

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

Relazione per la prova finale
**«ANALISI ENERGETICA DI UNITA' IMMOBILIARE PER USO
ABITATIVO: COSTI E CONSUMI ALLO STATO ATTUALE E POSSIBILI
INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA»**

Tutor universitario: Prof. Angelo Zarrella

Laureando: *Alessandro Frison*

Padova, 10/03/2022

In questa relazione verrà analizzata, dal punto di vista energetico, un'unità immobiliare per uso abitativo situata nel comune di Bassano del Grappa allo scopo di determinare i consumi previsti per il riscaldamento dei locali interni legati all'isolamento dell'involucro e i costi reali legati al consumo di gas metano, energia elettrica, acqua e rifiuti. Valuteremo poi diverse soluzioni atte alla riqualificazione energetica dell'unità ovvero alla riduzione dei consumi e quindi dei costi e determineremo per ogni intervento i vantaggi e le spese dovuti alla sua installazione

Il fabbricato è composto da quattro unità immobiliari poste in schiera tra loro ovvero aventi uno o più muri condivisi e noi analizzeremo una delle quattro unità immobiliare le cui caratteristiche isolanti dell'involucro e degli elementi strutturali sono stati ricavati dalle relazioni effettuate nel periodo di progettazione dell'edificio mentre per i valori delle spese riguardanti i consumi facciamo riferimento ai prezzi letti in bolletta

Lo scopo di tale relazione è quello di individuare le caratteristiche dell'involucro dell'unità e dei suoi consumi prima e dopo la riqualificazione energetica in modo da determinare il risparmio annuo legato alla diminuzione dei consumi.

La riqualificazione energetica prevederà:

- Cappotto esterno e isolamento copertura
- Sostituzione serramenti
- Sostituzione generatore di calore
- Impianto fotovoltaico
- Raccolta acqua piovana

Esposti gli interventi precedente e individuati i loro costi una volta individuato il risparmio annuo legato alla riduzione dei consumi procederemo al calcolo del rientro dell'investimento iniziale e alla quota di ammortamento per ogni intervento.

La Relazione Tecnica è un elaborato tecnico-descrittivo che definisce prestazioni e rendimento del sistema edificio-impianto allo scopo di rispettare le prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico, introdotti dalla legge 9 gennaio 1991, n. 10. Il primo passo è l'individuazione della zona climatica e dei gradi-giorno necessari a determinare il coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente ($H'T$) ammissibile riportato in tabella in funzione della zona climatica e del rapporto S/V. Infine si procede al calcolo del consumo previsto dopo aver determinato le dispersioni totali, il rendimento medio globale e il potere calorifico del metano

DESTINAZIONE EDIFICIO	Civile abitazione
CATEGORIA EDIFICIO	E1
COMUNE	Bassano del Grappa
GRADI GIORNI (GG)	2473
ZONA CLIMATICA	E
TEMPERATURA ESTERNA DI PROGETTO	-5 °C
VOLUME LORDO RISCALDATO	362,153
SUPERFICIE DISPERDENTE	245,54
FATTORE FI FORMA	0,678

Determiniamo i coefficienti di trasmittanza termica U degli elementi che costituiscono il fabbricato. Per gli elementi opachi U è pari al reciproco della resistenza totale R_{TOT} del singolo elemento composto da più strati ognuno caratterizzato da una resistenza termica. Gli elementi trasparenti composte da finestre e porte finestrate sono caratterizzati dalla tipologia di vetro, di telaio e di un eventuale distanziatore contabilizzato in presenza di vetri doppi o tripli.

DESCRIZIONE	SPESSORE	CONDUTTIVITA' λ [kcal/(m·K)]	CONDUTTANZA C [kcal/(m ² ·K)]	RESISTENZA R [m ² ·K/kcal]
INTONACO INTERNO	0,015	0,600	0,000	0,025
TERMOFON	0,340	0,150	0,000	2,267
INTONACO ESTERNO	0,015	0,700	0,000	0,021
RESISTENZE LIMINARI	0,000	0,000	0,000	0,193
			RESISTENZA TOTALE	2,506
			COEFFICIENTE DI TRASMISSIONE U	0,399

Le resistenze dei singolo strati degli elementi opachi e trasparenti sono stati individuati dagli elaborati redatti in fase di progettazione dell'edificio.

coefficiente U muro esterno

Mediante i valori appena calcolati di trasmittanza U adesso è possibile determinare i valori delle dispersioni termiche per trasmissione e ventilazione, quindi le dispersioni totali tenendo conto della presenza dei ponti termici.

TOTALE PERDITE PER TRASMISSIONE [W]	5387,31
TOTALE PERDITE PER VENTILAZIONE [W]	1165,28
TOTALE GENERALE [W]	6552,60
coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H'T	0,878

$$H'T = Ht / \sum k A_k \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

- Ht è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro
- Ak è la superficie del k-esimo componente (opaco o trasparente) costituente l'involucro (m²)

Per determinare il valore del consumo previsto occorre valutare il valore del rendimento medio globale stagionale η che trascurando l'energia elettrica consumata è pari al prodotto di detti rendimenti: $\eta = \eta_e \cdot \eta_r \cdot \eta_d \cdot \eta_g$ ognuno dei quali è legato alle caratteristiche dell'impianto e del generatore di calore.

Determinato il valore del rendimento medio globale η è possibile individuare il consumo stagionale sapendo che il combustibile usato in caldaia è il METANO ricavando tramite lettura in bolletta il coefficiente correttivo $C = 1,004539$ per la conversione del consumo misurato dal contatore in Standard metri cubi e sapendo che il potere calorifico inferiore del metano è pari a 9,94 kWh

rendimento del generatore η_g (aria viene prelevata dall'esterno tramite un tiraggio forzato)	90%
rendimento di regolazione η_r (Termostato in caldaia)	85%
rendimento di distribuzione η_d	95%
rendimento di emissione η_e (Radiatori posti su pareti interne o esterne isolate senza superficie riflettente con temperatura di mandata pari a 65°C)	97%
rendimento medio globale η	73%

CONSUMO PREVISTO	2303,416	mc	2313,87	Smc
Consumo previsto per volume riscaldato	6,360	mc /mc	6,39	Smc / mc

Per la valutazione dei consumi dell'unità abitativa considerata effettuiamo la lettura delle bollette determinando i reali consumi di energia elettrica, di gas metano, dell'acqua e dei rifiuti oltre alla valutazione del consumo di legna dovuto alla presenza di una stufa per produrre calore nei locali interni in aggiunta al calore ceduto dai radiatori sapendo che nell'unità considerata il nucleo familiare è composto da 4 persone.

		Energia elettrica:		Gas metano:		Legna di faggio:		
2020	CONSUMO ANNUO	2.861	kWh	CONSUMO ANNUO	1.020	Smc	CONSUMO STAGIONALE	1400
	SPESA ANNUA	842	€	SPESA ANNUA	718,00	€	ENERGIA DA	
2021	CONSUMO ANNUO	2.534	kWh	CONSUMO ANNUO	1.102	Smc	COMBUSTIONE [kWh]	7.512
	SPESA ANNUA	517	€	SPESA ANNUA	771,13	€	RENDIMENTO STUFA	65%
							ENERGIA FORNITA AI LOCALI [kWh]	4.883

Fornitura d'acqua annua:

CONSUMO MEDIO GIORNALIERO TOTALE [mc/giorno]	0,716066 €
CONSUMO MEDIO ANNUO [mc/anno]	261
COSTO ANNUO	206,24 €

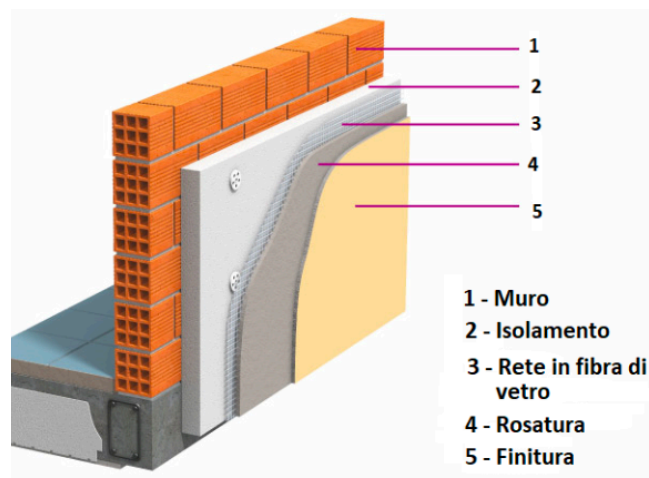
La TARI, acronimo di TAssa sui RIfiuti è l'imposta destinata a finanziare i costi relativi al servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti.

Ogni Comune determina le tariffe in base a superficie e quantità di rifiuti prodotti o a quantità e qualità di rifiuti per unità di superficie, in relazione ad usi e tipologia delle attività e al costo del servizio sui rifiuti. Il principio fondamentale per l'applicazione della TARI è quello in base al quale **“chi inquina paga”**.

	mq	TARIFFA	COEFFICIENTE	COSTO
QUOTA FISSA	172	0,607 €	1,14	119,02 €
QUOTA VARIABILE	172	34,532 €	3,00	103,60 €
COSTO TOTALE ANNUO				222,62 €

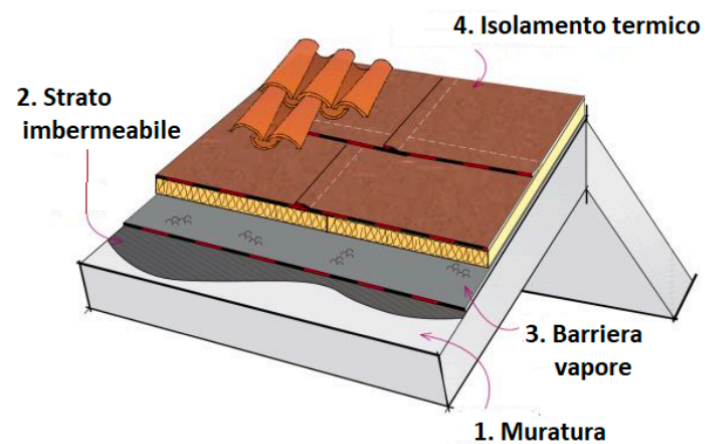
La riqualificazione energetica prevederà:

• Cappotto esterno



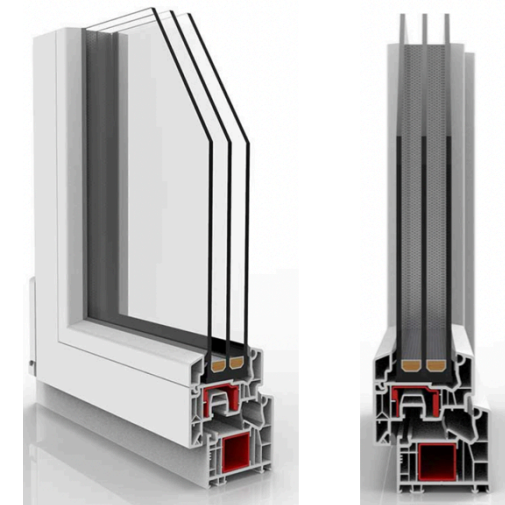
SUPERFICIE PARETI ESTERNE	140,000
COSTO TOTALE	10500,00 €

• Isolamento copertura



SUPERFICIE COPERTURA	87,755
COSTO TOTALE	4300,00 €

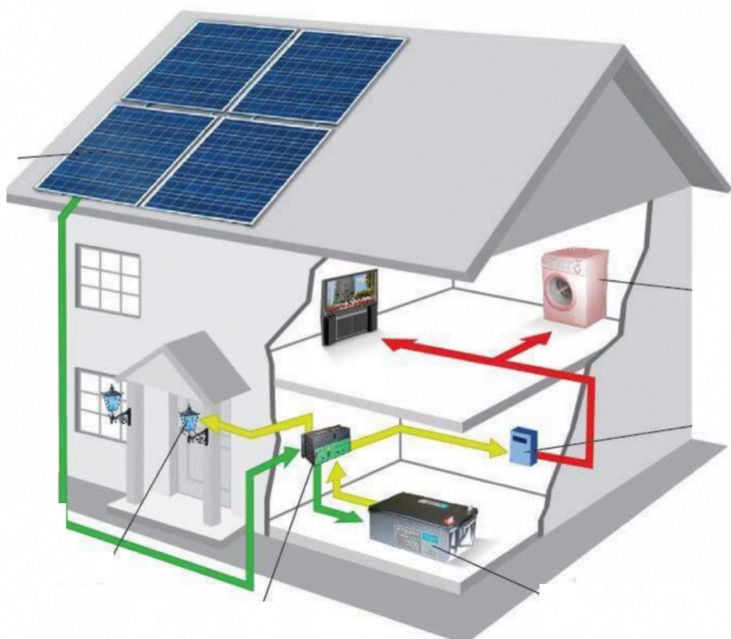
• Sostituzione serramenti



COSTO TOTALE	5800,00 €
--------------	-----------

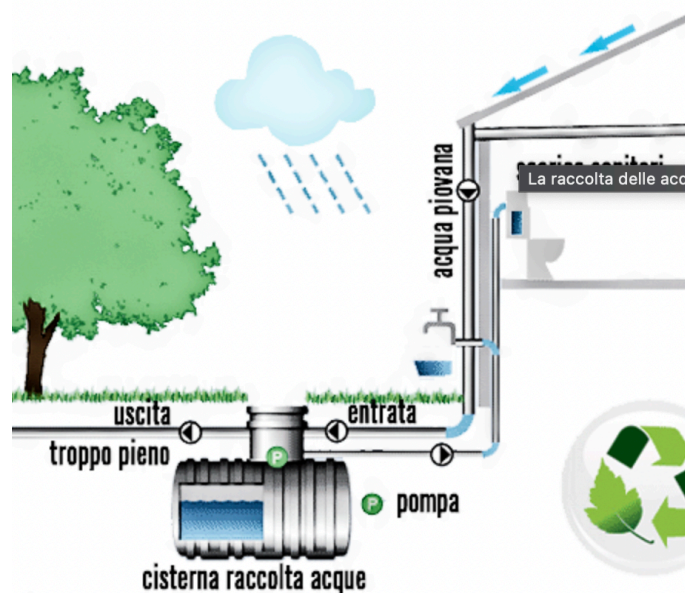
La riqualificazione energetica prevederà:

- Impianto fotovoltaico con accumulo



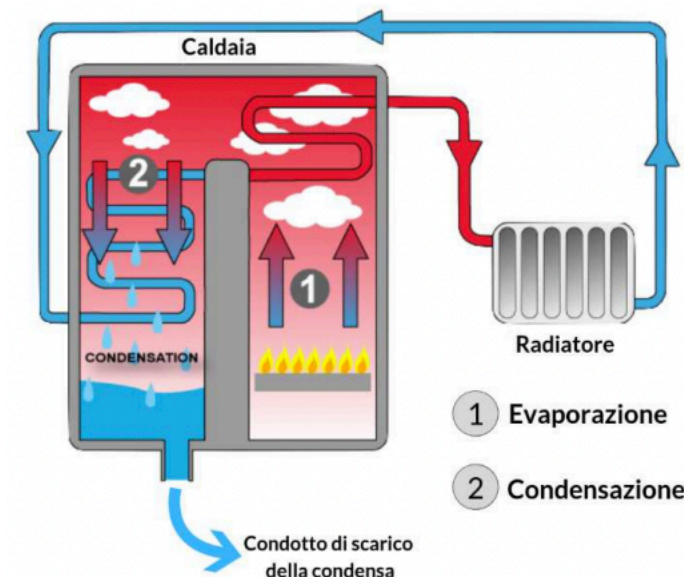
COSTO TOTALE 11000,00 €

- Impianto di irrigazione con serbatoio raccolta acqua piovana



COSTO TOTALE 2000,00 €

- Caldaia a condensazione



rendimento
medio globale η 78,9%

COSTO TOTALE 2000,00 €

Determiniamo adesso il tempo necessario a rientrare delle spese per la riqualificazione energetica a partire dal calcolo del risparmio economico legato alla riduzione dei consumi. Il tempo di ritorno dell'investimento si può calcolare come rapporto tra le spese sostenute per la realizzazione dell'intervento e i risparmi medi annui conseguenti al minor consumo di energia al netto di eventuali costi.

- Impianto fotovoltaico con accumulo

NUOVA SPESA MEDIA ANNUA + IVA	75	€
RISPARMIO	672,70	€
TEMPO DI RITORNO INVESTIMENTO INIZIALE	22	ANNI
COSTO TOTALE	14600,00 €	
QUOTA AMMORTAMENTO	608,33 €	

- Impianto di irrigazione con serbatoio raccolta acqua piovana

NUOVO CONSUMO MEDIO ANNUO	250,50
NUOVO COSTO ANNUO + IVA	217,73 €
RISPARMIO ANNUO	9,13 €

- Isolamento e nuovo generatore di calore: ripetiamo il procedimento per il calcolo del consumo previsto individuando le dispersioni e il rendimento medio globale post riqualificazione energetica e quindi il risparmio dovuto a eventuali diminuzioni del consumo

TOTALE PERDITE PER TRASMISSIONE [W]	3253,23
TOTALE GENERALE [W]	4418,50
coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente	0,530
CONSUMO PREVISTO	1442,174 Smc
COSTO TOTALE	21450,00 €
RISPARMIO ANNUO	741,07 €
TEMPO DI RITORNO INVESTIMENTO INIZIALE	29

COSTO SOSTITUZIONE SERRAMENTI	5050,00 €
QUOTA ANNUA AMMORTAMENTO	144,29 €
COSTO ISOLAMENTO COPERTURA	4100,00 €
QUOTA ANNUA AMMORTAMENTO	82,00 €
COSTO SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE	691,52 €
QUOTA ANNUA AMMORTAMENTO	31,02 €
COSTO CAPPOTTO ESTERNO	10500,00 €
QUOTA ANNUA AMMORTAMENTO	210,00 €

DETRAZIONI E AGEVOLAZIONI FISCALI

- Bonus Facciate
- Bonus caldaie
- Bonus verde
- Bonus per impianto fotovoltaico
- Bonus infissi

Il modo per fruire dell'agevolazione, una volta eseguito e pagato il tutto tramite bonifico parlante, è quello di applicare la detrazione in percentuale sulla spesa individuando così la spesa detraibile. Quest'ultima dovrà essere suddivisa in 10 quote di pari importo e ogni quota potrà poi essere detratta dalle tasse tramite dichiarazione dei redditi.

Quindi valutando i bonus legati alle detrazioni fiscali saremo capaci di diminuire di molto gli anni necessari al rientro dell'investimento iniziale necessario alla riqualificazione energetica in quanto ogni anno una parte delle spese viene detratta dalle tasse.

Abbiamo visto come la riqualificazione energetica sia uno strumento efficace per la diminuzione dei consumi in un'unità immobiliare ad uso abitativo permettendo inoltre di ridurre le spese annue. Nella relazione abbiamo valutato alcune possibilità di interventi atti alla riqualificazione energetica adatti per l'immobile in esame sapendo che in generale le possibilità di scelta degli interventi è più ampia permettendoci quindi di scegliere le possibilità che più si adattano al diverso tipo di immobile che si esamina e in cui si vuole intervenire.

La difficoltà nel reperire le risorse economiche per effettuare una riqualificazione energetica ovviamente varia in funzione dei costi relativi agli interventi necessari. In poche parole più importanti sono i lavori previsti maggiore sarà l'investimento iniziale e a questo scopo sono stati introdotti dallo stato italiano delle agevolazioni capaci di incentivare i cittadini ad effettuare la riqualificazione energetica anche per investimenti importanti permettendo così una riduzione dell'impatto ambientale legato agli edifici.