

5. Diagnosi energetica – nuova sede municipale di Piazza della Pace

La sede municipale del Comune di Concorezzo trova la sua collocazione nella zona centrale del paese denominata “Piazza della Pace” ed è costruita su quelle che sono le reminescenze della vecchia Villa dei De Capitani di Scalve, antichi feudatari del Paese.



Vista aerea della sede municipale

L'immobile è stato realizzato a cavallo del periodo 1990-2004 in più lotti successivi ed è ora costituito da tre corpi di fabbrica distinti:

- lotto 1 e 2, caratterizzanti il corpo di fabbrica parallelo alla Via Repubblica, completato nel 1995 ed edificato sulla parte crollata dell'ex Villa

- lotto 3, completato a fine anni 90 e caratterizzato dal recupero della parte storica, e vincolata dalla Soprintendenza, della Villa costituita dalla Serliana, nella quale hanno trovato collocazione la Sala Giunta, una Sala di Rappresentanza, oltre che ad alcuni uffici comunali ora destinati a Servizi Sociali
- lotto 4, completato nel 2004 e caratterizzato dal recupero della parte meno nobile dell'edificio, in cui vi erano alcuni appartamenti fatiscenti, e nella quale hanno trovato collocazione la nuova Sala Consiliare e l'Ufficio Postale.



Dettaglio dei tre lotti costituenti la sede municipale

L'edificio si presenta quindi costituito da componenti opachi di tipo moderno, ovvero ossatura portante in cemento armato, componenti opachi a doppia parete con interposto isolamento e vetrocamere e componenti recuperati, ovvero murature portanti piene e solai in legno.

L'impianto termico è costituito da un'unica dorsale di distribuzione con ritorno ad anello inverso (Tichelmann) e ventilconvettori muniti di termostato a bordo macchina in tutti gli uffici, con radiatori nei bagni.

L'edificio è provvisto di impianto di climatizzazione estiva, alimentato da un gruppo frigorifero posto in adiacenza alla centrale termica e da un serbatoio di accumulo dell'acqua refrigerata.

L'inversione dell'impianto dalla fase invernale a quella estiva e viceversa, avviene in modo manuale tramite manovra sulle valvole.

Completano la dotazione impiantistica alcune macchine di trattamento aria destinate alla Sala Giunta e alla Sala Consiliare.



Centrale termica – caldaia esistente

La regolazione dell'impianto avviene tramite valvola a tre vie posta in centrale termica governata da centralina elettronica e sonda esterna.

L'alimentazione dei singoli corpi scaldanti avviene con sistema tipo "modul" con collettori di distribuzione collocati in apposite nicchie da cui dipartono tubazioni in rame isolate a servizio sia dei ventilconvettori che dei radiatori.

Questo fa sì che, in fase estiva, si debba agire manualmente sugli organi di regolazione dei radiatori al fine di evitare che la presenza di acqua refrigerata all'interno degli stessi dia luogo a fenomeni di condensazione.

L'alimentazione elettrica dei ventilconvettori avviene per piano tramite orologi programmatori settimanali.

Nella fase preparatoria del lavoro sono stati eseguiti, attraverso un sopralluogo, sia l'aggiornamento delle planimetrie dell'edificio, sia l'aggiornamento degli impianti termici.

Nella prima parte del lavoro è stato eseguito l'audit energetico dell'edificio.

Nella seconda parte del lavoro è stata condotta l'analisi termoenergetica della scuola, utilizzando la suite Edilclima, che ha consentito un'agevole valutazione dei fabbisogni e dei consumi.



Ventilconvettori installati negli uffici

Il lavoro di modellazione è stato concluso con l'analisi e il confronto valutativo dei dati di consumo reali forniti dalle bollette energetiche.

Nella terza parte del lavoro sono state analizzate diverse proposte d'intervento per il risparmio energetico.

Il software utilizzato, provvisto di un'interfaccia grafica semplice ed intuitiva ed utilizzabile autonomamente, consente di effettuare, attraverso un **unico input**, i seguenti calcoli:

- **prestazioni energetiche dell'edificio in regime dinamico orario**, secondo la norma **UNI EN 52016-1**;
- **potenza invernale**, per il dimensionamento dell'impianto di riscaldamento ed il corretto calcolo dei rendimenti, secondo la norma **UNI EN 12831**;
- **energia utile invernale ed estiva**, per la valutazione delle prestazioni termiche del fabbricato, secondo la specifica tecnica **UNI/TS 11300-1**;
- **energia primaria** per i servizi di **riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione ed illuminazione**, secondo le specifiche tecniche **UNI/TS 11300-2** ed **UNI/TS 11300-4**;
- **energia primaria** per il servizio di **raffrescamento**, secondo la specifica tecnica **UNI/TS 11300-3**;

- **energia primaria** per il servizio di **trasporto di persone o cose** (ascensori, scale mobili, marciapiedi mobili) secondo la specifica tecnica **UNI/TS 11300-6**;
- contributi forniti da **impianti a fonti rinnovabili** (solare termico, solare fotovoltaico), secondo la specifica tecnica **UNI/TS 11300-4**;
- **potenza estiva**, per il dimensionamento dell'impianto di raffrescamento.

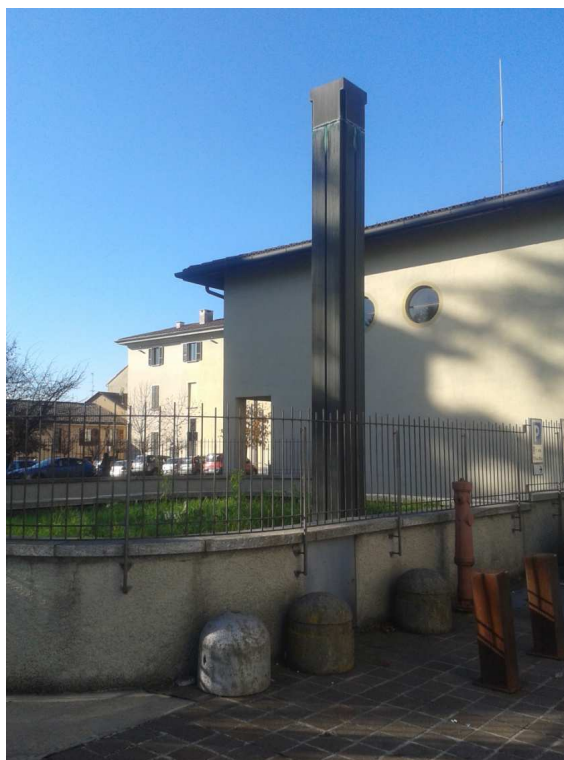


Centrale termica – caldaia esistente

La caratterizzazione delle **strutture opache** è particolarmente rapida ed agevole, grazie alla possibilità di prelevare i materiali costituenti la stratigrafia o le strutture già composte dai rispettivi archivi (archivio materiali ed archivio strutture).

Riguardo a tali strutture il software consente di calcolare, attraverso un unico input:

- la **trasmissione termica**, secondo **UNI EN ISO 6946**;
- la **trasmissione termica equivalente del sistema struttura-terreno**, secondo la norma **UNI EN ISO 13370** (in caso di pareti o pavimenti controterra);
- le **caratteristiche termiche in regime dinamico** secondo **UNI EN ISO 13786** (trasmissione termica periodica, fattore di attenuazione, sfasamento termico).



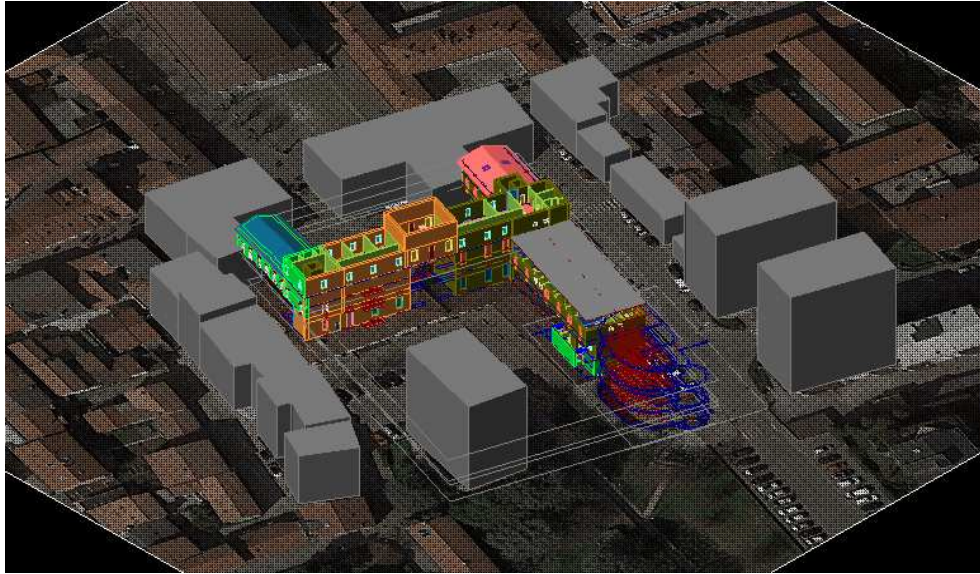
Particolare del camino della centrale termica

I **componenti finestrati** possono essere caratterizzati con estremo dettaglio simulandone le varie tipologie. Ad esempio è possibile specificare la presenza di eventuali cassonetto, sottofinestra o soprafinestra. La **trasmissione termica** del serramento è calcolata secondo **UNI EN ISO 10077** (per finestre singole, doppie ed accoppiate, con pacchetti vetrati differenziati).

La definizione dei ponti termici può essere effettuata secondo le seguenti due modalità:

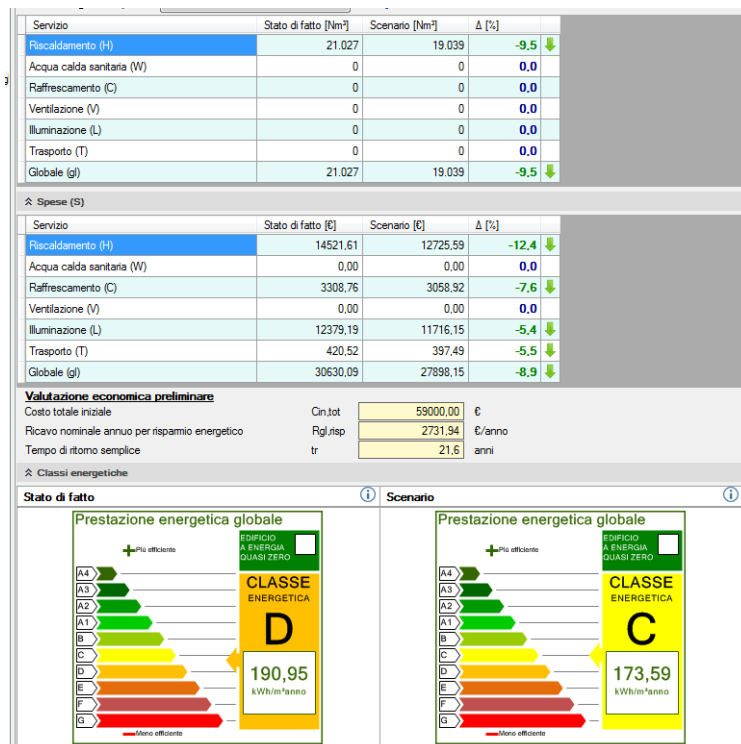
- il **calcolo analitico**, basato sull'adozione di ponti termici lineari (riferiti alle dimensioni esterne dell'edificio) prelevabili da un apposito archivio, integrato nel software ed adeguato alla norma **UNI EN ISO 14683**;
- il **calcolo semplificato**, basato sull'utilizzo di percentuali di maggiorazione, eventualmente personalizzabili da parte dell'utente.

E' possibile calcolare il valore di **trasmissione termica lineare** per oltre 200 differenti tipologie di ponte termico, al variare dei parametri progettuali di maggior interesse, secondo le norme **UNI EN ISO 14683** ed **UNI EN ISO 10211**.



Sede municipale – modellizzazione dell'edificio

Il calcolo dei **fattori di ombreggiamento** viene effettuato secondo l'**appendice D** della **UNI/TS 11300-1**, consentendo di considerare la presenza di ostacoli esterni, aggetti verticali ed aggetti orizzontali.

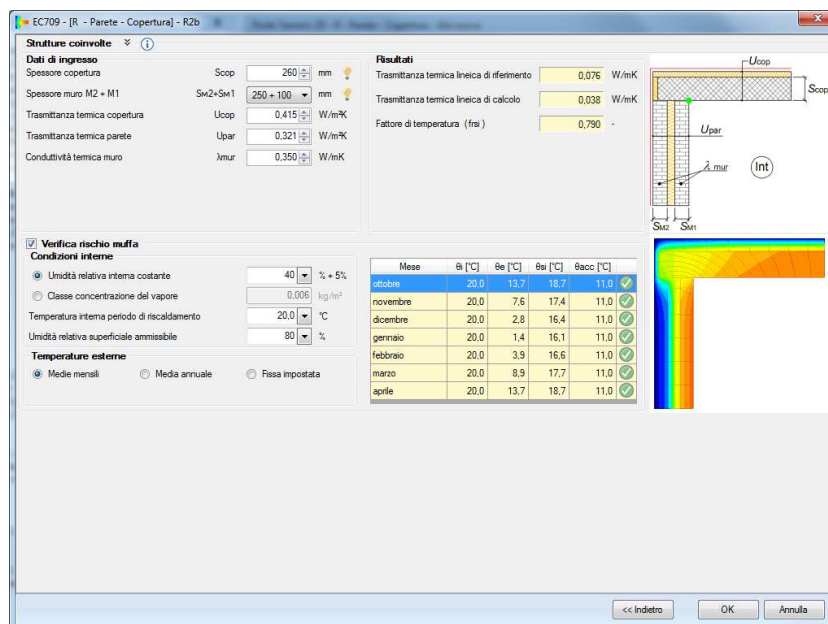


Sede municipale – classe energetica effettiva dell'edificio e classe raggiungibile con interventi migliorativi

Il software consente inoltre la caratterizzazione sia dei **locali non climatizzati** (secondo le norme **UNI EN 12831** ed **UNI/TS 11300-1**) sia delle **serre solari** (secondo la norma **UNI EN ISO 13790**) così come il calcolo automatico, in riferimento ad essi, dei pertinenti parametri (temperature interne, fattore di correzione btr, apporti solari diretti ed indiretti).

L'analisi di fattibilità tecnico-economica, ha permesso di valutare i risparmi energetici ottenibili e i conseguenti risparmi economici connessi.

La diagnosi ha consentito di comprendere l'origine di parte dei consumi energetici, evidenziando non solo l'opportunità, ma anche la necessità inderogabile di attuare interventi di riqualificazione energetica dell'edificio.

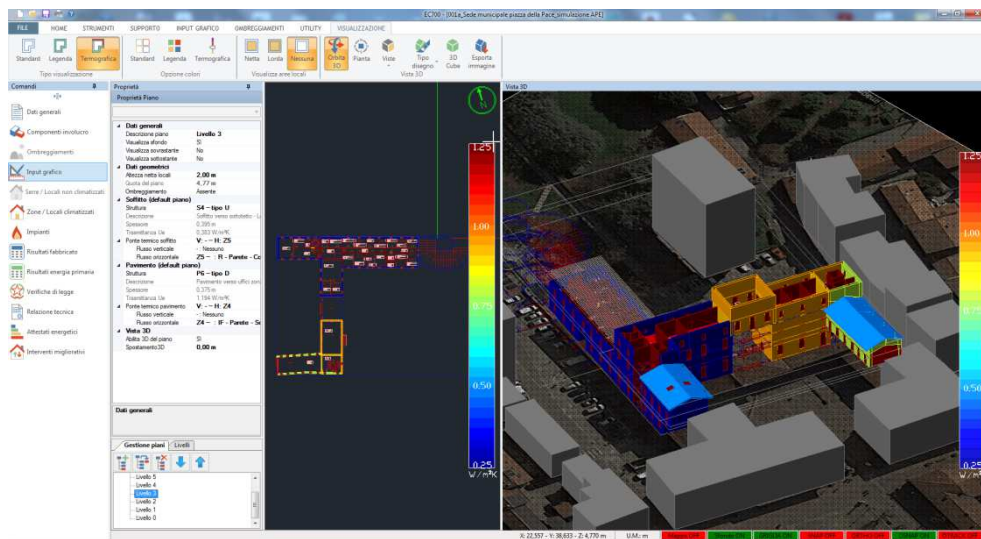


Sede municipale – dettaglio ponte termico

L'obiettivo è la definizione di interventi di riqualificazione per una scelta consapevole degli interventi da proporre all'amministrazione, focalizzando l'attenzione sulla scelta di tecnologie edilizie e impiantistiche più efficienti.

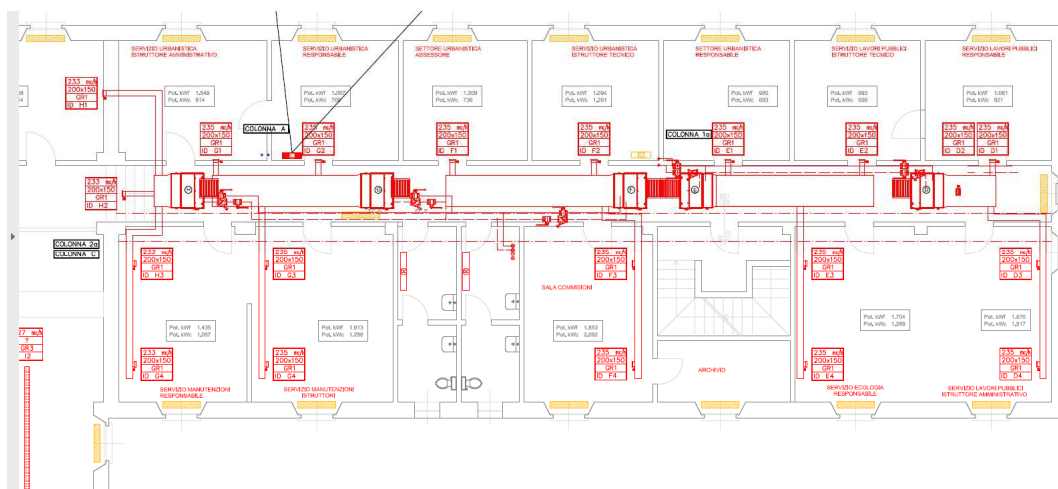
All'apertura del programma Edilclima, si è proceduto inizialmente inserendo i dati generali, necessari all'elaborazione del progetto, e quelli climatici; dopo si è passati alla definizione del regime normativo da utilizzare per le verifiche di legge e gli attestati energetici dell'edificio.

Terminata questa fase, si è passati alla determinazione dei calcoli relativi a ponti termici, resistenze liminari, serre e locali non climatizzati.



Sede municipale – termografia dell’edificio

A seguito di sopralluogo sono state individuate diverse tipologie murarie e, per ognuna di queste, sono stati prodotti i valori specifici di trasmittanza, permeanza, massa superficiale, fattore di attenuazione e sfasamento dell’onda termica. Lo stesso è stato fatto con pavimenti e soffitti. Per quanto riguarda le componenti finestrate invece, sono state definite le caratteristiche specifiche, e quindi la tipologia di ogni serramento, la classe di permeabilità, lo spessore del vetro.

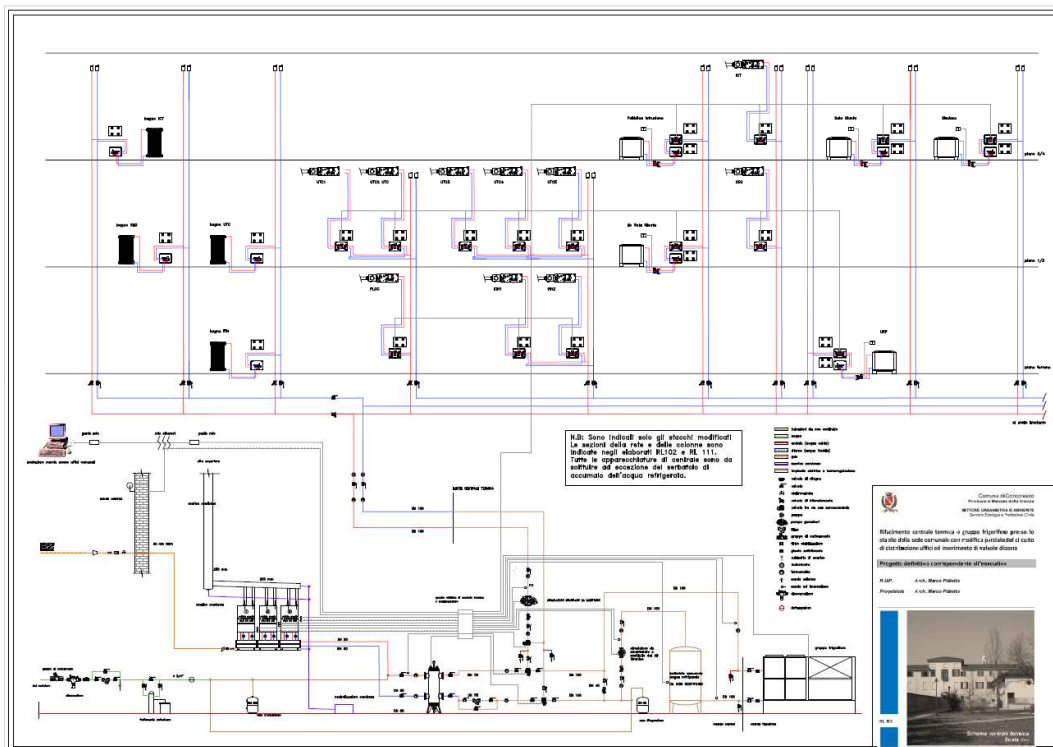


Sede municipale – planimetria di progetto modifiche impianto di climatizzazione

Definiti tutti gli ostacoli esterni e determinati i relativi fattori di ombreggiamento, si è passati all'analisi dei consumi; questi derivano da lettura stagionale del contatore.

Una volta analizzati i consumi reali, sono stati presi in esame quelli completi relativi alle ultime tre stagioni termiche; da queste analisi si è dedotto (per come era presumibile), che l'energia termica costituisce la parte predominante dei consumi.

I documenti acquisiti e/o ottenuti mediante sopralluogo raccolgono i consumi effettivi rilevati attraverso letture periodiche effettuate durante le stagioni termiche che vanno dal 2012 al 2015, piante quotate in scala del sito, documentazione fotografica, strumentazione non invasiva, e dati di occupazione.



Sede municipale – schema impianto e centrale termica

Definiti i dati geografici dell'immobile, si è passati poi all'individuazione delle zone termiche.

Si sono individuate 13 macrozone termiche:

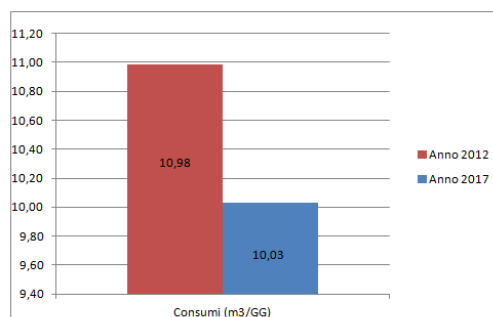
- polizia locale
- settore finanziario
- ufficio relazioni con il pubblico

- servizi demografici
- settore tecnico 1
- settore tecnico 2
- segreteria e affari generali
- spazi ex sala Giunta
- settore pubblica istruzione
- servizi sociali
- sala Giunta
- sala Consiliare
- sala di Rappresentanza

Per quanto riguarda i locali climatizzati, vengono riportate le caratteristiche dimensionali dello stesso, le temperature interne, gli eventuali apporti interni aggiuntivi specifici del locale e i dati relativi alla ventilazione.

Nell'edificio, i dati relativi alla ventilazione hanno tenuto conto di: ventilazione naturale, la categoria e la sottocategoria dell'edificio. In questa maniera, il programma visualizza la categoria e la sottocategoria dell'edificio, il campo di portata d'aria esterna, e l'indice di affollamento ns, espresso in persone/m².

Volumetria	10.973 m ³
2012	2.539 GG effettivi
2017	2.300 GG effettivi
Consumi	
2012	27.883 m ³
2017	23.067 m ³
2012	10,98 m ³ /GG
2017	10,03 m ³ /GG



Risparmio assoluto	17,27%
Risparmio sul grado giorno	8,70%

mese	2012	2017
gennaio	5.633	5.503
febbraio	6.436	4.525
marzo	3.233	2.948
aprile	1.789	570
ottobre	1.421	621
novembre	3.411	3.254
dicembre	5.960	5.646
totale	27.883	23.067

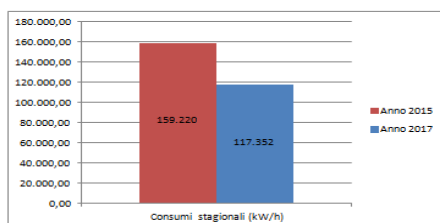
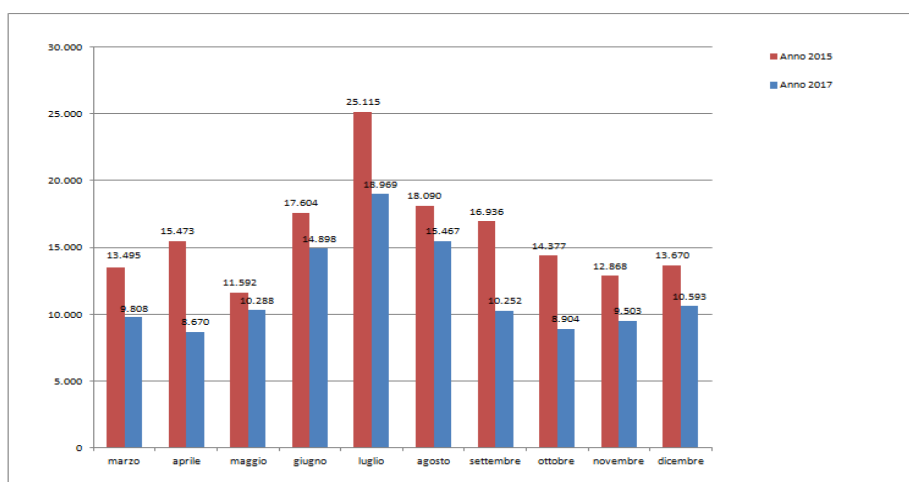
Sede municipale – andamento consumi gas metano pre/post intervento

Attraverso l'interfaccia 'Impianti' del programma, sono stati configurati i sistemi impiantistici e i dati necessari ai fini del calcolo dei rendimenti.

Nell'edificio in oggetto, gli impianti installati riguardano il riscaldamento e la climatizzazione estiva centralizzati, che sono a servizio dell'intera struttura, e la produzione di acqua calda sanitaria per uso igienico-sanitaria, che ha una produzione separata rispetto al riscaldamento costituita da bollitori elettrici ad accumulo installati nei singoli locali bagno.

L'edificio è alimentato da una caldaia alimentata a gas metano con potenza termica nominale al focolare pari a 322 kW (dato di targa).

Volumentria	10.973 m ³	
	Anno 201	Anno 2017
marzo	13.495	9.808
aprile	15.473	8.670
maggio	11.592	10.288
giugno	17.604	14.898
luglio	25.115	18.969
agosto	18.090	15.467
settembre	16.936	10.252
ottobre	14.377	8.904
novembre	12.868	9.503
dicembre	13.670	10.593
Totale	159.220	117.352
Risparmio	26,30%	



Sede municipale – andamento consumi energia elettrica pre/post intervento

Per la caratterizzazione dell'impianto, sono stati compilati i dati di 'primo livello' relativi a:

- circuiti;
- accumulo e distribuzione primaria;
- generazione;

e quelli di 'secondo livello' relativi a:

- dati generali;
- sottosistemi;
- temperatura media acqua.

Sono stati determinati i rendimenti stagionali degli impianti distinti tra quelli di emissione, di regolazione, di distribuzione utenza e di generazione.

Mese	FC	Pch.on [%]	Pch.off [%]	Pgn.env [%]	QH_gen.out [kWh]	QH_gen.in [kWh]	CoH [Nm ³]	QH_gen.aux [kWh]	ηH_gen.ut [%]	ηH_gen.p.rren [%]	ηH_gen.p.tot [%]	QH_p.rren [kWh]	QH_p.tot [kWh]
generaio	0,560	8,51	0,12	0,51	71262	78310	7878	565	91,0	85,5	85,2	83327	83592
febbraio	0,460	8,07	0,10	0,43	53112	58076	5843	482	91,5	85,8	85,5	61919	62145
marzo	0,270	7,71	0,09	0,38	34540	37753	3798	474	91,5	85,1	84,7	40565	40788
aprile	0,139	7,30	0,08	0,34	8576	9398	945	210	91,3	83,5	82,7	10276	10375
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	0,175	7,44	0,08	0,34	12233	13378	1346	244	91,4	84,2	83,6	14522	14636
novembre	0,351	7,88	0,09	0,39	43446	47469	4776	483	91,5	85,6	85,2	50784	51011
dicembre	0,516	8,32	0,11	0,47	65792	72143	7258	551	91,2	85,6	85,4	76824	77083
Totali	-	-	-	-	288961	316526	31844	3007	91,3	85,4	85,1	338217	339630

dettagli mensili energia primaria pre-intervento

L'indice di prestazione energetica corrisponde all'energia totale consumata dall'edificio climatizzato per metro quadro di superficie ogni anno, ed indica quanta energia venga consumata affinché l'edificio raggiunga le condizioni di comfort secondo i servizi energetici presi in considerazione dal tipo di immobile.

Poiché l'efficienza energetica del sistema edificio-impianto è tanto più alta quanto più basso è il consumo di energia, l'attenzione va rivolta contemporaneamente alle caratteristiche tecnologiche d'involucro e alla scelta di impianti più efficienti.

Alla luce dei risultati ottenuti, si prevede la sostituzione del generatore di calore tradizionale con uno a condensazione costituito da due gruppi modulari abbinati in cascata ed aventi funzionamento a temperatura scorrevole, bruciatore ad aria soffiata e regolazione climatica guidata da sonda esterna di temperatura.

Generatore << Caldaia a condensazione - Analitico >> Vettore energetico Metano

Mese	FCmin	FCnom	Pch,on [%]	Pch,off [%]	Pgn,env [%]	R [%]	QH,gen,out [kWh]	QH,gen,in [kWh]	CoH [Nm ³]	QH,gen,aux [kWh]	ηH,gen,ut [%]	ηH,gen,p,riren [%]	ηH,gen,p,tot [%]	QH,p,riren [kWh]	QH,p,tot [kWh]
gennaio	1,50	0,45	3,93	0,10	0,08	0,00	55371	57404	5775	663	96,5	89,9	89,5	61567	61878
febbraio	1,18	0,35	4,37	0,08	0,07	0,00	38019	39571	3981	538	96,1	89,2	88,7	42599	42852
marzo	0,60	0,00	4,32	0,06	0,05	0,00	18545	19263	1938	380	96,3	88,4	87,7	20968	21146
aprile	0,25	0,00	3,94	0,04	0,03	0,00	3128	3241	326	113	96,5	86,3	85,1	3623	3676
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	0,37	0,00	4,09	0,05	0,03	0,00	5288	5483	552	144	96,4	87,6	86,6	6038	6106
novembre	0,52	0,00	4,55	0,07	0,06	0,00	29249	30439	3062	483	96,1	88,9	88,3	32902	33129
dicembre	1,39	0,42	4,06	0,09	0,08	0,00	50626	52547	5286	636	96,3	89,7	89,3	56415	56714
Totali	-	-	-	-	-	-	200225	207947	20920	2957	96,3	89,3	88,8	224112	225502

dettagli mensili energia primaria post-intervento

Si propongono interventi di carattere impiantistici finalizzati alla modulazione della richiesta termica in base alle reali necessita, e precisamente:

- sostituzione, ove possibile a causa della conformazione dei controsoffitti, dei ventilconvettori installati nei singoli uffici e sovradimensionati con altri da posizionare a soffitto e canalizzabili;
- installazione a bordo di ogni ventilconvettore canalizzato, di una valvola deviatrice governata dal sistema di controllo e dagli orari parziali di funzionamento;
- sostituzione dei residui ventilconvettori con altri dotati di valvola deviatrice governata dal sistema di controllo e dagli orari parziali di funzionamento;
- installazione su ogni collettore di valvola di zona governata dal sistema di controllo e dagli orari parziali di funzionamento;
- creazione nuova linea di alimentazione radiatori, al fine di minimizzare le operazioni di inversione impianto da fase invernale a fase estiva;
- installazione di sistema di controllo delle serrande installate sui ventilconvettori canalizzati mediante singolo termostato completo di centralina in grado di garantire lo spegnimento della macchina in caso di raggiungimento della temperatura programmata in tutte le unità;
- Installazione di sistema di telecontrollo con possibilità di parzializzazione degli orari in base alla richiesta di consenso di anche una delle singole zone servite;
- rifacimento completo della centrale termica;
- rifacimento completo della centrale frigorifera.

Con la realizzazione del complesso di interventi proposti, il fabbisogno di energia della sede municipale scende del 33,6 %.



Installazione di un ventilconvettore canalizzato e della relativa rete di distribuzione

Il tempo in cui il costo dell'intervento viene ripagato dal risparmio di combustibile, dopo il miglioramento della prestazione energetica dell'edificio, risulta pari a circa 15 anni.

Non sono stati preventivati interventi sull'involucro edilizio in quanto, essendo l'edificio realizzato secondo le prescrizioni della legge 10/91, quindi con un minimo di coibentazione, gli stessi non sarebbero stati recuperabili in tempi brevi.



Nuovo gruppo frigorifero

In conclusione, si riportano i dati riassuntivi dei benefici ottenibili dagli interventi quantificati in sede di diagnosi energetica.

Confronto multiplo

Edificio Zona

Scenari

Nr.	Scenario	Analisi economica			Classe	
		Costo [€]	Risparmio [€/anno]	T _r [anni]	Stato di fatto	Scenario
1	Riqualificazione energetica edificio	73000,00	4973,76	14,7	E	D

Consumi (Co)

Vettore energetico

Servizio	Stato di fatto		Scenario 1		Δ [%]
	Valore [Nm³]	Valore [Nm³]	Valore [Nm³]	Valore [Nm³]	
Riscaldamento (H)	31844		24739		-22,3 ↓
Acqua calda sanitaria (W)	0		0		0,0
Raffrescamento (C)	1781		1781		0,0
Ventilazione (V)	0		0		0,0
Illuminazione (L)	0		0		0,0
Trasporto (T)	0		0		0,0
Globale (G)	33625		26520		-21,1 ↓

Spese (S)

Vettore energetico Spesa totale

Servizio	Stato di fatto		Scenario 1		Δ [%]
	Valore [€]	Valore [€]	Valore [€]	Valore [€]	
Riscaldamento (H)	21682,83		16709,07		22,9 ↓
Acqua calda sanitaria (W)	2920,54		2920,54		0,0
Raffrescamento (C)	6650,59		6650,59		0,0
Ventilazione (V)	0,00		0,00		0,0
Illuminazione (L)	12379,19		12379,19		0,0
Trasporto (T)	665,86		665,86		0,0
Globale (G)	44299,01		39325,25		11,2 ↓

Risparmi ottenibili di gas metano

Scenario Descrizione

Edificio Zona

Dati generali | **Fabbricato** | **Circuiti** | **Solare termico** | **Generazione** | **Solare fotovoltaico** | **Risultati**

Consumi (Co)

Vettore energetico

Servizio	Stato di fatto [kWh]	Scenario [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6204	4173	-32,7 ↓
Acqua calda sanitaria (W)	13907	13907	0,0
Raffrescamento (C)	26241	26241	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	58949	58949	0,0
Trasporto (T)	3171	3171	0,0
Globale (G)	108472	106441	-1,9 ↓

Spese (S)

Vettore energetico Spesa totale

Servizio	Stato di fatto [€]	Scenario [€]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	21682,83	16709,07	22,9 ↓
Acqua calda sanitaria (W)	2920,54	2920,54	0,0
Raffrescamento (C)	6650,59	6650,59	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	12379,19	12379,19	0,0
Trasporto (T)	665,86	665,86	0,0
Globale (G)	44299,01	39325,25	11,2 ↓

Valutazione economica

Costo totale dell'investimento	Cost	73000,00	€
Risparmio annuo conseguibile	ΔSg	4973,76	€/anno
Tempo di ritorno semplice	tr	14,7	anni

Classi energetiche

Risparmi ottenibili di energia elettrica e tempo di ritorno dell'investimento