

*Programme of actions towards a factor 4 in existing social housings in Europe*

Deliverable 9

## **Ottimizzazione dei programmi di riqualificazione energetica attraverso il modello BREa**

December 2007

[www.suden.org/Factor4](http://www.suden.org/Factor4)

**Autori:**

**Roberto Fabbri**

[r.fabbri@ancab.coop](mailto:r.fabbri@ancab.coop)

**Abita**

**Rossana Zaccaria**

[r.zaccaria@ancab.coop](mailto:r.zaccaria@ancab.coop)

**Abita**

**Sergio Bottiglioni**

[studio@ricercaeprogetto.it](mailto:studio@ricercaeprogetto.it)

**Ricerca & Progetto, I**

Progetto parzialmente finanziato da:

**EUROPEAN COMMISSION – Intelligent Energy Executive Agency**

**Grant agreement EIE/05/076/S12.419636**

**Intelligent Energy**  **Europe**

## CASO STUDIO N. 1 COOPERATIVA EDIFICATRICE: “DEGRADI”

Immobile sito in Via Zoia 76 - Milano.

### **Dati generali**

*Località:* Milano

*Indirizzo:* Via Garibaldi - Milano

*Anno di costruzione:* 1986

*Immobili:* 1

*Piani:* 5

### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

L'immobile, realizzato nel 1986, si sviluppa in pianta con una forma ad ELLE, che crea uno spazio esterno protetto con esposizione sud – ovest.

L'edificio si sviluppa su cinque livelli fuori terra, interamente a destinazione residenziale, e su due piani box interrati. E' dotato di tre corpi scala di cui uno in corrispondenza dell'incontro dei due corpi di fabbrica ortogonali e gli altri due alle estremità. L'edificio è realizzato con struttura in cemento armato e tamponamenti verticali in laterizio, con tipico muro a cassetta; anche gli orizzontamenti sono in latero-cemento. Gli appartamenti – 8 per piano – hanno un taglio medio di 68 mq. La copertura è a falda, in laterizio, anche se dall'esterno non è visibile in quanto delimitata da un parapetto in muratura che la nasconde. Il versante sud – ovest, quindi le due facciate che danno sullo spazio interno, presenta oltre alle finestre numerose logge, che contribuiscono a ridurre il carico termico all'interno degli appartamenti. Di seguito si riepilogano i dati generali del presente caso studio.

<b>LOCALITA':</b>	<b>Milano</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO:</b>	<b>residenziale</b>
<b>ZONA CLIMATICA:</b>	<b>E</b>	<b>N. PIANI:</b>	<b>5 fuori terra</b>
<b>GRADI GIORNO:</b>	<b>2404</b>	<b>SUPERFICIE LORDA TOTALE:</b>	<b>3212 mq</b>
<b>ANNO COSTR.:</b>	<b>1986</b>	<b>VOLUME LORDO TOTALE:</b>	<b>9636 mc</b>
<b>FATTORE DI FORMA:</b>	<b>0,37</b>	<b>SUP. MEDIA ALLOGGI:</b>	<b>68 mq</b>
<b>AREA DI SEDIME:</b>	<b>532 mq</b>	<b>N. ALLOGGI:</b>	<b>40</b>

### **INTERVENTI GIA' EFFETTUATI SULL'IMMOBILE**

#### INVOLUCRO

L'intonaco è in buone condizioni, è stato mantenuto e sostituito nel corso degli anni pertanto ha un buon grado di conservazione e non presenta discontinuità e infiltrazioni.

Gli infissi sono in alluminio, dotati di retrocamera, pertanto hanno già buone prestazioni energetiche. I cassonetti sono isolati, con poliuretano espanso e garantiscono anch'essi una barriera efficace al passaggio di calore. Inoltre le logge che si affacciano dei due versanti sud e ovest presentano delle tende esterne, manovrabili e quindi regolabili a seconda delle esigenze dell'utente, al quale è affidata la gestione intelligente della temperatura interna del proprio alloggio. Infatti avendo l'accortezza di schermare con la tenda nella stagione calda, nelle ore di insolazione diretta l'apporto di calore si riduce notevolmente.

Per quanto riguarda gli ingressi presentano ampie superfici vetrate, anch'esse in buone condizioni anche se l'estensione della superficie determina un surriscaldamento in estate degli ambienti comuni.

Il tetto, a doppia falda, è costituito da una struttura portante in cemento armato e copertura in coppi. Si presenta in buono stato di conservazione in quanto è stato ben mantenuto nel corso degli anni; infatti non vi sono segni di presenza di umidità e infiltrazioni.

L'involucro è costituito da una muratura a cassetta di spessore di 32 cm, di cui 12 di mattoni pieni, 5 di isolante in poliuretano, 4 di camera d'aria e 8 di tavolati interno in laterizio forato.

I muri interni che danno su locali non riscaldati, in particolare sui corpi scala, hanno spessore di 32 cm e sono costituiti da 20 cm di cls, un pannello di celenit P3, 8 cm di tavolato e intonaco interno.

Il primo solaio riscaldato ha uno spessore di 30 cm, presenta uno strato di massetto in cls, un massetto di pavimentazione con interposto isolante. Il solaio di copertura, infine, di spessore di 35 cm ha anch'esso un'intelaiatura in cemento armato, di cui 20 in laterizio, 6 di isolante Styrodur e intonaco.

## IMPIANTI.

Il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria sono entrambi autonomi; la potenza di ciascuna caldaia autonoma è di 24 Kw. L'impianto presenta un buon grado di isolamento delle tubazioni e i terminali sono realizzati in ghisa. Ai termostati è stato applicato un termostato per la regolazione della temperatura.

Quindi nonostante le generali buone condizioni dell'impianto e la miglioria introdotta con il sistema di regolazione per singoli ambienti o zone termiche del grado di riscaldamento non si può dire che nel complesso il sistema sia efficiente proprio perché è individuale.

## **AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI BEST CLASS**

### **Perdite di calore per trasmissione e ventilazione e apporti solari gratuiti.**

Dall'analisi eseguita con *Best CLASS* si evince che l'edificio si colloca in classe C, quindi l'involucro nel suo insieme ha buone prestazioni, insieme con gli infissi, i quali anch'essi, come già specificato, presentano delle prestazioni medio alte. L'involucro tuttavia è tale da presentare alcuni ponti termici, in corrispondenza dei solai; per il resto nel complesso l'incidenza dei ponti termici è piuttosto ridotta, infatti grazie all'assenza di balconi in aggetto non si creano punti di discontinuità dello strato isolante. Durante l'inverno i versanti sud e ovest hanno un discreto apporto di calore, anche se non molto elevato in quanto la superficie vetrata che capterebbe la radiazione luminosa è in parte schermata dal sistema di logge che caratterizza questi due prospetti.

### **Bilancio energetico.**

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da BEST CLASS sulla base dei dati energetici inseriti è espressa dall'indicatore PEh, che risulta pari a **68** KWh/mq. L'edificio si colloca quindi in classe **C**.

Infine il fattore PEg, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, pari a **116**, ricade in classe **E** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaie individuali e alla non completa coibentazione dell'impianto di riscaldamento.

	<b>PEh</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PEg</b>
<b>Ante operam</b>	<b>68 KWh/mq</b>	<b>classe c</b>	<b>116 KWh/mq</b>

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e acs, e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software Best CLASS impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

## **PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI**

In seguito all'audit energetico relativo allo stato di fatto eseguito con BEST CLASS si passa ad analizzare un'ipotesi di intervento retrofit sull'edificio in oggetto con l'ausilio del modello di calcolo BREA, desunto dal modello danese ASCOT ed adattato alla peculiarità del patrimonio edilizio italiano.

Di seguito la tabella riassuntiva degli interventi proposti:

	A	B	C	F	G	H	I	J	K	L	M
1				Investimento iniziale	Risparmi		Esercizio annuale	Manutenzione annuale	Benefici: valore attuale	Costi: valore attuale	VAN
2				euro	kWh/m²	euro	euro	euro	euro	euro	euro
3	H9		Isolamento aggiuntivo nei muri	77.538			0	0			
4	H10		Isolamento aggiuntivo nel tetto	12.848			0	0			
5	H11		Isolamento aggiuntivo nel pavimento	17.987			0	0			
6	H6		Finestre termicamente isolate	52.000			0	0			
7			Somma riduzioni trasmissione attraverso l'involucro	160.373	22,6	12.598	0	0	246814	0	86441
8	H1	<input type="checkbox"/>	Sistemi a guadagno solare passivo	100.000	8,2	3228	0	40	63242	784	-37541
9	H2	<input type="checkbox"/>	VMC (con recupero di calore)	200.000	9,0	3531	44	24	69178	1332	-132154
10	H3	<input type="checkbox"/>	Riduzione delle infiltrazioni d'aria	3.200	1,8	711	0	0	13922	0	10722
11	H4	<input checked="" type="checkbox"/>	Risparmi energetici da riduzione del consumo di acqua	11.200	3,1	1219	0	0	23885	0	12685
12	H5	<input checked="" type="checkbox"/>	Risparmi energetici per comportamento degli utenti	1.000	7,5	2937	0	0	57535	0	56535
13	H7	<input checked="" type="checkbox"/>	Contacalorie individuali	4.000	15,0	5874	0	0	115069	0	111069
14	H8	<input type="checkbox"/>	Riduzione dei ponti termici	28.000	3,9	1534	0	0	30061	0	2061
15	H12	<input type="checkbox"/>	Isolamento sulle condotte di distribuzione (solo risc. centralizzato)	1.500	0,2	83	0	0	1617	0	117
16	H13	<input checked="" type="checkbox"/>	Distribuzione ben calibrata	2.800	7,6	2987	0	0	58517	0	55717
17	H14	<input type="checkbox"/>	Sistemi avanzati di gestione (BEMS)	40.000	7,6	2987	0	0	58517	0	18517
18	H15	<input type="checkbox"/>	Pompa di calore (solo risc. centralizzato)	10.000	48,0	18798	0	2.000	368277	39182	319096
19	H16	<input checked="" type="checkbox"/>	Valvole termostatiche sui radiatori	14.000	10,2	3983	0	0	78023	0	64023
20	H17		Nuovo impianto di riscaldamento, cogenerazione inclusa	14.000	6,7	1820	0	0	35663	0	21663
21			Somma delle iniziative sul riscaldamento	193.373	66,0	29.598	0	0	579843	0	386470
22			<b>Acqua calda sanitaria</b>	euro	kWh/m²	euro					
23	W1	<input checked="" type="checkbox"/>	Contacalorie individuali	4.000	2,2	986	0	0	19323	0	15323
24	W2	<input checked="" type="checkbox"/>	Pannelli solari per acqua calda sanitaria	88.000	20,9	12204	80	88	239086	3291	147795
25	W3	<input type="checkbox"/>	Coibentazione delle tubazioni	60.000	0,6	244	0	0	4777	0	-55223
26	W4	<input type="checkbox"/>	Nuovo accumulo dell'a.c.s. con produzione semi-istantanea	0	0,6	244	0	0	4777	0	4777
27			Somma delle iniziative sull'acqua	92.000	23	13.190	80	88	258409	3291	163118
28			<b>Elettricità (escluso riscaldamento)</b>	euro	%	euro					
29	E1	<input checked="" type="checkbox"/>	Illuminazione a basso consumo	1.500	5%	1156	0	0	22653	0	21153
30	E2	<input type="checkbox"/>	Risparmi elettrici da ventilazione	0	10%	2313	0	0	45307	0	45307
31	E3	<input checked="" type="checkbox"/>	Risparmi elettrici per comportamento degli utenti	1.800	10%	2313	0	0	45307	0	43507
32	E4	<input type="checkbox"/>	Elettrodomestici ad alta efficienza - Classe A o superiore	20.000	3%	694	0	0	13592	0	-6408
33	E5	<input type="checkbox"/>	Asciugatura dei panni all'aria	0	5%	1156	0	0	22653	0	22653
34	E6	<input checked="" type="checkbox"/>	Ottimizzazione dell'illuminazione naturale	5.000	2%	463	0	0	9061	0	4061
35	E7	<input type="checkbox"/>	Pannelli fotovoltaici	220.000	26%	5919	0	220	115965	4310	-108345
36	E8	<input type="checkbox"/>	Regolazione delle pompe di circolazione nelle caldaie individuali	24.000	5%	1156	0	0	22653	0	-1347
37	E9	<input checked="" type="checkbox"/>	Spegnimento delle apparecchiature inutilizzate	0	1%	231	0	0	4531	0	4531
38	E10	<input type="checkbox"/>	Lavanderia comune	10.000	8%	1850	0	0	36245	0	26245
39			Somma delle iniziative sull'elettricità	8.300	18%	4.163	0	0	81552	0	73252
40			<b>Totale</b>	293.673		46.951	80	88	919.804	3.291	622.840

## AUDIT ENERGETICO CON *BREA* PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

### IMPUT DEI DATI IN *BREA*

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro*: PHe

*Fabbisogno specifico di energia primaria*: PHg

*BREA* scorpora dal dato globale calcolato, l'energia termica impiegata per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore.

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

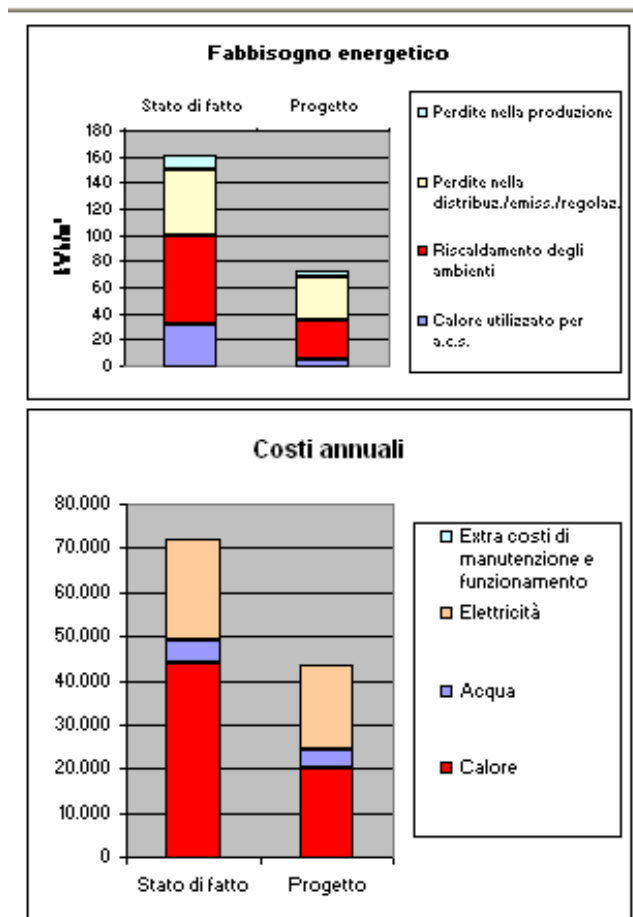
Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati:

26. Il costo dell'investimento complessivo per ciascun intervento

27. I risparmi energetici ed economici (**BENEFICI**)

28. I costi di esercizio e manutenzione (**COSTI**)

29. Il **VAN**



Il l'investimento è considerato conveniente

## **CASO STUDIO N. 2 COOPERATIVA EDIFICATRICE: “DEGRADI”**

Immobile sito in Via Zanzottera – Milano.

### **Dati generali**

*Località:* Milano

*Indirizzo:* Via Fratelli Zanzottera, 9 – 20153

Milano

*Anno di costruzione:* 1951

*Immobili:* 1

*Piani:* 4

### **DESCRIZIONE DELL’EDIFICIO**

L’immobile occupa l’estremità d’angolo del lotto compreso tra Via F. Zanzottera e Via Rosario, di proprietà della Cooperativa “Degradi”. Consta di quattro piani di cui il piano terra a destinazione commerciale e i tre piani soprastanti a destinazione residenziale per un totale di 18 appartamenti. L’edificio si affaccia su un ampio cortile interno, sul versante sud, sul quale è posto anche l’accesso alle unità immobiliari. Il lato nord, con affaccio su strada, è caratterizzato dai tipici ballatoi esterni di accesso agli appartamenti. Il versante est è completamente addossato all’edificio adiacente per cui non contribuisce alla dispersione termica complessiva dell’edificio. Non sono presenti elementi schermanti sul lato sud che rimane quindi molto esposto alla radiazione nei mesi caldi, essendo anche il cornicione poco aggettante.

Di seguito si riepilogano i dati generali del presente caso studio.

<b>LOCALITA’:</b>	<b>Milano</b>	<b>DESTINAZIONE D’USO:</b>	<b>mista, residenziale e commerciale (p. terra)</b>
<b>ZONA CLIMATICA:</b>	<b>E</b>	<b>N. PIANI:</b>	<b>4 fuori terra + 1 interrato (cantine)</b>
<b>GRADI GIORNO:</b>	<b>2404</b>	<b>SUPERFICIE LORDA TOTALE:</b>	<b>1924 mq</b>
<b>ANNO COSTR.:</b>	<b>1951</b>	<b>VOLUME LORDO TOTALE:</b>	<b>5770 mc</b>
<b>FATTORE DI FORMA:</b>	<b>0,38</b>	<b>SUP. MEDIA ALLOGGI:</b>	<b>56 mq (bilocali: soggiorno, camera, wc)</b>
<b>AREA DI SEDIME:</b>	<b>400 mq</b>	<b>N. ALLOGGI:</b>	<b>18</b>

### **INTERVENTI GIA’ EFFETTUATI SULL’IMMOBILE**

#### **Sull’involucro.**

Non è stato effettuato nessun tipo di intervento di recente. Gli infissi infatti sono ancora quelli originari in legno e con vetro singolo, mantenuti ma con evidenti segni di obsolescenza (vernice scrostata, infiltrazioni, ecc.). Lo stesso dicasi per i portoncini d’ingresso alle abitazioni: sono evidentemente datati, verniciati più volte e non a tenuta. Il sottotetto versa in condizioni di grave degrado: la copertura inclinata, in laterocemento e non coibentata presenta sconnessioni e rotture con conseguenti infiltrazioni d’aria d’umidità. Il solaio verso il sottotetto è coibentato unicamente con un sottile strato di leca (2 cm), assolutamente inadeguato a contrastare le dispersioni di calore verso l’esterno. L’involucro è costituito da una muratura portante in mattoni pieni non coibentata ma semplicemente intonacata, pertanto la resistenza al passaggio di calore è affidata esclusivamente al potere isolante del mattone, non particolarmente alto, e allo spessore dei setti murari, piuttosto consistente dal momento che si tratta di muri portanti.

#### **Sugli impianti.**

Nel 2001 è stata sostituita la vecchia caldaia con una alimentata a metano, a condensazione, collocata nei locali interrati; è stato inoltre adeguato alla normativa vigente il sistema di coibentazione della tubazioni di adduzione. L’impianto centralizzato riguarda esclusivamente il riscaldamento mentre l’acqua calda sanitaria è ancora affidata a caldaiette elettriche autonome, con conseguenti gravi perdite di rendimento.

## AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

### Perdite di calore per trasmissione e ventilazione.

Dall'analisi eseguita con *Best CLASS* si evince che si hanno elevate perdite di calore per trasmissione e ventilazione dovute alla scarsa resistenza al passaggio del calore che offre l'involucro sia nella sua parte opaca che vetrata.

La struttura portante è in muratura, realizzata in mattoni pieni con uno spessore medio, tra i vari piani, di circa 40 cm; non presenta alcuno strato isolante risultando semplicemente rifinita ad intonaco. Si considera quindi una trasmittanza complessiva di circa 1 W/Kmq cui si aggiunge l'elemento peggiorativo costituito dai ponti termici (presenza dei balconi e discontinuità in corrispondenza dei solai in latero-cemento) il risultato è di una **prestazione coibente piuttosto bassa**.

Per quanto riguarda la parte vetrata è evidente anche da una valutazione visiva preliminare che gli infissi esistenti non hanno i requisiti tecnici prestazionali per contrastare adeguatamente il flusso di calore e di umidità. Non risultano essere infatti a norma per la tenuta all'aria e all'acqua ed hanno un trasmittanza di circa 5 W/Kmq.

### Apporti solari gratuiti.

L'orientamento dello stabile è impostato sull'asse est-ovest, quindi con uno dei versanti lunghi a sud; tuttavia vi si affaccia la zona notte, che, poco vissuta di giorno, non beneficia pienamente degli apporti solari diretti attraverso le superfici trasparenti. Il lato est è cieco e quello ovest comunque molto ridotto; quest'ultimo in ogni caso rappresenta una superficie captante che va a beneficio di un solo appartamento dei 6 totali per piano. La zona giorno da invece sul versante nord e non gode pertanto della radiazione diretta, quindi non si può dire che gli apporti gratuiti esterni vengano particolarmente favoriti dalla morfologia e dall'orientamento dello stabile. E' comunque da rilevare che per lo stesso motivo la zona giorno risulta più vivibile nel periodo estivo, proprio perchè esposta a nord.

### Bilancio energetico.

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da *BEST CLASS* sulla base dei dati energetici inseriti risulta pertanto piuttosto bassa, ed è espressa dall'indicatore **PE<sub>h</sub>**, che risulta pari a **110 KWh/mqa**. L'edificio si colloca quindi in **classe E**.

Infine il fattore **PE<sub>g</sub>**, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, ricade in **classe G** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaie individuali.

## PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI

Si propone innanzitutto di intervenire sul valore della **trasmittanza** complessiva dell'involucro per cercare di contenere il più possibile il flusso di calore attraverso di esso, soprattutto per contenere le dispersioni durante il periodo invernale. Portando il valore della trasmittanza dei vari elementi di chiusura – muri, copertura, primo solaio e infissi – ai valori li legge (Dlgs. 311/06) si ottengono già degli ottimi miglioramenti della prestazione energetica complessiva dell'involucro. Inoltre per non vanificare questo intervento è opportuno intervenire anche sui **ponti termici**, per cercare quantomeno di ridurli: un isolamento a cappotto è in grado di eliminare le discontinuità in corrispondenza dei solai.

Per quanto attiene all'impianto di riscaldamento non si ritiene opportuno intervenire infatti la caldaia, sostituita nel 2001 è a condensazione, con un rendimento del 106%, quindi piuttosto buono.

L'impianto per la produzione di acqua calda sanitaria invece non presenta dei requisiti accettabili nell'ottica del risparmio energetico: infatti è affidato a caldaie elettriche singole che oltre allo svantaggio di un basso rendimento dovuto alle gestioni individuali aggiunge una fonte energetica elettrica che notoriamente richiede più energia primaria rispetto al gas.

Nell'ottica di sostituire tale impianto si propone direttamente un **impianto solare termico** introducendo l'elemento delle fonti rinnovabili che contribuisce anche a sensibilizzare l'utenza sul tema del risparmio energetico nelle utenze domestiche.

Infine gli accorgimenti più semplici che sono demandati in parte anche all'iniziativa e alla sensibilità del singolo utente quali sostituzione delle **lampadine** ad incandescenza con quelle **CLF**, dispositivi di

**spegnimento automatico per le luci** negli spazi comuni, di **termoregolazione e contabilizzazione della temperatura** interna, **rompigetti per rubinetti**, ottimizzazione luce naturale, ecc..

Nella tabella di seguito si riepilogano gli interventi proposti per questo caso studio, nell'ambito di una rosa di interventi ritenuti possibili per queste tipologie edilizie e nell'ottica di un contenimento dei costi.

Si riepilogano tutti gli interventi nella tabella allegata.

#### VALUTAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

Schematizzazione dell'audit energetico, ante e post-operam

	PEh	CLASSE	PEg
Ante operam	110 KWh/mq	classe E	162 KWh/mq

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e a.c.s., e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software *Best CLASS* impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

#### AUDIT ENERGETICO CON *BREA* PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

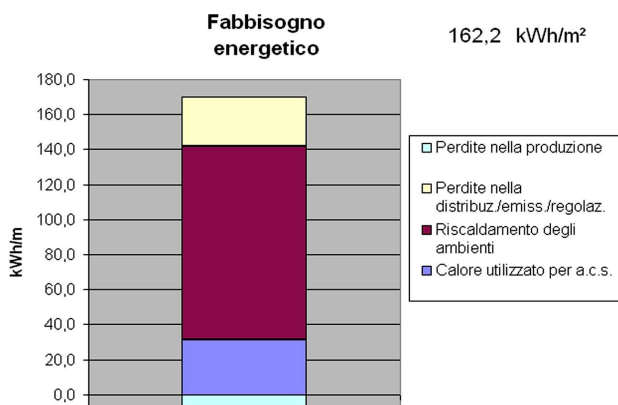


Grafico 1

#### IMPUT DEI DATI IN *BREA*

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro*: PHe = 110 KWh/mqa

*Fabbisogno specifico di energia primaria*: PHg = 162 KWh/mqa

*BREA* scorpora dal dato globale di 162 KWh/mqa l'energia termica per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore (grafico 1).

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati.



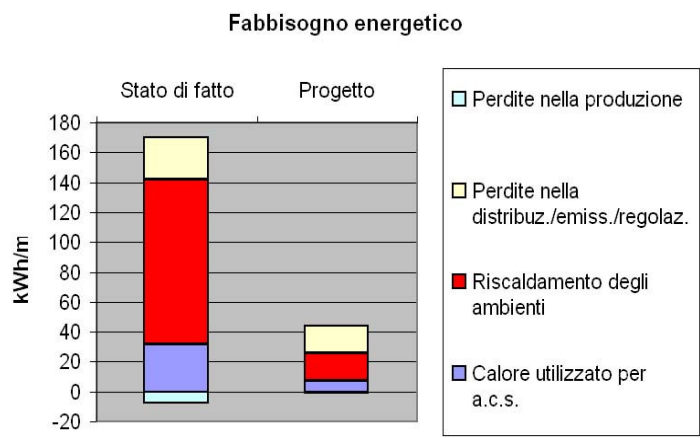


Grafico 2

Il grafico 2 riporta il quadro dei consumi – raffrontando ante e post operam - limitatamente alle sole due voci riscaldamento e a.c.s.; tali voci sono quelle che il sistema di certificazione *BEST CLASS* promosso da SACERT utilizza per il calcolo della classe energetica relativa, escludendo la valutazione dei consumi di acqua potabile e elettricità. Il risultato elaborato da BREA e graficizzato (*grafico 2*) è infatti allineato con quello elaborato da BEST CLASS, a conferma di un buon grado di attendibilità dei modelli di calcolo dei due software.

Il programma *BREA* tuttavia integra il risultato di *BEST CLASS* e considera, per la valutazione dei costi, anche l'acqua potabile e l'elettricità; quest'ultima in particolare assume una certa rilevanza soprattutto lì dove si prevedano sistemi di condizionamento estivo. ***BREA* elabora quindi un calcolo relativo ai costi complessivi di tutte le voci di consumo, mettendo a confronto la situazione ante e post operam.** (*grafico 3*)

### **CASO STUDIO N. 3 Cooperativa Edificatrice: “DEGRADI”**

Immobile sito in Via Rasario pal B-C - Milano.

#### **Dati generali**

*Località:* Milano

*Indirizzo:* Via Rasario, 3 - Milano

*Anno di costruzione:* 1955

*Immobili:* 1

*Piani:* 5

#### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

L'immobile, realizzato nel 1955, si sviluppa in pianta con una forma rettangolare, con asse principale orientato est – ovest.

L'edificio è realizzato con struttura in cemento armato e tamponamenti verticali in laterizio, di spessore di circa 40 cm e realizzati con mattoni pieni, sia per i muri esterni che per i muri che danno su locali non riscaldati. I solai hanno uno spessore di 25 cm, l'ultimo solaio che separa il sottotetto ha un leggero strato isolante in leca che comunque non è sufficiente. Gli infissi non hanno buone prestazioni, infatti presentano un vetro semplice e sono piuttosto datati, inoltre hanno cassonetti esterni non isolati.

Gli appartamenti – 4 per piano – hanno un taglio medio di 66 mq e presentano il doppio affaccio; questa caratteristica li rende senz'altro molto salubri per la possibilità di effettuare dei riscontri d'aria con la ventilazione incrociata, oltre che fare una buona ventilazione e raffrescamento nel periodo estivo. La copertura è a falda, in laterizio.

<b>LOCALITA':</b>	<b>Milano</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO:</b>	<b>residenziale</b>
<b>ZONA CLIMATICA:</b>	<b>E</b>	<b>N. PIANI:</b>	<b>5 fuori terra</b>
<b>GRADI GIORNO:</b>	<b>2404</b>	<b>SUPERFICIE LORDA TOTALE:</b>	<b>1340 mq</b>
<b>ANNO COSTR.:</b>	<b>1955</b>	<b>VOLUME LORDO TOTALE:</b>	<b>4020 mc</b>
<b>FATTORE DI FORMA:</b>	<b>0,41</b>	<b>SUP. MEDIA ALLOGGI:</b>	<b>66 mq</b>
<b>AREA DI SEDIME:</b>	<b>271 mq</b>	<b>N. ALLOGGI:</b>	<b>20</b>

#### **INTERVENTI GIA' EFFETTUATI SULL'IMMOBILE**

##### INVOLUCRO

Non sono stati effettuati lavori di recente. L'immobile fa parte di un complesso più ampio e sarà probabilmente ristrutturato a breve, come quello di fronte, in corso di ristrutturazione.

##### IMPIANTI

Il riscaldamento è centralizzato, con caldaia a condensazione ad alta efficienza, sostituita di recente, nel 2001. La centrale termica serve in tutto 3 immobili i due di via Rasario – pal BC e pal DE - l'edificio in via Zanzottera. E' costituita da 2 caldaie a gas di potenza nominale di 405 Kw; in base ad un calcolo sommario della ripartizione delle calorie che competono a ciascun immobile si può dire che a questo immobile corrisponda una potenza di circa 166 Kw. L'impianto risulta essere molto efficiente anche perché il sistema di regolazione del calore è costituito da una centralina climatica centralizzata con sonda esterna.

La produzione di acqua calda sanitaria invece è poco efficiente ed energeticamente molto onerosa in quanto dipende da caldaie autonome alimentate a elettricità.

## AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

### Perdite di calore per trasmissione e ventilazione e apporti solari gratuiti.

Dall'analisi eseguita con *Best CLASS* si evince che l'edificio si colloca in classe G, quindi l'involucro nel suo insieme ha prestazioni energetiche molto scarse a causa del bassissimo grado di isolamento delle pareti e delle scarsa qualità degli infissi; inoltre l'involucro è tale da presentare alcuni ponti termici, in corrispondenza dei solai e dei balconi in aggetto.

Infatti i valori della trasmittanza sono mediamente molto elevati per ogni singolo elemento di chiusura dell'involucro verso l'esterno. Ad aggravare la situazione del basso grado di resistenza termica di questo involucro agli sbalzi di temperatura esterni si aggiunga il fatto che l'immobile è orientato ovest est per cui in inverno ed in estate è molto esposto rispettivamente ai venti freddi e all'irraggiamento diretto sulla facciata sud.

### Bilancio energetico.

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da *BEST CLASS* sulla base dei dati energetici inseriti è espressa dall'indicatore PEh, che risulta pari a **174** KWh/mq. L'edificio si colloca quindi in classe **G**.

Infine il fattore PEg, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, pari a **272**, ricade in classe **G** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaie individuali e alla non completa coibentazione dell'impianto di riscaldamento.

	<b>PEh</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PEg</b>
<b>Ante operam</b>	<b>174 KWh/mq</b>	<b>classe G</b>	<b>272 KWh/mq</b>

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e acs, e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software *Best CLASS* impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

## PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI

In seguito all'audit energetico relativo allo stato di fatto eseguito con *BEST CLASS* si passa ad analizzare un'ipotesi di intervento retrofit sull'edificio in oggetto con l'ausilio del modello di calcolo *BREA*, desunto dal modello danese *ASCOT* ed adattato alla peculiarità del patrimonio edilizio italiano.

Di seguito la tabella riassuntiva degli interventi proposti:

	Investimento iniziale	Risparmi	Esercizio annuale	Manutenzione annuale	Benefici: valore attuale	Costi: valore attuale	VAN
	euro	kWh/m²	euro	euro	euro	euro	euro
<b>Riscaldamento</b>							
Isolamento aggiuntivo nei muri	37.815		0	0			
Isolamento aggiuntivo nel tetto	5.360		0	0			
Isolamento aggiuntivo nel pavimento	7.504		0	0			
Finestre termicamente isolate	26.000		0	0			
<b>Somma riduzioni trasmissione attraverso l'involucro</b>	<b>76.679</b>	<b>129,4</b>	<b>22.892</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>448475</b>	<b>0</b>
<input type="checkbox"/> Sistemi a guadagno solare passivo	50.000	8,7	1458	0	20	28567	392
<input type="checkbox"/> VMC (con recupero di calore)	100.000	9,6	1595	22	12	31248	666
<input type="checkbox"/> Riduzione delle infiltrazioni d'aria	1.600	2,1	345	0	0	6752	0
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici da riduzione del consumo di acqua	5.600	3,1	520	0	0	10180	0
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici per comportamento degli utenti	1.000	14,3	2386	0	0	46745	0
<input type="checkbox"/> Contacalorie individuali	2.000	28,6	4772	0	0	93491	0
<input type="checkbox"/> Riduzione dei ponti termici	14.000	8,4	1402	0	0	27465	0
<input type="checkbox"/> Isolamento sulle condotte di distribuzione (solo risc. centralizzato)	1.500	0,2	31	0	0	611	0
<input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione ben calibrata	1.400	11,1	1848	0	0	36195	0
<input type="checkbox"/> Sistemi avanzati di gestione (BEMS)	20.000	11,1	1848	0	0	36195	0
<input type="checkbox"/> Pompa di calore (solo risc. centralizzato)	10.000	48,0	8011	0	1.000	156944	19591
<input type="checkbox"/> Valvole termostatiche sui radiatori	7.000	14,8	2463	0	0	48260	0
Nuovo impianto di riscaldamento, cogenerazione inclusa	14.000	18,7	2124	0	0	41616	0
<b>Somma delle iniziative sul riscaldamento</b>	<b>84.679</b>	<b>157,9</b>	<b>27.645</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>541595</b>	<b>0</b>
<b>Acqua calda sanitaria</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> Contacalorie individuali	2.000	2,2	412	0	0	8062	0
<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli solari per acqua calda sanitaria	44.000	20,9	5496	40	44	107680	1646
<input type="checkbox"/> Coibentazione delle tubazioni	30.000	0,6	104	0	0	2036	0
<input type="checkbox"/> Nuovo accumulo dell'a.c.s. con produzione semi-istantanea	0	0,6	104	0	0	2036	0
<b>Somma delle iniziative sull'acqua</b>	<b>46.000</b>	<b>23</b>	<b>5.908</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>115742</b>	<b>1646</b>
<b>Elettricità (escluso riscaldamento)</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> Illuminazione a basso consumo	1.000	5%	482	0	0	9451	0
<input type="checkbox"/> Risparmi elettrici da ventilazione	0	10%	965	0	0	18901	0
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi elettrici per comportamento degli utenti	900	10%	965	0	0	18901	0
<input type="checkbox"/> Elettrodomestici ad alta efficienza - Classe A o superiore	10.000	3%	289	0	0	5670	0
<input type="checkbox"/> Asciugatura dei panni all'aria	0	5%	482	0	0	9451	0
<input checked="" type="checkbox"/> Ottimizzazione dell'illuminazione naturale	4.000	2%	193	0	0	3780	0
<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli fotovoltaici	110.000	26%	2469	0	110	48379	2155
<input type="checkbox"/> Regolazione delle pompe di circolazione nelle caldaie individuali	12.000	5%	482	0	0	9451	0
<input checked="" type="checkbox"/> Spegnimento delle apparecchiature inutilizzate	0	1%	96	0	0	1890	0
<input type="checkbox"/> Lavanderia comune	10.000	8%	772	0	0	15121	0
<b>Somma delle iniziative sull'elettricità</b>	<b>115.900</b>	<b>44%</b>	<b>4.206</b>	<b>0</b>	<b>110</b>	<b>82402</b>	<b>2155</b>
<b>Totale</b>	<b>246.579</b>		<b>37.759</b>	<b>40</b>	<b>154</b>	<b>739.738</b>	<b>3.801</b>
							<b>489.359</b>

## AUDIT ENERGETICO CON *BREA* PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

### IMPUT DEI DATI IN *BREA*

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro*: PHe

*Fabbisogno specifico di energia primaria*: PHg

*BREA* scorpora dal dato globale calcolato, l'energia termica impiegata per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore.

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati:

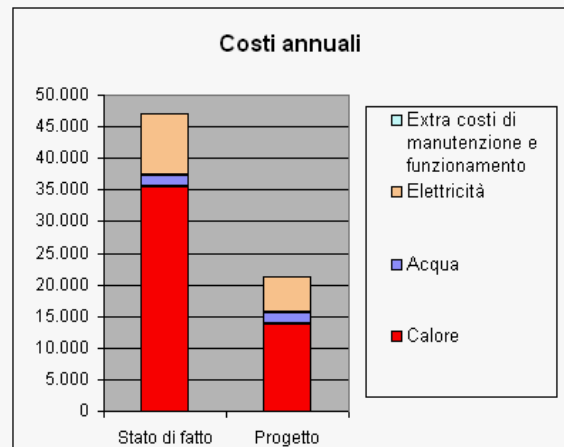
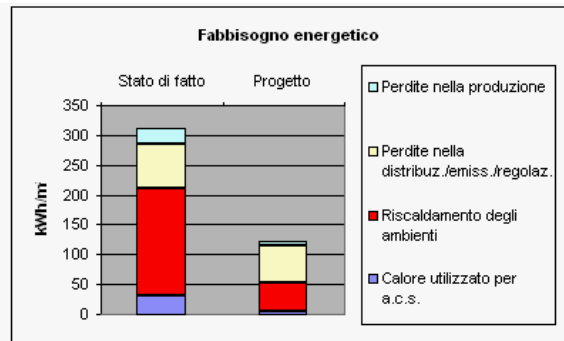
21. Il costo dell'investimento complessivo per ciascun intervento

22. I risparmi energetici ed economici (**BENEFICI**)

23. I costi di esercizio e manutenzione (**COSTI**)

24. Il VAN

Consumi e risparmi annuali al m <sup>2</sup>	Stato di fatto	Progetto	Risparmio
Calore utilizzato per a.c.s.	31,1	4,9	84,3%
Riscaldamento degli ambienti	181,0	47,6	73,7%
Perdite nella distribuz./emiss./regolaz.	73,8	62,7	15,0%
Perdite nella produzione	25,2	6,5	74,0%
Totale riscaldamento e a.c.s. [kWh/m <sup>2</sup> ]	311,1	121,7	60,9%
Elettricità [kWh/m <sup>2</sup> ]	40,0	22,6	43,6%
Acqua [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	2,55	2,38	6,7%
Emissioni annue [kg]			
CO <sub>2</sub>	29480	16628	43,6%
SO <sub>2</sub>	148	84	43,6%
NO <sub>x</sub>	203	114	43,6%
Danni da inquinamento quantificati in euro/anno			553
Costi annuali	Stato di fatto	Progetto	
Calore	35.438	13.864	
Acqua	1.982	1.850	
Elettricità	9.648	5.442	
Extra costi di manutenzione e funziona		194	
Totale costi	47.068	21.350	
Conti economici			
Investimento per interventi ordinari		321.600 €	
Investimento addizionale teorico		246.579 €	
Risparmi derivanti da spese già incluse nei lavori ordinari		100.000 €	
Incentivi pubblici		55.000 €	
Investimento addizionale reale		91.579 €	
Totale		413.179 €	
Totale per abitazione		20.659 €	
Aumento percentuale delle spese		77%	
Tempo di ritorno semplice, in anni		3,6	
VAN		412.266 €	



#### CASO STUDIO N. 4 COOPERATIVA EDIFICATRICE: “DEGRADI”

Immobile sito in Via Rasario pal D - E - Milano.

##### **Dati generali**

*Località:* Milano

*Indirizzo:* Via Rasario, 3 - Milano

*Anno di costruzione:* 1961

*Immobili:* 1

*Piani:* 5

#### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

L'immobile, realizzato nel 1961, si sviluppa con forma pseudo rettangolare e con orientamento dell'asse principale in direzione ovest est. Consta di 5 piani fuori terra per un totale di 25 alloggi, 5 per piano.

LOCALITA':	Milano	DESTINAZIONE D'USO:	residenziale
ZONA CLIMATICA:	E	N. PIANI:	5 fuori terra
GRADI GIORNO:	2404	SUPERFICIE LORDA TOTALE:	1940 mq
ANNO COSTR.:	1961	VOLUME LORDO TOTALE:	5820 mc
FATTORE DI FORMA:	0,34	SUP. MEDIA ALLOGGI:	67 mq
AREA DI SEDIME:	388 mq	N. ALLOGGI:	25

#### **INTERVENTI GIA' EFFETTUATI SULL'IMMOBILE**

##### INVOLUCRO

La struttura portante è in cemento armato, con pareti esterne d tamponatura del tipo a cassetta, con la parte esterna realizzata in mattoni pieni e differenziata per la parete nord e sud; la prima ha infatti uno spessore di circa 35 cm, mentre la seconda di 45 cm. I solai sono in latero cemento, non isolati, tranne che il solaio dell'ultimo piano, che da sul sottotetto, che presenta un sottile strato di leca. L'edificio è attualmente in ristrutturazione: si sta intervenendo sull'involucro e sugli infissi per migliorarne la qualità energetica che nel complesso è molto scarsa.

##### IMPIANTI

Il riscaldamento è centralizzato, con caldaia a condensazione ad alta efficienza, sostituita di recente, nel 2001. La centrale termica serve in tutto 3 immobili i due di via Rasario – pal BC e pal DE - l'edificio in via Zanzottera. E' costituita da 2 caldaie a gas di potenza nominale di 405 Kw; in base ad un calcolo sommario della ripartizione delle calorie che competono a ciascun immobile si può dire che a questo immise corrisponda una potenza di circa 166 Kw. L'impianto risulta essere molto efficiente anche perché il sistema di regolazione del calore è costituito da una centralina climatica centralizzata con sonda esterna. Gli interventi effettuati sulla centrale hanno riguardato anche le tubazioni, che sono state isolate, tuttavia i montanti verticali di distribuzione non hanno subito interventi di sorta per cui il loro isolamento termico non è soddisfacente.

La produzione di acqua calda sanitaria invece è poco efficiente ed energeticamente molto onerosa in quanto dipende da caldaiette autonome alimentate a elettricità.

## AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

### Perdite di calore per trasmissione e ventilazione e apporti solari gratuiti.

Dall'analisi eseguita con *Best CLASS* si evince che l'edificio si colloca in classe G, quindi l'involucro nel suo insieme ha prestazioni energetiche molto scarse a causa del bassissimo grado di isolamento delle pareti e delle scarsa qualità degli infissi; inoltre l'involucro è tale da presentare alcuni ponti termici, in corrispondenza dei solai e dei balconi in aggetto.

Infatti i valori della trasmittanza sono mediamente molto elevati per ogni singolo elemento di chiusura dell'involucro verso l'esterno. Ad aggravare la situazione del basso grado di resistenza termica di questo involucro agli sbalzi di temperatura esterni si aggiunga il fatto che l'immobile è orientato ovest est per cui in inverno ed in estate è molto esposto rispettivamente ai venti freddi e all'irraggiamento diretto sulla facciata sud.

### Bilancio energetico.

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da *BEST CLASS* sulla base dei dati energetici inseriti è espressa dall'indicatore PEh, che risulta pari a **156** KWh/mq. L'edificio si colloca quindi in classe **F**.

Infine il fattore PEg, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, pari a **216**, ricade in classe **G** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaie individuali e alla non completa coibentazione dell'impianto di riscaldamento.

	<b>PEh</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PEg</b>
<b>Ante operam</b>	<b>156 KWh/mq</b>	<b>classe G</b>	<b>216 KWh/mq</b>

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e acs, e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software *Best CLASS* impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

## PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI

In seguito all'audit energetico relativo allo stato di fatto eseguito con *BEST CLASS* si passa ad analizzare un'ipotesi di intervento retrofit sull'edificio in oggetto con l'ausilio del modello di calcolo *BREA*, desunto dal modello danese *ASCOT* ed adattato alla peculiarità del patrimonio edilizio italiano.

Di seguito la tabella riassuntiva degli interventi proposti:

B	C	F	G	H	I	J	K	L	M
	Investimento iniziale	Risparmi	Esercizio annuale	Manutenzione annuale	Benefici: valore attuale	Costi: valore attuale	VAN		
	euro	kWh/m²	euro	euro	euro	euro	euro		
<b>Riscaldamento</b>									
Isolamento aggiuntivo nei muri	68.538			0	0				
Isolamento aggiuntivo nel tetto	7.760			0	0				
Isolamento aggiuntivo nel pavimento	10.864			0	0				
Finestre termicamente isolate	32.500			0	0				
Somma riduzioni trasmissione attraverso l'involucro	119.722	110,7	25.378	0	0	497180	0		
<input type="checkbox"/> Sistemi a guadagno solare passivo	62.500	9,7	2007	0	25	39313	490		
<input type="checkbox"/> VMC (con recupero di calore)	125.000	10,6	2195	28	15	43003	833		
<input type="checkbox"/> Riduzione delle infiltrazioni d'aria	2.000	1,8	376	0	0	7369	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici da riduzione del consumo di acqua	7.000	3,1	646	0	0	12652	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici per comportamento degli utenti	1.000	13,0	2698	0	0	52849	0		
<input type="checkbox"/> Contacalorie individuali	2.500	26,0	5395	0	0	105698	0		
<input type="checkbox"/> Riduzione dei ponti termici	17.500	6,5	1344	0	0	26334	0		
<input type="checkbox"/> Isolamento sulle condotte di distribuzione (solo risc. centralizzato)	1.500	0,2	39	0	0	763	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione ben calibrata	1.750	10,9	2270	0	0	44475	0		
<input type="checkbox"/> Sistemi avanzati di gestione (BEMS)	25.000	10,9	2270	0	0	44475	0		
<input type="checkbox"/> Pompa di calore (solo risc. centralizzato)	10.000	48,0	9957	0	1.250	195064	24489		
<input type="checkbox"/> Valvole termostatiche sui radiatori	8.750	14,6	3027	0	0	59300	0		
Nuovo impianto di riscaldamento, cogenerazione inclusa	14.000	-9,5	-1574	0	0	-30834	0		
Somma delle iniziative sul riscaldamento	129.472	137,7	30.992	0	0	607155	0		
<b>Acqua calda sanitaria</b>									
	euro	kWh/m²	euro						
<input checked="" type="checkbox"/> Contacalorie individuali	2.500	2,2	540	0	0	10577	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli solari per acqua calda sanitaria	55.000	20,9	6846	50	55	134113	2057		
<input type="checkbox"/> Coibentazione delle tubazioni	37.500	0,6	129	0	0	2530	0		
<input type="checkbox"/> Nuovo accumulo dell'a.c.s. con produzione semi-istantanea	0	0,6	129	0	0	2530	0		
Somma delle iniziative sull'acqua	57.500	23	7.386	50	55	144690	2057		
<b>Elettricità (escluso riscaldamento)</b>									
	euro	%	euro						
<input checked="" type="checkbox"/> Illuminazione a basso consumo	1.500	5%	698	0	0	13682	0		
<input type="checkbox"/> Risparmi elettrici da ventilazione	0	10%	1397	0	0	27365	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi elettrici per comportamento degli utenti	1.200	10%	1397	0	0	27365	0		
<input type="checkbox"/> Elettrodomestici ad alta efficienza - Classe A o superiore	12.500	3%	419	0	0	8209	0		
<input type="checkbox"/> Asciugatura dei panni all'aria	0	5%	698	0	0	13682	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Ottimizzazione dell'illuminazione naturale	6.500	2%	279	0	0	5473	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli fotovoltaici	137.500	26%	3575	0	138	70041	2694		
<input type="checkbox"/> Regolazione delle pompe di circolazione nelle caldaie individuali	15.000	5%	698	0	0	13682	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Spegnimento delle apparecchiature inutilizzate	0	1%	140	0	0	2736	0		
<input type="checkbox"/> Lavanderia comune	10.000	8%	1117	0	0	21892	0		
Somma delle iniziative sull'elettricità	146.700	44%	6.089	0	138	119298	2694		
Totale	333.672		44.467	50	193	871.143	4.751		
							532.719		



## AUDIT ENERGETICO CON *BREA* PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

### IMPUT DEI DATI IN *BREA*

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro*: PHe

*Fabbisogno specifico di energia primaria*: PHg

*BREA* scorpora dal dato globale calcolato, l'energia termica impiegata per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore.

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati:

17. Il costo dell'investimento complessivo per ciascun intervento

18. I risparmi energetici ed economici (**BENEFICI**)

19. I costi di esercizio e manutenzione (**COSTI**)

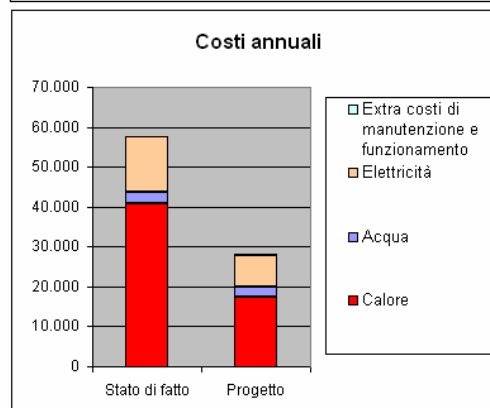
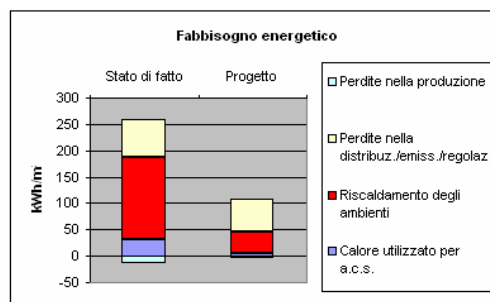
20. Il VAN

Consumi e risparmi annuali al m <sup>2</sup>	Stato di fatto	Progetto	Risparmio
Calore utilizzato per a.c.s.	31,1	4,9	84,3%
Riscaldamento degli ambienti	156,0	41,6	73,4%
Perdite nella distribuz./emiss./regolaz.	73,0	62,0	15,0%
Perdite nella produzione	-13,0	-3,4	73,6%
Totale riscaldamento e a.c.s. [kWh/m <sup>2</sup> ]	247,1	105,0	57,5%
Elettricità [kWh/m <sup>2</sup> ]	40,0	22,6	43,6%
Acqua [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	2,55	2,38	6,7%
Emissioni annue [kg]			
CO <sub>2</sub>	42680	24073	43,6%
SO <sub>2</sub>	215	121	43,6%
NO <sub>x</sub>	293	165	43,6%
<b>Danni da inquinamento quantificati in euro/anno</b>			<b>801</b>

Costi annuali	Stato di fatto	Progetto
Calore	40.752	17.322
Acqua	2.869	2.678
Elettricità	13.968	7.879
Extra costi di manutenzione e funziona		243
<b>Totale costi</b>	<b>57.590</b>	<b>28.121</b>

Conti economici	
Investimento per interventi ordinari	465.600 €
Investimento addizionale teorico	333.672 €
Risparmi derivanti da spese già incluse nei lavori ordinari	100.000 €
Incentivi pubblici	55.000 €
Investimento addizionale reale	178.672 €
<b>Totale</b>	<b>644.272 €</b>
Totale per abitazione	25.771 €
Aumento percentuale delle spese	72%
Tempo di ritorno semplice, in anni	6,1
<b>VAN</b>	<b>398.644 €</b>

**Investimento economicamente conveniente**



## **CASO STUDIO N. 5 Cooperativa Edificatrice: “DEGRADI”**

Immobile sito in Via Caldera, 109 Milano.

### **Dati generali**

*Località:* Milano

*Indirizzo:* Via Caldera, 209 A – Milano

*Anno di costruzione:* 1920

*Immobili:* 1

*Piani:* 4

### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

L'immobile fa parte di un lotto edificato lungo il filo stradale e presenta un ampio cortile interno, sul quale si affacciano gli edifici e che data l'ampiezza è in grado di fornire luce e l'apporto dei raggi solari. L'immobile considerato quindi, come del resto gli altri che appartengono al medesimo complesso ha i due lati corti adiacenti agli edifici contigui mentre dei due lati lunghi uno da su strada (nord) e l'altro nel cortile interno; su questo fronte, esposto a sud si aprono gli ingressi alle unità immobiliari attraverso un sistema di distribuzione a ballatoi esterni. Gli appartamenti sono molto piccoli, di 40 mq circa ciascuno, per un totale di 24 appartamenti, 6 per ciascun piano. Il sistema di distribuzione verticale è interno ed è collocato all'estremità del fabbricato.

La struttura portante è di tipo tradizionale – l'edificio risale al 1920 – costituita da muri portanti in mattoni intonacati, senza strati isolanti; gli orizzontamenti sono probabilmente in ferro e laterizio mentre il tetto, a due falde e con rivestimento in coppi ha una struttura lignea.

I versanti est e ovest pertanto non disperdono verso l'esterno, contribuendo a contenere le spese di riscaldamento. Non sono presenti elementi schermanti sul lato sud che rimane quindi molto esposto alla radiazione nei mesi caldi, essendo anche il cornicione poco aggettante.

Di seguito si riepilogano i dati generali del presente caso studio.

<b>LOCALITA':</b>	<b>Milano</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO:</b>	<b>residenziale</b>
<b>ZONA CLIMATICA:</b>	<b>E</b>	<b>N. PIANI:</b>	<b>4 fuori terra + 1 interrato (cantine)</b>
<b>GRADI GIORNO:</b>	<b>2404</b>	<b>SUPERFICIE LORDA TOTALE:</b>	<b>1679 mq</b>
<b>ANNO COSTR.:</b>	<b>1920</b>	<b>VOLUME LORDO TOTALE:</b>	<b>5037 mc</b>
<b>FATTORE DI FORMA:</b>	<b>0,37</b>	<b>SUP. MEDIA ALLOGGI:</b>	<b>40 mq</b>
<b>AREA DI SEDIME:</b>	<b>420 mq</b>	<b>N. ALLOGGI:</b>	<b>24</b>

### **INTERVENTI GIA' EFFETTUATI SULL'IMMOBILE**

#### **Sull'involucro.**

Non è stato effettuato nessun tipo di intervento di recente.

Gli infissi sono in legno, non sono in cattivo, hanno anche il doppio vetro (4-6-4) ma non hanno il taglio termico quindi rappresentano un punto debole dell'involucro per quanto riguarda la esistenza al passaggio di calore, umidità e aria.

Lo stesso dicasi per i portoncini d'ingresso alle abitazioni: non sono a tenuta.

Il tetto costituito da una struttura portante in legno e copertura in coppi. Si presenta in buono stato di conservazione in quanto è stato ben mantenuto nel corso degli anni; infatti non vi sono segni di presenza di umidità e infiltrazioni, risultando ben ventilato.

L'involucro è costituito da una muratura portante in mattoni pieni non coibentata ma semplicemente intonacata, pertanto la resistenza al passaggio di calore è affidata esclusivamente al potere isolante del mattone, non particolarmente alto, e allo spessore dei setti murari, piuttosto consistente dal momento che si tratta di muri portanti.

#### **Sugli impianti.**

Il riscaldamento è centralizzato, la centrale termica, alimentata a metano è unica ed alimenta anche le altre palazzine del complesso.

Le tubazioni risultano isolate solo parzialmente: nelle cantine sono isolate e anche lungo i tratti che vanno dalla caldaia alla distribuzione verticale; non risultano isolati invece i montanti verticali; sotto il cortile l'isolamento è solo parziale. I radiatori sono in ghisa e non vi è una regolazione sui singoli radiatori bensì centralizzata con una sonda esterna che ne regola e comanda l'accensione/spegnimento e regolazione in genere.

La produzione di acqua calda sanitaria è in parte centralizzata, in parte affidata a caldaie autonome.

## AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

### Perdite di calore per trasmissione e ventilazione.

Dall'analisi eseguita con *Best CLASS* si evince che si hanno elevate perdite di calore per trasmissione e ventilazione dovute alla scarsa resistenza al passaggio del calore che offre l'involucro sia nella sua parte opaca che vetrata.

La struttura portante è in muratura, realizzata in mattoni pieni con uno spessore medio, tra i vari piani, di circa 40 cm; non presenta alcuno strato isolante risultando semplicemente rifinita ad intonaco. La trasmittanza va da 1,16 -1,9 per i muri e per il solaio verso le cantine, per la copertura arriva addirittura a 1,6; inoltre se si aggiunge l'elemento peggiorativo costituito dai ponti termici (presenza dei balconi e discontinuità in corrispondenza dei solai in latero-cemento) il risultato è di una **prestazione coibente piuttosto bassa**.

Per quanto riguarda la parte vetrata è evidente anche da una valutazione visiva preliminare che gli infissi esistenti non hanno i requisiti tecnici prestazionali per contrastare adeguatamente il flusso di calore e di umidità soprattutto per una zona climatica fredda come Milano. Gli infissi infatti non risultano essere infatti a norma per la tenuta all'aria e all'acqua anche se hanno una trasmittanza abbastanza buona (2,8 W/Kmq).

### Apporti solari gratuiti.

L'orientamento dello stabile è impostato sull'asse est-ovest, quindi con uno dei versanti lunghi a sud; gli ambienti che si affacciano a sud hanno il beneficio di avere l'apporto diretto della radiazione solare, fattore bioclimatico importante che costituisce un importante fattore di apporto gratuito di energia. Inoltre le balconate e i relativi aggetti dei ballatoi laterali rappresentano un elemento schermante fisso contro la radiazione solare estiva.

### Bilancio energetico.

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da *BEST CLASS* sulla base dei dati energetici inseriti è espressa dall'indicatore **PE<sub>h</sub>**, che risulta pari a **88 KWh/mqa**. L'edificio si colloca quindi in **classe D**.

Infine il fattore **PE<sub>g</sub>**, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, pari a 135, ricade in **classe F** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaie individuali e alla non completa coibentazione dell'impianto di riscaldamento.

## PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI

Si propone innanzitutto di intervenire sul valore della **trasmittanza** complessiva dell'involucro per cercare di contenere il più possibile il flusso di calore attraverso di esso, soprattutto per contenere le dispersioni durante il periodo invernale. Portando il valore della trasmittanza dei vari elementi di chiusura – muri, copertura, primo solaio e infissi – ai valori li legge (Dlgs. 311/06) si ottengono già degli ottimi miglioramenti della prestazione energetica complessiva dell'involucro. Inoltre per non vanificare questo intervento è opportuno intervenire anche sui **ponti termici**, per cercare quantomeno di ridurli: un isolamento a cappotto è in grado di eliminare le discontinuità in corrispondenza dei solai.

Per quanto attiene all'impianto di riscaldamento non si ritiene opportuno intervenire, infatti la caldaia è a condensazione, con un rendimento del 106%, quindi piuttosto buono. Sarebbe opportuno introdurre dei sistemi di regolazione e contabilizzazione individuale del calore per ridurre gli sprechi, le dispersioni e per incentivare un utilizzo più consapevole da parte dei singoli della fonte energetica; tuttavia rispetto a questo intervento la Cooperativa ha manifestato la propria perplessità in merito a difficoltà tecniche che si possono incontrare in un sistema di distribuzione a colonne montanti; quindi non si è considerato questo intervento.

L'impianto per la produzione di acqua calda sanitaria invece non presenta dei requisiti accettabili nell'ottica del risparmio energetico: infatti è affidato per il 50% a caldaie singole con un basso rendimento dovuto alle gestioni individuali.

Nell'ottica di sostituire tale impianto si propone direttamente un **impianto solare termico** introducendo l'elemento delle fonti rinnovabili che contribuisce anche a sensibilizzare l'utenza sul tema del risparmio energetico nelle utenze domestiche.

Infine gli accorgimenti più semplici che sono demandati in parte anche all'iniziativa e alla sensibilità del singolo utente quali sostituzione delle lampadine ad incandescenza con quelle **CLF**, dispositivi di **spegnimento automatico per le luci** negli spazi comuni, **rompigetti per rubinetti**, ottimizzazione della luce naturale, ecc..

Nella tabella di seguito si riepilogano gli interventi proposti per questo caso studio, nell'ambito di una rosa di interventi ritenuti possibili per queste tipologie edilizie e nell'ottica di un contenimento dei costi.

Si riepilogano tutti gli interventi nella tabella allegata.

#### VALUTAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI CON L'APPLICAZIONE DI BEST CLASS

Schematizzazione dell'audit energetico, ante e post-operam

	<b>Peh</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PEg</b>
<b>Ante operam</b>	<b>88 KWh/mq</b>	<b>classe D</b>	<b>135 KWh/mq</b>

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e a.c.s., e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software Best CLASS impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

#### AUDIT ENERGETICO CON BREA PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

##### INPUT DEI DATI IN BREA

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro:*  $P_{He} = 88 \text{ KWh/mq}$

*Fabbisogno specifico di energia primaria:*

$P_{Hg} = 135 \text{ KWh/mq}$

*BREA* scorpora dal dato globale l'energia termica per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore (*grafico 1*).

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati:

1. Il costo dell'investimento complessivo per ciascun intervento
2. I risparmi energetici ed economici (**BENEFICI**)
3. I costi di esercizio e manutenzione (**COSTI**)

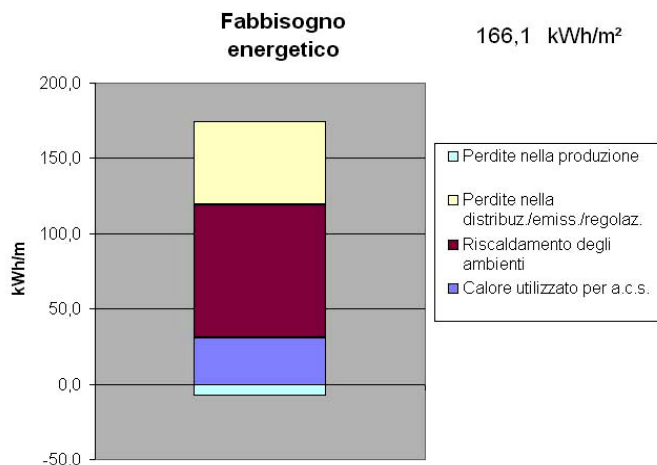
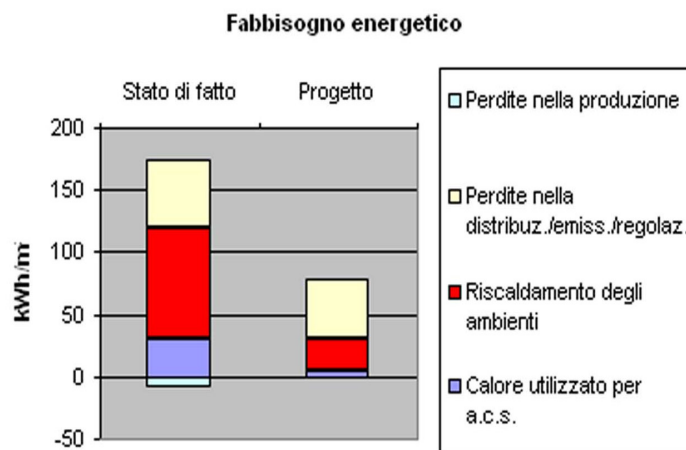
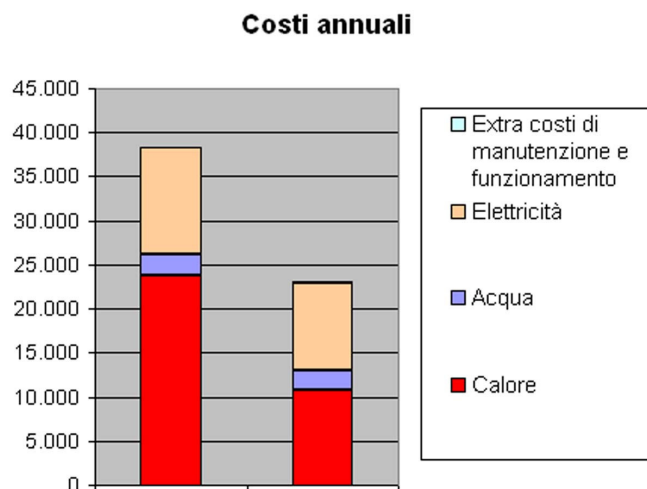


Grafico 1



Il grafico 2 riporta esclusivamente il quadro dei consumi relativamente a riscaldamento e a.c.s., quelli cioè considerati, nel sistema di certificazione *BEST CLASS* promosso da SACERT come base per il calcolo della classe energetica relativa. Il risultato è infatti allineato con quello elaborato da *BEST CLASS*, il risparmio soddisfa il *FACTOR4*.

Rimangono esclusi pertanto i consumi e quindi le eventuali migliorie e risparmi dei settori acqua potabile e elettricità. (grafico 2). Il programma *BREA* integra il risultato di *BEST CLASS* volendo considerare anche queste due ulteriori voci, delle quali l'energia elettrica assume una rilevanza particolare lì dove si prevedano sistemi di condizionamento estivo. *BREA* elabora quindi un calcolo relativo ai costi complessivi di tutte le voci di consumo, mettendo a confronto la situazione ante e post operam. (grafico 3)



## CASO STUDIO N. 6 COOPERATIVA EDIFICATRICE: “LA BENEFICA”

Immobile sito in Via Gramsci - Milano.

### **Dati generali**

*Località:* Milano

*Indirizzo:* Via Gramsci - Milano

*Anno di costruzione:* 1986

*Immobili:* 1

*Piani:* 6

### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

L'immobile è di realizzazione relativamente recente, del 1986 ed è per questo rappresentativo di una buona parte del patrimonio edilizio nazionale. Si tratta in realtà di due edifici gemelli con asse principale orientato nord sud e ciascuno costituito da tre corpi simmetricamente disposti, di cui quello centrale, rettangolare, collega i due laterali a pianta quadrata i quali presentano sei livelli fuori terra, mentre quello centrale, più basso, solamente 5. Gli edifici si sviluppano su 6 livelli fuori terra, tutti a destinazione residenziale, per un totale di 68 alloggi, e uno seminterrato, adibito a garage, magazzini e cantine. I due immobili racchiudono uno spazio condominiale, adibito a verde attrezzato e dotato anche di strutture sportive tra cui un campo da tennis che occupa proprio la parte centrale di questa sorta di piazza ad uso condominiale. I prospetti che vi si affacciano, con esposizione rispettivamente ovest e est, presentano un balcone lineare che filtra lo spazio e determina un sistema di schermature e quindi di ombreggiamenti che nel periodo caldo aiutano a proteggere l'appartamento dai raggi solari.

<b>LOCALITA':</b>	<b>Milano</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO:</b>	<b>residenziale</b>
<b>ZONA CLIMATICA:</b>	<b>E</b>	<b>N. PIANI:</b>	<b>6 fuori terra</b>
<b>GRADI GIORNO:</b>	<b>2404</b>	<b>SUPERFICIE LORDA TOTALE:</b>	<b>4278 mq</b>
<b>ANNO COSTR.:</b>	<b>1986</b>	<b>VOLUME LORDO TOTALE:</b>	<b>12834 mc</b>
<b>FATTORE DI FORMA:</b>	<b>0,30</b>	<b>SUP. MEDIA ALLOGGI:</b>	<b>63 mq</b>
<b>AREA DI SEDIME:</b>	<b>659 mq</b>	<b>N. ALLOGGI:</b>	<b>68</b>

### **INTERVENTI GIA' EFFETTUATI SULL'IMMOBILE**

#### INVOLUCRO

La struttura è in cemento armato con pareti di tamponamento in laterizio, di 36-38 cm circa, del tipo a cassetta con strato esterno in laterizio, da 12 cm, camera d'aria di 8 cm, pannello in polistirene da 4 cm e tavolato interno in laterizio, il tutto finito ad intonaco. I corpi scala e i balconi sono in cemento a vista e non coibentati nemmeno internamente, pertanto per quanto attiene ai balconi, si hanno numerosi punti di discontinuità dell'isolante. Esternamente l'edificio si presenta in ottime condizioni in quanto l'intonaco risulta ben conservato e mantenuto.

Gli infissi sono diversificati a seconda che l'appartamento relativo sia stato meno ristrutturato; la maggior parte delle finestre presenta ancora gli infissi vecchi, risalenti a circa 15 anni fa, in pvc e doppio vetro, mentre una minoranza è stata sostituita con infissi in alluminio a taglio termico con retrocamera.

#### IMPIANTI

Il riscaldamento dipende da un sistema di produzione centralizzato. La caldaia, della Vissman, è stata installata nel 2003, è a condensazione, ad alto rendimento, e serve 3 immobili, quello di via Turati e i 2 immobili gemelli di via Gramsci. Le tubazioni hanno subito anch'esse un intervento di ristrutturazione, pertanto sono stati coibentati secondo quanto richiede la normativa.

I terminali sono radiatori, pertanto riducono un po' la resa della caldaia a condensazione,; il flusso di calore è regolato da una centralina climatizzata.

La produzione di acqua calda sanitaria è invece autonoma, con caldaie a gas, che non hanno un buon rendimento.

#### AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

##### **Perdite di calore per trasmissione e ventilazione e apporti solari gratuiti.**

buone prestazioni. L'involucro tuttavia è tale da presentare alcuni ponti termici, in corrispondenza dei solai e soprattutto dei balconi in aggetto che creano punti di discontinuità dello strato isolante. Durante l'inverno i versanti ovest e est, quelli che danno sullo spazio interno, hanno poca possibilità di captare e immagazzinare il calore dei raggi incidenti, in quanto il sistema lineare di balconi impedisce, con la sua schermatura, che i raggi raggiungano questa parte di involucro.

##### **Bilancio energetico.**

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da *BEST CLASS* sulla base dei dati energetici inseriti è espressa dall'indicatore PEh, che risulta pari a **84** KWh/mq. L'edificio si colloca quindi in classe **D**.

Infine il fattore PEg, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, pari a **121**, ricade in classe **F** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaie individuali e alla non completa coibentazione dell'impianto di riscaldamento.

	<b>PEh</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PEg</b>
<b>Ante operam</b>	<b>84 KWh/mq</b>	<b>classe D</b>	<b>121 KWh/mq</b>

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e acs, e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software *Best CLASS* impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

#### PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI

In seguito all'audit energetico relativo allo stato di fatto eseguito con *BEST CLASS* si passa ad analizzare un'ipotesi di intervento retrofit sull'edificio in oggetto con l'ausilio del modello di calcolo *BREA*, desunto dal modello danese *ASCOT* ed adattato alla peculiarità del patrimonio edilizio italiano.

Di seguito la tabella riassuntiva degli interventi proposti:

	Investimento iniziale	Risparmi	Esercizio annuale	Manutenzione annuale	Benefici: valore attuale	Costi: valore attuale	VAN
	euro	kWh/m²	euro	euro	euro	euro	euro
<b>Riscaldamento</b>							
Isolamento aggiuntivo nei muri	72.726		0	0			
Isolamento aggiuntivo nel tetto	17.112		0	0			
Isolamento aggiuntivo nel pavimento	23.957		0	0			
Finestre termicamente isolate	88.400		0	0			
Somma riduzioni trasmissione attraverso l'involucro	202.195	46,1	24.753	0	484926	0	282731
<input type="checkbox"/> Sistemi a guadagno solare passivo	170.000	7,4	3216	0	63002	1332	-108330
<input type="checkbox"/> VMC (con recupero di calore)	340.000	8,1	3518	75	68915	2265	-273350
<input type="checkbox"/> Riduzione delle infiltrazioni d'aria	5.440	1,5	655	0	12833	0	7393
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici da riduzione del consumo di acqua	19.040	3,1	1345	0	26346	0	7306
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici per comportamento degli utenti	1.000	8,0	3443	0	67447	0	66447
<input checked="" type="checkbox"/> Contacalorie individuali	6.800	15,9	6885	0	134893	0	128093
<input type="checkbox"/> Riduzione dei ponti termici	47.600	3,6	1568	0	30721	0	-16879
<input type="checkbox"/> Isolamento sulle condotte di distribuzione (solo risc. centralizzato)	1.500	0,1	56	0	1102	0	-398
<input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione ben calibrata	4.760	6,6	2868	0	56186	0	51426
<input type="checkbox"/> Sistemi avanzati di gestione (BEMS)	68.000	6,6	2868	0	56186	0	-11814
<input type="checkbox"/> Pompa di calore (solo risc. centralizzato)	10.000	48,0	20735	0	406227	66609	329617
<input checked="" type="checkbox"/> Valvole termostatiche sui radiatori	23.800	8,9	3824	0	74915	0	51115
Nuovo impianto di riscaldamento, cogenerazione inclusa	14.000	-5,0	-1814	0	-35535	0	-49535
Somma delle iniziative sul riscaldamento	257.595	88,6	43.118	0	844713	0	587118
<b>Acqua calda sanitaria</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> Contacalorie individuali	6.800	2,2	1190	0	23321	0	16521
<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli solari per acqua calda sanitaria	149.600	20,9	15849	136	310501	5595	155306
<input type="checkbox"/> Coibentazione delle tubazioni	102.000	0,6	269	0	5269	0	-96731
<input type="checkbox"/> Nuovo accumulo dell'a.c.s. con produzione semi-istantanea	0	0,6	269	0	5269	0	5269
Somma delle iniziative sull'acqua	156.400	23	17.040	136	333822	5595	171827
<b>Elettricità (escluso riscaldamento)</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> Illuminazione a basso consumo	1.800	5%	1540	0	30172	0	28372
<input type="checkbox"/> Risparmi elettrici da ventilazione	0	10%	3080	0	60343	0	60343
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi elettrici per comportamento degli utenti	1.800	10%	3080	0	60343	0	58543
<input type="checkbox"/> Elettrodomestici ad alta efficienza - Classe A o superiore	34.000	3%	924	0	18103	0	-15897
<input type="checkbox"/> Asciugatura dei panni all'aria	0	5%	1540	0	30172	0	30172
<input checked="" type="checkbox"/> Ottimizzazione dell'illuminazione naturale	8.600	2%	616	0	12069	0	3469
<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli fotovoltaici	374.000	26%	7884	0	154452	7327	-226875
<input type="checkbox"/> Regolazione delle pompe di circolazione nelle caldaie individuali	40.800	5%	1540	0	30172	0	-10628
<input checked="" type="checkbox"/> Spegnimento delle apparecchiature inutilizzate	0	1%	308	0	6034	0	6034
<input type="checkbox"/> Lavanderia comune	10.000	8%	2464	0	48275	0	38275
Somma delle iniziative sull'elettricità	386.200	44%	13.428	0	263070	7327	-130457
<b>Totale</b>	800.195		73.585	136	1.441.606	12.922	628.489



## AUDIT ENERGETICO CON *BREA* PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

### IMPUT DEI DATI IN *BREA*

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro*: PHe

*Fabbisogno specifico di energia primaria*: PHg

*BREA* scorpora dal dato globale calcolato, l'energia termica impiegata per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore.

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati:

13. Il costo dell'investimento complessivo per ciascun intervento

14. I risparmi energetici ed economici (**BENEFICI**)

15. I costi di esercizio e manutenzione (**COSTI**)

16. Il VAN

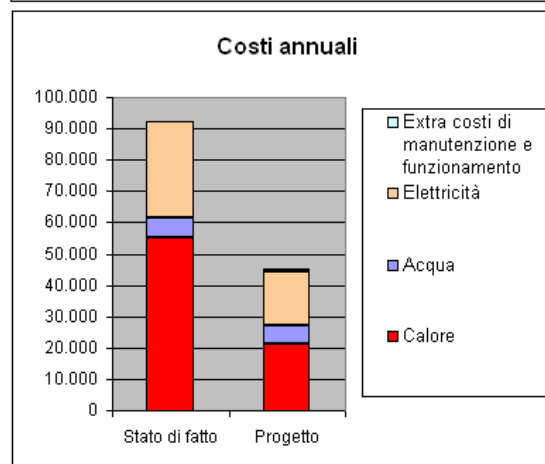
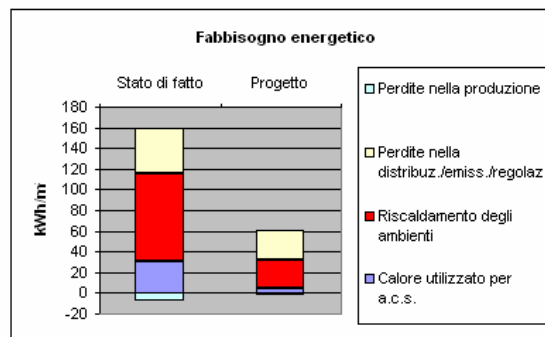
Consumi e risparmi annuali al m <sup>2</sup>	Stato di fatto	Progetto	Risparmio
Calore utilizzato per a.c.s.	31,1	4,9	84,3%
Riscaldamento degli ambienti	84,0	27,1	67,7%
Perdite nella distribuz./emiss./regolaz.	44,3	28,8	35,0%
Perdite nella produzione	-7,3	-2,3	68,7%
Totale riscaldamento e a.c.s. [kWh/m <sup>2</sup> ]	152,1	58,5	61,5%
Elettricità [kWh/m <sup>2</sup> ]	40,0	22,6	43,6%
Acqua [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	2,55	2,38	6,7%
<b>Emissioni annue [kg]</b>			
CO <sub>2</sub>	94116	53086	43,6%
SO <sub>2</sub>	474	267	43,6%
NO <sub>x</sub>	647	365	43,6%
<b>Danni da inquinamento quantificati in euro/anno</b>			1767

Costi annuali	Stato di fatto	Progetto
Calore	55.319	21.275
Acqua	6.327	5.905
Elettricità	30.802	17.373
Extra costi di manutenzione e funziona		660
<b>Totale costi</b>	<b>92.448</b>	<b>45.213</b>

<b>Conti economici</b>	
Investimento per interventi ordinari	0 €
Investimento addizionale teorico	800.195 €
Risparmi derivanti da spese già incluse nei lavori ordinari	50.000 €
Incentivi pubblici	200.000 €
Investimento addizionale reale	550.195 €
Totale	550.195 €
Totale per abitazione	8.091 €
Aumento percentuale delle spese	100%
Tempo di ritorno semplice, in anni	11,6
<b>VAN</b>	<b>375.180 €</b>

### Investimento economicamente conveniente

La valutazione della convenienza si basa qui solo sul Valore Attuale Netto: se il VAN è positivo l'investimento è considerato conveniente



## CASO STUDIO N. 7 COOPERATIVA EDIFICATRICE: “LA BENEFICA”

Immobile sito in Via Turati - Milano.

### **Dati generali**

*Località:* Milano

*Indirizzo:* Via Turati - Milano

*Anno di costruzione:* 1992

*Immobili:* 1

*Piani:* 6

### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

L'immobile, del 1992, è di realizzazione relativamente recente, ed è per questo rappresentativo di una buona parte del patrimonio edilizio nazionale. Si sviluppa su 6 livelli fuori terra per un totale di 54 alloggi.

Dei 6 livelli il piano terra ha destinazione commerciale, gli altri sono a destinazione residenziale, vi è poi un livello interrato destinato a garage e cantine.

L'immobile è costituito da tre corpi simmetricamente disposti, di cui quello centrale, rettangolare, collega i due laterali a pianta quadrata i quali presentano sei livelli fuori terra, mentre quello centrale, più basso, solamente 5. L'asse principale è orientato in direzione est – ovest.

<b>LOCALITA':</b>	<b>Milano</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO:</b>	<b>residenziale</b>
<b>ZONA CLIMATICA:</b>	<b>E</b>	<b>N. PIANI:</b>	<b>6 fuori terra + 1 interrato</b>
<b>GRADI GIORNO:</b>	<b>2404</b>	<b>SUPERFICIE LORDA TOTALE:</b>	<b>4914 mq</b>
<b>ANNO COSTR.:</b>	<b>1992</b>	<b>VOLUME LORDO TOTALE:</b>	<b>14742 mc</b>
<b>FATTORE DI FORMA:</b>	<b>0,35</b>	<b>SUP. MEDIA ALLOGGI:</b>	<b>82 mq</b>
<b>AREA DI SEDIME:</b>	<b>779 mq</b>	<b>N. ALLOGGI:</b>	<b>54</b>

### **INTERVENTI GIA' EFFETTUATI SULL'IMMOBILE**

#### INVOLUCRO

La struttura è in cemento armato con pareti di tamponamento in laterizio, di 36-38 cm circa, del tipo a cassetta con strato esterno in laterizio, da 12 cm, camera d'aria di 8 cm, pannello in polistirene da 4 cm e tavolato interno in laterizio, il tutto finito ad intonaco. I corpi scala e i balconi sono in cemento a vista e non coibentati nemmeno internamente, pertanto per quanto attiene ai balconi, si hanno numerosi punti di discontinuità dell'isolante. Esternamente l'edificio si presenta in ottime condizioni in quanto l'intonaco risulta ben conservato e mantenuto.

Gli infissi sono diversificati a seconda che l'appartamento relativo sia stato meno ristrutturato; la maggior parte delle finestre presenta ancora gli infissi vecchi, risalenti a circa 15 anni fa, in pvc e doppio vetro, mentre una minoranza è stata sostituita con infissi in alluminio a taglio termico con retrocamera.

#### IMPIANTI

Il riscaldamento dipende da un sistema di produzione centralizzato. La caldaia, della Vissman, è stata installata nel 2003, è a condensazione, ad alto rendimento, e serve 3 immobili, quello di via Turati e i 2 immobili gemelli di via Gramsci. Le tubazioni hanno subito anch'esse un intervento di ristrutturazione, pertanto sono stati coibentati secondo quanto richiede la normativa.

I terminali sono radiatori, pertanto riducono un po' la resa della caldaia a condensazione; il flusso di calore è regolato da una centralina climatizzata. La produzione di acqua calda sanitaria è invece autonoma, con caldaie a gas, che non hanno un buon rendimento.

## AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

### Perdite di calore per trasmissione e ventilazione e apporti solari gratuiti.

Dall'analisi eseguita con *Best CLASS* si evince che l'edificio si colloca in classe D, quindi l'involucro nel suo insieme ha buone prestazioni. L'involucro tuttavia è tale da presentare alcuni ponti termici, in corrispondenza dei solai e soprattutto dei balconi in aggetto che creano punti di discontinuità dello strato isolante. Durante l'inverno il versante sud ha un discreto apporto di calore, anche se non molto elevato in quanto la superficie vetrata che capterebbe la radiazione luminosa è in parte schermata dal sistema di balconi con parapetto cieco e soprattutto la dimensione delle finestrate è ridotta, pertanto non ci sono molti guadagni diretti attraverso i vetri. la caratteristica di aperture ridotte e' senz'altro apprezzabile sull'altro versante, quello nord, che risulta così riparato dai venti freddi invernali.

### Bilancio energetico.

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da *BEST CLASS* sulla base dei dati energetici inseriti è espressa dall'indicatore PEh, che risulta pari a **83** KWh/mqa. L'edificio si colloca quindi in classe **D**.

Infine il fattore PEg, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, pari a **118**, ricade in classe **E** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaie individuali e alla non completa coibentazione dell'impianto di riscaldamento.

	<b>PEh</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PEg</b>
<b>Ante operam</b>	<b>83 KWh/mq</b>	<b>classe D</b>	<b>118 KWh/mq</b>

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e acs, e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software *Best CLASS* impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

## PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI

In seguito all'audit energetico relativo allo stato di fatto eseguito con *BEST CLASS* si passa ad analizzare un'ipotesi di intervento retrofit sull'edificio in oggetto con l'ausilio del modello di calcolo *BREA*, desunto dal modello danese *ASCOT* ed adattato alla peculiarità del patrimonio edilizio italiano.

Di seguito la tabella riassuntiva degli interventi proposti:

		Investimento iniziale	Risparmi	Esercizio annuale	Manutenzione annuale	Benefici: valore attuale	Costi: valore attuale	VAN
		euro	kWh/m²	euro	euro	euro	euro	euro
<b>Riscaldamento</b>								
H9	Isolamento aggiuntivo nei muri	119.738		0	0			
H10	Isolamento aggiuntivo nel tetto	16.380		0	0			
H11	Isolamento aggiuntivo nel pavimento	22.932		0	0			
H6	Finestre termicamente isolate	70.200		0	0			
	Somma riduzioni trasmissione attraverso l'involucro	229.250	46,3	28.173	0	551943	0	322694
H1	<input type="checkbox"/> Sistemi a guadagno solare passivo	135.000	8,0	3973	0	54	77831	1058
H2	<input type="checkbox"/> VMC (con recupero di calore)	270.000	8,8	4346	59	32	85136	1798
H3	<input type="checkbox"/> Riduzione delle infiltrazioni d'aria	4.320	1,5	728	0	0	14264	0
H4	<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici da riduzione del consumo di acqua	15.120	3,1	1545	0	0	30266	0
H5	<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici per comportamento degli utenti	1.000	7,8	3876	0	0	75930	0
H7	<input checked="" type="checkbox"/> Contacalorie individuali	5.400	15,6	7752	0	0	151859	0
H8	<input type="checkbox"/> Riduzione dei ponti termici	37.800	3,5	1757	0	0	34413	0
H12	<input type="checkbox"/> Isolamento sulle condotte di distribuzione (solo risc. centralizzato)	1.500	0,1	60	0	0	1179	0
H13	<input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione ben calibrata	3.780	6,3	3132	0	0	61360	0
H14	<input type="checkbox"/> Sistemi avanzati di gestione (BEMS)	54.000	6,3	3132	0	0	61360	0
H15	<input type="checkbox"/> Pompa di calore (solo risc. centralizzato)	10.000	48,0	23818	0	2.700	466619	52896
H16	<input checked="" type="checkbox"/> Valvole termostatiche sui radiatori	18.900	8,4	4176	0	0	81814	0
H17	Nuovo impianto di riscaldamento, cogenerazione inclusa	14.000	-4,9	-2048	0	0	-40123	0
	Somma delle iniziative sul riscaldamento	273.450	87,6	48.654	0	0	953173	0
<b>Acqua calda sanitaria</b>								
		euro	kWh/m²	euro				
W1	<input checked="" type="checkbox"/> Contacalorie individuali	5.400	2,2	1368	0	0	26791	0
W2	<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli solari per acqua calda sanitaria	118.800	21,0	15796	108	119	309452	4443
W3	<input type="checkbox"/> Coibentazione delle tubazioni	81.000	0,6	309	0	0	6053	0
W4	<input type="checkbox"/> Nuovo accumulo dell'a.c.s. con produzione semi-istantanea	0	0,6	309	0	0	6053	0
	Somma delle iniziative sull'acqua	124.200	23	17.163	108	119	336243	4443
<b>Elettricità (escluso riscaldamento)</b>								
		euro	%	euro				
E1	<input checked="" type="checkbox"/> Illuminazione a basso consumo	1.800	5%	1769	0	0	34657	0
E2	<input type="checkbox"/> Risparmi elettrici da ventilazione	0	10%	3538	0	0	69314	0
E3	<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi elettrici per comportamento degli utenti	1.800	10%	3538	0	0	69314	0
E4	<input type="checkbox"/> Elettrodomestici ad alta efficienza - Classe A o superiore	27.000	3%	1061	0	0	20794	0
E5	<input type="checkbox"/> Asciugatura dei panni all'aria	0	5%	1769	0	0	34657	0
E6	<input checked="" type="checkbox"/> Ottimizzazione dell'illuminazione naturale	8.600	2%	708	0	0	13863	0
E7	<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli fotovoltaici	297.000	26%	9056	0	297	177414	5819
E8	<input type="checkbox"/> Regolazione delle pompe di circolazione nelle caldaie individuali	32.400	5%	1769	0	0	34657	0
E9	<input checked="" type="checkbox"/> Spegnimento delle apparecchiature inutilizzate	0	1%	354	0	0	6931	0
E10	<input type="checkbox"/> Lavanderia comune	10.000	8%	2830	0	0	55451	0
	Somma delle iniziative sull'elettricità	309.200	44%	15.424	0	297	302180	5819
<b>Totale</b>		706.850		81.241	108	416	1.591.596	10.262
								874.484

## AUDIT ENERGETICO CON *BREA* PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

### IMPUT DEI DATI IN *BREA*

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro*: PHe

*Fabbisogno specifico di energia primaria*: PHg

*BREA* scorpora dal dato globale calcolato, l'energia termica impiegata per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore.

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati:

9. Il costo dell'investimento complessivo per ciascun intervento

10. I risparmi energetici ed economici (**BENEFICI**)

11. I costi di esercizio e manutenzione (**COSTI**)

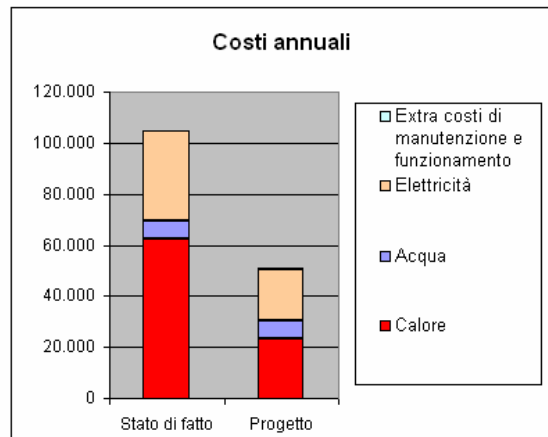
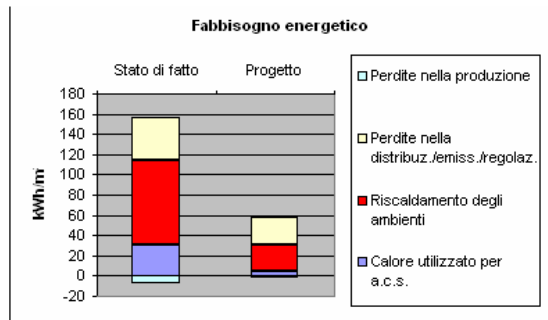
12. Il VAN

Consumi e risparmi annuali al m <sup>2</sup>	Stato di fatto	Progetto	Risparmio
Calore utilizzato per a.c.s.	31,1	4,9	84,3%
Riscaldamento degli ambienti	83,0	26,3	68,3%
Perdite nella distribuz./emiss./regolaz.	42,1	27,4	35,0%
Perdite nella produzione	-7,1	-2,2	69,3%
Totale riscaldamento e a.c.s. [kWh/m <sup>2</sup> ]	149,1	56,4	62,2%
Elettricità [kWh/m <sup>2</sup> ]	40,0	22,6	43,6%
Acqua [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	2,55	2,38	6,7%
<b>Emissioni annue [kg]</b>			
CO <sub>2</sub>	108108	60978	43,6%
SO <sub>2</sub>	544	307	43,6%
NO <sub>x</sub>	743	419	43,6%
<b>Danni da inquinamento quantificati in euro/anno</b>			<b>2029</b>

Costi annuali	Stato di fatto	Progetto
Calore	62.292	23.555
Acqua	7.268	6.783
Elettricità	35.381	19.956
Extra costi di manutenzione e funziona		524
<b>Totale costi</b>	<b>104.941</b>	<b>50.818</b>

<b>Conti economici</b>	
Investimento per interventi ordinari	0 €
Investimento addizionale teorico	706.850 €
Risparmi derivanti da spese già incluse nei lavori ordinari	50.000 €
Incentivi pubblici	200.000 €
Investimento addizionale reale	456.850 €
Totale	456.850 €
Totale per abitazione	8.460 €
Aumento percentuale delle spese	100%
Tempo di ritorno semplice, in anni	8,4
<b>VAN</b>	<b>603.453 €</b>

Investimento economicamente conveniente



## **CASO STUDIO N. 8 COOPERATIVA EDIFICATRICE: “LA BENEFICA”**

Immobile sito in Via Garibaldi Pal A - Milano.

### **Dati generali**

*Località:* Milano

*Indirizzo:* Via Garibaldi - Milano

*Anno di costruzione:* 1920

*Immobili:* 1

*Piani:* 4

### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

L'immobile fa parte di un lotto su cui insiste un altro fabbricato del tutto simile, la pal. B. Il lotto presenta un ampio spazio interno che si configura come cortile. L'edificio preso in considerazione ha un affaccio su strada e presenta 3 locali commerciali al piano terra che si affacciano appunto sul versante stradale, esposto a nord est.

I sovrastati due piani sono invece a destinazione residenziale per un totale di 12 appartamenti, 6 per piano. La struttura portante è di tipo tradizionale – l'edificio risale agli anni 20 – costituita da muri portanti in mattoni intonacati, senza strati isolanti; gli orizzontamenti sono probabilmente in ferro e laterizio mentre il tetto, a due falde e con rivestimento in coppi ha una struttura lignea.

Il versante sud est non disperde verso l'esterno in quanto è addossato ad un altro edificio, contribuendo a contenere le spese di riscaldamento. I balconi esterni di distribuzione hanno anche una funzione ombreggiante nella stagione estiva essendo in grado, in minima parte di intercettare i raggi solari estivi.

Di seguito si riepilogano i dati generali del presente caso studio.

<b>LOCALITA':</b>	<b>Milano</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO:</b>	<b>residenziale + commerciale</b>
<b>ZONA CLIMATICA:</b>	<b>E</b>	<b>N. PIANI:</b>	<b>3 fuori terra + 1 interrato (cantine)</b>
<b>GRADI GIORNO:</b>	<b>2404</b>	<b>SUPERFICIE LORDA TOTALE:</b>	<b>1053 mq</b>
<b>ANNO COSTR.:</b>	<b>1920</b>	<b>VOLUME LORDO TOTALE:</b>	<b>3159 mc</b>
<b>FATTORE DI FORMA:</b>	<b>0,50</b>	<b>SUP. MEDIA ALLOGGI:</b>	<b>46 mq</b>
<b>AREA DI SEDIME:</b>	<b>360 mq</b>	<b>N. ALLOGGI:</b>	<b>12</b>

### **INTERVENTI GIA' EFFETTUATI SULL'IMMOBILE**

Sull'involucro.

Non è stato effettuato nessun tipo di intervento di recente.

Gli infissi sono in legno, per la maggior parte originari quindi con i vetri singoli; circa 1/3 sono stati sostituiti con infissi a norma di ultima generazione, in seguito a ristrutturazioni intraprese nei singoli appartamenti. In questi casi sono stati sostituiti gli infissi, le persiane e i portoncini d'ingresso come si vede nella foto, e risultano pertanto a norma; la maggior parte però è ancora non adeguata.

Il tetto, a doppia falda, è costituito da una struttura portante in legno e copertura in coppi. Si presenta in buono stato di conservazione in quanto è stato ben mantenuto nel corso degli anni; infatti non vi sono segni di presenza di umidità e infiltrazioni. Il solaio del sottotetto, calpestabile, presenta una gettatina di materiale cementizio, presumibilmente era stato inserito uno strato isolante e poi coperto con una gettata di cls.

L'involucro è costituito da una muratura portante in mattoni pieni non coibentata ma semplicemente intonacata, di spessore di circa 50 cm, pertanto la resistenza al passaggio di calore è affidata esclusivamente al potere isolante del mattone, non particolarmente alto, e allo spessore dei setti murari, piuttosto consistente dal momento che si tratta di muri portanti.

Sugli impianti.

Il riscaldamento è centralizzato, la centrale termica, alimentata a metano è unica ed alimenta anche l'altro edificio (pal b), che si affaccia sul medesimo cortile.

Le tubazioni risultano isolate solo parzialmente e quindi non completamente a norma.

La produzione di acqua calda sanitaria è in parte centralizzata, in parte affidata a caldaie autonome. Si prevede la conversione a impianto di acqua calda sanitaria centralizzato.

## AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

### Perdite di calore per trasmissione e ventilazione.

Dall'analisi eseguita con *Best CLASS* si evince che si hanno elevate perdite di calore per trasmissione e ventilazione dovute alla scarsa resistenza al passaggio del calore che offre l'involucro sia nella sua parte opaca che vetrata.

La struttura portante è in muratura, realizzata in mattoni pieni con uno spessore medio, tra i vari piani, di circa 50 cm; non presenta alcuno strato isolante risultando semplicemente rifinita ad intonaco. La trasmittanza si aggira intorno a 1 se si aggiunge poi l'elemento peggiorativo costituito dai ponti termici (presenza dei balconi e discontinuità in corrispondenza dei solai in latero-cemento) il risultato è di una **prestazione coibente piuttosto bassa**.

Per quanto riguarda la parte vetrata è evidente anche da una valutazione visiva preliminare che gli infissi esistenti non hanno i requisiti tecnici prestazionali per contrastare adeguatamente il flusso di calore e di umidità soprattutto per una zona climatica fredda come Milano. Gli infissi infatti non risultano essere infatti a norma per la tenuta all'aria e all'acqua ed hanno infatti una trasmittanza piuttosto alta (4 W/Kmq).

### Apporti solari gratuiti.

L'orientamento dello stabile è impostato sull'asse nord-est e sud-ovest; gli ambienti che si affacciano a sud-ovest hanno il beneficio di avere l'apporto diretto della radiazione solare, fattore bioclimatico importante che costituisce un apporto gratuito di energia. Inoltre le balconate e i relativi aggetti dei ballatoi lineari rappresentano un elemento schermante fisso contro la radiazione solare estiva.

### Bilancio energetico.

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da *BEST CLASS* sulla base dei dati energetici inseriti è espressa dall'indicatore **PEh**, che risulta pari a **90 KWh/mqa**. L'edificio si colloca quindi in **classe D**.

Infine il fattore **PEg**, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, pari a 128, ricade in **classe F** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaie individuali e alla non completa coibentazione dell'impianto di riscaldamento.

## PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI

Si propone innanzitutto di intervenire sul valore della **trasmittanza** complessiva dell'involucro per cercare di contenere il più possibile il flusso di calore attraverso di esso, soprattutto per contenere le dispersioni durante il periodo invernale. Portando il valore della trasmittanza dei vari elementi di chiusura – muri, copertura, primo solaio e infissi – ai valori li legge (Dlgs. 311/06) si ottengono già degli ottimi miglioramenti della prestazione energetica complessiva dell'involucro. Inoltre per non vanificare questo intervento è opportuno intervenire anche sui **ponti termici**, per cercare quantomeno di ridurli: un isolamento a cappotto è in grado di eliminare le discontinuità in corrispondenza dei solai.

Per quanto attiene all'impianto di riscaldamento non si ritiene opportuno intervenire, infatti la caldaia è a condensazione, con un rendimento del 106%, quindi piuttosto buono. Sarebbe opportuno introdurre dei sistemi di regolazione e contabilizzazione individuale del calore per ridurre gli sprechi, le dispersioni e per incentivare un utilizzo più consapevole da parte dei singoli della fonte energetica; tuttavia rispetto a questo intervento la Cooperativa ha manifestato la propria perplessità in merito a difficoltà tecniche che si possono incontrare in un sistema di distribuzione a colonne montanti; quindi non si è considerato questo intervento.

L'impianto per la produzione di acqua calda sanitaria invece non presenta dei requisiti accettabili nell'ottica del risparmio energetico: infatti è affidato per il 50% a caldaie singole con un basso rendimento dovuto alle gestioni individuali.

Nell'ottica di sostituire tale impianto si propone direttamente un **impianto solare termico** introducendo l'elemento delle fonti rinnovabili che contribuisce anche a sensibilizzare l'utenza sul tema del risparmio energetico nelle utenze domestiche.

Infine gli accorgimenti più semplici che sono demandati in parte anche all'iniziativa e alla sensibilità del singolo utente quali sostituzione delle lampadine ad incandescenza con quelle **CLF**, dispositivi di **spegnimento automatico per le luci** negli spazi comuni, **rompigetti per rubinetti**, ottimizzazione della luce naturale, ecc..

Nella tabella di seguito si riepilogano gli interventi proposti per questo caso studio, nell'ambito di una rosa di interventi ritenuti possibili per queste tipologie edilizie e nell'ottica di un contenimento dei costi.

Si riepilogano tutti gli interventi nella tabella allegata.

#### VALUTAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

Schematizzazione dell'audit energetico, ante e post-operam

	<b>Peh</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PEg</b>
<b>Ante operam</b>	<b>90 KWh/mq</b>	<b>classe D</b>	<b>128 KWh/mq</b>

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e a.c.s., e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software *Best CLASS* impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

#### AUDIT ENERGETICO CON *BREA* PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

##### INPUT DEI DATI IN *BREA*

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro:*  $P_{He} = 90 \text{ KWh/mqa}$

*Fabbisogno specifico di energia primaria:*

$P_{Hg} = 128 \text{ KWh/mqa}$

*BREA* scorpora dal dato globale di 135 KWh/mqa l'energia termica per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore (*grafico 1*).

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati:



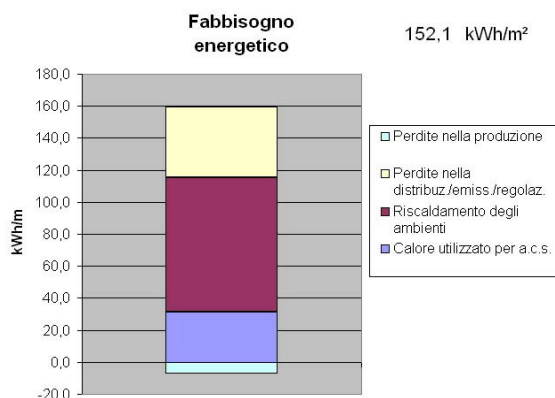
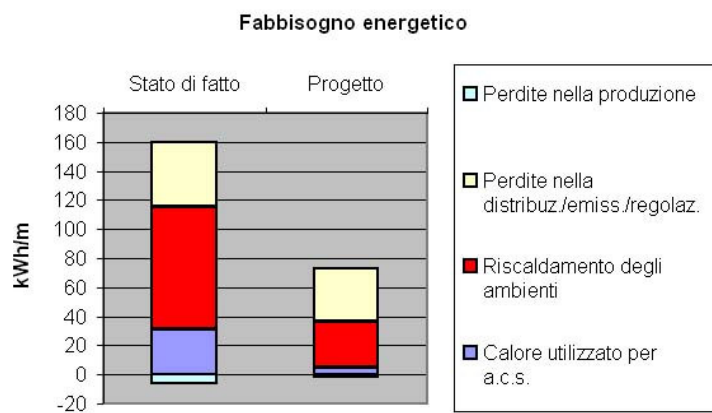
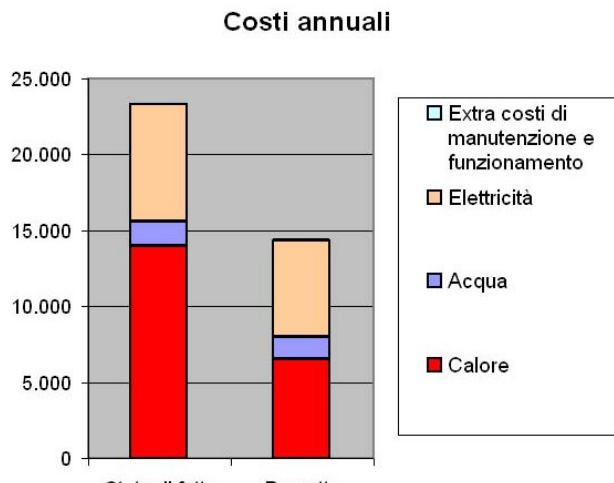


Grafico 2

Il grafico 2 riporta esclusivamente il quadro dei consumi relativamente a riscaldamento e a.c.s., quelli cioè considerati, nel sistema di certificazione *BEST CLASS* promosso da SACERT come base per il calcolo della classe energetica relativa. Il risultato è infatti allineato con quello elaborato da *BEST CLASS*, il risparmio soddisfa il FACTOR4.

Rimangono esclusi pertanto i consumi e quindi le eventuali migliorie e risparmi dei settori acqua potabile e elettricità. (grafico 2). Il programma *BREA* integra il risultato di *BEST CLASS* volendo considerare anche queste due ulteriori voci, delle quali l'energia elettrica assume una rilevanza particolare lì dove si prevedano sistemi di condizionamento estivo. *BREA* elabora quindi un calcolo relativo ai costi complessivi di tutte le voci di consumo, mettendo a confronto la situazione ante e post operam. (grafico 3)



## CASO STUDIO N. 9 COOPERATIVA EDIFICATRICE: “LA BENEFICA”

Immobile sito in Via Garibaldi Pal B - Milano.

### **Dati generali**

*Località:* Milano

*Indirizzo:* Via Garibaldi - Milano

*Anno di costruzione:* 1920

*Immobili:* 1

*Piani:* 4

### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

L'immobile fa parte di un lotto su cui insiste un altro fabbricato del tutto simile, la pal. A. Il lotto presenta un ampio spazio interno che si configura come cortile. L'edificio preso in considerazione ha l'affaccio principale sul cortile interno, nella parte posteriore è adiacente con un altro edificio e relativo cortile.

Presenta 4 piani fuori terra, tutti a destinazione residenziale per un totale di 24 appartamenti, 6 per ogni piano. Il corpo di fabbrica è orientato con l'asse principale nord-ovest sud-est; la facciata principale e quindi l'ingresso agli appartamenti danno verso il cortile.

La struttura portante è di tipo tradizionale – l'edificio risale agli anni '20 – costituita da muri portanti in mattoni intonacati, senza strati isolanti; gli orizzontamenti sono probabilmente in ferro e laterizio mentre il tetto, a due falde e con rivestimento in coppi, ha una struttura lignea.

Parte del versante nord ovest non disperde verso l'esterno in quanto è addossato ad un altro edificio, contribuendo a contenere le spese di riscaldamento. I balconi esterni di distribuzione hanno anche una funzione ombreggiante nella stagione estiva essendo in grado, in minima parte, di intercettare i raggi solari estivi.

Di seguito si riepilogano i dati generali del presente caso studio.

<b>LOCALITA':</b>	<b>Milano</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO:</b>	<b>residenziale</b>
<b>ZONA CLIMATICA:</b>	<b>E</b>	<b>N. PIANI:</b>	<b>4 fuori terra</b>
<b>GRADI GIORNO:</b>	<b>2404</b>	<b>SUPERFICIE LORDA TOTALE:</b>	<b>1176 mq</b>
<b>ANNO COSTR.:</b>	<b>1920</b>	<b>VOLUME LORDO TOTALE:</b>	<b>3528 mc</b>
<b>FATTORE DI FORMA:</b>	<b>0,4</b>	<b>SUP. MEDIA ALLOGGI:</b>	<b>34 mq</b>
<b>AREA DI SEDIME:</b>	<b>294 mq</b>	<b>N. ALLOGGI:</b>	<b>24</b>

### **INTERVENTI GIA' EFFETTUATI SULL'IMMOBILE**

#### INVOLUCRO

Non è stato effettuato nessun tipo di intervento di recente.

Gli infissi sono in legno, per la maggior parte originari quindi con i vetri singoli; circa 1/3 sono stati sostituiti con infissi a norma di ultima generazione, in seguito a ristrutturazioni intraprese nei singoli appartamenti. In questi casi sono stati sostituiti gli infissi, le persiane e i portoncini d'ingresso che risultano pertanto a norma; la maggior parte però è ancora non adeguata.

Il tetto, a doppia falda, è costituito da una struttura portante in legno e copertura in coppi. Si presenta in buono stato di conservazione in quanto è stato ben mantenuto nel corso degli anni; infatti non vi sono segni di presenza di umidità e infiltrazioni. Il solaio del sottotetto, calpestabile, presenta una gettata di materiale cementizio, presumibilmente era stato inserito uno strato isolante e poi coperto con una gettata di cls.

L'involucro è costituito da una muratura portante in mattoni pieni non coibentata ma semplicemente intonacata, di spessore di circa 50 cm, pertanto la resistenza al passaggio di calore è affidata esclusivamente al potere isolante del mattone, non particolarmente alto, e allo spessore dei setti murari, piuttosto consistente dal momento che si tratta di muri portanti.

## IMPIANTI.

Il riscaldamento è centralizzato, la centrale termica, alimentata a metano è unica ed alimenta anche l'altro edificio che si affaccia sul medesimo cortile. La caldaia è di ultima generazione, a condensazione. Il rendimento non è il massimo ottenibile da questo tipo di caldaia in quanto i terminali sono radiatori in ghisa, pertanto non hanno una buona resa con le caldaie a condensazione. Esiste inoltre un sistema di regolazione climatica standardizzata, a livello centrale, al fine di ottimizzare la produzione di calore

Le tubazioni risultano isolate solo parzialmente e quindi non completamente a norma.

La produzione di acqua calda sanitaria è in parte centralizzata, in parte affidata a caldaiette autonome. Si prevede la conversione a impianto di acqua calda sanitaria centralizzato.

### **AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS***

#### **Perdite di calore per trasmissione e ventilazione.**

Dall'analisi eseguita con *Best CLASS* si evince che si hanno elevate perdite di calore per trasmissione e ventilazione dovute alla scarsa resistenza al passaggio del calore che offre l'involucro sia nella sua parte opaca che vetrata.

La struttura portante è in muratura, realizzata in mattoni pieni con uno spessore medio, tra i vari piani, di circa 50 cm; non presenta alcuno strato isolante risultando semplicemente rifinita ad intonaco. La trasmittanza si aggira intorno a 1 se si aggiunge poi l'elemento peggiorativo costituito dai ponti termici (presenza dei balconi e discontinuità in corrispondenza dei solai in latero-cemento) il risultato è di una **prestazione coibente piuttosto bassa.**

Per quanto riguarda la parte vetrata è evidente anche da una valutazione visiva preliminare che gli infissi esistenti non hanno i requisiti tecnici prestazionali per contrastare adeguatamente il flusso di calore e di umidità soprattutto per una zona climatica fredda come Milano. Gli infissi infatti non risultano essere infatti a norma per la tenuta all'aria e all'acqua ed hanno infatti una trasmittanza piuttosto alta (4 W/Kmq).

#### **Apporti solari gratuiti.**

L'orientamento dello stabile è impostato sull'asse nord-ovest e sud-est; gli ambienti che si affacciano a sud-est hanno il beneficio di avere l'apporto diretto della radiazione solare, fattore bioclimatico importante che costituisce un apporto gratuito di energia. Inoltre le balconate e i relativi aggetti dei ballatoi lineari rappresentano un elemento schermante fisso contro la radiazione solare estiva.

#### **Bilancio energetico.**

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da BEST CLASS sulla base dei dati energetici inseriti è espressa dall'indicatore PEh, che risulta pari a **84 KWh/mqa**. L'edificio si colloca quindi in classe **D**.

Infine il fattore PEg, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, pari a **121**, ricade in classe **F** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaiette individuali e alla non completa coibentazione dell'impianto di riscaldamento.

### **PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI**

Si propone innanzitutto di intervenire sul valore della **trasmittanza** complessiva dell'involucro per cercare di contenere il più possibile il flusso di calore attraverso di esso, soprattutto per contenere le dispersioni durante il periodo invernale. Portando il valore della trasmittanza dei vari elementi di chiusura – muri, copertura, primo solaio e infissi – ai valori li legge (Dlgs. 311/06) si ottengono già degli ottimi miglioramenti della prestazione energetica complessiva dell'involucro. Inoltre per non vanificare questo intervento è opportuno intervenire anche sui **ponti termici**, per cercare quantomeno di ridurli: un isolamento a cappotto è in grado di eliminare le discontinuità in corrispondenza dei solai.

Per quanto attiene all'impianto di riscaldamento non si ritiene opportuno intervenire, infatti la caldaia è a condensazione, con un rendimento del 106%, quindi piuttosto buono. Sarebbe opportuno introdurre dei sistemi di regolazione e contabilizzazione individuale del calore per ridurre gli sprechi, le dispersioni e per incentivare un utilizzo più consapevole da parte dei singoli della fonte energetica; tuttavia rispetto a questo

intervento la Cooperativa ha manifestato la propria perplessità in merito a difficoltà tecniche che si possono incontrare in un sistema di distribuzione a colonne montanti; quindi non si è considerato questo intervento.

L'impianto per la produzione di acqua calda sanitaria invece non presenta dei requisiti accettabili nell'ottica del risparmio energetico: infatti è affidato per il 50% a caldaiette singole con un basso rendimento dovuto alle gestioni individuali.

Nell'ottica di sostituire tale impianto si propone direttamente un **impianto solare termico** introducendo l'elemento delle fonti rinnovabili che contribuisce anche a sensibilizzare l'utenza sul tema del risparmio energetico nelle utenze domestiche.

Infine gli accorgimenti più semplici che sono demandati in parte anche all'iniziativa e alla sensibilità del singolo utente quali sostituzione delle lampadine ad incandescenza con quelle **CLF**, dispositivi di **spegnimento automatico per le luci** negli spazi comuni, **rompigetti per rubinetti**, ottimizzazione della luce naturale, ecc..

Nella tabella di seguito si riepilogano gli interventi proposti per questo caso studio, nell'ambito di una rosa di interventi ritenuti possibili per queste tipologie edilizie e nell'ottica di un contenimento dei costi.

Si riepilogano tutti gli interventi nella tabella allegata.

	Investimento iniziale	Risparmi	Esercizio annuale	Manutenzione annuale	Benefici: valore attuale	Costi: valore attuale	VAN	
	euro	kWh/m²	euro	euro	euro	euro	euro	
<b>Riscaldamento</b>								
Isolamento aggiuntivo nei muri	27.989			0	0			
Isolamento aggiuntivo nel tetto	5.880			0	0			
Isolamento aggiuntivo nel pavimento	8.232			0	0			
Finestre termicamente isolate	31.200			0	0			
Somma riduzioni trasmissione attraverso l'involucro	73.301	53,5	7.662	0	0	150099	0	76798
<input type="checkbox"/> Sistemi a guadagno solare passivo	60.000	8,6	1023	0	24	20032	470	-40438
<input type="checkbox"/> VMC (con recupero di calore)	120.000	9,4	1118	26	14	21912	799	-98887
<input type="checkbox"/> Riduzione delle infiltrazioni d'aria	1.920	1,5	173	0	0	3396	0	1476
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici da riduzione del consumo di acqua	6.720	3,1	370	0	0	7246	0	526
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici per comportamento degli utenti	1.000	8,3	991	0	0	19406	0	18406
<input type="checkbox"/> Contacalorie individuali	2.400	16,7	1981	0	0	38811	0	36411
<input type="checkbox"/> Riduzione dei ponti termici	16.800	3,8	456	0	0	8934	0	-7866
<input type="checkbox"/> Isolamento sulle condotte di distribuzione (solo risc. centralizzato)	1.500	0,2	19	0	0	379	0	-1121
<input checked="" type="checkbox"/> Distribuzione ben calibrata	1.680	6,9	814	0	0	15941	0	14261
<input type="checkbox"/> Sistemi avanzati di gestione (BEMS)	24.000	6,9	814	0	0	15941	0	-8059
<input type="checkbox"/> Pompa di calore (solo risc. centralizzato)	10.000	48,0	5700	0	1.200	111670	23509	78160
<input type="checkbox"/> Valvole termostatiche sui radiatori	8.400	9,1	1085	0	0	21254	0	12854
Nuovo impianto di riscaldamento, cogenerazione inclusa	14.000	-4,9	-488	0	0	-9565	0	-23565
Somma delle iniziative sul riscaldamento	82.701	71,8	9.836	0	0	192691	0	109930
<b>Acqua calda sanitaria</b>								
	euro	kWh/m²	euro					
<input checked="" type="checkbox"/> Contacalorie individuali	2.400	2,2	327	0	0	6414	0	4014
<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli solari per acqua calda sanitaria	52.800	21,0	4889	48	53	95776	1975	41001
<input type="checkbox"/> Coibentazione delle tubazioni	36.000	0,6	74	0	0	1449	0	-34551
<input type="checkbox"/> Nuovo accumulo dell'a.c.s. con produzione semi-istantanea	0	0,6	74	0	0	1449	0	1449
Somma delle iniziative sull'acqua	55.200	23	5.216	48	53	102190	1975	45015
<b>Elettricità (escluso riscaldamento)</b>								
	euro	%	euro					
<input checked="" type="checkbox"/> Illuminazione a basso consumo	500	5%	423	0	0	8294	0	7794
<input type="checkbox"/> Risparmi elettrici da ventilazione	0	10%	847	0	0	16588	0	16588
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi elettrici per comportamento degli utenti	900	10%	847	0	0	16588	0	15688
<input type="checkbox"/> Elettrodomestici ad alta efficienza - Classe A o superiore	12.000	3%	254	0	0	4976	0	-7024
<input type="checkbox"/> Asciugatura dei panni all'aria	0	5%	423	0	0	8294	0	8294
<input checked="" type="checkbox"/> Ottimizzazione dell'illuminazione naturale	4.000	2%	169	0	0	3318	0	-682
<input type="checkbox"/> Pannelli fotovoltaici	132.000	26%	2167	0	132	42458	2586	-92128
<input type="checkbox"/> Regolazione delle pompe di circolazione nelle caldaie individuali	14.400	5%	423	0	0	8294	0	-6106
<input checked="" type="checkbox"/> Spegnimento delle apparecchiature inutilizzate	0	1%	85	0	0	1659	0	1659
<input type="checkbox"/> Lavanderia comune	10.000	8%	677	0	0	13270	0	3270
Somma delle iniziative sull'elettricità	5.400	18%	1.524	0	0	29858	0	24458
<b>Totale</b>	143.301		16.576	48	53	324.739	1.975	179.464

## VALUTAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS*

Schematizzazione dell'audit energetico, ante e post-operam

	<b>Peh</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PEg</b>
<b>Ante operam</b>	<b>84 KWh/mq</b>	<b>classe D</b>	<b>121 KWh/mq</b>

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e acs, e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software *Best CLASS* impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

## AUDIT ENERGETICO CON *BREA* PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

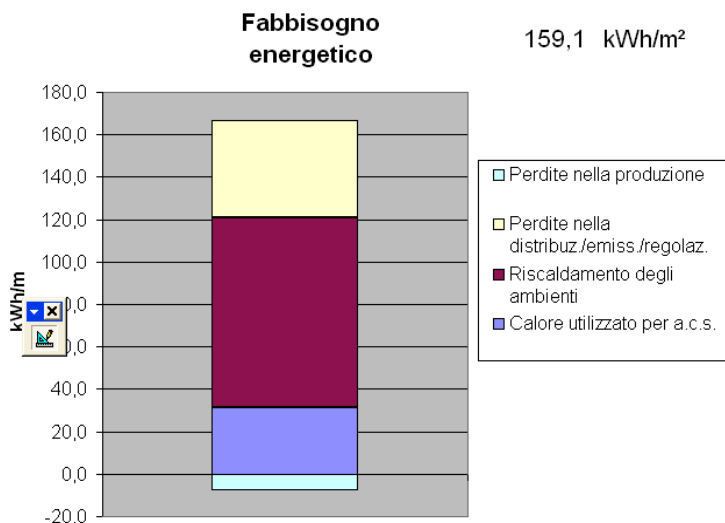


Grafico 1

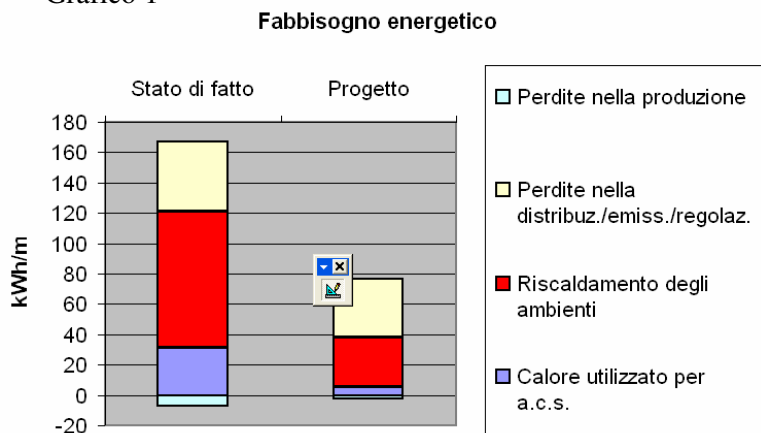


Grafico 2

### IMPULS DEI DATI IN *BREA*

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro*: PHe = 84 KWh/mqa

*Fabbisogno specifico di energia primaria*: PHg = 121 KWh/mqa

*BREA* scorpora dal dato globale calcolato l'energia termica per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore (grafico 1).

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati:

5. Il costo dell'investimento complessivo per ciascun intervento
6. I risparmi energetici ed economici (**BENEFICI**)
7. I costi di esercizio e manutenzione (**COSTI**)
8. Il **VAN**

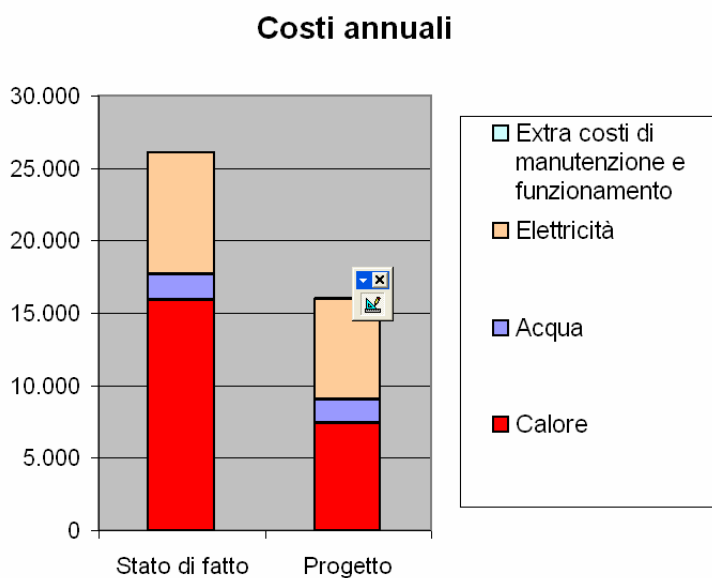


Grafico 3

Il grafico 2 riporta esclusivamente il quadro dei consumi relativamente a riscaldamento e a.c.s., quelli cioè considerati, nel sistema di certificazione *BEST CLASS* promosso da SACERT come base per il calcolo della classe energetica relativa. Il risultato è infatti allineato con quello elaborato da *BEST CLASS*, il risparmio soddisfa il *FACTOR4*.

Rimangono esclusi pertanto i consumi e quindi le eventuali migliorie e risparmi dei settori acqua potabile e elettricità. (*grafico 2*). Il programma *BREA* integra il risultato di *BEST CLASS* volendo considerare anche queste due ulteriori voci, delle quali l'energia elettrica assume una rilevanza particolare lì dove si prevedano sistemi di condizionamento estivo. *BREA* elabora quindi un calcolo relativo ai costi complessivi di tutte le voci di consumo, mettendo a confronto la situazione ante e post operam. (*grafico 3*)

## **CASO STUDIO N. 10** Cooperativa Edificatrice: “NIGUARDA”

Immobile sito in Via Hermada - Milano.

### **Dati generali**

Località: Milano

Indirizzo: Via Hermada, 14 - Milano

Anno di costruzione: 1955

Immobili: 1

Piani: 6 + sottotetto abitabile

### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

L'immobile, realizzato tra il 1952 e il 1955 si sviluppa su 6 livelli fuori terra, oltre ad un sottotetto, reso abitabile con i recenti lavori di ristrutturazione e un piano interrato ad uso cantine. L'intero immobile infatti è stato completamente ristrutturato al fine di renderlo maggiormente efficiente dal punto di vista energetico, attraverso un massiccio intervento di isolamento sull'involucro esterno, e al contempo sono stati ricavati 17 nuovi alloggi, che trovano spazio nel sottotetto. Quindi si è passati da 71 a 84 alloggi complessivi. L'edificio, a pianta rettangolare allungata, ha un orientamento nord-ovest sud-est.

L'edificio è realizzato con struttura in cemento armato e tamponamenti verticali in laterizio, con tipico muro a cassetta; anche gli orizzontamenti sono in latero-cemento; La copertura è a falda con rivestimento in coppi. Gli appartamenti hanno un taglio medio di 64 mq.

<b>LOCALITA':</b>	<b>Milano</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO:</b>	<b>residenziale</b>
<b>ZONA CLIMATICA:</b>	<b>E</b>	<b>N. PIANI:</b>	<b>6 + sottotetto</b>
<b>GRADI GIORNO:</b>	<b>2404</b>	<b>SUPERFICIE LORDA TOTALE:</b>	<b>5544 mq</b>
<b>ANNO COSTR.:</b>	<b>1955</b>	<b>VOLUME LORDO TOTALE:</b>	<b>15523 mc</b>
<b>FATTORE DI FORMA:</b>	<b>0,50</b>	<b>SUP. MEDIA ALLOGGI:</b>	<b>64 mq</b>
<b>AREA DI SEDIME:</b>	<b>792 mq</b>	<b>N. ALLOGGI:</b>	<b>84</b>

### **INTERVENTI GIA' EFFETTUATI SULL'IMMOBILE**

#### INVOLUCRO

Le pareti hanno uno spessore di circa 45 cm, del tipo a cassetta con intercapedine. Con la ristrutturazione si sono aggiunti alcuni centimetri di isolante: pannelli di polistirene con rete e intonacatura, applicato con colla e fisher. Il tetto è stato sostituito completamente, creando lo spazio per i nuovi alloggi. L'ultima soletta non è stata utilizzata direttamente ma è stata creata una soletta galleggiante in lamiera grecata collaborante che si appoggia sulla parte portante tramite rinforzi in ferro. Questa soletta sovrapposta crea un cavedio per il passaggio degli impianti per un'ampiezza di circa 12 cm. Il tetto è a doppia ventilazione, ossia così costituito: dall'interno, travi portanti in legno, assito, coibente di 6 cm. In polistirene, barriera al vapore, travetti e codeghette, pannello in alluminio recato finto coppo coibentato.

Gli infissi attuali hanno un quindicina di anni, sono in alluminio, con profilo R, spessore 5 cm e con doppiopetro; si intende sostituirli a breve quale operazione di completamento dell'operazione di retrofitting energetico intrapreso in tutto il fabbricato con infissi sempre in alluminio, a taglio termico, di 6 cm e con vetro camera 6-12-6.



## IMPIANTI.

Il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria sono centralizzati, alimentati da una caldaia a metano a condensazione installata nel 2005 sempre nell'ambito dei lavori che hanno interessato tutto l'immobile. La caldaia serve circa 350 unità immobiliari, comprendendo quindi edifici limitrofi e un piccolo teatro.

La centrale termica è costituita da 2 caldaie a condensazione e da una caldaia a tre giri di fumi; inoltre vi sono 3 turbine di microgenerazione, sempre a metano, per la produzione di elettricità. Per l'acqua calda sanitaria c'è un sistema di preriscaldamento con 2 cisterne di accumulo mentre per l'acqua fredda ce ne sono 3, con autoclavi e addolcitori.

Gli impianti sono pertanto molto efficienti.

## **AUDIT ENERGETICO CON L'APPLICAZIONE DI *BEST CLASS***

### **Perdite di calore per trasmissione e ventilazione e apporti solari gratuiti.**

Dall'analisi eseguita con *Best CLASS* si evince che l'edificio si colloca in classe C, quindi l'involucro nel suo insieme ha buone prestazioni, dovute chiaramente ai lavori di ristrutturazione intrapresi che hanno minimizzato le dispersioni termiche attraverso l'involucro opaco, gli infissi e per ventilazione. L'intervento fatto ha infatti elevato il grado di resistenza termica dell'involucro eliminando i ponti termici.

### **Bilancio energetico.**

La prestazione energetica complessiva dell'immobile, elaborata da *BEST CLASS* sulla base dei dati energetici inseriti è espressa dall'indicatore PEh, che risulta pari a **59** KWh/mq. L'edificio si colloca quindi in classe C.

Infine il fattore PEg, l'indicatore dell'efficienza dell'apparato impiantistico dell'edificio, pari a **79**, ricade in classe **D** a causa della bassa prestazione dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, affidata alle caldaie individuali e alla non completa coibentazione dell'impianto di riscaldamento.

	<b>PEh</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PEg</b>
<b>Ante operam</b>	<b>59 KWh/mq</b>	<b>classe C</b>	<b>79 KWh/mq</b>

E' da rilevare che la percentuale di risparmi così prospettata tiene conto solamente delle due voci "riscaldamento" e acs, e non di elettricità e acqua potabile, essendo il software *Best CLASS* impostato per valutare solamente queste voci di consumo. Per questo motivo ci si è avvalsi anche del foglio di calcolo *BREA* che valutando anche questi ultimi aspetti fornisce un quadro più completo della prestazione energetica complessiva dell'edificio. Inoltre è in grado di calcolare i risparmi economici e di emissioni di gas serra evitate in seguito agli interventi proposti.

## **PROPOSTA DI INTERVENTI MIGLIORATIVI**

In seguito all'audit energetico relativo allo stato di fatto eseguito con *BEST CLASS* si passa ad analizzare un'ipotesi di intervento retrofit sull'edificio in oggetto con l'ausilio del modello di calcolo *BREA*, desunto dal modello danese *ASCOT* ed adattato alla peculiarità del patrimonio edilizio italiano.

Di seguito la tabella riassuntiva degli interventi proposti:

	Investimento iniziale	Risparmi	Esercizio annuale	Manutenzione annuale	Benefici: valore attuale	Costi: valore attuale	VAN	
	euro	kWh/m²	euro	euro	euro	euro	euro	
<b>Riscaldamento</b>								
Isolamento aggiuntivo nei muri	207.346			0	0			
Isolamento aggiuntivo nel tetto	22.176			0	0			
Isolamento aggiuntivo nel pavimento	31.046			0	0			
Finestre termicamente isolate	109.200			0	0			
Somma riduzioni trasmissione attraverso l'involucro	369.768	35,1	22.133	0	0	433614	0	63846
<input type="checkbox"/> Sistemi a guadagno solare passivo	210.000	10,0	5576	0	84	109233	1646	-102413
<input type="checkbox"/> VMC (con recupero di calore)	420.000	10,9	6099	92	50	119484	2798	-303313
<input type="checkbox"/> Riduzione delle infiltrazioni d'aria	6.720	1,0	536	0	0	10495	0	3775
<input checked="" type="checkbox"/> Risparmi energetici da riduzione del consumo di acqua	23.520	3,1	1743	0	0	34143	0	10623
<input type="checkbox"/> Risparmi energetici per comportamento degli utenti	1.000	5,7	3215	0	0	62993	0	61993
<input type="checkbox"/> Contacalorie individuali	8.400	11,5	6431	0	0	125985	0	117585
<input type="checkbox"/> Riduzione dei ponti termici	58.800	2,4	1327	0	0	25993	0	-32807
<input type="checkbox"/> Isolamento sulle condotte di distribuzione (solo risc. centralizzato)	1.500	0,1	56	0	0	1100	0	-400
<input type="checkbox"/> Distribuzione ben calibrata	5.880	3,7	2078	0	0	40701	0	34821
<input type="checkbox"/> Sistemi avanzati di gestione (BEMS)	84.000	3,7	2078	0	0	40701	0	-43299
<input type="checkbox"/> Pompa di calore (solo risc. centralizzato)	10.000	48,0	26872	0	4.200	526442	82282	434160
<input type="checkbox"/> Valvole termostatiche sui radiatori	29.400	4,9	2770	0	0	54267	0	24867
Nuovo impianto di riscaldamento, cogenerazione inclusa	14.000	-2,8	-1328	0	0	-26017	0	-40017
Somma delle iniziative sul riscaldamento	393.288	38,2	23.876	0	0	467757	0	74469
<b>Acqua calda sanitaria</b>								
	euro	kWh/m²	euro					
<input checked="" type="checkbox"/> Contacalorie individuali	8.400	2,2	1543	0	0	30223	0	21823
<input checked="" type="checkbox"/> Pannelli solari per acqua calda sanitaria	184.800	20,9	20127	168	185	394310	6912	202598
<input type="checkbox"/> Coibentazione delle tubazioni	126.000	0,6	349	0	0	6829	0	-119171
<input type="checkbox"/> Nuovo accumulo dell'a.c.s. con produzione semi-istantanea	0	0,6	349	0	0	6829	0	6829
Somma delle iniziative sull'acqua	193.200	23	21.670	168	185	424533	6912	224421
<b>Elettricità (escluso riscaldamento)</b>								
	euro	%	euro					
<input type="checkbox"/> Illuminazione a basso consumo	500	5%	1996	0	0	39100	0	38600
<input type="checkbox"/> Risparmi elettrici da ventilazione	0	10%	3992	0	0	78201	0	78201
<input type="checkbox"/> Risparmi elettrici per comportamento degli utenti	1.800	10%	3992	0	0	78201	0	76401
<input type="checkbox"/> Elettrodomestici ad alta efficienza - Classe A o superiore	42.000	3%	1198	0	0	23460	0	-18540
<input type="checkbox"/> Asciugatura dei panni all'aria	0	5%	1996	0	0	39100	0	39100
<input type="checkbox"/> Ottimizzazione dell'illuminazione naturale	4.000	2%	798	0	0	15640	0	11640
<input type="checkbox"/> Pannelli fotovoltaici	462.000	26%	10217	0	462	200160	9051	-270891
<input type="checkbox"/> Regolazione delle pompe di circolazione nelle caldaie individuali	50.400	5%	1996	0	0	39100	0	-11300
<input checked="" type="checkbox"/> Spegnimento delle apparecchiature inutilizzate	0	1%	399	0	0	7820	0	7820
<input type="checkbox"/> Lavanderia comune	10.000	8%	3193	0	0	62561	0	52561
Somma delle iniziative sull'elettricità	0	1%	399	0	0	7820	0	7820
<b>Totale</b>	586.488		45.945	168	185	900.110	6.912	306.710

## AUDIT ENERGETICO CON *BREA* PER VALUTARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

### IMPUT DEI DATI IN *BREA*

Si inseriscono in *BREA* i dati del fabbisogno energetico complessivo così come calcolati con *BEST CLASS*, espresso con i due indicatori:

*Fabbisogno energetico specifico dell'involucro*: PHe

*Fabbisogno specifico di energia primaria*: PHg

*BREA* scorpora dal dato globale calcolato, l'energia termica impiegata per riscaldamento, quella per a.c.s. e quella dissipata dal sistema di produzione, distribuzione e regolazione del calore.

Il peso di ciascuna di queste voci di consumo varierà a mano a mano che si indicano il numero e il tipo di interventi proposti per incrementare il livello energetico prestazionale dell'edificio considerato.

Nel successivo foglio "tecnologie" si selezionano quindi gli interventi tra quelli possibili da introdurre, suddivisi nei tre ambiti di consumo: riscaldamento, a.c.s., acqua potabile e elettricità.

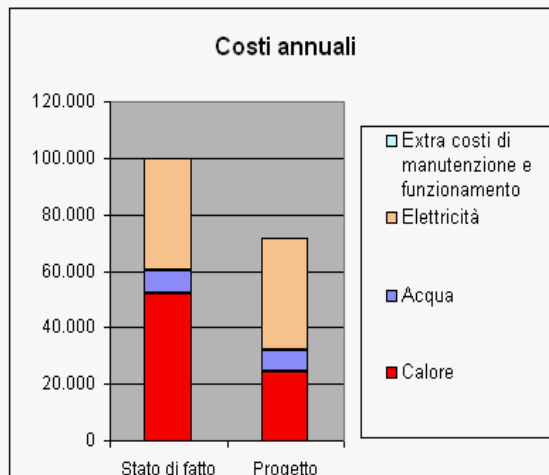
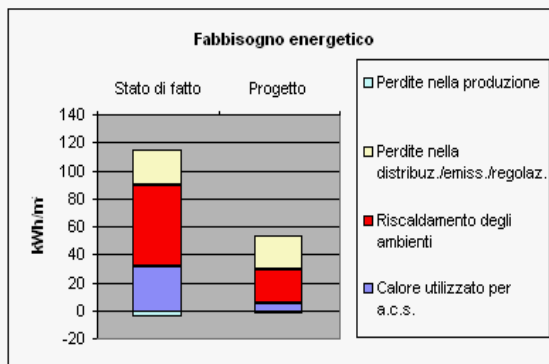
Per ciascun intervento previsto il programma indica una serie di dati:

1. Il costo dell'investimento complessivo per ciascun intervento
2. I risparmi energetici ed economici (**BENEFICI**)
3. I costi di esercizio e manutenzione (**COSTI**)
4. Il VAN

Consumi e risparmi annuali al m²	Stato di fatto	Progetto	Risparmio
Calore utilizzato per a.c.s.	31,1	4,9	84,3%
Riscaldamento degli ambienti	59,0	23,9	59,5%
Perdite nella distribuz./emiss./regolaz.	24,7	24,7	0,0%
Perdite nella produzione	-4,7	-1,9	59,5%
Totale riscaldamento e a.c.s. [kWh/m²]	110,1	51,6	53,1%
Elettricità [kWh/m²]	40,0	39,6	1,0%
Acqua [m³/m²]	2,55	2,38	6,7%
<b>Emissioni annue [kg]</b>			
CO2	121968	120748	1,0%
SO2	614	608	1,0%
NOx	838	830	1,0%
<b>Danni da inquinamento quantificati in euro/anno</b>			<b>53</b>

Costi annuali	Stato di fatto	Progetto
Calore	51.898	24.331
Acqua	8.199	7.652
Elettricità	39.917	39.518
Extra costi di manutenzione e funziona		353
Totale costi	100.014	71.853

<b>Conti economici</b>	
Investimento per interventi ordinari	0 €
Investimento addizionale teorico	586.488 €
Risparmi derivanti da spese già incluse nei lavori ordinari	
Incentivi pubblici	55.000 €
Investimento addizionale reale	531.488 €
Totale	531.488 €
Totale per abitazione	6.327 €
Aumento percentuale delle spese	100%
Tempo di ritorno semplice, in anni	18,9
VAN	20.200 €



## CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati che emergono dallo studio fatto sui casi studio presi in considerazione si evince che gli interventi di efficienza energetica sugli edifici esistenti, pur con differenze anche sensibili nei tempi di ritorno economico, generano comunque dei risparmi interessanti e, anche dal punto di vista economico analizzando il tempo di ritorno dei 20 anni, si ha un Valore attuale netto molto buono (oscilla dai 400 agli 800 euro circa).

Si rileva che la tipologia d'intervento senz'altro più facilmente applicabile e che pertanto ha accomunato tutti e 10 gli interventi sugli altrettanti casi studio è senz'altro l'impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria. In virtù degli ottimi risparmi ottenibili, in quanto spesso va a sostituire sistemi di produzione di calore assolutamente inefficienti come lo scaldabagno elettrico. Inoltre l'ottimo rapporto resa/costo influisce positivamente sul bilancio economico/energetico complessivo.

Nei tre casi studio esaminati più nel dettaglio è emerso che lì dove si opta per interventi più impegnativi come il caso studio n 7 per il fotovoltaico la convenienza è comunque garantita in quanto la valutazione del VAN è stata fatta su 20 anni, un periodo sufficientemente lungo tale da coprire anche i ritardati guadagni di un impianto fotovoltaico che come è noto necessita di 8-9 anni prima che l'investimento ritorni. Inoltre in virtù del fatto che in Italia gli incentivi sul fotovoltaico sono molto forti sarebbe interessante valutare il VAN anche su 10 anni per mostrare che già dopo questo lasso temporale ci sono dei ritorni economici netti, anche con il fotovoltaico.

Per quanto riguarda la classificazione energetica dei 3 edifici emerge immediatamente che la datazione dell'edificio è spesso un indicatore del grado di resa energetica dell'involucro; infatti l'edificio di via Zanzottera realizzato negli anni '50 quando iniziarono le speculazioni edilizie, presenta una classe molto bassa, così come anche le due palazzine di via Rasario, del 1955 e 1961 che hanno addirittura una classe G. Gli altri casi studio, appartenenti alle fasce temporali precedenti e antecedenti gli anni 60-70 hanno invece prestazioni migliori, collocandosi in classe D (casi studio dal 5 all'8, degli anni '20 e '80-'90). Infatti le abitazioni più datate sono realizzate con tecnologie semplici e anche senza isolamento ma con una tecnica costruttiva corretta e con una buona massa termica. L'ultimo caso studio, del '52, risulta in classe C perché è stato ristrutturato e migliorato molto dal punto di vista energetico.

Per quanto riguarda i risparmi conseguiti in termini di energia finale richiesta per la produzione di acqua calda e per il riscaldamento si ha che il fabbisogno complessivo si è ridotto rispettivamente ad 1/3, e 1/5 nei casi studio 1,2 e 7, quelli analizzati più in dettaglio. Il risparmio quindi è anche direttamente proporzionale, oltre che naturalmente agli investimenti attuati e all'accurata progettazione degli stessi anche alla situazione di efficienza energetica ante operam. Infatti i risparmi maggiori si sono ottenuti, sempre in termini di energia finale, con il caso 2 e 7, meno efficienti in partenza.

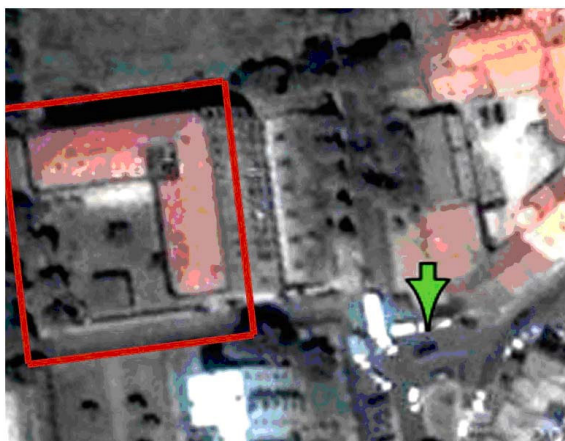
L'energia primaria richiesta è naturalmente proporzionale a quella finale, e pertanto anche le emissioni di CO<sub>2</sub>, che dipendono direttamente dall'energia primaria, ossia dal combustibile effettivamente consumato, diminuiscono in proporzione.

# IMMAGINI

## CASO STUDIO N. 1

**COOPERATIVA EDIFICATRICE: "DEGRADI"**

Immobile sito in Via Zoia 76 - Milano





**CASO STUDIO N. 2**

**COOPERATIVA EDIFICATRICE: “DEGRADI”**

Immobile sito in Via Zanzottera – Milano.



**CASO STUDIO N. 3**

**COOPERATIVA EDIFICATRICE: “DEGRADI”**

Immobile sito in Via Rasario pal B-C - Milano



**CASO STUDIO N. 4**

***COOPERATIVA EDIFICATRICE: "DEGRADI"***

Immobile sito in Via Rasario pal D - E - Milano





**CASO STUDIO N. 5**

**COOPERATIVA EDIFICATRICE: "DEGRADI"**

Immobile sito in Via Caldera, 109 Milano



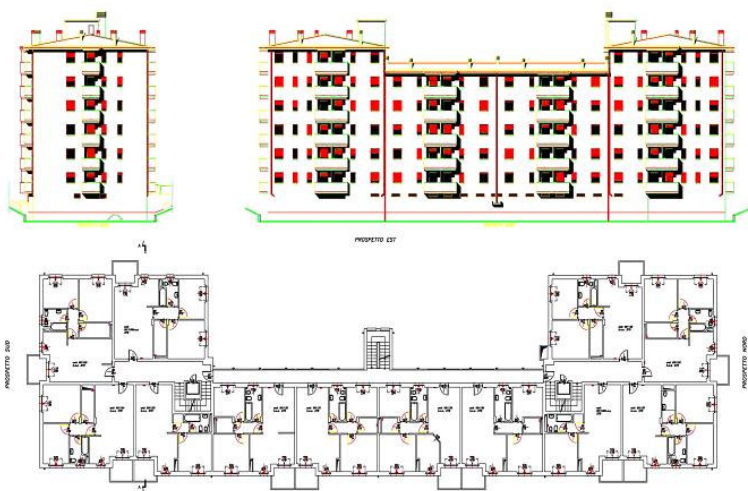


**CASO STUDIO N. 6**

**COOPERATIVA EDIFICATRICE: “LA BENEFICA”**

Immobile sito in Via Gramsci - Milano





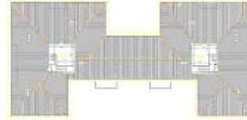


**CASO STUDIO N. 7**

**COOPERATIVA EDIFICATRICE: “LA BENEFICA”**

Immobile sito in Via Turati - Milano



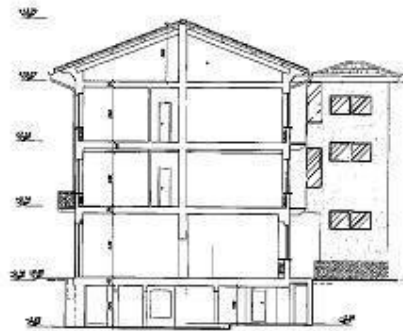
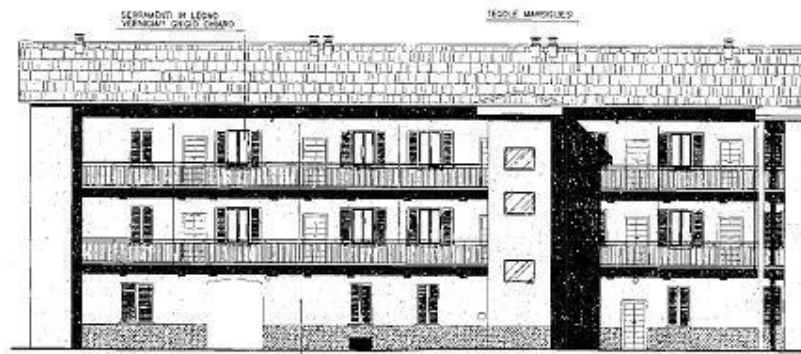


**CASO STUDIO N. 8**

***COOPERATIVA EDIFICATRICE: "LA BENEFICA"***

Immobile sito in Via Garibaldi Pal A - Milano



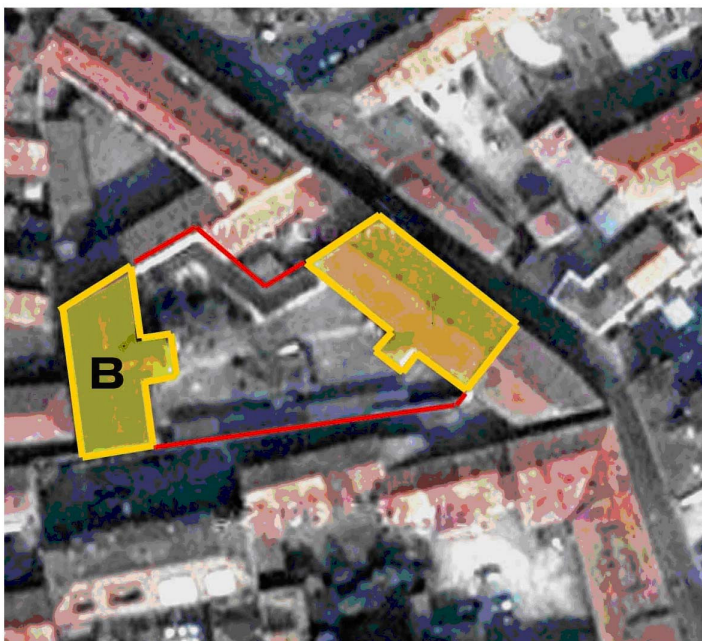


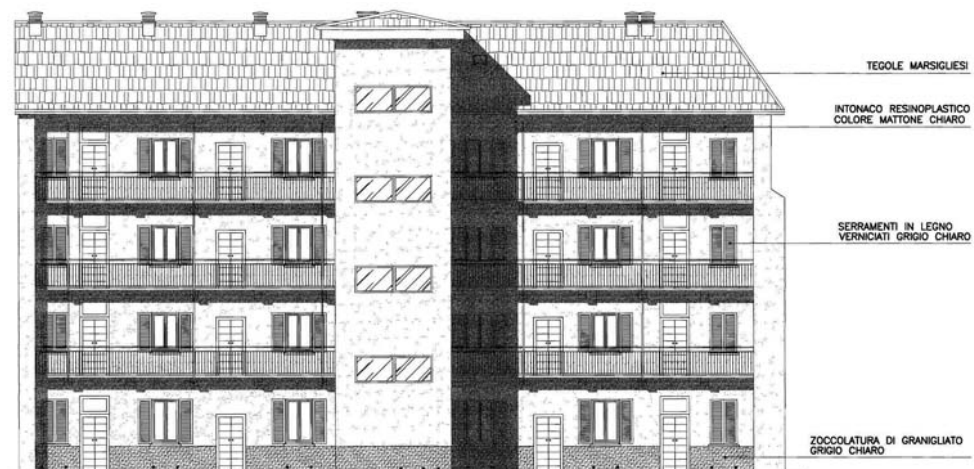


**CASO STUDIO N. 9**

***COOPERATIVA EDIFICATRICE: "LA BENEFICA"***

Immobile sito in Via Garibaldi Pal B - Milano





**CASO STUDIO N. 10**

**COOPERATIVA EDIFICATRICE: "NIGUARDA"**

Immobile sito in Via Hermada - Milano

