

Università IUAV di Venezia

Corso di laurea magistrale in  
ARCHITETTURA E INNOVAZIONE – Percorso SOSTENIBILITA'

Tesi di laurea

## ANALISI DEGLI EFFETTI DELLE POLITICHE PER IL RISPARMIO ENERGETICO NEL COMUNE DI SCHIO

Relatore:  
**Prof.ssa Francesca Cappelletti**

Candidato:  
**Giovanni Pastori**

Correlatore:  
**Prof. Piercarlo Romagnoni**  
**Prof. Sergio Copiello**  
**Ing. Valerio Dellai**

### Sintesi

Il cambiamento climatico è sotto gli occhi di tutti: l'atmosfera e gli oceani si sono surriscaldati; il livello del mare si è alzato; le stagioni sono cambiate, influenzando il clima come nel caso delle piogge che determinano a loro volta la salinità del mare; gli oceani si sono acidificati e i ghiacciai si stanno sciogliendo. A far fronte a questi mutamenti climatici si è impegnata l'Unione Europea, decidendo di intervenire per contenere il surriscaldamento terrestre entro i 2°C, avviando un processo di decarbonizzazione a tappe decennali di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera rispetto ai valori del 1990.

- 2020: -20% delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto all'anno di riferimento;
- 2030: -40% delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto all'anno di riferimento;
- 2040: -60% delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto all'anno di riferimento;
- 2050: -80% delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto all'anno di riferimento.

Nello scenario europeo, nel 2008, è nata una nuova organizzazione per le realtà locali, ovvero i comuni, chiamata *Patto dei Sindaci*, con l'obiettivo comune di decarbonizzazione posto dall'UE, implementandone gli obiettivi: +20% di produzione di energia rinnovabile; -20% di utilizzo di energia primaria.

A tale patto partecipa anche il Comune di Schio che, per raggiungere gli obiettivi prefissati di risparmio energetico, ha attuato due politiche di incentivazione per interventi finalizzati a questo scopo: un incentivo economico e un incentivo volumetrico. I risultati ottenuti da Schio saranno oggetto di analisi in questa tesi.

Dal 2005 l'Italia ha intrapreso un iter legislativo finalizzato al risparmio energetico, e dal 2008 anche dal comune scledense.

Per quanto riguarda l'incentivazione **economica** (2008-2011) l'amministrazione oggetto d'analisi ha stabilito un corrispettivo per alcune tipologie di intervento determinando la percentuale dello stesso, il minimo e massimo erogabile e, in alcuni casi, anche una spesa minima. In particolare quelle richieste sono indicate nella seguente *tabella 1*.

*Tabella 1: principali interventi incentivati.*

Intervento	Requisito d'accesso	Spesa minima [€]	% incentivo	Incentivo minimo [€]	Incentivo massimo [€]
Edificio a minori consumi energetici	Classe A o B	-	10	1000	4000
Riqualificazione energetica	EPI prog < Epi lim	20000	5	1000	5000
Sostituzione infissi	Uw prog < Uw lim	5000	5	250	3000
Impianto solare termico	Produzione ACS > 50% del fabbisogno	4000	5	250	3000
Impianto fotovoltaico	Potenza installata > 2 kWp a unità	10000	9	900	2000

Per quanto concerne l'incentivazione **volumetrica**, essa consiste in uno scomputo delle pareti perimetrali dell'edificio realizzato. Il volume così scomputato viene considerato come volume aggiuntivo edificabile.

- **Classe B:** conferisce uno scomputo pari al 50% del volume delle pareti perimetrali;
- **Classe A:** conferisce uno scomputo pari al 100% del volume delle pareti perimetrali.

Il comune di Schio è sito a nord della provincia di Vicenza (Veneto), posizionato allo sbocco della Val Leogra e circondato da un sistema collinare prealpino. Il territorio è il secondo per estensione nella provincia, con i suoi 66 km quadrati. Il comune si trova ad una quota media di 234 m slm e attesta i suoi estremi a 200 m e 1696 m slm. La popolazione censita si attesta a 39.443 abitanti, corrispondenti a 17.054 famiglie, rendendo Schio uno dei comuni più popolosi del vicentino.

Per quanto riguarda il clima, la zona considerata è ad elevata piovosità, la media degli ultimi cinque anni è di 1.570 mm di pioggia, con una temperatura media annuale degli ultimi dieci anni attestata a 14°C e un'umidità relativa media dell'ultimo decennio pari al 67%.

Le pratiche presentate in municipio per l'accesso agli incentivi sono state 293, corrispondenti all'8% delle pratiche totali. Di queste 293 ne fanno parte 279 per incentivo economico e 26 per incentivo volumetrico. Il numero massimo di interventi eseguiti si riscontrano nel 2009 e 2010, con rispettivamente 83 e 165 interventi. Il motivo di ciò si ritrova sulla distribuzione degli incentivi annuali, dove i picchi sono proprio nei due anni sopra citati: 2009 con 213.690,44 € e 2010 con 446.244,61 €. Il totale fondi stanziati dal comune nel corso dei quattro anni di politica economica è stato di 702.696,99 € con una media a intervento calcolata a 2.631,82 €.

Per poter calcolare e valutare i benefici ottenuti da tali politiche sostenute dall'amministrazione al fine del risparmio energetico si è dovuto andare ad esaminare pratica per pratica, attraverso un'esperienza lavorativa nel Comune di Schio, per estrarre i dati di partenza necessari per ogni tipologia di intervento. La metodologia di calcolo usata si diversifica in base alla tipologia realizzata. Le tipologie individuate sono tre: installazione di fotovoltaico e di solare termico per i quali per le quali il metodo di calcolo utilizzato **considera energia risparmiata quella prodotta dal pannello**. La terza tipologia riguarda la costruzione di edifici a minori consumi energetici, le riqualificazioni energetiche e la costruzione di edifici soggetti a incentivazione volumetrica. Per quest'ultima tipologia il metodo di calcolo usa come dato principale l'**EPI** (indice di prestazione invernale). Viene calcolata la **differenza** tra l'indice di progetto e quello limite di legge e, applicando il risultato così ottenuto alla **superficie utile** dell'edificio, si otterrà l'**energia primaria risparmiata**. Da quest'ultima verrà calcolato il risparmio economico conseguito e le emissioni evitate in atmosfera.

Tabella 2: interventi eseguiti per tipologia.

Fotovoltaico	Solare termico	Edifici a minori consumi energetici	Riqualificazioni energetiche	Edifici volumetrici
200	17	35	1	26

I risultati ottenuti verranno ora analizzati passo passo. Con l'incentivazione economica si è conseguito un risparmio di energia pari a 315,80 Tep; un risparmio economico a seguito degli interventi pari a 424.446,60 €/anno e un totale di emissioni di CO<sub>2</sub> evitate in atmosfera pari a 584,81 tCO<sub>2</sub>/anno.

Con l'incentivazione volumetrica invece, si sono risparmiati 77,05 Tep di energia, 68.401,70 €/anno e 124,58 tCO<sub>2</sub>/anno evitate in atmosfera, a fronte di un totale volume scomputato pari a 2.147,26 m cubi.

Lo scenario totale presenta quindi:

- energia risparmiata: 392,85 Tep;
- euro risparmiati da interventi: 492.848,30 €/anno;
- emissioni di CO<sub>2</sub> evitate: 708,99 tCO<sub>2</sub>/anno.

Il totale di emissioni evitate di CO<sub>2</sub> in atmosfera incide, rispetto all'anno di riferimento, che per il Comune di Schio è il 2006, per lo **0,28%** sulla totalità dei settori produttivi. Se invece si considera il solo settore residenziale, i risultati hanno inciso per l'**1,01%**.

I risultati ottenuti sono evidentemente molto bassi, ciò è dovuto come visto ai pochi interventi eseguiti e ad altre componenti della formula di incentivazione, che vedremo successivamente, che non hanno inciso molto sulla scelta del privato cittadino. Si vuole prima però analizzare in maniera approfondita i risultati ottenuti suddivisi per tipologia di intervento.

Con i risparmi precedentemente ottenuti si è potuto identificare quale fosse la fonte energetica che ha prodotto i risultati migliori, identificata nella fonte elettrica la primo posto e gas naturale al secondo. La stessa cosa è stata fatta per identificare gli interventi più vantaggiosi che sono risultati il fotovoltaico e la costruzione di edifici a minori consumi energetici.

Sono stati successivamente elaborati alcuni indici che hanno permesso di mettere in relazione tra loro gli interventi analizzati.

Il primo analizza l'energia risparmiata ad euro incentivato dal comune. Per l'ente risulta conveniente investire nell'intervento di costruzione degli edifici a minori consumi energetici.

Il secondo indice mostra quanto l'incentivo ha inciso sulla spesa sostenuta dall'utente. Risultano vantaggiosi per il soggetto che richiede incentivo gli interventi di solare termico, il quale ha la percentuale più elevata, e il fotovoltaico. Qui non sono considerati gli interventi di riqualificazione energetica e degli edifici a minori consumi energetici, in quanto non era reperibile il dato di costo dell'intervento.

Il terzo indice identifica il costo di un kWh termico risparmiato per il comune. Risultano meno costosi i kWh termici risparmiati dagli edifici a minori consumi. Analisi distinta è fatta per il fotovoltaico, in quanto valuta la produzione di energia elettrica, il cui costo per il comune è di 0,55 € a kWh risparmiato. Risulta essere più costosa dell'energia prodotta da fonti fossili non rinnovabili.

Il seguente indice è l'opposto del precedente. Esso mostra quanto risparmio energetico produce un euro incentivato dal comune per ogni intervento. Il maggior risparmio è così prodotto dagli edifici a minori consumi energetici a singolo euro erogato. Per il fotovoltaico produce invece un risparmio di 1,80 kWh elettrici.

Il seguente indice individua l'intervento che ha inciso maggiormente nelle evitate emissioni di CO<sub>2</sub> poste come obiettivo al 2020. Gli interventi che hanno inciso di più sono il fotovoltaico e gli edifici a minori consumi energetici. Mostrando quindi la strada da percorrere per il comune per raggiungere gli obiettivi prefissati in maniera più efficace. L'indice successivo è correlato al precedente in quanto individua sempre l'intervento che ha inciso maggiormente, preso però a livello unitario per ogni tipologia, dividendo quindi i risultati precedenti per il numero di interventi eseguiti. A livello unitario l'intervento che ha influito maggiormente è stato la costruzione di edifici a minori consumi energetici, seguito dagli edifici volumetrici.

Il settimo indice identifica l'intervento che ha evitato il maggior quantitativo di emissioni di CO<sub>2</sub> ad euro incentivato dal comune. L'intervento più efficace risulta essere ancora una volta la costruzione di edifici a minori consumi energetici.

Infine, quest'ultimo indice, determina quale sia l'intervento più conveniente per il comune per raggiungere gli obiettivi del 2020. Il fondo minore da stanziare corrisponde, nuovamente, agli interventi di costruzione di edifici a minori consumi energetici, identificandoli come l'intervento migliore su cui l'amministrazione dovrebbe puntare per politiche di risparmio energetico di questo tipo. Non rientrano in questa stima gli edifici volumetrici, in quanto non soggetti ad incentivo economico. Essi vengono analizzati qui di seguito.

L'analisi fatta per gli edifici volumetrici consiste nel determinare se l'ampliamento concesso dall'incentivo ha determinato una effettiva convenienza per il privato che ne ha fatto uso o se sia diventato un costo per lo stesso.

Per determinare la convenienza all'ampliamento è stato suddiviso il territorio in zone OMI, come disposto dall'agenzia delle entrate, e per ogni zona è stato rilevato il prezzo di mercato da fonti indirette, maggiorato di 150 €/mq nel caso di edifici in classe energetica A e di 100 €/mq nel caso di edifici in classe B. Il metodo usato parte dal **calcolo dei valori di mercato** degli edifici considerati, in classe A o B, e di un suo omologo in classe C (minimo standard di legge per le nuove costruzioni). Con questi due valori è possibile quindi stabilire il **surplus** che il proprietario deve spendere per migliorare le prestazioni energetiche rispetto alla classe C. Vengono successivamente calcolati i **costi energetici annui**, sia dell'edificio considerato che del suo omologo "standard" tramite gli EPi di progetto e quelli limite di legge. Viene infine calcolata la differenza tra i costi energetici annui dell'edificio di riferimento e del suo omologo in classe C e il risultato viene **capitalizzato**. A questo punto è possibile determinare la convenienza all'ampliamento confrontando il risultato della differenza tra i costi energetici capitalizzata e il surplus speso. Se i costi energetici capitalizzati risultano maggiori del surplus l'ampliamento risulta **conveniente**, in caso contrario l'ampliamento risulta un **costo** e quindi sconveniente.

E' stato determinato che la maggior parte degli edifici volumetrici considerati rientra nella classe energetica B (66%). La convenienza si è riscontrata nel **91%** dei casi, corrispondente a 64 unità abitative, mentre l'ampliamento è risultato sconveniente nel **9%** dei casi, corrispondente a 6 unità.

Del 91% dei casi in cui si è riscontrata convenienza ne fanno parte la totalità di edifici in classe A e l'87% degli edifici in classe B.

Si può quindi considerare positiva tale incentivazione, dato che oltre ad ottenere un risparmio energetico, il

proprietario ha ottenuto anche un ampliamento volumetrico con conseguente aumento del valore dell'immobile.

Come si diceva in precedenza la causa degli scarsi risultati ottenuti è data dalle poche domande di accesso presentate. Il motivo di queste poche domande è semplice e si riscontra nelle modalità di accesso e di erogazione degli incentivi comunali che risultano peggiori rispetto a quelli dello scenario nazionale, con la conseguente adesione da parte del privato a questi ultimi. Analizzando brevemente le differenze, nello scenario nazionale troviamo un'**aliquota** per l'incentivo del 55% a fronte della massima riscontrata nello scenario comunale del 10%. Sempre a livello comunale sono presenti dei **requisiti di accesso** all'incentivo che in alcuni casi corrispondono ad un'ingente spesa minima da sostenere; requisiti che a livello nazionale non sono presenti. Inoltre anche i **tetti massimi erogabili** sono sensibilmente diversi, rendendo lo scenario nazionale molto più appetibile rispetto quello comunale.

Anche ipotizzando il proseguo delle politiche qui adottate fino all'oggi (2016) le stime dei risultati ottenuti sarebbero grandemente insufficienti al raggiungimento dei risultati prefissati. Al 2016 è stato stimato una riduzione dello **0,55%** sul totale dei settori produttivi e dell'**1,91%** sul solo settore residenziale.

Per questo sono stati ipotizzati alcuni scenari futuri in grado di dare una spinta al raggiungimento e miglioramento degli obiettivi 2020.

Il primo scenario prende in considerazione il termovalorizzatore per lo smaltimento dei rifiuti presente nel territorio. Esso è composto da tre linee, con una capacità giornaliera di 203 tonnellate di rifiuti totali. Da questo è stata pensata una possibile rete di **telericaldamento** per le utenze nel territorio.

La potenza calcolata di due linee dell'impianto è di 148.473,89 Mwh/anno che messa in relazione con il fabbisogno annuo di energia primaria di un edificio "tipo" (in classe C) calcolata in 11.826,54 kWh/anno, potrebbe servire **20.087 abitazioni, ovvero la totalità degli edifici di Schio**.

I vantaggi di questo sistema si riscontrano nelle minori emissioni in atmosfera, date dallo spegnimento dei generatori privati, con conseguente aumento della sicurezza domestica. Un altro importante vantaggio sono i minori costi dell'energia così prodotta rispetto la fonti fossili.

Il secondo scenario ipotizza lo **sviluppo della fonte elettrica** nel territorio, andando ad incrementare la produzione idroelettrica data lo storico legame che ha il territorio con l'acqua, ed abbinando ad esso la produzione elettrica data dal termovalorizzatore, pari a 14.900 Mwh prodotti annualmente, che sarebbero in grado di ricoprire un totale calcolato di 5.500 abitazioni.

A questo è stato pensato inoltre la proposta di sviluppo di una **smart-grid** per ottimizzare la gestione elettrica e un **incentivo** per la conversione in elettrico e per il miglioramento della tecnologia elettrica esistente.

I vantaggi di questo scenario sarebbero un uso più intelligente dell'energia e un minor costo della stessa, dovuto alla produzione da fonti energetiche alternative e rinnovabili.

In conclusione, come visto, le due politiche intraprese dal Comune di Schio hanno avuto un impatto minimo, evitando meno dell'1% delle emissioni globali rispetto al 2006, risultato condizionato dall'esiguo numero di interventi.

Gli interventi più efficaci sono stati gli edifici di nuova costruzione, in quanto a livello nazionale riguardavano solo interventi sull'esistente. Anche il fotovoltaico si è rivelato positivo, in quanto l'incentivo comunale era cumulabile con quello nazionale rendendolo l'intervento più numeroso.

Pochi sono stati gli interventi per il solare termico, sostituzione degli infissi e riqualificazioni. Il motivo si riscontra nella **maggior appetibilità degli incentivi statali** dove non erano richiesti requisiti di accesso e il massimo incentivabile era di molto maggiore a quello comunale.

Una criticità riscontrata in alcuni casi, è stata la mancanza del dato di spesa sostenuto.

E' stata poi pensata la predisposizione di una **tabella** dove un tecnico o lo stesso progettista possa inserire i dati necessari per i calcoli sul risparmio energetico al fine di velocizzare e migliorare il monitoraggio e il calcolo dei consumi.

La politica quindi, non è stata sufficiente al raggiungimento degli obiettivi al 2020. E' utile quindi prevedere dei piani futuri, considerando ciò che è disponibile sul territorio, come il termovalorizzatore e il sistema idroelettrico.

In ultima per migliorare ulteriormente i risultati possono essere considerati anche altri settori come quello dei trasporti, che causa il maggior consumo ed emissioni, e il settore industriale.