Studio ETA Engineering	PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA INTEGRATA ELETTROTECNICA – TERMOTECNICA - ANTINCENDIO

ALLEGATO L

COMUNE DI CASTRONNO
PIAZZA DEL COMUNE, 1
CASTRONNO (VA)

LAVORI DI

ADEGUAMENTO IMPIANTO ELETTRICO E MECCANICO

SCUOLA PRIMARIA

"PASCOLI"

VIA MONTE GRAPPA, 7 - CASTRONNO (VA)

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

DIAGNOSI ENERGETICA SCUOLA

Induno Olona, Febbraio 2018

IL COMMITTENTE

IL PROGETTISTA
Studio ETA Engineering
Ing. Alberto Baston

Studio ETA Engineering
Via Crespi, 89 – 21056 Induno Olona (VA) – tel. 0332-840006 - P.IVA 02697490122
e-mail : studioeta.engineering@gmail.com

File: Diagnosi energetica
Rif: AB/2015/Scuola elementare Pascoli Castronno

INDICE

1.	PREMESSA	pag. 3
2.	CARATTERISTICHE METODOLOGICHE DELL'ANALISI E CARATTERISTICHE SIGNIFICATIVE DELL'EDIFICIO	pag. 4
3.	ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO	pag. 9
	Dati climatici di castronno	pag. 9
	Metodologia di calcolo	pag. 10
	Calcolo invernale	pag. 11
	Calibrazione del modello prima della valutazione degli interventi	pag. 14
	Firma energetica	pag. 15
	Consumi	pag. 18
	Riepilogo dei principali risultati della tailorizzazione e confronto con lo scenario "Riqualificazione centrale termica e installazione valvole termostatiche sui Radiatori"	pag. 19
	Scenari	pag. 22

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

1. PREMESSA

La diagnosi energetica è riferita ai lavori di adeguamento dell'impianto elettrico e illuminazione ordinaria a servizio della Scuola Primaria "Pascoli" e alla riqualificazione dell'impianto termico per la sostituzione del generatore di calore.

L'intervento di adeguamento dell'impianto elettrico è conseguente all'adeguamento dell'edificio alle norme di prevenzione incendi e quindi ad una rivisitazione generale dell'impianto elettrico con l'intenzione di ridurre anche i costi di gestione mediante la sostituzione dei corpi lampada delle aule e dei corridoi a tubi fluorescenti con lampade a LED, che comporta un miglioramento del livello di illuminazione delle aule (i tubi sono via via in esaurimento e quindi emettono meno luce), ad una riduzione dei costi di manutenzione (mentre le lampade a Led hanno una durata maggiore, le attuali plafoniere sono oggetto di continuo intervento di sostituzione dei tubi esauriti), e ad una riduzione della potenza elettrica impegnata per illuminazione di circa il 30% a parità di caratteristiche di illuminamento.

L'intervento relativo al generatore di calore e alla conseguente riqualificazione della centrale termica è dovuto agli elevati consumi di riscaldamento riscontrati negli ultimi anni e al fatto che i componenti dell'impianto termico in centrale termica, incluso il generatore, risalgono al 1988, ossia a trent'anni fa.

La situazione riscontrata presenta un generatore con bruciatore monostadio di potenza al focolare ampiamente esuberante, circa tre volte la resa termica dei corpi scaldanti installati calcolata con $\Delta T = 50℃$: ciò comporta un basso rendimento medio stagionale compreso tra 0,6 e 0,65 il che penalizza notevolmente i consumi.

Inoltre il sistema di termoregolazione climatica della temperatura di mandata dell'impianto, basato su una valvola miscelatrice a quattro vie comandata da una centralina Fantini&Cosmi del 1988, è scarsamente affidabile e soggetto a guasti, per cui spesso la temperatura di mandata è sui 75℃.

L'intervento di sostituzione dei serramenti con vetrocamera 4/12/4 non basso emissivo nei primi anni 2000 ha ridotto le dispersioni nell'edificio, aumentando le temperature nelle aule quando queste sono esposte al soleggiamento, risultando problematica l'installazione di valvole termostatiche (attualmente 10 radiatori su 61 sono corredati di valvola con testina termostatica) per via della pompa di circolazione a giri fissi non in grado di sopportare una variazione di portata dell'acqua dell'impianto a causa della chiusura progressiva delle valvole comandata dalle testine termostatiche.

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

2. CARATTERISTICHE METODOLOGICHE DELL'ANALISI E CARATTERISTICHE SIGNIFICATIVE DELL'EDIFICIO

Per "diagnosi energetica" di un edificio si intende, in conformità al DLgs 192/05 (allegato A, comma 10), un elaborato tecnico, riguardante tanto il fabbricato quanto gli impianti, volto ad individuare le possibili opportunità di risparmio energetico (quantificandone i risparmi conseguibili, energetico ed economico, ed i rispettivi tempi di ritorno), ad identificare la classe energetica raggiungibile a valle degli interventi ed a fornire, nel contempo, un'adeguata motivazione delle scelte impiantistiche prospettate.

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana della corrispondente norma europea, si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI, ad oggi in fase di elaborazione. Secondo tali norme, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articola in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l'analisi energetica dell'edificio (volta a fornirne un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l'edificio è provvisto), il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo), l'individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici) ed il resoconto finale in merito alle valutazioni svolte ed ai risultati conseguiti. A ciò si aggiunge una verifica finale, a valle dell'esecuzione delle opere, basata sul confronto tra le prestazioni attese ed i consumi effettivamente raggiunti.

L'analisi energetica dell'edificio consiste nell'individuazione dei flussi di energia relativi al fabbricato (involucro edilizio) ed agli impianti (sistemi tecnologici dedicati ai differenti servizi). Presupposto di tale analisi è l'esecuzione di un accurato rilievo. Occorre però mettere in evidenza una profonda differenza, dal punto di vista metodologico, tra i calcoli finalizzati alla certificazione energetica ed i calcoli finalizzati alla diagnosi. Se infatti lo scopo dei calcoli di certificazione è quello di definire indicatori di riferimento, volti a "contrassegnare" gli edifici ed a consentirne il confronto, l'obiettivo primario di una diagnosi è la costruzione di un modello di calcolo affidabile, finalizzato all'individuazione dei consumi effettivi ed alla modellazione delle possibili opere di efficientamento. Ne consegue che, in caso di certificazione, occorre attenersi a metodologie ben circoscritte nonché strettamente normate. In particolare, le metodologie di calcolo per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici sono ad oggi definite dai decreti attuativi della Legge 90/13, vale a dire i DM 26.06.15, secondo i quali il pacchetto normativo di riferimento è costituito dalla specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed altre norme EN ad esse correlate. In caso invece di diagnosi, pur costituendo le UNI/TS 11300 il metodo di base ed un punto di riferimento, ci si avvale di un calcolo più "libero", il quale si discosta, ove necessario,

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

da esse in virtù dell'obiettivo primario perseguito, vale a dire la comprensione delle ragioni dei consumi effettivi. I differenti scopi ed approcci dei calcoli finalizzati alla certificazione ed alla diagnosi sono inoltre espressi ed enfatizzati dall'adozione di differenti opzioni ed impostazioni. Il calcolo delle prestazioni energetiche può essere infatti condotto secondo tre differenti modalità di valutazione, come definite dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 (prospetto 2): A1 (di progetto), A2 (standard) ed A3 (adattata all'utenza). Le prime due modalità (A1 ed A2), le quali trovano applicazione, rispettivamente, ai calcoli di progetto ed alla formulazione dell'APE, si fondano sull'adozione di parametri convenzionali, rappresentativi delle condizioni di clima ed utenza standard. La terza modalità (A3), da utilizzarsi ai fini delle diagnosi energetiche, si fonda invece su parametri quanto più possibile effettivi, volti a rappresentare le reali condizioni dell'edificio.

La presente diagnosi energetica ha come oggetto un edificio così identificato:
Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi
Scuola primaria "Giovanni Pascoli" Via Monte Grappa 7 – Castronno

Descrizione edificio: l'edificio è stato costruito nei primi anni 1970 con muratura in laterizio in buona parte a cassa vuota su tre piani, uno seminterrato alto 3,0m confinante con un vespaio che occupa circa il 50% della pianta, un piano rialzato e un piano primo con altezza di 3,2m.

Ingresso principale scuola primaria Giovanni Pascoli

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

Un primo intervento è consistito nella sostituzione dell'impianto di riscaldamento ad aria calda, con bocchette d'immissione a soffitto e di ripresa in basso a parete, con un impianto a radiatori con circolazione di acqua calda e il generatore di calore posto al piano seminterrato in un locale dedicato. Interrato all'esterno il serbatoio di gasolio che alimentava il generatore.

Scala antincendio scuola primaria Giovanni Pascoli

Alla fine degli anni 1980 il generatore è stato spostato all'esterno in una centrale termica seminterrata a circa 20m dalla scuola e l'alimentazione è passata a gas metano. Il generatore rimasto in funzione tuttora è del 1988, come gli altri componenti della centrale termica, è in acciaio a due giri di fumo, con bruciatore monostadio a temperatura di caldaia costante a 75-80℃ con valvo la miscelatrice a 4 vie sul circuito di riscaldamento comandata da centralina climatica. L'unica funzione temporale di regolazione riscontrata è un orologio sul bruciatore con orario impostato dalle 04.00 alle 19.00. Le pompe gemellari del circuito riscaldamento sono a giri fissi.

Infine nei primi anni 2000 sono stati cambiati tutti gli infissi con serramenti in pvc e vetrocamera 4/12/4 non basso emissivo. Successivamente a questo intervento si sono creati problemi di surriscaldamento in alcune aule, in particolare a quelle più esposte al soleggiamento per cui sono state installate alcune valvole con testine termostatiche (10 radiatori su 61).

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

La produzione di acqua calda sanitaria è localizzata in due servizi al piano rialzato ed è assicurata da due boiler elettrici che assolvono alle richieste locali. Non è presente alcun impianto solare termico né fotovoltaico.

La potenza elettrica impegnata è 15kW. Di questi circa il 50% è utilizzato per l'illuminazione degli ambienti, così distribuita:

- piano seminterrato: 1.800W
- piano rialzato 3.200W
- piano primo 3.200W

Ogni aula è dotata di L.I.M. (lavagne interattive multimediali) che vengono accese durante le lezioni per il tempo necessario a presentare dati o disegni scaricati da pc portatili di cui ogni insegnante è dotata. La potenza impegnata è sui 300W per lavagna, totale 300Wx11= 3.300W. I pc sono collegabili a internet tramite una rete wi-fi collegata ad un router wifi posto nell'aula informatica al piano rialzato. L'aula di informatica è predisposta per alloggiare una ventina di postazioni, ma mancano i pc.

Oltre alla resistenza elettrica dei due boiler da 50lt si deve tenere conto della resistenza del boiler da 80 lt posto nel locale scaldavivande annesso alla mensa al piano seminterrato. Nel locale scaldavivande sono presenti anche due scaldavivande e un apparecchio per il lavaggio automatico dei bicchieri.

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio		
Superficie utile	Sutile	1.699 m^2
Superficie lorda	Slorda	1.848 m^2
Volume netto	Vnetto	5.665 m^3
Volume lordo	Vlordo	6.541 m^3
Superficie disperdente	Sdisp	2.807 m^2
Fattore di forma	S/V	0,427 m^{-1}
Gradi Giorno in base DPR 412/93		2593
Temperatura minima di progetto		- 4,7℃
Zona climatica		E
Numero giorni riscaldamento		183

Caratteristiche impianto di riscaldamento

I principali componenti dell'impianto risalgono come epoca di costruzione al 1988 (caldaia, bruciatore, pompe riscaldamento, centralina, vasi d'espansione, valvola di sicurezza…)

Caldaia in acciaio pressurizzata (***)	Garioni Naval PRAR 250 pot. foc. 309kW
Bruciatore monostadio a gas metano	Joannes G35 Gas pot. 188-320kW
Centralina climatica con valvola 4 vie	Fantini&Cosmi EV02f
Pompe gemellari circuito riscaldamento	Grundfos UPC 50-120
Pompa anticondensa	Grundfos UPS 25-50
Potenza resa radiatori piano seminterrato	28.811,6W ΔT = 50℃
Potenza resa radiatori piano rialzato	44.043,6W ΔT = 50℃
Potenza resa radiatori piano primo	44.881,8W ΔT = 50℃
Potenza resa complessiva radiatori	117.737W ΔT = 50℃

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

Dalla tabella si riscontra che la potenza al focolare del generatore è 2,6 volte la potenza termica resa dei radiatori, e quindi esuberante rispetto ad un normale 1,4-1,5 volte. Ciò determina abbinato ad un bruciatore monostadio con funzionamento on-off sempre alla massima potenza, un elevato numero di accensioni e spegnimenti in particolare nelle medie stagioni con conseguente pre-lavaggio della camera di combustione per motivi di sicurezza e quindi espulsione di calore dal camino anche a bruciatore spento.

Il primo scenario che si propone è quindi la sostituzione del generatore con uno nuovo 4 stelle (****) con potenza minore (200kW al focolare) e soprattutto modulante con ampio campo di modulazione da 40kW a 200kW per funzionare il più a lungo possibile anche nelle mezze stagioni e quindi ridurre drasticamente il numero di accensioni.

In questo scenario occorre prevedere anche la sostituzione della centralina climatica con una in grado di gestire la potenza del generatore non solo in base alla temperatura esterna (climatica) ma anche in base a quella rilevata nell'edificio (sonda ambiente con trasmissione segnale via radio alla centralina) e con possibilità di programmare settimanalmente gli orari di funzionamento sia del generatore che delle pompe in base all'effettivo utilizzo della scuola e non costante tutti i giorni come è attualmente, basato sull'unico orologio bruciatore.

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

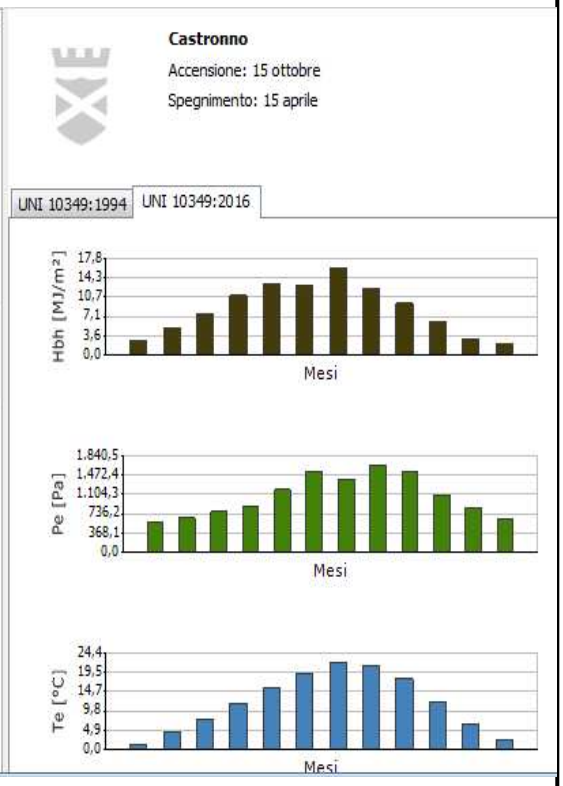
3. ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

Si sintetizzano di seguito le caratteristiche geografiche della località ed i principali dati climatici adottati nel calcolo. Si precisa che per "gradi giorno" si intende, in conformità alla norma UNI EN ISO 15927-6, la sommatoria degli scostamenti giornalieri tra la temperatura interna invernale ed esterna. In particolare, i gradi giorno "DPR 412/93" sono quelli definiti dal decreto ed utilizzati per la definizioni della zona climatica.

Dati climatici di Castronno

Il comune di Castronno si trova ad un'altezza di 325m s.l.m. a 45°44' di latitudine e 8°48' di longitudine. Si riportano di seguito dalla UNI 10349:2016 i principali dati climatici:

Comune	CAP	Zona	Gradi Gio...	Altezza	Trif
Castelseprio	21050	E	2.572	310	-5
Castelveccana	21010	E	2.505	257	-6
Castiglione Ol...	21043	E	2.568	307	-5
Castronno	21040	E	2.593	325	-5
Cavaria con P...	21044	E	2.716	268	-5
Cazzago Brab...	21020	E	2.491	265	-5
Cislago	21040	E	2.876	237	-6
Cittiglio	21033	E	2.501	254	-6
Clivio	21050	E	2.693	468	-6
Cocquio Trevi...	21034	E	2.552	291	-5
Comabbio	21020	E	2.549	307	-5
Comerio	21025	E	2.652	382	-5
Cremenaga	21030	E	2.543	272	-5
Crosio della V...	21020	E	2.589	322	-5
Cuasso al Mo...	21050	E	2.778	530	-6
Cugliate-Fabia...	21030	E	2.759	516	-6
Cunardo	21035	E	2.666	450	-6
Curiglia con M...	21010	F1	3.050	670	-7
Cuveglio	21030	E	2.531	294	-5
Cuvio	21030	E	2.577	309	-5
Daverio	21020	E	2.596	327	-5
Dumenza	21010	E	2.692	411	-6
Duno	21030	E	2.778	530	-6
Fagnano Olona	21054	E	2.915	265	-5



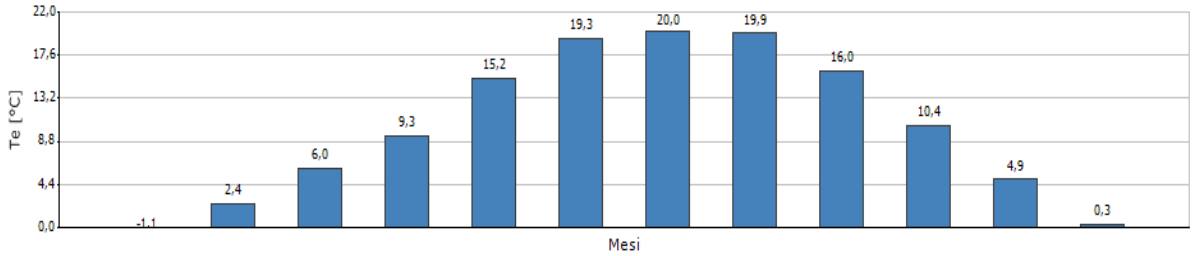
Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

Anagrafica | Parametri | Dati climatici | Documenti | Mappa o immagine alternativa

UNI 10349:1994 | UNI 10349:2016

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Te	1,2	4,6	7,7	11,8	15,8	19,4	22,2	21,2	18,0	12,2	6,6	2,6
Hbh	2,7	5,0	7,5	11,0	13,0	12,8	16,2	12,3	9,5	6,1	3,0	2,1
Hdh	1,9	2,9	4,3	5,8	7,5	8,5	8,4	7,5	5,3	3,7	2,3	1,6
Pe	564,0	658,8	778,4	865,9	1.192,3	1.543,5	1.395,2	1.673,2	1.525,5	1.091,0	852,0	625,4
Δθ	6,4	7,4	8,4	9,2	9,4	10,2	10,7	10,0	9,3	7,9	6,4	6,3

Te: Valore mensile della temperatura media giornaliera dell'aria esterna [°C]



- Te (℃): valore mensile della temperatura media g iornaliera dell'aria esterna
- Hbh (MJ/m^2) : irradiazione solare giornaliera media mensile diretta su piano orizzontale
- Hdh (MJ/m^2) irradiazione solare giornaliera media mensile diffusa su piano orizzontale
- Pe (Pa): valore medio mensile della pressione parziale di vapore acqueo dell'aria esterna
- ΔΘ (℃) : escursione media giornaliera della temperat ura dell'aria esterna

Sia i gradi giorno (GG) che le temperature medie mensili sono relative ad un anno tipo: in realtà essi possono variare di anno in anno sia nell'arco del mese che nella stagione convenzionale di riscaldamento che viene fissata da 15 ottobre al 15 aprile.

Metodologia di calcolo

Per effettuare la modellizzazione ed i calcoli necessari a valutare il consumo teorico è stato utilizzato il software TERMOLOG EpiX 8. La procedura di calcolo seguita è quella prevista dalla normativa nazionale L90/2013 – D.M. Requisiti minimi, che si basa sulle UNI/TS 11300. Il calcolo del fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (inteso come solo involucro edilizio, senza considerare gli impianti) si fonda su un bilancio termico tra dispersioni ed apporti. Tale calcolo deve essere condotto, su base mensile, per ciascuna zona termica. In particolare, secondo quanto indicato dalla UNI/TS 11300-1 (punto 12), ai fini delle prestazioni termiche del fabbricato (QH/C,nd,rif), ovvero l'energia utile, si considera la sola ventilazione naturale o "di riferimento" mentre, ai fini delle prestazioni energetiche dell'edificio (EH/C,p), ovvero l'energia primaria, si considera la ventilazione meccanica o "effettiva", ove presente. Il

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

fabbisogno complessivo dell'edificio si ottiene poi come sommatoria dei fabbisogni delle singole zone.

Calcolo invernale

Il fabbisogno mensile di energia utile della singola zona per riscaldamento ($Q_{H,nd,rif}$) si calcola nel seguente modo (UNI/TS 11300-1, formula 1):
$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,r} + Q_{H,ve} - Q_{H,sol,op}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{H,int} + Q_{H,sol,w})$ [kWh_t]
dove:
$Q_{H,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];
$Q_{H,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];
$Q_{H,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t]];
$Q_{H,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [[kWh_t];
$\eta_{H,gn}$ = fattore di utilizzazione degli apporti [-];
$Q_{H,int}$ = apporti interni [kWh_t];
$Q_{H,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t].

Il ***fabbisogno termico calcolato*** è riportato di seguito:

Scuola primaria Pascoli

Zona riscaldata		Locale	**Δθp**	**Φt**	**Φv**	**Φrh**	**Φhl**
Piano seminterrato		Locale unico	24,7	9.062,745	8.886,2	6354	24.302,945
Piano rialzato		piano rialzato	24,7	26.881,505	18.071,125	12114	57.066,63
Piano primo		piano primo	24,7	30.085,282	18.071,125	12114	60.270,407
Totale				**66.029,532**	**45.028,449**	**30.582**	**141.639,981**

Φt: - potenza termica dispersa per trasmissione in condizioni di progetto [W]
Δθp - salto termico di progetto verso l'esterno [°C]
Φv - potenza termica dispersa per ventilazione in condizioni di progetto [W]
Φrh - potenza termica di ripresa [W]
Φhl - carico termico totale [W]

Da notare che le perdite di potenza per ventilazione **Φv** sono state calcolate per un ricambio di 1 vol/h, che in presenza di serramenti in pvc, è poco credibile data la scarsa permeabilità degli stessi. In realtà il ricambio orario realizzato manualmente mediante apertura periodica di alcuni serramenti sarà dell'ordine di 0,3-0,4 vol/h.
Scambi termici (kWh) della stagione di riscaldamento:

Unità immobiliare/Zona	**Qd**	**Qg**	**Qu**	**Qr**	**QH,tr**	**QH,ve**	**QH,ht**
Unità immobiliare 01/Piano seminterrato	20.570,12	9.849,21	555,65	785,12	31.459,28	29.985,23	61.444,51
Unità immobiliare 01/Piano rialzato	51.611,22	0	14.566,71	2.083,06	67.298,38	57.167,31	124.465,69
Unità immobiliare 01/Piano primo	57.592,96	0	29.402,29	2.558,73	88.392,09	57.167,31	145.559,40
Totale	**129.774,3**	**9.849,21**	**44.524,65**	**5.426,92**	**187.149,75**	**144.319,85**	**331.469,6**

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

A questi valori occorre sommare le perdite di irraggiamento notturno verso la volta celeste e sottrarre gli apporti di calore gratuiti interni dovuti alla presenza delle persone, all'illuminazione e all'irraggiamento solare entrante dai serramenti in misura diversa a secondo dell'orientamento rispetto al sole.

Apporti gratuiti e fabbisogno ideale di energia termica [kWh]

Unità immobiliare/Zona		Qsol,op	Qsol,w	Qi	Qgn	QH,nd
Unità immobiliare 01/Piano seminterrato		300,83	8.655,39	6.201,50	14.856,90	46.868,02
Unità immobiliare 01/Piano rialzato		962,62	13.649,36	11.823,26	25.472,63	99.954,85
Unità immobiliare 01/Piano primo		1.161,89	15.805,79	11.823,26	27.629,05	118.471,56
Totale		**2.425,33**	**38.110,54**	**29848,03**	**67958,6**	**265.294,40**

dove:
Qd: Energia scambiata per trasmissione con l'ambiente esterno
Qg: Energia scambiata per trasmissione con il terreno
Qu: Energia scambiata per trasmissione attraverso ambienti non climatizzati
Qr: Extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste
QH,tr: Energia termica scambiata per trasmissione nel periodo di riscaldamento
QH,ve: Energia termica scambiata per ventilazione nel periodo di riscaldamento
Qsol,op: Energia dovuta agli apporti solari su superfici opache
Qsol,w: Energia dovuta agli apporti solari su superfici trasparenti
Qi: Energia dovuta agli apporti interni
Qgn: Energia dovuta agli apporti termici gratuiti totali
QH,nd: Fabbisogno ideale di energia termica utile per la stagione di riscaldamento

Caratteristiche degli impianti

Al fabbisogno di energia termica così calcolato occorre aggiungere l'impianto con tutti i suoi componenti: generatore di calore, rete distribuzione, corpi scaldanti, sistema di termoregolazione, ecc…. Ogni sottosistema è fonte sia di perdite termiche (in parte recuperate) sia di fabbisogni elettrici (anch'essi in parte recuperati sotto forma di calore). Scopo del calcolo è giungere, per ciascun servizio, alla determinazione dell'energia, termica o elettrica, consegnata dai singoli vettori energetici (ai fini del soddisfacimento dei fabbisogni energetici dell'edificio), ossia, in altri termini, alla quantificazione dei consumi, di combustibile ed energia elettrica. L'energia consegnata ed esportata (surplus) da ciascun vettore vengono poi convertite, attraverso appositi fattori, in energia primaria. L'energia primaria complessiva (E_p) viene infine calcolata, per ciascun servizio, come sommatoria delle componenti dovute ai singoli vettori (UNI/TS 11300-5, formule da 12 a 14):

$E_p = \Sigma_k (E_{del,k} \times f_{p,del,k}) - (E_{exp,k} \times f_{p,exp,k})$ [kWh_p]

dove:

$E_{del,k}$ = energia consegnata dal singolo vettore energetico [$kWh_{t/el}$];

$f_{p,del,k}$ = fattore di conversione dell'energia consegnata dal singolo vettore [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

$E_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

$f_{p,exp,k}$ = fattore di conversione dell'energia esportata dal singolo vettore [kWh_p/kWh_{el}]

Si riportano di seguito le caratteristiche più significative degli impianti ai fini del calcolo:

Caldaia in acciaio pressurizzata 3 stelle(***)	Garioni Naval PRAR 250 pot. foc. 309kW
Rendimento di combustione al 100% pot foc	0,9
Perdite nominali al mantello	3,7%
Perdite nominali al camino bruciatore acceso	4,0%
Perdite nominali al camino bruciatore spento	2,4%
Bruciatore monostadio a gas metano	Joannes G35 Gas pot. 188-320kW
Potenza elettrica assorbita dal bruciatore	950W
Centralina climatica con valvola 4 vie	Fantini&Cosmi EV02f
Pompe gemellari circuito riscaldamento	Grundfos UPC 50-120
Potenza elettrica assorbita	940W
Pompa anticondensa	Grundfos UPS 25-50
Potenza elettrica assorbita	95W
Potenza resa radiatori piano seminterrato	28.811,6W ΔT = 50℃
Potenza resa radiatori piano rialzato	44.043,6W ΔT = 50℃
Potenza resa radiatori piano primo	44.881,8W ΔT = 50℃
Potenza resa complessiva radiatori	117.737W ΔT = 50℃
Rendimento dei terminali di erogazione	96%
Rendimento di distribuzione	96%
Rendimento di regolazione (solo climatica)	82%
Età dei componenti	Circa 30 anni
Ore di funzionamento giornaliere	14 ore

e i risultati dei fabbisogni di energia primaria e rendimenti, calcolati secondo le UNI/TS 11300:

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE: ***fabbisogni di energia primaria e rendimenti***

Energia primaria riscaldamento non rinnovabile	Qp,H,nren	443.913	kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPH,nren	261,28	kWh/m²
Energia primaria rinnovabile	Qp,H,ren	2.508,1	kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPH,ren	1,48	kWh/m²
Energia primaria totale	Qp,H,tot	446.421	kWh	Indice di prestazione totale	EPH,tot	262,76	kWh/m²
				Efficienza globale stagionale	ηH,tot	0,594	
				Quota rinnovabile	QR,H	0,6	%

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

Calibrazione del modello prima della valutazione degli interventi

Il calcolo così determinato in precedenza risente dei limiti insiti nella metodologia applicata, rispondente alla normativa vigente e in particolare:

- i parametri climatici sono quelli di un anno di riferimento secondo la norma UNI 10349:2016; in realtà ogni anno ha un andamento stagionale diverso
- il funzionamento dell'impianto di riscaldamento è continuo in modo da mantenere i 20℃ previsti: non è possibile tenere conto di even tuali sospensioni notturne dell'impianto, né dello spegnimento durante il sabato e la domenica o i festivi
- il funzionamento dell'impianto elettrico è uguale tutti i giorni, anche se ammette un fattore di assenza; non è quindi possibile simulare lo spegnimento o la riduzione durante il sabato e la domenica o i festivi o le ferie estive da giugno ad agosto.

Questi limiti possono essere in parte ovviati con il cosidetto tailoring, ossia la calibrazione del modello con i consumi riscontrati prendendo a riferimento un anno tipo. In base ai dati disponibili abbiamo preso a riferimento la stagione di riscaldamento 2015-2016 e l'anno elettrico 2015.

La scelta di questa stagione è stata motivata dai consumi fornitici dal Comune negli anni 2015-16-17 di gas metano ed energia elettrica che sono stati confrontati con i valori riportati nell'Audit Energetico effettuato nel 2009 con il contributo della Fondazione Cariplo.

Stagioni	2004	2005	2006	Media	Da Firma Energetica	Stagione 2015-16	Stagione 2016-2017
Consumi gas metano (kWh)	162.050	206.564	129.126	179.149	189.175	230.325	279.257
Gradi giorno rilev.				2.593		2.714	2.741
Destagionalizzati per i gradi giorno				179.149		220.056	264.178

Come si può constatare, nelle ultime stagioni i consumi, seppure destagionalizzati, sono risultati in crescita, di un +24% nella stagione 2015-2016 rispetto alla media 2004-2006 e di un +49% nell'ultima stagione 2016-2017. Questo incremento può essere in parte attribuibile al venire meno di certe regolazioni dell'impianto come la centralina climatica, all'invecchiamento del generatore di calore e in parte anche all'attenzione posta dal manutentore alla conduzione dell'impianto.

Viceversa i consumi elettrici sono rimasti sostanzialmente costanti:

Stagioni	2004	2005	2006	Media	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
Consumi elettrici (kWh)					18.980	19.034	18.853

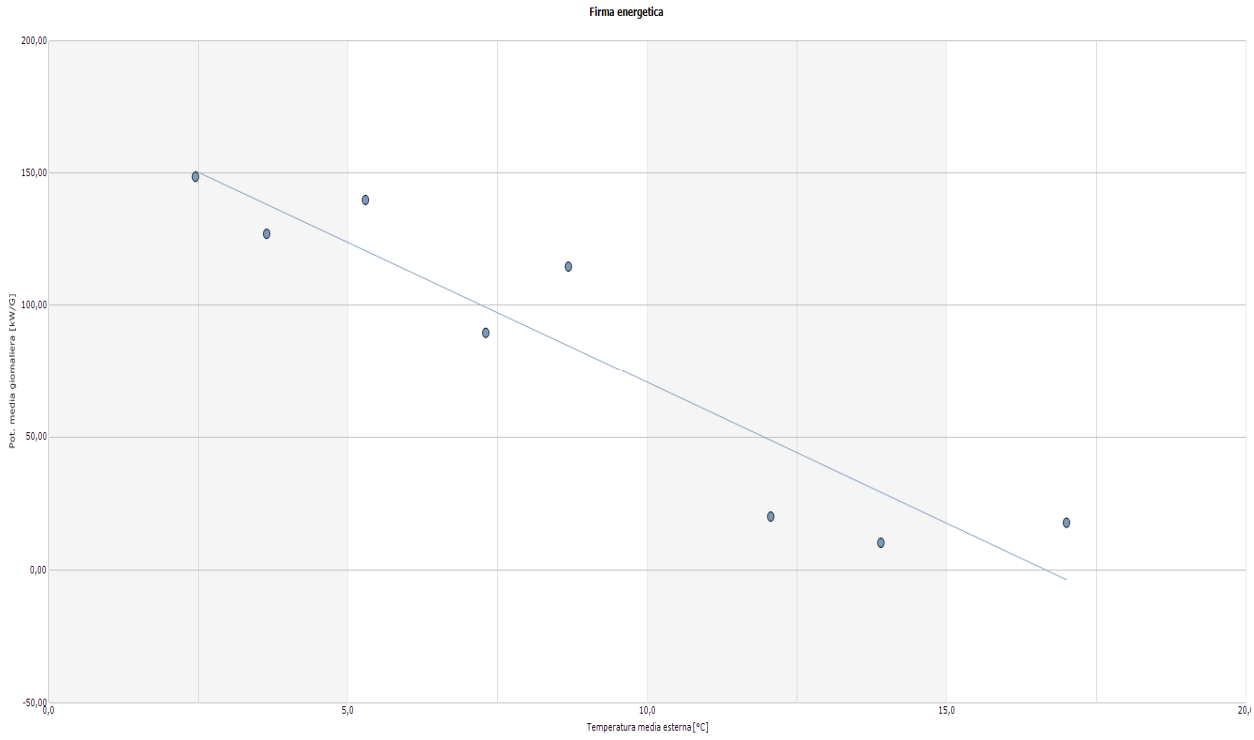
Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

Per questo motivo si è deciso di prendere a riferimento la stagione 2015-2016 per i consumi di riscaldamento e l'anno 2015 per i consumi elettrici.

FIRMA ENERGETICA

Sulla base delle letture del contatore associate alle temperature medie mensili calcolate in base ai gradi giorno, è stata rilevata la firma energetica dell'edificio della stagione 2015-2016.

Data inizio	Data fine	Durata [giorni]	Gradi giorno [GG]	Consumo [m³]	Consumo [kWh]	T media [°C]	h acc. [h]	Consumo medio g. [m³/G]	Pot. media giornaliera [kWh/G]
01/09/2015	30/09/2015	30	90	645	6411	17	12	1,8	17,81
01/10/2015	31/10/2015	31	246	753	7485	12,06	12	2,0	20,12
01/11/2015	30/11/2015	30	381	3247	32275	7,3	12	9,0	89,65
01/12/2015	30/12/2015	30	507	4603	45754	3,64	12	12,8	127,09
01/01/2016	31/01/2016	31	544	5564	55306	2,45	12	15,0	148,67
01/02/2016	29/02/2016	29	412	4897	48676	5,29	12	14,1	139,87
01/03/2016	31/03/2016	31	351	4292	42662	8,68	12	11,5	114,68
01/04/2016	30/04/2016	30	183	372	3698	13,9	12	1,0	10,27



La firma energetica serve a stabilire le modalità di funzionamento dell'impianto ed è utile da confrontare nei vari anni per vedere eventuali peggioramenti dei componenti di produzione di calore o di rendimento della termoregolazione.

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

Il consumo annuo calcolato di gas metano è 43.689 mc, circa il doppio di quello rilevato. Occorre pertanto procedere alla calibrazione del modello.

Di seguito è riportato l'andamento delle temperature rilevato per il comune di Castronno nel 2016 attraverso la misura dei gradi giorno:

Mese	T standard ℃	T calcolo ℃
gennaio	2,5	2,5
febbraio	5,3	5,3
marzo	8,7	8,7
aprile	13,9	13,9
maggio	15,6	15,6
giugno	18,6	18,6
luglio	22,2	22,2
agosto	21,2	21,2
settembre	17,0	17,0
ottobre	12,1	12,1
novembre	7,0	7,0
dicembre	3,6	3,6

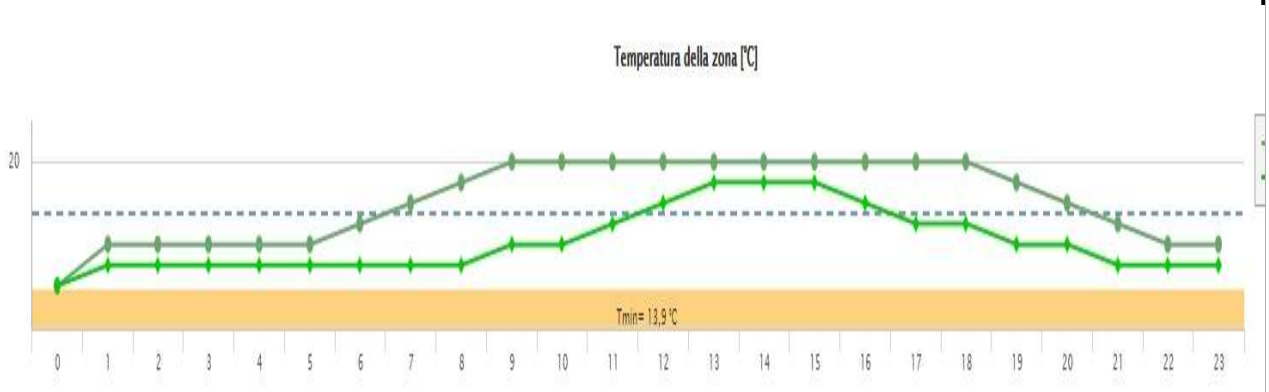
Il secondo intervento è consistito nell'adattare le temperature interne a dei valori più realistici che tengano conto dello spegnimento del generatore nelle ore notturne e nei giorni di sabato e domenica in cui la scuola è chiusa. Riportiamo la temperatura media pesata per ogni zona:

Zona riscaldata: Piano seminterrato

Temperatura interna media pesata 17,5℃

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	14,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0	18,0	17,0	16,0	16,0

Grafico della temperatura interna nei cinque giorni di scuola e nel weekend



Altri parametri

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

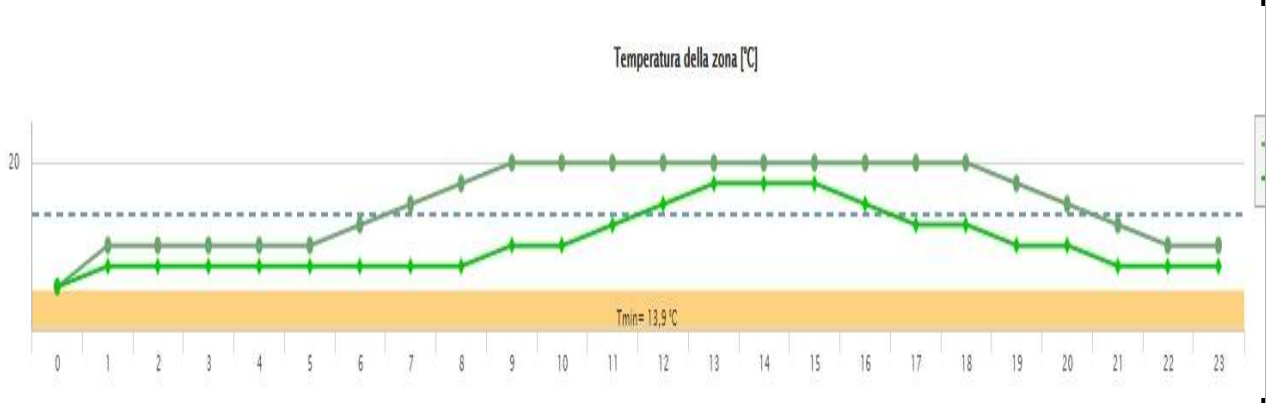
Ricambi d'aria	Medio	0,30 1/h
Apporti interni	Valore Fi,int	900 W

Zona riscaldata: Piano rialzato

Temperatura interna media pesata 17,5℃

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	14,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0	18,0	17,0	16,0	16,0

Grafico della temperatura interna nei cinque giorni di scuola e nel weekend



Altri parametri

Ricambi d'aria	Medio	0,50 1/h
Apporti interni	Valore Fi,int	4.500 W

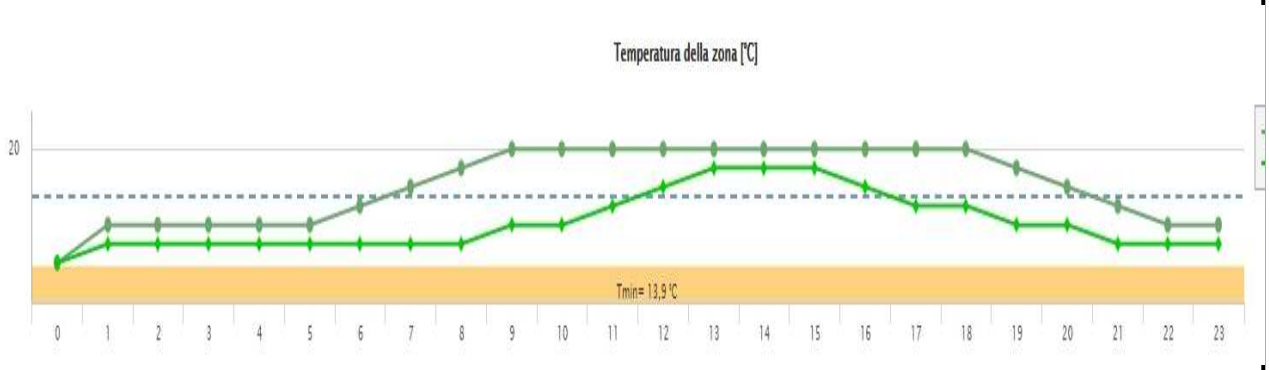
Zona riscaldata: Piano primo

Temperatura interna media pesata 17,5℃

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	14,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0	18,0	17,0	16,0	16,0

Grafico della temperatura interna nei cinque giorni di scuola e nel weekend

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta



Altri parametri

Ricambi d'aria	Medio	0,50 1/h
Apporti interni	Valore Fi,int	4.500 W

CONSUMI

I dati desunti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

Vettore: Metano Potere calorifico: 9,45 kWh/m3

Data inizio	Data Fine	Costo [€]	Consumo [m³]	Unitario [€/m³]	% Riscaldamento	% ACS
01/09/2015	30/09/2015	530,00	645,00	0,82	100,00	0,00
01/10/2015	30/10/2015	620,00	753,00	0,82	100,00	0,00
31/10/2015	30/11/2015	2.665,00	3.247,00	0,82	100,00	0,00
01/12/2015	31/12/2015	3.775,00	4.603,00	0,82	100,00	0,00
01/01/2016	31/01/2016	4.565,00	5.564,00	0,82	100,00	0,00
01/02/2016	29/02/2016	4.015,00	4.897,00	0,82	100,00	0,00
01/03/2016	31/03/2016	3.520,00	4.292,00	0,82	100,00	0,00
01/04/2016	30/04/2016	305,00	372,00	0,82	100,00	0,00
01/09/2015	**30/04/2016**		**24.373,00**			

Vettore: Energia elettrica

Data inizio	Data Fine	Costo [€]	Consumo [kWh]	Unitario [€/kWh]	% Riscaldamento	% ACS
01/01/2016	31/01/2016	482,00	2.192,00	0,22	0,00	0,00
01/02/2016	29/02/2016	595,00	2.703,00	0,22	0,00	0,00
01/03/2016	30/03/2016	444,00	2.019,00	0,22	0,00	0,00
01/04/2016	30/04/2016	383,00	1.741,00	0,22	0,00	0,00
01/05/2016	31/05/2016	316,00	1.437,00	0,22	0,00	0,00
01/06/2016	30/06/2016	135,00	613,00	0,22	0,00	0,00
01/07/2016	31/07/2016	81,00	370,00	0,22	0,00	0,00
01/08/2016	31/08/2016	68,00	307,00	0,22	0,00	0,00
01/09/2016	30/09/2016	248,00	1.128,00	0,22	0,00	0,00
01/10/2016	31/10/2016	450,00	2.046,00	0,22	0,00	0,00
01/11/2016	30/11/2016	527,00	2.395,00	0,22	0,00	0,00
01/12/2016	31/12/2016	458,00	2.083,00	0,22	0,00	0,00

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

RIEPILOGO DEI PRINCIPALI RISULTATI DELLA TAILORIZZAZIONE E CONFRONTO CON LO SCENARIO "RIQUALIFICAZIONE CENTRALE TERMICA E INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE SUI RADIATORI"

		STATO DI FATTO	STATO DI FATTO	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - INVERNO	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE INVERNO
		F*		E*	
		Condizioni STANDARD	DIAGNOSI Condizioni TAILORED	Condizioni STANDARD	DIAGNOSI Condizioni TAILORED
Fabbisogni di energia termica per riscaldamento					
Durata	giorni	183,00	181,00	183,00	181,00
QH,tr	kWh	187.149,75	140.645,73	187.149,75	140.645,73
QH,ve	kWh	144.319,85	18.678,55	144.319,85	18.678,55
Qsol,e	kWh	2.425,33	2.311,70	2.425,33	2.311,70
Qsol,i	kWh	38.110,54	36.155,70	38.110,54	36.155,70
Qi	kWh	29.848,03	29.332,80	29.848,03	29.332,80
QH,nd	kWh	265.294,44	98.903,28	265.294,44	98.903,28
Fabbisogni di energia termica per raffrescamento					
Durata	giorni	43,00	78,00	43,00	78,00
QC,tr	kWh	4.834,55	25.338,52	4.834,55	25.338,52
QC,ve	kWh	4.122,30	3.390,06	4.122,30	3.390,06
Qsol,e	kWh	369,87	1.561,65	369,87	1.561,65
Qsol,i	kWh	6.246,81	22.465,63	6.246,81	22.465,63
Qi	kWh	3.007,78	11.116,80	3.007,78	11.116,80
QC,nd	kWh	1.311,41	8.518,90	1.311,41	8.518,90
Fabbisogni di energia termica per ACS					
Qh,W	kWh	0,00	0,00	0,00	0,00
RISCALDAMENTO: fabbisogni di energia primaria ed efficienza					
QpH,ren	kWh	2.508,07	2.209,69	2.167,43	1.999,39
QpH,nren	kWh	443.913,37	230.996,87	347.696,67	131.320,39
QpH,tot	kWh	446.421,44	233.206,55	349.864,11	133.319,78
EpH,ren	kWh/m²	1,48	1,30	1,28	1,18
EpH,nren	kWh/m²	261,28	135,96	204,65	77,29
EpH,tot	kWh/m²	262,76	137,26	205,92	78,47
ηH	-	0,60	0,43	0,76	0,75
QR,H	%	0,56	0,95	0,62	1,50
ILLUMINAZIONE: fabbisogni di energia primaria ed efficienza					
QpL,ren	kWh	12.502,65	12.502,65	12.502,65	12.502,65
QpL,nren	kWh	51.872,69	51.872,69	51.872,69	51.872,69
QpL,tot	kWh	64.375,34	64.375,34	64.375,34	64.375,34
EpL,ren	kWh/m²	7,36	7,36	7,36	7,36
EpL,nren	kWh/m²	30,53	30,53	30,53	30,53

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

EpL,tot	kWh/m²	37,89	37,89	37,89	37,89
Energia primaria globale ed efficienza dell'intero edificio					
Qpgl,ren	kWh	15.010,72	14.712,34	14.670,08	14.502,04
Qpgl,nren	kWh	495.786,07	282.869,56	399.569,37	183.193,08
Qpgl,tot	kWh	510.796,79	297.581,89	414.239,45	197.695,12
Epgl,ren	kWh/m²	8,84	8,66	8,63	8,54
Epgl,nren	kWh/m²	291,81	166,49	235,18	107,82
Epgl,tot	kWh/m²	300,65	175,15	243,81	116,36
QR,HWC	%	0,16	0,26	0,17	0,42
Emissioni di CO2	kg/m²	66,52	41,43	55,16	29,68
Metano					
Consumo teorico	m³	43.689,35	22.356,16	34.134,96	12.398,59
Consumo effettivo	m³	-	23.620,00	-	-
Costo teorico	€	38.883,52	19.896,98	30.380,12	11.034,75
Costo effettivo	€	-	19.375,00	-	-
k	%	-	-5,65%	-	-
Energia elettrica					
Consumo teorico	kWh	31.937,70	31.302,84	31.212,94	30.855,41
Consumo effettivo	kWh	-	19.034,00	-	-
Costo teorico	€	6.387,54	6.260,57	6.242,59	6.171,08
Costo effettivo	€	-	4.187,00	-	-
k	%	-	39,19%	-	-
* La classificazione energetica è riferita all'indice di prestazione calcolato in condizioni effettive di utilizzo (tailored rating).					
Legenda					
Durata: Durata della stagione di riscaldamento o raffrescamento in giorni					
Q,tr: Energia termica scambiata per trasmissione					
Q,ve: Energia termica scambiata per ventilazione					
Qsol,e: Energia dovuta agli apporti solari gratuiti sulle strutture opache					
Qsol,i: Energia dovuta agli apporti solari gratuiti sulle strutture trasparenti					
Qi: Energia dovuta agli apporti interni					
Q,nd: Fabbisogno ideale di energia termica utile					
Qp,ren: Energia primaria rinnovabile					
Qp,nren: Energia primaria non rinnovabile					
Qp,tot: Energia primaria totale					
Ep,ren: Indice di prestazione rinnovabile					
Ep,nren: Indice di prestazione non rinnovabile					
Ep,tot: Indice di prestazione totale					
η: rendimento medio globale stagionale					
QR: Quota di energia rinnovabile					

Dalla tabella si riscontra che a seguito del processo di tailoring del modello di calcolo, ottenuto modificando le temperature dell'aria interna e i ricambi aria degli ambienti,

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

portandoli a valori più verosimili rispetto ai valori previsti dalla norma, il fabbisogno termico dell'edificio "stato di fatto" passa da 265.294kWh annui a 98.903kWh, l'energia globale primaria per riscaldamento da 446.421kWh annui a 233.206kWh (circa la metà), il consumo teorico di gas metano da 43.689 mc annui a 22.356 mc, da confrontare con i 24.373 mc rilevati dalle bollette della stagione 2015-2016.

Nulla è possibile fare per migliorare il calcolo del fabbisogno elettrico, in quanto non è possibile modificare con il programma l'orario di utilizzo dell'energia elettrica e tenere conto dei mesi di chiusura scolastica (giugno – luglio – agosto).

Per quanto concerne l'intervento di riqualificazione centrale termica e installazione valvole termostatiche sui radiatori, dalla tabella si vede che in seguito al tailoring del modello di calcolo a fronte di un consumo calcolato di gas metano per l'edificio "stato di fatto" pari a 22.356mc, dopo l'intervento il consumo calcolato è di 12.399mc di gas metano, con un potenziale risparmio del 45%.

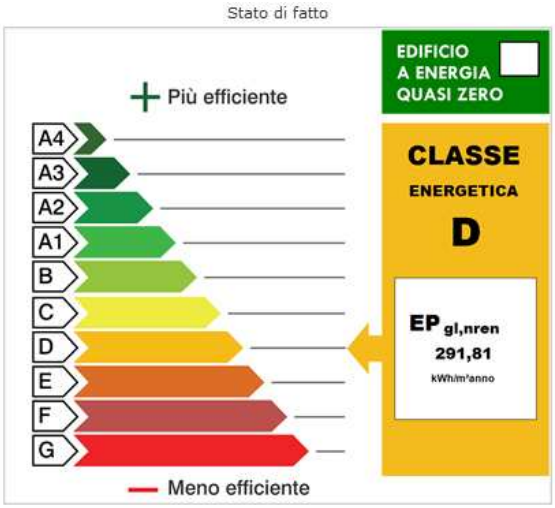
Poiché gli scenari che seguono sono stati effettuati non sul modello tailorizzato ma su quello senza modifiche delle temperature interne, il beneficio che si riscontrerebbe a seguito dell'intervento sulla CT e sui radiatori è stimato nel 22% di riduzione dei consumi con un tempo di ammortamento di 7,2 anni. A fronte della tailorizzazione del modello di calcolo in base ai consumi reali, il risparmio risulterebbe molto più alto e il tempo di ammortamento scenderebbe intorno ai quattro anni, ipotesi più credibile.

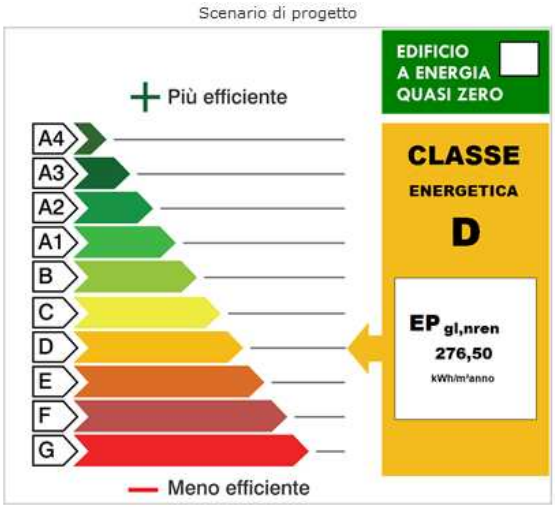
Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

SCENARI

Sono stati presi in considerazione i seguenti scenari:

- ***REN 1 - Isolamento sottotetto con 8 cm di schiuma poliuretanica***
  Intervento di coibentazione del sottotetto con più passate di schiuma poliuretanica in modo da raggiungere lo spessore richiesto, costo stimato 30,00 €/mq per una superficie lorda di 730mq/netta di 670mq + 1.500,00 € per la pulizia del sottotetto prima della posa, costo complessivo stimato intervento € 23.400,00 IVAto





REN	UM	Valore	Intervento
REN1	m² di intervento	730,0	[Soffitto vs sottotetto] → [Soffitto vs sottotetto (U=0,26)]

Costi e consumi

Consumi per vettore energetico

	UM	Stato di fatto	Scenario	Variazione	Var.%
Energia elettrica	kWh	31.937,7	31.865,8	71,9	0,2 %
Gas naturale	m3	43.689,4	41.082,4	2.607,0	6,0 %

Costi per vettore energetico

	UM	Stato di fatto	Scenario	Variazione	Var.%
Energia elettrica	€	6.387,5	6.373,2	14,3	0,2 %
Gas naturale	€	38.883,5	36.563,4	2.320,1	6,0 %
Costo complessivo	€	45.271,1	42.936,5	2.334,6	5,2 %

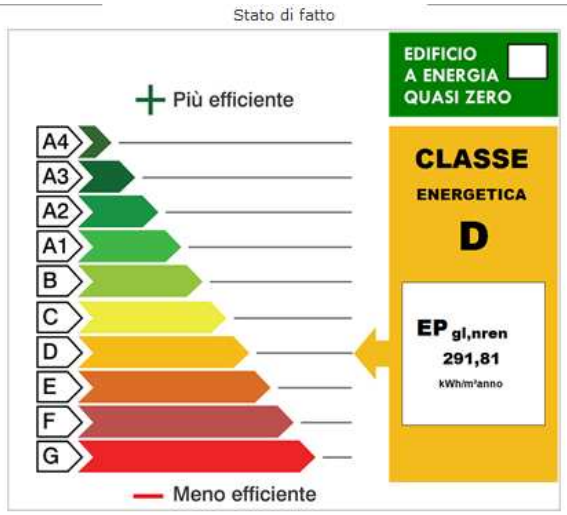
Tempo di ritorno

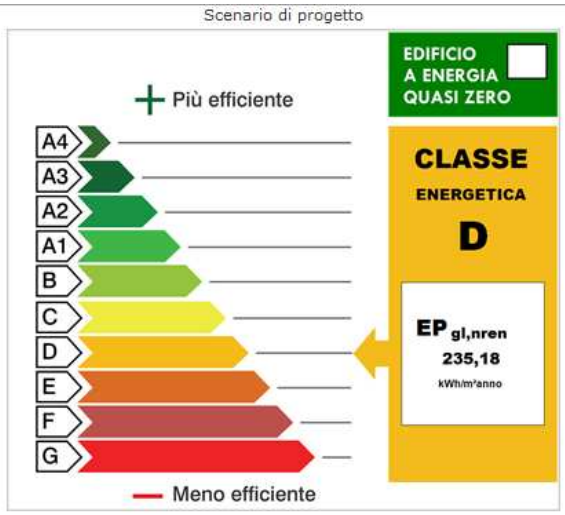
	UM	Valore
Costo dell'intervento	€	**23.400,0**
Risparmio annuo	€	**2.334,5**
Tempo di ritorno	anni	**10,0**
Risparmio CO2	Kg/m²	**3,1**

Il risparmio sulle dispersioni invernali è del 7%, il tempo di ritorno è stimato sui 10 anni.

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

- ***REN 3 – Riqualificazione centrale termica e installazione valvole termostatiche sui radiatori***
  Intervento di riqualificazione centrale termica con sostituzione generatore del 1988 con nuovo generatore alto rendimento 4 stelle (****) con bruciatore modulante regolato da ottimizzatore climatico mediante segnale 0-10V con regolazione temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna e della temperatura ambiente, trasmessa da sonda mediante segnale radio. Centralina con possibilità di gestione degli orari settimanali di comando funzionamento bruciatore e pompe e telegestione con segnalazione parametri rilevati, allarmi e comandi. Sostituzione valvole radiatori con altre dotate di testina termostatica per regolazione temperatura per singolo ambiente+climatica





REN	UM	Valore	Intervento
REN3	-	-	Sostituzione [Sistema di generazione H] con [NEW Sistema di generazione H]
REN3	-	-	Installazione valvole di termoregolazione

Costi e consumi

Consumi per vettore energetico

	UM	Stato di fatto	Scenario	Variazione	Var.%
Energia elettrica	kWh	31.937,7	31.212,9	724,8	2,3 %
Gas naturale	m3	43.689,4	34.135,0	9.554,4	21,9 %

Costi per vettore energetico

	UM	Stato di fatto	Scenario	Variazione	Var.%
Energia elettrica	€	6.387,5	6.242,6	144,9	2,3 %
Gas naturale	€	38.883,5	30.380,1	8.503,4	21,9 %
Costo complessivo	€	45.271,1	36.622,7	8.648,4	19,1 %

Tempo di ritorno

	UM	Valore
Costo dell'intervento	€	62.000,0
Risparmio annuo	€	8.648,4
Tempo di ritorno	anni	7,2
Risparmio CO2	Kg/m²	11,4

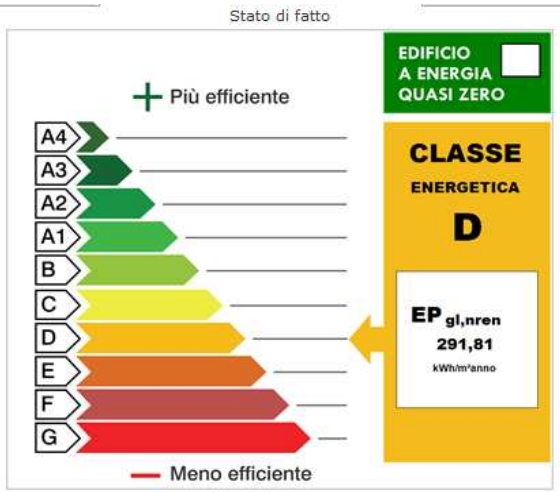
Il risparmio sui consumi gas metano è del 22%, con una riduzione del 2% anche sull'energia elettrica consumata. Il tempo di ritorno è stimato sui 7,2 anni, senza alcuna agevolazione

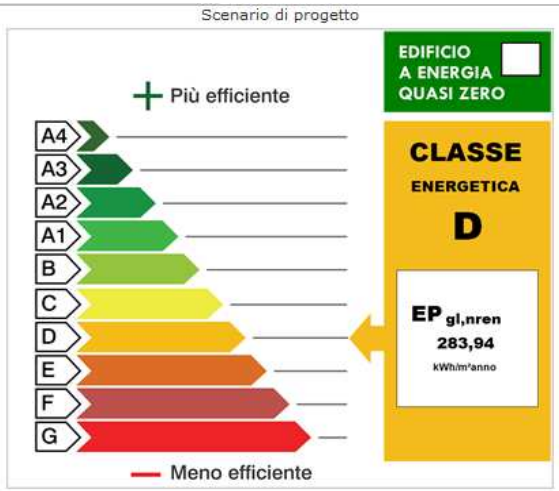
Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

fiscale. Riteniamo tuttavia che i risparmi possano essere ancora più consistenti in quanto si introducono dei miglioramenti sulla modulazione di potenza del bruciatore, sul controllo della temperatura negli ambienti e sul controllo a distanza grazie alla tele gestione che permetteranno di ottenere riduzioni dei consumi intorno al 40%, con tempi di ritorno dell'investimento non superiori ai 4 anni.

Ne è evidenza il fatto che tra i consumi della stagione 2015-2016 e la stagione 2016-2017 c'è stato un peggioramento del 20% per una serie di elementi non chiaramente quantificabili.

- ***Relamping impianto di illuminazione***
  Intervento sostituzione di lampade di illuminazione con tubi fluorescenti aule e corridoi e mensa con lampade a LED, in modo da sostituire i tubi esauriti, ridurre gli interventi di manutenzione e ridurre la potenza elettrica assorbita del 33% a parità di caratteristiche di illuminazione





REN	UM	Valore	Intervento
REN5	-	-	Relamping dell'impianto di illuminazione

Costi e consumi

Consumi per vettore energetico

	UM	Stato di fatto	Scenario	Variazione	Var.%
Energia elettrica	kWh	31.937,7	25.076,4	6.861,3	21,5 %
Gas naturale	m3	43.689,4	43.689,4	0	-

Costi per vettore energetico

	UM	Stato di fatto	Scenario	Variazione	Var.%
Energia elettrica	€	6.387,5	5.015,3	1.372,2	21,5 %
Gas naturale	€	38.883,5	38.883,5	0	-
Costo complessivo	€	45.271,1	43.898,8	1.372,3	3,0 %

Tempo di ritorno

	UM	Valore
Costo dell'intervento	€	30.000,0
Risparmio annuo	€	1.372,3
Tempo di ritorno	anni	21,9
Risparmio CO2	Kg/m²	3,6

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta

Anche in questo caso riteniamo che la valutazione sia impietosa. La riduzione del 21,5% sui consumi di energia elettrica non può tenere conto dell'aumento di vita dell'impianto di illuminazione passando da lampade fluorescenti a lampade a LED, del fatto che essendo le lampade fluorescenti in via di esaurimento illuminano poco, del fatto che per lo stesso motivo sono soggette a frequenti interventi di manutenzione che chiaramente costituiscono dei costi non ben quantificabili.

Riteniamo pertanto che un ragionevole tempo di ammortamento sia intorno ai 10 anni.

Studio ETA Engineering
Ing. Alberto Baston

Elaborazione di proprietà dello Studio Eta Engineering – Riproduzione anche parziale e divulgazione sono permessi solo con autorizzazione scritta