



**POLITECNICO DI
TORINO**

DENERG

Dipartimento Energia
Galileo Ferraris



**Stima dei risparmi conseguibili a seguito dell'installazione
di kit per il risparmio di energia elettrica, acqua e gas
naturale di un edificio multifamiliare di riferimento**

Relazione illustrativa

Enrico Fabrizio, Federico Prunotto

Politecnico di Torino, DENERG – Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino

enrico.fabrizio@polito.it

federico.prunotto@polito.it

Lunedì 30 Luglio 2018

Sommario

1	Scopo del lavoro	8
2	Tipologie di kit per il risparmio energetico di un edificio plurifamiliare.....	8
3	Caratteristiche dell'edificio di riferimento	11
3.1	Caratteristiche edilizie dell'edificio multifamiliare di riferimento	12
3.2	Dotazioni impiantistiche dell'edificio di riferimento.....	16
3.2.1	Impianto elettrico – punti luce e prese per apparecchiature elettriche	16
3.2.2	Stima del consumo di energia elettrica e dei costi associati.....	19
3.2.3	Impianto idraulico.....	23
3.2.4	Stima del consumo di acqua e dei costi associati	23
3.2.5	Impianto termico	26
3.2.6	Stima del consumo di gas per riscaldamento e dei costi associati	27
4	KIT per il risparmio di energia elettrica	28
4.1	Kit BASE per il risparmio di energia elettrica.....	28
4.1.1	Composizione e costo del kit base per il risparmio di energia elettrica.....	28
4.1.2	Costo di installazione del kit base per il risparmio di energia elettrica	30
4.1.3	Stima del risparmio conseguibile tramite il kit base per l'energia elettrica	30
4.2	Kit INTERMEDIO/AVANZATO per il risparmio di energia elettrica	32
4.2.1	Composizione e costo del kit intermedio/avanzato per il risparmio di energia elettrica.	32
4.2.2	Costo di installazione del kit intermedio/avanzato per il risparmio di energia elettrica	34
4.2.3	Stima del risparmio conseguibile tramite il kit intermedio/avanzato per l'energia elettrica	34
4.3	Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di energia elettrica.....	38
5	KIT per il risparmio di acqua	39
5.1	Kit BASE per il risparmio di acqua	39
5.1.1	Composizione e costo del kit base per il risparmio di acqua	39
5.1.2	Costo di installazione del kit base per il risparmio di acqua.....	41

5.1.3	Stima del risparmio conseguibile tramite il kit base per l'acqua.....	41
5.2	Kit INTERMEDIO per il risparmio di acqua.....	42
5.2.1	Composizione e costo del kit intermedio per il risparmio di acqua.....	42
5.2.2	Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua.....	43
5.2.3	Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit intermedio per l'acqua.....	44
5.3	Kit AVANZATO per il risparmio di acqua.....	45
5.3.1	Composizione e costo del kit avanzato per il risparmio di acqua.....	45
5.3.2	Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua.....	47
5.3.3	Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit avanzato.....	48
5.4	Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di acqua.....	50
6	KIT per il risparmio di gas.....	51
6.1	Kit BASE per il risparmio di gas naturale.....	51
6.1.1	Composizione del kit base per il risparmio di gas naturale.....	51
6.1.2	Costo di installazione del kit base per il risparmio di gas naturale.....	53
6.1.3	Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit base per il risparmio di gas.....	53
6.2	Kit INTERMEDIO per il risparmio di gas.....	55
6.2.1	Composizione del kit intermedio per il risparmio di gas.....	55
6.2.2	Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di gas naturale.....	57
6.2.3	Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit intermedio per il risparmio di gas.....	58
6.3	Kit AVANZATO per il risparmio di gas.....	59
6.3.1	Composizione del kit avanzato per il risparmio di gas.....	59
6.3.2	Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di gas naturale.....	61
6.3.3	Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit avanzato per il risparmio di gas.....	61
6.4	Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di gas.....	64
Bibliografia	65

Indice delle tabelle

Tabella 1 – tipologie di dispositivi contenuti nel kit per il risparmio di energia elettrica	9	
Tabella 2 – composizione dei kit per il risparmio di acqua.....	10	
Tabella 3 – composizione dei kit per il risparmio di gas.....	10	
Tabella 4 – stratigrafia e trasmittanza termica della muratura esterna dell’edificio multifamiliare...	13	
Tabella 5 – stratigrafia e trasmittanza termica della muratura verso ambienti non riscaldati dell’edificio multifamiliare	14	
Tabella 6 – stratigrafia e trasmittanza termica del solaio interpiano dell’appartamento in edificio multifamiliare.....	14	
Tabella 7 – strati funzionali e trasmittanza termica dei serramenti a doppio vetro	15	
Tabella 8 – strati funzionali e trasmittanza termica dei serramenti a vetro singolo.....	15	
Tabella 9 – valori consigliati di illuminamento per i diversi ambienti dell’abitazione, da cui sono stati desunti i valori di flusso luminoso negli ambienti	16	
Tabella 10 – numero e tipologia di lampadine a LED da installare nei diversi ambienti dell’abitazione	17	
Tabella 11 – punti luce integrativi considerati.....	18	
Tabella 12 – efficienza media di una lampada alogena lampada fluorescente	Tabella 13 – efficienza media di una lampada fluorescente	21
Tabella 14 – numero e tipi di apparecchi elettronici con relativi assorbimenti in standby.....	22	
Tabella 15 – consumi complessivi di energia elettrica e relativi costi dell’edificio di riferimento, a seconda che siano installate lampade alogene oppure fluorescenti in condizioni iniziali	22	
Tabella 16 – numero degli apparecchi idraulici considerati e ripartizione nei diversi ambienti	23	
Tabella 17 – ripartizione del consumo di acqua pro-capite giornaliero, tra i vari utilizzi contemplati	25	
Tabella 18 - stima del consumo di acqua (e della relativa spesa) per l’edificio di riferimento, in condizioni iniziali	25	
Tabella 19 - numero di radiatori per ambiente riscaldato dell’appartamento considerato dell’edificio multifamiliare di riferimento	26	
Tabella 20 - stima del consumo di gas per l’appartamento dell’edificio multifamiliare di riferimento e relativi costi	27	
Tabella 21 – dispositivi del kit base per il risparmio di energia elettrica	29	
Tabella 22 – stima del risparmio conseguibile a seguito dell’installazione del kit base per energia elettrica, rispetto all’edificio di riferimento, nelle due configurazioni iniziali	31	
Tabella 23 – dispositivi del kit intermedio/avanzato per il risparmio di energia	33	
Tabella 24- elenco delle funzioni di controllo in relazione alle classi di efficienza BAC.....	35	

Tabella 25 – fattori di efficienza BAC per l’energia elettrica (illuminazione) negli edifici residenziali	36
Tabella 26 - stima del risparmio conseguibile a seguito dell’installazione del kit intermedio/avanzato per energia elettrica, rispetto all’edificio di riferimento nelle due configurazioni iniziali ipotizzate...	36
Tabella 27 – stima del consumo e della spesa per l’energia elettrica a seguito dell’installazione del kit intermedio/avanzato	37
Tabella 28 – elementi componenti il kit base per il risparmio di acqua	40
Tabella 29 – stima del consumo di acqua dell’edificio a seguito dell’installazione del kit base	41
Tabella 30 – stima semplificata del payback period per il kit base per il risparmio di acqua	42
Tabella 31 – dispositivi componenti il kit intermedio per risparmio di acqua	42
Tabella 32 – stima dei costi di installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua	44
Tabella 33 - stima del consumo di acqua dell’edificio a seguito dell’installazione del kit intermedio	44
Tabella 34 - stima semplificata del payback period per il kit intermedio per il risparmio di acqua ..	45
Tabella 35 – dispositivi componenti il kit avanzato per il risparmio di acqua.....	46
Tabella 36 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua.....	48
Tabella 37 – stima del consumo di acqua dell’edificio in seguito all’installazione del kit avanzato .	48
Tabella 38 - stima semplificata del payback period per il kit avanzato per il risparmio di acqua	49
Tabella 39 – dispositivi componenti il kit base per il risparmio di gas applicato all’appartamento dell’edificio multifamiliare di riferimento	52
Tabella 40 – costo di installazione del kit base per il risparmio di gas naturale	53
Tabella 41 – stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell’installazione del kit base per il risparmio di gas.....	54
Tabella 42 - dispositivi componenti il kit intermedio per il risparmio di gas applicato all’appartamento dell’edificio multifamiliare di riferimento	56
Tabella 43 - costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di gas naturale	57
Tabella 44 - stima dei risparmi energetici ed economici a seguito dell’installazione del kit intermedio per il risparmio di gas	58
Tabella 45 - dispositivi componenti il kit intermedio per il risparmio di gas applicato all’appartamento dell’edificio multifamiliare di riferimento	60
Tabella 46 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di gas naturale.....	61
Tabella 47 - stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell’installazione del kit avanzato per il risparmio di gas	62

Indice delle figure

Figura 1 – schema che illustra le diverse tipologie di kit per il risparmio energetico di un edificio plurifamiliare	8
Figura 2 – Elaborazione dati ISTAT. Abitazioni in edifici a uso abitativo per epoca di costruzione – Italia (dati censimento 2011)	11
Figura 3 – caratteristiche dell’edificio di riferimento per il calcolo dei risparmi conseguibili dall’applicazione dei kit	12
Figura 4 – esempio di lampada con attacco E27 e relative specifiche (misure in millimetri)	17
Figura 5 – esempio di lampada con attacco GU10 e relative specifiche (misure in millimetri)	18
Figura 6 – dettaglio delle ore e dei locali di utilizzo delle lampade all’interno dell’abitazione del panel di famiglie considerate nello studio RSE	20
Figura 7 - dettaglio delle ore e dei locali di utilizzo delle lampade all’interno dell’abitazione del panel di famiglie considerate nello studio RSE	20
Figura 8 – consumo pro-capite fatturato di acqua potabile per alcune delle città italiane; fonte dei dati: ISTAT, censimento 2011	24
Figura 9 – dispositivi del kit base per il risparmio di energia elettrica nel caso di edificio multifamiliare	30
Figura 10 – classi di efficienza energetica identificate dalla UNI EN 15232-1:2016.....	34
Figura 11 –rompigetto da applicare ai rubinetti (a sinistra) e saliscendi doccia a ridotto consumo di acqua (a destra).....	40
Figura 12 – dispositivi componenti il kit intermedio: vaschetta esterna WC a ridotto consumo di acqua (a sinistra), filtro per rompigetto (al centro) e saliscendi doccia (a destra)	43
Figura 13 – alcuni dei dispositivi componenti il kit avanzato: rubinetto temporizzato a infrarossi (a sinistra), miscelatore doccia a risparmio d’acqua (al centro) e cassetta WC a volume ridotto e doppio tasto (a destra).....	46
Figura 14 – pannello termoriflettente per radiatori (a sinistra), valvole termostatiche manuali (al centro) e rotolo isolante per tapparelle (a destra)	52
Figura 15 -serramento in abete e vetrocamera con doppia lastra in vetro (a sinistra), testina termostatica digitale programmabile (al centro) e pannello termoriflettente per radiatori (a destra).....	57

1 Scopo del lavoro

Il presente lavoro nasce nell'ottica di individuare le possibili soluzioni e accorgimenti da adottare per limitare e ridurre il consumo delle risorse energetiche che tipicamente interessano le abitazioni (ovvero: acqua, energia elettrica e gas naturale) al minimo. Parallelamente, è stato stimato anche il possibile risparmio conseguibile a seguito dell'attuazione delle misure di cui sopra, valutando i benefici sia in termini energetici che economici e riferendoli ad una tipologia di abitazione residenziale rappresentativa del parco edilizio nazionale. In particolar modo, la trattazione che segue è riferita ad una singola unità immobiliare di un edificio plurifamiliare le cui caratteristiche sono approfondite nel capitolo 3.1. Pertanto, a partire dai risultati di un precedente progetto intrapreso da LeRoy Merlin e volto a contrastare il fenomeno della povertà energetica, sono stati selezionati una serie di articoli già acquistabili on-line sul sito di LeRoy Merlin con l'intento di creare diversi "kit", ciascuno dei quali in grado di garantire una riduzione dei consumi delle risorse energetiche elencate sopra. Si è pensato poi di articolare ogni kit in 3 livelli (base, intermedio e avanzato) a seconda del costo richiesto per l'acquisto, il risparmio derivante dall'installazione del medesimo, e il livello tecnologico dei dispositivi costituenti il kit.

2 Tipologie di kit per il risparmio energetico di un edificio plurifamiliare

Prima di illustrare le caratteristiche dell'edificio plurifamiliare di riferimento è opportuno illustrare la composizione ipotizzata dei differenti kit per il risparmio energetico che, come già sottolineato, sono stati ideati con l'intento di garantire una riduzione dei consumi di acqua, energia elettrica e gas naturale.

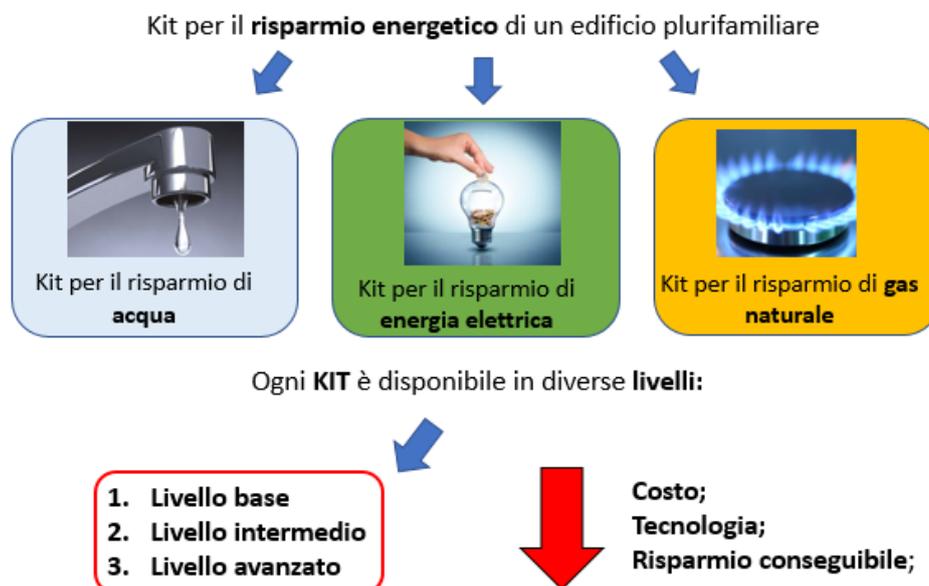


Figura 1 – schema che illustra le diverse tipologie di kit per il risparmio energetico di un edificio plurifamiliare

Innanzitutto, è opportuno specificare che questi sono costituiti da dispositivi attualmente acquistabili on-line sul sito di LeRoy Merlin, e che, per ogni tipologia (acqua, energia elettrica o gas naturale) sono previste più versioni che differiscono sia per la tecnologia impiegata (ovvero i dispositivi impiegati) che per il prezzo, e in definitiva dunque, per il risparmio che è possibile conseguire.

Ogni kit è articolato nelle seguenti “versioni”:

- 1. livello base:** la composizione di questo kit non differisce significativamente da quella contro la povertà energetica. In generale tuttavia, i dispositivi si differenziano per la una più avanzata tecnologia adottata e di conseguenza, per un prezzo maggiore.
- 2. livello intermedio:** è il livello subito precedente a quello avanzato. Pertanto, questa versione è composta da dispositivi tecnologicamente più complessi di quelli dei livelli inferiori e che interessano sia l'interno che l'esterno dell'edificio.
- 3. livello avanzato:** il massimo livello per costo, livello tecnologico e risparmio conseguibile. Questa versione del kit comprende anche dispositivi che sfruttano le fonti energetiche rinnovabili.

Chiarite la tipologia e le versioni disponibili dei vari kit, è ora possibile approfondirne la composizione. Le tabelle successive riportano infatti i dispositivi componenti ciascun kit. In particolare, la Tabella 2 è relativa al kit per il risparmio di acqua, la Tabella 3 al kit per il risparmio di gas naturale, e la Tabella 1 al kit per il risparmio di energia elettrica. Infine, per ciascuna tabella è riportata la declinazione del kit nei vari livelli ipotizzati. In relazione al KIT per il risparmio di energia elettrica (Tabella 1), considerata la specificità dell'edificio di riferimento considerato (ovvero un appartamento all'interno di un edificio multifamiliare per il quale è possibile, realisticamente, considerare un numero limitato di dispositivi) sono stati ideati unicamente due livelli (in luogo dei consueti 3) e pertanto il livello intermedio coincide con quello avanzato.

Tabella 1 – tipologie di dispositivi contenuti nel kit per il risparmio di energia elettrica

		KIT per il risparmio di ENERGIA ELETTRICA	
		Livello BASE	Livello INTERMEDIO/AVANZATO
Dispositivi		lampade a LED	lampade a LED
		multipresa con interruttore	lampade a LED con rilevatore di presenza
		-	prese elettriche programmabili digitali

Tabella 2 – composizione dei kit per il risparmio di acqua

KIT per il risparmio di ACQUA			
	Livello BASE	Livello INTERMEDIO	Livello AVANZATO
Dispositivi	Kit rompigitto per lavabo/bidet e vasca	Rompigitto con filtro riduttore di portata per lavabo/bidet e vasca	Rompigitto con filtro riduttore di portata per lavabo/bidet e vasca
	saliscendi doccia con riduttore di portata	saliscendi doccia con riduttore di portata	miscelatore doccia monocomando a ridotto consumo di acqua
	-	cassetta WC a volume ridotto	cassetta WC a volume ridotto
	-	-	miscelatori temporizzati

Tabella 3 – composizione dei kit per il risparmio di gas

KIT per il risparmio di GAS NATURALE			
	Livello BASE	Livello INTERMEDIO	Livello AVANZATO
Dispositivi	pannelli termoriflettenti in EPS con grafite, per radiatori	serramenti con telaio in abete, di classe energetica "C"	serramenti con telaio in PVC, di classe energetica "B"
	rotolo isolante per cassonetti tapparelle	kit valvole termostatiche intelligenti	valvole termostatiche intelligenti, digitali e programmabili
	Valvole termostatiche manuali	rotolo isolante per cassonetti tapparelle	caldaia a metano a condensazione
	-	-	pannelli termoriflettenti in EPS con grafite, per radiatori
	-	-	rotolo isolanti per cassonetti tapparelle

3 Caratteristiche dell'edificio di riferimento

È opportuno specificare le caratteristiche dell'edificio rispetto al quale si intende valutare l'entità del risparmio conseguibile a seguito dell'installazione dei vari kit. Affinché i dati riportati abbiano una validità quanto più generale possibile, è infatti necessario selezionare un edificio che sia rappresentativo del comparto edilizio italiano. Con riferimento all'obiettivo del presente lavoro che risulta essere incentrato sulla valutazione dei risparmi energetici ed economici (conseguibili a seguito dell'installazione dei kit) riferiti a determinate condizioni iniziali di un appartamento in un edificio plurifamiliare, è stata fatta un'indagine circa la diffusione e le caratteristiche di tale tipologia edilizia a livello nazionale. Sulla base dei dati disponibili, ovvero le più aggiornate elaborazioni dei dati ISTAT relative al censimento degli edifici effettuato nel 2011, si è ritenuto opportuno fare riferimento ad un edificio la cui epoca di costruzione risale agli anni '60 -'70, in virtù della sua rappresentatività, come testimoniato dalla sottostante Figura 2.

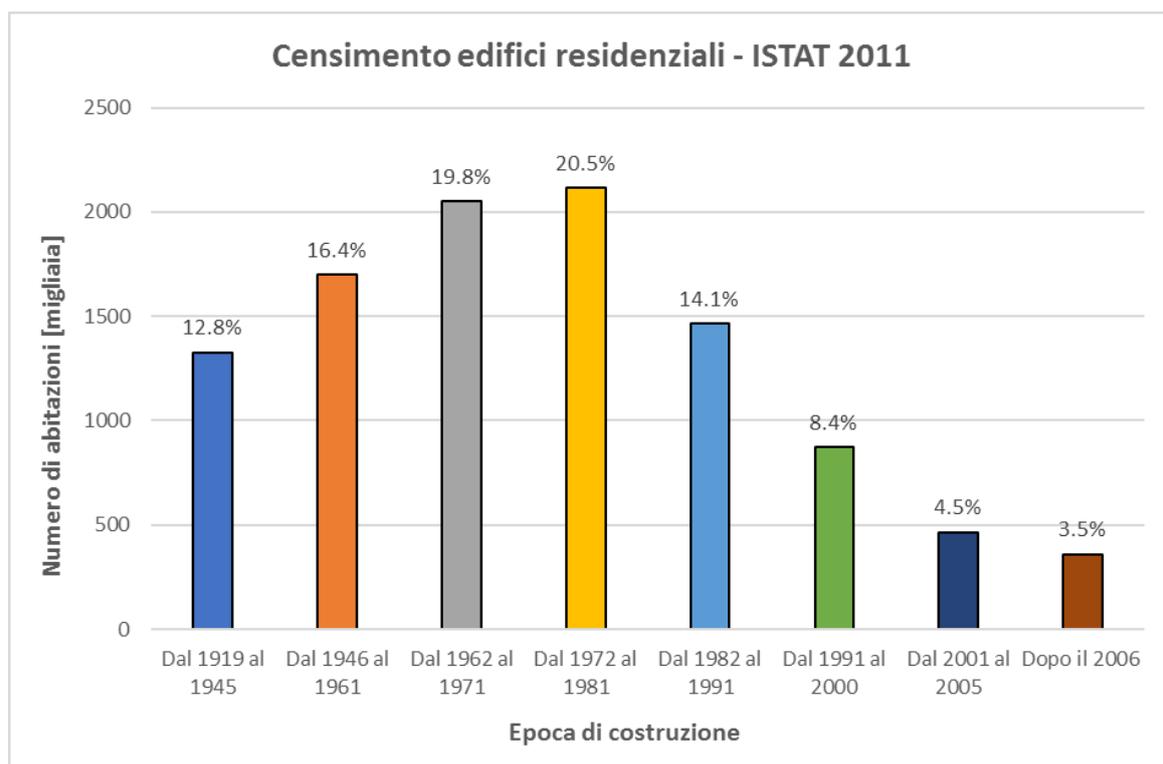


Figura 2 – Elaborazione dati ISTAT. Abitazioni in edifici a uso abitativo per epoca di costruzione –Italia (dati censimento 2011)

Infine, è opportuno sottolineare che per i calcoli energetici, Torino è stata assunta come località di riferimento. Le caratteristiche dell'edificio di riferimento sono state ricavate dal “fascicolo sulla tipologia edilizia italiana” [2] (che, come facilmente intuibile, è stato redatto con l'intento di costruire un archivio delle tipologie edilizie residenziali in Italia), e sono riportate in Figura 3.

3.1 Caratteristiche edilizie dell'edificio multifamiliare di riferimento

Regione/Zona climatica: Area climatica media
Classe di epoca di costruzione: 5 (1961-1975)
Classe di dimensione edilizia: Edificio multifamiliare



V [m ³]	S/V [m ⁻¹]	A _{r,l} [m ²]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
3074	0,54	934	10	5

STATO ORIGINARIO						
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA						
COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)	SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)	SERRAMENTO	
 Tetto a falde in laterizio [sottotetto non climatizzato]	 1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)	 2. Muratura in mattoni forati (25 cm) (verso ambiente non riscaldato)	 Solaio latero-cementizio	 Solaio latero-cementizio	 Vetro singolo, telaio in legno	
COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m ² K)]	U_1 [W/(m ² K)]	U_2 [W/(m ² K)]	U [W/(m ² K)]	U [W/(m ² K)]	U [W/(m ² K)]	$g_{gl,n}$ [-]
2,20	1,15	1,52	1,65	1,30	4,90	0,85

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA							
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO							
GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 0,88$	ACCUMULO	$Q_{is,H,s} = 0$ kWh/m ²	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,90$	AUSILIARIO	$Q_{aux,H} = 1,6$ kWh/m ²
caldaia standard per impianti di riscaldamento autonomi (per appartamento), installata in ambiente non climatizzato		-		distribuzione separata per appartamento / 1961-1976		ausiliario elettrico per caldaia standard (impianto di riscaldamento autonomo)	
IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA							
GENERAZIONE	$\eta_{W,gn} = 0,84$	ACCUMULO	$Q_{is,W,s} = 3,4$ kWh/m ²	DISTRIBUZIONE	$Q_{is,W,d} = 1,07$ kWh/m ²	AUSILIARIO	$Q_{aux,W} = 0$ kWh/m ²
caldaia standard per impianti di ACS autonomi (produzione combinata riscaldamento e ACS, per appartamento), installata in ambiente non climatizzato		serbatoio di accumulo di acqua calda per appartamento - basso livello di isolamento		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

Figura 3 – caratteristiche dell'edificio di riferimento per il calcolo dei risparmi conseguibili dall'applicazione dei kit

Come riscontrabile dalla Figura 3, l'edificio plurifamiliare assunto come riferimento è una struttura che si articola su 5 piani fuori terra (per un totale di 10 unità abitative) e di cui è stato preso in considerazione un appartamento ubicato al secondo piano (con esposizione prevalente a ovest ed est, e in tutti gli altri lati confinante con ambienti riscaldati), caratterizzato da una superficie lorda di pavimento di circa 110 m² che risulta essere ripartita nei seguenti ambienti riscaldati:

- un soggiorno;
- una cucina;
- due camere da letto singole e una matrimoniale,
- due bagni;

Strutturalmente, l'edificio è costituito da una parete esterna in laterizio (con mattoni forati) a cassa vuota, dello spessore complessivo di 30 cm, mentre le murature verso gli ambienti non riscaldati (vano scala) sono realizzate in mattoni forati per uno spessore di 30 cm. La copertura, un semplice tetto a falde in laterizio non isolato, è costituita da un solaio in latero cemento dello spessore di 20 cm mentre il solaio interpiano, a causa della presenza di un maggior numero di strati funzionali, risulta essere caratterizzato da un'altezza superiore. I dettagli delle stratigrafie e della trasmittanza termica degli elementi citati sono riportati nella Tabella 4, Tabella 5, e Tabella 6. Infine, relativamente ai serramenti, secondo le informazioni contenute nella letteratura consultata [2] l'edificio di riferimento è dotato di finestre con telaio in legno e vetro semplice; tuttavia, ritenendo questa soluzione tecnologica poco diffusa oramai, si è ritenuto più ragionevole valutare i potenziali risparmi conseguibili anche nell'ipotesi di serramenti con telaio in legno e vetrocamera con aria, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 7.

Tabella 4 – stratigrafia e trasmittanza termica della muratura esterna dell'edificio multifamiliare

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	Spessore [m]	Densità [kg/m ³]	Conducibilità [W/(mK)]	Resistenza termica [m ² K/W]
Resistenza superficiale interna				0,13
Intonaco interno (calce e gesso)	0,01	1400	0,7	
Blocchi di laterizio forati	0,05	1200	0,675	
Camera d'aria	0,08			
Blocchi di laterizio forati	0,15	1200	0,675	
Intonaco esterno	0,01	1800	0,9	
Resistenza superficiale esterna				0,04
Spessore totale [m]	0,30	Trasmittanza termica complessiva	U_{parete} [W/(m²K)]	1,15

Tabella 5 – stratigrafia e trasmittanza termica della muratura verso ambienti non riscaldati dell'edificio multifamiliare

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	Spessore [m]	Densità [kg/m ³]	Conducibilità [W/(mK)]	Resistenza termica [(m ² K)/W]
Resistenza superficiale interna				0,13
Intonaco interno (calce e gesso)	0,015	1400	0,7	0,02
Blocchi di laterizio forati	0,3	1200	0,675	0,44
Intonaco interno (calce e gesso)	0,015	1400	0,7	0,02
Resistenza superficiale esterna				0,04
Spessore totale [m]	0,33	Trasmittanza termica complessiva	U_{parete VANO SCALA} [W/(m²K)]	1,52

Tabella 6 – stratigrafia e trasmittanza termica del solaio interpiano dell'appartamento in edificio multifamiliare

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	Spessore [m]	Densità [kg/m ³]	Conducibilità [W/(mK)]	Resistenza termica [(m ² K)/W]
Resistenza superficiale interna				0,13
Pavimentazione in ceramica	0,02	2300	1	0,02
Sottofondo alleggerito per impianti - in calcestruzzo	0,08	1300	0,44	0,18
Solaio in calcestruzzo armato con blocchi di laterizio di alleggerimento	0,23	1800	0,6	0,38
Intonaco interno (calce e gesso)	0,01	1400	0,7	0,01
Resistenza superficiale esterna				0,04
Spessore totale [m]	0,34	Trasmittanza termica complessiva	U_{solaio INFERIORE} [W/(m²K)]	1,30

Tabella 7 – strati funzionali e trasmittanza termica dei serramenti a doppio vetro

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	Spessore [m]	Trasmittanza termica U [W/m ² K]	g [-]	R _{f-sol} [-]
Lastra di vetro	0,0057	3,2	0,698	0,114
Camera d'aria	0,0064	-	-	-
Lastra di vetro	0,0057	3,2	0,698	0,114
Telaio in legno	0,056	3,21		
	Trasmittanza termica complessiva	3,2		

Tabella 8 – strati funzionali e trasmittanza termica dei serramenti a vetro singolo

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	Spessore [m]	Trasmittanza termica U [W/m ² K]	g [-]	R _{f-sol} [-]
Lastra di vetro	0,004	5,68	0,855	0,075
Telaio in legno	0,056	3,21		
	Trasmittanza termica complessiva	5,3		

Le stratigrafie riportate in Tabella 4, Tabella 5, Tabella 6, e Tabella 7 (che rappresentano lo stato originario dell'edificio di riferimento) sono state inserite all'interno del software impiegato per quantificare il risparmio energetico, ovvero TRNSYS (software di simulazione termoenergetica che opera in regime dinamico). Al suo interno è stato possibile creare un modello dell'edificio avente le caratteristiche riportate nelle tabelle menzionate, tramite cui è stato possibile calcolare l'entità del risparmio energetico conseguente l'applicazione dei kit ipotizzati.

La Tabella 8 relativa alla trasmittanza termica dei serramenti nel caso di vetro singolo riporta invece un valore differente da quello contenuto in Figura 3. Tale discrepanza è dovuta al fatto che il software utilizzato per i calcoli energetici, TRNSYS, dispone al suo interno di una libreria predefinita e non modificabile, relativamente alle caratteristiche tecniche dei serramenti. Pertanto, non esistendo una perfetta corrispondenza con i valori riportati in Figura 3, è stato necessario optare per la tipologia di serramento, tra quelle disponibili, che più si avvicinava a quell'edificio di riferimento. Infine resta opportuno specificare la tipologia e il numero di serramenti che caratterizzano l'edificio di riferimento, nella sua configurazione iniziale, e che vengono di seguito elencati:

- 6 portefinestra da 120 x 220 cm;
- 1 finestra da 60 x 120 cm;

3.2 Dotazioni impiantistiche dell'edificio di riferimento

Dopo aver definito le caratteristiche costruttive dell'edificio multifamiliare di riferimento, per una corretta stima dei risparmi è stato altresì necessario caratterizzarne gli impianti, con particolare riferimento all'impianto elettrico, idraulico e termico, in maniera tale da definire il consumo delle risorse energetiche relativamente alla condizione iniziale (antecedente l'installazione dei kit). Di seguito verrà approfondita la trattazione di ciascuno di questi.

3.2.1 Impianto elettrico – punti luce e prese per apparecchiature elettriche

In ambito residenziale, i consumi di energia elettrica dipendono fondamentalmente dall'energia richiesta per l'illuminazione dei vari ambienti e dalla potenza assorbita dagli elettrodomestici e altri dispositivi connessi all'impianto elettrico. Per poter arrivare a quantificare il risparmio ottenibile è innanzitutto necessario definire un profilo di consumo di partenza, tenendo conto proprio di questo aspetto.

Considerata l'assenza di una normativa specifica di riferimento per l'illuminazione in ambito domestico/residenziale, in primo luogo è stato opportuno ipotizzare, per l'appartamento in esame, il numero di apparecchi di illuminazione. Nello specifico, questo dipende dall'illuminamento richiesto in ogni ambiente, grandezza che esprime il flusso luminoso (definito in lumen- lm) emesso da una sorgente per unità di superficie (m^2) e che, nel SI (sistema internazionale di misura) si misura in lux (lx). Vengono di seguito riportati i valori suggeriti dalla buona pratica [3], in relazione a ciascuno degli ambienti interni dell'abitazione.

Tabella 9 – valori consigliati di illuminamento per i diversi ambienti dell'abitazione, da cui sono stati desunti i valori di flusso luminoso negli ambienti

Ambiente	Valori illuminamento consigliato [lx]	Flusso luminoso in ambiente - ϕ_{utile} [lm]
Soggiorno	115	3078,26
Cucina	100	1078
Camera 1	75	1080
Camera 2	75	714
Camera 3	75	1076,40
Bagno 1	75	344,25
Bagno 2	75	255,56
Disimpegno	50	235,20
Ripostiglio 1	50	101,43
Dispensa	50	88,29

Una volta noto l'illuminamento richiesto in ogni ambiente sul piano di lavoro (ϕ_{utile}), e nell'ipotesi di sorgenti luminose di piccole dimensioni (puntiformi) e locali parallelepipedi, tramite l'applicazione del metodo del flusso totale è stato possibile risalire all'effettivo flusso luminoso (ϕ_{totale}), che deve essere fornito dalle lampade al fine di ottenere l'illuminamento consigliato, riportato in Tabella 10. Sulla base poi delle caratteristiche tecniche delle tipologie di lampade considerate, è stato calcolato l'effettivo numero di apparecchi da installare, stanza per stanza, come mostrato nella tabella sottostante.

Tabella 10 – numero e tipologia di lampadine a LED da installare nei diversi ambienti dell'abitazione

Ambiente	Valori illuminamento consigliato [lx]	Flusso luminoso in ambiente - ϕ_{utile} [lm]	Flusso Totale - ϕ_{totale} [lm]	Numero lampade effettivo [-]	Tipo attacco [-]
Soggiorno	115	3078,26	8626,21	3	E27
Cucina	100	1078	2792,02	2	E27
Camera 1	75	1080	2797,20	2	E27
Camera 2	75	714	1849,26	1	E27
Camera 3	75	1076,40	2787,88	2	E27
Bagno 1	75	344,25	852,84	1	E27
Bagno 2	75	255,56	633,13	1	E27
Disimpegno	50	235,20	582,68	1	E27
Ripostiglio 1	50	101,43	251,28	1	E27
Dispensa	50	88,29	218,73	1	E27

La tabella soprastante (Tabella 10), oltre a riportare ambiente per ambiente il numero di apparecchi installati, consente di fare alcune riflessioni circa la tipologia dei medesimi. Come è possibile constatare infatti, si tratta di lampade aventi tutte il medesimo tipo di attacco, ovvero:

- E27 (che rappresenta una delle tipologie più diffuse), caratterizzato da una vite di attacco avente un diametro di 27 mm, mostrato in Figura 4;

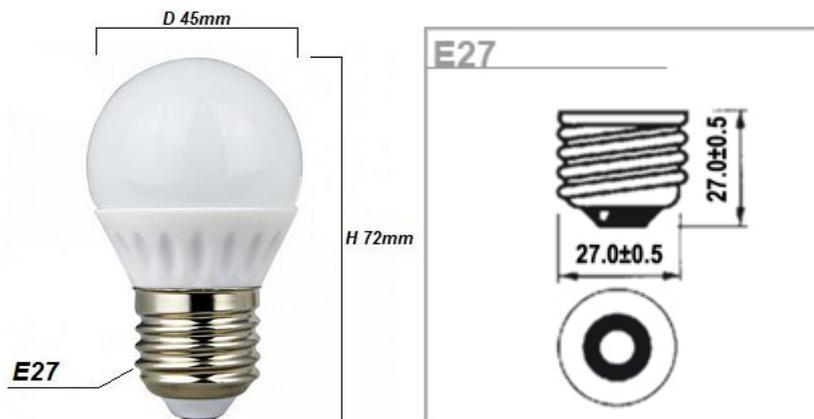


Figura 4 – esempio di lampada con attacco E27 e relative specifiche (misure in millimetri)

La distribuzione ipotizzata di queste lampade negli ambienti è avvenuta anche tenendo conto della destinazione d'uso dei medesimi. Infine, in alcune delle stanze, vale a dire nelle camere da letto, in virtù del fatto che è richiesta un'illuminazione di tipo puntuale indipendente da quella principale d'ambiente, è stato necessario includere apparecchi di illuminazione supplementari, di tipo E14, e dunque caratterizzati da un diametro della vite di attacco di 14 mm. Anche nei bagni, in ragione delle medesime considerazioni, si è ritenuto necessario predisporre un punto luce secondario in prossimità del lavabo e in corrispondenza dello specchio, di tipo GU10 (le cui caratteristiche sono riportate in Figura 5).

La Tabella 11 elenca in maniera dettagliata il numero e la tipologia delle lampade a integrazione per i vari ambienti.



Figura 5 – esempio di lampada con attacco GU10 e relative specifiche (misure in millimetri)

Tabella 11 – punti luce integrativi considerati

Ambiente	N. lampade	Tipo attacco []
Camera 1 (abat-jour)	2	E14
Camera 2 (abat-jour)	1	E14
Camera 3 (abat-jour)	1	E14
Camera 3 (scrivania)	1	E27
Bagno 1	1	GU10
Bagno 2	1	GU10

Con riferimento alla Tabella 10 resta da precisare che il flusso luminoso emesso da ogni lampada, espresso in lumen [lm], è stato ricavato dalla documentazione tecnica riportata sul sito di LeRoy Merlin. Al fine di contenere in una quantità ragionevole e verosimile il numero di lampade richieste in ogni zona, laddove in presenza di un valore elevato di illuminamento richiesto, si è scelto di adottare una lampada capace di emettere un flusso luminoso ritenuto adeguato a soddisfare tale

esigenza. Complessivamente quindi, per l'illuminazione interna dell'edificio sono state considerate **22 lampade**.

Una volta definite tipologia e numero di lampade considerate per l'illuminazione dell'abitazione, è stato necessario definire il numero di dispositivi elettrici connessi all'impianto domestico, in maniera tale da quantificarne i consumi, facendo riferimento in particolar modo alla potenza assorbita da quelli per cui è prevista una modalità di stand-by fonte di un inutile spreco energetico. A tal proposito è stato in primo luogo indispensabile ipotizzare un numero verosimile di tali dispositivi, anche tenendo conto delle funzioni svolte nei diversi ambienti dell'appartamento. Gli apparecchi considerati, in ragione della loro diffusione in pressoché la totalità delle abitazioni in Italia, sono stati:

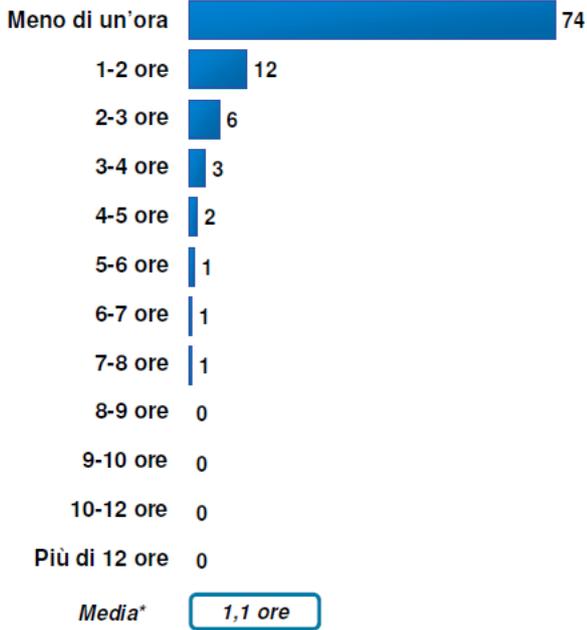
- televisori;
- telefoni cellulari;
- computer portatili;
- modem/router;

Una volta stabilito quali dispositivi elettronici considerare, il passo successivo è stato rappresentato dalla loro quantificazione. In particolare, si è ipotizzata la presenza di un televisore con annesso ricevitore digitale terrestre e un modem wi-fi/router nel salotto. Inoltre, per le camere da letto sono stati considerati caricabatterie per cellulari e un notebook. Infine, in cucina è stata ipotizzata la presenza di un forno a microonde. Nell'ipotesi quindi di azzerare i consumi in standby di questi apparecchi, il numero richiesto di **multiprese con interruttore sarebbe pari a 3**.

3.2.2 Stima del consumo di energia elettrica e dei costi associati

Sulla base degli elementi considerati per l'impianto elettrico dell'edificio di riferimento, (punti luce e prese per apparecchiature elettriche) è stato definito il consumo di elettricità dell'abitazione in condizioni iniziali, ovvero antecedenti l'installazione del kit per il risparmio della luce. Questa operazione naturalmente, non può prescindere da alcune assunzioni circa il profilo di utilizzo da parte degli utenti. In particolar modo, stante la volontà di conferire un carattere quanto più generale possibile alla presente trattazione, si è ritenuto opportuno adottare come tempi medi di accensione per le lampade (nei diversi locali dell'abitazione) quelli emersi da uno studio commissionato da RSE [4], e riportati in Figura 6 e Figura 7.

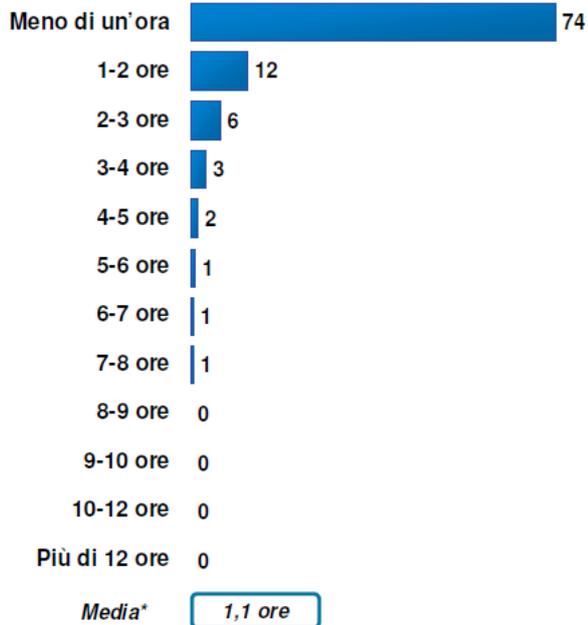
ORE DI ACCENSIONE LAMPADE / LAMPADINE / PUNTI LUCE



LOCALE IN CUI SI TROVA LA LAMPADA			
Sala / salotto / sala da pranzo	Corridoio / anticamera	Studio	Cantina garage/esterno
64	90	68	88
14	7	14	3
10	2	7	2
6	0	5	1
2	0	2	1
2	0	1	1
1	0	1	1
1	0	1	1
0	0	0	1
0	0	0	1
-	-	-	1
0	0	-	1
1,3 ore	0,7 ore	1,2 ore	1,1 ore

Figura 6 – dettaglio delle ore e dei locali di utilizzo delle lampade all'interno dell'abitazione del panel di famiglie considerate nello studio RSE

ORE DI ACCENSIONE LAMPADE / LAMPADINE / PUNTI LUCE



LOCALE IN CUI SI TROVA LA LAMPADA			
Cucina	Bagno / bagni	Stanza da letto principale	Altre stanze da letto
44	75	83	79
17	17	11	11
16	5	3	6
9	2	1	3
6	1	0	1
4	0	0	1
1	0	0	0
2	0	0	0
1	-	0	0
1	0	0	0
0	-	0	-
0	-	0	0
2,1 ore	0,9 ore	0,8 ore	0,9 ore

Figura 7 - dettaglio delle ore e dei locali di utilizzo delle lampade all'interno dell'abitazione del panel di famiglie considerate nello studio RSE

L'ultimo passaggio per poter quantificare il consumo di energia elettrica dovuto all'accensione delle lampade, noti il flusso luminoso emesso e il periodo di funzionamento, consiste nel determinare

l'efficienza media della sorgente luminosa. In virtù della loro diffusione sul mercato sono state considerate lampade di tipo alogene e fluorescenti, e i consumi sono stati calcolati con riferimento a ciascuna di queste tipologie, dopo averne determinato l'efficienza media [5]. I valori utilizzati per il calcolo sono riportati in Tabella 12 e in Tabella 13.

Tabella 12 – efficienza media di una lampada alogena

Lampada alogena - E27		
Potenza assorbita [W]	Flusso luminoso emesso [lm]	Efficienza luminosa [lm/W]
75	1050	14
100	1400	14
150	2500	16,67
250	4200	16,80
	eff. MEDIA [lm/W]	15,37

Tabella 13 – efficienza media di una lampada fluorescente

Lampada fluorescente - E27		
Potenza assorbita [W]	Flusso luminoso emesso [lm]	Efficienza luminosa [lm/W]
9	400	44,44
11	600	54,55
15	900	60,00
20	1200	60,00
23	1500	65,22
	eff. MEDIA [lm/W]	56,84

Per stimare i consumi di energia elettrica imputabili alla modalità standby degli apparecchi domestici considerati (elencati nella Tabella 14) è essenziale conoscere l'assorbimento degli stessi. A tal proposito, per gli apparecchi considerati, si è fatto riferimento sia ai dati statistici raccolti da uno studio dell'Unione Europea, denominato SELINA Project ([6]-<https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/selina#results>) in cui sono stati misurati i consumi imputabili ai più diffusi apparecchi elettronici in modalità di standby, sia ad altri studi al di fuori del contesto europeo (<http://standby.lbl.gov/summary-table.html>). Oltre alla potenza assorbita, per poter quantificare il consumo, è necessario conoscere l'intervallo di tempo durante il quale i singoli dispositivi rimangono nella modalità di standby. Anche in questo caso si è fatto uso dei valori statistici dal progetto SELINA; rimane da precisare che, nel caso del cellulare si è fatto riferimento in realtà al caricabatterie nell'ipotesi che questo sia connesso alla presa elettrica per più del tempo necessario a completare una ricarica. Informazioni più dettagliate al riguardo sono contenute nella Tabella 14.

In base alle considerazioni esposte, è stato quindi determinato il consumo dell'edificio di riferimento in condizioni iniziali (ovvero precedenti l'installazione di qualunque kit per il risparmio), sia in termini energetici che economici. Per determinare la spesa annuale per la fornitura di energia elettrica onde evitare di complicare eccessivamente il calcolo, si è fatto riferimento alla tariffa monoraria come rilevata dall'autorità competente per il mercato italiano (ARERA, Autorità di Regolazione per Energia Reti Ambienti) e che, per un cliente domestico tipo, ammonta a 0,25 € a kWh di energia elettrica consumata (al lordo dell'IVA e delle tasse e imposte, e sulla base di consumo

medio annuale di circa 2700 kWh, rappresentativo del cliente tipo [7]). Tale valore è rimasto invariato anche nelle successive analisi. I risultati ottenuti (consumi di energia elettrica e relativi costi in condizioni iniziali) sono stati riportati nella Tabella 15.

Tabella 14 – numero e tipi di apparecchi elettronici con relativi assorbimenti in standby

Tipo di apparecchio elettronico	Quantità	Ore standby [h]	En. consumata giornalmente standby [Wh/gg]	En. consumata standby anno [kWh/anno]	Tipo standby
Caricabatterie smartphone	3	1	6,72	2,45	assorbimento a telefono già carico
Laptop	1	1	29,48	10,76	assorbimento con laptop già carico
Modem ADSL	1	17	65,45	23,89	acceso ma non in uso
Decoder TV**	1	21	122,46	44,70	spento in modalità standby
TV	1	21	146,37	53,43	acceso ma non in uso
Microonde	1	23	70,84	25,86	acceso ma non in uso
				161,1	TOT. Energia consumata in standby [kWh/anno]
* http://standby.lbl.gov/summary-table.html					
** https://www.dday.it/redazione/362/decoder-digitali-i-consumi-dei-falsi-standby.html					

Tabella 15 – consumi complessivi di energia elettrica e relativi costi dell'edificio di riferimento, a seconda che siano installate lampade alogene oppure fluorescenti in condizioni iniziali

Edificio con lampade ALOGENE			Edificio con lampade FLUORESCENTI		
Stima del consumo di energia elettrica- CONDIZIONI INIZIALI (illuminazione + standby apparecchi el.)			Stima del consumo di energia elettrica- CONDIZIONI INIZIALI (illuminazione + standby apparecchi el.)		
Consumo di energia elettrica per illuminazione - [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica standby apparecchi - [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica totale [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica per illuminazione - [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica standby apparecchi - [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica totale [kWh/anno]
658,35	161,1	819,43	177,98	161,1	339,06
Stima della spesa di energia elettrica - CONDIZIONI INIZIALI (illuminazione + standby apparecchi el.)			Stima della spesa di energia elettrica - CONDIZIONI INIZIALI (illuminazione + standby apparecchi el.)		
Spesa per illuminazione [€/anno]	Spesa per consumo app. standby [€/anno]	Spesa complessiva - energia elettrica [€/anno]	Spesa per illuminazione [€/anno]	Spesa per consumo app. standby [€/anno]	Spesa complessiva - energia elettrica [€/anno]
165,33	40,5	205,78	44,70	40,5	85,15

3.2.3 Impianto idraulico

Per poter arrivare a quantificare il risparmio ottenibile, considerata l'assenza di una normativa specifica di riferimento per il consumo di acqua in ambito domestico/residenziale, in primo luogo è stato opportuno ipotizzare, per l'edificio di riferimento, un numero verosimile di apparecchi sanitari. Considerando le caratteristiche dell'abitazione e la superficie riservata ai bagni, si è ritenuto ragionevole ipotizzare la presenza di lavabo e WC in entrambi e la doccia unicamente in quello di dimensioni maggiori. Infine, si è ipotizzata la presenza di un lavandino in cucina.

Alla luce di quanto esposto, si deduce che, complessivamente, gli apparecchi idraulici risultano così essere ripartiti:

Tabella 16 – numero degli apparecchi idraulici considerati e ripartizione nei diversi ambienti

Locale	Area [m ²]	Apparecchi sanitari	N°	portata standard nominale	Unità di misura
Bagno 1	3,5	Lavabo	1	12	l/min
		WC	1	12	l
Bagno 2	4,43	Lavabo	1	12	l/min
		WC	1	12	l
		Doccia	1	14	l/min
Cucina	12,9	Lavandino	1	12	l/min
		TOTALE apparecchi idraulici			
		Lavabo e lavandino	3		
		WC	2		
		Doccia	1		

3.2.4 Stima del consumo di acqua e dei costi associati

Per poter quantificare il risparmio che si può ottenere a seguito dell'installazione del kit per il risparmio di acqua, dopo aver ipotizzato un numero verosimile di apparecchi idraulici all'interno dell'abitazione è stato opportuno definire, per ognuno di essi, una portata idraulica nominale da cui calcolare il fabbisogno annuale di acqua potabile dell'appartamento in condizioni iniziali. Inoltre, bisogna tener conto del fatto che la stima del risparmio non può prescindere dalle modalità di utilizzo dell'utenza finale che, nello specifico, è rappresentata da 4 persone.

Sulla base della consultazione di letteratura tecnica di riferimento [8], sono state fatte le seguenti assunzioni:

- portata idraulica standard rubinetteria lavandini: 12 l/min;

- portata idraulica standard rubinetteria doccia: 14 l/min;
- portata idraulica standard della vaschetta per scarico dei WC: 12 l;

Per quanto riguarda l'utenza invece, sempre sulla base di valori statistici ritenuti verosimili, si è fatto riferimento al consumo medio di acqua pro-capite giornaliero fatturato, sulla base delle più recenti rilevazioni disponibili (ISTAT-2011, consumo di acqua fatturata per uso domestico pro-capite, metri cubi).

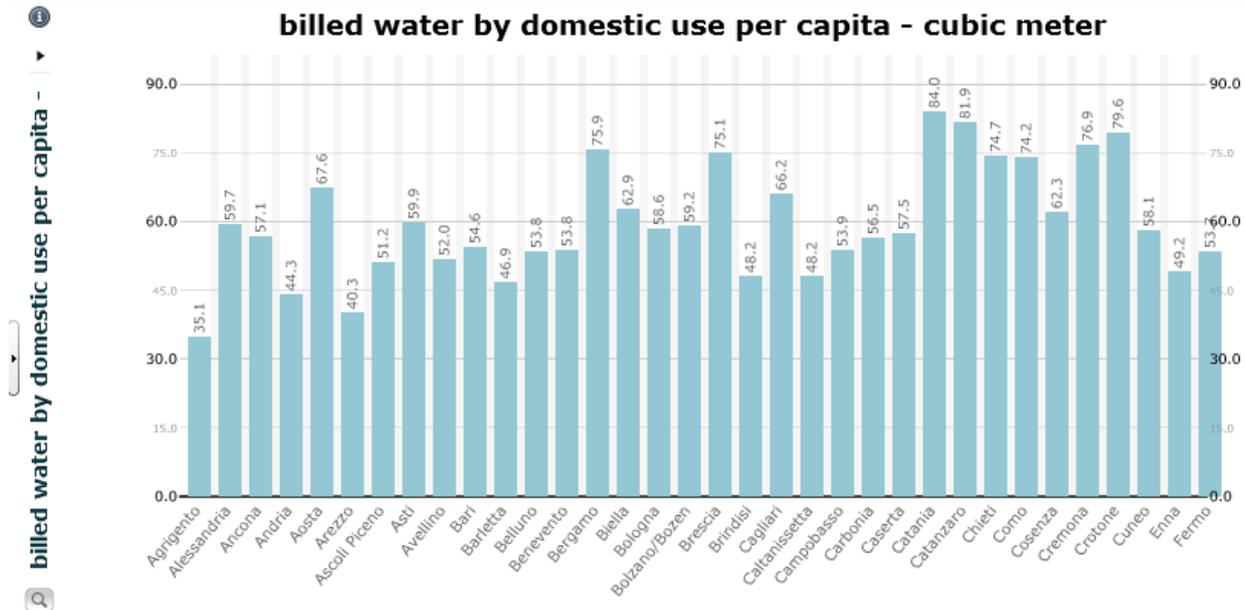


Figura 8 – consumo pro-capite fatturato di acqua potabile per alcune delle città italiane; fonte dei dati: ISTAT, censimento 2011

I dati statistici raccolti (e relativi al censimento effettuato dall'ISTAT relativamente all'anno 2011) mostrano come, a livello nazionale, il consumo pro-capite sia pari a 64 m³ corrispondenti a circa 175 litri al giorno a persona (fonte dei dati: ISTAT, censimento 2011 - http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCCV_INDACQDOM).

Tale consumo è stato in seguito ripartito tra i vari utilizzi possibili (ovvero: usi alimentari, pulizia della casa, igiene personale ecc.; maggiori informazioni al riguardo sono riportate in Tabella 17) in accordo a quanto stabilito dalla normativa che specifica la prassi di riferimento per la valutazione della sostenibilità degli edifici residenziali (Tabella B.5.2.a – UNI P.d.R/13.1:2015). Così facendo, è stato possibile, in una fase successiva del lavoro, determinare i risparmi imputabili ai diversi dispositivi selezionati che agiscono su alcuni dei possibili usi individuati nella Tabella 17.

Tabella 17 – ripartizione del consumo di acqua pro-capite giornaliero, tra i vari utilizzi contemplati

Ripartizione dei consumi - UNI/PdR 13.1:2015	% sul TOT.	Fabbisogno giornaliero [(l/gg)/pp] - ISTAT 2015	Ripartizione del consumo di acqua giornaliero a persona [(l/gg)/pp]
Doccia/bagno/igiene personale	36%		63,12
WC	25%		43,84
Lavaggio biancheria	25%		43,84
Lavaggio stoviglie	4%		7,01
Pulizia	6%		10,52
Usi alimentari	4%		7,01
Altri usi	-		
Totale	100%		175,34

In definitiva quindi, il **consumo** di acqua per l'edificio di riferimento, stante la validità delle assunzioni di cui sopra (e considerando la presenza di quattro persone), ammonta a circa **192 m³ all'anno**.

Parallelamente alla quantificazione dei consumi si è cercato anche di stimare la spesa corrispondente. Affinché i risultati abbiano una validità quanto più generale possibile, come tariffa di riferimento è stato assunto il prezzo medio (comprensivo di IVA) per la fornitura di acqua calcolato su un campione di 224 città italiane, secondo i dati contenuti nel più recente rapporto dell'associazione Federconsumatori [9].

Il valore medio così calcolato è risultato pari a circa **1,93 €/m³**, e di conseguenza, la **spesa annuale** da corrispondere per la fornitura di acqua potabile ammonta a poco meno di **370 €** (al lordo di IVA, tasse e imposte), come riscontrabile dalla Tabella 18.

Tabella 18 - stima del consumo di acqua (e della relativa spesa) per l'edificio di riferimento, in condizioni iniziali

Consumi in condizioni iniziali - EDIFICIO DI RIFERIMENTO (ALLOGGIO)				
Consumo giornaliero di acqua - ALLOGGIO riferimento [l/gg]	Consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [l]	Consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [m ³]	Tariffa media nazionale per fornitura ac. pot. [€/m ³]	Spesa annuale per fornitura di acqua potabile (al lordo di IVA) [€/anno]
526,03	192000	192	1,93	369,95

3.2.5 Impianto termico

Le caratteristiche dell'impianto di riscaldamento per l'edificio di riferimento (derivate dalla letteratura consultata [2]) sono riportate nella tabella contenuta in Figura 3. In particolar modo, il generatore di energia termica è costituito da una caldaia per produzione combinata di ACS e riscaldamento (alimentata a gas metano) mentre la distribuzione è di tipo individuale per ciascun appartamento: si tratta quindi, a tutti gli effetti, di un impianto di tipo autonomo. I rendimenti sono stati ricavati dalla tabella in Figura 3. Per quanto riguarda i terminali di emissione, in assenza di informazioni specifiche sul fascicolo consultato [2] e in considerazione delle caratteristiche edilizie dell'edificio, è stata ipotizzata la presenza di radiatori in ghisa. Il loro numero è stato calcolato dopo aver valutato il carico termico di progetto, sulla base della trasmittanza termica dei vari componenti edilizi (vedi Tabella 4, Tabella 5, Tabella 6, e Tabella 7 e Tabella 8) e considerando una temperatura interna di set-point di 20 °C, con un salto termico di 10°C tra la mandata e il ritorno all'impianto. Stante queste condizioni, il numero richiesto di radiatori per il riscaldamento dell'abitazione è pari a 7. I rendimenti di emissione di tali terminali sono stati ricavati, in assenza di altre fonti, dalla normativa in vigore (UNITS 11300-II). Infine, l'energia termica richiesta al generatore (caldaia) per la produzione di ACS è stata calcolata sulla base della vigente normativa tecnica di riferimento (UNITS 11300-II) da cui sono stati desunti anche i rendimenti di distribuzione. I risultati così ottenuti sono riportati in Tabella 19.

Tabella 19 - numero di radiatori per ambiente riscaldato dell'appartamento considerato dell'edificio multifamiliare di riferimento

Pre-dimensionamento per radiatori: condizioni standard dell'edificio.				
Radiatori in GHISA a 4 colonne, H 880 mm, P 146 mm, larghezza mozzo L 60 mm				
$\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{in}=75\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{out}=65\text{ }^{\circ}\text{C}$				
				Fonte: UNI TS 11300-2
Ambiente	Carico termico di progetto [kW] - serramenti con vetro doppio	Carico termico di progetto [kW] - serramenti con vetro singolo	Numero di radiatori installati in ambiente [-]	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$
Soggiorno	1,47	1,87	2	0,9142
Cucina	0,66	0,85	1	0,9142
Camera 1	0,58	0,72	1	0,9142
Camera 2	0,38	0,48	1	0,9142
Camera 3	0,57	0,72	1	0,9142
Bagno 1	0,18	0,22	1	0,9142
Bagno 2	0,14	0,18	1	0,9142
Carico termico di progetto - dimensionamento iniziale generatore di calore [kW]	3,99	5,04	8	

3.2.6 Stima del consumo di gas per riscaldamento e dei costi associati

Fatto salvo quanto espresso al paragrafo precedente 3.1, per poter quantificare correttamente il consumo di gas per riscaldamento e produzione di ACS, occorre specificare quanto segue:

- trattandosi di edificio ubicato in zona climatica E, (poiché Torino è stata assunta come località di riferimento) è stata assunta come durata della stagione di riscaldamento quella prevista dalla legislazione nazionale (D.P.R 412-'93 e s.m.i.): dal 15 Ottobre al 15 Aprile, per un intervallo di accensione di 14 ore giornaliere. Inoltre, è stata supposta la mancanza di dispositivi di regolazione indipendente della temperatura nei diversi ambienti riscaldati;
- è stato definito un profilo di consumo di ACS quanto più possibile compatibile con la presenza di 4 persone, e che prevede una richiesta concentrata prevalentemente al mattino e alla sera (rispettivamente il 30% e il 50% del fabbisogno giornaliero);
- la tariffa per il consumo di gas metano è stata calcolata sulla base dei più recenti dati resi disponibili dall'autorità competente (ARERA), relativi alle utenze domestiche, e ammonta a circa **0,74 €/Smc** (al lordo dell'IVA e delle imposte).

La Tabella 20 riporta i risultati ottenuti alla luce delle considerazioni di cui sopra, differenziati a seconda che l'appartamento di riferimento sia dotato di serramenti a vetro singolo o doppio. In particolare, con riferimento alla prima condizione, il consumo stimato di gas sarebbe pari a poco più di **1759 m³**, a cui corrisponderebbe una spesa di poco inferiore a **1310 € all'anno**, comprensiva dell'IVA e delle imposte previste. Nel secondo caso invece, il consumo annuale di gas metano ammonterebbe a poco più di **1505 m³**, corrispondenti ad una spesa stimata di **1098 €**.

Tabella 20 - stima del consumo di gas per l'appartamento dell'edificio multifamiliare di riferimento e relativi costi

Legenda:		
	App. in edificio multifamiliare con serramenti a vetro singolo	
	App. in edificio multifamiliare con serramenti a vetro doppio	
Stima del consumo di gas e dei costi per riscaldamento e prod. ACS - Appartamento in edificio multifamiliare - CONDIZIONI INIZIALI		
Rendimento di generazione - $\eta_{H,gn}$ [-]	Rendimento di distribuzione - $\eta_{H,d}$ [-]	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$ [-]
TABULA	TABULA	UNI TS 11300-2
0,88	0,90	0,9142
0,88	0,90	0,9142
Consumo di gas metano per riscaldamento e produzione ACS - [m ³]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano al netto di IVA - [€]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano - [€]
2113,52	1289,72	1573,46
1736,41	1038,20	1266,60

4 KIT per il risparmio di energia elettrica

Per ridurre il consumo di energia elettrica in ambito domestico, al di là dell'adozione di un comportamento virtuoso volto a limitarne gli sprechi, è possibile intervenire essenzialmente su due ambiti (escludendo l'opzione di sostituire gli elettrodomestici datati con quelli più moderni a consumo ridotto), ovvero:

- l'illuminazione, tramite l'adozione di lampade più efficienti di quelle tradizionali (in genere alogene e/o fluorescenti);
- l'azzeramento dei consumi in standby di quegli elettrodomestici che richiedono un'azione da parte dell'utente per poter essere completamente spenti;

Ecco quindi che tra i dispositivi in vendita presso LeRoy Merlin sono stati selezionati quelli che possono intervenire proprio su questi aspetti, avendo cura di articolare e organizzare la composizione dei vari kit in base al grado tecnologico e al risparmio conseguibile per effetto dei medesimi, come risulterà evidente nei capitoli successivi.

4.1 Kit BASE per il risparmio di energia elettrica

4.1.1 Composizione e costo del kit base per il risparmio di energia elettrica

Il livello base del kit ipotizzato per il risparmio di energia elettrica consta essenzialmente di lampadine a LED a ridotto consumo e multiprese con interruttore, nell'intento di garantire un apprezzabile risparmio energetico a fronte di un ridotto costo di investimento iniziale.

In buona sostanza, gli elementi componenti il kit sono quelli riportati nella

Tabella 21.

Tabella 21 – dispositivi del kit base per il risparmio di energia elettrica

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Prezzo di vendita [€]
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35948976	12,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-osram-e27-%253D100w-goccia-luce-calda-220-35948976-p	LED	6	77,94
Lampadina a LED, attacco tipo E14	35577052	1,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e14-%253D25w-oliva-luce-calda-150-35577052-p	LED	4	7,96
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577024	2,49	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D40w-sfera-luce-calda-150-35577024-p	LED	1	2,49
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35296086	12,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D120w-goccia-luce-calda-150-35296086-p	LED	1	12,99
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35576996	14,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D150w-goccia-luce-naturale-150-35577500-p	LED	3	44,97
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35296163	5,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D75w-goccia-luce-calda-300-35296163-p	LED	3	17,97
Lampadina a LED, attacco tipo GU10	35905345	3,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-gu10-%253D35w-luce-calda-100-35905345-p	LED	2	7,98
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577136	4,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D60w-goccia-luce-calda-300-35577136-p	LED	2	9,98
Multipresa con interruttore	34094095	5,9	https://www.leroymerlin.it/catalogo/multipresa-compatta-da-appoggio-9-prese-con-interruttore-gbc-34094095-p	multipresa con interruttore	3	17,7
Spesa totale per IL KIT BASE - prezzo di vendita [€]	199,98					

Da una prima lettura dei dati riportati nella

Tabella 21 si evince che il kit comprende diverse tipologie di lampadine a tecnologia LED che differiscono ovviamente per prezzo e caratteristiche (potenza assorbita, categoria di attacco al portalampade, ecc.). Le ragioni che ne giustificano il numero e/o la differente tipologia (e lo stesso dicasi per le multiprese con interruttore) sono riportate nel capitolo dedicato, 3.2.1. Sulla base della composizione del kit è stato quindi calcolato il costo corrispondente. I prezzi di vendita sono quelli

riportati direttamente da LeRoy Merlin sul catalogo online. La spesa complessiva per acquistare il kit base a risparmio di energia elettrica ammonta a **199,98 €¹**.

Di seguito si riportano a titolo esemplificativo alcune immagini rappresentative degli elementi che compongono il kit.



Figura 9 – dispositivi del kit base per il risparmio di energia elettrica nel caso di edificio multifamiliare

4.1.2 Costo di installazione del kit base per il risparmio di energia elettrica

I dispositivi che compongono il kit base per l'energia elettrica, riportati in Tabella 21, non necessitano di supporto tecnico per la loro installazione che può essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti. Pertanto, per il suddetto kit non sono previsti costi addizionali per la messa in opera.

4.1.3 Stima del risparmio conseguibile tramite il kit base per l'energia elettrica

Fermo restando la validità delle assunzioni di cui al paragrafo 3.2.1 circa il numero e l'intervallo di accensione delle lampade, nonché il numero e il consumo in standby degli apparecchi considerati, è stato possibile elaborare una stima del risparmio di energia elettrica che si conseguirebbe installando i dispositivi del kit base. Il risparmio è stato calcolato sia in termini energetici che in termini economici applicando la medesima tariffa impiegata per il calcolo della spesa dell'edificio di riferimento in condizioni iniziali. I risultati ottenuti sono riportati nella Tabella 22. Sia dal punto di vista economico che energetico, come prevedibile, il risparmio è considerevole soprattutto se nell'edificio di riferimento sono presenti lampade alogene, mentre si riduce nel caso delle lampade fluorescenti (in virtù della maggiore efficienza di queste ultime rispetto alle lampade alogene). L'installazione del kit consente di **ridurre il consumo di energia elettrica** dell'edificio (valutando il fabbisogno per l'illuminazione e il consumo in standby delle apparecchiature considerate **a poco più di 94 kWh**, corrispondente a un **decremento** variabile da un **massimo di quasi l'80%** (nel caso in cui l'edificio

¹ Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

di riferimento sia dotato di lampade alogene) **ad un minimo di quasi il 72%** (nel caso in cui l'edificio di riferimento sia dotato di lampade fluorescenti). In termini economici, quanto appena esposto si traduce in un **risparmio** variabile da un minimo di circa **61 €** ad un massimo di **quasi 182 €**.

Tabella 22 – stima del risparmio conseguibile a seguito dell'installazione del kit base per energia elettrica, rispetto all'edificio di riferimento, nelle due configurazioni iniziali

Applicazione del KIT BASE					
Stima del consumo di energia elettrica (illuminazione + standby apparecchi el.)			Stima della spesa per energia elettrica (illuminazione + standby apparecchi el.)		
Consumo di energia elettrica per illuminazione - [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica standby apparecchi - [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica totale [kWh/anno]	Spesa per illuminazione [€/anno]	Spesa per consumo app. standby [€/anno]	Spesa complessiva per en.elettrica [€/anno]
94,5	0,0	94,5	23,7	0,0	23,7

Edificio con lampade ALOGENE			Edificio con lampade FLUORESCENTI		
Stima dei risparmi energetici conseguibili			Stima dei risparmi energetici conseguibili		
Risparmio di energia elettrica per illuminazione - [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica standby apparecchi - [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica totale [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica per illuminazione - [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica standby apparecchi - [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica totale [kWh/anno]
563,80	161,08	724,89	83,43	161,1	244,51
85,6%	0,0	88%	46,9%	0,0	72,1%
Stima dei risparmi economici conseguibili			Stima dei risparmi economici conseguibili		
Risparmio sulla spesa per illuminazione [€/anno]	Risparmio sulla spesa per consumo app. standby [€/anno]	Risparmio sulla spesa complessiva per en.elettrica [€/anno]	Risparmio sulla spesa per illuminazione [€/anno]	Risparmio sulla spesa per consumo app. standby [€/anno]	Risparmio sulla spesa complessiva per en.elettrica [€/anno]
141,59	40,45	182,04	20,95	40,5	61,40
86%	0,0	88%	47%	0,0	72%
Stima del simple payback period			Stima del simple payback period		
Costo di investimento [€]	Risparmio annuale [€/anno]	Payback period [anni]	Costo di investimento [€]	Risparmio annuale [€/anno]	Payback period [anni]
199,98	182,04	1,10	199,98	61,40	3,26
Quantità di CO ₂ non immessa in ambiente [kg]			Quantità di CO ₂ non immessa in ambiente [kg]		
Risp. Di en. Elettrica da rete [kWh/anno]	Fattore di conversione [kg/kWh]	CO ₂ non immessa [kg]	Risp. Di en. Elettrica da rete [kWh/anno]	Fattore di conversione [kg/kWh]	CO ₂ non immessa [kg]
724,89	0,43	314,02	244,51	0,43	105,92

Infine, confrontando il costo di investimento richiesto per l'acquisto del kit base con i risparmi annuali stimati, è stato possibile procedere ad una valutazione del periodo di ritorno dell'investimento (simple payback period), rapportato, come sempre, alle possibili differenti configurazioni iniziali

dell'edificio di riferimento e cui valori sono riportati in Tabella 22. Nella medesima tabella è inoltre riportata una stima dei kg di CO₂ non immessa in atmosfera per effetto della riduzione dei consumi a seguito dell'installazione del kit.

4.2 Kit INTERMEDIO/AVANZATO per il risparmio di energia elettrica

4.2.1 Composizione e costo del kit intermedio/avanzato per il risparmio di energia elettrica

Il kit intermedio/avanzato è stato concepito come la naturale evoluzione di quello base, pur con alcune importanti differenze nell'intento di privilegiare l'impiego di soluzioni tecnologicamente più avanzate. In questo senso è da intendersi la scelta di impiegare, in tutti gli ambienti di passaggio (ovvero corridoi, disimpegni, scale, caratterizzati da un'illuminazione saltuaria) e in alcune zone particolari (come il garage e il ripostiglio), lampade dotate di sensore di presenza che permettono di evitare inutili sprechi di energia (in quanto si disattivano automaticamente entro un determinato intervallo di tempo quando non viene rilevata alcuna presenza in ambiente). In tutti gli altri ambienti invece è stata mantenuta la medesima tipologia di lampada prevista nel kit base. Ciò nonostante, laddove presente un'alternativa migliore (a parità di potenza assorbita e flusso luminoso emesso) si è scelto di sostituirla con una più performante, sulla base delle seguenti caratteristiche:

- vita utile della lampada;
- angolo di diffusione del fascio di luce;
- classe di consumo;

Considerazioni del tutto analoghe sono state estese peraltro anche agli altri dispositivi componenti il kit base di partenza, ovvero le multiprese con interruttore, sostituite da prese elettriche digitali programmabili. In virtù delle riflessioni già esposte nel capitolo 2 e poiché il kit intermedio contiene già tutti i dispositivi che possono realisticamente essere installati all'interno di un appartamento (nel caso di edificio multifamiliare), nel caso specifico viene di fatto a coincidere con quello avanzato.

La Tabella 23 riporta quindi i dispositivi presenti nel kit intermedio/avanzato, il cui numero è stato determinato sulla base delle considerazioni di cui al capitolo 3.2.1.

Tabella 23 – dispositivi del kit intermedio/avanzato per il risparmio di energia

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Prezzo di vendita [€]
Lampadina a LED, attacco tipo E27	36245720	11,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D100w-goccia-luce-calda-360-35905016-p	LED	6	71,94
Lampadina a LED, attacco tipo E14	35583135	2,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e14-%253D25w-sfera-luce-calda-300-35583135-p	LED	4	11,96
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577024	2,49	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D40w-sfera-luce-calda-150-35577024-p	LED	1	2,49
Lampadina a LED, attacco tipo E27, con sensore di movimento	35333424	10,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-sensor-light-e27-%253D75w-goccia-luce-calda-150-35333424-p	LED	3	32,97
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577500	14,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D150w-goccia-luce-naturale-150-35577500-p	LED	3	44,97
Lampadina a LED, attacco tipo GU10	35905345	3,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-gu10-%253D35w-luce-calda-100-35905345-p	LED	2	7,98
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35296002	12,99	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D120w-goccia-luce-fredda-150-35296002-p	LED	1	12,99
Lampadina a LED, attacco tipo E28	35576331	5,49	https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-filamento-e27-%253D60w-goccia-luce-calda-360-35576331-p	LED	2	10,98
Presse elettrica programmabile digitale	35920563	11,9	https://www.leroymerlin.it/catalogo/1-presse-programmabile-digitale-evology-35920563-p	presse digitale programmabile	3	35,7
Spesa totale per IL KIT INTERMEDIO/AVANZATO - prezzo di vendita [€]	231,98					

La **spesa complessiva** per il kit intermedio/avanzato ammonta quindi a **231,98 €²** per un totale di 22 lampade (di cui 3 dotate di rilevatore di presenza) e 3 prese elettriche programmabili digitali.

² Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

4.2.2 Costo di installazione del kit intermedio/avanzato per il risparmio di energia elettrica

I dispositivi che compongono il kit intermedio/avanzato per l'energia elettrica, riportati in Tabella 23, non necessitano di supporto tecnico per la loro installazione che può essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti. Pertanto, per il suddetto kit non sono previsti costi aggiuntivi per la messa in opera.

4.2.3 Stima del risparmio conseguibile tramite il kit intermedio/avanzato per l'energia elettrica

Fermo restando la validità delle assunzioni di cui al paragrafo 3.2.1 circa il numero e l'intervallo di accensione delle lampade, nonché il numero e il consumo in standby degli apparecchi considerati al capitolo 3.2.2, è stato possibile elaborare una stima del risparmio di energia elettrica che si conseguirebbe installando i dispositivi del kit intermedio/avanzato. Ancora una volta il risparmio è stato calcolato sia in termini energetici che in termini economici applicando ovviamente la medesima tariffa impiegata per il calcolo della spesa dell'edificio di riferimento in condizioni iniziali.

Poiché il kit intermedio/avanzato comprende delle lampade con sensore di presenza integrato, per quantificare il risparmio conseguibile dalla loro installazione, si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nella normativa UNI EN 15232-1:2016 [10] che tratta dell'impatto dell'automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici. Con riferimento al caso specifico, è stata seguita la procedura di calcolo semplificata, basata sull'impiego dei "fattori BACS" (Building Automation and Control Systems) che definiscono quattro diverse classi di efficienza energetica sulla base dei sistemi di automazione implementati nell'edificio. A ciascuna di queste classi è associata una "funzione di controllo", ovvero un numero variabile da 0 a 4, tramite cui è possibile stimare la riduzione dei consumi energetici. La Figura 10 rappresenta le classi di efficienza energetica così come sono identificate dalla norma.

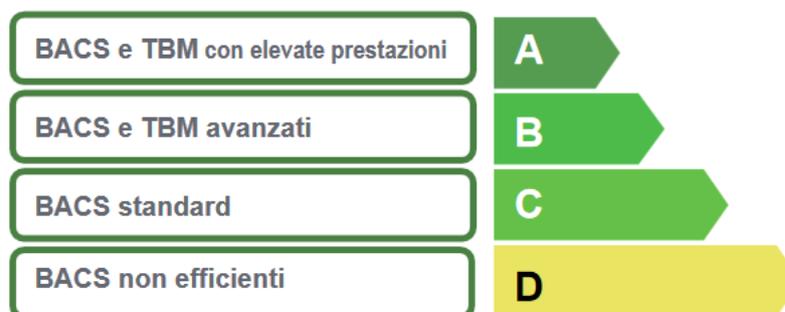


Figura 10 – classi di efficienza energetica identificate dalla UNI EN 15232-1:2016

Volendo valutare l'impatto dell'automazione derivante dal sensore di presenza sui consumi energetici per l'illuminazione, è stato necessario in primo luogo identificarne la classe di efficienza. In ambito residenziale, un controllo dell'illuminazione basato sul rilevamento automatico della presenza corrisponde ad una classe "A", cui è associato un grado di "alta efficienza" come riportato nella Tabella 24 e Tabella 25.

Tabella 24- elenco delle funzioni di controllo in relazione alle classi di efficienza BAC

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO ILLUMINAZIONE										
Controllo Presenza										
	0	Interruttore manuale								
SE69BC	1	Interruttore manuale + segnale estinzione graduale automatica								
SE70A	2	Rilevamento automatico								
Controllo luce diurna										
	0	Manuale								
SE71A	1	Automatico								

Una volta identificata la classe di efficienza è possibile definire il corrispondente fattore di efficienza, tramite cui è possibile infine quantificare il risparmio conseguibile, a partire dalla seguente relazione:

$$W_{L,BAC} = W_L \cdot \frac{f_{BAC,el}}{f_{BAC,el,ref}}$$

dove:

- W_L indica l'energia elettrica per l'illuminazione;
- $f_{BAC,el,ref}$ è il fattore di efficienza BAC per l'energia elettrica per illuminazione relativo alla classe BAC scelta come riferimento, ovvero rappresentativa della condizione di automazione dell'edificio nella situazione iniziale (prima dell'installazione del kit). Occorre sottolineare che per gli edifici esistenti, nei quali tipicamente non tutte le funzioni di automazione tradizionale sono implementate, il livello medio del parco tecnologico installato, è per la maggior parte corrispondente alla classe "D" [11];
- $f_{BAC,el}$ è il fattore di efficienza BAC riferito ad una classe di efficienza BAC;

In ragione delle considerazioni esposte, sono stati determinati i fattori di efficienza BAC da attribuire all'edificio, riportati nella Tabella 25.

Tabella 25 – fattori di efficienza BAC per l'energia elettrica (illuminazione) negli edifici residenziali

Energia elettrica in edifici residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D Senza Automazione	C (rif) Automazione Standard	B Automazione Avanzata	A Alta efficienza	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
Appartamenti, villette, altri residenziali	1,08	1,00	0,93	0,92	7%	14%	15%	7%	8%

Con riferimento alla condizione iniziale, ovvero antecedente l'installazione del kit, al fattore $f_{BAC,el,ref}$ è stato attribuito il valore di 1,08 corrispondente alla classe "D" [11]. Poiché invece il rilevamento automatico della presenza corrisponde ad una classe di efficienza "A", al fattore $f_{BAC,el}$ è stato assegnato un valore di 0,92.

In questo modo è stato quindi possibile valutare correttamente la diminuzione dei consumi di energia elettrica per le lampade dotate di sensore di rilevamento di presenza.

Il risparmio teorico conseguibile è stato valutato, come sempre, sia in termini economici che energetici. La Tabella 26 e la Tabella 27 riportano i risultati ottenuti.

Tabella 26 - stima del risparmio conseguibile a seguito dell'installazione del kit intermedio/avanzato per energia elettrica, rispetto all'edificio di riferimento nelle due configurazioni iniziali ipotizzate

Edificio con lampade ALOGENE			Edificio con lampade FLUORESCENTI		
Stima dei risparmi energetici conseguibili			Stima dei risparmi energetici conseguibili		
Risparmio di energia elettrica per illuminazione - [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica standby apparecchi - [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica totale [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica per illuminazione - [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica standby apparecchi - [kWh/anno]	Risparmio di energia elettrica totale [kWh/anno]
566,20	161,08	727,28	221,82	161,1	382,90
86,0%	0,0	89%	71%	0,0	80,6%
Stima dei risparmi economici conseguibili			Stima dei risparmi economici conseguibili		
Risparmio sulla spesa per illuminazione [€/anno]	Risparmio sulla spesa per consumo app. standby [€/anno]	Risparmio sulla spesa complessiva per en.elettrica [€/anno]	Risparmio sulla spesa per illuminazione [€/anno]	Risparmio sulla spesa per consumo app. standby [€/anno]	Risparmio sulla spesa complessiva per en.elettrica [€/anno]
142,19	40,45	182,64	55,71	40,5	96,16
86%	0,0	89%	71%	0,0	81%
Stima del simple payback period			Stima del simple payback period		
Costo di investimento [€]	Risparmio annuale [€/anno]	Payback period [anni]	Costo di investimento [€]	Risparmio annuale [€/anno]	Payback period [anni]
231,98	182,64	1,27	231,98	96,16	2,41
Quantità di CO ₂ non immessa in ambiente [kg]			Quantità di CO ₂ non immessa in ambiente [kg]		
Risp. Di en. Elettrica da rete [kWh/anno]	Fattore di conversione [kg/kWh]	CO ₂ non immessa [kg]	Risp. Di en. Elettrica da rete [kWh/anno]	Fattore di conversione [kg/kWh]	CO ₂ non immessa [kg]
727,28	0,43	315,06	382,90	0,43	165,87

Tabella 27 – stima del consumo e della spesa per l'energia elettrica a seguito dell'installazione del kit intermedio/avanzato

Applicazione del KIT BASE					
Stima del consumo di energia elettrica (illuminazione + standby apparecchi el.)			Stima della spesa per energia elettrica (illuminazione + standby apparecchi el.)		
Consumo di energia elettrica per illuminazione - [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica standby apparecchi - [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica totale [kWh/anno]	Spesa per illuminazione [€/anno]	Spesa per consumo app. standby [€/anno]	Spesa complessiva per en.elettrica [€/anno]
94,5	0,0	94,5	23,7	0,0	23,7

L'installazione del kit consente di **ridurre il consumo di energia elettrica** dell'edificio (valutando il fabbisogno per l'illuminazione e il consumo in standby delle apparecchiature elencate in **di circa 728 kWh**, nel caso in cui l'edificio di riferimento sia dotato di lampade alogene, e di **circa 382 kWh** nel caso in cui ci siano invece lampade fluorescenti. In termini di percentuale, il risparmio si attesterebbe attorno al 90% in un caso, e all'80% nell'altro.

In termini economici, il **risparmio** annuale minimo (corrispondente al caso in cui siano installate lampade fluorescenti) ammonterebbe a poco più di **96 €**, mentre quello massimo sarebbe di poco inferiore ai **183 €** (nel caso di lampade alogene). È possibile infine osservare che l'adozione di lampade con sensore di presenza integrato all'interno del **kit intermedio**, permette comporta una **riduzione dei consumi** di energia elettrica **di circa il 2,4%** rispetto al kit base.

4.3 Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di energia elettrica

LIVELLO BASE					
Costi di investimento		Stima dei risparmi economici conseguibili		Stima dei risparmi energetici	
costo di investimento: prezzo di vendita	costo di installazione	Edificio di partenza con lampade ALOGENE	Edificio di partenza con lampade FLUORESCENTI	Edificio di partenza con lampade ALOGENE	Edificio di partenza con lampade FLUORESCENTI
		risparmio rispetto a condizione iniziale	risparmio rispetto a condizione iniziale	Risparmio rispetto a condizione iniziale	Risparmio rispetto a condizione iniziale
[€]	[€]	[%]	[%]	[%]	[%]
199,98	-	88,46%	72,12%	88,46%	72,12%
Dispositivi				Stima del simple Payback period	
				edificio di partenza con lampade ALOGENE	Edificio di partenza con lampade FLUORESCENTI
				[anni]	[anni]
				1,10	3,26
NON richiede supporto tecnico per l'installazione					
LIVELLO INTERMEDIO/AVANZATO					
Costi di investimento		Stima dei risparmi economici conseguibili		Stima dei risparmi energetici	
costo di investimento: prezzo di vendita	costo di installazione	Edificio di partenza con lampade ALOGENE	Edificio di partenza con lampade FLUORESCENTI	Edificio di partenza con lampade ALOGENE	Edificio di partenza con lampade FLUORESCENTI
		risparmio rispetto a condizione iniziale	risparmio rispetto a condizione iniziale	Risparmio rispetto a condizione iniziale	Risparmio rispetto a condizione iniziale
[€]	[€]	[%]	[%]	[%]	[%]
231,98	-	88,75%	80,60%	88,75%	80,60%
				Stima del simple Payback period	
				edificio di partenza con lampade ALOGENE	Edificio di partenza con lampade FLUORESCENTI
				[anni]	[anni]
				1,27	2,41
NON richiede supporto tecnico per l'installazione					

KIT per il risparmio energia elettrica

5 KIT per il risparmio di acqua

Per limitare il consumo di acqua in ambito domestico, al di là dell'adozione di un comportamento virtuoso volto a limitarne gli sprechi, è possibile intervenire essenzialmente su due ambiti, ovvero:

- la riduzione della portata richiesta dalle utenze utilizzatrici;
- lo sfruttamento dell'acqua piovana per gli usi che non richiedono quella potabile;

Ecco quindi che, tra i dispositivi in vendita presso LeRoy Merlin, sono stati selezionati quelli che possono intervenire proprio su questi aspetti, avendo cura di articolare e organizzare la composizione dei vari kit in base al grado tecnologico dei medesimi, come risulterà evidente nei capitoli successivi.

5.1 Kit BASE per il risparmio di acqua

5.1.1 Composizione e costo del kit base per il risparmio di acqua

Il livello base del kit ipotizzato per il risparmio di acqua consta prevalentemente di rompigetto, ovvero dispositivi che, mescolando l'aria con il getto di acqua in uscita dal rubinetto, consentono di ridurre la portata del dispositivo di erogazione. Si tratta di oggetti molto semplici che consentono tuttavia di ridurre il consumo dell'acqua (richiedendo al contempo una spesa contenuta), e la cui installazione è consigliabile in tutti i rubinetti di un'abitazione. Per quanto riguarda le docce invece, il kit prevede la sostituzione del tradizionale soffione con un saliscendi dotato di riduttore di portata, che svolge una funzione analoga a quella del rompigetto.

In buona sostanza, gli elementi componenti il kit sono quelli riportati nella Tabella 28.

Tabella 28 – elementi componenti il kit base per il risparmio di acqua

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Prezzo di vendita [€]
Kit Rompigetto per lavabo e bidet	36217916	1,69	https://www.leroymerlin.it/catalogo/rompigetto-per-lavabo-equation-cromo-36217916-p	Rompigetto	3	5,07
Saliscendi doccia con riduttore di portata	34982920	60	https://www.leroymerlin.it/catalogo/saliscendi-doccia-grohe-vitalio-start-34982920-p	Rompigetto	1	60
Spesa totale per IL KIT BASE - prezzo di vendita [€]	65,07					

Ovviamente, il numero dei dispositivi componenti il kit deriva dalle considerazioni espresse nel paragrafo 3.2.3.

In definitiva quindi, la spesa complessiva per il kit base ammonta a **65,07 €³** (sulla base dei prezzi di vendita praticati sul sito LeRoy Merlin). Di seguito si riportano a titolo esemplificativo alcune immagini rappresentative degli elementi che compongono il kit.



Figura 11 – rompigetto da applicare ai rubinetti (a sinistra) e saliscendi doccia a ridotto consumo di acqua (a destra)

Sulla base della consultazione della documentazione tecnica contenuta sul sito di LeRoy Merlin, è stato possibile definire la portata caratteristica del saliscendi doccia che è pari a 7/9 litri al minuto. Dunque, per la stima dei consumi si è fatto riferimento ad un valore medio di 8 litri al minuto. Invece, in assenza di indicazioni tecniche specifiche in merito alla riduzione di portata imputabile al rompigetto, per la valutazione del risparmio conseguibile si è fatto riferimento ai valori contenuti nella norma UNI/PdR 13.1:2015, secondo cui la percentuale di risparmio di acqua ottenibile tramite l'installazione di rompigetto è il 10% (Tabella B.5.2.a – UNI PdR/13.1:2015).

³ Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

5.1.2 Costo di installazione del kit base per il risparmio di acqua

I dispositivi che compongono il kit base per l'acqua, riportati in Tabella 28, non necessitano di supporto tecnico per la loro installazione che può essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti. Pertanto, per il suddetto kit non sono previsti costi aggiuntivi per la messa in opera

5.1.3 Stima del risparmio conseguibile tramite il kit base per l'acqua

Fermo restando la validità delle assunzioni di cui al paragrafo 3.2.3 circa il numero e la frequenza di utilizzo degli apparecchi idraulici, è stato possibile elaborare una stima del risparmio di acqua che si conseguirebbe installando i dispositivi del kit base. Il risparmio è stato calcolato sia in termini di riduzione della domanda di acqua che in termini economici applicando la medesima tariffa impiegata per il calcolo della spesa dell'edificio di riferimento, in condizioni iniziali.

I risultati ottenuti vengono riportati nelle sottostanti. In particolar modo, la Tabella 29 evidenzia la riduzione dei consumi a seguito dell'installazione dei dispositivi per il risparmio.

Tabella 29 – stima del consumo di acqua dell'edificio a seguito dell'installazione del kit base

Applicazione del KIT BASE			
Stima dei consumi di acqua		Stima della spesa per la fornitura dell'acqua	
Consumo giornaliero di acqua - ALLOGGIO riferimento [l/gg]	Consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [m ³]	Tariffa media nazionale per fornitura ac. pot. [€/m ³]	Spesa annuale per fornitura di acqua potabile (al lordo di IVA) [€/anno]
433,35	158,17	1,93	304,77
Stima dei risparmi energetici conseguibili		Stima dei risparmi economici conseguibili	
Risparmio sul consumo giornaliero di acqua - ALLOGGIO riferimento [l/gg]	Risparmio sul consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [m ³]	Tariffa media nazionale per fornitura ac. pot. [€/m ³]	Risparmio sulla spesa annuale per fornitura di acqua potabile (al lordo di IVA) [€/anno]
92,68	33,83	1,93	65,18
17,62%	17,62%	-	17,62%

Il consumo di acqua quindi passerebbe da **192 a circa 158 m³ all'anno**, garantendo pertanto una riduzione dei consumi di circa il 17%. Inoltre, è stato quantificato anche il risparmio in termini economici, applicando nuovamente il prezzo medio (a livello nazionale) per m³ di acqua consumata. Alla riduzione dei consumi corrisponderebbe una diminuzione della spesa quantificabile in una cifra di poco superiore ai **65 € annuali** (65,18 € per l'esattezza). Infine, confrontando la spesa da sostenere per l'acquisto del kit base con il risparmio conseguibile dall'installazione del medesimo (in termini economici) è possibile affermare, in forma preliminare, che il tempo di ritorno dell'investimento è di poco superiore ad un anno, come riportato nella Tabella 30.

Tabella 30 – stima semplificata del payback period per il kit base per il risparmio di acqua

Stima del simple payback period		
costo di investimento [€] - prezzo di vendita	Risparmio annuale [€/anno]	Payback period [anni]
65,07	65,18	1,00

5.2 Kit INTERMEDIO per il risparmio di acqua

5.2.1 Composizione e costo del kit intermedio per il risparmio di acqua

Poiché il kit intermedio per il risparmio di acqua rappresenta un'evoluzione di quello base, si è ritenuto opportuno che fosse comprensivo di dispositivi in grado di ridurre il consumo (laddove possibile) di tutti gli apparecchi presenti nell'edificio di riferimento. Pertanto, oltre a comprendere elementi già presenti nel kit base o la loro alternativa migliore in termini prestazionali (nel caso specifico un rompigitto dotato di filtro a ridotto consumo di acqua), il kit intermedio è stato dotato di cassette WC a ridotta capacità. In buona sostanza, gli elementi componenti il kit sono quelli riportati nella tabella sottostante:

Tabella 31 – dispositivi componenti il kit intermedio per risparmio di acqua

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Prezzo di vendita [€]
cassetta WC esterna, a ridotto volume e doppio tasto	36323630	24,9	https://www.leroymerlin.it/catalogo/cassetta-wc-da-incasso-siamp-prima-doppio-tasto-36323630-p	Doppio tasto e funzione AcquaStop	2	49,8
Filtro per rompigitto	36244306	3,88	https://www.leroymerlin.it/catalogo/filtri-per-rompigitto-per-lavabo-bidet-equation-cromo-36244306-p	Rompigitto	3	11,64
Rompigitto per lavabo	34202336	1,02	https://www.leroymerlin.it/catalogo/rompigitto-per-lavabo-bidet-cromo-34202336-p	Rompigitto	3	3,06
Saliscendi doccia con riduttore di portata	34982920	60	https://www.leroymerlin.it/catalogo/saliscendi-doccia-grohe-vitalio-start-34982920-p	Rompigitto	1	60
Spesa totale per IL KIT BASE risparmio di acqua - prezzo di vendita [€]	124,5					

Ovviamente, il numero dei dispositivi componenti il kit deriva dalle considerazioni espresse nel paragrafo 3.2.3.

In definitiva quindi, la spesa complessiva per il kit intermedio ammonta a **124,50 €⁴** (sulla base dei prezzi di vendita degli articoli ricavati dal sito LeRoy Merlin). Di seguito si riportano a titolo esemplificativo alcune immagini rappresentative degli elementi che compongono il kit.



Figura 12 – dispositivi componenti il kit intermedio: vaschetta esterna WC a ridotto consumo di acqua (a sinistra), filtro per rompigitto (al centro) e saliscendi doccia (a destra)

In assenza di documentazione tecnica di riferimento in relazione alla riduzione di portata del filtro per rompigitto, questa è stata derivata direttamente dal catalogo del produttore [12]. In particolare, poiché il filtro appartiene alla classe “Z” (secondo la classificazione riportata sul catalogo), la portata del dispositivo oscilla tra i 7,5 e i 9 litri al minuto. Pertanto, si è scelto di assumere un valore intermedio pari a 8 litri al minuto. La cassetta WC a ridotto consumo, essendo dotata di doppio tasto, è in grado di operare secondo due modalità differenti, cui competono, di conseguenza, diversi volumi di acqua impiegata: 3 oppure 6 litri. Al fine di rispecchiare un utilizzo quanto più possibile realistico del dispositivo (che implica l’utilizzo di entrambi i tasti), per la stima del risparmio, è stato considerato un volume di acqua intermedio, corrispondente a 4,5 litri. Infine, in relazione ai rimanenti dispositivi componenti il kit si ritiene valido quanto esposto nel capitolo 3.2.3 e 5.1.1.

5.2.2 Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua

Tra i dispositivi che compongono il kit intermedio per l’acqua, riportati in Tabella 31, la cassetta WC esterna necessita di supporto tecnico per l’installazione (che difficilmente potrà essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti). Pertanto, è opportuno tener conto del costo per la messa in opera, in aggiunta a quello di investimento per l’acquisto del kit. Per quantificare l’ammontare di tale

⁴ Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

costo, in maniera semplificata, si è fatto riferimento a quanto riportato dal Prezzario della regione Piemonte. In definitiva, il costo per l'installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua ammonta a circa 105 €, come riportato in Tabella 32.

Tabella 32 – stima dei costi di installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
P.O.Vaschetta di cacciata a cassetta o a zaino, di qualunque capacità, completa di accessori, alimentazione e scarico	01.A19.G10.190	cad	52,73	2	105,46

5.2.3 Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit intermedio per l'acqua

Fermo restando la validità delle assunzioni di cui al paragrafo 3.2.3 circa il numero e la frequenza di utilizzo degli apparecchi idraulici, è stato possibile elaborare una stima del risparmio di acqua conseguibile a seguito dell'installazione dei dispositivi del kit intermedio. Il risparmio è stato calcolato sia in termini di riduzione del fabbisogno di acqua che in termini economici. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 33.

Tabella 33 - stima del consumo di acqua dell'edificio a seguito dell'installazione del kit intermedio

Applicazione del KIT INTERMEDIO				
Stima dei consumi di acqua			Stima della spesa per la fornitura dell'acqua	
Consumo giornaliero di acqua - ALLOGGIO riferimento [l/gg]	Consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [l]	Consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [m ³]	Tariffa media nazionale per fornitura ac. pot. [€/m ³]	Spesa annuale per fornitura di acqua potabile (al lordo di IVA) [€/anno]
323,76	118171	118	1,93	227,70
Stima dei risparmi energetici conseguibili			Stima dei risparmi economici conseguibili	
Risparmio sul consumo giornaliero di acqua - ALLOGGIO riferimento [l/gg]	Risparmio sul consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [l]	Risparmio sul consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [m ³]	Tariffa media nazionale per fornitura ac. pot. [€/m ³]	Risparmio sulla spesa annuale per fornitura di acqua potabile (al lordo di IVA) [€/anno]
202,27	73828,57	73,83	1,93	142,25
38,45%	38,45%	38,45%	-	38,45%

L'installazione del kit consentirebbe quindi di ridurre il consumo di acqua da **192 a circa 118 m³ all'anno** garantendo quindi un **risparmio di poco superiore al 38% e corrispondente a circa 74 m³ annui**. In termini economici, il risparmio si attesterebbe attorno ai **142 € all'anno**. Valori più dettagliati sono riportati nella Tabella 33. Infine, volendo confrontare la spesa da sostenere per l'acquisto e l'installazione del kit con il risparmio conseguibile (in termini economici) è possibile

affermare, in forma preliminare, che il tempo di ritorno dell'investimento è superiore a 1,6 anni, come riportato nella Tabella 34.

Tabella 34 - stima semplificata del payback period per il kit intermedio per il risparmio di acqua

Stima del simple payback period		
costo di investimento [€] - (acquisto e installazione)	Risparmio annuale [€/anno]	Payback period [anni]
229,96	142,25	1,62

5.3 Kit AVANZATO per il risparmio di acqua

5.3.1 Composizione e costo del kit avanzato per il risparmio di acqua

La composizione del kit avanzato nasce dalla volontà di ridurre al minimo il consumo di acqua ascrivibile ad un edificio, facendo ricorso, laddove possibile, alla versione tecnologicamente più avanzati dei dispositivi commercializzati online da LeRoy Merlin in grado di assicurare il massimo risparmio ottenibile. Ciononostante, anche il kit più avanzato non può prescindere da alcuni dei dispositivi componenti i kit inferiori (in quanto essenziali per ridurre il consumo *indoor* di acqua) tra cui figurano senz'altro i filtri rompigitto e riduttori di portata. In aggiunta, il kit avanzato è composto anche da rubinetti temporizzati a infrarosso per lavabo (in grado di ridurre significativamente i consumi), miscelatori con cartuccia a doppio scatto e rompigitto per le docce, e vaschette WC a ridotta capacità da incasso.

La tabella sottostante (Tabella 35) riporta in maniera dettagliata i dispositivi componenti il kit avanzato.

Tabella 35 – dispositivi componenti il kit avanzato per il risparmio di acqua

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Prezzo di vendita [€]
Miscelatore lavabo temporizzato a infrarossi	34722870	119	https://www.leroymerlin.it/catalogo/miscelatore-lavabo-temporizzato-espace-cromato-34722870-p	rilevatore a infrarossi per erogazione portata	2	238
Filtro per rompigitto	36244306	3,88	https://www.leroymerlin.it/catalogo/filtri-per-rompigitto-per-lavabo-bidet-equation-cromo-36244306-p	Rompigitto	1	3,88
Rompigitto per lavabo	34202336	1,02	https://www.leroymerlin.it/catalogo/rompigitto-per-lavabo-bidet-cromo-34202336-p	Rompigitto	1	1,02
miscelatore monocomando da incasso a ridotto consumo di acqua	34578971	69,9	https://www.leroymerlin.it/catalogo/miscelatore-incasso-doccia-swift-cromato-34578971-p	rompigitto a risparmio d'acqua	1	69,9
cassetta WC a volume ridotto e doppio comando, da incasso	33884011	129,5	https://www.leroymerlin.it/catalogo/cassetta-wc-da-incasso-erreierre-kangoo-renova-doppio-tasto-33884011-p	Doppio tasto	2	259
Spesa totale per IL KIT BASE risparmio di acqua - prezzo di vendita [€]	571,8					

In definitiva quindi, la spesa complessiva per l'acquisto del kit avanzato ammonta a **571,80 €⁵** (sulla base dei prezzi di vendita degli articoli ricavati dal sito LeRoy Merlin). Di seguito si riportano a titolo esemplificativo alcune immagini rappresentative degli elementi che compongono il kit.



Figura 13 – alcuni dei dispositivi componenti il kit avanzato: rubinetto temporizzato a infrarossi (a sinistra), miscelatore doccia a risparmio d'acqua (al centro) e cassetta WC a volume ridotto e doppio tasto (a destra)

⁵ Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche, relativamente ai dispositivi inclusi anche nei kit inferiori (vale a dire i filtri per rompigitto) è da considerarsi valido quanto già espresso nei capitoli precedenti (in particolare, vedi il capitolo 5.2.1). Anche in questo caso, la cassetta WC a ridotto consumo (nonostante sia diversa da quella selezionata per il kit intermedio), essendo dotata di doppio tasto, è in grado di operare secondo due modalità differenti, cui competono, di conseguenza, diversi volumi di acqua impiegata: 3 oppure 6 litri. Al fine di rispecchiare un utilizzo quanto più possibile realistico del dispositivo (che implica l'utilizzo di entrambi i tasti), per la stima del risparmio, è stato considerato un volume di acqua intermedio, corrispondente a 4,5 litri. La scelta dei rubinetti temporizzati trova giustificazione nel fatto che, tramite l'elevato grado di tecnologia che adottano, consentono di ridurre al minimo gli sprechi d'acqua negli ambienti in cui sono installati, anche in virtù della loro ridotta portata d'acqua (appena 6 litri al minuto, secondo la documentazione tecnica reperita sul sito di LeRoy Merlin). Tuttavia, in considerazione dell'utilizzo che generalmente ne viene fatto in ambito domestico, si è ritenuta ragionevole l'ipotesi di installare i rubinetti temporizzati esclusivamente nei bagni (per un totale complessivo di 2 elementi), con l'intento peraltro di contenere i costi del kit avanzato. Di conseguenza, i rimanenti rubinetti sarebbero dotati della medesima tipologia di filtri rompigitto selezionata per i kit inferiori.

5.3.2 Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua

Tra i dispositivi che compongono il kit avanzato per l'acqua, riportati in Tabella 35, la cassetta WC esterna e i miscelatori temporizzati a infrarosso necessitano di supporto tecnico per l'installazione (che difficilmente potrà essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti). Pertanto, in aggiunta a quello di investimento per l'acquisto del kit, è opportuno tener conto del costo per la sua messa in opera. Per quantificare l'ammontare di tale costo si è fatto riferimento alle voci opportune riportate nel Prezzario della regione Piemonte oppure laddove in assenza di una voce specifica, alla percentuale di incidenza della manodopera per la singola lavorazione (anche da ricerche di mercato).

In definitiva, il costo per l'installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua ammonta a circa 380 €, come riportato in Tabella 36.

Tabella 36 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
Sostituzione di apparecchiature igieniche simili esclusi vasi alla turca ed orinatoi a parete, comprendente lo smontaggio di sifoni, rubinetti, mensole, ecc, compensando a parte le nuove apparecchiature ed accessori, escluse le eventuali opere murarie occorrenti; Lavabi, lavelli, vasi all'inglese, bidet, orinatoi tipo sospesi, boiler litri 80/100	01.A19.E50.005	cad	98,87	2	197,74
Posa in opera di miscelatore temporizzato a infrarossi per lavabo	ricerca di mercato	inc. % *	238	2	116,62
Posa in opera di miscelatore monocomando per doccia a ridotto consumo di acqua	01.A19.G10.110	inc. %	70	1	67,29
				Totale [€]	381,65

*http://www.provincia.fi.it/fileadmin/assets/APPALTI_e_CONTRATTI/L548/QUADRO_INCIDENZA_MANODOPERA_P.254.pdf

5.3.3 Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit avanzato

Dopo aver illustrato la composizione del kit, è ora possibile riportare la tabella contenente la stima del risparmio di acqua conseguibile a seguito dell'installazione del medesimo. I risultati ottenuti sono riportati nella Tabella 37.

Tabella 37 – stima del consumo di acqua dell'edificio in seguito all'installazione del kit avanzato

Applicazione del KIT AVANZATO				
Stima dei consumi di acqua			Stima della spesa per la fornitura dell'acqua	
Consumo giornaliero di acqua - ALLOGGIO riferimento [l/gg]	Consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [l]	Consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [m ³]	Tariffa media nazionale per fornitura ac. pot. [€/m ³]	Spesa annuale per fornitura di acqua potabile (al lordo di IVA) [€/anno]
263,36	96126,98	96,13	1,93	185,22
Stima dei risparmi energetici conseguibili			Stima dei risparmi economici conseguibili	
Risparmio sul consumo giornaliero di acqua - ALLOGGIO riferimento [l/gg]	Risparmio sul consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [l]	Risparmio sul consumo annuale di acqua - ALLOGGIO riferimento [m ³]	Tariffa media nazionale per fornitura ac. pot. [€/m ³]	Risparmio sulla spesa annuale per fornitura di acqua potabile (al lordo di IVA) [€/anno]
262,67	95873,02	95,87	1,93	184,73
49,93%	49,93%	49,93%	-	49,93%

L'installazione del kit consentirebbe quindi di ridurre il consumo di acqua da **192 a circa 96 m³ all'anno** garantendo quindi un **risparmio di quasi il 50% e corrispondente a circa 95 m³ annui**. In termini economici, il risparmio si attesterebbe attorno ai **185 € all'anno**. Per una analisi più dettagliata si rimanda alla consultazione della tabella soprastante (Tabella 37).

Infine, volendo confrontare la spesa da sostenere per l'acquisto del kit con il risparmio conseguibile dall'installazione del medesimo (in termini economici) è possibile affermare, in forma preliminare, che il tempo di ritorno dell'investimento è di poco superiore ai 5 anni, come riportato nella Tabella 38.

Tabella 38 - stima semplificata del payback period per il kit avanzato per il risparmio di acqua

Stima del simple payback period		
costo di investimento [€] - (acquisto e installazione)	Risparmio annuale [€/anno]	Payback period [anni]
953,45	184,73	5,16

5.4 Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di acqua

LIVELLO BASE			
Costo di investimento		Stima dei risparmi economici conseguibili	Stima dei risparmi energetici conseguibili
costo di investimento - prezzo di vendita	costo di investimento - prezzo di costo	Risparmio economico rispetto alle condizioni iniziali	Risparmio energetico rispetto alle condizioni iniziali
[€]	[€]	[%]	[%]
65,07	37,24	17,62%	17,62%
Dispositivi			Simple payback period
			[anni]
			1,00
			NON richiede supporto tecnico per l'installazione
LIVELLO INTERMEDIO			
Costo di investimento		Stima dei risparmi economici conseguibili	Stima dei risparmi energetici conseguibili
costo di investimento - prezzo di vendita	costo di investimento - prezzo di costo	Risparmio economico rispetto alle condizioni iniziali	Risparmio energetico rispetto alle condizioni iniziali
[€]	[€]	[%]	[%]
229,96	79,98	38,45%	38,45%
Dispositivi			Simple payback period
			[anni]
			1,62
			Richiede supporto tecnico per l'installazione
LIVELLO AVANZATO			
Costo di investimento		Stima dei risparmi economici conseguibili	Stima dei risparmi energetici conseguibili
costo di investimento - prezzo di vendita	costo di investimento - prezzo di costo	Risparmio economico rispetto alle condizioni iniziali	Risparmio energetico rispetto alle condizioni iniziali
[€]	[€]	[%]	[%]
953,45273	335,94	49,93%	49,93%
Dispositivi			Simple payback period
			[anni]
			5,16
			Richiede supporto tecnico per l'installazione

KIT per il risparmio di acqua

6 KIT per il risparmio di gas

In ambito residenziale, per diminuire il consumo di gas metano per riscaldamento e produzione di ACS, è possibile intervenire sui seguenti aspetti:

- il contenimento del fabbisogno di energia termica per riscaldamento dell'edificio, tramite la riduzione della trasmittanza termica sia dell'involucro edilizio opaco che di quello trasparente;
- l'adozione di generatori di energia termica ad elevata efficienza;
- il controllo e la regolazione della potenza termica ceduta dai terminali di emissione all'ambiente in cui sono installati;

Pertanto, tra i dispositivi in vendita presso LeRoy Merlin sono stati selezionati proprio quelli che agiscono sui punti menzionati sopra, tenendo conto ovviamente delle caratteristiche edilizie tanto dell'appartamento selezionato che dell'edificio multifamiliare di riferimento nel suo complesso.

La composizione dei vari livelli del kit e la stima dei risparmi conseguibili sono riportate nei capitoli successivi.

6.1 Kit BASE per il risparmio di gas naturale

6.1.1 Composizione del kit base per il risparmio di gas naturale

Il livello base del kit ipotizzato per il risparmio gas consta essenzialmente di valvole termostatiche manuali, pannelli termo-riflettenti per radiatori, e rotoli di isolante termico per limitare le dispersioni di calore in prossimità dei cassonetti degli avvolgibili. Tali dispositivi sono stati selezionati nell'intento di garantire un apprezzabile risparmio energetico a fronte di un ridotto costo di investimento iniziale. In effetti, tramite le valvole termostatiche è possibile regolare in maniera indipendente la temperatura nei singoli ambienti (preimpostando un valore di set-point cui corrisponde una determinata apertura della valvola stessa) evitando quindi inutili sprechi, mentre per mezzo dei pannelli termo-riflettenti è possibile incrementare il rendimento di emissione dei radiatori, limitando, al contempo le dispersioni verso la parete esterna.

Entrando più nel dettaglio, i dispositivi componenti il kit base sono riportati nella Tabella 39.

Tabella 39 – dispositivi componenti il kit base per il risparmio di gas applicato all'appartamento dell'edificio multifamiliare di riferimento

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Prezzo di vendita [€]
Kit valvola termostatica a squadra, 1/2"	34983403	18,9	https://www.leroymerlin.it/catalogo/kit-valvola-termostatica-a-squadra-1-2%2522-34983403-p	Possibilità di regolazione indipendente della temperatura	7	132,3
Pannello termoriflettente in EPS con grafite, per radiatori	36615411	13,5	https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-in-eps-con-grafite-neopor-termoriflettente-l-6-m-x-h-05-m-spessore-4-mm-36615411-p	Pannello termoriflettente	1	13,5
Rotolo isolante per cassonetti tapparelle	35878983	12,9	https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-isolante-per-cassonetti-tapparelle-fortlan-l-3-m-x-h-375-cm-spessore-3-mm-35878983-p	Riduzione delle dispersioni termiche in prossimità del cassonetto degli avvolgibili	3	38,7
Spesa totale per IL KIT BASE - prezzo di vendita [€]	184,5					

In definitiva quindi, la spesa complessiva per il kit base ammonta a **poco meno di 185 €⁶** (sulla base dei prezzi di vendita degli articoli ricavati dal sito LeRoy Merlin). Il numero dei dispositivi (di cui si riportano, a titolo esemplificativo, alcune immagini) è stato determinato sulla base delle considerazioni espresse nel capitolo 3.2.5.



Figura 14 – pannello termoriflettente per radiatori (a sinistra), valvole termostatiche manuali (al centro) e rotolo isolante per tapparelle (a destra)

⁶ Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

6.1.2 Costo di installazione del kit base per il risparmio di gas naturale

Tra i dispositivi del kit base per il risparmio di gas naturale (elencati in Tabella 39) le valvole termostatiche necessitano di un supporto tecnico per l'installazione. Pertanto, oltre al costo d'acquisto del kit è opportuno tenere conto anche del costo per la sua installazione. A tal proposito, sulla base dei risultati di un'indagine statistica con valenza nazionale e risalente al 2016 (fonte: <https://www.ediltecnico.it/37973/valvole-termostatiche-obbligatorie-i-prezzi-in-italia/>), è stato assunto il valore di 78 € per valvola. In definitiva quindi il costo di installazione ammonterebbe a poco meno di 550 €, come mostrato in Tabella 40.

Tabella 40 – costo di installazione del kit base per il risparmio di gas naturale

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
Installazione di valvole termostatiche per radiatori	ricerca di mercato	cad	78	7	546

6.1.3 Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit base per il risparmio di gas

I risparmi conseguibili a seguito dell'installazione dei dispositivi facenti parte del kit base sono stati determinati per mezzo di un software di simulazione energetica dinamica (TRNSYS) all'interno del quale è stato modellato l'edificio di riferimento, sulla base delle caratteristiche edilizie e delle assunzioni esposte nei capitoli 3.1 e 3.2. Come sempre, i risparmi sono stati calcolati sia dal punto di vista energetico che economico e sono riportati in Tabella 41. Inoltre (come testimoniato dalla legenda allegata alla Tabella 41), questi sono stati calcolati facendo riferimento a due casi distinti: appartamento dotato, in condizioni iniziali, di serramenti a vetro singolo oppure a vetrocamera. Per informazioni più dettagliate si rimanda alla consultazione del capitolo 3.1.

Si è detto che i risparmi derivanti dall'applicazione del kit sono stati valutati tramite un software di simulazione energetica che opera in regime dinamico, simulando la performance energetica dell'edificio influenzata dal funzionamento dei dispositivi. In particolar modo, il rotolo in EPS termoriflettente permette di diminuire la trasmittanza termica della porzione di parete su cui è applicato del 12% circa, riducendola da 1,15 a 1,01 W/m²K, e incrementare al contempo il rendimento di emissione dei radiatori dell'1%. Per quantificare la riduzione dei consumi dovuta all'applicazione delle valvole termostatiche è stato calcolato l'eccesso di potenza termica immessa

in ambiente dai radiatori in corrispondenza del superamento della temperatura interna di set point ($20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, secondo la sensibilità delle valvole termostatiche) a impianto funzionante, nell'ipotesi di un intervallo di accensione (dell'impianto) pari a 14 ore (limite previsto per la zona climatica E in cui ricade la città di Torino) e in assenza di un controllo della temperatura. La potenza termica immessa in ambiente è stata assunta pari al carico termico di progetto, così come determinato nel capitolo 3.1. Inoltre è stato considerato anche il fabbisogno energetico per la produzione di ACS, secondo la procedura prevista dalla normativa vigente (UNI TS 11300-II).

Infine, tenendo conto di quanto esposto sino ad ora e dei rendimenti dei componenti dell'impianto termico, illustrati in Figura 3, è stato possibile stimare il consumo di gas naturale occorrente per soddisfare il fabbisogno energetico dell'edificio dotato del kit, simulando il funzionamento dell'impianto termico per tutta la durata della stagione di riscaldamento grazie al modello realizzato in TRNSYS (in cui sono state implementate le condizioni elencate al paragrafo 3.2.6). I risultati così ottenuti sono riportati nella Tabella 41, e sono riferiti alle duplici condizioni iniziali ipotizzate per l'edificio di riferimento (serramenti con vetro singolo o doppio).

Tabella 41 – stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell'installazione del kit base per il risparmio di gas

Legenda:		
	App. in edificio multifamiliare con serramenti a vetro singolo	
	App. in edificio multifamiliare con serramenti a vetro doppio	
Applicazione del KIT BASE		
Rendimento di generazione - $\eta_{H,gn}$ [-] - TABULA	Rendimento di distribuzione - $\eta_{H,d}$ [-] - TABULA	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$ [-] - UNI TS 11300-2
0,88	0,90	0,92
Consumo di gas naturale per riscaldamento e produzione ACS - [m ³]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS - [€]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS (con IVA) - [€]
1853,00	1130,75	1379,515
1537,19	919,09	1121,2898
Risparmio di gas naturale [m ³ /anno]	Risparmio economico [€/anno]	Risparmio (con IVA) [€/anno]
260,52	158,97	193,94
12,3%	12,3%	12,3%
199,22	119,11	145,31
11,5%	11,5%	11,5%
costo di investimento per il kit (acquisto e installazione) [€]	Stima del simple payback period [anni]	
	3,77	5,03
731	Quantità di CO₂ non immessa [kg]	
	499,70	382,12

In termini energetici, e nel caso di appartamento con serramenti a vetro singolo, **il risparmio annuale** di gas è stato stimato in circa **260 m³**, nell'ipotesi di un corretto funzionamento delle valvole termostatiche impostate alla temperatura di 20 °C in tutti i locali riscaldati. In termini economici il risparmio corrisponderebbe ad una somma **di poco superiore a 193 € annuali**, ovvero circa il 12% (in termini percentuale) rispetto alla spesa da sostenere in condizioni iniziali. Alla luce di queste valutazioni, il tempo di ritorno dell'investimento sarebbe di poco inferiore ai 4 anni.

Nel caso in cui, invece l'appartamento fosse dotato di serramenti dotati con vetrocamera in condizioni iniziali, la percentuale stimata di risparmio conseguibile (sia in termini economici che energetici) non si discosterebbe comunque di molto, essendo pari al **11,5%** che coincide con una diminuzione del fabbisogno di gas metano di **199 m³**, ovvero **119 € annuali**. In questo caso, infine, il tempo di ritorno dell'investimento supererebbe di poco i 5 anni. Infine, a partire dai risparmi energetici così calcolati e tramite l'utilizzo di opportuni fattori di emissione [13] (riferiti all'energia fornita) è stato possibile risalire anche alla quantità (espressa in kg) di CO₂ non immessa in ambiente. I risultati ottenuti sono riportati Tabella 41.

6.2 Kit INTERMEDIO per il risparmio di gas

6.2.1 Composizione del kit intermedio per il risparmio di gas

Poiché il kit intermedio per il risparmio di gas rappresenta un'evoluzione di quello base, si è ritenuto opportuno mantenere tutti i dispositivi già presenti nel kit inferiore salvo sostituirli, ove possibile, con una versione tecnologicamente più avanzata e/o efficiente. Ecco quindi che al posto delle valvole termostatiche manuali sono state selezionate delle testine termostatiche digitali con la possibilità di una programmazione settimanale, mentre sono stati mantenuti i rotoli termo-riflettenti da applicare ai radiatori, e quelli isolanti per i cassonetti degli avvolgibili.

Tra i dispositivi del kit intermedio figurano inoltre serramenti con telaio in abete e vetrocamera con doppia lastra di vetro a ridotta trasmittanza termica, nell'ipotesi della sostituzione con quelli esistenti, di fatto meno performanti dal punto di vista energetico. I dispositivi componenti il kit sono riportati in Tabella 42.

Tabella 42 - dispositivi componenti il kit intermedio per il risparmio di gas applicato all'appartamento dell'edificio multifamiliare di riferimento

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Prezzo di vendita [€]
Testa termostatica elettronica	34450143	29,5	https://www.leroymerlin.it/catalogo/testa-termostatica-elettronica-ttd101-34450143-p	Programmazione settimanale; funzione antigelo	7	206,5
Pannello termoriflettente in EPS con grafite, per radiatori	36615411	13,5	https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-in-eps-con-grafite-neopor-termoriflettente-l-6-m-x-h-05-m-spessore-4-mm-36615411-p	Pannello termoriflettente	1	13,5
Rotolo isolante per cassonetti tapparelle	35878983	12,9	https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-isolante-per-cassonetti-tapparelle-fortlan-l-3-m-x-h-375-cm-spessore-3-mm-35878983-p	Riduzione delle dispersioni termiche in prossimità del cassonetto degli avvolgibili	3	38,7
Serramenti con telaio in abete, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "C" - 60 x 120 cm - varie misure disponibili	34411230	150,59	https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411230-p	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	1	150,59
Serramenti con telaio in abete, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "C" - 60 x 120 cm - varie misure disponibili	34411321	474	https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411320-p	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	6	2844
Spesa totale per IL KIT INTERMEDIO - prezzo di vendita [€]	3253,29					

In definitiva quindi, il **costo di investimento** richiesto per il kit intermedio ammonta a **3253,29 €⁷**.

Di seguito si riportano, a titolo esemplificativo, alcune immagini rappresentative dei dispositivi componenti il kit.

⁷ Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018



Figura 15 -serramento in abete e vetrocamera con doppia lastra in vetro (a sinistra), testina termostatica digitale programmabile (al centro) e pannello termoriflettente per radiatori (a destra)

6.2.2 Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di gas naturale

Tra i dispositivi del kit base per il risparmio di gas naturale (elencati in Tabella 42) le valvole termostatiche necessitano di un supporto tecnico per l'installazione. Poiché tuttavia, il costo di installazione non dipende dalla tipologia di valvola (differente rispetto a quella del kit base) è stato mantenuto il valore riportato nel paragrafo 6.1.2, pari a 546 €. Il aggiunta il kit intermedio prevede la sostituzione dei serramenti. L'ammontare della spesa necessaria alla sostituzione è stato calcolato sulla base del numero di serramenti dell'appartamento (vedi capitolo 3.1) e sulle opportune voci di costo del Prezzario della regione Piemonte.

In definitiva quindi, il costo di installazione, riportato in Tabella 43, ammonterebbe a 1274 € circa.

Tabella 43 - costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di gas naturale

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
Installazione di valvole termostatiche per radiatori	ricerca di mercato	cad	78	7	546
Posa in opera di serramenti esterni, finestre e portefinestre, completi di vetrata isolante e sistema telaio in legno, in legno/alluminio o in legno/pvc/alluminio	01.A17.L00.005	m ²	40,32	18	728
				Totale [€]	1274

6.2.3 Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit intermedio per il risparmio di gas

Anche nel caso del kit intermedio i potenziali risparmi di gas naturale sono stati calcolati sfruttando il modello dell'edificio appositamente creato in TRNSYS, software in grado di simularne la performance energetica in regime dinamico. Poiché tra i dispositivi del kit intermedio sono presenti alcuni di quelli del kit base, è da ritenersi valido quanto già esposto nel paragrafo 6.1.3 in merito alla riduzione della trasmittanza termica della parete su cui è applicato il rotolo termoriflettente e a come è stata valutata la diminuzione dei consumi per effetto della presenza delle valvole termostatiche. I serramenti inclusi nel kit intermedio permettono di ridurre la trasmittanza termica dei serramenti dell'edificio di riferimento a $1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$ da rispettivamente $3,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, nel caso di doppio vetro, e $5,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ nel caso di vetro singolo. Dopo aver quindi aggiornato il modello dell'edificio in TRNSYS sulla base delle modifiche apportate dai dispositivi componenti il kit, è stato simulato il funzionamento dell'impianto termico per l'intera durata della stagione di riscaldamento (facendo riferimento, come sempre alle condizioni climatiche della città di Torino, e ai rendimenti impiantistici riportati in Figura 3) in maniera tale da calcolare il volume di gas naturale necessario a soddisfare il fabbisogno energetico dell'edificio nella configurazione comprendente il kit. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 44.

Tabella 44 - stima dei risparmi energetici ed economici a seguito dell'installazione del kit intermedio per il risparmio di gas

Legenda:		
	App. in edificio multifamiliare con serramenti a vetro singolo	
	App. in edificio multifamiliare con serramenti a vetro doppio	
Applicazione del KIT INTERMEDIO		
Rendimento di generazione - $\eta_{H,gn}$ [-]	Rendimento di distribuzione - $\eta_{H,d}$ [-]	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$ [-]
TABULA	TABULA	UNI TS 11300-2
0,88	0,90	0,9242
Consumo di gas metano per riscaldamento e produzione ACS - [m ³]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano - [€]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano (con IVA) - [€]
1330,62	795,58	970,61
Risparmio [m ³ /anno]	Risparmio [€/anno]	Risparmio (con IVA) [€/anno]
782,90	494,14	602,85
37,0%	37,0%	37,0%
405,79	242,62	296,00
23,4%	23,4%	23,4%
costo di investimento per il kit (acquisto e installazione) [€]	Stima del simple payback period [anni]	
	5,40	10,99
	Quantità di CO ₂ non immessa [kg]	
4527	1501,66	778,34

In termini energetici, si assiste ad un incremento di risparmio rispetto al kit base (37% circa contro il 12% circa) nel caso in cui l'appartamento di riferimento sia dotato, in condizioni iniziali, di serramenti a vetro singolo. Ciò è verosimilmente dovuto al maggior isolamento termico offerto dai serramenti in abete e vetrocamera, il cui effetto assume una certa importanza in considerazione delle ampie superficie vetrate dell'appartamento esposte a ovest. In conclusione quindi, il kit intermedio permetterebbe di ridurre il consumo di **gas naturale di circa 780 m³**. In termini economici il risparmio si attesterebbe a poco più di **600 € annuali**, al lordo dell'IVA e delle imposte gravanti. Nel caso invece della presenza di serramenti con vetrocamera in condizioni iniziali, il decremento di fabbisogno di energia termica è decisamente meno marcato. Allo stesso modo diminuisce quindi il potenziale risparmio che si attesterebbe attorno al **24%**, equivalente ad un volume di **405 m³ di gas metano** e a uno sconto annuale di **296 €**. Infine, i tempi di ritorno dell'investimento sarebbero pari a 5,40 anni nel primo caso e circa 11 nel secondo, tenendo conto sia dei costi di investimento che di quelli di installazione. Analogamente a quanto già svolto nel caso del kit base, è stata stimato il risparmio anche in termini di riduzione delle emissioni di anidride carbonica, riportato anch'esso in Tabella 44.

6.3 Kit AVANZATO per il risparmio di gas

6.3.1 Composizione del kit avanzato per il risparmio di gas

Il kit avanzato è stato ideato con l'intento di agire su ciascuno degli aspetti elencati nel capitolo 6. Anche in questo caso, alcuni dei dispositivi dei kit inferiori sono stati mantenuti (ad esempio i pannelli termo-riflettenti) o sostituiti dalla versione tecnologicamente più avanzata ed efficiente, come nel caso delle testine termostatiche digitali che sono state rimpiazzate da valvole termostatiche digitali controllabili da remoto e programmabili. Allo stesso modo, i serramenti in abete previsti con il kit intermedio sono stati sostituiti con serramenti in PVC e vetrocamera a trasmittanza ulteriormente ridotta (che rispettano peraltro prescrizioni previste dal DM 26/06/2015 in caso di efficientamento energetico degli edifici esistenti). Infine, volendo intervenire anche a livello impiantistico, tra i dispositivi del kit avanzato è presente una caldaia a condensazione (la tipologia attualmente più efficiente sul mercato) per produzione combinata di riscaldamento e ACS.

La Tabella 45 riporta i dispositivi componenti il kit. In definitiva quindi, il costo di investimento richiesto per il kit avanzato (in virtù delle considerazioni espresse in apertura del capitolo e delle considerazioni relative all'edificio riportate nel capitolo 3.1) ammonta a **4856,2 €⁸**. L'evidente incremento di prezzo rispetto al kit intermedio è dovuto principalmente alla presenza della caldaia a condensazione e alle valvole termostatiche digitali controllabili da remoto.

Tabella 45 - dispositivi componenti il kit intermedio per il risparmio di gas applicato all'appartamento dell'edificio multifamiliare di riferimento

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Prezzo di vendita [€]
Kit valvole termostatiche intelligenti, controllabili da remoto	36502270	437	https://www.leroymerlin.it/catalogo/kit-base-per-riscaldamento-collettivo---3-valvole-intelligenti-aggiuntive-per-termosifoni-netatmo-by-starck-36502270-p	Possibilità di regolazione indipendente della temperatura	7	595
Pannello termoriflettente in EPS con grafite, per radiatori	36615411	13,5	https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-in-eps-con-grafite-neopor-termoriflettente-l-6-m-x-h-05-m-spessore-4-mm-36615411-p	Pannello termoriflettente	3	40,5
Rotolo isolante per cassonetti tapparelle	35878983	12,9	https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-isolante-per-cassonetti-tapparelle-fortlan-l-3-m-x-h-375-cm-spessore-3-mm-35878983-p	Riduzione delle dispersioni termiche in prossimità del cassonetto degli avvolgibili	3	38,7
Caldaia a condensazione per riscaldamento e produzione ACS	35873915	1979,00	https://www.leroymerlin.it/catalogo/caldaia-a-condensazione-vaillant-ecobalkon-plus-vmw-25-kw-a-metano-35873915-p	Caldaia a condensazione	1	1979
Serramenti con telaio in PVC a 5 camere, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "B" - 100 x 120 cm - varie misure	36130416	109	https://www.leroymerlin.it/prodotti/finestre-CAT249-c	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	1	109
Serramenti con telaio in PVC a 5 camere, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "B" - 100 x 120 cm - varie misure	36130346	349	https://www.leroymerlin.it/prodotti/finestre-CAT249-c	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	6	2094
Spesa totale per IL KIT AVANZATO - prezzo di vendita [€]	4856,2					

⁸ Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

6.3.2 Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di gas naturale

Poiché il kit avanzato prevede il montaggio di serramenti e valvole termostatiche, in merito ai costi di installazione è da considerarsi valido quanto già esposto nel paragrafo 6.2.2 e in particolar modo nella Tabella 43. In aggiunta è necessario computare anche il costo da sostenere per l'installazione della caldaia a condensazione che, secondo quanto riportato sul prezzario consultato (Regione Piemonte) ammonterebbe a circa 320 €. In definitiva, il costo di installazione per il kit avanzato sarebbe di poco superiore a 1590 € come risulta dalla Tabella 46.

Tabella 46 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di gas naturale

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
Installazione di valvole termostatiche per radiatori	ricerca di mercato	cad	78	7	546
Posa in opera di serramenti esterni, finestre e portefinestre, completi di vetrata isolante e sistema telaio in legno, in legno/alluminio o in legno/pvc/alluminio	01.A17.L00.005	m ²	40,32	18	728
Posa in opera stufe a gas di qualunque tipo marca e dimensioni; compreso messa a punto, taratura di regolazione, linee ed allacciamenti elettrici eventuali. data completa e funzionante	05.P76.A85.005	cad	317,34	1	317
				Totale [€]	1592

6.3.3 Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit avanzato per il risparmio di gas

Anche nel caso del kit avanzato i potenziali risparmi di gas naturale sono stati calcolati sfruttando il modello dell'edificio appositamente creato in TRNSYS, software in grado di simularne la performance energetica in regime dinamico. Poiché il kit avanzato riprende la maggioranza dei dispositivi contenuti nel kit intermedio (sebbene venga privilegiata, quando possibile, la migliore versione disponibile in vendita del singolo articolo), è da ritenere valido quanto già esposto nel paragrafo 6.2.3 con l'unica differenza che la trasmittanza termica dei serramenti del kit avanzato è ulteriormente inferiore e pari a 1,35 W/m²K. A differenza dei casi precedenti è stato necessario modificare alcuni dei rendimenti impiantistici poiché il kit avanzato prevede la sostituzione della caldaia esistente con una a condensazione. Pertanto il rendimento di generazione relativo alla produzione di energia termica e ACS sono stati incrementati a 0,98 e 0,90 rispetto ai valori di riferimento, contenuti nella tabella di Figura 3. Dopo aver quindi aggiornato il modello dell'edificio in TRNSYS sulla base delle modifiche apportate dai dispositivi componenti il kit è stato simulato il funzionamento dell'impianto termico per l'intera durata della stagione di riscaldamento (facendo

riferimento, come sempre alle condizioni climatiche della città di Torino) in maniera tale da calcolare il volume di gas naturale necessario a soddisfare il fabbisogno energetico dell'edificio nella configurazione comprendente il kit. I risultati così ottenuti sono riportati in Tabella 47.

Tabella 47 - stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell'installazione del kit avanzato per il risparmio di gas

Legenda:		
	App. in edificio multifamiliare con serramenti a vetro singolo	
	App. in edificio multifamiliare con serramenti a vetro doppio	
Applicazione del KIT AVANZATO		
Rendimento di generazione - $\eta_{H,gn}$ [-] - scheda tecnica caldaia	Rendimento di distribuzione - $\eta_{H,d}$ [-] - TABULA	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$ [-] - UNI TS 11300-2
0,98	0,90	0,9242
Consumo di gas metano per riscaldamento e produzione ACS - [m ³]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano - [€]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano (con IVA) - [€]
1217,61	728,01	888,17
Risparmio [m ³ /anno]	Risparmio [€/anno]	Risparmio (con IVA) [€/anno]
895,91	561,71	685,29
42,4%	42,4%	42,4%
518,80	310,19	378,43
29,9%	29,9%	29,9%
costo di investimento per il kit (acquisto e installazione) [€]	Stima del simple payback period [anni]	
	7,09	12,83
	Quantità di CO ₂ non immessa [kg]	
	6448	995,10

Come riscontrabile dai dati in tabella, l'incremento di risparmio rispetto al kit intermedio (vedi Tabella 44) è relativamente modesto. In entrambi i casi infatti l'aumento è pari a circa il 5-6%, a fronte però di una maggiorazione del costo di investimento di poco inferiore al 50% (valutando la sola spesa per l'acquisto). Ciò si ripercuote ovviamente sui tempi di ritorno dell'investimento che salgono a circa 7 e 13 anni rispettivamente. In definitiva quindi, con riferimento al caso dell'appartamento dotato di vetri singoli, il **risparmio annuale di gas naturale** corrisponderebbe a circa **895 m³**, ovvero il 42,4% rispetto alla condizione iniziale. Altrettanto significativo, e dello stesso

ordine di grandezza (in termini di percentuale) risulterebbe essere il **risparmio economico che ammonterebbe alla cifra di 685 €** circa all'anno (42,2%). La diminuzione del fabbisogno di gas naturale raggiungerebbe invece la cifra di **518 m³** nel caso in cui l'appartamento di riferimento sia dotato di serramenti con vetri doppi. Di conseguenza, la spesa diminuirebbe del 30% circa, ovvero poco più di **378 € all'anno**.

Infine, le tonnellate di anidride carbonica non immesse in atmosfera ammonterebbero a 1,7 nel caso in cui, in condizioni iniziali, fossero presenti serramenti a vetro singolo. Tale valore si ridurrebbe invece a poco meno di 1 tonnellata nel caso di serramenti a vetrocamera, come riportato sempre in Tabella 47.

Bibliografia

- [1] E. Fabrizio, M. Filippi e P. Florio, «Il costo dell'energia come causa di povertà: il caso italiano e le ipotesi di lavoro per il contrasto alla povertà energetica,» Torino, 2016.
- [2] V. Corrado, I. Ballardini e P. S. Corgnati, «Building Typology Brochure - Italy, Fascicolo sulla Tipologia Edilizia Italiana,» Torino, 2014.
- [3] A. Nucara e M. Pietrafesa, «Elementi di illuminotecnica,» UNIVERSITA' DEGLI STUDI "MEDITERRANEA" di Reggio Calabria, Facoltà di Ingegneria , Reggio Calabria .
- [4] S. Maggiore, «Impatto su comportamenti e consumi delle famiglie di un sistema di prezzi biorari dell'energia elettrica,» RSE, Milano, 2012.
- [5] H. H. Rüdiger Ganslandt, Handbook of Lightning Design, Wiesbaden: ERCo Edition , 1992.
- [6] I. U. o. Coimbra, «Standby and Off-Mode Energy Losses in New Appliances Measured in Shops,» University of Coimbra , 2010.
- [7] ARERA , «Aggiornamento per il trimestre 1 Aprile-30 Giugno 2018, delle tabelle di comparazione relative ai prezzi di fornitura di energia elettrica e gas naturale,» 2018.
- [8] N. Zinna, Manuale degli impianti idrotermosanitari, Milano: Tecniche Nuove, 2004.
- [9] Iссon/Federconsumatori/Anea, «XV INDAGINE NAZIONALE A CAMPIONE SULLE TARIFFE 2016 DEL SISTEMA IDRICO INTEGRATO,» 2017.
- [10] T. C. CEN/TC 247, «Energy Performance of Buildings- Part 1: Impact of Building Automation, Controls and Building Management - Modules M10-4,5,6,7,8,9,10,» European Commission, 2016.
- [11] Schneider Electric , «Efficienza Energetica: impatto dell'automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici,» STEZZANO (BG), 2016.
- [12] NPI Italia S.r.l, «Catalogo ITALIA 01,» PARIGI, Monza (MB), 2016.
- [13] Regione Emilia Romagna - Servizio Energia, «Indicazioni metodologiche per l'applicazione dei fattori di conversione al metodo di calcolo di cui alla DGR 967/2015 e alla DGR 1275/2015,» E-R Energia, 2015.

[14] G. Ruggieri, ALCUNE NOTE SUI CONSUMI ELETTRICI NEL SETTORE DOMESTICO ITALIANO, Università dell'Insubria: DASS, 2008.

[15] GSE, «SERVIZIO DI SCAMBIO SUL POSTO, Regole Tecniche,» 2016.