PROGETTO Condomini Sostenibili
cofinanziato da

Analisi di sostenibilità dei condomini di via Galilei, 29 e Via Sanzio, 20 Comune di Corsico (MI)

Rev 28 marzo 2013

Coordinamento e supervisione	Ing. Iury Zucchi
Diagnosi energetica	Ing. Anselmo Greco
Elaborazione questionari e supporto alla diagnosi energetica	Ing. Marta Camera
Elaborazione dati di consumo	Ing. Noemi Oskar

Attività condotta grazie al supporto dell'Ufficio Tutela Ambientale e all'Amministratore Condominiale

Ing. Vittorio Zocca

Dott. Andrea Daccò

I N D I C E

1. Introduzione 5
2. Il Progetto Condomini Sostenibili 7
3. Caratteristiche del complesso residenziale 8
3 .1 Informazioni generali 8
3 .2 Strutture 9
3 .3 Impianti 11
3.3.1 Centrale termica "Galilei" 11
3.3.2 Centrale termica "Sanzio" 13
3.3.3 Sistemi di illuminazione e accensione 16
3.3.4 Rifasamento 17
4. I consumi energetici 18
4 .1 Consumi elettrici Condominio Galilei 18
4.1.1 Centrale termica 18
4.1.2 Autorimesse 21
4.1.3 Ascensori ed illuminazione condominiale 22
4.1.4 Consumi elettrici totali 24
4 .2 Consumi elettrici condominio di via Sanzio 25
4.2.1 Consumi autorimesse 26
4.2.2 Consumi centrale termica e illuminazione: 27
4.2.3 Consumi ascensori: 28
5. Consumi di gas per l'acqua calda sanitaria 29
5 .1 Condominio Galilei 29
5 .2 Condominio Sanzio 31
6. Consumi di gas per riscaldamento 32
6 .1 Quale indicatore di consumo? 32
6.1.1 Consumi specifici condominio "Galilei" 34
6.1.2 Consumi specifici condominio "Sanzio". 36
6.1.3 Consumi totali 39
7. Valutazione del fabbisogno energetico teorico 40

7.1 Scopo del lavoro 40
7.2 Metodologia di analisi 40
7.3 Impostazione e risultati delle simulazioni per le unità immobiliari tipo 42
7.1.1 Dati generali e climatici, esposizione 42
7.1.2 Volumi e superfici, tipologie di muratura 43
7.1.3 Calcolo dell'energia primaria – impianti 46
7.1.4 Risultati dell'analisi -attico di via G.Galilei 48
7.1.5 Risultati dell'analisi -bilocale di via Sanzio 50
7.1.6 Analisi estrapolate relative alle prestazioni energetiche di bilocali e trilocali e singoli contributi delle superfici disperdenti 52
7 .2 Impostazione e risultati delle simulazioni – edifici nel complesso 53
7.2.1 Volumi e superfici, tipologie di muratura 53
7.2.2 Impostazione dell'analisi della prestazione energetica riferibile agli edifici per estrapolazione 54
7.2.3 Risultati dell'analisi per estrapolazione - edificio di via Galilei 54
7.2.4 Risultati dell'analisi per estrapolazione - edificio di via Sanzio 55
8. Possibili interventi e conseguenti benefici energetici 57
9. Analisi costi benefici degli interventi proposti 60
9 .1 Metodologia di analisi 60
9.1.1 Presentazione delle valutazioni 62
9.1.2 Valutazioni finanziarie 65
9.1.3 Risultati 66
10. I questionari di indagine 75
10 .1 Questionario ambiente ed energia 75
10.1.1 Inquadramento del campione 75
10.1.2 Conoscenze e abitudini che impattano sull'uso dell'energia 76
10.1.3 Conoscenze e abitudini che impattano sull'uso dell'acqua 82
10.1.4 Conoscenze e abitudini che impattano sul tema della gestione dei rifiuti 85
10 .2 Questionario sulla mobilità 86
10.2.1 Inquadramento del campione 86
10.2.2 Abitudini ed esigenze di spostamento quotidiano per recarsi al lavoro 87
10.2.3 Disponibilità ad utilizzare mezzi alternativi all'auto privata 92
12. Bibliografia 95
Riferimenti legislativi 95

Riferimenti bibliografici 95
Riferimenti Internet..... 95
Allegato 1- Individuazione delle superfici costituenti l'involucro edilizio 97
Allegato 2 - Questionari 99
Allegato 3 - Riscaldamento centralizzato o sistema autonomo?.....104
Allegato 4- Consigli utili per il risparmio energetico.....107

1. Introduzione

Il Progetto Condomini Sostenibili prende vita dal più ampio programma di "CORSICO SOSTENIBILE"; un progetto promosso dall'associazione BuonMercato con la cooperativa Interculturando e l'assessorato alle Politiche Ambientali del Comune di Corsico, con il contributo di Fondazione Cariplo.

Corsico sostenibile si pone i seguenti obiettivi:

- favorire il cambiamento degli atteggiamenti e comportamenti dei cittadini per quanto attiene il rispetto dell'ambiente e l'uso delle produzioni eco-compatibili e di filiera corta
- aumento del dibattito culturale e del coinvolgimento dei singoli e delle famiglie intorno ai temi del risparmio energetico e dei comportamenti virtuosi in termini di sostenibilità ambientale dei consumi e degli acquisti
- aumento della domanda di prodotti di consumo alimentare biologici e/o eco-compatibili, e di Filiera Corta e locale
- aumento della partecipazione dei cittadini alla vita dei gruppi d'acquisto

"Condomini Sostenibili", oggetto della presente relazione, costituisce una delle quattro aree di intervento del progetto e si pone l'obiettivo della diagnosi energetica, ambientale e "culturale" di due condomini della realtà corsichese, finalizzata alla successiva individuazione di aree di miglioramento e condivisione delle possibili politiche di sviluppo.

L'attività è stata condotta con il supporto di AIAT- Associazione Ingegneri per l'Ambiente e il Territorio (www.ingegneriambientali.it) che da tempo collabora l'Amministrazione Comunale, da anni impegnata nella promozione di buone pratiche per la sostenibilità e, in particolare, per il contenimento dei consumi e l'efficienza energetica.

Su questi temi il Comune di Corsico è infatti attivo da molto tempo. La "storia" ha inizio dal progetto "**Piccoli risparmiatori di… Energia!**", supportato da AIAT e cofinanziato da Fondazione Cariplo nel 2003 per la diagnosi energetica della scuola materna "Dante" e la sensibilizzazione dei bimbi all'uso efficiente dell'energia; successivamente il progetto **EcoJoule** –sviluppato tra il 2005 e 2006- ha reso possibile l'analisi dei consumi di tutti gli edifici comunali e 6 audit energetici[1] finalizzati a valutare il comportamento generale degli edifici pubblici dal punto di vista energetico, individuando i possibili miglioramenti edilizi e impiantistici. In risposta alla normativa regionale, il **Progetto Ecojoule II** ha prodotto – nel corso del 2007- al certificazione di 5 edifici Comunali (Sede Municipale, Scuole materne "Dante", "Cabassina", "Malakoff", "Parini". L'audit energetico del supercondominio "Molinetto" rappresenta il primo passo del Progetto **Ecojoule III** le cui attività sono indirizzate all'esportazione delle esperienze di diagnosi energetica condotte presso gli edifici pubblici nel corso dei due precedenti progetti. Le azioni formative e informative condotte grazie allo sviluppo del Progetto "**Ecojoule III**" hanno infatti permesso la riduzione di circa 1/5 delle spese energetiche condominiali e l'abbattimento di oltre il 20%

[1] Il termine "audit", che deriva dalla lingua latina ed è entrato a far parte della lingua nazionale, assume il significato di "verifica". Per "audit energetico" si intende quindi un processo sistematico, indipendente e documentato per ottenere evidenze e valutare con obiettività gli aspetti energetici di un edificio.

delle emissioni di gas-serra. Tale traguardo costituisce un esempio di piena attuazione di una delle possibili misure di contenimento delle emissioni di gas climalteranti nell'ambito del Piano di Azione per l'Energia Sostenibile che l'Amministrazione Comunale sta sviluppando.

"Condomini sostenibili" intende costituire pertanto la prosecuzione di un percorso di diffusione della consapevolezza e delle buone pratiche in campo energetico e non solo.

2. Il Progetto Condomini Sostenibili

Il progetto ha coinvolto gli immobili e i condòmini di via Raffaello Sanzio, 20 e di Via Galilei 29/51 a Corsico e si è sviluppato nelle seguenti fasi.

- Analisi delle strutture e impianti: l'attività, condotta mediante sopralluoghi, ha permesso di approfondire le caratteristiche degli impianti di riscaldamento e delle strutture (finestre, solai, tamponamenti).
- Analisi dei consumi: sono stati analizzati i consumi storici dell'energia elettrica delle parti comuni nonché del gas per riscaldamento e acqua calda sanitaria (ACS) di entrambi gli immobili. L'attività ha permesso di valutare un indicatore di consumo energetico caratteristico dell'immobile utile alle successive fasi di analisi costi-benefici per interventi di riqualificazione energetica.Analisi delle conoscenze: mediante la somministrazione, ad ogni famiglia, di opportuni questionari è stato possibile verificare il livello di conoscenza e consapevolezza dei condòmini in merito a diversi temi inerenti la sostenibilità.
- Diagnosi energetica: l'utilizzo di modelli analitici e metodologie riconosciute ha permesso di individuare gli interventi di riqualificazione energetica più appropriati per gli immobili e di valutare il conseguente risparmio energetico.
- Analisi costi-benefici: la valutazione finanziaria del contenimento dei consumi energetici a seguito di interventi di miglioramento è stata confrontata con i costi di riqualificazione, individuando i tempi di ritorno degli investimenti.
- Informazione e consapevolezza: incontri con le famiglie hanno reso possibile il "passaggio" delle informazioni e delle nozioni tecniche affinché, in sede di Assemblea Condominiale, possano essere sviluppate le migliori politiche di sostenibilità dei condomini.

Le valutazioni riportate nel seguito sono state desunte da cicli di audit (verifiche) di strutture e impianti (effettuati il 4 Dicembre 2012 e 28 febbraio 2013) nonché dall'analisi tecnica della documentazione fornita dall'Amministrazione Condominiale (planimetrie, fatture energetiche, libretti di centrale).

Un ringraziamento particolare è rivolto pertanto all'Amministratore Condominiale Dott. Andrea Daccò, che ha supportato l'attività di audit nel corso di tutte le fasi nonché all'Ufficio Tutela Ambientale del Comune di Corsico nella figura dell'Ing. Vittorio Zocca per il costante supporto tecnico-metodologico offerto in ogni fase del Progetto.

3. Caratteristiche del complesso residenziale

3 .1 Informazioni generali

I complessi sono situati a Corsico in Via R. Sanzio 20 e in via G. Galilei 29/51, si tratta di edifici a corpo unico di 6-8 piani realizzati all'inizio degli anni '70.

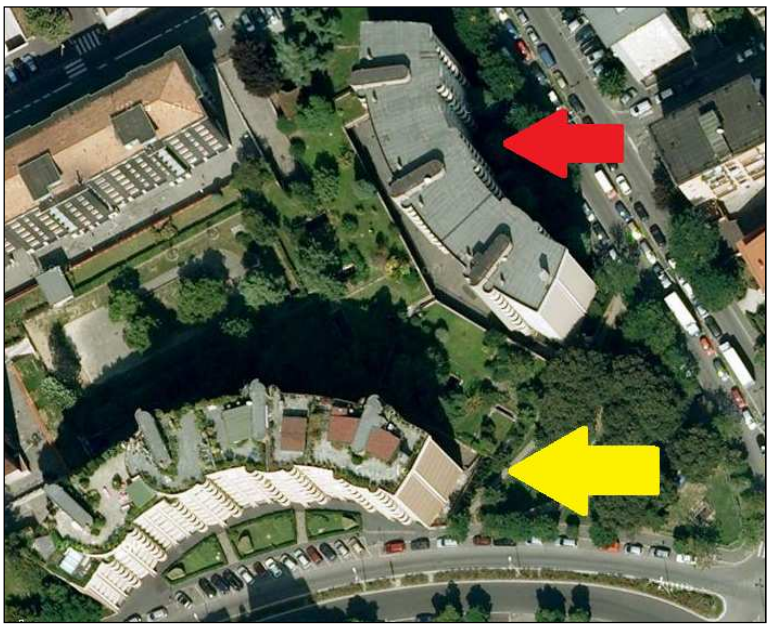


Figura 1 Edifici coinvolti nel progetto

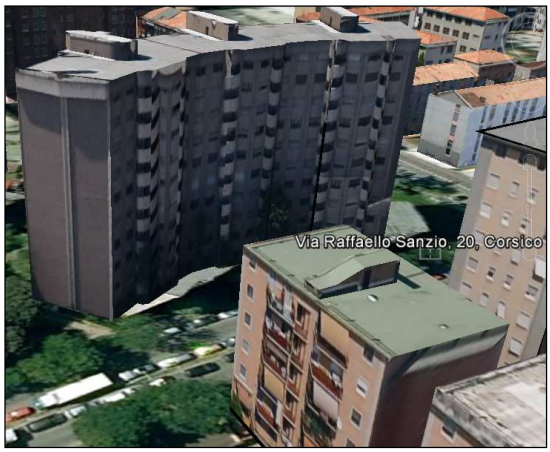


Figura 2 Edificio di Via R. Sanzio, 20

Figura 3 Edificio Via Galilei 29/151

Non risultano ad oggi effettuati particolari lavori di ristrutturazione delle strutture, salvo la sostituzione dei serramenti effettuata in alcune unità immobiliari e il rifacimento della facciata dell'edificio di via Galilei nel 2004 ma senza interventi di coibentazione.

L'edificio di via Galilei è costituito da circa 70 unità immobiliari e quello di via Sanzio da 54 appartamenti.

3 .2 Strutture

Entrambi sono edifici prefabbricati in cui la maggior parte delle superfici disperdenti (ad eccezione delle pareti laterali degli edifici, prive di aperture) è costituita da finestre, sottofinestre e cassonetti.

Figura 4 Particolare della facciata

I serramenti installati in origine sono realizzati con telaio in legno e vetro singolo a scarsa tenuta e risultano di 6 tipologie:

- F1: finestra altezza 1,45m, larghezza 1,70m a 3 battenti, presenti soprattutto in camere e soggiorni;
- F2: porta finestra altezza 2,43m, larghezza 0,7m a 1 battente, presenti soprattutto in cucine e soggiorni;
- F3: finestra altezza 1,45m, larghezza 1,05m a 2 battenti, presenti soprattutto nei bagni e nelle camere
- F4: altezza 1,45m, larghezza 1,35m a 2 battenti, presenti soprattutto nei bagni
- F5: altezza 1,45m, larghezza 0,8m a 1 battente, presenti soprattutto nelle cucine
- F6: altezza 1,45m, larghezza 0,46m a 1 battente, presenti soprattutto nelle cucine

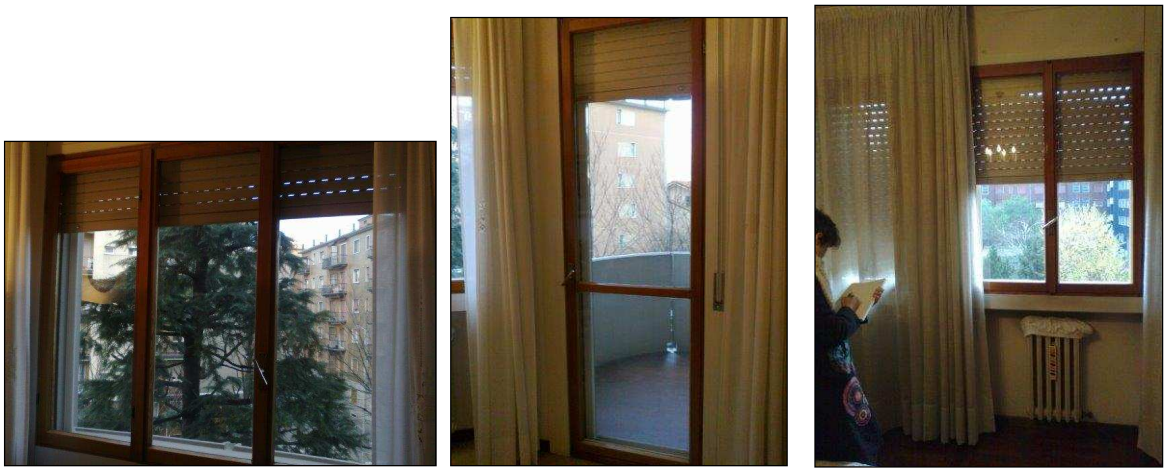


Figura 5 Esempi finestre F1, F2, F3

Sopra, sotto e a lato di ogni finestra sono presenti elementi prefabbricati cavi in calcestruzzo, per tutta la larghezza del serramento, solidali tra loro e fissati alla struttura portante in cemento armato. Sono bombati verso l'esterno con un' intercapedine di spessore medio stimato in circa 26 cm. All'interno di questi elementi si incuneano i sottofinestra, di altezza 91 cm e spessore 19 cm circa ed i cassonetti delle tapparelle non coibentati, estesi per tutta la larghezza delle finestre.

Le chiusure verso i vani scala ed i vani ascensore sono costituiti principalmente da pareti in calcestruzzo portanti di spessore 25 cm ed in piccola parte, intorno ai portoncini d'ingresso degli appartamenti, da laterizi forati, per uno spessore di 12 cm.

Le pareti divisorie tra appartamenti sono anch'esse in laterizi forati a cassa vuota, con uno spessore di circa 50 cm.

Le chiusure verso esterno in corrispondenza delle fiancate dei due edifici e verso le terrazze solo per quanto riguarda i due attici dell'edificio di via Galilei, sono in laterizi forati a cassa vuota di circa 30 cm di spessore.

I solai interpiano sono in laterocemento, di spessore pari a 30cm, mentre i solai di copertura verso le terrazzature piane e calpestabili, e di confine verso gli scantinati, sempre in laterocemento, hanno uno spessore maggiore, stimabile in circa 40 cm.

3 .3 Impianti

I due condomini sono serviti da due differenti centrali termiche ed erano dotati, in origine, di medesime tecnologie di regolazione ed emissione (regolazione climatica e radiatori posti nel sottofinestra). Recentemente l'intero edificio di via Galilei è stato dotato di valvole termostatiche ad alta efficienza e di un contabilizzatore di calore posti su ogni singolo radiatore, realizzando così una regolazione climatica e per singolo ambiente. Contestualmente la pompa di distribuzione originaria a giri costanti è stata sostituita con una pompa ad inverter a giri variabili.

Sulla base delle testimonianze raccolte in loco il sistema di distribuzione di entrambi i condomini non risulta coibentato; tale ipotesi risulta ulteriormente plausibile in considerazione dell'anno di realizzazione dell'edificio e relativi impianti.

3.3.1 Centrale termica "Galilei"

Nella centrale termica del Condominio "Galilei" sono presenti due caldaie le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente:

Tipo	Utilizzo	anno di installazione	potenza utile (kW)	potenza al focolare (kW)	Bruciatore
BIKLIM bistadio	Riscaldamento	1981	720	796	FINTHERM mod MIX 75/3 (potenza elettrica stimata 3 kW)
UNICAL TRI 200	ACS	1993	233	258	CIB Unigas anno 2002 (potenza elettrica stimata 3 kW)

Tabella 1 Caratteristiche sistemi di produzione calore Galilei

Nella successiva tabella sono riportati i valori di rendimento di combustione rilevati nei vari controlli per le due caldaie e desunti dal libretto di centrale OSS 1.

Caldaia	dic-07	mar-08	nov-08	gen-09	nov-09	feb-10	nov-10	mar-11	ott-11	mar-12	Media
Biklim	93	93,1	90,8	91,9	92,3	90,7	92,2	93,3	92	93,9	**92,32**
Unical	90,7	91,5	90,6	90,5	91,9	91	90,1	91,6	90,7	92	**91,06**

Tabella 2 Rendimenti delle caldaie

Figura 6 Centrale termica Galilei, particolare delle due caldaie

In considerazione della vetustà della caldaia principale e dei ridotti rendimenti si suggerisce di considerare la possibilità di sostituire il generatore di calore con un sistema più moderno ed efficiente. Indagini approfondite e analisi costi/benefici in merito a tale opzione sono riportati nel seguito.

In centrale termica è altresì presente un serbatoio di accumulo di acqua calda sanitaria (ACS) della capacità di 0,7 mc dotato di 3 cm di isolamento ed installato nel 1982.

Figura 7 Serbatoio ACS centrale termica Galilei

Nella successiva Tabella sono riportate le tipologie e caratteristiche delle pompe elettriche utilizzate in centrale

N°unità e Potenza (kW)	**Utilizzo**	**Caratteristiche**	**Note**
1 X 0,35	Anticondensa	Tradizionale	
2 X 2,2	Circolazione riscaldamento	Inverter	Una pompa di scorta. Installate ottobre 2012
2 X 0,53	Carico bollitore	Tradizionale	Una pompa di scorta.
2 X 0,065	Ricircolo ACS	Tradizionale	Una pompa di scorta.

Il sistema di regolazione è di tipo climatico con regolazione della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna, associato ad una regolazione per singolo ambiente grazie alla recente installazione di valvole termostatiche su ogni radiatore presente nelle unità immobiliari.

3.3.2 Centrale termica "Sanzio"

Nella centrale termica del Condominio "Sanzio" sono presenti due caldaie le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente:

Tipo	**Utilizzo**	**anno di installazione**	**potenza termica (kW)**	**Portata termica (kW)**	**Bruciatore**
RAVASIO TRS 400-3GF	Riscaldamento + ACS	2009	473,7	497	CIB UNIGAS MOD p60 M50 2 STADI DEL 1994 Pot. elettrica 1,6 kW
Tipo	**Utilizzo**	**anno di installazione**	**potenza utile (kW)**	**Potenza al focolare (kW)**	**Bruciatore**
UNICAL TRI 200	Riscaldamento + ACS	1994	233	258	CIB UNIGAS MOD NG 280 DEL 2008 Pot. elettrica 0,55 kW

Tabella 3 Caratteristiche sistemi di produzione calore Sanzio

Nella successiva tabella sono riportati i valori di rendimento di combustione rilevati nei vari controlli per le due caldaie e desunti dal libretto di centrale.

Caldaia	**dic-07**	**mar-08**	**nov-08**	**gen-09**	**nov-09**	**feb-10**	**nov-10**	**mar-11**	**ott-11**	**feb-12**	**nov-12**	**Media**
RAVASIO	94,5	95,2	94,1	92,9	94,3	94,1	94,2	95,8	95	94,8	94,9	**94,5**
UNICAL	95,4	96,2	93,1	94,6	94,7	94,8	94,9	95,6	94,9	94,6	94,2	**94,8**

Tabella 4 Rendimenti delle caldaie

Figura 8 Centrale termica "Sanzio", particolare delle due caldaie

In centrale termica è altresì presente un serbatoio di accumulo di acqua calda sanitaria della capacità di 1,5 mc dotato di 4 cm di isolamento ed installato nel 1999.

Figura 9 Serbatoio ACS centrale termica "Sanzio"

Nella successiva Tabella sono riportate le tipologie e caratteristiche delle pompe elettriche utilizzate in centrale

N°unità e Potenza (kW)	Utilizzo	Caratteristiche	Note
2 X 1,47	Circolazione riscaldamento	Tradizionali	Una pompa di scorta.
2 X 0,34	Carico scambiatore ACS	Tradizionale	Una pompa di scorta.
1 X 0,115	Ricircolo ACS	Tradizionale	
2 x 0,355	Anticondensa	Tradizionale	

Le pompe di circolazione dotate di inverter consentono risparmi energetici fino al 20-30%. Similmente a quanto già fatto per la e pompe della centrale "Galilei" si suggerisce di valutare la possibilità della sostituzione di tali apparecchiature con altre dotate di inverter.

Le caldaie si attivano al raggiungimento di temperature inferiori a 60°C; non è previsto pertanto un funzionamento "in cascata".

Il funzionamento "in cascata" permetterebbe di attivare la caldaia più piccola solo nei momenti di maggiore richiesta rendendo più efficiente il sistema di produzione calore.

Il sistema di regolazione è di tipo climatico con regolazione della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna, con programmazione oraria sulle 24 ore su 2 livelli di temperatura.

Figura 10 Sistema di regolazione centrale termica "Sanzio"

3.3.3 Sistemi di illuminazione e accensione

Per entrambi i condomini non sono disponibili sufficienti informazioni sui sistemi di illuminazione adottati nelle singole unità indipendenti.

Nella parti comuni delle autorimesse, nei giardini e nei vani scale risultano installati sistemi di illuminazione ad alta efficienza.

L'illuminazione delle parti comuni è temporizzata, fatta eccezione per quella del corridoio delle cantine che viene accesa e spenta manualmente dai condomini che vi accedono.

3.3.4 Rifasamento

In elettrotecnica, la potenza attiva assorbita da un utenza elettrica monofase è espressa mediante la relazione:

$$P = V\ I \cos\varphi$$

Dove φ rappresenta l'angolo di sfasamento tra i vettori tensione e corrente. Maggiore è lo sfasamento tra tensione e corrente e, in virtù della formula sopra esposta, minore risulterà la potenza attiva: la sola potenza "utile" (in grado, cioè, di trasformare l'energia elettrica in lavoro meccanico).

I carichi induttivi, quali i motori elettrici, i televisori, i personal computer e le lampade fluorescenti, determinano lo sfasamento della corrente rispetto alla tensione ($\cos\varphi < 1$) causando la produzione di energia reattiva (espressa in kVarh).

La potenza reattiva, non solo non può essere trasformata in lavoro meccanico ma causa anche il transito in rete di corrente induttiva con le conseguenze tecniche ben note:

- aumento della corrente circolante nei conduttori, che impone il loro sovradimensionamento e possibili problemi per surriscaldamento,
- cadute di tensione nella rete di distribuzione interna,
- riduzione della potenza attiva trasportabile lungo i cavi.

La potenza reattiva induttiva, quindi, costituisce un carico supplementare per i generatori, i trasformatori e le linee di trasporto e distribuzione, impegnando il fornitore di energia a sovradimensionare i propri generatori.

La presenza di valori di $\cos\varphi$ particolarmente bassi comporta quindi una serie di oneri, sia diretti (penalità applicate dal distributore elettrico: un'utenza non rifasata correttamente o completamente può generare oneri per mancato rifasamento fino a migliaia di Euro al mese) sia indiretti (impianto elettrico sottodimensionato), con cattive qualità tecniche di gestione e trasporto dell'energia elettrica.

Da quanto detto sull'origine del fenomeno, gli effetti negativi dovuti al basso fattore di potenza si evitano anzitutto con una progettazione intelligente della rete, con un giusto dimensionamento dei componenti elettrici e con una corretta disposizione delle utenze e dell'inserimento di filtri ed altri dispositivi.

In aggiunta ed in accordo con gli accorgimenti progettuali, lo sfasamento dei carichi elettrici si risolve installando una o più batterie di condensatori, al fine di riportare il $\cos\varphi$ appena sopra a 0,9. I tempi di ritorno dell'investimento sono molto brevi, generalmente inferiori all'anno.

I valori di $\cos\varphi$ rilevati nelle bollette elettriche di entrambi i condomini oscillano tra 0,7 e 0,9 comportando un costo –accettabile- per energia reattiva di circa 15 euro al mese.

4. I consumi energetici

4 .1 Consumi elettrici Condominio Galilei

Nello stabile di via Galilei i consumi di elettricità relativi alle parti comuni fanno riferimento all'energia elettrica richiesta dalla centrale termica per le pompe di circolazione, a quella utilizzata per l'illuminazione dei box nonché a quella necessaria per gli ascensori e l'illuminazione delle parti comuni.

I dati utilizzati per le analisi sono stati ottenuti tramite la lettura delle bollette Enel relative al periodo che va da novembre 2008 a luglio 2012, fornite dall'Amministratore dello stabile.

La potenza impegnata, espressa in kW, (ossia il livello di potenza indicato nei contratti e reso disponibile dal fornitore, definito in base alle esigenze del cliente al momento della conclusione del contratto, in funzione del tipo e del numero di apparecchi elettrici normalmente utilizzati) delle tre utenze è la seguente:

- CENTRALE TERMICA: 11 kW;
- AUTORIMESSE: 3 kW;
- ASCENSORI ED ILLUMINAZIONE CONDOMINIALE: 24 kW.

Tutti i contratti per l'erogazione dell'energia elettrica prevedono una tariffazione multioraria, ovvero di costi differenziati in funzione dell'orario di utilizzo (più cara nelle ore di punta e meno costosa nelle ore fuori punta).

I consumi rilevati , ad esclusione di quelli dei box[2], sono stati pertanto suddivisi per fascia oraria:

- F1 (ore di punta): dalle 8.00 alle 19.00 lun-ven;
- F2 (ore intermedie): dalle 7.00 alle 8.00 e dalle 19.00 alle 23.00 lun-ven, dalle 7.00 alle 23.00 sabato;
- F3 (ore fuori punta): dalle 00.00 alle 7.00 e dalle 23.00 alle 24.00 lun-sab e tutte le ore della domenica e dei giorni festivi.

Poiché le bollette relative al 2008 e al 2012 non sono complete e non coprono l'intero anno, si è preferito non considerare i dati in esse contenute in quanto non avrebbero permesso confronti omogenei con gli altri anni; di conseguenza gli anni tenuti in considerazione sono il 2009, il 2010 e il 2011.

4.1.1 Centrale termica

Nel grafico successivo viene mostrato l'andamento annuale dei consumi elettrici medi giornalieri delle utenze della centrale termica (pompe di circolazione e altri dispositivi) dal 2009 al 2011. Confrontando le interpolazioni relative ai tre anni si nota un andamento sovrapponibile nel corso delle stagioni: si rilevano infatti maggiori consumi nel periodo

[2] In riferimento ai quali l'introduzione delle tariffazione per fasce orarie è successiva ai periodi di osservazione dei consumi (2009-2011)

invernale, una costante diminuzione durante la primavera fino al raggiungimento di un valore che resta costante per tutta l'estate per risalire in autunno ai valori invernali di partenza. Ciò in quanto in estate la forza motrice delle pompe di circolazione è richiesta solo per il solo circuito di ACS e non anche per quello di riscaldamento, decisamente più rilevante del primo in termini dimensionali.

La richiesta energetica per il funzionamento delle pompe di circolazione dell'impianto di riscaldamento è all'incirca tre volte maggiore di quella necessaria alle pompe di circolazione della sola ACS. Tale aspetto è sostanzialmente confermato dalla potenza impegnate dalle pompe nei due casi (2,2 kW per impianto di riscaldamento e circa 0,6 kW per ACS).

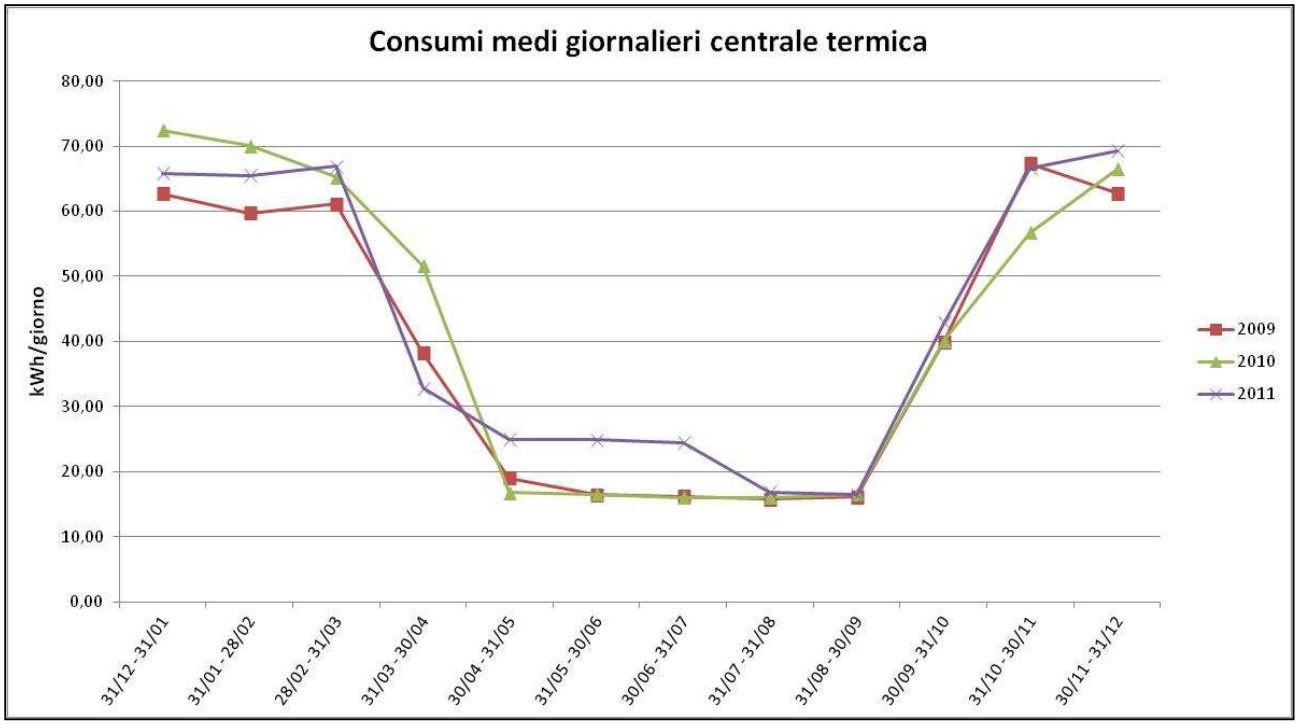


Figura 11: consumi di elettricità medi giornalieri 2009-2011 delle utenze della centrale termica, condominio Galilei.

Nella seguente Tabella 5Tabella sono mostrati i valori dei consumi totali annui, suddivisi secondo le tre fasce orarie di rilevamento, e i valori medi giornalieri annui. Confrontando i valori totali del 2009 e quelli del 2011, si rileva un aumento dei consumi elettrici della centrale termica dell'8,9% nel corso di tre anni; il dato del 2010 conferma la tendenza. Si sottolinea che nello scorso mese di Ottobre 2012 le pompe di circolazione dell'impianto di riscaldamento sono state sostituite con motori più efficienti dotati di sistema inverter.

Al termine della stagione invernale 2012-2013 si suggerisce di analizzare i consumi elettrici delle utenze della centrale termica al fine di valutare il risparmio di energia elettrica dovuto all'installazione di sistemi dotati di inverter (e decidere quindi se utilizzare tale tecnologia anche nella centrale termica del condominio "Sanzio"

Anno	F1 (kWh)	F2 (kWh)	F3 (kWh)	Tot (kWh)	kWh/g
2009	5.438	3.941	5.040	14.419	39,50
2010	5.868	4.260	5.161	15.289	41,89
2011	5.903	4.440	5.361	15.704	43,02
Media	5.736	4.214	5.187		
Ripartizione %	38	28	34		

Tabella 5: consumi elettrici della centrale termica totali suddivisi per fasce orarie e consumi medi giornalieri annui, condominio Galilei.

La ripartizione dei consumi è pressoché equamente distribuita per le varie fasce orarie in virtù della programmazione del funzionamento della caldaia.

In considerazione della ripartizione dei consumi, pressoché uguale nelle varie fasce orarie, si suggerisce di valutare ulteriori soluzioni contrattuali non dipendenti dalle fasce orarie.

4.1.2 Autorimesse

Nella figura successiva sono indicati i consumi medi giornalieri di elettricità per l'illuminazione dei box condominiali. L'andamento è simile nel corso dei tre anni, i valori sono quasi costanti e le variazioni da un periodo all'altro sono dell'ordine dei 2-3 kWh/giorno. Da notare una riduzione dei consumi durante i mesi primaverili/estivi in cui presumibilmente è maggiore la presenza di luce naturale e minore la necessità di luce artificiale. L'unico dato anomalo è quello relativo al periodo autunnale del 2009.

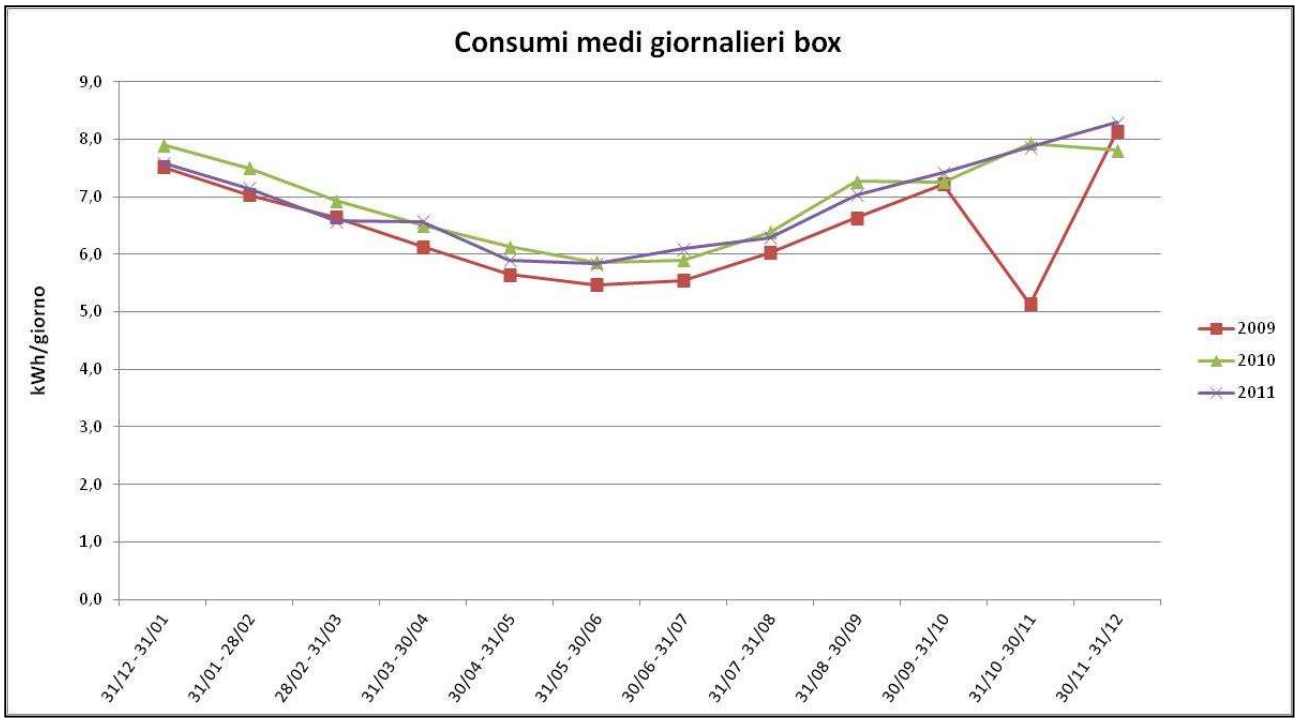


Figura 12: consumi di elettricità medi giornalieri 2009-2011 per i box, condominio Galilei.

La Tabella successiva mostra i valori totali di consumo annui ed i valori medi giornalieri annui.

Anno	Tot (kWh)	kWh/g
2009	2.347	6,43
2010	2.535	6,95
2011	2.512	6,88

Tabella 6: consumi totali e medie giornaliere annue 2009-2011 per i box, condominio Galilei.

4.1.3 Ascensori ed illuminazione condominiale

Nel grafico successivo sono riportati i consumi elettrici medi giornalieri per gli ascensori e l'illuminazione delle parti comuni. L'andamento dei dati consumi non presenta sensibili variazioni stagionali per la presenza di differente illuminazione naturale in quanto, plausibilmente, la maggior quota parte della richiesta energetica è dovuta all'utilizzo degli ascensori per via delle potenze impegnate dalle macchine. Ciò spiegherebbe inoltre i minori consumi nei mesi estivi di "vacanza", tra Luglio e Agosto.

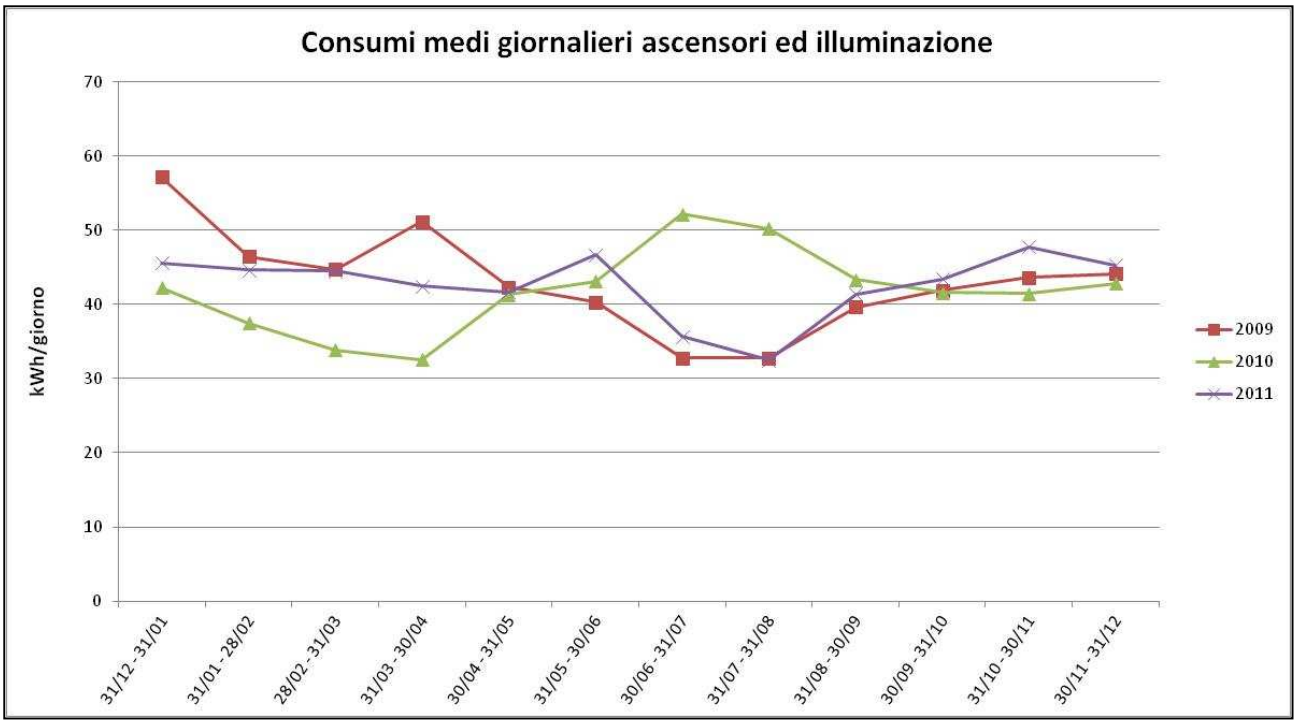


Figura 13: consumi di elettricità medi giornalieri 2009-2011 per gli ascensori e l'illuminazione condominiale, condominio Galilei.

Nella successiva Tabella sono riportati i consumi totali suddivisi per fasce orarie e i consumi medi giornalieri annui.

Anno	F1 (kWh)	F2 (kWh)	F3 (kWh)	Tot (kWh)	kWh/g
2009	5.706	3.992	6.020	15.718	43,06
2010	5.507	3.904	5.858	15.269	41,83
2011	5.386	4.071	6.093	15.550	42,6
Media	5.533	3.989	5.990		
Ripartizione %	36	26	39		

Tabella 7: consumi elettrici totali delle parti comuni suddivisi per fasce orarie e consumi medi giornalieri annui, condominio Galilei.

La ripartizione dei consumi è pressoché equamente distribuita per le varie fasce orarie, ciò può essere plausibilmente dovuto al fatto che gli ascensori sono per lo più utilizzati per brevi periodi nelle prime ore del mattino (7-9) e in tardo pomeriggio (18-20) ovvero in

fascia F1 ed F2, mentre in fascia F3 è ricompresa la maggiore quota parte dei consumi per illuminazione notturna.

In considerazione della ripartizione dei consumi, pressoché uguale nelle varie fasce orarie, si suggerisce di valutare ulteriori soluzioni contrattuali non dipendenti dalle fasce orarie.

4.1.4 Consumi elettrici totali

Nella successiva Tabella sono riportati i consumi di elettricità medi per anno, i consumi annuali suddivisi per tipologia di utenza e la percentuale che essi ricoprono rispetto al totale.

Anno	Consumo tot (kWh)	Tot centrale (kWh)	Tot box (kWh)	Tot parti comuni e ascens. (kWh)	centrale termica	box	parti comuni e ascensori	kWh/giorno
2009	32.484	14.419	2.347	15.718	44,4%	7,2%	48,4%	89
2010	33.093	15.289	2.535	15.269	46,2%	7,7%	46,1%	91
2011	33.766	15.704	2.512	15.550	46,5%	7,4%	46,1%	93
Media	**33.114**	**15.137**	**2.465**	**15.512**	**46%**	**7%**	**47%**	**91**

Tabella 8: valori medi dei consumi nel triennio considerato, condominio Galilei.

Dai consumi rilevati nel corso del triennio di osservazione spicca l'aumento costante del fabbisogno elettrico per le utenze della centrale termica; in tal senso la sostituzione delle pompe di circolazione con nuovi sistemi dotati di inverter può essere considerata una scelta più che corretta.

4 .2 Consumi elettrici condominio di via Sanzio

Per lo stabile di via Sanzio i consumi di elettricità relativi alle parte comuni fanno riferimento ai tre contatori che registrano i consumi di corrente per la centrale termica e l'illuminazione delle parti comuni, alla corrente utilizzata per l'illuminazione dei box ed alla corrente consumata dagli ascensori.

I dati utilizzati per le analisi sono stati ottenuti tramite la lettura delle bollette Enel relative al periodo tra novembre 2008 e luglio 2012, fornite dall'Amministratore dello stabile.

La potenza impegnata, misurata in kW, delle tre utenze è la seguente:

- Corrente CENTRALE TERMICA ED ILLUMINAZIONE CONDOMINIALE: 11 kW;
- Corrente BOX: 3 kW;
- Corrente ASCENSORI: 15 kW.

Tutte le utenze sono gestite con tariffazione monoraria, ad eccezione dei box, per i quali i costi per il fabbisogno di energia elettrica sono differenziati in funzione dell'orario di utilizzo (più cara nelle ore di punta e meno costosa nelle ore fuori punta).

Per quanto riguarda le altre due utenze (ascensori e centrale termica+illuminazione) tutte le bollette esaminate nel periodo di indagine, ad eccezione di due, sono riferite a letture stimate e quindi non utili a predisporre un quadro dei consumi effettivi. Trattandosi inoltre di tariffazioni monorarie non è stato possibile suddividere le analisi nelle tre fasce orarie di consumo.

L'unica utenza per cui i dati forniti sono completi è quella relativa al contatore dei box, ma poiché le bollette relative al 2008, 2011 e 2012 non coprono l'intero anno, si è preferito non considerare i dati in esse contenute in quanto non avrebbero permesso confronti omogenei con gli altri anni; di conseguenza gli anni tenuti in considerazione sono il 2009 ed il 2010.

4.2.1 Consumi autorimesse

Nella successiva elaborazione è mostrato il grafico con i consumi medi giornalieri di elettricità per l'illuminazione dei box condominiali. Nel corso dei due anni l'andamento è simile, tra una stagione e l'altra le variazioni dei consumi sono contenute; da notare solo che nei mesi primaverili/estivi c'è una diminuzione dei consumi a causa di una maggior presenza di luce naturale e quindi minore necessità di luce artificiale.

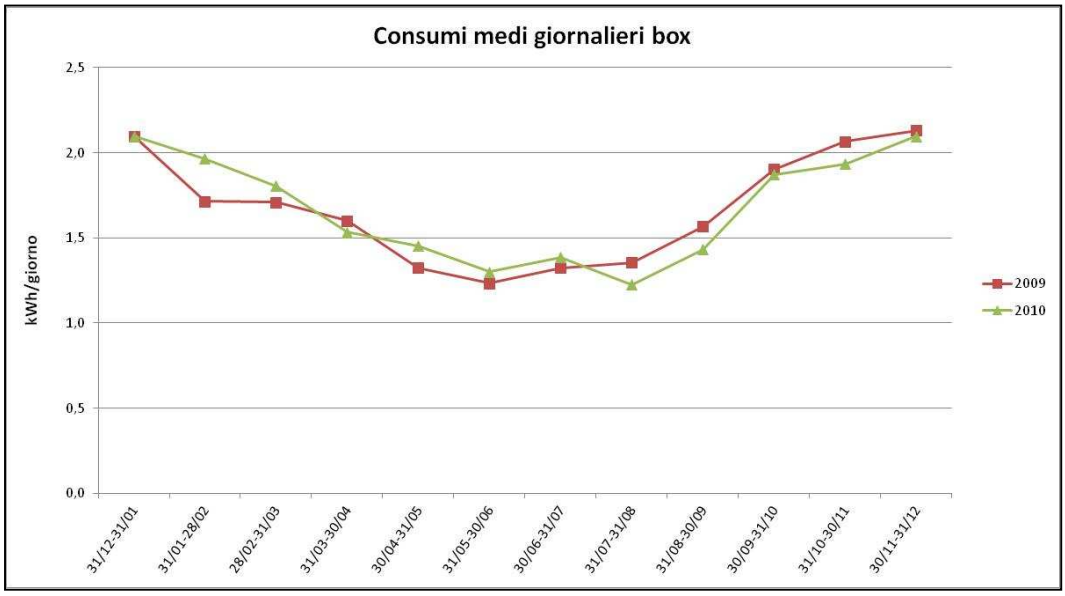


Figura 14: consumi di elettricità medi giornalieri 2009-2010 per i box, condominio Sanzio.

La Tabella successiva mostra i valori totali di consumo annui ed i valori medi giornalieri annui: nei due anni di analisi i consumi restano pressoché invariati.

Anno	Tot (kWh)	kWh/g
2009	609	1,67
2010	611	1,67

Tabella 9: consumi totali e medie giornaliere annue 2009-2010 per i box, condominio Sanzio.

4.2.2 Consumi centrale termica e illuminazione:

Nella Tabella successiva sono riportati gli unici dati relativi ai consumi della centrale termica ed illuminazione che è stato possibile ricavare dalle bollette fornite per il periodo 2008-2012. Nel periodo considerato, difatti, la fatturazione dei consumi è quasi sempre avvenuta sulla base di letture stimate tranne in due occasioni, l'1 Novembre 2008 e il 20 Settembre 2009, in cui sono state effettuate le uniche due letture effettive.

La corretta disamina dei consumi non può essere basata su letture stimate e pertanto l'unico dato valido ai fini dell'analisi è quello relativo ai consumi intercorsi tra le due letture effettive, sotto riportato.

Centrale termica ed illuminazione condominiale				
Dal	al	Giorni	kWh	kWh/giorno
01/11/2008	20/09/2009	323	13.259	41,05

Tabella 10: consumi di elettricità per centrale termica e illuminazione, condominio Sanzio.

Data la scarsità dei dati non è possibile effettuare confronti tra i vari anni e trarne così delle conclusioni sull'andamento dei consumi.

In considerazione delle similitudini impiantistiche e strutturali dei due edifici si può tuttavia ritenere plausibilmente valide le stesse considerazioni fatte per il condominio "Galilei".

Per un maggiore controllo dei consumi elettrici (soprattutto qualora si decidesse di installare sistemi dotati di inverter) si suggerisce di valutare la possibilità di effettuare letture periodiche del contatore a servizio della centrale termica e illuminazione.

4.2.3 Consumi ascensori:

Similmente a quanto rilevato nel caso delle utenze elettriche della centrale termica, la fatturazione dei consumi elettrici per gli ascensori nel periodo 2008-2012 è quasi sempre avvenuta sulla base di letture stimate tranne in due occasioni, il 15 ottobre 2009 e il 16 ottobre 2010, in cui sono state effettuate le uniche due letture effettive.

Come per il caso precedente la corretta disamina dei consumi non può essere basata su letture stimate e pertanto l'unico dato valido ai fini dell'analisi è quello relativo ai consumi intercorsi tra le due letture effettive, sotto riportato.

Ascensori				
Dal	al	Giorni	kWh	kWh/giorno
16/10/2009	16/10/2010	365	13.322	36,50

Per un maggiore controllo dei consumi elettrici si suggerisce di valutare la possibilità di effettuare letture periodiche del contatore a servizio degli ascensori.

5. Consumi di gas per l'acqua calda sanitaria

Come nel caso dei dati sui consumi elettrici, la disamina dei consumi di gas è stata effettuata sulla base della documentazione disponibile fornita dall'Amministrazione Condominiale.

I dati analizzati si riferiscono al consumo di gas per Acqua Calda Sanitaria (ACS) delle centrali termiche a servizio dei due condomini.

Diversamente da quanto avviene per i consumi di gas da riscaldamento quelli per la produzione di ACS non seguono un anno convenzionale, ma vengono registrati per tutto l'anno solare anche nei periodi estivi.

Le seguenti elaborazioni perciò fanno riferimento all'anno solare e sono basate sui dati di bollettazione forniti dall'Amministrazione Condominiale

5 .1 Condominio Galilei

I dati analizzati fanno riferimento ai consumi nel periodo compreso tra gennaio 2009 e luglio 2012. Il successivo grafico mostra l'andamento dei consumi di gas, come da bollettazione, per l'acqua calda sanitaria e i rispettivi costi.

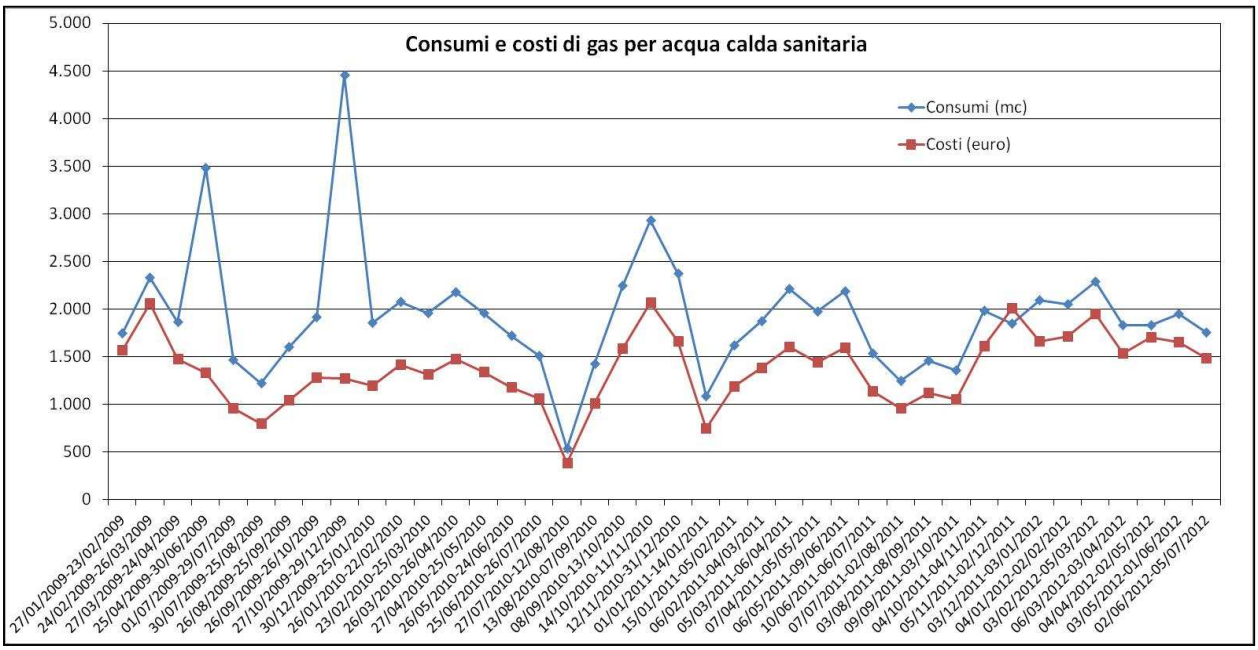


Figura 15: andamento dei consumi di gas per l'acqua calda sanitaria e relativi costi nel condominio Galilei.

In virtù delle diverse durate dei periodi di bollettazione, la disamina dei consumi per ACS deve essere ulteriormente affinata ed effettuata in riferimento ai consumi giornalieri.
Nella Tabella successiva sono raggruppati i consumi totali relativi agli anni di analisi. Il periodo complessivo di analisi parte il 27 gennaio 2009 e si conclude il 5 luglio 2012, per un totale di 1252 giorni in cui il consumo totale di metri cubi di gas per la produzione di acqua calda sanitaria è pari a 77.031. I due anni più direttamente confrontabili sono il

2010 e il 2011 poiché i dati relativi in nostro possesso coprono circa tutto l'anno solare, a differenza delle bollette riferite al 2009 e 2012.
I consumi totali di gas si mantengono simili negli anni di analisi, al contrario dei costi, influenzati dalle variazioni del prezzo di mercato del gas.

Anno	Periodo		Giorni	mc	€	mc/giorno	€/giorno
	Dal	Al					
2009	27/01/2009	29/12/2009	337	20.088,77	11.776	59,61	34,94
2010	30/12/2009	31/12/2010	367	22.757,42	15.701	62,01	42,78
2011	01/01/2011	03/01/2012	368	22.476,76	17.494	61,08	47,54
2012	04/01/2012	05/07/2012	184	11.708	10.032	63,63	54,52
		TOTALE	1256	77.031	55.003	61,33	43,79

Tabella 11: consumi totali di gas per l'acqua calda sanitaria dal 2009 al 2012 del condominio Galilei.

5 .2 Condominio Sanzio

La centrale termica del condominio "Sanzio" è servita da due caldaie entrambe dedicate sia alla produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS) sia al riscaldamento. Gli impianti lavorano in parallelo e le bollettazioni relative al gas sono riferite alle singole caldaie ma non alle diverse utenze (ACS o riscaldamento).

Non è quindi disponibile un dato "puro" di consumi di gas distinti per riscaldamento e ACS così come invece avviene per la centrale termica del condominio "Galilei".

E' stato quindi valutato il consumo medio di ACS per l'intero condominio "Sanzio" sulla base dei dati disponibili per il condominio "Galilei", caratterizzato da strutture, impianti e utenze molto simili.

Detta valutazione si basa sull'ipotesi che i consumi di ACS possano essere ragionevolmente proporzionali in funzione delle Unità Immobiliari presenti nei due complessi. In particolare, il consumo medio giornaliero degli ultimi tre anni del condominio Galilei per la produzione di ACS (si veda paragrafo precedente) è stato diviso per il numero di unità immobiliari costituenti il complesso. Ipotizzando che i consumi medi giornalieri di gas per unità immobiliare siano plausibilmente simili tra i due condomini, il fabbisogno complessivo di gas per ACS dell'intero condominio Sanzio è stato ottenuto considerando il numero di unità immobiliari presenti.

In sintesi, valutato in 61,3 mc/die il consumo medio giornaliero per ACS delle 70 unità immobiliari di Galilei (v. paragrafo precedente) è stato ottenuto il consumo medio ad unità immobiliare, pari a 61,3/70= 0,87 mc/die di consumo di gas per unità immobiliare[3].

Tale valore medio per unità immobiliare è quindi moltiplicato per il numero di unità immobiliari presenti nel condominio "Sanzio" (54), ottenendo così il fabbisogno medio giornaliero di gas per ACS dell'intero condominio:

$$0{,}87 \times 54 = 47 \text{ mc/die}$$

[3] Detto valore risulta in linea con i valori medi di consumo di ACS pro capite indicati dalle norme UNI. In particolare, l'energia prodotta dalla combustione di 0,87 mc di gas è sufficiente per scaldare l'acqua calda sanitaria per il fabbisogno giornaliero di un nucleo di circa 3-4 persone, corrispondente quindi, con buona approssimazione, al numero medio di componenti di una unità immobiliare.

6. Consumi di gas per riscaldamento

Come nel caso dei dati sui consumi elettrici, la disamina dei consumi di gas è stata effettuata sulla base della documentazione disponibile fornita dall'Amministrazione Condominiale.

I dati analizzati si riferiscono al consumo di gas per il riscaldamento domestico delle centrali termiche a servizio dei due condomini.

6 .1 Quale indicatore di consumo?

Valutare semplicemente il consumo medio annuo di metri cubi di gas per il riscaldamento comporterebbe l'errore di non considerare gli andamenti climatici stagionali, che caratterizzano inverni più o meno rigidi nel corso delle stagioni.

Considerare un consumo medio annuo di gas per riscaldamento sarebbe come valutare il consumo medio annuo della propria auto considerando i consumi medi annuali (litri di carburante/anno), indicatore ovviamente variabile negli anni e dipendente da quanti chilometri percorriamo in un anno e dal nostro stile di guida o tipologia di percorso (urbano, extraurbano).

I consumi di carburante sono quindi rapportati ai km percorsi ottenendo un indicatore di consumo medio espresso in *litri/km*.

Analogamente, per i consumi di gas dovremmo considerare una grandezza che influisca direttamente sui fabbisogni. Tale parametro è costituito da "quanto freddo c'è fuori" ovvero dalla rigidità della temperatura media annuale esterna. Per misurare la "rigidità di un inverno" si utilizzano i Gradi Giorno (GG), ottenendo un indicatore di consumo medio espresso in *m^3 di gas/GG*

I Gradi Giorno sono definiti nell'articolo 1 del Decreto del Presidente della Repubblica n. 412 del 1993[4]:

"per "gradi giorno" di una località, si intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20 gradi centigradi, e la temperatura media esterna giornaliera; l'unita' di misura utilizzata e' il grado giorno (GG)."

Sostanzialmente si tratta della misura dello sforzo che deve fare un impianto di riscaldamento per mantenere la temperatura di 20°C nell'edificio che si sta considerando.

L'edificio sottoposto ad audit energetico ricade nella zona termica E, dove il periodo annuale convenzionale di riscaldamento è compreso tra il 15 ottobre e il 15 aprile. Per ciascuno dei giorni compresi in questo spazio di tempo è stata considerata la differenza tra la temperatura di riferimento (20°C) e la temperatura media giornaliera rilevata negli stessi anni a Corsico dalla centralina ARPA[5] per il controllo della qualità dell'aria.

---

[4] Decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n. 412 (DPR 412/93) *"Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10."*

[5] Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Sommando questo dato giornaliero per tutto il periodo di riferimento si ottiene il valore di gradi giorno.

I dati di consumo assoluto rapportati ai gradi giorno del medesimo periodo permettono di considerare gli andamenti climatici delle stagioni invernali e quindi di confrontare più correttamente i dati dei consumi annui.

L'indicatore di consumo specifico per grado giorno consente di caratterizzare il comportamento termico di un edificio epurandolo dagli scostamenti stagionali di consumo dovuti a differenti condizioni climatiche. Tale indicatore dovrebbe quindi assumere in condizioni standard di gestione e funzionamento degli impianti e delle strutture valori tendenzialmente stabili nel corso delle misurazioni.

6.1.1 Consumi specifici condominio "Galilei"

I dati analizzati sono relativi al periodo nov.2007 – apr.2012 e, sulla base delle bollette disponibili, considerano:

- i consumi tra due letture effettive
- i Gradi Giorno cumulati tra le due letture effettive

I consumi tra due letture effettive sono poi divisi per i Gradi Giorno cumulati, ottenendo, per ogni bolletta, un dato di consumo espresso in *m^3 di gas/GG*.

Nella figura successiva sono riportati gli indicatori di consumo per grado giorno rilevati dal 2007. Come evidenziato dall'elaborazione, eccetto un valore, i consumi di gas per grado giorno del condominio di via Galilei sono compresi circa tra 30 e 40 mc/GG.

In particolare:

- la media dei consumi per grado giorno nel periodo considerato è pari a 34,7 mc/GG con una deviazione standard di 4,53.
- la media pesata sui periodi di osservazione è di 35,3 mc/GG.

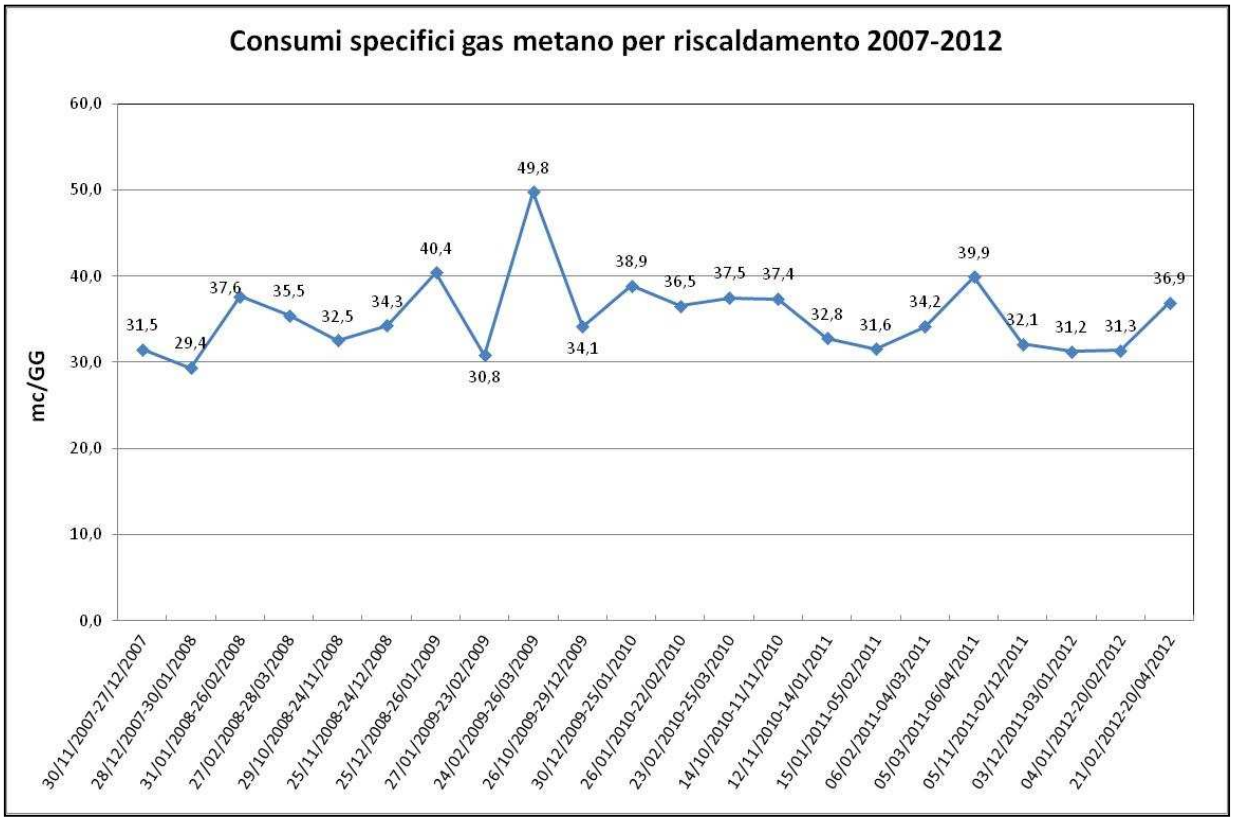


Figura 16: Consumi specifici di gas metano per riscaldamento 2007-2012, condominio Galilei

Nell'ambito della successiva elaborazione non è stato considerato il picco di consumo presente nella precedente analisi che fa riferimento al periodo 24/02-26/03 del 2009.

Le medie dei consumi per grado giorno assumono quindi i seguenti valori:

- la media dei consumi per grado giorno nel periodo considerato è pari a 34,3 mc/GG, con una deviazione standard di 3,26.
- la media pesata sui periodi di osservazione è di 34,6 mc/GG.

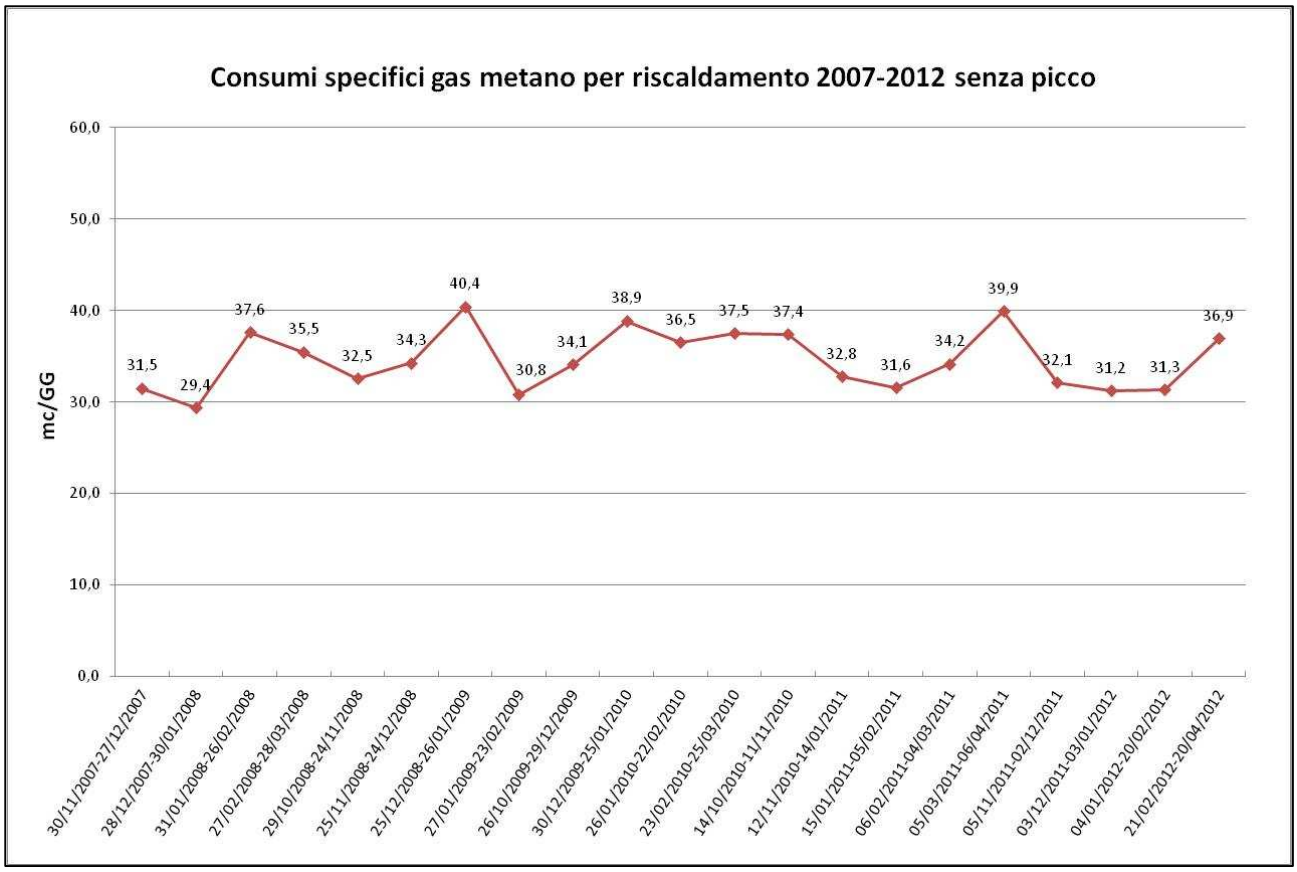


Figura 17: consumi specifici di gas metano per riscaldamento 2007-2012 senza picco, condominio Galilei

6.1.2 Consumi specifici condominio "Sanzio".

Come in precedenza rilevato, la centrale termica del condominio "Sanzio" è servita da due caldaie entrambe dedicate sia alla produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS) sia al riscaldamento. Gli impianti lavorano in parallelo e le bollettazioni relative al gas sono riferite alle singole caldaie ma non alle diverse utenze (ACS o riscaldamento).

Non è quindi disponibile un dato "puro" di consumi di gas distinti per riscaldamento e ACS così come invece avviene per la centrale termica del condominio "Galilei".

E' stato quindi valutato il consumo di gas per riscaldamento per l'intero condominio "Sanzio" epurando dai consumi totali di gas quelli medi giornalieri di ACS valutati secondo la procedura precedentemente descritta.

In particolare, per ogni periodo di bollettazione, sono stati sottratti i consumi di gas per ACS. Questi ultimi, per ogni bolletta, sono stati ottenuti moltiplicando il consumo medio giornaliero di ACS, stimato in 47mc/die, per il numero di giorni di consumo cui è riferita la bolletta.

I consumi totali di gas per riscaldamento del condominio Sanzio sono quindi mostrati nella successiva elaborazione in cui sono riportati gli indicatori di consumo per grado giorno rilevati dal 2009 in poi.

Dal grafico si evince, eccetto per un valore (39,20 mc/GG), che i consumi di gas per grado giorno del condominio di via Sanzio sono compresi circa tra 26 e 32 mc/GG; da notare inoltre che dal 23/02/2010 in poi dati di consumo si attestano quasi costanti con poche oscillazioni nei valori.

In particolare:

- la media dei consumi per grado giorno nel periodo considerato è pari a 32,83 mc/GG con una deviazione standard di 3,40.
- la media pesata sui periodi di osservazione è di 29,78 mc/GG.

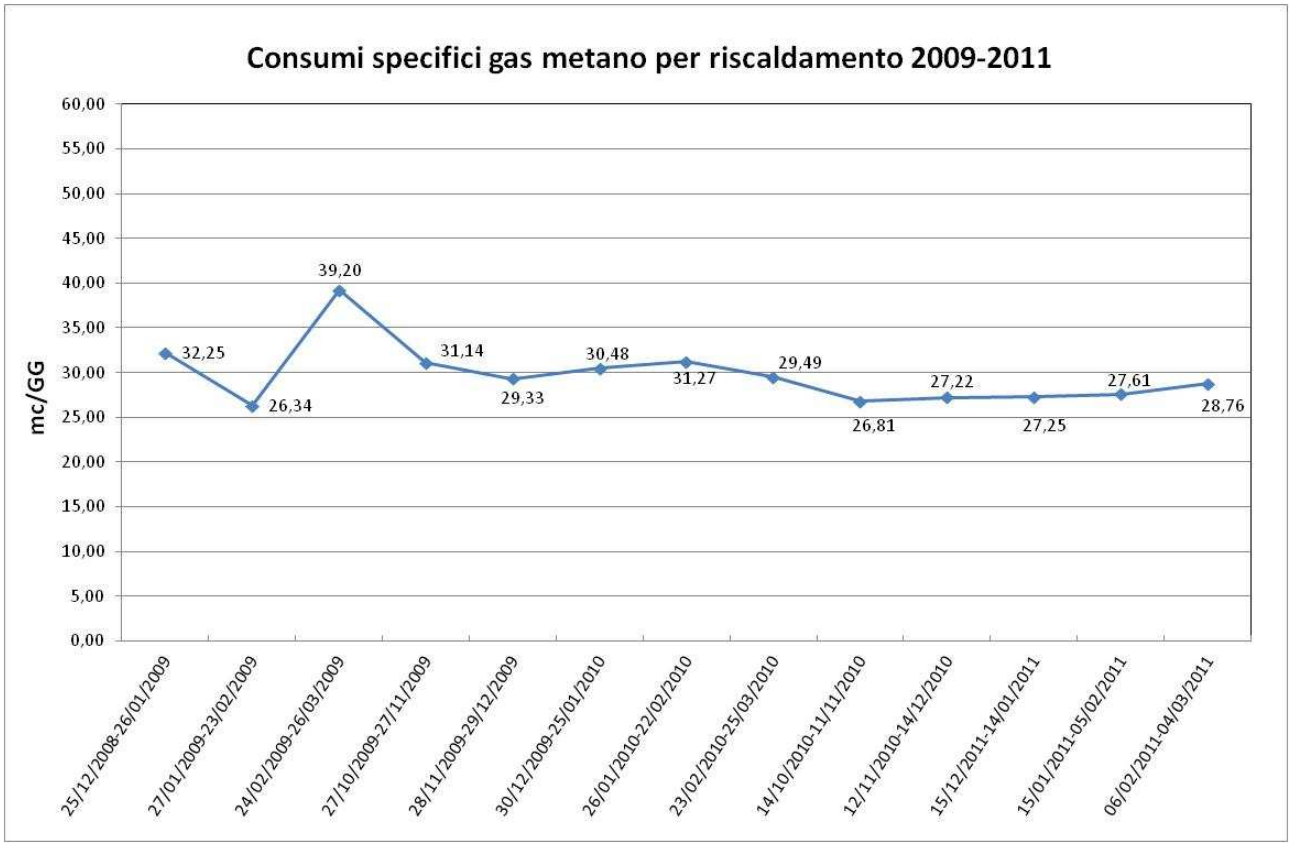


Figura 18: Consumi specifici di gas metano per riscaldamento 2009-2011, condominio Sanzio

Nella successiva elaborazione, Figura 19, non è stato considerato il picco di consumo presente nella precedente analisi in riferimento al periodo 24/02-26/03 del 2009 (lo stesso periodo in cui anche per il condominio di via Galilei si è registrato un picco di consumo, i cui motivi sono da approfondire).

Le medie dei consumi per grado giorno assumono quindi i seguenti valori:

- la media dei consumi per grado giorno nel periodo considerato è pari a 32,2 mc/GG, con una deviazione standard di 1,9.
- la media pesata sui periodi di osservazione è di 29 mc/GG.

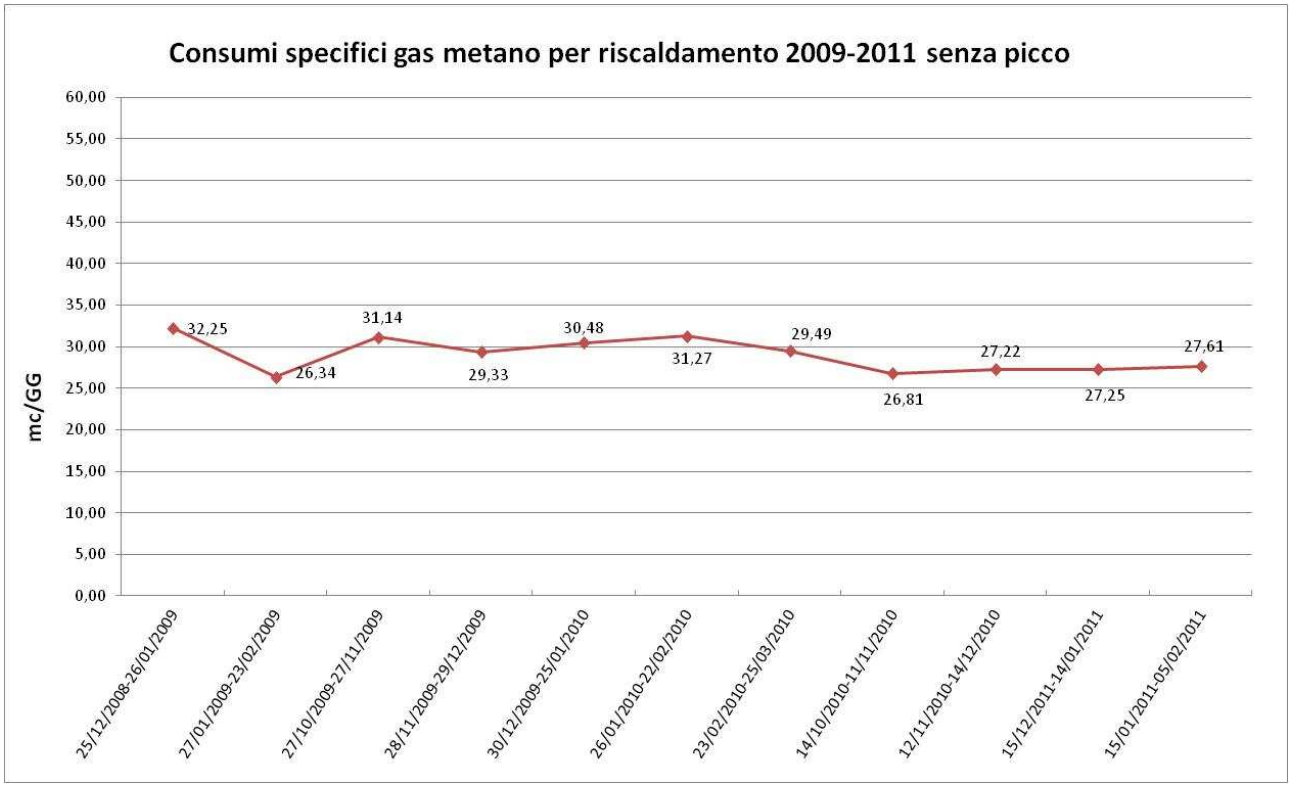


Figura 19 Consumi specifici di gas metano per riscaldamento 2009-2011 senza picco, condominio Sanzio

6.1.3 Consumi totali

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i dati dei consumi totali di gas per riscaldamento nei due condomini. A fianco dei risultati sono riportati, per ogni periodo considerato[6], i costi, i GG e i consumi specifici per GG e giornalieri.

Anno convenzionale riscaldamento	Periodo		Giorni	mc	€	GG	mc/GG	mc/giorno
	Dal	Al						
2007/2008	30/11/2007	28/03/2008	120	55.051	-	1.672,60	32,91	458,76
2008/2009	29/10/2008	26/03/2009	149	76.471	-	2.048,10	37,34	513,23
2009/2010	26/10/2009	25/03/2010	151	78.548	42.962	2.165,10	36,28	520,18
2010/2011	14/10/2010	06/04/2011	175	84.607	49.958	2.476,30	34,17	483,47
2011/2012	05/11/2011	20/04/2012	168	76.490	65.319	2.340,10	32,69	455,30
	GALILEI	TOTALE	763	371.168	158.239	10.702,20	34,68	486,46

Tabella 12: consumi totali di gas, e relativi indicatori, per il riscaldamento termico dal 2007 al 2012 nel condominio di via Galilei.

Anno convenzionale riscaldamento	Periodo		Giorni	mc	€	GG	mc/GG	mc/giorno
	Dal	Al						
2008/2009	25/12/2008	26/03/2009	92	38.364	32.554	1.302,80	29,45	417
2009/2010	27/10/2009	25/03/2010	150	57.713	36.776	2.082	27,72	384,76
2010/2011	14/10/2010	04/03/2011	142	55.407	38.580	2.183,80	25,37	390,19
		TOTALE	384	151.485	107.909	5.568,60	27,20	394,49

Tabella 13: consumi totali di gas, e relativi indicatori, per il riscaldamento termico dal 2009 al 2011 nel condominio di via Sanzio.

Le dimensioni più ridotte del condominio "Sanzio" giustificano il valore più basso di consumo per Grado Giorno rispetto al condominio "Galilei". A potenziale convalida dei risultati, si osserva correlazione tra le proporzioni dei consumi specifici e del numero di unità immobiliari dei due condomini.

[6] Alcune bollette sono riferite a periodi di consumo posti a cavallo tra l'inizio o la fine della stagione invernale, rispettivamente 15 ottobre o 15 Aprile (es. bollette riferite a periodi 29 marzo- 30 Aprile). Per non incorrere in errori di valutazione sono state quindi considerate le sole bollette riferite a consumi interamente ricadenti nel periodo di funzionamento del sistema di riscaldamento.

7. Valutazione del fabbisogno energetico teorico

7.1 Scopo del lavoro

l fabbisogno energetico teorico è utile per modellizzare matematicamente il comportamento energetico del sistema edificio-impianto e valutare, nel seguito, i benefici derivanti da una serie di possibili interventi di riqualificazione energetica, sia in termini energetici sia economici.

E' stato scelto di effettuare il calcolo con il software Cened+ di Cestec, lo stesso modello utilizzato per la certificazione energetica degli edifici in Regione Lombardia, in modo da poterne avere un'indicazione, per quanto indicativa, sia allo stato attuale sia a seguito dei possibili interventi migliorativi.

7.2 Metodologia di analisi

Per l'analisi sono state applicate metodologia e procedura di calcolo definite dalla DGR VIII/5018 e successive modifiche e aggiornamenti, supportate da un sopralluogo effettuato presso due unità immobiliari significative:

- un bilocale al nono piano dell'edificio di via Sanzio, scala A;
- uno dei due attici dell'edificio di via Galilei;

Grazie alla gentile collaborazione dei proprietari, in data 1/03/13 è stato effettuato un sopralluogo in entrambi gli appartamenti che ha permesso di rilevarne ogni caratteristica dell'involucro edilizio e dell'impiantistica interna necessaria ad modellazione matematica completa, esattamente come per una pratica di certificazione energetica.

Le simulazioni sulle due unità immobiliari esaminate sono state considerate la base da cui poter ricavare le prestazioni energetiche originarie ed a seguito di miglioramenti per gli edifici nel complesso, considerato che:

- le caratteristiche di un trilocale sono del tutto analoghe a quelle di un bilocale, rappresentandone, con buona approssimazione, un'estensione delle superfici esposte all'esterno proporzionale alla superficie calpestabile;
- entrambi gli edifici sono composti principalmente da moduli costituiti dall'insieme di un bilocale e un trilocale separati da un vano scala (tre moduli per piano per l'edificio di via Sanzio, quattro per l'edificio di via Galilei). Questo schema, in particolare, è ripetuto per intero nell'edificio di via Sanzio, dal primo al nono piano, escludendo il piano terreno occupato per metà da un porticato e per metà dagli scantinati non riscaldati;
- l'edificio di via Galilei presenta un'eccezione allo schema generale al settimo e all'ottavo piano, dove un attico e la relativa terrazza si sovrappongono esattamente ad un modulo sottostante, inserendosi in testa ad altri tre moduli al settimo piano e ad altri due all'ottavo ed ultimo piano;
- fa eccezione anche il piano terreno dell'edificio di via Galilei, occupato da negozi e attività commerciali, di cui è stata trascurata la differente tipologia edilizia sia perché di rilevanza marginale ai fini energetici, sia perché la destinazione d'uso

commerciale ne comporterebbe una classificazione energetica su scala differente;

- l'incidenza del differente orientamento e delle "ostruzioni esterne" (ingombri esterni in grado di generare ombreggiamenti sulle pareti esposte all'ambiente esterno) delle unità immobiliari, in base alla posizione nei due edifici diversa dalle unità esaminate, è risultata essere trascurabile rispetto alle prestazioni complessive, compresa nel 2% di scostamento nella condizione peggiore (vedasi a questo scopo il seguente paragrafo, dedicato ai risultati del calcolo);
- il contributo al fabbisogno energetico delle unità immobiliari costituito dalle perdite dei sistemi impiantistici, differenti per i due edifici (generazione, regolazione, distribuzione, emissione) è facilmente differenziabile dal contributo fornito dalle dispersioni energetiche attribuibili invece all'involucro edilizio (la dispersione energetica verso l'esterno attraverso le murature). Questo contributo è stato possibile calcolarlo per entrambi gli edifici e per ogni tipologia di unità immobiliare attraverso l'individuazione del "rendimento globale medio stagionale", ottenuta con le due simulazioni effettuate, una per edificio. Le approssimazioni introdotte in questo modo, dell'ordine di pochi punti percentuali sul totale, sono anch'esse compatibili col grado di precisione ricercato;
- le maggiori dispersioni energetiche da attribuirsi alle pareti e ai solai confinanti con l'esterno, presenti ai fianchi e alla base dei due edifici si sono potute facilmente ricavare a partire dalle simulazioni compiute sulle due unità immobiliari tipo, esaminate per "innesto" nella simulazione e scorporo del contributo rilevato;

Per una maggiore estendibilità dei risultati alle restanti unità immobiliari e all'intero edificio, è stata considerata la configurazione originaria delle unità immobiliari esaminate, ignorando alcune migliorie non comuni a tutte le altre unità, tra cui:

- i serramenti, originariamente realizzati con telaio in legno e vetro singolo, in taluni casi sono stati sostituiti integralmente con serramenti a doppio vetro;
- gli elementi prefabbricati in calcestruzzo che compongono le facciate principali, originariamente cavi e, nel caso dell'attico, parzialmente isolati, sono stati in taluni casi isolati con schiuma poliuretanica espandente iniettata. Non è stato in ogni caso possibile verificare qualità ed effettiva estensione degli isolamenti inseriti.

Anche per questo motivo dalle simulazioni sono da attendersi prestazioni energetiche peggiori rispetto a quelle rilevabili dai consumi energetici effettivi.

Al contrario, per quanto riguarda l'edificio di via Galilei, sono state prese in considerazione le migliorie impiantistiche introdotte con il passaggio alla contabilizzazione del calore per singola unità immobiliare, in quanto estese a tutte le unità: ogni radiatore è stato dotato di una valvola termostatica a bassa inerzia termica, realizzando di fatto un sistema di regolazione per singolo ambiente oltre che climatico, e le pompe di circolazione di tipo tradizionale, in centrale termica, sono state sostituite con pompe ad inverter, a potenza pertanto variabile in base alle necessità.

7.3 Impostazione e risultati delle simulazioni per le unità immobiliari tipo

L'analisi delle caratteristiche qualitative e quantitative delle due unità abitative tipo prese a riferimento (bilocale ed attico) è stata condotta integrando i rilievi effettuabili dalle planimetrie in scala fornite dall'amministrazione condominiale e dai proprietari con i rilievi diretti effettuati sul posto in occasione del sopralluogo del 1/03/13. Per la terza, il trilocale, sono state integrate le misure dalle stesse planimetrie ad una estrapolazione a partire dalle caratteristiche del bilocale.

7.1.1 Dati generali e climatici, esposizione

I due appartamenti analizzati, come visibile dalla fotografia aerea riportata di seguito, sono situati agli ultimi piani degli edifici di via Sanzio (1) e via Galilei (2), in un contesto di periferia urbana caratterizzata da spazio relativamente ampio tra un edificio e l'altro e di conseguenza ombreggiamenti ridotti, in generale anche per le unità abitative dei piani inferiori. Il bilocale di via Sanzio (B) si rivolge gli affacci finestrati verso nord est e sud-ovest. La forma arcuata dell'edificio comporta un orientamento degli appartamenti situati all'estremo opposto ruotato di circa 40° Est. A fianco del bilocale è indicato il trilocale (T), da cui risulta separato dal bilocale da un vano scala.

L'attico di via Galilei (A) risulta esposto, in corrispondenza delle facciate principali, a sud-est e nord-ovest, ma presenta, verso la terrazza, esposizioni comprese tra sud e ovest. In questo caso l'esposizione degli affacci tra un capo dell'edificio e l'altro varia di oltre 45° a causa della maggiore estensione (4 moduli trilocale+ bilocale per piano), con esposizioni medie delle facciate principali a sud-sud-est e nord-nord-ovest.

Figura 20 - Ubicazione delle Unità Immobiliari-tipo

La località è situata in **zona climatica E** e le sono attribuiti **2404 gradi giorno** (con riferimento all'allegato A al DPR 412 del 26 Agosto 1993 e s.m.i).

7.1.2 Volumi e superfici, tipologie di muratura

Altezze, superfici e volumi netti e lordi per le unità abitative esaminate sono riportati nella tabella seguente.

	Altezza netta (m)	Altezza lorda (m)	Superficie netta (m^2)	Superficie lorda (mq)	Volume netto (m^3)	Volume lordo (m^3)
ATTICO 7°P	2,90	3,45	157,00	180,00	455,30	621,00
BILOCALE 9°P	2,90	3,45	93,00	108,70	269,70	375,02
TRILOCALE	2,90	3,45	123,70	142,95	358,73	493,18

Tabella 14 - Caratteristiche delle unità abitative esaminate

Le strutture costituenti gli elementi edilizi disperdenti (ovvero confinanti con l'esterno o con locali a temperatura diversa quali, ad esempio, vani scale) individuate per le unità abitative esaminate e per gli edifici nel complesso sono quelle riportate nella successiva tabella. Per ogni struttura è inoltra stata valutata la propria trasmittanza, ovvero la potenzialità di trasmettere calore verso l'esterno: quanto più è basso il valore di trasmittanza tanto più le strutture risultano isolate. A titolo esemplificativo e al fine di opportuni confronti i valori massimi di trasmittanza termica previsti per legge per pareti e solai nelle nuove costruzioni oscillano tra 0,30 e 0,34 W/m^2K in funzione della struttura (parete verticale, coperture, ecc...), mentre per i serramenti è previsto un limite massimo di 2,2 W/m^2K.

Componente	tipo	Spessore [cm]	Trasmittanza (W/m^2K)	Norma di riferimento
Parete - **M01**	Elementi prefabbricati in calcestruzzo (sp.8 cm) a cassa vuota sp.26cm)	42	2,28	**Vedi descrizione specifica**
Parete - **M02a**	Parete a cassa vuota con mattoni forati	30	1,15	UNI-TS 11300
Parete - **M02b**	Parete a cassa vuota con mattoni forati	50	1,1	UNI-TS 11300
Parete - **M03**	Muratura di mattoni forati intonacata sulle due facce	15	1,65	UNI-TS 11300
Solaio a pavimento **S01**	Solaio in laterocemento non coibentato	30	1,25	UNI-TS 11300
Solaio di copertura **S02**	Soletta piana in laterocemento non coib.	40	1,3	UNI-TS 11300
Serramenti (F-PF)	Serramenti con telaio in legno e vetro singolo	-	4,92	UNI-TS 11300

Tabella 15 - Caratteristiche degli elementi edilizi originali dei condomini "Galilei" e "Sanzio"

Per la muratura M01, presente in corrispondenza delle facciate principali e composta da elementi prefabbricati bombati a cassa vuota, è stato necessario ricostruire una stratigrafia media "efficace" a partire dallo sviluppo rilevabile in pianta e verificato per quanto possibile sul posto, come mostrato all'immagine seguente.

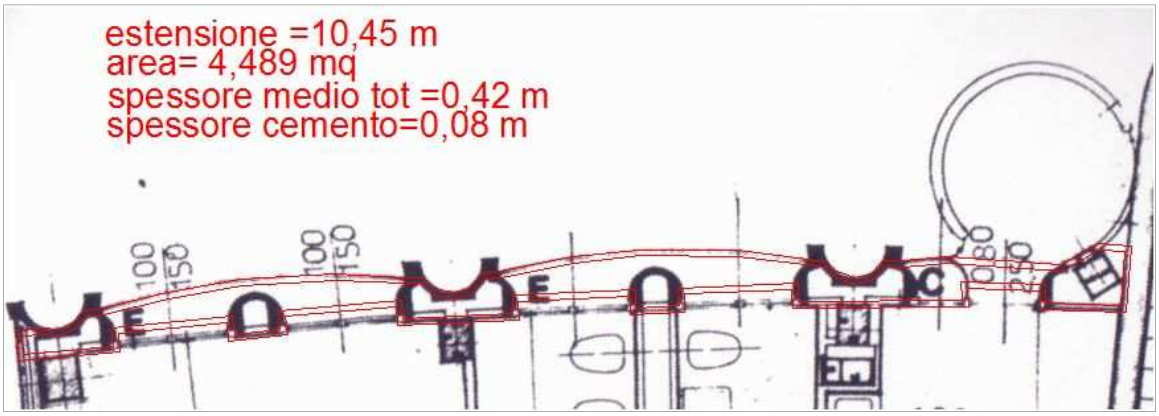


Figura 21 - Ricostruzione della stratigrafia

La trasmittanza complessiva della struttura è stata calcolata ricostruendone la stratigrafia media efficace, come mostrato alla tabella seguente:

DESCRIZIONE: **M01- Parete esterna in elementi prefabbricati cavi in calcestruzzo**

	Strati (Dall'interno all'esterno)	s [m]	ρ [kg/m³]	λ_D [W/m K]	m	λ [W/m K]	C J/kg K	R [m²K/W]	FONTE
I	Resistenza termica superficiale interna	/	/	/	/	/	/	0,13	UNI 6946
1	Parete in calcestruzzo a struttura chiusa	0,080	2000	1,01	15	1,16	837	0,07	UNI 10351
2	Intercapedine d'aria non ventilata (flusso orizzontale – oltre 25 mm)	0,260	1800	/	/	/	/	0,18	UNI 6946
3	Parete in calcestruzzo a struttura chiusa	0,080	2000	1,01	25	1,26	837	0,06	UNI 10351
E	Resistenza termica superficiale esterna	/	/	/	/	/	/	0,04	UNI 6946
	SPESSORE TOTALE [m]	0,420							

TRASMITTANZA TERMICA [W/m² K]	2,074
TRASMITTANZA T.- ponti t.+10% [W/m² K]	2,281

NOTE: Prospetto V – Maggiorazioni percentuali relative alla presenza di ponti termici – Comitato Termotecnico Italiano, "Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-
(+10% pareti a cassa vuota senza isolante)

Tabella 16 - Calcolo della trasmittanza complessiva della struttura M01

Come si può notare, al valore ottenuto pari a 2,074 W/m^{2}K è stata applicata una maggiorazione del 10% , portandolo a 2,281 W/m^{2}K in considerazione della struttura esterna chiusa in calcestruzzo che non prevede tagli termici tra interno ed esterno.

Nelle immagini seguenti viene mostrata (fuori scala) l'individuazione di superfici e murature per le unità immobiliari tipo, così come inserita nel software di calcolo cened+.

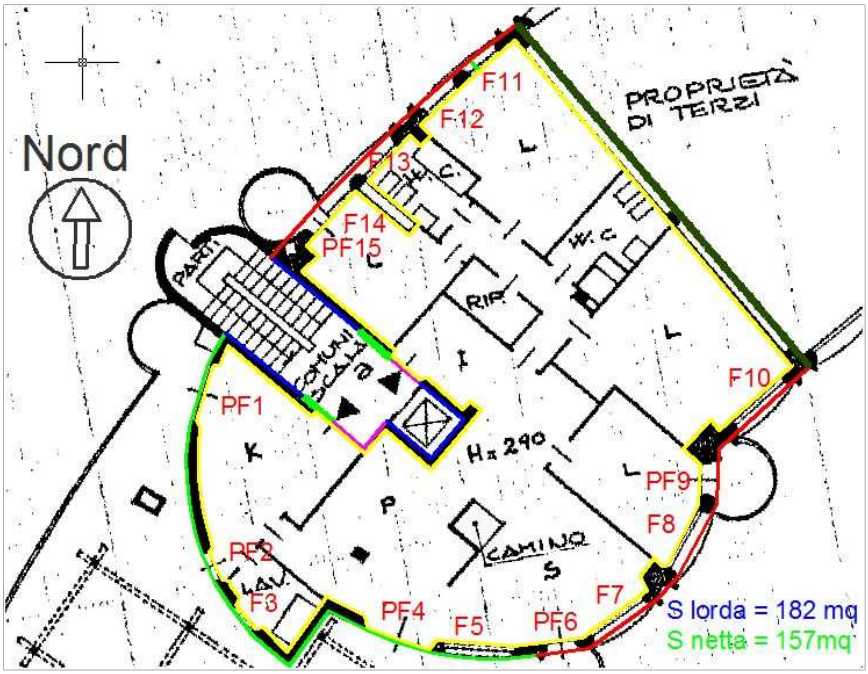


Figura 22 Attico al 7° piano dell'edificio di via Galilei – individuazione superfici e strutture

Come si può notare, è stata predisposta una differenziazione tra murature in elementi prefabbricati di tipo A (elementi sopra e sotto-finestra) e di tipo B (finte colonne a lato delle finestrature) per un possibile impiego futuro nel caso venga rilevata una diversa struttura interna, in particolare al fine di un intervento migliorativo di isolamento. La differenziazione non è stata applicata nelle simulazioni effettuate.

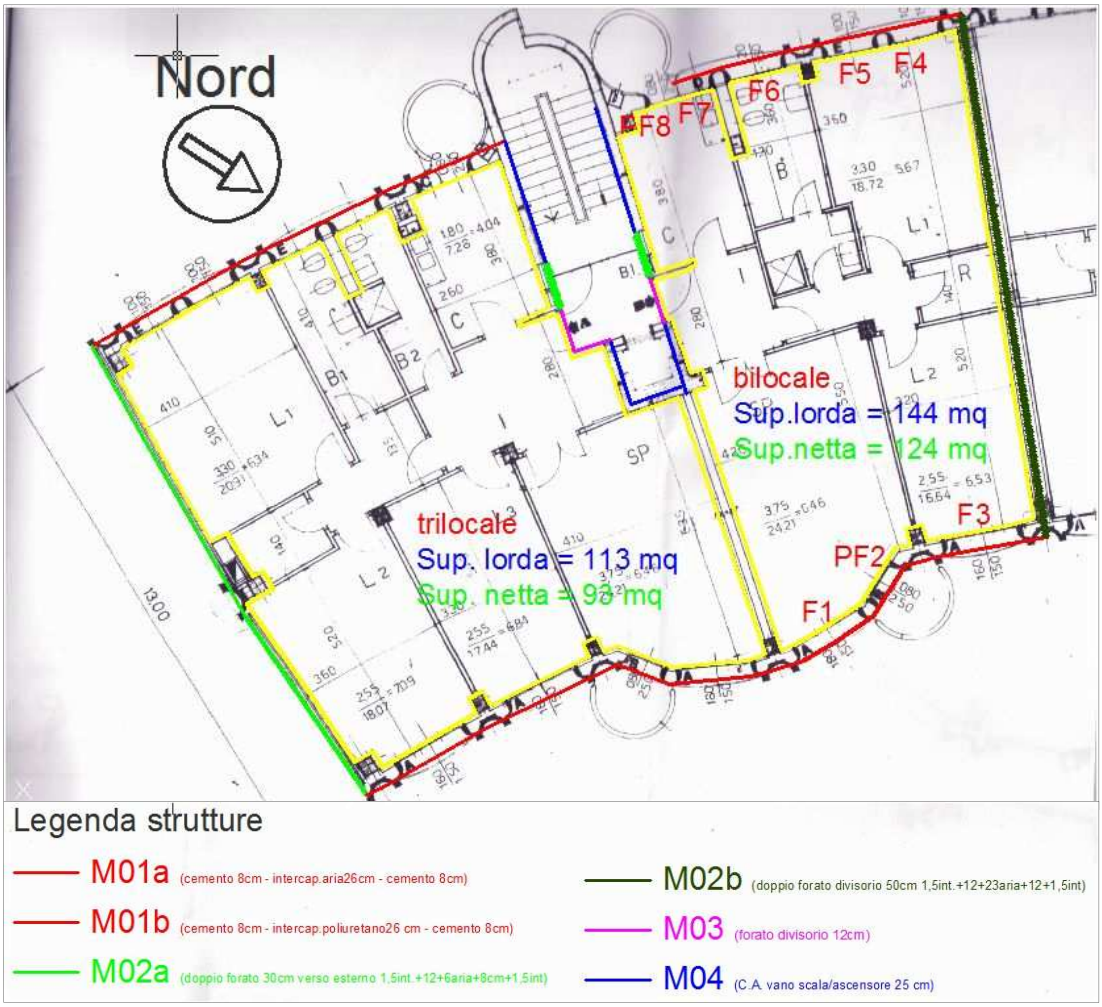


Figura 23 bilocale al 9° piano dell'edificio di via Sanzio – individuazione superfici e strutture

In allegato vengono riportati i fogli di calcolo relativi alla suddivisione delle superfici disperdenti in tratti ed elementi disperdenti, così come inseriti nel software Cened+ ai fini del calcolo della prestazione energetica.

7.1.3 Calcolo dell'energia primaria – impianti

Le caratteristiche dei sottosistemi di generazione inserite nel software Cened+ (generatori di calore, distribuzione, emissione) sono state ampiamente descritte al capitolo 3, al quale si rimanda per un eventuale approfondimento.

Ad integrazione di quanto già descritto, nelle tabelle seguenti viene riportato il calcolo delle potenze erogabili dai terminali di emissione rilevati (radiatori) in condizioni standard di utilizzo (UNI-EN 442 – ΔT 50°C).

BILOCALE – 9°PIANO VIA SANZIO 20							
N°	Numero di Colonne	Dimensioni [cm] H	L	P	Numero di Elementi	Potenza per elemento [w]	Potenza per radiatore [w]
1	4	68	100	15	17	108	1836
2	4	88	33	15	6	135	810
3	4	68	64	15	11	108	1188
4	4	68	70	15	12	108	1296
5	3	68	70	12	12	67,5	810
6	6	88	22	22	4	192	768

pot.media x terminale **1118** W
Pot. Totale **6,71** Kw
Potenza specifica **0,02** W/mc

ATTICO – 7°PIANO VIA GALILEI							
N°	Numero di Colonne	Dimensioni [cm] H	L	P	Numero di Elementi	Potenza per elemento [w]	Potenza per radiatore [w]
1	6	68	65	20	12	135	1620
2	4	68	37	15	6	108	648
3	6	38	63	20	10	93	927,91
4	4	68	88	15	15	108	1620
5	4	68	88	15	15	108	1620
6	4	68	70	15	12	108	1296
7	4	88	21	15	4	135	540
8	4	68	82	15	14	108	1512
9	-	76	77	-	-	135	500
10	4	68	70	15	12	108	1296
11	3	68	58	15	10	67,5	675
12	6	88	21	20	4	192	768

pot.media x terminale **1085** W
Pot. Totale **13,02** Kw
Potenza specifica **0,02** W/mc

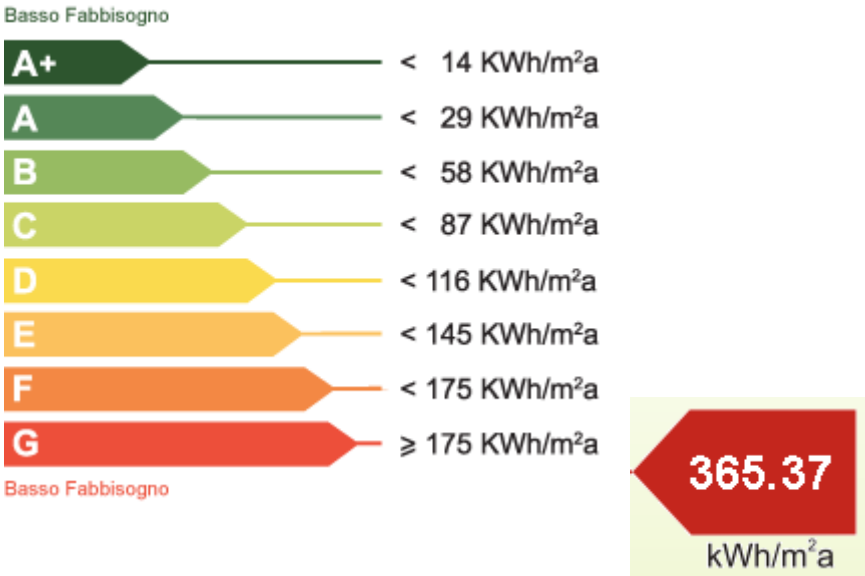
Secondo le impostazioni inserite per le centrali termiche, le potenze elettriche e termiche dei generatori vengono ripartite in funzione del rapporto tra il volume lordo riscaldato dell'unità immobiliare e quello relativo all'intero edificio servito, di cui si relaziona il calcolo nel paragrafo seguente.

7.1.4 Risultati dell'analisi -attico di via G.Galilei

Il software Cened+, impostata l'analisi come mostrato in precedenza, restituisce i seguenti indicatori:

Fabbisogni energetici	Specifica annua [Kwh/m^2*anno]	Totale annua [Kwh/anno]
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento (Ep_h)	**365,37**	**57363,09**
Fabbisogno di energia per riscaldamento del solo involucro edilizio (Ep_h)	248,45	39006,9
Fabbisogno di energia primaria limite per il riscaldamento (Ep_{hLIM})	72,11	11321,27
Fabbisogno di energia primaria per acqua calda sanitaria (Ep_w)	75,82	11903,74
Fabbisogno di energia primaria totale per usi termici	441,19	69266,83
Energia elettrica richiesta alla rete	26,89	4221,76
Rendimento termico globale medio stagionale dell'impianto di riscaldamento (εg_h)	0,68	0,68
Rendimento termico globale medio stagionale dell'impianto di produzione acqua calda s. (εg_w)	0,23	0,23

CLASSE ENERGETICA



I risultati ottenuti permettono numerose osservazioni:

1) **Fabbisogno energetico complessivo per riscaldamento:** risulta decisamente elevato, tanto da risultare più che doppio rispetto al fabbisogno limite per il raggiungimento della classe F. L'appartamento risulta consumare quanto cinque abitazioni con le prestazioni minime richieste attualmente dalla normativa per le nuove costruzioni (classe C), e oltre dodici abitazioni di classe A.
2) **Rendimento medio globale stagionale dell'impianto di riscaldamento:** risulta decisamente penalizzante, tanto che, rispetto all'energia disponibile che è possibile trarre dal gas metano e dall'energia elettrica impiegate, solo il 68% viene mediamente impiegato per il riscaldamento dell'abitazione, mentre il restante 32% viene dissipato in perdite (principalmente in centrale termica e nella distribuzione attraverso le tubazioni).
3) **Rendimento medio globale stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria:** la situazione risulta essere ben peggiore che per l'impianto di riscaldamento, con perdite che raggiungono i ¾ dell'energia disponibile alla fonte. E' questo un dato da considerare certamente con il beneficio del dubbio, in quanto molto sensibile alle differenze tra usi standard ed usi effettivi.
4) **Energia elettrica richiesta alla rete:** considerato che ogni kWh elettrico richiesto dall'impianto sono richiesti 2,18 Kwh alla fonte (2,18 è il fattore di conversione medio nazionale energia primaria/energia elettrica al consumo, attualmente indicato dall' AEEG - Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas) il fabbisogno in energia primaria relativo agli usi elettrici per il funzionamento dell'impianto di riscaldamento rappresentano quasi il 16% del totale indicato al punto 1. Solo il restante 82% si traduce quindi in consumi di gas metano.

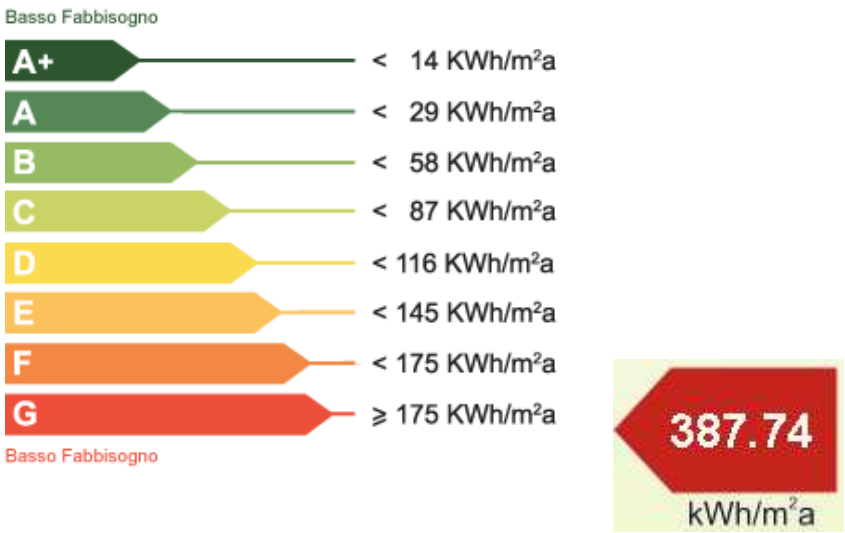
5)

7.1.5 Risultati dell'analisi -bilocale di via Sanzio

Il software Cened+, impostata l'analisi come mostrato in precedenza, restituisce i seguenti indicatori:

Fabbisogni energetici	Specifica annua [Kwh/m^2*anno]	Totale annua [Kwh/anno]
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento (Ep_h)	**387,74**	**36059,82**
Fabbisogno di energia per riscaldamento del solo involucro edilizio (Ep_h)	224,89	20914,7
Fabbisogno di energia primaria limite per il riscaldamento (Ep_{hLIM})	64,51	5999,43
Fabbisogno di energia primaria per acqua calda sanitaria (Ep_w)	66,44	6178,92
Fabbisogno di energia primaria totale per usi termici	454,18	42238,74
Energia elettrica richiesta alla rete	50,8	4724,71
Rendimento termico globale medio stagionale dell'impianto di riscaldamento (εg_h)	0,58	0,58
Rendimento termico globale medio stagionale dell'impianto di produzione acqua calda s. (εg_w)	0,29	0,29

CLASSE ENERGETICA



Osservazioni:

1) **Fabbisogno energetico complessivo per riscaldamento:** risulta molto elevato, anche in questo caso più che doppio rispetto al fabbisogno limite per la classe F. L'appartamento risulta consumare quanto sei abitazioni con le prestazioni minime richieste attualmente dalla normativa per le nuove costruzioni (classe C), e oltre tredici abitazioni di classe A.
2) **Rendimento medio globale stagionale dell'impianto di riscaldamento:** risulta decisamente penalizzante, tanto che, rispetto all'energia disponibile che è possibile trarre dal gas metano e dall'energia elettrica impiegate, solo il 58% viene mediamente impiegato per il riscaldamento dell'abitazione, mentre il restante 42% viene dissipato in perdite (principalmente in centrale termica e nella distribuzione attraverso le tubazioni). La differenza con l'impianto dell'edificio di via Galilei mostra l'incidenza potenziale dell'installazione di valvole termostatiche e pompe ad inverter (+10% nonostante la caldaia più recente);
3) **Rendimento medio globale stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria:** la situazione risulta essere ben peggiore che per l'impianto di riscaldamento, con perdite che, in questo caso, raggiungono i 2/3 dell'energia disponibile alla fonte. E' questo un dato da considerare certamente con il beneficio del dubbio, in quanto molto sensibile alle differenze tra usi standard ed usi effettivi.
4) **Energia elettrica richiesta alla rete:** considerato che ogni Kwh elettrico richiesto dall'impianto sono richiesti 2,18 Kwh alla fonte (2,18 è il fattore di conversione medio nazionale energia primaria/energia elettrica al consumo, attualmente indicato dall' AEEG - Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas) il fabbisogno in energia primaria relativo agli usi elettrici per il funzionamento dell'impianto di riscaldamento rappresentano quasi il 28% del totale indicato al punto 1. Solo il restante 72% si traduce quindi in consumi di gas metano.

7.1.6 Analisi estrapolate relative alle prestazioni energetiche di bilocali e trilocali e singoli contributi delle superfici disperdenti

Ricavate le prestazioni energetiche per il bilocale modello presso l'edificio di via Sanzio, le prestazioni relative al trilocale sono state ricavate in maniera diretta considerando il medesimo fabbisogno di energia primaria specifico e un fabbisogno totale proporzionale alla metratura (123,7 anziché 93 m^2 di superficie calpestabile). I valori ottenuti per bilocale e trilocale presso l'edificio di via Galilei sono stati ricavati a partire da quelli di via Sanzio, riproporzionando rispetto al diverso valore di rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento (0,68 anziché 0,58) ottenendo i risultati riportati nella seguente tabella:

Fabbisogni energetici	Specifico annuo [Kwh/m^2*anno]	Totale annuo [Kwh/anno]
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento (Ep_h) – trilocale presso l'edificio di via Sanzio	387,74	47963,44
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento (Ep_h) – bilocale presso l'edificio di via Galilei	330,72	30756,91
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento (Ep_h) – trilocale presso l'edificio di via Galilei	330,72	35948,2
CLASSE ENERGETICA: G per tutte le unità considerate		

I contributi specifici delle dispersioni energetiche relative alle coperture, alle pavimentazioni, alle pareti laterali disperdenti (alle fiancate degli edifici) e all'incidenza della variazione dell'orientamento sono state valutate grazie ad ulteriori simulazioni di cui sono riportati i risultati alla tabella seguente:

	EPh	Differenza	Variazione
	kWh/m² a	kWh/m² a	%
Bilocale tipo (origine)	**387,74**	-	-
Origine + parete laterale esterna	415,34	27,6	6,65
Origine – copertura disperdente (O2)	229,5	-158,24	-68,95
(O2) + pavimentazione disperdente	369,71	140,21	-
Origine + rotazione 45°E	394,23	6,49	1,65
Origine + rotazione 135°E	391,93	4,19	1,07

Si noti l'incidenza percentuale minima della variazione di orientamento del bilocale: inferiori al 2%, sono state trascurate nei calcoli successivi.

7.2 Impostazione e risultati delle simulazioni – edifici nel complesso

7.2.1 Volumi e superfici, tipologie di muratura

Altezze, superfici e volumi lordi riferibili agli interi edifici di via G.Galilei e di via R.Sanzio, sono stati calcolati per estrapolazione a partire dall'analisi effettuata sulle unità immobiliari tipo considerando:

- quattro moduli composti da un bilocale ed un trilocale per piano, per quanto riguarda i piani compresi tra il piano terra ed il piano sesto dell'edificio di via G.Galilei (trascurando piccole differenze dovute alla presenza di spazi commerciali al piano terreno);
- un attico e tre moduli composti da un bilocale ed un trilocale per quanto riguarda il settimo piano dell'edificio di via G.Galilei;
- un attico e due moduli composti da un bilocale ed un trilocale per quanto riguarda l' ottavo ed ultimo piano dell'edificio di via G.Galilei;
- tre moduli composti da un bilocale ed un trilocale per quanto riguarda i piani tra il primo ed il nono piano dell'edificio di via R.Sanzio;

Apportate le opportune correzioni necessarie a considerare per intero il volume di murature e solai ai lati e ai piani inferiore e superiore degli edifici, si sono ottenuti i risultati riassunti nella seguente tabella:

	Edificio di via G.Galilei		
	Superficie lorda [m²]	H lorda [m]	Volume lordo [m³]
Piano terra	997,23	3,3	3290,84
Piani1°-6°	997,23	19,5	19445,89
Piano7°	928,7	3,2	2977,31
Piano8°	680,18	3,3	2250,05
		Tot [m³]	27964,09

	Edificio di via R.Sanzio		
	Superficie lorda [m²]	H lorda [m]	Volume lordo [m³]
Piani1°-9°	748,7	29,3	2437,43
		Tot [m³]	21936,91

Tabella 17 - Superfici e volumetrie degli edifici nel complesso

Le tipologie di muratura considerate sono le medesime considerate per le unità immobiliari direttamente esaminate.

7.2.2 Impostazione dell'analisi della prestazione energetica riferibile agli edifici per estrapolazione

Sulla base delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, una volta ricavate le prestazioni energetiche relative all'attico e al bilocale esaminati, sono state ricavate le prestazioni energetiche riferibili agli interi edifici mediante il seguente procedimento:

1) simulazione relativa ad un bilocale tipo privo di copertura piana esposta verso esterno ai fini della valutazione del suo specifico contributo;

2) simulazione relativa ad un bilocale tipo confinante inferiormente con l'esterno e gli scantinati, ai fini della valutazione dello specifico contributo;

3) simulazione relativa ad un bilocale tipo confinante lateralmente con l'esterno ai fini della valutazione dello specifico contributo relativo alle facciate laterali degli edifici;

3) estrapolazione delle prestazioni energetiche riferibili ad un modulo composto da un bilocale più un trilocale, privi di esposizioni verso l'esterno eccetto che in facciata principale;

4) calcolo delle prestazioni energetiche complessive riferibili all'edificio di via R.Sanzio, a partire dalla somma degli specifici contributi individuati ai punti precedenti;

5) calcolo delle prestazioni energetiche complessive riferibili all'edificio di via G.Galilei, a partire dalla somma degli specifici contributi individuati ai punti da 1 a 3, sommato a quello relativo ai due attici dei piani 7° e 8°. Il contributo dei singoli apporti è stato opportunamente corretto in base al "rendimento globale medio stagionale" riferibile al sistema impiantistico di via G.Galilei, diverso da quello ricavato per l'edificio di via R.Sanzio, e ricavato grazie alla simulazione completa effettuato per l'attico.

7.2.3 Risultati dell'analisi per estrapolazione - edificio di via Galilei

Applicando le procedure illustrate ai paragrafi precedenti si sono ottenuti i valori del fabbisogno energetico annuo di energia primaria per riscaldamento, parziali e totali, riportati alla seguente tabella:

	Fabbisogni energetici annui *[Kwh/anno]*			
Contributi	**Piano T**	**Piani 1°-6°**	**Piano 7°**	**Piano 8°**
Solaio orizzontale inferiore verso cantine	71776	-	-	-
Appartamenti (confine orizzontale e lat. Caldo)	195807	1174845	147009	98006
Attici			57363	57363
Pareti fiancata edificio	5134	30802	2567	2567
Terrazza verso esterno	-	-	9700	9700
Totali per piano/i	272717	1205646	206939	157936
Totale per l'edificio	**1843238**			

Adeguando il risultato al corretto rendimento medio stagionale ricavato per l'impianto di riscaldamento dell'edificio di via Galilei e ricavando l'indice di consumo specifico di gas metano per grado giorno (secondo il procedimento già applicato al capitolo n.6) si ottiene:

Totale – adeguato all' ε medio stagionale dell'impianto di riscaldamento di via Galilei	**1572173**	Kwh/anno
Energia elettrica richiesta dai vari servizi	188893,13	Kwh/anno
Energia primaria per servizi elettrici	411787,03	Kwh/anno
Totale energia primaria netta da gas metano	1160386,43	Kwh/anno
Eph media per gli appartamenti (Kwh/mq*anno)	238,27	Kwh/m²anno
Consumo totale di gas metano atteso	**116387,81**	**Nm³**
Indice di consumo totale lordo per grado giorno	**65,6**	Nm³/GG
Indice di consumo netto di gas metano	**48,41**	**Nm³/GG**

Osservazioni:

1 Indice di prestazione energetica medio:

per quanto elevato (attribuibile nettamente alla classe G), va comunque rilevato che risulta sensibilmente inferiore a quello attribuibile alle unità esaminate, maggiormente esposte verso l'esterno in quanto situate alla sommità dell'edificio;

2 **Rapporto tra i consumi di gas metano rilevati e consumi teorici:**

Al capitolo 6 veniva rilevato un consumo specifico di gas metano per il periodo di osservazione 2007-2012 pari a 34,6 Nm^3/GG (media pesata) contro i 48,41 Nm^3/GG ottenuti teoricamente. Considerato che le simulazioni si riferiscono alla situazione costruttiva originaria (serramenti a vetro singolo e nessun isolamento degli elementi prefabbricati in facciata) oltre che ad un mantenimento costante di 20°C interni sulle 24 ore (anziché sulle 14 di funzionamento giornaliero dell'impianto di riscaldamento), è possibile affermare che le simulazioni hanno ottenuto un discreto grado di approssimazione, idoneo alla valutazione degli interventi migliorativi proposti nel seguito.

7.2.4 Risultati dell'analisi per estrapolazione - edificio di via Sanzio

Analogamente a quanto ricavato per l'edifico di via Galilei, si sono ottenuti i valori di fabbisogno energetico annuo di energia primaria per riscaldamento, parziali e totali, riportati alla seguente tabella:

	Fabbisogni energetici annui *[Kwh/anno]*		
Contributi	**Piano 1°**	**Piani 2°-8°**	**Piano 9°**
Solaio orizzontale inferiore verso cantine(50%)	26944	-	-
Solaio orizzontale inferiore verso esterno(50%)	44907	-	-
Appartamenti (confine orizzontale e lat. Caldo)	147009	1029063	147009
Pareti fiancata edificio	5134	35935	5134
Solaio orizzontale superiore verso esterno	-	-	101363
Totali per piano/i	223993	1064998	253505
Totale per l'edificio	**1542497**		

Ricavando l'indice di consumo specifico di gas metano per grado giorno (secondo il procedimento già applicato al capitolo n.5) si ottiene:

Energia elettrica richiesta dai vari servizi	276377,05	Kwh/anno
Energia primaria per servizi elettrici	602501,96	Kwh/anno
Totale energia primaria netta da gas metano	939994,57	Kwh/anno
Eph media per gli appartamenti (Kwh/mq*anno)	263,63	Kwh/m^{2}anno
Consumo totale di gas metano atteso	**94282,3**	**Nm^3**
Indice di consumo totale lordo per grado giorno	**64,36**	Nm^3/GG
Indice di consumo netto di gas metano	**39,22**	**Nm^3/GG**

Osservazioni:

1 Indice di prestazione energetica medio:

per quanto elevato (attribuibile nettamente alla classe G), va comunque rilevato che anche in questo caso risulta sensibilmente inferiore a quello attribuibile alle unità esaminate, maggiormente esposte verso l'esterno in quanto situate alla sommità dell'edificio;

2 **Rapporto tra i consumi di gas metano rilevati e consumi teorici:**

Come per l'edificio di via Galilei, anche per l'edificio di via Sanzio il consumo specifico di gas metano per il periodo di osservazione 2007-2012, pari a 29 Nm^3/GG (media pesata) , risulta inferiore ai 39,22 Nm^3/GG ottenuti teoricamente. Vale quanto già evidenziato, ovvero che essendo le simulazioni basate sulla situazione costruttiva originaria (serramenti a vetro singolo e nessun isolamento degli elementi prefabbricati in facciata) oltre che ad un mantenimento costante di 20°C interni sulle 24 ore (anziché sulle 14 di funzionamento giornaliero dell'impianto di riscaldamento), è possibile affermare che le stesse hanno ottenuto un discreto grado di approssimazione, idoneo alla valutazione degli interventi migliorativi proposti nel seguito.

8. Possibili interventi e conseguenti benefici energetici

Le simulazioni effettuate hanno permesso di evidenziare numerose criticità rispetto alle quali è possibile intervenire. Vengono elencate nella tabella seguente, con una indicazione di massima dei possibili interventi correttivi attuabili. Degli interventi individuati maggiormente interessanti per fattibilità e sostenibilità economica, verrà effettuata un'analisi costi-benefici dettagliata nel paragrafo successivo.

Fattore critico	Possibili interventi	Benefici
Impianti di generazione del calore, distribuzione, regolazione		
Bassi rendimenti di combustione dei generatori di calore. Edificio di via Galilei (ACS e riscaldamento) Edificio di via Sanzio (ACS)	Sostituzione delle caldaie con sistemi a condensazione. Sostituzione delle caldaie a combustione con pompe di calore ad alto rendimento.	Aumento del rendimento dal 90% attuale a valori prossimi al 100% per caldaie a condensazione (per sistemi ad alta temperatura) e superiori per pompe di calore.
Gestione dei generatori in parallelo Edificio di via Sanzio (ACS e riscaldamento)	Valutare e applicare un sistema di generazione "in cascata" che privilegi il funzionamento della caldaia principale, più efficiente.	Aumento del rendimento complessivo di generazione e distribuzione.
Centrali termiche. Uso di motori elettrici a bassa efficienza. Totale per l'edificio di via Sanzio, parziale per l'edificio di via Galilei	Installazione di sistemi inverter	Riduzione fino al 30-40% dei consumi elettrici di distribuzione
Serbatoi dell'acqua calda sanitaria non sufficientemente coibentati Entrambi gli edifici	Aumento dello strato isolante esterno dai 4-5 cm attuali ad almeno 15-20 cm	Riduzione fino ad oltre il 50% delle perdite di calore relative al sistema di accumulo
Coibentazione insufficiente dell' impianto di distribuzione Entrambi gli edifici	Sostituzione e incremento delle coibentazione previo controllo completo, con particolare riferimento ai tratti interrati.	Riduzione fino all'80-90% delle perdite di distribuzione
Termosifoni installati su parete esterna non isolata Entrambi gli edifici	Installazione di pannelli o stuoie termoriflettenti dietro ai termosifoni	Riduzione delle perdite dei sistemi di distribuzione ed emissione del 5-10%

Fattore critico	Possibili interventi	Benefici
Sistema di regolazione e di ripartizione dei costi di riscaldamento poco efficiente Edificio di via Sanzio	Passaggio alla regolazione autonoma (con mantenimento di un'unica centrale). Contabilizzazione individuale del calore e contestuale messa a punto del sistema di distribuzione (con valvole termostatiche).	Aumento dell'efficienza complessiva del sistema del 10-15%. Ripartizione equa dei consumi e conseguente valorizzazione degli interventi di efficientamento energetico sulle singole unità immobiliari.
Aerazione naturale degli ambienti mediante apertura delle finestre - Entrambi gli edifici	Installazione di sistemi di ventilazione meccanica a singolo flussio o a doppio flusso con recupero del calore	Riduzione dal 20/30% (singolo flusso) fino al 70-80% delle dispersioni energetiche per ventilazione.
Involucro edilizio		
Elementi cavi prefabbricati in facciata di trasmittanza eccessiva, pari a circa 2,3 W/mqK - Entrambi gli edifici	Inserimento di isolanti per iniezione, quali schiume poliuretaniche o materiali leggeri granulari	Riduzione dell'energia dispersa per trasmissione in facciata fino all' 80% se realizzabile un intervento di riempimento completo.
Fiancate degli edifici realizzate con pareti a cassa vuota in mattoni forati, senza isolante, di trasmittanza pari a circa 1,15 W/mqK - Entrambi gli edifici	Isolamento a cappotto esterno o inserimento di isolanti nell'intercapedine per iniezione, (meno efficace il secondo)	Riduzione dell'energia dispersa per trasmissione dalle fiancate fino al 70%.
Solai orizzontali di copertura e verso porticati non coibentati, di trasmittanza pari a circa 1,25/1,30 W/mqK - Entrambi gli edifici	Isolamento a cappotto esterno.	Riduzione dell'energia dispersa per trasmissione dalle coperture fino al 70%.
Serramenti a vetro singolo, di trasmittanza pari a circa 5 W/mqK - Entrambi gli edifici	Sostituzione con serramenti con vetrocamera a doppio vetro bassoemissivo e taglio termico, di trasmittanza pari almeno a 1,7 W/mqK	Riduzione dell'energia dispersa per trasmissione attraverso le superfici finestrate di oltre il 60%. Eliminazione del discomfort termico da correnti d'aria.

Fattore critico	Possibili interventi	Benefici
Serramenti a vetrocamera semplice, senza taglio termico (trasmittanza pari a circa 2,2/2,6 W/mqK) - Entrambi gli edifici	Sostituzione con serramenti con vetrocamera a doppio vetro bassoemissivo e taglio termico, di trasmittanza pari almeno a 1,7 W/mqK	Riduzione dell'energia dispersa per trasmissione di oltre il 30%. Eliminazione del discomfort termico da correnti d'aria.

9. Analisi costi benefici degli interventi proposti

9 .1 Metodologia di analisi

Gli interventi migliorativi di maggiore interesse per fattibilità e sostenibilità economica tra quelli individuati al paragrafo precedente, sono stati sottoposti ad un'analisi costi-benefici di cui vengono di seguito riassunti i passaggi, sviluppati in tre macro-fasi:

Raccolta degli elementi in ingresso. Per le unità immobiliari tipo sono stati raccolti i dati inerenti:

- il fabbisogno di energia primaria[7] come da procedura di Certificazione Energetica (consumi riferiti ad un utilizzo standard dell'immobile);
- i possibili interventi e gli eventuali vincoli tecnici o architettonici. Tali informazioni sono state raccolte grazie a sopralluoghi di verifica sul posto;

Valutazione di scenari: quantificazione dei risparmi energetici.

Utilizzando la medesima versione del software CENED+ adottata per il calcolo delle prestazioni energetiche delle unità immobiliari tipo in versione originaria, sono stati valutati gli effetti prodotti dagli interventi migliorativi (in termini di prestazioni energetiche risultanti) e delle loro eventuali combinazioni.

In nuovi risultati, confrontati con quelli dello scenario di partenza, hanno permesso di valutare, per ogni intervento o combinazione di interventi, i risparmi energetici conseguibili.

Valutazione di scenari: quantificazione dei risparmi finanziari.

I risparmi energetici conseguibili (espressi in kWh di energia primaria all'anno) sono stati quindi monetizzati considerando:

- il potere calorifico del gas naturale[8] (ovvero quanti kWh è in grado di produrre la combustione di un metro cubo di gas); in tal modo è stato possibile quantificare i metri cubi di gas necessari a produrre un determinato quantitativo di kWh risparmiati,
- il costo medio del gas al metro cubo, ricavando così i mancati costi per i kWh risparmiati.

Le analisi costi-benefici relative agli edifici considerati nel complesso, sono state ricavate per estrapolazione a partire dalle analisi compiute sulle singole unità immobiliari tipo, come illustrato in precedenza.

La riduzione dei fabbisogni valutata nella seconda fase si basa sulla procedura di certificazione energetica riferita a condizioni "standard" di utilizzo di ogni immobile e

---

[7] Quantità di energia primaria globalmente richiesta nel corso di un anno per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto. Si valuta in kWh/m^2 di superficie netta riscaldata all'anno.

[8] Considerato in circa 9,97 kWh/mc

comprendente il consumo di energia elettrica per l'impianto di produzione, distribuzione ed emissione del calore.

E' bene quindi sottolineare che "comportamenti gestionali" differenti da quelli standard (es. minori o maggiori ricambi d'aria, ore di utilizzo, presenza di utenti, ecc…) possono comportare consumi effettivi dell'edificio diversi da quelli previsti in condizioni standard. Le valutazioni ottenute dall'applicazione del sistema CENED+, sebbene non producano risultati necessariamente aderenti agli effettivi consumi, si dimostrano comunque utili per un'analisi relativa -anche se non sempre assoluta- dei diversi scenari prima e dopo gli interventi di riqualificazione.

Le valutazioni effettuate nella terza fase sono state sviluppate in fogli di lavoro excel modificabili dall'utente al fine di rendere disponibile un semplice "sistema di supporto alle decisioni" di facile ed immediato utilizzo. Siffatti schemi di valutazione finanziaria possono agevolmente recepire eventuali modifiche in merito ai risparmi energetici e ai costi ipotizzati per gli interventi, alla vita attesa delle opere nonché ai costi delle fonti energetiche.

Lo studio ha comunque sviluppato le analisi finanziarie basandole **sui costi indicativi** di mercato e di altri parametri ritenuti **plausibili** per i singoli interventi.

L'esempio in calce chiarisce i vari passaggi.

Esempio di valutazione scenario per un immobile destinato ad uso uffici: un immobile di volumetria lorda (VL) riscaldata pari a 3000 m^3 dotato di Attestato di Certificazione Energetica (ACE) di classe G con fabbisogno di energia primaria pari a 70 [kWh/$m^{3\ di\ VL}$ anno] viene sottoposto ad un intervento di isolamento dell'involucro mediante cappotto. Grazie all'intervento migliorativo il nuovo ACE attesterebbe una classe energetica D con fabbisogno di energia primaria pari a 40 [kWh/$m^{3\ di\ VL}$ anno].

I risparmi conseguibili ammonterebbero a:

70-40= **30** [kWh/ $m^{3\ di\ VL}$ anno] di energia primaria.

Se un metro cubo di gas metano può produrre circa 10 kWh di energia termica[9] allora saranno risparmiati ogni anno:

30 [kWh/ $m^{3\ di\ VL}$ anno]/10 [kWh/$m^{3\ di\ gas}$]*3000 [$m^{3\ di\ VL}$]=**9000** [$m^{3\ di\ gas}$/anno]

Se un metro cubo di gas costa in media 0,63 euro[10], allora:

9 Potere Calorifico Inferiore medio del gas naturale

9000 [$m^{3\ di\ gas}$/anno]*0,63 [€/ $m^{3\ di\ gas}$]=**5670** euro/anno.

I fattori critici e gli interventi proposti sono elencati in ordine di importanza, sulla base dei risparmi annui conseguibili e dei tempi di ritorno degli investimenti. Questi ultimi sono stati valutati considerando il beneficio della detrazione fiscale del 36% che diverrà strutturale a partire dal 1 luglio 2013, dopo il temporaneo innalzamento al 50%. Eventuali agevolazioni fiscali o incentivi, quali ad esempio, la detrazione fiscale del 55% per opere di riqualificazione energetica in vigore fino al 31/06/2013, non sono stati presi in considerazione a causa dell'incertezza sulla futura prorogabilità.

9.1.1 Presentazione delle valutazioni

Per ogni immobile è stata creata una scheda di sintesi in cui sono riassunti dati dell'ACE riferito allo stato iniziale, ovvero:

- il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento[11]
- il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento[12]
- la classe energetica corrispondente
- il volume lordo dell'immobile
- il fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria

				Analisi dei costi					Tasso sconto	Vita
	Scuola WALAKOFF									
	Stato di fatto									
Volume lordo	3162 mc									
Classe energetica	G									
Eh	EPh	Epw								
kWh/m³ a	kWh/m³ a	kWh/m³ a								
68,1	87,2	4								
INTERVENTI MIGLIORAM.	Sostituzione tutti i serramenti con U=1,5		n° serram.		Costo unitario medio		Costo totale	0	2,00%	
	Cappotto su tutte le pareti U=0,34		mq cappotto		Costo a mq		Costo totale	0	2,00%	
	Copertura U=0,30		mq copertura		Costo a mq		Costo totale	0	2,00%	
	Sostituzione Caldaia		kW		Costo		Costo totale	0	2,00%	
	Solare termico		mq pannelli		Costo a mq		Costo totale	0	2,00%	
	Tutti i precedenti						Costo totale	0		

[10] Dati riferiti alle informazioni fornite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (www.autorita.energia.it)

[11] Quantità di energia termica idealmente richiesta dall'involucro edilizio, nel corso della stagione del riscaldamento, per la climatizzazione invernale. Tale valore, a differenza dell'energia primaria, non considera l'efficienza degli impianti di produzione termica ma solo il quantitativo di energia necessario all'involucro per garantire la temperatura interna di progetto.

[12] Ovvero l'energia richiesta "in ingresso alla caldaia" ottenuta considerando il fabbisogno di energia termica e le (in)efficienze degli impianti di regolazione, emissione, distribuzione e produzione di calore.

Nel medesimo schema sono riportati:

- gli interventi proposti
- il dettaglio dei medesimi
- la stima dei costi
- il tasso di sconto ipotizzato
- la vita utile attesa dell'intervento.

				Analisi dei costi					Tasso sconto	Vita
	Scuola MALAKOFF									
	Stato di fatto									
Volume lordo	3162 mc									
Classe energetica	G									
Eh	EPh	Epw								
kWh/m^3 a	kWh/m^3 a	kWh/m^3 a								
68,1	87,2	4								
INTERVENTI MIGLIORAM.	Sostituzione tutti i serramenti con U=1,5		n°serram.		Costo unitario medio		Costo totale	0	2,00%	
	Cappotto su tutte le pareti U=0,34		mq cappotto		Costo a mq		Costo totale	0	2,00%	
	Copertura U=0,30		mq copertura		Costo a mq		Costo totale	0	2,00%	
	Sostituzione Caldaia		kW		Costo		Costo totale	0	2,00%	
	Solare termico		mq pannelli		Costo a mq		Costo totale	0	2,00%	
	Tutti i precedenti						Costo totale	0		

I risultati delle valutazioni condotte sulla base dei criteri precedentemente descritti vengono quindi riportati a fianco di ogni schema indicando, per ogni intervento proposto:

- il nuovo fabbisogno di energia termica (Eh) e primaria (EPh) per il riscaldamento nonché per la produzione di acqua calda sanitaria (Epw) a seguito degli interventi previsti;
- la nuova classe energetica ottenibile a seguito degli interventi previsti;
- i guadagni energetici di fabbisogno di energia termica (Eh) e primaria (EPh) per il riscaldamento nonché per la produzione di acqua calda sanitaria (Epw) a seguito degli interventi previsti (differenza tra lo stato iniziale e quello finale).
- il guadagno finanziario annuo complessivo ottenuto considerando i metri cubi di gas risparmiati e il costo medio del combustibile (v. fase 3)

			Stato a seguito interventi			Classe en.	Guadagno energetico			Guadagno finanz.
			Eh	EPh	Epw		Eh	EPh	Epw	annuo
			kWh/m³ a	kWh/m³ a	kWh/m³ a		kWh/a	kWh/a	kWh/a	
Scuola MALAKOFF										
Stato di fatto										
Volume lordo	3162 mc									
Classe energetica	**G**									
Eh	EPh	Epw								
kWh/m³ a	kWh/m³ a	kWh/m³ a								
68,1	**87,2**	**4**								
1	Sostituzione tutti i serramenti (doppi) con U=1,6 e U=1,8 per finestre 50X50		61,9	79,4	4	G	19604,4	24663,6	0	€ 1.558
2	Cappotto su tutte le pareti U=0,34 (ad eccezione pareti verticali su ZNR sottotetto)		62,3	80	4	G	18339,6	22766,4	0	€ 1.439
3	Cappotto su tutte le pareti U=0,34 (comprese pareti verticali su ZNR sottotetto)		60,6	77,8	4	G	23715	29722,8	0	€ 1.878
4	Copertura U=0,30		45,9	59,6	4	F	70196,4	87271,2	0	€ 5.515
5	Sostituzione Generatore (incremento forfetario efficienza globale del 5%)		68,1	82,84	3,8	G	0	13786,32	632,4	€ 911
6	Solare termico (10mq schede AEEG)		68,1	87,2	0,8	G	0	0	4064,2	€ 257
7	Combinazione 3+4		38,4	50,2	4	E	93911,4	116994	0	€ 7.393
8	Combinazione 1+3+4		32,2	42,5	4	D	113515,8	141341,4	0	€ 8.931
9	Combinazione 1+3+4+5		32,2	40,375	3,8	D	113515,8	148060,65	632,4	€ 9.396

9.1.2 Valutazioni finanziarie

Il guadagno finanziario annuo è stato confrontato con l'investimento iniziale calcolando il Valore Attualizzato Netto[13] (VAN) e il Tempo di Ritorno[14].

Il **VAN** per ogni intervento di qualificazione energetica è stato valutato secondo la seguente formula:

$$VAN = \frac{G}{t} \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{1+t} \right)^n \right) - C$$

dove:

C= Costo dell'investimento [€]

G= Guadagno annuo [€/anno]

t= tasso di sconto

n= numero anni di guadagno (durata utile dell'intervento).

Il **Tempo di Ritorno** (TR) è stato quantificato considerando:

$$Tr = \frac{\ln\left(1 - \frac{C}{G} \cdot t \right)}{\ln\left(\frac{1}{1+t} \right)}$$

dove:

C= Costo dell'investimento [€]

G= Guadagno annuo [€/anno]

t= tasso di sconto.

---

13 La quantificazione del VAN è una metodologia tramite cui si definisce il valore attuale di una serie attesa di flussi di cassa non solo sommandoli contabilmente ma attualizzandoli sulla base del tasso di rendimento (costo opportunità dei mezzi propri). Se l'investimento è conveniente, la ricchezza finale dopo l'investimento deve essere superiore alla ricchezza finale rispetto al caso in cui non si intraprenda l'investimento: tale convenienza attesa si deduce dalla positività della funzione. Se VAN >0 risulta conveniente dal punto di vista economico e finanziario realizzarlo poiché si genera valore. Confrontando il VAN di due o più investimenti alternativi si riesce a valutare l'opzione più vantaggiosa.

14 Il tempo di Ritorno è qui inteso come l'intervallo temporale necessario a ripagare l'investimento con i guadagni attesi.

Per ogni intervento è stato quindi valutato il VAN ed il TR e riportato nelle schede riassuntive. I VAN negativi sono automaticamente evidenziati in rosso. I tempi di ritorno sono, in via precauzionale, arrotondati per eccesso all'intero successivo.

VAN di ogni intervento

TR di ogni intervento

			Stato a seguito interventi			Classe en.	Guadagno energetico			Guadagno finanz.	VAN	Tempo di ritorno
			Eh	EPh	Epw		Eh	EPh	Epw	annuo	(€)	(stima anni)
			kWh/m³ a	kWh/m³ a	kWh/m³ a		kWh/a	kWh/a	kWh/a			
Scuola MALAKOFF												
Stato di fatto												
Volume lordo	3162 mc											
Classe energetica	G											
Eh	EPh	Epw										
kWh/m³ a	kWh/m³ a	kWh/m³ a										
68,1	87,2	4										
1	Sostituzione tutti i serramenti (doppi) con U=1,6 e U=1,8 per finestre 50X50		61,9	79,4	4	G	19604,4	24663,6	0	€ 1.558	€ 9.274	20
2	Cappotto su tutte le pareti U=0,34 (ad eccezione pareti verticali su ZNR sottotetto)		62,3	80	4	G	18339,6	22766,4	0	€ 1.439	€ 14.456	14
3	Cappotto su tutte le pareti U=0,34 (comprese pareti verticali su ZNR sottotetto)		60,6	77,8	4	G	23715	29722,8	0	€ 1.878	€ 17.659	15
4	Copertura U=0,30		45,9	59,6	4	F	70196,4	87271,2	0	€ 5.515	€ 109.548	3
5	Sostituzione Generatore (incremento forfetario efficienza globale del 5%)		68,1	82,84	3,8	G	0	13786,32	632,4	€ 911	-€ 102	20
6	Solare termico (10mq schede AEEG)		68,1	87,2	0,8	G	0	0	4064,2	€ 257	-€ 10.801	90
7	Combinazione 3+4		38,4	50,2	4	E	93911,4	116994	0	€ 7.393	€ 127.207	6
8	Combinazione 1+3+4		32,2	42,5	4	D	113515,8	141341,4	0	€ 8.931	€ 67.044	10
9	Combinazione 1+3+4+5		32,2	40,375	3,8	D	113515,8	148060,65	632,4	€ 9.396	€ 59.640	11

9.1.3 Risultati

Per ogni unità immobiliare e ogni edificio si riportano, nel seguito, gli interventi di riqualificazione energetica suggeriti e tutti i risultati dei calcoli descritti nei punti precedenti. Sono stati esclusi dalle simulazioni interventi di eccessiva incertezza sull'impostazione per insufficienza di elementi conoscitivi o sui risultati delle simulazioni stesse (come nel caso degli interventi sull'accumulo e la distribuzione dell'acqua calda sanitaria).

Per i dettagli sulle valutazioni effettuate si rimanda ai files relativi agli ACE simulati e ai fogli di calcolo excel.

ATTICO Edificio condominiale di Via Galilei			Analisi dei costi					Tasso sc.	Vita
Stato di fatto									
Superficie netta	157	mq							
Classe energetica	G								
Eh	EPh	Epw							
kWh/m² a	kWh/m² a	kWh/m² a					Costo totale (netto detraz. fisc. 36%)		
248,45	365,37	75,82							
1	Sostituzione tutti i serramenti a vetro singolo con nuovi serramenti U=1,8 W/mqK		n°serram	14	Costo ipotizzato (€ 400/mq)		€ 8.407	2,00%	30
			170x225	1	€ 1.530	€ 1.530			
			95x225	1	€ 855	€ 855			
			95x165	1	€ 627	€ 627			
			180x225	1	€ 1.620	€ 1.620			
			195x135	1	€ 1.053	€ 1.053			
			75x225	1	€ 675	€ 675			
			170x145	3	€ 918	€ 2.754			
			75x245	2	€ 735	€ 1.470			
			110x145	2	€ 638	€ 1.276			
			130x145	1	€ 754	€ 754			
			90x145	1	€ 522	€ 522			
2	Isolamento degli elementi prefabbricati cavi in facciata U=0,22	mq intervento	49,87	Costo a m² (ipotesi preliminare)	€ 35	€ 1.109	2,00%	30	
3a	Copertura U=0,24 rifacimento della copertura con inserimento di 15 cm circa di pannelli rigidi in lana di roccia	mq copertura	180	Costo a mq	€ 60	€ 6.912	2,00%	30	
3b	Copertura U=0,24 EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base	mq copertura	180	ExtraCosto a m	€ 20	€ 2.304	2,00%	30	
4	Combinazione 1+2					€ 9.516,10	2,00%	30	
5	Combinazione 1+2+3b					€ 11.820,10	2,00%	30	

Note: - I costi indicati degli interventi indicati sono da considerarsi puramente indicativi;

- per alcuni interventi è stato valutato il beneficio economico relativo all'"extracosto" rispetto alla ristrutturazione ordinaria programmata;

ATTICO Edificio condominiale di Via Galilei			Stato a seguito interventi			Classe en.	Guadagno energetico			Guadagno finanz.	VAN	Tempo di ritorno
			Eh kWh/m² a	EPh kWh/m² a	Epw kWh/m² a		Eh kWh/a	EPh kWh/a	Epw kWh/a	annuo	(€)	(stima anni)
Stato di fatto												
Superficie netta	157	mq										
Classe energetica	G											
Eh	EPh	Epw										
kWh/m³ a	kWh/m³ a	kWh/m³ a										
248,45	**365,37**	**75,82**										
1	Sostituzione tutti i serramenti a vetro singolo con nuovi serramenti U=1,8 W/mqK		221,36	325,53	75,82	G	9198,35	6254,88	0	€ 439	€ 1.429	**24**
2	Isolamento degli elementi prefabbricati cavi in facciata U=0,22		209,73	308,43	75,82	G	13146,44	8939,58	0	€ 628	€ 12.948	**2**
3a	Copertura U=0,24 rifacimento della copertura con inserimento di 15 cm circa di pannelli rigidi in lana di roccia		173,79	255,57	75,82	G	18076,19	12291,81	0	€ 863	€ 12.416	**9**
3b	Copertura U=0,24 EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		173,79	255,57	75,82	G	18076,19	12291,81	0	€ 863	€ 17.024	**3**
4	Combinazione 1+2		182,64	268,59	75,82	G	16295,51	11080,95	0	€ 778	€ 7.908	**14**
5	Combinazione 1+2+3b		107,98	158,79	75,82	F	31312,28	21292,35	0	€ 1.495	€ 21.661	**9**

Note: - I costi indicati degli interventi indicati sono da considerarsi puramente indicativi;

– per alcuni interventi è stato valutato il beneficio economico relativo all'"extracosto" rispetto alla ristrutturazione ordinaria programmata;

BILOCALE tipo Edificio condominiale di Via Sanzio			Analisi dei costi	Tasso sc.	Vita
Stato di fatto					
Superficie netta	93	mq			
Classe energetica	G				
Eh	EPh	Epw			
kWh/m³ a	kWh/m³ a	kWh/m³ a			
224,89	**387,74**	**66,44**	Costo totale (netto detrazione fiscale 36%)		

1	Sostituzione tutti i serramenti a vetro singolo con nuovi serramenti U=1,8 W/mqK	n°serram	6	Costo ipotizzato € 400/mq		€ 3.423	2,00%	30
		100x146	1	€ 584	€ 584			
		106x146	1	€ 619	€ 619			
		130x146	1	€ 759	€ 759			
		170x146	2	€ 993	€ 1.986			
		70x250	2	€ 700	€ 1.400			
2	Isolamento degli elementi prefabbricati cavi in facciata U=0,22	mq cappotto	38,55	Costo a m² (ipotesi preliminare)	€ 35	€ 1.340	2,00%	30
3a	Copertura U=0,24 rifacimento della copertura con inserimento di 15 cm circa di pannelli rigidi in lana di roccia	mq copertura	108,7	Costo a mq	€ 60	€ 6.522	2,00%	30
3b	Copertura U=0,24 EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base	mq copertura	108,7	ExtraCosto a m	€ 20	€ 2.174	2,00%	30
4	Combinazione 1+2					€ 4.762,38	2,00%	30
5	Combinazione 1+2+3b					€ 6.936,38	2,00%	30

Note: - I costi indicati degli interventi indicati sono da considerarsi puramente indicativi;

– per alcuni interventi è stato valutato il beneficio economico relativo all'"extracosto" rispetto alla ristrutturazione ordinaria programmata;

BILOCALE tipo Edificio condominiale di Via Sanzio			Stato a seguito interventi			Classe en.	Guadagno energetico			Guadagno finanz.	VAN	Tempo di ritorno
			Eh kWh/m² a	EPh kWh/m² a	Epw kWh/m² a		Eh kWh/a	EPh kWh/a	Epw kWh/a	annuo	(€)	(stima anni)
Stato di fatto												
Superficie netta	93	mq										
Classe energetica	G											
Eh	EPh	Epw										
kWh/m³ a	kWh/m³ a	kWh/m³ a										
224,89	387,74	66,44										
1	Sostituzione tutti i serramenti a vetro singolo con nuovi serramenti U=1,8 W/mqK		203,49	350,85	66,54	G	5915,12	3430,77	0	€ 241	€ 1.972	17
2	Isolamento degli elementi prefabbricati cavi in facciata U=0,22		174,22	300,38	66,87	G	9336,96	5415,44	0	€ 380	€ 7.176	4
3a	Copertura U=0,24 rifacimento della copertura con inserimento di 15 cm circa di pannelli rigidi in lana di roccia		147,77	254,78	67,39	G	21319,45	12365,28	0	€ 868	€ 12.922	8
3b	Copertura U=0,24 EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		147,77	254,78	67,39	G	7171,86	12365,28	0	€ 868	€ 17.270	3
4	Combinazione 1+2		152,82	263,49	67,39	G	6702,05	11555,25	0	€ 811	€ 13.408	6
5	Combinazione 1+2+3b		75,71	130,53	67,39	E	23921,11	23920,53	0	€ 1.679	€ 30.678	4

Note: - I costi indicati degli interventi indicati sono da considerarsi puramente indicativi;

– per alcuni interventi è stato valutato il beneficio economico relativo all'"extracosto" rispetto alla ristrutturazione ordinaria programmata;

Condominio di Via Galilei - edificio completo			Analisi dei costi					Tasso sc.	Vita
Stato di fatto									
Superficie netta	7465	mq							
Classe energetica	G								
Eh	EPh	Epw							
kWh/m² a	kWh/m² a	kWh/m² a				Costo unitario	Costo totale (netto detraz. fisc. 36%)		
162,02	**238,27**	**75,82**							
1	prefabbricati cavi in facciata U=0,22		mq cappotto	3045,2	(ipotesi preliminare)	€ 28	€ 54.180	2,00%	30
2a	Copertura U=0,24 rifacimento della copertura con inserimento di 15 cm circa di pannelli rigidi in lana di roccia		mq copertura	1006,6	Costo a mq	€ 60	€ 38.653	2,00%	30
2b	Copertura U=0,24 EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		mq copertura	1006,6	ExtraCosto a m	€ 20	€ 12.884	2,00%	30
3a	Isolamento a cappotto sulle facciate laterali U=0,27		mq superficie	606,17	Costo a mq	€ 70	€ 27.156	2,00%	30
3b	Come 3a, solo EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		mq copertura	606,17	ExtraCosto a m	€ 20	€ 7.759	2,00%	30
4	Sostituzione della caldaia principale		-	-	Costo	€ 15.000	€ 15.000	2,00%	30
5	Combinazione 1+2b+3b						€ 74.823,64	2,00%	30
6	Combinazione 1+2b+3b+4				Costo	€ 15.000	88.569	2,00%	30

Note: - I costi indicati degli interventi indicati sono da considerarsi puramente indicativi;

– per alcuni interventi è stato valutato il beneficio economico relativo all'"extracosto" rispetto alla ristrutturazione ordinaria programmata;

Condominio di Via Galilei - edificio completo			Stato a seguito interventi			Classe en.	Guadagno energetico			Guadagno finanz.	VAN	Tempo di ritorno
			Eh kWh/m² a	EPh kWh/m² a	Epw kWh/m² a		Eh kWh/a	EPh kWh/a	Epw kWh/a	annuo	(€)	(stima anni)
Stato di fatto												
Superficie netta	7465	mq										
Classe energetica	G											
Eh	EPh	Epw										
kWh/m² a	kWh/m² a	kWh/m² a										
162,02	238,27	75,82		(media)								
1	prefabbricati cavi in facciata U=0,22		112,3	165,14	35935,2	F	371211,28	545898,94	0	€ 38.328	€ 804.229	1
2a	Copertura U=0,24 rifacimento della copertura con inserimento di 15 cm circa di pannelli rigidi in lana di roccia		153,24	225,36	-	G	65553,42	96402,08	0	€ 6.768	€ 112.936	6
2b	Copertura U=0,24 EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		153,24	225,36	-	G	65553,42	96402,08	0	€ 6.768	€ 138.705	2
3a	Isolamento a cappotto sulle facciate laterali U=0,27		134,68	232,21	75,82	G	26250,54	45259,56	0	€ 3.178	€ 44.013	9
3b	Come 3a, solo EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		134,68	232,21	75,82	G	26250,54	45259,56	0	€ 3.178	€ 63.410	3
4	Sostituzione della caldaia principale		166,19	221,59	75,82	G	93382,04	124509,38	0	€ 8.742	€ 180.787	2
5	Combinazione 1+2b+3b		99,39	146,17	-	F	467541,19	687560,58	0	€ 48.274	€ 1.006.344	2
6	Combinazione 1+2b+3b+4		72,49	124,98	75,82	E	490533,12	845746,76	0	€ 59.380	€ 1.241.342	2

Note: - I costi indicati degli interventi indicati sono da considerarsi puramente indicativi;

– per alcuni interventi è stato valutato il beneficio economico relativo all'"extracosto" rispetto alla ristrutturazione ordinaria programmata;

Edificio Condominiale di Via Sanzio Edificio intero			Analisi dei costi					Tasso sc.	Vita
Stato di fatto									
Superficie netta	5851	mq (circa)							
Classe energetica	G								
Eh	EPh	Epw					Costo totale (netto detrazione fiscale 36%)		
kWh/m² a	kWh/m² a	kWh/m² a							
152,91	**263,63**	**66,44**							
1	Isolamento degli elementi prefabbricati cavi in facciata U=0,22		mq cappotto	2389,98	Costo a m² (ipotesi preliminare)	€ 28	€ 42.522	2,00%	30
2a	Copertura U=0,24 rifacimento della copertura con inserimento di 15 cm circa di pannelli rigidi in lana di roccia		mq copertura	748,7	Costo a mq	€ 60	€ 28.750	2,00%	30
2b	Copertura U=0,24 EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		mq copertura	748,7	ExtraCosto a mq	€ 20	€ 9.583	2,00%	30
3a	Isolamento a cappotto sulle facciate laterali U=0,27		mq superficie	779,36	Costo a mq	€ 70	€ 34.915	2,00%	30
3b	Come 3a, solo EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		mq copertura	779,36	ExtraCosto a mq	€ 20	€ 9.976	2,00%	30
4	Assetto delle caldaie in cascata, pompe inverter, valvole termostatiche (regolazione per singolo ambiente)		-	-	Costo per appartamento	€ 1.000	€ 54.000	2,00%	30
5	Combinazione 1+2b						52.106	2,00%	30
6	Combinazione 1+2b+3b						62.082	2,00%	30
7	Combinazione 1+2b+3b+4						141.021	2,00%	30

Note: - I costi indicati degli interventi indicati sono da considerarsi puramente indicativi;

– per alcuni interventi è stato valutato il beneficio economico relativo all'"extracosto" rispetto alla ristrutturazione ordinaria programmata;

Edificio Condominiale di Via Sanzio Edificio intero			Stato a seguito interventi			Classe en.	Guadagno energetico			Guadagno finanz.	VAN	Tempo di ritorno
			Eh kWh/m² a	EPh kWh/m² a	Epw kWh/m² a		Eh kWh/a	EPh kWh/a	Epw kWh/a	annuo	(€)	(stima anni)
Stato di fatto												
Superficie netta	5851	mq (circa)										
Classe energetica	G											
Eh	EPh	Epw										
kWh/m² a	kWh/m² a	kWh/m² a										
152,91	263,63	66,44										
1	Isolamento degli elementi prefabbricati cavi in facciata U=0,22		102,24	176,27	66,87	G	292108,62	503635,54	0	€ 35.361	€ 749.429	1
2a	Copertura U=0,24 rifacimento della copertura con inserimento di 15 cm circa di pannelli rigidi in lana di roccia		147,77	254,78	67,39	G	49398,1	85169,14	0	€ 5.980	€ 105.176	5
2b	Copertura U=0,24 EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		147,77	254,78	67,39	G	49398,1	85169,14	0	€ 5.980	€ 124.342	2
3a	Isolamento a cappotto sulle facciate laterali U=0,27		146,14	251,97	0	G	39569,79	68223,77	0	€ 4.790	€ 72.365	8
3b	Come 3a, solo EXTRACOSTO rispetto ad una ristrutturazione base		146,14	251,97	0	G	39569,79	68223,77	0	€ 4.790	€ 97.304	2
4	Assetto delle caldaie in cascata, pompe inverter, valvole termostatiche (regolazione per singolo ambiente)		229,13	322,72		G	120468,98	169674,62	0	€ 11.913	€ 212.808	5
5	Combinazione 1+2b		94,54	163	67,39	F	341506,71	588804,68	0	€ 41.340	€ 873.771	1
6	Combinazione 1+2b+3b		130,94	225,76	0	E	128537,67	221616,67	0	€ 15.560	€ 286.404	4
7	Combinazione 1+2b+3b+4		73,18	126,17	0	E	466490,2	804293,45	0	€ 56.470	€ 1.123.706	3

Note: - I costi indicati degli interventi indicati sono da considerarsi puramente indicativi;

– per alcuni interventi è stato valutato il beneficio economico relativo all'"extracosto" rispetto alla ristrutturazione ordinaria programmata

10. I questionari di indagine

A tutte le famiglie sono stati somministrati, grazie alla collaborazione dell'Amministrazione Condominiale, questionari relativi ad aspetti energetici,ambientali e di mobilità. I modelli sono riportati in allegato.

10 .1 Questionario ambiente ed energia

Al fine di comprendere le conoscenze, la sensibilità e i comportamenti delle persone sulle tematiche ambientali ed in particolar modo di risparmio energetico, idrico e sul tema dei rifiuti, è stato sottoposto un questionario, riportato in allegato, composto da 21 domande così ripartite:

- ✓ da 1 a 2: inquadramento del campione;
- ✓ da 3 a 14: conoscenze e abitudini che impattano sull'uso dell'energia;
- ✓ da 15 a 16: conoscenze e abitudini che impattano sull'uso dell'acqua;
- ✓ da 17 a 21: conoscenze e abitudini che impattano sul tema della gestione dei rifiuti.

I questionari sono stati sottoposti agli inquilini di entrambi i condomini e i dati sono stati elaborati separatamente in quanto ci sono differenze che possono influire su alcuni dei punti indagati (principalmente nelle centrali termiche e nell'installazione di valvole termostatiche, presenti solo negli appartamenti di via Galilei).

La risposta da parte dei condomini è stata molto elevata in quanto in via Sanzio circa il 59% delle famiglie ha compilato i questionari e in via Galilei circa il 44%.

10.1.1 Inquadramento del campione

La distribuzione del campione per numerosità del nucleo familiare è fornita nella figura sottostante.

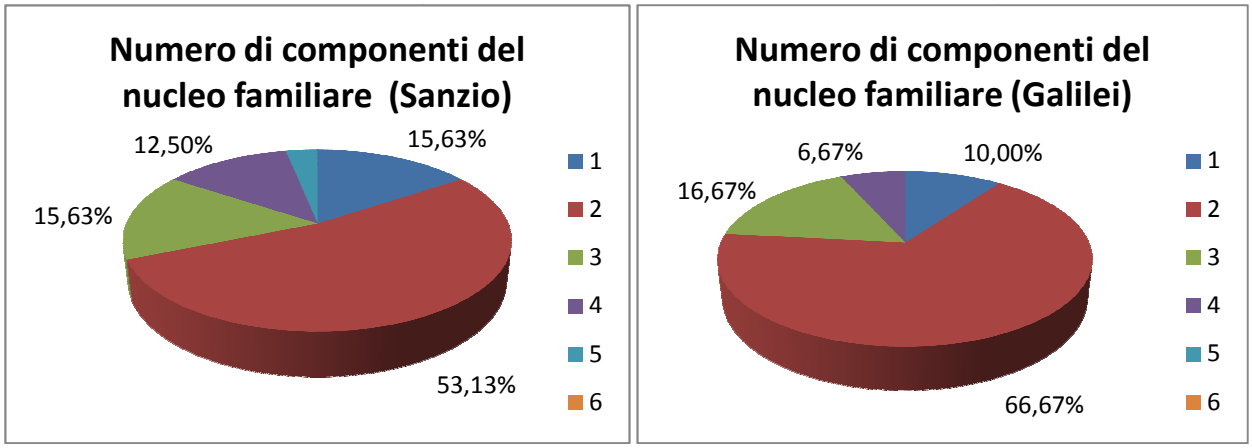


Figura 24 distribuzione del campione per numero di componenti del nucleo familiare

In entrambi i casi, ed ancor più marcatamente nel condominio di via G. Galilei, si ha predominanza di famiglie formate da due componenti.

Nel condominio di via Sanzio il 28% delle famiglie risiede in appartamenti di metratura compresa tra i 75 m^2 e i 100 m^2 , il restante 88% in appartamenti compresi tra i 100 m^2 e i 150 m^2 . in via Galilei il 32% risiede nella prima tipologia e il 68% nella seconda.

10.1.2 Conoscenze e abitudini che impattano sull'uso dell'energia

3) E' a conoscenza del fatto che a Corsico è disponibile uno Sportello Energia?

Il 41% del campione di inquilini di via Sanzio è a conoscenza dello Sportello Energia di Corsico, mentre nel condominio di via Galilei il 58%.

4) E' a conoscenza degli incentivi fiscali (detrazione del 55% IRPEF) previsti dalla Legge Finanziaria per interventi di riqualificazione energetica?

La percentuale di coloro che conoscono gli incentivi fiscali per interventi di riqualificazione energetica è invece sensibilmente più elevata, raggiunge il 97% in via Sanzio e l'87% in via Galilei.

5) A quanto ammonta –mediamente- la bolletta bimestrale della corrente elettrica?

I costi medi bimestrali sono in via Sanzio per il 50% del campione compresi tra 60 e 120 euro e per il 37,5% minori di 60 euro. In via Galilei, invece, la percentuale di coloro che hanno spese medie inferiori a 60 euro è superiore, circa il 45%, è inferiore quella di spese comprese tra i 60 e i 120 euro, circa 34,5% ed è infine maggiore la percentuale di coloro che hanno spese superiori.

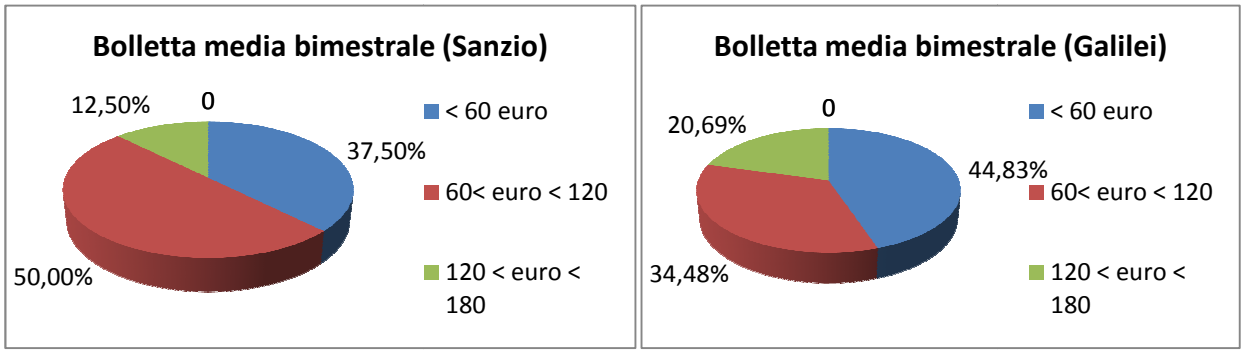


Figura 25: spesa media bimestrale per la corrente elettrica

Per comprendere come la dimensione dell'appartamento, il numero di componenti del nucleo familiare, il numero di elettrodomestici presenti nell'abitazione e le lampade a basso consumo influenzano la spesa, si sono incrociati tali dati con quelli di consumo per entrambi i condomini.

Nel caso di via Sanzio per i nuclei costituiti da una sola persona emerge che la bolletta è sempre inferiore a 60 euro indipendentemente dalla superficie dell'appartamento e dal numero e dalla classe degli elettrodomestici. Nel caso di due persone che abitano appartamenti della tipologia più piccola, il 70% consuma meno di 60 euro e il restante 30% tra 60 e 120 euro. Nel caso di appartamenti di taglio maggiore, sempre abitati da

due persone, nell'80% dei casi si hanno consumi tra i 60 e i 120 euro e solo nel 20% dei casi inferiori ai 60 euro. Infine i casi di tre, quattro e cinque persone, sono sempre relativi ad appartamenti tra i 100 m^2 e i 150 m^2 e sempre si hanno consumi compresi tra i 60 e i 120 euro e oltre.

Nel caso di via Galilei i nuclei costituiti da una sola persona abitano tutti nella tipologia più piccola di appartamento e hanno consumi inferiori ai 60 euro. Nel caso di sue persone, per la tipologia di appartamento più piccola abbiamo sempre consumi inferiori ai 60 euro, per l'appartamento più grande, nel 42% i consumi sono inferiori a 60 euro, per la restante parte sono superiori e nel 25% dei casi compresi tra 120 e 180 euro. Per tre persone si osserva che per appartamenti tra i 75 m^2 e i 100 m^2 si hanno in un caso consumi inferiori a 60 euro e in un caso superiori. Per appartamenti di grande dimensione nel caso di tre o più persone i consumi sono per il 70% compresi tra 60 e 120 euro e per il 30% superiori.

Dai dati di entrambi gli edifici possiamo quindi dedurre che prima di tutto ad influenzare i consumi è il numero di persone che abitano l'appartamento e in seconda battuta la dimensione dello stesso. Essendo invece molto ampi gli intervalli di spesa considerati, non si riesce ad apprezzare l'influenza del numero e della classe degli elettrodomestici nella variazione dei consumi. Analoga considerazione può esser fatta per la sostituzione di lampade a basso consumo.

6) E' in grado di indicare la classe energetica dei suoi elettrodomestici?

Circa il 90% del campione di via Galilei conosce l'esistenza delle classi energetiche degli elettrodomestici, conosciute invece dalla quasi totalità del campione di via Sanzio.

Dall'analisi dei dati degli elettrodomestici appare inoltre che la percentuale degli elettrodomestici in classe A è elevata, maggiormente per l'edificio in via Galilei (v. figura).

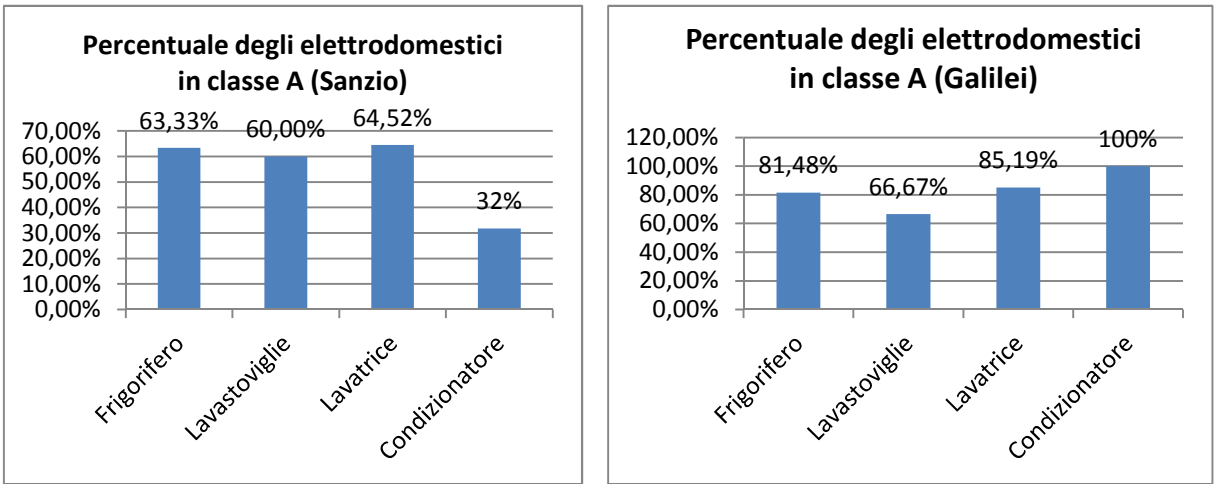


Figura 26: percentuale degli elettrodomestici in classe A divisa per tipologia di elettrodomestico

Nell'analisi si è ipotizzato che gli elettrodomestici di cui non è nota la classe non siano in classe A, (imputando la non conoscenza della classe al fatto che siano obsoleti o acquistati con attenzione ad altri criteri, quali ad esempio l'economicità).

7) Che tipo di forno utilizza?

La maggior parte degli intervistati (84% in via Sanzio e 77% in via Galilei) dichiara di possedere un forno elettrico. In via Galilei inoltre il 6,45% del campione dichiara di non utilizzare il forno.

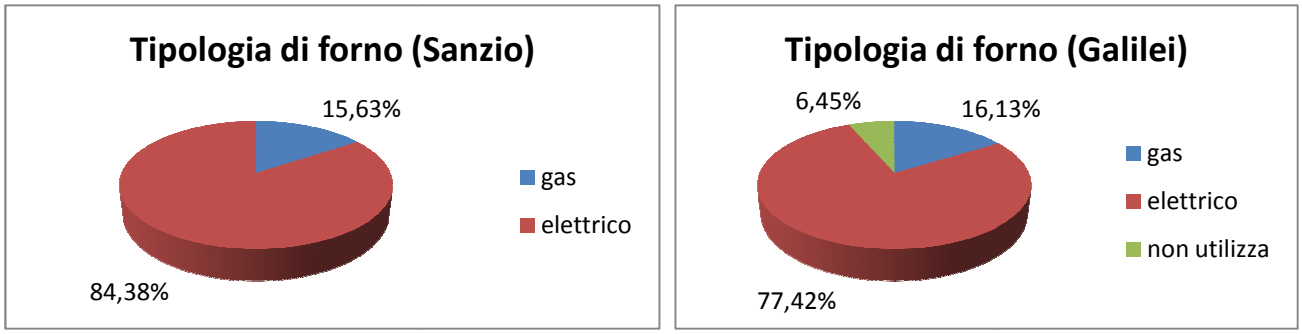


Figura 27: tipologia di forno

8) Ha già installato lampadine a basso consumo?

Agli intervistati si chiedeva di indicare se avessero installato lampadine a basso consumo in cucina, bagno, camera, soggiorno o ovunque. In entrambi i casi è emerso che tutti hanno installato lampade a basso consumo almeno in una stanza.

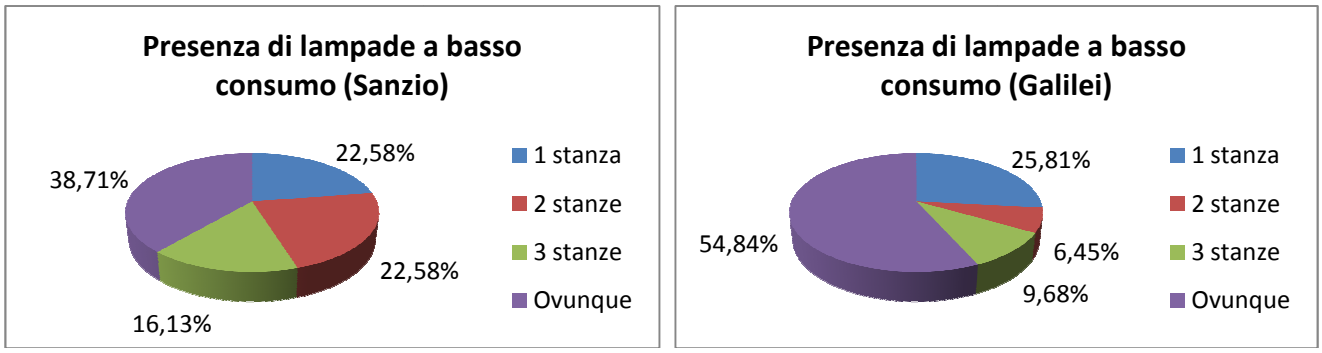


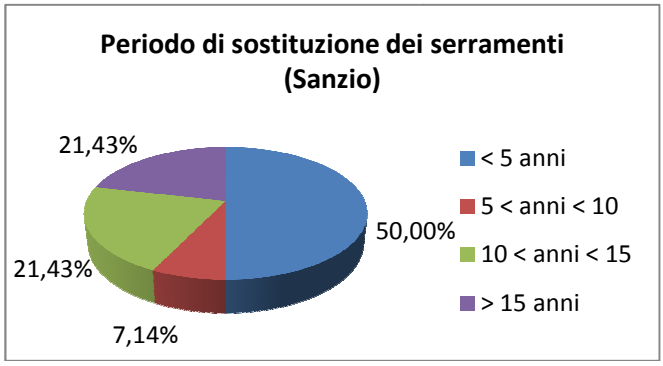
Figura 28: installazione di lampadine a basso consumo in quattro, tre, due o nessuna delle stanze indicate: cucina, bagno, camera, soggiorno

Analizzando la percentuale delle lampadine installate in ciascuna delle stanze indicate nel questionario, emerge che in via Sanzio il 38,7% ha installato lampadine a basso consumo ovunque, mentre in via Galilei quasi il 55%. Il 45% in via Sanzio e il 32% circa in via Galilei, ha installato lampade a basso consumo in una o due stanze, e la restante parte del campione in tre.

9) Se ha sostituito i serramenti originali quanto tempo fa ha eseguito l'intervento?

Il 56% del campione intervistato in via Sanzio non ha sostituito i serramenti originali, mentre tale percentuale è inferiore in via Galilei, 35,5%. Per questa elaborazione si è ritenuto che non fosse stata effettuata la sostituzione qualora non venisse indicato nessun intervallo temporale. Questa ipotesi può condurre ad errore qualora fosse stato effettuato l'intervento ma non si avessero informazioni sul periodo. Tale errore è evidente nel caso di via Sanzio se si confrontano i risultati di questa domanda con quelli della domanda successiva in cui il 65,63 %

del campione dichiara di avere doppi vetri. Per i restanti, il periodo di effettuazione dell'intervento è indicato in figura.



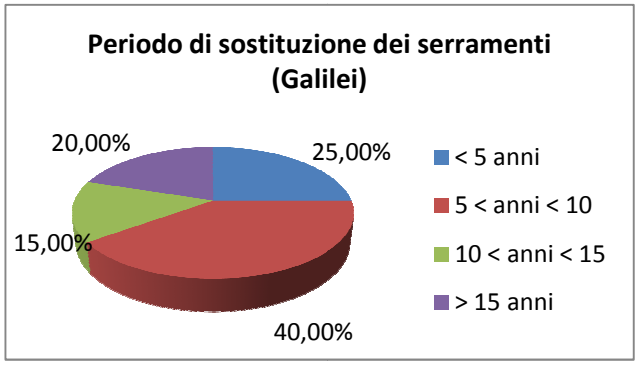


Figura 29: periodo di sostituzione dei serramenti originali

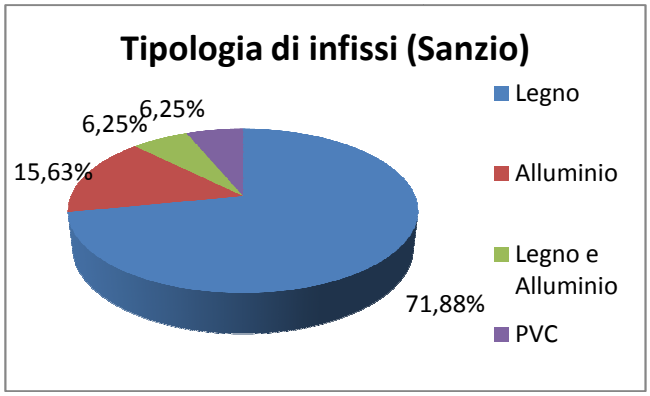
In via Sanzio il maggior numero di sostituzioni è avvenuto meno di 5 anni fa (50%), in via Galilei tra 5 e 10 anni fa (40%).

10) I suoi serramenti attuali sono dotati di doppi vetri?

In via Sanzio il 65,63% del campione ha doppi vetri (questo dato come già segnalato porta a concludere che non tutti coloro che non hanno indicato un periodo di sostituzione degli infissi non l'hanno effettuata), in via Galilei il 67,74%. Inoltre in via Sanzio anche parte di coloro (66%) che hanno sostituito gli infissi più di 15 anni fa, hanno infissi con vetro singolo. In via Galilei invece hanno vetro singolo solo coloro che non hanno mai sostituito gli infissi.

11) Con quale materiale sono stati realizzati i telai delle finestre?

In entrambi gli edifici la tipologia di telaio predominante è quella in legno 72% in via Sanzio e 61% in via Galilei (che costituisce anche la tipologia dell'infisso originario)



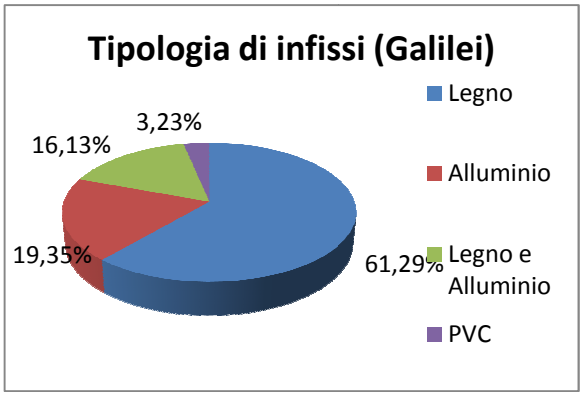


Figura 30: tipologia di telaio dei serramenti

Incrociando i dati del telaio con quelli dei vetri si ottiene che la totalità degli infissi con vetro singolo ha telaio di legno, che sono i telai più utilizzati anche nel caso di doppi vetri per entrambi gli edifici. La seconda tipologia utilizzata è l'alluminio mentre sono poco presenti i telai

in PVC. I telai in legno alluminio sono poco presenti nel condominio di via Sanzio mentre hanno percentuali significative (circa 24%, non distante dal 28% dell'alluminio) per via Galilei.

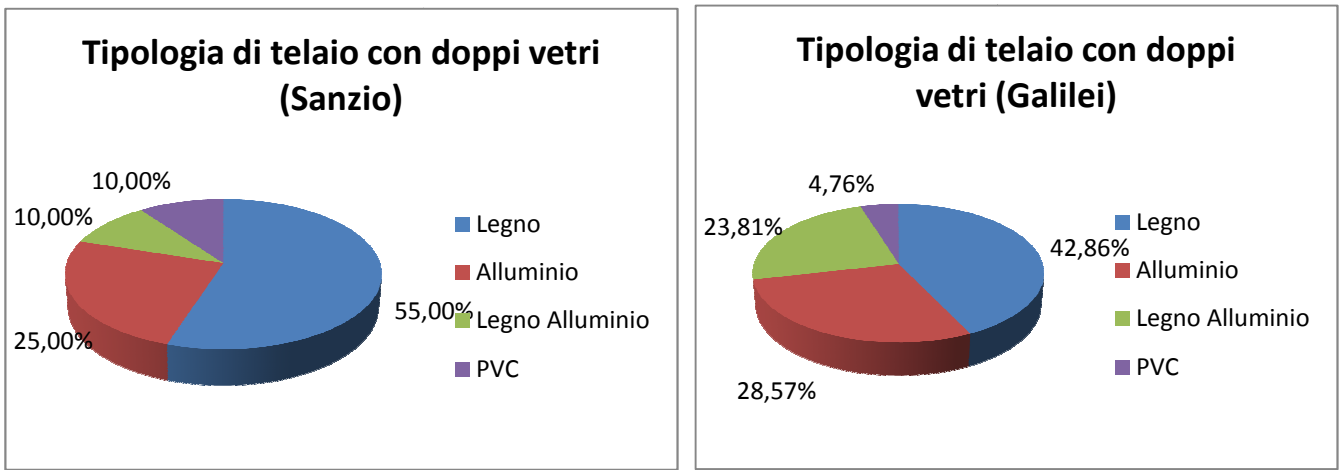


Figura 31: tipologia di telaio nel caso di doppi vetri

Analizzando infine i dati del telaio con quelli relativi alla sostituzione degli infissi emerge che i telai in PVC sono tutti relativi a sostituzioni recenti. Sempre relativamente alle sostituzioni recenti, si osserva che in via Sanzio domina l'alluminio, in via Galilei il legno.

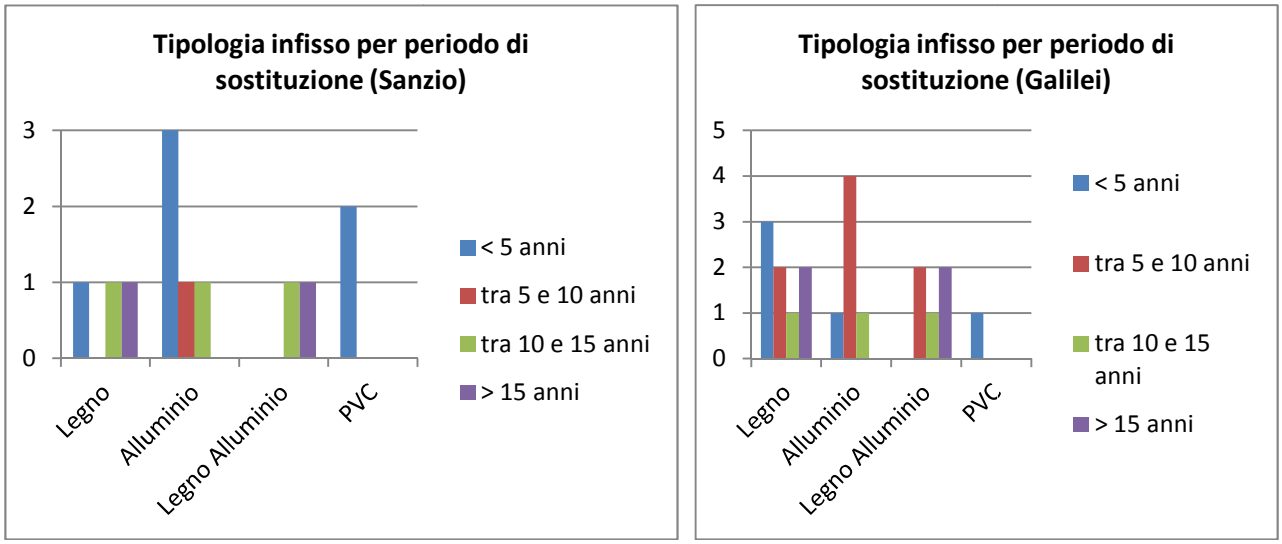
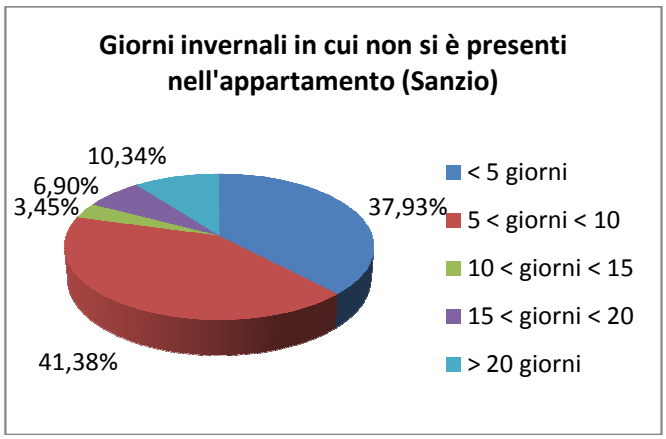


Figura 32: confronto dei dati relativi al telaio dei serramenti e al periodo di sostituzione degli infissi

12) Se disponesse di un riscaldamento autonomo, per quanti giorni all'anno potrebbe fare a meno del riscaldamento nel suo appartamento in caso di assenza (es. vacanze invernali)?

Nel campione di via Sanzio la maggior parte degli appartamenti rimangono vuoti in inverno per un periodo compreso tra 5 e 10 giorni (41%). Essendoci poi il 38% circa che rimane vuoto per meno di 5 giorni, si può dire che complessivamente gli appartamenti rimangono disabitati per meno di dieci giorni l'uno. In via Galilei il 43% rimane vuoto per meno di 5 giorni, il 21,5% per un periodo compreso tra 10 e 15 giorni e il 18% tra 5 e 10 giorni.



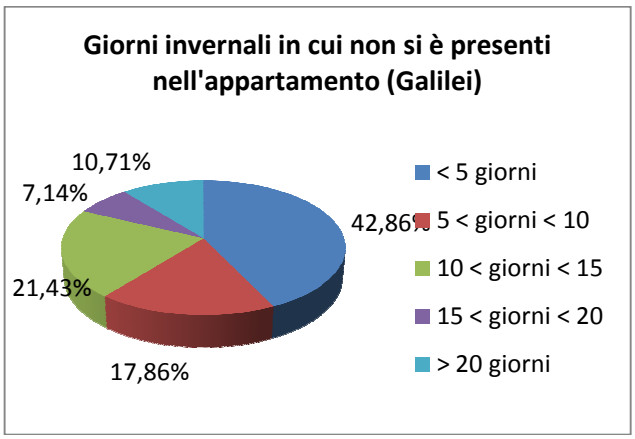


Figura 33: giorni di potenziale inutilizzo del riscaldamento

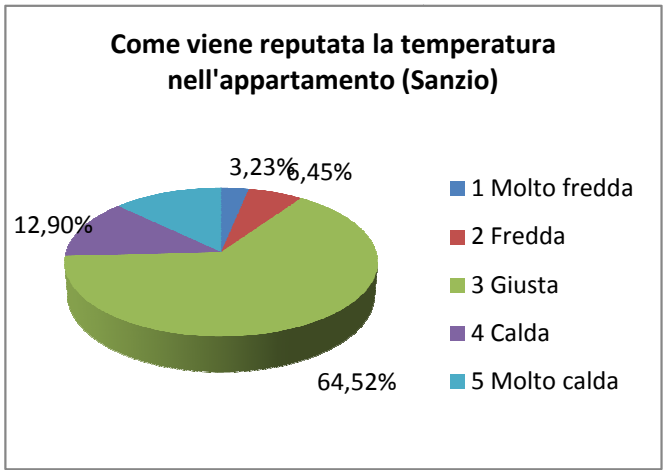
13) Sarebbe interessato a considerare la possibilità di trasformare (senza alcuna opera muraria e a costi sostenibili) il sistema di riscaldamento del suo appartamento rendendolo del tutto indipendente?

In via Sanzio il 74% si dice interessato a rendersi autonomo, mentre il via Galilei solo il 60%. Questo risultato è coerente con quanto emerso al punto precedente dove la percentuale di coloro che sono assenti meno di 5 giorni è più elevata nel caso di via Galilei. Tuttavia questa non è l'unica spiegazione a tale risultato. In generale, osservando i questionari nel loro complesso, si osserva che coloro che dimostrano interesse verso questa ipotesi sono coloro che hanno una maggiore propensione ad intervenire per migliorare il comfort abitativo dell'appartamento e le sue prestazioni energetiche in quanto sono persone che hanno sostituito gli infissi, messo lampade a basso consumo, riduttori di flusso e hanno elettrodomestici efficienti.

14) Come valuta la temperatura nel suo appartamento durante il periodo invernale?

Nel questionario è stata fornita una scala da 1 a 5 nella quale la temperatura 'giusta' è identificata dal numero 3, il 2 e il 4 rappresentano rispettivamente una temperatura leggermente fredda e leggermente calda e gli estremi 1 e 5 erano indice di temperature troppo fredde e troppo calde rispettivamente.

In entrambe i casi circa il 65% del campione percepisce la temperatura come giusta. In via Sanzio è più elevata la percentuale di coloro che percepiscono la temperatura calda e molto calda (circa 26%) mentre in via Galilei prevalgono coloro che percepiscono la temperatura fredda e molto fredda (circa 24%) mentre nessuno indica la temperatura molto calda.



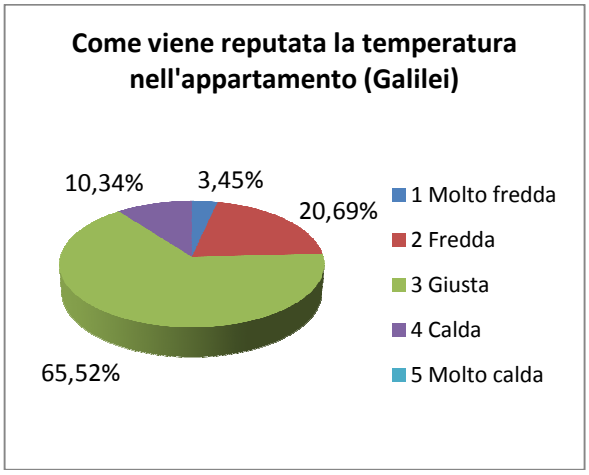


Figura 34: percezione della temperatura nell'abitazione: 1 molto fredda, 2 leggermente fredda, 3 giusta, 4 leggermente calda, 5 molto calda

Una spiegazione è certamente quella che gli impianti termici di via Galilei sono più obsoleti di quelli di via Sanzio. Inoltre poiché la temperatura nell'appartamento è influenzata tra le altre cose anche dal tipo di serramenti, si sono incrociati i dati con quelli della tipologia di vetro per vedere se si poteva riscontrare che coloro che indicavano temperature leggermente o troppo fredde appartenevano a quella parte di campione che ancora aveva vetri singoli.

Da questa seconda analisi non emerge un evidente legame in merito e dunque si ritiene che sulla valutazione della temperatura dominino altri aspetti quali:

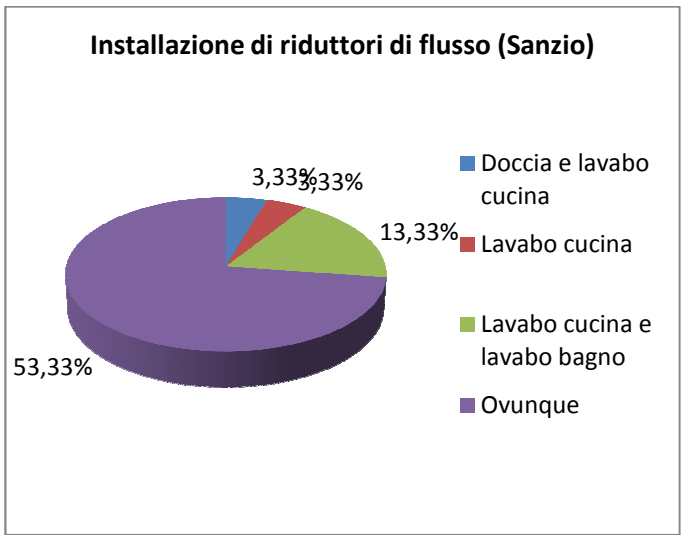
- ✓ esposizione e piano dell'appartamento;
- ✓ uso dell'appartamento (ore di presenza eventualmente associati a periodi di inattività delle persone che vi abitano);
- ✓ aspetti di soggettività nella percezione della temperatura.

10.1.3 Conoscenze e abitudini che impattano sull'uso dell'acqua

15) Avete installato riduttori di flusso o rompigetto areati?

Il 30% del campione di via Sanzio non sa cosa siano i rompigetto aerati, mentre in via Galilei il 40% (in questa analisi le non risposte sono state reputate analoghe alla risposta 'non so cosa sono').

In via Sanzio la percentuale di coloro che hanno installato ovunque i rompigetto, è maggiore rispetto a via Galilei (53% contro i 27% circa) e si osserva che in via Galilei la percentuale di coloro che li hanno installati solo nei due lavabi (bagno e cucina) è comparabile a quella di coloro che li hanno ovunque.



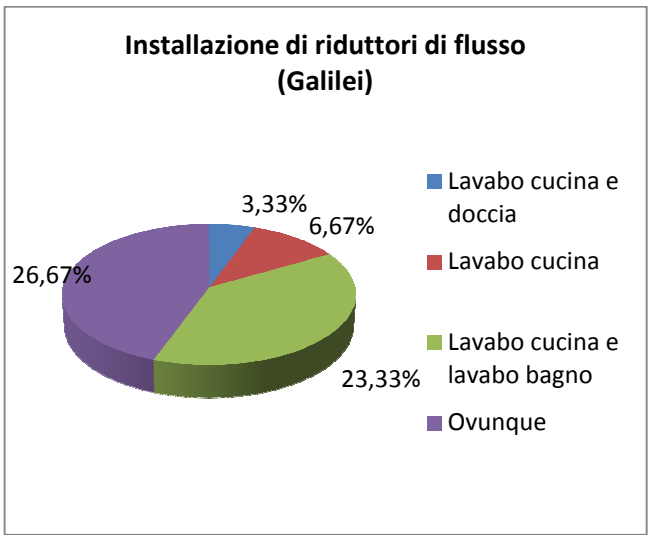
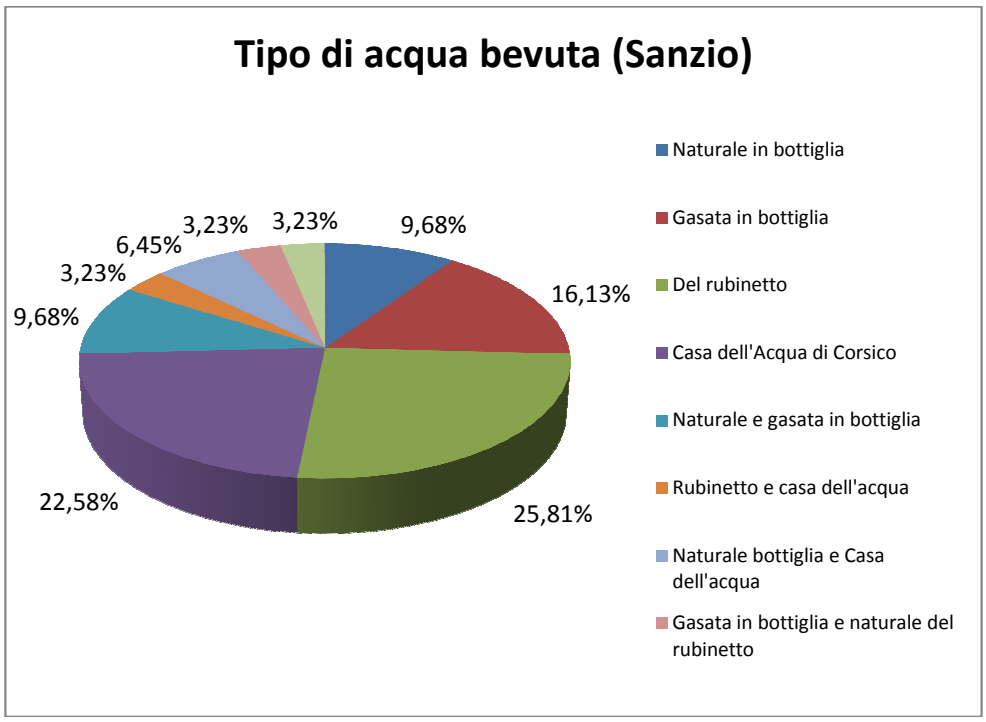


Figura 35: installazione dei rompigetto aerati per il campione che ha dichiarato di conoscerli (70% in via Sanzio e 60% in via Galilei)

16) Che tipo di acqua bevete?

In via Sanzio il 52% circa del campione intervistato beve acqua del rubinetto e/o si fornisce alla Casa dell'acqua di Corsico. Il restante campione fa uso di acqua in bottiglia. In via Galilei il 46% circa beve acqua del rubinetto o si rifornisce alla Casa dell'acqua di Corsico, mentre la restante parte fa uso di acqua in bottiglia.



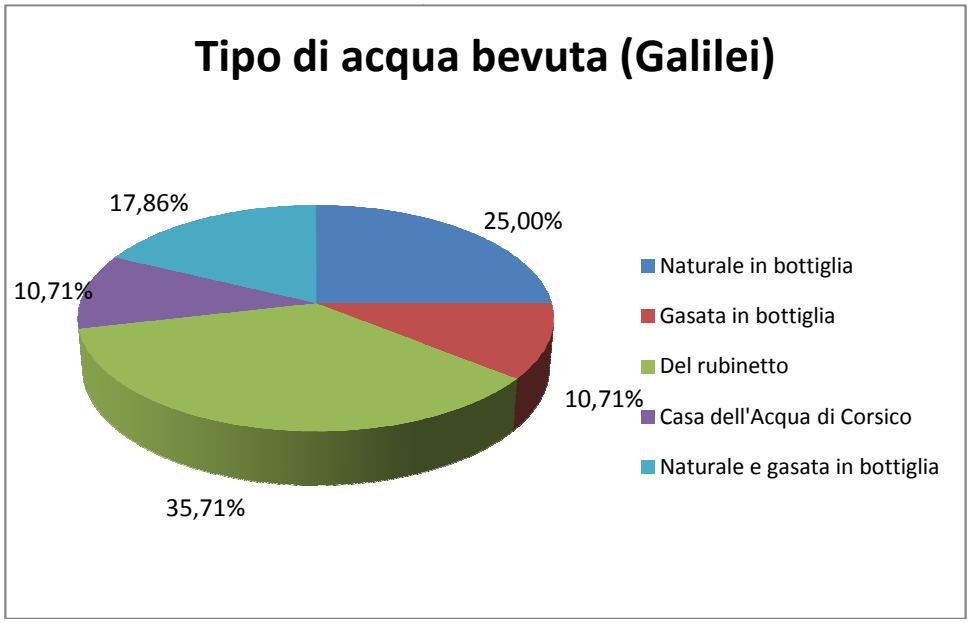


Figura 36: tipo di acqua bevuta

10.1.4 Conoscenze e abitudini che impattano sul tema della gestione dei rifiuti

17) Sapete a chi rivolgervi per prenotare il ritiro a domicilio dei rifiuti ingombranti?

In via Sanzio l'80,65% ha indicato l'apposito numero verde, il 13% la ditta AREA e il 6,45% l'Ufficio ecologia. In via Galilei l'80% il numero verde, il 10% non ha risposto, il 6,67% la ditta AREA e il 3,33% l'Ufficio ecologia.

18) Sapete quale sacchetto si deve usare per i rifiuti organici?

La totalità dei campioni ha risposto che deve essere utilizzato l'apposito sacchetto biodegradabile.

19)Sapete dove vanno conferite le pile esaurite?

In via Sanzio solo una persona ha indicato il cestino stradale. La restante parte del campione di via Sanzio e la totalità del campione di via Galilei ha risposto che devono essere conferite in appositi contenitori stradali.

20) Sapete dove si gettano i farmaci scaduti?

La totalità dei campioni ha risposto nei contenitori presso le farmacie.

21) Sapete dove va conferito il vecchio televisore?

La totalità dei campioni ha risposto nella Piattaforma Ecologica del Comune.

10 .2 Questionario sulla mobilità

Al fine di comprendere le esigenze e le abitudini delle persone sulla tematica della mobilità, è stato realizzato un questionario, riportato in allegato, di 11 domande così ripartite:

- ✓ da 1 a 4: inquadramento del campione;
- ✓ da 5 a 8: abitudini ed esigenze di spostamento quotidiano per recarsi al lavoro;
- ✓ da 9 a 11: disponibilità ad utilizzare mezzi alternativi all'auto privata (carpooling, carsharing, bicicletta);

10.2.1 Inquadramento del campione

Il campione che ha aderito all'indagine è equamente ripartito tra uomini e donne e costituito per la più parte da persone sopra i 60 anni, pensionate.

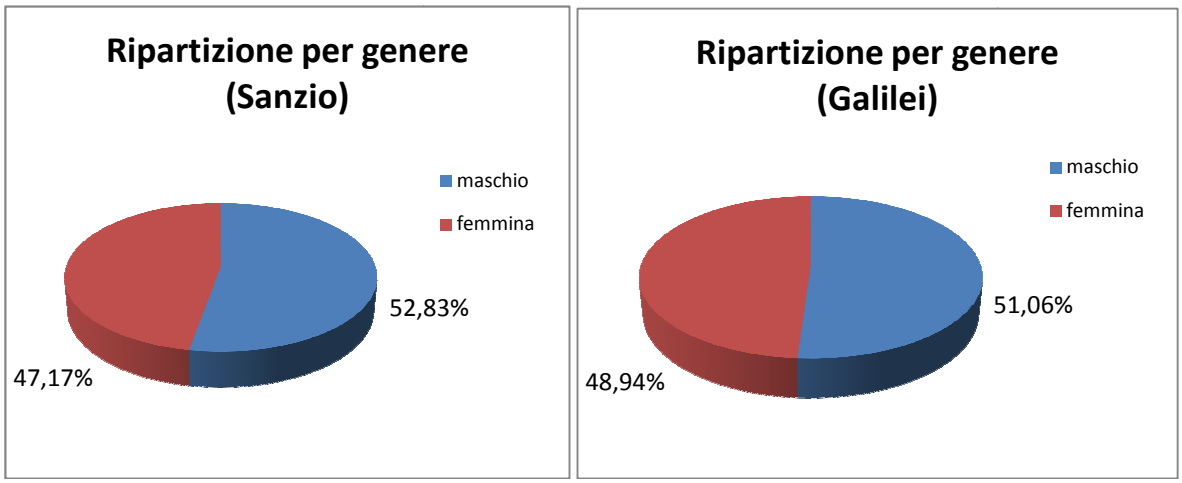


Figura 37: dettaglio per genere del campione analizzato

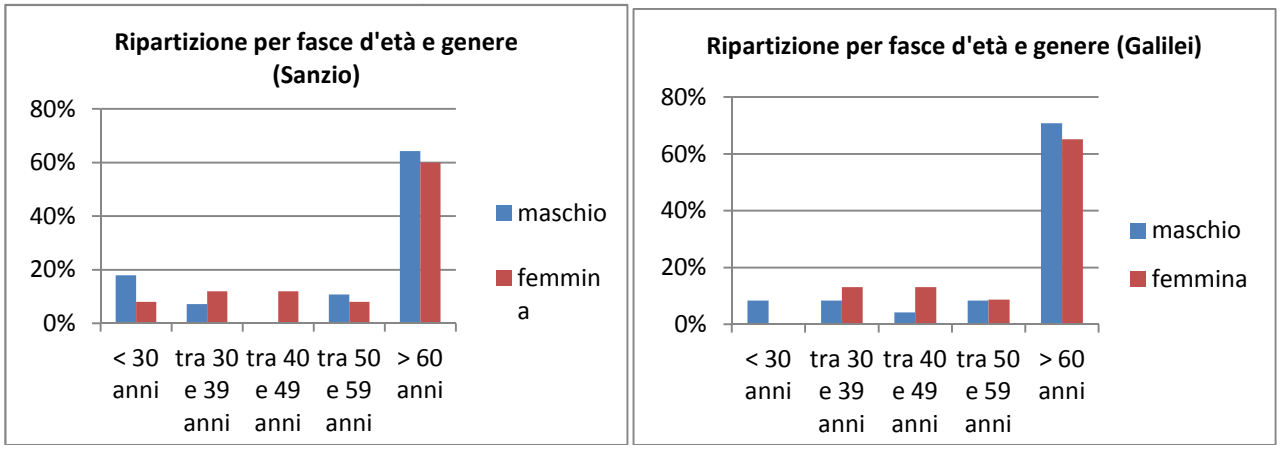


Figura 38 dettaglio per fascia di età e genere del campione analizzato

Dall'analisi per fascia di età emerge che il 60% della popolazione sia maschile sia femminile residente ha oltre 60 anni, coerentemente con quanto emerso relativamente alle professioni, dove la medesima percentuale ha dichiarato di essere pensionato.

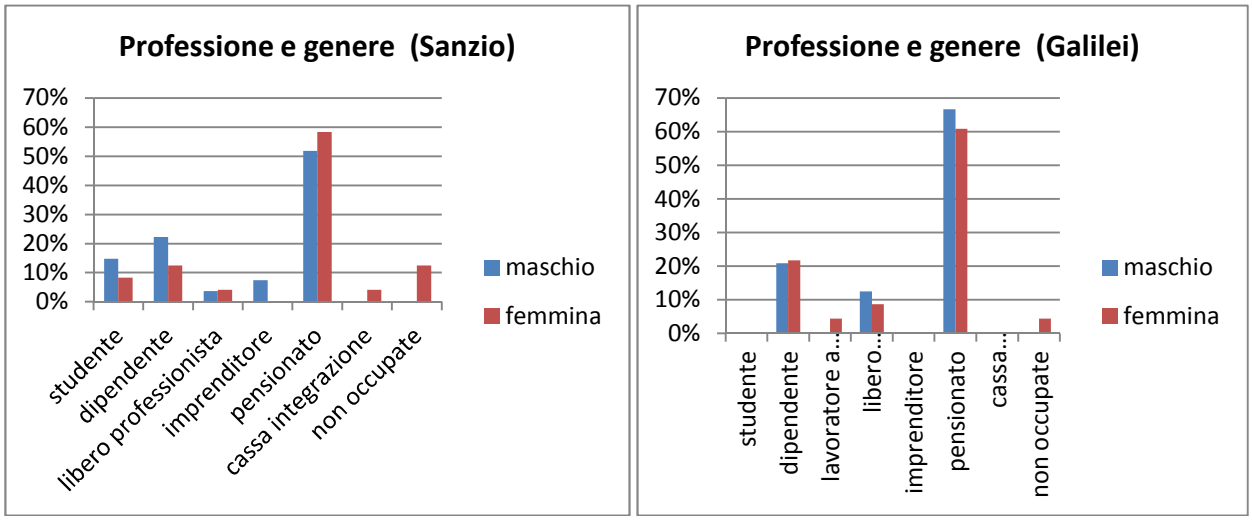


Figura 39 dettaglio per professione e genere del campione analizzato

L'elevata percentuale di pensionati che ha aderito all'indagine, causa la riduzione del campione considerato di oltre il 60% nelle elaborazioni successive incentrate sulle abitudini di spostamento casa-lavoro.

10.2.2 Abitudini ed esigenze di spostamento quotidiano per recarsi al lavoro

5) Con quale mezzo si reca abitualmente al lavoro o a scuola?

Analizzando le risposte relative alla domanda sui mezzi impiegati per andare da casa al lavoro e viceversa, emerge che le tipologie di mezzi utilizzate per ricoprire il tragitto casa-lavoro, sono le medesime di quelle utilizzate per il ritorno. In particolare il 45% del campione di via Sanzio e il 63% del campione di via Galilei indicano un mezzo privato (auto o moto), il 41% di via Sanzio e il 21% di via Galilei indicano un mezzo pubblico (autobus, treno, metropolitana o una combinazione degli stessi), il 9% dei primi e l'11% dei secondi indica a piedi. La restante parte dei campioni indicano un mix di mezzi pubblici e privati.

Domina l'impiego del mezzo privato ed in particolare dell'automobile (oltre il 40%), **rispetto a quello pubblico**.

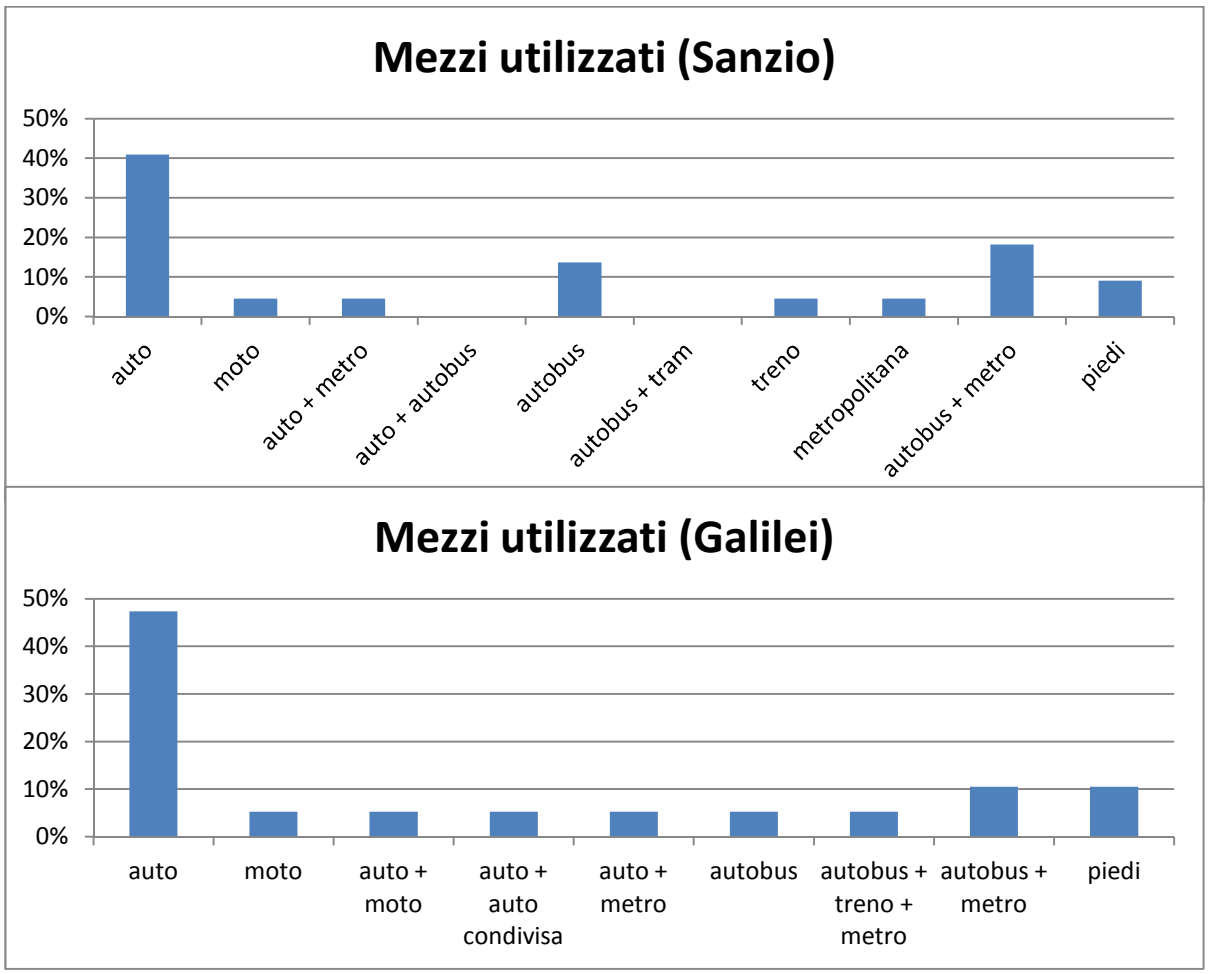


Figura 40 mezzi utilizzati per gli spostamenti casa lavoro o casa scuola

Se si analizzano le tipologie di mezzi utilizzati per fascia di età, professione e numero di componenti del nucleo familiare, si osserva che gli studenti si muovono sempre con i mezzi pubblici, mentre le persone con figli si muovono di preferenza in macchina, soprattutto quelle di genere femminile. La macchina viene anche preferita dagli uomini oltre i 60 anni.

6) Quanti chilometri percorre mediamente ogni giorno per recarsi al lavoro o a scuola?

Le distanze maggiormente percorse nel caso di via Sanzio sono quelle comprese tra i 10 e i 20 km, mentre nel caso di via Galilei quelle tra i 5 e i 10 km. In entrambi i casi le distanze meno percorse sono quelle minori di 5 km. Se si considerano i due campioni complessivamente, si vede che le distanze maggiori di 5 km sono equamente presenti, mentre quelle inferiori a 5 km sono molto meno rappresentate. Questo va in parte a spiegare lo scarso uso della bicicletta e degli spostamenti a piedi che sono tipici di queste distanze.

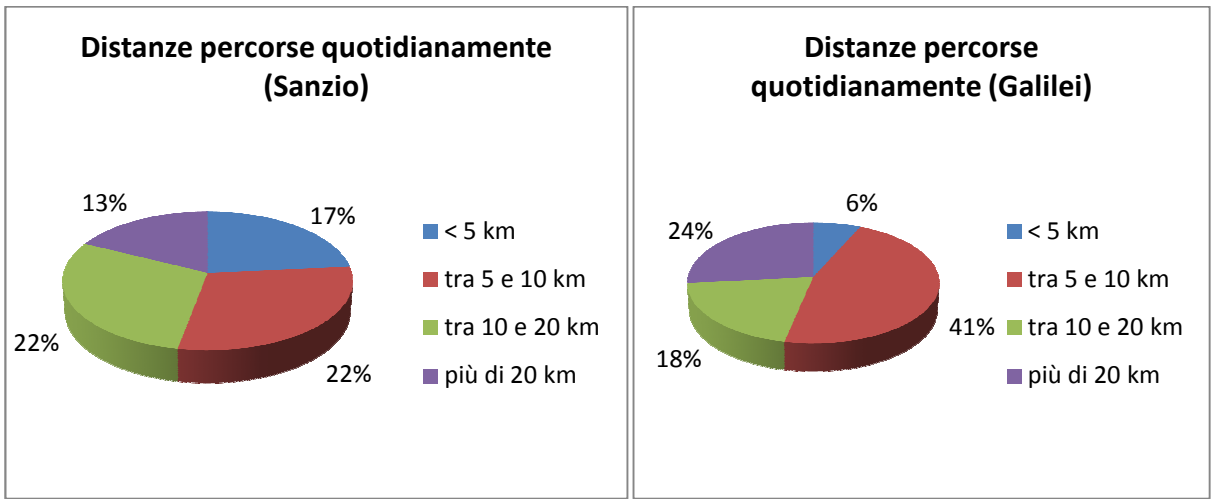


Figura 41: distanze percorse quotidianamente per gli spostamenti casa lavoro o casa scuola

Se si analizzano le distanze percorse in funzione dei mezzi utilizzati si osserva che gli spostamenti a piedi avvengono come ovvio per distanze inferiori ai 5 km distanze che sono anche percorse in autobus da ragazzi che si recano a scuola, e in auto da donne con figli.

L'auto è il mezzo maggiormente usato per distanze comprese tra 5 e 10 km e maggiori di 20 km. Per distanze comprese tra 10 e 20 km l'auto è ancora il mezzo prevalente se si considerano i due campioni complessivamente, mentre se analizzati singolarmente emerge che nel caso di via Sanzio prevale l'uso di autobus e metropolitana mentre per via Galilei l'auto.

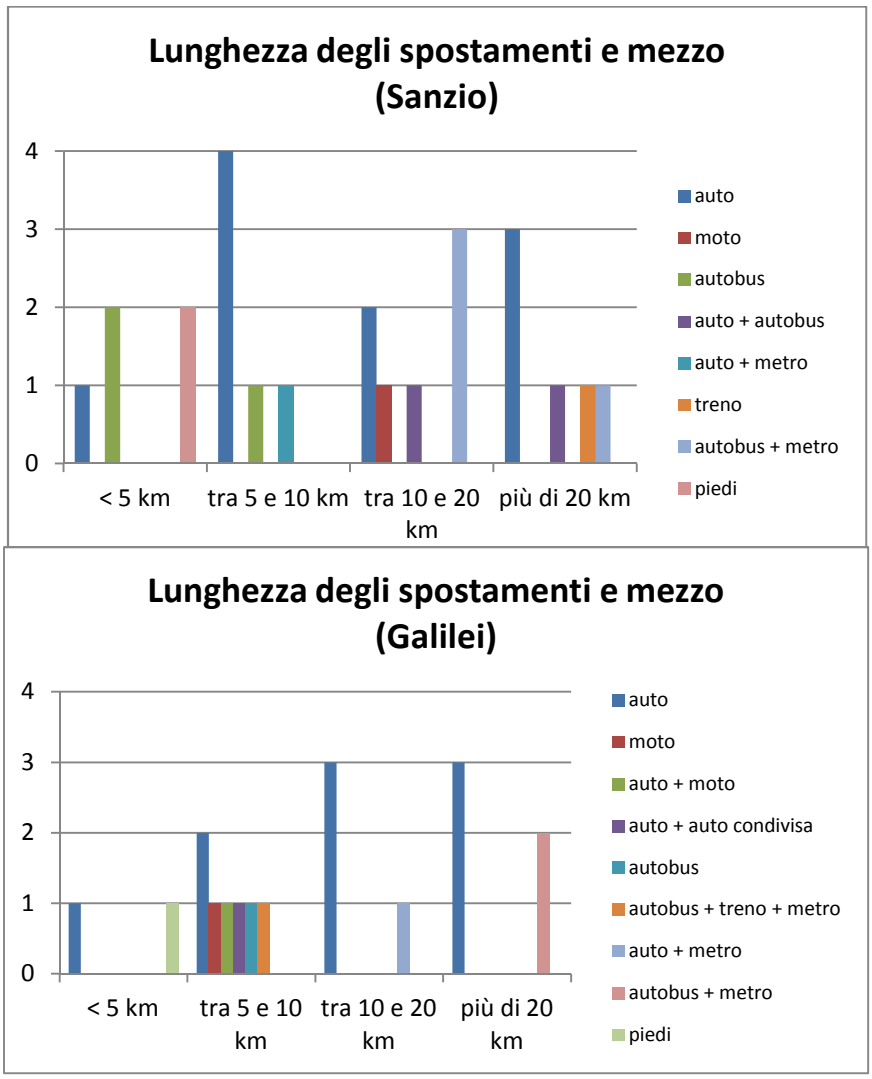


Figura 42 mezzi utilizzati per gli spostamenti quotidiani casa lavoro o casa scuola

7) Con riferimento alla mappa, verso quale direzione si muove per raggiungere il posto di lavoro abituale?

Se si studiano i campioni in funzione delle direzioni prevalenti di spostamento si osserva che per l'edificio di via Sanzio la direzione prevalente è NE (35%) seguita da N S SO (17%). Nel caso di via Galilei la direzione prevalente è quella N (35%) seguita da quella SO (29%) e NE (24%). Se si considerano i due campioni nel complesso le direzioni dominanti sono quelle verso Milano, NE (30%) e N (25%), seguite dalla direzione SO (23%).

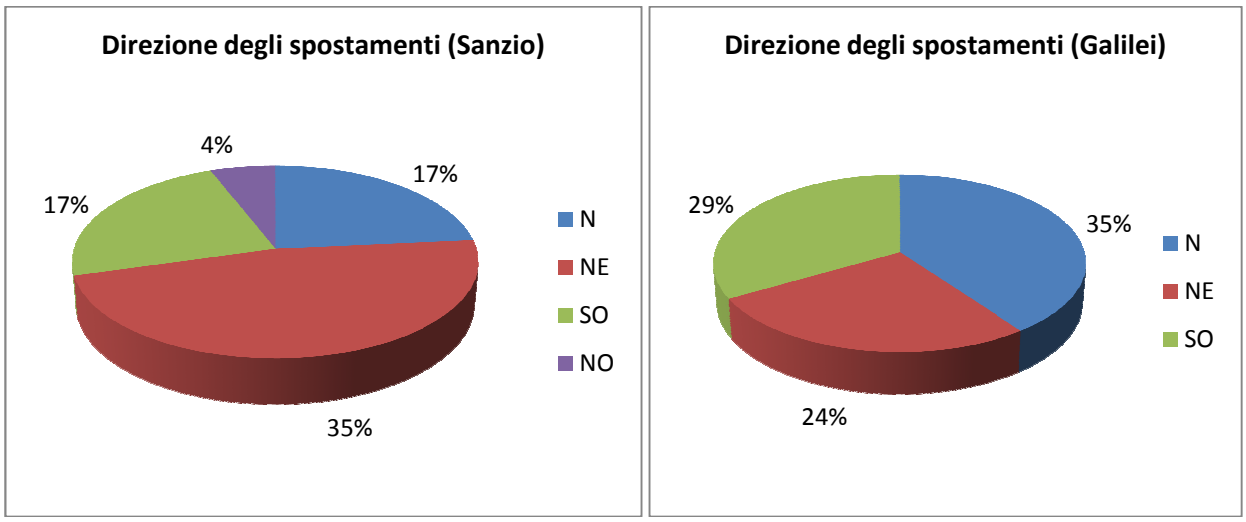


Figura 43 direzione degli spostamenti casa lavoro o casa scuola

Se si studiano le lunghezze degli spostamenti in funzione delle direzioni principali emerse dall'analisi precedente, risulta che nel caso di via Sanzio in direzione N si effettuano spostamenti tra 5 e 10 km, tra 10 e 20 km e maggiori di 20 km, nel caso di via Galilei tra 5 e 10 km e maggiori di 20 km. La direzione NE risulta quella prevalente tra 5 e 10 km per entrambi i campioni, tra 10 e 20 km per il campione di via Sanzio. Gli spostamenti minori di 5 km avvengono sempre in direzione SO. Considerando infine i due campioni complessivamente, si evince che la direzione NE è quella prevalente per spostamenti compresi tra 5 e 20 km, quella N per spostamenti maggiori di 20 km e quella SO per spostamenti inferiori a 5 Km.

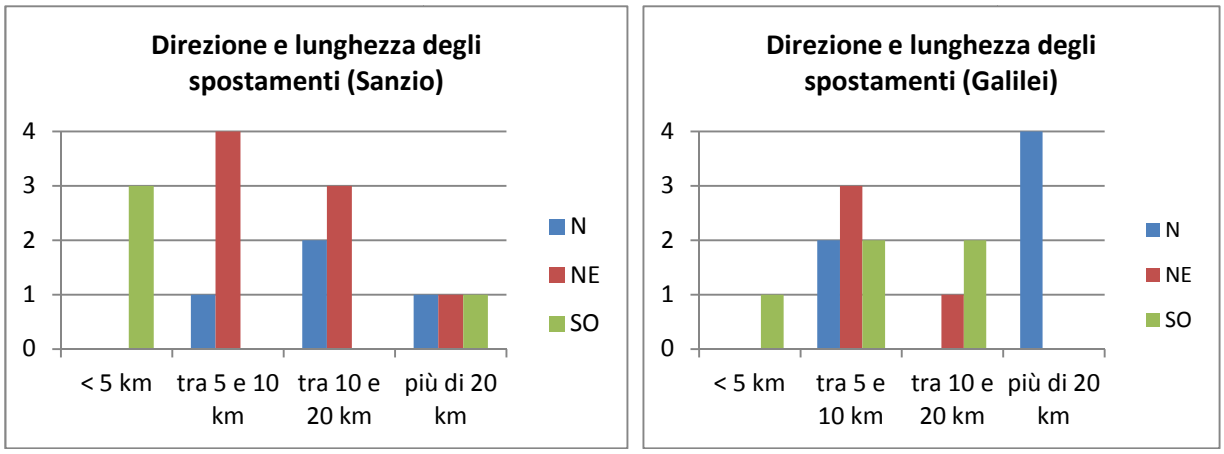


Figura 44 direzione e lunghezza degli spostamenti quotidiani

8) Quando non utilizza i mezzi di trasporto pubblico per andare al lavoro o recarsi a scuola indichi per favore per quale motivo

Analizzando le risposte fornite dal campione relativamente alle motivazioni che spingono a non utilizzare il mezzo pubblico, appaiono dominanti le seguenti:

- ✓ necessità di **autonomia** principalmente indicata da persone con figli, o da coloro che hanno necessità di effettuare commissioni nell'arco della giornata (26% delle risposte di via Sanzio e 22,6% delle risposte di via Galilei);

- ✓ dover utilizzare **più mezzi pubblici** (16% in via Sanzio e 3% in via Galilei);
- ✓ **mancanza** di un **collegamento diretto** (16% in via Sanzio e 10% in via Galilei);
- ✓ **tempi di percorrenza elevati** rispetto a quelli impiegati (16% in via Sanzio e 6,5% in via Galilei).

Le voci **comodità di viaggio** (poter ascoltare la radio, etc) e sono **accompagnato da altri** sono indicate dagli studenti.

Le motivazioni principali che sono state riportate sono dunque tutte riconducibili a **esigenze di flessibilità e di risparmio di tempo**.

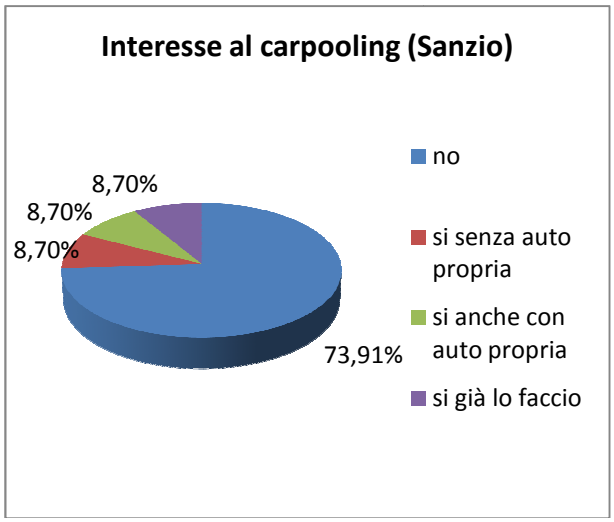
10.2.3 Disponibilità ad utilizzare mezzi alternativi all'auto privata

9) Sarebbe disponibile ad organizzarsi con altre persone per recarsi insieme al lavoro con un'unica automobile dividendo i costi (car-pooling)?

Questa domanda è stata posta specificando che:

- **il tempo di spostamento non sarebbe superiore a quello attuale di più di 5-10 minuti;**
- **esisterebbe un sistema organizzato per mettere in contatto le persone che fanno lo stesso percorso;**
- **ci sarebbe una riduzione della spesa di viaggio, in quanto condivisa tra guidatore e passeggeri.**

I risultati relativi a questa domanda fanno emergere ancora una volta che la necessità di autonomia e flessibilità prevalgono sugli aspetti legati ai costi. Infatti il 74% del campione di via Sanzio ha risposto di non essere interessato al car-pooling, e la restante parte si è equamente divisa tra le risposte: si, ma senza mettere a disposizione la propria auto, si anche con la propria auto, si lo faccio già. In via Galilei invece oltre il 90% del campione ha risposto di non essere interessato al car-pooling, mentre la restante parte già lo fa.



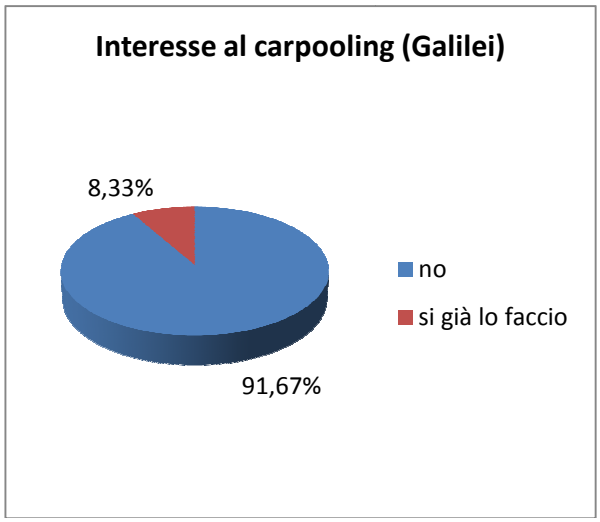


Figura 45 interesse al carpooling

10) Sarebbe interessato a rinunciare all'auto di proprietà per utilizzare un veicolo a noleggio sempre disponibile presso il parcheggio condominiale (car-sharing)?

Anche in questo caso sono state specificate delle condizioni che si riportano:

- **esisterebbe un sistema organizzato per rendere disponibile l'auto quando se ne ha bisogno;**
- **i costi di esercizio (comprensivi di RCA, furto, incendio, kasko, manutenzione ordinaria e straordinaria, soccorso stradale, carburante) prevedrebbero:**
  - ✓ **Un costo di abbonamento annuale di circa 100 €;**
  - ✓ **Un costo orario da 2,10 a 2,60 € a seconda del modello richiesto;**
  - ✓ **Un costo chilometrico da 0,28 a 0,45 € in funzione del modello richiesto.**

Nonostante il primo punto mettesse in evidenza che il sistema di carsharing garantisce flessibilità e autonomia, solo il 39% del campione di via Sanzio e il 29% di via Galilei si è detta interessata.

11) A quali condizioni utilizzerebbe la bicicletta per andare al lavoro o recarsi a scuola?

La percentuale di coloro che non utilizzerebbe comunque la bicicletta è del 35% nel caso di via Sanzio e del 48% nel campione di via Galilei.

Tra coloro che non sono disposti ad utilizzarla ci sono principalmente persone che percorrono lunghe distanze e persone che hanno nuclei familiari di tre o più persone che necessitano probabilmente di utilizzare l'auto per accompagnare i figli a scuola e alle attività extra scolastiche. Anche persone di più di 60 anni non si dicono disposte ad utilizzare la bicicletta.

Tra coloro che invece si sono detti interessati le condizioni che maggiormente sono emerse sono quelle di una maggior sicurezza per i ciclisti sulla strada, la possibilità di potersi cambiare una volta giunti a scuola o al lavoro, parcheggi sicuri e coperti e la presenza di postazioni di bikesharing

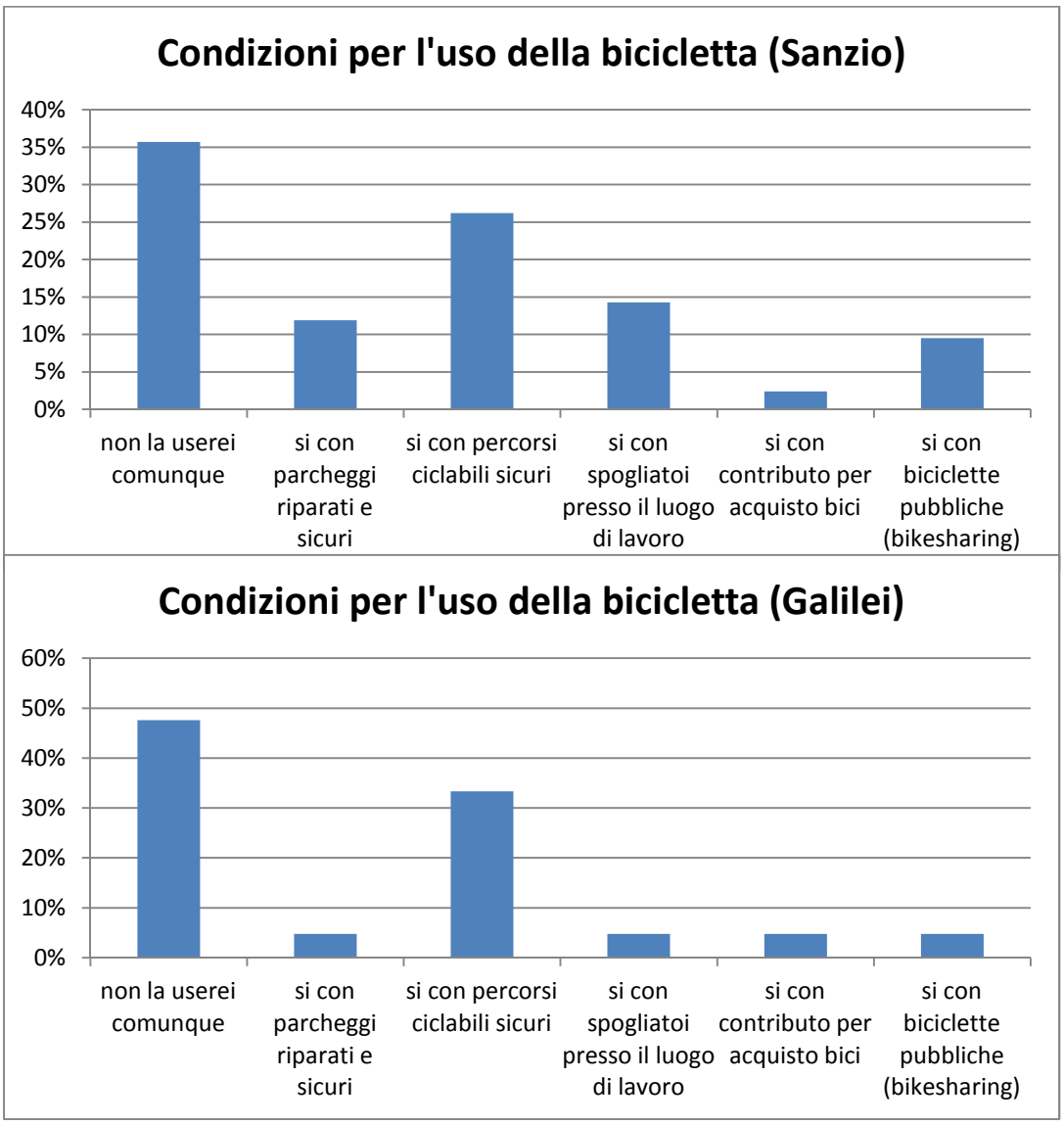


Figura 46: disponibilità ad utilizzare le bicicletta.

12. Bibliografia

Riferimenti legislativi

Decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n. 412 (DPR 412/93) ”Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.”

Legge regionale 21 dicembre 2004 - n.39 ”Norme per il risparmio energetico negli edifici e per la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti”.

D.Lgs. 192/2005 e ss.mm.

DGR 5773 del 31 ottobre 2007- “Certificazione energetica degli edifici”.

D.M. 17 Febbraio 2007 (e ssmm e int.)-

Riferimenti bibliografici

“PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico-sanitari” – Comitato Termotecnica Italiano

“Aggiornamento della procedura di calcolo per predisporre l’attestato di certificazione energetica degli edifici..” Decreto Dirigenziale n° 15833 del 13/12/2007 Regione Lombardia

“Guida al contenimento della spesa energetica nelle scuole” - ENEA, FIRE

“Manuale dell'Energy Auditing” - International Energy Agency

“Measurement of Energy and Demand Savings” - ASHRAE Guideline 14-2002

Riferimenti Internet

Efficienza dei motori elettrici, Programma Europeo Motorchallenge

http://motorchallenge.casaccia.enea.it/

L'iniziativa per le scuole della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia, FIRE
http://www.fire-italia.it/caricapagine.asp?target=eell/scuole/index.asp

IEA ECBCS Annex 36 - Retrofitting of Educational Buildings - REDUCE
http://www.annex36.com/eca/index.html

Il Centro di documentazione del Carbon Trust
http://www.carbontrust.org.uk

Il sito di documentazione

di ENERGY SKILL
(è possibile consultare i documenti previa registrazione)
http://energyskill-it.iweb.se/

Programma per l'illuminazione efficiente GreenLight
http://www.eu-greenlight.org/What-to-do/what_CosaFare.htm

Rifasamento elettrico
www.fire-italia.it; www.energysaving.it www.motorchallenge.casaccia.enea.it

Allegato 1- Individuazione delle superfici costituenti l'involucro edilizio

Attico di via G.Galilei – 7° piano

PARETI				Altezze		Sup.lorda	FINESTRATURE e PORTE				Sup.netta
tratto	muratura	Confine	B est (m)	Hl(m)	Hn (m)	Sl (m²)	Nome	B (m)	H (m)	Sf (m²)	Sn m²
T1	M02A	SE	2,80	3,45	2,90	9,66					5,09
							PF1	1,73	2,24	3,88	
							cassonetto	1,73	0,40	0,69	
T2	M02A	O	3,12	3,45	2,90	10,76					10,76
T3	M02A	SO	4,51	3,45	2,90	15,56					11,17
							PF2	0,94	2,24	2,11	
							cassonetto	0,94	0,40	0,38	
							F3	0,94	1,63	1,53	
							cassonetto	0,94	0,40	0,38	
T4	M02A	SE	1,86	3,45	2,90	6,42					6,42
T5	M02A	SO	3,13	3,45	2,90	10,80					6,10
							Pf4	1,78	2,24	3,99	
							cassonetto	1,78	0,40	0,71	
T6	M02A	S	2,91	3,45	2,90	10,04					10,04
							F5	1,93	1,36	2,62	
							cassonetto	1,93	0,40	0,77	
T7	M01a/b	S	1,48	3,45	2,90	5,11					3,15
							PF6	0,74	2,24	1,66	
							cassonetto	0,74	0,40	0,30	
T8a	M01a/b	SE	5,70	3,45	2,90	19,67					10,18
							F7	1,70	1,46	2,48	
							cassonetto	1,70	0,40	0,68	
							F8	1,70	1,46	2,48	
							cassonetto	1,70	0,40	0,68	
							F10	1,70	1,46	2,48	
							cassonetto	1,70	0,40	0,68	
T8b	M01a/b	SE	2,65	3,45	2,90	9,14					9,14
T9	M01a/b	E	2,07	3,45	2,90	7,14					5,04
							PF9	0,74	2,44	1,81	
							cassonetto	0,74	0,40	0,30	
T10	M02b	caldo	12,55	3,45	2,90	43,30					0,00
T11a	M01a/b	NO	5,18	3,45	2,90	17,87					9,72
							F11	1,07	1,46	1,56	
							cassonetto	1,07	0,40	0,43	
							F12	1,07	1,46	1,56	
							cassonetto	1,07	0,40	0,43	
							F13	1,32	1,46	1,93	
							cassonetto	1,32	0,40	0,53	
							F14	0,92	1,46	1,34	
							cassonetto	0,92	0,40	0,37	
T11b	M01a/b	NO	2,30	3,45	2,90	7,94					7,94
T12	M01a/b	NO	1,97	3,45	2,90	6,80					4,69
							PF15	0,74	2,44	1,81	
							cassonetto	0,74	0,40	0,30	
T13	M04	scale+asce	10,51	3,45	2,90	36,26					36,26
T14	M02b	scale+asce	2,30	3,45	2,90	7,94					7,94
T15	M03	scale+asce	3,15	3,45	2,90	10,87					7,09
							2 PORTE P1	0,90	2,10	3,78	3,78

Solaio S1	S01	caldo				180,00					0,00
Solaio S2	S02	Esterno				180,00					180,00

TOTALE SUPERFICI	595,26
di cui disperdenti	371,96
S/V	0,6

Bilocale di via R.Sanzio – 9° piano – scala A

PARETI				Altezze		Sup.lorda	FINESTRATURE e PORTE				Sup.netta
tratto	muratura	Confine	B est (m)	Hl(m)	Hn (m)	Sl (m²)	Nome	B (m)	H (m)	Sf (m²)	Sn m²
T1a	M01a/b	N	1,90	3,45	2,90	6,56					3,41
							F1	1,70	1,45	2,47	
							cassonetto	1,70	0,40	0,68	
T1b	M01a	N	0,70	3,45	2,90	2,42					2,42
T2a	M01a/b	N	0,90	3,45	2,90	3,11					1,09
							PF2	0,70	2,48	1,74	
							cassonetto	0,70	0,40	0,28	
T2b	M01a	N	1,32	3,45	2,90	4,55					4,55
T3a	M01a/b	NE	1,90	3,45	2,90	6,56					3,41
							F3(=F1)	1,70	1,45	2,47	
							cassonetto	1,70	0,40	0,68	
T3b	M01a	NE	0,77	3,45	2,90	2,66					2,66
T4	M02b	caldo	12,74	3,45	2,90	43,95					
T5a	M01a/b	SO	5,22	3,45	2,90	18,01					9,79
							F4	1,06	1,46	1,55	
							cassonetto	1,06	0,40	0,42	
							F5	1,06	1,46	1,55	
							cassonetto	1,06	0,40	0,42	
							F6	1,30	1,46	1,90	
							cassonetto	1,30	0,40	0,52	
							F7	1,00	1,46	1,46	
							cassonetto	1,00	0,40	0,40	
T5b	M01a	SO	1,88	3,45	2,90	6,49					6,49
T6a	M01a/b	SO	0,90	3,45	2,90	3,11					1,09
							PF8	0,70	2,48	1,74	
							cassonetto	0,70	0,40	0,28	
T6b	M01a	SO	1,06	3,45	2,90	3,66					3,66
T7	M04	Scale – ascensore	4,94	3,45	2,90	17,04					17,04
T8	M02b	scale+ascensore	1,12	3,45	2,90	3,86					3,86
T9	M03	scale+ascensore	1,12	3,45	2,90	3,86					1,97
							PORTA P1	0,90	2,10	1,89	
T10	M02b	caldo	6,96	3,45	2,90	24,01					24,01
Solaio S1	S01	caldo				108,70					
Solaio S2	S02	Esterno				108,70					108,70

TOTALE SUPERFICI	367,23
di cui disperdenti	190,57
S/V	0,51

Allegato 2 - Questionari

QUESTIONARIO "AMBIENTE ED ENERGIA"

1) Numero di componenti il nucleo abitativo

❑1 ❑2 ❑3 ❑4 ❑5 ❑6 ❑7

2) Superficie dell'appartamento

❑Meno di 50 mq ❑Tra 50 e 75 mq ❑Tra 75 e 100 mq ❑Tra 100 e 150 mq ❑Oltre 150 mq

3) E' a conoscenza del fatto che a Corsico è disponibile uno Sportello Energia?

❑Sì ❑No

4) E' a conoscenza degli incentivi fiscali (detrazione del 55% IRPEF) previsti dalla Legge Finanziaria per interventi di riqualificazione energetica?

❑Sì ❑No

5) A quanto ammonta –mediamente- la bolletta bimestrale della corrente elettrica?

❑Meno di 60 € ❑Tra 60 e 120 € ❑Tra 120 e 180 € ❑Tra 180 e 240 € Oltre 240 €

6) E' in grado di indicare la classe energetica dei suoi elettrodomestici?

Non so di cosa si stia parlando (passare alla domanda successiva)

			Classe			
	Non so	**Non possiedo**	**A**	**B**	**C**	**D**
Frigorifero	❑	❑	❑	❑	❑	❑
Lavastoviglie	❑	❑	❑	❑	❑	❑
Lavatrice	❑	❑	❑	❑	❑	❑
Condizionatore	❑	❑	❑	❑	❑	❑

7) Che tipo di forno utilizza?

❑A gas ❑Elettrico

8)Ha già installato lampadine a basso consumo?

❑In cucina ❑In bagno ❑In camera ❑In soggiorno ❑Ovunque

9) Se ha sostituito i serramenti originali quanto tempo fa ha eseguito l'intervento?

❑Meno di 5 anni ❑Tra 5 e 10 anni ❑Tra 10 e 15 anni ❑ Oltre 15 anni fa

10) I suoi serramenti attuali sono dotati di doppi vetri?

❑Sì ❑No

11) Con quale materiale sono stati realizzati i telai delle finestre?

❑Legno ❑Alluminio ❑PVC

12) Se disponesse di un riscaldamento autonomo, per quanti giorni all'anno potrebbe fare a meno del riscaldamento nel suo appartamento in caso di assenza (es. vacanze invernali).

❑Meno di 5 giorni ❑Tra 5 e 10 gg. ❑Tra 10 e 15 gg. ❑Tra 15 e 20 gg. ❑Oltre 20

13) Sarebbe interessato a considerare la possibilità di trasformare (senza alcuna opera muraria e a costi sostenibili) il sistema di riscaldamento del suo appartamento rendendolo del tutto indipendente?

❑Sì ❑No

14) Come valuta la temperatura nel suo appartamento durante il periodo invernale?

1❑ ❑2 ❑3 ❑4 ❑5

15) Avete installato riduttori di flusso o rompigetto areati?

❑Non so cosa siano ❑Sì, nel lavabo della cucina

❑Sì, nel lavabo del bagno ❑Sì, nella doccia
❑Ovunque

17)Che tipo di acqua bevete?

❑Naturale in bottiglia ❑Gasata in bottiglia ❑Del rubinetto

❑Ci riforniamo alla Casa dell'Acqua di Corsico

18) Sapete a chi rivolgervi per prenotare il ritiro a domicilio dei rifiuti ingombranti?

❑all'Ufficio Ecologia ❑alla ditta AREA ❑all'apposito numero verde

❑all'Assessore dell'Ufficio Ecologia

19)Sapete quale sacchetto si deve usare per i rifiuti organici?

❑di plastica ❑di plastica trasparente

❑apposito sacchetto biodegradabile

20) Sapete dove vanno conferite le pile esaurite?

❑nel cestino stradale ❑nei contenitori di metallo

❑con il secco ❑appositi contenitori stradali

21) Sapete dove si gettano i farmaci scaduti?

❑nel cestino stradale ❑nei contenitori dell'organico

❑nei contenitori del secco ❑nei contenitori presso le farmacie

22) Sapete dove va conferito il vecchio televisore?

❑con il vetro ❑vicino ad un cestino con il secco ❑alla piattaforma Ecologica di Corsico

QUESTIONARIO MOBILITA'

Compilare un questionario per i due componenti del nucleo familiare che utilizzano di più i mezzi di trasporto (propri o pubblici).

1) Genere

❑ Maschio ❑Femmina

2) Età

❑ meno di 30 anni ❑30-39 anni ❑40-49 anni ❑50-59 anni ❑più di 60 anni

3) Componenti del nucleo familiare

❑1 ❑2 ❑3 ❑4 ❑più di 4

4) Professione

❑Studente ❑Dipendente ❑ Lavoratore a progetto ❑Libero professionista ❑Imprenditore ❑Pensionato ❑Non occupato

In questa parte del questionario, le chiediamo di rispondere riferendosi alle modalità abituali con cui effettua lo spostamento casa-lavoro (casa-scuola per gli studenti).

5) Con quale mezzo si reca abitualmente al lavoro o a scuola?

Andata

- ◻ In auto
- ◻ Con un mezzo pubblico
  - ◻ *Autobus*
  - ◻ *Tram*
  - ◻ *Treno*
  - ◻ *Metropolitana*
  - ◻ *Taxi*
- ◻ a piedi
- ◻ in bicicletta
- ◻ in moto
- ◻ auto condivisa

Ritorno

- ◻ In auto
- ◻ Con un mezzo pubblico
  - ◻ *Autobus*
  - ◻ *Tram*
  - ◻ *Treno*
  - ◻ *Metropolitana*
  - ◻ *Taxi*
- ◻ a piedi
- ◻ in bicicletta
- ◻ in moto
- ◻ auto condivisa

6) Quanti chilometri percorre mediamente ogni giorno per recarsi al lavoro o a scuola?

❑meno di 5 ❑tra 5 e 10 ❑tra 10 e 20 ❑più di 20

7) Con riferimento alla mappa, verso quale direzione si muove per raggiungere il posto di lavoro abituale?

❑N ❑NE ❑E ❑SE ❑S ❑SO ❑O ❑ NO

8) Quando non utilizza i mezzi di trasporto pubblico per andare al lavoro o recarsi a scuola indichi per favore per quale motivo *(indicare al massimo tre risposte):*

- ◻ Mancanza di un collegamento diretto tra la mia abitazione e la destinazione
- ◻ Perché nel tragitto dovrei prendere più mezzi di trasporto
- ◻ Perché i tempi di percorrenza del tragitto casa-lavoro sono troppo lunghi
- ◻ Affollamento dei mezzi pubblici
- ◻ Mi accompagnano altre persone
- ◻ Per avere autonomia di movimento
- ◻ Prezzo elevato della corsa
- ◻ Per la comodità del viaggio (es. possibilità di ascoltare la radio)
- ◻ Per una questione di abitudine
- ◻ Devo accompagnare i bambini a scuola
- ◻ Altro (specificare):

9) Sarebbe disponibile ad organizzarsi con altre persone per recarsi insieme al lavoro con un'unica automobile dividendo i costi (car-pooling)?

Rispondere alla domanda considerando che il car-pooling sarebbe effettuato alle seguenti condizioni:

1) *il tempo di spostamento non sarebbe superiore a quello attuale di più di 5-10 minuti;*

2) *esisterebbe un sistema organizzato per metterla in contatto con chi fa il suo stesso percorso;*
3) *ci sarebbe una riduzione della spesa di viaggio, in quanto condivisa tra guidatore e passeggeri.*

- □ Si già lo faccio
- □ Sì, anche mettendo a disposizione la mia automobile
- □ Sì, ma non posso mettere a disposizione l'automobile
- □ No, non sono interessato

11) Sarebbe interessato a rinunciare all'auto di proprietà per utilizzare un veicolo a noleggio sempre disponibile presso il parcheggio condominiale (car-sharing)?

Rispondere alla domanda considerando che il car-sharing sarebbe effettuato alle seguenti condizioni:

1) *esisterebbe un sistema organizzato per rendere disponibile l'auto quando ne ha bisogno;*
2) *i costi di esercizio (comprensivi di RCA, furto, incendio, kasko, manutenzione ordinaria e straordinaria, soccorso stradale,* ***carburante****) prevedrebbero:*
   - *Un costo di abbonamento annuale di circa 100 €*
   - *Un costo orario da 2,10 a 2,60 € a seconda del modello richiesto*
   - *Un costo chilometrico da 0,28 a 0,45 € in funzione del modello richiesto*

❑ No ❑ Sì

12) A quali condizioni utilizzerebbe la bicicletta per andare al lavoro o recarsi a scuola? *(indicare al massimo tre risposte):*

- □ Non la utilizzerei comunque

La utilizzerei se:

- □ Ci fossero parcheggi riparati e sicuri
- □ Ci fossero percorsi ciclabili e sicuri
- □ Fossero messi a disposizione spogliatoi o armadietti presso il luogo di lavoro o la scuola
- □ Potessi usufruire di un contributo per l'acquisto della bicicletta
- □ Avessi a disposizione biciclette pubbliche (bike sharing)

Allegato 3 - Riscaldamento centralizzato o sistema autonomo?

Un impianto di riscaldamento centralizzato (presente in gran parte degli edifici esistenti) è costituito da un'unica centrale termica a servizio di tutti gli appartamenti cui è collegata. Nel corso degli anni '80 tale sistema è stato man mano sostituito da impianti autonomi, ovvero dotati di una caldaia per ogni appartamento. Analizziamo, in sintesi, pregi e vantaggi delle due soluzioni.

Efficienza: a parità di energia termica erogata, un sistema centralizzato è molto più efficiente di molte caldaie autonome.
Regolazione: la possibilità di decidere autonomamente la temperatura, l'accensione e lo spegnimento del sistema di riscaldamento ha certamente avvantaggiato i sistemi autonomi penalizzando quelli centralizzati.
Manutenzione e responsabilità: il possessore di una caldaia autonoma è responsabile civilmente e penalmente della sua corretta manutenzione e funzionamento. Nel caso di un sistema centralizzato la responsabilità e gestione della manutenzione non è a carico del singolo condomino.

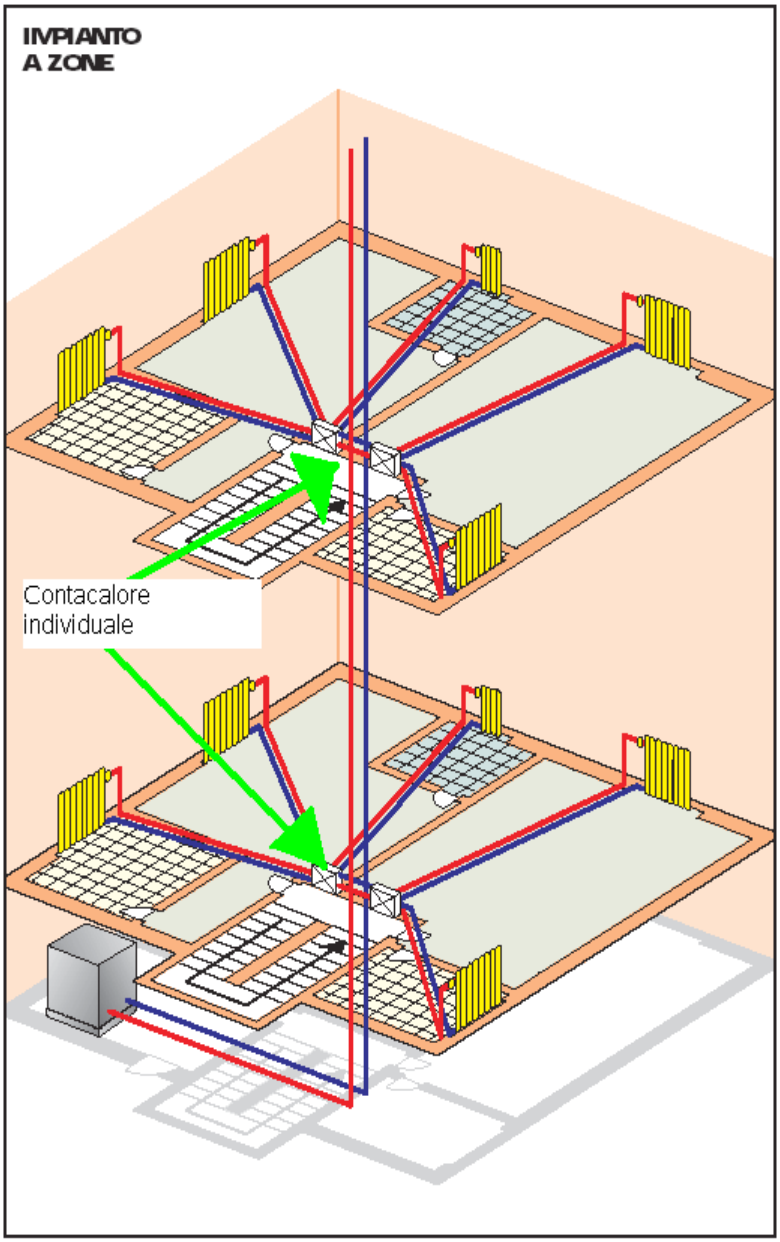
Da questa breve sintesi appare dunque chiaro che il sistema "ideale" sarebbe costituito da un impianto centralizzato dotato di contabilizzazione e regolazione individuale del calore.
Tali impianti sono -ad oggi- i più efficienti in termini di comfort, sicurezza ed economia; possono essere realizzati sia nelle nuove costruzioni **sia in quelle esistenti.**

Come trasformare un impianto centralizzato

Gli impianti centralizzati possono essere classificati in due tipologie: a zona (sistema orizzontale) o a colonne montanti (verticale).

Sistemi a zone

Negli impianti a zona è prevista un'unica tubazione verticale di mandata ed una di ritorno, mentre la distribuzione ai singoli appartamenti avviene grazie ad un sistema orizzontale che preleva l'acqua calda dalla tubazione centrale di mandata e la distribuisce ai termisifoni del singolo appartamento.
Con tale impianto è possibile installare un sistema di controllo della mandata, che regola l'afflusso dell'acqua calda nell'appartamento in funzione delle effettive necessità dell'utente.
In questo modo è possibile stabilire la temperatura interna in maniera indipendente rispetto al resto dell'edificio; il sistema consente, inoltre, di disattivare il sistema di riscaldamento quando non sono presenti gli occupanti (ad esempio durante le vacanze) permettendo, al pari di un sistema autonomo, la riaccensione programmata.
All'arrivo delle tubazioni, insieme alla centralina di regolazione, sarà installato un "contacalore"; un apparecchio che, collegato alla tubazione di mandata e a quella di ritorno dell'appartamento, quantificherà l'energia termica effettivamente utilizzata.
Nella figura seguente è riportato uno schema descrittivo del funzionamento di un impianto a zona.



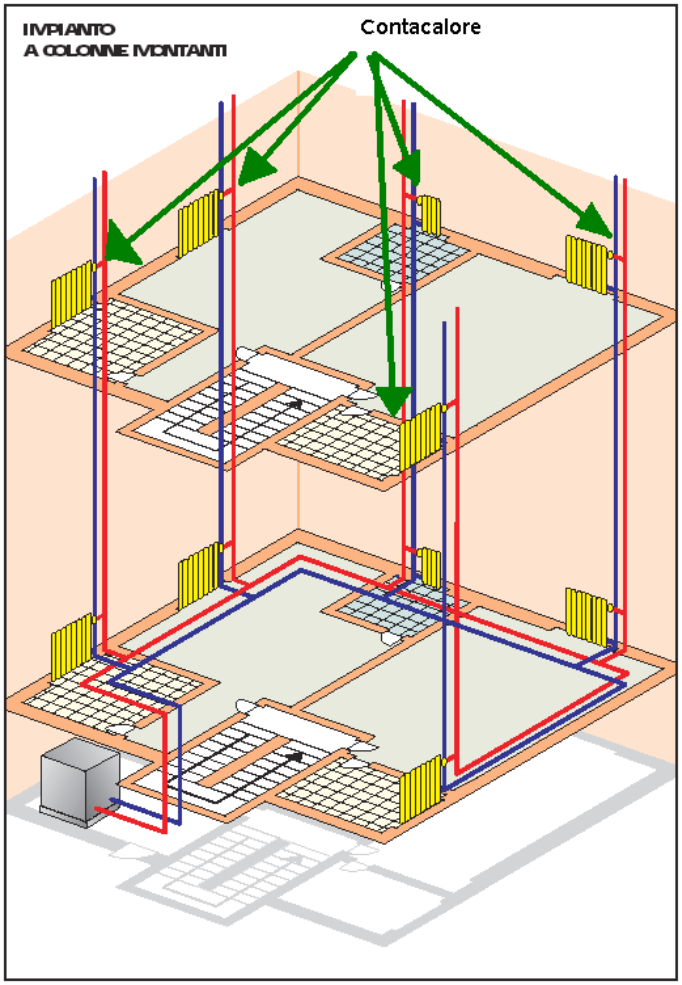
Impianto a zone con contabilizzazione individuale (Fonte: Risparmio energetico con gli impianti di riscaldamento opuscolo n°14 - ENEA , 2003 http://efficienzaenergetica.acs.enea.it/opuscoli.htm)

Sistemi a colonne montanti

Gli impianti a colonne montanti sono costituiti da un anello, formato da una tubazione di mandata e una di ritorno, che percorre la base dell'edificio. Dall'anello si dipartono delle colonne
montanti che alimentano i vari radiatori posti sulla stessa verticale ai vari piani dell'edificio.
Fino a pochi anni fa tale tipologia era molto diffusa perché consentiva di realizzare economie
in fase di costruzione; più difficilmente però permette di ottimizzare la gestione dell'impianto
specialmente quando si hanno diverse utilizzazioni delle varie zone dell'edificio.
Anche in questo caso è possibile rendere autonomo l'uso dell'impianto installando:

- valvole termostatiche radiocontrollate che regolino la temperatura dei singoli termosifoni;
- una centralina di controllo che, una volta impostata la temperatura dell'ambiente e le ore di funzionamento, comandi le valvole termostatiche;
- contacalore su ogni termosifone.

Similmente al caso precedente è quindi possibile trasformare anche questo sistema centralizzato in una sorta di impianto autonomo dove vengono pagati i consumi effettivamente registrati.



Impianto a colonne con contabilizzazione individuale (Fonte: Risparmio energetico con gli impianti di riscaldamento opuscolo n°14 - ENEA , 2003 http://efficienzaenergetica.acs.enea.it/opuscoli.htm)

Allegato 4- Consigli utili per il risparmio energetico

ILLUMINAZIONE EFFICIENTE

Gli apparecchi di illuminazione più efficienti (cioè che consumano meno energia a parità di flusso luminoso fornito) sono quelli a fluorescenza. Questi apparecchi si presentano o in forma tubolare (i cosiddetti tubi al neon) oppure in forma compatta (le cosiddette lampade a risparmio).
Per poter sfruttare al meglio la luce emessa dagli apparecchi, i portalampade o lampadari devono:
- riflettere la frazione di luce indirizzata verso l'alto
- permettere a tutta la luce di passare

A tale scopo è sempre importante pulire a intervalli regolari sia le lampade che i loro contenitori.
Per evitare sprechi è possibile installare degli speciali sensori che spengono le lampade in caso i locali siano vuoti, oppure in caso l'illuminazione naturale che arriva attraverso le finestre sia sufficiente.

DISPERSIONI TERMICHE

Di notte durante la stagione invernale, attraverso le finestre vi è una notevole dispersione di calore. È possibile ridurre in maniera consistente questa dispersione abbassando le tapparelle o le veneziane, o in alternativa tirando le tende.
La dispersione può essere ridotta di molto installando finestre dotate di doppi vetri (qualora non siano già presenti). Qualora siano installate delle tapparelle, occorre verificare che i relativi cassonetti siano ben isolati, e nel caso intervenire per ridurre gli spifferi

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

L'impianto di riscaldamento è costituito dalla caldaia, dall'impianto di distribuzione (ad esempio i tubi dell'acqua calda che arrivano ai caloriferi) e dai corpi scaldanti, come i caloriferi.
Una caldaia efficiente è in grado di sfruttare al meglio il calore prodotto dalla combustione che ospita. Ma questo calore prodotto deve essere trasportato al meglio nei locali che voglio riscaldare e deve essere ceduto solo in quei locali nelle ore in cui sono occupati e non oltre la temperatura desiderata. Per ottenere questo risultato è necessario:
- isolare al meglio i tubi;
- ridurre al minimo gli ostacoli alla circolazione dell'aria attorno ai caloriferi (mobili e oggetti);
- adottare copricaloriferi "leggeri" che non ostacolino la distribuzione del calore;
- adottare valvole termostatiche, che bloccano la diffusione del calore quando la stanza è arrivata alla temperatura richiesta.

L'installazione di valvole termostatiche è il più semplice intervento per diminuire gli sprechi. Per ogni radiatore, al posto della valvola manuale, si può installare una valvola termostatica per regolare automaticamente l'afflusso di acqua calda in base alla temperatura scelta. La valvola si chiude mano a mano che la temperatura ambiente, misurata da un sensore, si avvicina a quella desiderata, consentendo di dirottare ulteriore acqua calda verso gli altri radiatori, ancora aperti. In questo modo si può consumare meno energia nelle giornate più serene, quando il sole è sufficiente per riscaldare alcuni locali. Le valvole termostatiche, installate negli impianti centralizzati hanno anche una buona influenza sull'equilibrio termico delle diverse zone dell'edificio. Quando i locali più caldi arrivano a 20°C le valvole chiudono i radiatori consentendo un maggiore afflusso di acqua calda ai locali freddi.