



CITTA' DI VIMERCATE (MB)

SCUOLA ELEMENTARE "DON MILANI"

VIA MASCAGNI, 2



DIAGNOSI ENERGETICA

Gennaio 2015

INDICE

INTRODUZIONE	PAG. 3
DATI CLIMATICI	PAG. 4
RILIEVO DATI GEOMETRICI	PAG. 5
RILIEVO DATI SISTEMA IMPIANTISTICO	PAG. 9
ANALISI DEL FABBISOGNO ENERGETICO	PAG. 10
ANALISI DEL CONSUMO ENERGETICO	PAG. 12
INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA – DESCRIZIONE	PAG. 13
INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA – ANALISI ENERGETICA	PAG. 17
I INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA – ANALISI ECONOMICA	PAG. 23
RIEPILOGO ANALISI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE	PAG. 30
RILIEVO FOTOGRAFICO	PAG. 32

INTRODUZIONE

La presente Diagnosi Energetica è redatta allo scopo di fotografare lo stato di fatto ai fini energetici dell'edificio in esame e di individuare i possibili interventi di riqualificazione energetica analizzandone i relativi costi/benefici con lo scopo di fornire all'Utente tutti gli elementi tecnici ed economici necessari per orientare le proprie scelte in merito al livello di intervento che riterrà più idoneo.

Per quanto attiene la stima economica degli interventi di riqualificazione si rimanda al “PROGETTO PRELIMINARE RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA” redatto a tale scopo.

PROSPETTO DELLE FASI ESEGUITE

Raccolta dati e rilievi

Acquisizione dell'Attestato di Certificazione Energetica (ACE) se esistente

Acquisizione dei consumi storici

Acquisizione degli elaborati grafici

Rilievo mediante sopralluogo delle caratteristiche dell'involucro, dell'impianto termico e dei relativi sottosistemi di generazione, distribuzione ed emissione

Elaborazione dati

Elaborazione dei dati acquisiti mediante apposito software per la determinazione della prestazione energetica del sistema edificio-impianto

Verifica della congruenza tra consumi storici e la prestazione energetica determinata

Diagnosi Energetica

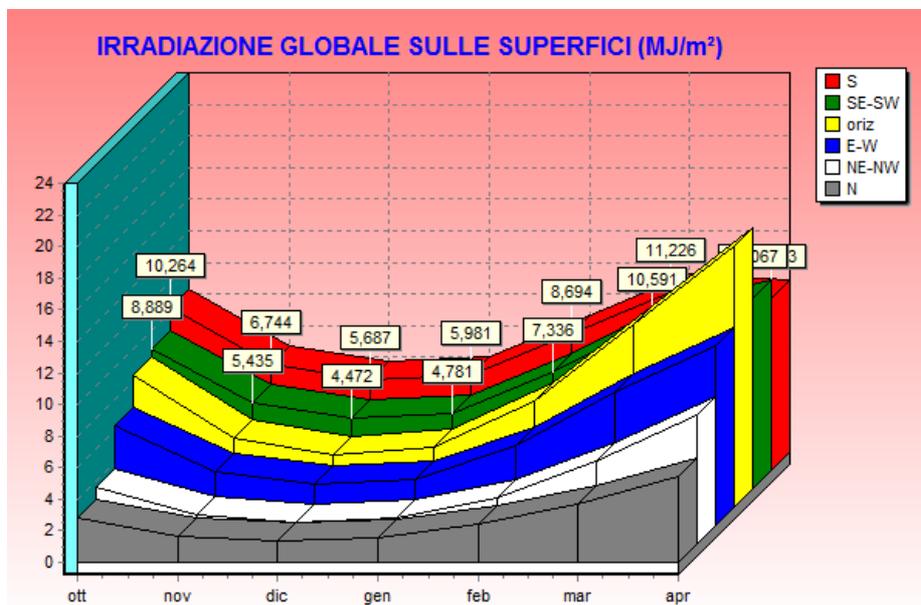
Individuazione degli interventi di Riqualificazione Energetica

Valutazione dei benefici ottenibili in termini di riduzione dei consumi

Analisi dei rapporti benefici/costi degli interventi per la determinazione dei tempi di ammortamento ipotizzabili

DATI CLIMATICI

Località	VIMERCATE		Periodo di attivazione riscaldamento				
Comune	VIMERCATE		Inizio	15-ott	Durata (gg)	183	
Provincia	MONZA BRIANZA		Fine	15-apr	Ore/giorno	14	
Altitudine	194 m	Zona climatica	E		Vento		
Latitudine	45°36'	Clearness number	1		Zona	1	
Longitudine	09°22'	Gradi/Giorno	2.404		Velocità	1,1 m/s	
Temp. Est.	- 5°C	Temperatura interna	+ 20°C		Direzione	SW	
Valori medi mensili							
	gen	feb	mar	apr	ott	nov	dic
Hbh	1,5	3,2	6,5	9,8	4,5	1,9	1,3
Hdh	2,3	3,5	5,1	6,7	3,9	2,5	2,0
Te	1,7	4,2	9,2	14,0	14,0	7,9	3,1
Pv	590	645	943	1.163	1.412	958	671
Hbh	Irradiazione solare giorbaliera media mensile diretta sul piano orizzontale						
Hdh	Irradiazione solare giorbaliera media mensile diffusa sul piano orizzontale						
Te	Valore medio mensile della temperatura media giornaliera dell'aria esterna						
Pv	Valore medio mensile della pressione parziale del vapore d'acqua nell'aria esterna						



Valori medi mensili							
	gen	feb	mar	apr	ott	nov	dic
S	5,98	8,69	11,23	10,89	10,26	6,74	5,69
SE-SW	4,78	7,34	10,59	12,07	8,89	5,44	4,47
orizzontale	3,80	6,70	11,60	16,50	8,40	4,40	3,30
E-W	2,93	5,07	8,46	11,38	6,36	3,41	2,59
NE-NW	1,63	2,90	5,28	8,20	3,60	1,86	1,39

RILIEVO DATI GEOMETRICI

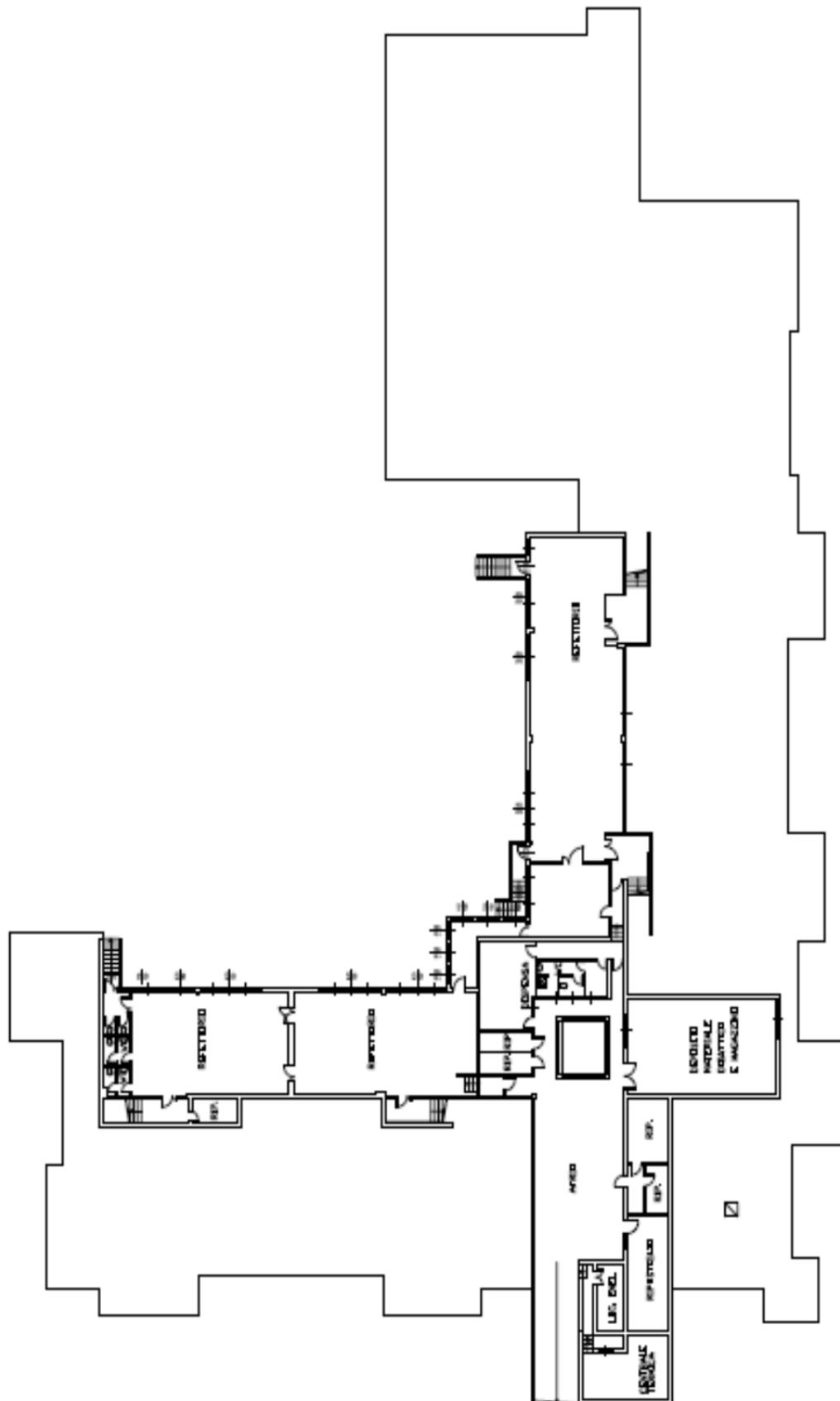
Trattasi di edificio edificato negli anni '60/'70, per la specifica destinazione d'uso scolastico, con tipologia costruttiva a struttura portante in travi e pilastri di cls, solai in latero-cemento e tamponamenti in laterizio forato o blocchi cavi.

Sotto il profilo energetico l'edificio, risulta, secondo i canoni edilizi vigenti all'epoca della costruzione, scarsamente coibentato termicamente sia per quanto attiene le superfici opache, sia per quanto attiene i serramenti.

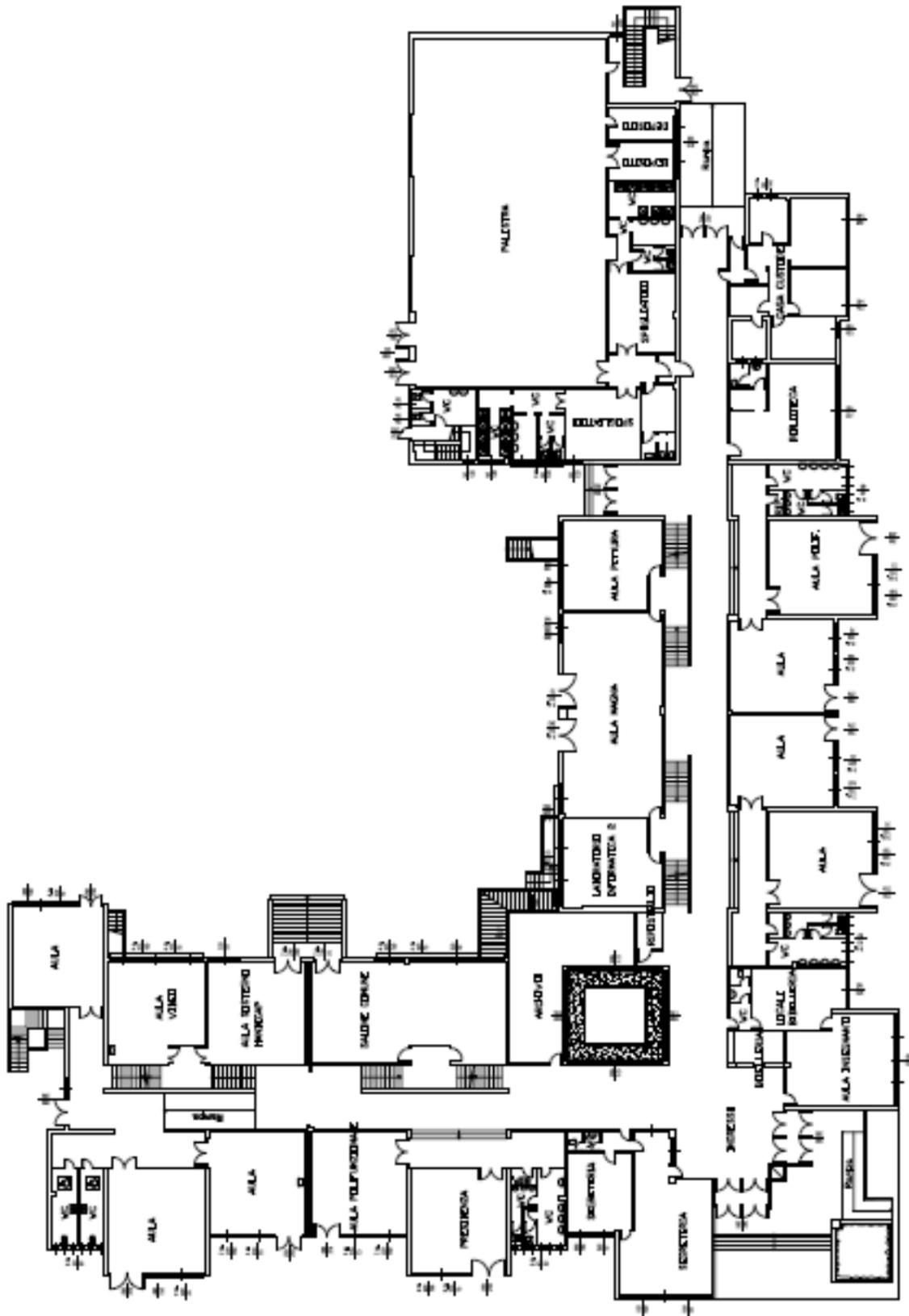
Le caratteristiche geometriche dell'edificio e le caratteristiche termiche delle superfici disperdenti, assunte ai fini dei calcoli energetici, sono riportate nella tabella seguente.

Periodo di edificazione dell'edificio		1960-1970
Destinazione d'uso		Scuola
Categoria secondo DPR 412/93		E.7
Superficie utile riscaldata	mq	4.745
Volume netto riscaldato	mc	18.192
Volume lordo riscaldato (V)	mc	23.562
Superficie lorda delimitante il volume riscaldato (S)	mq	10.167
Fattore di forma edificio (S/V)		0,43
Dettaglio superfici lorde disperdenti		
Pareti esterne	mq	3.227,3
Serramenti esterni	mq	834,3
Porte esterne	mq	25,7
Pareti verso ambienti non riscaldati	mq	83,8
Porte verso ambienti non riscaldati	mq	11,2
Pavimento su vespaio	mq	2.693,7
Pavimento verso ambienti non riscaldati	mq	298,6
Lucernari	mq	102,0
Copertura	mq	2.890,3
Coefficienti di trasmissione termica		
Pareti esterne	W/mq °C	1,883
Serramenti esterni	W/mq °C	5,660
Porte esterne	W/mq °C	3,250
Pareti verso ambienti non riscaldati	W/mq °C	1,610
Porte verso ambienti non riscaldati	W/mq °C	1,639
Pavimento su vespaio	W/mq °C	1,300
Pavimento verso ambienti non riscaldati	W/mq °C	1,150
Lucernari	W/mq °C	5,660
Copertura	W/mq °C	1,350

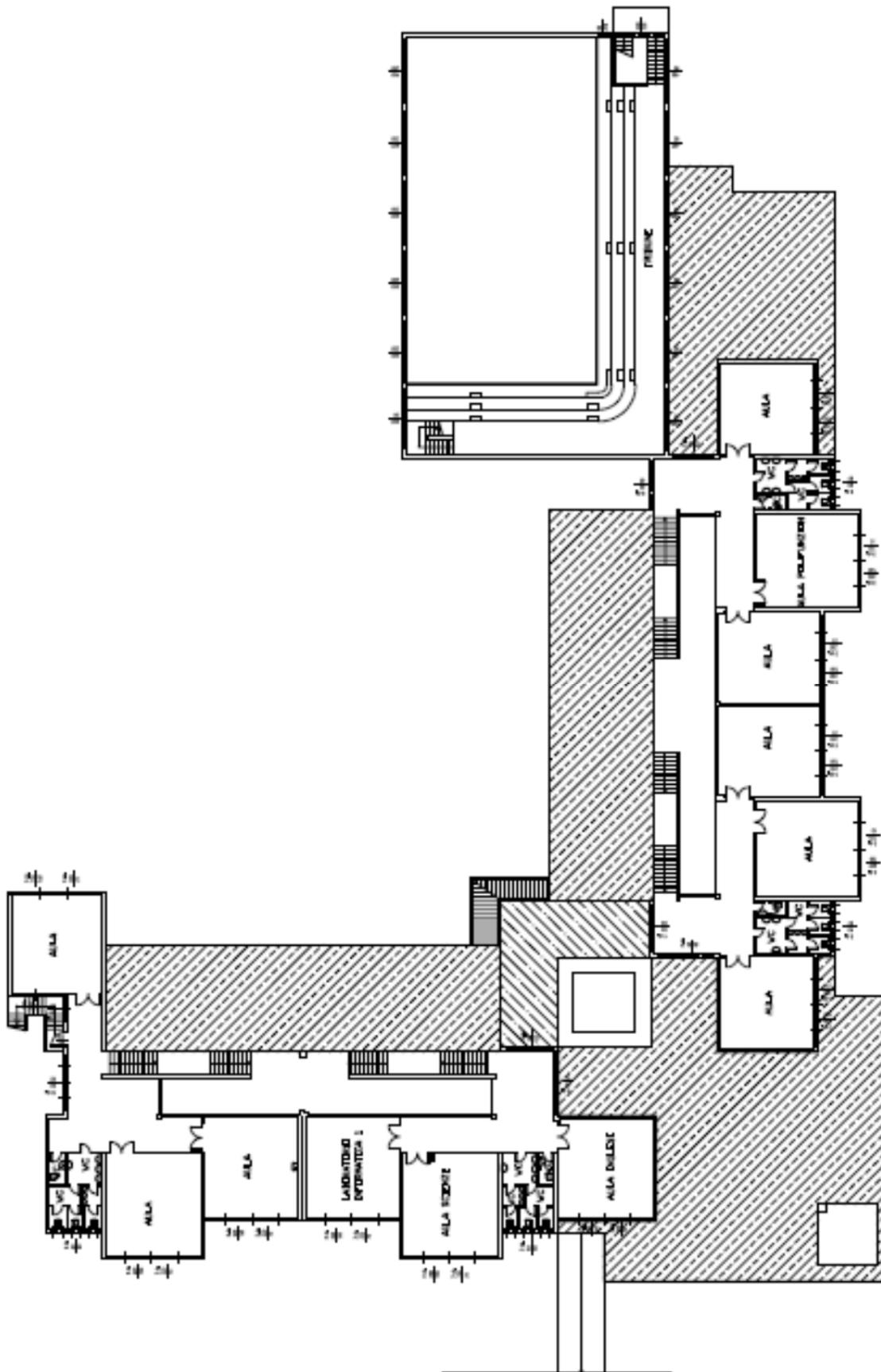
PIANTA PIANO INTERRATO



PIANTA PIANO TERRA



PIANTA PIANO 1°



RILIEVO DATI SISTEMA IMPIANTISTICO

L'edificio è riscaldato con un impianto tradizionale ad acqua calda, alimentato da una centrale termica ubicata al piano interrato ed alimentata a gas metano. Per gli ambienti della zona adibita a segreteria è presente un impianto autonomo con caldaia murale di potenza < 35kW, anch'essa alimentata a gas metano.

Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature costituenti il sistema impiantistico e rilevanti ai fini energetici sono riassunte nella tabella seguente:

<u>Apparecchiature di generazione</u>					
Tipologia	Anno Fabric.	Pot. Foc. kW	Pot. Nom. kW	Rendimento	Pot. Elettr. kW
Centrale Termica - Caldaia 1 - Biklim mod. PR1-300	1981	385,8	348,8	90,4%	-
Centrale Termica - Bruciatore Caldaia 1 - Baltur	1981	-	-	-	1,100
Centrale Termica - Caldaia 2 - Biklim mod. PR1-300	1981	385,8	348,8	90,4%	-
Centrale Termica - Bruciatore Caldaia 2 - Baltur	1981	-	-	-	1,100
Caldaia murale a camera aperta alimentata a gas metano	n.d.	32	29	90,6%	0,060
<u>Elettropompe di distribuzione</u>					
Posizione	Tipologia		Q.tà	kW	
Circolazione circuito scuola	singola		2	0,950	
Circolazione circuito radiatori ex asilo	singola		1	0,580	
Circolazione circuito palestra	singola		2	0,375	
Circolazione carica bollitore a.c.s.	singola		1	0,260	
Circolazione ricircolo a.c.s.	singola		1	0,100	
<u>Apparecchiature di emissione e regolazione</u>					
Posizione	Tipologia	Regolazione			
Aule, disimpegni, servizi	Radiatori in ghisa	Climatica con sonda esterna			
Uffici segreteria	Ventilconvettori	Termostato ambiente			
Palestra	Aerotermi e radiatori	Termostato ambiente			
Centrale Termica	Bollitore a.c.s.	Termostato			

ANALISI DEL FABBISOGNO ENERGETICO

Il fabbisogno energetico dell'edificio è determinato con la procedura di calcolo per la certificazione energetica degli edifici, vigente in Regione Lombardia, di cui al D.D.G. 11 giugno 2009 N.5796 e s.m.i. e con i seguenti riferimenti Normativi:

UNI EN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
prEN 15316	Heating systems in buildings –Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies
UNI 832	Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali.
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
UNI 7357	Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.
UNI 8477/1	Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato.
UNI EN ISO 10077-2	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai.
UNI 10339	Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
UNI 10348	Riscaldamento degli edifici - Rendimenti dei sistemi di riscaldamento - Metodo di calcolo.
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
UNI 10351	Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore.
UNI 10355	Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo.
UNI EN ISO 13788	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo.
UNI EN 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo.

CTI Sottocomitato n.6 Giugno 2003 Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari.

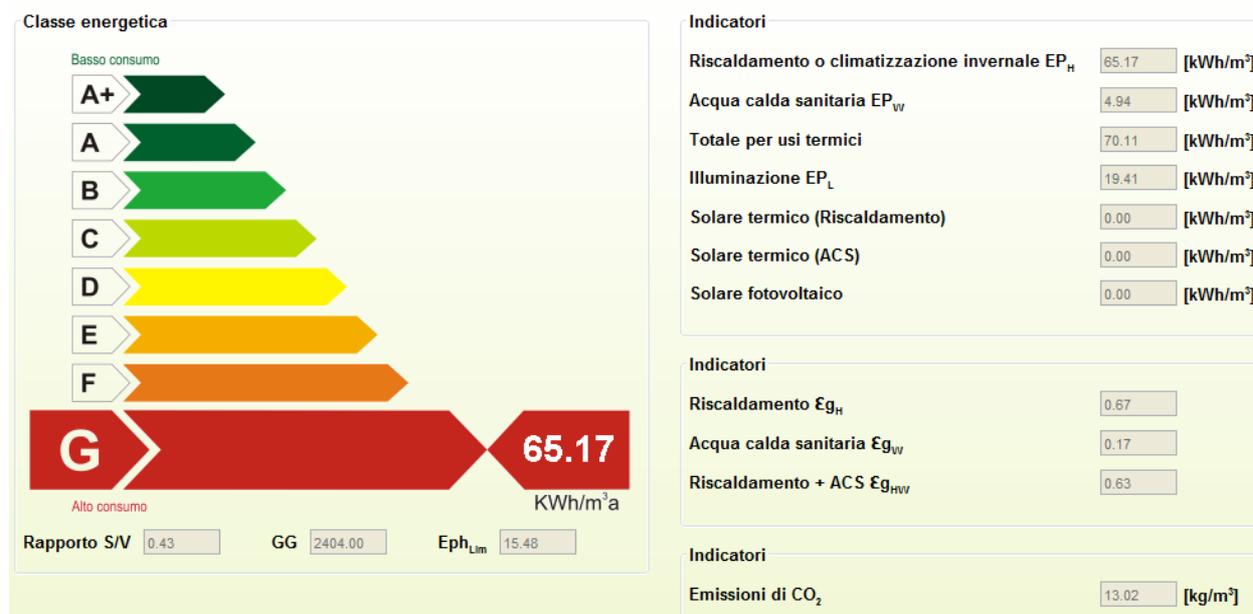
Raccomandazioni CTI elaborate dal SC1 “Trasmissione del calore e fluidodinamica” e dal SC6 “Riscaldamento e ventilazione”

CTI 9 febbraio 2007 Codice progetto: E02069982 Prestazioni energetiche degli edifici – Climatizzazione invernale e preparazione dell’acqua calda per usi igienico – sanitari. Parte 2: Energia primaria e rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda per usi igienico-sanitari.

CTI/SC01/GC02 Prestazioni energetiche degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento ambiente – Linee guida per l’applicazione nazionale.

Per il calcolo si è utilizzato il Software Cened+ vs.1.2.0, messo a disposizione da Regione Lombardia sul sito ww.cened.it, le cui risultanze sono riassunte nella tabella seguente.

INDICATORI ENERGETICI - stato di fatto			
Indicatore prestazione energetica LIMITE	EP _{Hlim}	kWh/mc anno	15,48
Indicatore prestazione energetica riscaldamento	EP _H	kWh/mc anno	65,17
Indicatore prestazione energetica acqua calda sanitaria	EP _W	kWh/mc anno	4,94
Totale per usi termici		kWh/mc anno	70,11
Indicatore prestazione energetica illuminazione	EPL	kWh/mc anno	19,41
Efficienza globale media stagionale - riscaldamento	ε _{GH}	kWh/mc anno	0,67
Efficienza globale media stagionale - acqua calda sanitaria	ε _{GW}	kWh/mc anno	0,17
Efficienza globale media stagionale - riscaldamento + a.c.s.	ε _{GHW}	kWh/mc anno	0,63



Il fabbisogno energetico così calcolato, sullo stato di fatto del sistema edificio-impianto, è pertanto assunto quale dato di partenza al fine di determinare, in termini percentuali, il livello di risparmio energetico ottenibile con gli interventi di riqualificazione che si andranno ad individuare di seguito.

ANALISI DEL CONSUMO ENERGETICO

L'analisi del reale consumo energetico di combustibile (gas metano nel caso specifico) ed elettricità (degli ausiliari di impianto) è l'aspetto più importante della diagnosi energetica in quanto permetterà di individuare gli interventi più efficienti sia in termini energetici, sia in termini di ritorno dell'investimento economico nel tempo.

Trattandosi di edificio esistente con consumi storici consolidati sarà giocoforza necessario assumere quale dato di partenza del consumo energetico il valore mediato riferito agli ultimi anni di gestione.

Tale consumo storico, come si potrà rilevare, risulta differente (per difetto) rispetto a quanto determinabile con l'applicazione degli indicatori energetici calcolati con il metodo Regione Lombardia in quanto alcuni parametri di default del software (non modificabili) influenzano in modo sensibile il consumo energetico e, precisamente:

- Il software assume un regime di attivazione dell'impianto di 24ore/giorno mentre la gestione effettiva prevede una attivazione giornaliera di 10/12 ore.
- Gli indicatori sono riferiti ad un consumo alle fonti di energia primaria e quindi, la quota di consumo elettrico è in pratica doppia per effetto del rendimento del sistema elettrico nazionale.

Ne deriva pertanto che, per i vari scenari di riqualificazione energetica che si andranno a valutare, il beneficio in termini di prestazione energetica sarà determinato con l'applicazione del metodo Regione Lombardia mediante software Cened+, mentre, ai fini della sostenibilità economica (costi/benefici) saranno considerati in modo analitico gli effettivi risparmi di consumo di gas ed elettricità ottenibili.

Altro aspetto importante ai fini della sostenibilità economica degli interventi (costi/benefici) è la determinazione del prezzo di acquisto dell'energia in loco che, in base alle informazioni acquisite all'atto della presente diagnosi risulta essere il seguente :

- Gas metano 0,67 Euro/mc
- Energia elettrica 0,22 Euro/kW

Si riportano di seguito i consumi energetici dell'edificio in esame allo stato di fatto.

CONSUMO STORICO ANNUALE			
Consumo Gas Metano	mc	€/mc	€
	75.244	0,67	50.400,00
Consumo Elettrico	kW	€/kW	€
	87.286	0,22	19.200,00
TOTALE			€
			69.600,00

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA - DESCRIZIONE

Nel presente capitolo si procede ad identificare i possibili interventi di riqualificazione energetica e, di seguito, i risparmi energetici, ambientali ed economici ottenibili nonché i relativi costi di investimento al fine di determinarne i tempi di ammortamento.

Al fine di individuare, per ciascun intervento, il miglioramento energetico e di emissione ottenibile, in termini percentuali, si procederà alla simulazione della prestazione energetica con l'applicazione del metodo Regione Lombardia mediante software Cened+.

La valutazione dei risparmi economici sarà invece determinata considerando i risparmi di fonti energetiche prelevate in loco (gas metano ed elettricità) alle condizioni di esercizio che realmente sono attuate per gli impianti in oggetto (attivazione media di 12 ore giornaliere).

Per quanto attiene la determinazione dei costi di investimento degli interventi di riqualificazione si rimanda al “PROGETTO PRELIMINARE – INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA” redatto a tale scopo e dal quale saranno pertanto estrapolati i dati economici necessari.

Gli interventi di riqualificazione energetica che meglio si prestano ad ottenere benefici tangibili sono senza dubbio quelli che agiscono sul sistema impiantistico di generazione, distribuzione ed emissione dell'energia. Tra questi sono individuabili i seguenti interventi :

- INSTALLAZIONE DI CALDAIA A CONDENSAZIONE
- INSTALLAZIONE DI ELETTROPOMPE INVERTER E VALVOLE TERMOSTATICHE
- INSTALLAZIONE DI SISTEMI DI VENTILAZIONE A RECUPERO DEL CALORE
- INSTALLAZIONE DI COGENERATORE

Altri interventi di riqualificazione energetica che seppur efficaci ai fini energetici richiedono un maggior impegno economico e logistico sono quelli che agiscono sull'involucro dell'edificio. Tra questi sono individuati :

- COIBENTAZIONE DELLE PARETI ESTERNE (SISTEMA A CAPPOTTO)
- COIBENTAZIONE DELLA COPERTURA
- SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI

INSTALLAZIONE DI CALDAIA A CONDENSAZIONE

L'intervento consiste nella sostituzione dell'esistente generatore ad acqua calda di tipo tradizionale ad alto rendimento (90-92%) con un generatore a condensazione con sistema di combustione a pre-miscelazione. Il beneficio ottenibile in termini di miglior rendimento del sistema di generazione è immediatamente tradotto in un risparmio di combustibile in quanto, anche a parità di condizioni di erogazione del calore (mandata a 80°C) il consumo di gas è ridotto del 6-7%. Il funzionamento con gestione climatica a temperatura ridotta e quindi nel campo di attivazione della condensazione permettono un ulteriore incremento del risparmio energetico stagionale.

INSTALLAZIONE DI ELETTROPOMPE INVERTER E VALVOLE TERMOSTATICHE

L'intervento prevede l'installazione su tutti i radiatori di valvole di interruzione automatica della circolazione con dispositivo termostatico antimanomissione a taratura fissa di 19/21°C e, per il conseguente funzionamento a portata variabile, la sostituzione delle pompe di circolazione esistenti a velocità fissa con pompe a velocità variabile auto adattabili alla portata richiesta. Il beneficio ottenibile in termini di miglior rendimento di distribuzione ed emissione è indirettamente tradotto in un risparmio di combustibile e di energia elettrica (minor consumo delle elettropompe) in quanto, oltre ad evitare gli sprechi dovuti al surriscaldamento nelle mezze stagioni, sono meglio sfruttati gli apporti energetici di irraggiamento solare attraverso le vetrate o per presenza di carichi termici interni.

INSTALLAZIONE DI SISTEMI DI VENTILAZIONE A RECUPERO DEL CALORE

L'intervento consiste nella realizzazione di un impianto di ventilazione meccanica a doppio flusso (immissione ed estrazione forzata) equipaggiato con recuperatore di calore atto a trasferire parte dell'energia contenuta nell'aria di estrazione all'aria di immissione, prelevata alla temperatura esterna, con un rendimento non inferiore al 50/55%. Il beneficio ottenibile in termini di recupero del calore dall'aria estratta è indirettamente tradotto in un risparmio di combustibile. Tale intervento seppur energeticamente sostenibile dalle risultanze analitiche di verifica della prestazione energetica, presenta alcune possibili criticità da tener in considerazione e, precisamente:

- Il sistema di ventilazione meccanica, a parità di ricambio d'aria, introduce un incremento del consumo stagionale di elettricità necessaria per il funzionamento dei ventilatori.
- Il risparmio è determinato considerando il pari ricambio d'aria naturale. Se, come consuetudine, tale ricambio d'aria non è attuato o comunque decisamente ridotto, l'introduzione del sistema di ventilazione comporterà (a fronte di una maggiore salubrità degli ambienti) un inevitabile incremento dei consumi di energia rispetto all'attuale.
- L'installazione di tale impianto (meglio se ad isole di intervento) comporta una attenta valutazione degli ingombri e delle opere edili di adattamento in ambienti esistenti ed arredati.

INSTALLAZIONE DI COGENERATORE

L'installazione di un sistema di cogenerazione di piccola taglia (micro-cogenerazione), con motore endotermico a gas metano, risulta molto interessante in quanto ben integrabile nel contesto del consumo energetico di edificio a destinazione pubblica. Infatti l'installazione del micro-cogeneratore seppur ininfluenza ai fini della prestazione energetica per uso termico, risulta molto efficace nel ridurre sensibilmente la spesa inerente il consumo elettrico stagionale dell'edificio. Infatti con la realizzazione di un sistema cogenerativo con scambio sul posto dimensionato per produrre durante il funzionamento invernale l'80-90% del consumo elettrico stagionale dell'edificio, si potranno raggiungere risparmi di spesa degli attuali consumi elettrici prossimi al 50%. Tale beneficio è ottenuto per una combinazione di fattori che concorrono alla riduzione e, più precisamente:

- La taglia ridotta del cogeneratore rispetto all'impianto (la potenza termica erogata dal cogeneratore è sempre inferiore a quella richiesta dalla utenza termica nel periodo invernale) è garanzia di continuità di funzionamento (previsto ad inseguimento termico) per la durata considerata nella simulazione.
- Il 10/15 % della potenza elettrica prodotta dal cogeneratore è istantaneamente consumata dall'edificio e quindi detratta in toto dal consumo.
- La tariffa di acquisto del gas metano consumato dal cogeneratore è defiscalizzata
- La quota di energia elettrica prodotta e consumata in tempi diversi (scambio sul posto) ha un costo ridotto.

COIBENTAZIONE DELLE PARETI ESTERNE (SISTEMA A CAPPOTTO)

La coibentazione delle pareti esterne con sistema a cappotto mediante l'applicazione di pannello isolante ad alto spessore (non inferiore a 10 cm) rappresenta certamente l'intervento di riqualificazione più efficace sotto il profilo energetico, così come evidenziato dal sensibile miglioramento dell'indicatore di prestazione energetica, in quanto riduce drasticamente il fabbisogno di energia termica dell'edificio agendo con grande efficacia sulle dispersioni delle superfici e relativi ponti termici. Oltre al risparmio economico dovuto alla riduzione importante di consumo di gas metano, giova sottolineare che la coibentazione a cappotto aumenta notevolmente l'inerzia termica delle pareti esistenti e quindi il livello di benessere ambientale. Tale intervento, fermo restando l'alta efficacia energetica, è tuttavia caratterizzato dalla necessità di allestire il ponteggio esterno per l'esecuzione delle lavorazioni necessarie che, conseguentemente, condiziona sensibilmente i tempi di ammortamento dell'investimento economico.

COIBENTAZIONE DELLA COPERTURA

Analogamente alla precedente attività anche questo intervento agisce in modo efficace, seppur su una superficie disperdente minore, sulla riduzione del fabbisogno di energia termica dell'edificio con una apprezzabile riduzione del consumo. In relazione alla tipologia di copertura presente la coibentazione potrà essere realizzata principalmente con due modalità e, precisamente:

- A) Stesura di materassino isolante in presenza di solai sottotetto ispezionabili.
- B) Applicazione a plafone di placature in cartongesso accoppiate a materiale isolante.

L'eventuale coibentazione all'estradosso dei solai che prevedono la rimozione del sistema di copertura esistente non sono prese in considerazione in quanto troppo onerose sia in termini logistici che di investimento economico.

Per quanto riguarda la modalità A) non si riscontrano particolari criticità mentre la modalità B) richiede una ulteriore verifica della fattibilità in relazione agli ingombri disponibili (è previsto un abbassamento dei locali interessati di circa 10cm) ed alla interferenza con gli elementi strutturali (cassonetti serramenti) ed impiantistici (impianti di illuminazione) esistenti.

SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI

La sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi componenti ad alta prestazione energetica (telaio a taglio termico e vetrate stratificate a bassa emissione) rientra, come consuetudine, tra gli interventi di risparmio energetico più efficaci ma, tuttavia, merita una attenta valutazione in relazione, soprattutto, al contesto edilizio dell'intervento stesso.

Infatti le principali peculiarità di tale intervento sono essenzialmente:

- La perfetta tenuta agli spifferi d'aria
- Il miglior coefficiente di trasmissione termica
- La miglior schermatura all'irraggiamento
- L'abbattimento acustico

Trattandosi quindi di edificio a destinazione scolastica tali caratteristiche risultano poco apprezzabili sia sotto il profilo gestionale che energetico per i motivi che di seguito andiamo ad illustrare.

- 1) Come evidenziato nel capitolo ventilazione durante l'esercizio dell'attività scolastica è difficilmente riscontrabile una azione volontaria di ricambio dell'aria con i tassi di ventilazione minimi previsti (15 mc/ora persona (asili nido e materne), 18 mc/ora persona (elementari) e 22 mc/ora persona (medie) – rif. UNI 10339) e quindi l'eliminazione degli spifferi dai serramenti potrebbe, paradossalmente, peggiorare il livello di salubrità dell'aria degli ambienti.
- 2) L'effetto di riduzione delle dispersioni attraverso i serramenti per effetto del coefficiente di trasmissione termica più performante è in gran parte compensato dal minor contributo di irraggiamento solare dovuto all'effetto schermante delle vetrate a bassa emissione.
- 3) La riduzione dell'irraggiamento non trova riscontro ai fini del risparmio energetico in quanto non è presente l'impianto di raffrescamento estivo.
- 4) Pur non essendo materia della presente diagnosi energetica in fase di rilievo non si sono riscontrate evidenti problematiche di natura acustica.
- 5) L'intervento oltre ad un importante investimento economico comporta possibili problematiche di realizzazione difficilmente ipotizzabili in questa sede.

Per quanto sopra, seppur analizzato ai fini energetici ed economici, tale intervento risulta, a ns. avviso di scarsa rilevanza.

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA – ANALISI ENERGETICA

L'analisi degli interventi di riqualificazione energetica al fine di determinarne il miglioramento energetico e di emissione ottenibile, in termini percentuali, è effettuata, partendo dallo stato di fatto, con la seguente priorità e considerando per ciascun intervento l'eventuale beneficio (in termini economici) della micro cogenerazione:

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + MICRO COGENERAZIONE
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + MICRO COGENERAZIONE
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + MICRO COGENERAZIONE
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + MICRO COGENERAZIONE
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + MICRO COGENERAZIONE

Corrispondenti ai seguenti interventi di riqualificazione energetica:

- 1 - CALDAIA A CONDENSAZIONE
- 2 - ELETTROPOMPE INVERTER E VALVOLE TERMOSTATICHE
- 3 - COIBENTAZIONE PARETI ESTERNE CON RIVESTIMENTO A CAPPOTTO
- 4 - COIBENTAZIONE DELLA COPERTURA CON APPLICAZIONE DI PANNELLO A PLAFONE
- 5 - IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CON RECUPERATORE DI CALORE
- 6 - SOSTITUZIONE SERRAMENTI

Di seguito sono riportati, per ciascun intervento, il miglioramento della prestazione energetica e di emissione ottenibile, in termini percentuali, ottenuto con l'applicazione del metodo Regione Lombardia mediante software Cened+.

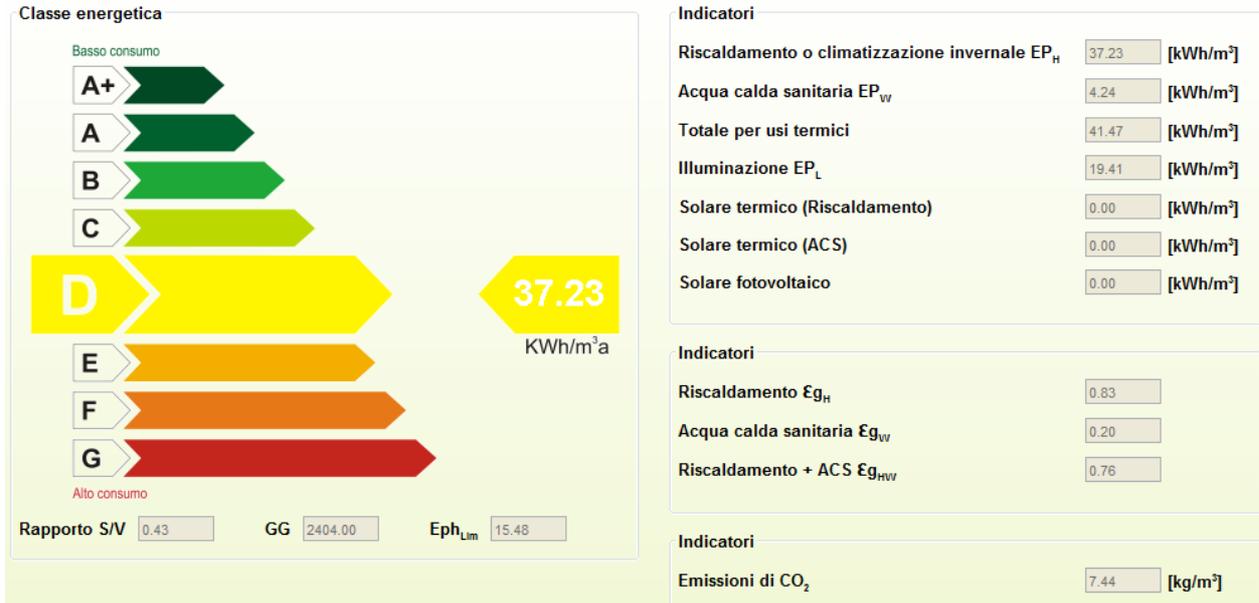
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2



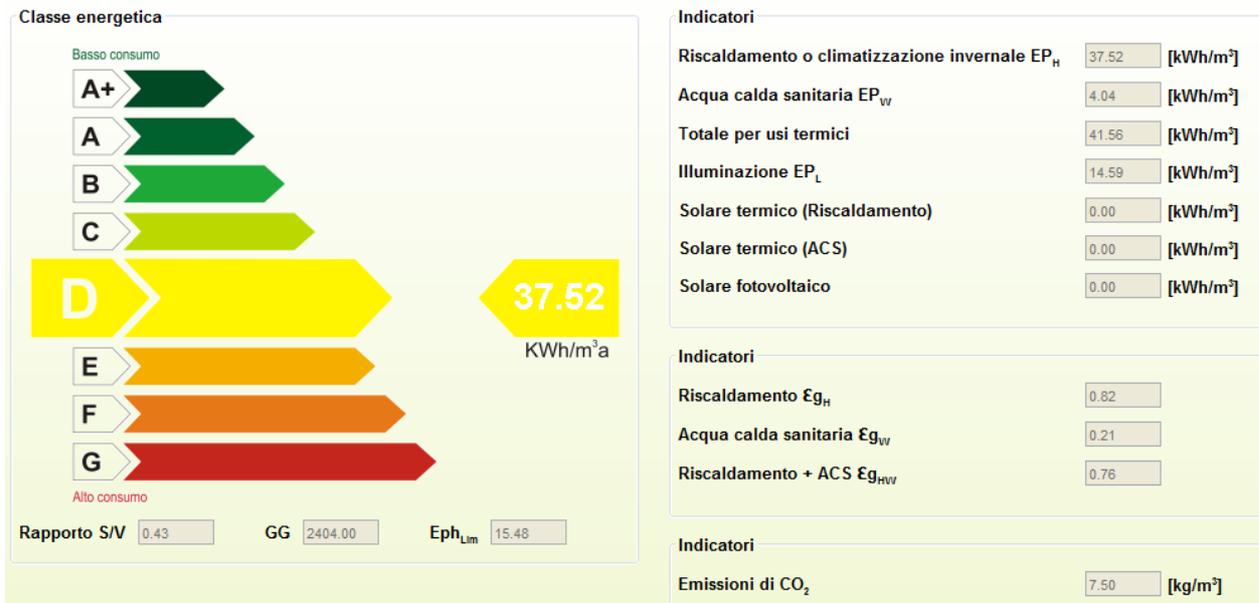
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + MICRO COGENERAZIONE



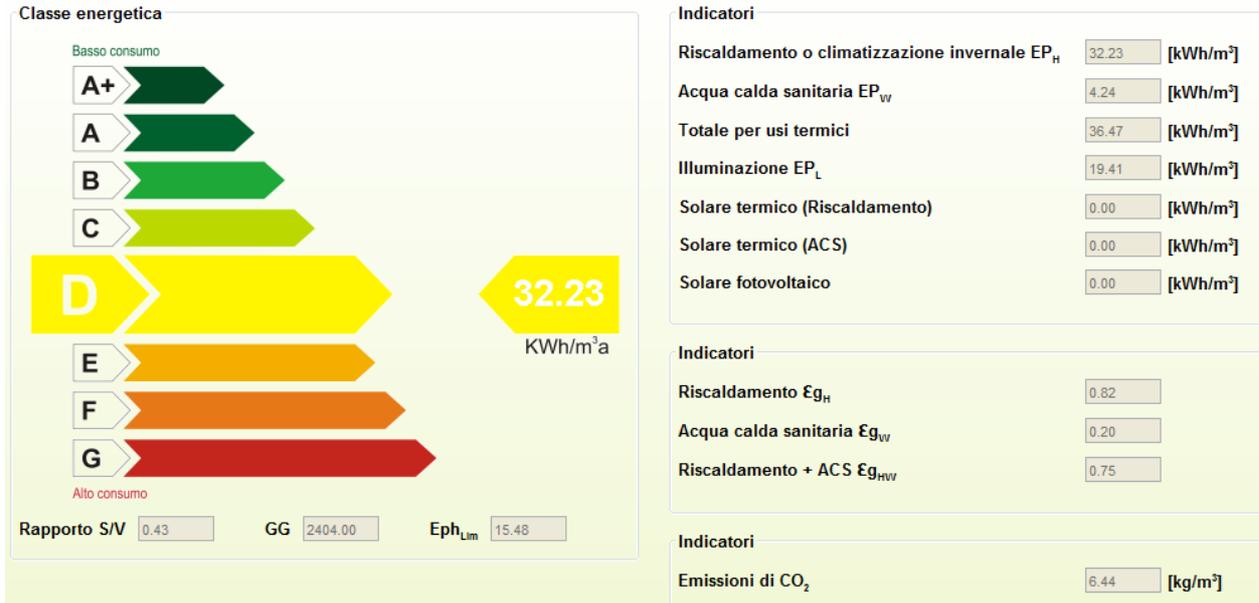
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3



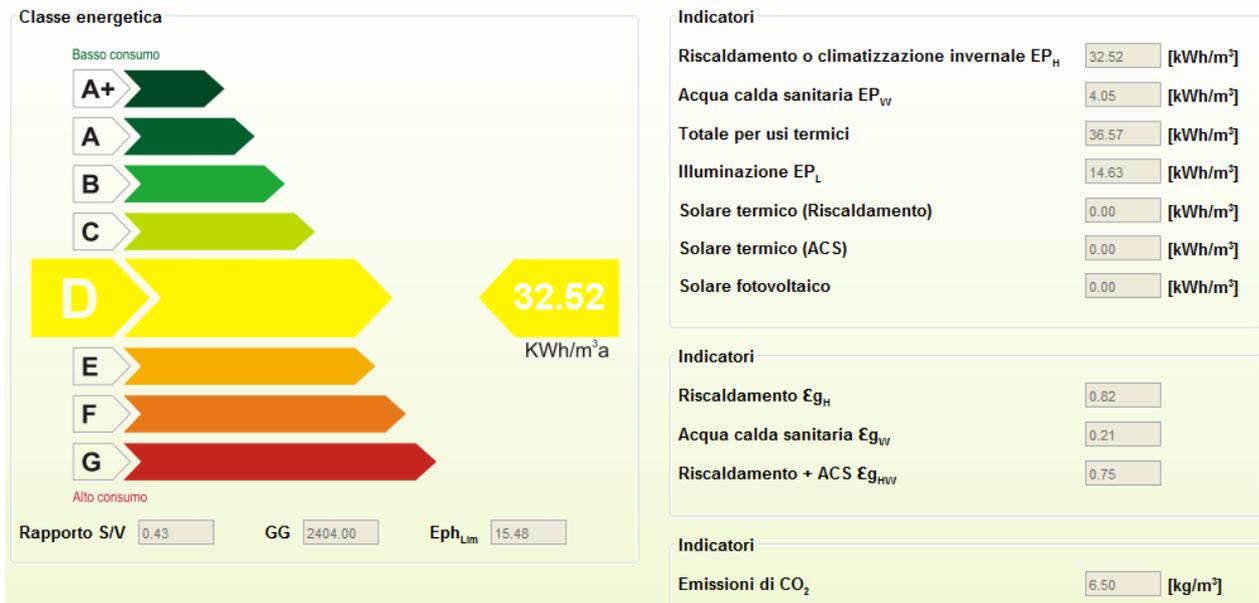
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + MICRO COGENERAZIONE



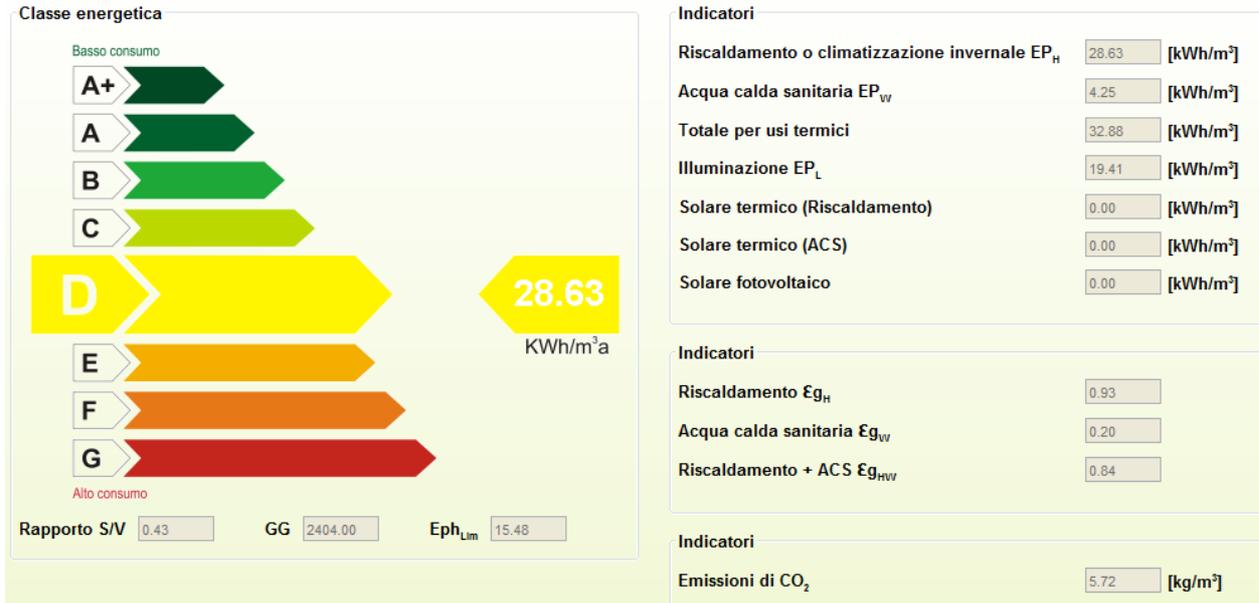
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4



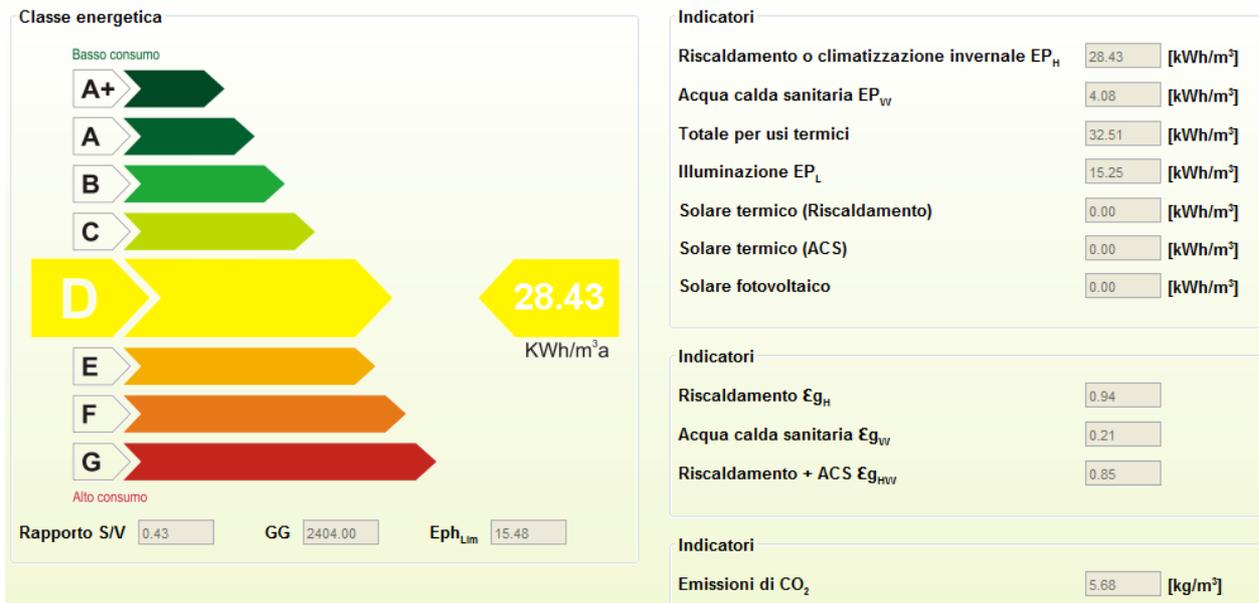
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + MICRO COGENERAZIONE



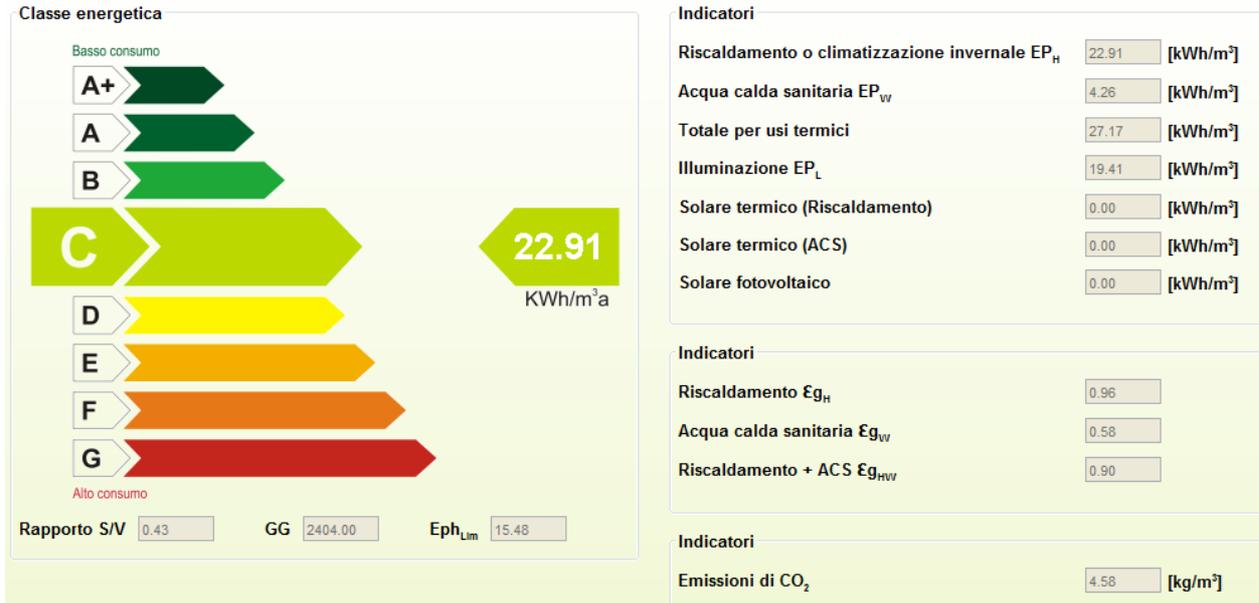
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5



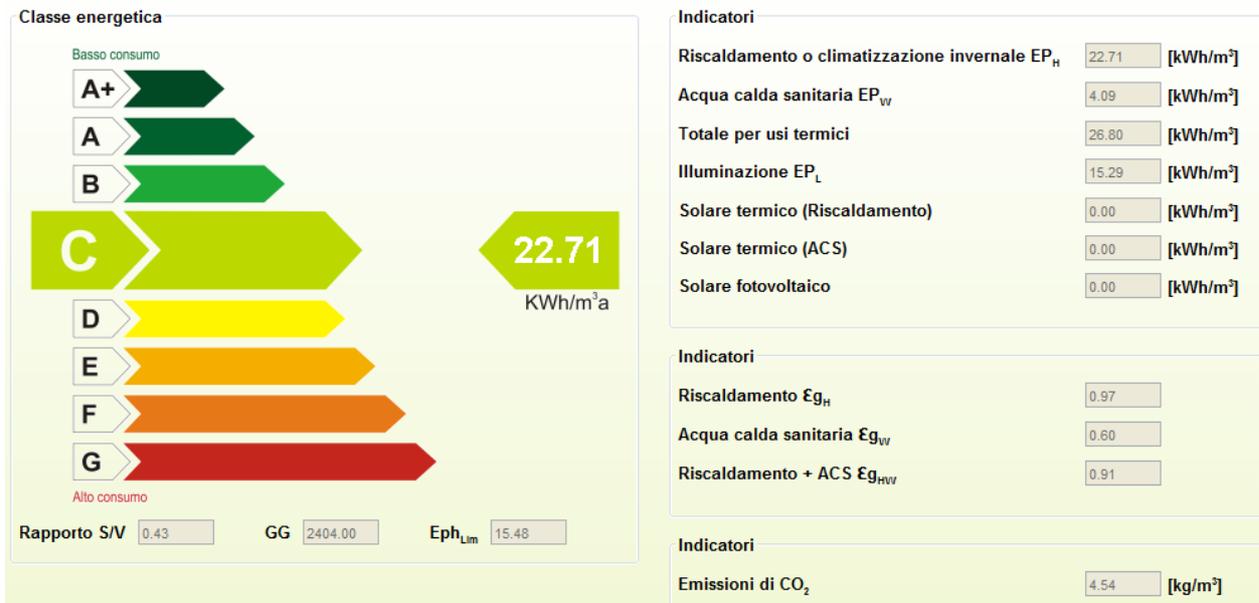
COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + MICRO COGENERAZIONE



COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6



COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + MICRO COGENERAZIONE



INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA – ANALISI ECONOMICA

La stima economica degli interventi è desunta dal “PROGETTO PRELIMINARE RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA” redatto a tale scopo. Per quanto riguarda l'intervento relativo alla micro cogenerazione, al fine di una corretta valutazione del risparmio ottenibile, è simulato il caso di installazione in integrazione alla caldaia a condensazione.

L'analisi degli interventi di riqualificazione energetica al fine di determinarne il risparmio economico ottenibile, è effettuata, partendo dallo stato di fatto, con la seguente priorità e considerando per ciascun intervento l'eventuale beneficio (in termini economici) della micro cogenerazione:

MICRO COGENERAZIONE

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + MICRO COGENERAZIONE

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + MICRO COGENERAZIONE

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + MICRO COGENERAZIONE

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + MICRO COGENERAZIONE

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6

COMBINAZIONE INTERVENTI 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + MICRO COGENERAZIONE

Tipologia intervento di riqualificazione energetica			
MICRO COGENERAZIONE			
Dati tecnici COGENERATORE			
PRODUZIONE TERMICA	kWh		44,0
PRODUZIONE ELETTRICA	kWh		19,0
CONSUMO GAS METANO	mc/h		6,85
RENDIMENTO TERMICO	%		64,2
RENDIMENTO ELETTRICO	%		28,6
RENDIMENTO DI SISTEMA	%		92,8
Potenza e condizioni di FUNZIONAMENTO previste			
PERIODO DI ATTIVAZIONE	h/anno		4.000
PRODUZIONE TERMICA	kWh		176.000
PRODUZIONE ELETTRICA	kWh		76.000
PRODUZIONE ELETTRICA(1)	kWh		11.400
PRODUZIONE ELETTRICA(2)	kWh		64.600
CONSUMO GAS METANO	mc		27.400
(1) Quota produzione e consumo istantaneo			
(2) Quota produzione e consumo in tempi diversi (scambio sul posto)			
STIMA RISPARMIO ECONOMICO ANNUALE			
CONSUMO CALDAIA A CONDENSAZIONE (rend. di generazione = 98%)			
GAS METANO	mc	€/mc	€
	18.031	0,67	12.080,98
CONSUMO COGENERATORE (tariffa gas metano defiscalizzata)			
GAS METANO	mc	€/mc	€
	27.400	0,49	13.426,00
DIFFERENZA CONSUMO ANNUO GAS METANO			€
			-1.345,02
PRELIEVO ELETTRICO DA RETE ESTERNA (senza cogenerazione)			
ELETTRICITA'	kW	€/kW	€
	76.000	0,22	16.720,00
PRELIEVO ELETTRICO CON SCAMBIO SUL POSTO (cogenerazione)			
ELETTRICITA'	kW	€/kW	€
	64.600	0,14	9.044,00
RISPARMIO ANNUO ELETTRICITA'			€
			7.676,00
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO			€
			6.330,98

Tipologia intervento di riqualificazione energetica	
01	CALDAIA A CONDENSAZIONE
02	ELETTROPOMPE INVERTER E VALVOLE TERMOSTATICHE

Consumo GAS METANO		
STATO DI FATTO	mc	75.244
POST INTERVENTO	mc	61.195
RISPARMIO	mc	14.049

Consumo ELETTRICO (ausiliari impianto termico)		
STATO DI FATTO	kW	10.067
POST INTERVENTO	kW	7.420
RISPARMIO	kW	2.647

Consumo ELETTRICO (Totale edificio)		
STATO DI FATTO	kW	87.286
POST INTERVENTO	kW	84.639

STIMA RISPARMIO ECONOMICO ANNUALE			
GAS METANO	mc	€/mc	€
	14.049	0,67	9.412,83
ELETTRICITA'	kW	€/kW	€
	2.647	0,22	582,34
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO			€
			9.995,17

1 + 2 + MICRO COGENERAZIONE	
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO	€
	6.330,98
	16.326,15

Tipologia intervento di riqualificazione energetica	
01	CALDAIA A CONDENSAZIONE
02	ELETTROPOMPE INVERTER E VALVOLE TERMOSTATICHE
03	COIBENTAZIONE PARETI ESTERNE CON RIVESTIMENTO A CAPPOTTO

Consumo GAS METANO		
STATO DI FATTO	mc	75.244
POST INTERVENTO	mc	44.453
RISPARMIO	mc	30.791

Consumo ELETTRICO (ausiliari impianto termico)		
STATO DI FATTO	kW	10.067
POST INTERVENTO	kW	6.364
RISPARMIO	kW	3.703

Consumo ELETTRICO (Totale edificio)		
STATO DI FATTO	kW	87.286
POST INTERVENTO	kW	83.583

STIMA RISPARMIO ECONOMICO ANNUALE			
GAS METANO	mc	€/mc	€
	30.791	0,67	20.629,97
ELETTRICITA'	kW	€/kW	€
	3.703	0,22	814,66
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO			€
			21.444,63

1 + 2 + 3 + MICRO COGENERAZIONE	
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO	€
	6.330,98
	27.775,61

Tipologia intervento di riqualificazione energetica	
01	CALDAIA A CONDENSAZIONE
02	ELETTROPOMPE INVERTER E VALVOLE TERMOSTATICHE
03	COIBENTAZIONE PARETI ESTERNE CON RIVESTIMENTO A CAPPOTTO
04	COIBENTAZIONE DELLA COPERTURA CON APPLICAZIONE DI PANNELLO A PLAFONE

Consumo GAS METANO		
STATO DI FATTO	mc	75.244
POST INTERVENTO	mc	39.006
RISPARMIO	mc	36.238

Consumo ELETTRICO (ausiliari impianto termico)		
STATO DI FATTO	kW	10.067
POST INTERVENTO	kW	6.027
RISPARMIO	kW	4.040

Consumo ELETTRICO (Totale edificio)		
STATO DI FATTO	kW	87.286
POST INTERVENTO	kW	83.246

STIMA RISPARMIO ECONOMICO ANNUALE			
GAS METANO	mc	€/mc	€
	36.238	0,67	24.279,46
ELETTRICITA'	kW	€/kW	€
	4.040	0,22	888,80
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO			€
			25.168,26

1 + 2 + 3 + 4 + MICRO COGENERAZIONE	
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO	€
	6.330,98
	31.499,24

Tipologia intervento di riqualificazione energetica	
01	CALDAIA A CONDENSAZIONE
02	ELETTROPOMPE INVERTER E VALVOLE TERMOSTATICHE
03	COIBENTAZIONE PARETI ESTERNE CON RIVESTIMENTO A CAPPOTTO
04	COIBENTAZIONE DELLA COPERTURA CON APPLICAZIONE DI PANNELLO A PLAFONE
05	IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CON RECUPERATORE DI CALORE

Consumo GAS METANO		
STATO DI FATTO	mc	75.244
POST INTERVENTO	mc	33.550
RISPARMIO	mc	41.694

Consumo ELETTRICO (ausiliari impianto termico)		
STATO DI FATTO	kW	10.067
POST INTERVENTO	kW	9.534
RISPARMIO	kW	533

Consumo ELETTRICO (Totale edificio)		
STATO DI FATTO	kW	87.286
POST INTERVENTO	kW	86.753

STIMA RISPARMIO ECONOMICO ANNUALE			
GAS METANO	mc	€/mc	€
	41.694	0,67	27.934,98
ELETTRICITA'	kW	€/kW	€
	533	0,22	117,26
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO			€
			28.052,24

1 + 2 + 3 + 4 + 5 + MICRO COGENERAZIONE	
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO	€
	6.330,98
	34.383,22

Tipologia intervento di riqualificazione energetica			
01	CALDAIA A CONDENSAZIONE		
02	ELETTROPOMPE INVERTER E VALVOLE TERMOSTATICHE		
03	COIBENTAZIONE PARETI ESTERNE CON RIVESTIMENTO A CAPPOTTO		
04	COIBENTAZIONE DELLA COPERTURA CON APPLICAZIONE DI PANNELLO A PLAFONE		
05	IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CON RECUPERATORE DI CALORE		
06	SOSTITUZIONE SERRAMENTI		
Consumo GAS METANO			
STATO DI FATTO	mc		75.244
POST INTERVENTO	mc		27.325
RISPARMIO	mc		47.919
Consumo ELETTRICO (ausiliari impianto termico)			
STATO DI FATTO	kW		10.067
POST INTERVENTO	kW		9.118
RISPARMIO	kW		949
Consumo ELETTRICO (Totale edificio)			
STATO DI FATTO	kW		87.286
POST INTERVENTO	kW		86.337
STIMA RISPARMIO ECONOMICO ANNUALE			
GAS METANO	mc	€/mc	€
	47.919	0,67	32.105,73
ELETTRICITA'	kW	€/kW	€
	949	0,22	208,78
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO			€
			32.314,51
1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + MICRO COGENERAZIONE			
TOTALE STIMA RISPARMIO ANNUO			€
			6.330,98
			38.645,49

RIEPILOGO ANALISI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE

La tabella che segue riporta, per i singoli interventi e per le combinazioni, il riepilogo degli indicatori di prestazione energetica ed la relativa **percentuale di riduzione** rispetto ai valori limite previsti dalla Normativa Regione Lombardia **DGR 8745/2008** e s.m.i..

INTERVENTO	INDICATORI											
	Eph (termico)	classe energetica	Epw (a.c.s.)	EPh + EPw	Risparmio Eph + Epw	EPL (illuminazione)	Risparmio EPL	Etc (raffrescamento)	classe energetica	Risparmio Etc	CO2	Risparmio CO2
STATO DI FATTO	65,17	G	4,94	70,11		19,41		8,68	C		13,02	
LEGENDA INTERVENTI												
1	CONDENSAZIONE											
2	VT + INVERTER											
3	CAPOTTO											
4	ISOL. COPERTURA											
5	VMC											
6	SERRAMENTI											
	MICRO COGENERAZIONE											
INTERVENTI												
1 + 2	52,60	E	4,23	56,83	19%	19,41	0%	8,68	C	0%	10,51	19%
1 + 2 + Micro cogenerazione	52,89	E	4,02	56,91	19%	14,51	25%	8,68	C	0%	10,57	19%
1 + 2 + 3	37,23	D	4,24	41,47	41%	19,41	0%	9,33	C	-7%	7,44	43%
1 + 2 + 3 + Micro cog.	37,52	D	4,04	41,56	41%	14,59	25%	9,33	C	-7%	7,50	42%
1 + 2 + 3 + 4	32,23	D	4,24	36,47	48%	19,41	0%	9,03	C	-4%	6,44	51%
1 + 2 + 3 + 4 + Micro cog.	32,52	D	4,05	36,57	48%	14,63	25%	9,03	C	-4%	6,50	50%
1 + 2 + 3 + 4 + 5	28,63	D	4,25	32,88	53%	19,41	0%	9,58	C	-10%	5,72	56%
1 + 2 + 3 + 4 + 5 + Micro cog.	28,43	D	4,08	32,51	54%	15,25	21%	9,58	C	-10%	5,68	56%
1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6	22,91	C	4,26	27,17	61%	19,41	0%	5,63	B	35%	4,58	65%
1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + Micro cog.	22,71	C	4,09	26,80	62%	15,92	18%	5,63	B	35%	4,54	65%

La tabella che segue riporta, per i singoli interventi e per le combinazioni, il risparmio di consumo, l'importo dell'investimento ed relativo tempo di ammortamento.

E' indicato inoltre anche il tempo di ammortamento considerando un eventuale contributo a fondo perduto del 30%.

INTERVENTO	INVESTIMENTO (IVA esclusa)			
	Risparmio Euro/anno	Importo intervento Euro	Tempo di ammortamento Anni (esclusi contributi)	Tempo di ammortamento Anni (contributo 30%)
LEGENDA INTERVENTI				
1	CONDENSAZIONE			
2	VT + INVERTER			
3	CAPPOTTO			
4	ISOL. COPERTURA			
5	VMC			
6	SERRAMENTI			
	MICRO COGENERAZIONE	6.330,98	76.246,52	
INTERVENTI				
	1 + 2	9.995,17	75.692,17	8
	1 + 2 + Micro cogenerazione	16.326,15	151.938,69	9
	1 + 2 + 3	21.444,63	393.639,66	18
	1 + 2 + 3 + Micro cog.	27.775,61	469.886,18	17
	1 + 2 + 3 + 4	25.168,26	471.651,57	19
	1 + 2 + 3 + 4 + Micro cog.	31.499,24	547.898,09	17
	1 + 2 + 3 + 4 + 5	28.052,24	708.561,02	25
	1 + 2 + 3 + 4 + 5 + Micro cog.	34.383,22	784.807,54	23
	1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6	32.314,51	1.030.257,11	32
	1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + Micro cog.	38.645,49	1.106.503,63	29

Ammortam. 0 - 15 anni

Ammortam. 16 - 25 anni

Ammortam. oltre 25 anni

RILIEVO FOTOGRAFICO













