

POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale

Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio



L'ANALISI DELLA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA
DEGLI EDIFICI DEL PARCO DEL CURONE:
IDENTIFICAZIONE DI UN CASO
RAPPRESENTATIVO, ANALISI DELLE ALTERNATIVE
DI INTERVENTO E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI
SUL TERRITORIO

RELATORE: Prof. Lorenzo Pagliano

CORRELATORE: Ing. Marco Pietrobon

Tesi di laurea di: Giulia FEDELI

Matricola n° 749506

Anno Accademico 2010/2011

*Al nonno Mario,
che avrebbe tanto voluto vedere questo momento*

INDICE

INTRODUZIONE	5
1. – INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
1.1 – IL PARCO REGIONALE DI MONTEVECCHIA E DELLA VALLE DEL CURONE	6
1.1.1– LA FLORA E LA FAUNA	8
1.1.2 – I BOSCHI	9
1.1.3 – IL PAESAGGIO	9
1.1.4 – L’AGRICOLTURA.....	10
2.ANALISI DELLO STATO DI FATTO DEL PATRIMONIO EDILIZIO	12
2.1 – CENSIMENTO DEGLI EDIFICI	12
2.2 – ELABORAZIONE DEI DATI	17
2.2.1 – NUMERO DI EDIFICI PER PERIODO DI COSTRUZIONE.....	17
2.2.2 –NUMERO DI EDIFICI PER TIPOLOGIA	19
2.2.3 – NUMERO DI EDIFICI PER CLASSI DI FORMA IN PIANTA	20
2.2.4 – NUMERO DI EDIFICI PER VALORI DI SUPERFICIE LORDA RISCALDATA	21
2.2.5 – NUMERO DI EDIFICI PER NUMERO DI PIANI.....	23
2.2.6 – NUMERO DI EDIFICI PER ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE	24
2.2.7 – NUMERO DI EDIFICI PER COMUNE	25
2.2.8 – INDIVIDUAZIONE DI UN EDIFICIO RAPPRESENTATIVO	26
3. – IL PROGETTO	37
3.1 – CA’ SOLDATO	38
3.2 – LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO	42
3.2.1 – LO STRUMENTO DI SIMULAZIONE: CENED +	42
3.3 – SIMULAZIONE DELLO STATO DI FATTO	46
3.3.1 – DATI GENERALI E CLIMATICI	49
3.3.2 – ENERGIA NETTA.....	51
3.3.2.1 – DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO	53
3.3.3 – ENERGIA PRIMARIA	68
3.3.3.1 – DESCRIZIONE DEL SISTEMA IMPIANTISTICO	68
3.3.4 – INDICATORI	89
3.4 – IPOTESI PROGETTUALI	91
3.4.1 – INTERVENTI SULL’INVOLUCRO EDILIZIO	91
3.4.1.1 – ISOLAMENTO TERMICO DELLE PARETI PERIMETRALI.....	91
3.4.1.2 – SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI	95

3.4.1.3 – ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA INCLINATA	100
3.4.1.4 – ISOLAMENTO TERMICO DEL SOLAIO A TERRA.....	103
3.4.1.5 – SOSTITUZIONE PORTE ESTERNE E ISOLAMENTO DELLA COPERTURA PIANA	105
3.4.1.6 – ANALISI DEI RISULTATI	107
3.4.2 – RISPETTO DEI LIMITI DI LEGGE.....	111
3.4.3 – EFFICIENZA ENERGETICA NELLA GENERAZIONE DI CALORE.....	125
3.4.3.1 – CALDAIA A CONDENSAZIONE.....	125
3.4.4 – SISTEMI DI PRODUZIONE ENERGETICA DA FONTI RINNOVABILI.....	130
3.4.4.1 – SOLARE TERMICO.....	130
3.4.4.2 – SOLARE FOTOVOLTAICO	135
3.4.4.3 – SOLARE TERMICO E FOTOVOLTAICO CON SISTEMI ARCHITETTONICAMENTE INTEGRATI: COPPI TERMICI E FOTOVOLTAICI.....	138
3.5 – LA CASA PASSIVA E LO STANDARD PASSIVHAUS.....	143
3.5.1 – CA’ SOLDATO COME CASA PASSIVA	145
3.5.2 – CALCOLO DELA FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER L’ILLUMINAZIONE	154
3.5.3 – CALCOLO DELLE DISPERSIONE PER CA’ SOLDATO COME CASA PASSIVA	156
3.6 – EDIFICI A ZERO ENERGIA.....	159
4. – ANALISI DEI COSTI E DEI BENEFICI	161
4.1 – VALUTAZIONE DEI COSTI DI PROGETTO PER CA’ SOLDATO	161
4.1.1 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI DELL’INTERVENTO SULL’INVOLUCRO AL LIMITE DI LEGGE	162
4.1.2 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI DELL’INSTALLAZIONE DELLA CALDAIA A CONDENSAZIONE.....	163
4.1.3 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI PER L’INSTALLAZIONE DEI SISTEMI DI PRODUZIONE ENERGETICA DA FONTI RINNOVABILI.....	164
4.1.4 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI PER LA CASA PASSIVA	166
4.1.5 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI PER IL RAGGIUNGIMENTO DELL’EDIFICIO A ZERO ENERGIA.....	167
4.1.6 – ANALISI DEI RISULTATI.....	169
5. GENERALIZZAZIONE DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO AL TERRITORIO DEL PARCO REGIONALE	172
5.1 – APPLICAZIONE DEGLI INTERVENTI AGLI EDIFICI “ANTE 1950”	172
5.2 – APPLICAZIONE DEGLI INTERVENTI AGLI EDIFICI DEL TUTTO SIMILI A CA’ SOLDATO.....	178
CONCLUSIONI.....	183
BIBLIOGRAFIA	189

SITOGRAFIA	190
ALLEGATO I – SCHEDE DI ANALISI DEL PATRIMONIO EDILIZIO	191
RINGRAZIAMENTI	214

INTRODUZIONE

Il presente elaborato di tesi ha come obiettivo principale l'analisi per la riqualificazione energetica degli edifici residenziali presenti all'interno del territorio del Parco Regionale di Montevicchia e della Valle del Curone, tramite l'identificazione di un edificio rappresentativo, l'analisi delle alternative di intervento e il successivo ampliamento delle soluzioni agli altri edifici.

A questo scopo verranno analizzati i dati relativi al patrimonio edilizio del parco, così da identificare un edificio che possa ritenersi rappresentativo e che quindi fornirà la base per le successive analisi. Si andranno così a calcolare le prestazioni energetiche attuali dell'edificio prescelto, in modo da stabilire il punto di partenza per la successiva analisi delle alternative di intervento.

La simulazione dello stato di fatto, così come le successive ipotesi di progetto, saranno fatte con il software CENED+, strumento per la certificazione energetica degli edifici della Regione Lombardia, così da determinare la classe energetica di appartenenza dopo l'applicazione delle diverse alternative.

La metodologia di calcolo si basa principalmente sulle norme UNI TS 11300, le quali forniscono un metodo di calcolo per le prestazioni energetiche degli edifici e sul DR 5796 che, basandosi su tale norma, unisce la metodologia con le disposizioni in termini di efficienza energetica degli edifici in vigore in Regione Lombardia, date dal DGR 8745.

Le alternative di progetto seguiranno una logica basata sul miglioramento progressivo delle prestazioni energetiche del modello individuato e, in particolare, saranno analizzate cinque macro alternative:

1. Interventi sull'involucro edilizio per il rispetto dei limiti di legge;
2. Miglioramento dell'efficienza del sistema di generazione con l'installazione di una caldaia a condensazione;
3. Installazione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili e, in particolare, di un impianto solare termico e fotovoltaico;
4. Raggiungimento degli obiettivi Passivhaus per la progettazione di case passive;
5. Trasformazione del modello in un edificio quasi a zero energia .

La fase finale consisterà nella valutazione economica degli interventi, calcolando i costi per ciascuno di essi e il loro relativo risparmio monetario annuale e successivamente verranno calcolati i benefici portati dall'ampliamento delle soluzioni agli altri edifici del Parco. Tali benefici verranno calcolati in base alla diminuzione della domanda di fabbisogno di energia primaria per usi termici e in termini di riduzione di emissioni di CO₂ equivalente.

In quest'ottica questo progetto non solo prevede opere di tipo strutturale, ma punta ad una trasformazione sostanziale del territorio del Parco del Curone, con indubbi benefici a livello ambientale derivanti dalle migliori prestazioni energetiche degli edifici.

1. – INQUADRAMENTO TERRITORIALE

1.1 – IL PARCO REGIONALE DI MONTEVECCHIA E DELLA VALLE DEL CURONE

Il Parco Regionale di Montevicchia e della Valle del Curone è stato istituito nel 1983 (Legge Regionale n. 77 del 16/09/1983), nell'ambito del Piano Generale delle Aree Protette della Regione Lombardia. La sua superficie iniziale di 1600 ettari è stata portata a 2400 con la Legge Regionale del 1995 che ha adottato il Piano Territoriale di Coordinamento, ed occupa l'estremo lembo verde della Brianza Orientale, ai margini dell'area milanese. Il suo territorio interessa, in tutto o in parte, dieci Comuni: Cernusco Lombardone, Lomagna, Missaglia, Montevicchia, Olgiate Molgora, Osnago, Perego, Rovagnate, Sirtori, Viganò.

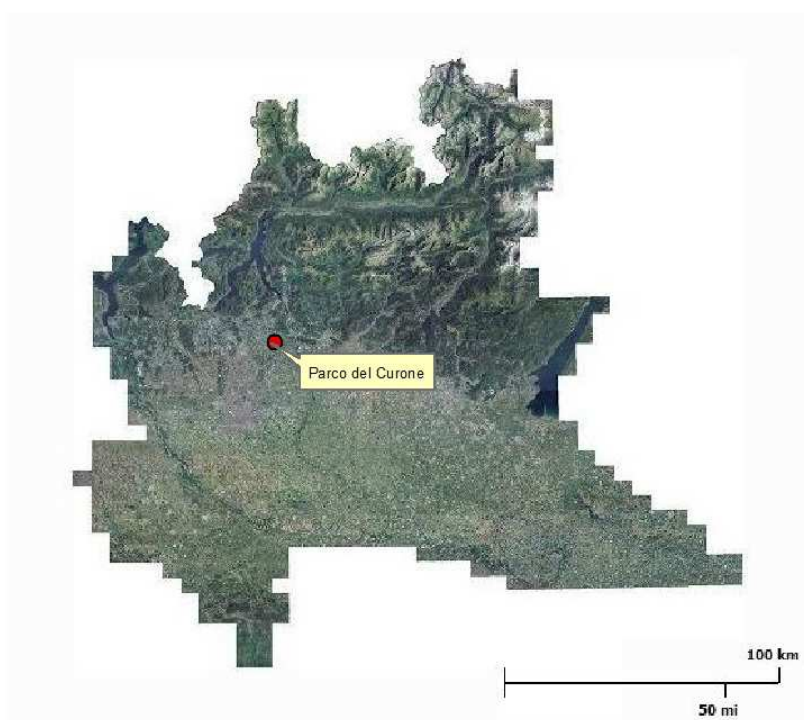


Fig. 1.1.1 – inquadramento territoriale del Parco del Curone

Il Parco è classificato, a livello regionale, come "agricolo - forestale" in virtù delle sue caratteristiche preminenti; non è una riserva integrale, ma un'area molto diversificata in cui sono presenti, oltre a zone di rilevante interesse ambientale, anche centri urbani, insediamenti produttivi, aree destinate all'agricoltura e all'allevamento accanto a monumenti architettonici di grande valore artistico e culturale. Il Parco deve garantire che i delicati equilibri dell'area naturale permangano, nonostante le generali necessità di urbanizzazione e industrializzazione della Brianza.

Inoltre il Parco si fa promotore della riqualificazione dell'area protetta, dell'educazione ambientale, della ricerca scientifica e dell'uso sociale del territorio, proteggendo e incentivando le attività agro – silvo – pastorali compatibili con l'ambiente.

All'interno del Parco è individuata una Riserva Naturale parziale, chiamata "della Valle di Santa Croce e dell'alta valle del Curone". Interessa le zone più selvagge del parco, dove ci sono i boschi più estesi.

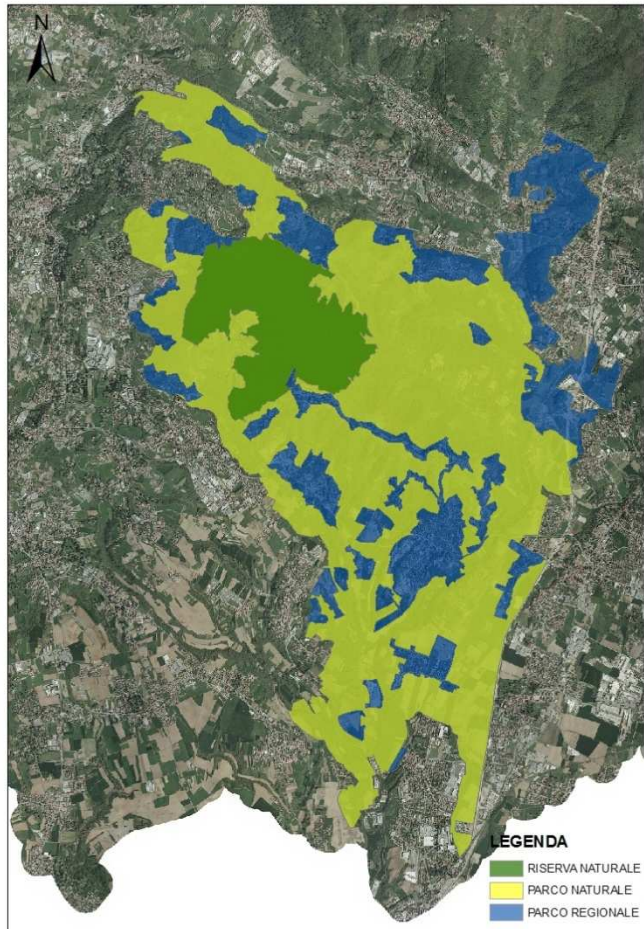


Fig.1.1.2 – identificazione dell'area del Parco del Curone e delle sue riserve

Il territorio agricolo è pari ad oltre un terzo dell'intera estensione, raggiungendo uno sviluppo di circa 900 ettari. La rimanente quota è identificabile nelle superfici a bosco, ammontanti a 1.042 ettari, lasciando quindi i residui 409 alle aree urbanizzate, alle superfici improduttive ed agli insediamenti artigianali e produttivi.

In tabella vengono riportate, per ciascun comune appartenente al territorio del parco, le superfici ad uso agricolo, boschivo e il rimanente utilizzato per altri scopi.

COMUNE	SUP. AGRICOLA(ha)	SUP. BOSCHIVA(ha)	SUP. ALTRO (ha)
Cernusco Lombardone	106.3	28	33
Lomagna	89.5	36	11
Missaglia	161	240	78
Montevecchia	195	249	137
Olgiate Molgora	35.3	65	26
Osnago	95.8	29	23
Perego	94.5	161	28
Rovagnate	79.2	106	39
Sirtori	40.4	95	34
Viganò	6.8	35	0
TOTALE	903.8	1042	409

Tab.1.1.1 – superfici ad uso agricolo, boschivo e altro per i diversi Comuni del parco

La gestione del Parco di Montevecchia e della valle del Curone è affidata ad un Consorzio, di cui fanno parte i dieci comuni dell'area.

Questo parco, se pur di ridotte dimensioni, rappresenta una preziosa risorsa per la zona. Esso infatti risulta essere l'ultimo sito di rilevante interesse ambientale a conservare aree boschive incontaminate e diverse specie animali, prima della megalopoli milanese. L'altitudine minima toccata dal territorio del parco corrisponde a 242 m s.l.m., quella massima a 497 m s.l.m., per un dislivello altimetrico complessivo di 255 m.

1.1.1– LA FLORA E LA FAUNA

L'area del Parco è caratterizzata da vegetazione che circonda le aree urbanizzate e le aree destinate all'agricoltura. Fino ad un paio di secoli fa le aree agricole dovevano essere molto più estese, a giudicare dall'intensa attività di bonifica e terrazzamento che è stata eseguita nel corso dei secoli. L'abbandono del territorio e nella seconda metà nel Novecento e la crisi dell'agricoltura ha fatto sì che le aree a bosco tornassero a coprire la maggior parte del territorio del Parco. Questo ha permesso la sopravvivenza nel territorio del Parco di numerose specie di alberi e di flora spontanea.

Nel Parco sono state censite ad oggi più di 950 specie di piante erbacee e legnose. A seguito della raccolta indiscriminata negli anni e della continua trasformazione dei terreni, alcune specie sono diventate a rischio di estinzione e pertanto oggetto di protezione da parte della Legge Regionale n. 10/2008.

Tra le specie protette, ogni Amministrazione Provinciale segnala quelle presenti nel proprio territorio di cui, per rarità con cui si presentano, si ritiene opportuno vietare la raccolta.

Per la Provincia di Lecco tali specie sono 21 e sono state individuate con Decreto n. 1591 del 20/01/2000 del Presidente della Provincia.

L'antropizzazione del territorio con la conseguente diminuzione delle zone boschive, ha determinato una notevole diminuzione degli animali del Parco. In particolare ne sono stati danneggiati i grossi mammiferi, totalmente scomparsi, i rapaci e i rettili. Il legame che esiste tra le varie specie fa sì che con la scomparsa di un animale anche altri ne risentano. Il territorio ha subito profonde modifiche legate prima alle attività agricole e poi all'industrializzazione, con bonifiche dei vari ambienti che hanno profondamente modificato

l'habitat degli animali. Nonostante tutto, nel Parco si possono osservare diverse specie di animali, grazie al relativo isolamento di cui gode il territorio e la tutela che da anni viene esercitata dal Parco.

1.1.2 – I BOSCHI

I boschi ricoprono la maggior parte del territorio del Parco. Il complesso boscato Valle del Curone - Valle Santa Croce - Viganò, rappresenta l'ultima superficie forestale di considerevoli dimensioni in continuità con le formazioni boscate dei rilievi prealpini. Questa continuità è infatti interrotta, verso nord, solo da percorsi stradali ed insediamenti di modeste dimensioni, tali comunque da non impedire il collegamento fra le cenosi forestali.

La maggior parte dei boschi del Parco sono di proprietà privata, per cui molti di essi vengono gestiti al fine di ottenere legname. Dall'istituzione dell'area protetta, si attua una gestione controllata delle zone boschive, con interventi tendenti alla conservazione e alla ricostituzione della vegetazione in equilibrio con l'ambiente. I prelievi sono dimensionati in modo da garantire condizioni di densità, copertura, composizione e struttura, capaci di favorire l'evoluzione dei boschi verso la maturità ecologica (climax).

1.1.3 – IL PAESAGGIO

Il crinale della collina di Montevicchia, dove si congiungono i boschi della Valle del Curone e della Valle Santa Croce, rappresenta il "cuore verde" di questo Parco nato per tutelare i valori naturalistici e paesaggistici di questo territorio inserito in una Brianza molto urbanizzata. Questo Parco presenta, oltre a zone di grande interesse ambientale e naturalistico, anche aspetti culturali di elevato pregio legati alla storia dell'uomo che ha cercato di integrarsi in questo ambiente, lasciando testimonianze di edifici rurali, manufatti, tecniche di coltivazione e utilizzo del territorio, vie di comunicazione e tradizioni popolari.

Inoltre il Parco cerca di soddisfare le esigenze di tutela dell'ambiente naturale integrandole con il benessere dell'uomo che vive sul territorio, in modo da portare avanti un modello di sviluppo compatibile tra attività umana e natura.

Anche l'agricoltura, attività economica legata a questo territorio, si è diversificata in relazione al differente aspetto geomorfologico assunto dall'area del Parco, come conseguenza degli eventi geologici diversi che hanno interessato l'area protetta.

All'interno del territorio del Parco è possibile riconoscere due zone con caratteristiche diverse: la parte settentrionale ha un aspetto più aspro con rilievi collinari e valli con versanti ripidi. Nella zona collinare di Montevicchia, prevalentemente terrazzata, è praticata la viticoltura, la coltura vivaistica e la coltivazione di piante aromatiche. Sempre nella zona settentrionale del Parco troviamo un ambiente che merita una particolare tutela, la Riserva Naturale di Valle Santa Croce e Alta Valle del Curone dove l'area collinare è ricoperta da estese superfici boscate.

All'interno della Riserva Naturale nascono due torrenti molto importanti per l'idrologia dell'area protetta: il torrente Curone ed il torrente Molgoretta che attraversano da nord a sud tutta l'area del Parco. Risalendone il corso si possono attraversare i diversi ambienti geologici presenti ed avere una chiara lettura dell'evoluzione del territorio.

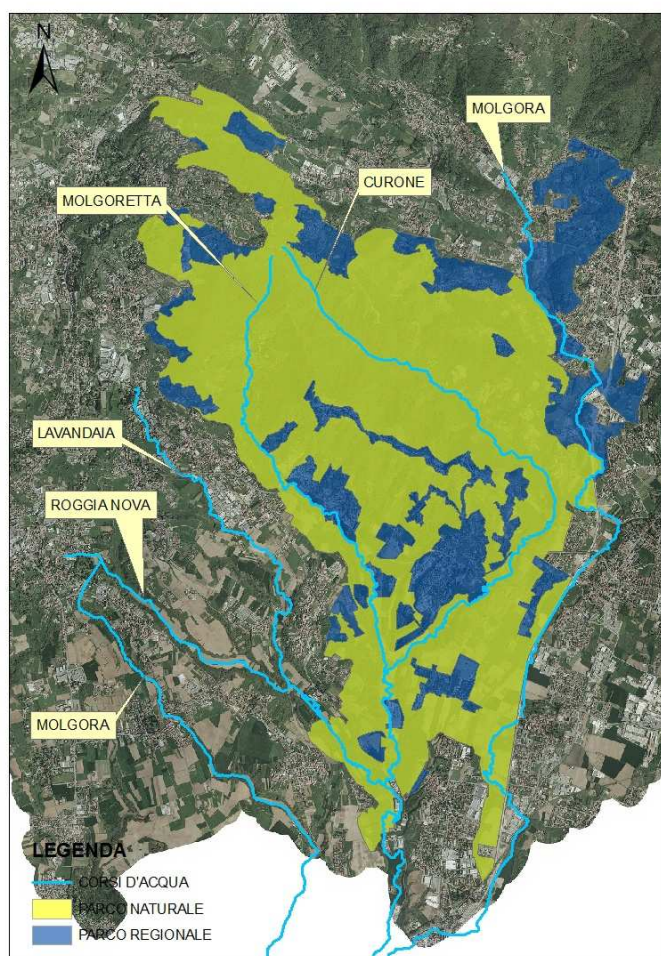


Fig.1.1.3.1 – identificazione dei corsi d’acqua

1.1.4 – L’AGRICOLTURA

L'agricoltura praticata nel Parco di Montevécchia comprende una molteplice gamma di attività ed ambienti, tali da racchiudere in sé uno "spaccato" quasi completo di tecniche, prodotti, terreni e risorse. Nel Parco non c'è una coltura dominante, una spiccata specializzazione od uno standard comune, bensì una miriade di situazioni differenti che aumentano significativamente la biodiversità e la ricchezza del patrimonio rurale locale. Il censimento agricolo effettuato ha individuato 97 aziende presenti nel Parco, riportate nella seguente tabella:

COMUNE	N° AZIENDE
Cernusco Lombardone	9
Lomagna	3
Missaglia	26
Montevécchia	23
Olgiate Molgora	9
Osnago	5
Perego	8
Rovagnate	6
Sirtori	6
Viganò	2
TOTALE	97

Tab.1.1.4.1 – numero delle aziende agricole nei diversi comuni del parco

Nell'area agricola pianeggiante del Parco (circa 400 ha) si trovano tipicamente le aziende cerealicole zootecniche, con allevamenti di bovini da latte, alimentati con una base di mais, foraggio ed orzo coltivati in rotazione negli estesi seminativi.

In ambito collinare (circa 500 ha), oltre alle erbe officinali ed ai vigneti, trovano spazio attività legate all'apicoltura, agli allevamenti ovi-caprini, alla coltivazione di piccoli frutti, alle primizie (piselli, taccole.).

A tutto ciò bisogna aggiungere una serie di tradizioni "rurali" ancora radicate, come la presenza del maiale (salumi) e di altri animali da cortile, i formaggini freschi sia di capra che di latte vaccino, i pali di castagno per i vigneti, la manutenzione dei muretti a secco in pietra locale..

La zona meridionale è caratterizzata da un tipo di coltura tipicamente di pianura, con notevoli estensioni destinate alla produzione di cereali, quali il granoturco ed il mais. A tali colture si devono aggiungere i terreni destinati a prato stabile, utilizzati per le rotazioni annuali o per il pascolo del bestiame.

In tabella vengono riportati i diversi tipi di coltura presenti all'interno del territorio del parco, con le relative superfici:

COLTURA	SUPERFICIE (ha)
Frutteto	3.3
Incolto	66.1
Erbe officinali	18.3
Orticole	22.2
Pascolo	29.9
Prato	300.8
Prato arborato	46.5
Riposo	17.6
Seminativo	279.7
Seminativo arborato	11.6
Vigneto/erbe officinali	18.5
Vigneto	36.9
Vivaio	52.4
TOTALE	903.8

Tab.1.1.1.2 – superficie coltivata per le diverse colture tipiche

2.ANALISI DELLO STATO DI FATTO DEL PATRIMONIO EDILIZIO

2.1 – CENSIMENTO DEGLI EDIFICI

Le molte cascine presenti nel territorio del Parco oggi sono spesso abbandonate in seguito al generale declino dell'attività agricola, mentre un tempo erano dimora delle numerose famiglie contadine del luogo. In passato erano quindi il centro di un'intensa attività agricola, dimostrata anche dai terrazzamenti della collina, creati per rendere più facile la lavorazione del terreno.

Questi edifici rurali rappresentano ai giorni nostri un patrimonio storico e culturale di importante valore da conservare e preservare perché significativa testimonianza della vita contadina del passato.

Nel Parco sono presenti diverse tipologie di edilizia rurale: la più comune è una semplice cascina su due piani dove al piano terra si trova la stalla e nel loggiato superiore c'è il fienile. Anche gli edifici religiosi assumono grande importanza nell'architettura di questa zona in quanto ricordano la vitalità religiosa della popolazione locale, che si esprimeva nel realizzare queste opere di interesse collettivo. Di spicco tra le Chiese del territorio è il Santuario della Beata Vergine del Carmelo posto sul punto più elevato della collina di Montevocchia: sicuramente per la sua posizione morfologica emergente ha ricoperto una funzione di riferimento per gli abitanti delle zone limitrofe nel corso dei secoli.

Tuttavia ad oggi sono presenti, insieme agli edifici tradizionali, anche diversi edifici moderni figli dell'urbanizzazione, seppur limitata, all'interno dell'area del Parco. Si possono trovare quindi edifici residenziali, e non, di tutti i decenni passati con le relative caratteristiche costruttive.

Gli edifici di interesse per il progetto di analisi di riqualificazione energetica, sono quelli che sono presenti all'interno dell'area a Parco Naturale istituita dalla Regione Lombardia nel 2008 con la Legge Regionale 13/2008, che ha approvato i confini e ampliato l'area a Parco Regionale.

La raccolta sul patrimonio edilizio si è concentrata sugli edifici ad uso completamente residenziale o la cui funzione principale sia proprio quella residenziale. Sono stati quindi presi in considerazione anche edifici parzialmente adibiti ad attività ricettive di vario genere (B&B, agriturismi, albergo/pensione) ed edifici tradizionali con parti adibite a rustico.

Sono invece stati esclusi dal censimento tutti gli edifici che non presentavano una destinazione d'uso di tipo residenziale, per i quali non è stata fatta alcuna raccolta dati e quindi nel database sono riportati senza nessuna descrizione.

Successivamente è stato creato un database nel quale sono stati numerati in successione gli edifici censiti e, a ciascun edificio, sono stati associati degli attributi per la sua identificazione sul territorio e le sue caratteristiche principali.

I campi del database sono così identificabili:

1. UBICAZIONE: contenente il nome del Comune, la località e l'indirizzo dell'edificio in esame;
2. PERIODO DI COSTRUZIONE: sono state individuate 4 soglie storiche in cui suddividere gli edifici a seconda del periodo in cui sono stati costruiti. Le classi sono così identificabili:
 - Ante 1950;
 - 1950 – 1991;
 - 1991 – 2006;
 - Post 2006;

3. TIPOLOGIA EDILIZIA: sono state individuate le seguente tipologie edilizie:
 - Edificio singolo monofamiliare;
 - Edificio singolo bifamiliare o plurifamiliare;
 - Edificio a schiera plurifamiliare;
 - Edificio in linea plurifamiliare;
 - Edificio a torre (con più di 3 piani fuori terra) plurifamiliare;
 - Edificio rurale di tipo A: esclusivamente ad uso residenziale;
 - Edificio rurale di tipo B: ad uso residenziale con parte a rustico e/o uso agricolo;
4. FORMA IN PIANTA: sono state individuate le seguenti tipologie:
 - RETTANGOLARE;
 - QUADRATA;
 - A C;
 - A L;
5. SUPERFICIE IN PIANTA: questo dato (come valore in m² di superficie lorda) è stato individuato dall'ortofoto sull' ingombro in pianta dell'edificio. Bisognerà quindi considerare un coefficiente di riduzione che tiene conto dello sporto del tetto per calcolare la corretta superficie in pianta dell'edificio considerato.
6. NUMERO DI PIANI FUORI TERRA ABITATI: non viene qui considerato il sottotetto.
7. SOTTOTETTO ABITATO: viene indicata la presenza o meno del sottotetto.
8. ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: viene considerato l'orientamento del lato più lungo dell'edificio(punto cardinale verso il quale è diretta la normale alla facciata principale, più lunga e con maggiore affaccio libero) e vengono considerate 8 possibili orientamenti:
 - NORD;
 - SUD;
 - OVEST;
 - EST;
 - NORD/EST:
 - NORD/OVEST;
 - SUD/EST;
 - SUD/OVEST
9. NOTE: vengono indicate le specifiche sulle destinazioni d'uso totali o parziali dell'edificio e ogni altra sua particolarità.

Ai fini dell'analisi energetica si è scelto di suddividere il Parco in 5 macro aree, omogenee per caratteristiche termiche e microclimatiche, che sono, da sud a nord:

1. Osnago / Lomagna / Cernusco Lombardone, pianalto;
2. Montevicchia / Missaglia, versante sud;
3. Montevicchia, versante nord;
4. Rovagnate / Sirtori, versante sud;
5. Rovagnate / Olgiate Molgora, versante nord

Si riporta, di seguito, una descrizione sintetica delle caratteristiche territoriali e climatiche delle singole macroaree:

1. OSNAGO / LOMAGNA / CERNUSCO LOMBARDONE, PIANALTO: ambiente di collina di contesto geografico dell'alta pianura lombarda, caratterizzato da ampi terrazzi e pianalti con diffusa presenza di coltivi, sviluppatisi attorno a nuclei rurali di antico impianto, quali le località Orane e Trecate; si rileva la presenza anche di alcuni cascinali singoli, per la maggior parte di recente ristrutturazione ad uso residenziale;

2. MONTEVECCHIA / MISSAGLIA, VERSANTE SUD: il versante sud del colle di Montevvecchia è caratterizzato dalla presenza di terrazzamenti, con prevalente esposizione a sud. In quest'area si sviluppa, lungo la direttrice d'accesso al colle e sulla sommità, il centro abitato di Montevvecchia Alta; tale insediamento non è però ricompreso nell'analisi poiché azzonato in area a Parco Regionale. Si riscontra la presenza di cascine singole, alcune con rustici annessi.
In questa macroarea è ricompresa anche la piccola Valle Santa Croce, che si sviluppa a nord dell'abitato di Missaglia; in questa zona, è presente un nucleo rurale a fondovalle e alcune cascine isolate (ora adibite a residenza) su entrambi i versanti;
3. MONTEVECCHIA, VERSANTE NORD: il versante nord della Valle del Curone è caratterizzato da ampie superfici boscate con pochi edifici residenziali e cascine con annessi rustici, tra cui i nuclei rurali di Valfredda, Cascina Gaidana e Cascina Brughè; è ubicato in quest'area anche il Centro Parco presso la cascina Cà del Soldato.
L'esposizione del versante completamente a nord ed il clima caratterizzato da temperature nettamente inferiori al versante sud non ha favorito l'insediamento umano;
4. ROVAGNATE / SIRTORI, VERSANTE SUD: il versante sud della Valle del Curone raggiunge altitudini lievemente inferiori rispetto al colle di Montevvecchia, ma presenta ugualmente una favorevole esposizione a sud, con terrazzamenti coltivati prevalentemente a vigneto. Sono presenti nuclei rurali articolati in più edifici, alcuni adibiti a residenze, con la presenza in alcuni casi di attività ricettive (ristoranti, agriturismi, quale, ad esempio, il nucleo di Galbusera Nera), altri invece di servizio alle attività agricole (Cascina Malnido), così come cascine singole (per esempio, Cascina Busarengo, Cascina Scarpata).
È stato escluso dall'analisi e dalla raccolta dati l'intero nucleo rurale di Galbusera Bianca, in quanto attualmente oggetto di un importante intervento di riqualificazione edilizia ed urbanistica che recupererà interamente il patrimonio edilizio della frazione;
5. ROVAGNATE / OLGiate MOLGORA, VERSANTE NORD: il versante che sale a nord fino a lambire i centri abitati dei Comuni di Perego, Rovagnate (a nord) e di Sirtori (a nord-ovest) è anch'esso caratterizzato da terrazzamenti, boscati per la maggior parte. I principali nuclei residenziali compresi in questa macroarea sono però azzonati in Parco Regionale, pertanto non oggetto d'analisi. È stato escluso dal censimento anche il nucleo di Villa Besana ed edifici annessi alla villa ubicati in Comune di Sirtori, in quanto edifici sottoposti a vincolo monumentale.
Importante nucleo rurale invece oggetto di analisi è l'articolato insediamento della località Ceregallo, anch'esso in territorio comunale di Sirtori

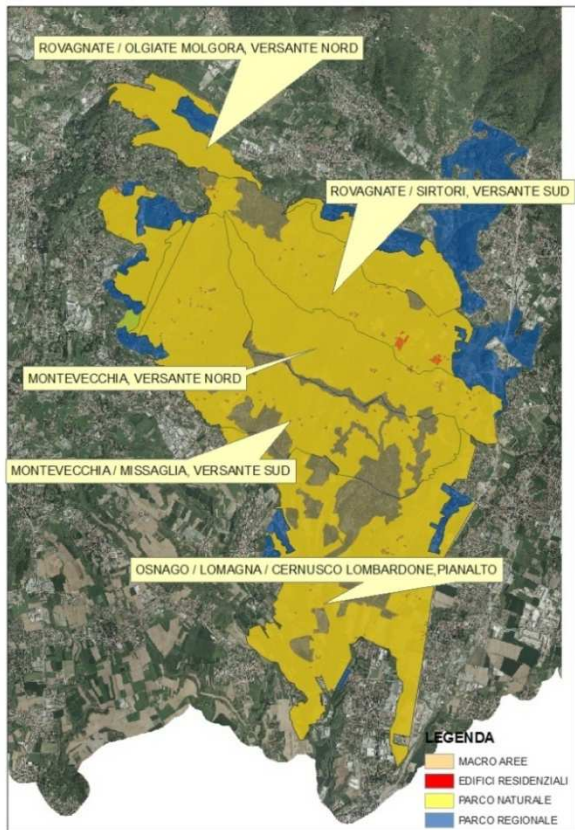
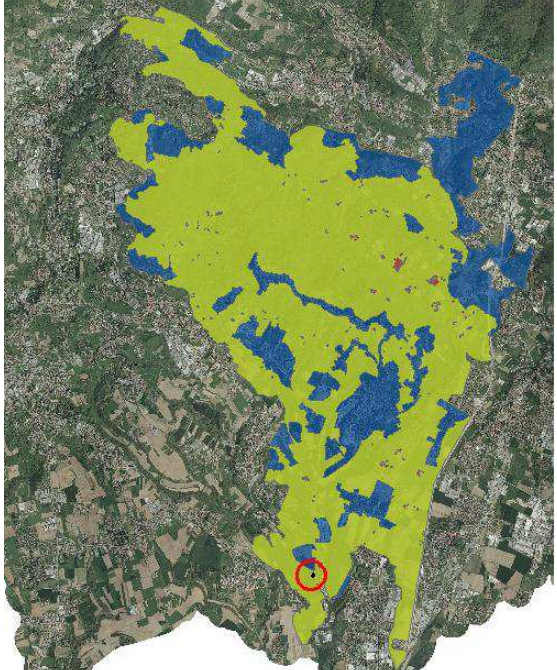


Fig.2.1.1 – identificazione delle zone micro climatiche

Per dare migliore leggibilità ai dati contenuti nel database, sono state compilate delle schede di analisi per alcuni edifici rappresentativi tra tutti quelli censiti.

Nelle schede di analisi sono riportati tutti i dati relativi all'edificio in esame in maniera schematica e in più è presente il dato relativo alla superficie lorda riscaldata e un'immagine che permette di collocare sul territorio l'edificio che si sta considerando.

Di seguito si riporta un esempio di scheda di analisi.

<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 1</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: LOMAGNA FRAZIONE: TRICODAGLIO VIA: RAFFAELLO SANZIO</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE DELL'IMPRONTA IN PIANTA: 260 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 585,39 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input checked="" type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE <input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input checked="" type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO: <input checked="" type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>CASCINA RISTRUTTURATA AD EDIFICIO RESIDENZIALE CON PARTE DESTINATA A RISTORANTE</p>
	

2.2 – ELABORAZIONE DEI DATI

Successivamente alla fase di raccolta dati da parte del Parco, sono state svolte alcune analisi sugli stessi, in modo da caratterizzare ulteriormente gli edifici censiti.

2.2.1 – NUMERO DI EDIFICI PER PERIODO DI COSTRUZIONE

Per prima cosa è stato analizzato il numero di edifici per periodo di costruzione, in modo da poter avere un'idea dell'età degli edifici presenti nel parco e quindi delle loro caratteristiche costruttive ed energetiche. In questa prima fase sono state prese in considerazione tutte le micro classi, le quali prevedono anche l'indicazione del periodo di eventuali ristrutturazioni, indicate nella tabella con la lettera R.

PERIODO DI COSTRUZIONE	NUMERO EDIFICI
EDIFICI NON RESIDENZIALI	102
1950-1991	63
1950-1991 (anni '80)	9
1950-1991, R anni '80	2
1991-2006	13
1991-2006 R post 2006	1
ante 1950	17
ante 1950, ma R 2006	1
ante 1950, parte R ante 1991	1
ante 1950, R 1991-2006	18
ante 1950, R 2000	1
ante 1950, R 2001-2006	2
ante 1950, R 2007	1
ante 1950, R anni '70	2
ante 1950, R anni '80	12
ante 1950, R anni '90	8
ante 1950, R ante 1991	15
ante 1950, R in parte 2007	1
ante 1950, R post 2006	2
ante 1950, R V	1
post 2006	1
R 1991-2006	3
TOTALE	276

Tab.2.2.1.1 – numero di edifici per periodo di costruzione



Grafico 2.2.1.1 – numero di edifici per periodo di costruzione

Come si può vedere dal grafico, la maggior parte degli edifici presenti all'interno dell'area di parco naturale non sono residenziali, mentre tra quelli residenziali la maggior parte è stata costruita tra il 1950 e il 1991. Inoltre gli edifici di costruzione recente rappresentano solo una piccola percentuale del totale.

Dopo questa prima analisi si è scelto di conteggiare gli edifici nelle 4 macro classi definite precedentemente.

In base a questa suddivisione i dati si distribuiscono in questo modo:

CLASSE PERIODO DI COSTRUZIONE	NUMERO EDIFICI
EDIFICI NON RESIDENZIALI	102
ANTE 1950	82
1950-1991	74
1991-2006	17
POST 2006	1
TOTALE	276

Tab.2.2.1.2 – numero di edifici per classe del periodo di costruzione

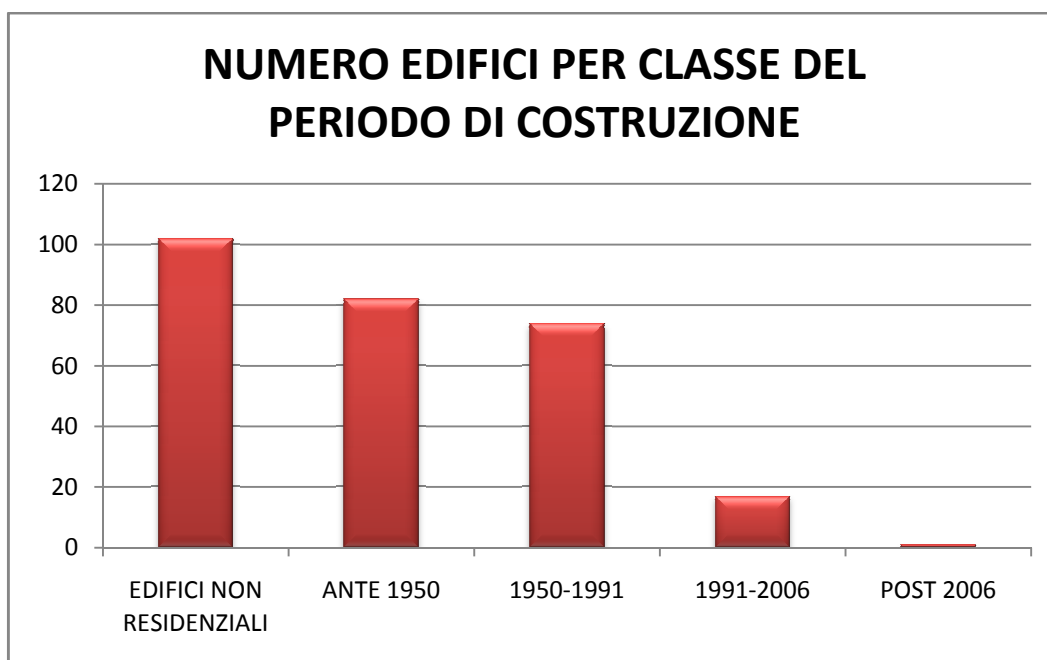


Grafico 2.2.1.2 – numero di edifici per classe del periodo di costruzione

Come ci si poteva aspettare dall'analisi precedente, la maggior parte degli edifici residenziali del Parco sono di vecchia data, e solo una piccola percentuale risale ad un periodo di costruzione successivo al 1991.

2.2.2 –NUMERO DI EDIFICI PER TIPOLOGIA

Un'ulteriore classificazione può essere fatta andando a considerare la tipologia di edifici presenti all'interno del Parco del Curone.

Anche in questo caso l'analisi è stata fatta calcolando il numero totale di edifici per tipologia.

TIPOLOGIA DI EDIFICIO	NUMERO EDIFICI
EDIFICI NON RESIDENZIALI	102
EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE	76
EDIFICIO SINGOLO BIFAMIGLIARE O PLURIFAMIGLIARE	16
EDIFICIO A SCHIERA MONOFAMIGLIARE E PLURIFAMIGLIARE	6
EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE	2
EDIFICIO A TORRE(3+ PIANI FUORI TERRA) PLURIFAMIGLIARE	1
EDIFICIO RURALE DI TIPO A (RESIDENZIALE)	32
EDIFICIO RURALE DI TIPO B (RESIDENZIALE/RUSTICO E/O AGRICOLO)	41
TOTALE	276

Tab. 2.2.2.1 – numero di edifici per tipologia

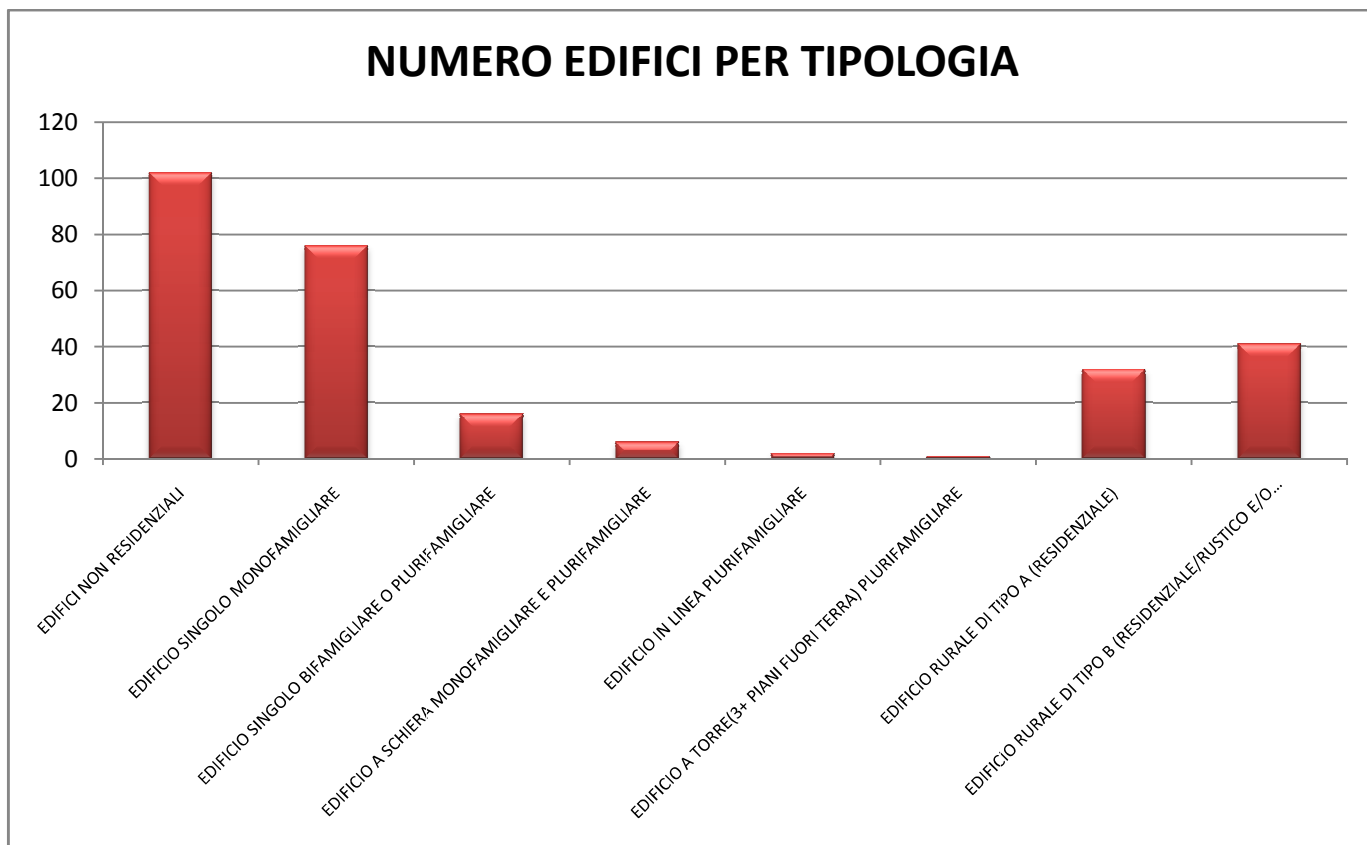


Grafico 2.2.2.1 – numero di edifici per tipologia

Dal grafico si può vedere come la maggior parte degli edifici adibiti ad uso residenziali rientri nella classe "edificio singolo monofamigliare".

2.2.3 – NUMERO DI EDIFICI PER CLASSI DI FORMA IN PIANTA

Successivamente il conteggio degli edifici residenziali è stato fatto considerando le 4 diverse forme considerate nella compilazione del database.

I risultati ottenuti sono riportati in tabella:

FORMA DELL'EDIFICIO	NUMERO EDIFICI
EDIFICI NON RESIDENZIALI	102
RETTANGOLARE	90
QUADRATA	37
A L	43
A C	4
TOTALE	276

Tab.2.2.3.1 – numero di edifici per forma

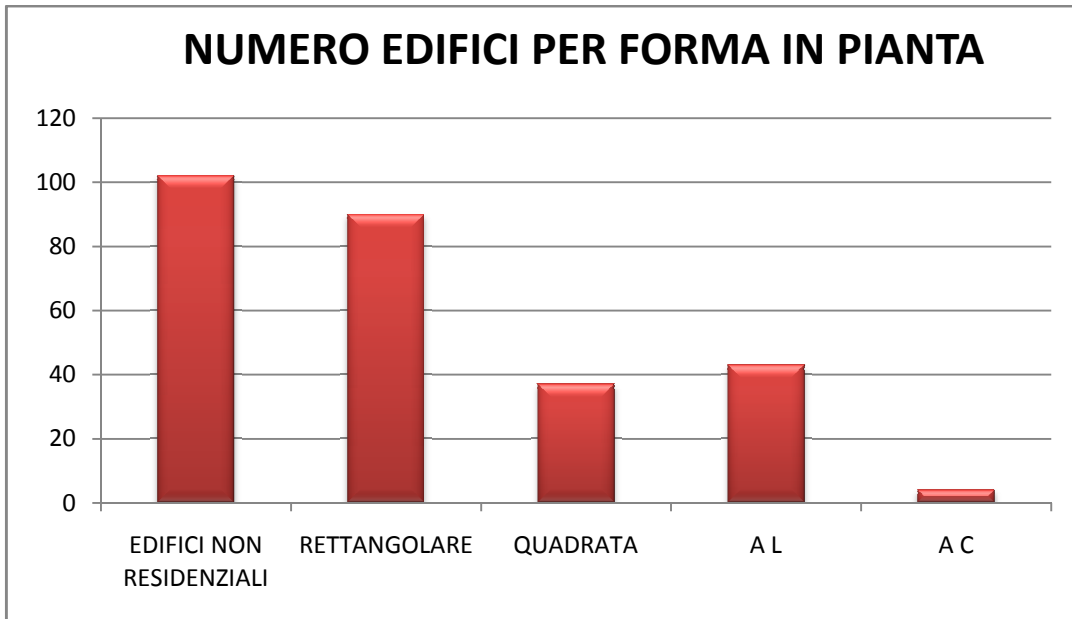


Grafico 2.2.3.1 – numero di edifici per forma

Come si vede dal grafico la forma in pianta principale è quella rettangolare, seguita da quella a L.

2.2.4 – NUMERO DI EDIFICI PER VALORI DI SUPERFICIE LORDA RISCALDATA

I dati di superficie contenuti nel database fornitoci dal Parco sono stati rilevati dall'ortofoto, pertanto i valori che ci sono stati dati comprendono anche lo sporto del tetto. Per poter calcolare la superficie lorda riscaldata è necessario calcolare questa superficie e sottrarla dal dato iniziale.

Avendo solo i valori di superficie e non dei singoli lati di ciascun edificio, si sono dovuti considerare gli edifici di forma quadrata, in modo da poter ricavare il valore del lato da cui sottrarre poi lo sporto del tetto, assunto pari a 70 cm. È stata quindi calcolata la superficie dello sporto da sottrarre al nostro dato di superficie, in modo da avere la superficie dell'edificio senza sporto.

Per ottenere poi la superficie lorda riscaldata, si è moltiplicato il dato ottenuto con la procedura descritta sopra per il numero dei piani e, nel caso fosse presente il sottotetto, per la superficie di quest'ultimo utilizzato al 70%.

Per una migliore leggibilità dei dati ho scelto di suddividere le superfici in classi di 100 m² ed associare a ciascuna classe il numero di edifici in essa contenuti.

SUPERFICIE LORDA RISCALDATA (m²)	NUMERO EDIFICI
EDIFICI NON RESIDENZIALI	105
0-100	9
100-200	21
200-300	29
300-400	31
400-500	25
500-600	17
600-700	10
700-800	9
800-900	5
900-1000	3
OLTRE 1000	12
TOTALE	276

Tab.2.2.4.1 – numero di edifici per classe di superficie lorda riscaldata

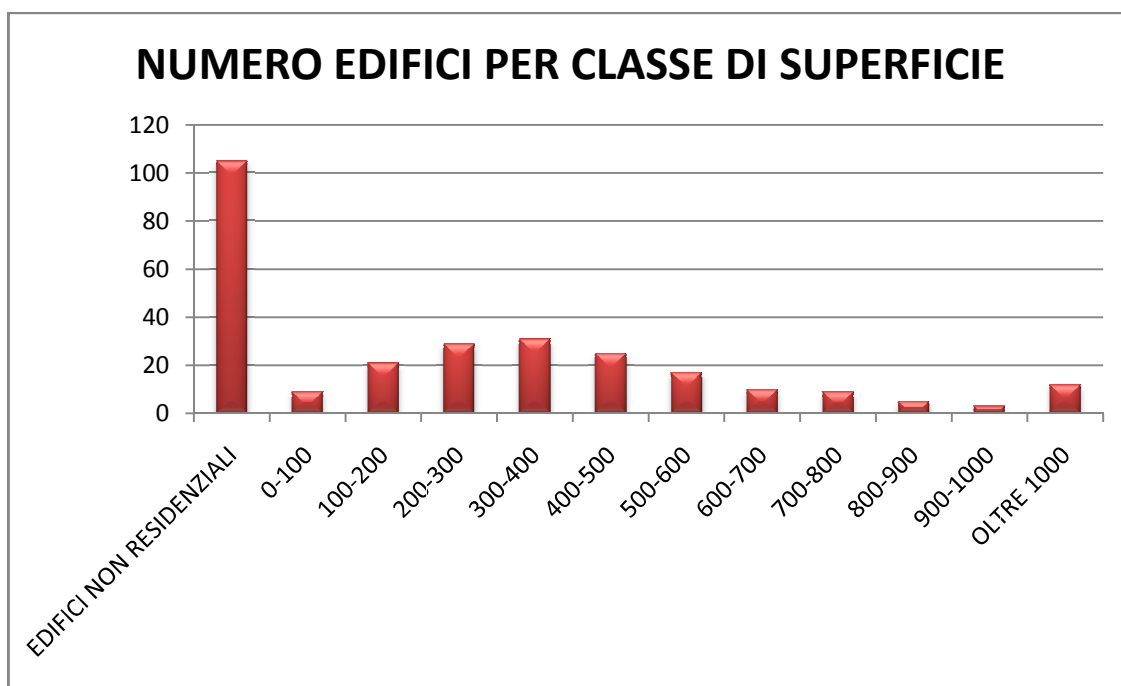


Grafico 2.2.4.1 – numero di edifici per classe di superficie lorda riscaldata

La maggior parte degli edifici rientra nella classe che va dai 300 m² ai 400 m², anche se si può vedere come il range in cui ricade il maggior numero di edifici sia più ampio e comprenda anche le classi dai 100 m² ai 200 m² e quella dai 400 m² ai 500 m².

Oltre a questi si può vedere come ci sia un buon numero di edifici con una superficie molto elevata, addirittura sopra i 600 m², con costruzioni che superano anche i 1000 m².

2.2.5 – NUMERO DI EDIFICI PER NUMERO DI PIANI

Un altro dato utile all'analisi degli edifici del Parco del Curone è sicuramente l'altezza degli edifici, individuata in questa fase con il numero dei piani per ciascuna costruzione.

NUMERO DI PIANI	NUMERO EDIFICI
EDIFICI NON RESIDENZIALI	105
1 PIANO	12
2 PIANI	134
3 PIANI	23
4 PIANI	2
TOTALE	276

Tab.2.2.5.1 – numero di edifici per numero di piani

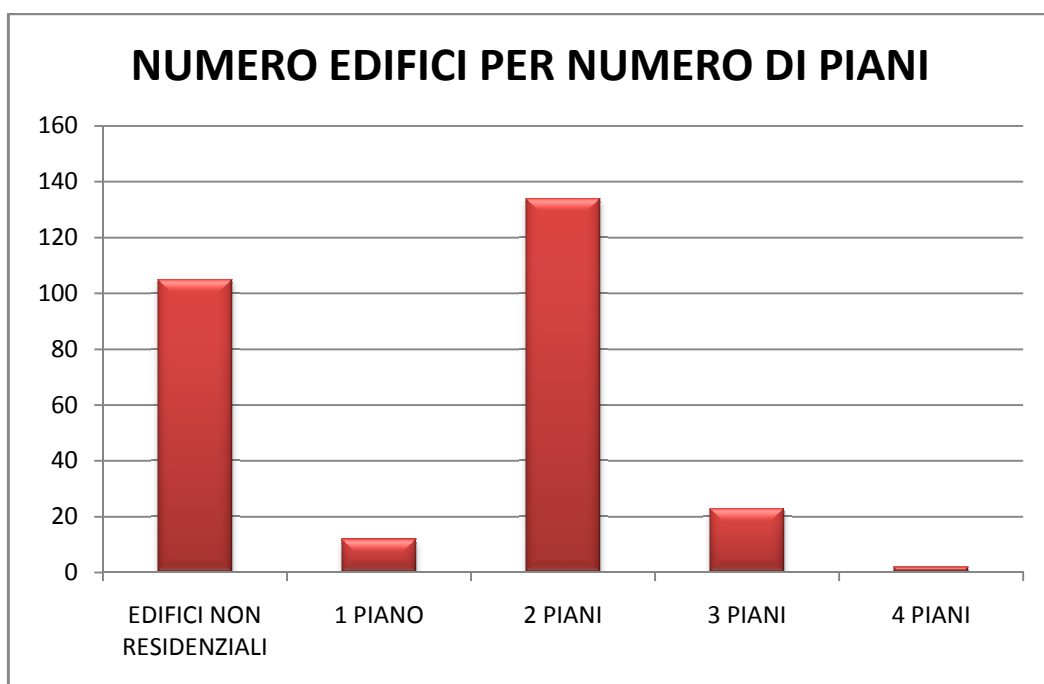


Grafico 2.2.5.1 – numero di edifici per numero di piani

Si può vedere come quasi tutti gli edifici sono di media/bassa altezza, con un numero di piani non superiore a due.

All'altezza va poi aggiunto il sottotetto presente in soli 30 edifici su 276.

2.2.6 – NUMERO DI EDIFICI PER ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE

Ultimo, ma non meno importante, dato per l'analisi degli edifici del parco è l'orientamento che questi hanno. In questa analisi è stato considerato l'orientamento del lato più lungo, cioè, come spiegato in precedenza, il punto cardinale verso cui è diretta la normale alla facciata principale:

ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE	NUMERO EDIFICI
EDIFICI NON RESIDENZIALI	102
NORD	9
SUD	16
OVEST	7
EST	11
NORD/OVEST	11
NORD/EST	31
SUD/OVEST	46
SUD/EST	43
TOTALE	276

Tab.2.2.6.1 – numero di edifici per esposizione della facciata principale

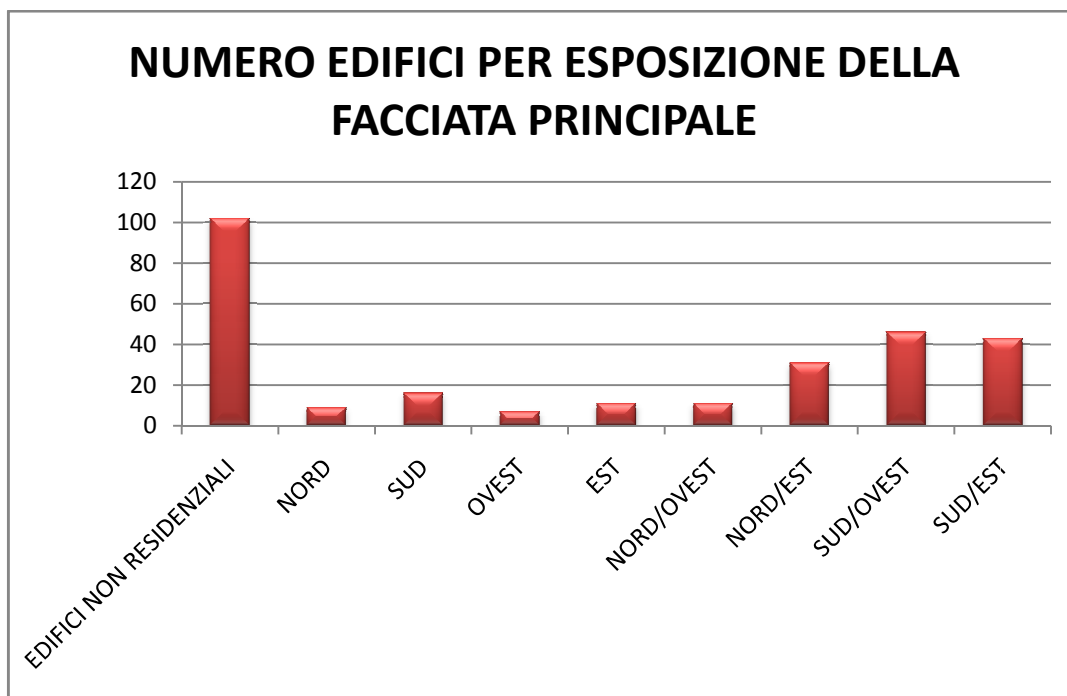


Grafico 2.2.6.1 – numero di edifici per esposizione della facciata principale

Gran parte degli edifici hanno un orientamento sud/ovest o sud/est.

2.2.7 – NUMERO DI EDIFICI PER COMUNE

Il territorio del Parco del Curone interessa 10 Comuni, all'interno dei quali sono sparsi i diversi edifici presi in considerazione in questa analisi. In questo conteggio sono stati considerati tutti gli edifici presenti nel database, anche quelli ad uso non residenziale.

COMUNE DI APPARTENENZA	NUMERO EDIFICI
CERNUSCO LOMBARDONE	25
LOMAGNA	8
MERATE	3
MISSAGLIA	52
MONTEVECCHIA	20
OLGIATE MOLGORA	45
OSNAGO	25
PEREGO	16
ROVAGNATE	52
SIRTORI	30
TOTALE	276

Tab.2.2.7.1 – numero di edifici per comune di appartenenza

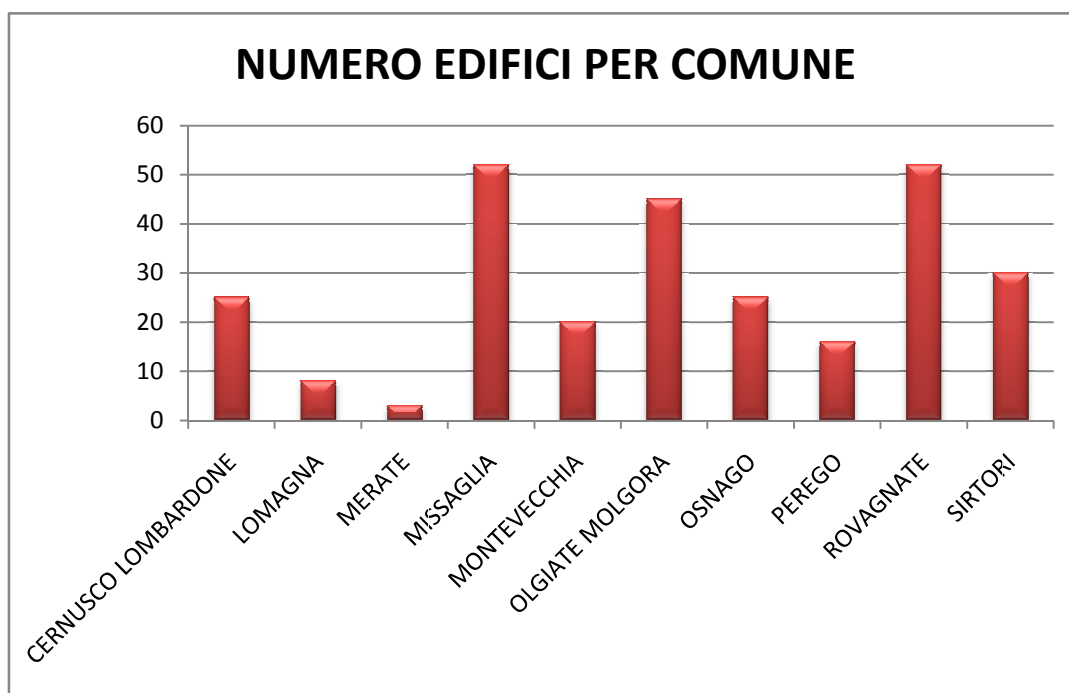


Grafico.2.2.7.1 – numero di edifici per comune di appartenenza

In particolare se si guarda il numero di edifici per comune di appartenenza si può vedere come la maggior parte di essi sia concentrata nei comuni di Missaglia, Olgiate Molgora e Rovagnate.

2.2.8 – INDIVIDUAZIONE DI UN EDIFICIO RAPPRESENTATIVO

Suddividendo la tabella in sottotabelle, si sono cercate delle caratteristiche comuni ad edifici costruiti in uno stesso periodo di tempo, tenendo come riferimento le classi precedentemente definite. Dalle analisi precedenti è risultato che la maggior parte degli edifici residenziali è stata costruita prima del 1950, e quindi si analizzeranno le altre caratteristiche degli edifici in relazione a questo periodo di costruzione per trovare le caratteristiche dell'edificio che possa essere ritenuto rappresentativo della maggior parte degli edifici del parco.

Per questo tipo di analisi si è deciso di non considerare gli edifici non residenziali, concentrandosi invece solo su quelli con destinazione d'uso residenziale.

Concentrandosi sul periodo di costruzione si è cercato se ci fosse una forma o una tipologia preponderante nei diversi periodi considerati.

PERIODO E FORMA	NUMERO EDIFICI
1950-1991	74
A L	14
QUADRATA	25
RETTANGOLARE	35
1991-2006	17
A L	2
QUADRATA	8
RETTANGOLARE	7
ante 1950	82
A C	4
A L	26
QUADRATA	4
RETTANGOLARE	48
post 2006	1
A L	1
TOTALE	174

Tab.2.2.8.1 – numero di edifici per periodo di costruzione e forma

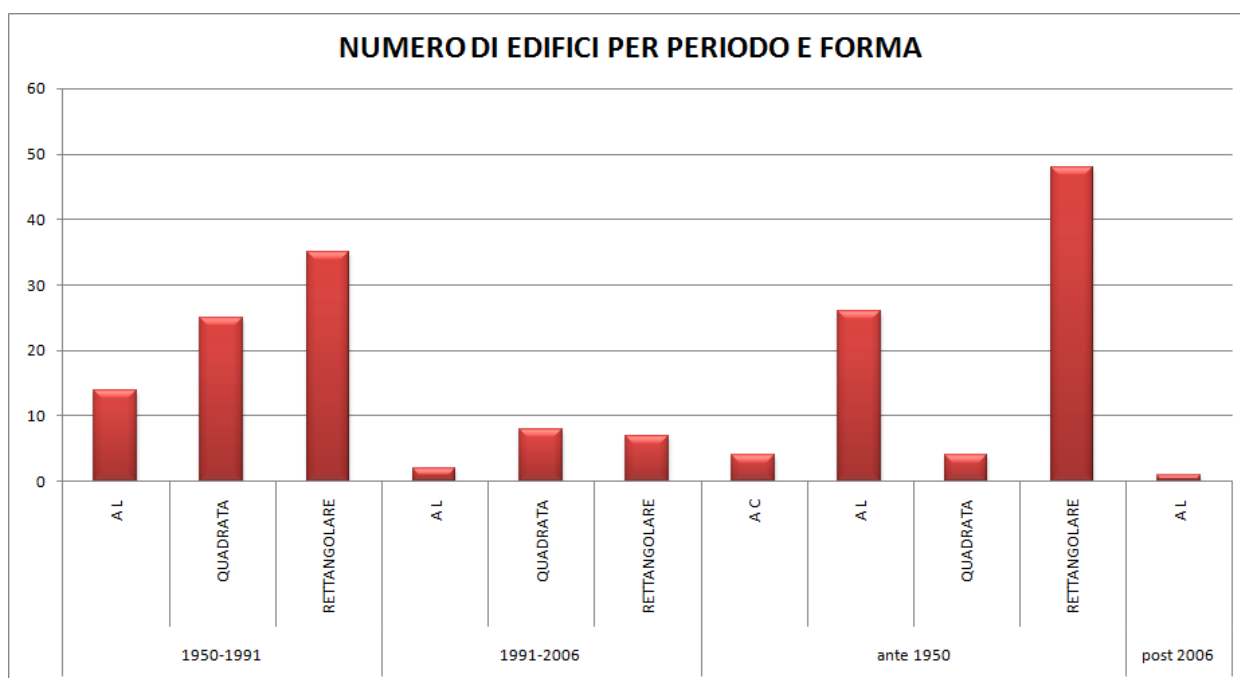


Grafico 2.2.8.1 – numero di edifici per periodo di costruzione e forma

Come si può vedere dal grafico nel periodo ante 1950 la maggior parte degli edifici è a forma rettangolare.

L'analisi successiva si concentra sul numero di edifici per periodo di costruzione e tipologia. Anche in questo caso si è voluto individuare quale fosse la tipologia dominante all'interno della classe "ante 1950".

PERIODO E TIPOLOGIA	NUMERO EDIFICI
1950-1991	74
EDIFICIO A SCHIERA MONOFAMIGLIARE E PLURIFAMIGLIARE	6
EDIFICIO A TORRE(3+ PIANI FUORI TERRA) PLURIFAMIGLIARE	1
EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE	1
EDIFICIO RURALE DI TIPO A (RESIDENZIALE)	1
EDIFICIO SINGOLO BIFAMIGLIARE O PLURIFAMIGLIARE	11
EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE	54
1991-2006	17
EDIFICIO RURALE DI TIPO A (RESIDENZIALE)	1
EDIFICIO RURALE DI TIPO B (RESIDENZIALE/RUSTICO E/O AGRICOLO)	1
EDIFICIO SINGOLO BIFAMIGLIARE O PLURIFAMIGLIARE	3
EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE	12
ante 1950	82
EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE	1
EDIFICIO RURALE DI TIPO A (RESIDENZIALE)	30
EDIFICIO RURALE DI TIPO B (RESIDENZIALE/RUSTICO E/O AGRICOLO)	40
EDIFICIO SINGOLO BIFAMIGLIARE O PLURIFAMIGLIARE	1
EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE	10
post 2006	1
EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE	1
TOTALE	174

Tab.2.2.8.2 – numero di edifici per periodo di costruzione e tipologia

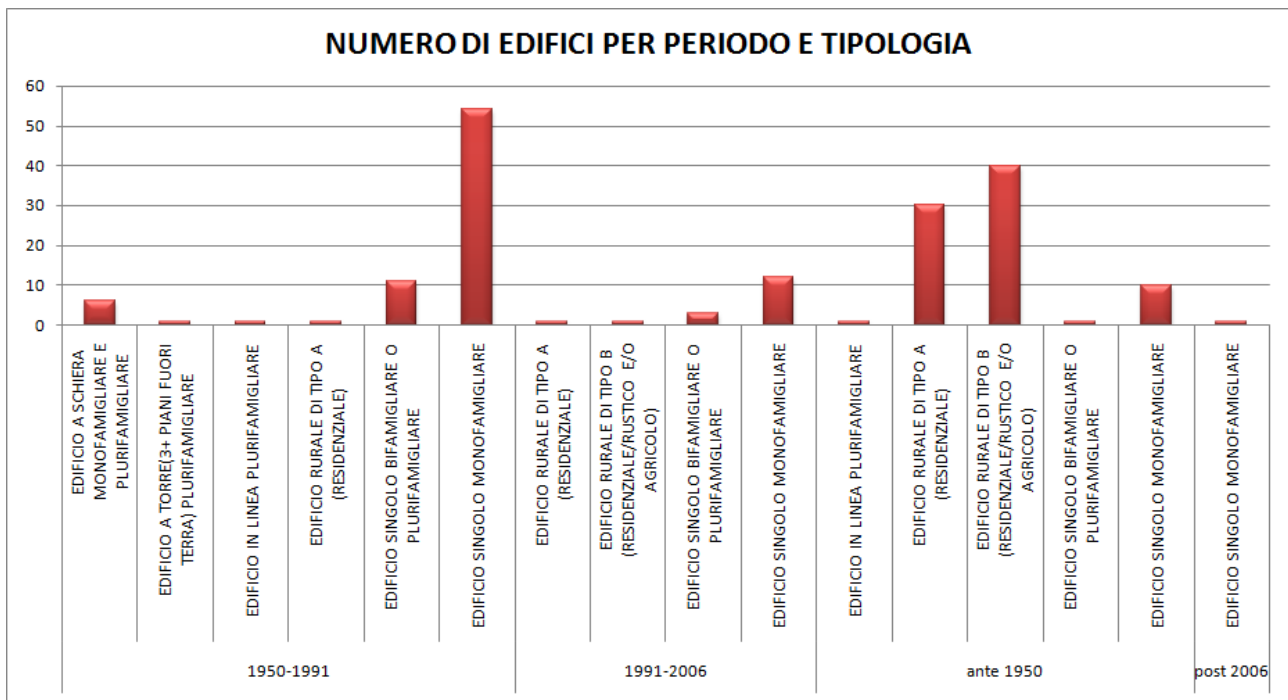


Grafico 2.2.8.2 – numero di edifici per periodo di costruzione e tipologia

Per quanto riguarda le diverse tipologie di edifici si può constatare che nel periodo tra il 1950 e il 1991 sono stati costruiti principalmente edifici ad uso singolo monofamigliare, mentre prima del 1950 edifici classificabili come rurali di tipo residenziale o agricolo.

Classificando poi gli edifici per forma, si è cercato quale fosse l'orientamento principale di quelli a forma rettangolare, che come si è visto nelle analisi precedenti, risulta la forma principale.

FORMA ED ESPOSIZIONE PRINCIPALE	NUMERO DI EDIFICI
A C	4
NORD/EST	1
SUD/OVEST	3
A L	43
EST	1
NORD	4
NORD/EST	9
NORD/OVEST	4
OVEST	2
SUD	6
SUD/EST	7
SUD/OVEST	10
QUADRATA	37
NORD	2
NORD/EST	11
NORD/OVEST	4
OVEST	1
SUD	2
SUD/EST	5
SUD/OVEST	12
RETTANGOLARE	90
EST	10
NORD	3
NORD/EST	10
NORD/OVEST	3
OVEST	4
SUD	8
SUD/EST	30
SUD/OVEST	22
TOTALE	174

Tab.2.2.8.3 – numero di edifici per forma ed esposizione principale

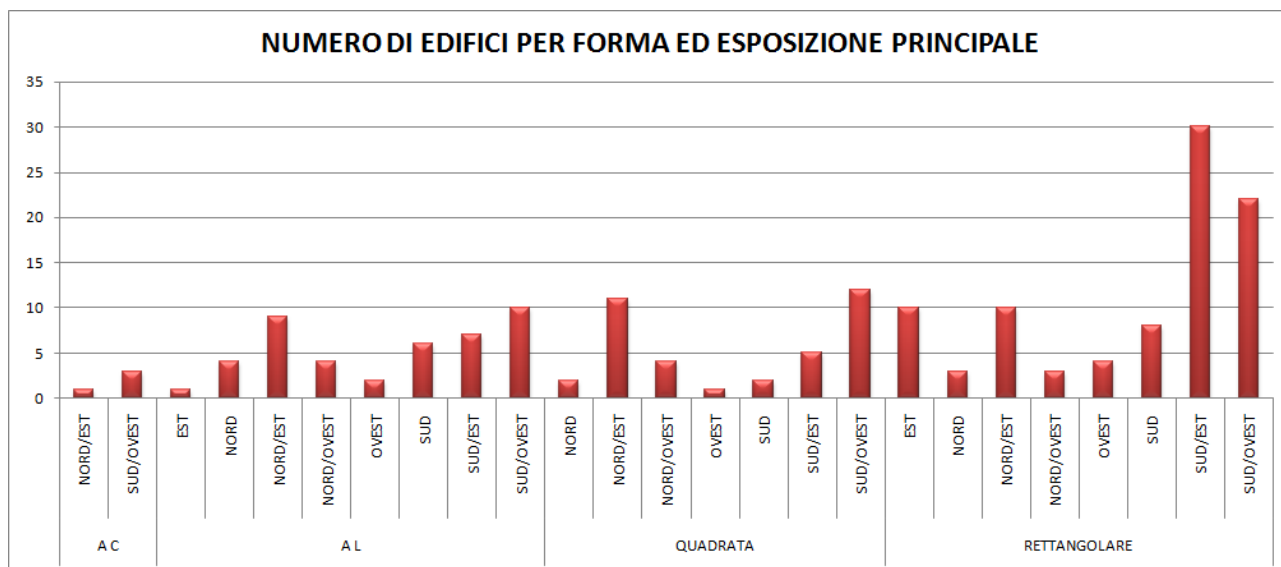


Grafico.2.2.8.3 – numero di edifici per forma ed esposizione principale

Mettendo insieme i dati si riescono ad identificare quali sono le caratteristiche che dovrà avere l'edificio rappresentativo sul quale si andrà ad intervenire e che sarà così usato come modello.

PERIODO/FORMA/ESPOSIZIONE PRINCIPALE	NUMERO DI EDIFICI
ante 1950	82
A C	4
NORD/EST	1
SUD/OVEST	3
A L	26
NORD	3
NORD/EST	7
NORD/OVEST	2
SUD	5
SUD/EST	4
SUD/OVEST	5
QUADRATA	4
NORD/EST	2
SUD/EST	1
SUD/OVEST	1
RETTANGOLARE	48
EST	6
NORD	1
NORD/EST	4
NORD/OVEST	1
OVEST	3
SUD	5
SUD/EST	19
SUD/OVEST	9
TOTALE	82

Tab.2.2.8.4 – numero di edifici per periodo di costruzione,forma ed esposizione principale

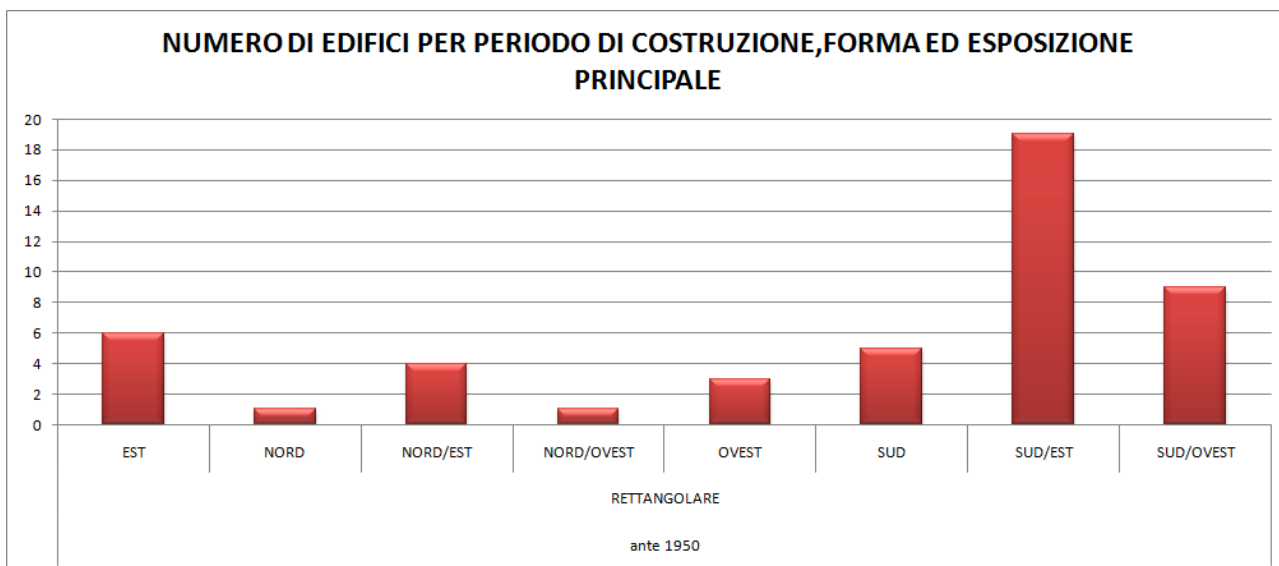


Grafico.2.2.8.4 – numero di edifici per periodo di costruzione, forma e esposizione principale

Una volta individuato che l'edificio rappresentativo di quelli costruiti prima del 1950 dovrà essere di forma rettangolare e con un orientamento principale Sud/Est, si è voluto cercare anche quale fosse il numero di piani che questo dovrebbe avere.

PERIODO/FORMA/ESPOSIZIONE PRINCIPALE/NUMERO DI PIANI	NUMERO DI EDIFICI
ante 1950	48
RETTANGOLARE	48
EST	6
1	1
2	3
3	2
NORD	1
2	1
NORD/EST	4
2	4
NORD/OVEST	1
2	1
OVEST	3
2	3
SUD	5
2	4
3	1
SUD/EST	19
2	15
3	4
SUD/OVEST	9
2	8
3	1
TOTALE	48

Tab.2.2.8.5 – numero di edifici per periodo di costruzione, forma, orientamento e numero di piani

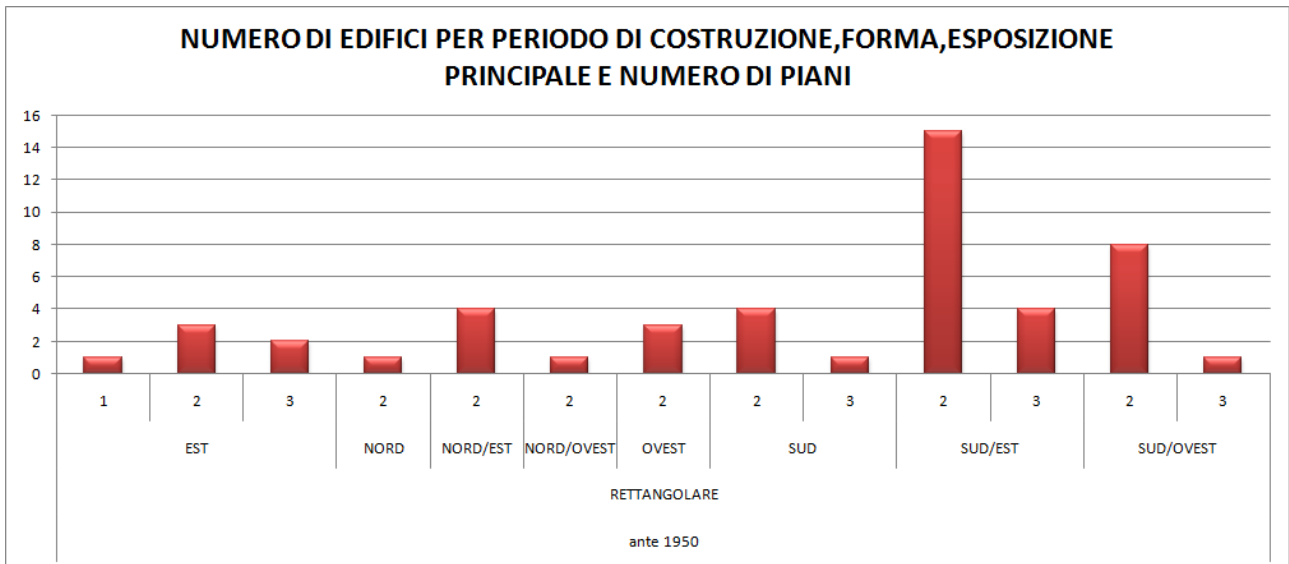


Grafico.2.2.8.5 – numero di edifici per periodo di costruzione, forma, orientamento e numero di piani

Riassumendo l'edificio rappresentativo dovrà essere stato costruito prima del 1950, avere una forma in pianta rettangolare, a due piani e con orientamento principale sud/est.

Una volta note le caratteristiche dell'edificio si è passati ad una fase di ricerca tra tutti quelli presenti nel database. La scelta è ricaduta su Ca' Soldato, una delle sedi del Parco, di cui si avevano a disposizione molte informazioni relative all'involucro.

Partendo da queste, si è deciso di effettuare un sopralluogo all'interno del Parco per controllare che la scelta fatta basandosi sui dati del database fosse effettivamente rappresentativa della classe più ampia di edifici censiti. Per questo si è controllato che la forma in pianta fosse rettangolare e l'esposizione del lato lungo fosse Sud, Sud/Est o Sud/Ovest e che l'edificio fosse a due piani. Come si può vedere dalle foto riportate di seguito, le cascine osservate hanno forma effettivamente rettangolare, con un portico esposto a Sud, esattamente come Ca' Soldato. Inoltre nessuno degli edifici presenta un numero di piani superiore a due.



Fig. 2.2.8.1 – particolare della facciata esposta a Sud dell'edificio numero 44



Fig. 2.2.8.2 – particolare della facciata esposta a Sud dell’edificio numero 44



Fig. 2.2.8.3 – facciata Sud dell’edificio numero 96



Fig. 2.2.8.4 – facciata Nord dell'edificio numero 114

Oltre a verificare che le caratteristiche censite nel database, si è deciso di controllare gli elementi di involucro delle cascine che presentano le stesse caratteristiche di Ca' Soldato. Da questo è risultato che la maggior parte degli edifici censiti costruiti prima degli anni '50 presentano delle pareti perimetrali fatte di rocce e terra, intonacate sui due lati, esattamente come quelle di Ca' Soldato.



Fig. 2.2.8.5 – particolare della parete perimetrale dell'edificio numero 44



Fig. 2.2.8.6 – particolare della parete perimetrale dell'edificio numero 96

Per quanto riguarda porte e serramenti, la maggior parte degli edifici presenta dei portoncini esterni in legno massiccio e dei serramenti di legno a vetro singolo.



Fig. 2.2.8.7 – portoncino dell'edificio numero 44



Fig. 2.2.8.8 – particolare dei serramenti dell'edificio numero 115

3. – IL PROGETTO

Il progetto prevede l'analisi per la riqualificazione energetica degli edifici residenziali del Parco e , in particolare, delle sue due sedi, ovvero Cascina Butto e Ca' Soldato, che si trovano entrambe all'interno del territorio del comune di Montev ecchia.

La prima è la sede del parco e al suo interno sono presenti un centro visite, realizzato per consentire di cogliere i principali elementi di interesse del territorio del Parco di Montev ecchia e Valle del Curone, e gli uffici amministrativi, presso i quali sono disponibili, previo appuntamento, gli addetti al Servizio Tecnico e al Servizio Forestale.

Ca' Soldato invece svolge una funzione più turistica e didattica. Al suo interno infatti si può trovare un piccolo museo aperto il Sabato e la Domenica, in cui i visitatori possono trovare informazioni sulla fauna presente nel parco e gli ambienti che lo caratterizzano. La cascina è anche sede del gruppo della Guardie Ecologiche Volontarie che svolgono una funzione di vigilanza sul territorio, nonché di educazione ambientale.

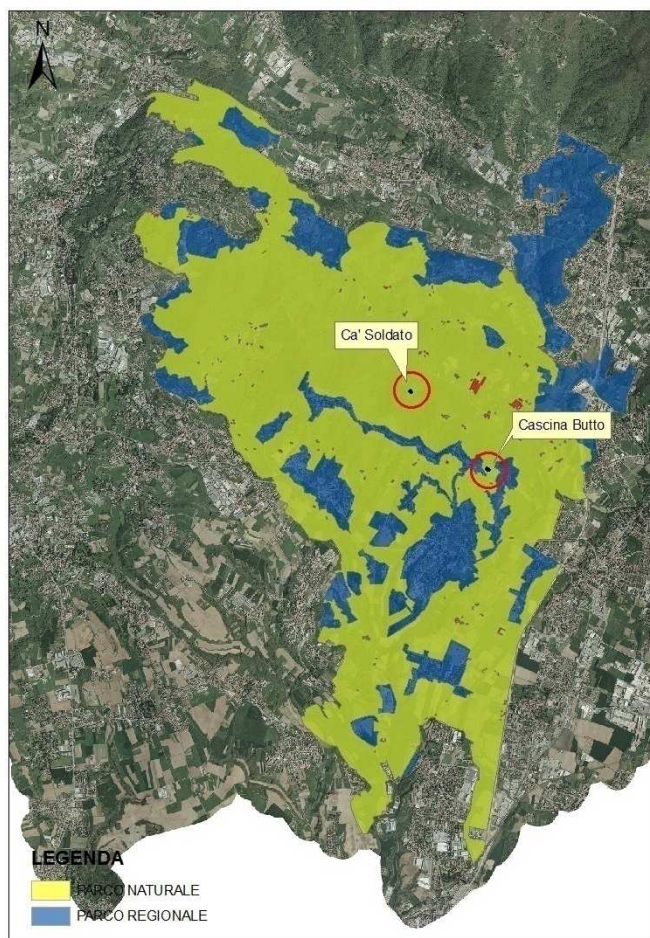


Fig.3.1 – individuazione di Ca' Soldato e Cascina Butto

3.1 – CA' SOLDATO

L'edificio preso in considerazione in questa tesi è una delle sedi del Parco di Montevécchia e della Valle del Curone e, più precisamente, Ca' Soldato.

Come già accennato in precedenza questa cascina è sede di un piccolo museo e delle Guardie Ecologiche Volontarie. Inoltre vengono svolte periodicamente delle attività didattiche di educazione ambientale.

Ca' Soldato è risultata essere un edificio molto rappresentativo della maggior parte degli edifici censiti secondo le caratteristiche elencate nel capitolo precedente. Essa infatti risale al XIV secolo; si ritrova memoria dell'edificio già in una mappa datata 1564. L'edificio è stato abitato fino al 1987 e, agli inizi degli anni '90, è stato acquisito dal Consorzio Parco, che ne ha adibito i locali a proprio uso ed attività.

L'edificio è stato ristrutturato nei primi anni '90, mentre nel 2007 sono stati realizzati alcuni interventi di manutenzione per la migliore conservazione dello stabile: sostituzione manto di copertura in coppi con un nuovo manto in coppi di recupero e/o antichizzati, sostituzione delle lastre sottocoppo esistenti laddove ammalorate e, dove necessario, la sostituzione della lattoneria con nuova lattoneria in rame.

Inoltre, come si può vedere dalle planimetrie, ha una forma in pianta rettangolare ed è a due piani.

L'edificio è situato in un contesto vincolato ai sensi del DLGS 42/2004 art. 142, 1° comma, lettera f) Parco Regionale di Montevécchia e Valle del Curone. Inoltre, è vincolato ai sensi del D.M. 08/01/1964 e del D.M. 08/11/1968; nonché sottoposto a vincolo monumentale ai sensi del DGL 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", art. 10 Beni culturali.

Ca' Soldato ha un orientamento principale Nord/Sud, con la facciata a Nord che presenta molte finestre vetrate, mentre la facciata a Sud ne è quasi priva. Inoltre, come molte altre cascine presenti all'interno del Parco, presenta un vasto portico a Sud.



Fig.3.1.1 – facciata Nord di Ca' Soldato



Fig.3.1.2 – particolare della facciata Nord di Ca' Soldato



Fig.3.1.3 – particolare della facciata Sud di Ca' Soldato



Fig.3.1.4 – portico esposto a Sud

Dalle planimetrie è possibile risalire alle destinazioni d'uso dei diversi locali.

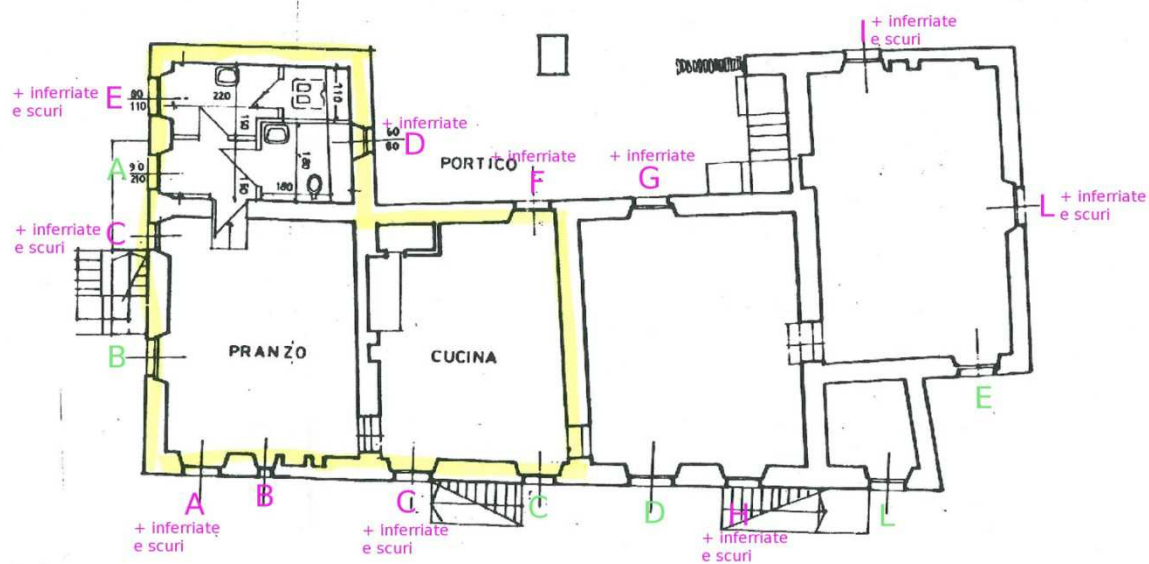


Fig.3.1.2 – planimetria del piano terra di Ca' Soldato

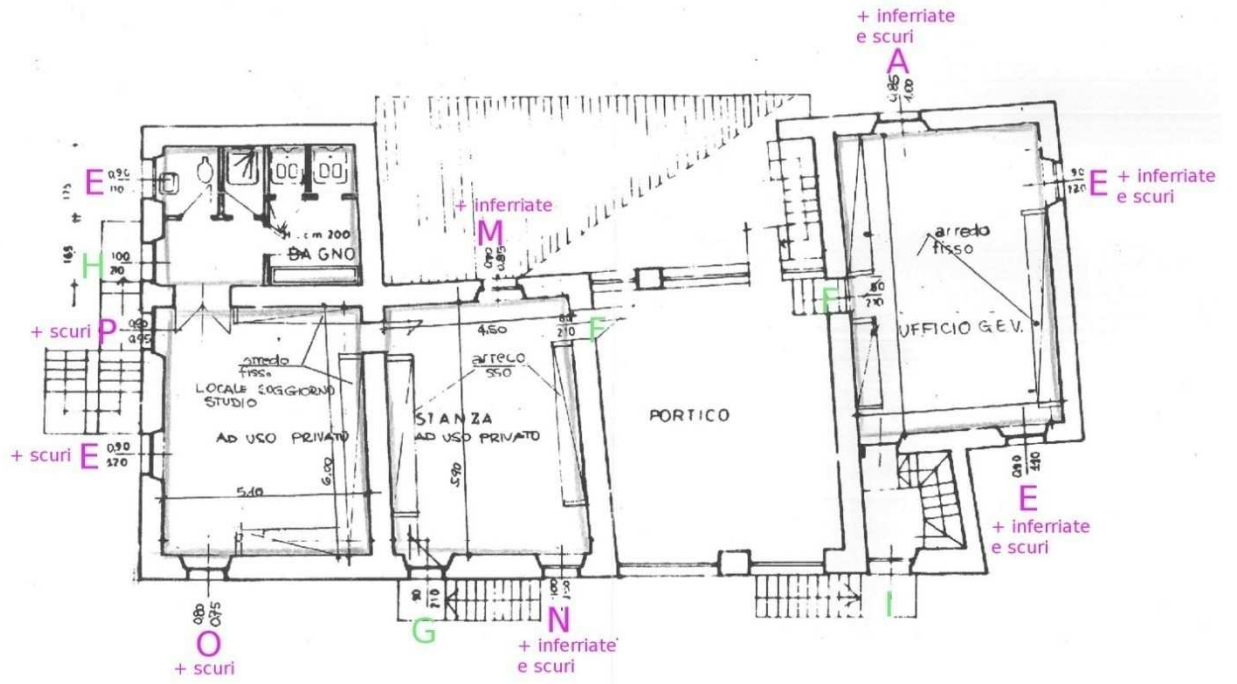


Fig.3.1.3 – planimetria del primo piano di Ca' Soldato

3.2 – LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La metodologia di calcolo si basa principalmente sulla norma UNI/TS 11300 la quale fornisce un metodo di calcolo per le prestazioni energetiche degli edifici e, in particolare, definisce il metodo di calcolo della prestazione energetica dell'involucro edilizio per il riscaldamento e il raffrescamento e, a partire da questi, permette di calcolare la prestazione del sistema edificio/impianti in relazione agli specifici impianti termici installati.

A livello regionale, il decreto a cui fare riferimento in Lombardia è il DGR VIII – 8745 il quale fornisce le disposizioni per la certificazione energetica degli edifici. Esso fornisce i valori limite di riferimento per la classificazione energetica in termini di energia primaria per il riscaldamento, oltre che alla metodologia di calcolo di tali limiti.

Per quanto riguarda, invece, la procedura di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici in Lombardia si fa riferimento al DR 5796, nel cui allegato sono contenute le formule di calcolo per gli indicatori di prestazione energetica, le perdite dei diversi sottosistemi, nonché per il contributo da fonti rinnovabili.

Queste e altre normative sono implementate all'interno dello strumento CENED +, presentato di seguito.

3.2.1 – LO STRUMENTO DI SIMULAZIONE: CENED +

Gli strumenti utilizzati per la realizzazione del progetto sono quelli messi a disposizione dalla Regione Lombardia per la certificazione energetica degli edifici. Per simulare quindi le prestazioni energetiche degli edifici residenziali del parco, verrà usato il software CENED (Certificazione ENergetica degli EDifici), il quale permette di simulare le prestazioni energetiche dell'edificio in esame e di calcolare la classe energetica in cui l'edificio si trova, nonché il fabbisogno di energia primaria. Sul territorio di Regione Lombardia le disposizioni in materia di efficienza energetica degli edifici e le modalità di certificazione degli stessi sono sanciti dalla DGR VIII/8745.

La procedura di calcolo di CENED è contenuta nel DR 5796 del 11/6/09 e si basa sulle normative UNI e, in particolare, su quelle riportate di seguito:

UNI EN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI/TS 11300-1	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
UNI/TS 11300-2	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
pr UNI/TS 11300-4	Prestazione energetica degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria.
UNI EN 15316	Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto.

UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
UNI EN 1745	Muratura e prodotti per muratura – Metodi per valutare la resistenza termica di progetto.
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 EN 13363-1	Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza solare luminosa – Metodo semplificato.
UNI 10339	Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
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 14683	Ponti termici in edilizia – Coefficienti di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento.
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.
UNI EN 15193	Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione.
UNI EN 12464-1	Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni.

Le ipotesi di calcolo su cui si basa la procedura implementata in CENED sono le seguenti:

- i fabbisogni energetici dell'involucro sono riferiti al funzionamento continuo, cioè al mantenimento di una temperatura interna di ogni singola zona costante nelle 24 ore; si assumono pure costanti sulle 24 ore il livello di occupazione, gli apporti interni e i ricambi d'aria.

- Riscaldamento:
 - per tutti gli edifici o parti di edificio, ad esclusione di quelli/quelle appartenenti alle categorie E.6(1) (piscine, saune ed assimilabili), E.6(2) (palestre ed assimilabili) ed E.8 (edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili), si assume una temperatura interna costante pari a 20°C;
 - per gli edifici o parti di edificio di categoria E.6(1) si assume una temperatura interna costante pari a 28°C;
 - per gli edifici o parti di edificio di categoria E.6(2) ed E.8 si assume una temperatura interna costante pari a 18°C.
- Climatizzazione invernale
 - si assumono le temperature interne definite per il solo riscaldamento;
 - per tutti gli edifici o parti di edificio ad esclusione di quelli/quelle appartenenti alla categoria E.6(1), si assume una umidità relativa dell'aria interna costante e pari al 50%;
 - per gli edifici o parti di edificio di categoria E.6(1) si assume una umidità relativa dell'aria interna costante pari al 90%.
- Raffrescamento
 - per tutti gli edifici o parti di edificio, ad esclusione di quelli appartenenti alle categorie E.6(1) ed E.6(2), si assume una temperatura interna costante pari a 26°C;
 - per gli edifici o parti di edificio di categoria E.6(1) si assume una temperatura interna costante pari a 28°C;
 - per gli edifici o parti di edificio di categoria E.6(2) si assume una temperatura interna costante pari a 24°C.
- Climatizzazione estiva
 - si assumono le temperature interne definite per il solo raffrescamento;
 - per tutti gli edifici o parti di edificio ad esclusione di quelli/quelle appartenenti alla categoria E.6(1), si assume una umidità relativa dell'aria interna costante e pari al 50%;
 - per gli edifici o parti di edificio di categoria E.6(1) si assume una umidità relativa dell'aria interna costante pari al 90%.

Il fabbisogno di energia termica dell'involucro per il riscaldamento o la climatizzazione invernale, Q_{NH} , viene calcolato su base mensile considerando il periodo di calcolo indicato nel Prospetto I in funzione della zona climatica. In questo caso si deve considerare la zona E che comprende Lecco e Provincia.

ZONA CLIMATICA	PERIODO DI CALCOLO
Zona D	1 novembre – 30 aprile
Zone E	1 ottobre – 30 aprile
Zone F	1 ottobre – 30 aprile

Tab.3.2.1.1 - Prospetto I – Periodo di calcolo in funzione della zona climatica

Il fabbisogno di energia termica dell'involucro per il raffrescamento o la climatizzazione estiva, Q_{NC} , i cui limiti sono definiti dal valore positivo del fabbisogno, viene calcolato su base mensile. Il calcolo si effettua per tutti i mesi dell'anno, in particolare per le zone termiche interne di edifici commerciali nelle quali si può avere un carico termico per raffrescamento anche nel periodo invernale.

Il fabbisogno di energia primaria per i vari servizi presenti nell'edificio (riscaldamento ovvero climatizzazione invernale, raffrescamento ovvero climatizzazione estiva, produzione di acqua calda sanitaria, autoproduzione di energia elettrica, illuminazione artificiale) viene calcolato su base mensile, salvo nei casi ove diversamente specificato.

Come già precedentemente accennato CENED permette di avere come risultato la classe energetica dell'edificio considerato, ma oltre a questa, fornisce tutta una serie di indicatori.

La classe energetica degli edifici viene calcolata secondo il DGR 8745 tenendo conto del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento o climatizzazione invernale. Nel decreto vengono dati i valori di riferimento di ciascuna classe per le diverse zone climatiche:

Classe	Edifici di classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme		
	Zona E	Zona F1	Zona F2
A+	$EP_H < 14$	$EP_H < 20$	$EP_H < 25$
A	$14 \leq EP_H < 29$	$20 \leq EP_H < 39$	$25 \leq EP_H < 49$
B	$29 \leq EP_H < 58$	$39 \leq EP_H < 78$	$49 \leq EP_H < 98$
C	$58 \leq EP_H < 87$	$78 \leq EP_H < 118$	$98 \leq EP_H < 148$
D	$87 \leq EP_H < 116$	$118 \leq EP_H < 157$	$148 \leq EP_H < 198$
E	$116 \leq EP_H < 145$	$157 \leq EP_H < 197$	$198 \leq EP_H < 248$
F	$145 \leq EP_H < 175$	$197 \leq EP_H < 236$	$248 \leq EP_H < 298$
G	$EP_H \geq 175$	$EP_H \geq 236$	$EP_H \geq 298$

Tab.3.2.1.2 – valori di riferimento dell'energia primaria per il riscaldamento per le diverse classi energetiche

Il primo indicatore che compare nella schermata di riepilogo è il fabbisogno di energia termica per riscaldamento o climatizzazione invernale ET_H [KWh/m²a], quello per il raffrescamento o climatizzazione estiva ET_C [KWh/m²a] e quello per la produzione di acqua calda sanitaria ET_W [KWh/m²a], che stanno ad indicare l' "Energy Need" dell'edificio preso in considerazione, al netto delle perdite di impianto.

L'altro indicatore molto importante è il fabbisogno di energia primaria, ancora una volta suddiviso in energia primaria per riscaldamento o climatizzazione invernale EP_H [KWh/m²], raffrescamento o climatizzazione estiva EP_C [KWh/m²], e per la produzione di acqua calda sanitaria EP_W [KWh/m²], che invece tiene conto delle perdite del sistema. Inoltre nel caso siano presenti impianti di solare termico e/o fotovoltaico viene data anche la produzione di energia per riscaldamento e produzione di ACS da solare termico e di energia elettrica da solare fotovoltaico.

Gli ultimi quattro indicatori sono rappresentati dalle efficienze globali medie annuali per riscaldamento ϵ_{g_H} , produzione di ACS ϵ_{g_W} e il totale delle due $\epsilon_{g_{HW}}$, e da una stima delle emissioni di CO₂ [kg/m²].

3.3 – SIMULAZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il primo passo nella realizzazione del progetto è quello di simulare le prestazioni energetiche attuali di Ca' Soldato, in modo da poter individuare i punti principali su cui intervenire.

Si è considerato l'edificio di Ca' Soldato come rappresentativo, per le sue caratteristiche morfologiche costruttive e se ne è ipotizzato un uso degli ambienti interni tipico residenziale.

Questa scelta è dovuta al fatto che Ca' Soldato ha delle caratteristiche comuni alla maggior parte degli edifici residenziali censiti. Come si può vedere dall'analisi dei dati del database fatta in precedenza, gran parte delle costruzioni presenti all'interno del Parco sono state fatte prima del 1950 e sono a due piani, caratteristiche che anche la cascina presa in considerazione condivide.

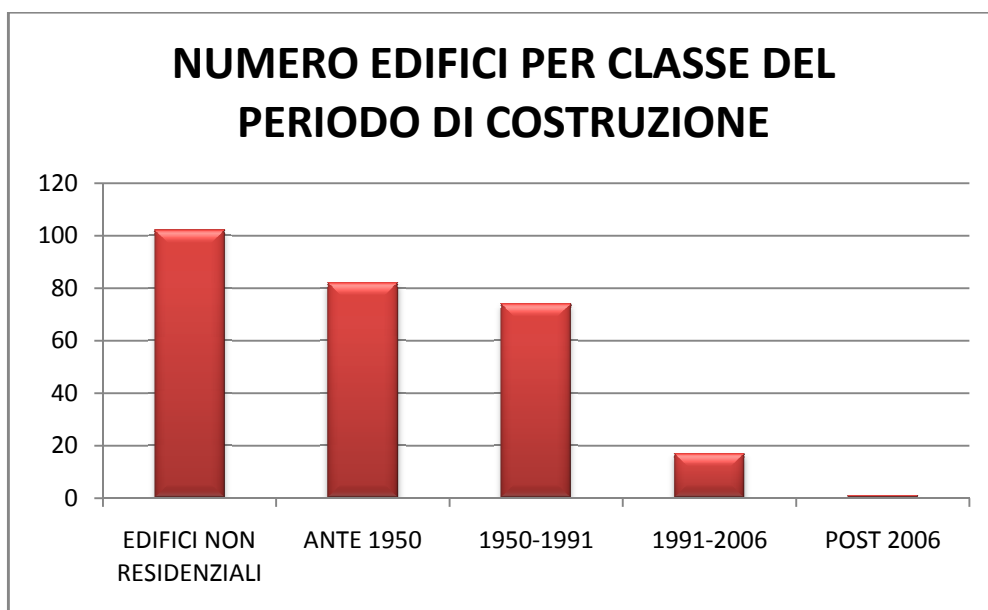


Grafico 3.3.1 – numero di edifici per classe del periodo di costruzione

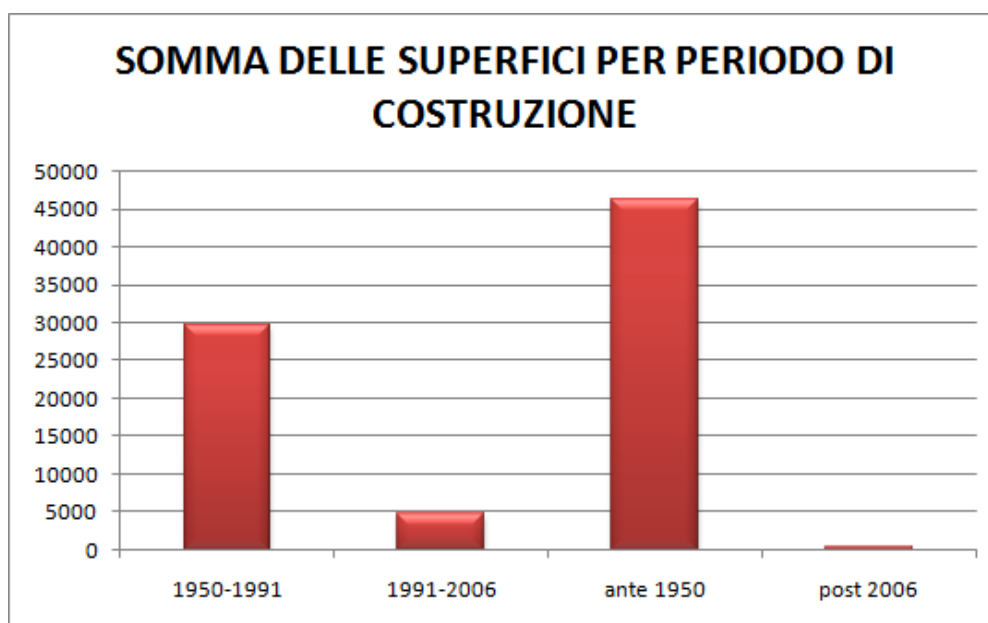


Grafico 3.3.2 – somma delle superfici lorde riscaldate per classe del periodo di costruzione

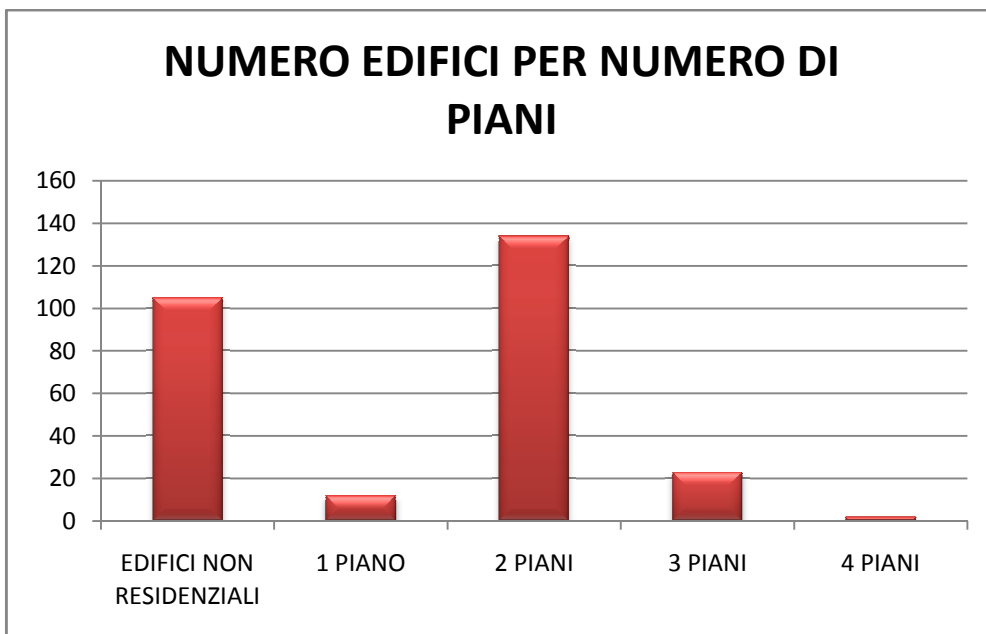


Grafico 3.3.3 – numero di edifici per numero di piani

Utilizzando Ca' Soldato come modello e andando ad analizzarne le caratteristiche e a prevedere degli interventi migliorativi, si potrà poi facilmente generalizzare la procedura e la modalità di intervento anche a molti altri edifici presenti all'interno del territorio del Parco potendo così valutare i risparmi in termini energetici e le conseguenze sul territorio.

Le planimetrie della cascina sono state quindi ridisegnate considerando l'edificio come residenziale, rappresentando le due unità abitative con la zona giorno a piano terra e la zona notte al primo piano. Ai fini della simulazione in CENED è stata considerata una sola zona termica per l'intero edificio.

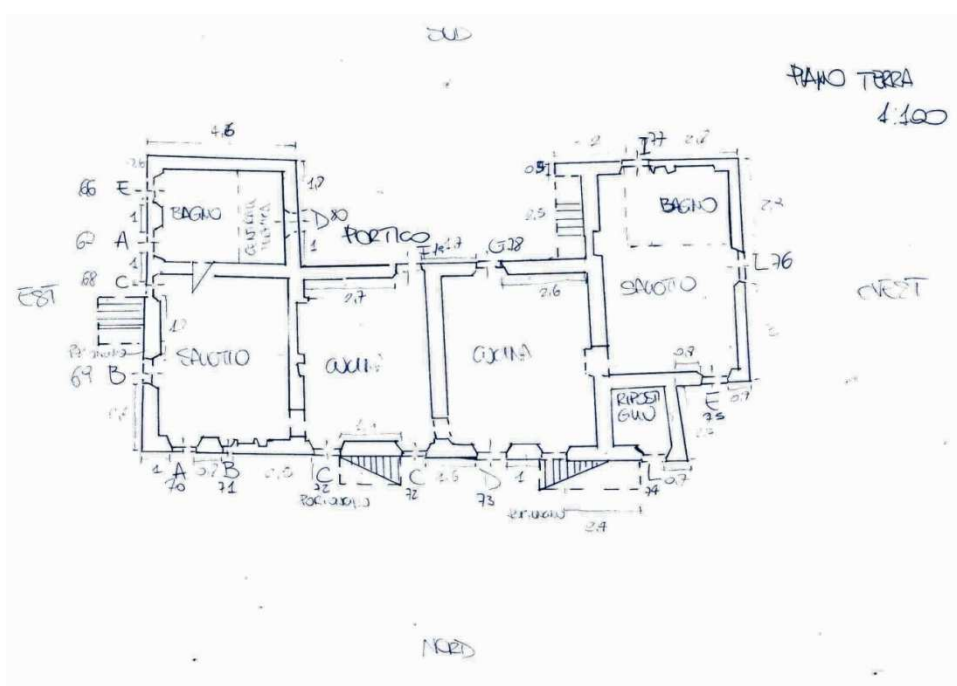


Fig.3.3.1 – planimetria piano terra scala 1:100

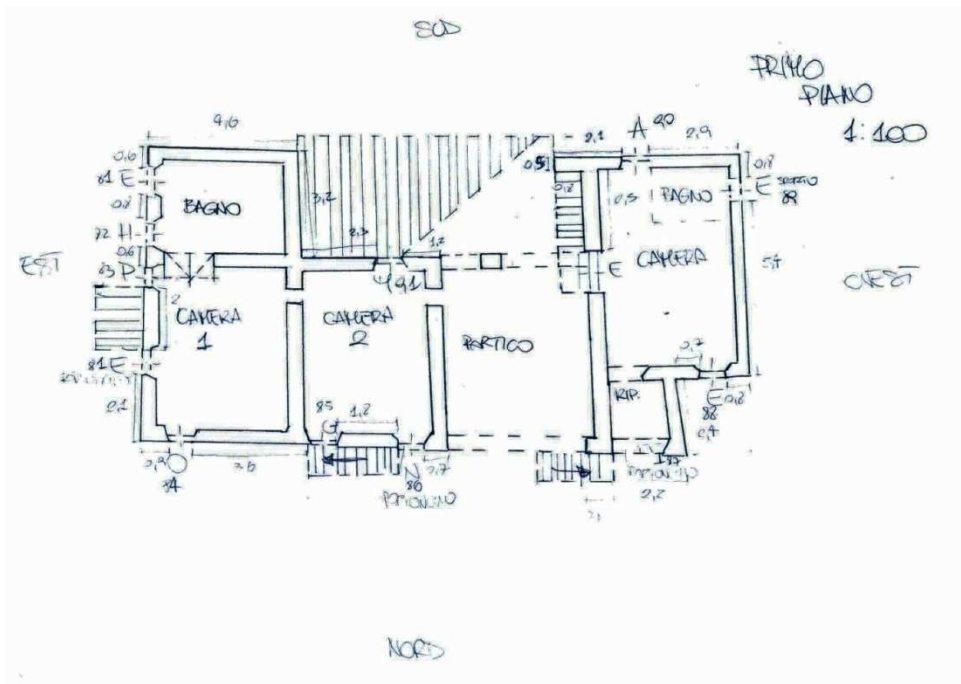


Fig.3.3.2 – planimetria primo piano scala 1:100

3.3.1 – DATI GENERALI E CLIMATICI

Per prima è necessario individuare i dati geografici dell'edificio preso in considerazione e il motivo per cui si sta attuando la procedura di ACE (Attestato di Certificazione Energetica), oltre che ai dati relativi al periodo di costruzione e ad eventuali ristrutturazioni atte al miglioramento della prestazione energetica dell'edificio.

The screenshot displays the 'Cened+ 1.2.0 - Ca'soldato.xml' application window. The main area is titled 'Dati catasto energetico' and contains a form for entering building data. The form is divided into sections: 'Edificio', 'Proprietario e Responsabile dell'impianto', and 'Indirizzo'. In the 'Edificio' section, there are radio buttons for 'Esiste già un numero di protocollo per questo edificio?' (Si/No), a 'Richiama n° di protocollo' dropdown, and a red box highlighting the 'Provincia' (Lecco) and 'Comune' (Montevecchia) dropdowns. Below these are input fields for 'Indirizzo', 'Sezione amministrativa', 'Sezione urbana', 'Foglio', and 'Particella'. The 'Proprietario e Responsabile dell'impianto' section includes a radio button for 'Se persona fisica' and input fields for 'Nome' and 'Cognome'. A 'Salva' button is located at the bottom right of the form. On the right side of the window, there is a 'LOGIN' panel with 'Utente' and 'Password' fields and an 'Entra' button. Below the login panel is a 'Subalterni' and 'Suggerimenti' panel containing a scrollable text area with instructions and a 'Dati Catasto Energetico' section. The bottom of the window features the 'CENED' logo, the text 'Certificazione ENergetica degli EDifici', and the 'CESTEC' logo.

Fig.3.3.1.1 – individuazione del comune in cui si trova l'edificio sottoposto ad ACE

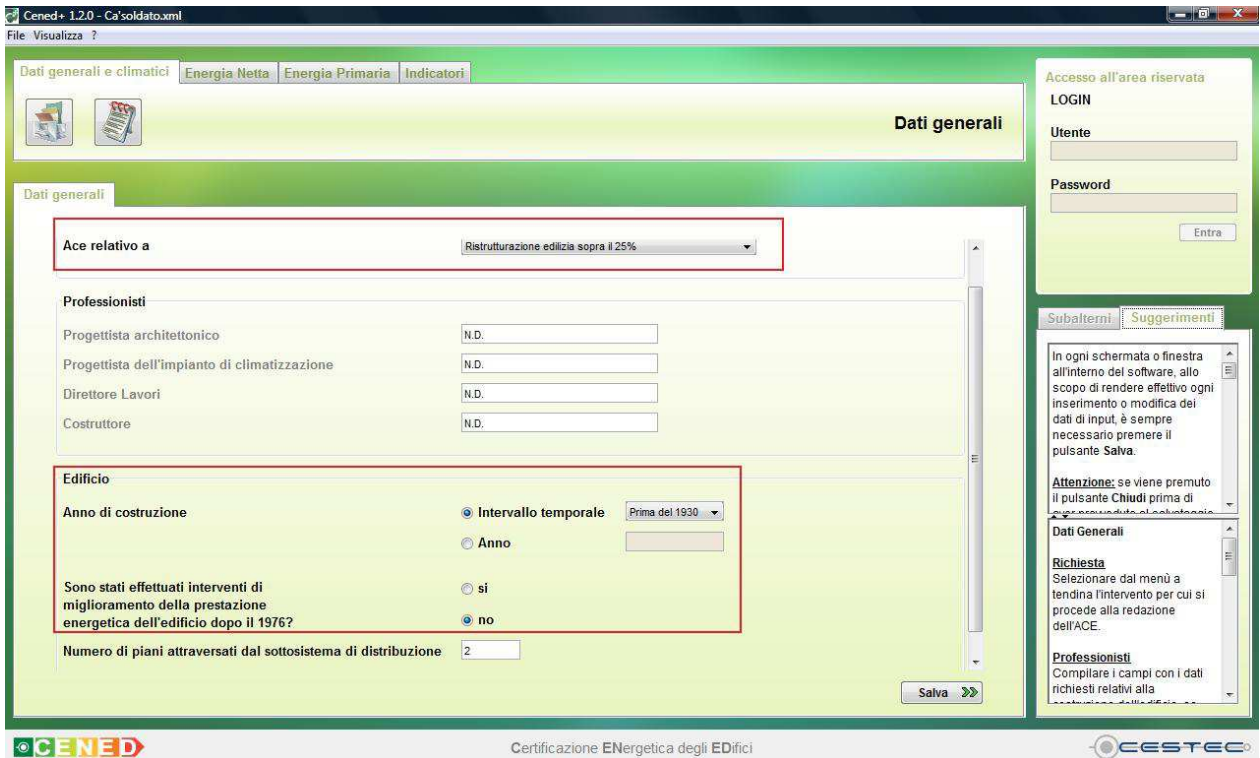


Fig.3.3.1.2 – dati relativi alla motivazione dell'ACE e all'edificio

In CENED è possibile impostare il calcolo dei ponti termici, del fattore correttivo F_T e della capacità termica areica in maniera puntuale o forfettaria. Per semplicità si è scelto il metodo di calcolo forfettario.

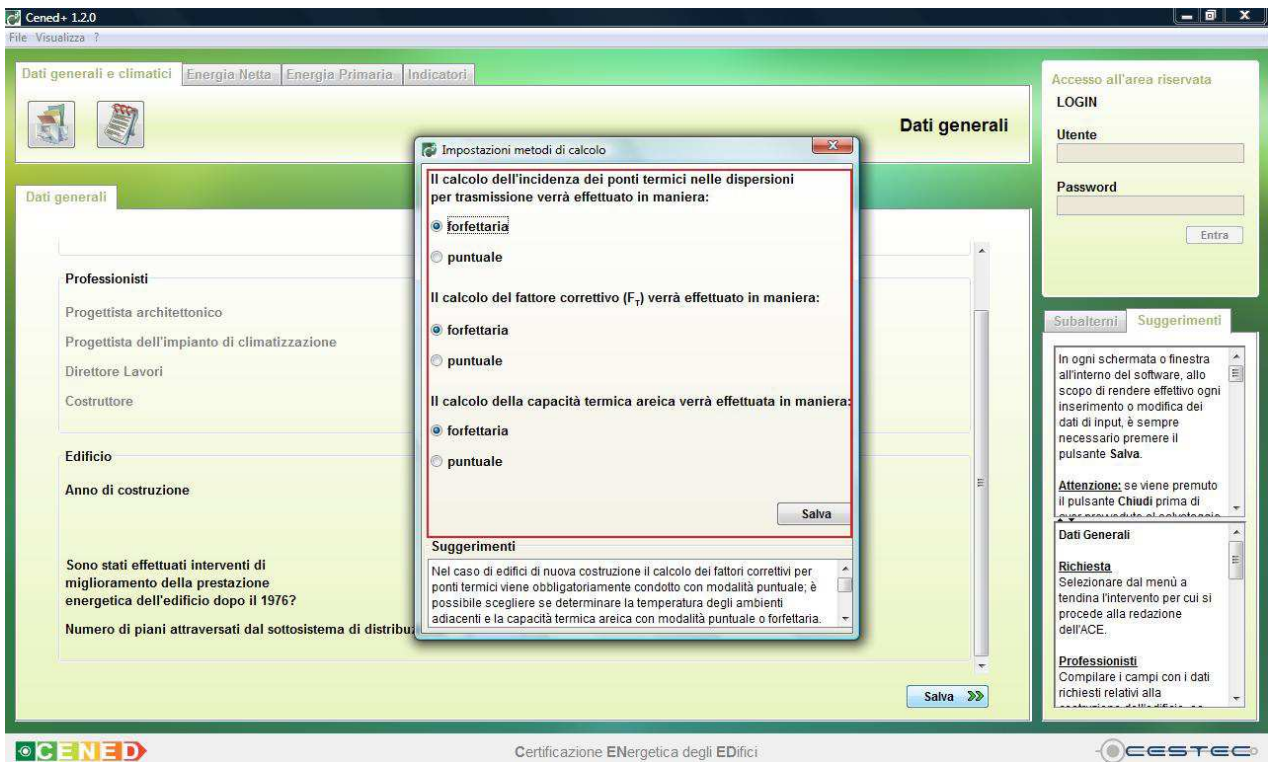


Fig.3.3.1.3 – impostazione del metodo di calcolo

3.3.2 – ENERGIA NETTA

Dopo la fase preliminare, è necessario inserire i dati necessari al calcolo dell'energia netta e, in particolare, quelli relativi alla zona termica presa in considerazione, tra cui la destinazione d'uso, da scegliere da un menu a tendina tra quelle impostate nel software, il tipo di struttura per il calcolo della capacità termica areica, e il valore di area totale interna.

Questo valore viene calcolato secondo l'appendice D.1 della procedura di calcolo considerando l'area netta interna dei soli componenti opachi esclusi i serramenti opachi, trasparenti e i cassonetti.

I componenti opachi dell'involucro edilizio che concorrono a definire la capacità termica complessiva sono i seguenti:

- per la zona priva di elementi interni di separazione: gli elementi di involucro che delimitano la zona;
- per la zona costituita da più unità mantenute alla stessa temperatura ma separate tra di loro da un involucro edilizio (partizioni verticali interne, solai): gli elementi di involucro interni orizzontali e verticali ed elementi che delimitano la zona da quelle adiacenti o dall'esterno.

In quest'ultimo caso, data la loro scarsa incidenza, le pareti verticali interne di separazione non sono state considerate nel calcolo, così come indicato dalla normativa. I solai, invece, devono sempre essere considerati sia come elementi di soffitto per il piano inferiore sia come elementi di pavimento per il piano superiore.

The screenshot shows the 'Cened+ 1.2.0 - CaSoldatoSupOK.xml' application window. The main interface is divided into several sections. At the top, there are tabs for 'Dati generali e climatici', 'Energia Netta', 'Energia Primaria', and 'Indicatori'. Below these are icons representing different energy-related concepts. The central area is titled 'Zona termica' and contains a sub-section 'Dati zona termica' with a sub-tab 'Carichi interni Ventilazione'. The 'Dati subalterno' form is highlighted with a red border and contains the following fields:

- C'è congruenza tra la destinazione d'uso catastale e lo stato di fatto?** (radio buttons for 'si' and 'no', and a checkbox for 'Pubblico o ad uso pubblico')
- Destinazione d'uso:** dropdown menu showing 'E.1(1)' and a text field with 'Edifici residenziali con occupazione continuativa'.
- Altezza netta media dei locali:** text input field with '3' and unit '[m]'.
- Tipo di struttura:** dropdown menu showing 'matita'.
- Intonaco:** dropdown menu showing 'matita'.
- Isolamento:** dropdown menu showing 'assente/esterno'.
- Capacità termica areica:** text input field with '165.0' and unit '[kJ/m³K]'.
- Parete esterna:** dropdown menu showing 'pesanti'.
- Pavimento:** dropdown menu showing 'piastrelle'.
- Area totale:** text input field with '469.2' and unit '[m²]'.

Below the 'Dati subalterno' form are two sections for room areas and volumes:

- Ambienti riscaldati:** text input fields for 'Superficie utile (A)' (200 [m²]), 'Superficie lorda (A_l)' (281 [m²]), and 'Volume netto (V)' (600 [m³]).
- Ambienti raffrescati:** empty text input fields for 'Superficie utile (A)', 'Superficie lorda (A_l)', and 'Volume netto (V)'.

At the bottom right of the form is a 'Salva' button. The interface also includes a 'LOGIN' section on the right side and a 'Subalterni' section at the bottom right. The footer contains the 'CENED' logo, the text 'Certificazione ENergetica degli EDifici', and the 'CESTEC' logo.

Fig.3.3.2.1 – dati del subalterno

Oltre al valore di area totale degli elementi disperdenti, è necessario inserire i valori di area e volume, sia netti che lordi degli ambienti riscaldati. Anche in questo caso è il DR 5796 a dare le indicazioni per trovare questi valori, e più precisamente:

- la Superficie utile, intesa come la superficie netta calpestabile dei locali riscaldati al netto di tramezzi e muri esterni e comprensiva delle soglie delle porte e degli spazi al di sotto dei terminali di emissione;

- la Superficie lorda, intesa come la superficie lorda di pavimento dei locali riscaldati, ottenuta sommando alla superficie utile l'ingombro di tramezzi e muri di involucro. Le murature perimetrali vengono considerate:
 - per l'intero spessore se confinano con l'ambiente esterno, con il terreno o con un ambiente non riscaldato;
 - fino alla mezzzeria dello spessore se confinano con un altro ambiente riscaldato;
- il Volume netto, calcolato come il prodotto tra la superficie utile riscaldata e la reale altezza netta dei locali;
- il Volume lordo calcolato, invece, come prodotto tra la superficie lorda totale di pavimento e l'altezza lorda del volume oggetto di certificazione, comprensiva dei solai.

Fig.3.3.2.2 – valori di superficie e volume degli ambienti riscaldati

Il passo successivo è quello di inserire i valori relativi ai carichi interni e alla ventilazione.

Il primo viene calcolato automaticamente da CENED, mentre per il secondo è necessario spuntare l'opzione corretta tra le tre scelte che prevedono ventilazione naturale, aerazioni e infiltrazioni, ventilazione meccanica a semplice flusso o ventilazione meccanica a doppio flusso. In questo caso ci troviamo a scegliere la prima opzione e ad impostare un valore di ricambi orari n [h^{-1}] pari a $0,5 h^{-1}$, che è il valore di progetto dato dalla procedura di calcolo per edifici esistenti.

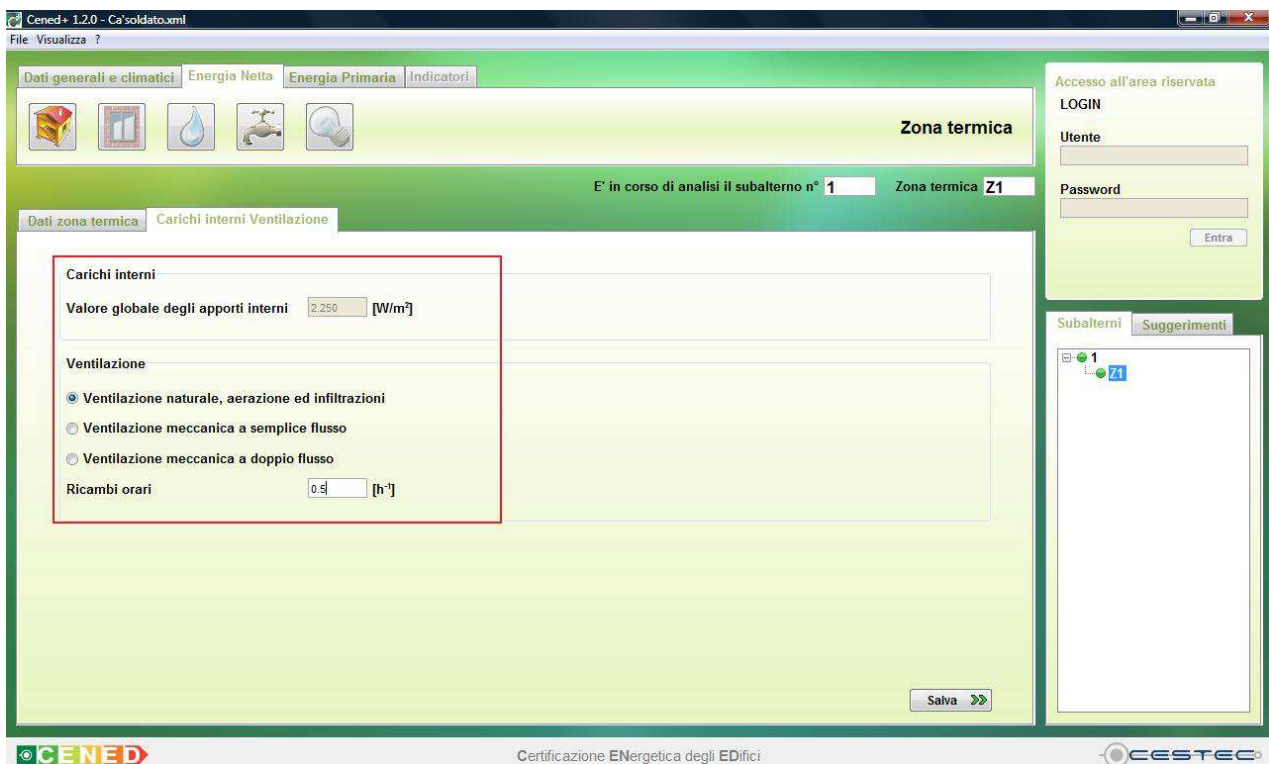


Fig.3.3.2.3 – carichi interni e modalità di ventilazione

3.3.2.1 – DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

La fase successiva consiste nel definire gli elementi che costituiscono l'involucro dell'edificio. È perciò necessario modellare tutti gli elementi disperdenti, sia quelli opachi che quelli trasparenti. Nella finestra che permette di definire queste strutture è necessario indicare la gradazione della finitura tra chiaro, medio e scuro. Tale dato consente di associare, alla parete in oggetto, valori che influenzano gli apporti solari attraverso le strutture opache esterne, quali il fattore di assorbimento solare medio della superficie ed il coefficiente di riduzione che tiene conto dell'incidenza del flusso radiativo emesso dalla superficie verso la volta celeste.

Inoltre, avendo scelto la modalità di calcolo forfettaria, è necessario indicare il tipo di parete per il calcolo del fattore correttivo relativo alla presenza di ponti termici nella struttura e solo per la tipologia di componente "parete verticale".

La selezione dal menu a tendina di un tipo di parete associa, relativamente ad ogni opzione, una maggiorazione percentuale riferita alla modalità costruttiva secondo quanto riportato nel Prospetto IV della procedura di calcolo.

Descrizione della parete	F_{PT}
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) senza aggetti/balconi e con ponti termici corretti	0,05
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) con aggetti-balconi	0,15
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra (senza isolante)	0,05
Parete a cassa vuota con mattoni forati (senza isolante)	0,10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico corretto)	0,10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico non corretto)	0,20
Pannello prefabbricato in calcestruzzo con pannello isolante all'interno	0,30

Tab. 3.3.2.1.1 – Prospetto IV - Maggiorazioni percentuali relative alla presenza di ponti termici in edifici esistenti (Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

Come primo elemento opaco è stata inserita la parete esterna generica, la cui stratigrafia è stata ricavata dai file .dwg forniti dal Parco. CENED dà la possibilità di scegliere tra le strutture definite dalla norma UNI TS 11300, per le quali sono già inseriti materiali, gli spessori e viene dato in automatico il valore di trasmittanza $U[w/m^2K]$.

In questo caso nessuna struttura presente nell'archivio della norma corrisponde esattamente o in maniera approssimata alla stratigrafia dei muri di Ca' Soldato, perciò si è scelto di costruirla strato per strato, scegliendo tra i materiali definiti dalle norme UNI 10351 e UNI 10355 quelli corrispondenti alle mura perimetrali dell'edificio, ovvero di rocce calcaree dello spessore di 56 cm intonacate sulle due facce con 8 cm di malta di cemento.

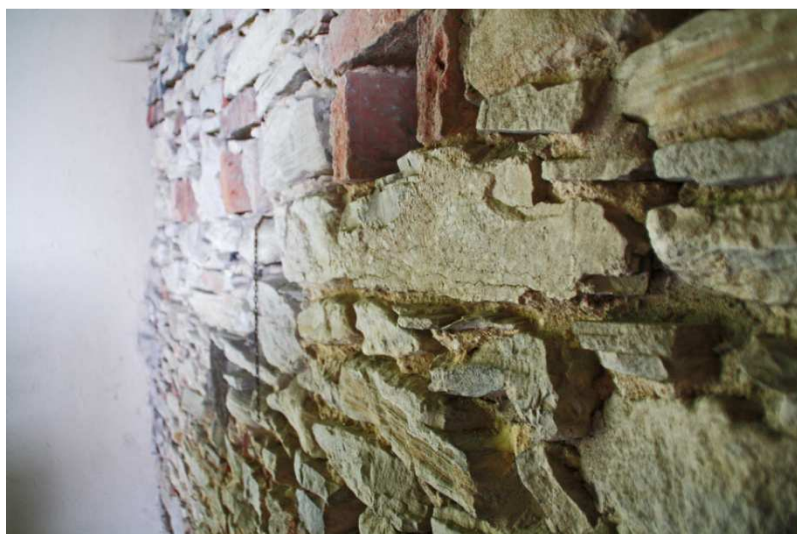


Fig. 3.3.2.1.1 – pareti perimetrali di Ca' Soldato

PARETE ESTERNA

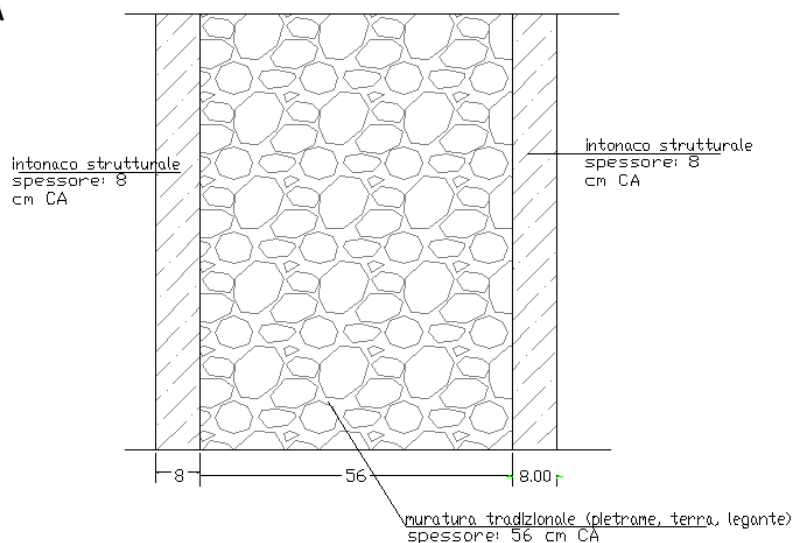


Fig. 3.3.2.1.2 – stratigrafia delle pareti perimetrali

The screenshot shows the CENED+ software interface. The main window is titled 'Edita struttura opaca' and displays the following information:

- Tipologia struttura:** Parete Esterna
- Descrizione struttura:** PARETE ESTERNA TIPO E
- Material Properties Table:**

Colore	Materiale	Cod.	s [m]	λ [W/mK]	R' [m ² K/W]	Ts [°C]	δ [kg/msPa]	Ps [Pa]	Pv [Pa]	z' [Pa/Kgm ² s]
Red	RES SUP3		0.0	0.0	0.13		1.0			
Blue	INT9		0.08	1.4	0.0	12.0				
Yellow	ROC5		0.56	2.9	0.0	0.01				
Blue	INT9		0.08	1.4	0.0	12.0				
Black	RES SUP6		0.0	0.0	0.04		1.0			

The interface also includes a 'Stratigrafia struttura' diagram on the right, showing a vertical cross-section of the wall with colored layers corresponding to the table above. The overall window title is 'Cened+ 1.2.0 - Ca'soldato.xml'.

Fig. 3.3.2.1.3 – ricostruzione della stratigrafia nel software CENED+

Allo stesso modo sono state costruite le stratigrafie dei portoncini di legno esterni, del solaio e della copertura.

Dall'abaco dei serramenti fornitoci dal Parco è stato possibile modellare i portoncini come porte di abete dello spessore di 60 mm.

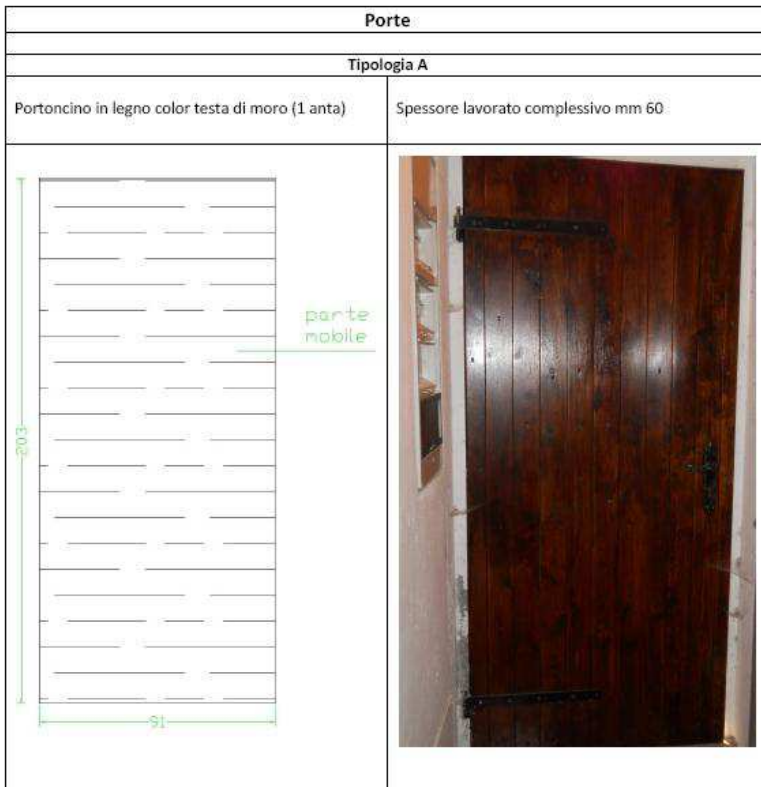


Fig. 3.3.2.1.4– porte esterne di Ca' Soldato

Accesso all'area riservata
LOGIN
Utente
Password
Entra

Stratigrafia struttura
U_c 1.49 U_{lim} 0.34

Subalterni Suggerimenti

Colore	Materiale	Cod.	s [m]	λ [W/mk]	R' [m²K/W]	Ts [°C]	δ [Kg/msPa]	Ps [Pa]	Pv [Pa]	z' [Pa/Kgm²s]
	1	RES SUP3	0.0	0.0	0.13		1.0			
	2	L1	0.06	0.12	0.0		0.3			
	3	RES SUP6	0.0	0.0	0.04		1.0			

Suggerimenti
Comporre la stratigrafia della struttura selezionando i componenti dall'Archivio materiali.
Selezionare la riga al di sotto della quale si vuole inserire il materiale e cliccare sul pulsante Inserisci.

Fig. 3.3.2.1.5– rappresentazione della stratigrafia delle porte esterne nel software CENED+

Anche in questo caso il limite dato dalla norma per la trasmittanza non è rispettato.

La struttura successiva è il solaio a terra del piano inferiore, che è a diretto contatto con il terreno. In questo caso la stratigrafia risulta composta, partendo dallo strato superiore verso quello inferiore, da uno strato di piastrelle di 1 cm, un sottofondo in massetto di vermiculite e cemento di circa 10 cm, uno strato di bitume come impermeabilizzante dello spessore di 1 cm e, a contatto col terreno, una cappa in calcestruzzo a struttura chiusa di 10 cm.

In questo caso il valore limite di trasmittanza è pari a $0,882 \text{ W/m}^2\text{K}$, mentre il valore di legge da rispettare è di $0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Fig. 3.3.2.1.6 – piastrelle del solaio a terra di Ca' Soldato

SOLAIO A TERRA

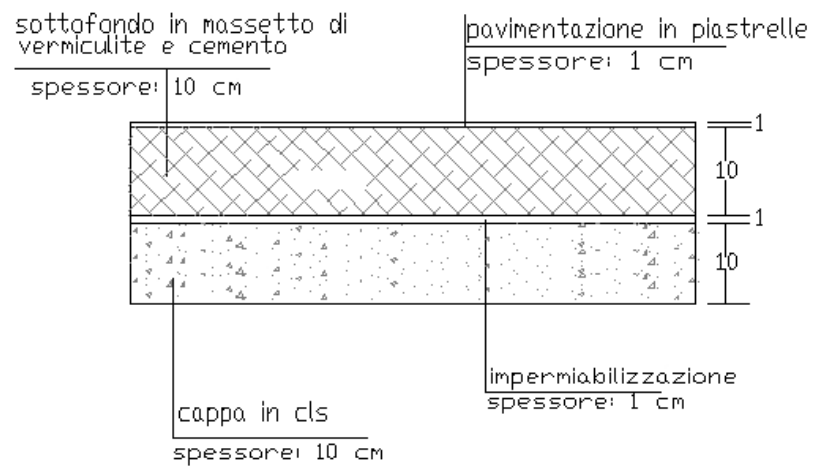


Fig. 3.3.2.1.7 – stratigrafia del solaio a terra

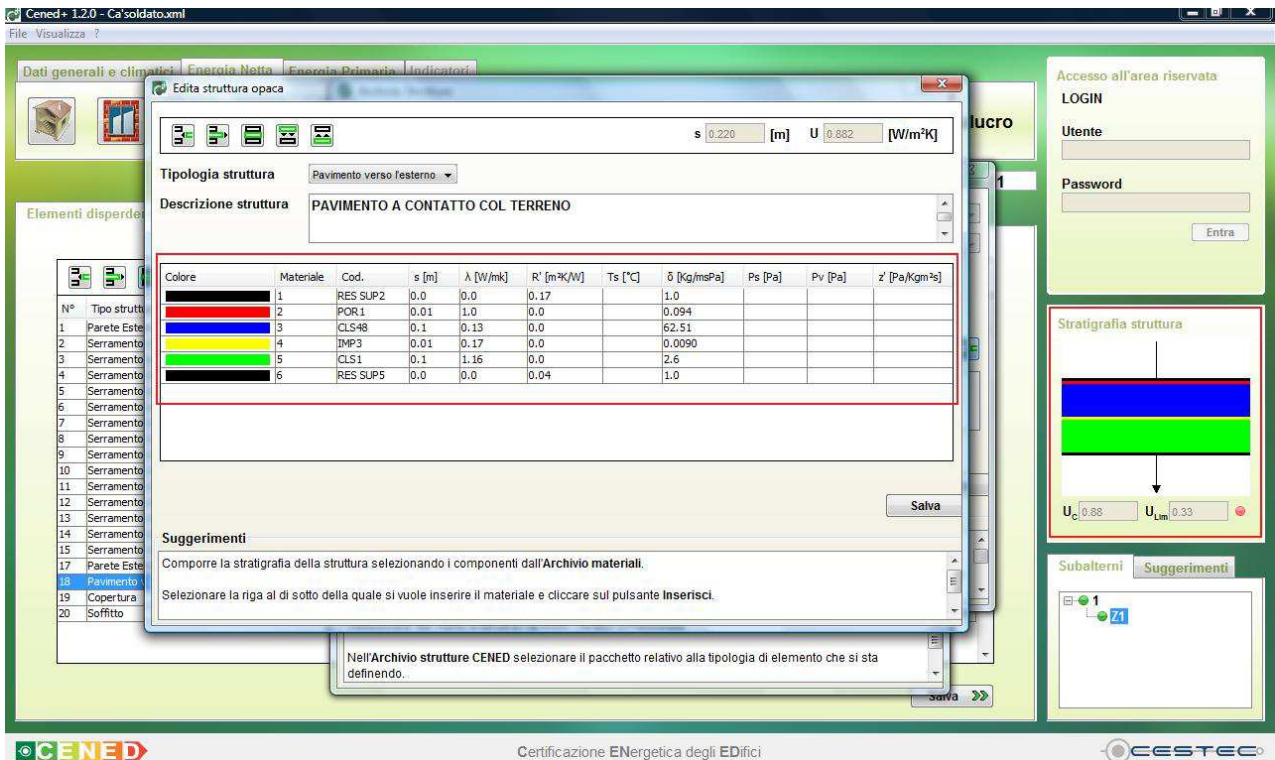


Fig. 3.3.2.1.8 – ricostruzione della stratigrafia del solaio a terra nel software CENED+

Un altro elemento disperdente fondamentale nell'analisi dell'edificio è la copertura. Anche in questo caso si è scelto di costruire la stratigrafia partendo dai file .dwg forniti dal parco. Questa struttura è costituita, sempre partendo dall'interno dell'edificio, da un assito di 4 cm di legno di abete, uno di polistirene espanso dello spessore di 8 cm e da uno strato impermeabilizzante di cartone catramato di 2 cm. Anche in questo caso il valore di trasmittanza risulta superiore al valore limite di legge.

COPERTURA INCLINATA

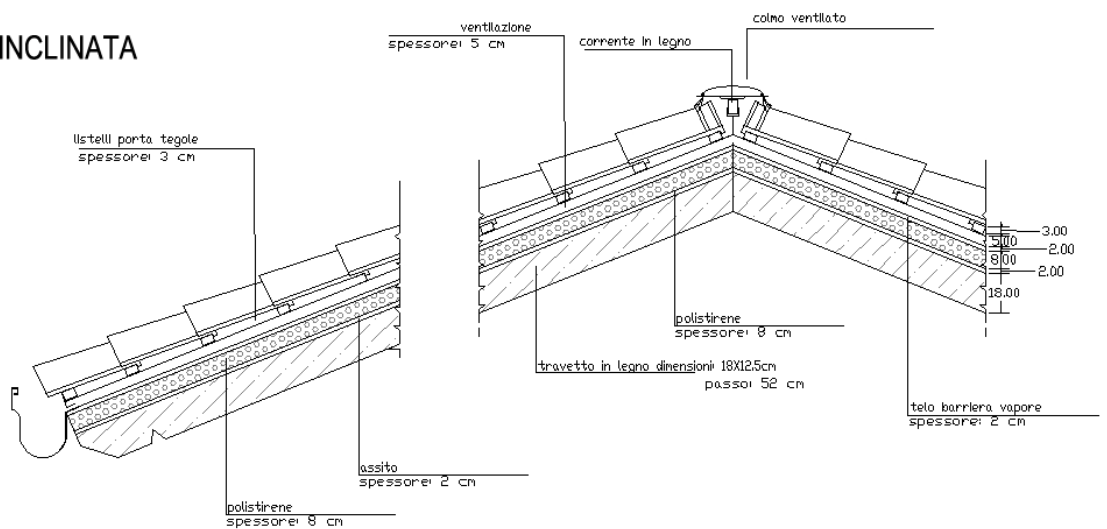


Fig. 3.3.2.1.9 – stratigrafia della copertura inclinata

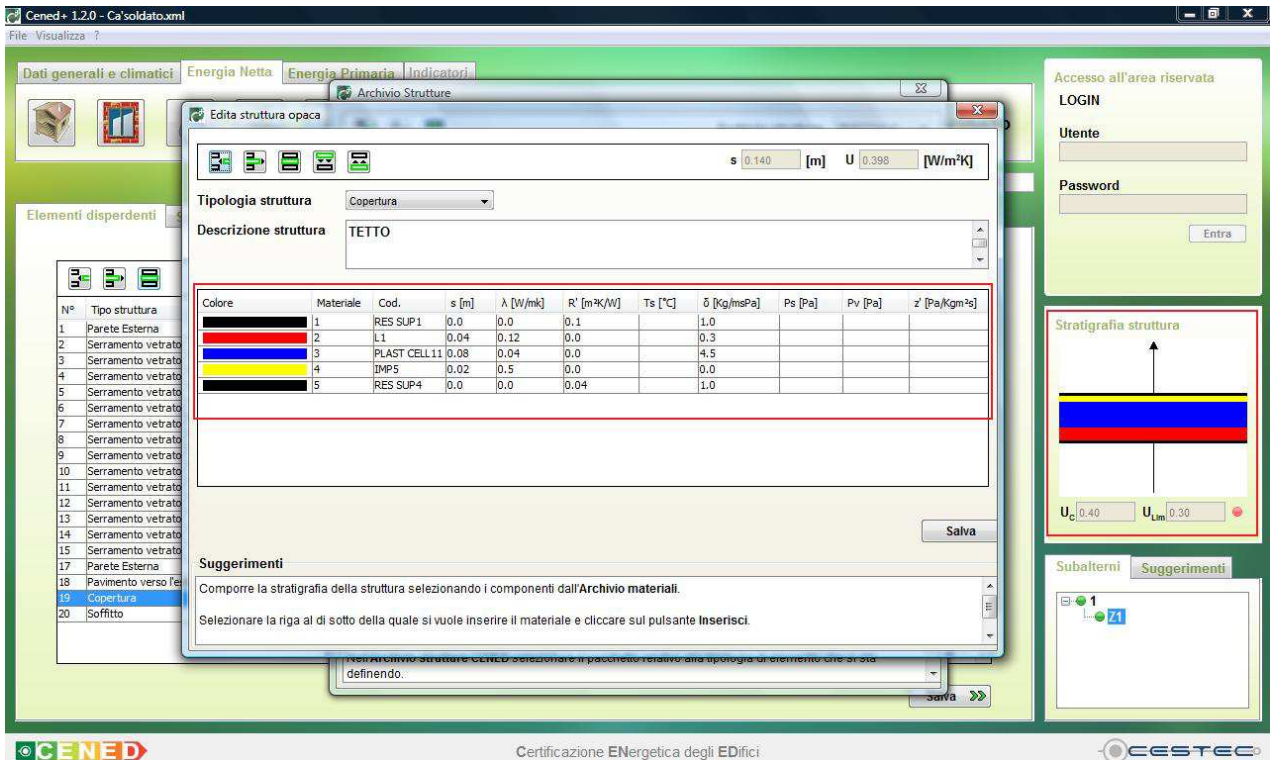


Fig. 3.3.2.1.10 – ricostruzione della stratigrafia della copertura inclinata nel software CENED+

L'ultimo elemento disperdente opaco che è stato definito è il soffitto della cucina dell'unità abitativa di destra, in quanto sopra di essa è presente un portico aperto, e quindi è come se confinasse direttamente con l'ambiente esterno.

La stratigrafia di questa struttura è costituita, dal basso verso l'alto, da uno strato di polistirene espanso di 5 cm, da una cappa in calcestruzzo di 5 cm, da un sottofondo in massetto di vermiculite e cemento dello spessore di 8 cm e dalle piastrelle del pavimento del portico di 1 cm.

Anche in questo caso, come in tutti gli altri, il valore limite di trasmittanza è superato.



Fig. 3.3.2.1.11 – portico aperto

COPERTURA PIANA

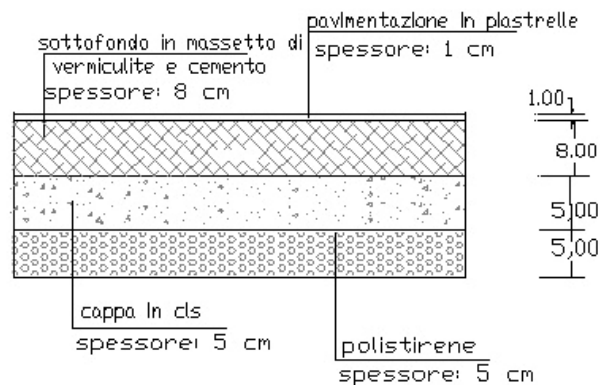


Fig. 3.3.2.1.12 – stratigrafia della copertura piana

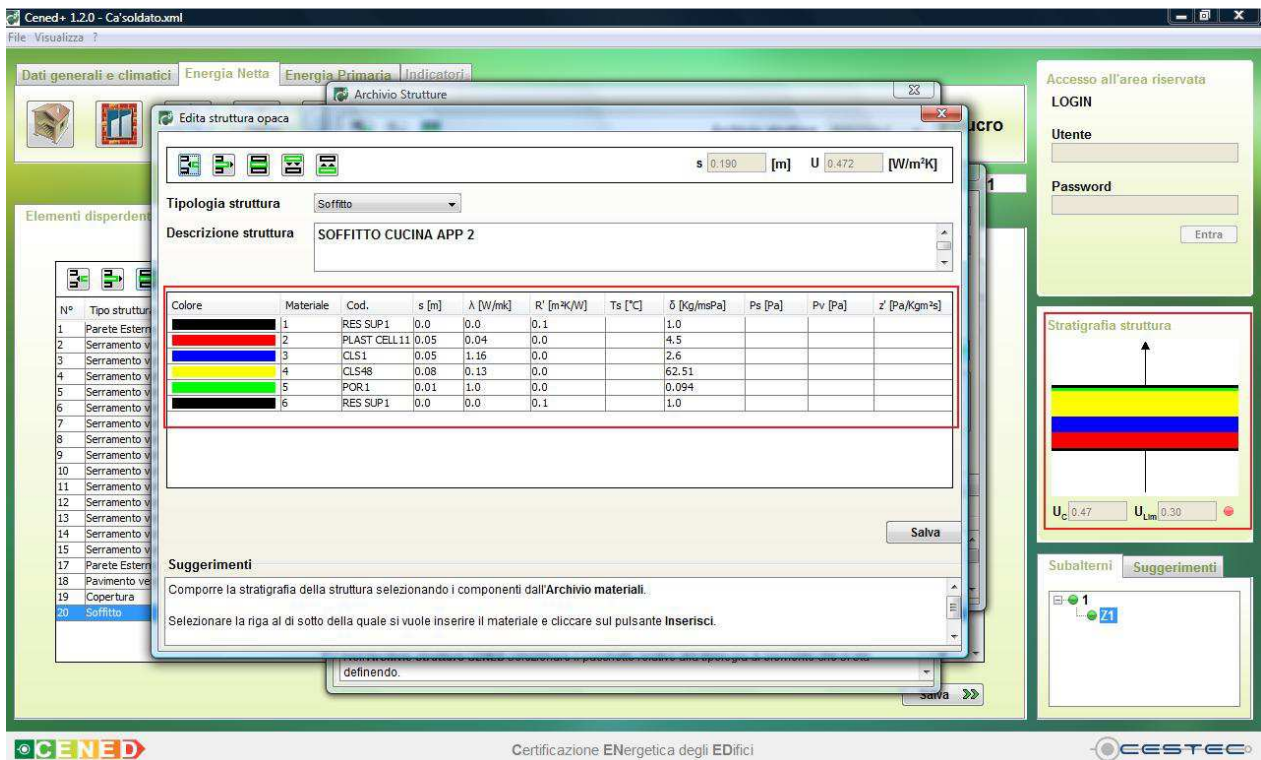


Fig. 3.3.2.1.13 – ricostruzione della stratigrafia della copertura piana nel software CENED+

Per la definizione degli elementi trasparenti, invece, si è scelto di non costruire la stratigrafia ma di scegliere semplicemente una delle strutture dall'archivio di CENED, in quanto modellano bene il nostro caso.

All'interno di Ca' Soldato sono presenti 14 tipi di finestre, tutte costituite da un telaio di legno duro dello spessore di 70 mm e da vetri singoli, opzioni che si possono scegliere dal menu a tendina della finestra per la definizione dell'elemento trasparente. Oltre a questi dati viene chiesta la superficie del serramento, intesa come l'area totale del serramento, ovvero la somma tra l'area del telaio e l'area del vetro.

Anche se esistono diversi tipi di finestre, la struttura è sempre la stessa e cambia solo la superficie; per questo, pur avendo definito tutte le tipologie, il valore di trasmittanza rimane sempre pari a 4,980 W/m²K,

mentre il limite di legge prevede una trasmittanza per gli elementi trasparenti, comprensivi di serramento pari a $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Essendo quindi il valore attuale piuttosto alto, anche i serramenti saranno oggetto di interventi migliorativi per diminuire le dispersioni di calore attraverso di essi.

In funzione del tipo di vetro scelto il software nel riquadro Fattore solare, [-], propone un valore di trasmittanza dell'energia solare totale della superficie trasparente del serramento (UNI TS 11300-1:2008), che si è deciso di lasciare al valore standard.

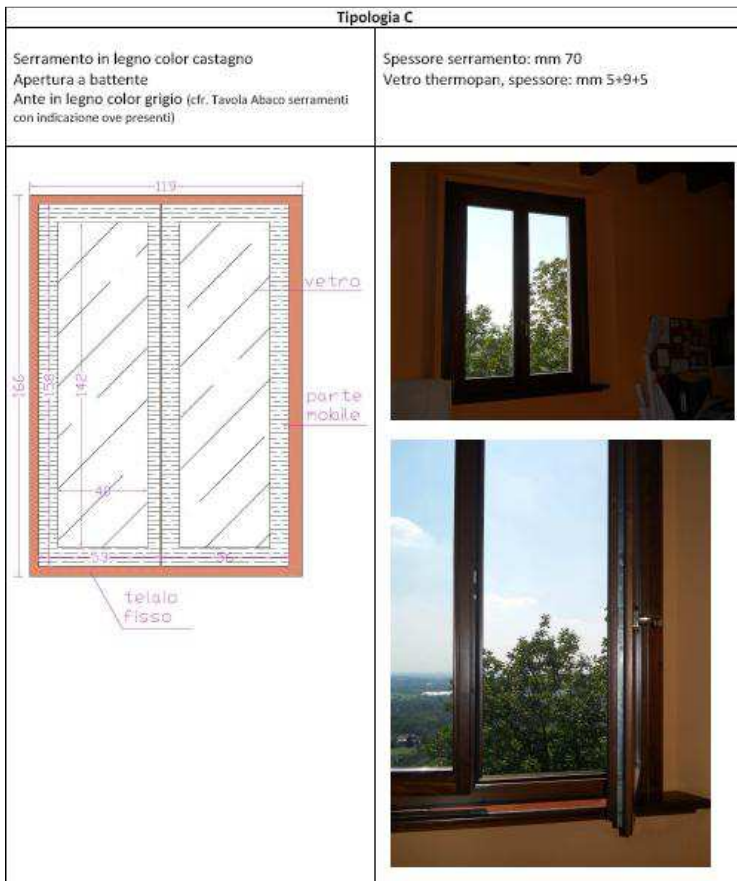


Fig. 3.3.2.1.14 – finestra tipo di Ca' Soldato



Fig. 3.3.2.1.15 e 3.3.2.1.16 – particolare delle finestre di Ca' Soldato

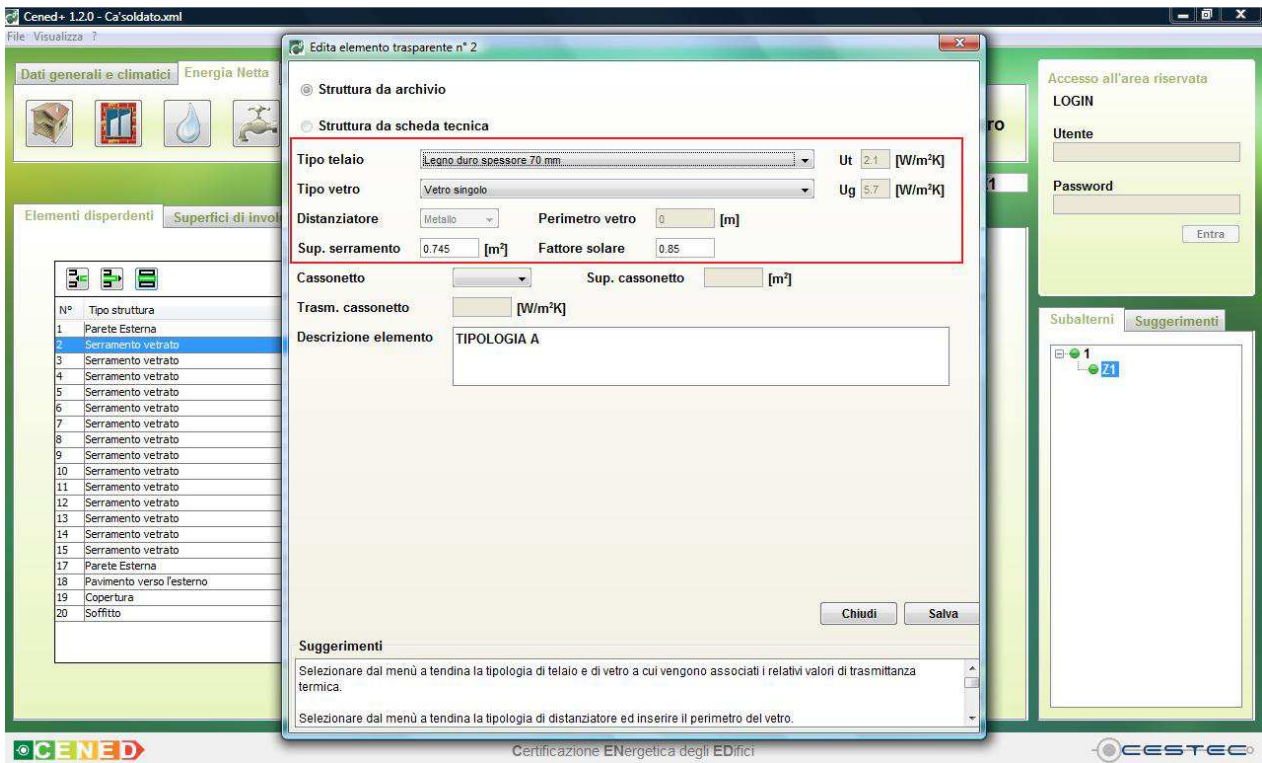


Fig. 3.3.2.1.17 – inserimento degli elementi disperdenti trasparenti nel software CENED+

Una volta redatto il catalogo degli elementi disperdenti è necessario inserire le superfici di involucro, cioè l'area lorda dell'elemento termicamente uniforme al netto dei serramenti e al lordo dei ponti termici. L'area lorda di tali elementi viene considerata:

- per elementi verticali:
 - comprensiva dell'intero spessore del solaio se quest'ultimo confina con l'ambiente esterno, con il terreno o con un ambiente non riscaldato;
 - fino alla mezzeria dello spessore del solaio se quest'ultimo confina con un'altra zona termica e/o con un altro subalterno.
- per elementi orizzontali o inclinati:
 - comprensiva dell'intero spessore della muratura se quest'ultima confina con l'ambiente esterno, con il terreno o con un ambiente non riscaldato;
 - fino alla mezzeria dello spessore della muratura se quest'ultima confina con un'altra zona termica e/o con un altro subalterno.

Pertanto per ciascun elemento opaco e trasparente precedentemente definiti è necessario inserire il tipo di ambiente circostante, la superficie, l'esposizione e l'inclinazione. Ovviamente questo passaggio è necessario per ciascuna porzione di elemento opaco e per ciascun elemento trasparente presenti nell'edificio. La selezione del tipo di Ambiente circostante e funzionale esclusivamente alla determinazione del fattore correttivo percentuale associato alla temperatura dell'ambiente confinante con l'ambiente climatizzato o mantenuto a temperatura controllata.

Ambiente circostante	$F_{T,k}$
Ambienti con temperatura pari alla temperatura esterna	1,00
Ambiente non climatizzato	
- con una parete esterna	0,40
- senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	0,50
- con serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (per esempio autorimesse)	0,60
- con tre pareti esterne (per esempio vani scala esterni)	0,80
Piano interrato o seminterrato	
- senza finestra o serramenti esterni	0,50
- con finestre o serramenti esterni	0,80
Sottotetto	
- aerato	1,00
- tetto isolato	0,70
Terreno	0,45
Vespaio aerato	0,80

Tab.3.3.2.1.2 - Prospetto III– Fattori correttivi da applicare a ciascun componente, k , così da tener conto delle diverse condizioni di temperatura degli ambienti adiacenti alla zona termica considerata (Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

Nel campo Superficie si richiede di indicare l'area lorda, [m²], dei componenti termicamente uniformi al netto delle superfici trasparenti e di eventuali cassonetti in esso presenti, calcolata con la seguente procedura:

- considerare l'intera parete termicamente uniforme al netto dei serramenti;
- inserire come nuova superficie opaca l'area dell'intera parete al netto dei serramenti;
- determinare il baricentro della parete "fittizia" individuata al lordo dei serramenti;

- calcolare angoli o distanze caratteristici di oggetti ed ostruzioni che determinano l'ombreggiamento;
- calcolare i fattori correttivi.

Per gli elementi opachi la schermata per la definizione delle superfici di involucro contiene dei campi relativi alla superficie, l'esposizione (Nord, Sud, Ovest, Est e intermedi) e l'inclinazione (inclinata, verticale, orizzontale), oltre che quelli per la definizione di eventuali ostruzioni, oggetti verticali o orizzontali.

Nel campo Ostruzioni viene data la possibilità di inserire i dati relativi alle ostruzioni con due differenti modalità di immissione.

Si può scegliere se indicare alternativamente:

- i valori di d e h in [m];
- il valore di x in [°].

Se si sceglie l'opzione Input d , h , è necessario inserire i valori in [m] di:

- h , la normale alla superficie in oggetto condotta dal baricentro della stessa all'elemento fonte di ombreggiamento;
- d , la distanza dalla normale, h , dal punto più alto dell'elemento fonte di ombreggiamento.

Nel caso di Ca' Soldato non sono presenti ostruzioni su nessun elemento opaco o trasparente.

Nel campo Aggetti orizzontali è necessario inserire i dati relativi ad elementi orizzontali che determinano l'insistenza dell'ombreggiamento sulla superficie in oggetto.

In questo campo viene data la possibilità di inserire i dati relativi alle ostruzioni con due differenti modalità di immissione.

Si può scegliere se indicare alternativamente:

- i valori di d e h in [m];
- il valore di α in [°].

Se si sceglie l'opzione Input d , h , è necessario inserire i valori in [m] di:

- d , la distanza del baricentro della superficie in oggetto dall'elemento fonte di ombreggiamento;
- h , la profondità dell'aggetto orizzontale.

Se si sceglie, invece, l'opzione di inserimento Input α , è necessario immettere il valore in [°] dell'angolo del triangolo rettangolo che ha come cateti la distanza del baricentro della superficie in oggetto dall'elemento fonte di ombreggiamento e la profondità dell'aggetto orizzontale.

Nel caso di Ca' Soldato l'unico aggetto orizzontale che può essere fonte di ombreggiamento è lo sporto del tetto che insiste solo su alcune finestre del primo piano.

Nel campo Aggetti verticali è necessario inserire i dati relativi ad elementi verticali che determinano l'insistenza dell'ombreggiamento sulla superficie in oggetto.

Si può scegliere se indicare alternativamente:

- i valori di h e d in [m];
- il valore di β in [°].

Se si sceglie l'opzione Input h , d , è necessario inserire i valori in [m] di:

- h , la distanza del baricentro della superficie in oggetto dall'elemento fonte di ombreggiamento;
- h , la profondità dell'aggetto orizzontale.

Se si sceglie, invece, l'opzione di inserimento Input β , è necessario immettere il valore in [°] dell'angolo del triangolo rettangolo che ha come cateti la distanza del baricentro della superficie in oggetto dall'elemento fonte di ombreggiamento e la profondità dell'aggetto orizzontale.

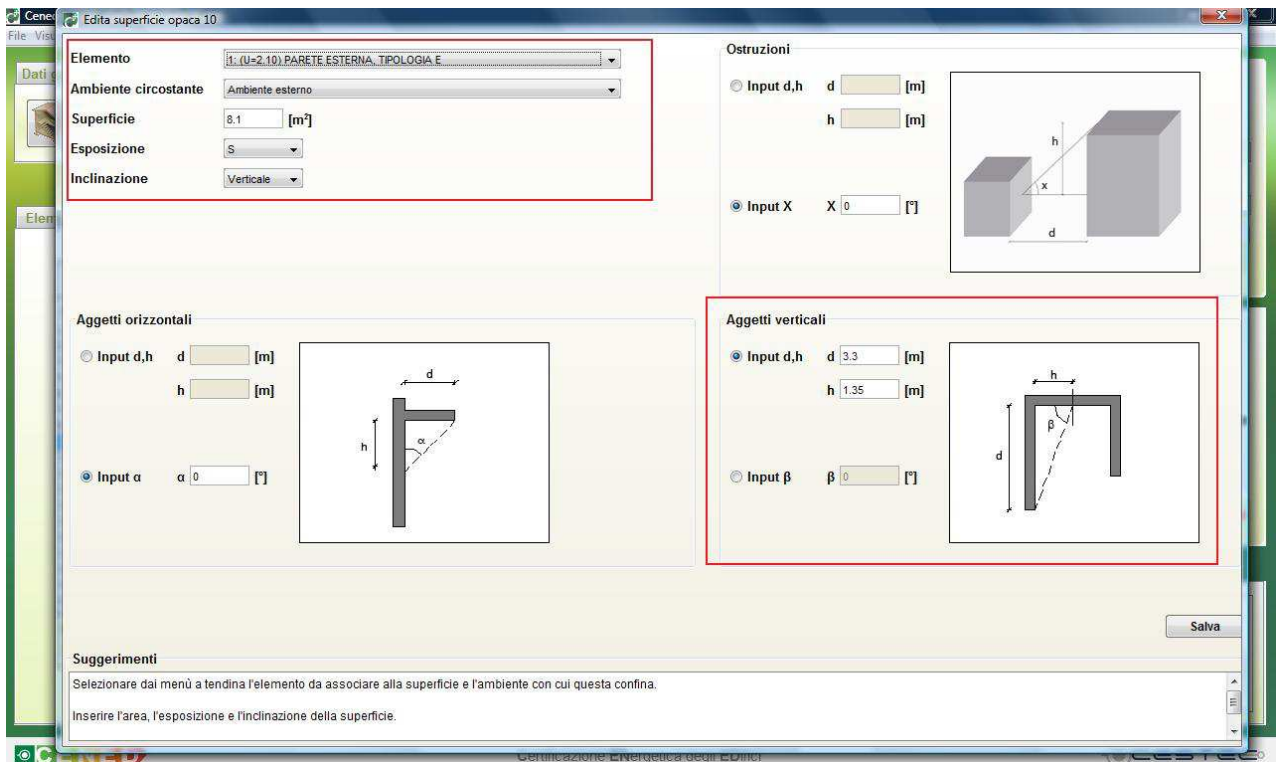


Fig. 3.3.2.1.18 – inserimento della superficie di involucro per un elemento disperdente opaco

Se la superficie opaca confina con il terreno o con un sottotetto, come nel caso della copertura o del pavimento, i campi per la definizione delle ostruzioni e degli aggetti non sono selezionabili. Lo stesso vale per il soffitto della cucina che confina con il portico al piano superiore.

Per la definizione delle superfici di involucro degli elementi trasparenti, prima di inserire i dati relativi alla trasparenza, al colore e, come nel caso delle superfici opache, alle ostruzioni e aggetti, CENED dà la possibilità di inserire la quantità di quell'elemento trasparente e la sua esposizione, in modo da non dover inserire superficie per superficie nel caso ci siano delle finestre uguali con stessa esposizione.

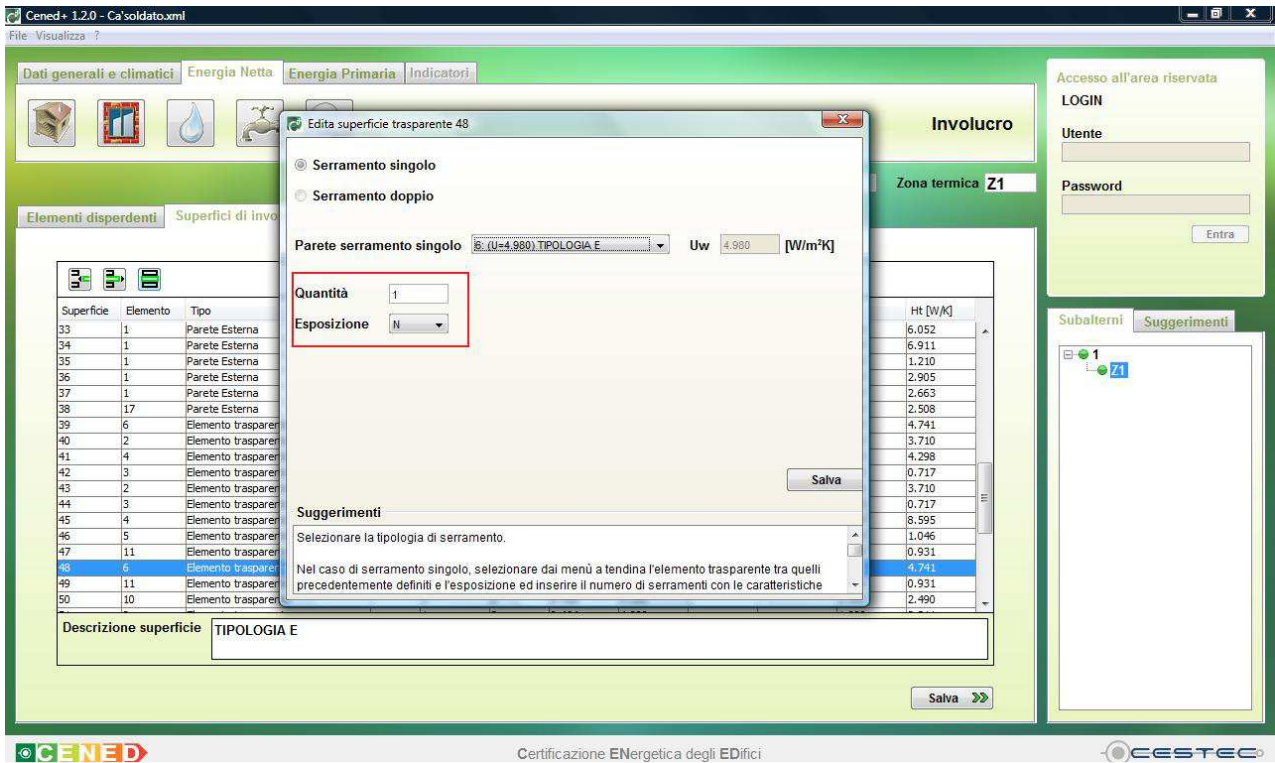


Fig. 3.3.2.1.19 – inserimento della superficie di involucro per un elemento dispersente trasparente

Una volta inseriti questi dati si passa alla schermata successiva, dove è necessario inserire, qualora fossero presenti, i dati relativi alle schermature solari, alle ostruzioni e agli aggetti orizzontali e verticali. Per questo ultimi viene utilizzata la procedura descritta prima per gli elementi opachi.

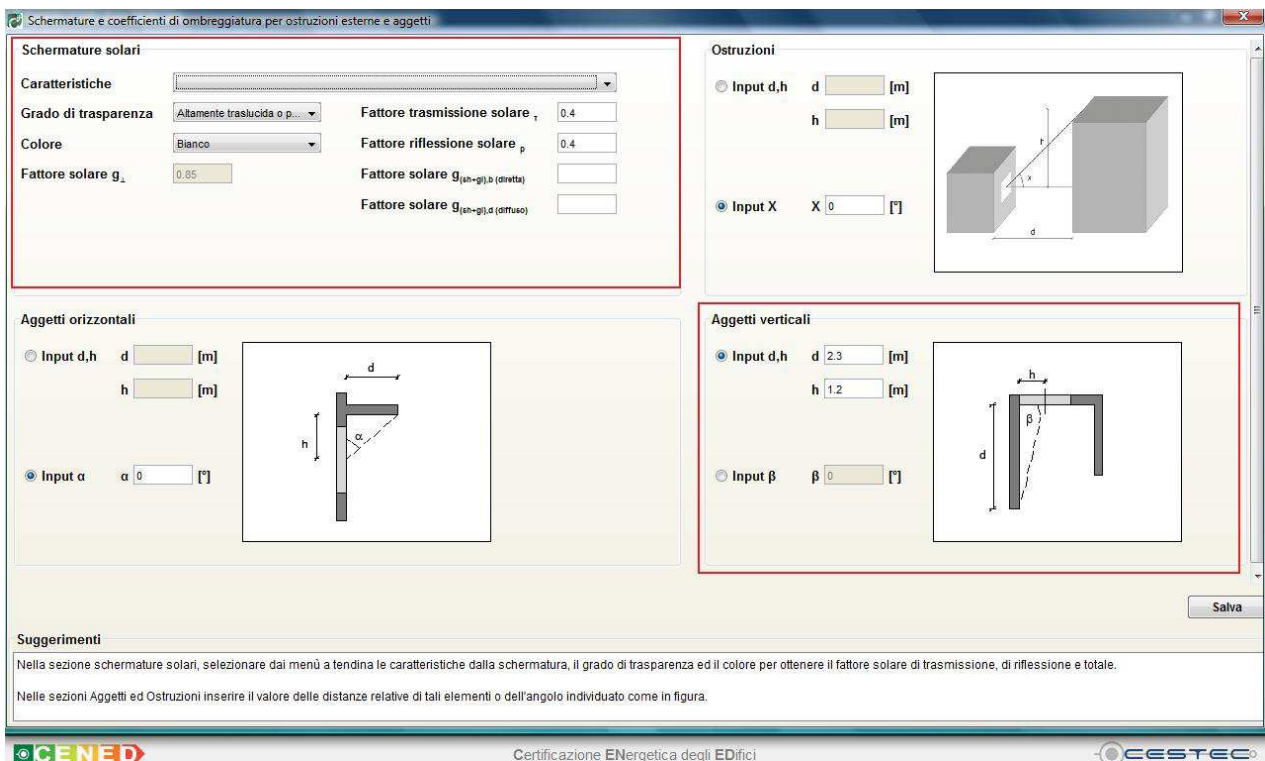


Fig. 3.3.2.1.20 – inserimento di ostruzioni e aggetti per una superficie trasparente

Essendo Ca' Soldato un edificio con una forma a C, le finestre con esposizione a Sud avranno i muri che le circondano come fonte di ombreggiamento. Per questo, nella loro definizione, verranno inseriti i dati relativi a d e h per la definizione dell'oggetto verticale fonte di ombreggiamento.

Una volta inserite le superfici di involucro si passa alla definizione degli apporti di vapor d'acqua, che riguarda l'entalpia del vapore d'acqua prodotto ed immesso nella zona oggetto di certificazione.

Il campo Vapore d'acqua richiede di selezionare, dall'elenco a discesa, Attività, la tipologia di operazioni che vengono svolte dalle persone presenti all'interno dell'ambiente climatizzato o mantenuto a temperatura controllata. Le opzioni presenti per un edificio a destinazione d'uso residenziale sono le seguenti:

- Seduto a riposo;
- Seduto in attività leggera;
- In cammino a 1.3 m/s;

In questo caso si è scelta la seconda opzione. L'altro campo da compilare è il fattore di presenza medio giornaliera per il quale viene dato un valore di default in funzione della categoria di edificio scelto in precedenza, secondo il prospetto XXV contenuto nella procedura di calcolo.

Categoria di edificio	Destinazione d'uso	$f_{G,per}$
E.1 (1); E.1 (2)	Edifici residenziali	24/24
E.1 (3)	Edifici adibiti ad albergo, pensioni ed attività similari	8/24
E.2	Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili	8/24
E.3	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura ed assimilabili	24/24
E.4	Edifici adibiti ad attività ricreative, associative e di culto	8/24
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili	8/24
E.6	Edifici adibiti ad attività sportive	8/24
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche di tutti i livelli e assimilabili	8/24
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili	8/24

Tab.3.3.2.1.3 - Prospetto XXV– Fattore di presenza medio giornaliero nei locali climatizzati, $f_{G,per}$

In questo caso questo fattore è pari a 1.

Tutte le altre opzioni presenti all'interno di questa schermata non sono necessarie nel caso di edificio residenziale.

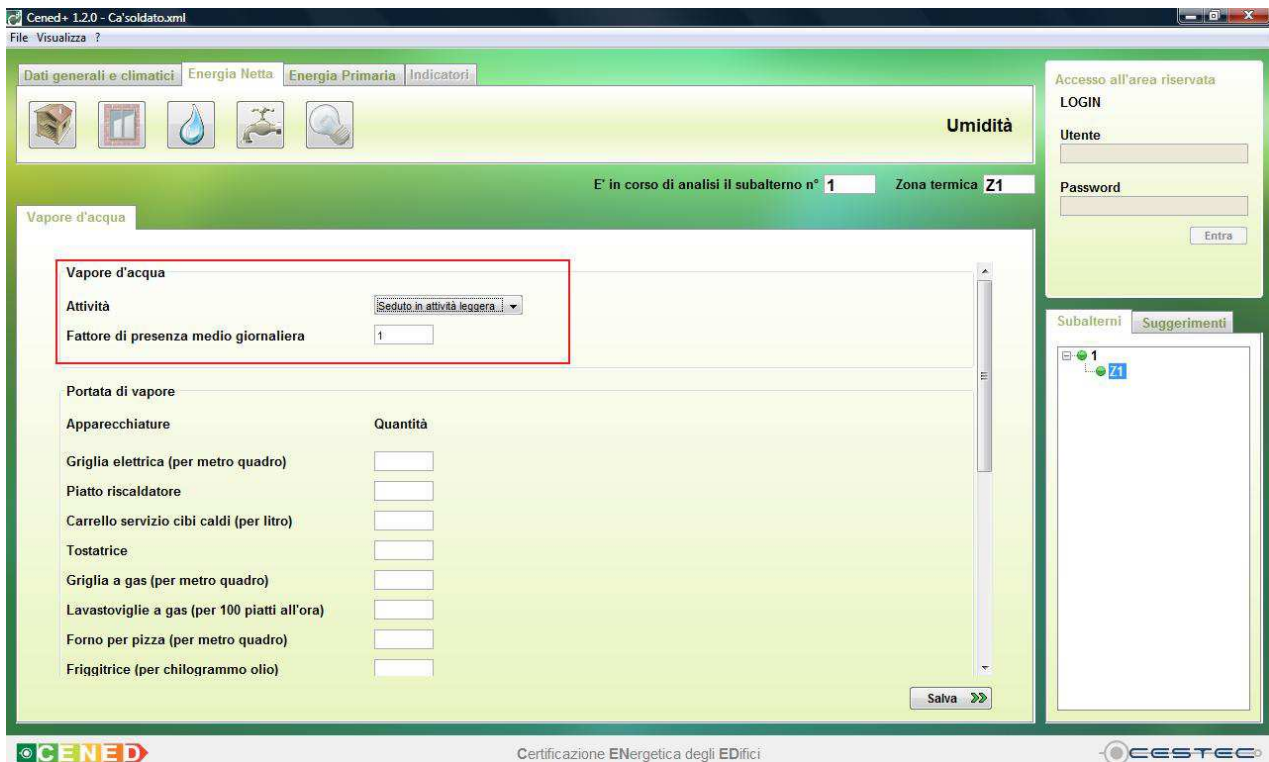


Fig. 3.3.2.1.21 – fattore di presenza medio giornaliera

Le schermate relative al fabbisogno di ACS (Acqua Calda Sanitaria) e all'illuminazione non sono editabili per edifici a destinazione d'uso residenziale.

3.3.3 – ENERGIA PRIMARIA

Una volta finito di compilare il modulo relativo all'energia netta, è necessario passare all'inserimento dei dati nel modulo dell'energia primaria.

3.3.3.1 – DESCRIZIONE DEL SISTEMA IMPIANTISTICO

Il primo sottomodulo permette di inserire una o più centrali termiche. In CENED una centrale termica risulta costituita da uno o più generatori di calore asserviti al medesimo utilizzo (singolo o multiplo) e caratterizzati dalla medesima modalità di funzionamento. Nel nostro caso avremo una sola centrale termica e un solo generatore di calore.

Per prima cosa si deve stabilire la tipologia di impianto termico tra due opzioni:

- Impianto termico con generazione termica combinata (figura 11, Decreto 5796), si intendono le centrali termiche asservite al riscaldamento/ climatizzazione invernale e alla produzione di ACS;
- Impianto termico con generazione termica separata (figura 12, Decreto 5796), si intendono le centrali termiche asservite al solo riscaldamento/ climatizzazione invernale e alla sola produzione di ACS.

Nel caso di Ca' Soldato, l'impianto termico utilizza un serbatoio a GPL, che alimenta anche la cucina, mentre l'acqua calda sanitaria viene prodotta tramite uno scaldabagno a gas. Avendo però deciso di modellizzare la cascina come se fosse adibita ad uso residenziale, si è deciso di inserire una sola centrale termica con generazione termica combinata e un solo generatore.

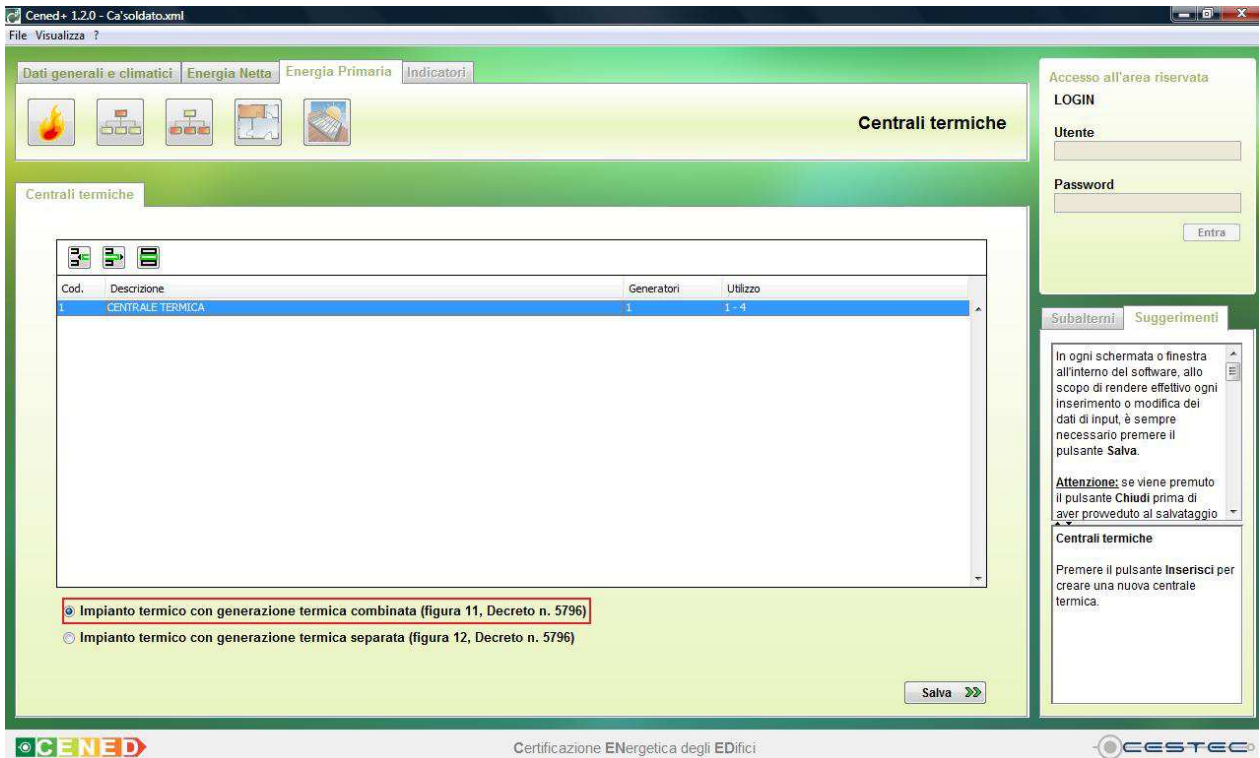


Fig.3.3.3.1.1 – inserimento nuova centrale termica

Quando si inserisce una centrale termica è necessario indicare i dati relativi al sottosistema di accumulo, se presente, e al sottosistema di generazione.

3.3.3.2 – DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEL GENERATORE DI CALORE

Per Ca' Soldato si è deciso di dimensionare un accumulo per la produzione di acqua calda sanitaria. Per fare ciò si è seguita una procedura proposta dalla Caleffi, riportata di seguito.

Prima di tutto si è calcolato il consumo di acqua calda sanitaria per Ca' Soldato in riferimento alle tabelle sempre presenti all'interno del documento appena citato.

TAB. 1
CONSUMI MEDI DI ACQUA CALDA PER OGNI UTILIZZO

Apparecchio	Consumo
Vasca da bagno grande (170 x 70)	160 ÷ 200 l
Vasca da bagno piccola (105 x 70)	100 ÷ 120 l
Doccia	50 ÷ 60 l
Lavabo	10 ÷ 12 l
Bidet	8 ÷ 10 l
Lavello da cucina	15 ÷ 20 l

Tab.3.3.3.2.1 – consumi medi di acqua calda per diversi apparecchi per ogni utilizzo

Nell'edificio sono presenti 4 bagni e 2 cucine, pertanto il consumo di ACS risulta il seguente:

APP.1	APPARECCHIO	CONSUMO [l]
BAGNO PIANO TERRA	LAVABO	12
	DOCCIA	60
	BIDET	10
BAGNO PRIMO PIANO	LAVABO	12
	VASCA (105X70)	120
CUCINA	LAVELLO	20
APP.2		
BAGNO PIANO TERRA	LAVABO	12
	DOCCIA	60
	BIDET	10
BAGNO PRIMO PIANO	LAVABO	12
	VASCA (105X70)	120
CUCINA	LAVELLO	20
TOTALE		468

Tab.3.3.3.2.2 – consumi ACS per Ca' Soldato ad ogni utilizzo

Una volta trovato il dato relativo al consumo, sono necessari i dati relativi alle temperature di accumulo, dell'acqua fredda e quella di utilizzo, nonché le durate del periodo di preriscaldamento dell'acqua nel serbatoio e quella del periodo di punta, definito come il periodo in cui risulta più elevato il consumo d'acqua calda. Anche questi dati sono forniti dalla procedura di calcolo che si sta seguendo e sono riportati in tabella.

DATI	
C[l]	468
t_u [°C]	40
t_f [°C]	12
t^*_{pr} [h]	2
t^*_{pu} [h]	1,5
t_a [°C]	60

Tab.3.3.3.2.3 – dati per il calcolo del volume dell'accumulo.

dove:

C[l]= consumo d'acqua calda nel periodo di punta

t_u [°C]= temperatura di utilizzo dell'acqua calda

t_f [°C]= temperatura dell'acqua fredda

t^*_{pr} [h]= durata del periodo di preriscaldamento

t_{pu}^* [h]= durata del periodo di punta

t_a [°C]= temperatura dell'accumulo dell'acqua calda

Una volta noti tutti i dati si può cominciare con il calcolo:

1. si calcola il calore totale necessario per riscaldare l'acqua da erogarsi nel periodo di punta, moltiplicando tale quantità per il salto termico che sussiste tra la temperatura dell'acqua di utilizzo e la temperatura dell'acqua fredda;

$$Q_t = C \cdot (t_u - t_f)$$

2. si calcola il calore orario che deve essere ceduto all'acqua, dividendo il calore totale (sopra determinato) per il tempo in cui quest'ultimo deve essere ceduto: cioè per il tempo dato dalla somma fra il periodo di preriscaldamento e quello di punta;

$$Q_h = \frac{Q_t}{t_{pr}^* + t_{pu}^*}$$

3. si determina il calore da accumulare nella fase di preriscaldamento, moltiplicando il calore orario per il periodo di preriscaldamento;

$$Q_a = Q_h \cdot t_{pr}^*$$

4. si calcola infine il volume del bollitore dividendo il calore da accumulare per la differenza fra la temperatura di accumulo e quella dell'acqua fredda.

$$V = \frac{Q_a}{t_a - t_f}$$

Seguendo la procedura appena descritta per Ca' Soldato si ottengono i risultati seguenti:

RISULTATI	
Q_t	13104
Q_h	3744
Q_a	7488
V	156

Tab.3.3.3.2.4 – calcolo del volume del bollitore

In base al risultato ottenuto si dovrà cercare una caldaia che produca acqua calda sanitaria attraverso accumulo e inserire i dati relativi alle dispersioni termiche del bollitore e alla temperatura dell'acqua in esso contenuta e riportarli nel sottomodulo relativo al sottosistema di accumulo nella definizione della centrale termica in CENED.

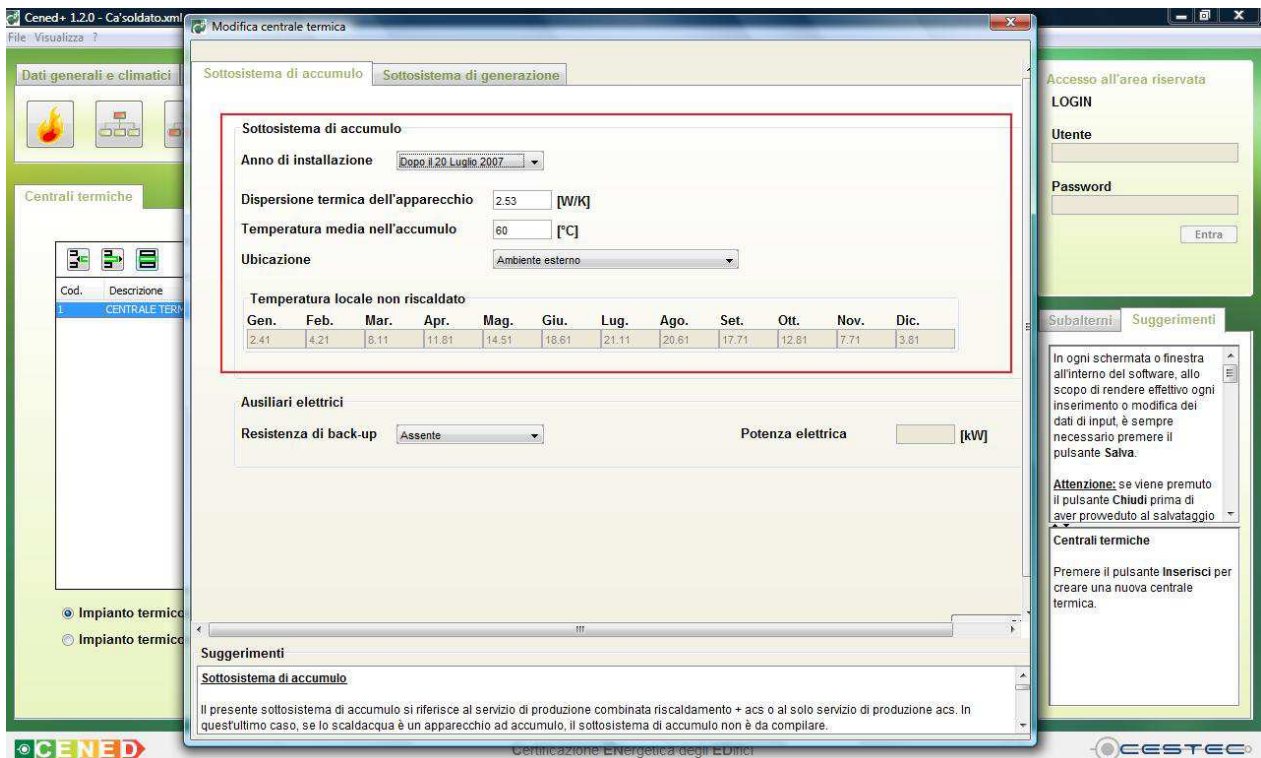


Fig. 3.3.3.2.1 – inserimento dei dati relativi al sottosistema di accumulo

Una volta noto il volume dell'accumulo si è calcolata la potenza della caldaia necessaria per poter produrre l'acqua calda sanitaria richiesta. Per fare ciò si è utilizzata una formula presente all'interno della norma UNI 9182, che fissa i criteri minimi di progettazione degli impianti sanitari. Secondo tale norma una volta noto il volume di accumulo si può applicare la seguente formula per il calcolo della potenza della caldaia:

$$P = V \cdot [1,163 \cdot (t_a - t_f)/t_{pr}]$$

Sostituendo i dati riportati in precedenza si ottiene:

P[W]	4354,272
P[kW]	4,354272

Tab.3.3.3.2.5 – calcolo della potenza della caldaia per la produzione di ACS

Una volta nota la potenza della caldaia è possibile passare al modulo relativo al sottosistema di generazione, dove è necessario inserire le informazioni (descrizione e combustibile) del sistema di generazione. Il primo parametro da scegliere è quello relativo al tipo di funzionamento, relativo alle modalità di circolazione dell'acqua. È possibile scegliere tra due opzioni:

- Circolazione permanente di acqua in caldaia;
- Interruzione della circolazione in caldaia a temperatura ambiente raggiunta (si fa riferimento al caso in cui la pompa primaria si ferma alcuni minuti dopo il bruciatore ed entrambi vengono fermati dal termostato ambiente).

La selezione di tali opzioni influenza i valori ai fini del calcolo delle perdite percentuali del generatore. Una volta definito il tipo di funzionamento si passa all'inserimento del generatore, scegliendo per prima cosa il tipo di generatore tra quelli disponibili e il tipo di combustibile da un menu a tendina. Al fine di questo progetto si è scelto un generatore tradizionale a gas naturale.

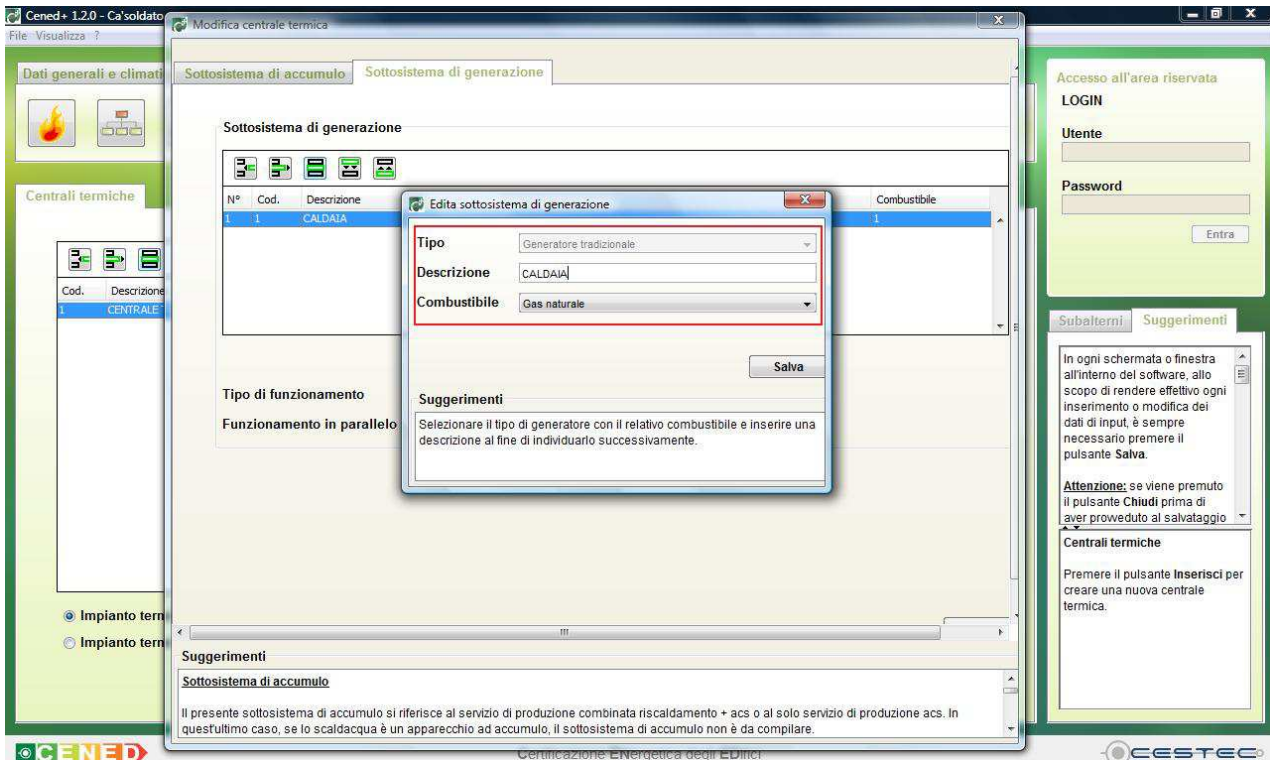


Fig. 3.3.3.2.2 – inserimento del sottosistema di generazione

Il secondo passaggio consiste nell’inserire le caratteristiche del generatore, che è possibile trovare sui libretti delle caldaie.

Al fine di dimensionare correttamente il generatore di Ca’ Soldato, è stato necessario calcolare la potenza necessaria per la produzione di ACS mostrata in precedenza e le dispersioni totali dell’edificio per trasmissione e ventilazione per poter ricavare la potenza necessaria per il riscaldamento invernale.

Il calcolo delle dispersioni è stato fatto tenendo conto delle condizioni di progetto. Per questo è stato innanzitutto necessario ricavare la temperatura di progetto per il comune di Montevicchia, secondo la procedura data dalla norma UNI 7357/74. Quindi partendo dalla temperatura di progetto di Lecco, che è pari a -5°C, sono state applicate le seguenti modifiche:

- Per tener conto della diversa altitudine: temperatura invariata sino a circa 200 m di differenza di quota diminuzione od aumento di 1 °C per ogni ulteriori 200 m di quota maggiore o minore.
- Per tener conto della diversa situazione dell'ambiente esterno: temperatura invariata, salvo correzione di altezza, in un complesso urbano diminuzione di 0,5-1 °C in piccoli agglomerati diminuzione di 1-2 °C in edifici isolati.

I calcoli sono riportati di seguito:

Alt. Lecco= 214 m slm

Te Lecco= -5°C

Alt. Montevicchia= 479m slm

Te Montevicchia= -5°C-1°C-2°C = -8°C

Per calcolare le dispersioni per trasmissione è stato necessario inserire anche i coefficienti di esposizione, per tener conto dell'orientamento dell'elemento disperdente preso in considerazione. I coefficienti che sono stati utilizzati sono i seguenti:

Sud=1
 Nord=1,15
 Est=1,1
 Ovest=1,05

I valori sono stati stabiliti sempre in base alla norma UNI 7357/74, che fornisce dei valori accettabili sotto forma di aumenti percentuali:

S **SO** **O** **NO** **N** **NE** **E** **SE**
 — 2÷5% 5÷10% 10÷15% 15÷20% 15÷20% 10÷15% 5÷10%

Fig. 3.3.3.4 – valori del coefficiente di esposizione

Per una migliore leggibilità dei calcoli si è deciso di calcolare separatamente le dispersioni per il piano terra e per il primo piano, suddividendo a sua volta le perdite per trasmissione e per ventilazione.

Partendo dalle dispersioni per trasmissione sono state riportate in un file excel le trasmittanze calcolate con la definizione degli elementi disperdenti in CENED e le relative superficie di involucro.

U - PARETI ESTERNE [W/m ² K]	2,096
U- SERRAMENTI [W/m ² K]	4,98
U - SOLAIO A TERRA [W/m ² K]	0,882
U - COPERTURA INCLINATA [W/m ² K]	0,398
U - PORTE ESTERNE [W/m ² K]	1,493
U - COPERTURA PIANA [W/m ² K]	0,472

Tab.3.3.3.2.6 – valori di trasmittanza degli elementi disperdenti

Dopodiché per ciascun elemento disperdenti, sia opaco che trasparente, è stata applicata la seguente formula:

$$Q_{trasm} = \sum_i (e_i * A_i * U_i * \Delta T)$$

dove:

Q_{trasm} : perdite per trasmissione [W]

e_i : coefficiente di esposizione

A_i : area dell'elemento disperdente [m²]

U_i : trasmittanza dell'elemento disperdente [W/m²K]

$\Delta T = (T_i - T_e)$ [K]

i: elemento disperdente

con:

$T_i = 293$ K

$T_e = 265$ K

Di seguito vengono riportate le tabelle con i risultati delle perdite per trasmissione del piano terra e del primo piano:

ELEMENTI OPACHI			
	$A_{\text{elemento opaco}} [m^2]$	e	$Q_{\text{trasm}} [W]$
BAGNO/CENTRALE TERMICA APP 1	13,80	1,00	809,89
pareti perimetrali	7,50	1,10	484,18
pareti perimetrali	6,30	1,05	388,22
pavimento	10,36	1,00	255,85
SALOTTO APP1	12,00	1,10	774,68
pareti perimetrali	10,80	1,15	728,90
portoncino	1,60	1,10	73,58
pavimento	19,11	1,00	471,94
CUCINA APP 1	5,70	1,15	384,70
pareti perimetrali	8,10	1,00	475,37
portoncino	1,6	1,15	76,92
pavimento	19,50	1,00	481,57
CUCINA APP 2	10,80	1,15	728,90
pareti perimetrali	12,90	1,00	757,08
soffitto	23,40	1,00	309,25
portoncino	1,60	1,15	76,92
pavimento	23,40	1,00	577,89
SALOTTO/BAGNO APP 2	9,00	1,10	581,01
pareti perimetrali	14,40	1,00	845,11
pareti perimetrali	16,20	1,05	998,28
pareti perimetrali	3,30	1,15	222,72
pavimento	24,40	1,00	602,58
RIPOSTIGLIO	6,90	1,05	425,19
pareti perimetrali	4,50	1,15	303,71
pavimento	2,89	1,00	71,37
TOTALE			11905,83

Tab.3.3.3.2.7 – calcolo della dispersioni per trasmissione degli elementi opachi del piano terra

ELEMENTI TRASPARENTI			
	$A_{\text{elemento trasparente}} [m^2]$	e	$Q_{\text{trasm}} [W]$
BAGNO/CENTRALE TERMICA APP 1			
tipo E	0,87	1,10	132,98
tipo A	0,74	1,10	114,21
tipo D	0,21	1,05	30,75
SALOTTO APP1			
tipo C	0,86	1,10	132,29
tipo B	0,14	1,10	22,15
tipo A	0,74	1,15	119,40
tipo B	0,14	1,15	23,16
CUCINA APP 1			
tipo C	0,86	1,15	138,31
tipo C	0,86	1,15	138,31
tipo F	0,75	1,00	105,04
CUCINA APP 2			
tipo D	0,21	1,15	33,67
tipo G	0,46	1,00	64,76
SALOTTO/BAGNO APP 2			
tipo I	0,50	1,00	69,79
tipo L	1,19	1,05	173,76
tipo E	0,95	1,15	152,66
RIPOSTIGLIO			
tipo L	1,19	1,15	190,31
TOTALE			1641,54

Tab.3.3.3.2.8 – calcolo della dispersioni per trasmissione degli elementi trasparenti del piano terra

ELEMENTI OPACHI			
	$A_{\text{elemento opaco}}$ [m ²]	e	Q_{trasm} [W]
BAGNO APP 1	13,80	1,00	809,89
pareti perimetrali	4,50	1,10	290,51
pareti perimetrali	9,60	1,05	591,58
tetto	10,64	1,00	118,57
CAMERA 1 APP 1	12,30	1,10	794,05
pareti perimetrali	11,70	1,15	789,65
portoncino	1,60	1,10	73,58
tetto	19,50	1,00	217,31
CAMERA 2 APP 2	7,50	1,15	506,18
pareti perimetrali	10,50	1,00	616,22
portoncino	1,6	1,15	76,92
tetto	19,50	1,00	217,31
CAMERA/BAGNO APP 2	9,00	1,10	581,01
pareti perimetrali	15,00	1,00	880,32
pareti perimetrali	17,10	1,05	1053,74
pareti perimetrali	3,00	1,15	202,47
tetto	24,40	1,00	271,91
RIPOSTIGLIO	7,20	1,05	443,68
pareti perimetrali	6,60	1,15	445,44
portoncino	1,60	1,15	76,92
tetto	2,89	1,00	32,21
TOTALE			9089,47

Tab.3.3.3.2.9 – calcolo della dispersioni per trasmissione degli elementi opachi del primo piano

ELEMENTI TRASPARENTI			
	A _{elemento trasparente} [m ²]	e	Q _{trasm} [W]
BAGNO APP 1			
tipo E	0,95	1,10	146,02
tipo H	0,58	1,10	88,44
CAMERA 1 APP 1			
tipo P	0,69	1,10	105,65
tipo E	0,95	1,10	146,02
tipo O	0,42	1,15	67,54
CAMERA 2 APP 2			
tipo G	0,46	1,15	74,47
tipo N	1,06	1,15	169,58
tipo M	0,44	1,00	61,34
CAMERA/BAGNO APP 2			
tipo A	0,74	1,00	103,83
tipo E	0,95	1,10	146,02
tipo E	0,95	1,05	139,38
tipo E	0,95	1,15	152,66
RIPOSTIGLIO			
tipo I	0,50	1,15	80,26
TOTALE			1481,21

Tab.3.3.3.2.10 – calcolo della dispersioni per trasmissione degli elementi trasparenti del primo piano

Per il calcolo delle dispersioni per ventilazione è necessario applicare la seguente formula:

$$Q_{vent} = (\rho * c * q * \Delta T) / 3600$$

dove:

Q_{vent} : perdite per ventilazione [W]

ρ : massa volumica dell'aria [Kg/m³]

c : calore specifico dell'aria [J/KgK]

q : portata d'aria di progetto [m³/h]

$\Delta T = (T_i - T_e)$ [K]

i: elemento disperdente

con:

$T_i = 293$ K

$T_e = 265$ K

La portata d'aria di progetto si calcola come segue:

$$q = V_{netto} * n$$

dove:

V_{netto} : è il volume netto della stanza che si sta considerando [m³]

n : è il numero di ricambi orari del locale che si sta considerando [h⁻¹], preso pari a 0,5 h⁻¹ per tutti i locali tranne i bagni per cui si è posto $n=1,5$ h⁻¹

Il volume netto del locale è calcolato come segue:

$$V_{netto} = S_{netta} * h_{locale}$$

con:

S_{netta} : superficie netta del locale [m²]

h_{locale} : altezza del locale [m]

Di seguito vengono riportate le tabelle con i risultati delle perdite per ventilazione del piano terra e del primo piano:

PIANO TERRA	V _{netto locale} [m ³]	q=V _{netto locale} * n [m ³ /h]	Q _{vent} [W]
BAGNO/CENTRALE TERMICA APP 1	31,08	46,62	496,35
SALOTTO APP 1	57,33	28,665	305,19
CUCINA APP 1	58,5	29,25	311,42
CUCINA APP 2	70,2	35,1	373,70
SALOTTO	52,5	26,25	279,48
BAGNO APP 2	21,12	31,68	337,29
RIPOSTIGLIO	8,67	4,335	46,15
TOTALE			2149,58

Tab.3.3.3.2.11 – calcolo della dispersioni per ventilazione del piano terra

PRIMO PIANO	V _{netto locale} [m ³]	q=V _{netto locale} * n [m ³ /h]	Q _{vent} [W]
BAGNO APP 1	31,92	47,88	509,77
CAMERA 1 APP 1	58,5	29,25	311,42
CAMERA 2 APP 2	58,5	29,25	311,42
CAMERA	60,96	30,48	324,51
BAGNO APP 2	12,24	18,36	195,47
RIPOSTIGLIO	8,67	4,335	46,15
TOTALE			1698,74

Tab.3.3.3.2.12 – calcolo della dispersioni per ventilazione del primo piano

In tabella sono riassunti i totali delle perdite per trasmissione e ventilazione:

	OPACHI	TRASPARENTI		
Qtrasm - PIANO TERRA [W]	11905,83	1641,54	Qvent - PIANO TERRA [W]	2149,58
Qtrasm - PRIMO PIANO [W]	9089,47	1481,21	Qvent - PRIMO PIANO [W]	1698,74
TOTALE trasm [W]	20995,30	3122,76	TOTALE vent [W]	3848,33

TOTALE [W]	27966,39
TOTALE/SUP NETTA [W/m²]	139,83

Tab.3.3.3.2.13 – totale della potenza dispersa per Ca' Soldato

In base a questi risultati e a quelli relativi alla produzione di ACS si è cercata una caldaia che potesse garantire il fabbisogno di Ca' Soldato e che avesse un buon rendimento e delle perdite di sistema il più basse possibile. La potenza necessaria per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria è risultata quindi pari a 32 kW.

In CENED è necessario inserire diversi dati relativi al generatore, come ad esempio la potenza termica nominale al focolare Φ_{cn} [kW], il rendimento termico utile al 100% della potenza η_{tu} [%], nonché le potenze totali elettriche dei bruciatori e delle pompe, tutti reperibili dalla scheda tecnica della caldaia.

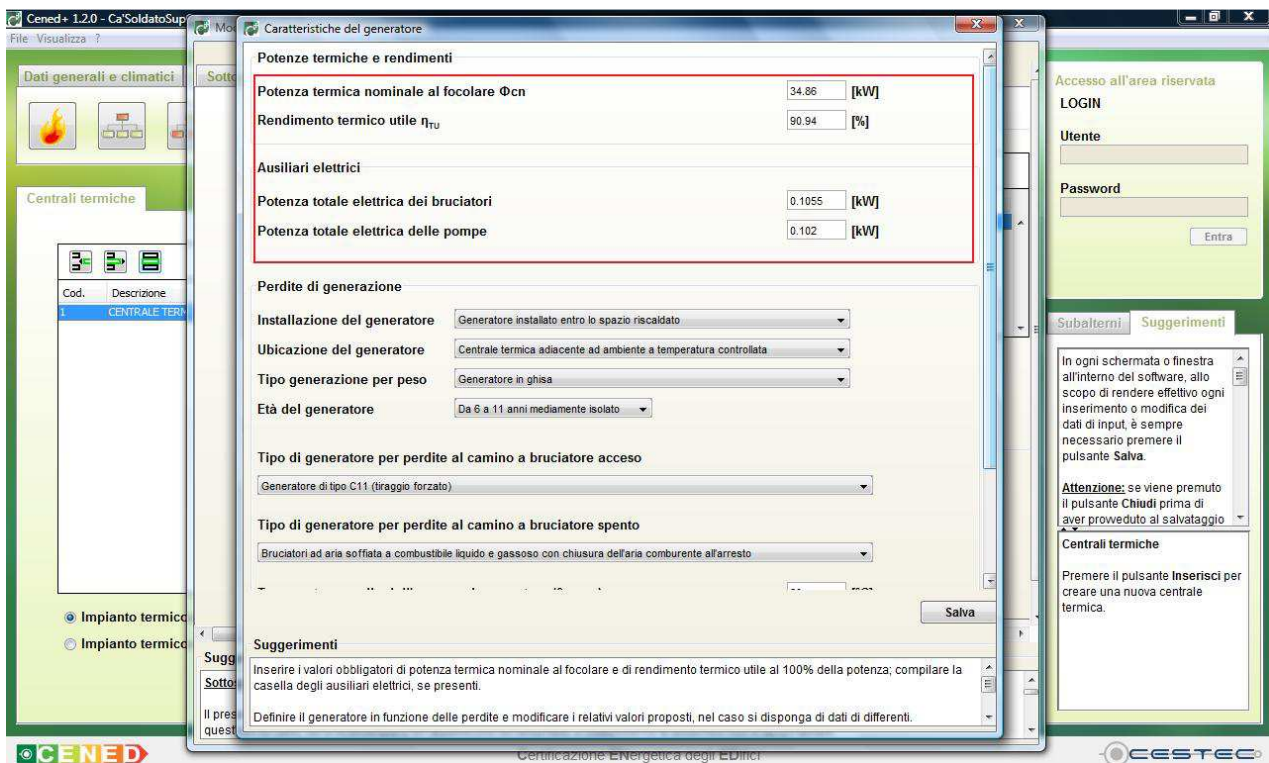


Fig. 3.3.3.2.3 – inserimento della caratteristiche del generatore nel software CENED+

Oltre alle caratteristiche in termini di potenze, nella sezione Perdite di generazione si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare le perdite per generazione.

I valori richiesti sono in primo luogo, al fine di determinare il valore del fattore di riduzione delle perdite al mantello del generatore, la posizione di installazione del generatore scegliendo tra una delle opzioni seguenti:

- Generatore installato entro lo spazio riscaldato;
- Generatore di tipo B installato entro lo spazio riscaldato;
- Generatore installato in centrale termica;
- Generatore installato all'esterno.

Successivamente, al fine di determinare il valore del fattore di correzione da applicare al calcolo della temperatura dell'ambiente in cui il generatore è posizionato, è necessario selezionare dall'elenco Ubicazione del generatore una delle opzioni proposte:

- Centrale termica sotto il piano campagna;
- Centrale termica adiacente ad ambiente a temperatura controllata;
- Centrale termica isolata o adiacente a locale non riscaldato;
- Caldaia all'esterno;
- Caldaia all'interno.

Al fine di stabilire i valori degli esponenti n , m e p , funzione anche del tipo di circolazione presente, è necessario scegliere dal menu a tendina Tipo di generatore per peso una delle seguenti opzioni:

- Generatore a parete, generatore in alluminio;
- Generatore di acciaio;
- Generatore in ghisa.

Infine, allo scopo di definire il valore di default della perdita termica percentuale nominale al mantello del generatore, viene richiesto di selezionare dall'elenco a discesa Età del generatore una delle opzioni in funzione del tipo di isolamento del mantello del generatore. Vengono di seguito proposte le scelte e le tipologie di isolamento associato:

- Nuova installazione (Generatore nuovo ad alto rendimento, ben isolato);
- Fino a 5 anni ben isolato (Generatore ben isolato e mantenuto);
- Da 6 a 11 anni mediamente isolato (Generatore obsoleto e mediamente isolato);
- Da 6 a 11 anni privo di isolamento (Generatore obsoleto e privo di isolamento);
- Superiore ai 12 anni (Generatore non isolato).

Per questo progetto si è ipotizzato che la centrale termica fosse posizionata adiacente al bagno di sinistra del piano terra e quindi in un ambiente a temperatura controllata e che il generatore fosse installato entro lo spazio riscaldato. Per quanto riguarda il tipo di generatore per peso si è scelta l'opzione del generatore in ghisa installato da 6/11 anni mediamente isolato.

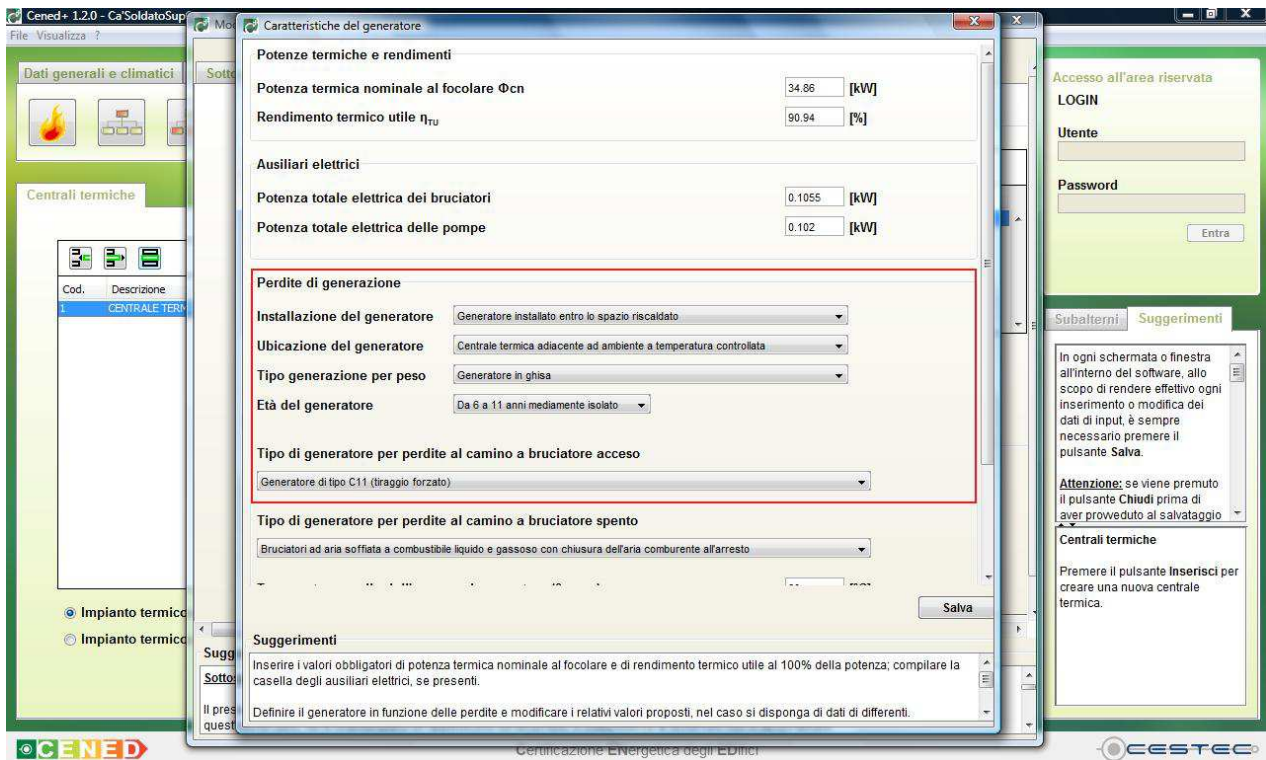


Fig. 3.3.3.2.4 – inserimento delle caratteristiche del generatore

Nel campo Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore acceso si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore acceso, mentre nel campo Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore spento si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore spento.

È infine necessario digitare, nella casella Temperatura media dell'acqua nel generatore, il corrispondente valore (calcolato come media tra mandata e ritorno) in condizioni di funzionamento reali [°C] e nelle caselle Perdite nominali attraverso il mantello ($P'_{gn,env}$), Perdite nominali al camino a bruciatore spento ($P'_{ch,off}$) e Perdite nominali al camino a bruciatore acceso ($P'_{ch,on}$) i valori presi dalla scheda tecnica del generatore.

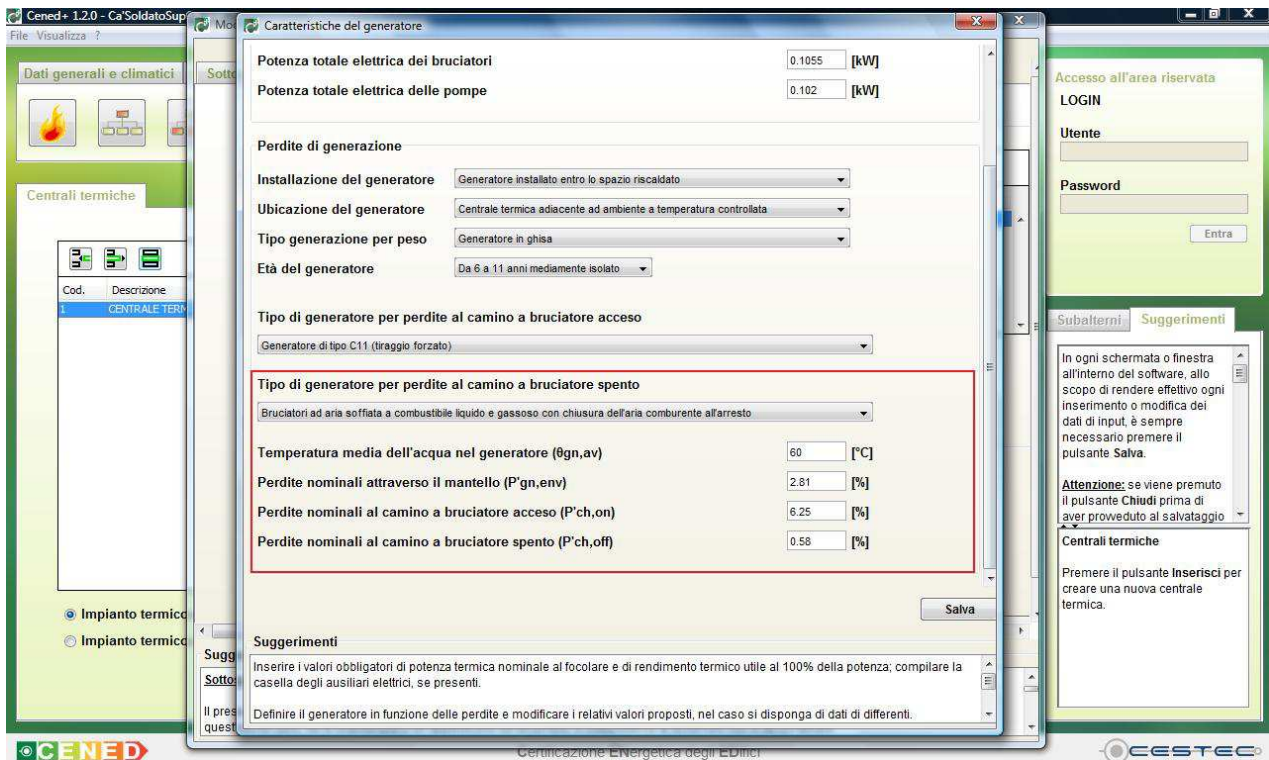


Fig. 3.3.3.2.5 – inserimento delle caratteristiche del generatore

Una volta conclusa la parte relativa alla centrale termica, si passa al modulo relativo ai sistemi impiantistici. Il sistema impiantistico è costituito da un insieme di sottosistemi impiantistici predisposti al soddisfacimento di uno specifico servizio (riscaldamento ovvero climatizzazione invernale, raffrescamento ovvero climatizzazione estiva, produzione di acqua calda sanitaria dell'edificio, ventilazione meccanica con trattamento dell'aria). Tra sistema impiantistico e centrale termica di appartenenza deve esistere coerenza nell'utilizzo a cui risultano asserviti.

In questo caso avremo due sistemi impiantistici, uno per il riscaldamento e l'altro per la produzione di ACS.

Per la definizione del sistema impiantistico relativo al riscaldamento CENED chiede di inserire i dati relativi al sottosistema di emissione, distribuzione e accumulo.

Per il primo è necessario indicare la tipologia dei terminali e le caratteristiche del sottosistema di controllo, scegliendo da dei menu a tendina. Si è scelto di avere come terminali dei radiatori su parete interna, regolati da un sistema di controllo On/Off a regolazione Climatica+zona con regolatore. I rendimenti vengono calcolati in automatico dal programma.

Per regolazione On Off si intende la regolazione della temperatura semplice e relativamente lenta molto sensibile alle variazioni di alimentazione o di carico; l'uscita è in condizione ON per temperature più basse del valore prefissato (set point) mentre è in condizione OFF per temperature più alte.

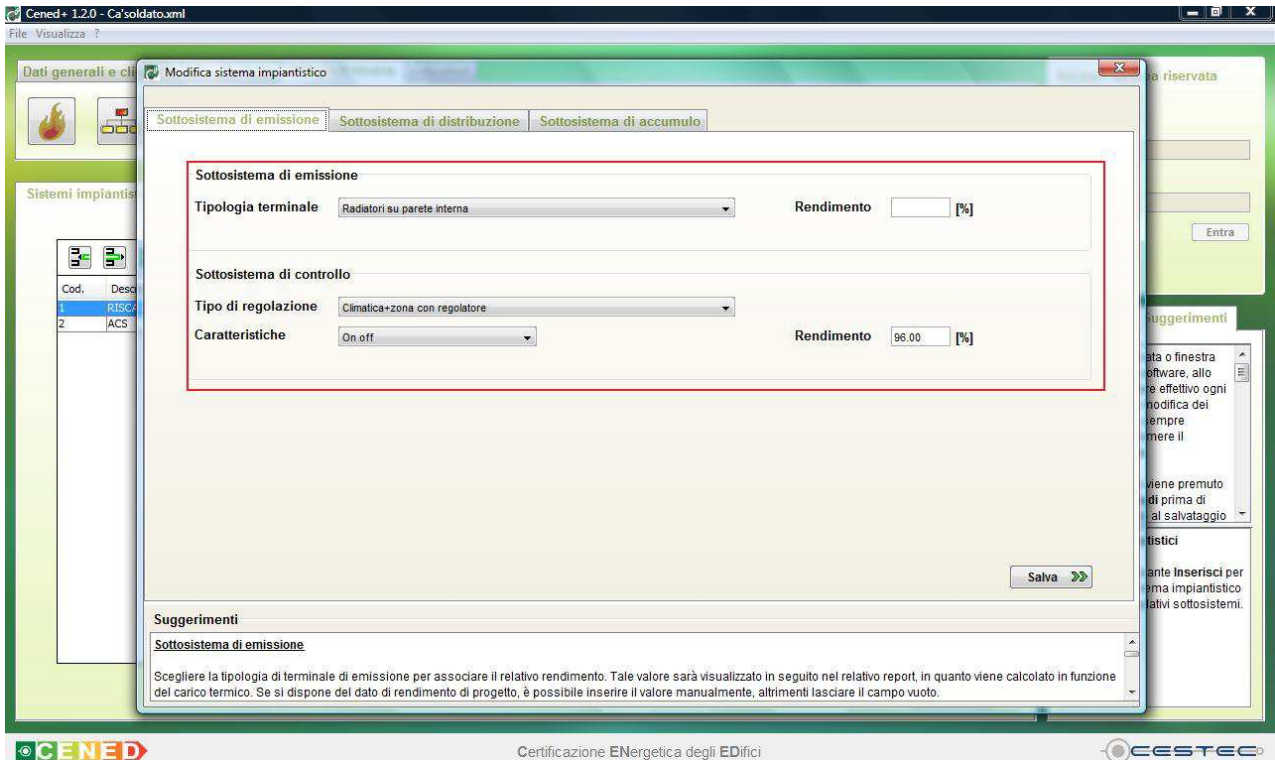


Fig. 3.3.3.2.6 – inserimento della caratteristiche sottosistema di emissione per il sistema di riscaldamento

Successivamente si passa al sottosistema di distribuzione, nel quale bisogna scegliere il tipo di impianto, la tipologia e il grado di isolamento delle tubazioni nel cantinato. Nella scheda che ci è stata fornita dal parco, è segnalato che sono stati fatti dei lavori di ristrutturazione nei primi anni '90 e quindi si è ipotizzato che questi abbiano coinvolto anche l'impianto di distribuzione.

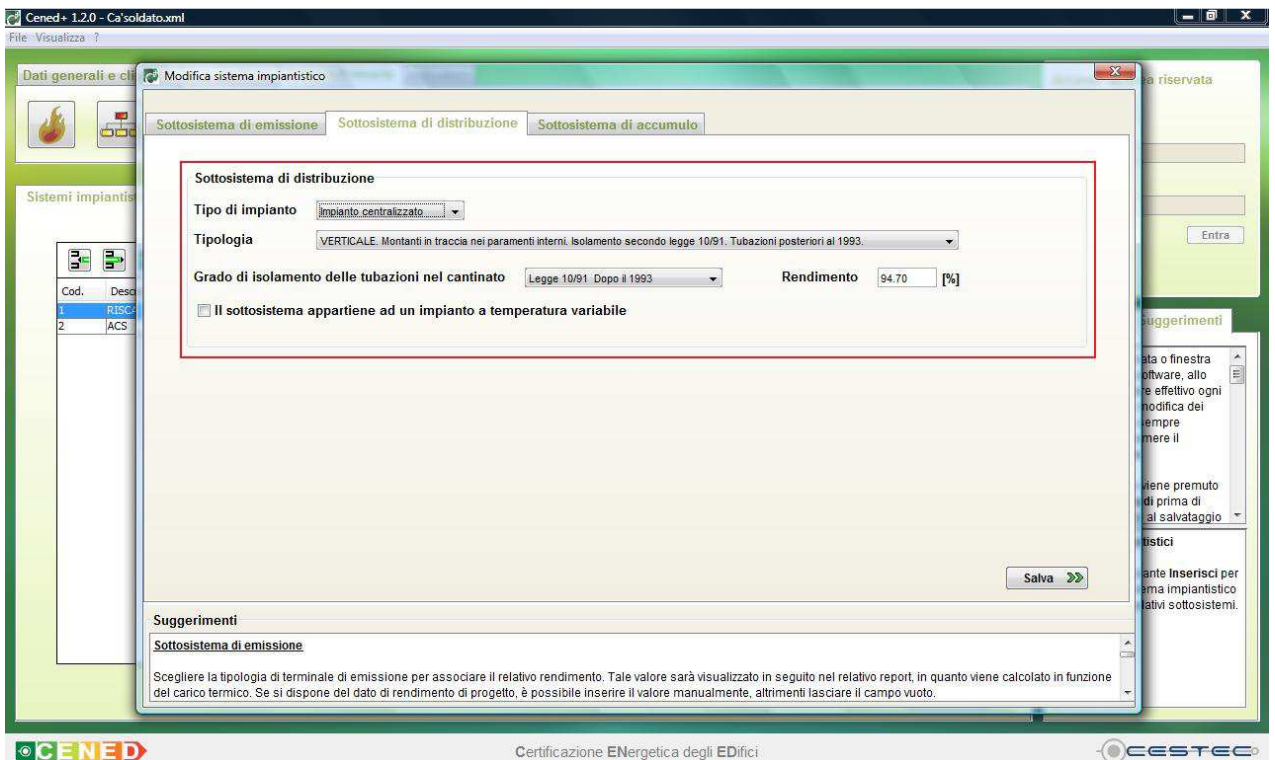


Fig. 3.3.3.2.7 – inserimento delle caratteristiche del sottosistema di distribuzione per il sistema di riscaldamento

L'ultimo sottomodulo da riempire è quello relativo al sottosistema di accumulo, che nel nostro caso rimane vuoto, in quanto abbiamo ipotizzato di non averne uno relativo al sottosistema di riscaldamento.

Per la definizione del sistema impiantistico relativo alla produzione di ACS è necessario riempire due sottomoduli relativi al sottosistema di erogazione e al sottosistema di distribuzione.

Nel primo viene chiesta solo una descrizione del sistema, mentre nel secondo è necessario, in primo luogo, definire se il sottosistema sia, o meno, dotato di rete di ricircolo. Viene definita rete di ricircolo, quella parte di rete idrica dedicata destinata a mantenere in circolazione il fluido caldo ed evitare il ristagno ed il conseguente raffreddamento dello stesso.

CENED stima le perdite di distribuzione riferite al funzionamento continuo, cioè al mantenimento dell'acqua nelle tubazioni 24h/24h e non solo al momento dell'effettivo richiamo da parte degli utenti. Per questo motivo inserendo il sottosistema di distribuzione in CENED si hanno delle perdite molto alte che portano come conseguenza una valutazione sovrastimata del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria. Per questo, almeno in prima approssimazione, si è deciso di non inserire alcun sistema di distribuzione relativo all'ACS.

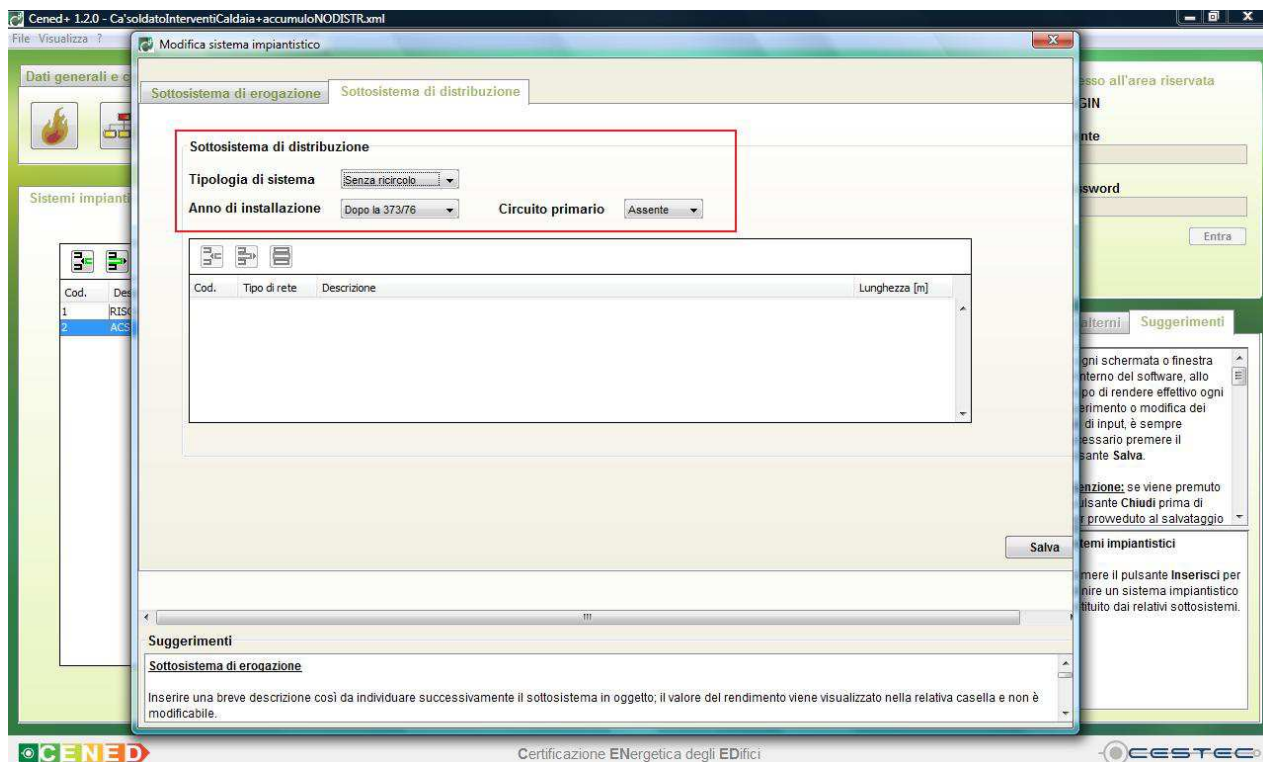


Fig. 3.3.3.2.7 – inserimento della caratteristiche del sottosistema di distribuzione per il sistema di produzione di ACS

Il passo successivo prevede di compilare il modulo relativo alle ramificazioni dei sistemi impiantistici definiti sopra. La ramificazione di un sistema impiantistico è costituita dai terminali, vale a dire dagli ausiliari elettrici, relativi ad ogni sottosistema.

Anche in questo caso si devono definire due ramificazioni, una per il riscaldamento e l'altra per la produzione di ACS.

Per la ramificazione del sistema impiantistico relativo al riscaldamento, sono ancora presenti tre sottomoduli relativi al sottosistema di emissione, distribuzione e accumulo.

Nel campo Sottosistema di emissione viene visualizzata la tipologia di terminale precedentemente scelta e viene richiesto di inserire nella casella Numero di terminali di emissione la quantità di elementi di emissione del tipo indicato presenti nella zona termica considerata.

Al fine di inserire il numero corretto di radiatori e la loro relativa potenza, sono state calcolate le dispersioni per ciascuna stanza di Ca' Soldato, dopodiché si è scelta una potenza media del radiatore di 500 W e si è calcolato il numero di radiatori necessari per ciascuna stanza.

Di seguito vengono riportati i calcoli:

PIANO TERRA				
	Q trasm [W]	Q vent [W]	Q tot [W]	A _{netta locale} [m ²]
BAGNO/CENTRALE TERMICA APP.1	1938,14	496,35	2434,49	10,36
SALOTTO APP 1	2049,10	305,19	2354,29	19,11
CUCINA APP 1	1418,56	311,42	1729,98	19,50
CUCINA APP 2	2450,04	373,70	2823,74	23,40
SALOTTO/BAGNO APP 2	3249,70	616,77	3866,47	24,40
RIPOSTIGLIO APP.2	800,28	46,15	846,43	2,89

Tab.3.3.3.2.14 – totale delle dispersioni per locale del piano terra

PRIMO PIANO				
	Q trasm [W]	Q vent [W]	Q tot [W]	A _{netta locale} [m ²]
BAGNO APP 1	1810,55	509,77	2320,31	10,64
CAMERA 1 APP 1	1874,58	311,42	2186,00	19,50
CAMERA 2 APP 2	1416,64	311,42	1728,05	19,50
CAMERA/BAGNO APP 2	2989,46	519,99	3509,45	24,40
RIPOSTIGLIO	998,25	46,15	1044,40	2,89

Tab.3.3.3.2.15 – totale delle dispersioni per locale del primo piano

POTENZA RADIATORE MEDIA [W]	500	
	NUMERO RADIATORI	NUMERO RADIATORI APPROSSIMATO
	4,8	5,00
	4,7	5,00
	3,4	3,00
	5,6	6,00
	7,7	8,00
	1,7	2,00
	4,6	5,00
	4,4	4,00
	3,4	3,00
	7,0	7,00
	2,1	2,00
	TOTALE	50,00

Tab.3.3.3.2.16 – calcolo del numero di radiatori necessari

Oltre al numero e alla potenza dei terminali di emissione, viene richiesto il funzionamento e la potenza degli ausiliari elettrici, che in questo caso non sono presenti, pertanto si impone la potenza elettrica pari a 0.

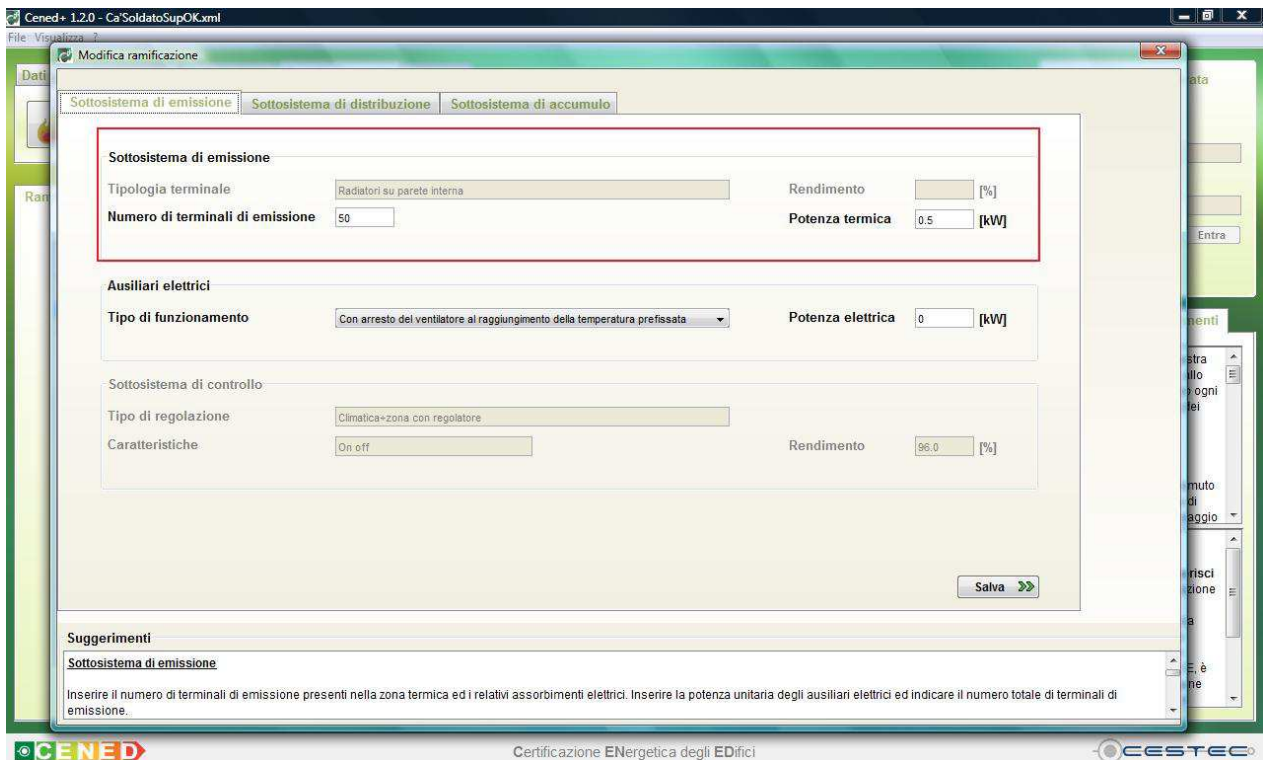


Fig. 3.3.3.2.8 – inserimento delle caratteristiche del sottosistema di emissione della ramificazione relativa al riscaldamento

I due successivi sottomoduli sono relativi al sottosistema di distribuzione e accumulo. Il primo necessita di essere compilato solo se sono presenti ausiliari elettrici, mentre il secondo se è presente un sistema di accumulo per il riscaldamento. In questo caso non è quindi necessario compilare le schermate seguenti.

Anche nella ramificazione relativa alla produzione di ACS vengono richieste le potenze degli ausiliari elettrici, sia nel modulo relativo al sistema di erogazione che in quello di distribuzione. Come in precedenza non è necessario compilare questi sottomoduli.

L'ultimo passaggio prima del calcolo degli indicatori è quello relativo all'associazione dei sistemi impiantistici e delle relative ramificazioni alle diverse zone termiche. Nella presente sezione si procede a definire nel dettaglio la costituzione del sistema edificio impianto, procedendo ad associare nell'ordine:

- Subalterno;
- Zona termica;
- Ramificazione;
- Centrale termica.

È necessario provvedere ad associare ad ogni zona termica una ramificazione per ogni servizio/ utilizzo che risulta presente in essa.

In questo caso, avendo una sola zona termica, un solo subalterno e una sola centrale termica, avremo solo due associazioni, relative ai sistemi impiantistici di riscaldamento e ACS.

3.3.4 – INDICATORI

Una volta inseriti tutti i dati si passa al calcolo degli indicatori descritti in precedenza. Le schermate di riepilogo dei risultati sono le seguenti:

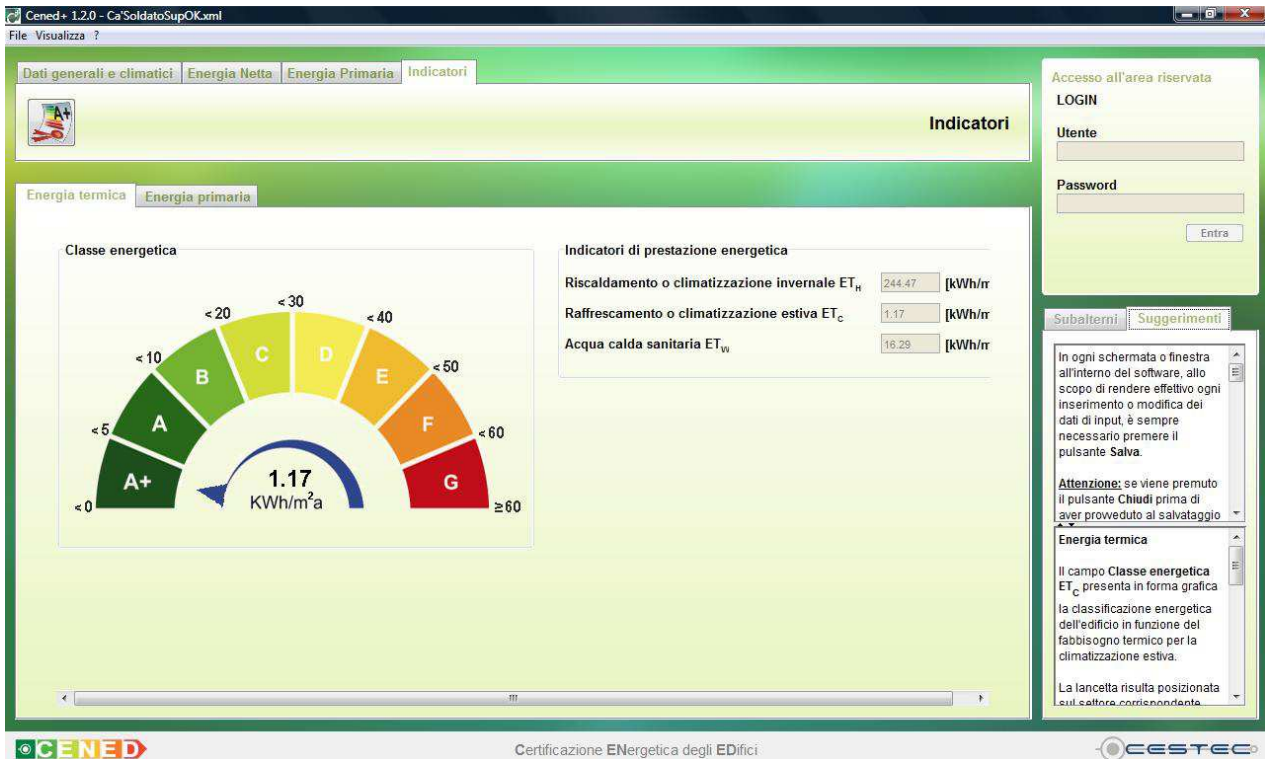


Fig.3.3.4.1 – indicatori del fabbisogno di energia termica di Ca' Soldato

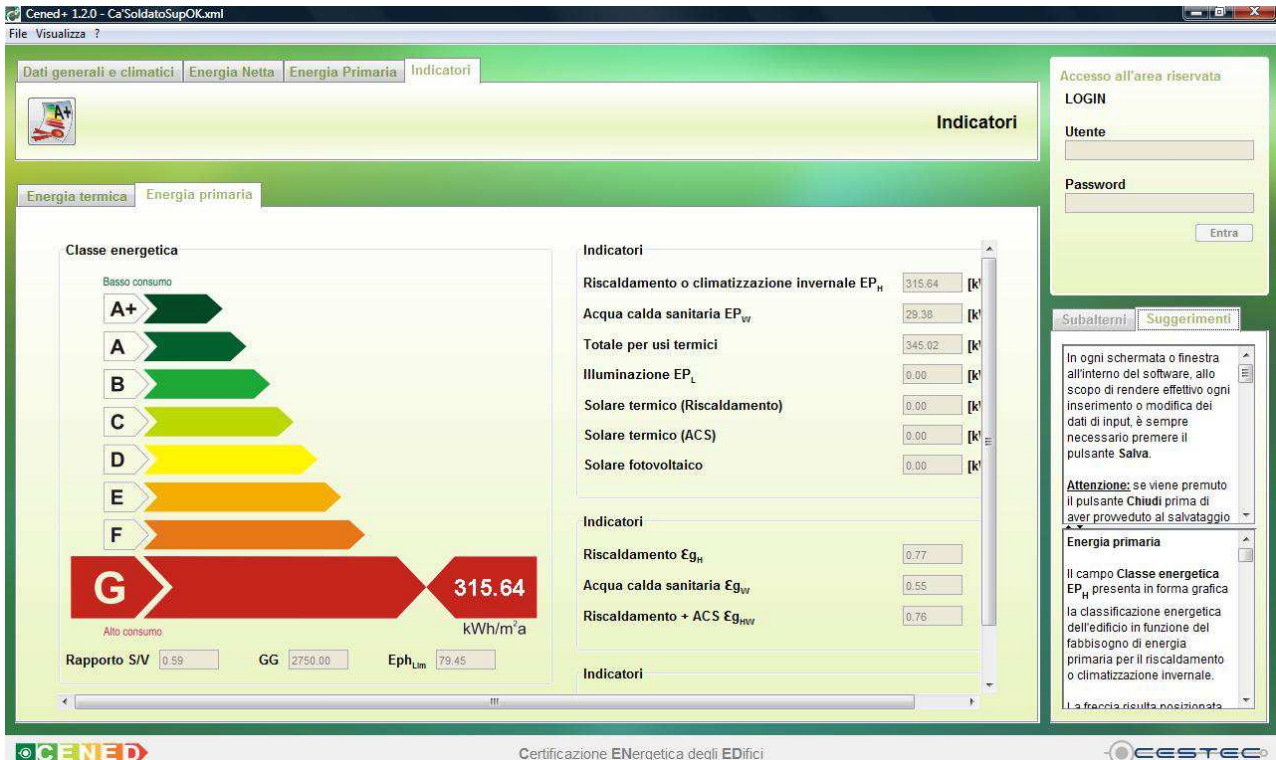


Fig.3.3.4.2 – indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

Come si può vedere dalle figure, il fabbisogno di energia netta e primaria per il riscaldamento per Ca' Soldato risulta molto alto.

Questo è sicuramente dovuto al fatto che le superfici di involucro dell'edificio considerato abbiano una trasmittanza molto elevata e siano, quindi, molto disperdenti, oltre ad avere un generatore per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria non molto performante e che ha dei coefficiente di perdite piuttosto elevate.

Oltre a questi valori è presente un indicatore di emissioni di CO₂ equivalente, calcolata in funzione dei combustibili utilizzati, che in questo caso risultano pari a 63,06 kg/m². Questo indicatore dà quindi un valore delle emissioni di gas climalteranti e viene calcolato con la formula seguente:

$$M_{CO_2} = \sum_i E_{fuel,del,i} \cdot f_{em,del,i} + \sum_j E_{fuel,ren,j} \cdot f_{em,fuel,ren,j} + E_{el,del} \cdot f_{em,el}$$

dove:

$E_{fuel,del,i}$ = energia fornita all'edificio dall'i-esimo vettore energetico non elettrico e non rinnovabile (gas,olio combustibile, ecc.), [kWh];

$f_{em,del,i}$ = fattore di emissione dell'i-esimo vettore energetico non elettrico e non rinnovabile (gas, olio combustibile, ecc.), [kg CO_{2eq}/kWh];

$E_{fuel,ren,j}$ = energia fornita all'edificio dal j-esimo vettore energetico non elettrico rinnovabile (biomasse, RSU, biogas, ecc.), [kWh];

$f_{em,fuel,ren,j}$ = fattore di emissione del j-esimo vettore energetico non elettrico rinnovabile (biomasse, RSU,biogas, ecc.), [kg CO_{2eq}/kWh];

$E_{el,del}$ = energia elettrica complessivamente fornita all'edificio, [kWh];

$f_{em,el}$ = fattore di emissione del vettore energetico energia elettrica, [kgCO_{2eq}/kWh].

I fattori di emissione sono ricavati dal "Piano d'Azione per l'Energia della Regione Lombardia DGR VIII/4916 e s.m.i." e sono:

Tipo di combustibile	Fattore di emissione	Valore [kg CO _{2eq} /kWh]
Gas naturale	$f_{em,fuel}$	0,1998
GPL		0,2254
Gasolio		0,2642
Olio combustibile		0,2704
Biomasse	$f_{em,fuel,ren}$	0
RSU		0,1703
Energia elettrica	$f_{em,el}$	0,4332

Tab.3.3.4.1 – valori dei fattori di emissioni per i diversi tipi di combustibile

3.4 – IPOTESI PROGETTUALI

Come si può vedere dalle schermate di riepilogo dell'analisi dello stato di fatto il fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato è molto alto. Per questo sono necessari degli interventi migliorativi che permettano di abbassare questo valore.

3.4.1 – INTERVENTI SULL'INVOLUCRO EDILIZIO

Prima di ipotizzare degli interventi che possano portare il fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato a dei valori ottimali, si è deciso di portare tutte le trasmittanze degli elementi disperdenti pari al limite di legge, attuando gli interventi minimi per questo scopo.

Questi valori limite vengono dati dal DGR 8745 per ciascun elemento disperdente, in funzione della zona climatica di appartenenza.

Zona climatica	Strutture rivolte verso l'esterno ovvero verso ambienti a temperatura non controllata			
	Opache verticali	Opache orizzontali o inclinate		Chiusure trasparenti comprensive di infissi
		Coperture	Pavimenti	
D	0,36	0,32	0,36	2,4
E	0,34	0,30	0,33	2,2
F	0,33	0,29	0,32	2,0

Tab.3.4.1.1 – valori limite di trasmittanza per la zona climatica E

Verranno di seguito analizzati i singoli interventi per capire quanto essi incidano sul fabbisogno di energia primaria dell'edificio e solo successivamente verranno uniti tutti insieme per analizzare il caso completo relativo agli interventi strutturali.

3.4.1.1 – ISOLAMENTO TERMICO DELLE PARETI PERIMETRALI

Il primo intervento di isolamento è quello relativo al cappotto esterno per le pareti esterne di Ca' Soldato. Il cappotto esterno non è costituito semplicemente da uno strato di intonaco, uno di isolante e un altro di intonaco esterno. Solitamente lo spessore dei due strati di intonaco è pari a 1,5 cm, mentre per poter capire quanto isolante è necessario per riuscire a portare la trasmittanza ai limiti di legge, si deve utilizzare la formula per il calcolo della trasmittanza e invertirla.

La procedura di calcolo che è stata eseguita è riportata di seguito.

La formula da cui si è partiti è quella per il calcolo di U:

$$U = \frac{1}{R_{TOT}}$$

dove:

U = trasmittanza [W/m^2K]

R_{TOT} = resistenza termica totale [m^2K/W]

La resistenza termica totale viene calcolata come:

$$R_{TOT} = R_{si} + \frac{S_i}{\lambda_i} + R_{se}$$

dove:

R_{si} = resistenza termica superficiale interna [m^2K/W]

R_{se} = resistenza termica superficiale esterna [m^2K/W]

s_i = spessore dello strato i-esimo [m]

λ_i = conduttività termica dello strato i-esimo [W/mK]

Le resistenze termiche superficiali sono date in automatico da CENED e sono calcolate in base al tipo di elemento che si sta inserendo e alla direzione del flusso termico. I valori di tali resistenze sono tabellati nella norma UNI EN ISO 6946:99.

	Direzione del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Tab.3.4.1.1.1 – valori resistenze superficiali

Avendo costruito la stratigrafia della parete esterna, i valori dello spessore e della conduttività termica di ciascuno strato sono noti. Tali valori sono riassunti in tabella:

STRATO	SPESSORE [m]	CONDUTTIVITA' [W/mK]
INTONACO INTERNO	0,08	1,4
MURO DI ROCCIA	0,56	2,9
INTONACO ESTERNO	0,08	1,4
INTONACO CAPPOTTO INTERNO	0,015	0,29
ISOLANTE	?	0,04
INTONACO CAPPOTTO ESTERNO	0,015	0,29

Tab.3.4.1.1.2 – spessori degli strati della parete esterna e relative conduttività

Nella formula per il calcolo della resistenza totale l'unica incognita è quindi lo spessore dello strato di isolante.

Si avrà quindi:

$$R_{TOT} = 0,13 + \frac{0,08}{1,4} + \frac{0,56}{2,9} + \frac{0,08}{1,4} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{s_{is}}{0,04} + \frac{0,015}{0,29} + 0,04$$

$$R_{TOT} = 0,13 + 0,057 + 0,19 + 0,057 + 0,05 + \frac{s_{is}}{0,04} + 0,05 + 0,04$$

$$R_{TOT} = 0,574 + \frac{s_{is}}{0,04}$$

E sostituendo nella formula per il calcolo della trasmittanza:

$$U = \frac{1}{0,574 + \frac{s_{is}}{0,04}}$$

Il valore di U viene posto pari al limite di legge, ovvero $U=0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$.

$$0,34 = \frac{1}{0,574 + \frac{S_{is}}{0,04}}$$

$$0,34 \left(0,574 + \frac{S_{is}}{0,04} \right) = 1$$

$$0,19 + 8,5s_{is} = 1$$

$$8,5s_{is} = 0,81$$

$$s_{is} = 0,095$$

Lo spessore dell'isolante per poter raggiungere il valore di legge per la trasmittanza degli elementi opachi è quindi di 10 cm. Noto anche questo valore è possibile modificare la stratigrafia in CENED e rifare la simulazione per capire come questo intervento possa migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio.

La nuova stratigrafia sarà quindi:

PARETE ESTERNA AL LIMITE DI LEGGE

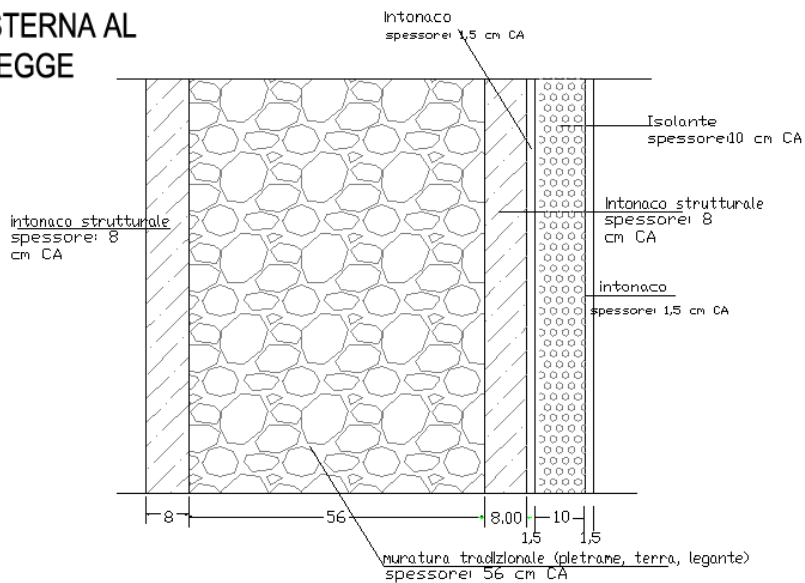


Fig.3.4.1.1.1 – stratigrafia delle pareti esterne con isolamento a cappotto

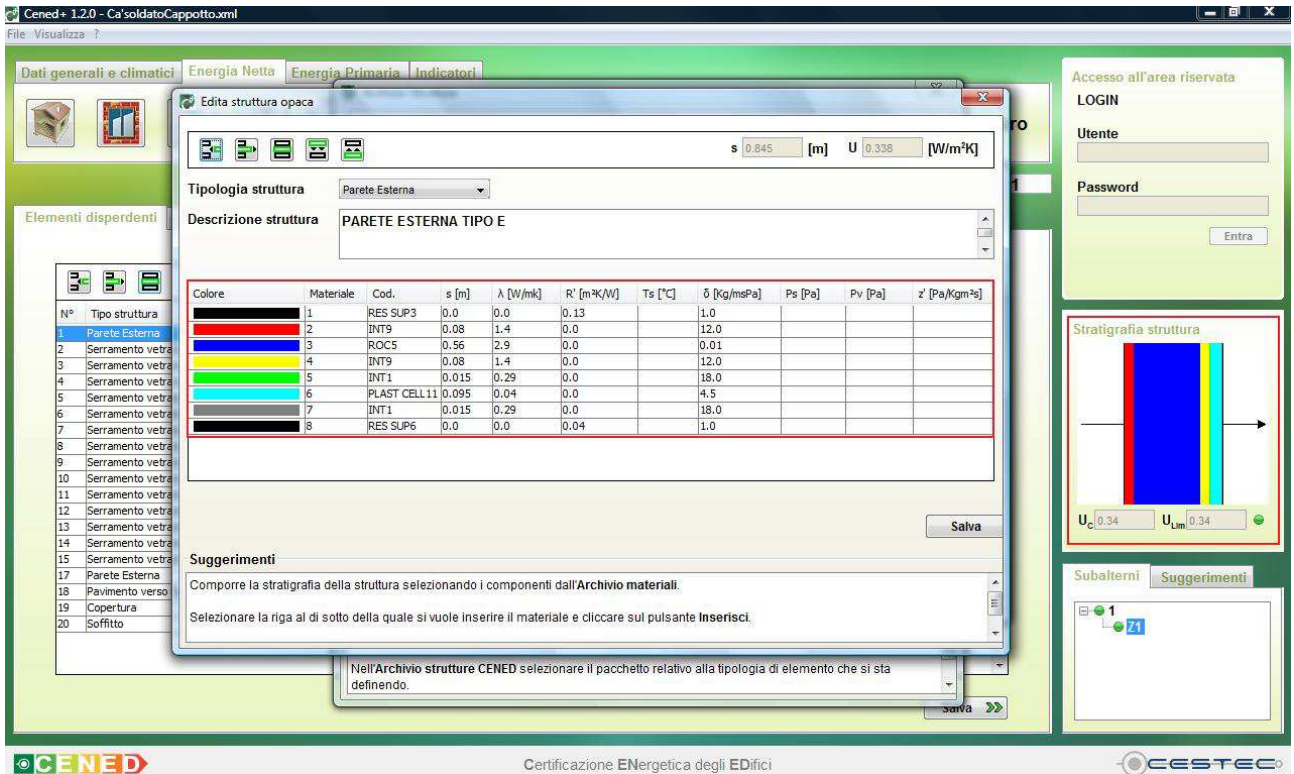


Fig.3.4.1.1.2 – ricostruzione della stratigrafia della parete esterna al limite di legge nel software CENED+

E il valore degli indicatori diventa:

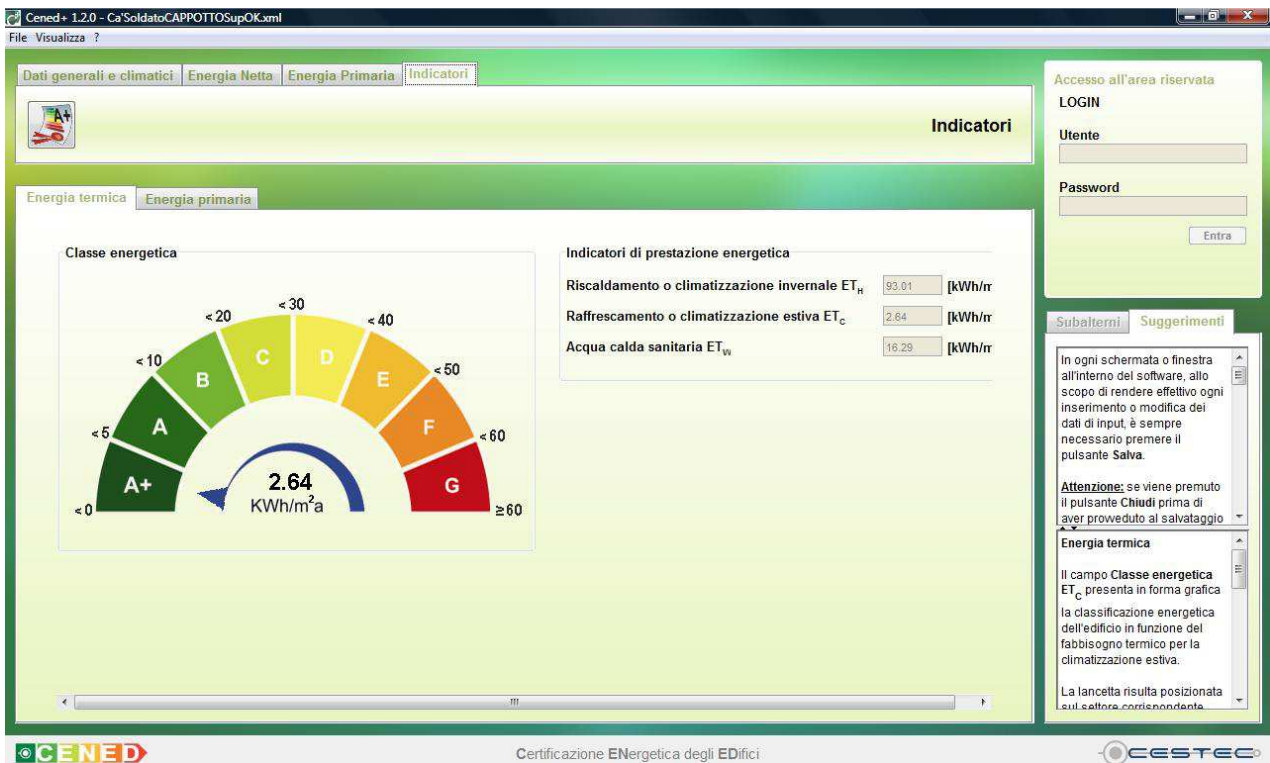


Fig.3.4.1.1.3 – indicatori del fabbisogno di energia termica di Ca' Soldato

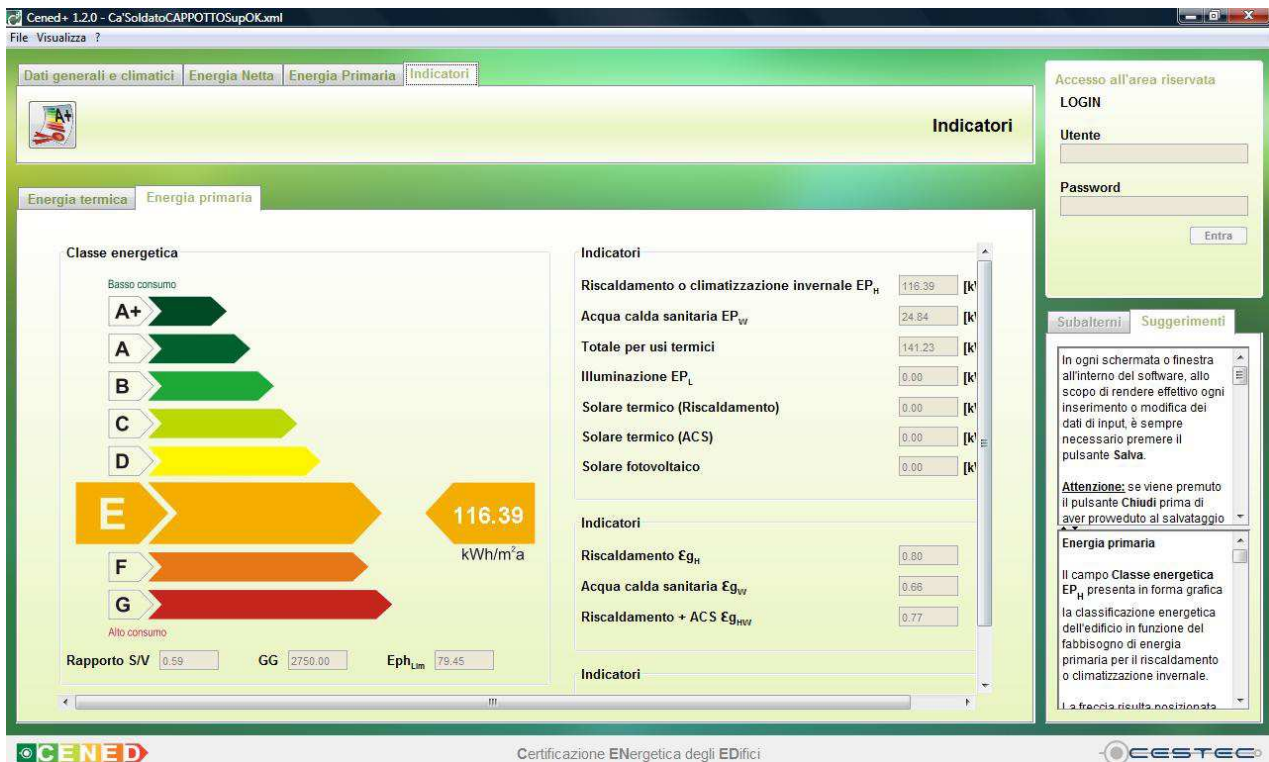


Fig.3.4.1.1.4 – indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

Come si può vedere dalle figure il fabbisogno di energia primaria diminuisce notevolmente, portando l'edificio dalla classe G alla classe E, mentre aumenta il fabbisogno di energia termica in termini di Energy need, la quale dipende solo dall'involucro e non dall'impianto presente nell'edificio. Anche in termini di emissioni di CO₂ si ha un miglioramento, arrivando ad un valore di 12,14 kg/m².

3.4.1.2 – SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI

Il secondo intervento consiste nel cambio dei serramenti attuali, che sono costituiti da serramenti in legno morbido dello spessore di 70mm e vetri singoli. Per questo tipo di intervento si è deciso di utilizzare i valori dati dalla norma UNI EN ISO 10077, la quale fornisce i valori di trasmittanza dei serramenti, dei vetri e dei distanziatori, andando così a sostituire completamente quelli attuali, cercando di mantenere lo stile architettonico dell'edificio. Per prima cosa è necessario definire la trasmittanza del telaio, che si è scelto di mantenere di legno tenero e dello spessore di 70 mm. Per fare ciò la norma fornisce un grafico in cui sono riportati per i diversi valori dello spessore i relativi valori di U.

Legenda

X Spessore del telaio d_f in mm

Y U_f in $(W/m^2 \cdot K)$

A Legno duro (densità 700 kg/m^3)
 $\lambda = 0,18 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

B Legno tenero (densità 500 kg/m^3)
 $\lambda = 0,13 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

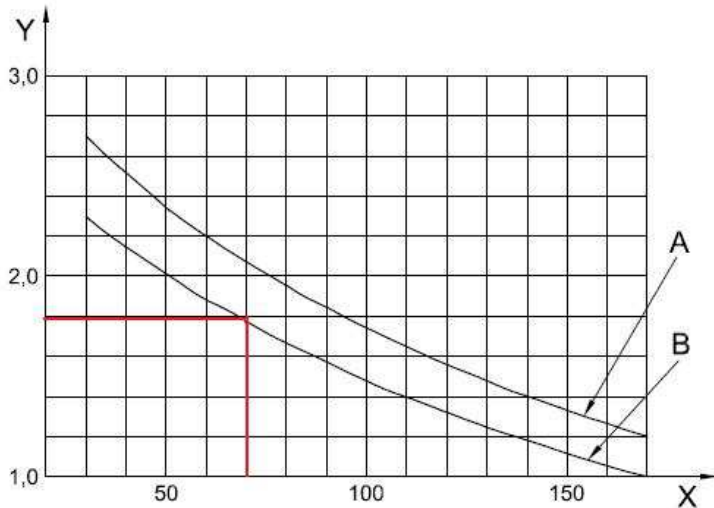


Fig.3.4.1.2.1 – diagramma spessore telaio/trasmittanza

Come si può vedere dalla figura la trasmittanza del telaio $U_f=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Una volta noto questo valore si scelgono le caratteristiche termiche del vetro, che sono tabellate in relazione ai valori di U_f con una distinzione dovuta alla percentuale di area del telaio del 20% o del 30%.

In questo caso si è scelta un'area di telaio del 30% in modo da considerare i valori più alti possibili e progettare quindi in sicurezza.

Il vetro scelto ha una trasmittanza $U_g=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ e andando a incrociare questo valore con quello scelto per il telaio si trova $U_w=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Fig.3.4.1.2.2 – sezione dei serramenti con trasmittanza al limite di legge

Tipo di vetrata	U_g W/(m ² ·K)	U_f W/(m ² ·K) Area di telaio 30%								
		1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Singola	5,7	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1
Doppia	3,3	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4
	3,1	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3
	2,9	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,1
	2,7	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0
	2,5	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,9
	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,8
	2,1	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,6
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5
	1,7	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
Tripla	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9
	2,3	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,7
	2,1	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	3,6
	1,9	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	3,4
	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	3,3
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9
	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8
0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,6	
0,5	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5	

Nota: I calcoli sono stati eseguiti utilizzando valori di Ψ in conformità con l'appendice E. Per finestre con area del telaio non uguale al 30% del totale i valori devono essere calcolati utilizzando le equazioni riportate nel corpo principale della presente norma.

Tab.3.4.1.2.1 – valori di trasmittanza del serramento noti U_f e U_g

Questo valore è però valido per finestre ad un'anta di dimensioni 1,23 m x 1,48 m, considerate come rappresentative. All'interno di Ca' Soldato sono però presenti diversi tipi di finestre di diverse dimensioni. Si è quindi scelto di modellizzare i nuovi serramenti in CENED inserendo i valori di trasmittanza del telaio, del vetro, del distanziatore oltre che la superficie del telaio, la superficie e il perimetro del vetro e infine il fattore solare, in modo da ottenere dei valori di U_w corretti per ciascuna finestra.

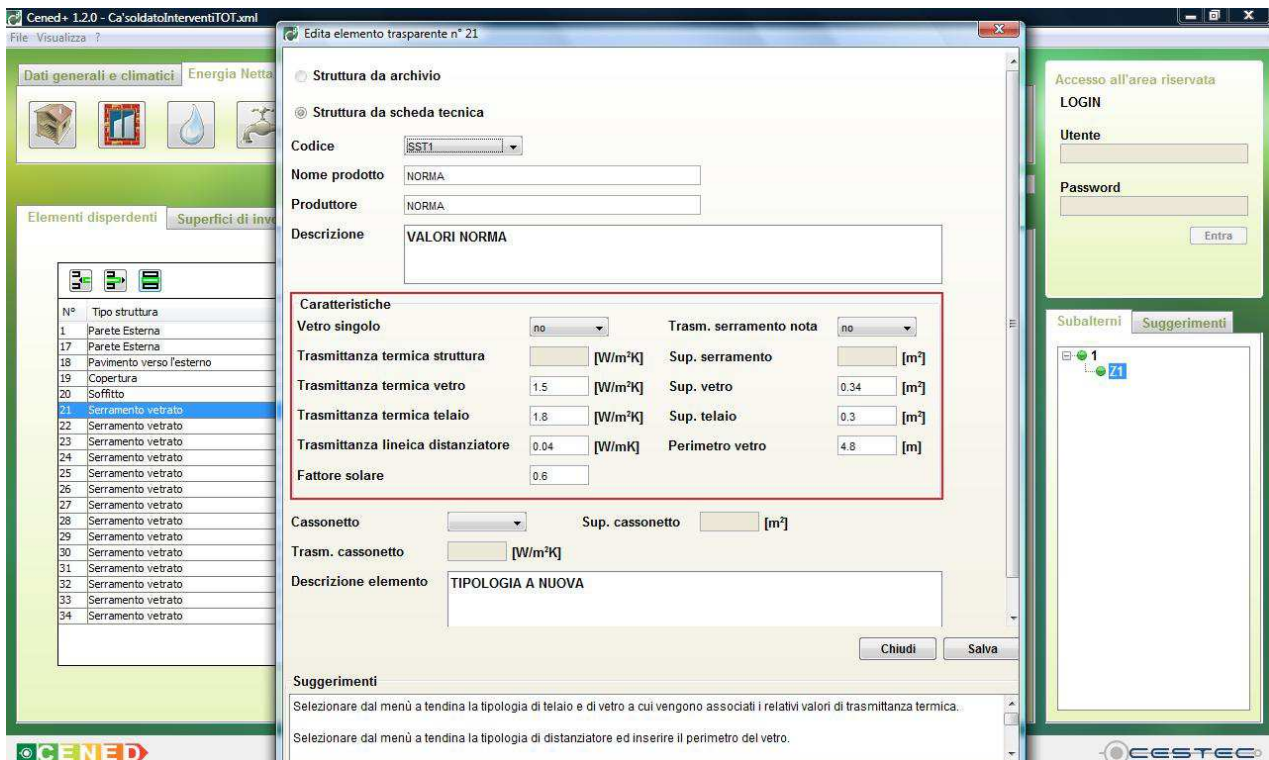


Fig.3.4.1.2.3 – inserimento delle caratteristiche dei serramenti al limite di legge nel software CENED+

In questo modo la trasmittanza limite di legge per gli elementi trasparenti, pari a $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ viene ampiamente rispettata.

Contemporaneamente al cambio dei serramenti è necessario modificare il dato relativo ai ricambi orari, in quanto all'interno di questo dato sono presenti anche le infiltrazioni che, installando dei serramenti con una migliore tenuta all'aria, dovranno diminuire. Per questo di è deciso di impostare come dato $n = 0.3 \text{ h}^{-1}$, che è il valore dato dalla norma UNI/TS 11300 per gli edifici di nuova costruzione.

Dopo aver modificato anche le superfici di involucro, si ricalcolano gli indicatori. I risultati sono riportati di seguito.

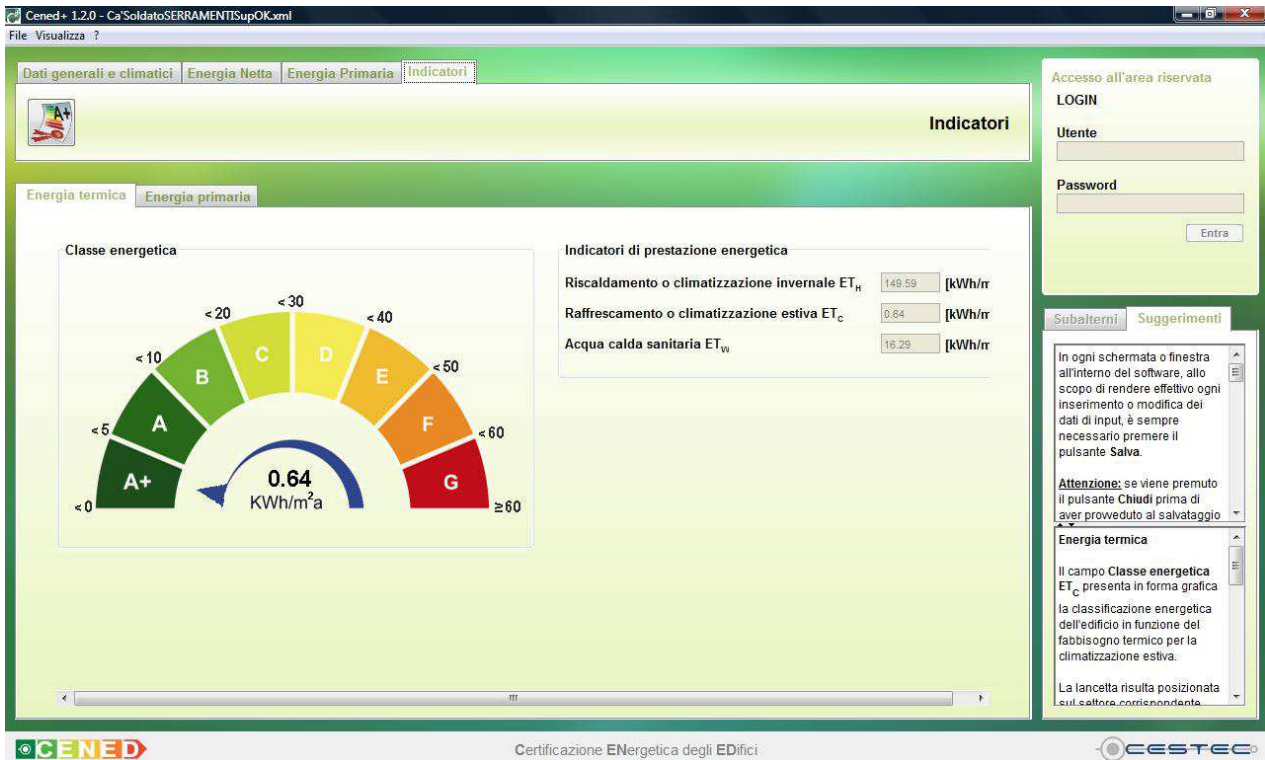


Fig.3.4.1.2.4 – indicatori del fabbisogno di energia termica di Ca' Soldato

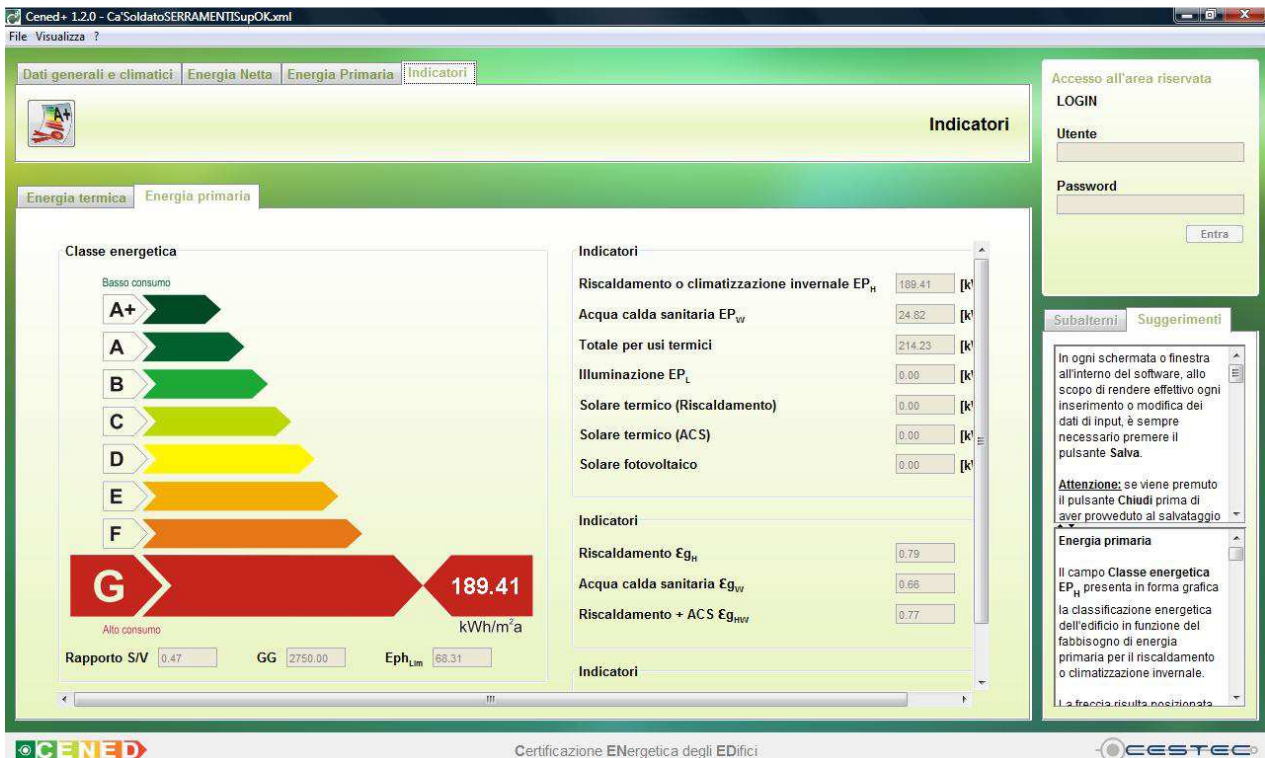


Fig.3.4.1.2.5 – indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

Modificando solo i serramenti il fabbisogno di energia termica diminuisce notevolmente, in quanto gli elementi trasparenti disperdenti sono stati migliorati di parecchio, mentre si ha un minor guadagno in termini di fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento. Confrontando i risultati si può capire come

l'isolamento a cappotto sia indispensabile per una migliore prestazione energetica dell'edificio in termini di energia primaria.

Sia in questo caso che nel precedente i valori di efficienza globale media stagionale non si discostano molto dal valore ottenuto con la simulazione dello stato di fatto e rimangono sempre intorno all'80% circa.

Per quanto riguarda le emissioni di CO₂, esse risultano inferiori rispetto al caso base, ma in leggero aumento rispetto alla simulazione con l'isolamento a cappotto.

3.4.1.3 – ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA INCLINATA

Il terzo intervento migliorativo consiste nel portare la trasmittanza della copertura del tetto al limite di legge, ovvero $U=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Il valore dello stato attuale è pari a $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, che, come si può vedere, non è molto distante dal valore imposto dalla legge, in quanto sono stati realizzati alcuni interventi migliorativi relativi copertura all'inizio del 2007.

Sarà quindi sufficiente aggiungere uno strato di isolante di circa 5 cm per raggiungere un valore di trasmittanza pari a $0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$. La nuova stratigrafia è riportata in figura.

COPERTURA INCLINATA AL LIMITE DI LEGGE

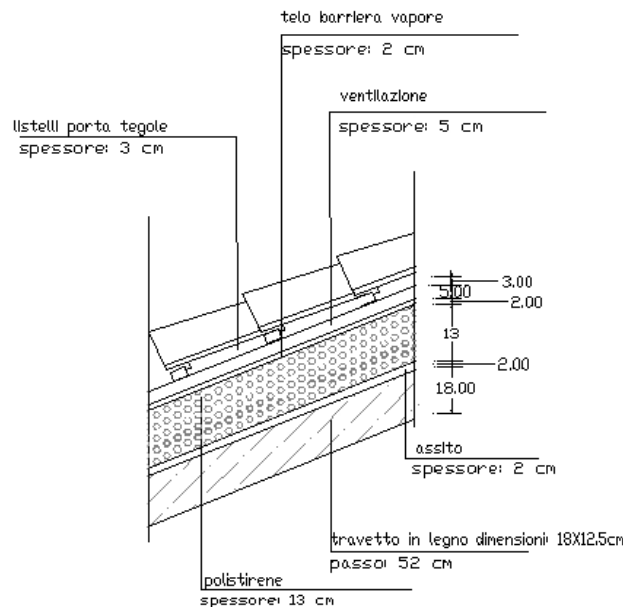


Fig. 3.4.1.3.1 – sezione della stratigrafia della copertura inclinata con isolamento

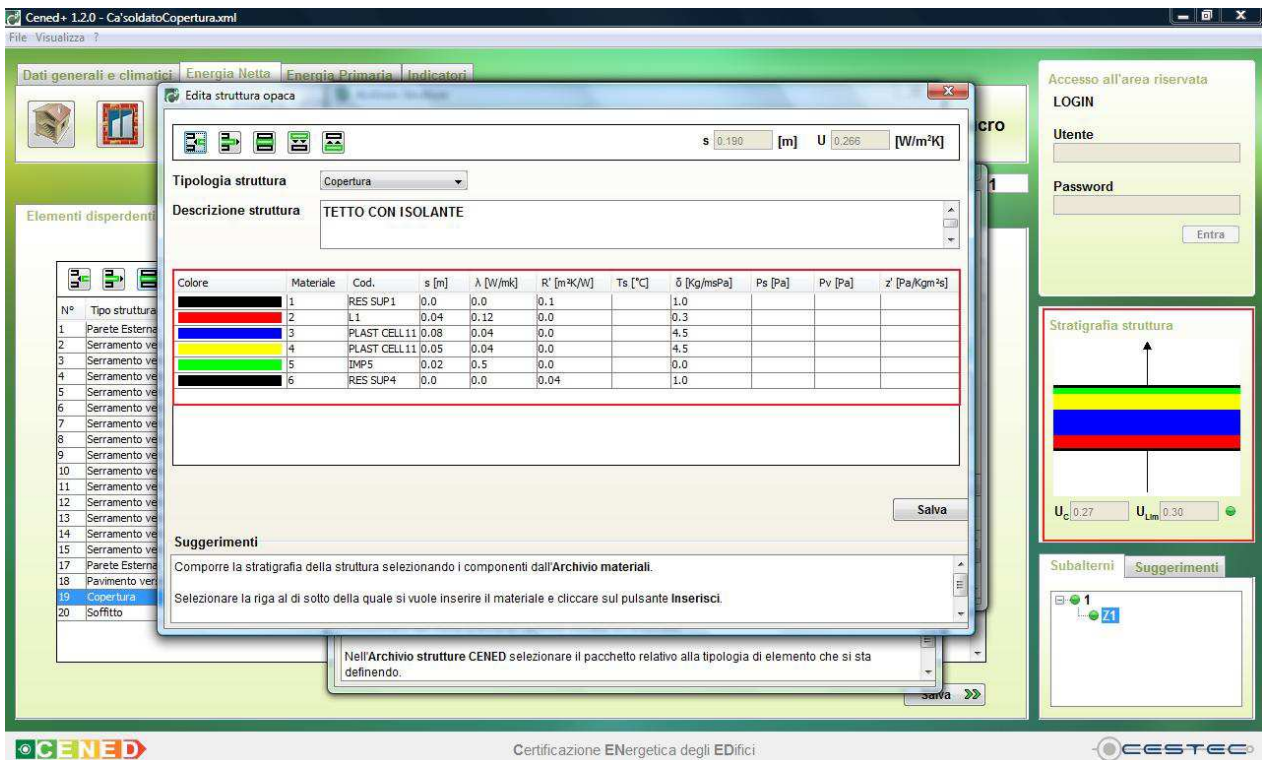


Fig. 3.4.1.3.2 – ricostruzione della stratigrafia della copertura inclinata al limite di legge nel software CENED+

Una volta definita la nuova stratigrafia si ricalcolano gli indicatori.

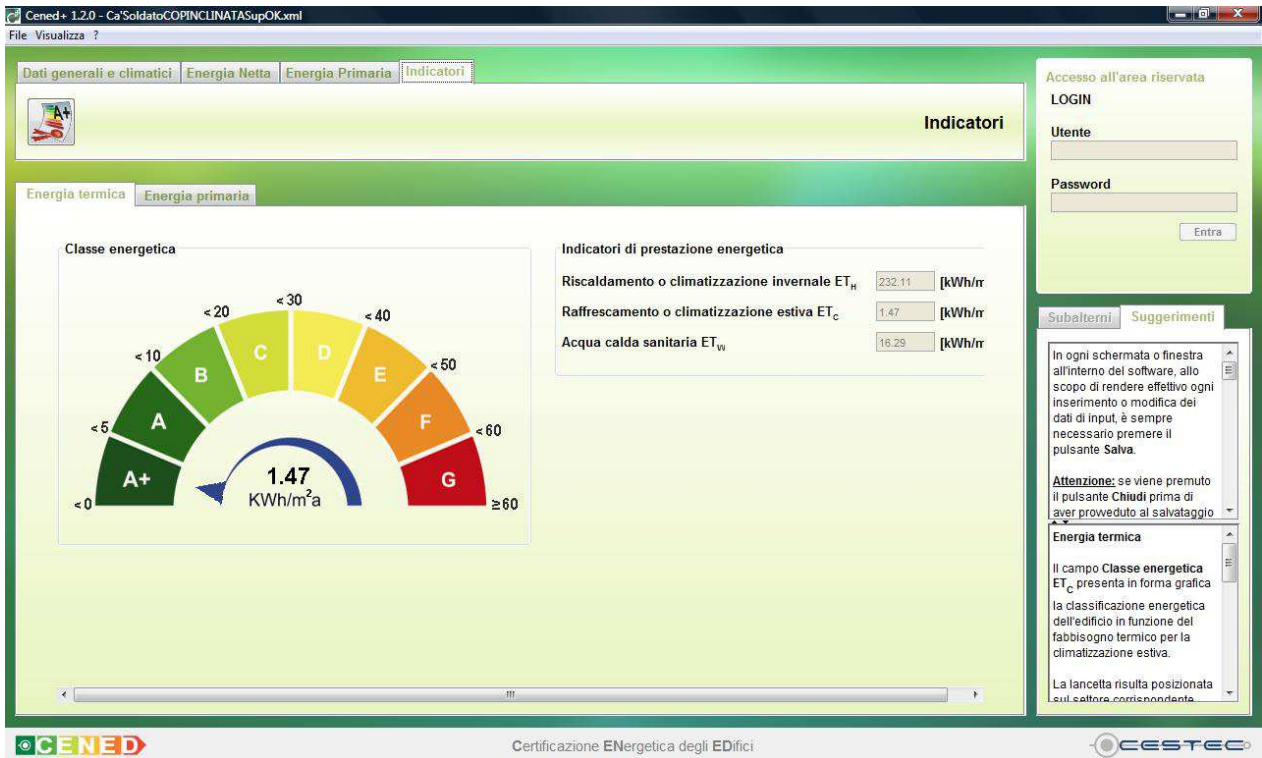


Fig. 3.4.1.3.3 – indicatori del fabbisogno di energia termica di Ca' Soldato

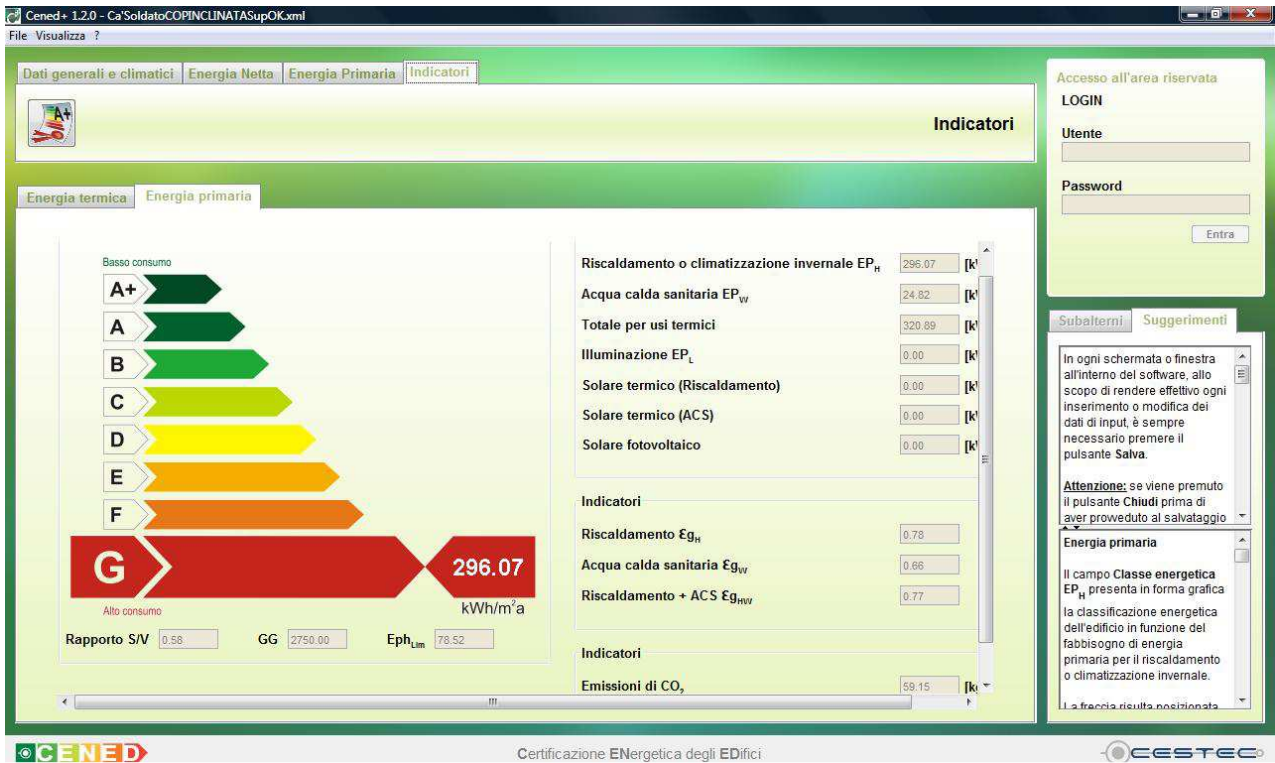


Fig. 3.4.1.3.4 – indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

Come si può notare dalle figure non si hanno grandi miglioramenti rispetto al caso base, in quanto non sono stati realizzati grandi interventi, visto che la trasmittanza della copertura del tetto era già abbastanza buona.

3.4.1.4 – ISOLAMENTO TERMICO DEL SOLAIO A TERRA

Il quarto intervento è stato realizzato sul pavimento di Ca' Soldato, cercando anche in questo caso il raggiungimento del valore $U_{lim}=0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Come nel caso precedente è stato sufficiente aggiungere uno strato di isolante sotto il sottofondo in massetto di calcestruzzo e vermiculite dello spessore di 8 cm. La nuova stratigrafia è rappresentata in figura.

SOLAIO A TERRA AL LIMITE DI LEGGE

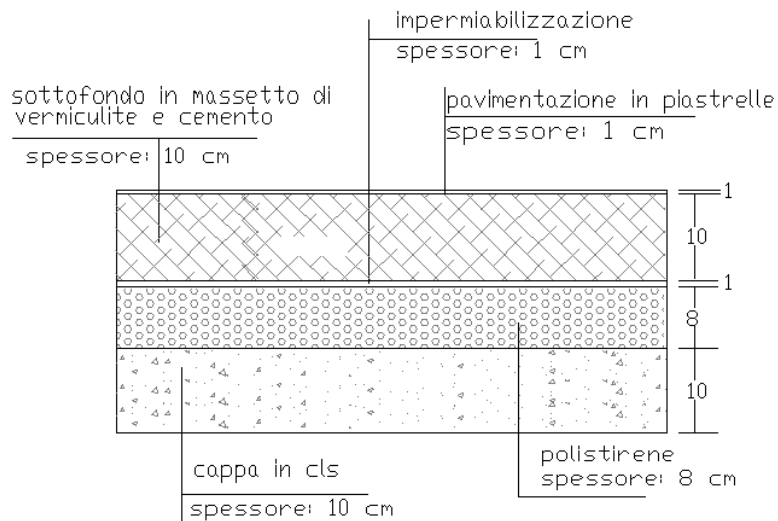


Fig.3.4.1.4.1 – stratigrafia del solaio a terra con isolamento

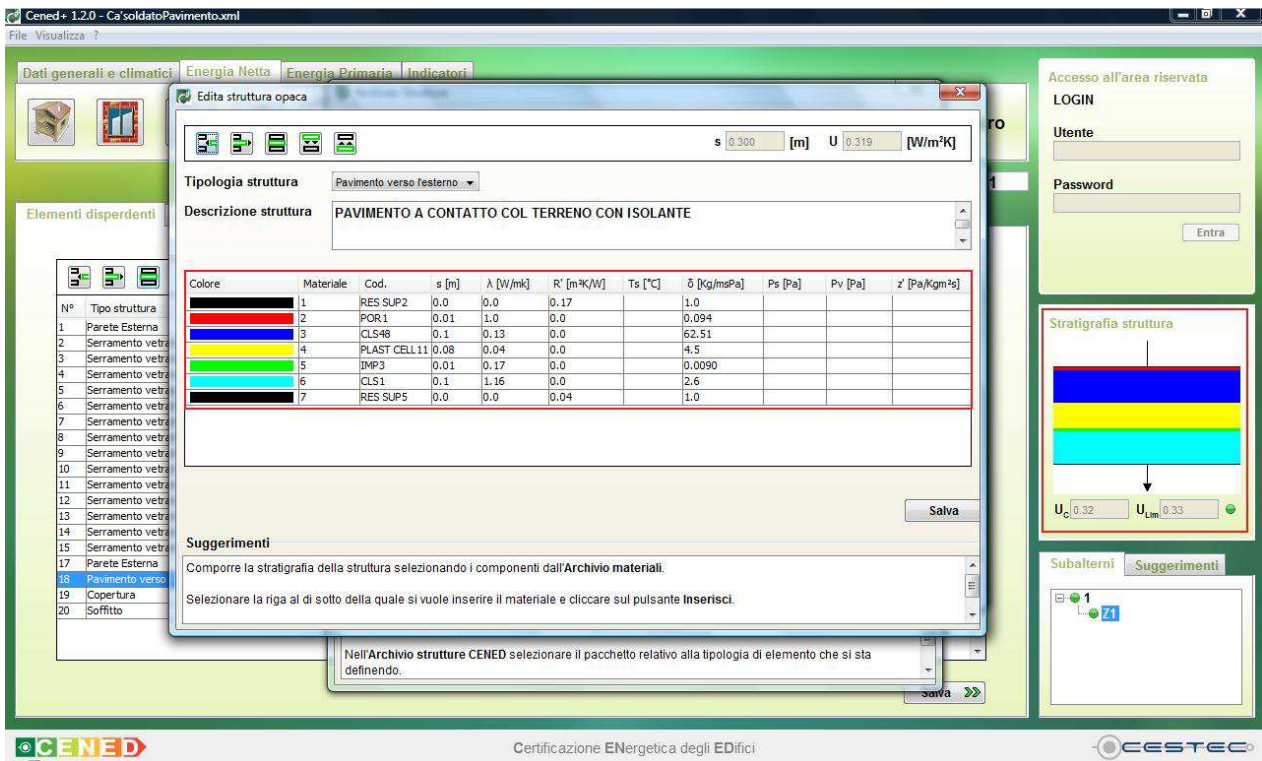


Fig.3.4.1.4.2– ricostruzione della stratigrafia del solaio a terra nel software CENED+

Ricalcolando gli indicatori si ottengono i risultati seguenti.

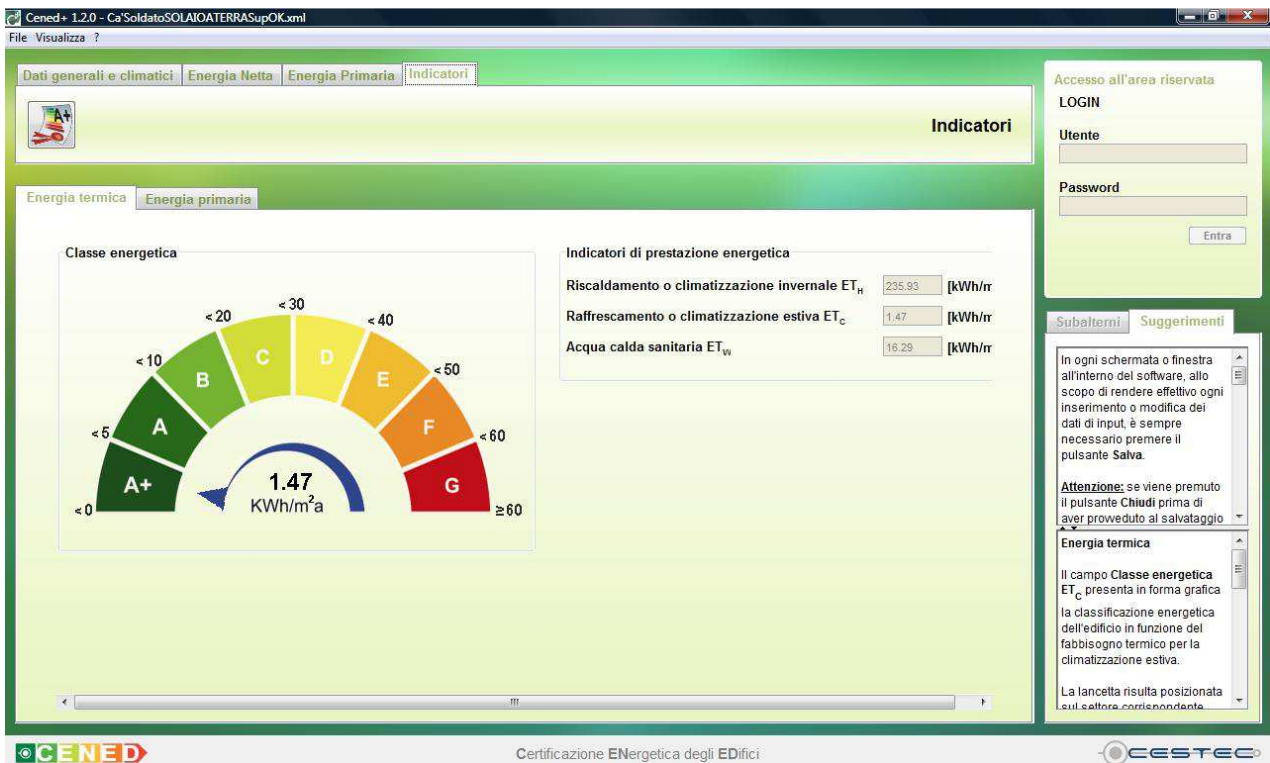


Fig.3.4.1.4.3– indicatori del fabbisogno di energia termica di Ca' Soldato

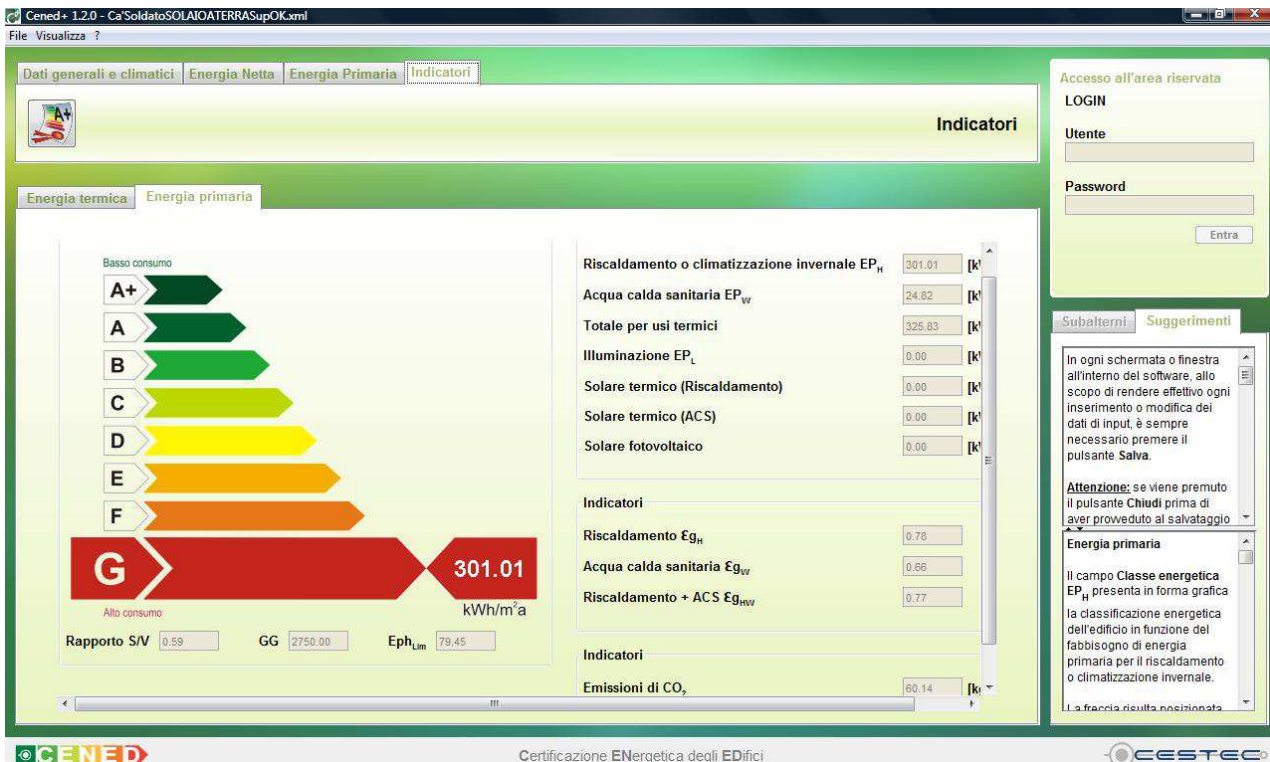


Fig.3.4.1.4.4– indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

Anche in questo caso, come nel precedente, non si hanno grossi miglioramenti rispetto al caso base, né in termini di energia termica, né in termini di energia primaria.

3.4.1.5 – SOSTITUZIONE PORTE ESTERNE E ISOLAMENTO DELLA COPERTURA PIANA

Oltre a questi quattro macro interventi, sono state previste delle modifiche anche ai portoncini esterni e al soffitto della cucina dell'appartamento numero due che confina con il portico al primo piano. Anche in questo caso sono state fatte le simulazioni con il cambiamento dei singoli elementi, ma i risultati si discostano poco dal caso base e quindi si è scelto di non riportarli. In figura, invece, si possono vedere le nuove stratigrafie delle porte e del soffitto sopra citati.

Per quanto riguarda le porte esterne è molto difficile riuscire a raggiungere il valore di trasmittanza imposto dal DGR 8745 pari a $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$. La maggior parte delle porte, infatti, ha una trasmittanza di circa $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Si è quindi deciso di costruire una stratigrafia in cui sono presenti due strati di legno con al loro interno uno strato di isolante dello spessore di 5 cm, per uno spessore totale della porta di 7 cm e una trasmittanza pari a $0,63 \text{ W/m}^2\text{K}$.

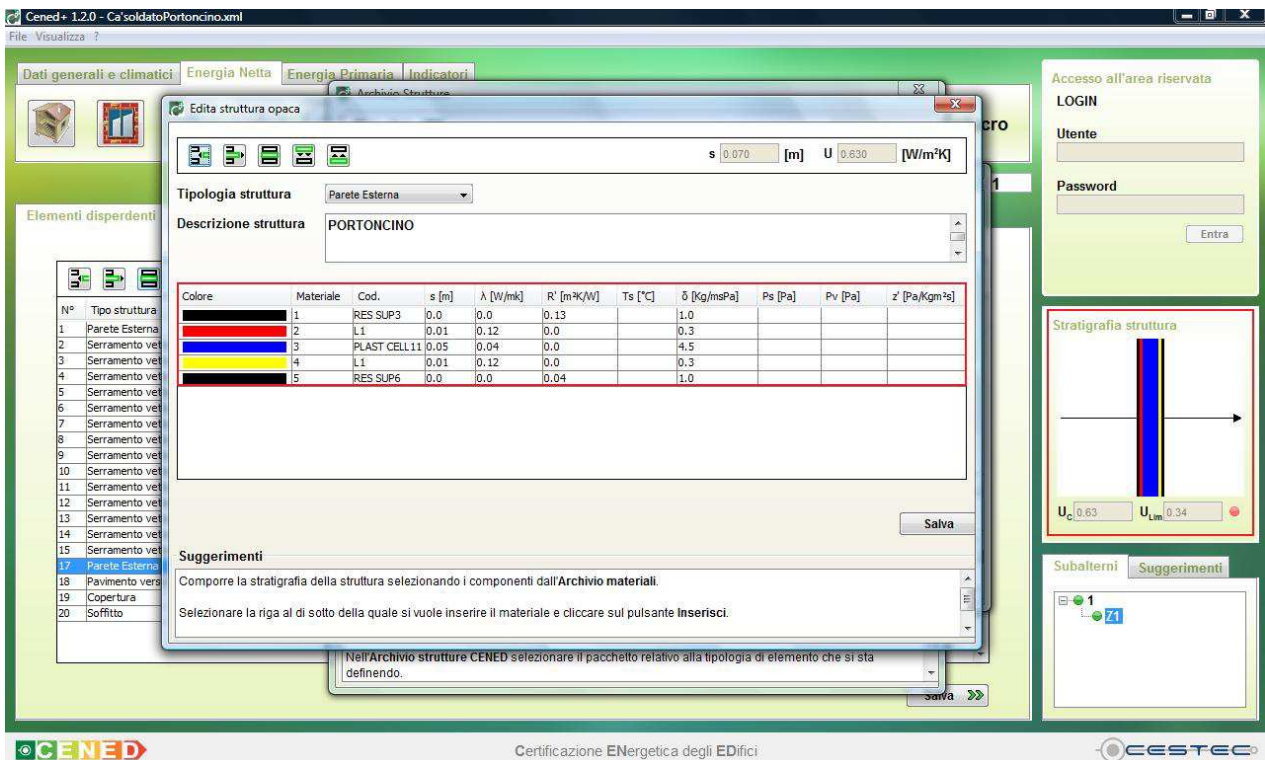


Fig.3.4.1.5.1 – ricostruzione della nuova stratigrafia delle porte esterne nel software CENED+

Per il soffitto della cucina è stata costruita una stratigrafia tipo, cercando di mantenere il più possibile quella già presente nell'edificio. Sono stati quindi aggiunti solo uno strato di legno in corrispondenza del soffitto dello spessore di 4 cm e uno strato di isolante sotto le piastrelle del portico dello spessore di 10 cm. In questo modo si riesce a portare la trasmittanza al valore limite richiesto.

COPERTURA PIANA AL LIMITE DI LEGGE

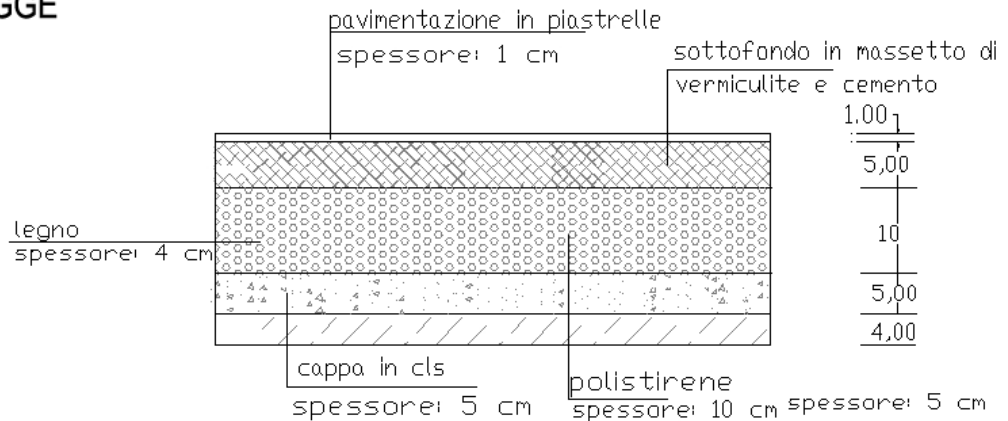


Fig.3.4.1.5.2 – stratigrafia della copertura piana con isolamento

Cened+ 1.2.0 - Ca'soldatoSoffitto.xml
 File Visualizza ?

Dati generali e climatici: Energia Netta Energia Primaria Indicatori

Edita struttura opaca

Tipologia struttura: Soffitto
 Descrizione struttura: SOFFITTO CUCINA APP 2 CON ISOLANTE

Colore	Materiale	Cod.	s [m]	λ [W/mK]	R' [m ² K/W]	T_s [°C]	δ [Kg/msPa]	P_s [Pa]	P_v [Pa]	z' [Pa/Kgm ² s]
	RES SUP1	0.0	0.0	0.0	0.1		1.0			
	L11	0.04	0.12	0.0	0.3		0.3			
	CLS1	0.05	1.16	0.0	2.6		2.6			
	CLS4	0.05	0.13	0.0	0.251		0.251			
	PLAST CELL11	0.1	0.04	0.0	4.5		4.5			
	POR1	0.01	1.0	0.0	0.094		0.094			
	RES SUP1	0.0	0.0	0.0	0.1		1.0			

Suggerimenti
 Comporre la stratigrafia della struttura selezionando i componenti dall'Archivio materiali.
 Selezionare la riga al di sotto della quale si vuole inserire il materiale e cliccare sul pulsante Inserisci.

Nell'Archivio strutture CENED selezionare il pacchetto relativo alla tipologia di elemento che si sta definendo.

Stratigrafia struttura
 U_e 0.29 U_{lim} 0.30

CENED Certificazione ENergetica degli EDifici CESTEC

Fig.3.4.1.5.2 – ricostruzione della stratigrafia della copertura piana nel software CENED+

3.4.1.6 – ANALISI DEI RISULTATI

Per capire meglio il significato dei risultati ottenuti, si è deciso di riassumerli in una tabella e di confrontarli con i valori degli indicatori principali ottenuti dall'analisi dello stato di fatto.

	ENERGY NEED FOR HEATING [kWh/m ² a]	PRIMARY ENERGY FOR HEATING [kWh/m ² a]
STATO DI FATTO	244,49	315,66
CAPPOTTO	93,01	116,39
SERRAMENTI	149,59	189,41
COPERTURA	232,11	296,07
PAVIMENTO	235,93	301,01

Tab.3.4.1.6.1 – confronto dei valori degli indicatori per i diversi interventi sull'involucro

Come già accennato in precedenza tutti gli interventi migliorano il valore del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento invernale. Questo è dovuto principalmente agli interventi migliorativi realizzati sulle superfici disperdenti, così come la diminuzione dei valori di Energy need, quindi al netto delle perdite di impianto.

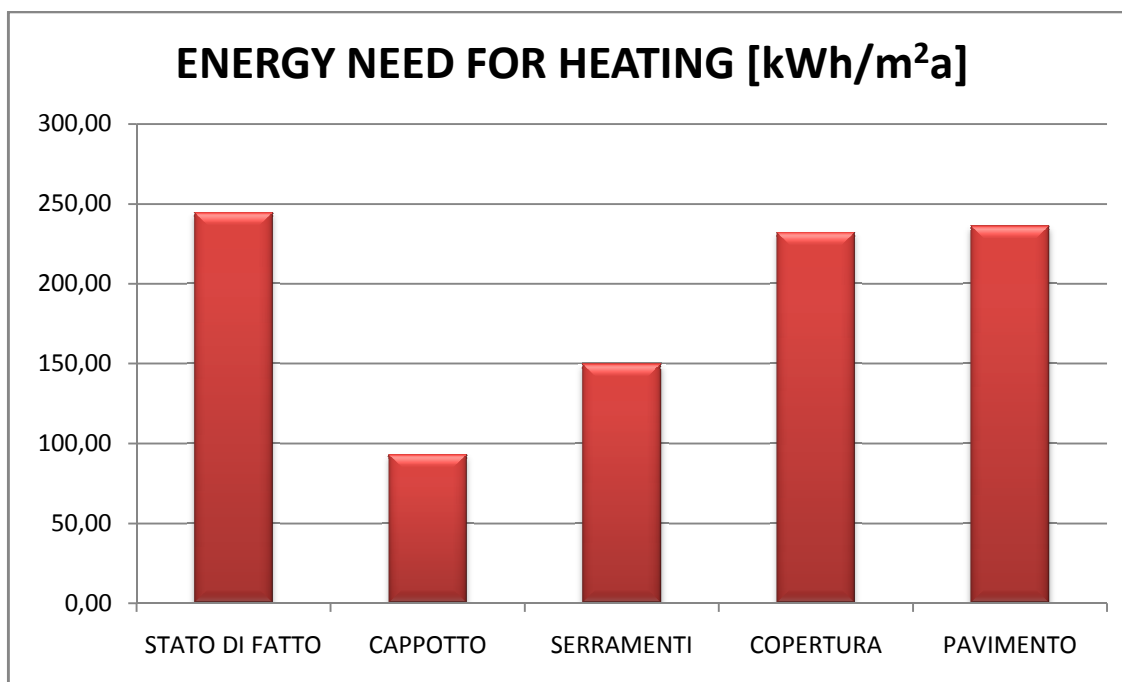


Grafico 3.4.1.6.1 – confronto dei valori di energy need per il riscaldamento per i diversi interventi sull'involucro

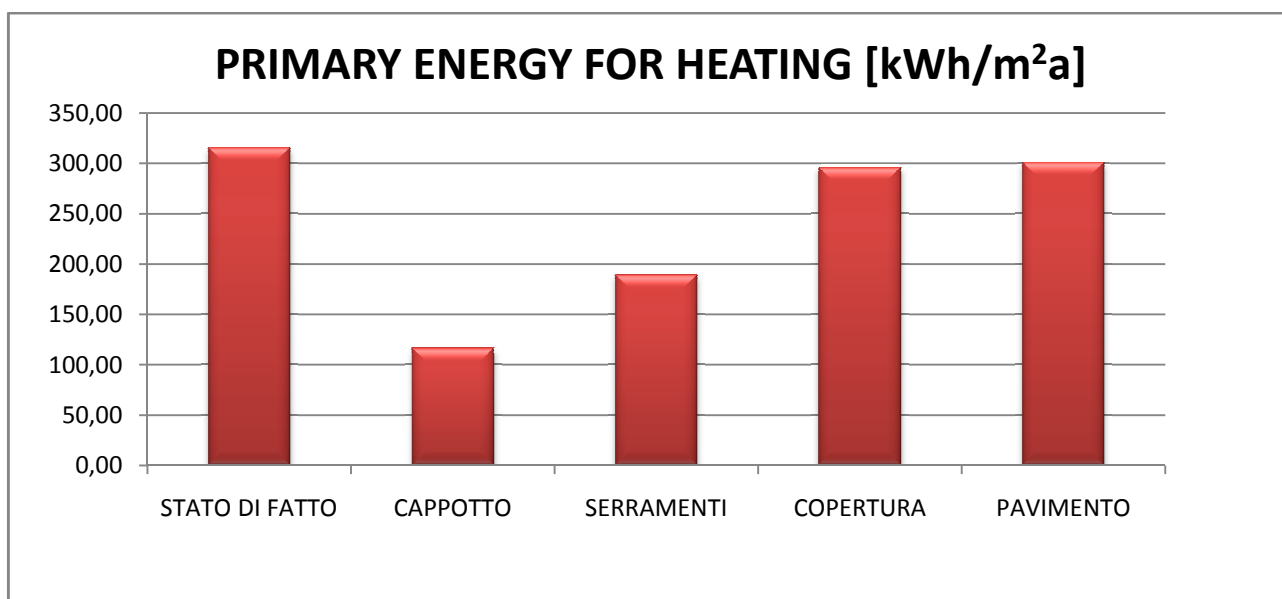


Grafico 3.4.1.6.2 – confronto dei valori di primary energy per il riscaldamento per i diversi interventi sull'involucro

Come si può vedere dai grafici i due interventi che incidono maggiormente sul miglioramento delle prestazioni energetiche di Ca' Soldato sono l'isolamento a cappotto delle pareti esterne e la sostituzione dei serramenti. Con il primo si arriva addirittura ad un fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento pari a 116,39 kWh/m²a, ovvero meno della metà rispetto allo stato di fatto.

In termini di energy need per il raffrescamento, invece, ci sono alcuni risultati che migliorano e altri che invece peggiorano. Questo è dovuto principalmente al fatto che alcuni interventi di isolamento della struttura fanno sì che questa trattienga più calore sia in inverno che in estate e quindi questo indicatore tende a salire per quegli interventi che permettono di trattenere il calore all'interno dell'edificio.

	ENERGY NEED PER IL RAFFRESCAMENTO [kWh/m ² a]
STATO DI FATTO	1,25
CAPPOTTO	2,64
SERRAMENTI	0,64
COPERTURA	1,47
PAVIMENTO	1,47

Tab.3.4.1.6.2 – confronto dei valori degli indicatori per i diversi interventi sull'involucro

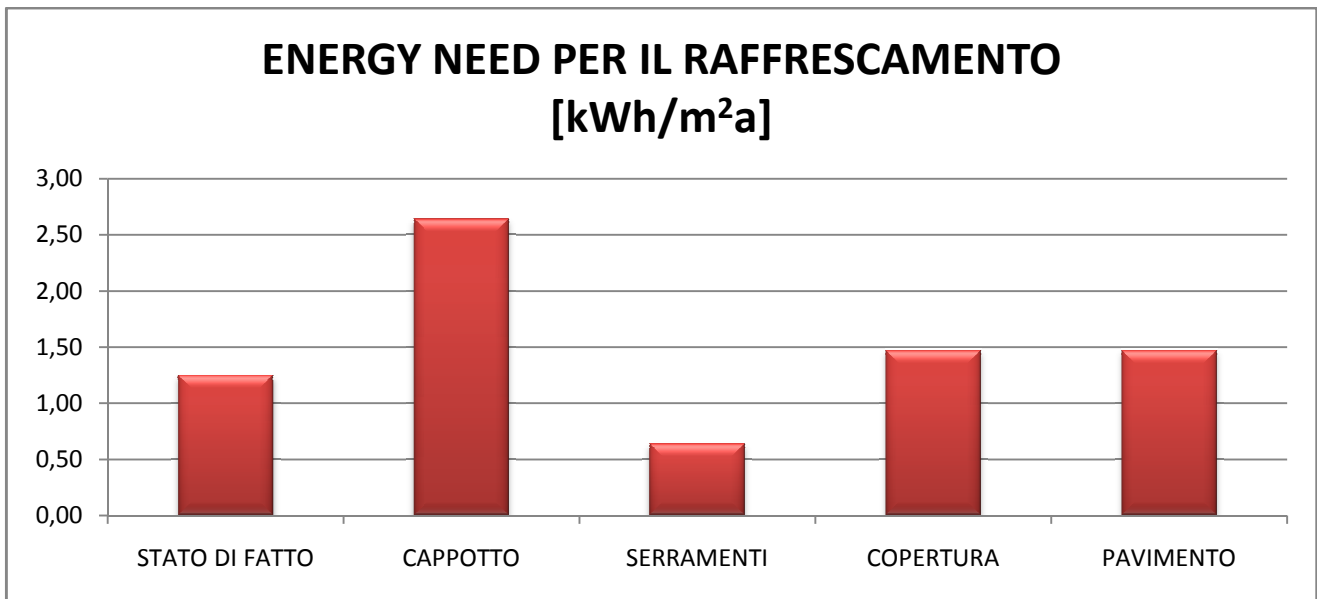


Grafico 3.4.1.6.3 – confronto dei valori di energy need per il raffrescamento per i diversi interventi sull'involucro

Un altro indicatore molto importante è l'efficienza globale media stagionale per il riscaldamento. Questa è definita come il rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale ET_H e l'energia primaria delle fonti energetiche EP_H (compresa quella elettrica) calcolato con riferimento al periodo annuale di esercizio. Anche in questo caso è stato confrontato il caso base con le successive simulazioni.

	EFFICIENZA GLOBALE MEDIA STAGIONALE
STATO DI FATTO	0,77
CAPPOTTO	0,80
SERRAMENTI	0,79
COPERTURA	0,78
PAVIMENTO	0,78

Tab.3.4.1.6.3 – confronto valori di efficienza globale media stagionale per il riscaldamento per i diversi interventi sull'involucro

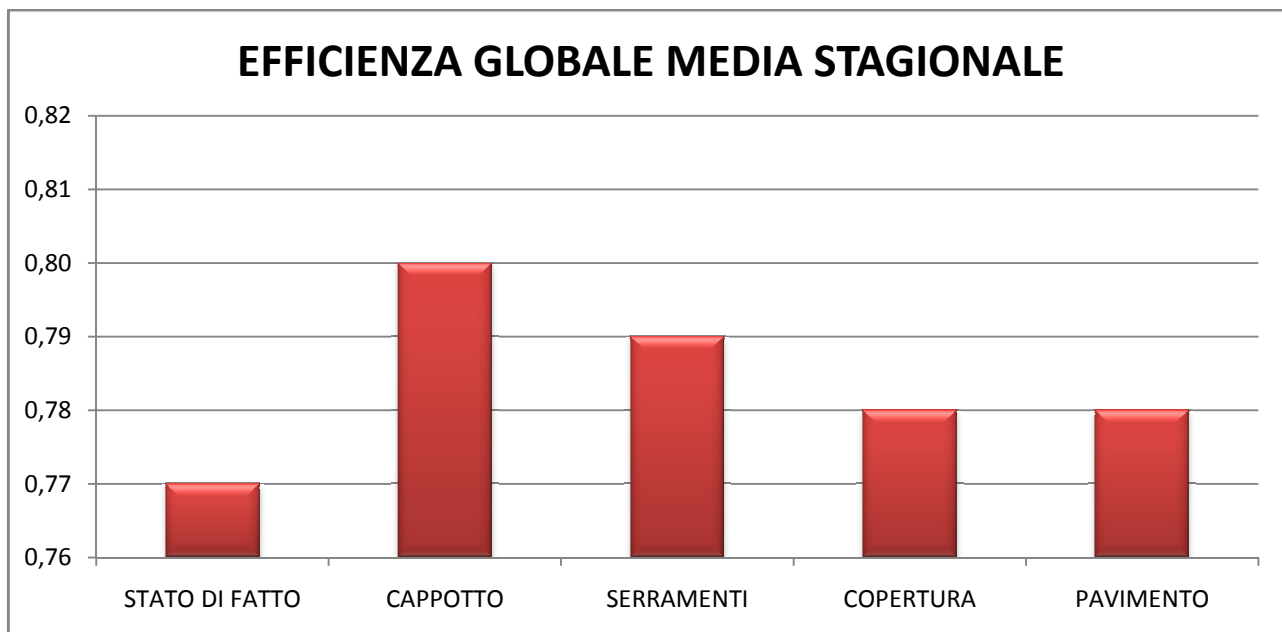


Grafico 3.4.1.6.4 – confronto dei valori di efficienza globale media stagionale per il riscaldamento per i diversi interventi sull’involucro

Come si vede bene dal grafico sopra riportato, i valori di efficienza non variano molto a parte per l’intervento relativo all’isolamento delle pareti perimetrali.

L’ultimo indicatore che si può confrontare è quello relativo alle emissioni di CO₂.

	EMISSIONI CO ₂ [Kg/m ²]
STATO DI FATTO	63,06
CAPPOTTO	23,25
SERRAMENTI	37,84
COPERTURA	59,15
PAVIMENTO	60,14

Tab.3.4.1.6.4 – confronto valori di emissioni di CO₂ per i diversi interventi sull’involucro

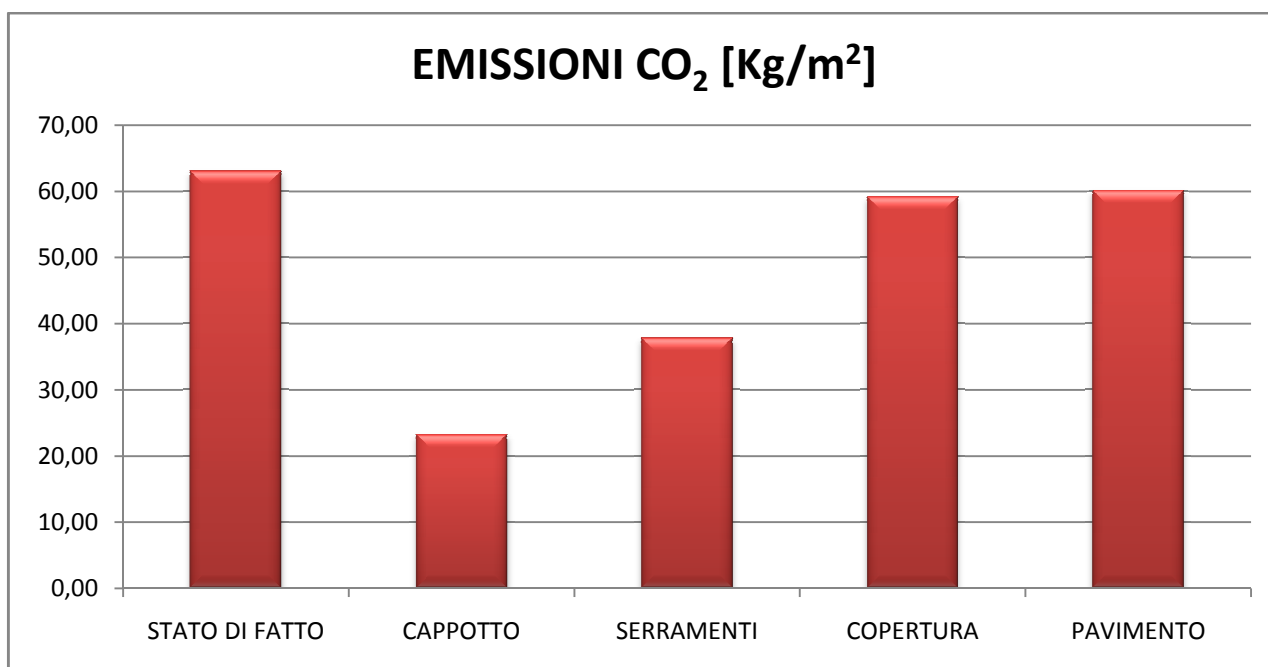


Grafico 3.4.1.6.5 – confronto dei valori di emissioni di CO₂ per i diversi interventi sull'involucro

Anche in questo caso, come nel precedente, l'unico intervento singolo che porta notevoli vantaggi è l'isolamento a cappotto, che permette di abbattere circa il 63% delle emissioni di CO₂.

3.4.2 – RISPETTO DEI LIMITI DI LEGGE

L'obiettivo successivo è quello di riuscire a fare rientrare i valori di energia primaria per il riscaldamento e di efficienza globale media stagionale nei valori limite dati dal DGR 8745.

Questi valori sono standard e vengono forniti per alcuni valori di gradi giorno [GG], per zona climatica e per intervalli di valori rapporto di forma, ovvero S/V [m⁻¹], dove:

- S, espressa in metri quadrati, è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento) il volume riscaldato V;
- V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per gradi giorno di una località s'intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente e la temperatura media esterna giornaliera.

Questi valori sono riassunti in tabella.

Rapporto di forma dell'edificio	Zona climatica				
	D		E	F	
S/V [m ⁻¹]	da 1401 [GG]	a 2100 [GG]	a 2101 [GG]	a 3000 [GG]	oltre 3001 [GG]
≤ 0,2	21,3	34	34	46,8	46,8
≥ 0,9	68	88	88	116	116

Tab.3.4.2.1 – limite di legge per il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento

Per sapere qual è il limite nel caso che si sta analizzando, sarebbe necessario provvedere ad una doppia interpolazione. In realtà CENED dà già le indicazioni relative al rapporto di forma, al valore di GG nella località considerata e il relativo limite.

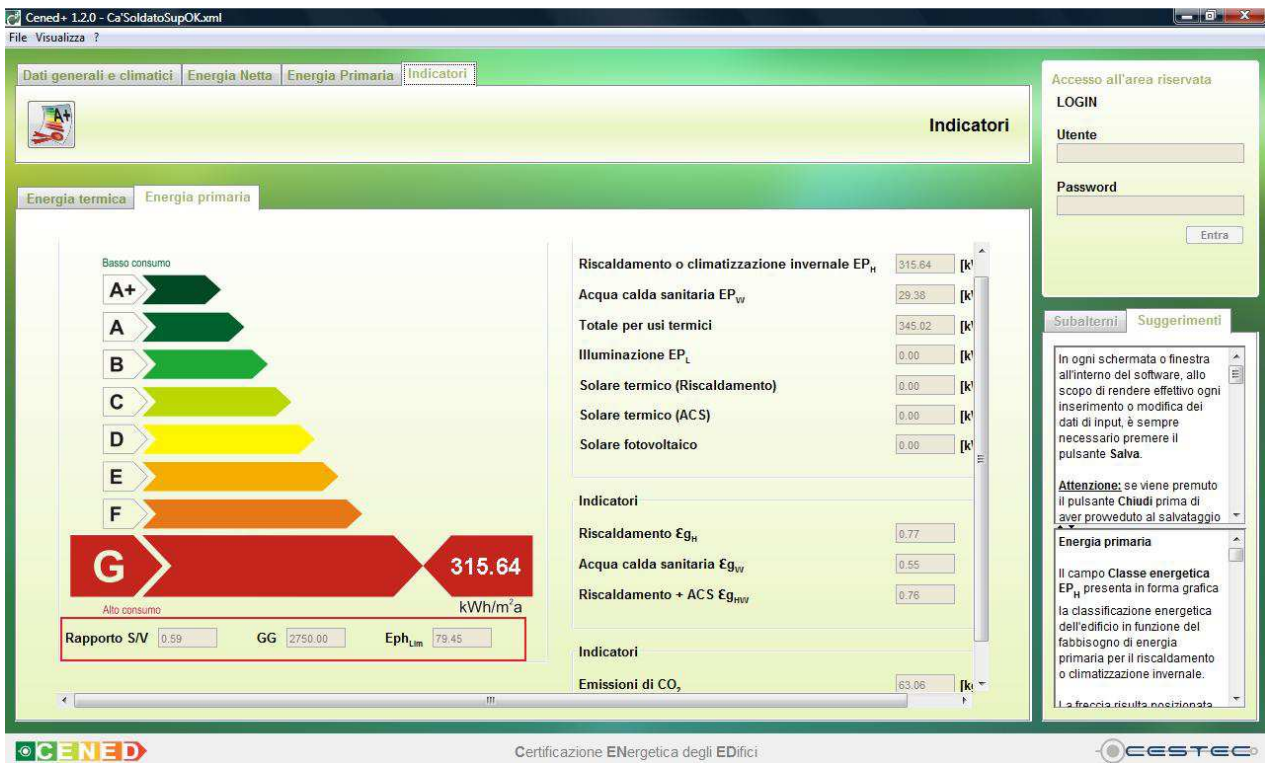


Fig.3.4.2.1 – limite di legge per il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento calcolato da CENED

In questo caso $S/V=0,59 \text{ m}^{-1}$, il valore dei gradi giorno è 2750 GG e quindi il valore limite risulta pari a 79,45 kWh/m²a. Come si può notare dai risultati ottenuti in precedenza, nessuno dei casi simulati fino ad ora rispetta questo limite.

Per completezza si è comunque deciso di mostrare la procedura della doppia interpolazione.

Per prima cosa si è calcolato il valore limite in corrispondenza di 2750 GG per una rapporto di forma $S/V \leq 0,2$.

$S/V \leq 0,2$		
2101	3000	2750
34	46,8	43

Tab.3.4.2.2 – limite di legge per il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento per $S/V=0,2$

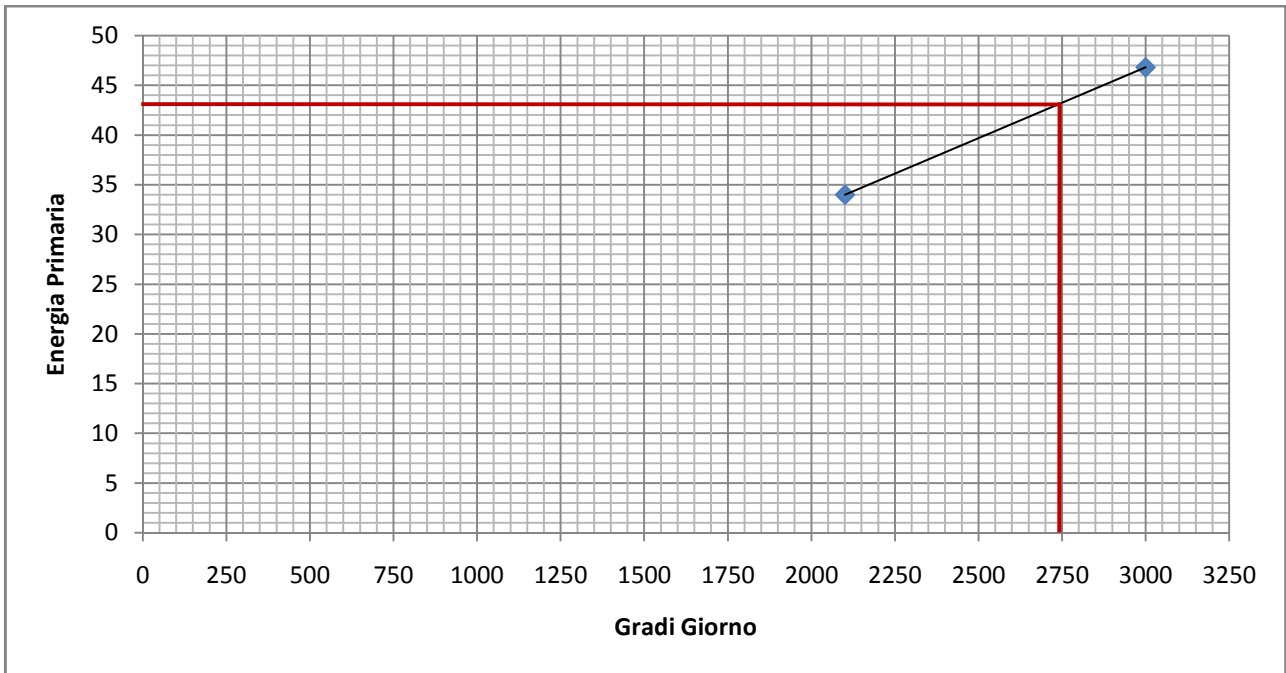


Grafico 3.4.2.1 – interpolazione dei limiti di legge per il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento per $S/V=0,2$

Si è poi fatto lo stesso per $S/V \geq 0,9$.

$S/V \leq 0,9$		
2101	3000	2750
88	116	114

Tab.3.4.2.3 – limite di legge per il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento per $S/V=0,9$

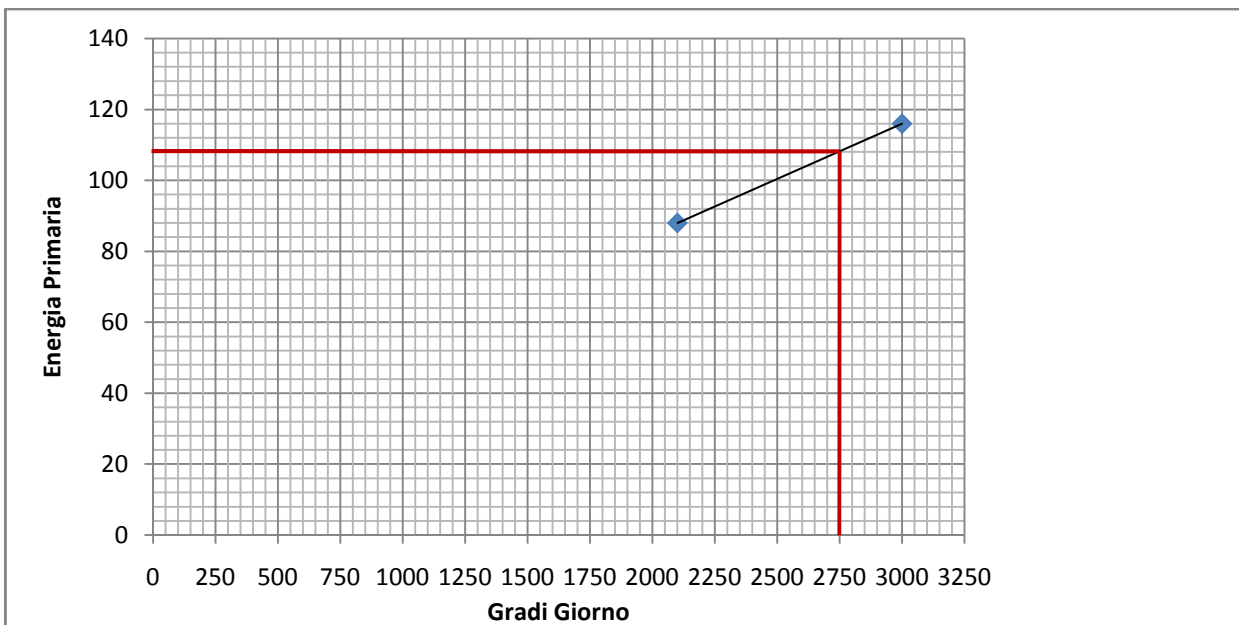


Grafico 3.4.2.2 – interpolazione dei limiti di legge per il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento per $S/V=0,9$

Infine, si sono posti i valori trovati come quelli corrispondenti ai rapporti di forma $0,2 \text{ m}^{-1}$ e $0,9 \text{ m}^{-1}$ per 2750 GG e si è trovato il valore in corrispondenza di $S/V = 0,33 \text{ m}^{-1}$.

S/V	0,2	0,9	0,59
EP _{Hlim}	43	114	80,5

Tab.3.4.2.4 – limite di legge per il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento per $S/V=0,33$

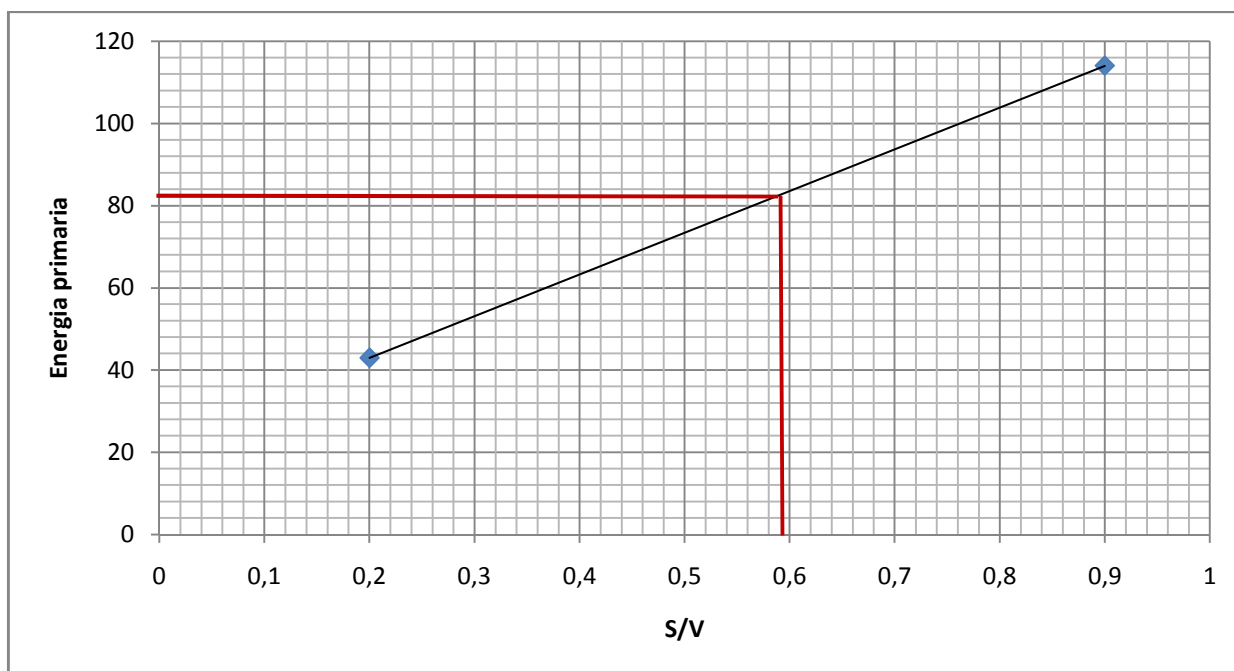


Grafico 3.4.2.3 – interpolazione dei limiti di legge per il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento per $S/V=0,33$

Come si può vedere dalla tabella, il valore limite calcolato si discosta di pochissimo da quello calcolato da CENED. Ovviamente per una questione di precisione, sarà tenuto in considerazione quest'ultimo.

L'altro valore limite da tenere in considerazione è quello relativo all'efficienza globale media stagionale. In questo caso la normativa fornisce il metodo di calcolo del valore del limite inferiore che deve essere rispettato dagli impianti termici per la climatizzazione invernale o il riscaldamento e/o per produzione di acqua calda ad uso sanitario.

Questo valore è dato da:

$$\varepsilon_{g,yr} = 75 + 3 \log_{10}(P_n)$$

con fluido termovettore circolante nella distribuzione solamente liquido e quindi per il caso che stiamo analizzando con $\log_{10}(P_n)$ e il logaritmo in base 10 della potenza termica utile nominale del generatore di calore o dei generatori di calore, quale pompe di calore, sistemi solari termici compreso ausiliario, ecc., al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Nel caso base si ha:

$$\varepsilon_{g,yr} = 75 + 3 \log_{10}(32) = 79,5\%$$

Il valore limite di efficienza globale media stagionale non viene rispettato né allo stato di fatto, né nei casi relativi all'isolamento della copertura inclinata e del solaio a terra, mentre i valori di questo parametro rientrano nei limiti per il caso dell'isolamento a cappotto e la sostituzione dei serramenti.

Per riuscire, invece, a raggiungere il limite di legge relativo al fabbisogno di energia primaria, è necessario innanzitutto realizzare tutti gli interventi migliorativi sull'involucro contemporaneamente e controllare se questo sia sufficiente ad avere un valore di $EP_{Hlim} \leq 79,45 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Quindi per prima cosa si inseriscono tutti gli elementi disperdenti a norma di legge e le relative superfici di involucro.

The screenshot shows the 'Cened+ 1.2.0 - Ca'soldatoInterventiTOT.xml' application window. The main area is titled 'Involucro' and displays a table of 'Elementi disperdenti'. The table has columns for 'N°', 'Tipo struttura', 'Cod.', 'U [W/m²K]', and 'Descrizione elemento'. The data rows list various building components like external walls, pavement, roof, and windows with their respective U-values. A 'Salva' button is at the bottom right of the table. On the right side, there is a 'LOGIN' section with fields for 'Utente' and 'Password', and an 'Entra' button. Below that is a 'Subalterni' section with a 'Suggerimenti' button. The bottom of the window features the 'CENED' logo, the text 'Certificazione ENergetica degli EDifici', and the 'CESTEC' logo.

N°	Tipo struttura	Cod.	U [W/m²K]	Descrizione elemento
1	Parete Esterna	UPE1002	0.325	PARETE ESTERNA, TIPOLOGIA E
17	Parete Esterna	UPE1001	0.631	PORTONCINO
18	Pavimento verso l'esterno	UPAV1001	0.319	PAVIMENTO
19	Copertura	UCOP1001	0.266	COPERTURA
20	Soffitto	USOFF1001	0.297	SOFFITTO CUCINA APP 2
21	Serramento vetrato		1.941	TIPOLOGIA A NUOVA
22	Serramento vetrato		2.010	TIPOLOGIA B NUOVA
23	Serramento vetrato		1.931	TIPOLOGIA C NUOVA
24	Serramento vetrato		1.941	TIPOLOGIA D NUOVA
25	Serramento vetrato		1.901	TIPOLOGIA E NUOVA
26	Serramento vetrato		1.716	TIPOLOGIA F NUOVA
27	Serramento vetrato		1.750	TIPOLOGIA G NUOVA
28	Serramento vetrato		1.862	TIPOLOGIA H NUOVA
29	Serramento vetrato		1.884	TIPOLOGIA I NUOVA
30	Serramento vetrato		1.917	TIPOLOGIA L NUOVA
31	Serramento vetrato		1.829	TIPOLOGIA M NUOVA
32	Serramento vetrato		1.685	TIPOLOGIA N NUOVA
33	Serramento vetrato		1.830	TIPOLOGIA O NUOVA
34	Serramento vetrato		1.871	TIPOLOGIA P NUOVA

Fig.3.4.2.2 – elementi disperdenti con le trasmittanze al limite di legge

Vengono così ricalcolati gli indicatori per controllare che i valori siano a norma.

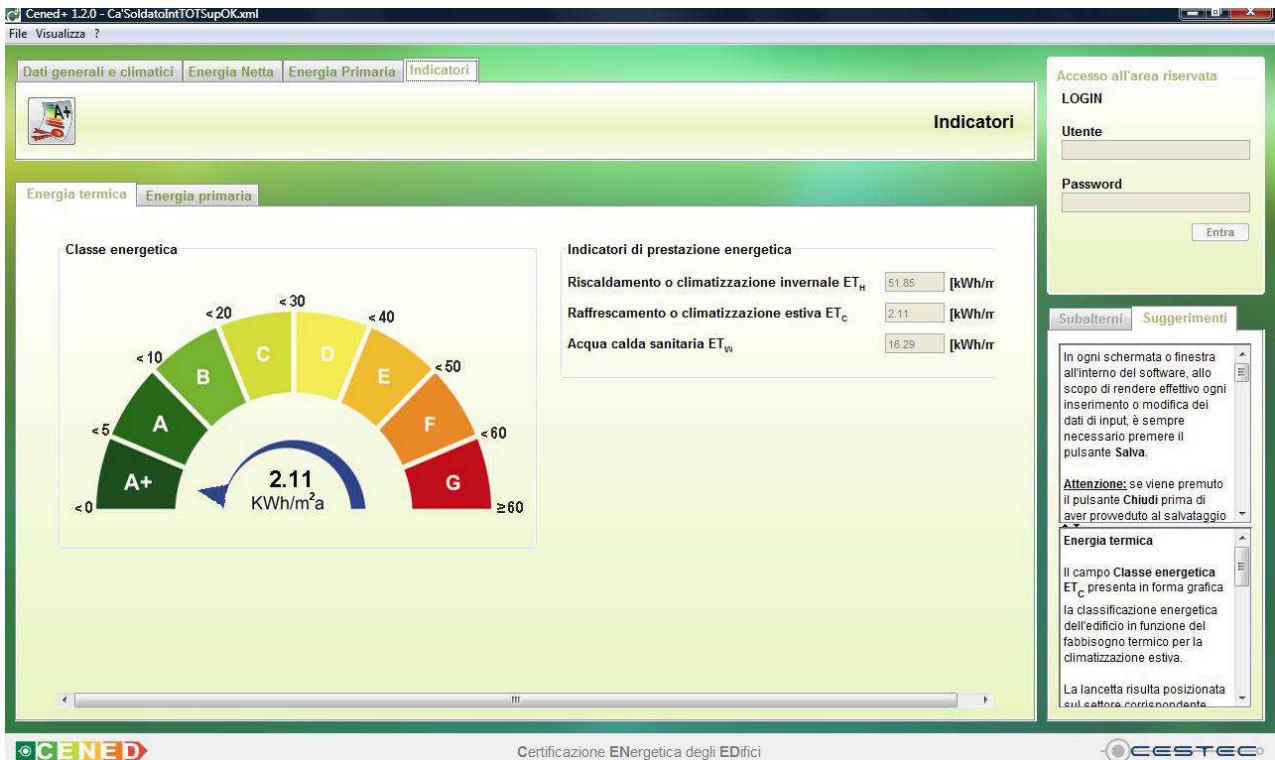


Fig.3.4.2.3 – indicatori del fabbisogno di energia termica di Ca' Soldato



Fig.3.4.2.4 – indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

Come si può vedere dalla figura il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento diminuisce notevolmente, così come aumenta l'efficienza globale media stagionale che diventa pari all'85%.

Confrontando lo stato di fatto con il caso relativo agli interventi strutturali, si può vedere come si abbia un notevole miglioramento del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento e un passaggio dalla classe energetica E alla classe energetica B. In tabella vengono riassunti i risultati dei due casi.

	STATO DI FATTO	INTERVENTI SULL'INVOLUCRO EDILIZIO
ENERGY NEED FOR HEATING [kWh/m ² a]	244,49	51,85
ENERGY NEED FOR COOLING [kWh/m ² a]	1,25	2,11
PRIMARY ENERGY FOR HEATING [kWh/m ² a]	315,66	60,74
EMISSIONI CO ₂ [Kg/m ²]	63,06	12,14

Tab.3.4.2.5 – confronto dei valori degli indicatori tra lo stato di fatto e il caso al limite di legge

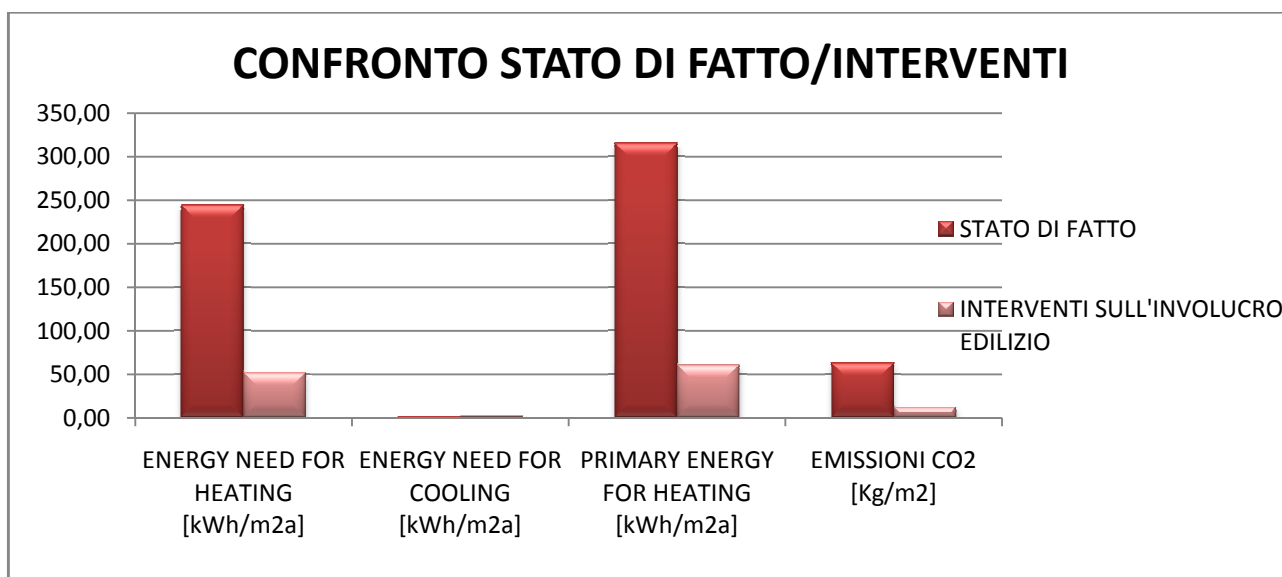


Grafico 3.4.2.4 – confronto dei valori degli indicatori tra lo stato di fatto e il caso al limite di legge

Una volta inseriti tutti gli elementi disperdenti con le nuove stratigrafie con le trasmittanze al limite di legge, è stato fatto un nuovo calcolo della potenza dispersa per poterlo confrontare con lo stato di fatto. I nuovi valori delle trasmittanze per il calcolo della potenza dispersa per trasmissione sono:

U - PARETI ESTERNE [W/m ² K]	0,325
U- SERRAMENTI [W/m ² K]	1,8
U - SOLAIO A TERRA [W/m ² K]	0,319
U - COPERTURA INCLINATA [W/m ² K]	0,266
U - PORTE ESTERNE [W/m ² K]	0,632
U - COPERTURA PIANA [W/m ² K]	0,297

Tab.3.4.2.6 – valori di trasmittanza degli elementi disperdenti al limite di legge

Il procedimento utilizzato è analogo a quello presentato in precedenza (rif. pag. 66). I risultati sono riportati di seguito.

ELEMENTI OPACHI			
	$A_{\text{elemento opaco}} \text{ [m}^2\text{]}$	e	$Q_{\text{trasm}} \text{ [W]}$
BAGNO/CENTRALE TERMICA APP 1	13,80	1,00	125,58
pareti perimetrali	7,50	1,10	75,08
pareti perimetrali	6,30	1,05	60,20
pavimento	10,36	1,00	92,54
SALOTTO APP1	12,00	1,10	120,12
pareti perimetrali	10,80	1,15	113,02
portoncino	1,60	1,10	31,14
pavimento	19,11	1,00	170,69
CUCINA APP 1	5,70	1,15	59,65
pareti perimetrali	8,10	1,00	73,71
portoncino	1,60	1,15	32,56
pavimento	19,50	1,00	174,17
CUCINA APP 2	10,80	1,15	113,02
pareti perimetrali	12,90	1,00	117,39
soffitto	23,40	1,00	194,59
portoncino	1,60	1,15	32,56
pavimento	23,40	1,00	209,01
SALOTTO/BAGNO APP 2	9,00	1,10	90,09
pareti perimetrali	14,40	1,00	131,04
pareti perimetrali	16,20	1,05	154,79
pareti perimetrali	3,30	1,15	34,53
pavimento	24,40	1,00	217,94
RIPOSTIGLIO	6,90	1,05	65,93
pareti perimetrali	4,50	1,15	47,09
pavimento	2,89	1,00	25,81
TOTALE			2562,27

Tab.3.4.2.7 – calcolo della potenza dispersa per trasmissione degli elementi opachi del piano terra

ELEMENTI TRASPARENTI			
	$A_{\text{elemento trasparente}}$ [m ²]	e	Q_{trasm} [W]
BAGNO/CENTRALE TERMICA APP 1			
tipo E	0,87	1,10	48,07
tipo A	0,74	1,10	41,28
tipo D	0,21	1,05	11,11
SALOTTO APP1			
tipo C	0,86	1,10	47,82
tipo B	0,14	1,10	8,01
tipo A	0,74	1,15	43,16
tipo B	0,14	1,15	8,37
CUCINA APP 1			
tipo C	0,86	1,15	49,99
tipo C	0,86	1,15	49,99
tipo F	0,75	1,00	37,97
CUCINA APP 2			
tipo D	0,21	1,15	12,17
tipo G	0,46	1,00	23,41
SALOTTO/BAGNO APP 2			
tipo I	0,50	1,00	25,23
tipo L	1,19	1,05	62,81
tipo E	0,95	1,15	55,18
RIPOSTIGLIO			
tipo L	1,19	1,15	68,79
TOTALE			593,33

Tab.3.4.2.8 – calcolo della potenza dispersa per trasmissione degli elementi trasparenti del piano terra

ELEMENTI OPACHI			
	$A_{\text{elemento opaco}} [m^2]$	e	$Q_{\text{trasm}} [W]$
BAGNO APP 1	13,80	1,00	125,58
pareti perimetrali	4,50	1,10	45,05
pareti perimetrali	9,60	1,05	91,73
tetto	10,64	1,00	79,25
CAMERA 1 APP 1	12,30	1,10	123,12
pareti perimetrali	11,70	1,15	122,44
portoncino	1,60	1,10	31,10
tetto	19,50	1,00	145,24
CAMERA 2 APP 2	7,50	1,15	78,49
pareti perimetrali	10,50	1,00	95,55
portoncino	1,60	1,15	32,51
tetto	19,50	1,00	145,24
CAMERA/BAGNO APP 2	9,00	1,10	90,09
pareti perimetrali	15,00	1,00	136,50
pareti perimetrali	17,10	1,05	163,39
pareti perimetrali	3,00	1,15	31,40
tetto	24,40	1,00	181,73
RIPOSTIGLIO	7,20	1,05	68,80
pareti perimetrali	6,60	1,15	69,07
portoncino	1,60	1,15	32,51
tetto	2,89	1,00	21,52
TOTALE			1910,28

Tab.3.4.2.9 – calcolo della potenza dispersa per trasmissione degli elementi opachi del primo piano

ELEMENTI TRASPARENTI			
	$A_{\text{elemento trasparente}} [m^2]$	e	$Q_{\text{trasm}} [W]$
BAGNO APP 1			
tipo E	0,95	1,10	52,78
tipo H	0,58	1,10	31,97
CAMERA 1 APP 1			
tipo P	0,69	1,10	38,19
tipo E	0,95	1,10	52,78
tipo O	0,42	1,15	24,41
CAMERA 2 APP 2			
tipo G	0,46	1,15	26,92
tipo N	1,06	1,15	61,29
tipo M	0,44	1,00	22,17
CAMERA/BAGNO APP 2			
tipo A	0,74	1,00	37,53
tipo E	0,95	1,10	52,78
tipo E	0,95	1,05	50,38
tipo E	0,95	1,15	55,18
RIPOSTIGLIO			
tipo I	0,50	1,15	29,01
TOTALE			535,38

Tab.3.4.2.10 – calcolo della potenza dispersa per trasmissione degli elementi trasparenti del primo piano

Per quanto riguarda le dispersioni per ventilazione è stato rifatto il calcolo imponendo il numero di ricambi orari $n=0,3 \text{ h}^{-1}$ per tutte le stanze dell'edificio e $n=1,5 \text{ h}^{-1}$ per i bagni.

$\rho_{\text{aria}} [Kg/m^3]$	1,329
calore specifico aria [J/KgK]	1030
portata aria di progetto $q[m^3/h]$	$V_{\text{netto}} * n$
$n[h^{-1}]$	0,3
$n \text{ BAGNI } [h^{-1}]$	1,5
$T_i [^{\circ}C]$	20
$T_e [^{\circ}C]$	-8
$T_i [K]$	293
$T_e [K]$	265

Tab.3.4.2.11 – dati per il calcolo della potenza dispersa per ventilazione

	$V_{\text{netto locale}} [\text{m}^3]$	$q=V_{\text{netto locale}} * n [\text{m}^3/\text{h}]$	$Q_{\text{vent}} [\text{W}]$
BAGNO/CENTRALE TERMICA APP 1	31,08	46,62	496,35
SALOTTO APP 1	57,33	17,199	183,11
CUCINA APP 1	58,5	17,55	186,85
CUCINA APP 2	70,2	21,06	224,22
SALOTTO	52,5	15,75	167,69
BAGNO APP 2	21,12	31,68	337,29
RIPOSTIGLIO	8,67	2,601	27,69
TOTALE			1623,21

Tab.3.4.2.12 – potenza dispersa per ventilazione del piano terra

	$V_{\text{netto locale}} [\text{m}^3]$	$q=V_{\text{netto locale}} * n [\text{m}^3/\text{h}]$	$Q_{\text{vent}} [\text{W}]$
BAGNO APP 1	31,92	47,88	509,77
CAMERA 1 APP 1	58,5	17,55	186,85
CAMERA 2 APP 2	58,5	17,55	186,85
CAMERA	60,96	18,288	194,71
BAGNO APP 2	12,24	18,36	195,47
RIPOSTIGLIO	8,67	2,601	27,69
TOTALE			1301,34

Tab.3.4.2.13 – potenza dispersa per ventilazione del primo piano

Le dispersioni totali in W e in W/m^2 risultano pertanto:

	OPACHI	TRASPARENTI		
Qtrasm - PIANO TERRA [W]	2562,27	593,33	Qvent - PIANO TERRA [W]	1623,21
Qtrasm - PRIMO PIANO [W]	1910,28	535,38	Qvent - PRIMO PIANO [W]	1301,34
TOTALE trasm [W]	4472,55	1128,71	TOTALE vent [W]	2924,55

TOTALE [W]	8525,81
TOTALE/SUP NETTA $[\text{W}/\text{m}^2]$	42,63

Tab.3.4.2.14 – totale della potenza dispersa di Ca' Soldato

Confrontando i risultati ottenuti con quelli relativi allo stato di fatto di Ca' Soldato si può vedere come sia il totale delle dispersioni che la potenza specifica per unità di superficie espressa in W/m^2 siano diminuite notevolmente.

	POTENZA TOTALE DISPERSA Q_{tot} [W]
STATO DI FATTO	27966,39
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	8525,81

Tab.3.4.2.15 – confronto dei valori delle dispersioni totali tra lo stato di fatto e il caso al limite di legge

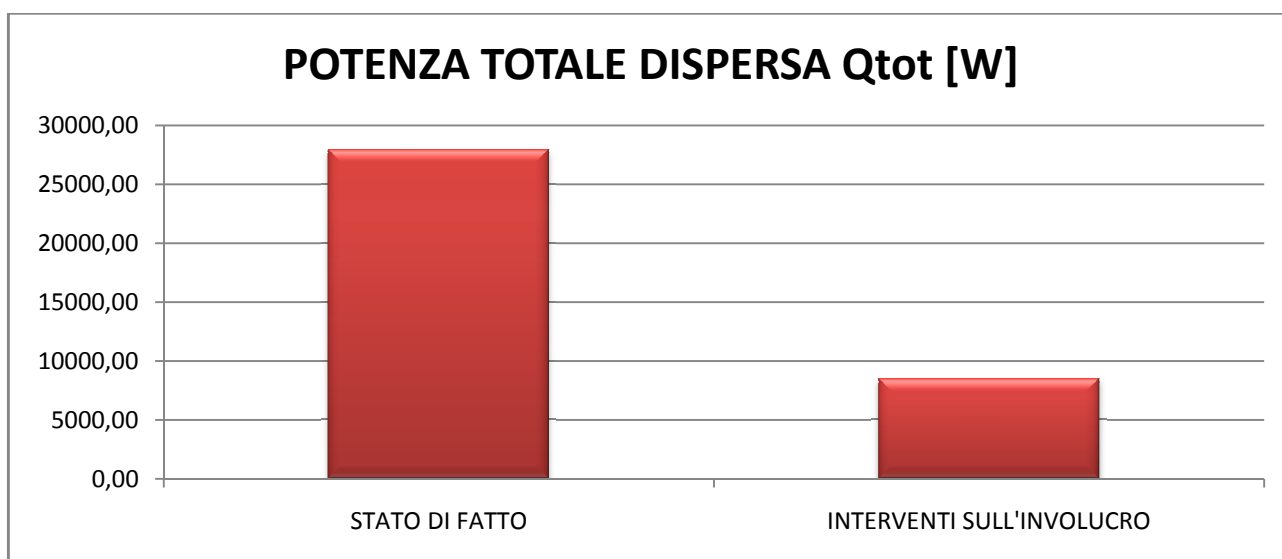


Grafico 3.4.2.5 – confronto dei valori delle dispersioni totali tra lo stato di fatto e il caso al limite di legge

	POTENZA PER UNITA' DI SUP. [W/m^2]
STATO DI FATTO	139,83
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	42,63

Tab.3.4.2.16 – confronto dei valori della potenza per unità di superficie tra lo stato di fatto e il caso al limite di legge

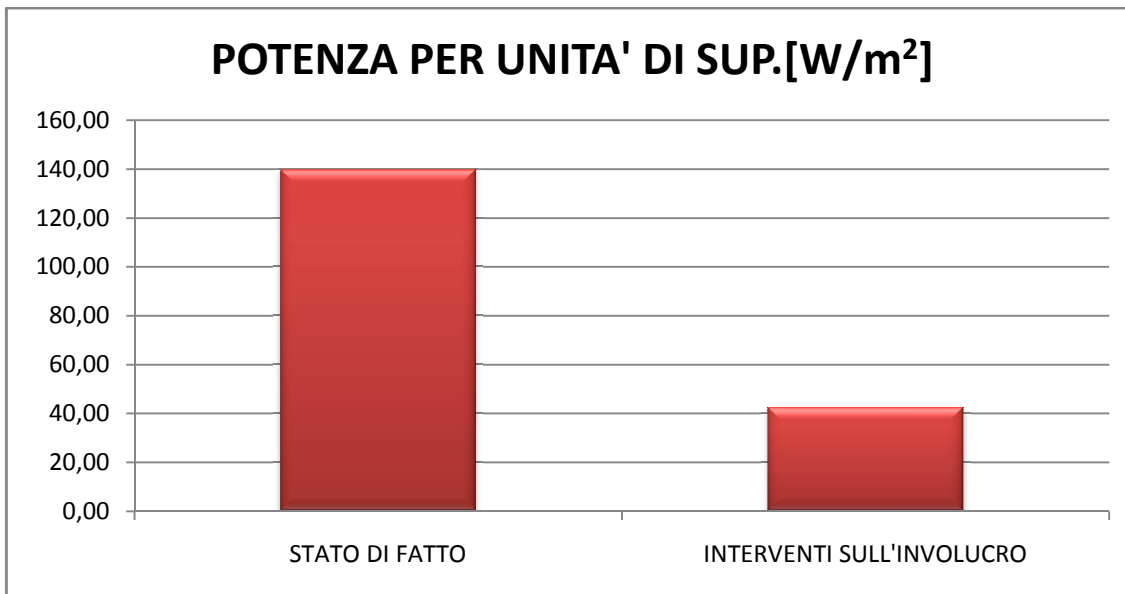


Grafico 3.4.2.6 – confronto dei valori della potenza per unità di superficie tra lo stato di fatto e il caso al limite di legge

La diminuzione delle dispersioni comporta una riduzione del numero di radiatori per il riscaldamento dell'edificio. Seguendo la stessa procedura svolta in precedenza si ottiene il seguente risultato.

POTENZA RADIATORE MEDIA [W]	500	
	NUMERO RADIATORI	NUMERO RADIATORI APPROSSIMATO
	1,7	2,00
	1,2	1,00
	1,1	1,00
	1,8	2,00
	2,3	2,00
	0,3	0,00
	1,7	2,00
	1,2	1,00
	1,1	1,00
	1,9	2,00
	0,4	0,00
TOTALE		14,00

Tab.3.4.2.17 – calcolo del numero dei radiatori nel caso al limite di legge

Come si può vedere dalla tabella il numero di radiatori si è più che dimezzato.

3.4.3 – EFFICIENZA ENERGETICA NELLA GENERAZIONE DI CALORE

Dopo la realizzazione degli interventi sull'involucro come primo intervento migliorativo delle prestazioni energetiche di Ca' Soldato, si è deciso di migliorare il sistema di generazione per quanto riguarda il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.

3.4.3.1 – CALDAIA A CONDENSAZIONE

Nei casi fino ad ora presentati il sistema di generazione era costituito da una caldaia murale standard a gas naturale. Per poter migliorare il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento e l'ACS si è deciso di installare una caldaia a condensazione.

Rispetto alle caldaie tradizionali, quelle a condensazione (alimentate a gas metano) presentano particolari accorgimenti tecnici in grado di assicurare un notevole aumento di efficienza, anche superiore al 100%, se riferito al potere calorifico inferiore del combustibile.

La ragione delle alte prestazioni risiede nella capacità di sfruttare buona parte del calore latente contenuto nei gas di scarico, che nelle normali caldaie (anche quelle ad alto rendimento) vengono semplicemente espulsi dal camino, a temperature molto alte. Nelle caldaie a condensazione, invece, i fumi di scarico vengono fatti transitare attraverso un particolare scambiatore-condensatore, in cui il vapore acqueo contenuto nei fumi di combustione viene raffreddato e si condensa, cedendo all'impianto una quota supplementare di calore.

Il raffreddamento dei fumi di scarico fino a 40-50 °C, tramite lo scambiatore-condensatore, avviene grazie alle temperature relativamente basse (circa 30 °C) dell'acqua di ritorno del sistema di riscaldamento.

I rendimenti superiori al 100% sono dovuti al fatto che i calcoli sul rendimento delle caldaie vengono elaborati sulla base del potere calorifico inferiore (calore sensibile) del combustibile, cioè sulla quantità di energia estraibile, in questo caso dal gas metano, senza tenere conto del calore latente ricavabile dalla condensazione del vapor d'acqua (mentre invece il potere calorifico superiore ne tiene conto).

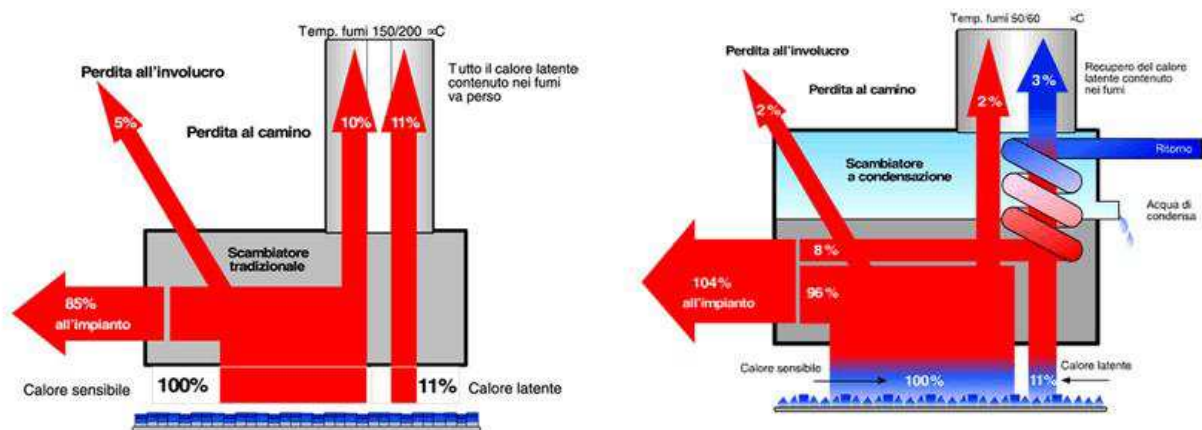


Fig. 3.4.3.1.1 – funzionamento di una caldaia tradizionale e di una a condensazione

La scelta della caldaia a condensazione è stata fatta considerando le perdite termiche e per ventilazione relative al caso degli interventi sull'involucro precedentemente calcolate, ovvero una caldaia tipo VAILLANT ECOBLOCK EXCLUSIV con una potenza di 14 kW.

In CENED le informazioni richieste per una caldaia a condensazione sono analoghe o quasi a quelle per un generatore tradizionale. L'unico dato in più che viene richiesto è riferito alle temperature di riferimento a cui viene calcolato il rendimento termico utile in condizioni di funzionamento a condensazione al fine di determinare la temperatura media dell'acqua nel generatore in condizioni di test.

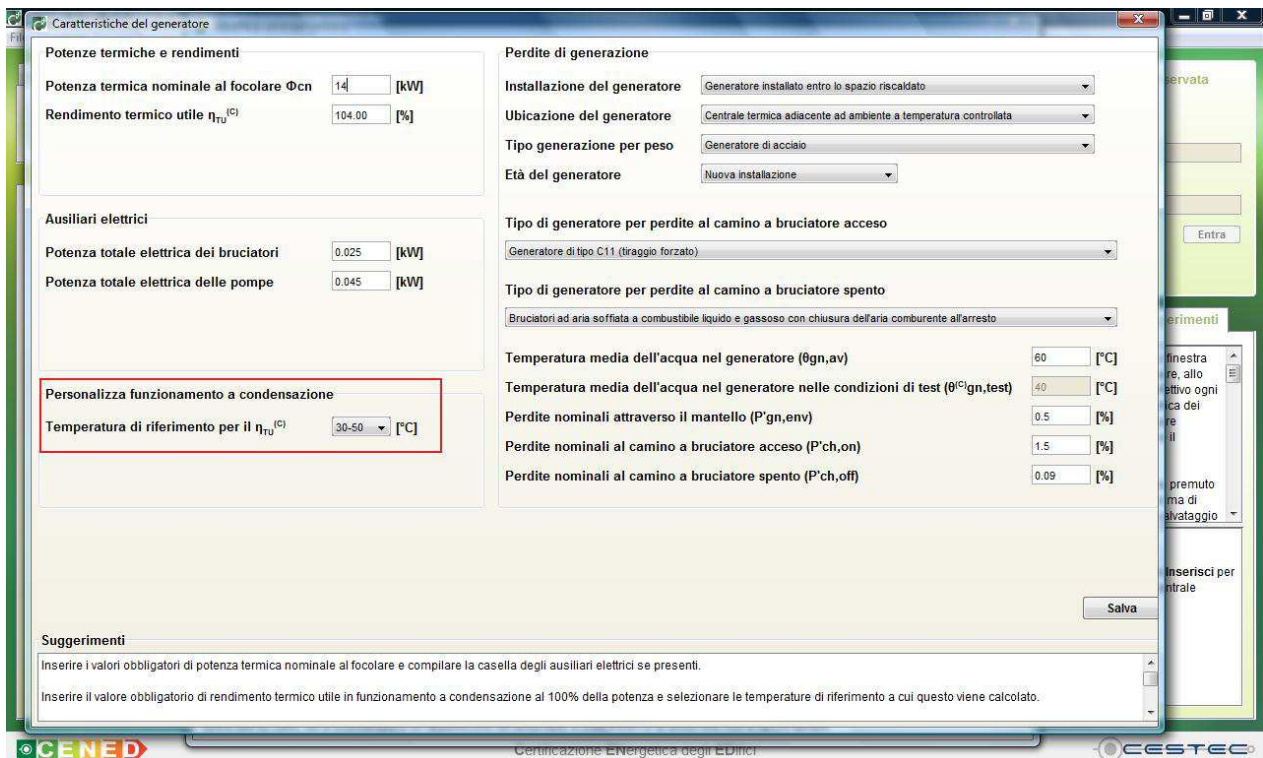


Fig. 3.4.3.1.2 – inserimento delle caratteristiche della caldaia a condensazione nel software CENED+

Inserendo la caldaia a condensazione si è deciso anche di modificare il sistema di controllo nella scheda relativa al sottosistema di emissione per il riscaldamento. In precedenza la modalità di regolazione era di tipo On/Off, mentre ora si è scelta una regolazione di tipo proporzionale la quale viene adottata quando si vuole eliminare l'isteresi della temperatura sull'elemento riscaldante caratteristica della regolazione ON-OFF e consiste in un sistema in cui l'attuatore assume posizioni proporzionali allo scostamento della grandezza dal valore voluto. L'utente definisce due temperature (banda proporzionale) che comprendono il set-point dove la regolazione della temperatura viene effettuata con continuità secondo un tempo denominato ciclo proporzionale (duty cycle) all'interno del quale variano i tempi di ON e di OFF dell'uscita. Questo tipo di regolazione permette una buona stabilità della temperatura, ma è caratterizzata da una differenza della stessa rispetto al valore di setpoint (offset, banda proporzionale).

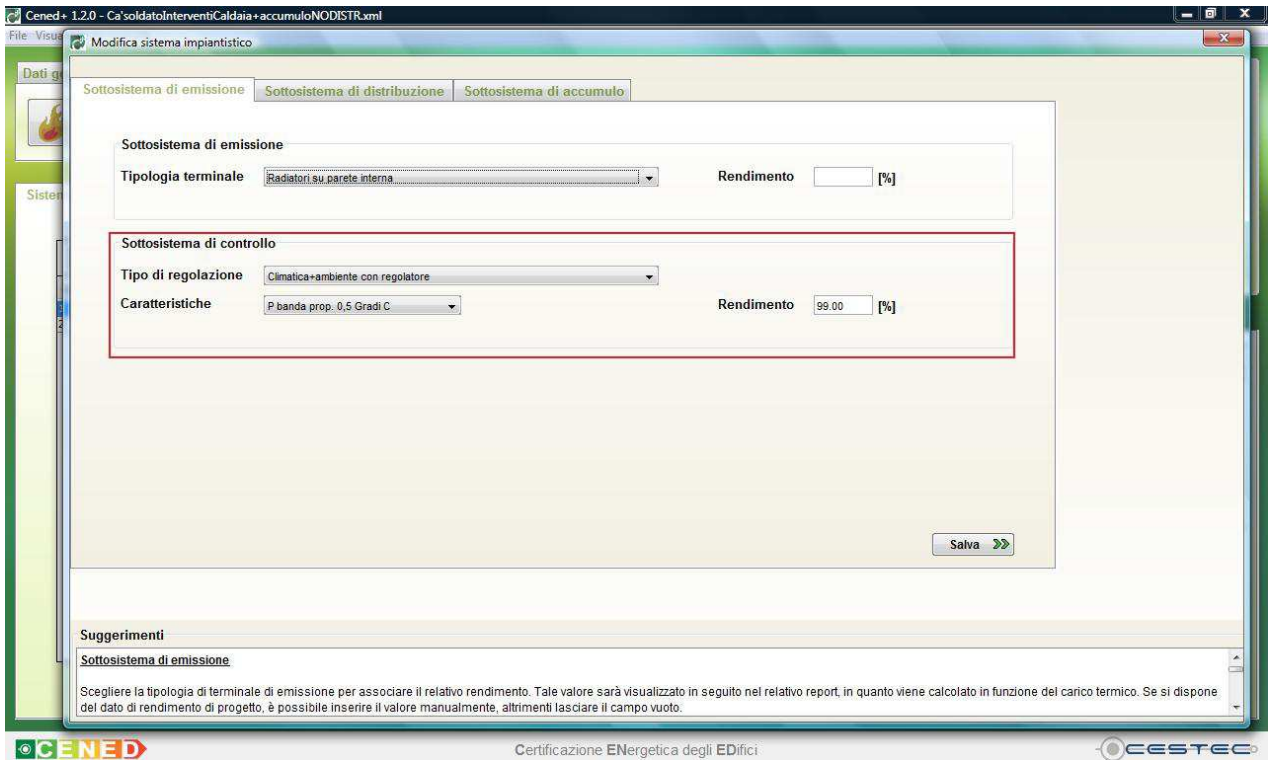


Fig. 3.4.3.1.3 – inserimento delle caratteristiche del sottosistema di controllo del sistema di emissione dell'impianto di riscaldamento

Una volta fatte le modifiche necessarie si possono ricalcolare gli indicatori.

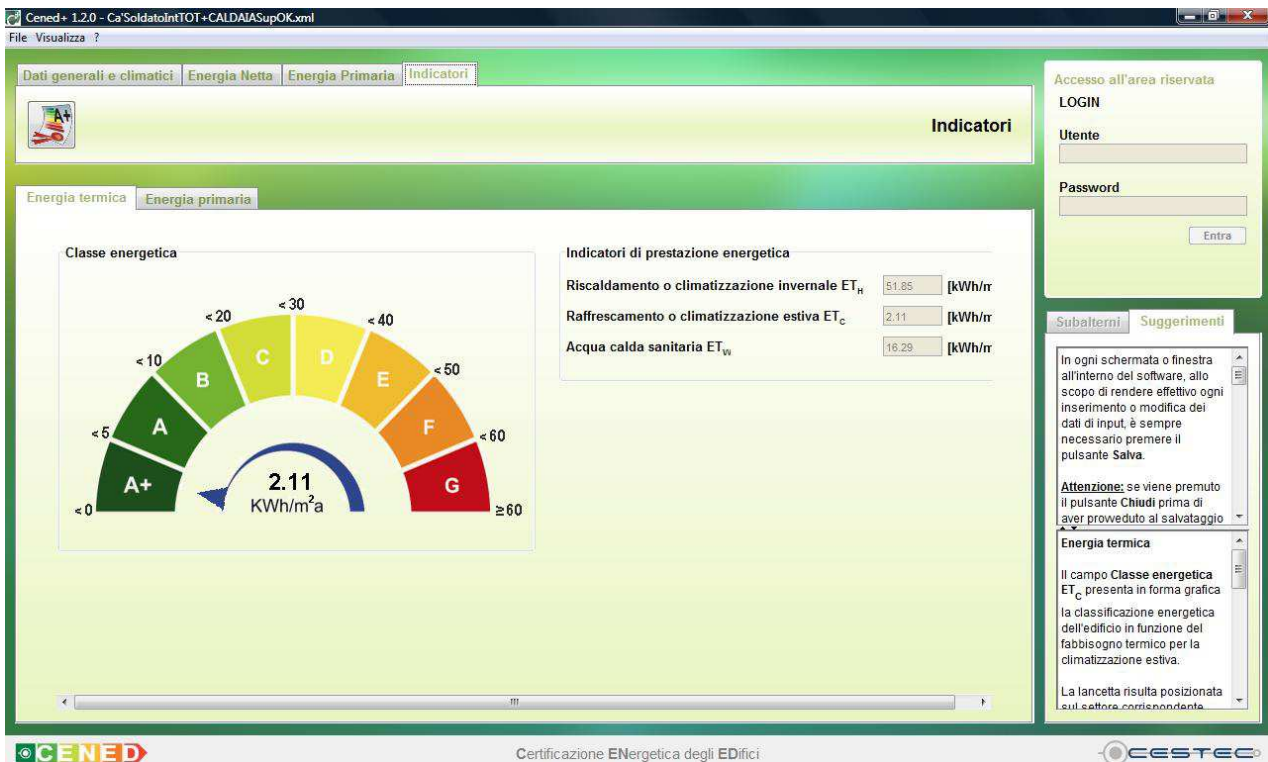


Fig. 3.4.3.1.4 – indicatori del fabbisogno di energia termica di Ca' Soldato

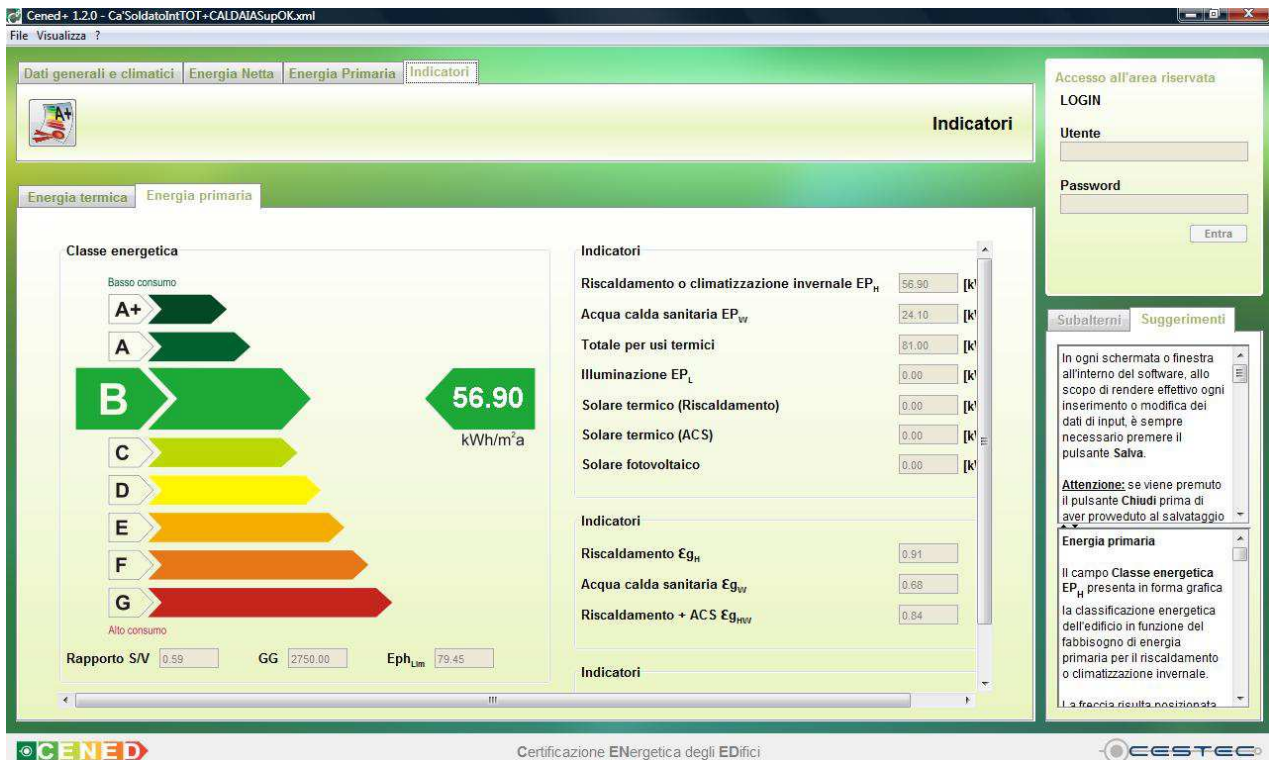


Fig. 3.4.3.1.5 – indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

Confrontando quest'ultimo caso rispetto allo stato di fatto e al caso relativo agli interventi sull'involucro, si nota che il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento invernale è diminuito, mentre rimane costante rispetto al caso con i soli interventi il valore relativo al fabbisogno di energia termica per il riscaldamento, in quanto gli elementi disperdenti rimangono invariati.

	ENERGY NEED FOR HEATING [kWh/m ² a]	PRIMARY ENERGY FOR HEATING [kWh/m ² a]
STATO DI FATTO	244,49	315,66
INTERVENTO SULL'INVOLUCRO	51,85	60,74
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO+CALDAIA A CONDENSAZIONE	51,85	56,90

Tab. 3.4.3.1.1 – confronto dei valori di energy need for heating e di primary energy for heating tra i casi analizzati fino ad ora

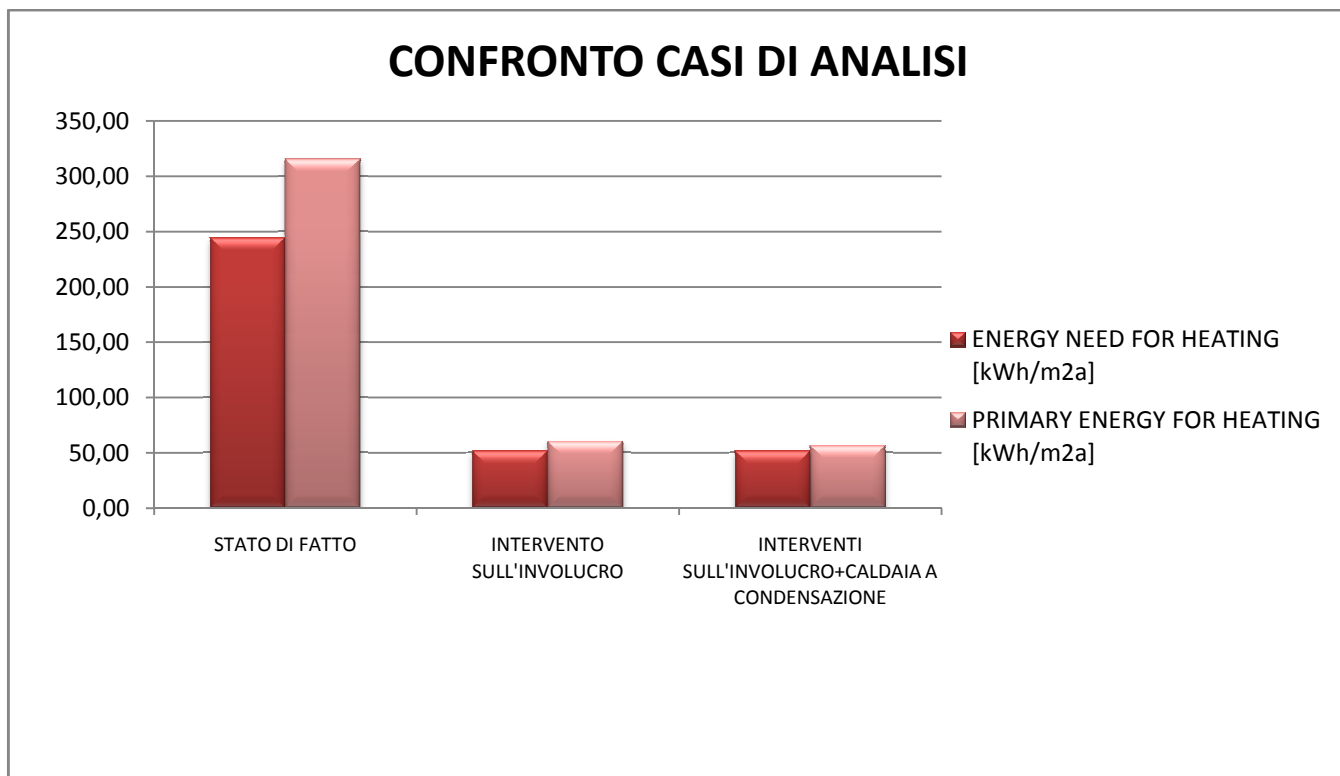


Grafico 3.4.3.1.1 – confronto dei valori di energy need for heating e di primary energy for heating tra i casi analizzati fino ad ora

In termini di primary energy for heating non si ha un grande guadagno rispetto al caso con i soli interventi sull'involucro, perché, nonostante in quest'ultimo avessimo una caldaia murale standard, essa è di recente installazione e quindi ha delle prestazioni energetiche buone. Inoltre il sistema di emissione per il riscaldamento è stato mantenuto uguale a quello installato allo stati di fatto, ovvero con dei radiatori murali, e questo fa sì che la temperatura di mandata della caldaia rimanga elevata.

3.4.4 – SISTEMI DI PRODUZIONE ENERGETICA DA FONTI RINNOVABILI

Una volta attuati gli interventi sull'involucro e sul sistema di generazione, il passo successivo è quello di inserire il contributo delle energie rinnovabili, in particolare del solare per la produzione di acqua calda sanitaria e per la copertura del fabbisogno di energia elettrica.

3.4.4.1 – SOLARE TERMICO

Il DGR 8745, al punto 6.5, dice che:

[...]“nel caso di edifici pubblici e privati di nuova costruzione, in occasione di nuova installazione o di ristrutturazione di impianti termici è obbligatorio progettare e realizzare l'impianto di produzione di energia termica in modo tale da coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo di energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria attraverso il contributo di impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile.”[...]

È quindi necessario, nell'ottica della riqualificazione energetica di Ca' Soldato, prevedere la produzione di ACS attraverso energie rinnovabili e, in particolare, attraverso il solare termico per poter garantire la copertura del 50% del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria.

A livello legislativo si sta ancora però discutendo sulla regola standard per la verifica di questa copertura, sia a livelli di UNI 11300/4 che a livello di decreti legislativi. Pertanto inserendo un impianto termico per la produzione di ACS dimensionato a prescindere da CENED, non è possibile verificare con certezza che il fabbisogno richiesto da norma regionale sia rispettato.

Si è quindi deciso di dimensionare l'impianto, ovvero la superficie di pannelli e l'accumulo, indipendentemente da CENED e importare successivamente i dati nella simulazione, cercando un approccio ragionevole per verificare la percentuale di copertura del fabbisogno EP_w in termini di energia primaria.

Per il dimensionamento dell'impianto si è scelto di consultare diverse schede tecniche e manuali di progettazione di produttori di collettori solari termici e, più in generale, sistemi solari per la produzione di ACS, per avere dei valori indicativi delle dimensioni dell'impianto per una struttura come Ca' Soldato, con un numero di occupanti tra le 8 e le 10 persone, ovvero quelli relativi a due unità abitative. Inoltre è stato utilizzato il software Namirial Termo Energia, con il quale si è potuta fare una verifica del dimensionamento dell'impianto, inserendo i dati relativi all'edificio, il suo orientamento, il fabbisogno di acqua calda sanitaria e la scelta dei collettori e del sistema di accumulo.

Per rispettare i vincoli paesaggistici imposti sull'edificio si sono scelti dei pannelli piani vetrati ad incasso, con una superficie di $8,84 \text{ m}^2$ e un accumulo a doppio serpentino di 550 litri.

In CENED è necessario inserire diverse informazioni relative all'impianto solare termico. Innanzitutto si deve indicare il servizio a cui l'impianto solare termico in oggetto è associato, scegliendo tra produzione di ACS oppure produzione di ACS e integrazione al riscaldamento. In questo caso, volendo coprire il 50% di fabbisogno di acqua calda, questa scelta ricade sulla prima opzione. Vengono poi richieste le caratteristiche del collettore e del circuito, scegliendo prima di tutto la tipologia di impianto e di collettore. In questo caso la scelta dell'impianto non risulta editabile, mentre per la scelta dei collettori si è deciso di installare dei collettori solari piano vetrati che sono costituiti da una serpentina inserita in una cassa piatta rivestita all'interno di materiale termoisolante e chiusa verso l'esterno da una o più lastre di vetro al fine di assicurare l'effetto serra.

Successivamente è necessario inserire l'esposizione e l'inclinazione e poi i dati tecnici del collettore, reperibili sulle schede tecniche fornite dai produttori, che sono:

- Efficienza del collettore a perdite nulle, η_0 ;
- Coefficiente di perdita globale del collettore solare del primo ordine, a_1 ;
- Coefficiente di perdita globale del collettore solare del secondo ordine, a_2 ;
- Coefficiente di modifica dell'angolo di incidenza, IAM.

Questi dato servono per calcolare il rendimento del collettore secondo la formula:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot x - a_2 \cdot x^2 \cdot Gk$$

dove:

η = rendimento in funzione della temperatura ambiente e irradiazione solare

$$x = (T_m - T_a)/Gk$$

η_0 = rendimento, quando la temperatura media del collettore e la temperatura ambiente sono identiche

Gk = valore dell'irradiazione

a_1, a_2 = fattori di diminuzione del rendimento

T_m = temperatura media del collettore

T_a = temperatura ambiente

L'ultimo dato relativo alle caratteristiche dell'impianto riguarda l'apertura del campo solare, ovvero il valore dell'area di pannelli solari con le caratteristiche appena descritte.

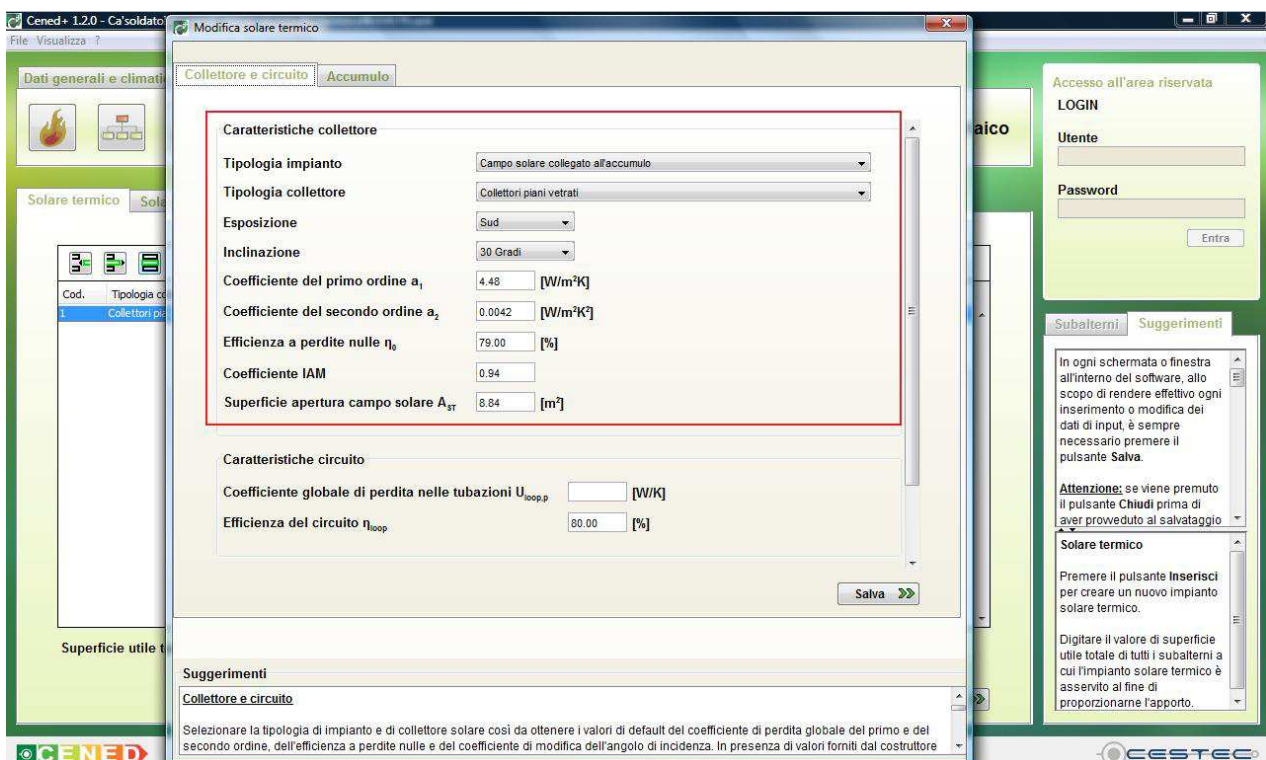


Fig.3.4.4.1.1 – inserimento delle caratteristiche dell'impianto solare termico nel software CENED+

Successivamente CENED richiede i dati relativi alle caratteristiche del circuito. Questa sezione presenta la casella Coefficiente globale di perdita nelle tubazioni $U_{loop,p}$, in cui si richiede di inserire il valore di coefficiente di perdita di energia del circuito del collettore, funzione delle caratteristiche del collettore

stesso e dell'isolamento delle tubazioni. Visto che questo valore non è noto, questo campo viene lasciato in bianco e CENED calcolerà queste perdite sulla base dei dati inseriti in precedenza.

È necessario, poi, inserire nella casella Efficienza del circuito il valore di progetto di efficienza del circuito comprensivo di collettori, circolatore (se presente), tubazioni e scambiatore di calore. Non avendo questo dato si è lasciato il valore di default pari all'80%.

L'ultimo dato da inserire è la potenza nominale dei circolatori, indicando l'assorbimento elettrico degli ausiliari elettrici. In questo caso si è inserito il valore 0.05 kW, che indica la potenza della pompa di circolazione del circuito.

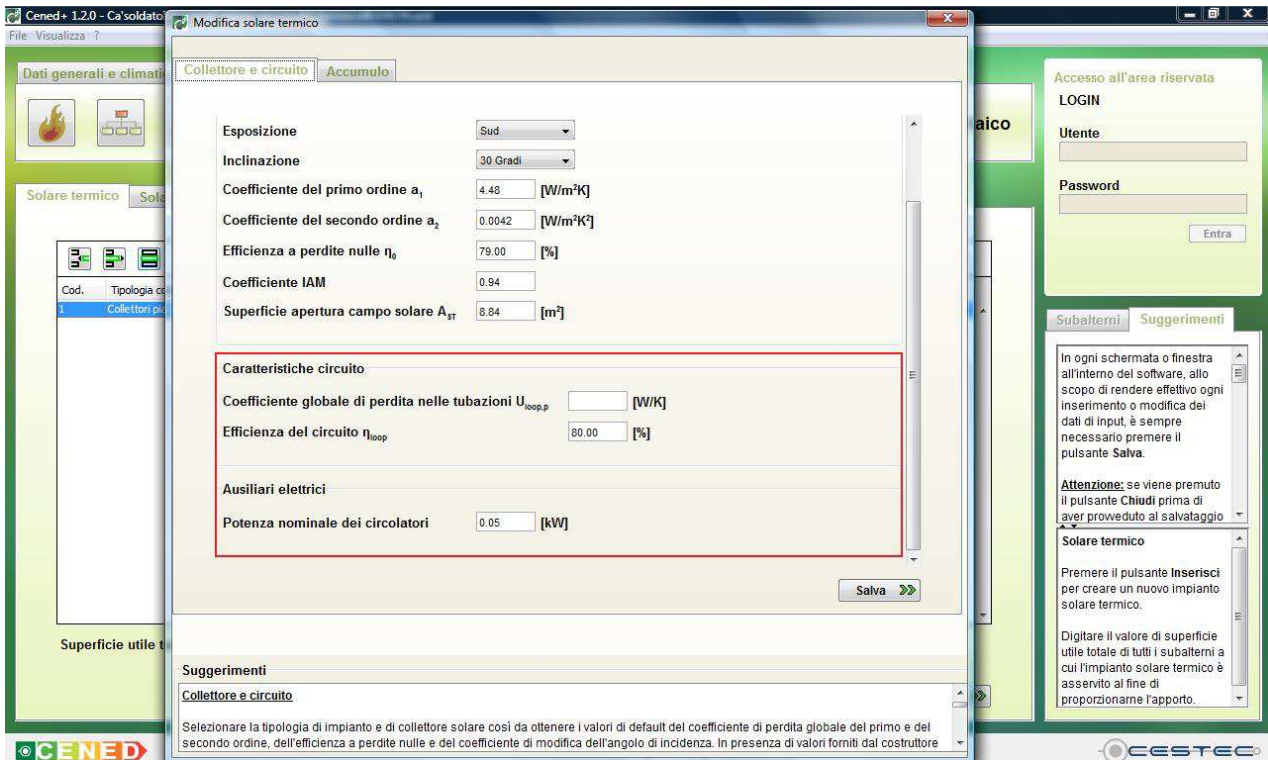


Fig.3.4.4.1.2 – inserimento delle caratteristiche dell'impianto solare termico nel software CENED+

Il sottomodulo successivo riguarda il sistema di accumulo e le sue caratteristiche. ai fini di determinare le perdite associate all'accumulo solare, e necessario selezionare dal menu a tendina Tipologia impianto una tra le opzioni proposte:

- A preriscaldamento solare;
- Con riscaldatore ausiliario.

In questo caso si è ipotizzato che la caldaia funzioni da riscaldatore ausiliario, qualora ce ne fosse bisogno, dell'acqua contenuta nell'accumulo.

Una volta selezionata questa opzione è necessario inserire altri dati relativi al sistema di distribuzione, andando a definire il grado di isolamento della tubature, l'ubicazione del sistema di distribuzione, che in questo caso si trova in un ambiente a temperatura controllata, il tipo di accumulo e la sua ubicazione, ancora una volta in ambiente a temperatura controllata.

Come ultimi dati CENED richiede il volume dell'accumulo e il coefficiente di perdita globale, ricavabile o da scheda tecnica o dalla procedura di calcolo del software come:

$$U_{ST,W} = 0,16 \cdot V_{ST,W}^{0,5}$$

dove:

$U_{ST,W}$ = coefficiente globale di perdita di energia dell'accumulo [W/K]

$V_{ST,W}$ = capacita dell'accumulo solare, in riferimento al servizio di produzione di acqua calda sanitaria, [l].

In questo caso è stato preso un coefficiente pari a 2,53 W/K trovato sulla scheda tecnica del prodotto.

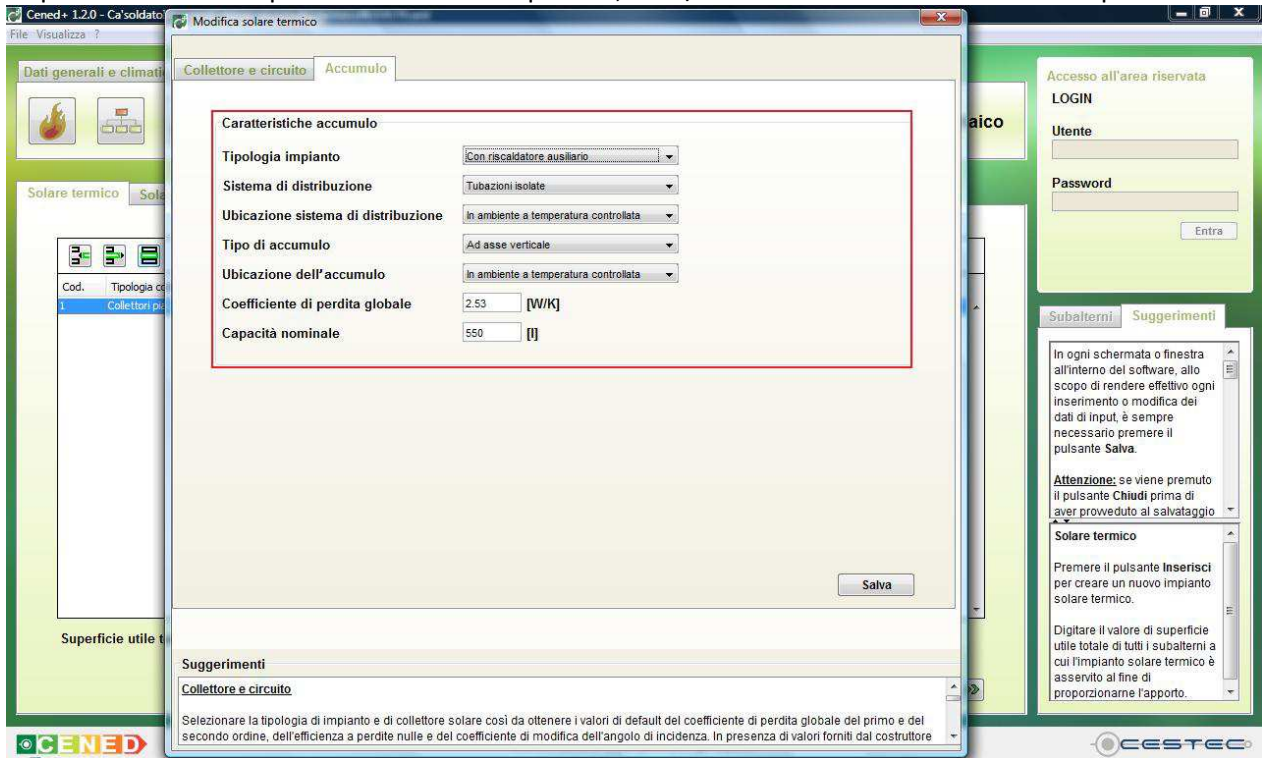


Fig.3.4.4.1.3 – inserimento delle caratteristiche dell'accumulo dell'impianto solare termico nel software CENED+

Inserito anche quest'ultimo dato si può passare al calcolo degli indicatori.

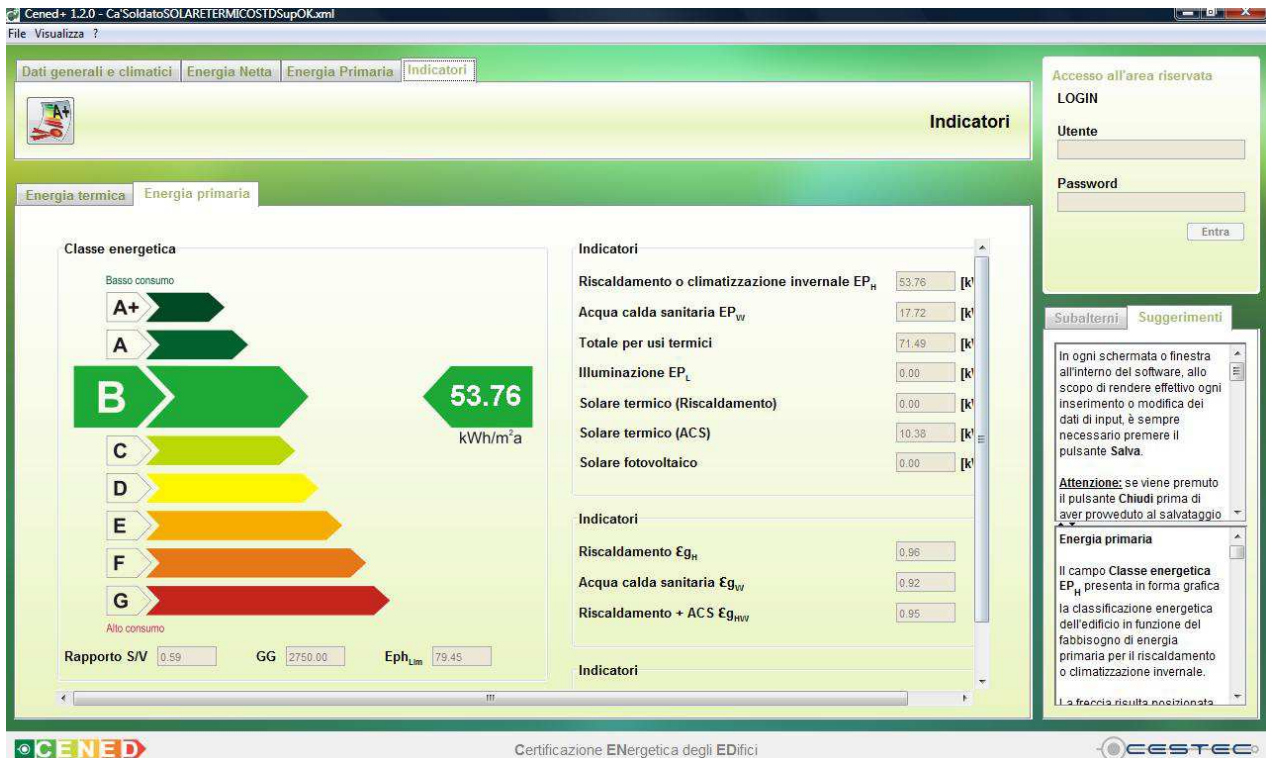


Fig.3.4.4.1.4 – indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

Viene riportata solo la schermata relativa all'energia primaria, in quanto gli indicatori di energia termica non hanno subito variazioni rispetto ai casi precedenti.

L'indicatore su cui si deve focalizzare l'attenzione è quello relativo all'energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria. Confrontando il risultato attuale con i precedenti interventi migliorativi, si nota come EP_w sia diminuito:

	PRIMARY ENERGY FOR HOT WATER [kWh/m ² a]
STATO DI FATTO	29,38
INTERVENTO SULL'INVOLUCRO	24,87
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO+CALDAIA A CONDENSAZIONE	24,1
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO+CALDAIA A CONDENSAZIONE+SOLARE TERMICO	17,72

Tab.3.4.4.1 – confronto del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria

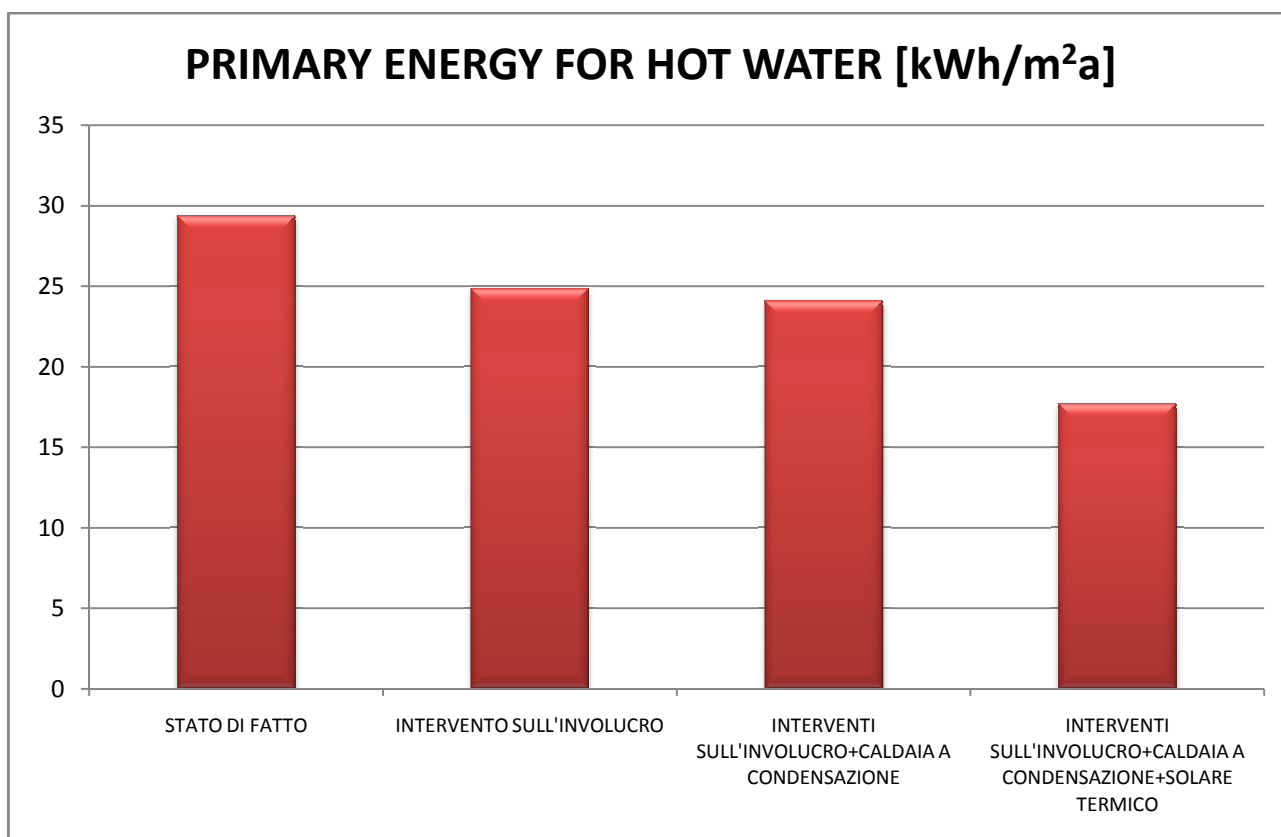


Grafico.3.4.4.1 – confronto del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria

Per valutare il risparmio percentuale di energia primaria con l'impianto solare termico si può fare un calcolo che permetta di avere la differenza tra il caso senza solare, ma con gli interventi sull'involucro e la caldaia a condensazione, e il caso analizzato ora. Questo si può fare scrivendo la seguente formula:

$$\frac{EP_w \text{ senza solare} - EP_w \text{ con solare}}{EP_w \text{ senza solare}}$$

E sostituendo i dati trovati con le diverse simulazioni si ottiene un valore di 0,26, ovvero il risparmio percentuale di fabbisogno di energia primaria per la produzione di ACS è del 26%.

3.4.4.2 – SOLARE FOTOVOLTAICO

Un altro obiettivo è quello di installare pannelli solari fotovoltaici per una superficie tale da riuscire a coprire 1 kWp, così come indicato nella Legge Finanziaria 2008 e da alcuni regolamenti edilizi comunali in Lombardia, come ad esempio quello del Comune di Carugate.

In ambito fotovoltaico, sulla base della normativa IEC 904-3 (1989), il valore kw di picco viene usato per indicare la potenza erogata da un modulo o da una cella fotovoltaica se sottoposti alle condizioni standard di:

- irraggiamento di 1000 W/m²
- temperatura di cella di 25 °C
- posizione del sole a 1,5 AM.

"AM" è l'abbreviazione di *Optical Air Mass*, che è un parametro che indica la posizione apparente del sole. Tale grandezza è legata all'angolo θ che il sole forma con lo zenith dalla seguente relazione approssimata (valida per angoli minori di 70°):

$$AM = 1/\cos \theta$$

Per cui la condizione "1,5 AM" corrisponde al caso in il sole sia posizionato in modo tale da formare con lo zenith un angolo di circa 48° .

Per il dimensionamento della superficie di pannelli fotovoltaici ci si è riferiti, come nel caso di pannelli solari termici, ad una ricerca merceologica riferita alle condizioni in cui si trova Ca' Soldato. Si è deciso di installare i moduli sul tetto a Sud in quanto la superficie del tetto è di circa 25 m^2 e il solare termico ne occupa solo una piccola parte. La superficie di pannelli è risultata di 8 m^2 per la copertura di 1 kWp . La legge finanziaria del 2008 impone l'installazione di un kilowatt di picco per ciascuna unità abitativa riferendosi ad edifici di nuova costruzione. Nel caso di Ca' Soldato si tratta di una ristrutturazione e quindi si è deciso di installare la potenza citata prima per entrambe le unità abitative.

Una volta nota la superficie necessaria è possibile inserire il contributo fotovoltaico in CENED, il quale richiede semplicemente il tipo di modulo, se è presente o meno ventilazione al fine di determinare il fattore di efficienza dell'impianto, l'esposizione, l'inclinazione, la superficie captante e la potenza di picco.

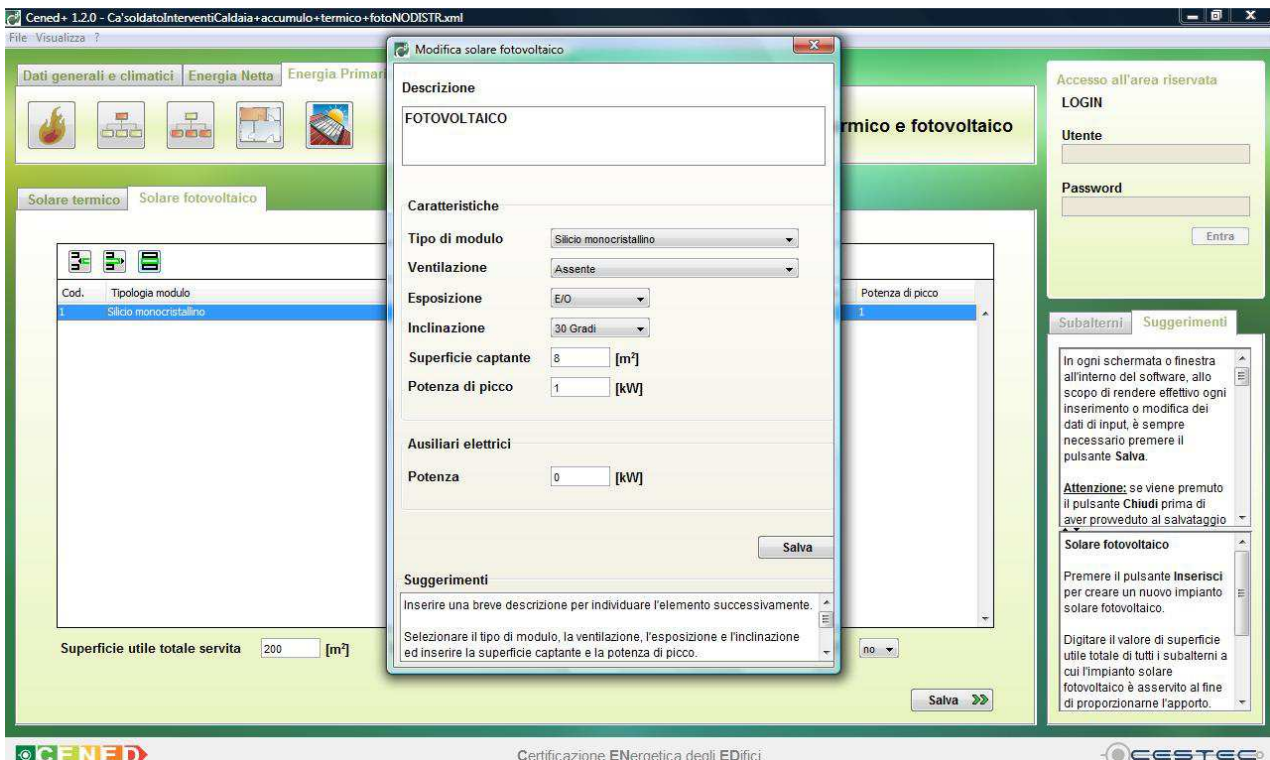


Fig.3.4.4.2.1 – inserimento della caratteristiche dell'impianto solare fotovoltaico

Inserito il contributo fotovoltaico è possibile passare al calcolo degli indicatori.



Fig.3.4.4.2.2 – indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

Come si può vedere dalla figura c'è una diminuzione sia in termini di energia primaria per il riscaldamento che per produzione di ACS. Questo perché l'impianto fotovoltaico copre il fabbisogno degli ausiliari elettrici relativi ai due impianti, come ad esempio le pompe.

Confrontando i valori di EP_w, come fatto nel caso precedente si ottiene:

	PRIMARY ENERGY FOR HOT WATER [kWh/m ² a]
STATO DI FATTO	29,38
INTERVENTO SULL'INVOLUCRO	24,87
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO+CALDAIA A CONDENSAZIONE	24,1
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO+CALDAIA A CONDENSAZIONE+SOLARE TERMICO	17,72
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO+CALDAIA A CONDENSAZIONE+SOLARE TERMICO+FOTOVOLTAICO	16,52

Tab.3.4.4.2.1 – confronto del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria

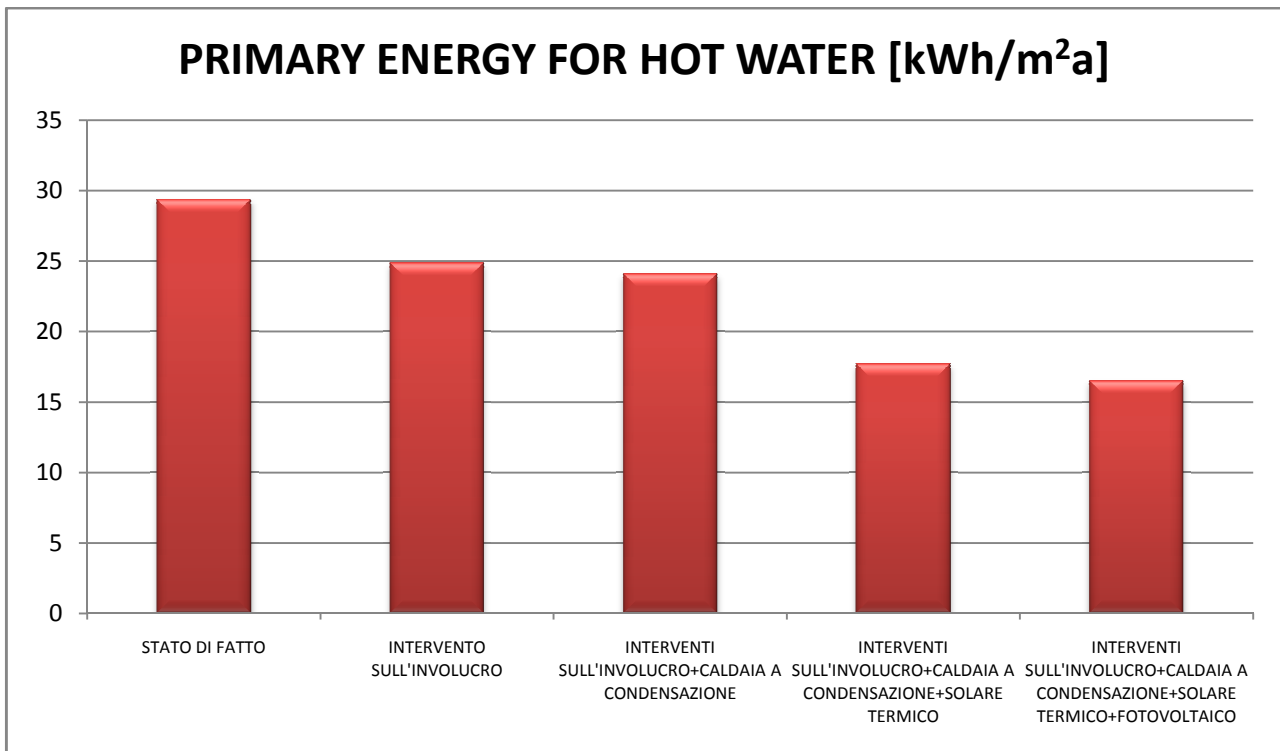


Grafico 3.4.4.2.1 – confronto del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria

3.4.4.3 – SOLARE TERMICO E FOTOVOLTAICO CON SISTEMI ARCHITETTONICAMENTE INTEGRATI: COPPI TERMICI E FOTOVOLTAICI

Per poter rispettare i vincoli paesaggistici imposti a Ca' Soldato, una soluzione ottimale sarebbe quella di installare i coppi termici e fotovoltaici invece dei classici pannelli. Questa tecnologia permette di sostituire le tegole del tetto con tegole al cui interno sono installati dei moduli termici o fotovoltaici. Rispetto alle soluzioni tradizionali permettono di coprire una superficie maggiore grazie alla loro integrazione col tetto, a fronte però di una minore efficienza.



Fig.3.4.4.3.1 – coppi termici



Fig.3.4.4.3.2 – coppi fotovoltaici

Ai fini del calcolo in CENED si è deciso di installare i coppi per la produzione di acqua calda sanitaria nella falda a Sud, coprendo tutta la superficie, per un totale di 10,62 m² e di utilizzare invece la falda Ovest per l'installazione delle tegole fotovoltaiche con una superficie totale di 18 m² necessari per ottenere 1kWh di picco con questa tecnologia. Questo valore è stato ricavato dalle schede tecniche del produttore Remenergies.

A differenza del caso precedente in cui si sono installati dei collettori piani, i coppi termici sono costituiti da tubi sottovuoto con un'efficienza η_0 del 40%, rispetto al 79% dei pannelli installati in precedenza.

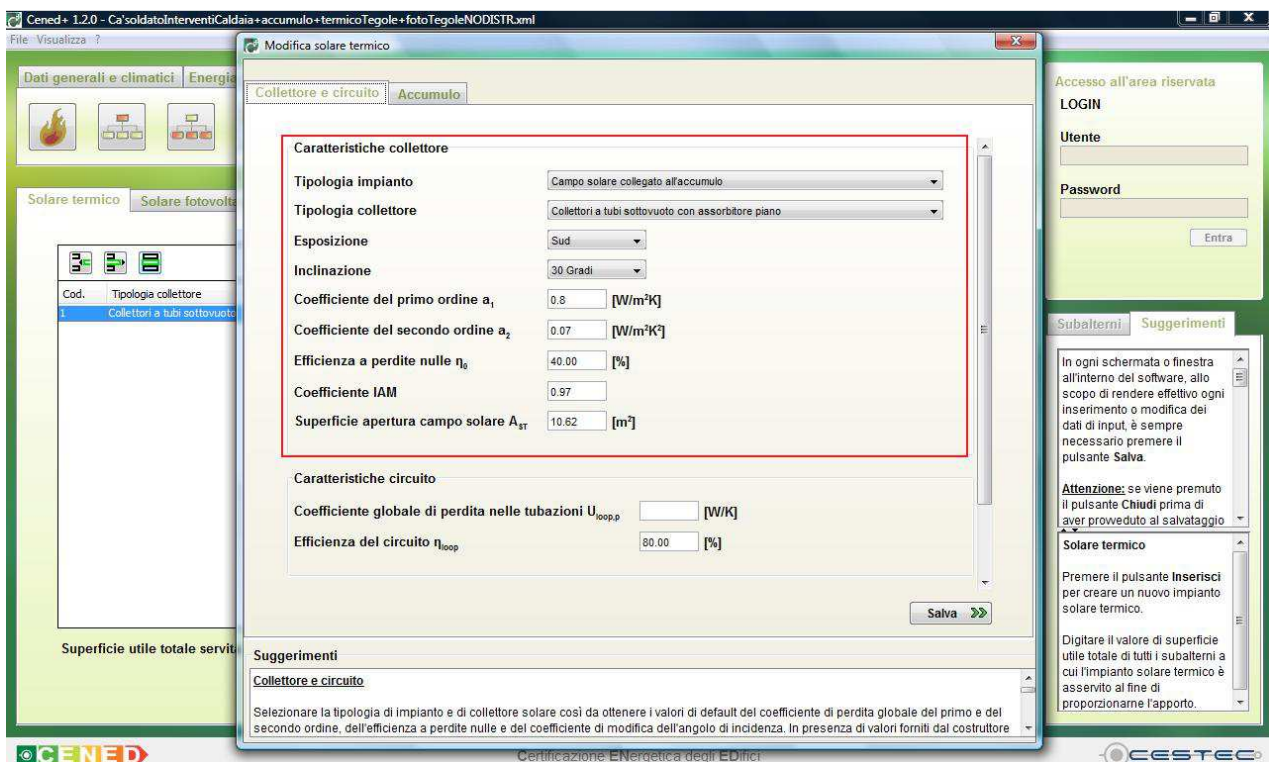


Fig.3.4.4.3.3 – inserimento delle caratteristiche dei coppi termici nel software CENED+

I dati relativi all'accumulo e agli ausiliari elettrici sono rimasti invariati.

Dopo aver inserito la sostituzione per il solare termico, si ripete la procedura anche per i pannelli fotovoltaici. In questo caso il modulo è di silicio multi cristallino a differenza del caso precedente in cui i pannelli scelti erano di silicio monocristallino.

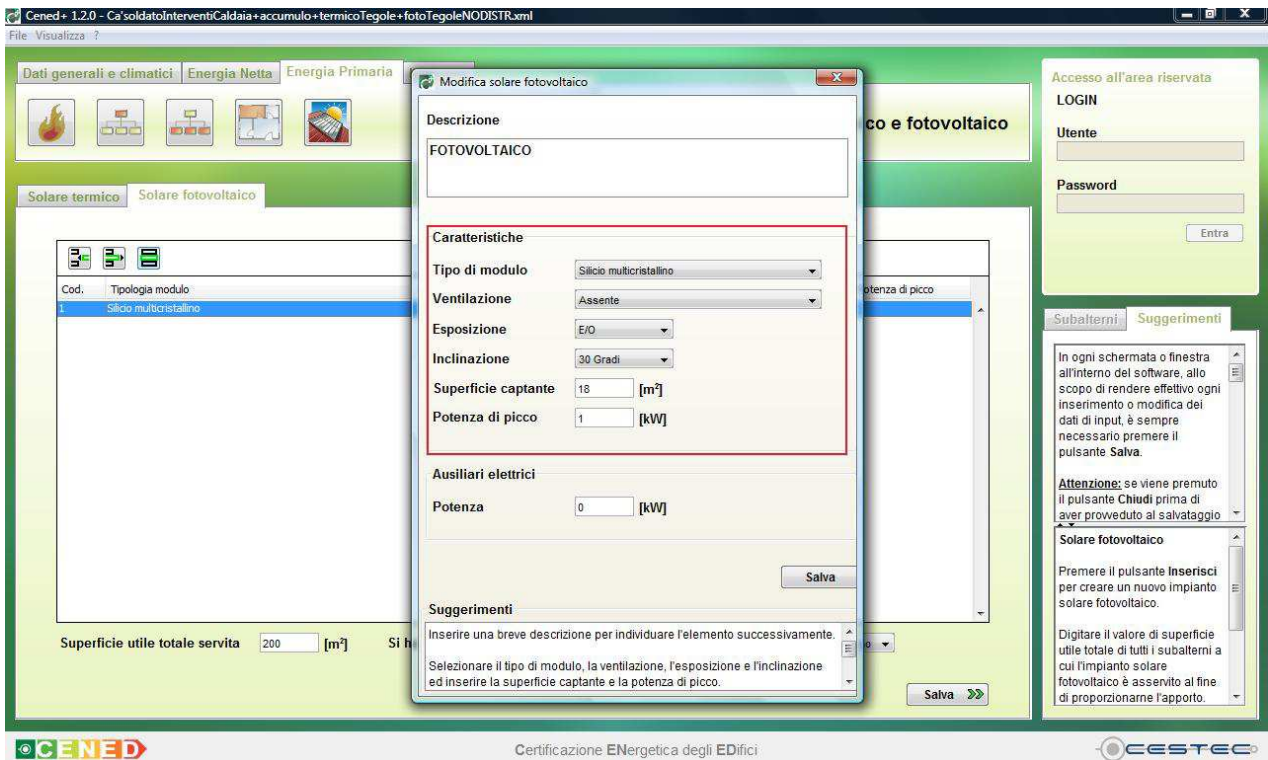


Fig.3.4.4.3.4 – inserimento delle caratteristiche dei coppi fotovoltaici nel software CENED+



Fig.3.4.4.3.5 – indicatori del fabbisogno di energia primaria nel software CENED+

Si può ora fare un confronto tra la soluzione tradizionale e quella che permette di mantenere i vincoli paesaggistici, così da verificare che la seconda non penalizzi troppo le prestazioni energetiche dell'edificio.

	PRIMARY ENERGY FOR HEATING[kWh/m ²]	PRIMARY ENERGY FOR HOT WATER[kWh/m ²]
SOLARE TERMICO+FOTOVOLTAICO STANDARD	52,24	16,52
SOLARE TERMICO+FOTOVOLTAICO TEGOLE	54,33	18,44

Tab.3.4.4.3.1 – confronto del fabbisogno di energia primaria tra la soluzione standard e i coppi fotovoltaici

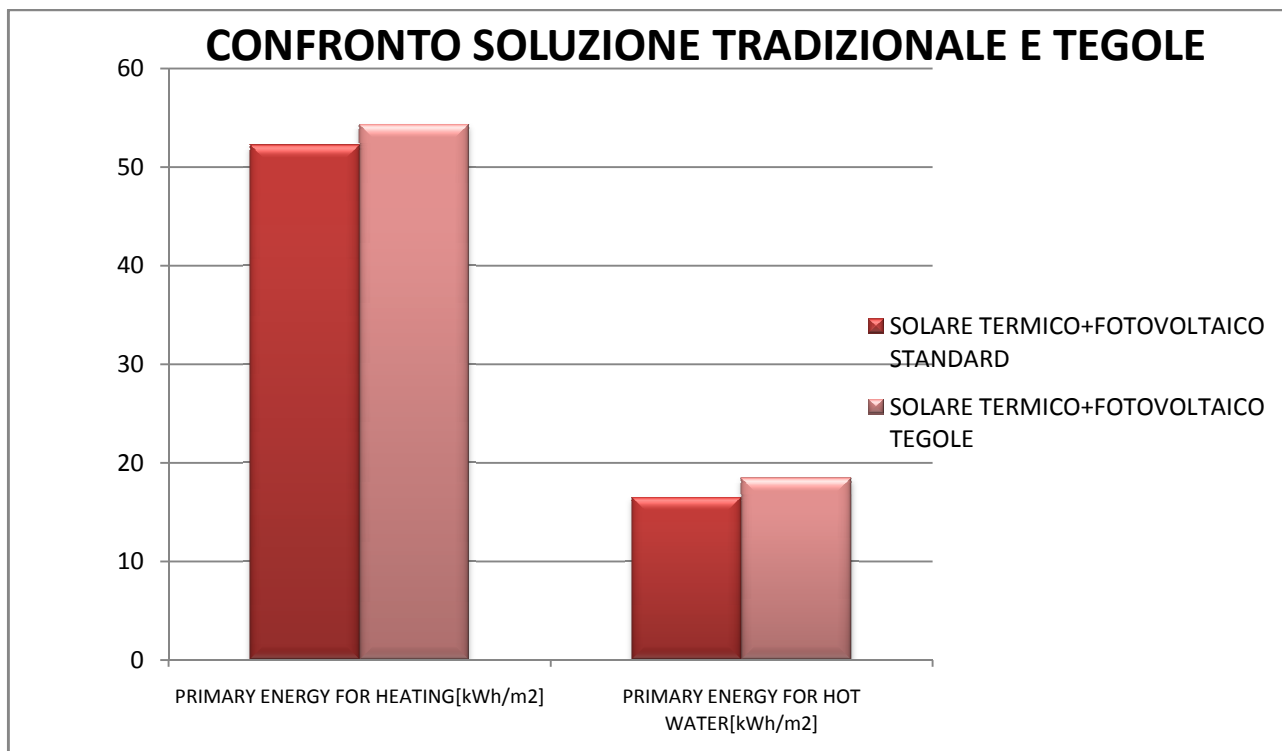


Grafico 3.4.4.3.1 – confronto del fabbisogno di energia primaria tra la soluzione standard e i coppi fotovoltaici

	SOLARE TERMICO (ACS)[kWh/m ²]	SOLARE FOTOVOLTAICO[kWh/m ²]
SOLARE TERMICO+FOTOVOLTAICO STANDARD	11,24	4,3
SOLARE TERMICO+FOTOVOLTAICO TEGOLE	7,27	4,3

Tab.3.4.4.3.2 – confronto della produzione dell'impianto tra la soluzione standard e i coppi fotovoltaici

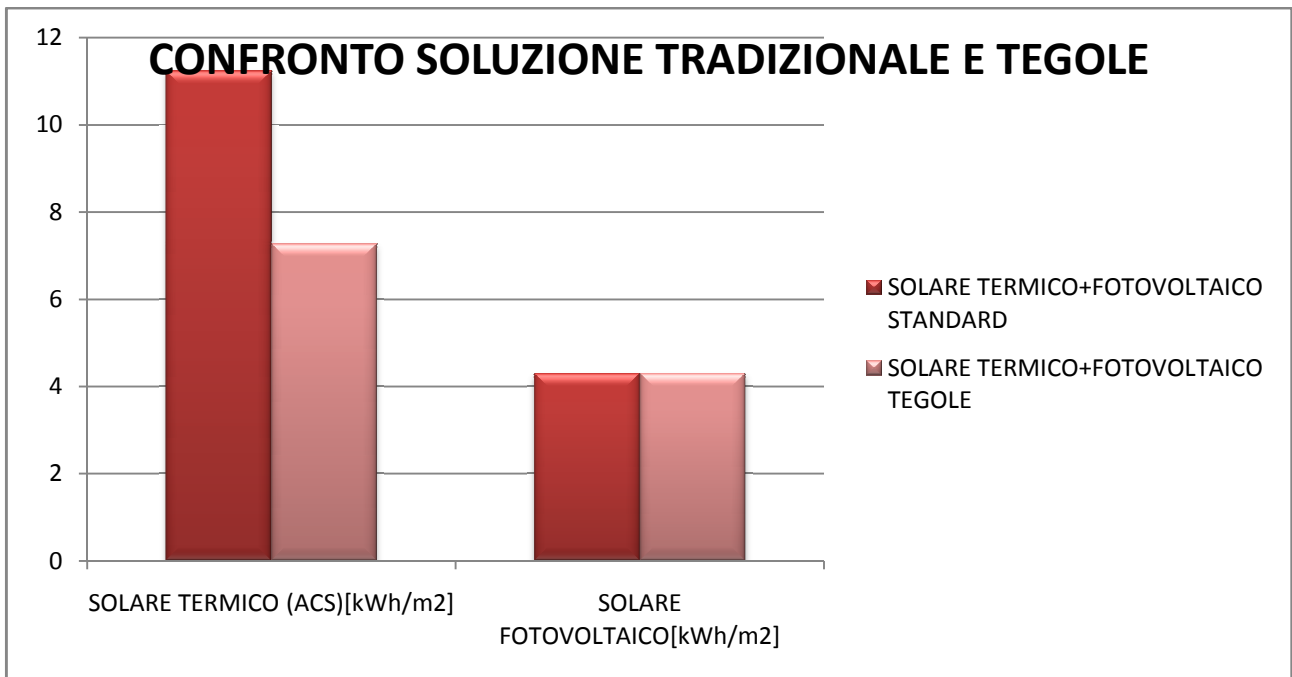


Grafico 3.4.4.3.2 – confronto della produzione dell'impianto tra la soluzione standard e i coppi fotovoltaici

Come si può vedere dai grafici, la seconda soluzione non presenta notevoli differenze rispetto alla soluzione tradizionale. Per questo motivo, dovendo sottostare a dei vincoli di tipo visivo, l'installazione dei coppi termici e fotovoltaici risulta più appropriata per Ca' Soldato.

3.5 – LA CASA PASSIVA E LO STANDARD PASSIVHAUS

[...]“Il termine “edificio passivo” è generalmente riferito ad edifici in cui le condizioni di comfort (invernale e/o estivo) vengono raggiunte grazie a caratteristiche dell’involucro edilizio (forma e orientamento, isolamento termico e massa, protezioni solari etc.) e a sistemi di trasporto del calore da o verso l’ambiente circostante (aria, terreno, cielo, etc.) che non richiedono utilizzo di energia fossile o di altre fonti convenzionali”[...]. (cit. da “Passivhaus per il sud dell’Europa”)

Una casa è detta passiva quando sfrutta al meglio il calore del sole che penetra attraverso le superfici vetrate e utilizza i guadagni termici che derivano dalle attività umane svolte tra le mura. Questo è possibile grazie al super-isolamento delle pareti e del tetto che impedisce al calore di disperdersi verso l'esterno. Il resto viene garantito da un impianto di ventilazione per il riscaldamento e il raffrescamento che consuma meno di un ferro da stiro.

Le prime case passive si sono sviluppate nel nord Europa in un clima più rigido rispetto al nostro; molti degli esempi esistenti si trovano infatti in Austria, Germania, Francia del nord, Svezia e Svizzera. In tutta Europa ne sono state costruite più di 6.000 e si pensa che entro il 2010 un quinto delle nuove case in Germania saranno Case Passive.

Lo standard Passivhaus definisce alcuni livelli massimi di consumo e specifiche di comfort che possono essere raggiunte dal progettista adottando le soluzioni più adatte al luogo, alla destinazione d’uso dell’edificio e alle presenze degli utilizzatori.

Una casa passiva, per essere certificata come tale, deve rispettare determinati standard, ed in particolare:

Criterio di riscaldamento	la domanda di energia utile per il riscaldamento ambientale non superiore ai 15 kWh per m ² di superficie netta abitabile per anno
Criterio di raffrescamento	la domanda di energia sensibile utile per il raffrescamento ambientale non superiore ai 15 kWh per m ² di superficie netta abitabile per anno
Criterio di energia primaria	la domanda di energia primaria per tutti i servizi energetici, inclusi riscaldamento, acqua calda sanitaria, elettricità per l’abitazione e gli ausiliari, non superiore ai 120 kWh per m ² di superficie netta abitabile per anno
Tenuta all’aria	se una buona qualità dell’aria ed un alto comfort termico sono raggiunti per mezzo di un sistema di ventilazione meccanica, l’involucro edilizio dovrebbe presentare un risultato del test di pressurizzazione (a 50 Pa), non superiore 0.6 h ⁻¹ , secondo la EN 13829. Per località con temperature di progetto invernali esterne superiori a 0°C, un risultato del test di pressurizzazione pari a 1.0 h ⁻¹ dovrebbe essere sufficiente.
Criterio di comfort invernale	in inverno, la temperatura operativa nelle stanze può essere mantenuta sopra i 20°C, entro i limiti energetici summenzionati
Criterio di comfort estivo	nelle stagioni calde ed umide, la temperatura operativa deve rimanere nell’intervallo di comfort definito dalla norma EN 15251. Inoltre, se viene utilizzato un sistema di raffrescamento attivo la temperatura operativa può essere mantenuta sotto i 26 °C.
Criterio di verifica	Tutti i valori di richiesta energetica sono calcolati secondo la versione aggiornata del Passive House Planning Package (PHPP 2007) e si riferiscono alla superficie netta abitabile

Fig. 3.5.1 – requisiti di una casa passiva

Per costruire una casa passiva, in fase di progettazione, è necessario considerare alcuni aspetti fondamentali:

- **FORMA DELL'EDIFICIO:** al crescere della superficie esposta crescono le dispersioni in inverno e i guadagni termici indesiderati in estate. Al crescere del volume crescono la massa e l'energia che essa può accumulare. Un parametro che quindi è molto importante considerare è il rapporto di forma S/V. Dal punto di vista energetico sono preferibili valori bassi di tale rapporto, ottenibili mediante l'impiego di forme regolari e compatte.
- **ORIENTAMENTO:** le differenze principali tra facciate con diversi orientamenti sono nel valore dell'irradiazione solare che colpisce ciascuna facciata e l'esposizione rispetto ai venti. Il buon orientamento dell'edificio è un prerequisito importante per sfruttare al meglio la luce del sole nei diversi periodi dell'anno, e di essenziale importanza per valutare i guadagni in termini di energia derivanti dalla radiazione solare/dagli apporti solari.
- **SCHERMATURE SOLARI:** nelle zone climatiche del Sud Europa l'irradiazione solare è elevata e costituisce una parte elevata del bilancio termico, in particolare di quello estivo. Una combinazione di isolamento termico e protezione solare permette di intervenire su questo bilancio, permettendo all'irradiazione solare di raggiungere l'edificio in inverno e di bloccarla durante l'estate.
- **ISOLAMENTO TERMICO:** il super-isolamento delle pareti e del tetto impedisce al calore di disperdersi verso l'esterno nella stagione invernale e per contro riduce l'entità della calura estiva; un opportuno sistema di isolamento, ad esempio "a cappotto", consente di ridurre drasticamente o eliminare i ponti termici (discontinuità tra materiali) che costituisce una via privilegiata per gli scambi di calore da e verso l'esterno.
- **VENTILAZIONE MECCANICA:** in una Passivhaus la ventilazione naturale finalizzata al mantenimento della qualità dell'aria non può essere affidata alle infiltrazioni o all'apertura delle finestre. Per minimizzare il costo energetico della ventilazione è necessario ricorrere ad un sistema meccanico con recupero di calore, che garantisca il tasso di ricambi orari prestabilito.

Per quanto riguarda l'isolamento termico dell'edificio, lo standard Passivhaus fornisce dei valori di riferimento per le trasmittanze delle diverse componenti dell'involucro dell'edificio.

ELEMENTO	VALORE U CONSIGLIATO
Parete esterna	0,15 W/m²K
Tetto	0,13 W/m²K
Solaio vx cantina non riscaldata	0,17 W/m²K
Parete verso terreno	0,18 W/m²K
Solaio vx sottotetto non riscaldata	0,15 W/m²K
Vetrate	0,85 W/m²K
Serramento posato	0,85 W/m²K

Tab.3.5.1 – valori limite di trasmittanza degli elementi disperdenti di una casa passiva

3.5.1 – CA' SOLDATO COME CASA PASSIVA

Per migliorare le prestazioni energetiche di Ca' Soldato si è deciso innanzitutto di trasformarla in casa passiva, andando ad agire sugli elementi fondamentali per riuscire a soddisfare gli standard precedentemente descritti.

Il primo passo in questa direzione consiste nel realizzare degli interventi sull'involucro che permettano di avere dei valori di trasmittanza per ciascun componente pari o inferiori a quelli limiti imposti da Passivhaus. Si andranno così a modificare in CENED le diverse stratigrafie definite in precedenza e che, allo stato attuale, hanno dei valori di trasmittanza pari a quelli dettati dal DGR 8745 (rif. Pag.48).

Il primo elemento strutturale che si va a modificare è la parete esterna. Lo standard Passivhaus richiede una netta riduzione del fabbisogno di energia utile per il riscaldamento degli edifici. Un buon isolamento delle pareti, che permette di ridurre anche il fabbisogno di energia per il raffrescamento, risulta quindi indispensabile.

Come per raggiungere il valore di trasmittanza di legge, anche in questo caso è stato fatto il calcolo inverso per trovare lo spessore dell'isolante necessario per raggiungere il valore di U desiderato, che in questo caso è pari a 0,15 W/m²K. A differenza del caso precedente, però, si è scelto di avere uno spessore dell'intonaco isolante di 5 cm.

$$R_{TOT} = 0,13 + \frac{0,08}{1,4} + \frac{0,56}{2,9} + \frac{0,08}{1,4} + \frac{0,05}{0,29} + \frac{s_{is}}{0,04} + \frac{0,05}{0,29} + 0,04$$

$$R_{TOT} = 0,13 + 0,057 + 0,19 + 0,057 + 0,17 + \frac{s_{is}}{0,04} + 0,17 + 0,04$$

$$R_{TOT} = 0,774 + \frac{s_{is}}{0,04}$$

E sostituendo nella formula per il calcolo della trasmittanza:

$$U = \frac{1}{0,774 + \frac{s_{is}}{0,04}}$$

Il valore di U viene posto pari al limite di legge, ovvero U=0,15 W/m²K.

$$0,15 = \frac{1}{0,774 + \frac{s_{is}}{0,04}}$$

$$0,15 \left(0,774 + \frac{s_{is}}{0,04} \right) = 1$$

$$0,12 + 8,5s_{is} = 1$$

$$8,5s_{is} = 0,88$$

$$s_{is} \cong 0,24 \text{ m}$$

Lo spessore dell'isolamento deve essere di circa 25 cm. Tuttavia per poter raggiungere lo standard sul consumo di energia utile per il riscaldamento invernale, sono necessari almeno 30 cm di strato isolante. La stratigrafia sarà quindi composta come in figura.

PARETE ESTERNA PER CASA PASSIVA

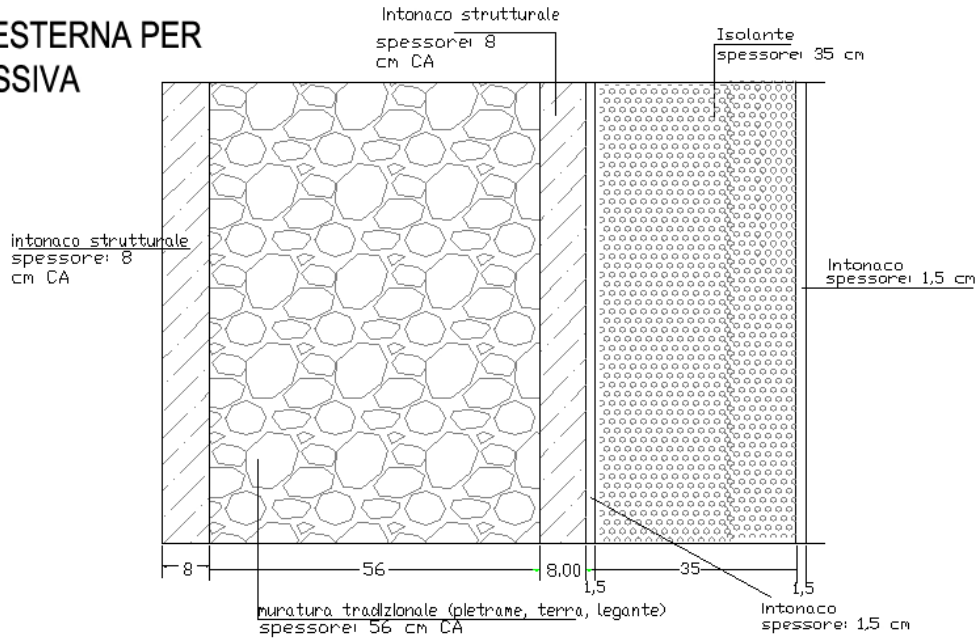


Fig.3.5.1.1 – stratigrafia della parete esterna di Ca' Soldato per la casa passiva

Cened+ 1.2.0 - Ca' soldatoCASAPASSIVA.xml

File Visualizza ?

Dati generali e clim

Edita struttura opaca

s 1.050 [m] U 0.124 [W/m²K]

Tipologia struttura Parete Esterna

Descrizione struttura PARETE ESTERNA CASA PASSIVA

Colore	Materiale	Cod.	s [m]	λ [W/mk]	R' [m²K/W]	Ts [°C]	δ [Kg/msPa]	Ps [Pa]	Pv [Pa]	z' [Pa/Kgm²s]
1	RES SUP3	0.0	0.0	0.13		1.0				
2	INT9	0.08	1.4	0.0		12.0				
3	ROC5	0.56	2.9	0.0		0.01				
4	INT9	0.08	1.4	0.0		12.0				
5	INT11	0.015	0.3	0.0		6.25				
6	PLAST CELL 11	0.3	0.04	0.0		4.5				
7	INT11	0.015	0.3	0.0		6.25				
8	RES SUP6	0.0	0.0	0.04		1.0				

Salva

Suggerimenti

Comporre la stratigrafia della struttura selezionando i componenti dall'Archivio materiali.

Selezionare la riga al di sotto della quale si vuole inserire il materiale e cliccare sul pulsante Inserisci.

Selezionare dal menù a tendina l'archivio CENED o Personale.

Nell'Archivio strutture CENED selezionare il pacchetto relativo alla tipologia di elemento che si sta definendo.

Accesso all'area riservata

LOGIN

Utente

Password

Entra

Stratigrafia struttura

U_c 0.12 U_{Lim} 0.34

Subalterni Suggerimenti

CENED Certificazione ENergica degli EDifici CESTEC

Fig.3.5.1.2 – rappresentazione della stratigrafia della parete esterna di Ca' Soldato per la casa passiva

Come nel caso delle pareti, ma in modo quantitativamente più significativo, l'isolamento della copertura di un edificio riduce sia le trasmissioni invernali verso l'esterno che quelle estive verso l'interno. Al fine di limitare a 15 kWh/m² il fabbisogno di energia per il riscaldamento è necessario ricorrere a un buon isolamento del tetto, che, essendo meno soggetto a vincoli costruttivi rispetto alle pareti esterne, può essere isolato anche con materiale dello spessore di 40 cm.

In questo caso si è scelto di inserire uno strato di isolante di 35 cm, delimitato all'interno da uno strato di legno di 5 cm e verso l'esterno da uno strato di materiale impermeabile di 10 cm. In questo modo la trasmittanza limite di $0,13 \text{ W/m}^2\text{k}$ viene rispettata.

COPERTURA INCLINATA PER CASA PASSIVA

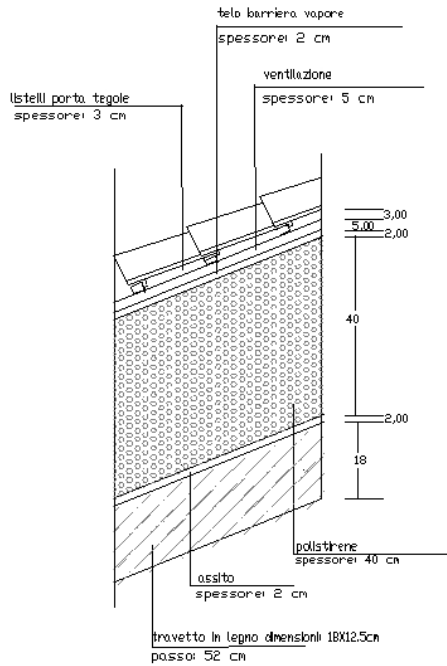


Fig.3.5.1.3 – stratigrafia della copertura inclinata di Ca' Soldato per la casa passiva

Colore	Materiale	Cod.	s [m]	λ [W/mk]	R' [m²K/W]	T_s [°C]	δ [Kg/msPa]	P_s [Pa]	P_v [Pa]	z' [Pa/Kgm²s]
	RES SUP1		0.0	0.0	0.1		1.0			
	L1		0.05	0.12	0.0		0.3			
	PLAST CELL11		0.35	0.04	0.0		4.5			
	IMP5		0.1	0.5	0.0		0.0			
	RES SUP4		0.0	0.0	0.04		1.0			

Suggerimenti
Comporre la stratigrafia della struttura selezionando i componenti dall'Archivio materiali.
Selezionare la riga al di sotto della quale si vuole inserire il materiale e cliccare sul pulsante Inserisci.

Nell'Archivio strutture CENED selezionare il pacchetto relativo alla tipologia di elemento che si sta definendo.

Fig.3.5.1.4 – rappresentazione della stratigrafia della copertura inclinata di Ca' Soldato per la casa passiva

L'isolamento del basamento a contatto con il terreno può risultare un passo delicato nella progettazione di una casa passiva, in quanto il terreno può essere fonte sia di dispersioni durante l'inverno, ma anche di guadagni in termini di raffrescamento dovuto alla sua bassa temperatura. Per questo è necessario progettare con cura l'isolamento del pavimento a contatto col terreno in base al clima di riferimento. Per quanto riguarda il pavimento di Ca' Soldato si è scelto di aumentare lo spessore dell'isolante fino a 25 cm, in modo da raggiungere lo standard Passivhaus che impone un valore di trasmittanza pari almeno a $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. La nuova stratigrafia è rappresentata in figura.

SOLAIO A TERRA PER CASA PASSIVA

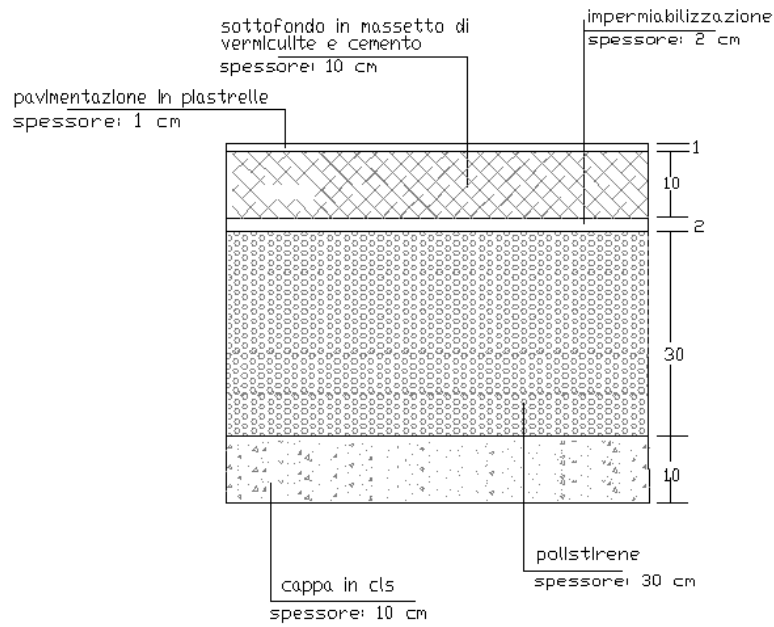


Fig.3.5.1.5 – stratigrafia del solaio a terra di Ca' Soldato per la casa passiva

Colore	Materiale	Cod.	s [m]	λ [W/mK]	R' [m ² K/W]	T_s [°C]	δ [Kg/msPa]	P_s [Pa]	P_v [Pa]	z' [Pa/Kgm ² s]
	RES SUP2		0.0	0.0	0.17		1.0			
	POR 1		0.01	1.0	0.0		0.094			
	CLS48		0.1	0.13	0.0		62.51			
	PLAST CELL 11		0.25	0.04	0.0		4.5			
	IMP 3		0.02	0.17	0.0		0.0090			
	CLS1		0.1	1.16	0.0		2.6			
	RES SUP5		0.0	0.0	0.04		1.0			

Fig.3.5.1.6 – rappresentazione della stratigrafia del solaio a terra di Ca' Soldato per la casa passiva

Lo stesso procedimento è stato attuato al soffitto sopra la cucina a piano terra dell'appartamento numero due che confina con il portico esterno. In questo caso lo spessore di isolante è di soli 20 cm in quanto non è possibile creare un dislivello troppo grande con il resto dei locali.

COPERTURA PIANA PER CASA PASSIVA

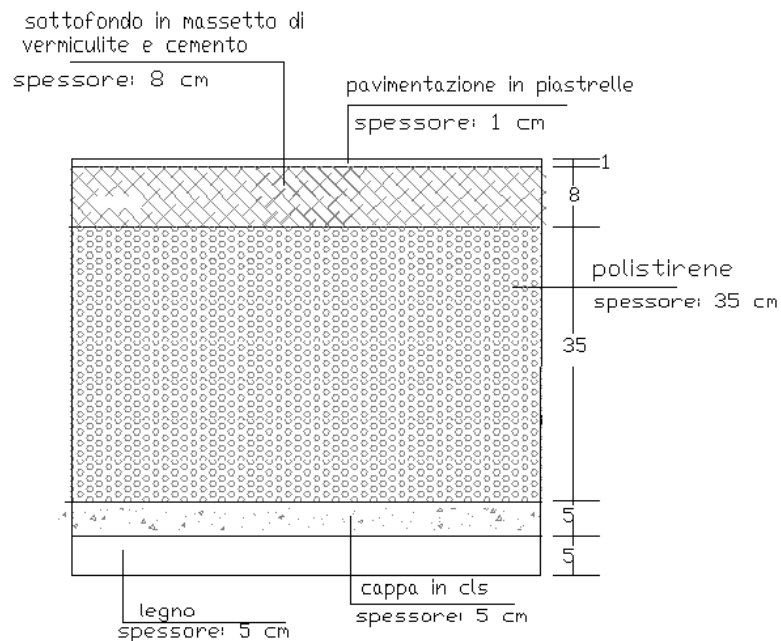


Fig.3.5.1.7 – stratigrafia della copertura piana di Ca' Soldato per la casa passiva

Tipologia struttura: Soffitto

Descrizione struttura: SOFFITTO CASA PASSIVA

Colore	Materiale	Cod.	s [m]	λ [W/mK]	R' [m ² K/W]	T_s [°C]	δ [Kg/msPa]	Ps [Pa]	Pv [Pa]	z' [Pa/Kgm ² s]
Black	RES SUP 1	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0				
Red	L1	0.05	0.12	0.0	0.3					
Blue	CLS1	0.05	1.16	0.0	2.6					
Yellow	CLS48	0.08	0.13	0.0	62.51					
Green	PLAST CELL 11	0.2	0.04	0.0	4.5					
Cyan	POR 1	0.01	1.0	0.0	0.094					
Black	RES SUP 1	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0				

Stratigrafia struttura: U_c 0.16 U_{lm} 0.30

Suggerimenti: Componere la stratigrafia della struttura selezionando i componenti dall'Archivio materiali. Selezionare la riga al di sotto della quale si vuole inserire il materiale e cliccare sul pulsante Inserisci.

Accesso all'area riservata LOGIN: Utente, Password, Entra

Subattemi Suggerimenti: 1, 21

CENED Certificazione ENergetica degli EDifici **CESTEC**

Fig.3.5.1.8 – rappresentazione della stratigrafia della copertura piana di Ca' Soldato per la casa passiva

Per le porte esterne l'intervento consiste solo nell'aggiunta di un paio di centimetri di isolante, in modo da abbassare a circa 0,4 W/m²K la trasmittanza dell'elemento.

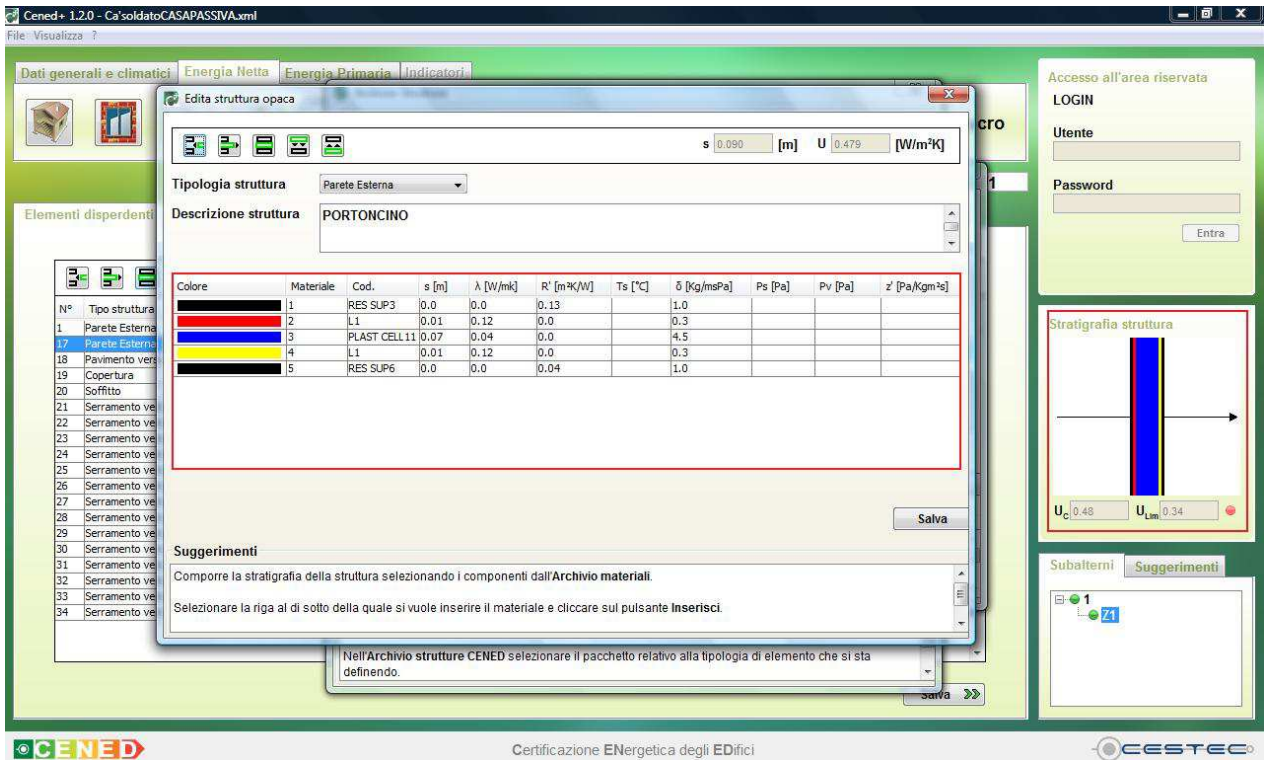


Fig.3.5.1.9 – rappresentazione della stratigrafia delle porte esterne di Ca' Soldato per la casa passiva

L'ultimo elemento di involucro da modificare sono i serramenti. Anche in questo caso, come nel precedente, si è deciso di mantenere la posizione e le dimensioni delle finestre già presenti nell'edificio, cambiando solo la tipologia di telaio e di vetro in modo da rispettare gli standard Passivhaus. Per questo si è scelto una tipologia di finestra con trasmittanza del vetro $U_g=0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ e di telaio $U_f=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ e trasmittanza lineica del distanziatore pari a $0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$.

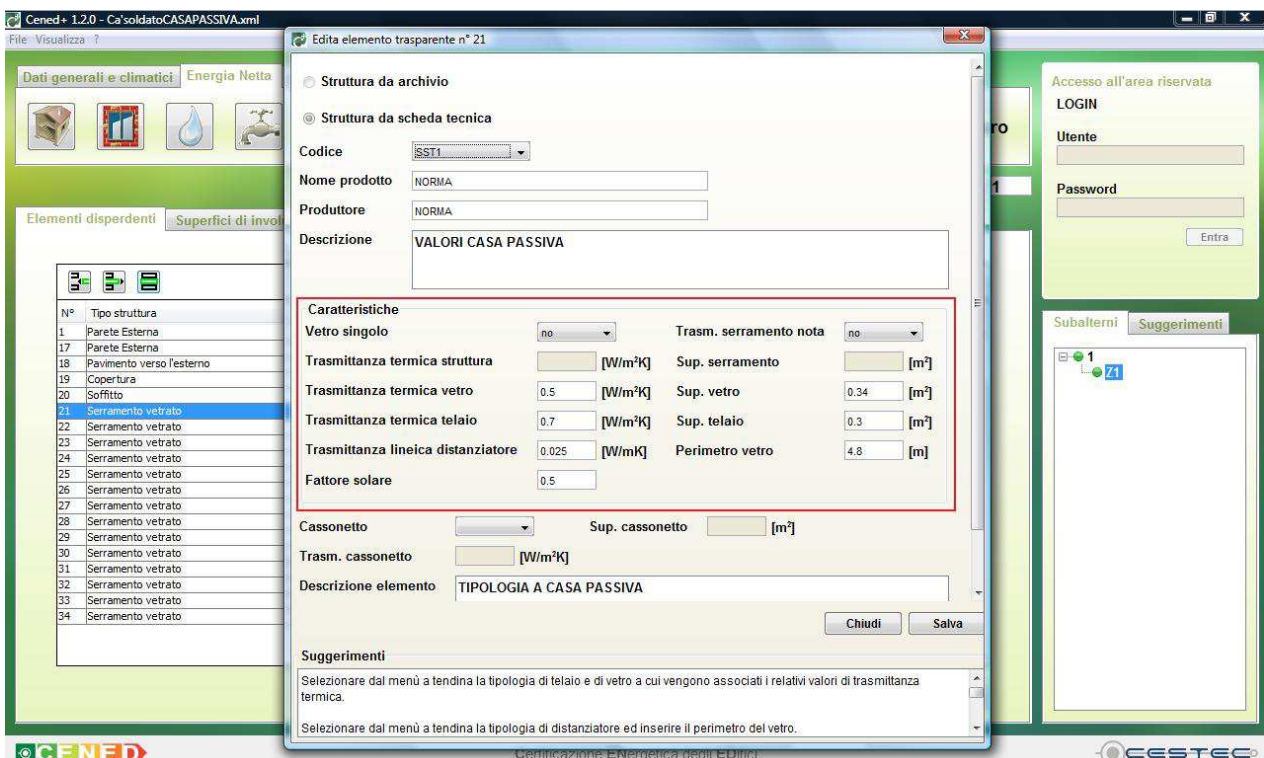


Fig.3.5.1.10 – inserimento delle caratteristiche dei serramenti di Ca' Soldato per la casa passiva

Una volta isolato termicamente l'involucro è necessario prevedere un sistema di schermature solari per ridurre l'irradiazione solare nei periodi estivi sugli elementi trasparenti. Per fare ciò è necessario inserire nella definizione delle superfici di involucro in CENED l'opportuna schermatura. Per Ca' Soldato si è scelta una schermatura esterna opaca bianca, che permette di abbassare notevolmente la domanda di energia termica utile per il raffrescamento.

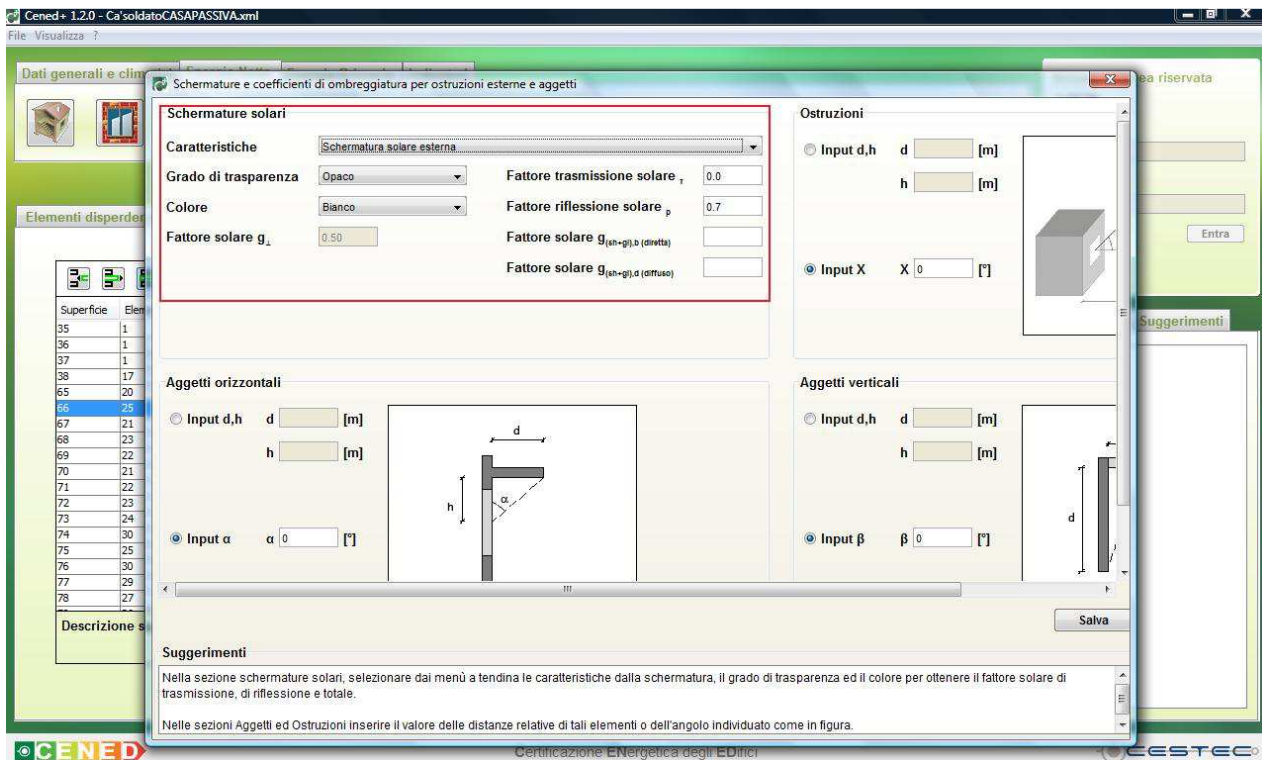


Fig.3.5.1.11 – inserimento delle caratteristiche dei sistemi schermanti per le superfici di involucro trasparenti

L'ultimo passaggio richiede l'inserimento di un sistema di ventilazione diverso da quello naturale impostato fino ad ora per Ca' Soldato. Come accennato in precedenza per minimizzare il costo energetico della ventilazione è necessario ricorrere ad un sistema meccanico con recupero di calore, che garantisca il tasso di ricambi orari prestabilito.

Si è quindi scelto un sistema di ventilazione meccanica a doppio flusso senza preriscaldamento e con recupero di calore. La ventilazione meccanica a doppio flusso si caratterizza per avere un doppio impianto di ventilazione, formato da canali di distribuzione separati. Un condotto controlla e regola l'immissione dell'aria, mentre l'altro è dedicato all'aria in estrazione. I flussi d'aria nei due condotti sono gestiti da due diversi ventilatori elettrici.

Gli impianti a doppio flusso presentano diversi vantaggi rispetto agli impianti di ventilazione a un flusso. Infatti hanno non soltanto la funzione di garantire il ricambio d'aria, ma possono trattare l'aria esterna - filtrandola, riscaldandola o raffreddandola - a seconda delle necessità. Gli impianti a doppio flusso vengono scelti soprattutto per la loro capacità di recuperare il calore dall'aria esausta. I due diversi canali dell'aria, in entrata e in uscita, vengono fatti confluire in uno scambiatore di calore (conosciuto anche come "recuperatore di calore"), dove l'aria esausta (più calda) trasferisce parte del proprio calore all'aria in ingresso, riscaldandola.

Lo scambiatore di calore è normalmente dotato di filtri che evitano l'ingresso di polveri e particelle inquinanti all'interno dell'edificio. L'installazione dello scambiatore deve avvenire all'interno dell'edificio, in un locale coibentato e non sottoposto a eccessivi sbalzi termici.

In CENED si inserisce quindi il sistema di ventilazione appena descritto e impostando la portata d'aria proveniente dall'esterno pari al 100% e l'efficienza dell'impianto pari al 90%. Per il momento non viene impostato il controllo dell'umidità da parte del sistema di ventilazione.

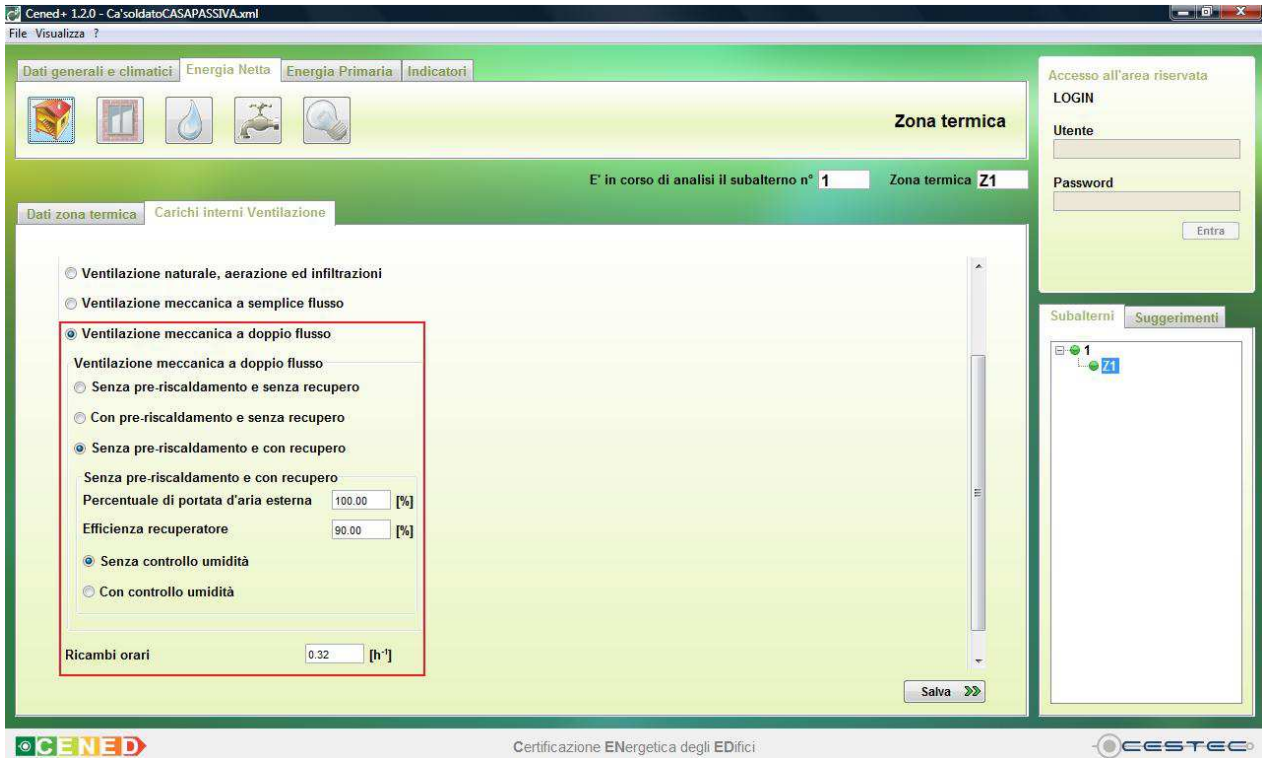


Fig.3.5.1.12 – inserimento delle caratteristiche del sistema di ventilazione meccanica

Il dato di ricambi orari viene proposto di default dal software in funzione della destinazione d'uso, secondo il calcolo previsto dalla formula (30) della procedura di calcolo con l'applicazione del fattore 0.6 previsto dalla norma UNI TS 11300, per tener conto del periodo di occupazione dei locali.

La formula sopra citata è:

$$n = \frac{(v_{min} \cdot i_s \cdot A)}{V}$$

dove:

n = numero di ricambi d'aria medio giornaliero, determinato in funzione della destinazione d'uso e comprensivo delle infiltrazioni, [h-1];

v_{min} = portata specifica d'aria esterna minima richiesta nel periodo di occupazione dei locali, (Prospetto XI), [m³/h per persona];

i_s = indice di affollamento (Prospetto XI), [persone/m²];

A = superficie utile di pavimento, [m²];

V = volume netto della zona climatizzata o a temperatura controllata considerato, [m³].

Categoria di edificio	Destinazione d'uso	i_s	\dot{V}_{min}
E.1 (1); E.1 (2)	Edifici residenziali	0,04	39,6
E.1 (3)	Edifici adibiti ad albergo, pensioni ed attività similari	0,05	39,6
E.2	Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili	0,12	39,6
E.3	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura ed assimilabili	0,08	39,6
E.4	Edifici adibiti ad attività ricreative, associative e di culto	1,00	28,8
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili	0,25	36,0
E.6	Edifici adibiti ad attività sportive	0,70	36,0
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche di tutti i livelli e assimilabili	0,50	21,6
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili	0,25	36,0

Tab.3.5.1.1 – valori di i_s , v_{min} , in funzione della categoria di edificio (Fonte: UNI 10339:1995)

Una volta completati gli interventi si passa alla simulazione e al calcolo degli indicatori per controllare che questi rispettino gli standard Passivhaus. Come detto in precedenza gli indicatori a cui si deve fare riferimento sono quelli relativi al fabbisogno di energia termica e non primaria. Questi valori, sia per il riscaldamento che per il raffrescamento, devono essere minori o uguali a 15 kWh/m²a.

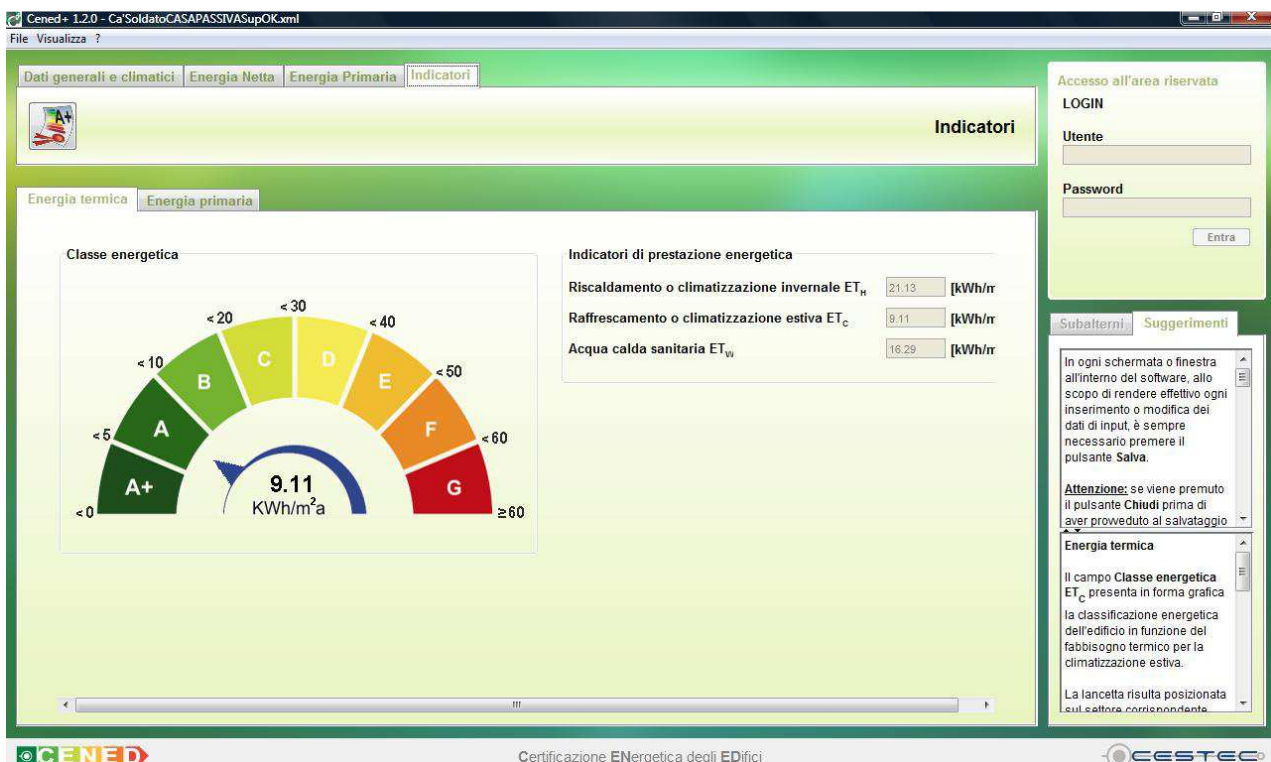


Fig.3.5.1.13 – indicatori del fabbisogno di energia termica di Ca' Soldato

Come si può vedere dalla figura il limite per l'acqua calda sanitaria è ampiamente rispettato, mentre per quanto riguarda l'energy need per il riscaldamento questo è pari a 21,13 kWh/m²a nonostante l'edificio sia molto isolato. Questo perché, come accennato in precedenza, oltre all'isolamento, le schermature solari e la

ventilazione meccanica, altri due parametri importanti di progetto per le case passive sono il rapporto di forma S/V e l'orientamento.

Nel caso di Ca' Soldato il coefficiente di forma è pari a $0,59 \text{ m}^{-1}$, che è al limite del valore soglia indicato da Passivhaus, pari a $0,6 \text{ m}^{-1}$. Ovviamente questo fa sì che le dispersioni siano molto elevate nonostante l'edificio sia ben isolato.

Per quanto riguarda l'orientamento, l'ideale è quello di avere un edificio orientato Nord/Sud, con la maggior parte delle finestre vetrate a Sud. Nel caso di Ca' Soldato, invece, la maggior parte delle finestre si trova sul lato Nord dell'edificio, dando luogo a grandi dispersioni nella stagione invernale, senza poter sfruttare l'irraggiamento solare.

3.5.2 – CALCOLO DELA FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER L'ILLUMINAZIONE

Un altro vincolo da rispettare durante la progettazione di una casa passiva viene posto sul totale del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento, ACS e illuminazione. In CENED non è possibile calcolare quest'ultimo fabbisogno per edifici residenziali, così si è deciso di fare un calcolo a prescindere dal software utilizzato per controllare che il fabbisogno totale di energia primaria fosse minore di 120 kWh/m^2 all'anno e che quindi anche l'ultimo standard Passivhaus fosse rispettato.

Si è quindi ipotizzato di avere una potenza elettrica media delle lampade installate di 5 W/m^2 e un periodo di utilizzo così ripartito:

PERIODO DI UTILIZZO	DAL 1/10 AL 31/3	dalle 6 alle 9 e dalle 19 alle 23
		7h al giorno
	DAL 1/4 AL 30/9	dalle 6 alle 8 e dalle 20 alle 23
		5h al giorno

Tab.3.5.2.1 – periodo di utilizzo giornaliero per i diversi periodi dell'anno

Dopodiché si è moltiplicata la potenza media installata per la superficie netta riscaldata prima, e per la superficie netta riscaldata al netto dei ripostigli e della centrale termica, dove si è supposto che la luce si accenda molto raramente, poi.

Moltiplicando poi questi valori per il periodo di utilizzo giornaliero è stato possibile trovare il fabbisogno di energia elettrica per illuminazione giornaliero in entrambi i periodi considerati.

POTENZA TOTALE INSTALLATA PER ILLUMINAZIONE	1000	[W]
POTENZA TOTALE INSTALLATA PER ILLUMINAZIONE (al netto di ripostigli e centrale)	946,1	[W]
FABBISOGNO DI ENERGIA ELETTRICA PER ILLUMINAZIONE GIORNALIERO - periodo 1/10 -31/3	6622,7	[Wh/giorno]
FABBISOGNO DI ENERGIA ELETTRICA PER ILLUMINAZIONE GIORNALIERO - periodo 1/4 - 30/9	4730,5	[Wh/giorno]
TOTALE	11353,2	[Wh/giorno]

Tab.3.5.2.2 – calcolo del fabbisogno di energia elettrica per illuminazione di Ca' Soldato

Una volta calcolato il fabbisogno totale è necessario ipotizzare una percentuale di utilizzo, in quanto non tutte le luci dell'edificio verranno accese contemporaneamente. Sulla base delle superfici dei locali di Ca' Soldato si è imposta una percentuale di utilizzo del 60%.

TOTALE * PERCENTUALE DI UTILIZZO (60%)	6811,92	[Wh/giorno]
--	---------	-------------

Tab.3.5.2.3 – calcolo del fabbisogno di energia elettrica effettiva per illuminazione di Ca' Soldato

Per trovare infine il fabbisogno di energia elettrica su base annuale sarà necessario moltiplicare questo risultato per 365 giorni e normalizzarlo sulla superficie netta riscaldata, ovvero 200 m².

FABBISOGNO DI ENERGIA ELETTRICA PER ILLUMINAZIONE ANNUALE	2486350,8	[Wh/anno]
	2486	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA ELETTRICA PER ILLUMINAZIONE ANNUALE*	12,4	[kWh/(m2 anno)]

*normalizzato per superficie netta riscaldata

Tab.3.5.2.4 – calcolo del fabbisogno di energia elettrica effettiva per illuminazione annuale di Ca' Soldato

Per poter confrontare questo valore con gli indicatori di energia primaria per riscaldamento e acqua calda sanitaria, è necessario moltiplicare il fabbisogno appena ricavato per un fattore di conversione che, per il sistema elettrico lombardo, è pari a 2,18 (DR 5796).

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER ILLUMINAZIONE ANNUALE*	27,1	[kWh/(m2 anno)]
*normalizzato per superficie netta riscaldata		

Tab.3.5.2.5 – calcolo del fabbisogno di energia primaria per illuminazione annuale di Ca' Soldato

Ora è possibile calcolare quale sia il fabbisogno di energia primaria totale per Ca' Soldato e verificare che questo valore sia inferiore a 120 kWh/m²a. Come si può vedere in tabella questo limite è ampiamente rispettato.

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER RISCALDAMENTO E ACS [kWh/m ² a]	25
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER ILLUMINAZIONE [kWh/m ² a]	27,1
TOTALE [kWh/m²a]	52,1

Tab.3.5.2.6 – calcolo del fabbisogno totale di energia primaria di Ca' Soldato come casa passiva

3.5.3 – CALCOLO DELLE DISPERSIONI PER CA' SOLDATO COME CASA PASSIVA

Avendo modificato gli elementi disperdenti è necessario ricalcolare le dispersioni termiche e quelle dovute alla ventilazione. Come si è fatto nel caso degli interventi sull'involucro, anche in questo caso si devono ricalcolare anche le perdite per ventilazione, avendo inserito un sistema di ventilazione meccanica.

Questo nuovo calcolo viene fatto considerando una portata d'aria equivalente in funzione dell'efficienza del recuperatore di calore, pari a:

$$q * (1 - \eta_{vent})$$

dove:

η_{vent} = rendimento del sistema di ventilazione meccanico.

Di seguito vengono riportati esclusivamente i nuovi valori di trasmittanza degli elementi disperdenti e i totali delle dispersioni, in quanto la procedura di calcolo è già stata illustrata in precedenza.

U - PARETI ESTERNE[W/m ² K]	0,107
U- SERRAMENTI [W/m ² K]	0,75
U - SOLAIO A TERRA [W/m ² K]	0,115
U - COPERTURA INCLINATA[W/m ² K]	0,093
U - PORTE ESTERNE [W/m ² K]	0,479
U - COPERTURA PIANA [W/m ² K]	0,1

Tab.3.5.3.1 – trasmittanze degli elementi disperdenti di Ca' Soldato come casa passiva

	OPACHI	TRASPARENTI		
Qtrasm - PIANO TERRA [W]	914,13	247,22	Qvent - PIANO TERRA [W]	1020,05
Qtrasm - PRIMO PIANO [W]	582,90	202,15	Qvent - PRIMO PIANO [W]	786,29
TOTALE trasm [W]	1497,04	449,38	TOTALE vent [W]	1806,34

TOTALE [W]	3752,75
TOTALE/SUP NETTA [W/m²]	18,76

Tab.3.5.3.2 – totale della potenza dispersa

Confrontando questi risultati con i calcoli precedenti si può vedere come si abbia una continua diminuzione della potenza per unità di superficie man mano che vengono fatti miglioramenti relativi all'isolamento termico della casa.

	POTENZA TOTALE DISPERSA Q_{tot} [W]
STATO DI FATTO	27966,39
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	8525,81
CASA PASSIVA	3752,75

Tab.3.5.3.3 – confronto del totale della potenza dispersa nei diversi casi di intervento sull'involucro

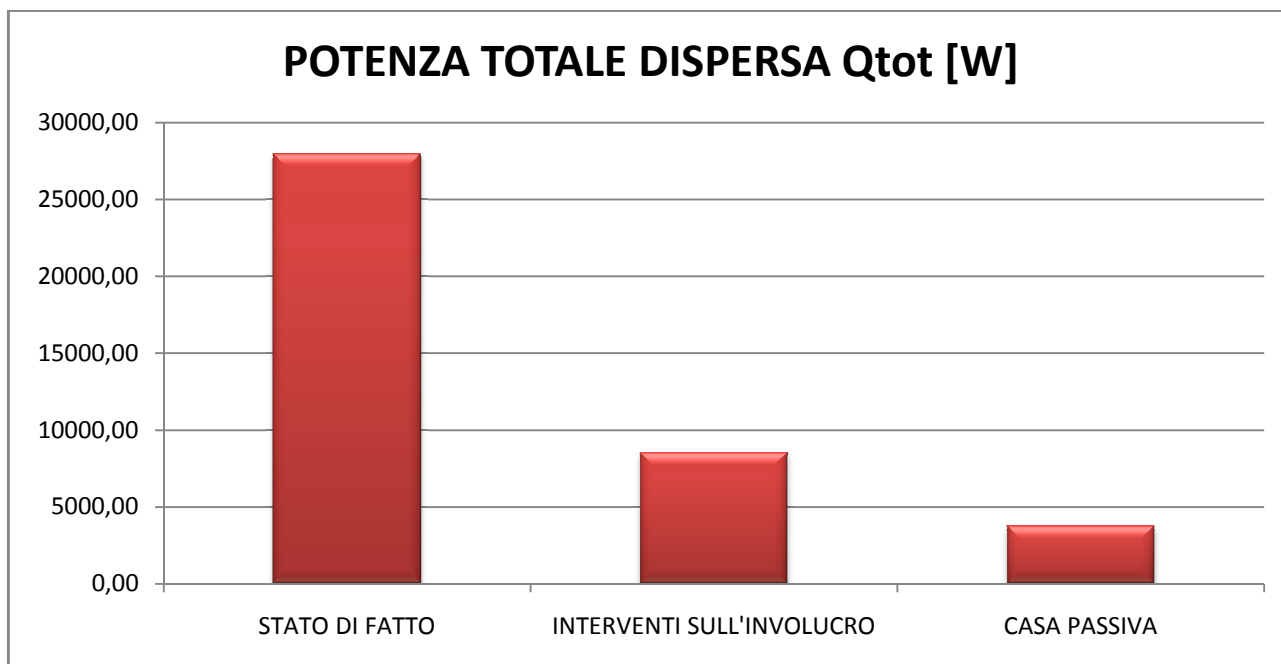


Grafico 3.5.3.1 – confronto del totale della potenza dispersa nei diversi casi di intervento sull'involucro

	POTENZA PER UNITA' DI SUP. [W/m ²]
STATO DI FATTO	139,83
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	42,63
CASA PASSIVA	18,76

Tab.3.5.3.4 – confronto del totale della potenza per unità di superficie nei diversi casi di intervento sull'involucro

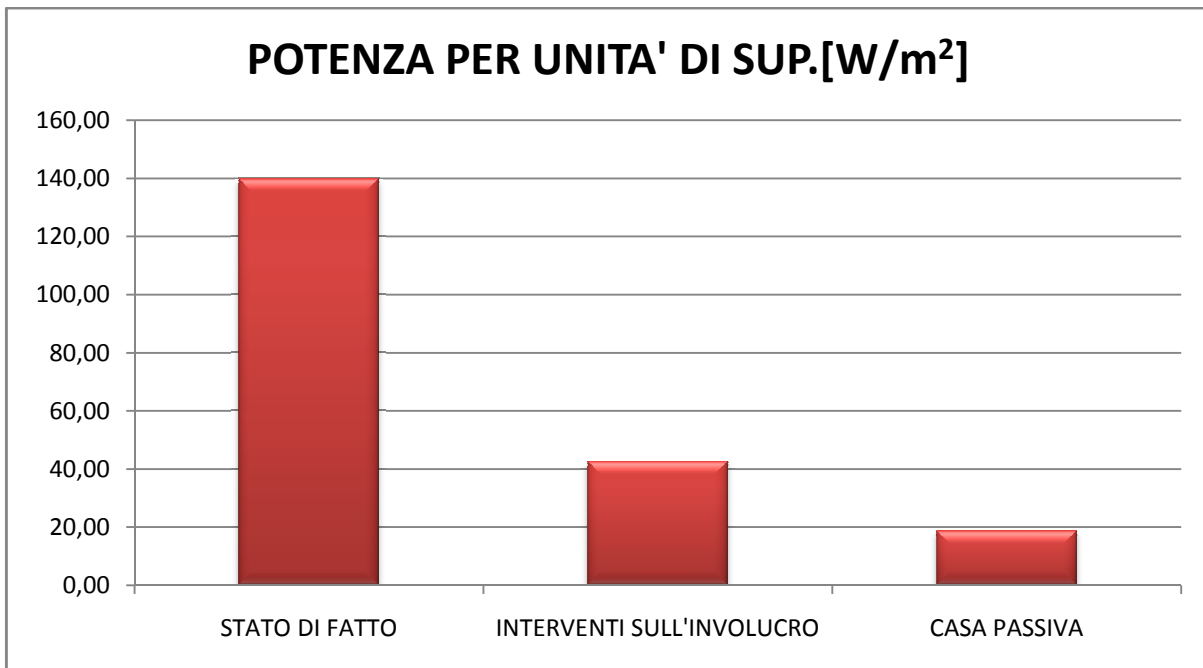


Grafico 3.5.3.2 – confronto del totale della potenza per unità di superficie nei diversi casi di intervento sull'involucro

3.6 – EDIFICI A ZERO ENERGIA

Per edificio a energia quasi zero si intende un “[...]edificio ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all’allegato I. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l’energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze[...]”. Questa definizione è presa dalla direttiva 2011/31/UE sulla prestazione energetica nell’edilizia.

Con tale direttiva l’Unione Europea promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici all’interno dell’Unione, per il raggiungimento degli obiettivi al 2020, che consistono in:

1. Aumentare del 20% l’efficienza energetica degli edifici
2. Diminuire del 20% le emissioni di gas serra
3. Assicurare la copertura del 20% del consumo energetico da fonti rinnovabili.

Ciascun stato membro, noti i requisiti minimi dati dalla direttiva europea, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche, elaborerà una procedura di calcolo e degli standard che permettano di raggiungere gli obiettivi prefissati.

All’interno della comunità scientifica non è ancora possibile però individuare una definizione di edificio a zero energia condivisa da tutti. Per questo nel seguente progetto è stato deciso di seguire le direttive date dalla norma europea e di cercare quindi di coprire i fabbisogni di energia primaria di Ca’ Soldato con fonti rinnovabili e, in particolare, con solare termico e fotovoltaico, mantenendo invariate le caratteristiche ipotizzate per il caso della casa passiva (involucro, ventilazione e schermature solari).

Per quanto riguarda l’impianto termico si è scelto di mantenere la soluzione con corpi termici, così da rispettare i vincoli ambientali imposti a Ca’ Soldato, utilizzandoli sia per la produzione di ACS sia per l’integrazione al riscaldamento. Anche in questo caso il sistema di emissione per il riscaldamento è stato scelto a bassa temperatura.

Per il dimensionamento dell’impianto fotovoltaico, invece, è stato preso in considerazione il calcolo del fabbisogno di energia elettrica per l’illuminazione fatto in precedenza, risultato pari a 12,4 kWh/m²a.

Per garantire la copertura di questo fabbisogno con energie rinnovabili è stato utilizzato il software messo a disposizione dal JRC (Joint Research Centre), il quale permette di calcolare la produzione elettrica media annuale avendo come dati in input i dati di radiazione solare, la potenza di picco necessaria, l’esposizione dei pannelli, l’inclinazione e la loro posizione (a terra o integrati all’edificio).

Dalle simulazioni con questo programma è risultato che per garantire la copertura del fabbisogno di Ca’ Soldato per l’illuminazione sono necessari 3kWp.

Sistema fisso: inclinazione=30°, orientamento=90°				
Mese	E_d	E_m	H_d	H_m
Gen	3.05	94.4	1.33	41.3
Feb	4.28	120	1.85	51.7
Mar	6.86	213	3.07	95.0
Apr	8.46	254	3.88	116
Mag	9.17	284	4.31	133
Giu	11.00	329	5.24	157
Lug	11.20	346	5.40	167
Ago	9.73	302	4.70	146
Set	7.38	221	3.46	104
Ott	4.93	153	2.23	69.1
Nov	3.21	96.3	1.43	42.9
Dic	2.48	77.0	1.11	34.5
Media annuale	6.82	207	3.17	96.5
Totale per l'anno		2490		1160

Tab.3.6.1 – produzione elettrica e media dell'irraggiamento per l'impianto fotovoltaico per Ca' Soldato a zero energia

dove:

E_d = produzione elettrica media giornaliera del sistema (kWh)

E_m = produzione elettrica media mensile del sistema (kWh)

H_d = media dell'irraggiamento giornaliero al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m²)

H_m = media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m²)

Come si può vedere dalla tabella la produzione elettrica totale annuale è di 2490 kWh. Moltiplicando il dato trovato in precedenza di 12,4 kWh/m²a per la superficie di Ca' Soldato si trova che la produzione elettrica necessaria è di 2480 kWh.

Impostando questi dati in CENED si può verificare che l'edificio sia a quasi zero energia.



Fig.3.6.1 – indicatori del fabbisogno di energia primaria di Ca' Soldato

4. – ANALISI DEI COSTI E DEI BENEFICI

Fino ad ora, nel progettare le diverse alternative di intervento per la riqualificazione energetica di Ca' Soldato, ci si è focalizzati solo sugli aspetti tecnici, tralasciando completamente quelli economici. In fase di progettazione, però, è molto importante studiare la fattibilità economica delle soluzioni tecniche che si vogliono poi implementare. Per questo è stata fatta una valutazione dei costi delle alternative e del risparmio economico che esse portano.

4.1 – VALUTAZIONE DEI COSTI DI PROGETTO PER CA' SOLDATO

Prima di fare una valutazione economica delle diverse alternative, è stato fatto un confronto dei diversi benefici, in termini di fabbisogno di energia primaria per usi termici, che esse portano rispetto allo stato di fatto. Sono stati quindi presi in considerazione i dati in kWh/m²a forniti dalle diverse simulazioni fatte in precedenza ed è stato ricavato il valore in kWh/a, per poi calcolare il risparmio percentuale delle diverse alternative.

	EP USI TERMICI [kWh/m _{netti} ² a]	EP PER USI TERMICI TOTALE[kWh/a]	RISPARMIO RISPETTO ALLO STATO DI FATTO [kWh/a]	RISPARMIO % RISPETTO ALLO STATO DI FATTO
STATO DI FATTO	345,04	69008		
INT. LIMITE LEGGE	85,61	17122	51886	75,19%
CALDAIA COND.	81	16200	52808	76,52%
RINNOVABILI STD	68,76	13752	55256	80,07%
RINNOVABILI COPPI	72,77	14554	54454	78,91%
CASA PASSIVA	28,72	5744	63264	91,68%
ZERO ENERGIA	1,69	338	68670	99,51%

Tab.4.1.1 – consumo di energia primaria per usi termici nelle diverse ipotesi di intervento e relativo risparmio rispetto allo stato di fatto

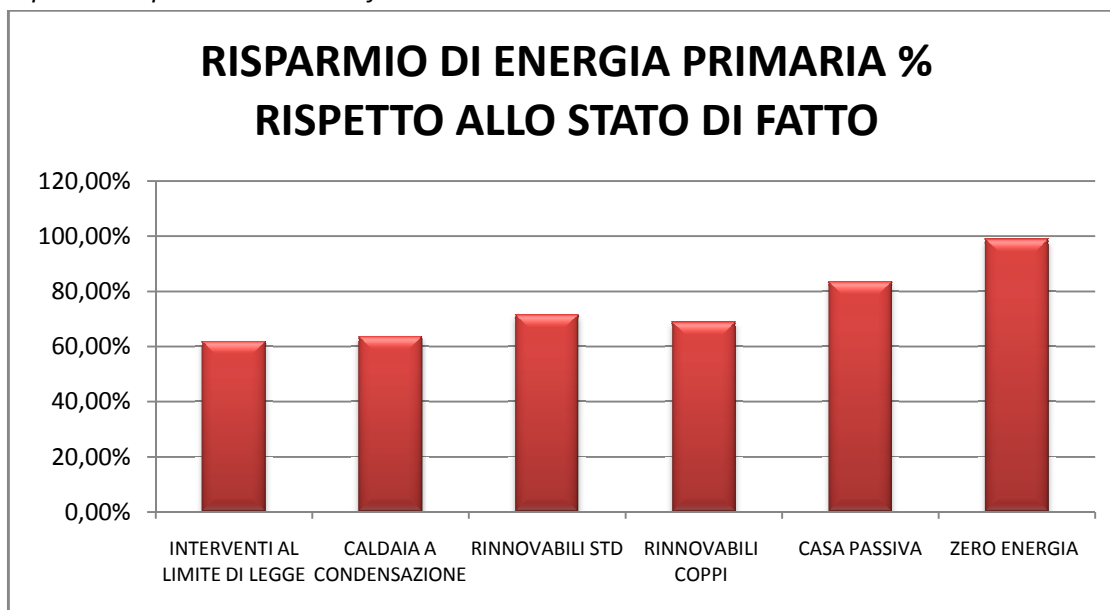


Grafico 4.1.1 – consumo di energia primaria per usi termici nelle diverse ipotesi di intervento e relativo risparmio rispetto allo stato di fatto

Come si può vedere dal grafico il risparmio maggiore in termini di energia primaria lo porta la soluzione a zero energia.

Una volta noti i benefici in termini di consumo di energia, si è voluto calcolare il prezzo per l'implementazione dei diversi interventi. Per fare questo è stato utilizzato il prezzario della Regione Lombardia, che permette di calcolare i costi medi di ciascun intervento, comprensivo di manodopera, noleggio mezzi etc.

4.1.1 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI DELL'INTERVENTO SULL'INVOLUCRO AL LIMITE DI LEGGE

In questo caso sono stati valutati i costi degli interventi sull'involucro necessari per il raggiungimento del valore limite di fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento. Grazie al prezzario utilizzato è stato possibile calcolare i prezzi per m² di ciascun intervento e moltiplicarli poi per i m² necessari per Ca' Soldato.

L'unico elemento per cui non è stato calcolato il prezzo al m² sono le porte esterne, per cui è stato calcolato il prezzo di ciascuna unità e poi moltiplicato per il numero di porte da sostituire.

		PREZZO [€/m ²]	m ²	NUMERO	PREZZO INTERVENTO [€]
CAPPOTTO	POLISTIRENE 3 cm	47,01	269,2		12655,092
	POLISTIRENE AGGIUNTA 7 cm	16,87	269,2		4541,404
	PREPARAZIONE TINTEGGIATURA	9,54	269,2		2568,168
	TINTEGGIATURA	4,31	269,2		1160,252
SERRAMENTI	2 ANTE	513,16	13,68	17	7020,0288
	1 ANTA	441,67	4,11	8	1815,2637
	TIPO B	500	0,7	4	350
PORTE ESTERNE		1000		6	6000
ISOLAMENTO COPERTURA INCLINATA	POLISTIRENE 4,5 cm	28	100		2800
	TEGOLE	39,9	100		3990
ISOLAMENTO PAVIMENTO	POLISTIRENE 3 cm	10,4	100		1040
	POLISTIRENE AGGIUNTA 5 cm	12,35	100		1235
	PREPARAZIONE PIASTRELLATURA	11,58	100		1158
	PIASTRELLE	46	100		4600
ISOLAMENTO COPERTURA PIANA	POLISTIRENE 3 cm	10,4	24		249,6
	POLISTIRENE AGGIUNTA 2 cm	4,94	24		118,56
	PREPARAZIONE PIASTRELLATURA	11,58	24		277,92
	PIASTRELLE	46	24		1104
					52683,29

Tab.4.1.1.1 – costo totale di intervento per il raggiungimento dei limite di legge

I prezzi sopra riportati, così come quelli relativi agli altri casi di analisi, non comprendono i costi per demolizioni (ad es. rimozione coppi esistenti, demolizioni piastrelle e massetti..) e per il noleggio ponteggi, mentre comprendono il costo della mandopera.

Oltre al costo totale dell'intervento è stato calcolato il risparmio in €/a derivante dal miglior isolamento dell'edificio. Per fare ciò è stato preso in considerazione il dato relativo al fabbisogno di energia primaria per usi termici in kWh/a ed è stato moltiplicato per il valore del prezzo per una unità di energia in €/kWh. In questo modo si è trovata la spesa annuale per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria ed è stato possibile confrontare i valori relativi allo stato di fatto e al caso con gli interventi appena descritti.

	EP PER USI TERMICI TOTALE[kWh/a]
STATO DI FATTO	69008
INT. LIMITE LEGGE	17122

PREZZO [€/kWh]
0,08

	COSTO TOTALE ENERGIA USI TERMICI €/a	RISPARMIO €/a	RISPARMIO %
STATO DI FATTO	5520,64		
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	1369,76	4150,88	75,19%

Tab.4.1.1.2 – calcolo del risparmio monetario annuale portato dagli interventi sull'involucro

Come si può vedere dalle tabelle, il miglior isolamento di Ca' Soldato permetterebbe un risparmio sulla bolletta per il riscaldamento e la produzione di ACS di circa 4150 € all'anno.

4.1.2 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI DELL'INSTALLAZIONE DELLA CALDAIA A CONDENSAZIONE

Lo stesso procedimento è stato applicato anche all'intervento relativo all'installazione della caldaia a condensazione. In questo passo, come evidenziato durante la presentazione dei diversi interventi, sono già compresi anche gli interventi sull'involucro. Pertanto il costo totale dell'intervento sarà quello appena illustrato, più il costo della nuova caldaia.

	COSTO [€]
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	45949,46
CALDAIA A CONDENSAZIONE	2600
	48549,46

Tab.4.1.2.1 – costo totale degli interventi sull'involucro e della caldaia a condensazione

Anche in questo caso il calcolo del risparmio annuale è stato valutato rispetto allo stato di fatto.

	EP PER USI TERMICI TOTALE[kWh/a]
STATO DI FATTO	69008,00
CALDAIA COND.	16200

PREZZO [€/kWh]
0,08

	COSTO TOTALE ENERGIA USI TERMICI €/a	RISPARMIO €/a	RISPARMIO %
STATO DI FATTO	5520,64		
CALDAIA A CONDENSAZIONE	1296,00	4224,64	76,52%

Tab.4.1.2.2 – calcolo del risparmio monetario annuale portato dagli interventi sull'involucro e dalla caldaia a condensazione

Come si può vedere il risparmio è superiore di circa 100 €/a, a fronte però di un costo di investimento maggiore. Su questo intervento, inoltre, è possibile usufruire delle detrazioni fiscali del 55% del valore dell'impianto sulle imposte in 10 anni e quindi si avrà un risparmio globale annuo più elevato rispetto a quello calcolato relativo solamente al minor consumo di energia.

4.1.3 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI PER L'INSTALLAZIONE DEI SISTEMI DI PRODUZIONE ENERGETICA DA FONTI RINNOVABILI

L'intervento successivo è quello relativo all'installazione dei sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili, sempre mantenendo gli interventi precedentemente previsti. Per Ca' Soldato è stato previsto un impianto solare termico per la produzione di ACS e un impianto fotovoltaico che garantisce la copertura di 1 kWp.

Il costo di questi impianti è stato preso dal listino prezzi di diversi fornitori ed è stata fatta poi una media, comprensiva anch'essa di mandopera.

	SUPERFICIE COLLETTORI [m ²]	PREZZO TOTALE [€]
SOLARE TERMICO	8,84	7000
SOLARE FOTOVOLTAICO	8	6500
INTERVENTI AL LIMITE DI LEGGE		52683,29
CALDAIA A CONDENSAZIONE		2600
		68783,29

Tab.4.1.3.1 - costo totale degli interventi sull'involucro, della caldaia a condensazione e degli impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili

In questo caso, oltre al risparmio derivante dal minor fabbisogno di energia primaria, è necessario calcolare il contributo derivante dall'impianto fotovoltaico in termini di incentivi annui, di scambio sul posto e di incentivi statali.

Per fare ciò sono stati presi in considerazione i dati forniti dal Conto Energia, il programma europeo di incentivazione in conto esercizio della produzione di elettricità da fonte solare mediante impianti fotovoltaici permanentemente connessi alla rete elettrica. Simulando così l'impianto previsto per Ca' Soldato è stato possibile calcolare gli incentivi derivanti da esso:

Area d'installazione	8,00 m ²
Potenza impianto	1,00 kWp
Incentivo annuo Conto Energia	297 € / anno
Beneficio derivante dallo Scambio sul posto	162 € / anno (*)
Emissioni annue di CO ₂ evitate	0,6 t / anno

Tab. 4.1.3.2 – incentivi derivanti dalla produzione di energia con impianto fotovoltaico

Il calcolo è stato fatto supponendo una ripartizione del 40% (energia utilizzata) e del 60% (energia ceduta alla rete). Il beneficio è quindi:

$1,00 \text{ kWp} \times 1.083 \text{ kWh/anno (Lecco, Sud } 30^\circ) = 1.083 \text{ kWh/anno (produzione stimata dell'impianto)}$

$1.083 \text{ kWh/anno} \times 0,4 \times 0,18 \text{ €/kWh} = \underline{78 \text{ €/anno}}$ (risparmio sulla bolletta)

$1.083 \text{ kWh/anno} \times 0,6 \times 0,13 \text{ €/kWh} = \underline{84 \text{ €/anno}}$ (corrispettivo energia ceduta accreditato sul proprio c/c)

Il risparmio totale annuo sarà quindi:

	EP PER USI TERMICI TOTALE[kWh/a]
STATO DI FATTO	69008
RINNOVABILI STD	13752

PREZZO [€/kWh]
0,08

	COSTO TOTALE ENERGIA USI TERMICI €/a	RISPARMIO €/a	RISPARMIO %	INCENTIVO ANNUO €/a	SCAMBIO SUL POSTO €/a
STATO DI FATTO	5520,64				
RINNOVABILI STD	1100,16	4420,48	80,07%	297	84

RISPARMIO TOT €/a	4801,48
--------------------------	----------------

Tab.4.1.3.3 – calcolo del risparmio monetario annuale portato dagli interventi sull'involucro,dalla caldaia a condensazione e dagli impianti solare termico e fotovoltaico

Con l'installazione delle energie rinnovabili il risparmio annuale sale a circa 2000€. Oltre ai risparmi calcolati in precedenza si deve tener conto delle detrazioni dalle imposte sui redditi (Irpef) del 55% in 10 anni.

4.1.4 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI PER LA CASA PASSIVA

Per l'intervento relativo alla casa passiva è necessario ricalcolare i costi per gli interventi sull'involucro, come per il caso degli interventi al limite di legge. Anche in questo caso è stato utilizzato il prezzario della regione Lombardia, ad esclusione delle porte esterne e delle finestre. In particolare, per quest'ultime, sono state considerati dei serramenti con già integrato il sistema di ventilazione meccanica e le schermature solari previste per questo intervento. Oltre agli interventi sull'involucro si è inoltre valutato il costo della sostituzione dei radiatori con un impianto di emissione per il riscaldamento a bassa temperatura.

		PREZZO [€/m2]	m2	NUMERO	PREZZO INTERVENTO [€]
CAPPOTTO	POLISTIRENE 3 cm	47,01	269,2		12655,09
	POLISTIRENE AGGIUNTA 27 cm	65,07	269,2		17516,84
	PREPARAZIONE TINTEGGIATURA	9,54	269,2		2568,168
	TINTEGGIATURA	4,31	269,2		1160,252
SERRAMENTI CON VENTILAZIONE MECCANICA E SCHERMATURE	2 ANTE	2700	13,68	17	36936
	1 ANTA	2700	4,11	8	11097
SOLO FINESTRA	FINESTRE PICCOLE	560	0,7	4	392
PORTE ESTERNE		1000		6	6000
ISOLAMENTO COPERTURA INCLINATA	POLISTIRENE 35 cm (28€x7)	196	100		19600
	TEGOLE	39,9	100		3990
ISOLAMENTO PAVIMENTO	POLISTIRENE 3 cm	10,4	100		1040
	POLISTIRENE AGGIUNTA 22 cm	54,34	100		5434
	PREPARAZIONE PIASTRELLATURA	11,58	100		1158
	PIASTRELLE	46	100		4600
ISOLAMENTO COPERTURA PIANA	POLISTIRENE 3 cm	10,4	24		249,6
	POLISTIRENE AGGIUNTA 17 cm	41,99	24		1007,76
	PREPARAZIONE PIASTRELLATURA	11,58	24		277,92
	PIASTRELLE	46	24		1104
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO A BASSA TEMPERATURA		126,69	200		25338
CALDAIA A CONDENSAZIONE					2600
					154724,6

Tab.4.1.4.1 – costo totale degli interventi per la casa passiva

Come si può vedere il costo degli interventi per la realizzazione della casa passiva è circa il triplo rispetto al valore calcolato per gli interventi al limite di legge.

Il risparmio risulta pari a:

	EP PER USI TERMICI TOTALE[kWh/a]
STATO DI FATTO	69008
CASA PASSIVA	5744

PREZZO [€/kWh]
0,08

	COSTO TOTALE ENERGIA USI TERMICI €/a	RISPARMIO €/a	RISPARMIO %
STATO DI FATTO	5520,64		
CASA PASSIVA	459,52	5061,12	91,68%

Tab.4.1.4.2 – calcolo del risparmio monetario annuale portato dalla realizzazione della casa passiva

In termini di risparmio annuale rispetto allo stato di fatto, la trasformazione di Ca' Soldato in casa passiva permette di risparmiare più del 90% sulla bolletta per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.

4.1.5 – VALUTAZIONE DEI COSTI E DEI RISPARMI PER IL RAGGIUNGIMENTO DELL'EDIFICIO A ZERO ENERGIA

L'ultimo passo per cui vanno valutati i costi e i risparmi è quello relativo al raggiungimento dell'edificio a zero energia. Per fare ciò è necessario prevedere, oltre ai costi per l'isolamento della casa passiva, anche quelli per l'installazione degli impianti di solare termico e fotovoltaico.

Come spiegato in precedenza, nel caso dell'edificio a zero energia, è stato previsto di coprire tutto il fabbisogno per l'illuminazione con energie rinnovabili, per cui è necessario installare un impianto che permetta di coprire 3 kWp, mentre per il solare termico è stata scelta la soluzione con tegole termiche.

Sotto queste ipotesi i costi sono:

		PREZZO [€/m2]	m2	NUMERO	PREZZO INTERVENTO [€]
CAPPOTTO	POLISTIRENE 3 cm	47,01	269,2		12655,1
	POLISTIRENE AGGIUNTA 27 cm	65,07	269,2		17516,8
	PREPARAZIONE TINTEGGIATURA	9,54	269,2		2568,17
	TINTEGGIATURA	4,31	269,2		1160,25
SERRAMENTI CON VENTILAZIONE MECCANICA E SCHERMATURE	2 ANTE	2700	13,68	17	36936
	1 ANTA	2700	4,11	8	11097
SOLO FINESTRA	FINESTRE PICCOLE	560	0,7	4	392
PORTE ESTERNE		1000		6	6000
ISOLAMENTO COPERTURA INCLINATA	POLISTIRENE 35 cm (28€x7)	196	100		19600
	TEGOLE	39,9	100		3990
ISOLAMENTO PAVIMENTO	POLISTIRENE 3 cm	10,4	100		1040
	POLISTIRENE AGGIUNTA 22 cm	54,34	100		5434
	PREPARAZIONE PIASTRELLATURA	11,58	100		1158
	PIASTRELLE	46	100		4600
ISOLAMENTO COPERTURA PIANA	POLISTIRENE 3 cm	10,4	24		249,6
	POLISTIRENE AGGIUNTA 17 cm	41,99	24		1007,76
	PREPARAZIONE PIASTRELLATURA	11,58	24		277,92
	PIASTRELLE	46	24		1104
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO A BASSA TEMPERATURA		126,69	200		25338
SOLARE TERMICO (coppi)					14000
SOLARE FOTOVOLTAICO					18000
CALDAIA A CONDENSAZIONE					2600
					186725

Tab.4.1.5.1 – costo totale degli interventi per la realizzazione dell'edificio a zero energia

A fronte di questo investimento i risparmi annuali sono:

	EP PER USI TERMICI TOTALE[kWh/a]
STATO DI FATTO	69008
ZERO ENERGIA	338

PREZZO [€/kWh]
0,08

	COSTO TOTALE ENERGIA USI TERMICI €/a	RISPARMIO €/a	RISPARMIO %	INCENTIVO ANNUO €/a	SCAMBIO SUL POSTO €/a
STATO DI FATTO	5520,64				
ZERO ENERGIA	27,04	5493,6	100,00%	891	252

RISPARMIO TOTALE €/a	6636,6
-----------------------------	---------------

Tab.4.1.5.2 – calcolo del risparmio monetario annuale portato dalla realizzazione dell'edificio a zero energia

Anche in questo caso, come per l'alternativa relativa all'installazione degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, sono stati calcolati gli incentivi annui del Conto energia e quelli derivanti dallo scambio sul posto. Ovviamente questi valori sono stati calcolati sulla base del nuovo impianto che produce 3 kWp invece che 1 kWp come nel caso precedente.

4.1.6 – ANALISI DEI RISULTATI

Si può ora fare un confronto tra le diverse alternative progettuali per cui sono stati calcolati i costi e i risparmi.

	COSTO DELL'INTERVENTO [€]
INTERVENTI AL LIMITE DI LEGGE	52683,29
CALDAIA A CONDENSAZIONE	55283,29
SOLARE STANDARD	68783,29
CASA PASSIVA	154724,64
ZERO ENERGIA	186724,64

Tab.4.1.6.1 – costi totali delle diverse alternative di intervento

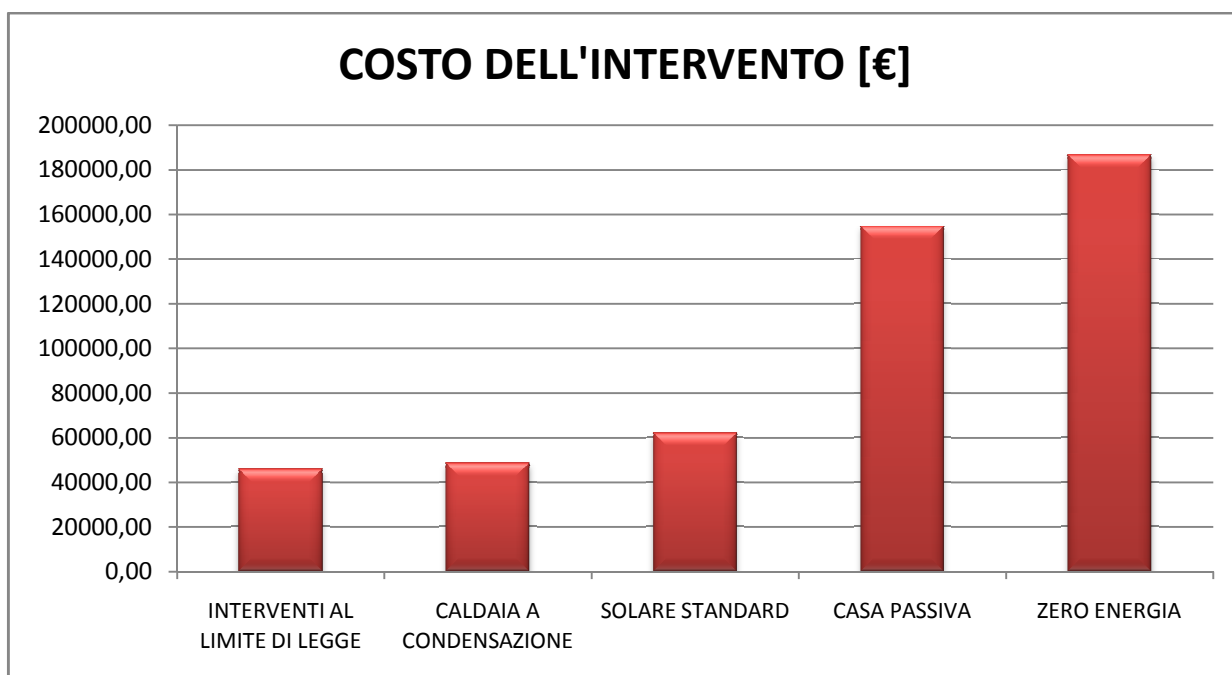


Grafico 4.1.6.1 – costi totali delle diverse alternative di intervento

Come si può vedere dal grafico, il costo maggiore di intervento è quello relativo all'edificio a zero energia. Questo costo maggiore, però, porta anche un risparmio maggiore in termini di spesa per l'energia per riscaldamento e acqua calda sanitaria.

	RISPARMIO [€/a]
INTERVENTI AL LIMITE DI LEGGE	4150,88
CALDAIA A CONDENSAZIONE	4224,64
SOLARE STANDARD	4801,48
CASA PASSIVA	5061,12
ZERO ENERGIA	6636,60

Tab.4.1.6.2 – risparmio monetario annuo portato dalle diverse alternative di intervento

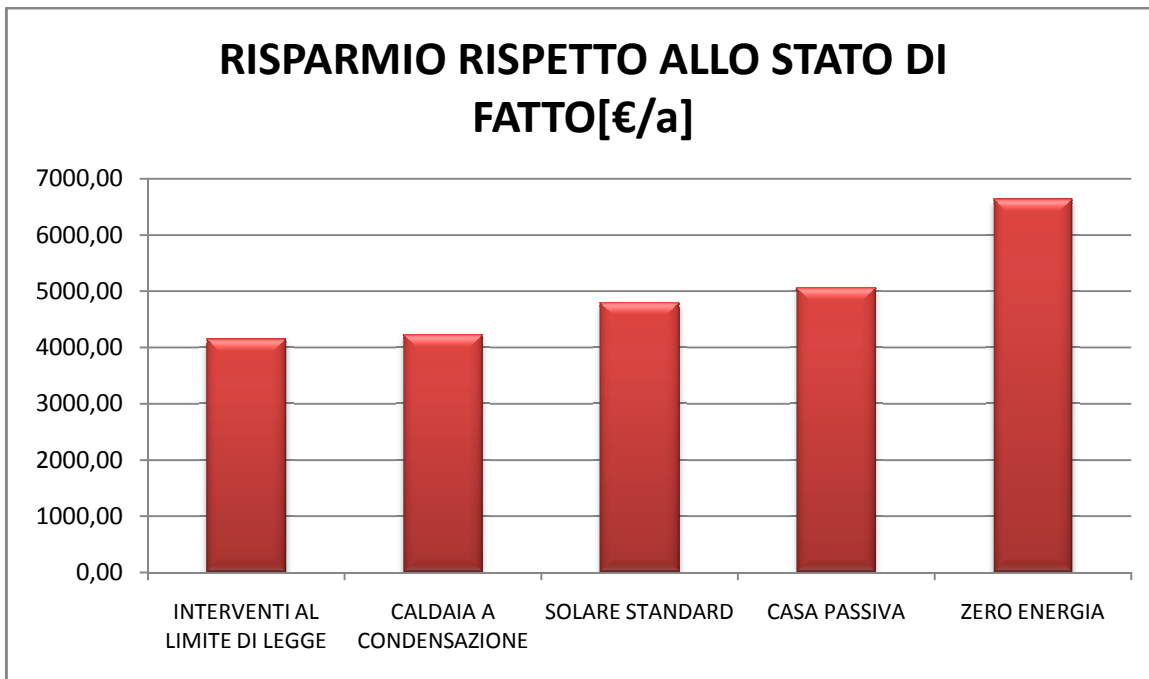


Grafico 4.1.6.2 – risparmio monetario annuo portato dalle diverse alternative di intervento

Come si può vedere dal grafico, l'alternativa che porta il maggior risparmio annuo è quella dell'edificio a zero energia. Questo è dovuto sia al fatto che il fabbisogno di energia primaria per usi termici è minimo grazie ad una serie di ipotesi progettuali che permettono di avere un super isolamento dell'edificio, sia perché, avendo il contributo dell'impianto fotovoltaico, sono stati calcolati gli incentivi annui dovuti allo scambio di energia sul posto e quelli del Conto Energia.

5. GENERALIZZAZIONE DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO AL TERRITORIO DEL PARCO REGIONALE

Come si è già accennato in precedenza Ca' Soldato è stata scelta perché rappresentativa di una vasta classe di edifici presenti all'interno del territorio del Parco del Curone. Per questo motivo, una volta calcolati i costi e i benefici derivanti dai diversi interventi sul singolo edificio, è stata fatta una generalizzazione anche alla classe di edifici di cui Ca' Soldato è rappresentativa. Questo step è stato suddiviso in due parti:

1. Una prima valutazione relativa a tutti gli edifici appartenente alla classe di periodo di costruzione "ante 1950", con qualsiasi forma, orientamento e numero di piani;
2. Una seconda valutazione, più specifica, in cui si è considerata una cerchia più ristretta di edifici con caratteristiche del tutto simili a quelle di Ca' Soldato.

5.1 – APPLICAZIONE DEGLI INTERVENTI AGLI EDIFICI "ANTE 1950"

Per prima cosa si filtra il database, così da averne uno ridotto, contenente solo gli edifici costruiti prima del 1950. Da questa operazione risulta che gli edifici a cui estendere l'analisi sono 82.

Dopodiché è necessario calcolare il fabbisogno di energia primaria per usi termici per ciascun edificio e, successivamente, di tutti gli edifici insieme. Per fare questo, però, è necessario fare riferimento ai valori trovati per Ca' Soldato che sono relativi alla superficie netta riscaldata, mentre per gli altri edifici abbiamo a disposizione solo il dato relativo alla superficie lorda. Per trovare quindi un valore di energia primaria di riferimento, moltiplichiamo quello a disposizione per la superficie netta e lo dividiamo per la superficie lorda. Questo passaggio viene fatto per tutte le ipotesi di intervento, compreso lo stato di fatto:

AREA NETTA CA' SOLDATO [m ²]	200
AREA LORDA CA' SOLDATO [m ²]	280,66

STATO DI FATTO[kWh/m _{netti} ² a]	345,04
STATO DI FATTO [kWh/m _{lordi} ² a]	245,88

INT. LIMITE LEGGE [kWh/m _{netti} ² a]	85,61
INT. LIMITE LEGGE [kWh/m _{lordi} ² a]	61,01

CALDAIA COND. [kWh/m _{netti} ² a]	81
CALDAIA COND. [kWh/m _{lordi} ² a]	57,72

RINNOVABILI STD[kWh/m _{netti} ² a]	68,76
RINNOVABILI STD[kWh/m _{lordi} ² a]	49,00

RINNOVABILI COPPI [kWh/m _{netti} ² a]	72,77
RINNOVABILI COPPI [kWh/m _{lordi} ² a]	51,86

CASA PASSIVA [kWh/m _{netti} ² a]	28,72
CASA PASSIVA [kWh/m _{lordi} ² a]	20,47
ZERO ENERGIA [kWh/m _{netti} ² a]	1,69
ZERO ENERGIA [kWh/m _{lordi} ² a]	1,20

Tab.5.1.1 – valori del fabbisogno di energia primaria per usi termici delle diverse alternative riferiti alla superficie netta e lorda di Ca' Soldato

Una volta noti i valori di fabbisogno di energia primaria riferiti alla superficie lorda è possibile moltiplicarli per le superfici dei singoli edifici, per avere un dato fabbisogno di energia primaria in kWh/a di tutti gli edifici.

I risultati sono riassunti in tabella:

	EP PER USI TERMICI PER TUTTI GLI EDIFICI CONSIDERATI[kWh/a]
STATO DI FATTO	11342777,46
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	2814326,39
CALDAIA A CONDENSAZIONE	2662778,15
RINNOVABILI STD	2260402,79
RINNOVABILI COPPI	2392226,74
CASA PASSIVA	944135,66
ZERO ENERGIA	55556,73

Tab.5.1.2 – valori del fabbisogno di energia primaria per usi termici delle diverse alternative per tutti gli edifici considerati

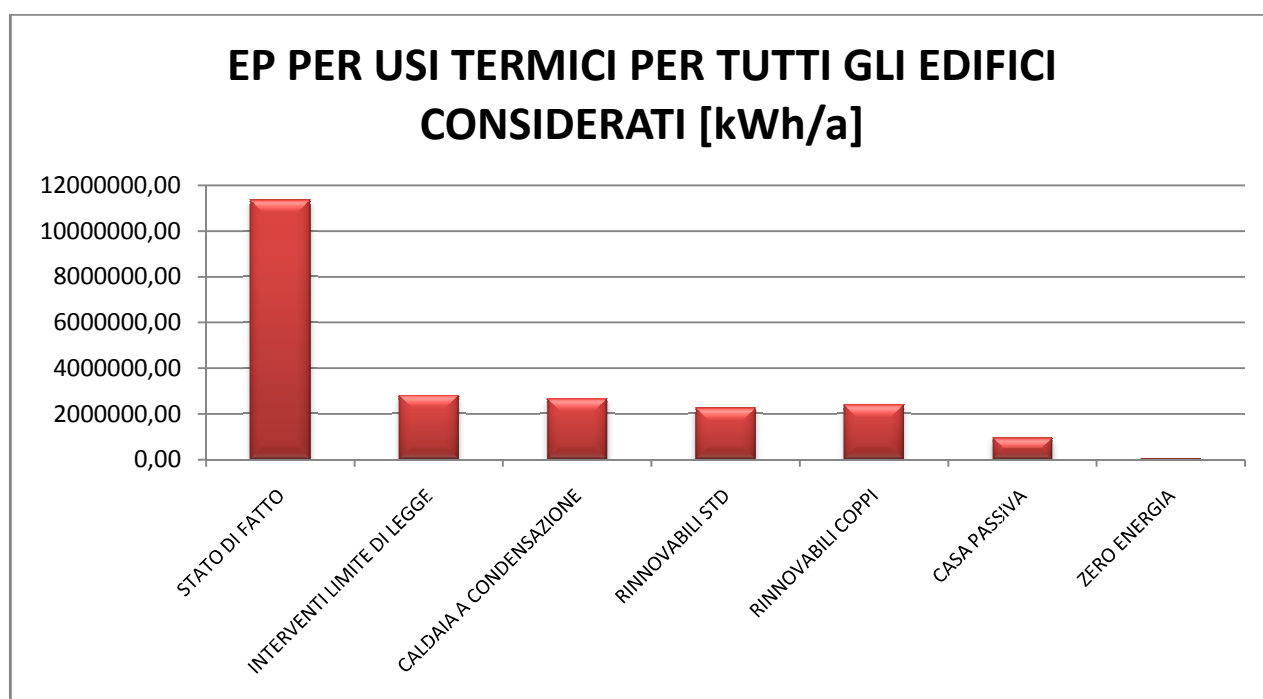


Grafico 5.1.1 – valori del fabbisogno di energia primaria per usi termici delle diverse alternative per tutti gli edifici considerati

In termini di risparmio percentuale si ha:

	RISPARMIO %
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	75,19%
CALDAIA A CONDENSAZIONE	76,52%
RINNOVABILI STD	80,07%
RINNOVABILI COPPI	78,91%
CASA PASSIVA	91,68%
ZERO ENERGIA	99,51%

Tab.5.1.3 – valori del risparmio percentuale di energia primaria delle diverse alternative per tutti gli edifici considerati

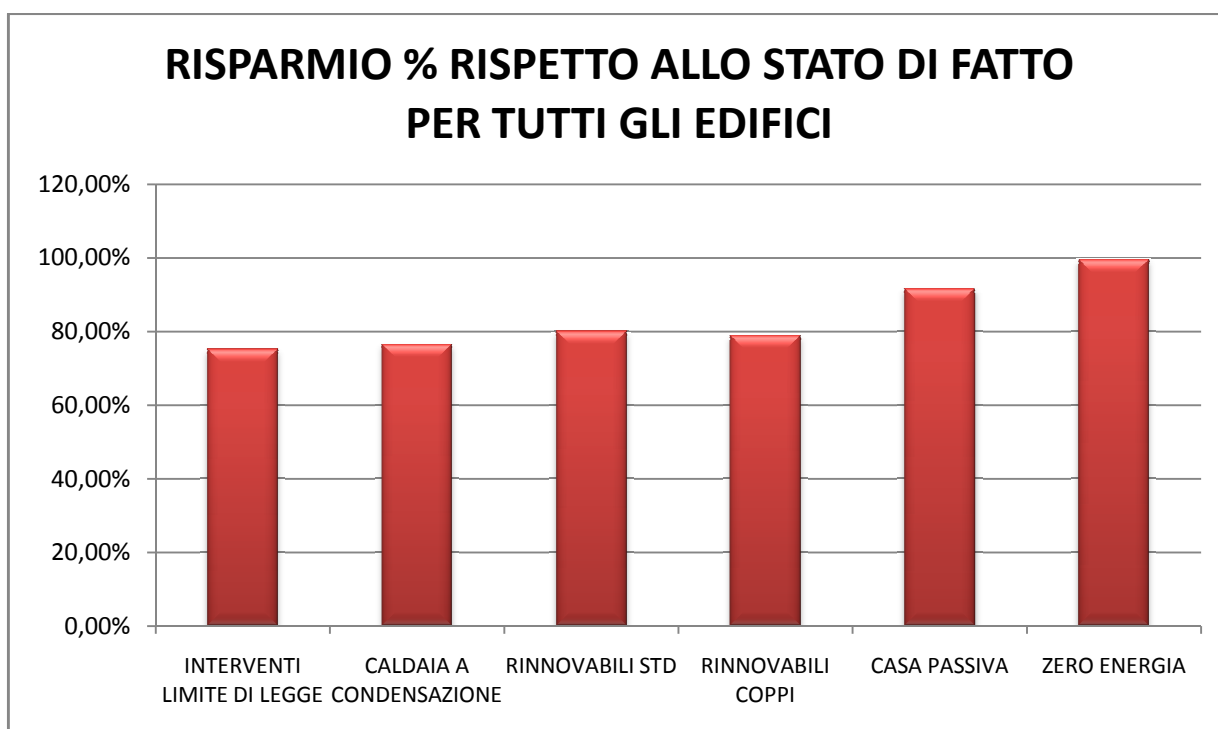


Grafico 5.1.2 – valori del risparmio percentuale di energia primaria delle diverse alternative per tutti gli edifici considerati

Una volta calcolati i risparmi in termini di energia termica, si procede come per il caso di Ca' Soldato, calcolando i costi dei diversi interventi e il risparmio in €/a che essi portano.

Si è scelto così di moltiplicare i costi precedentemente calcolati per il numero di edifici considerati per ottenere la spesa totale di tutti gli 82 edifici.

	COSTO PER UN EDIFICIO [€]	COSTO PER TUTTI GLI EDIFICI [€]
INTERVENTI AL LIMITE DI LEGGE	52683,2885	4320029,657
CALDAIA A CONDENSAZIONE	55283,2885	4533229,657
ENERGIE RINNOVABILI	68783,2885	5640229,657
CASA PASSIVA	154724,636	12687420,15
ZERO ENERGIA	186724,636	15311420,15

Tab.5.1.4 – costo totale dei diversi interventi per ciascun edificio e per tutti gli edifici considerati

Per quanto riguarda il risparmio, si è sempre seguita la procedura utilizzata in precedenza, calcolando il risparmio totale per tutti gli edifici e, dividendo questo valore per il loro numero, si è trovato il risparmio medio di ciascun edificio.

	RISPARMIO PER TUTTI GLI EDIFICI RISPETTO ALLO STATO DI FATTO[€/a]	RISPARMIO PER EDIFICIO RISPETTO ALLO STATO DI FATTO[€/a]
INTERVENTI AL LIMITE DI LEGGE	682276,09	8320,44
CALDAIA A CONDENSAZIONE	694399,94	8468,29
ENERGIE RINNOVABILI	726589,97	9241,85
CASA PASSIVA	754624,75	9202,74
ZERO ENERGIA	902977,66	12154,92

Tab.5.1.5 – risparmio monetario annuale totale per tutti gli edifici considerati e per ciascun edificio

Oltre al risparmio monetario è molto importante calcolare quale sia il guadagno dell'applicazione degli interventi in termini di emissioni di CO₂ evitate, per avere un'idea dei benefici ambientali che le diverse alternative portano al territorio. Anche in questo caso si è deciso di partire dai dati calcolati per Ca' Soldato e di estendere poi l'analisi a tutti gli edifici considerati.

	EMISSIONI PER SINGOLO EDIFICIO [kg/m2]	EMISSIONI PER TUTTI GLI EDIFICI [kg/m2]
STATO DI FATTO	63,06	5170,92
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	12,14	995,48
CALDAIA A CONDENSAZIONE	11,37	932,34
RINNOVABILI STD	10,44	856,08
CASA PASSIVA	0,79	64,78
ZERO ENERGIA	0,04	3,28

Tab.5.1.6 – emissioni di CO₂ per le diverse alternative di intervento per singolo edificio e per tutti gli edifici

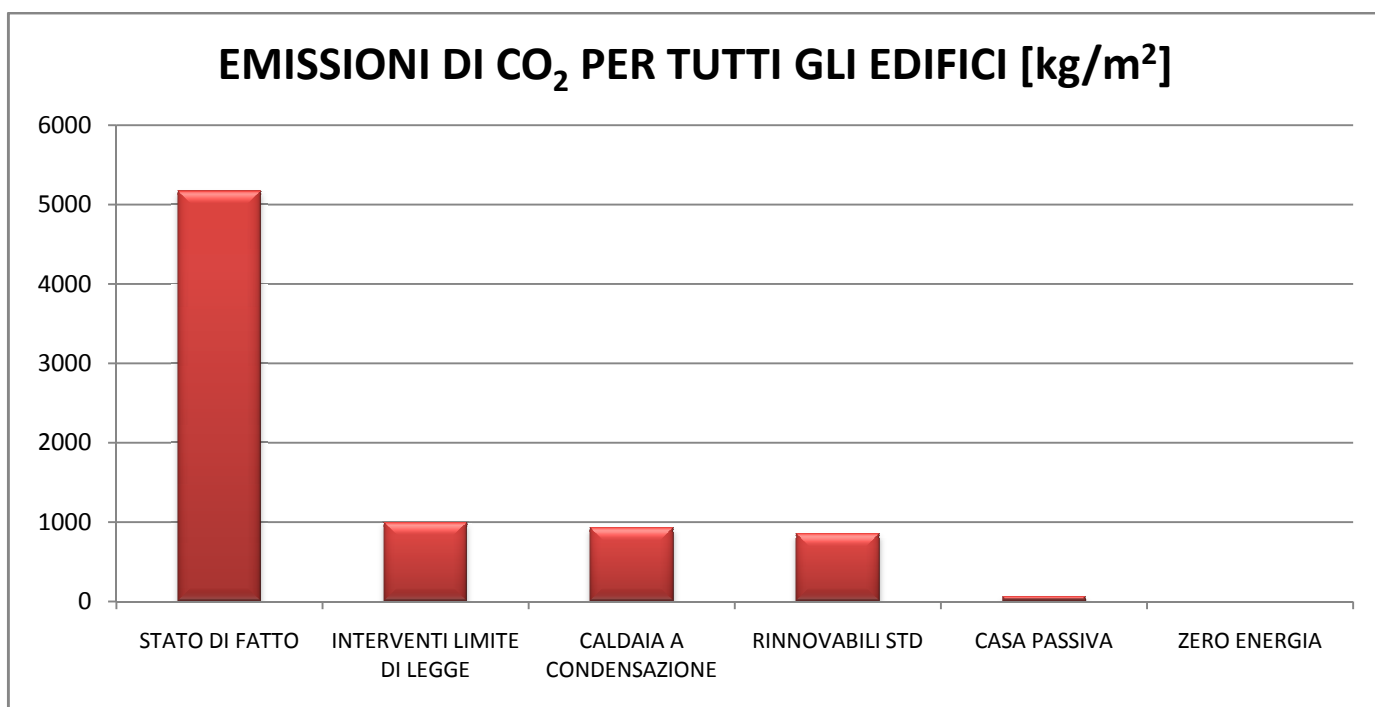


Grafico 5.1.3 – emissioni di CO₂ per le diverse alternative di intervento per tutti gli edifici

Una volta note le emissioni di CO₂ per i singoli casi è possibile valutare la percentuale di emissioni evitate.

	EMISSIONI CO ₂ EVITATE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO [kg/m ²]	EMISSIONI CO ₂ EVITATE % RISPETTO ALLO STATO DI FATTO
STATO DI FATTO		
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	4175,44	80,75%
CALDAIA A CONDENSAZIONE	4238,58	81,97%
RINNOVABILI STD	4314,84	83,44%
CASA PASSIVA	5106,14	98,75%
ZERO ENERGIA	5167,64	99,94%

Tab.5.1.7 – emissioni di CO₂ evitate per le diverse alternative di intervento per tutti gli edifici rispetto allo stato di fatto

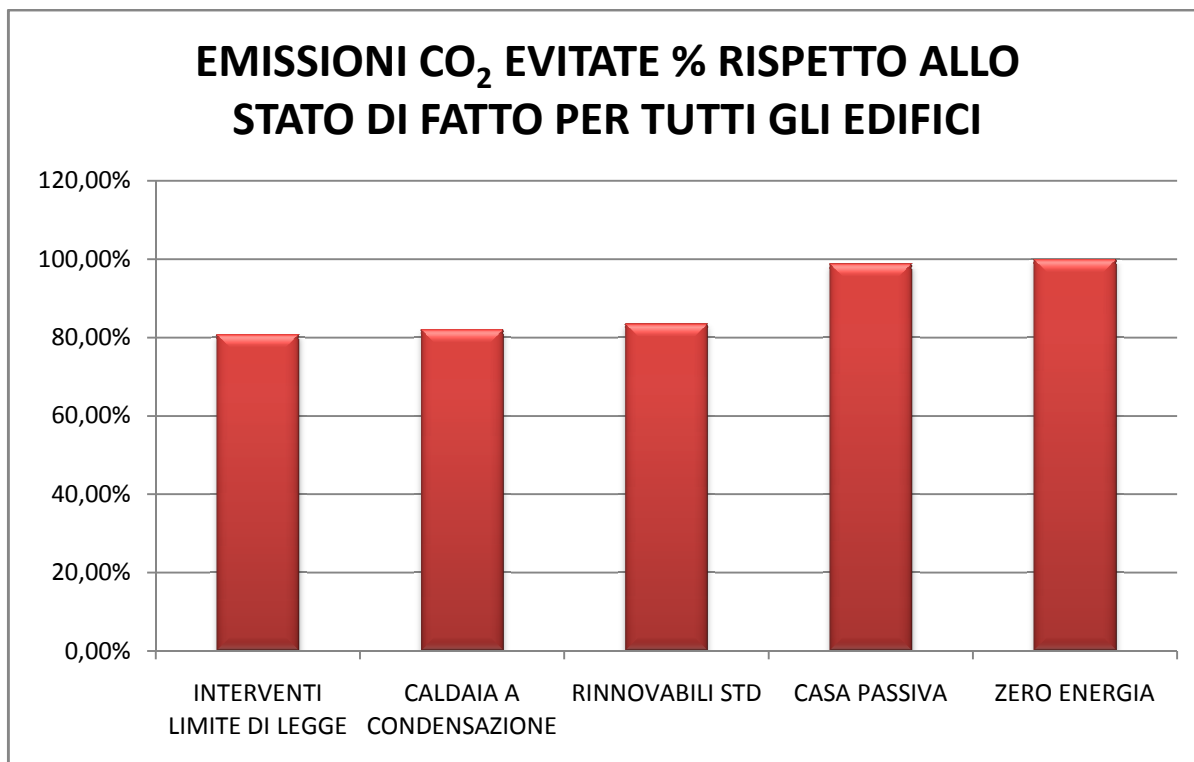


Grafico 5.1.4 – emissioni di CO₂ evitate per le diverse alternative di intervento per tutti gli edifici rispetto allo stato di fatto

Come si può vedere gli interventi di casa passiva e zero energia portano ad un abbattimento totale, o quasi, di emissioni di CO₂ equivalente, con indubbi benefici per il territorio del parco. Ovviamente questo deriva dal fatto che i sistemi di riscaldamento e produzione di ACS siano progettati in modo tale da limitare al massimo le emissioni, dal contributo delle energie rinnovabili, e dal fatto che i consumi, grazie all'isolamento dell'involucro, siano molto bassi.

5.2 – APPLICAZIONE DEGLI INTERVENTI AGLI EDIFICI DEL TUTTO SIMILI A CA' SOLDATO

Lo stesso procedimento viene applicato ad un numero più limitato di edifici, ovvero solo a quelli che hanno diverse caratteristiche comuni a Ca' Soldato, in particolare:

- Stesso periodo di costruzione;
- Stessa forma in pianta;
- Stessa esposizione della facciata principale (Sud, Sud/Est o Sud/Ovest);
- Stesso numero di piani.

Come per il caso precedente vengono calcolati i fabbisogni di energia primaria per usi termici per ciascuna alternativa di intervento e viene calcolato il relativo risparmio percentuale.

	EP PER USI TERMICI PER TUTTI GLI EDIFICI CONSIDERATI [kWh/a]
STATO DI FATTO	2764580,52
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	685937,10
CALDAIA A CONDENSAZIONE	649000,18
RINNOVABILI STD	550929,04
RINNOVABILI COPPI	583058,56
CASA PASSIVA	226509,07
ZERO ENERGIA	13540,87

Tab.5.2.1 – valori del fabbisogno di energia primaria per usi termici delle diverse alternative per tutti gli edifici considerati

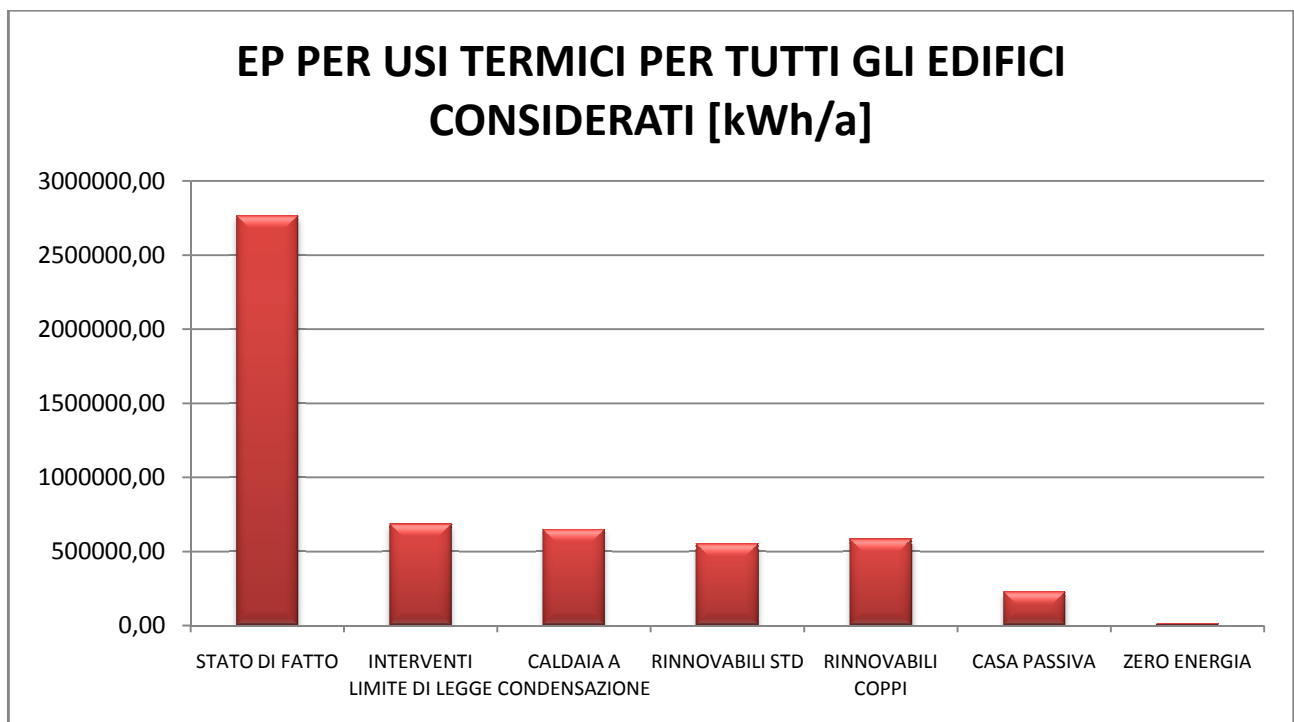


Grafico 5.2.1 – valori del fabbisogno di energia primaria per usi termici delle diverse alternative per tutti gli edifici considerati

	RISPARMIO % RISPETTO ALLO STATO DI FATTO
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	75,19%
CALDAIA A CONDENSAZIONE	76,52%
RINNOVABILI STD	80,07%
RINNOVABILI COPPI	78,91%
CASA PASSIVA	91,81%
ZERO ENERGIA	99,51%

Tab.5.2.2 – valori del risparmio percentuale di energia primaria delle diverse alternative per tutti gli edifici considerati

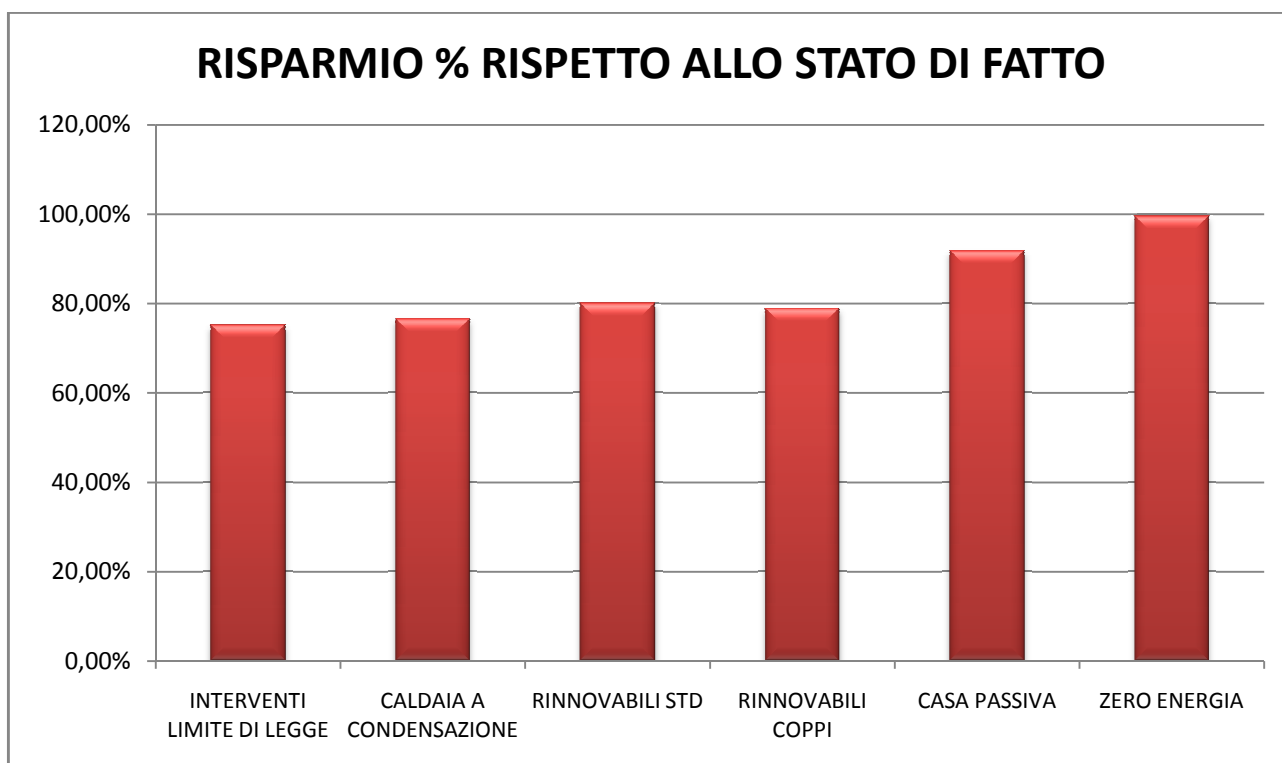


Grafico5.2.2 – valori del risparmio percentuale di energia primaria delle diverse alternative per tutti gli edifici considerati

Anche in questo caso si è deciso di estendere i costi di intervento per un singolo edificio a tutti quelli presi in considerazione, che, con questa selezione, risultano essere 27.

	COSTO PER UN EDIFICIO [€]	COSTO PER TUTTI GLI EDIFICI [€]
INTERVENTI AL LIMITE DI LEGGE	52683,2885	1422448,79
CALDAIA A CONDENSAZIONE	55283,2885	1492648,79
ENERGIE RINNOVABILI	68783,2885	1857148,79
CASA PASSIVA	154724,636	4177565,172
ZERO ENERGIA	186724,636	5041565,172

Tab.5.2.3 – costo totale dei diversi interventi per ciascun edificio e per tutti gli edifici considerati

	RISPARMIO TOTALE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO[€/a]	RISPARMIO PER EDIFICIO RISPETTO ALLO STATO DI FATTO [€/a]
INTERVENTI AL LIMITE DI LEGGE	166291,47	6158,94
CALDAIA A CONDENSAZIONE	169246,43	6268,39
ENERGIE RINNOVABILI	177092,12	6558,97
CASA PASSIVA	184213,49	6822,72
ZERO ENERGIA	201250,95	7453,74

Tab.5.2.4 – risparmio monetario annuale totale per tutti gli edifici considerati e per ciascun edificio rispetto allo stato di fatto

Successivamente sono state stimate le emissioni di CO₂ partendo da quelle di Ca' soldato per ciascun intervento, e la relativa percentuale di emissioni evitate.

	EMISSIONI CO₂ PER SINGOLO EDIFICIO kg/m²	EMISSIONI CO₂ PER TUTTI GLI EDIFICI [kg/m²]
STATO DI FATTO	63,06	1702,62
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	12,14	327,78
CALDAIA A CONDENSAZIONE	11,37	306,99
RINNOVABILI STD	10,44	281,88
RINNOVABILI COPPI	0,79	21,33
CASA PASSIVA	0,04	1,08
ZERO ENERGIA	0	0

Tab.5.2.5 – emissioni di CO₂ per le diverse alternative di intervento per tutti gli edifici

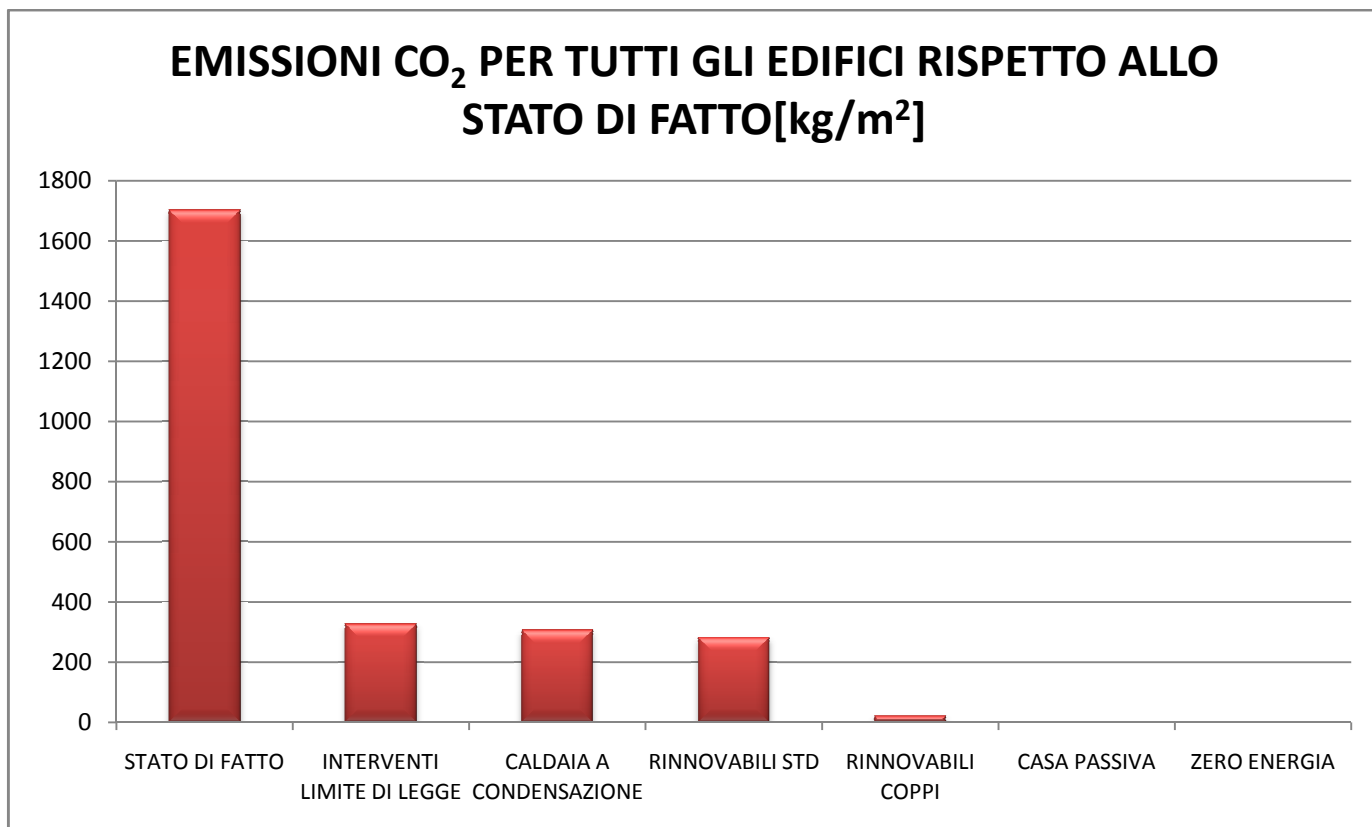


Grafico 5.2.3 – emissioni di CO₂ per le diverse alternative di intervento per tutti gli edifici

	EMISSIONI CO ₂ EVITATE RISPETTO ALLO STATO DI FATTO[kg/m ²]	EMISSIONI CO ₂ EVITATE % RISPETTO ALLO STATO DI FATTO
STATO DI FATTO		
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	1374,84	80,75%
CALDAIA A CONDENSAZIONE	1395,63	81,97%
RINNOVABILI STD	1420,74	83,44%
RINNOVABILI COPPI	1681,29	98,75%
CASA PASSIVA	1701,54	99,94%
ZERO ENERGIA	1702,62	100,00%

Tab.5.2.6 – emissioni di CO₂ evitate per le diverse alternative di intervento per tutti gli edifici rispetto allo stato di fatto

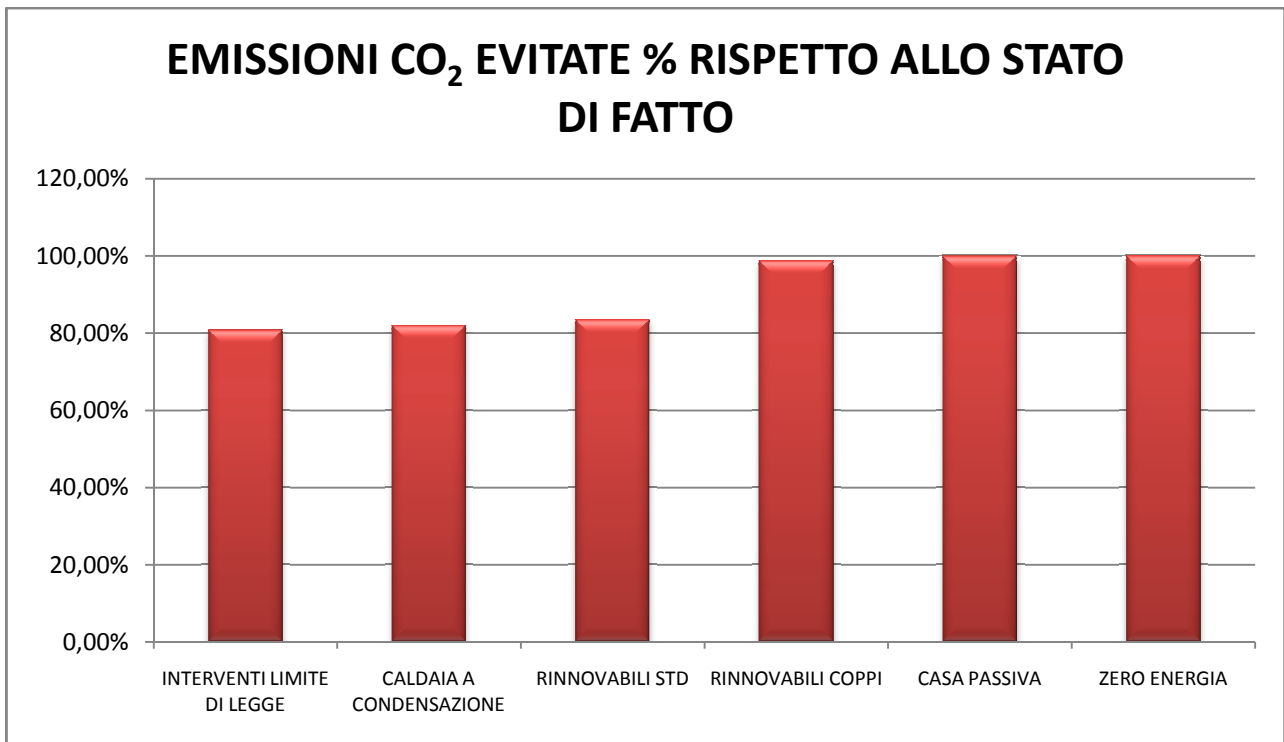


Grafico 5.2.4 – emissioni di CO₂ evitate per le diverse alternative di intervento per tutti gli edifici rispetto allo stato di fatto

Ovviamente i risultati ottenuti in questo caso sono del tutto analoghi a quelli relativi al caso precedente, tranne che per il numero di edifici considerato.

CONCLUSIONI

Dall'indagine ISTAT del 2001 sul patrimonio edilizio italiano è risultato che sul territorio nazionale sono presenti circa 13 milioni di fabbricati, di cui l'87% è destinato all'uso residenziale. Inoltre circa il 20% del patrimonio edilizio italiano è stato costruito prima del 1919, il 50% è costituito da due piani e il 61,5% è in muratura portante (fonte: ENEA, 2008, *"Energia efficiente per l'edificio – normativa e tecnologie"*).

Da questa breve analisi si può capire come in Italia si viva prevalentemente in edifici piccoli, in muratura e con un periodo di costruzione che risale agli anni '20.

Il settore dell'efficienza energetica degli edifici si sta evolvendo in modo molto veloce in Europa, ma anche a livello nazionale. La maggior parte delle norme in campo di efficienza energetica si concentra sugli immobili di nuova costruzione, ma è dalla riqualificazione degli edifici esistenti con basse prestazioni energetiche che si possono avere i risultati più significativi, soprattutto viste le considerazioni sul patrimonio edilizio italiano fatte in precedenza.

Il presente elaborato di tesi si concentra proprio sugli edifici esistenti, costruiti più di 60 anni fa, con delle prestazioni energetiche decisamente scarse e un fabbisogno di energia primaria per usi termici molto alto. Dalla simulazione dello stato di fatto di Ca' Soldato, l'edificio scelto come rappresentativo, è risultato infatti che il suo fabbisogno di energia primaria è pari a 345,04 kWh/m²a che, secondo la classificazione della Regione Lombardia, corrisponde ad una classe energetica G.

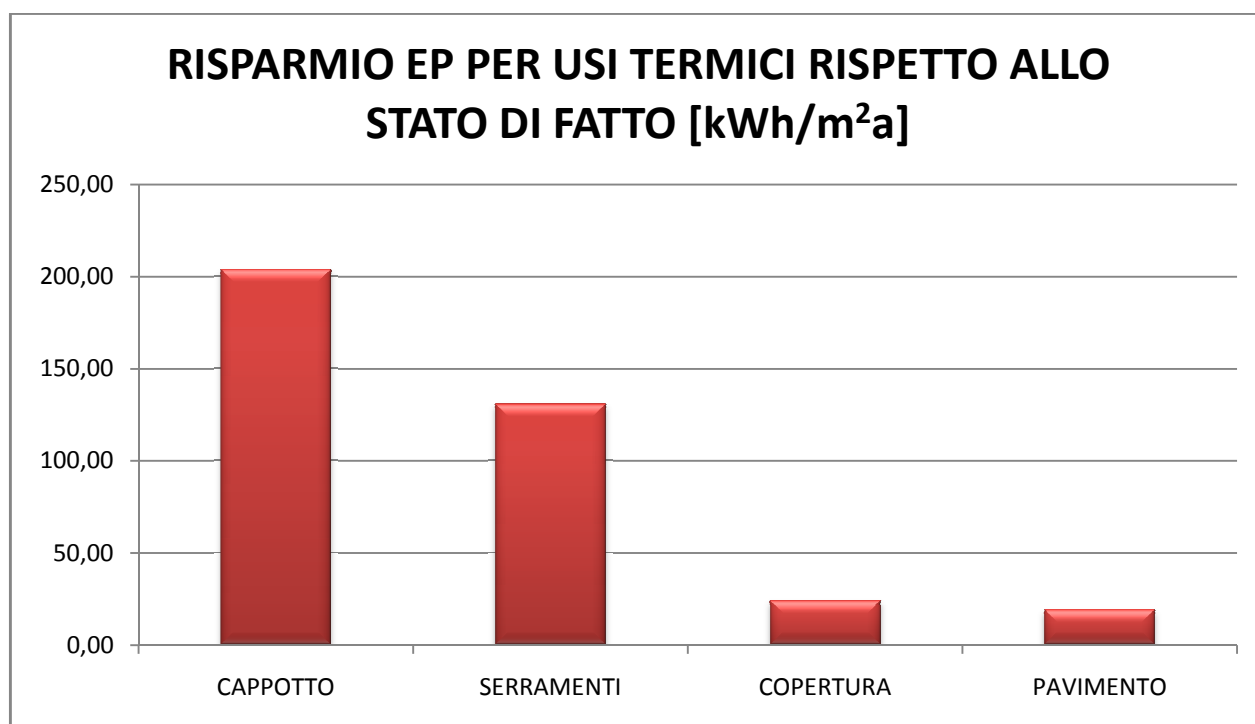
Il motivo principale di questo alto consumo deriva dallo scarso isolamento dell'involucro, che porta ad avere delle grandi dispersioni di calore durante il periodo invernale e quindi un maggior fabbisogno di energia per il riscaldamento.

Proprio per questo motivo la prima alternativa di intervento si concentra sugli interventi relativi all'involucro edilizio, prevedendo un miglior isolamento degli elementi disperdenti opachi e la sostituzione dei serramenti, mantenendo invariato il sistema di generazione. L'isolamento dei diversi elementi è stato progettato tenendo come riferimento i valori limite di trasmittanza dati dal DGR 8745 per la zona climatica E, raggiungendo così i limiti di legge. Ricalcolando poi il fabbisogno di energia primaria con il software CENED+, si è potuto constatare che Ca' Soldato è passata da una classe energetica G ad una C, con un consumo di energia per usi termici pari a 85,61 kWh/m²a, circa la metà rispetto allo stato di fatto.

Oltre ai benefici derivanti dal minor consumo energetico, questa alternativa di progetto porta ad un abbattimento dell'80% circa delle emissioni di CO₂ equivalente, le quali passano da un valore di 63,06 kg/m² a 12,14 kg/m². Questa riduzione è dovuta sicuramente al minor funzionamento del sistema di generazione di Ca' Soldato, a sua volta dovuto dall'abbattimento delle dispersioni di calore per trasmissione e ventilazione.

Se si considerano i singoli interventi sull'involucro che hanno permesso di rientrare nei limiti di legge, si può notare come siano due quelli che portano i maggiori benefici in termini di minor consumo energetico. Primo fra tutti è l'intervento relativo all'isolamento delle pareti perimetrali, il quale permette di avere un risparmio energetico per usi termici di circa 200 kWh/m²a. Anche la sostituzione dei serramenti permette di avere un buon risparmio, pari circa a 130 kWh/m²a.

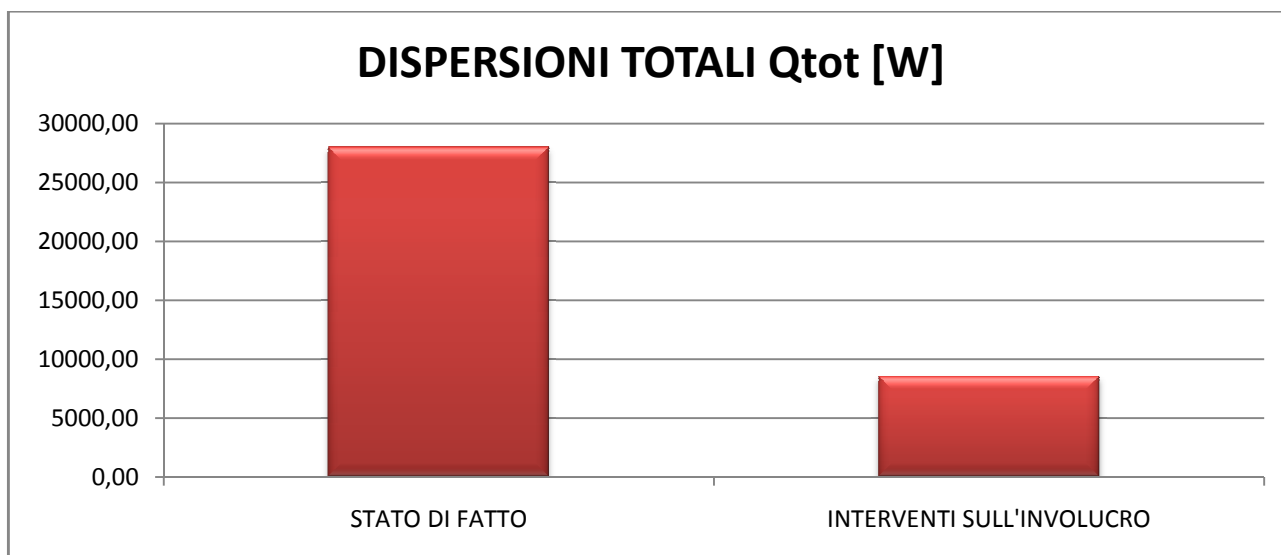
	RISPARMIO EP PER USI TERMICI RISPETTO ALLO STATO DI FATTO [kWh/m ² a]
CAPPOTTO	203,81
SERRAMENTI	130,81
COPERTURA	24,15
PAVIMENTO	19,21



Oltre ai benefici in termini energetici, gli interventi sopra citati sono quelli che permettono un maggior abbattimento di emissioni di CO₂ e , in particolare, l'intervento a cappotto fa sì che si abbiano circa 8 t di CO₂ emessa in meno all'anno.

Come visto in precedenza, grazie all'isolamento dell'involucro l'edificio preso come modello rientra nei valori limite per legge per il consumo di energia primaria per il riscaldamento. Oltre a questo, però, l'obiettivo è quello di raggiungere un'alta efficienza energetica, motivo per cui il passo successivo è stato quello di sostituire il sistema di generazione presente, ovvero una caldaia murale standard, con una caldaia a condensazione ad alto rendimento. Per poter scegliere la potenza della caldaia è stato fatto un nuovo calcolo della potenza dispersa di Ca' Soldato, considerando le trasmittanze dei nuovi elementi di involucro. Facendo ciò si è trovata la potenza necessaria da installare per il riscaldamento e la produzione di ACS, risultata pari a circa 13 kW, a fronte dei 32 kW della caldaia murale installata precedentemente. Con il nuovo isolamento, quindi, la potenza della caldaia si riduce notevolmente, portando così ad un risparmio economico notevole.

	DISPERSIONI TOTALI Qtot [W]
STATO DI FATTO	27966,39
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	8525,81



	POTENZA PER IL RISCALDAMENTO [kW]	POTENZA PER ACS [kW]	POTENZA DELLA CALDAIA [kW]
STATO DI FATTO	28	4	32
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	9	4	13

Con questo ulteriore intervento il fabbisogno di energia primaria scende a 81 kWh/m² e le emissioni di CO₂ diminuiscono ancora del 6%.

Sempre nell'ottica del miglioramento dell'efficienza energetica di Ca' Soldato e in quella del rispetto delle normative di riferimento, è stato scelto di installare dei sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili e, in particolare, di prevedere un impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria e di un impianto fotovoltaico per la produzione di 1 kWp, come indicano alcuni primi riferimenti normativi sul territorio nazionale.

Tutti gli interventi descritti fino ad ora miravano alla realizzazione di un edificio con delle buone prestazioni energetiche. Il passo successivo è quello di puntare ad avere una ristrutturazione che permetta di arrivare ad un edificio quasi a zero energia.

Per fare ciò si è scelto innanzitutto di prevedere un'alternativa di progetto per la trasformazione di Ca' Soldato in casa passiva, seguendo le linee guida di Passivhaus, il quale da dei valori limite in termini di fabbisogno di energy need per il riscaldamento e il raffrescamento, nonché in termini di fabbisogno totale (riscaldamento+ACS+illuminazione+elettrodomestici) di energia primaria. Si sono quindi ricostruite le stratigrafie dei diversi elementi disperdenti così da super isolare l'involucro ed è stato introdotto un sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore, oltre che i sistemi schermanti per le superfici trasparenti, fondamentali per un buon controllo del bilancio termico dell'edificio. Per Ca' Soldato sono state scelte delle schermature solari esterne, opache di colore bianco, tenendo sempre conto dei vincoli paesistici imposti all'edificio e non andando quindi a deturpare la facciata esistente, così da garantire una

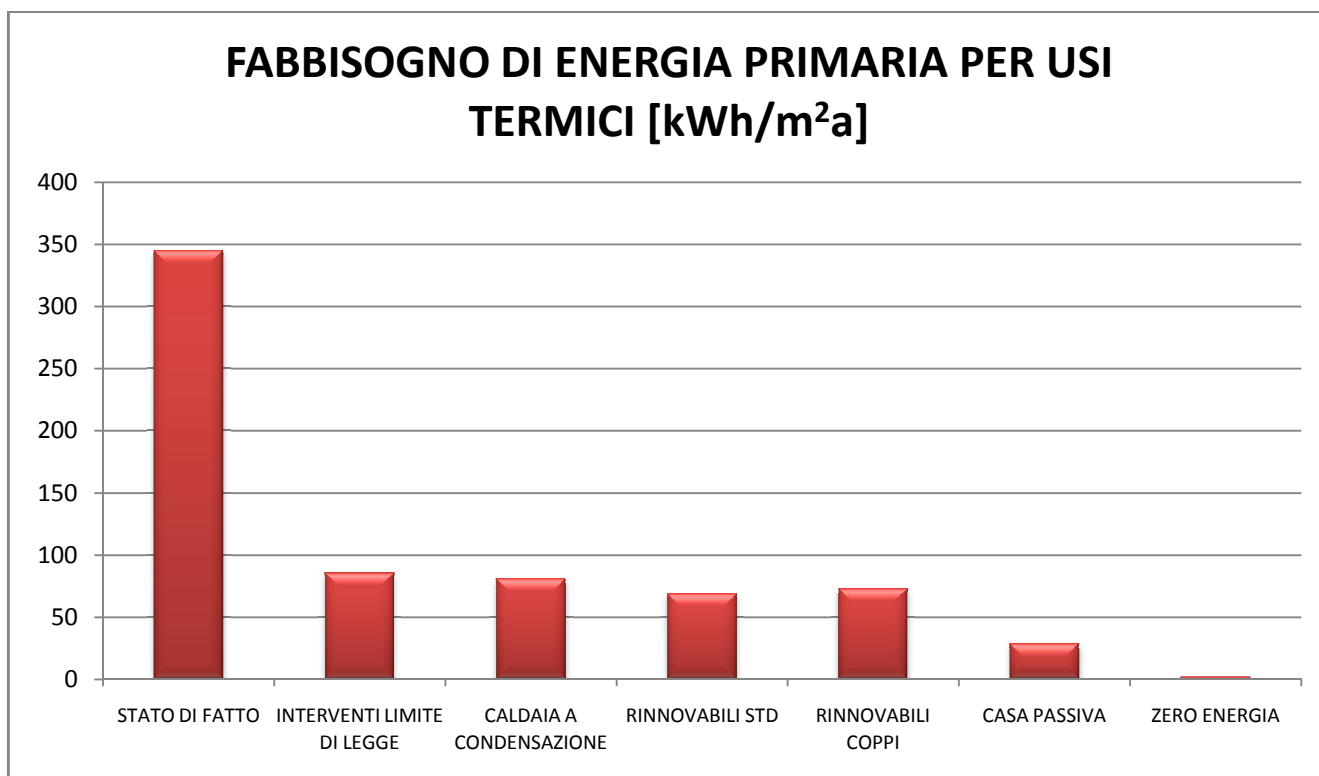
buona protezione dall'irraggiamento solare durante la stagione estiva, elemento fondamentale nelle case passive molto ben isolate che disperdono molto poco calore verso l'esterno. In assenza, quindi, delle schermature adatte all'edificio considerato, c'è il rischio di un surriscaldamento dei locali durante i periodi caldi.

Grazie a questo nuovo intervento il fabbisogno di energia primaria per usi termici si abbassa fino ad un valore di 28,27 kWh/m²a e le emissioni di CO₂ di riducono quasi a zero.

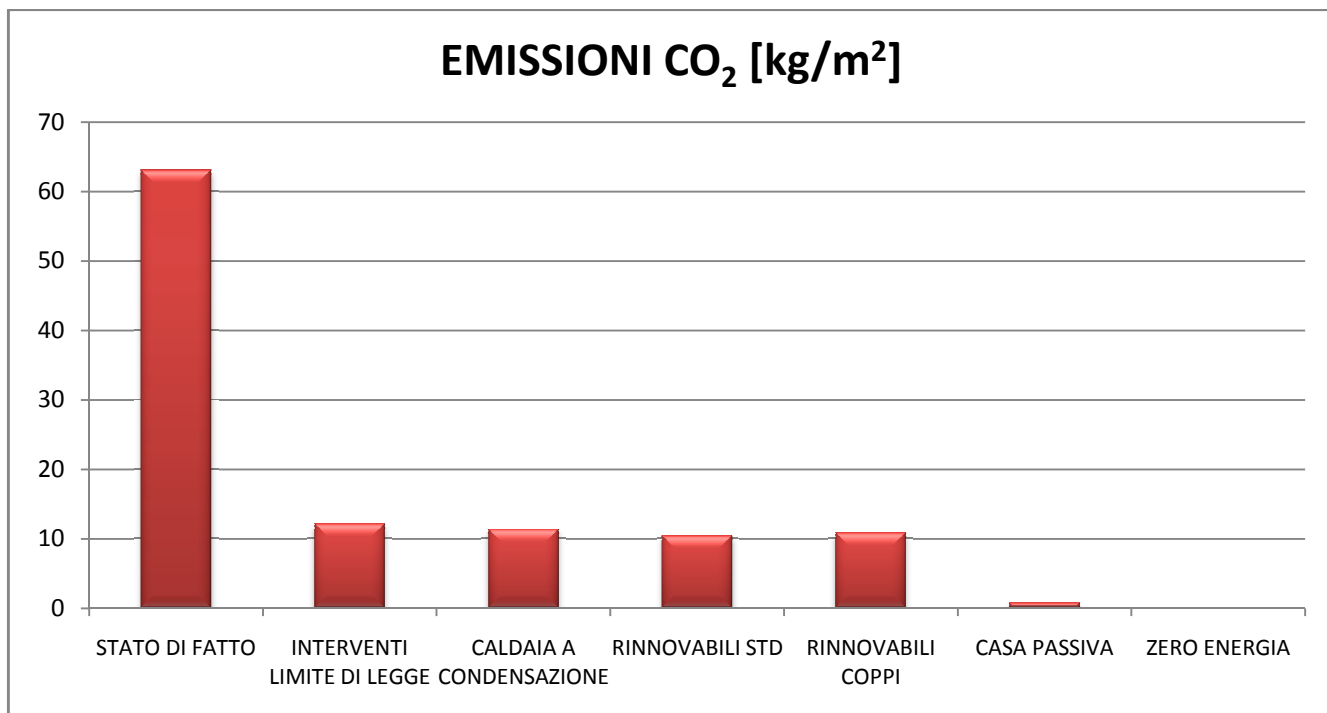
L'ultimo passaggio consiste nel prevedere la copertura dei fabbisogni energetici con fonti rinnovabili, scegliendo ancora una volta un sistema solare termico e fotovoltaico, così da arrivare all'obiettivo di avere un edificio quasi a zero energia con un fabbisogno di energia primaria per usi termici pari a 1,69 kWh/m²a.

Da questi risultati si può vedere come la riqualificazione energetica di un edificio esistente possa portare dei notevoli benefici di tipo ambientale, sia in termini di riduzione di consumi energetici, che in termini di emissioni di CO₂.

	FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER USI TERMICI [kWh/m ² a]
STATO DI FATTO	345,04
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	85,61
CALDAIA A CONDENSAZIONE	81
RINNOVABILI STD	68,76
RINNOVABILI COPPI	72,77
CASA PASSIVA	28,72
ZERO ENERGIA	1,69



	EMISSIONI CO ₂ [kg/m ²]
STATO DI FATTO	63,06
INTERVENTI LIMITE DI LEGGE	12,14
CALDAIA A CONDENSAZIONE	11,37
RINNOVABILI STD	10,44
RINNOVABILI COPPI	10,86
CASA PASSIVA	0,79
ZERO ENERGIA	0,04



Ampliando poi questa soluzione agli altri edifici residenziali del Parco per cui Ca' Soldato è rappresentativo, si può ben capire come questi benefici abbiano un notevole impatto a livello territoriale, sia in termini di consumi energetici che di inquinamento.

Confrontando infatti i tre casi relativi alla riqualificazione solo di Ca' Soldato, a quella di tutti gli edifici costruiti prima del 1950 e al caso in cui si considerano solo quelli con molte caratteristiche uguali all'edificio rappresentativo, si può vedere come migliorando la prestazione energetica di molti edifici, si possano avere dei benefici molto importanti.

Prendendo ad esempio il caso con i soli interventi al limite di legge, si ha una diminuzione dell'80% delle emissioni di CO₂, che corrisponde ad un abbattimento di circa 50 kg/m² di CO₂ emessa. Ampliando questo intervento ad 82 edifici presenti all'interno del territorio del Parco del Curone, si ha un abbattimento di 4175 kg/m², ovvero circa 4 t/m². Calcolando le tonnellate totali, moltiplicando cioè questo valore per la superficie di Ca' Soldato, si ha che l'abbattimento è di circa 800 t di CO₂ all'anno.

Volendo poi analizzare delle alternative migliori dal punto di vista energetico, come ad esempio quella relativa alla casa passiva o addirittura all'edificio a zero energia, si ha un abbattimento quasi totale delle emissioni, arrivando a quasi 1000 t di CO₂ in meno all'anno rispetto allo stato attuale (considerando sempre 82 edifici).

Ovviamente oltre ai benefici che le diverse alternative di progetto portano è importante valutare anche i costi dei diversi interventi e i relativi risparmi monetari annuali. Per questo per ciascuna ipotesi di intervento sono stati calcolati i costi totali prendendo in considerazione i prezzi dati dal prezzario ufficiale della Regione Lombardia per le opere pubbliche.

	COSTO DELL'INTERVENTO [€]
INTERVENTI AL LIMITE DI LEGGE	52683,29
CALDAIA A CONDENSAZIONE	55283,29
SOLARE STANDARD	68783,29
CASA PASSIVA	154724,64
ZERO ENERGIA	186724,64

	RISPARMIO [€/a]
INTERVENTI AL LIMITE DI LEGGE	4150,88
CALDAIA A CONDENSAZIONE	4224,64
SOLARE STANDARD	4801,48
CASA PASSIVA	5061,12
ZERO ENERGIA	6636,60

Come si può vedere dalla tabella l'intervento che permette di raggiungere il limite di legge ha un costo di circa 53000 € e porta ad un risparmio annuale di circa 4200 € all'anno. Ovviamente per le alternative più efficienti si hanno dei costi che arrivano fino ed oltre al triplo.

Nell'ottica dell'obiettivo di questa tesi, che è quello di stilare delle linee guida per la riqualificazione degli edifici del Parco del Curone, si sono cercate delle alternative che permettessero di migliorare le prestazioni energetiche di un edificio scelto come rappresentativo per capire quali fossero i benefici sul territorio una volta applicate le ipotesi di progetto al parco edilizio.

Si è quindi proceduto passo per passo sempre tenendo conto di quale fosse l'obiettivo finale, ovvero arrivare ad avere un edificio a zero energia. Ovviamente, come si può vedere dalle tabelle sopra riportate, trasformare l'intero parco edilizio residenziale in edifici a zero energia porterebbe ad un costo molto elevato, probabilmente non sostenibile da chiunque.

Per questo si sono sviluppate delle alternative intermedie, più facilmente implementabili a livello di costi, che permettessero comunque di rientrare nei limiti di legge imposti dalla Regione Lombardia per il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento.

Si può quindi ipotizzare che sull'intero patrimonio edilizio del Parco del Curone si applichi una soluzione al limite di legge, con notevoli benefici per il territorio, e con una sostenibilità anche a livello di spesa per l'investimento.

BIBLIOGRAFIA

Szokolay Steven V.,(2006),*Introduzione alla progettazione sostenibile*,Hoepli

Silvia Tenderini, (2003), *Montevecchia e la Valle del Curone*,Bellavite editore in Missaglia

e-ERG, (2009), *Passivhaus per il sud dell'Europa – linee guida per la progettazione*

A.A.V.V.,(2009), *Manuale CENED+*

Grignon-Massé L., Marchio D. et Al.(2009),*KeepCool 2 Project, Deliverable 2.1 - Base case analysis*

Grignon-Massé L., Marchio D. et Al.(2009),*KeepCool 2 Project, Deliverable 2.4 - Selection and specification of energy efficiency improvement actions*

UNI TS 11300 – 1/2008, *Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.*

UNI TS 11300 – 2/2008, *Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.*

UNI EN 13790, *Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.*

UNI EN 15316, *Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto.*

UNI EN ISO 10077-1/2002,*Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato*

UNI 7357/1974,*Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici – coefficiente liminari*

UNI EN 12975-1/2002 – *Solar collectors – general requirements*

UNI EN ISO 6946/1999 – *Componenti ed elementi per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.*

UNI 10351/1994,*Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore*

UNI 10355/1994 - *Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.*

UNI EN 15316-4-3/2008, *Method for calculation of system energy requirements and system Efficiencies – Part 4-3: Heat generation systems, thermal solar systems*

UNI EN 1745 – *Muratura e prodotti per muratura – Metodi per valutare la resistenza termica di progetto.*

UNI 8477 – 1, *Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.*

UNI EN 13363 – 1, *Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza solare luminosa – Metodo semplificato.*

UNI 10339, *Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalita, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.*

UNI 10349, *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.*

UNI EN ISO 14683, *Ponti termici in edilizia – Coefficienti di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento.*

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.*

UNI EN 15193, *Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione.*

UNI EN 12464, *Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni.*

DGR VIII 8745/2008, *Determinazioni in merito alle disposizioni per l'efficienza energetica in edilizia e per la certificazione energetica degli edifici*

DR 5796/11-06-09, *Aggiornamento della procedura di calcolo per la certificazione energetica degli edifici*

DR 5796/11-06-09, *Allegato – procedura di calcolo per la certificazione energetica degli edifici*

REGIONE LOMBARDIA (2009), *Prezziario delle opere pubbliche*

DM 5/5/2011, *Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.*

SITOGRAFIA

<http://www.parcocurone.it/>

<http://www.rockwool.it/casa+passiva/cos'%C3%A8+una+casa+passiva>

<http://www.nextville.it/index/269>

<http://www.vaillant.it/Professionisti/gamma-completa-sistemi-prodotti/>

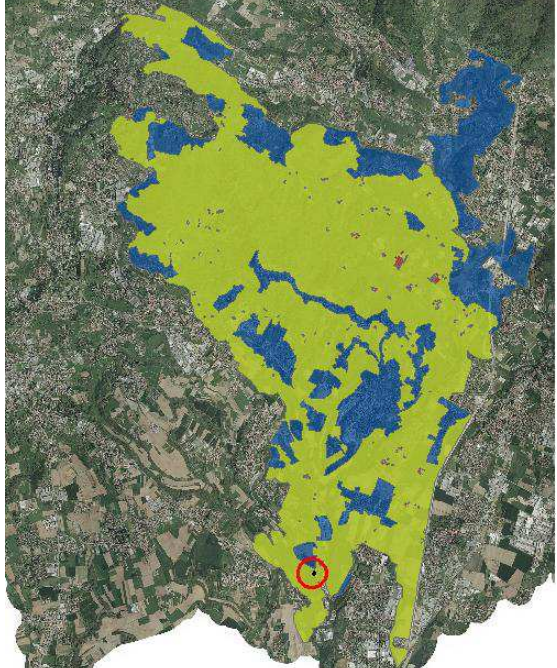
<http://www.enea.it/it>

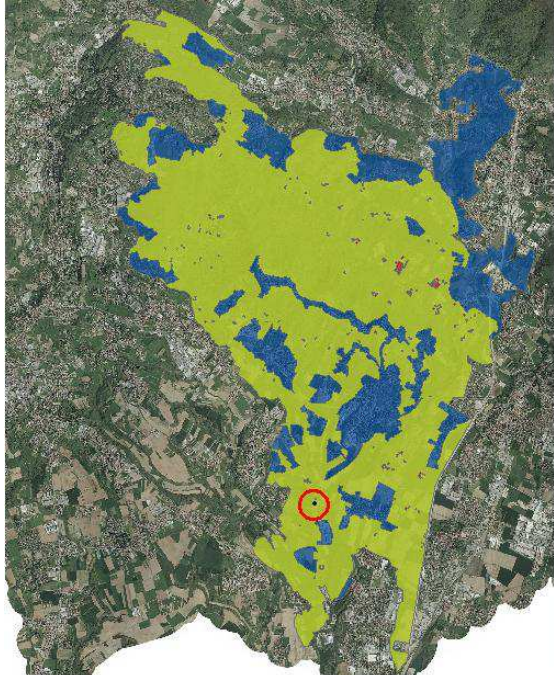
<http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm>

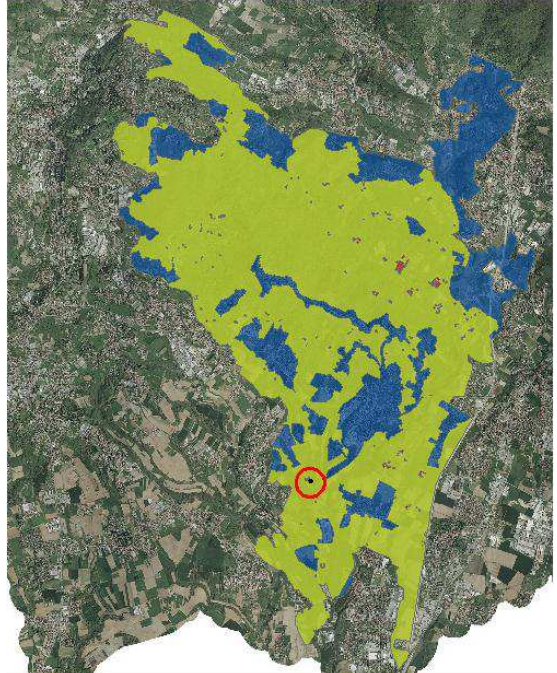
ALLEGATO I

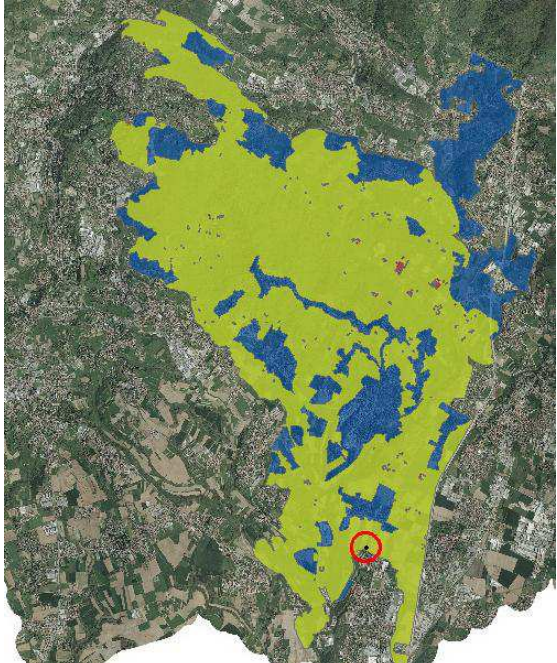
SCHEDE DI ANALISI DEL PATRIMONIO

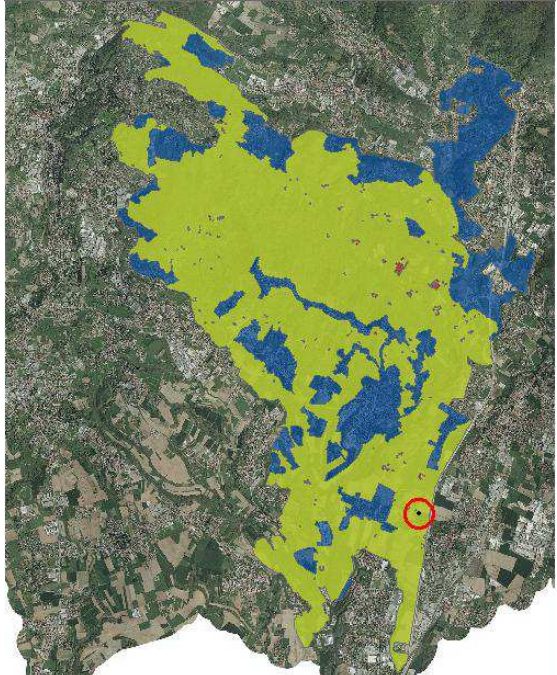
EDILIZIO

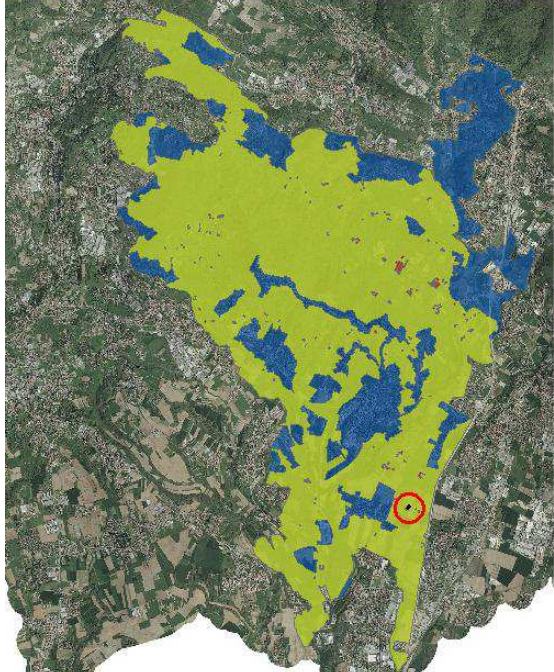
<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 1</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: LOMAGNA FRAZIONE: TRICODAGLIO VIA: RAFFAELLO SANZIO</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE DELL'IMPRONTA IN PIANTA: 260 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 585,39 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input checked="" type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input checked="" type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>CASCINA RISTRUTTURATA AD EDIFICIO RESIDENZIALE CON PARTE DESTINATA A RISTORANTE</p>
	

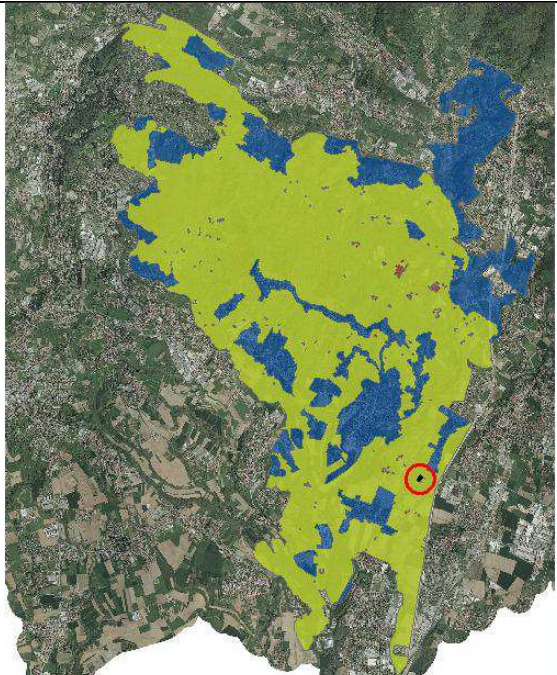
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 5	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: OSNAGO FRAZIONE: BRUGHIERA VIA: DELLA BRUGHIERA ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 300 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input checked="" type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 760,39 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input checked="" type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE EDIFICIO RESIDENZIALE
	

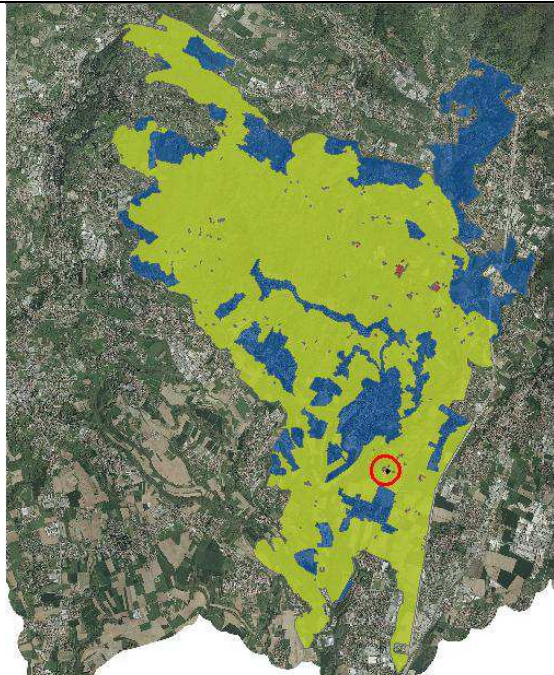
<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 8</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: OSNAGO FRAZIONE: TRECATE VIA: PER TRECATE</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 187 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 301,34 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FOTOVOLTAICO</p> <p>TERMICO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>EDIFICIO RESIDENZIALE</p> 

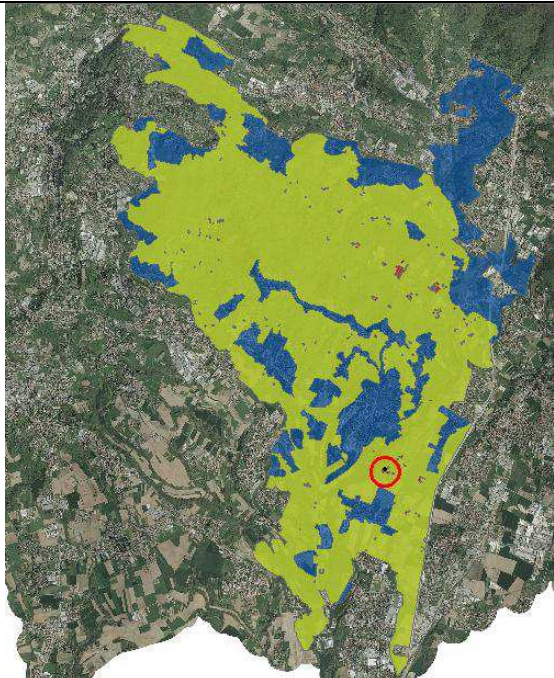
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 16	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: LOMAGNA FRAZIONE: LOMAGNA VIA: T. EDISON, 21 ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 218 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input checked="" type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 357,24 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input checked="" type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE EDIFICIO RESIDENZIALE
	

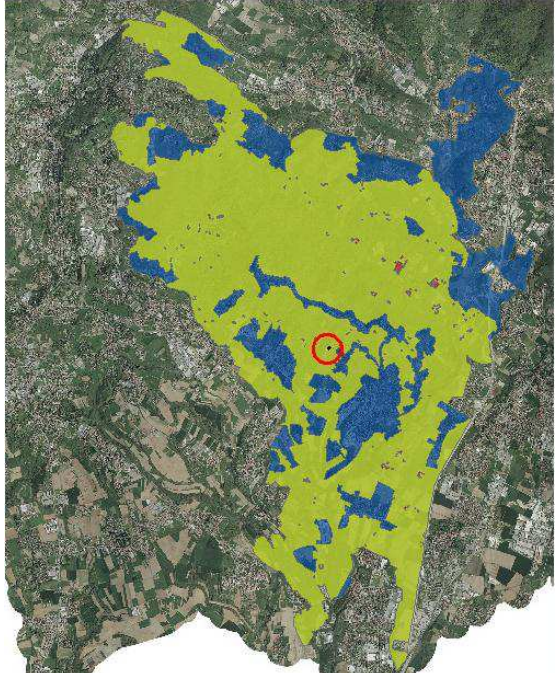
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 27	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: OSNAGO FRAZIONE: COLOMBE' VIA: COLOMBAIO ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 155 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input checked="" type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 244,2 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input checked="" type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE EDIFICIO RESIDENZIALE
	

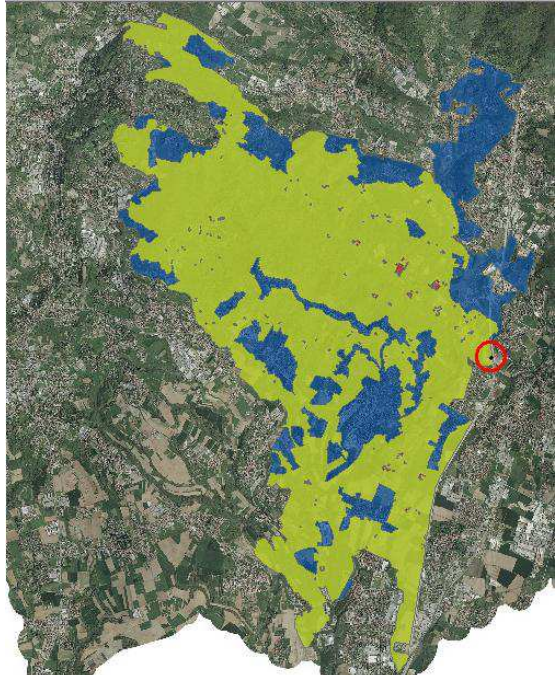
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 30	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: OSNAGO FRAZIONE: COLOMBE' VIA: COLOMBAIO ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 140 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input checked="" type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI '80 TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 217,66 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE EDIFICIO RESIDENZIALE DISABITATO
	

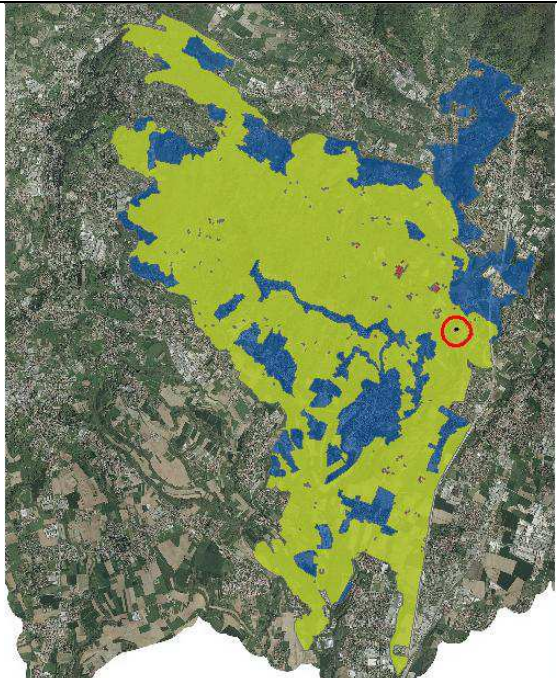
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 34	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: CERNUSCO LOMBARDONE FRAZIONE: MOSCORO VIA: SAN DIONIGI ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 980 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input checked="" type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI 1991-2006 TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 3308,93 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE CASCINA RISTRUTTURATA A RESIDENZA
	

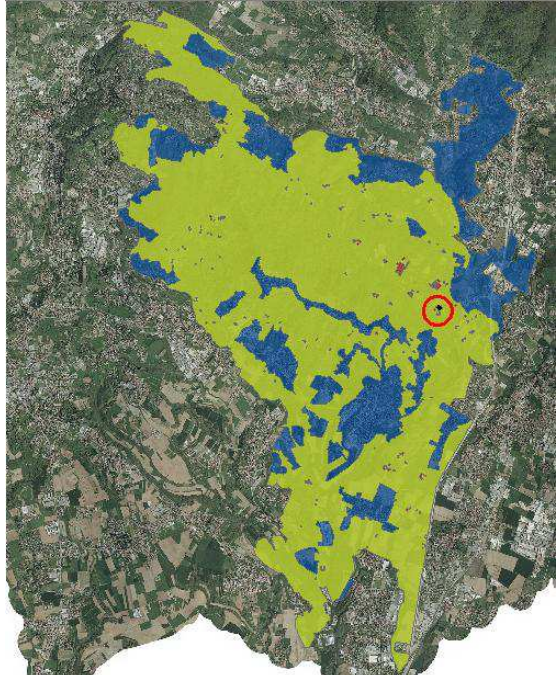
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 38	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: CERNUSCO LOMBARDONE FRAZIONE: FONTANELLA VIA: LOCALITA' FONTANELLA ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 205 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input checked="" type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI 1991-2006 TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 333,74 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input checked="" type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE EDIFICIO RESIDENZIALE
	

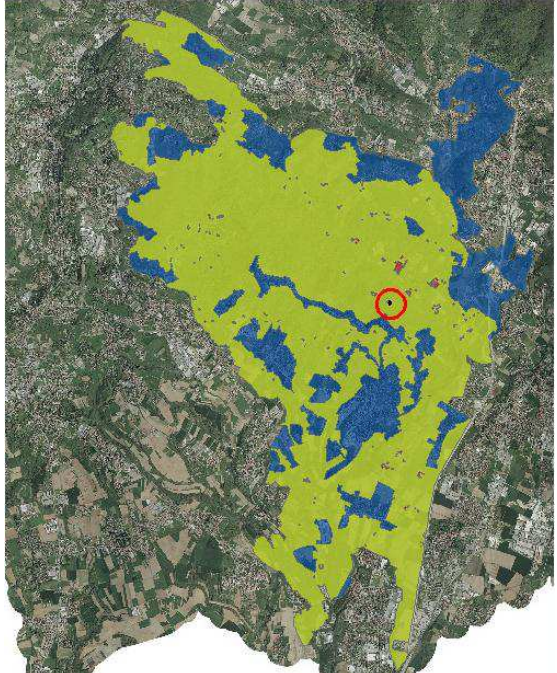
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 46	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: CERNUSCO LOMBARDONE FRAZIONE: FONTANELLA VIA: LOCALITA' FONTANELLA ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 245 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input checked="" type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 609,4 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input checked="" type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input checked="" type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE EDIFICIO RESIDENZIALE 

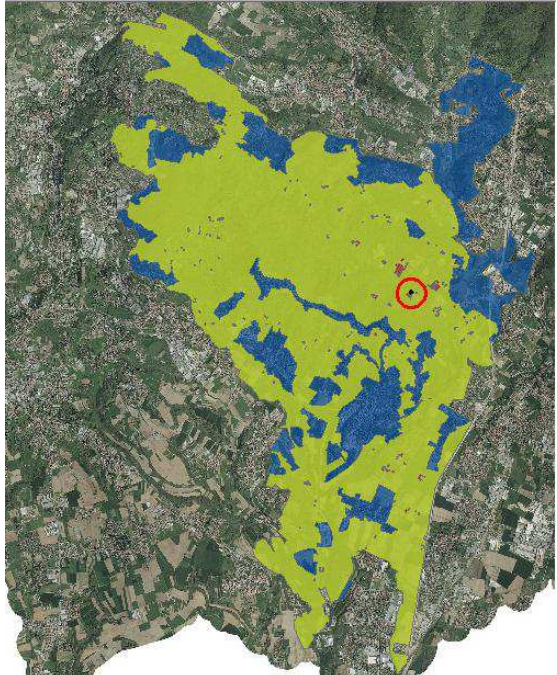
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 56	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: MONTEVECCHIA FRAZIONE: CASARIGO VIA: SALITA AL CASARIGO,2 ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 220 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input checked="" type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI 1991-2006 TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 360,86 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE CASCINA RISTRUTTURATA ADIBITA IN PARTE A RISTORANTE E IN MINIMA PARTE A RESIDENZA 

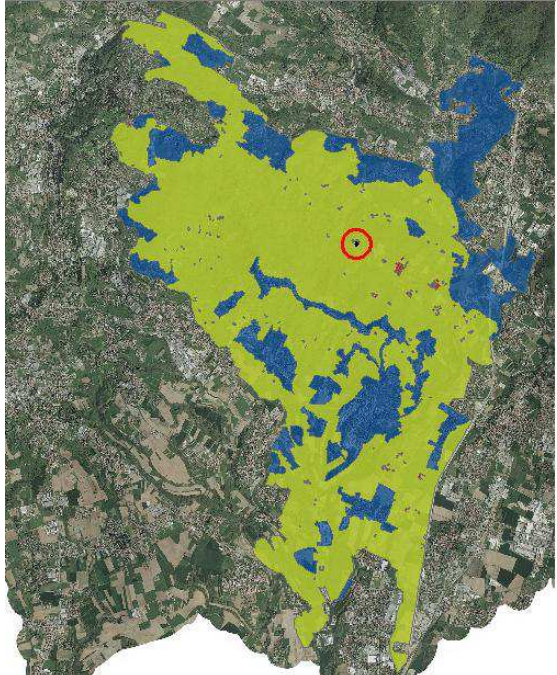
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 59	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: MERATE FRAZIONE: ALBARESSA VIA: DELLA MOLGORA ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 160 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input checked="" type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 341,66 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input checked="" type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input checked="" type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE EDIFICIO RESIDENZIALE 

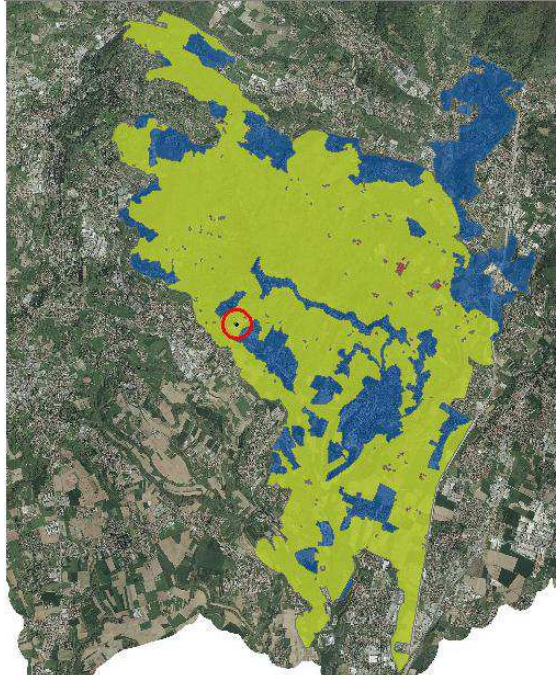
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 69	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: OLGIATE MOLGORA FRAZIONE: REGONDINO NERO VIA: PER REGONDINO ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 380 m² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input checked="" type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI '90 TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 1211,29 m² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input checked="" type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE CASCINA RISTRUTTURATA AD USO RESIDENZIALE CON PARTE A RUSTICO 

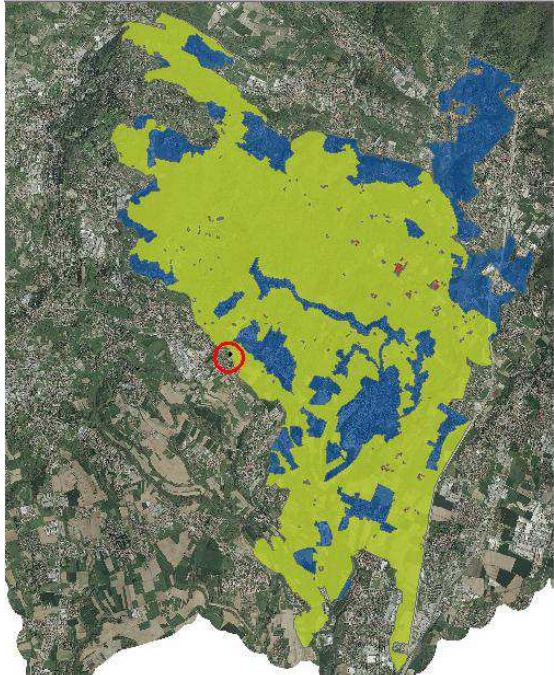
<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 79</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: OLGiate MOLGORA FRAZIONE: BRUGHE' VIA: CASCINA BRUGHE'</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 280 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 470,21 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input checked="" type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI '90</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>EDIFICIO RESIDENZIALE</p> 

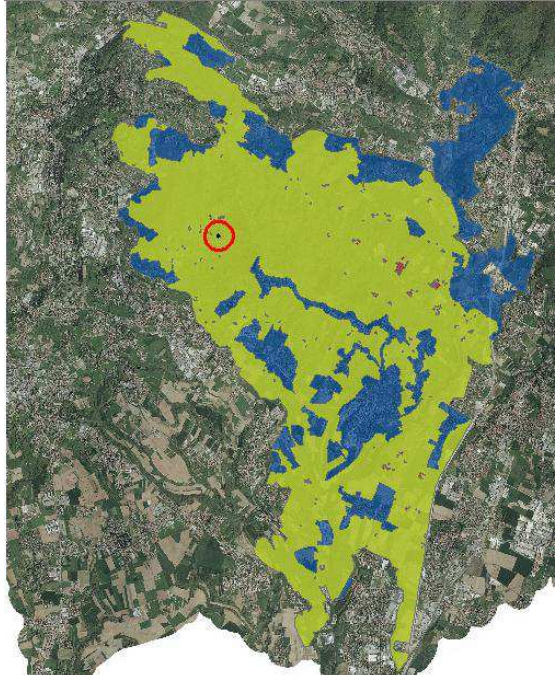
<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 88</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: MONTEVECCHIA FRAZIONE: GAIDANA VIA: VALFREDDA,2</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 240 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 397,17 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input checked="" type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI '90</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>EDIFICIO RESIDENZIALE</p> 

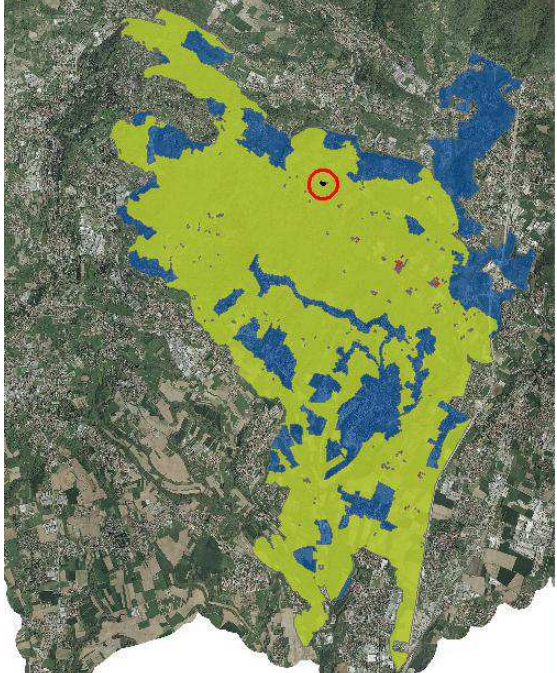
<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 100</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: ROVAGNATE FRAZIONE: BAGAGGERA VIA: PER BAGAGGERA</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 430 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 1383,42 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI 1991-2006</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input checked="" type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>CASCINA RISTRUTTURATA A RESIDENZA</p> 

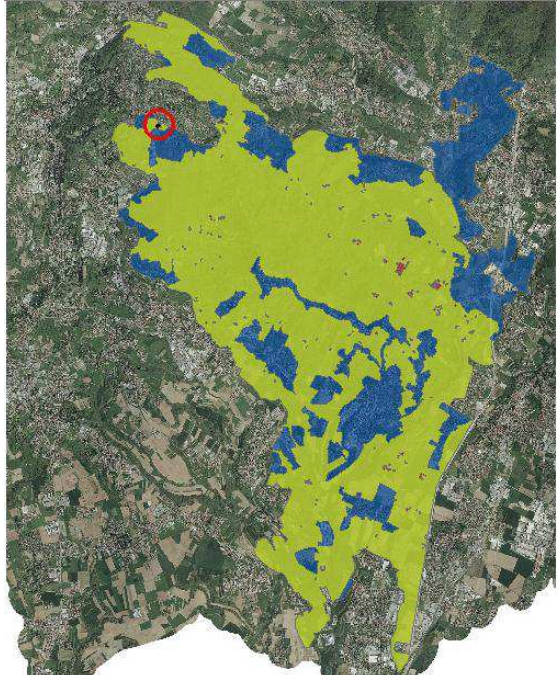
<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 112</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: ROVAGNATE FRAZIONE: MALNIDO VIA: MALNIDO</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 290 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 732,83 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input checked="" type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>EDIFICIO RESIDENZIALE</p> 

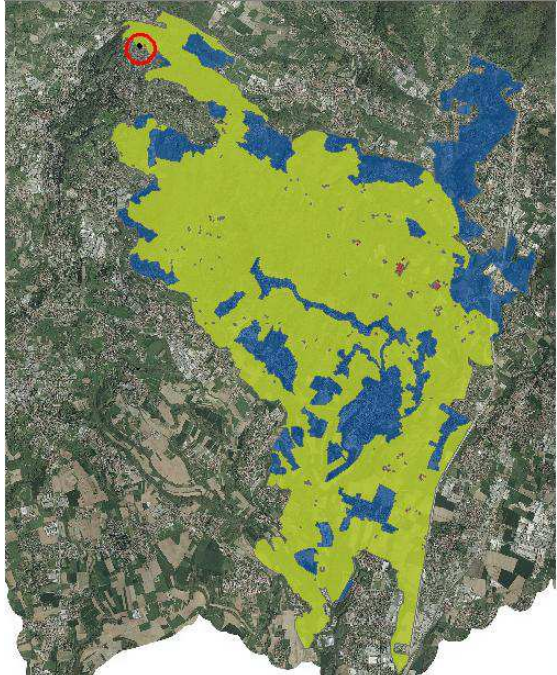
NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 125	SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE
SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE COMUNE: MISSAGLIA FRAZIONE: CASCINA PILA VIA: LOCALITA' CASCINA PILA ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:	SUPERFICIE IN PIANTA: 105 m ² NUMERO DI PIANI: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO
SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO PERIODO DI COSTRUZIONE <input checked="" type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI 1991-2006 TIPOLOGIA DI EDIFICIO: <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SOTTOTETTO: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 156,54 m ² ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE: <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST
FORMA DELL'EDIFICIO: <input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO	SEZ.4 – NOTE CASCINA RISTRUTTURATA AD USO RESIDENZIALE 

<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 131</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: MISSAGLIA FRAZIONE: BARRIANO VIA: CORSO EUROPA</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 185 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 253,08 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input checked="" type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE EDIFICIO RESIDENZIALE</p> 

<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 150</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: MISSAGLIA FRAZIONE: CASCINA BIANCA VIA: LOCALITA' CASCINA BIANCA</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 270 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 451,9 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input checked="" type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input checked="" type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI '80</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>EDIFICIO RESIDENZIALE</p> 

<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 194</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: PEREGO FRAZIONE: GALBUSERA NERA VIA: GALBUSERA NERA</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 610 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 1085,61 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input checked="" type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI 1991-2006</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input checked="" type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>CASCINA RISTRUTTURATA IN PARTE A RESIDENZA, IN PARTE A RUSTICO/AGRITURISMO</p> 

<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 212</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: SIRTORI FRAZIONE: CRIPPA VIA: DI CRIPPA</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 220 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 360,86 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input checked="" type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input type="checkbox"/> ANTE 1950 <input checked="" type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: RESTAURO ANNI '80</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE</p> <p><input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> QUADRATA <input checked="" type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>EDIFICIO RESIDENZIALE</p> 

<p>NUMERO EDIFICIO NEL DATABASE: 223</p> <p>SEZ. 1 – LOCALIZZAZIONE</p> <p>COMUNE: SIRTORI FRAZIONE: BORNO' VIA: LOCALITA' BORNO'</p> <p>ZONA CLIMATICA DI RIFERIMENTO:</p>	<p>SEZ.3 – CARATTERISTICHE FISICHE</p> <p>SUPERFICIE IN PIANTA: 630 m²</p> <p>NUMERO DI PIANI:</p> <p><input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>SOTTOTETTO:</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>SUPERFICIE LORDA RISCALDATA: 1123,36 m²</p> <p>ESPOSIZIONE DELLA FACCIATA PRINCIPALE:</p> <p><input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> EST <input checked="" type="checkbox"/> NORD/EST <input type="checkbox"/> NORD/OVEST <input type="checkbox"/> SUD/EST <input type="checkbox"/> SUD/OVEST</p>
<p>SEZ. 2 – CARATTERIZZAZIONE EDIFICIO</p> <p>PERIODO DI COSTRUZIONE</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ANTE 1950 <input type="checkbox"/> 1950-1991 <input type="checkbox"/> 1991-2006 <input type="checkbox"/> POST 2006 <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>ANNO RESTAURO: NESSUN RESTAURO</p> <p>TIPOLOGIA DI EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO MONOFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO SINGOLO BI O PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A SCHIERA MONO PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO IN LINEA PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO A TORRE PLURIFAMIGLIARE <input type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO A <input checked="" type="checkbox"/> EDIFICIO RURALE DI TIPO B <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p> <p>FORMA DELL'EDIFICIO:</p> <p><input type="checkbox"/> QUADRATA <input type="checkbox"/> RETTANGOLARE <input type="checkbox"/> A L <input checked="" type="checkbox"/> A C <input type="checkbox"/> NON PERVENUTO</p>	<p>SEZ.4 – NOTE</p> <p>CASCINA DISABITATA IN MANUTENZIONE</p> 

RINGRAZIAMENTI

Sono molte le persone che devo ringraziare arrivata a questo punto.

Innanzitutto ringrazio la mia famiglia, mia mamma, il mio babbo e Alberto, che mi hanno sempre sostenuto e spronato ad andare avanti anche nei momenti più difficili, senza mai dubitare di vedere questo giorno.

Un ringraziamento speciale va al Professor Lorenzo Pagliano, che mi ha permesso di realizzare questa tesi, dandomi così l'opportunità di ampliare le mie conoscenze e l'Ing. Marco Pietrobon, senza il quale questo elaborato non avrebbe mai preso vita.

Ringrazio di cuore Daniele che mi ha sempre fatto da spalla e mi ha aiutato molto più di quanto possa immaginare.

Ringrazio i miei nonni, quelli che ci sono ancora e quelli che non ci sono più, perché sarò sempre il loro orgoglio.

Infine ringrazio tutti i miei compagni di studi di questi anni, in particolare Sabrina, Simone, Alessandro, che hanno condiviso con me ansie e gioie del Politecnico, e Alessandra e Daniele, che mi hanno sempre trasmesso allegria e serenità.