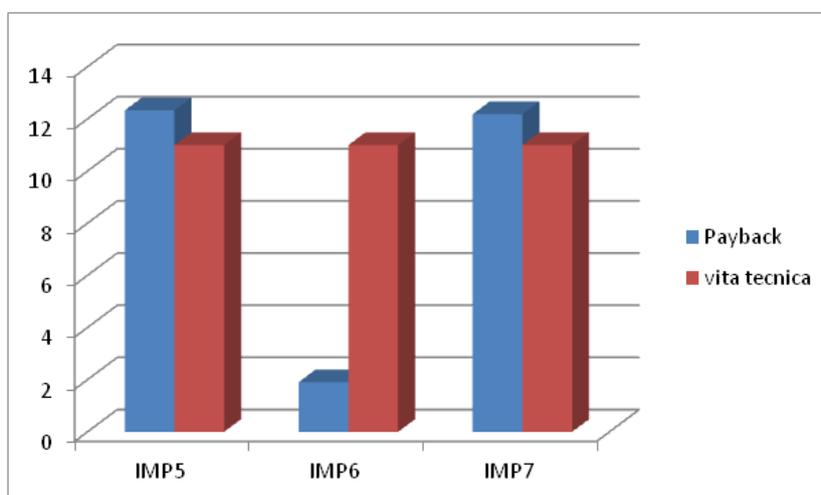
Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



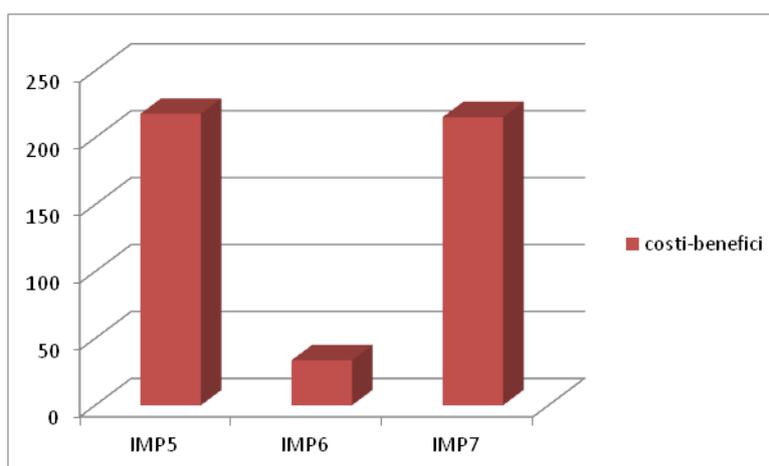
**Inteventi su impianti Palazzo Bonanni**

Soluzioni di miglioramento dell'efficienza energetica - Impianti -	Costo Intervento [€]	Risparmio annuo ottenibile [€]	Incentivo Annuo Conto termico (3)	Durata incentivo (anni)	Pay back time	Vita tecnica (anni)	En.primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi benefici ambientali [€/TON CO2]
IMP5	5.473	444	0	0	12	11	40.698	218
IMP6	911	478	0	0	2	11	43.808	34
IMP7	3.410	280	0	0	12	11	25.661	215

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



## 4.5 Palazzo Nuova Pretura

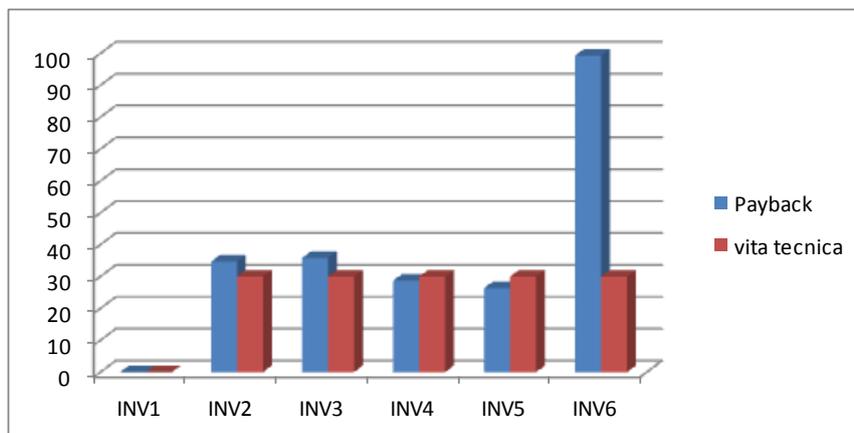
Dati generali							Involucro				Orario apertura
Codice	Denominazione e indirizzo	Struttura	Epoca di costruzione	Tecnologia costruttiva	superficie utile (mq)	volume riscaldato (mc)	superficie opaca copertura	superficie opaca di base	superficie opaca perimetrale	superficie trasparente	
AGN_CM_05	Palazzo Nuova Pretura	Intero edificio	1984	Muratura di pietra	975	3228	680	500	897	165	8,00 - 13,00 Lun-Ven

Impianti		Consumi									
Riscaldamento	ACS	Consumi E.E. (KWh)	Spesa E.E. (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (KWh)	Spesa Annuale media E.E. (€)	Consumi Gas (mc)	Spesa Gas (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (mc)	Spesa Annuale media Gas (€)
caldaia standard	Scaldacqua elettrico	26217	9493	Triennio 2011-2013	8739	3164	19193	15428	Triennio 2011-2013	6398	5143

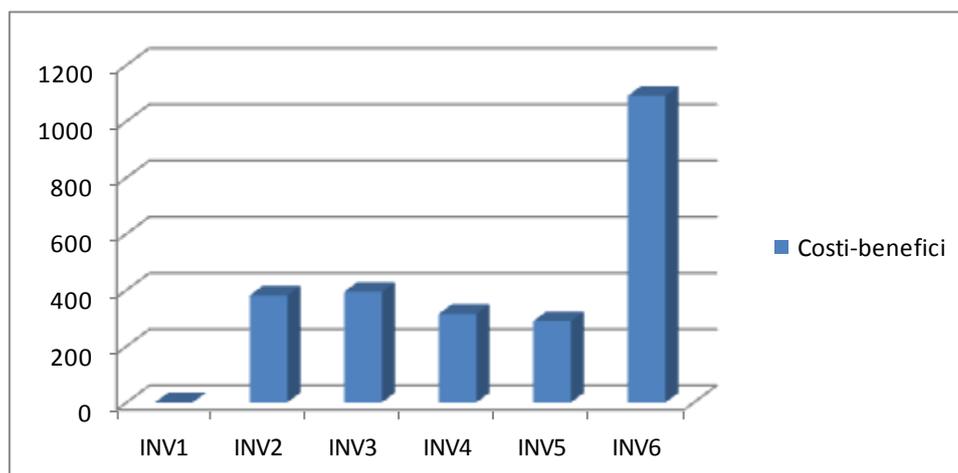
### Inteventi involucro edilizio Palazzo Nuova Pretura

Soluzioni per il miglioramento dell'efficienza energetica - involucro -	Costo Intervento €	Risparmio annuo €	Incentivo Annuo Conto termico (per 5 anni)	Durata incentivo (anni)	Payback time (anni)	Vita tecnica [anni]	En. Primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
INV1								
INV2	49.335	854	3.947	5	35	30	280.986	380
INV3	34.000	569	2.720	5	36	30	187.324	393
INV4	54.400	1.139	4.352	5	29	30	374.647	315
INV5	17.500	399	1.400	5	26	30	131.127	289
INV6	66.000	399	5.280	5	99	30	131.127	1.090

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



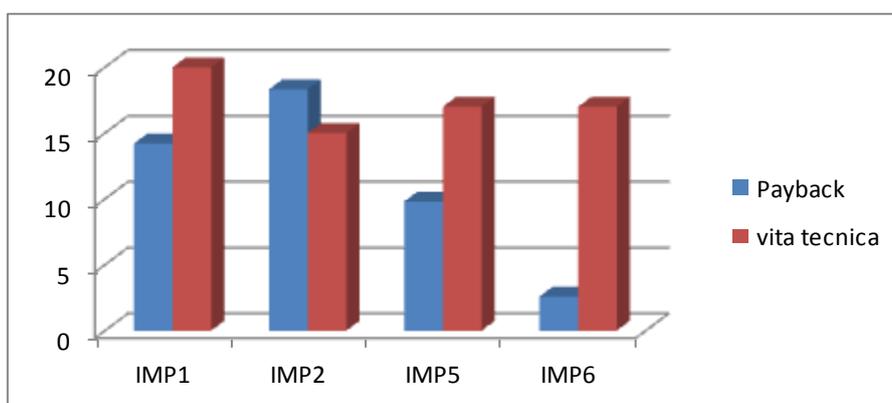
Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



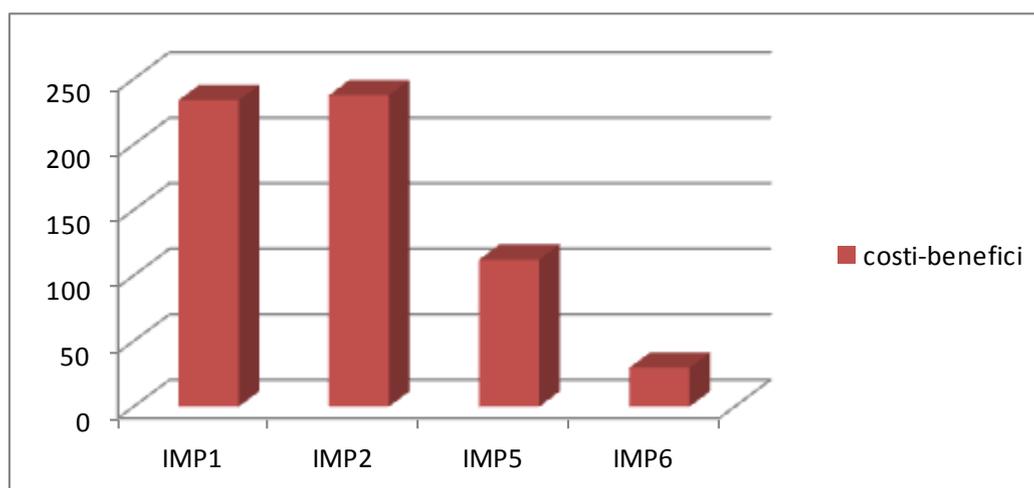
**Interventi su impianti Palazzo Nuova Pretura**

Soluzioni di miglioramento dell'efficienza energetico - Impianti -		Costo Intervento [€]	Risparmio annuo [€]	Incentivo Annuo Conto termico (3)	Durata incentivo (anni)	Payback time	Vita tecnica (anni)	En. primari a risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
IMP1	Pn= 110	11.532	484	931	5	14	20	106.156	234
IMP2	Pn= 1,2	2.319	76	186	5	18	15	9.474	238
IMP5	n° lampade= 288	9.478	966	0	0	10	17	136.887	112
IMP6	n° lampade= 15	578	222	0	0	3	17	31.517	30

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



## 4.6 Scuola Elementare

Dati generali							Involucro				Orario apertura
Codice	Denominazione e indirizzo	Struttura	Epoca di costruzione	Tecnologia costruttiva	superficie utile (mq)	volume riscaldato (mc)	superficie opaca copertura	superficie opaca di base	superficie opaca perimetrale	superficie trasparente	
AGN_CM_06	Scuola elementare Maiella, Piazza del Popolo 31 A	Intero edificio	1950	Muratura di pietra	1536	5840	600	512	1490	313	7,45 - 16,30 Lun-Ven 7,45 - 14,30 Sab

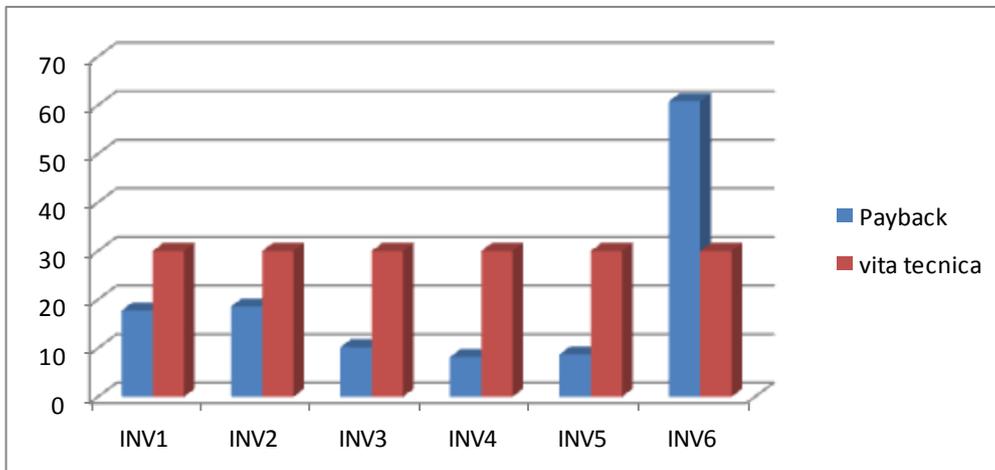
Impianti		Consumi									
Riscaldamento	ACS	Consumi E.E. (KWh)	Spesa E.E. (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (KWh)	Spesa Annuale media E.E. (€)	Consumi Gas (mc)	Spesa Gas (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (mc)	Spesa Annuale media Gas (€)
caldaia standard	2 scaldacqua elettrici	62837	17857	Triennio 2011-2013	20946	5952	59481	50952	Triennio 2011-2013	19827	16984

### Interventi involucro edilizio Scuola Elementare

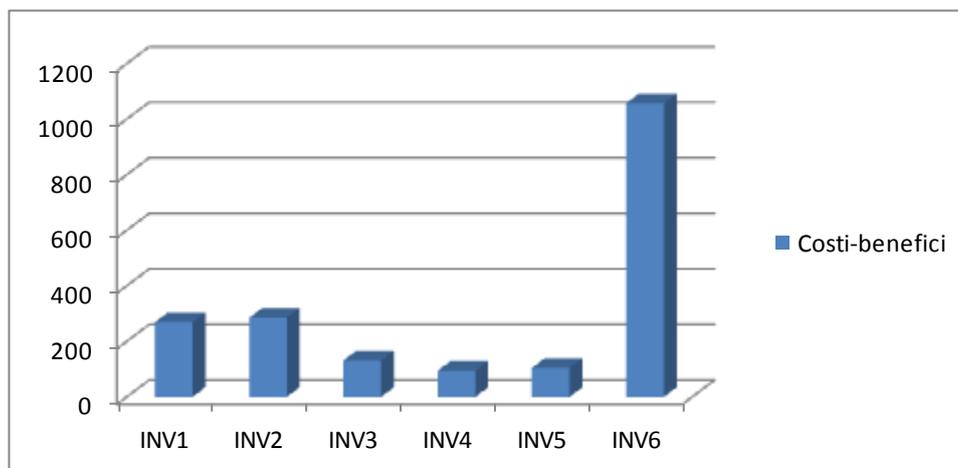
Soluzioni per il miglioramento dell'efficienza energetica - involucro -	Costo Intervento €	Risparmio annuo €	Durata incentivo	Incentivo Annuo Conto termico (per 5 anni)	Payback time (anni)	Vita tecnica [anni]	En. Primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
INV1	104.300	3.529	5	8.344	18	30	1.161.069	269
INV2	81.950	2.647	5	6.556	19	30	870.802	285
INV3	30.000	1.765	5	2.400	10	30	580.535	132
INV4	48.000	3.529	5	3.840	8	30	1.161.069	94
INV5	17.920	1.235	5	1.434	9	30	406.374	104
INV6	125.200	1.235	5	10.016	61	30	406.374	1.057



Confronto PBT/vita tecnica (anni)



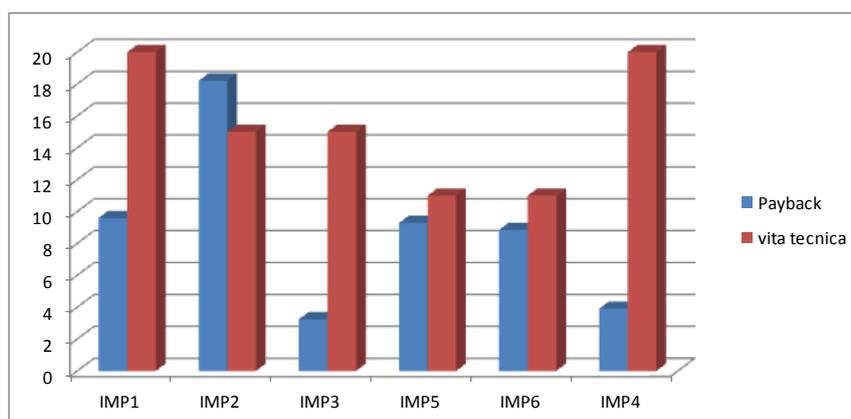
Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



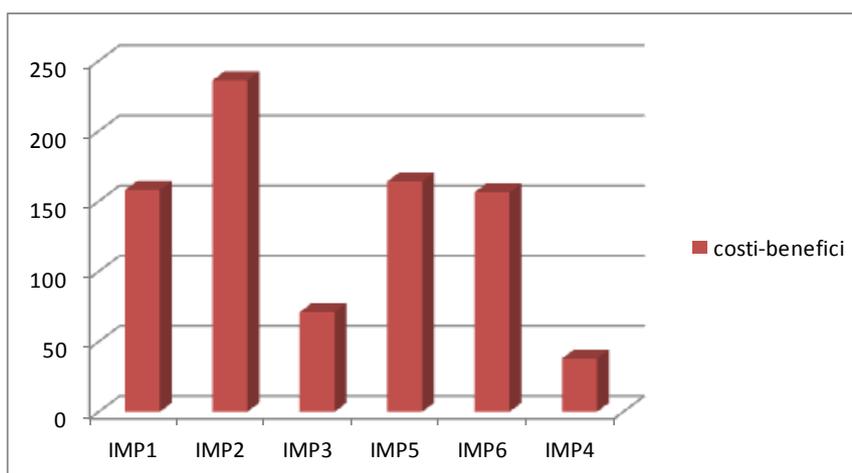
**Interventi su impianti Scuola Elementare**

Soluzioni di miglioramento dell'efficienza energetico - Impianti -	Note tecniche	Costo Intervento [€]	Risparmio annuo [€]	Incentivo Annuo Conto termico (3)	Durata incentivo	Payback time	Vita tecnica (anni)	En. primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
IMP1	Pn= 330 kW	28.164	1.761	2.253	5	10	20	386.249	158
IMP2	Pn= 1,2 kW	4.055	134	324	5	18	15	16.718	236
IMP3	n° collettori = 3 Sup. collet.= 2,3 m <sup>2</sup>	4.596	723	1.127	2	3	15	119.010	71
IMP5	n° lampade= 190	12.497	1.346	-	0	9	11	123.395	164
IMP6	n° lampade= 1	239	27	-	0	9	11	2.477	156
IMP4	P= 4,8 kW	6.400	1.639	-	0	4	20	273.136	38

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



## 4.7 Asilo nido

L'asilo nido è attivo e funzionante nell'edificio analizzato solo da ottobre 2013.

Dati generali							Involucro				Orario apertura
Codice	Denominazione e indirizzo	Struttura	Epoca di costruzione	Tecnologia costruttiva	superficie utile (mq)	volume riscaldato (mc)	superficie opaca copertura	superficie opaca di base	superficie opaca perimetrale	superficie trasparente	
AGN_CM_07	Asilo nido, Piazza del Popolo s.n.c.	Intero edificio	1983	C.A.	225	776	300	235	423	76	8,00 - 16,00 Lun-Ven

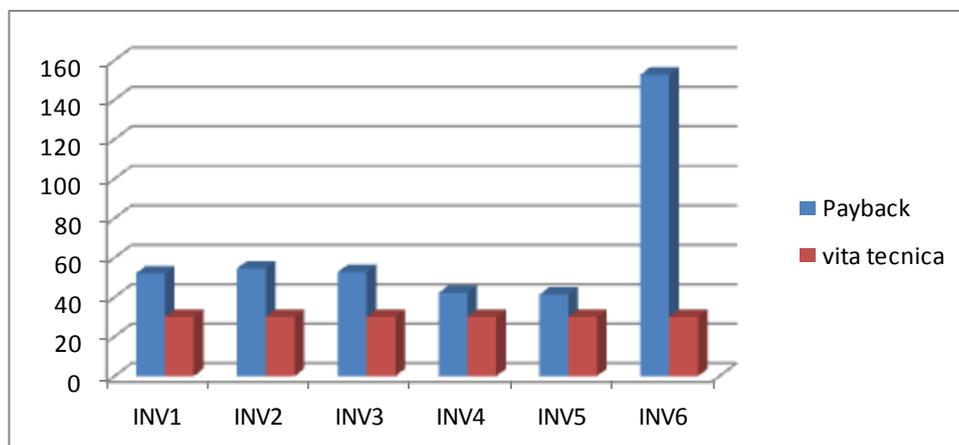
Impianti	Consumi										
	Riscaldamento e ACS	Consumi E.E. (KWh)	Spesa E.E. (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (KWh)	Spesa Annuale media E.E. (€)	Consumi Gas (mc)	Spesa Gas (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (mc)	Spesa Annuale media Gas (€)
caldaia standard	384	€ 1.167	Da 01/03/2013	?	?	1.917	€ 1.706	da 02/10/2013 a 14/05/2014	1.917	€ 1.706	

### Inteventi involucro edilizio Asilo nido

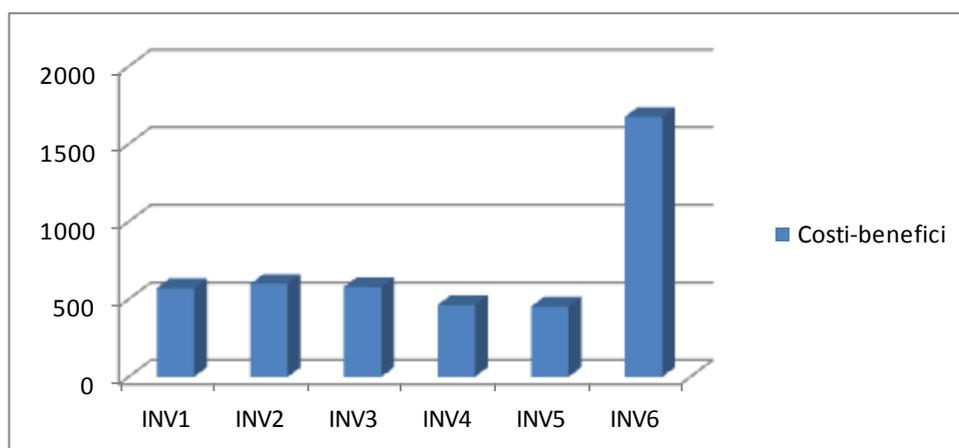
Soluzioni per il miglioramento dell'efficienza energetica - involucro -	Costo Intervento €	Risparmio annuo €	Incentivo Annuo Conto termico (per 5 anni)	Durata incentivo (anni)	Payback time (anni)	Vita tecnica [anni]	En. Primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
INV1	29.610	341	2.369	5	52	30	112.260	571
INV2	23.265	256	1.861	5	55	30	84.195	599
INV3	15.000	171	1.200	5	53	30	56.130	579
INV4	24.000	341	1.920	5	42	30	112.260	463
INV5	8.225	119	658	5	41	30	39.291	453
INV6	30.400	119	2.432	5	153	30	39.291	1.676



Confronto PBT/vita tecnica (anni)



Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)

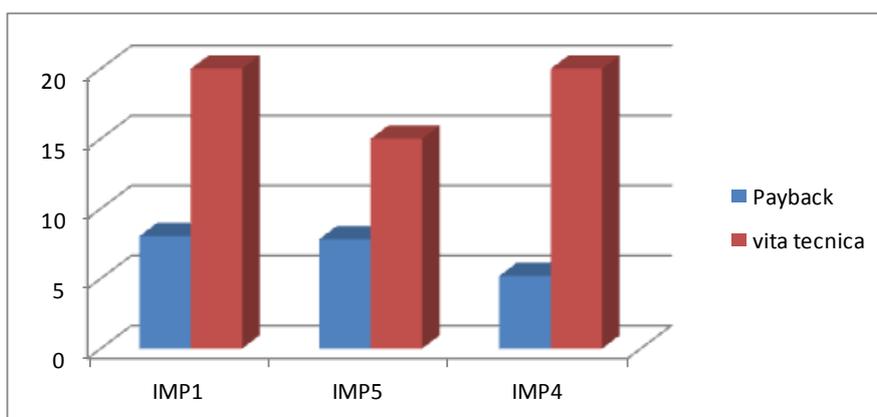




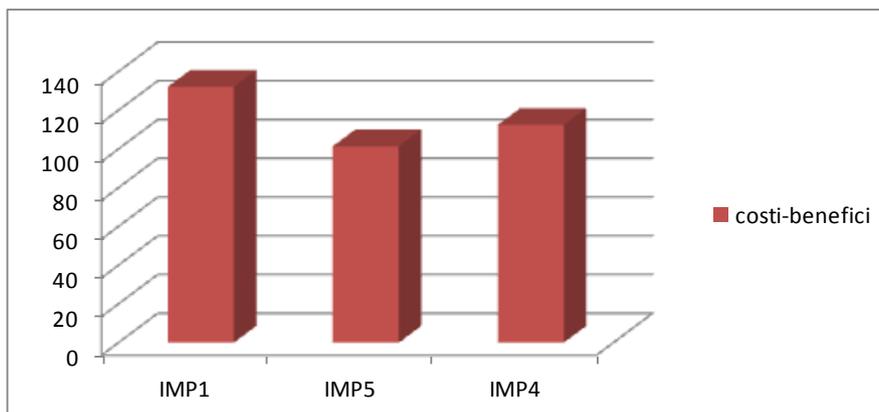
**Inteventi su impianti Asilio nido**

Soluzioni di miglioramento dell'efficienza energetico - Impianti -	Note tecniche	Costo Intervento [€]	Risparmio annuo [€]	Incentivo Annuo Conto termico (3)	Durata incentivo (anni)	Payback time	Vita tecnica (anni)	En.primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
IMP1	Pn=32 kW	2.282	170	183	5	8	20	37.345	132
IMP5	n° lampade= 47	1.971	252	0	0	8	15	31.493	101
IMP4	P= 3 kW	1.971	380	0	0	5	20	63.276	112

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



## 4.8 Scuola Materna

Dati generali							Involucro				Orario apertura
Codice	Denominazione e indirizzo	Struttura	Epoca di costruzione	Tecnologia costruttiva	superficie utile (mq)	volume riscaldato (mc)	superficie opaca copertura	superficie opaca di base	superficie opaca perimetrale	superficie trasparente	
AGN_CM_08	Scuola scuola materna, Via Pietro Micca snc	Intero edificio	1989	C.A.	610	2677	650	630	462	70	Lun- Ven 8-16

Impianti	Consumi										
	Riscaldamento e ACS	Consumi E.E. (KWh)	Spesa E.E. (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (KWh)	Spesa Annuale media E.E. (€)	Consumi Gas (mc)	Spesa Gas (€)	Periodo	Consumo Annuale Medio (mc)	Spesa Annuale media Gas (€)
3 Caldaie a condensazione		34.895	€ 9.549	Triennio 2011-2013	11.632	€ 3.183	17.262	€ 15.302	Triennio 2011-2013	5.754	€ 5.101

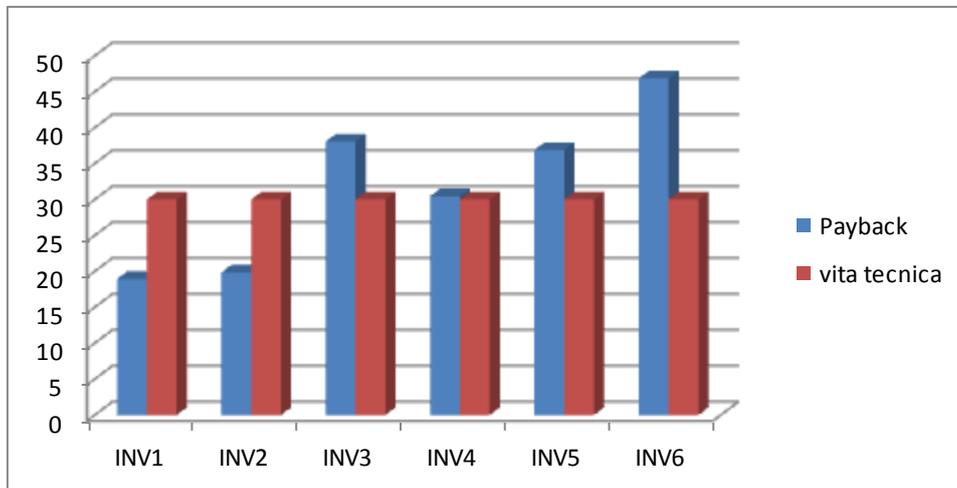
### Inteventi involucro edilizio Scuola Materna

Soluzioni per il miglioramento dell'efficienza energetica - involucro -	Costo Intervento €	Risparmio annuo €	Incentivo Annuo Conto termico (per 5 anni)	Durata incentivo	Payback time (anni)	Vita tecnica [anni]	En. Primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
INV1	32.340	1.024	2.587	5	19	30	336.954	208
INV2	25.410	768	2.033	5	20	30	252.716	218
INV3	32.500	512	2.600	5	38	30	168.477	418
INV4	52.000	1.024	4.160	5	30	30	336.954	334
INV5	22.050	358	1.764	5	37	30	117.934	405
INV6	28.000	358	2.240	5	47	30	117.934	514

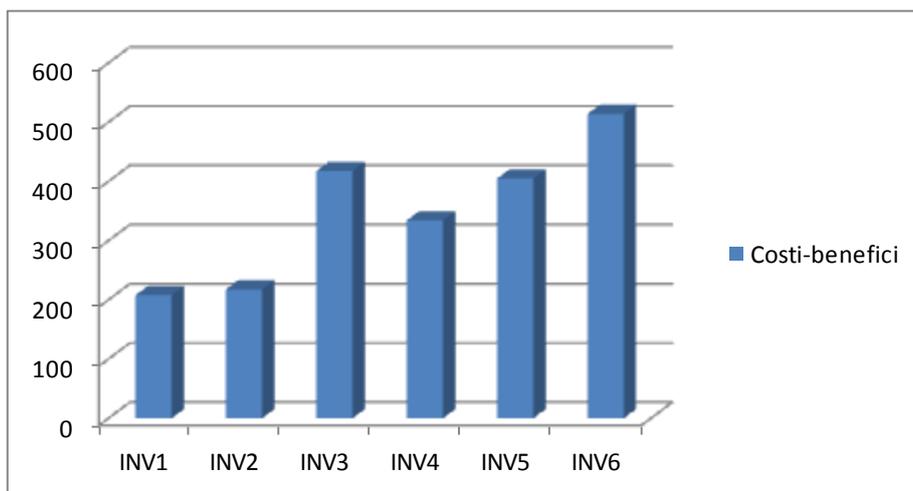




Confronto PBT/vita tecnica (anni)



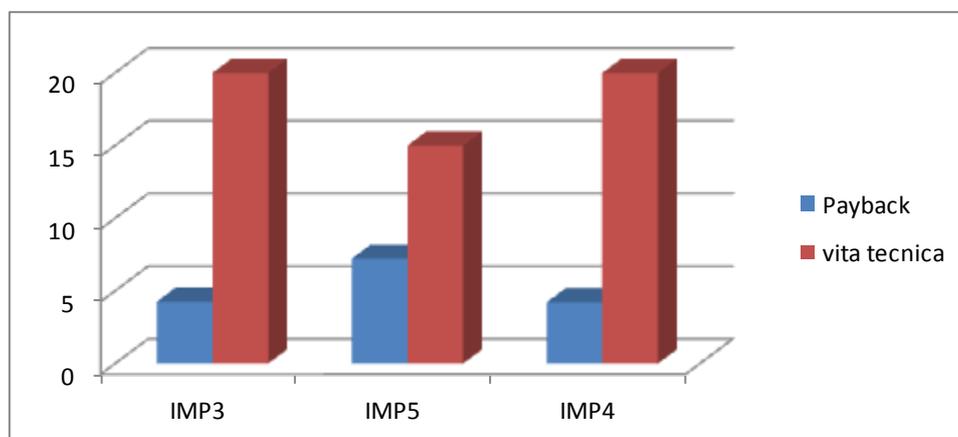
Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



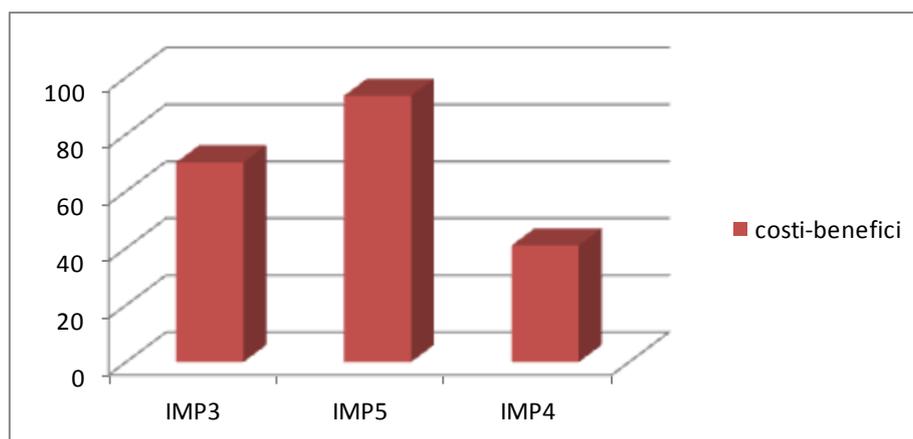
**Inteventi su impianti Scuola Materna**

Soluzioni di miglioramento dell'efficienza energetico - Impianti -	Note tecniche	Costo Intervento [€]	Risparmio annuo [€]	Durata incentivo (anni)	Incentivo Annuo Conto termico (3)	Payback time	Vita tecnica (anni)	En.primaria risparmiata [kwh]	Rapporto costi-benefici ambientali [€/TON CO2]
IMP3	n° collettori= 1 S= 2,3 m <sup>2</sup>	1.701	215	2	392	4	20	47.174	70
IMP5	n° lampade= 254	7.976	1.106	0	0	7	15	138.197	94
IMP4	P= 3 kW	5.400	1.281	0	0	4	20	213.500	41

Confronto PBT/vita tecnica (anni)



Rapporto costi/benefici ambientali (€/ton CO2 risparmiata)



## 5 Selezione delle soluzioni di MEE

Nel presente capitolo vengono individuate, tra quelle esaminate, le **Misure di Efficientamento Energetico da inserire nel Piano** oggetto del presente studio.

Tale selezione viene qui proposta secondo il seguente criterio: **viene proposto l'intervento laddove** il calcolo del tempo di ritorno dell'investimento è risultato accettabile, cioè dove **il PBT è minore** del tempo **di vita tecnica** stimato per la tecnologia in esame.

A ciò si aggiunge, nei **casi** in cui sono state ipotizzate **soluzioni applicabili in alternativa** (cfr. parr. 2.1.1 - Isolamento termico delle pareti perimetrali e 2.1.2 - Isolamento termico della copertura), la scelta di quella, tra le due, più conveniente (minore PBT).

Nelle tabelle delle pagine seguenti, vengono prima riepilogate tutte le soluzioni analizzate e successivamente vengono esposte le sole rispondenti ai predetti criteri di selezione.

Il risultato complessivo evidenzia la fattibilità di massima di un **piano di investimenti** che complessivamente comprende:

- n° **32 interventi** di efficientamento energetico
- per un **investimento complessivo di € 534.236**,
- che si ripagherebbe attraverso
  - gli **incentivi** del conto termico di **€ 185.999**
  - e **risparmio annui di € 31.560**,
- determinando un **Pay Back Time** di circa **11 anni**.

Le **tonnellate di CO2 non emesse in atmosfera** nell'arco dell'intera vita tecnica di ogni singolo intervento sarebbero **2.229**, con un rapporto costi/benefici ambientali espresso dall'indicatore di **156 €/Ton CO2**.

**RIEPILOGO Misure e soluzioni di efficientamento energetico**

EDIFICIO	TIPO SOLUZIONE	INVESTIMENTO	VITA TECNICA STIMATA	RISPARMIO ENERGETICO ANNUO STIMATO		INCENTIVO			BENEFICI AMBIENTALI	
				EE	GAS	€/anno	n° anni	€tot	Tonnellate di CO2 NON EMESSE IN ATMOSFERA (in vita tecnica)	Rapporto costi/benefici
				kwh	mc				€/Ton CO2	
municipio	INV2	44.165	30	-	941	3.533	5	17.666	76	347
municipio	INV3	21.300	30	-	628	1.704	5	8.520	51	251
municipio	INV4	34.080	30	-	1.255	2.726	5	13.632	102	201
municipio	INV5	12.950	30	-	439	1.036	5	5.180	36	218
municipio	INV6	43.200	30	-	439	3.456	5	3.000	55	727
municipio	INV2	38.940	30	-	499	2.726	5	13.629	41	625
municipio	INV3	15.000	30	-	333	1.050	5	5.250	27	361
municipio	INV4	24.000	30	-	666	1.680	5	8.400	54	289
municipio	INV5	8.050	30	-	233	564	5	1.000	25	277
municipio	INV6	29.600	30	-	233	2.072	5	10.360	19	1.018
municipio	IMP1	11.632	20	-	330	931	5	4.653	18	392
municipio	IMP2	2.319	15	237	-	186	5	928	2	565
municipio	IMP5	5.809	11	2.117	-	-	0	-	16	360
municipio	IMP6	642	11	2.201	-	-	0	-	17	38
Pal. San Francesco	INV2	69.740	30	-	958	5.579	5	27.896	78	539
Pal. San Francesco	INV3	59.000	30	-	639	4.720	5	23.600	52	683
Pal. San Francesco	INV4	94.400	30	-	1.277	7.552	5	37.760	104	547
Pal. San Francesco	INV5	23.450	30	-	447	1.876	5	9.380	36	388
Pal. San Francesco	INV6	64.400	30	-	447	5.152	5	25.760	36	1.066
Pal. San Francesco	IMP1	18.330	20	-	792	1.466	5	7.330	43	257
Pal. San Francesco	IMP5	3.429	12	963	-	-	0	-	18	192
Pal. San Francesco	IMP6	3.269	12	6.401	-	-	0	-	118	28
Pal. San Francesco	IMP7	1.522	12	486	-	-	0	-	9	169
Pal. Filippini	INV2	41.250	30	-	12	3.300	5	16.500	-	-
Pal. Filippini	INV3	17.750	30	-	8	1.420	5	7.100	0	25.536
Pal. Filippini	INV4	28.400	30	-	16	2.272	5	11.360	1	16.482
Pal. Filippini	INV5	7.805	30	-	6	624	5	3.122	0	13.186
Pal. Filippini	INV6	17.200	30	-	6	1.376	5	6.880	1	10.354
Pal. Filippini	INV2	16.885	30	-	1	1.182	5	5.910	-	-
Pal. Filippini	INV3	5.250	30	-	0	368	5	1.838	0	270.641
Pal. Filippini	INV4	8.400	30	-	1	588	5	2.940	0	126.224
Pal. Filippini	INV5	2.310	30	-	0	162	5	809	0	100.979
Pal. Filippini	INV6	8.800	30	-	0	616	5	3.080	0	79.341
Pal. Bonanni	INV2	67.485	30	-	365	5.399	5	26.994	30	1.367
Pal. Bonanni	INV3	30.000	30	-	244	2.400	5	12.000	20	911
Pal. Bonanni	INV4	48.000	30	-	487	3.840	5	19.200	40	729
Pal. Bonanni	INV5	18.200	30	-	170	1.456	5	7.280	14	790
Pal. Bonanni	INV6	54.400	30	-	170	4.352	5	21.760	14	2.361
Pal. Bonanni	IMP5	5.473	11	-	1.480	-	0	-	25	218
Pal. Bonanni	IMP6	911	11	-	1.593	-	0	-	27	34
Pal. Bonanni	IMP7	3.410	11	-	933	-	0	-	16	215

segue...



...segue

EDIFICIO	TIPO SOLUZIONE	INVESTIMENTO	VITA TECNICA STIMATA	RISPARMIO ENERGETICO ANNUO STIMATO		INCENTIVO			BENEFICI AMBIENTALI	
				EE	GAS	€/anno	n° anni	€tot	Tonnellate di CO2 NON EMESSE IN ATMOSFERA (in vita tecnica)	Rapporto costi/benefici
				kwh	mc					€/Ton CO2
		Euro	anni							
Nuova pretura	INV2	49.335	30	-	960	3.947	5	19.734	78	380
Nuova pretura	INV3	34.000	30	-	640	2.720	5	13.600	52	393
Nuova pretura	INV4	54.400	30	-	1.280	4.352	5	21.760	104	315
Nuova pretura	INV5	17.500	30	-	448	1.400	5	7.000	36	289
Nuova pretura	INV6	66.000	30	-	448	5.280	5	26.400	36	1.090
Nuova pretura	IMP1	11.532	20	-	544	931	5	4.655	29	234
Nuova pretura	IMP2	2.319	15	253	-	186	5	930	6	238
Nuova pretura	IMP5	9.478	17	3.221	-	-	0	-	84	112
Nuova pretura	IMP6	578	17	742	-	-	0	-	19	30
Scuola elementare	INV1	104.300	30	-	3.965	8.344	5	41.720	232	269
Scuola elementare	INV2	81.950	30	-	2.974	6.556	5	32.780	173	285
Scuola elementare	INV3	30.000	30	-	1.983	2.400	5	12.000	137	132
Scuola elementare	INV4	48.000	30	-	3.965	3.840	5	19.200	305	94
Scuola elementare	INV5	17.920	30	-	1.388	1.434	5	7.168	103	104
Scuola elementare	INV6	125.200	30	-	1.388	10.016	5	50.080	71	1.057
Scuola elementare	IMP1	28.164	20	-	1.979	2.253	5	11.265	107	158
Scuola elementare	IMP2	4.055	15	446	-	324	5	1.620	10	236
Scuola elementare	IMP3	4.596	15	-	813	1.127	2	2.254	33	71
Scuola elementare	IMP5	12.497	11	4.487	-	-	0	-	76	164
Scuola elementare	IMP6	239	11	4.487	-	-	0	-	2	156
Scuola elementare	IMP4	6.400	20	4.487	-	-	0	-	169	38
Asilo nido	INV1	29.610	30	-	383	2.369	5	11.844	31	571
Asilo nido	INV2	23.265	30	-	288	1.861	5	9.306	23	599
Asilo nido	INV3	15.000	30	-	192	1.200	5	6.000	16	579
Asilo nido	INV4	24.000	30	-	383	1.920	5	9.600	31	463
Asilo nido	INV5	8.225	30	-	134	658	5	3.290	11	453
Asilo nido	INV6	30.400	30	-	134	2.432	5	12.160	11	1.676
Asilo nido	IMP1	2.282	20	-	191	183	5	915	10	132
Asilo nido	IMP5	1.971	15	840	-	-	0	-	19	101
Asilo nido	IMP4	1.971	20	1.266	-	-	0	-	18	112
Scuola materna	INV1	32.340	30	-	1.151	2.587	5	12.936	93	208
Scuola materna	INV2	25.410	30	-	863	2.033	5	10.164	70	218
Scuola materna	INV3	32.500	30	-	575	2.600	5	13.000	47	418
Scuola materna	INV4	52.000	30	-	1.151	4.160	5	20.800	93	334
Scuola materna	INV5	22.050	30	-	403	1.764	5	8.820	33	405
Scuola materna	INV6	28.000	30	-	403	2.240	5	11.200	33	514
Scuola materna	IMP3	1.701	20	-	242	392	2	784	13	70
Scuola materna	IMP5	7.976	15	3.685	-	-	0	-	85	94
Scuola materna	IMP4	5.400	20	4.270	-	-	0	-	132	41
<b>TOTALI GENERALI</b>		<b>2.063.719</b>		<b>40.588</b>	<b>45.315</b>			<b>773.700</b>	<b>3.852</b>	<b>536</b>



SELEZIONE delle soluzioni di efficientamento energetico

EDIFICIO	TIPO SOLUZIONE	INVEST.N TO Euro	VITA TECNICA STIMATA anni	ENERGETICO ANNUO STIMATO		RISPARMIO ECONOMICO ANNUO €/anno	INCENTIVO			BENEFICI AMBIENTALI	
				EE	GAS		€/anno	n° anni	€ tot	Tonnellate di CO2 NON EMESSE IN ATMOSFERA (in vita tecnica)	Rapporto costi/bene fici €/Ton CO2
				kwh	mc						
municipio- verdi	INV4	34.080	30	-	1.255	1.117	2.726	5	13.632	102	201
municipio- verdi	INV5	12.950	30	-	439	391	1.036	5	5.180	36	218
municipio - tamburri	INV4	24.000	30	-	666	593	1.680	5	8.400	54	289
municipio - tamburri	INV5	8.050	30	-	233	207	564	5	1.000	25	277
municipio	IMP5	5.809	11	2.117	-	635	-	-	-	16	360
municipio	IMP6	642	11	2.201	-	660	-	-	-	17	38
Pal. San Francesco	IMP1	18.330	20	-	792	705	1.466	5	7.330	43	257
Pal. San Francesco	IMP5	3.429	12	963	-	289	-	-	-	18	192
Pal. San Francesco	IMP6	3.269	12	6.401	-	1.920	-	-	-	118	28
Pal. San Francesco	IMP 7	1.522	12	486	-	146	-	-	-	9	169
Pal. Bonanni	IMP6	911	11	-	1.593	1.418	-	-	-	27	34
Nuova pretura	INV4	54.400	30	-	1.280	1.139	4.352	5	21.760	104	315
Nuova pretura	INV5	17.500	30	-	448	399	1.400	5	7.000	36	289
Nuova pretura	IMP1	11.532	20	-	544	484	931	5	4.655	29	234
Nuova pretura	IMP5	9.478	17	3.221	-	966	-	-	-	84	112
Nuova pretura	IMP6	578	17	742	-	222	-	-	-	19	30
Scuola elementare	INV1	104.300	30	-	3.965	3.529	8.344	5	41.720	232	269
Scuola elementare	INV4	48.000	30	-	3.965	3.529	3.840	5	19.200	305	94
Scuola elementare	INV5	17.920	30	-	1.388	1.235	1.434	5	7.168	103	104
Scuola elementare	IMP1	28.164	20	-	1.979	1.761	2.253	5	11.265	107	158
Scuola elementare	IMP3	4.596	15	-	813	723	1.127	2	2.254	33	71
Scuola elementare	IMP5	12.497	11	4.487	-	1.346	-	-	-	76	164
Scuola elementare	IMP6	239	11	4.487	-	1.346	-	-	-	2	156
Scuola elementare	IMP4	6.400	20	4.487	-	1.346	-	-	-	169	38
Asilo nido	IMP1	2.282	20	-	191	170	183	5	915	10	132
Asilo nido	IMP5	1.971	15	840	-	252	-	-	-	19	101
Asilo nido	IMP4	1.971	20	1.266	-	380	-	-	-	18	112
Scuola materna	INV1	32.340	30	-	1.151	1.024	2.587	5	12.936	93	208
Scuola materna	INV4	52.000	30	-	1.151	1.024	4.160	5	20.800	93	334
Scuola materna	IMP3	1.701	20	-	242	215	392	2	784	13	70
Scuola materna	IMP5	7.976	15	3.685	-	1.106	-	-	-	85	94
Scuola materna	IMP4	5.400	20	4.270	-	1.281	-	-	-	132	41
<b>TOTALI GENERALI</b>		<b>534.236</b>	<b>21</b>	<b>39.652</b>	<b>22.095</b>	<b>31.560</b>			<b>185.999</b>	<b>2.229</b>	<b>156</b>



## GLOSSARIO ACRONIMI

ACS	ACQUA CALDA SANITARIA
AEEG	AUTORITA PER L'ENERGIA ELETTRICA E IL GAS
ARPA	AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE
CAR	COGENERAZIONE AD ALTO RENDIMENTO
CEI	COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO
DL	DECRETO LEGISLATIVO
DM	DECRETO MINISTERIALE
EN	NORMATIVA EUROPEA
ENEA	AGENZIA NAZIONALE PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
ESCO	ENERGY SERVICE COMPANY
FIRE	FEDERAZIONE ITALIANA PER L'USO RAZIONALE DELL'ENERGIA
GME	GESTORE DEI MERCATI ENERGETICI
GSE	GESTORE DEI SERVIZI ENERGETICI
GU	GAZZETTA UFFICIALE
IEA	AGENZIA INTERNAZIONALE PER L'ENERGIA
ISO	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
MSE	MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
PAEE	PIANO D'AZIONE NAZIONALE PER L'EFFICIENZA ENERGETICA
PAES	PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE
RSE	RICERCA NEL SETTORE ENERGETICO
RVC	RICHIESTA DI VERIFICA E CERTIFICAZIONE RISPARMI
SEM	SOGGETTI CON ENERGY MANAGER
SEU	SISTEMI EFFICIENTI DI UTENZA
TEE	TITOLO DI EFFICIENZA ECONOMICA
TEP	TONNELLATA EQUIVALENTE DI PETROLIO
UFR	UNITA FISICA DI RIFERIMENTO
UNI	ENTE NAZIONALE DI UNIFICAZIONE

