

---

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in  
Architettura per il Progetto Sostenibile



Tesi di Laurea Magistrale:

*Valutazione dell'influenza della classe energetica sui prezzi  
degli immobili residenziali nella città di Torino*

*Relatore:*  
Prof.ssa Elena Fregonara

*Candidato:*  
Lorenzo Castegnaro

*Co-relatori:*  
Prof. Valerio Lo Verso  
Arch. Alice Barreca

---

---

Ringrazio la Prof.ssa Fregonara,  
il prof. Lo Verso  
e l'arch. Alice Barreca  
per il supporto, la cortesia e la disponibilità  
dimostratemi durante la stesura.

---

## INDICE

### INTRODUZIONE

### CAPITOLO 1

#### PERFORMANCE DEGLI EDIFICI E POLITICHE ENERGETICHE INTERNAZIONALI: INQUADRAMENTO NORMATIVO

1.1 INTRODUZIONE.....	pag. 11
1.2 L'UNIONE EUROPEA E L'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI, ASPETTI REGOLAMENTATIVI.....	pag. 19
1.3 LE PRINCIPALI EPBD CHE HANNO DETERMINATO LO SVILUPPO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA NELL'EDILIZIA.....	pag. 22
1.3.1 <i>Epbid 2018/844/UE, disposizioni per l'efficienza in Europa</i> .....	pag. 26
1.3.2 <i>Novità introdotte dalla normativa EPBD 2018/844 rispetto alla precedente EPBD 2010/31/UE</i> .....	pag.28
1.3.3 Sintesi dei contenuti del rapporto ENEA sulle disposizioni della EPBD 2018/844.....	pag.29
1.4 INCENTIVI PER IL RISPARMIO ENERGETICO IN ITALIA.....	pag.36
1.5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	pag.38

### CAPITOLO 2

#### INDAGINE SUI COMPORTAMENTI DELLA DOMANDA E SULLA FORMAZIONE DEI PREZZI

2.1 INTRODUZIONE.....	pag.40
-----------------------	--------

---

2.2 INDAGINE CONOSCITIVA SULLE CARATTERISTICHE DEGLI IMMOBILI TRAMITE SURVEY.....	pag.41
2.3 ANALISI DELL'ATTUALE QUESTIONARIO OICT.....	pag.46
2.4 NUOVO QUESTIONARIO "LA TUA CASA" IN OTTICA DI EFFICIENZA ENERGETICA" .....	pag.53

## CAPITOLO 3

### ANALISI DEI PREZZI TRAMITE MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS

3.1 INTRODUZIONE.....	pag.63
3.2 REVIEW BIBLIOGRAFICA.....	pag.65
3.3 MODELLI DI REGRESSIONE, ASPETTI METODOLOGICI.....	pag.74
3.3.1 SIMPLE REGRESSION ANALYSIS .....	pag.77
3.3.2 MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS.....	pag.87

## CAPITOLO 4

### COSTRUZIONE DEL MODELLO E TEST SPERIMENTALI SUL CAMPIONE OICT

4.1 INTRODUZIONE.....	pag.96
4.2 PRESENTAZIONE DEL DATABASE OICT E ANALISI PRELIMINARI SUL CAMPIONE.....	pag.99
4.2.1 IDENTIFICAZIONE DEGLI OUTLIERS .....	pag.110
4.3 ANALISI DESCRITTIVE.....	pag.114
4.4 CORRELAZIONE TRA LE VARIABILI.....	pag.120
4.5 MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS, CON IL METODO OLS.....	pag.122
4.6 CONFRONTO OLS SUL DATABASE C CON OLS "FREGONARA, ROLANDO, VELLA, SEMERARO" .....	pag.130

---

CONCLUSIONI.....pag.142

BIBLIOGRAFIA

---

## INTRODUZIONE

La crisi climatica che sta attraversando il Pianeta impone di intervenire sull'attuale modello di società per un futuro diverso, lontano dai combustibili fossili, nel rispetto di chi abita il pianeta oggi e soprattutto di chi lo abiterà in futuro. Il patrimonio immobiliare rappresenta uno dei principali produttori di CO<sub>2</sub> e polveri sottili (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>) e necessita di interventi strutturali affinché si riduca la domanda di energia ad esso correlata.

L'Unione Europea nel 2002 ha dato il via ad un iter di riforme che porteranno alla completa de-carbonizzazione del patrimonio immobiliare entro il 2050. Nell'ultima EPBD 2018/844/UE sono fissati gli obiettivi a breve (2030), medio (2040) e lungo termine (2050) e sono introdotte modifiche alle precedenti normative che puntano a favorire investimenti pubblici e privati per riqualificare il patrimonio esistente. In questo contesto ha assunto sempre più rilevanza il livello di prestazione energetica di un'unità immobiliare o di un intero edificio, espresso mediante l'Attestato di Prestazione Energetica (APE). Esso rappresenta uno strumento che certifica la qualità di edifici esistenti o di nuova costruzione, obbligatorio dal 2012 ai fini di concludere una compravendita o un contratto di locazione.

In letteratura sono presenti diversi studi i quali affermano che, negli ultimi anni, in Europa, l'APE sta iniziando ad influire sulle preferenze dei consumatori verso l'acquisto di immobili ad elevata classe energetica. Studi pregressi hanno evidenziato come nel mercato immobiliare della città di Torino l'interesse verso la classe energetica sia, seppur lentamente, in crescita.

Oggi, è interessante comprendere, ai fini di prevedere il mercato, se l'APE rappresenti un fattore rilevante o meno nelle scelte di chi intende acquistare un immobile.

---

Sulla base di quanto detto, è sviluppato un lavoro di tesi volto ad analizzare la disponibilità dei consumatori a investire per immobili energetico-efficienti, nell'ambito territoriale della città di Torino.

In primo luogo è messo a punto un questionario utile a valutare la percezione dei compratori, successivamente sono analizzati i prezzi di offerta di un campione di immobili raccolto nell'anno 2018 dall'*Osservatorio Immobiliare della Città di Torino (OICT)*, attraverso l'utilizzo di un modello edonico.

Le tematiche trattate in questa tesi sono suddivise in quattro capitoli principali.

Nel primo capitolo è espressa la relazione tra lo sviluppo del concetto di sostenibilità nell'edilizia e le direttive europee che si sono avvicendate dal 2002 ad oggi e che hanno gettato le fondamenta per lo sviluppo del mercato del rinnovamento energetico.

È analizzata la recente normativa EPBD 2018/844/UE, tramite un confronto con la precedente, con l'intento di individuare gli obiettivi e le modalità in cui l'Unione intende incentivare lo sviluppo di immobili energetico-efficienti sul territorio degli Stati membri, nei prossimi anni. È approfondito inoltre il ruolo dell'Attestato di Prestazione Energetica, sempre più centrale nell'ambito di una compravendita immobiliare, attraverso la presentazione di alcuni casi studio.

Nel secondo capitolo è proposto un modello di analisi della domanda per l'efficienza energetica attraverso l'utilizzo del questionario.

Il questionario, se strutturato adeguatamente, rappresenta uno strumento accreditato per valutare dov'è rivolto l'interesse di chi si appresta ad acquistare casa.

Sulla base del questionario "La Tua Casa" (*messo a punto dall'OICT*)<sup>1</sup> è formulato un nuovo questionario, che in parte modifica il precedente,

---

<sup>1</sup> [http://www.oict.polito.it/questionario\\_on\\_line](http://www.oict.polito.it/questionario_on_line)

---

proponendone un miglioramento. Esso prevede infatti l'inserimento di specifiche domande, volte a sondare la sensibilità dei compratori riguardo la tematica.

Nel terzo capitolo dopo un'analisi del *background* metodologico di supporto alla costruzione del *modello di regressione* e della letteratura sul tema, vengono poste le basi per la fase successiva di sperimentazione sul campione.

Nel quarto capitolo vengono effettuati i test sperimentali tramite l'utilizzo del modello edonico sui prezzi di offerta, applicato a un campione di immobili, nella città di Torino, riferito all'anno 2018 (rilevazioni OICT).

Svolte le analisi descrittive ed individuata una relazione tra prezzo di vendita e classe energetica si procede con l'analisi dei prezzi marginali e la stima del peso della classe energetica, tramite un *modello di regressione multipla*, illustrando i passaggi che hanno condotto ai risultati finali con le relative verifiche per attestare l'attendibilità del modello.

Il modello di regressione è applicato prima all'intero territorio cittadino ed in seguito ad una zona specifica, per analizzare diverse variabili che influenzano il prezzo.

Sono espresse infine le riflessioni conclusive sulla base dei risultati raccolti nelle analisi sperimentali. Tali riflessioni vengono poi confrontate con pregressi studi, al fine di effettuare una riflessione sul grado di recepimento degli indirizzi regolamentativi in materia energetica da parte dei soggetti attivi nel mercato immobiliare, in particolare venditori ed acquirenti.

# CAPITOLO 1

---

PERFORMANCE DEGLI EDIFICI E POLITICHE ENERGETICHE  
INTERNAZIONALI: INQUADRAMENTO NORMATIVO

1

---

## 1.1 INTRODUZIONE

L'utilizzo del termine "sostenibilità" negli ultimi anni è divenuto sempre più frequente. Dalla pubblicazione del Rapporto Brundtland nel 1987 dove, per la prima volta, furono esplicitati i concetti di "sostenibilità" e "sviluppo sostenibile", questo approccio culturale, improntato a limitare lo spreco di risorse, naturali e non, ha progressivamente rivoluzionato il pensiero comune, ponendo al centro la necessità di un'inversione di rotta della società verso un modello di vita e produzione più attento all'utilizzo delle risorse naturali e rispettoso dell'ecosistema, che, in sintesi: «consenta alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri»<sup>2</sup>.

L'architettura è stata tra i primi settori a sposare l'idea di sostenibilità, anche a causa dell'enorme potenziale di risparmio energetico insito nel settore.

Ciò ha portato all'affermazione dell'"Architettura Sostenibile", un modo differente di concepire la progettazione, basato sui principi della sostenibilità<sup>3</sup> che si declina principalmente in tre aspetti tra loro complementari: *economico, ambientale, sociale*. (Fig.1)

Nel dibattito attuale, la *sostenibilità economica* dell'architettura, riguarda principalmente gli aspetti legati alla riduzione dei costi relativi alla domanda di energia e all'impiego oculato di risorse, per limitare lo spreco di materie prime, prediligendo alle costruzioni *ex-novo*, il recupero del patrimonio esistente, laddove possibile.

L'architettura sostenibile intende ottimizzare le risorse attraverso un approccio di tipo olistico che consideri tutte le fasi della vita di un manufatto, in ottica *Life Cycle Thinking*, limitando lo spreco di materiale da costruzione e l'utilizzo di combustibili fossili. L'obiettivo è di ridurre le emissioni nocive per l'ambiente, nell'ottica di costituire un'economia circolare in cui si prevedano, sin dalla fase di progetto, aspetti come lo smaltimento del manufatto e i periodici interventi di manutenzione, cercando di limitare il più possibile i costi in termini ambientali ed economici.

---

<sup>2</sup> WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). (1987). *Our Common Future*. Oxford, UK: Oxford University Press. milica.vujosevic@arh.bg.ac.rs

<sup>3</sup> VUJOSEVIC M. (2012). About Sustainable Architecture – a definition. Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia

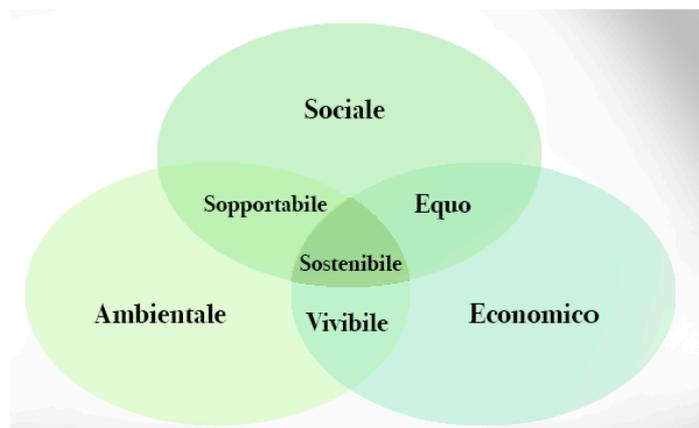


Figura 1 Relazione tra i tre principi della sostenibilità

In Italia, una tappa significativa che ha segnato l'inizio verso la transizione da un modello dissipativo ad un modello conservativo del patrimonio esistente è stata l'introduzione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE).

L'APE è il documento che descrive le potenzialità energetiche di un edificio o di una singola unità immobiliare ed è divenuto obbligatorio in Italia a seguito del Decreto-Legge 63/2013 successivamente convertito in Legge 90/2013. Tale legge venne dunque formulata per bloccare il procedimento di infrazione da parte dell'UE a causa dell'errato recepimento della Direttiva 2002/91/UE e per adempiere alle disposizioni urgenti disposte dalla Direttiva 2010/31/UE.

Il DL 63/2013 introdusse importanti novità nelle certificazioni energetiche rispetto alla precedente legislazione tra cui<sup>4</sup> :

- sostituzione dell'*Attestato di Certificazione Energetica (ACE)* con l'*Attestato di Prestazione Energetica (APE)*;
- obbligo di allegare l'APE agli atti di compravendita immobiliare o trasferimento gratuito della proprietà e a qualsiasi contratto di locazione, pena la nullità degli stessi contratti;
- in caso di promozione ai fini della vendita o della locazione di un immobile, pubblicazione sui corrispondenti annunci dei diversi mezzi di comunicazione commerciali del livello energetico proprio dell'immobile in questione, esplicitazione, inoltre, degli indici di prestazione energetica degli involucri edilizi, della prestazione energetica globale dell'edificio o dell'unità in termini di energia primaria non rinnovabile.

<sup>4</sup> D-L 4 luglio 2013, n. 63, in materia di "Efficienza energetica nell'edilizia"

L'APE introdotto dal DL. 63/2013 certificava le prestazioni energetiche collocando l'edificio in una scala di valori espressa attraverso otto lettere, dalla classe peggiore corrispondente alla lettera G alla classe migliore corrispondente ad A+.

In seguito al DM "Requisiti Minimi" del 26 giugno 2015 (che sostituisce il DPR 59/2009) venne modificato il metodo di calcolo della classe energetica, aggiornando il sistema da otto a dieci classi di cui la più bassa continuava a corrispondere a G mentre le classi A e A+ venivano sostituite con le classi A1, A2, A3, A4.

In seguito nel corso della trattazione saranno approfondite più specificatamente le differenze tra le due metodologie di calcolo. (Fig.2)

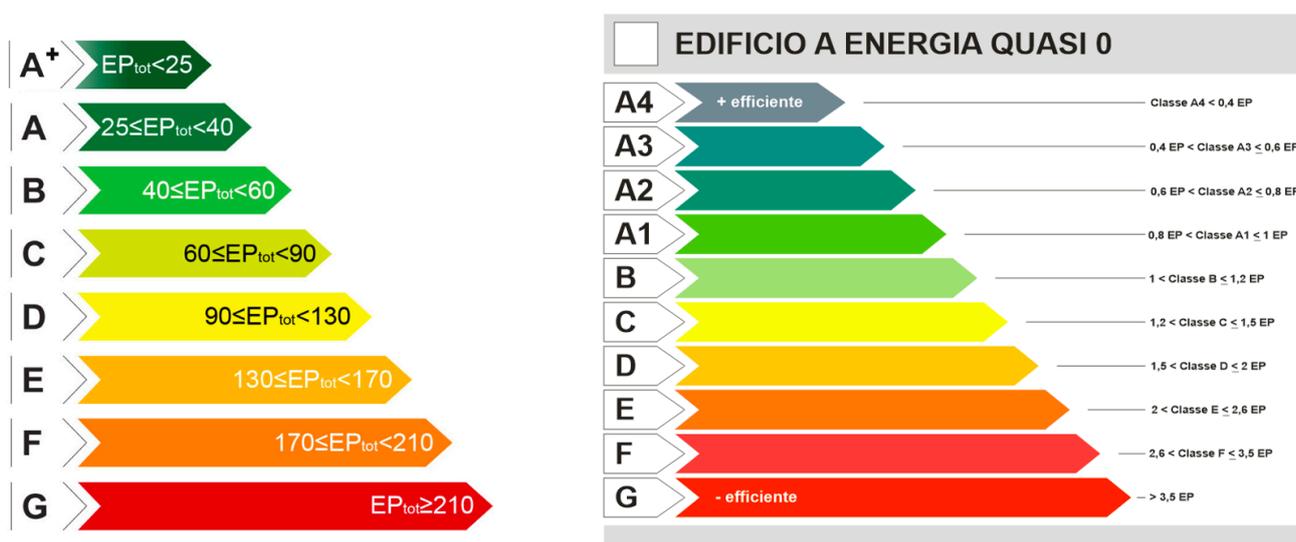


Figura 2. A sinistra i livelli di APE pre-DM 26/06/2015 a destra i livelli di APE pre-DM 26/06/2015

Il progetto "Enerfound,2"<sup>5</sup> che ha coinvolto 12 Stati dell'Unione Europea ha domandato a cittadini provenienti da diversi paesi, attraverso l'utilizzo di un questionario online, di ordinare secondo la propria preferenza, alcune tra le principali caratteristiche comunemente considerate nella scelta di un immobile, come:

- attrattività dell'immobile (in termini di pregio formale)
- stabilità strutturale
- funzionalità degli spazi

<sup>5</sup> A.G. CHARALAMBIDES et al., (2018), The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets, International Journal of Sustainable Energy. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786451.2018.1448399>

- efficienza energetica
- comfort
- altre caratteristiche

Seppur i consumatori identifichino nell’attrattività, nella funzionalità e nella sicurezza strutturale i motivi principali per la scelta di un immobile, la prima ragione per ristrutturare la propria casa riguarda l’efficienza energetica ed in seguito la funzionalità degli spazi (Fig.3).

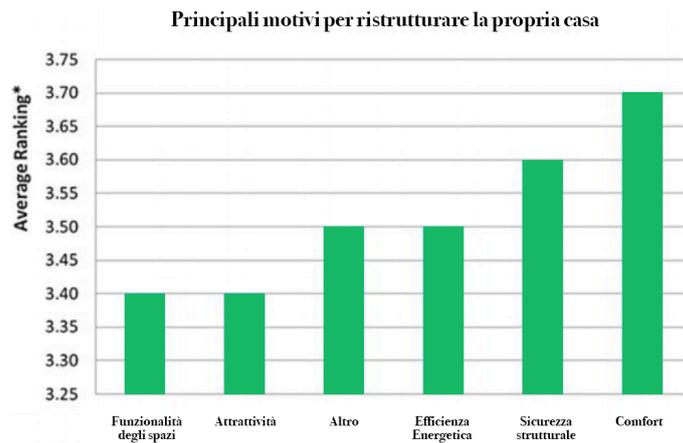


Figura 3. Principali motivi per ristrutturare la propria casa secondo gli intervistati<sup>6</sup>

Inoltre tra chi ha deciso di ristrutturare la propria casa esclusivamente per migliorare il livello dell’APE, il 43% si ritiene estremamente soddisfatto della scelta compiuta, mentre il 29% la considera una scelta comunque molto positiva<sup>7</sup>. (Fig.4)

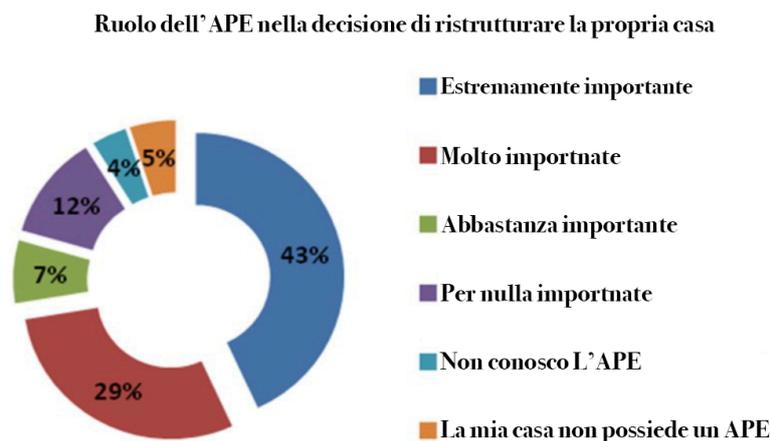


Figura 4. indica il livello di importanza che riveste per gli intervistati l’APE<sup>8</sup>

<sup>6</sup> rielaborazione da A.G. CHARALAMBIDES et al., (2018), The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets. p.3

<sup>7</sup> A.G. CHARALAMBIDES et al., (2018), The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets, International Journal of Sustainable Energy.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786451.2018.1448399>

<sup>8</sup> rielaborazione da A.G. CHARALAMBIDES et al., (2018), The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets. p.8

---

Per quanto riguarda il livello di performance energetica di un edificio o *Energy Efficiency Rating (EER)*, come parametro per acquistare o affittare un immobile, nel contesto dell'indagine è stato richiesto agli intervistati, di dichiarare, innanzitutto, la classe energetica della propria casa ed in seguito se questa avesse influenzato la scelta dell'immobile.

La maggior parte degli intervistati, il 41%, ha risposto che il livello di prestazione energetica ha costituito un aspetto centrale nella scelta dell'immobile, il 24% ha affermato di aver valutato attentamente l'APE, pur non avendogli attribuito un ruolo primario nella scelta, per il 22% non ha costituito un aspetto rilevante nella scelta, infine solo il 13% ha affermato di non aver considerato minimamente l'APE. (Fig.5)

Un'ultima analisi, all'interno di questo studio, ha riguardato l'età degli intervistati. Tracciando un quadro delle risposte sulla base di questo parametro, lo studio ha evidenziato che al di sopra dei 54 anni, gli intervistati attribuiscono un minor interesse alla classe energetica rispetto agli individui di età inferiore e che tra i 35-44 anni, gli intervistati, considerano per la maggior parte l'APE un fattore determinante nell'acquisto di una casa. (Fig.6)

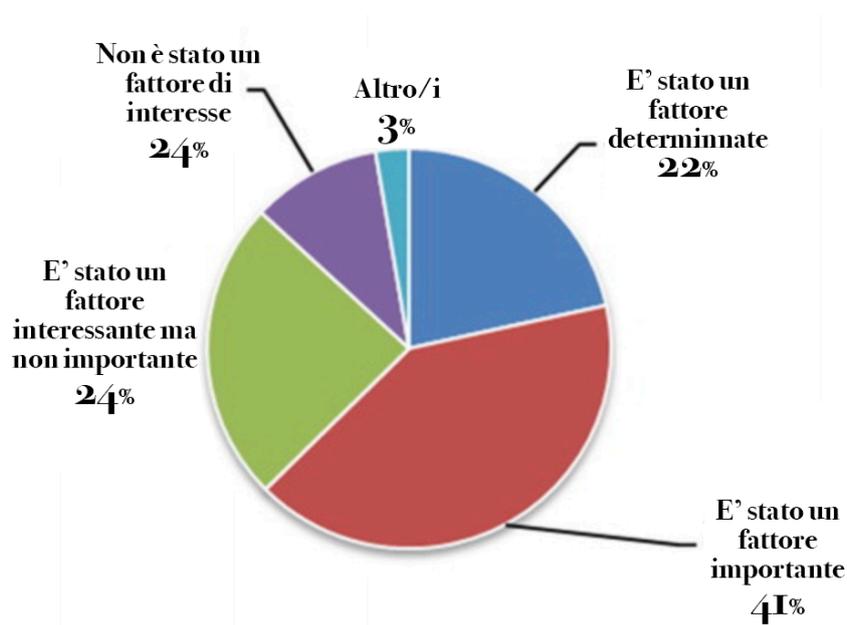


Figura 5. Livello di interesse dei consumatori verso il livello di prestazione energetica nell'acquisto o affitto di un immobile<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> rielaborazione da A.G. CHARALAMBIDES et al., (2018), The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets. p.10

Da questo studio emerge che l'interesse verso l'efficienza energetica riveste ad oggi un ruolo rilevante e tenderà ancor più a crescere, se si considera che le nuove generazioni le attribuiranno ancor più importanza.

Riguardo alla disponibilità a pagare per l'efficienza energetica è significativo il risultato di un recente studio condotto sul mercato immobiliare di Barcellona<sup>10</sup>. A seguito dell'introduzione dell'*Energy Performance of Buildings Directive (EPDB)* e ad una serie di studi pregressi che hanno evidenziato una correlazione positiva tra prezzi di immobili residenziali e classe energetica, è stata condotta un'analisi attraverso l'utilizzo di un modello edonico, applicato ai prezzi di offerta, nel quale sono state considerate una serie di variabili relative allo stato di conservazione dell'immobile e alla posizione. Si afferma che il mercato di Barcellona ha visto negli ultimi anni un incremento del premio in termini di prezzo per l'efficienza energetica, specialmente negli edifici plurifamiliari, fornendo un'importante indicazione agli investitori dato che prezzi di vendita più alti compenseranno una maggior spesa da sostenere per l'efficienza energetica.

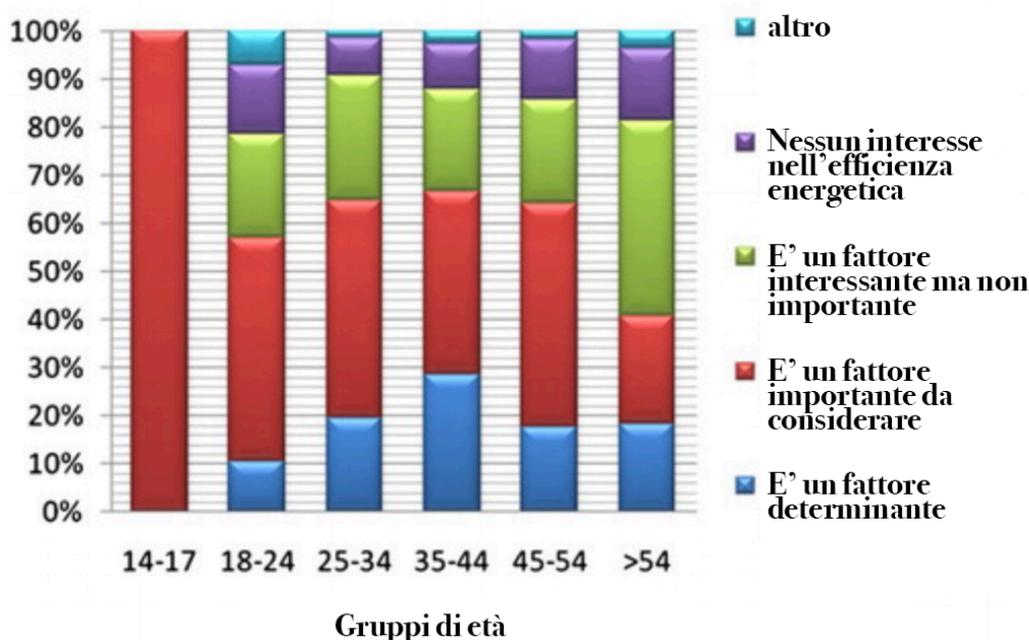


Figura 6. Importanza attribuita all'efficienza energetica a seconda della fascia di età.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> M. DURATE C. RAMIRO, (2019), *The evolution of energy efficiency impact on housing prices: an analysis for Metropolitan Barcelona*. Universidad Católica de Chile (UC). p.156

<sup>11</sup> rielaborazione da A.G. CHARALAMBIDES et al., (2018), *The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets*. p.11

---

Quelli riportati rappresentano soltanto alcuni esempi che dimostrano lo sviluppo del mercato dell'efficienza energetica nel settore immobiliare e suggeriscono come la classe energetica non rappresenti un semplice documento, bensì fornisca delle indicazioni su aspetti di interesse concreto dei compratori, come:

- performance dell'involucro edilizio;
- impianto di riscaldamento;
- impianto di raffrescamento;
- emissione nell'atmosfera di gas climalteranti;
- stato di salute di un immobile e della necessità imminente o futura di effettuare interventi di riqualificazione;
- misura del livello di comfort abitativo;
- indicazione sui costi di gestione delle spese per l'energia che dovranno essere sostenute nel normale esercizio dell'impianto.

Seppur sull'APE non siano riportate indicazioni in termini economici della spesa per l'energia, il documento è redatto sulla base del fabbisogno di energia primaria necessario a garantire il comfort all'interno dell'edificio. Ne consegue che, anche se la classe energetica è determinata dal livello di *E<sub>pgl,nren</sub>* (indice di prestazione energetica globale non rinnovabile), una classe bassa (es. F,G) corrisponde generalmente a costi di gestione e di spesa per l'energia molto più elevati rispetto ad immobili in alta classe energetica (es. B, A1 e superiori). Inoltre un buon livello di prestazione energetica indica generalmente una condizione migliore dell'involucro e dell'impianto per cui non saranno necessari interventi di ristrutturazione nell'immediato periodo dopo l'acquisto, salvo problemi tecnici all'impianto di riscaldamento o di raffrescamento.

Oltre al crescente interesse per la classe energetica, il settore del rinnovamento energetico sta giocando un ruolo importante in tutto il settore delle costruzioni e nell'intera economia europea, soprattutto dall'inizio della crisi finanziaria. Si stima che il mercato del rinnovamento energetico abbia raggiunto nel 2015 un giro di affari di 105 miliardi di euro nei 28 stati dell'Unione Europea e che abbia creato 882.900 posti di lavoro<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> SHAEB Y., (2016), *Energy Transition of the EU Building Stock –Unleashing the 4<sup>th</sup> industrial Revolution in Europe*, Report Openexp, p.3

---

I mercati del rinnovamento energetico francese, tedesco e italiano, hanno costituito, da soli, quasi la metà del mercato europeo complessivo e i principali interventi sono stati svolti per il 65% su edifici residenziali.

L'espansione graduale di questo mercato in Europa è avvenuta principalmente grazie alle misure adottate dai governi che hanno promosso concretamente il rinnovamento energetico in vista degli obiettivi climatici fissati per il 2020. I finanziamenti comunitari, quando adeguatamente coadiuvati dai fondi nazionali, hanno offerto notevole sostegno alla riqualificazione energetica degli edifici esistenti. Il mercato del retrofit è stato, in media, l'unico ramo dell'edilizia in grado di generare utili, in un settore che dal 2008 affronta una crisi profonda, non ancora del tutto cessata, anche a causa delle misure di austerità.

Monitorare l'influenza della classe energetica sulla formazione del prezzo di un immobile nel contesto urbano è utile sia a comprendere le scelte dei consumatori sia ad effettuare delle previsioni sul mercato, sia a verificare la misura in cui la sostenibilità ambientale influenza l'efficacia delle politiche di incentivazione<sup>13</sup>.

Nel percorso di sviluppo del mercato dell'efficienza energetica l'Unione Europea ha svolto un ruolo fondamentale. Le direttive EPBD hanno indicato agli Stati Membri le politiche da intraprendere per sensibilizzare la popolazione, che in buona parte, prima dell'inizio del percorso di riforme, ignorava i danni che si stavano recando all'ambiente, in virtù di un utilizzo sfrenato di tecnologie impiantistiche ultra-energivore.

Ai fini dello studio che è svolto all'interno di questa tesi, è utile dunque tracciare un quadro delle normative europee che hanno permesso di sviluppare il modo di "pensare sostenibile" sul territorio europeo. È proposta, infine un'analisi sulla nuova direttiva EPBD 2018/844 approvata nel luglio 2018, per identificare la strada che intende percorrere l'Unione per raggiungere la completa sostenibilità.

---

<sup>13</sup> E. FEGONARA D. ROLANDO P. SEMERARO M. VELLA, (2014), *The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate*, Aestim 65, p.145

---

## 1.2 L'UNIONE EUROPEA E L'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI: ASPETTI REGOLAMENTATIVI

Nell'attuale contesto globale, in cui la crisi climatica è una realtà sempre più delineata, è necessaria un'accelerazione della transizione da un modello dissipativo dell'energia, a un modello conservativo, rispettoso dell'ecosistema. Gli eventi climatici, la crescita della temperatura media globale e l'innalzamento dei mari sono i principali segnali che il pianeta manifesta all'uomo, e che agiscono come un monito da non ignorare ma da affrontare con senso di responsabilità.

Il rapporto «Qualità dell'aria in Europa 2016»<sup>14</sup> presenta un'analisi in oltre 400 città europee dal 2000 al 2014, in questo arco di tempo poche persone sono rimaste esenti dall'esposizione all'inquinamento. Secondo il report, l'Italia è stata tra i paesi che ha registrato il maggior numero di morti prematuri per l'inquinamento dell'aria, soprattutto a causa del *biossido di azoto* prodotto dai veicoli diesel.

Nonostante il dato sia in regressione è comunque allarmante. L'EEA<sup>15</sup> riporta dati che conferiscono la misura in cui l'inquinamento sia presente nella vita di tutti, "In Italia sono 66.630 le vittime del particolato fine (PM<sub>2,5</sub>), 21.040 del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e 3.380 per l'ozono (O<sub>3</sub>). Allarmanti anche i dati della Germania: rispettivamente 73.400, 10.610 e 2.500 morti premature. E quelli del Regno Unito (37.930, 11.940, 710). Per la Francia si parla di 45.120, 8.230 e 1.780 vittime. Nella parte alta della classifica dei Paesi con più vittime per l'inquinamento, troviamo anche la Polonia (48.270, 1.610 e 1.150 morti) e la Spagna (23.940, 4.280, 1.760)."<sup>16</sup>

Secondo l'Agenzia Europea per l'Ambiente, sul territorio dell'Unione, gli edifici sono responsabili del 40% del consumo totale di energia e del 36% di emissioni di CO<sub>2</sub>. Il 35% degli edifici nel panorama continentale sono stati realizzati da più di 50 anni e circa il 75% del costruito risulta tuttora energeticamente inadeguato. Ogni anno, solo una minima percentuale compresa tra lo 0,4 e l'1,2%, a seconda dello stato membro, viene riqualificata.

Un sensibile incremento del rinnovamento degli edifici esistenti, ha le potenzialità per abbassare il consumo di energia del 5/6% e ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> del 5%.

In questo contesto assume sempre maggior importanza l'efficienza energetica e diviene ancor più centrale la necessità di rinnovare il patrimonio edilizio, riducendo drasticamente la domanda di

---

<sup>14</sup> Rapporto Qualità dell'Aria 2016, CIPA

<sup>15</sup> Rapporto Qualità dell'Aria 2016, CIPA

<sup>16</sup> ATTI DI INDIRIZZO, XVII Legislatura, 6 dicembre 2016, Allegato B

---

energia primaria e migliorando la qualità del patrimonio immobiliare, intervenendo sull'efficienza dei sistemi edilizi.

Le campagne di incentivazione hanno prodotto e continuano a produrre, risultati sempre più incoraggianti. I sistemi a combustibili fossili vengono sempre più disincentivati, a favore di sistemi derivanti da fonti di energia alternativa *carbon-free*.

La progressiva sensibilizzazione in atto in Europa e in Italia sul tema dell'efficienza energetica, è dovuta principalmente alle politiche attuate dall'Unione Europea che, sin dalla fondazione, considera l'unione energetica come una delle colonne portanti dell'Unione stessa<sup>17</sup>.

Le direttive *EPBD* sono redatte al fine di indicare agli Stati Membri gli obiettivi e le modalità per contribuire a diminuire la domanda di energia derivante dagli edifici e contrastare le emissioni dei sistemi a combustibili fossili.

La COP 21 di Parigi ha rafforzato ulteriormente le intenzioni dell'UE. In quel contesto 195 paesi hanno adottato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale. L'accordo delinea un piano di azione volto a limitare il riscaldamento globale "ben al di sotto dei 2°C ed evitando cambiamenti climatici irreversibili"<sup>18</sup>.

Gli obiettivi concordati nel contesto della COP21 si possono sintetizzare in:

- mantenere la temperatura media globale al di sotto dei 2°, rispetto ai livelli preindustriali;
- circoscrivere l'aumento a 1,5 °C, valore che permetterebbe di circoscrivere l'impatto sul clima e sull'ambiente;
- procedere successivamente "a rapide riduzioni in conformità con le soluzioni scientifiche più avanzate e disponibili"<sup>19</sup>.

L'accordo riconosce l'importanza di minimizzare le perdite per danni associati ai cambiamenti climatici e cooperare al fine di migliorare gli interventi di sostegno, in sinergia con gli enti locali.

---

<sup>17</sup> *Consolidated version of the Treaty on the Functioning of the European Union - PART THREE: UNION POLICIES AND INTERNAL ACTIONS - TITLE XXI: ENERGY - Article 194. Official Journal 115, 09/05/2008 p.134*

<sup>18</sup> R RELAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO E AL CONSIGLIO Relazione annuale 2016 sull'attuazione degli strumenti dell'Unione europea per il finanziamento delle azioni esterne nel 2015 COM/2016/0810 final

<sup>19</sup> United Nations, (2015), *Adoption of the Paris agreement*, Conference of the Parties Twenty-first session, Paris, p.5

---

Per oltre un anno l'accordo è stato aperto alla firma, fino al 22 aprile 2016, quando avvenne la sottoscrizione da parte di 55 stati che insieme costituissero almeno il 55% delle emissioni globali.

A seguito della ratifica, l'accordo di Parigi entrò in vigore il 4 novembre 2016.

Ulteriori passi avanti sono stati compiuti durante la COP22, tenutasi nel fine 2016, nella quale sono state discusse diverse modalità di attuazione degli accordi di Parigi. Alcuni paesi come Canada, Stati Uniti, hanno esposto il loro piano strategico per ottenere una rete a emissioni zero entro il 2050.

In Europa tuttora gli edifici sono responsabili circa del 36% di tutte le emissioni di CO<sub>2</sub> nell'Unione<sup>20</sup>, inoltre il 50% del consumo dell'energia finale è dovuto al riscaldamento e al raffrescamento, l'80% è destinato alle residenze.

---

<sup>20</sup> E. MANCUSO, (2010), Inventario annuale delle emissioni di gas serra su scala regionale: *le emissioni di anidride carbonica dal sistema energetico*, Rapporto ENEA, p. 41

---

### **1.3 LE PRINCIPALI EPBD CHE HANNO DETERMINATO LO SVILUPPO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA NELL'EDILIZIA.**

Tutte le politiche intraprese dall'Unione Europea sull'efficienza energetica fanno riferimento all'art. 194, par.1, del *“Trattato sul funzionamento dell'Unione europea”* (TFUE). Esso rappresenta il riferimento normativo per tutte le direttive e consiste in una dichiarazione di intenti tra gli Stati Membri, per lo sviluppo di una politica comune improntata al risparmio energetico:

*“Nel quadro dell'instaurazione o del funzionamento del mercato interno e tenendo conto dell'esigenza di preservare e migliorare l'ambiente, la politica dell'Unione nel settore dell'energia è intesa, in uno spirito di solidarietà tra Stati membri, a:*

- a) garantire il funzionamento del mercato dell'energia,*
- b) garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico nell'Unione,*
- c) promuovere il risparmio energetico, l'efficienza energetica e lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili,*
- d) promuovere l'interconnessione delle reti energetiche.”<sup>21</sup>*

Tra i principali obiettivi dell'Unione c'è dunque la promozione su larga scala dell'efficienza energetica, la riduzione della domanda di energia e l'incentivazione delle fonti rinnovabili, al fine di favorire sia lo sviluppo di nuove tecnologie, sia la riduzione progressiva di consumi ed emissioni, con obiettivi fissati su diversi orizzonti temporali a breve (2030), medio (2040) e lungo termine (2050).

L'impegno a breve termine, fissato per il 2030, prevede la riduzione delle emissioni di gas serra almeno del 40% rispetto a quelle registrate nel 1990, l'aumento del consumo di energia derivante da fonti rinnovabili, per migliorare la competitività, la sostenibilità e la sicurezza energetica dell'Unione. L'iter legislativo, che ha condotto alla definizione delle attuali politiche sull'efficienza energetica, è iniziato nel 2002 con l'emanazione della direttiva 2002/91/CE, attraverso cui furono fissati i primi provvedimenti volti ad incentivare la performance energetica degli edifici sul territorio continentale. Tra le principali novità introdotte dalla normativa si ricordano i seguenti articoli:

---

<sup>21</sup> GU L 115 del 09.05.2008 p.134

- 
- art. 3, “Adozione di una metodologia”<sup>22</sup>, per cui gli stati membri sviluppino un proprio metodo di calcolo sulla base di un quadro generale fornito dall’UE;
  - art. 4, “Fissazione di requisiti minimi di rendimento energetico per gli edifici”<sup>23</sup> sia per gli edifici di nuova realizzazione, sia per gli edifici esistenti in caso di lavori di ristrutturazione;
  - art. 7, introduzione dell’ “Attestato di Certificazione Energetica”<sup>24</sup> (ACE), con validità massima di dieci anni, e della figura di professionisti abilitati a certificare gli edifici secondo le nuove normative.

La direttiva fu recepita dal governo italiano il 19 agosto del 2005 mediante il D.lgs. 192, corretto nel 2006 con il D.Lgs. n. 311, che definì il quadro normativo nazionale di riferimento, per tutte le regioni che successivamente avrebbero elaborato la propria metodologia di calcolo.

Nel 2009 furono emanati due provvedimenti attuativi, il D.P.R. n. 59 del 2 aprile e il D.M. 26/6/2009. Il D.P.R. n. 59 del 2 aprile, all’art. 3, definì le metodologie di calcolo a livello nazionale per la certificazione degli edifici<sup>25</sup>, fissando i requisiti minimi edifici e impianti termici.

Il D.M. 26/6/2009 fissò la figura del certificatore come un soggetto indipendente su tutto il territorio nazionale, conformemente alle linee guida della EPBD. Inoltre venne definito che dal 1° luglio del 2009 ai fini della compravendita di un’unità immobiliare fosse resa obbligatoria la presenza dell’ACE. In un primo momento divenne obbligatoria la presenza dell’ACE a livello nazionale solo in caso di compravendita, mentre non fu ancora reso necessario ai fini del contratto di locazione. Le prime regioni a richiedere l’obbligo dell’ACE in caso di locazione furono Piemonte, Liguria, Lombardia ed Emilia Romagna dal 1° luglio del 2010, mentre l’obbligo di specificare la classe energetica su tutti gli annunci immobiliari, fu introdotto solo successivamente, dal 1° gennaio del 2012.

L’EPBD 2010/31/UE, pubblicata il 19 maggio 2010, ha apportato numerosi cambiamenti alla normativa allora vigente. All’art.1 è specificato che la EPBD: “promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici all’interno dell’Unione, tenendo conto delle condizioni locali e

---

<sup>22</sup> Direttiva (CE) 2002/91 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell’edilizia, (GU L 1 del 4.1.2003 p.67)

<sup>23</sup> Direttiva (CE) 2002/91 del Parlamento europeo e del Consigli, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell’edilizi, (GU L 1 del 4.1.2003 p.67)

<sup>24</sup> Direttiva (CE) 2002/91 del Parlamento europeo e del Consigli, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell’edilizia, (GU L 1 del 4.1.2003 p.68)

<sup>25</sup> D.P.R. 26.6.2009 n.59, in materia di “attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”

---

climatiche esterne, nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni e all'efficacia sotto il profilo dei costi.”<sup>26</sup>

La Direttiva 2010/31/UE ha segnato un passaggio importante nell'iter legislativo intrapreso dall'Unione per trasformare il sistema energetico dell'edilizia continentale, introducendo alcune novità, come:

- definizione di una nuova metodologia di calcolo basata sul fabbisogno di energia primaria, reale o calcolata, consumata annualmente per soddisfare le esigenze legate all'uso normale dell'edificio e corrispondente al fabbisogno energetico per il riscaldamento, il raffrescamento dell'edificio, quindi basato sul livello di prestazione energetica, sostituendo perciò il ACE con un nuovo documento denominato “Attestato di Prestazione Energetica” o APE.<sup>27</sup>
- “Fissazione dei requisiti minimi di prestazione energetica”<sup>28</sup>, standard minimi di prestazione energetica per il raggiungimento di un livello ottimale di performance in funzione dei costi, dei materiali impiegati in una nuova costruzione, in una ristrutturazione di un fabbricato esistente oppure nella sostituzione di singole componenti di involucro.
- Incentivazione della realizzazione di edifici ad energia quasi zero<sup>29</sup>, o “Near to Zero Energy Buildings” (NZEB), edifici ad elevata performance energetica che impiega tecnologie di involucro all'avanguardia e prevede un'ampia utilizzo di fonti rinnovabili.
- introduzione dell'Attestato di Prestazione Energetica, che pur non mutando nella sua natura e mantenendo validità di 10 anni, da questo momento, fa riferimento alla performance energetica dell'edificio, indicando la performance energetica annuale e la percentuale di energia da fonti rinnovabili. Infine, prevede possibili interventi migliorativi della performance energetica dell'edificio, giustificati da un'analisi preliminare costi-benefici sui tempi di rientro dell'investimento.<sup>30</sup>
- Obbligo per le agenzie immobiliari di segnalare la classe energetica negli annunci di vendita o locazione.

---

<sup>26</sup> Direttiva (UE) 2010/31 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia (GU L 153 del 18.6.2010 p. 17)

<sup>27</sup> DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, art. 11 par.1

<sup>28</sup> DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, art.4 par.1

<sup>29</sup> DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, art.9

<sup>30</sup> DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, art.13

- 
- Obbligo di ispezione periodica per gli edifici con generatore di calore di potenza nominale di 20kW o superiore.
  - I certificatori, esperti qualificati del settore, devono essere necessariamente registrati all'*albo dei certificatori*.<sup>31</sup>

La direttiva 2010/31 è stata recepita dall'Italia con la Legge del 3 agosto 2013, n.90.

Il 14/11/2012 venne pubblicata la "Direttiva sull'Efficienza Energetica" (DEE) 2012/27, a modifica delle precedenti direttive 2009/125/CE e 2010/31/UE e abrogativa delle ulteriori precedenti direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

La DEE 2012/27 si focalizza sul raggiungimento degli obiettivi prefissati per il 2020, su tutti la riduzione del 20% dei consumi entro quell'anno, come stabilito nel "Pacchetto per il clima e l'energia 2020"<sup>32</sup> agendo con misure volte a superare alcuni limiti dettati dal mercato, incontrati nell'attuazione della direttiva 2010/31.

---

<sup>31</sup> DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, art.17

<sup>32</sup> "Il Pacchetto per il clima e l'energia 2020 consiste in una serie di norme vincolanti volte a garantire che l'UE raggiunga i suoi obiettivi in materia di clima ed energia entro il 2020; il pacchetto definisce un taglio del 20% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto al 1990), 20% del fabbisogno di energia ricavato da fonti rinnovabili, miglioramento del 20% dell'efficienza energetica." [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020\\_it](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_it)

---

### **1.3.1 EPBD 2018/844/UE, disposizioni per l'efficienza in Europa.**

Il 19 giugno 2018 è stata ufficialmente pubblicata sulla *"Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea"* la direttiva EPBD 2018/844 del 30 maggio 2018 che aggiorna la Direttiva EPBD 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la DEE 2012/27UE sull'efficienza energetica.

La nuova normativa, prevede l'introduzione di aggiornamenti alla precedente sulla base delle esperienze maturate in fase attuativa e delle nuove tecnologie sviluppate nel corso degli anni; è il primo risultato prodotto dal pacchetto di riforme *"Clean Energy for all Europeans"*<sup>33</sup> e migliora i provvedimenti attuativi implementandoli con nuovi strumenti tecnologici.

Inoltre, a seguito della COP 21 di Parigi e degli accordi internazionali sul clima sottoscritti in prima linea dall'Unione Europea, sono aggiornati gli obiettivi per la de-carbonizzazione del patrimonio immobiliare comunitario.

La precedente EPBD 2010/31/UE prevedeva il raggiungimento del 20% di energia derivante da fonti rinnovabili entro il 2020, rispetto alla quota di emissioni prodotte nel 1990, mentre la modifica della direttiva introduce gli obiettivi in vista del 2030, per la riduzione dei gas a effetto serra almeno del 40% rispetto al 1990. Oltre agli obiettivi a breve termine sono fissati anche quelli a medio (2040) e lungo termine (2050), anno in cui si intende raggiungere la completa de-carbonizzazione del patrimonio immobiliare europeo.

L'EPBD 2018/844 rafforza la precedente normativa, considerando aspetti dell'edificio che riguardano non solo l'involucro e l'impianto, ma anche:

"Tutti gli elementi pertinenti e i sistemi tecnici di un edificio, come gli elementi passivi che contribuiscono alle tecniche passive per ridurre il fabbisogno energetico per il riscaldamento, il consumo energetico per l'illuminazione e la ventilazione, migliorando in tal modo il comfort termico e visivo."<sup>34</sup>

---

<sup>33</sup> <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>

<sup>34</sup> Direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 giugno 2018, sulla prestazione energetica nell'edilizia (GU L 156 del 19.6.2018 p. 77)

---

La direttiva fa riferimento al pacchetto di misure “*Clean Energy for all Europeans*”, pubblicato il 30/11/2016 dalla Commissione nella quale è specificato l’intento di:

“Accelerare la ristrutturazione economicamente efficiente degli edifici esistenti, un’opzione vincente sotto tutti gli aspetti per l’economia unionale. In effetti l’edilizia europea è in grado di raccogliere una serie di sfide economiche e sociali: l’occupazione e la crescita, l’urbanizzazione, la digitalizzazione, i cambiamenti demografici, insieme alle sfide dell’energia e del clima.”<sup>35</sup>

Nella proposta di revisione è redatto un bilancio sugli effetti prodotti della passata normativa, dal 2010 l’Unione Europea:

“Nel 2014 è risultato un risparmio supplementare di energia finale di circa 48,9 Mtep<sup>36</sup>, rispetto ai valori di riferimento del 2007 della direttiva, un risparmio soprattutto nell’ambito di applicazione della stessa – riscaldamento di ambienti, rinfrescamento e acqua calda - di cui una parte significativa è attribuibile a fattori influenzati da interventi politici.

La cifra di 48,9 Mtep nel 2014 risulta pertanto in linea con la valutazione d’impatto del 2008, che stimava che la direttiva avrebbe comportato un risparmio di energia finale compreso tra i 60 e gli 80 Mtep entro il 2020

La valutazione illustra un buon risultato dell’architettura generale della direttiva, che combina requisiti minimi e certificazione, in particolare per gli edifici di nuova costruzione. La scelta della metodologia dei costi ottimali per orientare i requisiti nazionali di prestazione energetica su livelli economicamente efficienti si è dimostrata vincente.

Gli obiettivi di consumo energetico quasi a zero entro il 2020 per tutti gli edifici nuovi hanno dato una visione del settore a “prova di futuro” e i portatori di interessi si sono mossi di conseguenza. Tuttavia, per gli edifici esistenti manca questo livello di ambizione.

Di conseguenza nel settore edilizio sussiste un potenziale risparmio di energetico cospicuo a costi interessanti. Aumentare la percentuale, la qualità e l’efficacia della ristrutturazione edilizia è la grande sfida dei prossimi decenni. Le strategie di ristrutturazione a lungo termine sviluppate dagli stati membri a norma dell’art. 4 della direttiva sull’efficienza energetica dovrebbe far aumentare il tasso di ristrutturazione degli edifici mobilitando finanziamenti e investimenti a tal fine. Tali strategie dovrebbero includere una visione chiara del futuro le cui prospettive per il 2030 e 2050 lancino opportuni segnali di mercato a famiglie, proprietari/amministratori degli edifici, imprese, investitori.”<sup>37</sup>

---

<sup>35</sup> (COD) 2016/0381 Proposta di DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell’edilizia, par. 1

<sup>36</sup> Mtep: megatep, milione di tonnellate equivalenti di petrolio

<sup>37</sup>(COD) 2016/0381 Proposta di DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell’edilizia, par. 3

---

### **1.3.2 Novità introdotte dalla normativa EPBD 2018/844 rispetto alla precedente EPBD 2010/31/UE**

L'art. 2 al punto 3, è stato aggiornato nella definizione di "sistema tecnico per l'edilizia":

- EPBD 2010/31/UE:

*art.2, par. 3*

"sistema tecnico per l'edilizia: impianto tecnologico per il riscaldamento, il rinfrescamento, la ventilazione, la produzione di acqua calda, l'illuminazione di un edificio o di un'unità immobiliare, o per combinazione di tali funzioni"

- Con l'EPBD 2018/844 viene aggiornato e implementato con:

*L'art. 2 par. 3:*

"sistema tecnico per l'edilizia: apparecchiatura tecnica di un edificio o di un'unità immobiliare per il riscaldamento o il rinfrescamento di ambienti, la ventilazione, la produzione di acqua calda per uso domestico, l'illuminazione integrata, l'automazione e il controllo, la produzione di energia elettrica in loco o una combinazione degli stessi, compresi i sistemi che sfruttano energie da fonti rinnovabili."

E l'introduzione del par. 3 bis:

*art. 2 par 3 bis EPBD 2018/844*

"Sistema di automazione e controllo dell'edificio: sistema comprende tutti i prodotti, i software e i servizi tecnici che contribuiscono al funzionamento sicuro, economico ed efficiente sotto il profilo dell'energia dei sistemi tecnici per l'edilizia tramite controlli automatici e facilitando la gestione manuale di tali sistemi;"

Dalla sostituzione nell'articolo 2 del *paragrafo 3* e dall'introduzione del *paragrafo 3bis* si può comprendere come la direttiva intenda ampliare il concetto di edificio, introducendo i sistemi di produzione elettrica in loco da fonti rinnovabili e i sistemi di automazione e controllo dell'edificio in via di sviluppo.

---

### **1.3.3 Sintesi dei contenuti del rapporto ENEA sulle disposizioni della EPBD 2018/844**

L'ENEA<sup>38</sup>, nel "Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2018"<sup>39</sup> analizza la Direttiva 2018/844/UE; si riporta in questa sezione, una sintesi dei contenuti rilevanti della normativa.

Si riportano di seguito le principali finalità della nuova direttiva che il rapporto evidenzia<sup>40</sup>:

"Tra le finalità della nuova Direttiva:

- Integrare e rendere più efficaci le strategie di ristrutturazione degli immobili a lungo termine per un settore edile idealmente de-carbonizzato e un parco di edifici a energia quasi zero al 2050, mobilitando nuovi investimenti.
- Incoraggiare l'uso delle tecnologie informatiche ai fini dell'efficienza, del comfort e della flessibilità degli edifici.
- Promuovere forme alternative di trasporto in una visione più olistica della pianificazione urbana.
- Integrare i dati già disponibili in virtù dei registri delle ispezioni degli impianti e degli Attestati di Prestazione Energetica (APE) anche attraverso le nuove tecnologie informatiche, contatori intelligenti e sistemi di automazione e controllo degli edifici.
- Accrescere il ruolo dei consumatori, informandoli e proteggendoli dalla povertà energetica e rendendoli partecipi di meccanismi responsivi che riducano costi e consumi e giovino alla rete (si veda più avanti per approfondimenti).
- Considerare i benefici multipli degli interventi di ristrutturazione, compresi la salubrità, il comfort termico e visivo, la sicurezza sismica."<sup>41</sup>

---

<sup>38</sup> Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

<sup>39</sup> A.AMATO, E. COSTANZO, B. DI PIETRA, F. HUGONY, (2018), La Direttiva Europea 2018/844 che modifica l'EPBD, Rapporto annuale efficienza energetica 2018, [www.energiaenergetica.it](http://www.energiaenergetica.it)

<sup>40</sup> A.AMATO, E. COSTANZO, B. DI PIETRA, F. HUGONY, (2018), La Direttiva Europea 2018/844 che modifica l'EPBD, Rapporto annuale efficienza energetica 2018, p.28

<sup>41</sup> A.AMATO, E. COSTANZO, B. DI PIETRA, F. HUGONY, (2018), La Direttiva Europea 2018/844 che modifica l'EPBD, Rapporto annuale efficienza energetica 2018, p.5

---

La direttiva 2010/31/UE ha contribuito sensibilmente all'innalzamento della prestazione energetica delle nuove costruzioni, ma si è rivelata non del tutto efficace nel *retrofit* di fabbricati esistenti, pertanto le competenze della Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica vengono trasferite alla nuova normativa, così da permettere di coordinare al meglio alcuni aspetti tecnici, accelerando l'avanzata del mercato del rinnovamento energetico.

Per agevolare la transizione del patrimonio verso l'alta efficienza energetica, la commissione ha identificato i migliori processi di finanziamenti pubblici e privati, intrapresi nel corso degli anni, e ha selezionato inoltre alcuni tra i migliori progetti di ristrutturazione su piccola scala, in modo da replicarli su tutto il territorio europeo.

- *One-stop-shop per la riqualificazione energetica degli edifici*

La riqualificazione energetica di condomini privati rappresenta, a livello nazionale, uno dei maggiori problemi su cui intervenire nei prossimi anni.

La domanda fatica a decollare a causa del numero elevato di condòmini che, per diversità culturali ed economiche faticano a trovare un accordo tra loro, rendendo difficile raggiungere un compromesso sugli interventi di riqualificazione per il risparmio energetico e per la rivalutazione dell'edificio.

Dalla necessità di implementare la domanda, semplificare gli interventi per l'efficienza energetica è stato ideato un piano di servizi chiamato "*one-stop-shop*" che garantisca un ruolo super partes tra consumatori, finanziatori e progettisti.

Gli one-stop-shop sono identificabili come "sportelli unici" per l'efficienza energetica. Alcuni esperimenti, con esito positivo son stati il "*Picardie Pass Rénovation*" in Francia o il "*Renowatt*" in Belgio, che verranno replicati su scala europea. Questi si occupano della semplificazione del processo burocratico per le detrazioni fiscali e le pratiche edilizie per ogni singolo caso fornendo supporto e chiarezza sia agli investitori sia ai consumatori, sugli strumenti finanziari disponibili e le ipotesi progettuali, accorciando i tempi della burocrazia.

Da Francia, Germania e Belgio deriva un'altra iniziativa, ovvero la redazione del "*Building Renovation Passport*" o "passaporto per la ristrutturazione". È un vero e proprio documento dello stato energetico di un edificio, redatto a seguito di un'attenta diagnosi energetica, per pianificare gli interventi di riqualificazione di un edificio nell'arco di 15/20 anni. Tramite un'attenta progettazione di una sequenza di interventi di ristrutturazione, basati su incentivi finanziari e disponibilità

---

economica del proprietario, si renderà più sostenibile la riqualificazione, dilazionando in un periodo più lungo l'esborso economico.

Un' ulteriore novità, che investe sia gli edifici esistenti, sia le nuove realizzazioni, e che apre a nuove opportunità in termini di efficienza, comfort e flessibilità è la realizzazione di edifici intelligenti.

Si tratta di sistemi di automazione e controllo o "Building & Automation Control System – BACS", di assoluta novità, che in precedenza non erano mai stati citati dalla normativa, capaci di monitorare, registrare, analizzare e adeguare i consumi e che dovrebbero gradualmente sostituire le ispezioni degli impianti di riscaldamento e di condizionamento estivo, soprattutto nei grandi edifici.

- *Smart Readiness Indicator*

Uno dei principali punti della proposta, è l'introduzione delle tecnologie intelligenti nel settore edile. Queste possono contribuire alla riduzione dei consumi e delle emissioni di gas climalteranti, permettendo ai componenti del sistema energetico di lavorare con maggior sinergia.

L'avvento di tecnologie intelligenti nelle abitazioni permetterà una maggiore collaborazione degli edifici con le reti elettriche, le reti di teleriscaldamento, le infrastrutture di ricarica per la mobilità elettrica, favorirà inoltre il monitoraggio e la comunicazione dei dati, permettendone una lettura più attenta e oggettiva e infine permetterà di ridurre i costi ottimizzando i consumi adeguando l'edificio alle abitudini dell'utente aumentando anche il comfort abitativo.

Entro il 31 dicembre 2019 la Commissione dovrà presentare un atto, per valutare la *smart readiness* degli edifici, ovvero la predisposizione di un edificio all'installazione di tecnologie *smart*.

L'indicatore valuterà la predisposizione di un edificio ad accogliere le nuove tecnologie per adattare i consumi alle esigenze dell'occupante, interagendo con la rete energetica e ottimizzando funzionamento e manutenzione.

Il sistema definirà un nuovo indice di predisposizione all'intelligenza dell'edificio, lo Smart Readiness Indicator – *SRI*.

Si tratta di una nuova metodologia di calcolo, il sistema sarà complementare all'*APE* e verranno comunicate entro fine anno anche le caratteristiche tecniche e le modalità di attuazione dello stesso. L'*SRI* è pensato per facilitare la comprensione da parte del consumatore, che potrà conoscere a priori la capacità tecnologica di un edificio.

Questo potrà consentire condizioni abitative più adeguate alle esigenze dell'occupante, limitando lo spreco di energia e agevolando l'integrazione con fonti rinnovabili.

---

Tra gli studi più importanti sullo *SRI* è quello dell'istituto belga *VITO*, che ha prodotto un catalogo di servizi intelligenti capaci di ottimizzare l'interazione tra edificio e occupanti, l'interazione con la rete e l'interoperabilità di più tecnologie diverse.

I servizi intelligenti sono raggruppati in 11 domini: "riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, ventilazione meccanica, illuminazione, e a sistemi dinamici d'involucro (es. controllo dell'apertura delle finestre), produzione energetica in loco, Demand Side Management (DSM), ricarica di veicoli elettrici, monitoraggio e controllo. Per ciascuno dei domini sono stati definiti livelli di sotto servizi intelligenti, come la modulazione della potenza termica prodotta o l'accumulo di energia generata in loco o la gestione della luce artificiale."<sup>42</sup>

In sintesi l'SRI misurerà le capacità dell'edificio di:

- "Adeguarsi ai bisogni di comfort degli occupanti e renderli più attivi nel controllo dei propri consumi e/o produzione di energia, per esempio attraverso sistemi di gestione del riscaldamento basati su rilevatori di presenza e di visualizzazione dei consumi stessi."<sup>43</sup>
- "Facilitare manutenzione e corretto funzionamento dell'edificio, ad esempio attraverso sistemi che rilevino la necessità di riparazione o l'uso di sensori di CO2 per l'incremento di ventilazione."<sup>44</sup>
- "Adattarsi in risposta alla situazione della rete energetica, ad esempio in periodi di domanda particolarmente elevata o fornendo alla rete elettrica dati su flessibilità dell'edificio e consumi attesi."<sup>45</sup>

---

<sup>42</sup> A. AMATO, E. COSTANZO, B. DI PIETRA, F. HUGONY, (2018), La Direttiva Europea 2018/844 che modifica l'EPBD, Rapporto annuale efficienza energetica 2018, p.29

<sup>43</sup> E. COSTANZO, DI PIETRA,(2018), La Direttiva Europea 2018/844 che modifica l'EPBD, Rapporto annuale efficienza energetica 2018, p.12

<sup>44</sup> E. COSTANZO, DI PIETRA,(2018), La Direttiva Europea 2018/844 che modifica l'EPBD, Rapporto annuale efficienza energetica 2018, p.12

<sup>45</sup> E. COSTANZO, DI PIETRA,(2018), La Direttiva Europea 2018/844 che modifica l'EPBD, Rapporto annuale efficienza energetica 2018, p.12

---

- *Mobilità elettrica*

La mobilità elettrica sarà al centro del progetto degli edifici per i prossimi anni, infatti: “Il nuovo provvedimento sostiene inoltre l’innovazione del settore della mobilità: per questo indica l’utilizzo dei regolamenti edilizi per introdurre requisiti mirati e stabilisce l’installazione di infrastrutture di ricarica nel caso di costruzione di edifici nuovi e di ristrutturazione importante che prevedono interventi sui parcheggi e sulla rete elettrica. Si appella inoltre agli stati membri affinché promuovano una pianificazione urbana olistica e modalità di trasporto alternative.”<sup>46</sup>

- *Nzeb, Near Zero Energy Building in Italia*

In Italia le caratteristiche degli edifici NZEB sono stabilite dal Decreto 26 giugno 2015 dei requisiti minimi. Gli edifici NZEB sono edifici di nuova costruzione o esistenti che rispettano i requisiti prestazionali fissati dal decreto stesso e l’obbligo di integrazione con fonti rinnovabili dettati dal Decreto Legislativo 28/2011. Il Decreto del 2015 stabilisce i requisiti di prestazione in termini di energia primaria, più severi del 15% rispetto ai precedenti standard e sempre più restrittivi per il 2017,2019,2021.

L’ENEA ha fondato un Osservatorio nazionale NZEB che ha permesso di trarre un bilancio su politiche pubbliche e private, incentivazioni e ricerca nel settore. Nel biennio 2016/2017 sono stati realizzati solo 600 edifici che rispettano i parametri NZEB, quasi tutte nuove costruzioni; si tratta comunque, anche se non di molto, di un dato in crescita rispetto al passato.

Ad oggi i tempi di ritorno di questo investimento sono molto lunghi, in molti casi superano il ciclo di vita dell’edificio, con costi iniziali molto elevati.

Sarà fondamentale nei prossimi anni la formazione e la specializzazione degli operatori del settore permetterà di lavorare con maggior qualità.

---

<sup>46</sup> E. COSTANZO, (2018), La Direttiva Europea 2018/844 che modifica l’EPBD, Rapporto annuale efficienza energetica 2018, p.7

---

Le principali modifiche che l'EPBD 2018/844/UE ha apportato alla struttura delle EPBD 2010/31/UE e 2012/27/UE sono negli articoli individuati di seguito, i quali introducono nella normativa le novità accennate in precedenza.

La direttiva 2010/31/UE è così modificata:

- *Modifica dell'articolo 2, par. 3*

Estensione del concetto di impianti termici, modificando la definizione di sistema di riscaldamento e di generatore di calore, includendo i sistemi di automazione e controllo degli stessi.

- *Introduzione dell'art. 2 bis "Strategie di ristrutturazione a lungo termine"*

L'articolo deriva dalla Direttiva sull'Efficienza Energetica (2012/27/UE). Prevede la promozione di una riqualificazione profonda del patrimonio costruito esistente, in particolare degli edifici poco performanti, con livelli elevati di emissioni. La messa in sicurezza delle strutture edilizie che non presentano livelli adeguati di resistenza al sisma.

È suggerita l'apertura di sportelli unici (*one-stop-shop*), che guidino i consumatori e gli investitori nella miglior scelta in rapporto ai costi benefici, per raggiungere l'efficienza energetica. Sarà necessaria un'adeguata preparazione professionale degli operatori del settore per la gestione delle tecnologie intelligenti, a cui dovrà far fronte ogni stato membro, che dovrà riferire all'Unione il meccanismo attuativo.

Sarà inoltre istituita la possibilità facoltativa di realizzare il passaporto dell'edificio, che pianifichi come detto in precedenza gli interventi di riqualificazione energetica verso la transizione passiva dell'edificio.

L'UE intende realizzare prima del 2020 uno studio di fattibilità di un passaporto, complementare alla prestazione energetica, inoltre, la Commissione si impegna a diffondere le migliori pratiche di finanziamento e aggregazione di progetti per la ristrutturazione energetica del patrimonio esistente.

- *Aggiornamento dell'art.8*

In caso di installazione, sostituzione o miglioramento di impianto, è richiesta l'installazione di dispositivi di autoregolazione della temperatura interna nei nuovi edifici e in caso di sostituzione del generatore di calore in quelli esistenti, purché vengano rispettati i parametri richiesti di fattibilità tecnica/economica.

Inoltre nel caso di nuovi edifici o di ristrutturazioni importanti è obbligatoria l'installazione di infrastrutture per l'elettromobilità, come punti di ricarica.

---

Anche in fase di pianificazione urbana gli stati membri sono tenuti a prevedere l'installazione di punti di ricarica e agevolare la "mobilità dolce" a impatto zero.

- *Modifica dell'art.10 par.6 dell'EPBD 2010/31*

Si richiede di legare le misure finanziarie per la ristrutturazione degli edifici al risparmio energetico conseguito, attraverso il confronto degli Attestati di Prestazione Energetica, pre e post intervento, verificando la qualità dei materiali utilizzati nella ristrutturazione.

Le linee guida per la certificazione del 2015 anticipano un sistema informativo dei certificati energetici nazionali, che si chiamerà *SIAPE* e sarà gestito dall'*ENEA*, per un monitoraggio sempre più preciso dei consumi e per verificare l'efficacia o no delle politiche attuate.

- *Sostituzione degli articoli 14 e 15 dell'EPBD 2010/31/UE*

Ridimensionamento dell'obbligo di ispezione periodica degli impianti di riscaldamento degli edifici a quelli con potenza nominale minima utile inferiore a 70 kW.

È prescritta agli stati membri la predisposizione dei requisiti per la dotazione di BACS, ovvero di sistemi di automazione e controllo, da installare nei grandi edifici non residenziali (con potenza nominale minima utile >290 kW) entro il 2025.

#### *Azione Concretata per la Direttiva EPBD*

L'azione Concretata dell'*EPBD* è finanziata dal programma di ricerca Horizon 2020. Si rivolge a tutti i membri dell'Unione Europea e alla Norvegia, per supportarli nell'attuazione della Direttiva sulle prestazioni energetiche, mediante il confronto tra idee e pratiche tra gli enti coinvolti.

L'ente *ENEA* è stato parte attiva nella costruzione delle banche dati impiegate per il monitoraggio dei risparmi e per la valutazione delle politiche di incentivazione.

È stata fissata la prossima revisione della Direttiva, entro il 1° gennaio 2026, nella quale la Commissione valuterà approcci integrati di distretto, come la possibilità di operare su più edifici, oppure di valutare dove vi fosse necessità la realizzazione di impianti di riscaldamento di quartiere.

Infine gli stati membri hanno l'obbligo di recepire la Direttiva in questione entro il 10 marzo 2020.

---

## 1.4 INCENTIVI PER IL RISPARMIO ENERGETICO IN ITALIA

In Italia, sulla linea indicata dall'Europa, da diversi anni sono impiegate misure volte ad incentivare la riqualificazione del patrimonio immobiliare, ad oggi in gran parte ammalorato ed inefficiente, distante dagli standard di *comfort termo-igrometrico* che le attuali tecnologie dell'architettura permettono di raggiungere.

La legge di bilancio 2019 proroga le detrazioni fiscali (da Irpef e Ires) del 65% fino al 31 dicembre 2019 per interventi di riqualificazione energetica degli edifici.

La nuova legge di bilancio mantiene buona parte delle misure introdotte precedentemente, tra cui<sup>47</sup>:

- *riduzione al 50% della percentuale di detrazione per le spese relative all'acquisto e alla posa in opera di:*
- *finestre comprensive di infissi;*
- *schermature solari;*
- *per la sostituzione degli impianti di climatizzazione con impianti dotati di caldaie a condensazione in classe A.*

Dal 2018 sono detraibili al 50% le spese di acquisto e posa in opera di impianti di climatizzazione invernali a biomasse combustibili<sup>48</sup>:

- *Esclusione dalle spese agevolabili di quelle sostenute per l'acquisto di caldaie a condensazione con efficienza inferiore alla classe A;*
- *l'introduzione di una nuova detrazione per l'acquisto e le opere di posa di micro-cogeneratori in sostituzione di impianti esistenti;*
- *la detrazione del 65% per la sostituzione degli impianti di climatizzazione impianti con sistemi in pompa di calore integrata con caldaia a condensazione.*

Per questi interventi sono state riconosciute detrazioni più elevate quando si riescono a conseguire determinati indici di prestazione energetica. In tal caso, infatti, è possibile usufruire di una detrazione

---

<sup>47</sup> Comunicato stampa del 28 febbraio 2019, <https://www.agenziaentrate.gov.it/wps/content/nsilib/nsi/agenzia/agenzia+comunica/comunicati+stampa/tutti+i+comunicati+del+2019/cs+febbraio+2019/cs+28+febbraio+2019+cs+risoluzione+ecotassa>

<sup>48</sup> LEGGE 30 dicembre 2018, 31 dicembre 2018, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana.

---

del 70 o del 75% da calcolare su un ammontare complessivo delle spese non superiore a 40.000 euro moltiplicato per il numero di unità immobiliari che compongono l'edificio.

Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico - MARZO 2019

A seguito dei numerosi sismi che hanno colpito il centro Italia negli ultimi anni, a favore della ricostruzione sono state previste detrazioni, finalizzate anche alla riduzione del rischio sismico, per interventi in edifici appartenenti alle zone sismiche 1, 2 o 3.

In questo caso è possibile usufruire di una detrazione fino all'80%, se i lavori determinano la riduzione del rischio sismico dell'85% (2 classi).

Sempre dal 2018, è possibile di cedere il credito di imposta a fornitori o altri soggetti privati, compresi gli istituti di credito, in misura corrispondente alla detrazione spettante, anche per gli interventi di riqualificazione energetica effettuati sulle singole unità immobiliari e non solo per quelli<sup>49</sup>.

---

<sup>49</sup> Agenzia delle entrate.

---

## 1.5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce dello sviluppo che sta interessando il settore dell'energia nell'edilizia e del ruolo sempre più centrale che il tema rivestirà nei prossimi anni, a seguito del percorso di riforme in atto, è utile operare un'indagine sull'influenza dei requisiti di efficienza energetica sul mercato degli immobili.

In precedenza (paragrafo 1.1), si è visto come A.G. Charalambides studi l'importanza dell'APE per i consumatori in relazione al prezzo attraverso l'uso di un questionario online.

Successivamente, con la stessa finalità, si è visto come, M.C. Ramiro, studi l'impatto della classe energetica attraverso un'analisi condotta sui prezzi di offerta nel mercato immobiliare di Barcellona. Entrambi giungono a risultati che descrivono il mercato, ma attraverso l'utilizzo di due approcci metodologici diversi.

Il questionario costituisce uno strumento di valutazione della conoscenza e sensibilità degli intervistati verso un tema specifico basato su un approccio qualitativo di analisi di mercato.

L'analisi dei prezzi è un approccio alla stima di tipo quantitativo, basato su valori derivati dallo studio del mercato.

All'interno di questo lavoro di tesi, sono approfondite entrambe le modalità, proponendo nel seguente ordine:

- analisi della sensibilità dei compratori rispetto alla classe energetica attraverso l'uso di un questionario di valutazione della domanda in termini qualitativi<sup>50</sup>;
- stima dell'influenza nel mercato immobiliare della classe energetica attraverso l'utilizzo di un modello edonico<sup>51</sup>.

Nella tesi, sono elaborate le due differenti tipologie di analisi di mercato, in primo luogo attraverso la redazione di un questionario a supporto dell'analisi della domanda, all'interno del secondo capitolo, mentre, nel terzo capitolo, è proposta un'analisi di tipo quantitativo che prevede l'impiego del *modello edonico di regressione multipla*, individuato come lo strumento più adeguato ad interpretare il mercato immobiliare a partire dai prezzi di offerta e dalle caratteristiche degli immobili. Nel quarto ed ultimo capitolo è infine proposto un ragionamento conclusivo, alla luce delle analisi svolte, per fornire un'interpretazione dell'influenza della classe energetica nel mercato immobiliare della città di Torino.

---

<sup>50</sup> A.G. CHARALAMBIDES et al., (2018), The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets, International Journal of Sustainable Energy.  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786451.2018.1448399>

<sup>51</sup> E. FREGONARA

## CAPITOLO 2

---

INDAGINE SUI COMPORTAMENTI DELLA  
DOMANDA E SULLA FORMAZIONE DEI PREZZI

2

---

## 2.1 INTRODUZIONE

Tra le diverse modalità esistenti di analizzare qualitativamente la disponibilità a pagare dei consumatori, il questionario rappresenta uno tra gli strumenti più accreditati. Esso, può essere utilizzato per diversi scopi e finalità e, raggiunto un numero adeguato di feedback, sulla base dei dati raccolti, permette di costruire una banca dati su cui applicare analisi di tipo statistico.

Un buon questionario dev'essere di immediata comprensione, veloce alla lettura e intuitivo per gli intervistati, che devono poterlo completare nel modo più agevole possibile, mantenendo alta la soglia di attenzione durante il corso della compilazione.

In questa fase della tesi, si intende proporre la strutturazione di un questionario che, opportunamente integrato e verificato, può costituire la base per lo sviluppo di un altro questionario da sottoporre a un campione concreto.

Il questionario è uno strumento di analisi molto diffuso e propedeutico all'applicazione di indici statistici. Dalla letteratura è possibile rintracciarne alcuni esempi utilizzati in passato, nell'ambito di studi con la medesima finalità di questa tesi.

La bibliografia presente sul tema dell'efficienza energetica è di grande aiuto per comprendere come strutturare un questionario.

Di seguito sono stati individuati alcuni articoli tratti da riviste scientifiche in cui è stato formulato e divulgato un questionario, con diverse finalità.

I primi due, analizzano il ruolo dell'APE nel mercato, mentre altri e sono stati formulati con una finalità differenti, seppur utili a comprendere la strutturazione di un'analisi di questo tipo.

---

## 2.2 INDAGINE CONOSCITIVA SULLE CARATTERISTICHE DEGLI IMMOBILI TRAMITE SURVEY

Le pubblicazioni selezionate ai fini di questa sezione del lavoro sono analizzate di seguito:

- il questionario “*Enerfound,2*”<sup>52</sup>, (visto al paragrafo 1.1) redatto Charalambides, che ha coinvolto 12 Stati dell’Unione Europea, ha confermato la crescita dell’interesse dei cittadini per l’efficienza energetica. È stato utilizzato come metodo di indagine un questionario online.

I risultati sono stati raccolti sulla base delle seguenti domande:

- 1) Definire in ordine gerarchico, secondo la propria preferenza, le caratteristiche ritenute più importanti nella scelta di un immobile tra cui:
  - attrattività dell’immobile;
  - stabilità strutturale;
  - funzionalità degli spazi;
  - efficienza energetica;
  - comfort;
  - altre caratteristiche.
- 2) Indicare se si è a conoscenza dell’esistenza dell’*APE* e se la propria casa ne è in possesso e in che classe energetica è situata la propria abitazione.
- 3) Indicare se siano mai stati effettuati interventi per migliorare la classe energetica e, in caso siano stati effettuati, se si è soddisfatti della scelta.

A prescindere dai risultati ottenuti (esposti al paragrafo 1.1), è interessante riflettere sulla strutturazione del questionario. In primo luogo è posta una domanda di carattere generale per valutare le preferenze degli intervistati, che permette di comprendere da subito se l’interesse verso la performance energetica rappresenti un parametro su cui acquistare l’immobile.

---

<sup>52</sup> A.G. CHARALAMBIDES et al., (2018), The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets, International Journal of Sustainable Energy.

---

La seconda domanda presenta un carattere più specifico, pone in primo luogo un interrogativo generico per valutare quante persone siano a conoscenza dell'APE ed in seguito, chiede all'intervistato se sia o meno a conoscenza della classe energetica del proprio.

La terza domanda indaga l'interesse da parte degli intervistati ad effettuare interventi di efficientamento energetico dell'immobile, e nel caso siano già stati svolti di indicare il grado di soddisfazione in seguito agli interventi effettuati.

La struttura del questionario si è dimostrata molto intuitiva ed efficace pertanto verrà ripresa nella strutturazione del modello realizzato in questa tesi.

- questionario di M. Franke e C. Nadler<sup>53</sup>. In questo caso il questionario è stato redatto per verificare se le previsioni di H. Amecke<sup>54</sup> (che nel corso del 2012 sostenne che l'APE sarebbe divenuto un parametro sempre più importante per i compratori) fossero corrette o meno.

Attraverso un campione composto di 206 interviste, di cui 108 proprietari della propria casa e 98 affittuari, raccolto nel periodo compreso tra maggio e luglio 2017, gli studiosi hanno dimostrato come, secondo gli intervistati, il livello di prestazione energetica sia divenuto un aspetto fondamentale nella scelta di un immobile, al pari della location, confermando quindi le previsioni di Amecke.

In questo caso il questionario è posto in maniera ancor più semplice della precedente; infatti si richiede solo di elencare in ordine gerarchico le caratteristiche che si prediligono nella scelta dell'immobile (come nella domanda 1 dell'articolo precedente) e dal campione di 206 interviste è risultato un elevato gradimento per l'efficienza energetica.

- il questionario *"House today, home tomorrow"*<sup>55</sup>, redatto da un team di esperti di diversi ambiti del Politecnico di Torino.

È individuato come lo strumento più adatto per analizzare l'importanza che i potenziali acquirenti attribuiscono all'illuminazione nell'ambito della conversione di un'area ex-

---

<sup>53</sup> M. FRANKE e C. NADLER, 2019, Energy efficiency in the German residential housing market: Its influence on tenants and owners, p. 879-890

<sup>54</sup> H. AMECKE, (2012), The impact of energy performance certificates: A survey of German home owners, Energy Policy, vol. 46, issue C, 4-14

<sup>55</sup> V.R.M. LO VERSO et al., (2014), Daylighting as the Driving Force of the Design Process: from the Result of a Survey to the implementation into an Advanced Daylighting Project, Journal of Daylighting

---

industriale in residenziale in Torino, per una progettazione focalizzata sulle richieste degli occupanti.

La luce rappresenta un elemento difficile da interpretare in fase di analisi di mercato, in quanto non vi è nessun parametro che la descriva in maniera esaustiva senza effettuare una visita dell'immobile. Non potendo quindi procedere tramite un'analisi dei prezzi di tipo quantitativo, è stato individuato il questionario come lo strumento più adeguato per ricercare informazioni sul mercato.

Il questionario si compone di 87 voci suddivise in cinque categorie:

- 1) informazioni personali;
- 2) attitudini e attrattività;
- 3) la tua casa oggi;
- 4) la tua casa domani;
- 5) disponibilità a pagare per le tecnologie di comfort.

Questa struttura permette di sviluppare la ricerca a più livelli: dalle informazioni di tipo oggettivo, alla definizione dell'interesse dei compratori per l'ambito specifico del comfort indoor. Partendo dalla casa dove attualmente vivono, attraverso domande specifiche si arriva a definire la casa dove desidererebbero vivere.

Dai risultati del questionario emerge che la quantità di luce diurna, la dimensione delle stanze, l'assenza di inquinamento sonoro e la presenza di un giardino privato sono gli elementi più considerati dai compratori.

- questionario "*La Tua Casa*"<sup>56</sup>, a cura dell'*Osservatorio Immobiliare della Città di Torino (OICT)*. Esso costituisce un valido esempio di questionario a disposizione degli utenti che intendono effettuare una valutazione in termini, qualitativi sul mercato immobiliare di Torino. A compilazione effettuata, formula un giudizio qualitativo che fornisce un'indicazione agli utenti su quali siano gli elementi che influenzano positivamente il prezzo e quelli che rappresentano un fattore negativo per il mercato.

Il questionario è strutturato in quattro "step", rispettivamente in:

- 1) individuazione dell'area mediante la Microzona;
- 2) contestualizzazione dell'immobile;
- 3) informazioni sull'edificio;

---

<sup>56</sup> [http://www.oict.polito.it/questionario\\_on\\_line](http://www.oict.polito.it/questionario_on_line)

---

4) informazioni sull'unità abitativa.

Il modo di procedere dal generale al particolare risulta molto intuitivo e comprensibile e permette di seguire un processo logico chiaro anche a chi non è un operatore del settore.

Il questionario *“La Tua Casa”* per la chiarezza nell'esposizione e perché è sviluppato sulla base del mercato immobiliare di Torino costituisce il principale punto di riferimento per il questionario redatto in questa tesi.

Non essendo il fine di questo lavoro di tesi sottoporre un questionario ad un campione di individui statisticamente significativo, ma ritenendolo comunque uno strumento efficace per l'analisi di mercato, è svolto un approfondimento per comprenderne la struttura ed infine ne è sviluppata una tipologia *“fac-simile”* che possa essere utilizzata qualora si intendesse di intraprendere un'indagine di questo genere. Tale *“fac-simile”* non è stato divulgato.

L'Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI), è l'ente dell'Agenzia delle Entrate che: *“Cura la rilevazione e l'elaborazione delle informazioni di carattere tecnico-economico relative ai valori immobiliari, al mercato degli affitti e ai tassi di rendita e la pubblicazione di studi ed elaborazioni e la valorizzazione statistica degli archivi dell'Agenzia”*<sup>57</sup>. Costituisce l'ente istituzionale e la principale fonte di informazioni a livello nazionale circa l'andamento dei prezzi nel mercato immobiliare, proponendosi come strumento utile agli operatori del settore e agli enti pubblici e privati per conoscerne i valori medi.

L'Osservatorio Immobiliare della Città di Torino rappresenta il secondo ente che studia l'andamento del mercato e costituisce: *“Uno strumento a servizio di enti pubblici e operatori privati, attivo dal 2000 grazie alla collaborazione tra il Politecnico di Torino, il Comune di Torino e, dal 2007, la Camera di commercio, agricoltura e artigianato di Torino”*<sup>58</sup>.

Ad oggi, il lavoro di monitoraggio svolto dall'*Osservatorio* si presenta come uno strumento molto attendibile di conoscenza, analisi e supporto delle attività di gestione, utile a garantire un maggiore livello di trasparenza del mercato immobiliare, per una corretta analisi preventiva degli interventi.

---

<sup>57</sup> <https://www.agenziaentrate.gov.it/wps/content/nsilib/nsi/aree+tematiche/osservatorio+del+mercato+immobiliare+omi>

<sup>58</sup> [http://www.oict.polito.it/chi\\_siamo](http://www.oict.polito.it/chi_siamo)

---

L'OICT presenta un'analisi dei prezzi rispetto ai valori medi semestrali relativi alle transazioni effettuate all'interno di una microzona catastale della città, definendo così il prezzo per aree pressoché omogenee in quanto a servizi, verde pubblico e età del costruito.

Il questionario *"La Tua Casa"*, è identificato all'interno del sito ufficiale dell'OICT. Essendo stato redatto quasi vent'anni fa, il mercato negli anni si è evoluto in alcuni aspetti, per questo motivo necessiterebbe di alcuni aggiornamenti e implementazioni.

Gli aspetti legati all'efficienza energetica dell'edificio sono assenti, essendo il questionario precedente alle EPBD, che hanno sviluppato il mercato dell'energia su tutto il territorio europeo.

Nel seguente paragrafo si propone una revisione del questionario. Sulla base dei riferimenti individuati è inserita una sezione nella quale si descrivono le componenti energetiche dell'edificio e una breve sezione finale sulla disponibilità a pagare per l'efficienza energetica.

---

### **2.3 ANALISI DELL'ATTUALE QUESTIONARIO OICT**

Il processo logico secondo cui è strutturato il questionario, procede dalle informazioni di carattere generale fino alle considerazioni di dettaglio e permette all'utente di comprendere quali siano le reali potenzialità e i difetti dell'immobile in termini di mercato, fornendo una valutazione qualitativa realmente oggettiva dell'immobile descritto nel questionario.

Il questionario presenta un totale complessivo di 29 domande ed è articolato in 4 *step* consequenziali:

Step 1. Localizzazione dell'immobile (Microzona catastale)

Step 2. Contesto dell'immobile (affaccio, vista, disturbo sonoro)

Step 3. Informazioni sull'immobile (caratteristiche dell'edificio)

Step 4. Informazioni sull'unità abitativa (caratteristiche dell'appartamento)

### Step 1: Localizzazione dell'immobile

#### 1. Microzona

**Individua la microzona dove si trova il tuo immobile.**

Nel campo seguente inserire l'indirizzo (solamente il toponimo; ad esempio: Roma, per via Roma o Francia per Corso Francia o Largo Francia). A questo punto il sistema proporrà un secondo campo con l'elenco dei numeri civici validi per quel determinato toponimo e una volta selezionato il numero interessato verrà visualizzata la microzona di riferimento.

Indirizzo (senza via, piazza,...):

### Step 2: Contesto dell'immobile<sup>60</sup>

#### 1. Affaccio: su quali affacci principali prospettano le finestre?

- Affaccio: su quali affacci principali prospettano le finestre? - Nessuno (solo cortile)
- Affaccio: su quali affacci principali prospettano le finestre? - Via secondaria
- Affaccio: su quali affacci principali prospettano le finestre? - Corso o viale alberato o piazze
- Affaccio: su quali affacci principali prospettano le finestre? - Grande arteria di traffico
- Affaccio: su quali affacci principali prospettano le finestre? - Piazze del centro storico e aree pedonali

#### 2. Vista: ciò che è abbracciato dallo sguardo anche se in lontananza (non uno scorcio).

- Vista: ciò che è abbracciato dallo sguardo anche se in lontananza (non uno scorcio). - Nessun elemento di interesse
- Vista: ciò che è abbracciato dallo sguardo anche se in lontananza (non uno scorcio). - Parchi
- Vista: ciò che è abbracciato dallo sguardo anche se in lontananza (non uno scorcio). - Fiumi
- Vista: ciò che è abbracciato dallo sguardo anche se in lontananza (non uno scorcio). - Collina
- Vista: ciò che è abbracciato dallo sguardo anche se in lontananza (non uno scorcio). - Monumenti storici (cupole, campanili,...)

#### 3. Disturbo sonoro

- Disturbo sonoro - Nessuno
- Disturbo sonoro - Intenso traffico
- Disturbo sonoro - Attività produttive rumorose
- Disturbo sonoro - Attività per il tempo libero rumoroso o che richiamano pubblico chiososo

### Step 3: Informazioni sull'immobile<sup>61</sup>

#### 1. Numero totale piani dell'edificio.

Se ad esempio l'edificio ha un piano terra o rialzato più 5 piani, indicare 6. Conteggiare il sottotetto solo se abitabile.

---

<sup>59</sup> <https://areeweb.polito.it/ricerca/oict-latuacasa/index.php>

<sup>60</sup> <https://areeweb.polito.it/ricerca/oict-latuacasa/index.php>

<sup>61</sup> <https://areeweb.polito.it/ricerca/oict-latuacasa/index.php>

Numero totale piani dell'edificio. - Se ad esempio l'edificio ha un piano terra o rialzato più 5 piani, indicare 6.  
Conteggiare il sottotetto solo se abitabile. Numero: Selezionare 1234567891011121314151617181920

## 2. Come avviene la distribuzione verticale?

- Come avviene la distribuzione verticale? - Scala aperta su cortile e ballatoi
- Come avviene la distribuzione verticale? - Scala interna e pianerottoli
- Come avviene la distribuzione verticale? - Scala più ascensore
- Come avviene la distribuzione verticale? - Assente (edifici unifamiliari, edifici di un solo piano)

## 3. L'ascensore è facilmente installabile?

- L'ascensore è facilmente installabile? - Sì
- L'ascensore è facilmente installabile? - No
- L'ascensore è facilmente installabile? - Non è necessario installarlo (esiste già, oppure edificio unifamiliare o ad un solo piano)

## 4. Categoria dell'edificio.

- Categoria dell'edificio. - Popolare [\[Aiuto\]](#)
- Categoria dell'edificio. - Economico [\[Aiuto\]](#)
- Categoria dell'edificio. - Medio-signorile [\[Aiuto\]](#)
- Categoria dell'edificio. - Signorile-pregio [\[Aiuto\]](#)
- Categoria dell'edificio. - Di elevato valore architettonico [\[Aiuto\]](#)

## 5. Stato di conservazione del fabbricato.

- Stato di conservazione del fabbricato. - Nuovo (assenza di degrado)
- Stato di conservazione del fabbricato. - Ottimo (pari al nuovo ovvero richiede opere di manutenzione ordinaria, quali ad esempio pulizia facciata, tinteggiatura, rimozione di graffi)
- Stato di conservazione del fabbricato. - Buono (necessità di interventi di manutenzione ordinaria o interventi di manutenzione straordinaria)
- Stato di conservazione del fabbricato. - Carente (necessità di consistenti interventi di manutenzione straordinaria o risanamento conservativo)
- Stato di conservazione del fabbricato. - Degradato (necessità di interventi di restauro o ristrutturazione edilizia; include anche i ruderi).

## 6. Periodo di costruzione.

- Periodo di costruzione. - Entro il 1914
- Periodo di costruzione. - Tra il 1915 e il 1945
- Periodo di costruzione. - Tra il 1946 il 1959
- Periodo di costruzione. - Tra il 1960 e il 1969
- Periodo di costruzione. - Tra il 1970 e il 1979
- Periodo di costruzione. - Tra il 1980 e il 1989
- Periodo di costruzione. - Tra il 1990 e il 1999
- Periodo di costruzione. - Dopo il 2000

## 7. L'edificio è oggi interessato da un cantiere edilizio?

- L'edificio è oggi interessato da un cantiere edilizio? - Sì (ristrutturazione parziale)
- L'edificio è oggi interessato da un cantiere edilizio? - Sì (ristrutturazione globale)
- L'edificio è oggi interessato da un cantiere edilizio? - No

## 8. Appare recentemente costruito o oggetto di un recente intervento di riqualificazione urbana (del quartiere, dell'isolato...)?

- Appare recentemente costruito o oggetto di un recente intervento di riqualificazione urbana (del quartiere, dell'isolato...)? - Si
- Appare recentemente costruito o oggetto di un recente intervento di riqualificazione urbana (del quartiere, dell'isolato...)? - No

#### 9. Esiste un servizio di portineria?

- Esiste un servizio di portineria? - Si
- Esiste un servizio di portineria? - No

#### 10. L'impianto di riscaldamento è centralizzato?

- L'impianto di riscaldamento è centralizzato? - Non è centralizzato
- L'impianto di riscaldamento è centralizzato? - Sì, a gasolio
- L'impianto di riscaldamento è centralizzato? - Sì, a metano
- L'impianto di riscaldamento è centralizzato? - Sì, a carbone
- L'impianto di riscaldamento è centralizzato? - Teleriscaldamento

### Step 4: Informazioni sull'unità abitativa <sup>62</sup>

#### 1. Qual è la superficie commerciale in metri quadrati?

Qual è la superficie commerciale in metri quadrati? - Metri quadri (numero intero): [\[Aiuto\]](#)

#### 2. Arie

**Per aria si intende un affaccio.**

**Ha 1 aria un appartamento le cui finestre sono tutte collocate sulla stessa facciata; il numero massimo di arie è 4.**

**Non sono da considerare le bocche di lupo e le finestre che si affacciano sul vano scale**

Arie - Per aria si intende un affaccio.

Ha 1 aria un appartamento le cui finestre sono tutte collocate sulla stessa facciata; il numero massimo di arie è 4.

Non sono da considerare le bocche di lupo e le finestre che si affacciano sul vano scale Numero di arie: Selezionare1234

#### 3. Piano

**Attenzione: il piano dovrebbe essere inferiore o uguale al 4°**

Piano - Scegliere il piano in cui si trova l'unità immobiliare: SelezionarePiano terra o rialzatoPiano ammezzato (mezzanino)Piano 1°Piano 2°Piano 3°Piano 4°Piano 5°Piano 6°Piano 7°Piano 8°Piano 9°Piano 10°Piano 11°Piano 12°Piano 13°Piano 14°Piano 15°Piano mansardaPiano sottotettoPiano atticoPiano superattico [\[Aiuto\]](#)

#### 4. Stanze

**Le stanze abitabili sono quelle dotate di almeno una finestra. Non contare cucine, bagni, sgabuzzini, ripostigli ecc.**

Stanze - Le stanze abitabili sono quelle dotate di almeno una finestra. Non contare cucine, bagni, sgabuzzini, ripostigli ecc. Numero di stanze: Selezionare12345678910Superiore a 10

#### 5. Cucina

**Indicare il tipo di cucina.**

- Cucina - Indicare il tipo di cucina. Cucinino dove è possibile preparare i cibi ma non pranzare
- Cucina - Indicare il tipo di cucina. Cucina abitabile dove è possibile sia preparare i cibi sia pranzare

<sup>62</sup> <https://areeweb.polito.it/ricerca/oict-latuacasa/index.php>

- Cucina - Indicare il tipo di cucina. L'alloggio è privo di cucina, un angolo cottura è presente all'interno di una delle altre stanze

#### 6. Bagni

**Selezionare la tipologia e la quantità di bagni presenti nell'unità.**

Bagni - Selezionare la tipologia e la quantità di bagni presenti nell'unità. Numero di bagni dotati di finestra apribile: Selezionare12345Superiore a 5Nessuno

Bagni - Selezionare la tipologia e la quantità di bagni presenti nell'unità. Numero di bagni ciechi con aerazione forzata: Selezionare12345Superiore a 5Nessuno

#### 7. Terrazzi

**Il terrazzo è un ambiente esterno di pertinenza esclusiva di un alloggio, di profondità minima di 2 m, quanto basta cioè per collocarvi un tavolo e le sue sedie.**

Terrazzi - Il terrazzo è un ambiente esterno di pertinenza esclusiva di un alloggio, di profondità minima di 2 m, quanto basta cioè per collocarvi un tavolo e le sue sedie. Numero di terrazzi: Selezionare1234Nessuno

#### 8. Balconi

**Il balcone è un ambiente esterno di pertinenza esclusiva di un alloggio, di profondità inferiore a 2 m.**

Balconi - Il balcone è un ambiente esterno di pertinenza esclusiva di un alloggio, di profondità inferiore a 2 m. Numero di balconi: Selezionare12345678910Superiore a 10Nessuno

#### 9. Giardino

**Esiste un giardino di pertinenza esclusiva dell'alloggio?**

- Giardino - Esiste un giardino di pertinenza esclusiva dell'alloggio? Si
- Giardino - Esiste un giardino di pertinenza esclusiva dell'alloggio? No

**Se Sì, indicarne la superficie.**

Giardino - Se Sì, indicarne la superficie. Metri quadri di giardino (numero intero):

#### 10. Accesso all'unità immobiliare

- Accesso all'unità immobiliare - Pianerottolo
- Accesso all'unità immobiliare - Ballatoio
- Accesso all'unità immobiliare - Indipendente, diretto dalla strada o dal cortile

#### 11. Cantina

- Cantina - Sì
- Cantina - No

#### 12. Soffitta

- Soffitta - Sì
- Soffitta - No

#### 13. Posto auto attribuito all'alloggio

- Posto auto attribuito all'alloggio - Nessuno
- Posto auto attribuito all'alloggio - In garage a piano libero
- Posto auto attribuito all'alloggio - Box
- Posto auto attribuito all'alloggio - In cortile (a cielo aperto o sotto tettoia)

---

#### 14. Stato di conservazione dell'unità immobiliare

- Stato di conservazione dell'unità immobiliare - Nuovo
- Stato di conservazione dell'unità immobiliare - Ristrutturato
- Stato di conservazione dell'unità immobiliare - Parzialmente ristrutturato
- Stato di conservazione dell'unità immobiliare - Da ristrutturare

- *Analisi step 1*

È utile conoscere a priori se la zona in analisi sia fornita a livello di servizi, senza ricorrere ad una valutazione soggettiva dell'utente sulla propria area di residenza.

La presenza di servizi, come la metro, attività commerciali, parchi, influenza in misura rilevante il prezzo, in quantità che andremo a definire con più precisione in seguito attraverso le analisi quantitative. Un ipotetico intervistato, dovrebbe dare una risposta oggettiva ed univoca e le risposte dovranno essere fornite con grande precisione non essendoci una componente di soggettività in merito a questa risposta.

- *Analisi step 2*

riguarda sempre la contestualizzazione e l'individuazione del contesto in cui l'immobile è inserito. Le domande formulate riguardano gli affacci, le viste e il disturbo sonoro.

Le domande risultano essere in questo caso, troppo soggettive e semplificabili.

- *Analisi step 3 e 4.*

“Caratteristiche dell'edificio e caratteristiche dell'appartamento”

Lo step 3 e lo step 4, in merito alle “Informazioni sull'immobile” costituiscono la fase più complicata dell'analisi, in quanto si introducono molte variabili soggettive, che molto spesso possono presentare delle aleatorietà o non essere valutate correttamente.

Si tratta della valutazione delle condizioni dell'immobile, o meglio del fabbricato in cui è collocata l'unità in analisi.

Le domande poste allo step 3 e allo step 4 su il questionario “La Tua Casa” sono le seguenti:

---

Essendo redatto prima della EPBD 2002/91/CE, non viene menzionata a sufficienza la componente energetica, partendo dalla classe energetica, arrivando a componenti più specifiche d'impianto e di involucro.

---

## 2.4 NUOVO QUESTIONARIO “LA TUA CASA” IN OTTICA DI EFFICIENZA ENERGETICA”

A seguito di diversi tentativi, sulla base di quanto appreso dalla letteratura, individuato come punto di partenza il questionario “*La tua casa*”<sup>63</sup>, è stato possibile procedere nella redazione di un nuovo questionario che tenga conto di tutte le considerazioni effettuate in precedenza.

Il nuovo questionario è denominato “*La tua casa e l’efficienza energetica*” e si articola in due macro-aree così individuabili:

- la prima comprende 5 “*steps*” e un totale di 30 domande, finalizzate all’analisi qualitativa dell’immobile. In questa fase è conservata la struttura del precedente questionario e sono rimosse le domande considerate superflue o non di immediata comprensione. Infine è aggiunto un ultimo *step* rispetto alla versione precedente, completamente dedicato alla componente energetica che caratterizza il proprio immobile.

Lo *step 5* è stato aggiunto sulla base delle considerazioni sviluppate nella costruzione del questionario “*House today, home tomorrow*”<sup>64</sup> e del questionario per il progetto “*Enerfound 2*” oltre che sulla base delle disposizioni delle EPBD. In primo luogo per introdurre all’interno del questionario tutte le componenti energetiche di una casa, in seguito per valutare il livello di confidenza degli intervistati con la materia, in previsione dell’ultima sezione dedicata alla disponibilità a pagare per l’efficienza.

- la seconda si focalizza sulla disponibilità a pagare per l’efficienza energetica. Sulla medesima struttura del questionario “*House today, home tomorrow*”, superata la fase iniziale di descrizione della propria casa e delle caratteristiche si procede ad una fase nella quale si indaga la sensibilità dei compratori per la componente energetica.

Questa fase si articola in sole 4 domande. La prima richiede di segnare alcune caratteristiche che si ritengono fondamentali nella scelta di un immobile ed in seguito sono esposte tre domande per comprendere dove sia rivolto l’interesse dei consumatori. La struttura è snella per non dilatare eccessivamente i tempi della compilazione.

---

<sup>63</sup> [http://www.oict.polito.it/questionario\\_on\\_line](http://www.oict.polito.it/questionario_on_line)

---

A seguire è proposto il nuovo questionario *“La tua casa e l’efficienza energetica”*, che modifica e implementa il questionario *“La tua casa”* dell’OICT.

### **STEP 1 \_ Localizzazione dell’immobile - individuazione della MICROZONA**

Il primo passo per valutare il tuo immobile è definirne la localizzazione all’interno del contesto urbano identificando la Microzona in cui è localizzato.

Per regolamento la Microzona è di norma una porzione del territorio comunale che, individuata catastalmente da uno o più fogli di mappa, deve essere omogenea sul piano urbanistico e nel contempo configurarsi come vero e proprio segmento del mercato immobiliare.

#### **1.1 Inserisci il toponimo del tuo indirizzo**

Nel campo seguente inserire l’indirizzo (solamente il toponimo; ad esempio: Roma, per via Roma o Francia per Corso Francia o Largo Francia). A questo punto il sistema proporrà un secondo campo con l’elenco dei numeri civici validi per quel determinato toponimo e una volta selezionato il numero interessato verrà visualizzata la microzona di riferimento.

Indirizzo (senza via, piazza,...):

#### **1.2 Inserisci il numero civico**

Il sistema proporrà un secondo campo con l’elenco dei numeri civici validi per quel determinato toponimo e una volta selezionato il numero interessato verrà visualizzata la microzona di riferimento.

Indirizzo selezionato:

.....

Numero civico:

#### **1.3 Il tuo immobile si trova nella MICROZONA:**

Indirizzo indicato:

.....

Numero indicato:

.....

Microzona determinata - Numero:

.....

## STEP 2 \_ Contestualizzazione dell'immobile

Nello STEP 2 si intendono analizzare le caratteristiche relative all'orientamento e al contesto in cui l'immobile si trova. La presenza di luoghi di pregio come parchi, monumenti storici come le altre caratteristiche presenti all'interno del questionario, possono influenzare positivamente e negativamente il valore dell'immobile, pertanto è giusto analizzarle il più oggettivamente possibile ai fini di una corretta stima dell'immobile.

### 2.1 Affaccio

Indica se il tuo immobile dispone di almeno un affaccio (da almeno una finestra) verso una di queste alternative:

- Via principale ( Corso, viale ...)
- Via secondaria
- Piazza
- Parco
- nessuna alternativa ( es. solo verso il cortile interno )

### 2.2 Panoramicità

Indica ciò che è abbracciato dallo sguardo anche se in lontananza (non uno scorcio), se è possibile scorgere una o più di queste possibilità:

- Nessun elemento di interesse
- Parchi
- Vista: ciò che è abbracciato dallo sguardo anche se in lontananza (non uno scorcio). - Fiume
- Collina
- Monumenti storici (cupole, campanili,...)

Descrivi brevemente la migliore vista di cui dispone la tua casa:

.....

.....

.....

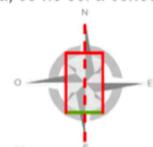
### 2.3 Inquinamento sonoro

Indica che tipo di contesto sonoro circonda il tuo appartamento, il livello di rumore che si percepisce:

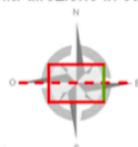
- 1 - Lieve o assente - prevalentemente molto silenzioso, solo ogni tanto si percepiscono leggeri rumori come il passaggio di un veicolo.
- 2 - Leggero - si percepisce qualche rumore in lontananza. ( Passaggio sovente di auto o autoveicoli e altri rumori della stessa portata).
- 3 - Abbondante - rumori che disturbano frequentemente, ma comunque sopportabili (Abbondante passaggio di auto e schiamazzi provenienti da luoghi di ritrovo e sosta, esempio un bar.)
- 4 - Elevato - presenza di rumori molto fastidiosi che sistematicamente disturbano il sonno, la quiete e che è difficile ignorare.

### 2.4 Esposizione

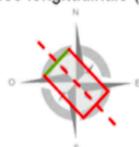
Indica, se ne sei a conoscenza, della direzione in cui è orientato l'asse longitudinale (l'asse che percorre il lato più lungo della casa



1 - NORD-SUD



2 - EST-OVEST



3 - NORD/OVEST - SUD/EST



4 - NORD/EST - SUD/OVEST

5 - Non sono a conoscenza dell'esposizione dell'immobile

### STEP 3 \_ Informazioni sullo stabile

Ai fini della stima di un bene, all'interno del mercato è di fondamentale importanza la qualità della manutenzione dello stabile. Se l'edificio pur non essendo di recente costruzione, presenta più servizi e delle zone comuni apprezzabili, ciò influirà positivamente sul prezzo, allo stesso modo, uno stabile nel quale vi sia scarsa manutenzione questo influirà sul prezzo dell'immobile

#### 3.1 Numero dei piani dell'edificio

Indica il numero totale dei piani di cui è composto lo stabile in cui è situato il tuo appartamento, identificando con 0 i piani: terra e rialzato e pilotis (piano terra libero nel quale sono presenti solo i pilastri dell'edificio e aree di distribuzione come accessi, scale, ascensori [...])

Per maggiore chiarezza vedere l'esempio riportato in figura a lato:

Indicare il NUMERO TOTALE DEI PIANI



#### 3.2 Piano - A che piano si trova il tuo appartamento

A che piano si trova il tuo immobile?

PIANO

Si tratta di un piano:

- Terra/Rialzato  
 Intermedio  
 Attico

#### 3.4 Distribuzione verticale

Indica come avviene la distribuzione verticale all'interno del condominio, selezionando una tra le seguenti possibilità:

- Scala aperta su cortile e ballatoi  
 Scala interna e pianerottoli  
 Scala più ascensore  
 Assente (edifici unifamiliari, edifici di un solo piano)

#### 3.5 Categoria dell'edificio

Indica a quale delle seguenti categorie appartiene lo stabile in cui è situato l'immobile:

- 1 - Popolare  
 2 - Economico  
 3 - Medio-signorile  
 4 - Signorile-pregio  
 5 - Di elevato valore architettonico

### 3.6 Stato di conservazione

Indica una delle seguenti possibilità per classificare lo stato di conservazione del fabbricato:

- 1 - Nuovo (assenza di degrado)
- 2 - Ottimo (pari al nuovo ovvero richiede opere di manutenzione ordinaria, quali ad esempio pulizia facciata, tinteggiatura, rimozione di graffiti)
- 3 - Buono (necessità di interventi di manutenzione ordinaria o interventi di manutenzione straordinaria)
- 4 - Carente (necessità di consistenti interventi di manutenzione straordinaria o risanamento conservativo)
- 5 - Degradato (necessità di interventi di restauro o ristrutturazione edilizia; include anche i ruderi).

### 3.7 Periodo di costruzione

Indica il periodo in cui è stato realizzato il fabbricato:

- Entro il 1914
- 1915 - 1945
- 1946 - 1959
- 1960 - 1969
- 1970 - 1979
- 1980 - 1989
- 1990 - 1999
- 2000 - 2009
- 2010 - oggi
- non ho idea...

### 3.8 E' presente il servizio di portineria?

- Sì, è presente il servizio di portineria
- No, non è presente alcun servizio di portineria

#### STEP 4 \_ Informazioni sull'unità immobiliare

In questo STEP, sono richieste le informazioni specifiche sull'unità immobiliare che si intende stimare

##### 4.1 Superficie in metri quadri

Indica la *superficie commerciale* in metri quadri dell'appartamento.

SUPERFICIE in METRI QUADRI

##### 4.2 Numero di locali

Indica il numero di locali che compongono l'unità non considerando all'interno del conteggio: bagni, sgabuzzini, ripostigli, sgomberi o cabine armadio.

- Monolocale - 1
- Bilocale - 2
- Trilocale - 3
- Quadrilocale 4
- Composto di 5 o + locali

##### 4.3 Arie

Indica il numero di arie di cui dispone il tuo appartamento. Con numero di arie si intende il numero di lati finestrati presenti nel tuo immobile, escludendo finestre su vano scala o bocche di lupo. Il numero massimo di arie presenti in una casa è 4.

- 1
- 2
- 3
- 4

##### 4.4 Luminosità

Indica in una scala da 1 a 5 il grado di luminosità dell'appartamento

- 1 - per niente lumionosa
- 2 - poco lumionosa
- 3 - abbastanza luminosa
- 4 - molto luminosa
- 5 - estremamente lumionosa

##### 4.5 Che tipo di cucina è presente?

Indicare la tipologia di cucina presente all'interno dell'immobile

- Cucinino, dove è possibile preparare i cibi ma non pranzare
- Cucina abitabile, dove è sia possibile preparare cibi che pranzare
- Soggiorno-Cucina

## STEP 5 \_ Livello di prestazione energetica dell'immobile

Si intende analizzare in questa sezione, le componenti legate alla materia energetica, identificando a che livello si trova il sistema impianto involucro al fine della corretta valutazione del livello di performance energetica.

### 5.1 Impianto di riscaldamento

Indica il tipo di impianto di riscaldamento presente nel condominio.

- Centralizzato
- Autonomo

### 5.2 Generazione del calore

Indica il tipo di generatore di calore che alimenta che alimenta l'impianto di riscaldamento ponendo attenzione anche al tipo di combustibile che alimenta il generatore

- Caldaia tradizionale a metano
- Caldaia tradizionale a gasolio
- Caldaia a condensazione a metano
- Pompa di calore (alimentazione elettrica)
- Teleriscaldamento

### 5.3 Impianto di raffrescamento

Indica la presenza o meno di un impianto di condizionamento, indicandone la tipologia tra quelle presenti.

- Impianto di raffrescamento a split (climatizzatori)
- Impianto di raffrescamento integrato (presente all'interno dell'appartamento, dal momento della costruzione, con bocchette a muro)
- Impianto di raffrescamento assente

### 5.4 Impianto fotovoltaico e solare termico

Indicare se nell'edificio sia installato un impianto fotovoltaico (impianto solare per la produzione di energia elettrica) e/o un impianto solare termico a supporto dell'impianto di riscaldamento. Nel caso fossero presenti entrambi, segnare entrambe le caselle.

- Impianto a pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica
- Impianto impianto a pannelli solari per il riscaldamento dell'acqua calda
- Entrambi gli impianti sono assenti

### 5.5 Isolamento dell'involucro esterno

Indicare se siano stati effettuati degli interventi di efficientamento sull'involucro esterno. Segnare anche più di una delle possibilità proposte.

- Isolamento del sottotetto
- Isolamento della porzione inferiore del solaio, su piano pilotis
- Realizzazione del cappotto termico su tutte le pareti dell'edificio
- Realizzazione del cappotto termico su alcune pareti .....(indicare se si tratti di parete Nord, Sud, Est, Ovest)
- insuflaggio nelle pareti
- Isolamento del vano scala
- altro .....

### 5.6 Isolamento dell'involucro interno

Indicare se siano stati effettuati degli interventi di efficientamento sull'involucro interno. Segnare anche più di una delle possibilità proposte.

- Riduzione dei ponti termici con isolamento puntuale (Isolamento del sottofinestra, del p.t. pilastro)
- Isolamento del cassonetto della tapparella
- Isolamento interno verso pareti disperdenti
- altro.....

### 5.7 Serramenti

Indica la tipologia dei serramenti presenti all'interno dell'immobile.

- Vetri singoli - datati o mai sostituiti
- Vetri doppi - sostituiti in tempi recenti
- Vetri doppi - sostituiti in tempi recenti

Indica il materiale di cui è composto il serramento se ne si è a conoscenza.

- Legno
- Alluminio
- Materiale plastico o PVC

### 5.8 Classe energetica

Indica se per l'immobile è mai stato redatto un APE, o Attestato di Prestazione Energetica, che ne certifichi il livello di performance, indicare, se ne si è a conoscenza anche l'anno in cui è stato redatto l'APE.

EDIFICIO A ENERGIA QUASI 0

- A4 + efficiente  Classe A4 < 0,4 EP
- A3  0,4 EP < Classe A3 < 0,6 EP
- A2  0,6 EP < Classe A2 < 0,8 EP
- A1  0,8 EP < Classe A1 < 1 EP
- B  1 < Classe B < 1,2 EP
- C  1,2 < Classe C < 1,5 EP
- D  1,5 < Classe D < 2 EP
- E  2 < Classe E < 2,5 EP
- F  2,5 < Classe F < 3,5 EP
- G - efficiente  > 3,5 EP
- Per l'immobile non è mai stato redatto alcun APE

## STEP 6 \_ Analisi sull'importanza della componente energetica da parte dei compratori

Questa sezione è dedicata all'importanza che i consumatori attribuiscono alla componente energetica, che acquista sempre più importanza, ma non è chiaro fino a che punto sia tenuta in considerazione dai compratori. Le seguenti domande serviranno a comprendere il grado di l'importanza che viene attribuito ad oggi a questa componente.

### 6.1 Quali sono 6 caratteristiche per te fondamentali nell'acquisto di una casa tra quelle elencate?

Indica quali sono, tra le opzioni proposte, al massimo 6 caratteristiche che ritieni fondamentali nell'acquisto di una casa.

- |   |   |
|---|---|
| <input type="radio"/> 1- Luogo/orientamento   | <input type="radio"/> 7- Metri quadri di superficie   |
| <input type="radio"/> 2- Presenza/assenza di rumore   | <input type="radio"/> 8- Spazi accessori (box auto, giardino, mansarda, protineria ...)   |
| <input type="radio"/> 3- Qualità dell'affaccio<br>(In termini di panoramicità e pregio della vista dall'immobile) | <input type="radio"/> 9- Spese condominiali   |
| <input type="radio"/> 4- Anno di costruzione dello stabile  | <input type="radio"/> 10- Immobile completamente ristrutturato  |
| <input type="radio"/> 5- Numero delle stanze  | <input type="radio"/> 11- Livello di efficienza energetica dell'edificio<br>(dei sistemi di riscaldamento, raffrescamento isolamento e produzione di energia dell'edificio) |
| <input type="radio"/> 6- Numero dei bagni   | <input type="radio"/> 12- Impianto di gestione domotica della casa  |

altro .....

### 6.2 Quanta importanza attribuisce alla classe energetica nella scelta di un immobile?

Indica il numero di locali che compongono l'unità non considerando all'interno del conteggio: bagni, sgabuzzini, ripostigli, sgomberi o cabine armadio.

- Nessuna importanza - La classe energetica dell'immobile è un fattore che neanche considero.
- Poca importanza - Ben venga se la classe energetica è buona, ma non è un fattore che considero nell'acquisto.
- Rilevante importanza - La classe energetica è un fattore che considero nell'acquisto di un immobile e acquisterei solo immobili con un buon livello di prestazione energetica.
- Elevata importanza - La classe energetica è un fattore fondamentale per me nell'acquisto di una casa e acquisterei solo da un certo livello di prestazione energetica in su oppure effettuerei dei lavori al momento dell'acquisto.

### 6.3 Saresti disposto a spendere per migliorare esclusivamente la classe energetica del tuo immobile?

Indica se saresti disposto a spendere per migliorare l'efficienza energetica del tuo immobile, considerando che non migliora solo il livello di prestazione in sé, ma il comfort termico e le spese di riscaldamento dell'appartamento.

- Sì - L'ho fatto (se hai effettuato lavori come: sostituzione dei serramenti, impianto, isolamento interno o esterno, installazione fotovoltaico...).
- Sì - Lo farei - Non ho mai svolto interventi di efficientamento, ma ci sto pensando, son convinto sia utile e li effettuerò.
- No - Se dovessi spendere, spenderei per migliorare altre parti della mia casa.

### 6.4 Se hai effettuato lavori per migliorare l'efficienza energetica sei soddisfatto?

Indica se, a conti fatti, ritieni utile intervenire per migliorare la classe energetica della tua casa.

- Sì - Son soddisfatto - La mia casa ne ha guadagnato in comfort, riduzione delle spese e in valore.
- Sì - Abbastanza soddisfatto - Ho visto una riduzione della bolletta ma il mio immobile non ha acquisito molto valore e il rientro dell'investimento non è stato immediato.
- Sì e No - Poco utile - Ho avvertito qualche vantaggio, ma l'investimento non ha sortito gli effetti sperati, non so se lo rifarei.
- No - Completamente inutile - Non lo rifarei, non ho avvertito vantaggi nè nel risparmio (troppo esiguo) e neanche nel valore acquisito dall'immobile, un intervento inutile

# CAPITOLO 3

---

ANALISI DEI PREZZI TRAMITE  
MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS

3

---

### 3.1 INTRODUZIONE

Dall’emanazione del EPBD 2002/91/CE proseguendo attraverso la pubblicazione rispettivamente delle EPBD 2010/31/UE e 2018/844/UE, l’efficienza energetica degli edifici ha assunto un ruolo sempre più centrale. Molti compratori, considerano l’APE non solo un documento, ma un parametro su cui basare la scelta di una casa; le agenzie immobiliari infatti individuano la classe energetica come uno dei parametri di maggior rilevanza all’interno di un annuncio, perlomeno nel segmento delle nuove costruzioni.

Tuttavia, nonostante l’interesse crescente, non è semplice definire con certezza in quale misura la classe energetica influenzi il mercato immobiliare, o se piuttosto si limiti ad essere un documento obbligatorio per legge, che possa eventualmente costituire un *surplus*, ma non una discriminante nelle scelte dei compratori.

Diversi studiosi, nella letteratura recente, hanno condotto studi al riguardo, mediante per esempio l’utilizzo di modelli edonici di regressione.

Sono richiamati di seguito dieci articoli scientifici di cui i primi otto illustrano l’importanza dell’APE (o EPC “Energy Performance Certificate”) nel mercato in diversi stati europei, mentre gli ultimi due indagano il mercato italiano tramite l’analisi di regressione sulla città di Torino; per questo sono trattati separatamente.

Le ultime due pubblicazioni, più degli altri essi costituiscono la principale fonte per lo sviluppo della trattazione in quanto in primo luogo costituiscono un punto di confronto sullo stesso tema nel mercato italiano, rispettivamente nel 2013 e nel 2016, inoltre forniscono un background metodologico che si intende rispettare per l’analisi sviluppato sul caso-studio.

In entrambi gli articoli è svolta un’analisi dei prezzi mediante un modello di regressione multipla per stimare il prezzo marginale della classe energetica.

I prezzi rappresentano un’indicazione fondamentale, poiché, se correttamente interpretati, forniscono la misura della collocazione delle risorse oltre che sull’efficacia delle politiche di incentivazione<sup>65</sup>. L’analisi dei prezzi, è svolta tramite l’utilizzo di un modello edonico, che, oltre a

---

<sup>65</sup> F. FUERST, P. Mc ALLISTER, (2011), *The impact of Energy Performance Certificates on the rental and capital values of commercial property assets*, Energy Policy, 2011, vol. 39, issue 10, 6608-6614

---

stimare le preferenze degli utenti è utile anche per valutare l'efficacia delle politiche di incentivazione in atto a livello statale e comunitario<sup>66</sup>.

Ricordando sempre, che la classe energetica in Italia risale al 2005, nel 2010 è divenuta obbligatoria per concludere un atto di compravendita e dal 2012 è inserita negli annunci immobiliari. Considerando attendibili solo i dati successivi al Decreto Legislativo n.28 del 2011, la classe energetica nella formazione del prezzo di un immobile è osservabile solo dal 2012<sup>67</sup>.

Dal 2010, si è visto un importante sviluppo delle tecnologie dell'architettura, che hanno permesso di raggiungere livelli di comfort e prestazioni tali per cui l'APE (o EPC) è divenuto oltre che un documento, un fattore che racchiude in sé importanti indicazioni sull'immobile.

Il livello di efficienza energetica, diverrà un fattore sempre più rilevante e assumerà un ruolo ancor più centrale alla luce delle linee guida dettate dall'Unione Europea, per la completa decarbonizzazione del patrimonio immobiliare entro il 2050.

Un'analisi sul mercato attuale permette di comprendere se, a distanza di quasi dieci anni dall'introduzione dell'APE come requisito necessario ai fini dell'atto di compravendita immobiliare, sia percepito dagli utenti solo come un documento o piuttosto come un vero e proprio parametro che attesti la qualità dell'immobile su cui basare le proprie preferenze. Inoltre, è utile verificare la misura in cui la classe energetica influenzi le scelte dei consumatori, analizzando gli effetti che produce sul prezzo di un immobile un elevato livello di performance energetica.

Per uno studio statistico, basato sull'analisi dei prezzi di offerta, si utilizza un modello di regressione multipla basato sulle caratteristiche degli immobili in annuncio, utilizzando come variabili esplicative la classe energetica e le altre principali caratteristiche che concorrono alla formazione del prezzo, giungendo alla definizione dei *prezzi marginali* di ognuna.

---

<sup>66</sup> FREGONARA E., ROLANDO D., P. SEMERARO, VELLA M., The impact of Energy performance Certificate on house listing prices. First evidence from Italian real estate, *Aestimium* 65, p. 140

<sup>67</sup> Fregonara, Rolando, Semeraro, Vella, 2014

---

### 3.2 REVIEW BIBLIOGRAFICA DI STUDI DI MERCATO TRAMITE MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS

Di seguito è proposta una breve *review* bibliografica, di pubblicazioni che analizzano il peso dell'APE (o EPC) nella formazione del prezzo attraverso un modello edonico di *regressione*.

- Pubblicazione n° 1

*“Energy Performance and Housing Prices”*

*Autore/i:* F. Furest, P. McAllister, A. Nanda, P. Wyatt

*Sede editoriale:* *Energy Economics* 48 (2015) 145-156

*Sintesi dei contenuti*

Questo studio, svolto in UK, analizza se il prezzo di vendita degli immobili rispecchi la prestazione energetica degli immobili stessi. Si tratta del primo studio empirico condotto su larga scala che coinvolge circa 334.000 residenze dal 1995 al 2012.

Utilizzando un modello edonico di regressione, è rintracciato un rapporto positivo tra l'efficienza energetica di un immobile e il prezzo al metro quadro. Il prezzo tende a crescere nel caso in cui la performance energetica sia abbinata ad altre caratteristiche.

---

- **Pubblicazione n° 2**

*“Real estate market, energy rating and cost. Reflections about an Italian case study”*

*Autore/i:* K. FABBRI, L. TRONCHIN e V. TARABUSI

*Sede editoriale:* *Procedia Engineering 21 (2011) 303-310*

*Sintesi dei contenuti*

In questo articolo sono discusse le novità introdotte dalla direttiva 2010/31/UE e sono analizzate le prospettive del mercato immobiliare italiano, che sarà sempre più influenzato dal livello energetico. È inoltre proposta una riflessione sul legame che intercorre tra il costo per l'energia, la classe energetica e il valore dell'immobile.

Il patrimonio costruito si presenta molto variegato e realizzato in periodi differenti; a ognuno di questi è associata una differente tecnologia costruttiva, con diversi consumi rispetto al totale nazionale. Infine è sviluppata un'analisi sugli elementi tecnici e costruttivi, propri di ogni epoca, al fine di definire interventi standard ottimali, per costi-benefici, in caso di retrofit energetico.

---

- Pubblicazione n° 3

*“The value of residential energy efficiency in interior Alaska: A hedonic pricing analysis”*

*Autore/i:* D. PRIDE, J. LITTLE, M. MUELLER-STOFFELS

*Sede editoriale:* *Energy Policy*, Volume 123, December 2018, Pages 450-460

*Sintesi dei contenuti*

I residenti delle zone più interne dell'Alaska devono affrontare un clima molto freddo ed elevati costi per l'energia. Accrescendo l'efficienza energetica dello stock immobiliare si può aiutare a ridurre le spese per il riscaldamento. Dopo il picco del costo dell'energia, raggiunto nel 2008, fu sorpassata la vecchia normativa e introdotto il programma *“Home Energy Rebate Program”*. I proprietari di immobili che partecipavano al programma, erano candidati a ricevere fino a 10.000 \$ per migliorare l'efficienza energetica della loro casa.

Analizzando i prezzi di vendita delle ville unifamiliari in Fairbanks, una delle maggiori città dell'Alaska, tra il 2008 e il 2015, si comprende come le case in cui era stato utilizzato il programma *“Home Energy Rebate”* venivano vendute tra il 15.1 e il 16.5% in più rispetto alle case che non avevano aderito al programma. Ciò ha dimostrato che l'investimento per l'efficienza energetica è giustificato e ripagato al momento della vendita, oltre che dal risparmio in bolletta. Si tratta del primo studio ad analizzare il mercato immobiliare in un clima sub-artico.

---

- **Pubblicazione n° 4**

*“The evolution of energy efficiency impact on housing prices.*

*An analysis for Metropolitan Barcelona”*

*Autore: C. MARMOLEJO-DUARTE, A. CHEN*

*Sede editoriale: Revista de la construcción, Vol 18, No 1 (2019)*

*Sintesi dei contenuti*

La Direttiva Europea, dal 2012 ha reso obbligatorio, pubblicare sugli annunci immobiliari, la classe energetica degli immobili, così da promuovere questo parametro, rendendolo sempre più visibile agli occhi di tutti. Studi precedenti hanno dimostrato la correlazione positiva tra il livello di performance energetica e il prezzo di vendita degli appartamenti, ma lo studio è attualmente ancora in attesa di raccogliere dati che possano portare a una definizione del fenomeno con maggior certezza. Questo articolo vuole mettere in luce proprio questo problema, analizzando l'evoluzione dei prezzi della seconda città per numero di abitanti in Spagna, ovvero Barcellona.

Per raggiungere tale scopo si utilizza un modello edonico partendo dai prezzi e dalle caratteristiche degli appartamenti in vendita. Il risultato suggerisce che, in un breve periodo, il premio in termini di prezzo, per l'efficienza energetica è cresciuto sensibilmente.

Questi risultati hanno un significato importante per il settore delle costruzioni, in quanto prezzi di vendita più alti potranno compensare costi che derivano da tecnologie energeticamente efficienti.

---

- **Pubblicazione n° 5**

*“The impact of Energy Performance Certificates on the rental and capital values of commercial property assets”*

*Autore:* F. FUERST, P. McALLISTER

*Sede editoriale:* *Energy Policy, Volume 39, Issue 10, October 2011, Pages 6608-6614*

*Sintesi dei contenuti*

Questo articolo si concentra sugli effetti che la classe energetica ha sul valore stimato di un immobile, sul prezzo di locazione correlato e sui conseguenti rendimenti derivati da *assets* di beni commerciali in UK. Lo studio si basa su un campione di 708 proprietà come asset commerciali.

È utilizzato un modello edonico di regressione per valutare gli effetti economici sulla locazione, in seguito ad interventi sulla classe energetica. Lo studio, in questo caso non evidenzia una correlazione tra il livello di performance di un immobile e il prezzo di locazione. È svolta inoltre un'ulteriore verifica considerando solo immobili certificati BREEAM, ma lo studio ha prodotto gli stessi risultati, confermando l'assenza di correlazione tra la classe energetica e rendita dell'immobile. Dopo di che lo stesso studio è stato condotto, per valutare il prezzo di mercato degli immobili stessi collegati alla classe energetica, ma si è giunti alla medesima conclusione: la classe energetica non influenza il prezzo, almeno non nella misura in cui si poteva pensare.

- 
- Pubblicazione n° 6

*“Energy Performance and Housing Prices”*

*Autore/i:* Pontus Cerin, Lars G. Hassel, Natalia Semenova

*Sede editoriale:* Wiley Online Library, Sustainable Development, Volume 22, Issue 6

*Sintesi dei contenuti*

In questo articolo è analizzato il contributo dell'EPC al surplus di prezzo, in seguito all'aggiornamento delle Direttive europee sull'efficienza energetica degli edifici nel mercato residenziale privato svedese. Analizzando i livelli di performance energetica legato agli atti di compravendita di abitazioni tra privati nel periodo 2009-2010, si può desumere che la classe energetica influisce sul prezzo solo in alcune particolari condizioni. Sono inoltre documentati i premi di prezzo per l'efficienza energetica, attraverso lo studio su un campione di immobili costruiti prima del 1960, con un prezzo al metro quadro di vendita molto basso. I risultati mostrano che il livello di efficienza energetica condiziona il prezzo sia positivamente che negativamente e sarebbe necessario una modifica alla normativa per dare più slancio a questo trend.

---

- Pubblicazione n° 7

*“On the use of hedonic regression models to measure the effect of energy efficiency on residential property transaction prices : evidence for Portugal and selected data issues”*

*Autore/i:* Evangelista, Rui Ramalho, Esmeralda A. Silva, João Andrade

*Sede editoriale:* Universidade de Lisboa REM Working paper; n° 064 - 2019

*Sintesi dei contenuti*

L'articolo presenta un'analisi che contiene i dati di compravendita di circa 256.000 immobili, in cui si riconosce un *sales premium* per gli immobili più energeticamente efficienti; più marcato per gli appartamenti (13% ca.) e un po' meno per le ville singole (tra il 5 e il 6 %). Confrontando lo studio con altre ricerche, esso afferma che in Portogallo, la classe energetica conta di più che nei mercati del centro e nord Europa. È impiegato un modello edonico di regressione per l'analisi dei dati che, in molti casi si dimostra non pienamente efficace. Questi risultati sono utili non solo per chi deve sviluppare le politiche energetiche, ma anche agli operatori privati che intendono investire in questo campo.

---

Dovendo costruire un modello che analizzi i prezzi di offerta nel mercato immobiliare della città di Torino, non è si può prescindere dal confronto con due articoli che hanno affrontano lo stesso tema nel medesimo ambito territoriale.

- **Pubblicazione n° 8**

“The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate”

*Autore/i: E. Fregonara, D. Rolando, P. Semeraro, M. Vella*

*Sede editoriale: Aestimum 65, Dicembre 2014: 143-163*

*Periodo di pubblicazione: dicembre 2014*

*Luogo di pubblicazione: Torino (Italia)*

*Sintesi dei contenuti*

Questo articolo, analizza tramite l'impiego di un modello edonico di regressione, l'impatto della classe energetica nel mercato immobiliare italiano, studiando un campione raccolto nella città di Torino. Si tratta di uno studio condotto poco dopo l'emanazione e il recepimento della normativa europea 2010/31/UE, e rappresenta una prima raccolta di dati sulla materia nel periodo immediatamente successivo all'uscita della direttiva. Lo studio è condotto su un campione di oltre 500 annunci immobiliari presenti nel 2012 sui portali di annunci immobiliari online.

Dallo studio è emerso uno scarso interesse dei compratori per la classe energetica e si ipotizza che un livello di influenza nel prezzo così limitato sia dovuto anche al fatto che il mercato non fosse ancora abituato a questo parametro.

---

- **Pubblicazione n° 9**

“Energy performance certificates in the Turin real estate market”

*Autore/i:* P. Semeraro e D. Rolando.

*Sede editoriale:* *Journal of European Real Estate Research*, Vol. 10 No. 2 2017, pp. 149-196

*Periodo di pubblicazione:* febbraio 2017

*Luogo di pubblicazione:* Torino (Italia)

*Sintesi dei contenuti*

In questo articolo, come nel precedente, è svolta un’analisi mediante l’utilizzo del modello edonico regressivo, concentrando l’attenzione su edifici d’epoca, ma in questo articolo, oltre i prezzi degli annunci sono analizzati, grazie al supporto dell’OICT, i prezzi dell’atto di compravendita.

Il modello è impiegato per spiegare alcune variabili come prezzo di offerta, prezzo registrato di compravendita, tempo di permanenza sul mercato e prezzo di contrattazione. Sono state incluse all’interno del modello le caratteristiche tecniche, come l’anno di costruzione e il livello di performance energetica. Dei due risultati prodotti, il primo indica che un basso livello di performance energetica (classe E, F o G) influisce sulla variazione solo intorno al 6%, mentre un secondo modello che include le caratteristiche dell’appartamento, definisce che la classe energetica non influisce in alcun modo nella formazione del prezzo.

---

### 3.3 MODELLI DI REGRESSIONE, ASPETTI METODOLOGICI

La *regressione* è uno strumento di supporto alla risoluzione di problemi statistico-estimativi, come la costruzione della funzione del prezzo e la stima dei prezzi marginali impliciti.

È uno strumento molto efficace ai fini estimativi e il suo impiego deve essere accompagnato dalla piena conoscenza del fenomeno in oggetto di indagine e dall'esperienza dell'operatore, che deve sempre saper valutare i risultati criticamente.

Si intende operare nell'ambito della stima di beni privati, pertanto, si riassumono brevemente le tipologie di stima che si possono applicare in diversi contesti estimativi.

I principali procedimenti di stima di un bene immobile privato si dividono in modelli estimativi e modelli statistici.

I modelli estimativi, a loro volta, possono essere divisi in procedimenti *diretti o sintetici* ed in modelli *indiretti o analitici*. I primi si basano sulla comparazione *diretta* con altri beni con caratteristiche simili all'oggetto della stima presenti sul mercato nella stessa area, mentre i secondi si basano su ipotesi che permettono di attribuire un valore tramite un modello statistico, tendenzialmente un modello edonico.

I diversi metodi esistenti per stimare un immobile, si possono riassumere nel seguente schema (Fig.7):

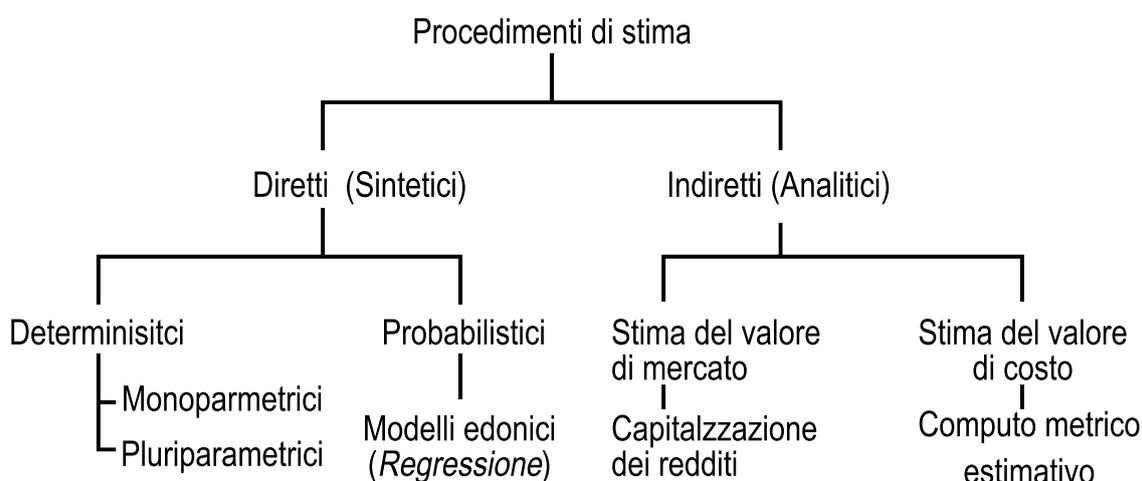


Figura 7. Procedimenti di stima diretti e indiretti

L'analisi sul campione è svolta nell'ambito delle stime probabilistiche, utilizzate per effettuare le stime di massa, con il metodo dei prezzi edonici.

---

I metodi di stima probabilistici prevedono:

- utilizzo di un campione consistente di dati presenti sul mercato
- definizione dell'inferenza di un bene sul mercato
- indicazione sulla stima dell'errore
- confronto con le fonti istituzionali di monitoraggio del mercato immobiliare.

Con l'uso di modelli probabilistici, è possibile stimare il prezzo di mercato di un bene o un servizio attraverso un'analisi di tipo campionario su una popolazione<sup>68</sup> in oggetto per descriverla, mediante il confronto con i prezzi di mercato di altri beni con caratteristiche simili inseriti nello stesso segmento. Il modello edonico utilizzato per la stima dei beni, si traduce nell'utilizzo del modello di regressione, che si basa sulla comparazione con altri beni presenti sul mercato con prezzi simili in termini probabilistici.

---

<sup>68</sup> con il termine popolazione si intende una popolazione statistica.

---

Con la regressione lineare è possibile:

*“Data una popolazione e individuati alcuni caratteri (o fenomeni) degli elementi che la compongono, caratteri tra i quali si ipotizza l’esistenza di un legame, si vuole esplicitare detto legame mediante una relazione funzionale, a partire dalle informazioni che possono essere ottenute da un campione estratto a caso dalla popolazione.”*<sup>69</sup>

Il modello di regressione si basa sull’individuazione di un rapporto “*causa-effetto*” che spieghi mediante una funzione matematica il rapporto che intercorre tra le cause e gli effetti che caratterizzano un determinato fenomeno analizzando un campione.

Poiché tutto ciò sia possibile è necessario che tutte le variabili siano espresse in termini quantitativi. Nella pratica le variabili di causa sono dette *indipendenti* o *esplicative*, mentre le variabili effetto sono dette variabili *dipendenti* o *spiegate*.

Identificando con  $y$  la variabile dipendente e le variabili indipendenti con  $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$  lo scopo della regressione si traduce nella ricerca della funzione matematica  $f(\cdot)$  capace di legare le variabili  $y$  e  $x_i$  (con  $i = 1, \dots, n$ ).

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n);$$

se sono rilevati  $k$  elementi della popolazione il campione sarà:

$$(y_k, x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kn})$$

per ciascuna delle osservazioni  $j$  che lo compongono (con  $j = 1, 2, \dots, k$ ). Il pedice  $j$  identifica l’osservazione del campione tra le  $k$  rilevate. Il pedice  $i = 1, 2, \dots, n$  relativo alle variabili indipendenti definisce il carattere dell’osservazione alla quale fa riferimento la variabile esplicativa.

La regressione può essere affrontata in forma *semplice* o *multipla* a seconda se la variabile dipendente sia spiegata da una variabile indipendente o da più variabili indipendenti.

---

<sup>69</sup> MORANO P., (2002), *l’analisi di regressione per le valutazioni di ordine estimativo*, Celid Torino, p.12

---

### 3.3.1 Simple Regression Analysis (MRS)

Nel modello di regressione semplice la variabile dipendente  $y$  è spiegata da una sola variabile indipendente  $x$ . La regressione si traduce in una funzione matematica  $f(.)$  che rappresenti il legame tra le variabili  $x$  e  $y$  partendo da un campione di osservazioni raccolte. Fondamentalmente:

$$y = f(x).$$

Le due sole variabili osservate rendono un generico campione di osservazioni, composto da  $k$  osservazioni, un campione che possiederà le seguenti caratteristiche:

$$(y_1, x_1);$$

$$(y_2, x_2);$$

$$(y_3, x_3);$$

.....

$$(y_k, x_k).$$

Il modello deterministico presenta alcuni limiti dovuti alla sua struttura. È noto che, in un caso reale, un'ipotetica variabile dipendente non possa dipendere solo da una variabile indipendente ma è molto più probabile che vi siano più ragioni che spiegano un fenomeno.

Inoltre in una casistica reale è molto più probabile che si identifichi più che un risultato esatto, un intervallo entro il quale si andranno a individuare i risultati.

Se si considerasse ad esempio la popolazione di alunni di una scuola elementare, di cui si conosce l'età e l'altezza di ognuno, queste sarebbero esplicitabili come variabili quantitative  $A$  (altezza) ed  $E$  (età), misurando l'altezza in centimetri e l'età in anni. È noto dall'esperienza che all'aumentare dell'età corrisponde un aumento dell'altezza di un individuo, in un rapporto che si può definire causa-effetto.

Analizzando un campione casuale di alunni attraverso il modello di regressione si vuole esplicitare la funzione matematica che lega le variabili  $A$  (altezza) e  $E$  (età).

---

Questo approccio deterministico risulta limitante, in quanto basta osservare che individui della stessa età possono presentare altezze diverse per constatare che una relazione esatta di questo tipo non è plausibile.

Per questo è consigliabile non utilizzare in inferenza statistica il modello deterministico, in quanto:

- attraverso l'inferenza statistica la conoscenza del fenomeno non riguarda l'intera popolazione, ma solo un campione che si suppone rappresentativo;
- l'economia reale è frutto di decisioni individuali difficilmente prevedibili;
- le variabili che intervengono nella realtà sono diverse e molteplici, pertanto un modello risulta comunque una semplificazione della realtà in cui vengono considerate le sole variabili utili a definire la struttura del fenomeno;
- son sempre e inevitabilmente compiuti errori dovuti a scarti nella rilevazione;
- solitamente il modello si basa su informazioni di seconda mano che derivano da finalità differenti.

Un modello di tipo *probabilistico* è sicuramente più affidabile, poiché tiene conto degli aspetti aleatori che possono alterare la rappresentazione del fenomeno attraverso il modello. Il modello probabilistico si presenta nella seguente forma:

$$y = f(x) + e; \quad (1)$$

in questa relazione è identificata la variabile dipendente  $y$ , mentre la variabile esplicativa  $x$  è scomposta nella componente deterministica  $f(x)$  e nella componente casuale  $e$ , che rappresenta la componente che impedisce all'espressione di essere una funzione matematicamente esatta.

Il modello probabilistico (1) deve poter essere esplicitabile per ognuna delle  $k$  osservazioni di un campione, pertanto:

$$\begin{aligned} y_1 &= f(x_1) + e_1; \\ y_2 &= f(x_2) + e_2; \\ &\dots\dots\dots \\ y_k &= f(x_k) + e_k. \end{aligned}$$

---

Svolgere una regressione significa rintracciare la componente deterministica  $f(x)$  e effettuare delle ipotesi sulla natura della distribuzione casuale delle variabili  $e_j$ . Nell'ipotesi più frequente la  $f(x)$  è funzione lineare dei parametri:

$$f(x) = b_0 + b_1x;$$

la funzione  $f(x)$  è somma di un parametro costante  $b_0$  e del prodotto tra un parametro  $b_1$ , anch'esso costante, per la variabile  $x$ .

Se consideriamo pertanto la componente probabilistica la funzione assume la forma:

$$y = b_0 + b_1x + e.$$

Per ciascuna delle  $k$  osservazioni casuali che compongono il campione l'espressione si traduce in:

$$y_1 = b_0 + b_1x_1 + e_1;$$

$$y_2 = b_0 + b_1x_2 + e_2;$$

.....

$$y_k = b_0 + b_1x_k + e_k;$$

infine può essere rappresentato come:

$$y_j = b_0 + b_1x_j + e_j \quad \text{con } j = 1, 2, \dots, k.$$

I termini noti nelle precedenti relazioni sono identificati nelle variabili  $x_j$  e  $y_j$ , derivati dalle osservazioni campionarie, mentre i parametri  $b_0$  e  $b_1$  sono incogniti.

---

Nel modello di regressione lineare, il legame rappresentato tra  $x$  e  $y$  può essere rappresentato sul piano cartesiano con una retta nel piano  $XY$ . La relazione  $y = b_0 + b_1x$  infatti rappresenta una retta in cui l'intercetta è  $b_0$  e il coefficiente angolare è  $b_1$ .

Considerando come detto in precedenza il campione di osservazioni:

$(y_1, x_1)$

$(y_2, x_2)$

$(y_3, x_3)$

.....

$(y_k, x_k)$ ;

le rilevazioni identificate si posizioneranno tramite i valori rilevati come punti sul piano cartesiano di coordinate  $x_j$  e  $y_j$ .

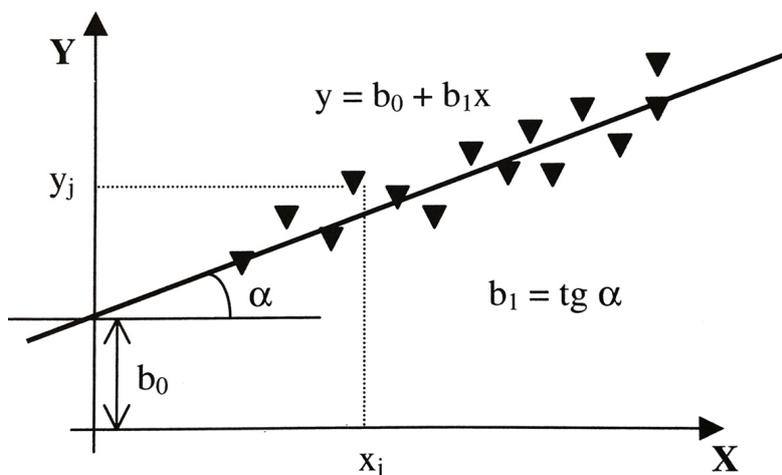


Figura 8. Disposizione delle rilevazioni nel piano cartesiano  $XY$  delle osservazioni<sup>70</sup>

In un piano giacciono infinite rette e ognuna di esse può essere definita tramite due punti per cui passa, oppure assegnando alla retta un valore di intercetta (che in questo caso corrisponde a  $b_0$ ) e un coefficiente angolare (corrispondente a  $b_1$ ). La regressione lineare consiste:

*“Nell’individuare tra le infinite rette che giacciono sul piano  $XY$  - quella che meglio di ogni altra interpola la “nuvola” di punti corrispondenti alle osservazioni campionarie”<sup>71</sup>.*

---

<sup>70</sup> immagine da Morano, P. (2002) *L’analisi di regressione per le valutazioni di ordine estimativo*, Torino Celid, p.26

<sup>71</sup> Morano, P. (2002) *L’analisi di regressione per le valutazioni di ordine estimativo*, Torino Celid, p.22

È quindi fondamentale, ai fini della rappresentazione della retta ottimale, rintracciare un criterio che permetta di calcolare le incognite  $b_0$  e  $b_1$ .

Il criterio che permette di calcolare i suddetti coefficienti assume il nome di “*criterio dei minimi quadrati ordinati*” (*Ordinary least Squared*).

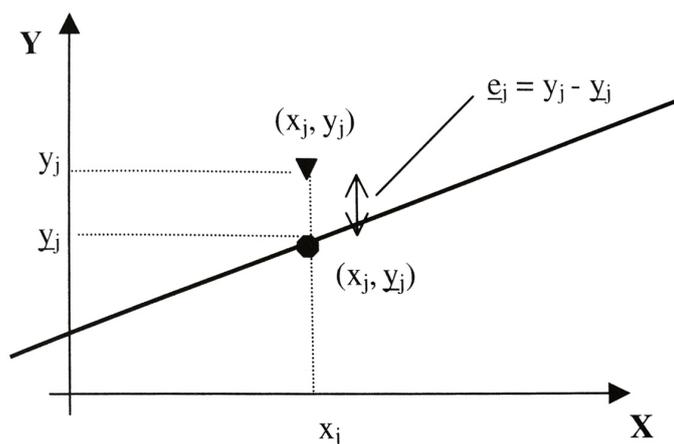


Figura 9. Ordinary least Squared, rappresentazione negli assi cartesiani XY.<sup>72</sup>

Supponendo di conoscere la retta di equazione  $y = b_0 + b_1x$  che meglio approssima il fenomeno studiato, è possibile confrontare sul piano cartesiano il punto che rappresenta una generica osservazione campionaria di coordinate  $(x_j, y_j)$  con il punto stimato tramite la retta di regressione, identificato sulla retta avente lo stesso valore di ascissa  $x_j$  e ordinata di valore  $\underline{y}_j = b_0 + b_1x_j$  derivata dalla sostituzione del valore noto  $x_j$  nell'equazione  $y = b_0 + b_1x$ .

La differenza tra il punto osservato di ordinata  $y_j$  e il punto di ordinata  $\underline{y}_j$  desunto sulla retta di regressione  $e_j$ , è detto scarto, scostamento o residuo e rappresenta il valore casuale per la  $j$ -esima osservazione. Fondamentalmente:

$$e_j = y_j - \underline{y}_j$$

più la retta di regressione passa vicino ai punti osservati, minore è lo scarto, più precisa sarà la retta di regressione identificata sul piano. Ipotizzando la retta di regressione ottimale è possibile procedere eliminando le componenti aleatorie rendendo sempre più precisa la stima.

<sup>72</sup> immagine da MORANO, P. (2002), *L'analisi di regressione per le valutazioni di ordine estimativo*, Torino Celid, p.32

---

È possibile mettere in atto questo processo attraverso il principio dei minimi quadrati, secondo cui la retta ottimale è definita dalla somma dei quadrati degli scarti tra valore stimato e valore osservato, ovvero:

$$\sum_j (y_j - \underline{y}_j)^2 = \min.$$

Avendo definito in precedenza che:

$$\underline{y}_j = b_0 + b_1 x_j + e_j$$

si procede a sostituire il fattore  $\underline{y}_j$  nella precedente espressione ottenendo:

$$\sum_j (y_j - b_0 + b_1 x_j)^2 = \min.$$

Esplicitando l'espressione e isolando le due incognite  $b_0$  e  $b_1 x_j$  si giunge a:

$$b_0 = (\sum_j y_j - b_1 \sum_j x_j) / k$$

$$b_1 = (k \sum_j x_j y_j - \sum_j x_j y_j) / (k \sum_j x_j^2 - (\sum_j x_j)^2).$$

Attraverso queste due relazioni possono essere calcolati i parametri definiti inizialmente come incognite,  $b_0$  e  $b_1$ , che consentono di rappresentare la retta sul piano cartesiano.

- *Verifica del MRS*

Definiti i parametri  $b_0$  e  $b_1$  è fondamentale comprendere se questi possiedono un significato statistico o se siano solo il risultato di un sistema matematico che non fornisce indicazioni circa l'attendibilità del modello, in altri termini se la variabile  $x$  sia utile nello spiegare la variabile  $y$ .

Si può dividere in due operazioni questo tipo di verifica misurando:

- l'accostamento della retta di regressione ai punti di osservazione del campione;
- significatività dei parametri  $b_0$  e  $b_1$ .

*Accostamento della retta di regressione ai punti di osservazione del campione*

Si consideri sul piano cartesiano il punto di coordinate  $(x_j, y_j)$  che rappresenta una qualsiasi osservazione campionaria e si consideri inoltre il punto  $(x_j, \underline{y}_j)$  derivato dalla retta di regressione nel punto di uguale ascissa. Si calcoli quindi la media aritmetica  $y_m$  delle ordinate delle osservazioni campionarie.

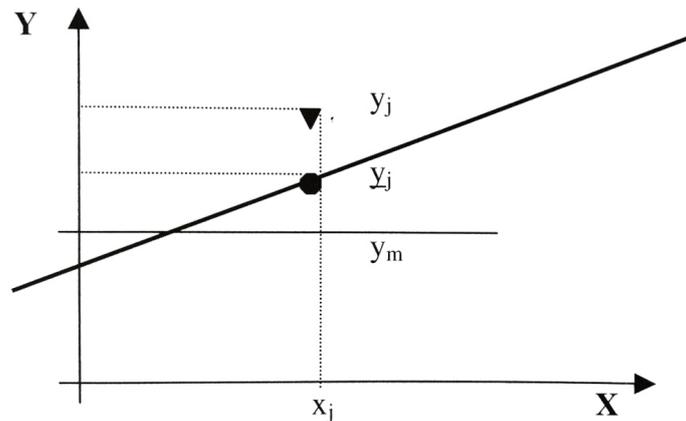


Figura 10. Verifica del MRS<sup>73</sup>

Ora i tre punti identificati nel piano corrispondono a  $y_m, y_j, \underline{y}_j$ . Identificando la variazione complessiva  $(y_j - y_m)$  si può altrimenti definirla come:

$$(y_j - y_m) = (\underline{y}_j - y_m) + (y_j - \underline{y}_j)$$

elevando entrambi i membri al quadrato si ottiene:

$$\sum_j (y_j - y_m)^2 = \sum_j (\underline{y}_j - y_m)^2 + \sum_j (y_j - \underline{y}_j)^2$$

Il termine al primo membro  $\sum_j (y_j - y_m)^2$  prende il nome di devianza totale ed è misura della variabilità totale del fenomeno attorno alla media.

$\sum_j (\underline{y}_j - y_m)^2$  è detto devianza spiegata della regressione, mentre il termine  $\sum_j (y_j - \underline{y}_j)^2$  è detto devianza residua.

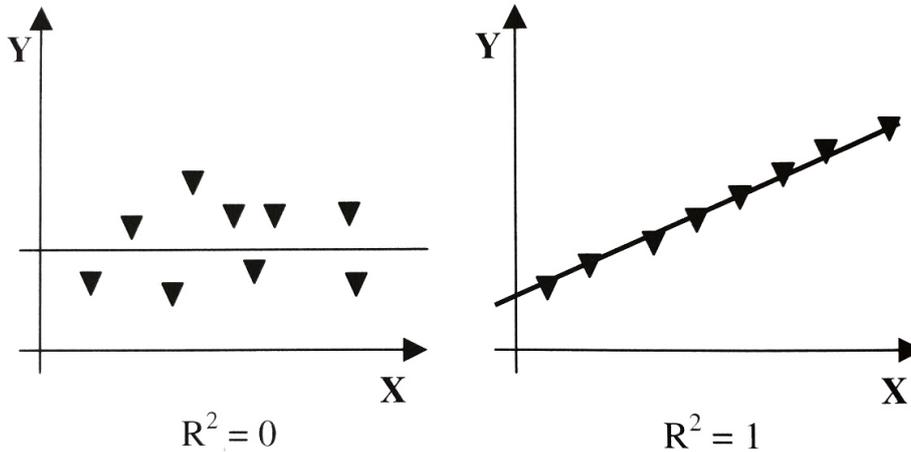
Tanto più è elevata la variabilità totale e la variabilità dovuta ai residui, tanto più debole sarà il legame tra le  $x$  e le  $y$  stimato attraverso la regressione.

Da questa considerazione si introduce l'indicatore  $R^2$ , detto anche *indice di determinazione*:

<sup>73</sup> immagine da: MORANO P. (2002), *L'analisi di regressione per le valutazioni di ordine estimativo*, Torino Celid, p.35

$$R^2 = \frac{\sum_j (\hat{y}_j - y_m)^2}{\sum_j (y_j - y_m)^2} \quad 0 \leq R^2 \leq 1$$

Il valore  $R^2 = 0$  quando il modello di regressione non spiega affatto il legame tra  $x$  e  $y$ , pertanto la retta di regressione risulta parallela all'asse delle ascisse.



Quando  $R^2 = 1$  il modello di regressione sia perfettamente esplicativo del legame tra le osservazioni derivanti dal campione, cioè delle  $y$  e delle  $x$  delle diverse osservazioni. In questo caso tutti i punti delle osservazioni giacciono sulla retta di regressione.

Un ulteriore indicatore utile a testare l'affidabilità di un modello è l'errore standard di stima o SE (*standard error*), definito dalla radice quadrata del rapporto tra la devianza residua e i gradi di libertà del sistema  $g$ .

$$g = k - \sum b \quad [\text{Numero totale delle osservazioni} - n \text{ parametri di regressione}]$$

Es. con  $k = 50$  osservazioni;  $b_0$  e  $b_1$  parametri da stimare:

$$g = 50 - 2 = 48$$

definito il concetto di gradi di libertà del sistema si definisce SE:

$$SE = \left( \frac{\sum_j (y_j - \hat{y}_j)^2}{g} \right)^{1/2}$$

Il rapporto e la media della variabile dipendente è detto errore percentuale ed esprime lo scostamento tra valori rilevati e previsioni. Formalmente:

$$e = SE / y_m.$$

---

Effettuando un campionamento casuale può accadere che esso non sia realmente rappresentativo e che l'applicazione del criterio dei minimi quadrati fornisca dati che non individuano la vera retta di regressione.

Per verificare la significatività dei parametri  $b_0$  e  $b_1$  è possibile effettuare alcuni test sulla distribuzione della *t di student* che si servono dell'errore standard dei parametri.

Questi test sono utili ai fini di determinare la significatività o meno di una variabile esplicativa, se includerla perciò all'interno della regressione o se ignorarla.

Il test su  $b_0$  è svolto per testare la condizione  $H_0$ , ovvero che la retta di regressione possieda un'intercetta, confrontandola con l'ipotesi  $H_1$  che prevede la retta passante per l'origine.

Il test è svolto calcolando il valore di:

$$t_{b_0} = b_0/S_{b_0}$$

con  $S_{b_0}$  che corrisponde all'errore standard del parametro  $b_0$  e derivato dalla relazione:

$$S_{b_0} = (SE^2[(\sum_j y_j^2)/(k \sum_j (y_j - y_m)^2)])^{1/2},$$

effettuando un confronto con il valore letto sulle tavole della distribuzione della *T di Student*, in corrispondenza del numero di gradi di libertà del sistema e del livello di probabilità con cui l'ipotesi è accettabile.

In alternativa il test su  $b_1$  è svolto per verificare l'ipotesi  $H_0$  ovvero che la variabile  $x$  sia significativa per spiegare la variabile  $y$  individuando con  $b_1$  il coefficiente angolare della retta di regressione e confrontandola con l'ipotesi  $H_1$  per cui la variabile  $x$  non possiede significato statistico ed è caratterizzata dal coefficiente angolare  $b_1=0$ .

Anche in questo caso il test è svolto con il medesimo procedimento utilizzato in precedenza:

$$t_{b_1} = b_1/S_{b_1}$$

con  $S_{b_1}$  che corrisponde all'errore standard del parametro  $b_1$  e derivato dalla relazione:

$$S_{b_1} = (SE^2[(\sum_j y_j^2)/(k \sum_j (y_j - y_m)^2)])^{1/2}$$

---

effettuando un confronto con il valore letto sulle tavole della distribuzione della *T di Student* in corrispondenza del numero di gradi di libertà del sistema e del livello di probabilità con cui l'ipotesi è accettabile.

---

### 3.3.2 Multiple regression analysis

Seppure il modello di regressione lineare risulti uno strumento interessante, in quanto permette un'analisi semplice e una comprensione intuitiva di alcune casistiche specifiche, è importante osservare che i fenomeni spiegabili attraverso una sola variabile esplicativa sono molto rari. Le cause che determinano un fenomeno possono essere numerose e di diversa entità, perciò risulta più appropriato l'utilizzo di un modello di regressione multipla, dove la variabile dipendente  $y$  è spiegata da più variabili indipendenti  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ .

Attraverso la regressione multipla si ricerca, attraverso l'analisi dei dati di un campione casuale, la funzione matematica  $f(\cdot)$  che spiega il legame tra le variabili  $y$  e  $x_i$ . Ponendo un numero casuale  $n$  di variabili indipendenti, la relazione matematica si presenterà nella seguente forma:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n).$$

L'espressione lega in modo deterministico attraverso la funzione le variabili  $y$  e  $x_i$ , ma come nel caso della regressione semplice risulta più opportuno utilizzare un metodo probabilistico, che tenga conto degli aspetti aleatori che influenzano la formazione del modello. Per esplicitare la componente probabilistica si aggiunge la componente stocastica  $e$ .

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) + e$$

A questo punto la relazione dovrà essere riportata per ciascuna delle  $k$  osservazioni che compongono il campione casuale, assumendo la forma:

$$y_1 = f(x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1n}) + e_1$$

$$y_2 = f(x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2n}) + e_2$$

.....

$$y_k = f(x_{k1}, x_{k2}, x_{k3}, \dots, x_{kn}) + e_k.$$

In forma sintetica il sistema di equazioni può essere scritto come:

$$y_j = f(x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn}) + e_j \quad \text{con } j = 1, \dots, k$$

---

Nelle precedenti equazioni il termine  $e_j$  indica l'errore relativo alla rispettiva osservazione campionaria.

*Semplificazione del modello di regressione semplice*

La funzione  $f(.)$  è espressa in forma lineare nei parametri della relazione:

$$f(.) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

che in forma probabilistica diviene

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + e.$$

Un modello di regressione semplice non è altro che una regressione multipla in cui:

$$b_2 = b_3 = \dots = b_n = 0$$

Riassumendo, in forma probabilistica per ogni osservazione campionaria si avrà, per  $k$  numero di osservazioni:

$$y_1 = b_0 + b_1x_{11} + b_2x_{12} + b_3x_{13} + \dots + b_nx_{1n} + e_1$$

$$y_2 = b_0 + b_1x_{21} + b_2x_{22} + b_3x_{23} + \dots + b_nx_{2n} + e_2$$

$$y_3 = b_0 + b_1x_{31} + b_2x_{32} + b_3x_{33} + \dots + b_nx_{3n} + e_3$$

.....

$$y_k = b_0 + b_1x_{k1} + b_2x_{k2} + b_3x_{k3} + \dots + b_nx_{kn} + e_k$$

In sintesi l'equazione può essere rappresentata come:

$$y_j = b_0 + b_1x_{j1} + b_2x_{j2} + b_3x_{j3} + \dots + b_nx_{jn} + e_j \quad \text{con } j = 1, 2, 3, \dots, k$$

Ricorrendo all'uso della sommatoria si può riassumere in:

$$y_j = b_0 + \sum_i b_i x_{ji} + e_j \quad \text{con } i = 1, \dots, n \text{ e } j = 1, 2, \dots, k$$



---

A questo punto, sapendo che  $(X^T e)$  è nullo e isolando il valore incognito  $b$ , si ottiene:

$$b = (X^T X)^{-1} X^T y$$

### *Ipotesi e condizioni matematiche*

Perché il modello di regressione multipla produca dei risultati vi sono alcune ipotesi sulle variabili indipendenti e sulle condizioni di distribuzione delle variabili casuali che devono verificarsi. Tra le diverse ipotesi vi sono le seguenti:

- le variabili esplicative  $x_i$  sono deterministiche, pertanto è necessario conoscere il loro esatto valore
- non devono esistere forti legami tra due o più variabili indipendenti, ognuna di esse contribuisce in maniera indipendente dalle altre ai fini della spiegazione del caso studio. Matematicamente ciò vuol dire che la matrice trasposta  $(X^T X)$  deve avere un determinante diverso da zero.
- Il numero  $k$  di osservazioni dev'essere maggiore del numero  $n+1$  di parametri incogniti.

Tra le condizioni sulla distribuzione delle variabili si ricordano quelle che prevedono:

- l'influenza della variabile  $e_j$  sulla variabile dipendente  $y$  è mediamente nulla;
- la variabilità di  $e_j$  è costante;
- gli errori relativi a differenti osservazioni campionarie non sono tra loro correlati.

Seppur il modello di regressione multipla non sia rappresentabile graficamente, in quanto opera in uno spazio di  $n+1$  dimensioni, è possibile comunque fornirne un'interpretazione geometrica.

All'interno dello spazio di  $n+1$  dimensioni ogni osservazione, possiede coordinate  $(y_j, x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn})$ , mentre l'equazione  $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$  individua un (iper)piano. Nello spazio a  $n+1$  dimensioni, tra gli infiniti interpiani, individuando il valore dei parametri  $b_0, b_1, \dots, b_n$  si conosce l'interpiano che meglio rappresenta lo studio.

---

Il MRM consiste pertanto “nell’individuare tra gli infiniti interpiani, quello che meglio interpola la nuvola di punti corrispondenti alle osservazioni campionarie e che quindi meglio rappresenta il fenomeno di studio”<sup>75</sup>.

- *Verifiche del MRM*

Come per il modello di regressione semplice anche per il MRM sono necessarie alcune verifiche da effettuare in due momenti differenti:

- misura della bontà dell’accostamento dell’interpiano di regressione ai punti delle osservazioni campionarie;
- analisi della significatività dei parametri  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ .

I test di verifica sono i medesimi di quelli utilizzati nella regressione semplice integrati con ulteriori strumenti non utili alla verifica stessa, che è opportuno calcolare per la presenza di più variabili esplicative rispetto alla regressione semplice.

- *Indice di determinazione  $R^2$ :*

$$R^2 = (\mathbf{b}^T \mathbf{X}^T \mathbf{y} - k y_m^2) / (\mathbf{y}^T \mathbf{y} - k y_m^2)$$

i valori riportati in **grassetto** indicano delle matrici

- *Indice di determinazione corretto  $R_c^2$*

$$R_c^2 = R^2 - [(n - 1)(1 - R^2)] / (k - n - 1)$$

L’indice di determinazione corretto  $R_c^2$  è introdotto per correggere la tendenza nella regressione multipla a sovrastimare l’accostamento dell’iperpiano ai punti delle osservazioni campionarie, all’aumentare delle variabili esplicative.

- *L’errore standard della stima SE*, esprime lo scostamento tra i valori rilevati e quelli previsti con il modello:

$$SE = [(\mathbf{y}^T \mathbf{y} - \mathbf{b}^T \mathbf{X}^T \mathbf{y}) / (k - (n-1))]$$

---

<sup>75</sup> MORANO P. (2002), *L’analisi di regressione per le valutazioni di ordine estimativo*, Torino Celid, p.66

- 
- *Errore percentuale*, consiste nel rapporto tra l'errore standard e la media della variabile indipendente  $y^m$

$$e = SE / y^m$$

- test di *significatività dei parametri del modello*, svolto quindi sulle corrispondenti variabili. Il procedimento è lo stesso utilizzato per la regressione:

$$t_{bi} = b_i / S_{bi} \quad \text{per } i = 1, 2, \dots, n$$

$S_{bi}$  identifica l'errore standard del parametro di cui si testa la significatività, in seguito si procede confrontando il risultato con il valore individuato sulle tavole statistiche della distribuzione della *t di Student* in corrispondenza dei gradi di libertà del sistema e del livello di fiducia con il quale si intende verificare l'ipotesi  $H_0$ .

- Il test della *F di Fisher*, è utilizzato per verificare la significatività dei coefficienti utilizzati nel modello nel loro insieme, a differenza del test della *t di Student*, che verifica la significatività statistica di ogni parametro utilizzato nella regressione.
- *Fattori di inflazione della varianza (VIF)*. Forniti i valori che compongono la diagonale principale della matrice inversa rispetto alla matrice di correlazione, si verifica che vi sia assenza di *collinearità* tra le variabili esplicative del modello di regressione.

- *Forme non lineari ma linearizzabili*

La regressione espressa in forma lineare, presenta diversi limiti, su tutti la possibilità di utilizzare una sola variabile esplicativa all'interno di un modello, ma sotto alcuni aspetti presenta alcuni vantaggi che possono essere molto utili nell'ambito di una stima:

- è semplice da trattare analiticamente;
- consente un'immediata comprensione del fenomeno;
- approssima in maniera accettabile molti fenomeni di tipo non lineare;
- fornisce direttamente nell'impiego del modello di regressione ai fini estimativi i prezzi marginali impliciti dei caratteri rappresentati con le variabili esplicative.

---

Il modello presuppone inoltre che:

- 1) qualsiasi variabile contribuisca nella spiegazione del fenomeno oggetto di studio.  
L'assunzione risulta non sempre vera se si considera la sovrapposizione di diverse cause nella spiegazione di fenomeni economici;
- 2) "Qualsiasi variazione nell'ammontare di una delle variabili indipendenti provochi, *coerstis partibus*, una variazione proporzionale, tramite il parametro, dell'ammontare della variabile spiegata. Come nel caso precedente anche qui vi sono alcune eccezioni che non rendono il presupposto sempre vero. Si noti che alcuni fattori che possono influenzare il prezzo non sempre crescono in modo proporzionale, un esempio giunge proprio dal mercato immobiliare, dove all'aumentare della superficie di un immobile il prezzo cresce in misura meno che proporzionale.

Ciò porta spesso a operare con modelli non lineari che rappresentano al meglio il legame tra le variabili.

Tra i modelli *non lineari* si ricordano i seguenti:

- *modello moltiplicativo*, esponenziale nei coefficienti:

$$y_j = b_0 x_{j1}^{b_1} x_{j2}^{b_2} \dots x_{jn}^{b_n} e_j$$

- *modello di potenza*, esponenziale nelle variabili:

$$y_j = b_0 b_1^{x_{j1}} b_2^{x_{j2}} \dots b_n^{x_{jn}} e_j$$

- *modello logaritmico*:

$$y_j = b_0 + b_1 \ln x_{j1} + b_2 \ln x_{j2} + \dots + b_n \ln x_{jn} + e_j$$

Si tratta di alcuni modelli non lineari che possono essere linearizzati attraverso procedimenti matematici. Ad esempio, se si applicasse il *modello di potenza* per un modello di regressione multipla a due variabili esplicative con termine costante si avrebbe:

$$y = b_0 b_1^{x_1} b_2^{x_2} e_j$$

Introducendo il logaritmo al primo e al secondo membro si ottiene che:

$$\log y = \log b_0 + x_1 \log b_1 + x_2 \log b_2 + \log e_j$$

ponendo dunque la condizione:

$$y' = \log y$$

$$b'_0 = \log b_0$$

---

$$b'_1 = \log b_1$$

$$b'_2 = \log b_2$$

$$e' = \log e$$

si riconduce il modello alla forma lineare:

$$y' = b'_0 + b'_1 x_1 + b'_2 x_2 + e'$$

individuate le incognite  $b'_0, b'_1, b'_2$  si può giungere ai risultati mediante il procedimento inverso, cioè attraverso le operazioni esponenziali:

$$b_0 = \exp b'_0;$$

$$b_1 = \exp b'_1;$$

$$b_2 = \exp b'_2.$$

# CAPITOLO 4

---

COSTRUZIONE DEL MODELLO E TEST SPERIMENTALI  
SUL CAMPIONE OICT

4

---

## 4.1 INTRODUZIONE

Definito il quadro normativo sulle politiche di riqualificazione energetica e il *background* metodologico sulla letteratura, attraverso la *regressione multipla* è possibile procedere all'analisi di un campione di dati attraverso cui definire l'interesse del mercato torinese verso il livello di performance energetica di un immobile.

In questo capitolo sono studiati i prezzi di offerta di immobili pubblicati su alcuni tra i principali siti di annunci immobiliari.

Se si considera infatti che i prezzi riportati in annuncio, possono rappresentare la prima importante indicazione per gli acquirenti, allora si può considerare questa fase come il primo passo verso l'acquisto di una casa<sup>76</sup>.

Il campione di osservazioni fa riferimento all'anno 2018 e all'ambito territoriale della città di Torino. Di seguito, si propone in una successione di *step* il *workflow* per la transizione dal modello teorico della regressione al modello applicativo<sup>77</sup>, che si svilupperà nei paragrafi seguenti nel medesimo ordine indicato:

1) *Individuazione delle variabili significative nella spiegazione del fenomeno in indagine.*

Questo passaggio iniziale è di fondamentale importanza per il funzionamento del modello e consiste nell'individuazione delle variabili  $y$  e  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , che verranno spiegate attraverso la relazione:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

2) *Raccolta di dati e beni analoghi e rappresentazione in termini quantitativi dei caratteri rilevati.*

Per compilare un campione estimativo è necessario individuare un numero cospicuo di beni analoghi all'oggetto di stima, che appartengano allo stesso ambito di mercato, con caratteristiche e prezzi noti e che siano stati recentemente compravenduti.

---

<sup>76</sup>FREGONARA E., ROLANDO D., P. SEMERARO, VELLA M., (2013), The impact of Energy performance Certificate on house listing prices. First evidence from Italian real estate, *Aestim* 65, p. 147

<sup>77</sup>MORANO P., 2002, *Analisi di regressione per le valutazioni di ordine estimativo*, Torino, p.62-65

---

Una delle principali difficoltà di operare nel settore immobiliare riguarda la scarsa trasparenza<sup>78</sup> nel reperimento di dati attendibili.

Un numero minimo di osservazioni per poter svolgere una regressione si attesta sulle 30-50 osservazioni.

Se si possiede un numero  $k$  di osservazioni e un numero  $n$  di variabili esplicative, si dovrà verificare almeno una delle seguenti condizioni:

$$k > 10(n+1)$$

$$k > 10n$$

$$k > n + 30$$

oppure meno restrittivo  $k > 4n$  se  $n < 10$

Pertanto nella condizione meno restrittiva si avrà, ad esempio, che in un campione composto da 2 variabili esplicative  $n$  si dovrà avere un campione minimo di  $4 \times 2 = 8$  osservazioni.

L'impiego di un modello quantitativo presuppone come condizione fondamentale: che siano riportati in termini quantitativi anche i caratteri qualitativi, attribuendo a questi ultimi scale o punteggi o misure dicotomiche.

### 3) *Specificazione della forma della funzione di stima.*

La funzione ha il compito di esplicitare le relazioni tra le variabili che compongono il modello di regressione. La scelta della funzione da utilizzare non avviene solo al fine di rappresentare il fenomeno di studio, ma anche in base alla trattabilità analitica del modello e alla precisione dei risultati attesi.

Si può privilegiare il modello lineare rispetto al multiplo sulla base di considerazioni effettuate a priori o in base a verifiche effettuate sugli indici. Nel primo caso può capitare che si scarti a priori la forma lineare per via della ridotta capacità di catturare più relazioni, mentre nel secondo caso attraverso l'uso dell'*indice di determinazione* e dell'*indice di determinazione corretto* si decide se adottare o rigettare la stima.

---

<sup>78</sup> FREGONARA E. e CURTO R., (2019), *Monitoring and Analysis of the Real Estate Market in a Social Perspective: Results from the Turin's (Italy) Experience*, Sustainability, p.2

---

#### 4) *Verifica della capacità predittiva del modello*

Un modello di regressione supera la verifica estimativa quando test ed indici statistici soddisfano le seguenti condizioni:

- i prezzi marginali impliciti devono presentare ammontare e segno congruenti al fenomeno a cui si riferiscono;
- il valore del rapporto  $b_i/S_{b_i}$  deve risultare al di sopra del valore della  $t$  teorica letto sulle tavole statistiche in corrispondenza del livello di fiducia scelto e dei gradi di libertà del sistema ( $p\text{-value} < 0,05$ );
- per i coefficienti nel loro insieme il valore della  $F$  di Fisher calcolata deve superare il valore della  $F$  teorica letto sulle tavole statistiche in corrispondenza del livello di fiducia scelto e dei gradi di libertà del sistema;
- i valori dei  $VIF$  compresi tra 5 e 10 garantiscono l'assenza di collinearità tra le variabili esplicative del modello.

#### 5) *Impiego del metodo con finalità di stima.*

Definita la funzione  $f(\cdot)$ , che spiega la correlazione tra le variabili indipendenti  $x_i$  e la variabile dipendente  $y$ , è testata la validità statistica del modello attraverso gli strumenti di verifica.

Il modello di regressione può essere utilizzato con finalità di previsione. Il modello previsivo si ottiene sostituendo alle variabili esplicative  $x_i$  il valore attribuito alle caratteristiche del bene che si intende stimare e attraverso la somma delle  $x_i$ , si giunge a definire la variabile spiegata  $y$ .

---

## 4.2 COSTRUZIONE DEL MODELLO: PRESENTAZIONE DEL DATABASE E ANALISI PRELIMINARI SUL CAMPIONE.

Il primo *step* nella costruzione del modello sperimentale riguarda l'individuazione della funzione, attraverso cui si intende descrivere il mercato.

Considerando che si intende studiare il mercato attraverso i prezzi di offerta e che si intende misurare il livello in cui l'APE influisca nella formazione del prezzo, verranno incluse nel modello edonico tutte le principali caratteristiche pubblicate sugli annunci immobiliari<sup>79</sup>.

In Italia, gli agenti immobiliari, stimano il prezzo di un immobile e, d'accordo con il venditore, pubblicano l'annuncio con il prezzo di offerta pattuito.

Verrà utilizzato il metodo di regressione *stepwise*: è il più adatto agli studi di tipo esplorativo, vi sono incluse inizialmente il maggior numero possibile di variabili e tra queste sono selezionate solo quelle con maggior capacità predittiva del mercato.

Le variabili sono selezionate attraverso il metodo definito "*backward elimination*", che prevede un'eliminazione graduale delle variabili superflue, partendo da quelle che presentano un'associazione alla variabile dipendente meno significativa sul piano statistico; in termini operativi si fissa il  $p.value < 0.05$  e si procede all'eliminazione di tutte le voci che superano la suddetta soglia.

Il modello consente un'analisi puntuale sulle variabili che concorrono alla formazione del prezzo e consente di definire le relazioni che intercorrono tra le variabili non evidenti in apparenza.

A causa della forte dipendenza tra le variabili *prezzo* e *metro quadro*, che limiterebbe significativamente il peso delle altre componenti, il modello è costruito individuando il *prezzo al mq* (POMQ) come variabile dipendente e come variabili indipendenti tutte le caratteristiche dell'immobile che non presentano collinearità con il POMQ, definendo il seguente modello di regressione (1):

$$POMQ = \alpha + \beta x + \gamma APE + \varepsilon ;$$

---

<sup>79</sup> FREGONARA E. ROLANDO D. SEMERARO P. VELLA M., (2014) *The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate*, Aestimium 65, p.148

---

in cui  $\alpha$  costituisce l'intercetta,  $x$  il vettore delle caratteristiche pubblicate sull'annuncio online,  $\beta$  il relativo coefficiente delle caratteristiche. È separato dalle altre caratteristiche il livello di prestazione energetica indicato con "APE" di cui  $\gamma$  costituisce il coefficiente, considerata la finalità dello studio.

Il secondo *step* nella costruzione del modello, riguarda la strutturazione dei dati, attraverso l'organizzazione di un database di osservazioni derivate dal mercato che si intende analizzare.

Considerando che il modello statistico utilizzato, definisce la funzione di stima a partire dalle osservazioni derivanti dal mercato reale, la costruzione di un database di osservazioni che sia rappresentativo del mercato, risulta un passaggio fondamentale che influisce nella strutturazione di un modello affidabile, rimuovendo tutte le variabili che possono alterare i valori medi di mercato.

Il *database* di partenza è stato fornito dall'OICT ed è composto da 534 annunci di vendita online di immobili residenziali raccolti su tutto il territorio della Città di Torino nel corso dell'anno 2018.

Si ricorda che l'Osservatorio Immobiliare della Città di Torino (OICT), è una struttura avviata nel 2000, attraverso un serie di accordi tra il Politecnico di Torino, la Città di Torino e la Camera di Commercio di Torino, che monitora il mercato immobiliare nella città<sup>80</sup>.

Trattandosi di un database costruito sulla base di annunci di vendita sui principali portali online, il prezzo riportato nelle rilevazioni è il prezzo di offerta e non il prezzo relativo all'atto di compravendita. Il database costruito dall'OICT si presenta molto dettagliato e raccoglie un cospicuo numero di osservazioni derivate da un'attenta valutazione degli annunci.

---

<sup>80</sup> CURTO R. FREGONARA E. SEMERARO P., (2012), *Prezzi di offerta vs. Prezzi di Mercato: un'analisi empirica*, <https://www.agenziaentrate.gov.it/wps/file/Nsilib/Nsi/Archivio/Agenzia+comunica/Prodotti+editoriali/Territorio+Italia/Archivio+Territorio+Italia+-+Versione+Italiana/Territorio+Italia+1+2012/capitolo+5/capitolo+5+pdf/ita+Curto.pdf>, p.61

---

Il database OICT in forma integrale è denominato “*database A*”, e comprende tutti i dati rilevati dall’OICT nell’anno 2018.

Il *database A* (Fig.12) è composto di 534 rilevazioni, interamente raccolte nel corso dell’anno 2018 sul territorio della città di Torino.

Le osservazioni sono catalogate attraverso 48 variabili che ne descrivono analiticamente le caratteristiche.



*DATABASE “A”*

- *n° tot. osservazioni = 534*

- *n° tot. variabili = 48*

*Figura 12 Database A*

Si ricorda che con il termine “*variabile*”, in statistica, si intende una caratteristica di cui si possiede un’osservazione e una misurazione, che può assumere almeno due diverse connotazioni.

Le variabili si dividono in *categoriali* e *numeriche*; le prime a loro volta si dividono in *nominali* e *ordinali* mentre le altre in *discrete* e *continue*, di cui:

- le *nominali* identificano dati qualitativi, pertanto devono essere espresse assegnando un valore o un nome che non entri in relazione con le altre variabili;
- le *dicotomiche* indicano una variabile nominale con due sole modalità (es. si/no);

- 
- le variabili *ordinali* identificano le categorie che possono essere poste in una relazione d'ordine o gerarchia, esistendo un ordine intrinseco tra esse. (es. Stato di conversazione è una ordinale);
  - le variabili *numeriche* sono misurate sulla base di un'unità di misura, i numeri assegnati alle modalità hanno un vero e proprio significato numerico; è perciò possibile svolgere operazioni numeriche tra le variabili. Le variabili numeriche a loro volta si possono dividere in: *discrete* e *continue*, nel primo caso si tratta di variabili che possiedono valore finito e numerabile (es. 1, 2, 3,...), nel secondo caso si tratta di un valore che può rappresentare un intervallo o un insieme di numeri reali.

Sulle variabili che compongono il database A è stato svolto un'attenta analisi per individuare tutte quelle che non contribuiscono alla formazione del modello di regressione.

A partire dall'elenco di tutte le variabili che compongono il *database A* è possibile procedere nella prima fase di "pulizia", in primo luogo identificando tutte le variabili superflue alla costruzione del *modello di regressione*.

È necessario valutare quali tra le 48 variabili che compongono il *database A* possono considerarsi superflue per la costruzione del modello, rimuovendole dal database.

È stato quindi condotto un attento lavoro di selezione su ogni variabile, di seguito si propone, a titolo esemplificativo il ragionamento prodotto sulle variabili che hanno subito una rielaborazione per essere trattate nella regressione: l'ambito territoriale, ovvero la *microzona* di appartenenza dell'immobile e *classe energetica*.

Le microzone costituiscono il riferimento più importante per la localizzazione dell'immobile ai fini estimativi. A tal proposito è indicata sul sito dell'OICT la definizione appropriata di microzona e cosa esse identifichino:

“Il Politecnico di Torino, Dipartimento Casa Città (dal gennaio 2012 Dipartimento Architettura e Design), ha definito le 40 Microzone catastali della città di Torino, approvate dal Consiglio Comunale nel giugno 1999 ai sensi del DPR 138/98 e del Regolamento emanato dal Ministero delle Finanze.

Per Regolamento la Microzona è di norma una porzione del territorio comunale che - individuata catastalmente da uno o più fogli di mappa - deve essere omogenea sul piano urbanistico e nel contempo configurarsi come vero e proprio segmento del mercato immobiliare.

Il Regolamento, inoltre, stabilisce che le Microzone, per essere individuate come tali, devono presentare differenze tra il prezzo minimo e il prezzo massimo di ciascuna non superiori a due volte e, in casi particolari, a tre: ad esempio, porzioni di città contigue e omogenee urbanisticamente possono essere considerate come Microzone solo se la differenza tra i loro prezzi medi non è superiore al 20% e, al limite (quando motivabile), al 30%.”<sup>81</sup>(Fig.13)

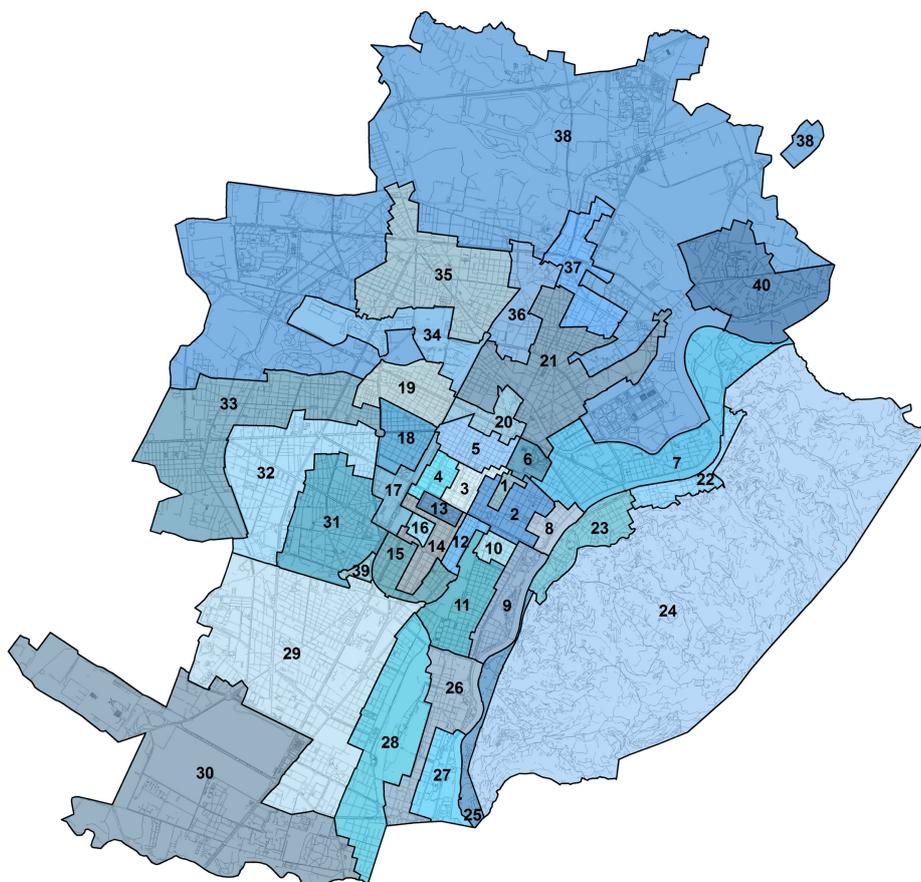


Figura 13 Suddivisione in Microzone della Città di Torino (OICT)

<sup>81</sup> [http://www.oict.polito.it/microzone\\_e\\_valori/cosa\\_sono\\_le\\_microzone](http://www.oict.polito.it/microzone_e_valori/cosa_sono_le_microzone)

Per quanto riguarda la classe energetica e le informazioni derivare dall’APE che descrivono le qualità energetiche degli immobili. Sono diverse le voci presenti nel campione: *Classe energetica, IPE, Classe energetica Rif\_2015, EP globaleNR Rif\_2015, EP globalreR Rif\_2015*. Si può da subito notare come le indicazioni su questo tema siano numerose e pertanto necessitino di un’analisi critica per valutare quali tra queste costituiscano un supporto alla costruzione del modello. Innanzitutto si può notare come gli Attestati di Prestazione Energetica siano differenziati tra pre 2015 e post 2015, a seconda dell’anno in cui è stato redatto l’attestato. Il 26/06/2015 è stato introdotto il DM “REQUISITI MINIMI” (in sostituzione del DPR 59/2009) che aggiornava le modalità di calcolo delle prestazioni energetiche e l’utilizzo delle fonti rinnovabili. Il DM apportò una serie di modifiche al precedente metodo di calcolo della classe energetica, sostituendo il modello di classificazione per “classi fisse” in “classi variabili”. Vennero introdotte novità nelle definizioni di ristrutturazioni importanti, nei servizi energetici per il calcolo delle prestazioni, nel calcolo dell’energia primaria totale e fu introdotto il concetto di edificio “NZEB” ovvero a “energia quasi zero (*Near to Zero Energy Building*)”. Tutto ciò comportò cambiamenti importanti all’APE, per cui una classe energetica certificata prima del 2015, non per forza corrisponde a una classe energetica redatta successivamente all’aggiornamento della normativa. Come prima differenza, la nuova classificazione rispetto alla precedente inserisce all’interno del calcolo oltre ai valori precedentemente considerati, anche la quota di energia destinata agli ascensori e al raffrescamento (Fig.14)

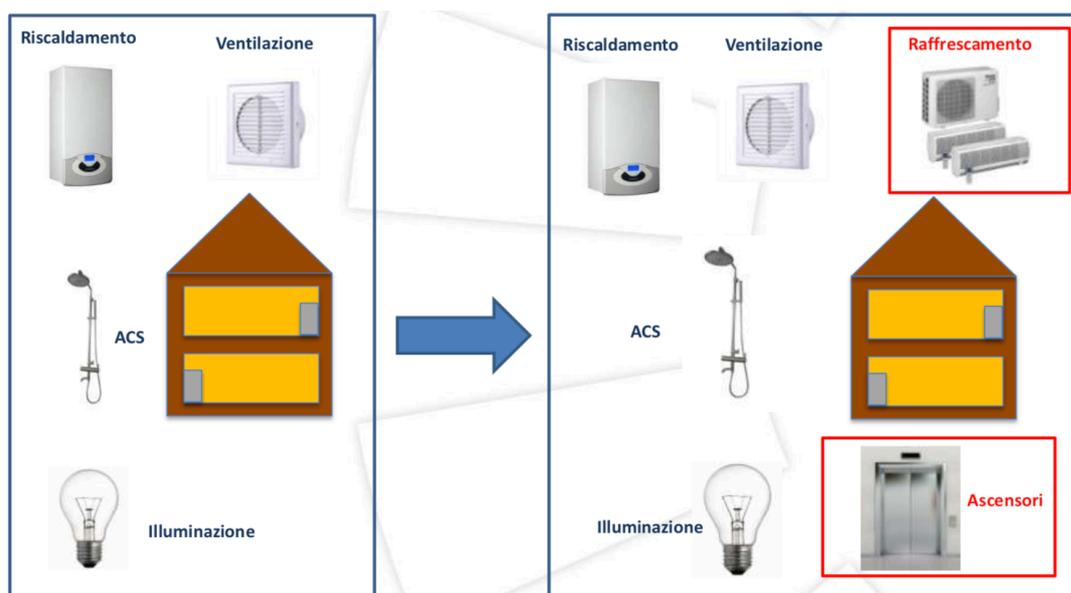


Figura 14. Ambiti inclusi nel calcolo dell’energia pre e post DM del 26/06/2015<sup>82</sup>

<sup>82</sup> Immagine da: G. Di NORA ILSPA, (2015), *Modifiche alla disciplina per l’efficienza energetica in edilizia*, p.6

Fu modificato il calcolo dell'energia primaria totale ( $E_{p,tot}$ ), suddividendola in *energia primaria non rinnovabile*  $E_{p,nren}$  ed *energia primaria rinnovabile*  $E_{p,ren}$ .

Vennero inoltre aggiornate le stesse classi energetiche, che dalla classe G fino alla classe B rimasero invariate, mentre le classi A e A+, furono sostituite con le classi A1, A2, A3 e A4.

La certificazione su "classi variabili", significava l'abbandono delle precedenti classi fisse in cui si collocavano i valori di  $E_{p,nren}$  a favore di classi variabili costituite sulla base di un "edificio di riferimento" simulato *ad hoc* per ogni certificazione. L'edificio di riferimento consiste in un edificio con egual geometria, volume, superficie, destinazione d'uso e situazione al contorno dell'edificio reale, al quale sono applicate le caratteristiche termofisiche predefinite da normativa. Sulla base del confronto tra l'edificio reale con i consumi reali e l'edificio di riferimento è definita la classe energetica dell'edificio reale. (Fig.15)

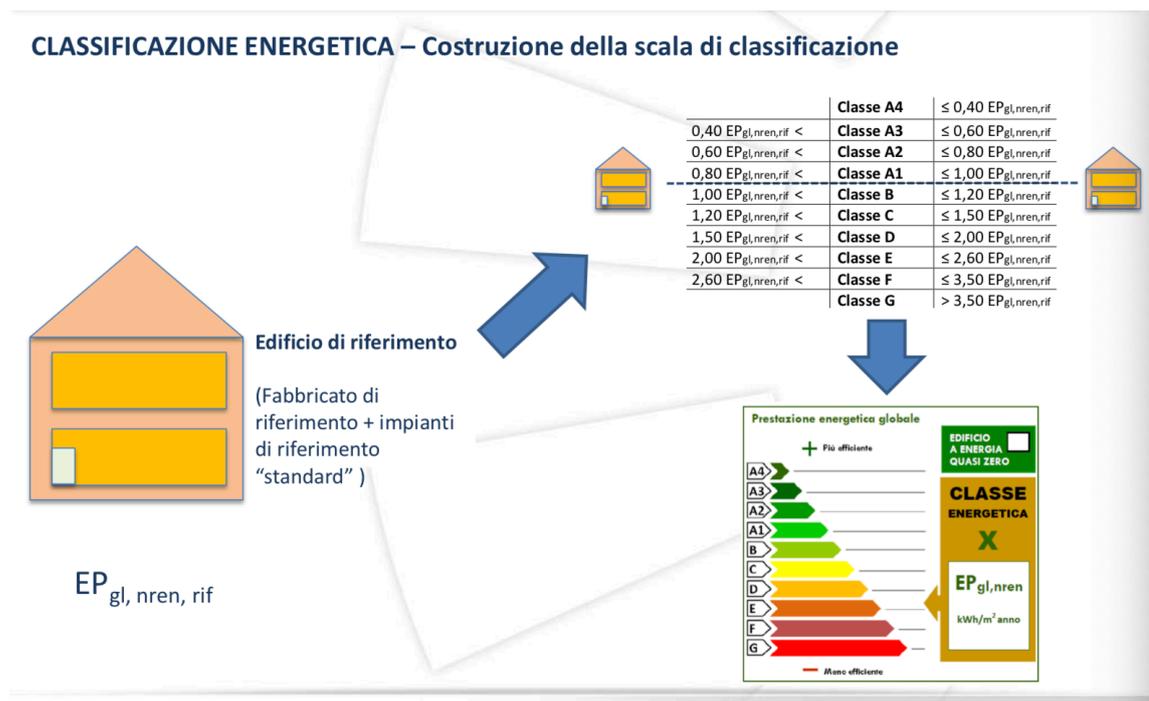


Figura 15. Schema sul nuovo metodo di certificare gli edifici<sup>83</sup>

Un esempio numerico di confronto tra definizione della classe energetica pre e post 2015 è riportato di seguito (Fig.16) e spiega chiaramente le differenze tra le due tipologie di certificazione.

<sup>83</sup> Immagine da: G. Di NORA ILSPA, (2015), *Modifiche alla disciplina per l'efficienza energetica in edilizia*, p.14

### CLASSIFICAZIONE ENERGETICA – Esempio numerico

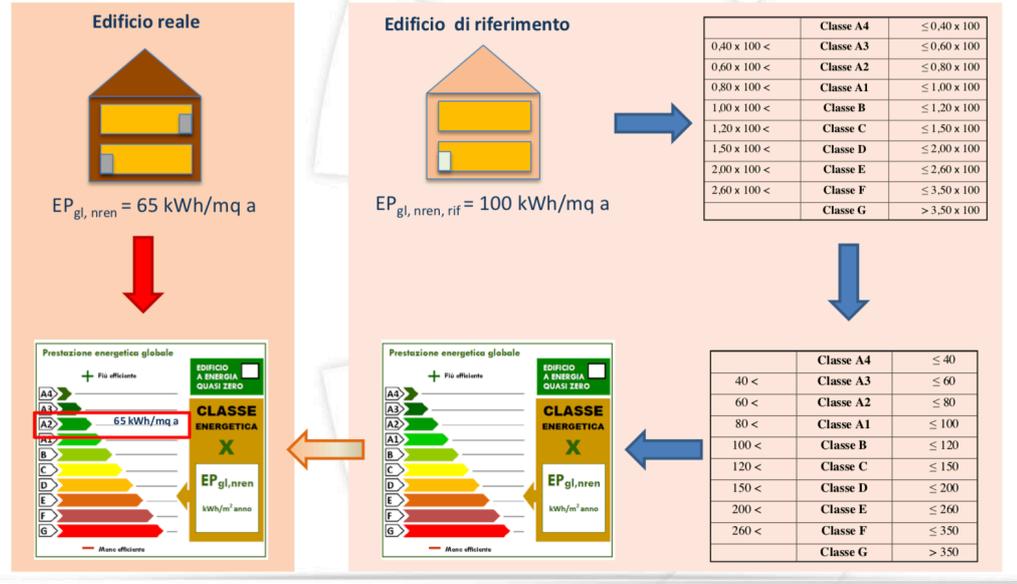


Figura 16. Confronto tra metodologia di calcolo pre e post 2015<sup>84</sup>

Nel database A sono riportate le classi energetiche indicando se son state redatte prima o dopo il 2015. Nella seguente tabella (tabella 1), è riportata la frequenza delle classi energetiche degli immobili.

Tabella 1 APE certificati pre e post 2015.

**Tabella 1**

EPC pre 2015	A+	-
	A	-
	A3	-
	B	2
	C	30
	D	83
	E	51
	F	76
tot. Osservazioni	G	57
		299
-----		
EPC post 2015	A4	-
	A3	-
	A2	-
	A1	-
	A	-
	B	1
	C	8
	D	18
TOT. Osservazioni	E	20
	F	19
	G	10
Ossevazioni senza APE		76
	NA	159
-----		
Totale complessivo alloggi con APE		375
Totale complessivo alloggi con e senza APE		534

Constatate le sostanziali differenze che presentano le due tipologie di APE, è necessario effettuare alcune valutazioni sul modo di trattare il dato.

Considerando che sarebbe inesatto basare il modello sui livelli di  $E_{pnrn}$  data la differenza nel calcolo dei due parametri, non è possibile basare il modello su questo dato.

<sup>84</sup> Immagine da: G. Di NORA ILSPA, (2015), *Modifiche alla disciplina per l'efficienza energetica in edilizia*, p.16

Appurate anche le differenze tra le metodologie di calcolo della classe energetica, si può comunque affermare, che la quota di energia destinata al raffrescamento e al funzionamento dell'ascensore sia limitata, pertanto analizzando gli annunci immobiliari, considerando che la differenza tra le tipologie di classificazione sia un aspetto ignorato dalla maggior parte dei compratori, si intende procedere ad un accorpamento dei dati in un'unica classificazione, limitando il numero di parametri in gioco nella regressione.

Essendo inoltre, che il valore massimo di APE rilevato nel campione corrisponde a B sia nel caso delle classificazioni pre 2015 che post 2015, e che il livello minimo di classe energetica corrisponde a G, l'accorpamento delle classificazioni non costituisce un aspetto conflittuale.

Delle 48 voci iniziali presenti all'interno del campione ne sono state rimosse 12 non utili alla costruzione del modello.

Le voci che compongono il database sono ora 36 ed è possibile effettuare considerazioni sui campionamenti veri e propri, identificando eventuali osservazioni che non rappresentano il mercato e che influenzano negativamente il modello.

Si desidera analizzare il mercato relativo agli alloggi residenziali nella città di Torino, poiché costituiscono la tipologia nettamente più diffusa sul territorio. A tal proposito dalle tabelle "Pivot" (Fig.17) si evince che la *tipologia edilizia "Edificio mono-multiscala"* si trova in netta maggioranza rispetto alle altre.



Fig.17 Tabella pivot e grafico a torta per la tipologia edilizia.

Sono analizzate singolarmente tutte le osservazioni per cercare di rimuoverne il minor numero possibile di osservazioni.

---

Considerando l'intento di analizzare la tipologia "appartamento" inserito in un ambito condominiale o comunque plurifamiliare, la prima operazione da compiere è rimuovere le osservazioni relative alla tipologia "*Edificio isolato*", a cui corrispondono le ville che nel mercato di Torino costituiscono un fattore anomalo.

Lo stesso discorso vale per la tipologia "*Edificio a schiera*", a cui corrispondono soltanto 3 osservazioni e rappresentano un fattore che non descrive la normalità del mercato, pertanto non verranno anche queste prese in considerazione.

Gli alloggi appartenenti alla categoria "*Edificio a ballatoio*" ed "*Edificio plurifamiliare*" sono rispettivamente 3 e 21. I primi non costituiscono un contributo significativo a livello statistico tale per cui si renda necessario inserire un'ulteriore variabile, nel secondo caso un edificio plurifamiliare, presentando cortile e ingresso in comune come negli edifici *mono-multiscala*, si può accorpate alla tipologia prevalente, cercando di mantenere il maggior numero possibile di osservazioni e di limitare il numero di variabili.

Le osservazioni che non riportano la tipologia edilizia, sono etichettate con la voce "*Non rilevato*". Soltanto una tra queste è rimossa in seguito alla lettura dell'annotazione riportata a fianco alla rilevazione che indicava uno scarso materiale fotografico per l'appartamento.

Dalle 534 osservazioni iniziali sono sottratti 8 campionamenti relativi alle ville, 4 relativi a edifici a schiera ed infine 3 campionamenti che non riportano la tipologia edilizia, riducendo il campione dalle 534 osservazioni iniziali a 519. Le altre tipologie differenti da *mono-multiscala* sono accorpate alla tipologia prevalente in quanto non in grado di fornire indicazioni statistiche da sole.

A questo punto nella costruzione del modello si analizzeranno solo tipologie edilizie che ospitino almeno due famiglie e sarà possibile rimuovere la variabile "Tipologia-edilizia" dal modello, dal momento che la si assumerà come costante.

L'OICT, qualora un determinato immobile presentasse delle caratteristiche al di fuori del mercato, o delle caratteristiche non spiegate attraverso le variabili, inserisce alcune annotazioni per ogni campionamento, sono inserite dallo staff dell'OICT in caso di anomalie nel campionamento o laddove vi fossero alcune informazioni per cui non era prevista una voce che descrivesse quella determinata caratteristica. Tutte le rilevazioni che presentavano un'annotazione sono state analizzate singolarmente, valutando se potessero influenzare il modello.

---

La maggior parte degli immobili, ovvero 333, non presenta annotazioni di alcun tipo, mentre 201 rilevazioni, presentano un'annotazione.

Per la maggior parte (più di 100 osservazioni) è riportata la sigla "In attesa di certificazione", indicando che l'APE è in fase di redazione per questi immobili. Avendo catalogato sotto la voce "classe energetica" anche gli APE non ancora redatti, si può rimuovere questa voce in quanto già tenuta in considerazione in un'altra variabile.

Oltre 35 annotazioni riportano la presenza di immobili su due livelli. Nelle note è riportato, caso per caso, quali spazi risultino annessi alla tipologia principale, indicando ad esempio se si tratti di un alloggio con annessa mansarda, soppalco piuttosto che se si tratti di un piano terra con tavernetta o altre tipologie ancora.

Poiché queste variabili risultano in numero troppo limitato per costituire ognuna di esse una variabile statisticamente rilevante, si introduce all'interno del modello la voce "Su due livelli" che descrive l'anomalia di queste rilevazioni rispetto alla classica tipologia prevalente su un solo piano, spiegando la variazione di prezzo in presenza di alloggi su più piani.

Sono infine sottratte dal campione, due osservazioni in cui all'interno dell'annotazione è riportata la dicitura "villa" che non erano state identificate precedentemente nella tipologia edilizia, presumibilmente per un errore nel campionamento.

A questo punto, a seguito delle analisi delle annotazioni relative ad ogni campionamento, si definisce un secondo database, ridotto di queste informazioni superflue, che prenderà il nome di "*database B*".

Nel *database B* sono ancora presenti gli outliers, che verranno rimossi nello *step* successivo.

---

#### 4.2.1 Identificazione degli outliers

Dalla rimozione delle variabili superflue nel *database A*, si ottiene un secondo database con 33 variabili utili alla costruzione del modello, che identifichiamo come *database* (Fig.18).

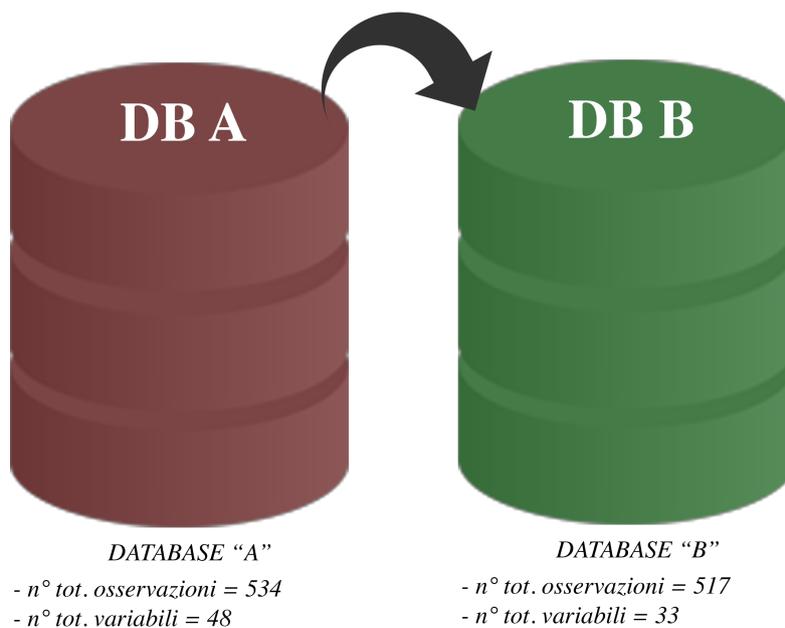


Figura 18 Passaggio da database "A" a database "B"

All'interno del *database B* è ora necessario verificare la presenza o meno di eventuali *outliers* tra le 517 osservazioni conservate nel modello.

Considerando che le osservazioni sono tutte reali e derivate da un attento monitoraggio del mercato, si vuole limitare il più possibile la rimozione delle osservazioni al di fuori del mercato, limitandosi alle sole variabili che esprimono un mercato non ordinario in modo da normalizzare il campione.

## Boxplot - Prezzi di offerta

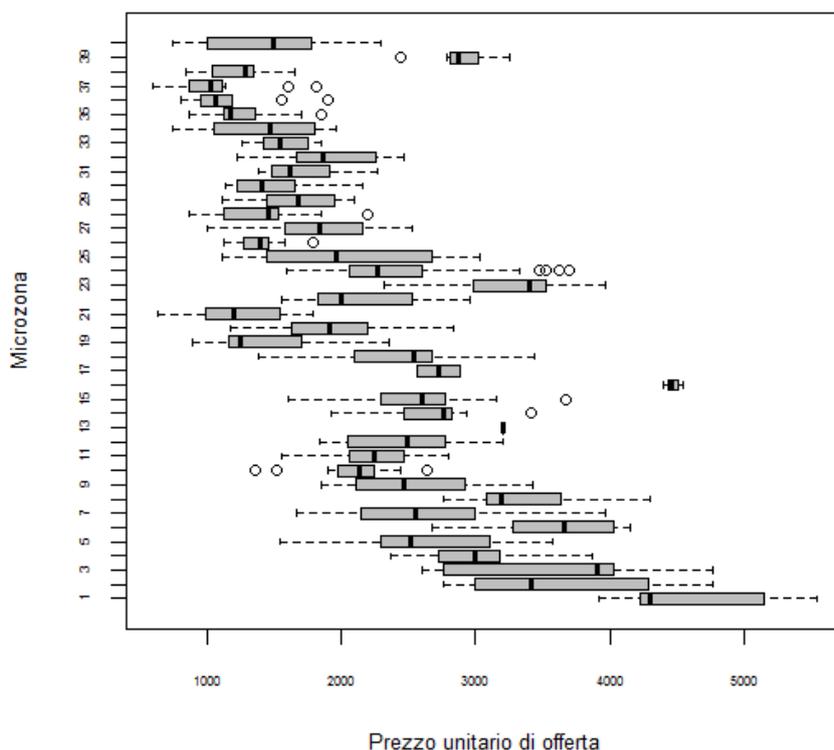


Figura 19 Outliers del database B<sup>85</sup>

Il *box plot* è un grafico che rappresenta la distribuzione dei prezzi di offerta partendo da 5 numeri di sintesi: minimo, 1° quartile (Q1), mediana, 3° quartile (Q3), massimo.

Il *box plot* è individuato congiungendo il 1° quartile con il 3° quartile ed è diviso dalla mediana dei valori. I “baffi” del box plot si ottengono unendo il primo quartile al minimo ed il terzo al massimo. Il quartile fornisce informazioni relative alla simmetria della distribuzione dei valori. I *baffi* risultano molto utili per identificare eventuali osservazioni eccezionali non rappresentative del mercato, ovvero gli *outliers*.

Il *box plot* dei prezzi di offerta effettuato sul *database B*, mette in evidenza due osservazioni al di fuori del mercato. (Fig.20)

<sup>85</sup> Elaborazione da OICT

---

## Boxplot - Prezzi di offerta

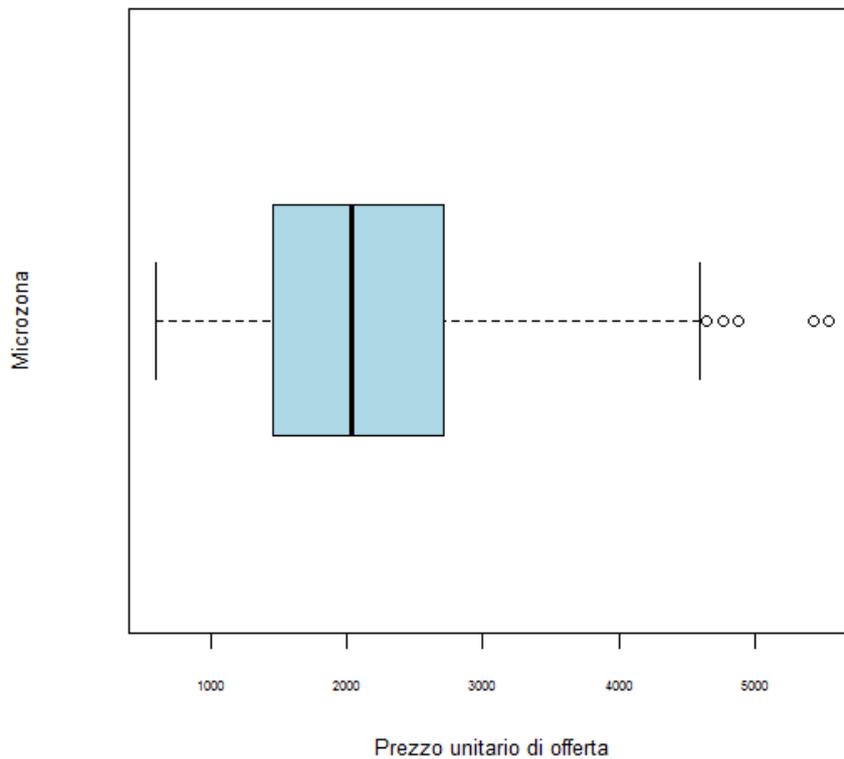


Figura 20 Box plot dei prezzi di offerta sul campione B<sup>86</sup>

Le due osservazioni identificate come *outliers* sono entrambe localizzate nella *microzona* 1 (Roma), di elevato pregio architettonico, dove i valori delle compravendite sono frequentemente superiori alle medie del mercato. Entrambe presentano un prezzo di offerta molto elevato rispetto ai parametri del mercato ordinario della città di Torino, superando abbondantemente i 5000 €/mq, perciò è necessario rimuoverle dal campione.

Eliminando i due *outliers* si procede nuovamente nell'elaborazione di un secondo *box plot* (Fig.21) nel quale si può notare una migliore distribuzione dei valori, che permette di operare su un campione con valori più omogenei.

---

<sup>86</sup> Elaborazione da OICT

### Boxplot - Prezzi di offerta

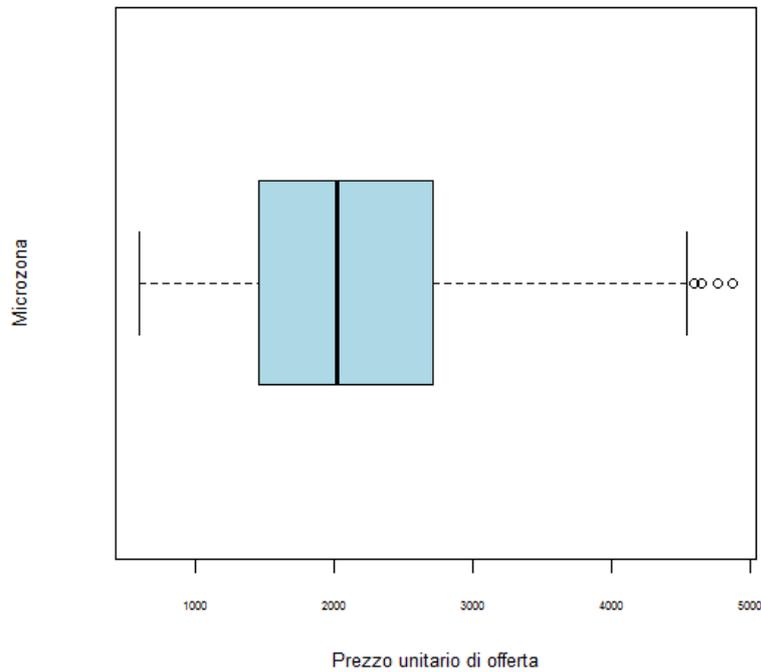
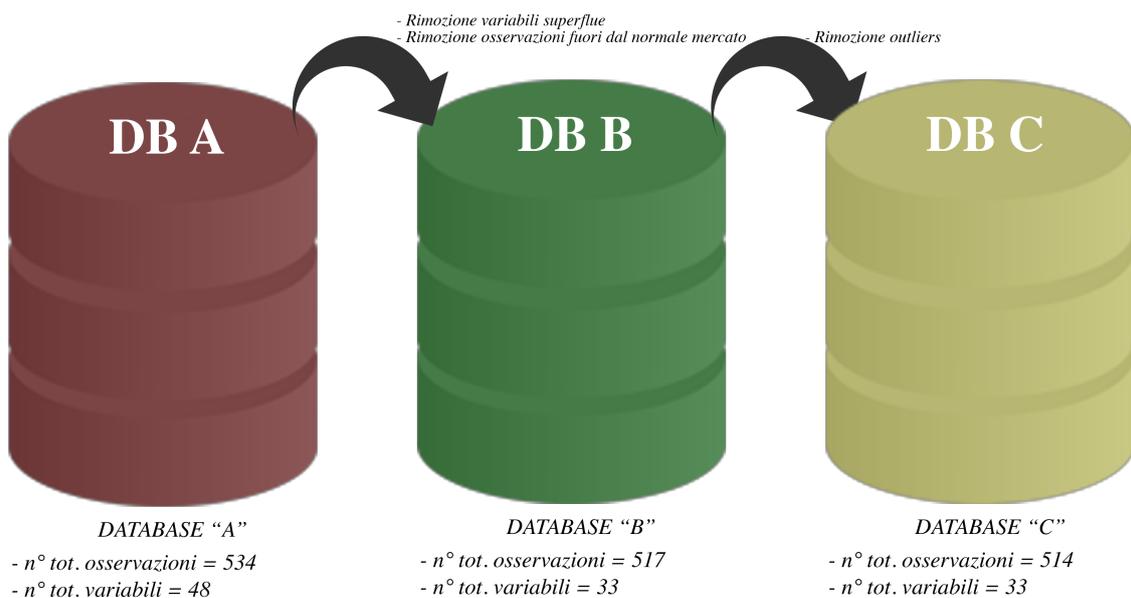


Figura 21 box plot dei prezzi di offerta con outlier rimossi<sup>87</sup>

A questo punto, dopo aver rimosso dal database gli *outliers* e le voci che non contribuiscono alla costruzione del modello *stepwise*, si ottiene il *database C*, sul quale è possibile procedere nelle analisi descrittive del campione.



<sup>87</sup> Rielaborazione da OICT

---

### 4.3 ANALISI DESCRITTIVE

Il *database C* conta un totale di 514 osservazioni che definiscono il campione “pulito” per la costruzione del *modello*.

*Tabella 2 Analisi descrittive relative a prezzo/mq del database C (n. osservazioni = 514; senza outliers)*

<i>database C</i>							
	Min.	1stQu.	Median	Mean	3rdQu.	Max.	Dev. Standard
CampioneCompleto	600	1456,53	2025,32	2149,32	2709,09	4875	890,66

Dal confronto tra le analisi descrittive sul *prezzo/mq* (che si ricorda essere stata definita come la variabile dipendente) si può notare come la distribuzione dei valori, alla fine della rimozione dei campionamenti inesatti e degli outliers, migliori.

Il *database C* presenta infatti una deviazione standard elevata che è comunque un fattore che caratterizza il mercato immobiliare, dovuto alla grande varietà di beni differenti presenti in offerta sul mercato.

Sul *database C* son svolte le analisi descrittive complete relative alle caratteristiche che maggiormente descrivono la variazione del POMQ<sup>88</sup>, non considerando la microzona che costituisce un argomento a sé stante approfondito in seguito.

---

<sup>88</sup> FREGONARA E. ROLANDO D. SEMERARO P. VELLA M., *The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate*, Aestimum 65, p. 150

Tabella 3 Analisi descrittive complete, database C

Analisi descrittive database C					
variabile		media	dev. Standard	livelli/dummy	freq.
prezzo/mq		2149,32	890,66		
Grado di conservazione				Ristrutturato	191
				Medio	193
				Parz_da_ristrutturare	78
				Da_ristrutturare	52
CATEGORIA edificio				di pregio	28
				signorile	158
				medio	205
				economico	113
				popolare	10
Classe energetica				A+	-
				A	-
				B	3
				C	37
				D	95
				E	70
				F	92
				G	65
			NA*	152	
tot. Osservazioni					514

Dalla *tabella 3* si può notare come il prezzo al metro quadro (POMQ) medio sia 2149,32 €/mq, identificato dalla media dei POMQ del campione.

Il *grado di conservazione* più diffuso degli appartamenti è il “medio” a cui corrispondono 193 osservazioni, la *categoria dell’edificio* “media” è la più diffusa con 205 osservazioni, infine la *classe energetica* più diffusa corrisponde a “D”.

Data la finalità dello studio di spiegare la variazione del prezzo in corrispondenza dei diversi livelli di classe energetica, sono sviluppate in tabella analisi descrittive relative ai prezzi corrispondenti alle classi energetiche.

Innanzitutto si ricorda che gli annunci totali su cui si svolgono le analisi descrittive sono 514, di cui 362 possiedono un APE. (Fig.22)



Figura 22 Distribuzione delle classi energetiche tra le 362 osservazioni con APE

Dalla *tabella 4* si può notare come il POMQ subisca una crescita proporzionale nella media dei valori relativi alle differenti classi energetiche.

La voce “*incremento rispetto alla media della classe precedente*” indica la differenza tra la media del prezzo di una determinata classe energetica con la media relativa alla classe subito inferiore.

I valori indicano un andamento di crescita della media dei prezzi all’aumentare della classe energetica, eccezion fatta per il delta tra la media dei POMQ tra la classe energetica D ed E dove il POMQ diminuisce invece di incrementare.

Tabella 4 Statistiche descrittive relative alla variazione del prezzo/mq al variare dell’APE

POMQ rispetto a EPC UNICO						
classi	frequenza	media	deviaz. Standard	min	max	differenza con classe precedente
B - C	40	2431,15	851,16	1037,50	4150,00	188,69
D - E	165	2242,45	869,96	844,44	4600,00	273,32
F - G	157	1969,13	821,58	630,43	4090,91	1969,13

Dal raggruppamento delle classi si ottiene un campione ancor più significativo, in quanto si può notare come media massimi e minimi crescano proporzionalmente, suggerendo la possibilità di una relazione tra le variabili.

Questo giustifica un ulteriore studio per accertare l’andamento POMQ in funzione della classe energetica.

La *tabella 4* suggerisce una crescita più netta del POMQ nel passaggio dalla classe energetica E a classe energetica F (+225,82 €/mq) e nel passaggio dalla classe D alla classe C (+ 108,56€/mq), mentre rappresenta un dato aleatorio, per i pochi elementi raccolti, il significativo incremento del prezzo dalla classe C alla classe B, seppur indichi un gradimento da parte del mercato.

Date le considerazioni, a questo punto, per migliorare le statistiche descrittive si raggruppano a coppie le classi energetiche per:

- Basso livello di APE: F e G;

- Medio livello di APE: D e E;
- Alto livello di APE: C e B.

Raggruppando le classi energetiche si ottiene il risultato esposto nella *tabella 5*. Dal raggruppamento delle classi si può notare un andamento proporzionale ancor più marcato, osservando che i minimi, i massimi e la media dei prezzi cresce proporzionalmente rispetto alla classe. La differenza tra la coppia di classi F-G e D-E registra un incremento di 273,32 €/mq, mentre dalla classe D-E alla classe B-C, si registra un ulteriore *surplus* di 188,69 €/mq.

*Tabella 5 Prezzo/mq rispetto alle classi energetiche accorpate.*

POMQ rispetto a EPC UNICO						
classi	frequenza	media	deviaz. Standard	min	max	Incremento rispetto alla media della classe inferiore
A	-	-	-	-	-	-
B	3	3545,45	214,51	3513,51	3900,00	1213,37
C	37	2332,08	804,86	1037,50	4150,00	108,56
D	95	2223,52	918,79	844,44	4541,67	-44,63
E	70	2268,15	804,78	890,00	4600,00	225,82
F	92	2042,33	851,58	630,43	4090,91	176,81
G	65	1865,52	771,71	741,38	3965,52	1865,52

si può notare una crescita graduale e proporzionata del prezzo/mq al crescere della classe energetica, ciò lascia presupporre un interesse del mercato rispetto al valore dell'EPC, soprattutto perché la crescita è proporzionale mentre in altri studi pregressi si presentava meno progressiva

Le analisi descrittive indicano dunque una correlazione tra il POMQ di vendita e la classe energetica che giustificano lo sviluppo di ulteriori analisi.

Per misurare il livello di influenza nel prezzo della classe energetica lo *step* successivo è sviluppare il modello di *regressione multipla* inserendo come variabili esplicative le classi energetiche per l'andamento del prezzo/mq al crescere dell'APE<sup>89</sup> e utilizzare il metodo *stepwise* per determinare quali tra le variabili considerate sono le più esplicative nella costruzione del modello. (*Modello OLS 1*)

<sup>89</sup> FREGONARA E. ROLANDO D. SEMERARO P. VELLA M., *The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate*, Aestimum 65, p. 153

Modello 1: OLS, usando le osservazioni 1-514  
 Variabile dipendente: POMQ

	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>rapporto t</i>	<i>p-value</i>
const	1865,52	108,941	17,12	<0,0001 ***
B	1787,47	518,663	3,446	0,0006 ***
D	357,998	141,381	2,532	0,0116 **
C	466,557	180,88	2,579	0,0102 **
E	402,625	151,29	2,661	0,008 ***
F	176,809	142,314	1,242	0,2147
G			Omitted	
NA	294,666	130,167	2,264	0,024 **
Media var. dipendente	2149,325		SQM var. dipendente	890,6610
Somma quadr. residui	3,91e+08		E.S. della regressione	878,3104
R-quadro	0,038915		R-quadro corretto	0,027541
F(6, 507)	3,421470		P-value(F)	0,002548
Log-verosimiglianza	-4209,702		Criterio di Akaike	8433,405
Criterio di Schwarz	8463,100		Hannan-Quinn	8445,043

Modello OLS 1

Il modello OLS 1, indica una relazione debole tra POMQ e APE. Infatti l'indice  $R^2=0,038$ , definisce una relazione debole tra la classe energetica e il prezzo/mq e indicando la necessità di ulteriori studi per approfondire questa relazione.

L'influenza della classe energetica pur essendo un fattore rilevante che necessita approfondimenti, risulta logicamente avere un impatto molto ridotto rispetto a variabili come *microzona di appartenenza* dell'immobile e *mq* dell'immobile, perciò si può intuire che l'indice  $R^2$  sarà molto basso.

## Analisi descrittive per microzone

La componente spaziale è uno dei fattori che influenza maggiormente la formazione del prezzo; infatti il mercato nelle varie aree della città si sviluppa con modalità e prezzi differenti, in *tabella 6*.

Tabella 6 Variabili descrittive sul database C per microzona

Nome dell'area	Micorozona	Freq	Media	Minimo	Massimo	devSt	Mediana
Roma	1	7	4646,174	3916,667	5544,554	641,9794	4296,296
Carlo Emanuele II	2	14	3620,428	2761,539	4770,833	712,6271	3417,155
Solferino	3	11	3556,99	2599,278	4772,727	809,3836	3909,091
Vinzaglio	4	11	3000,802	2362,963	3866,667	442,8277	3000
Garibaldi	5	13	2647,119	1545,455	3571,429	623,3147	2520
Castello	6	8	3595,666	2671,569	4150	519,371	3656,886
Vanchiglia	7	20	2668,813	1666,667	3965,517	673,4506	2547,009
Rocca	8	11	3376,316	2764,706	4300	490,2543	3190,476
Valentino	9	10	2556,618	1857,143	3421,053	482,9759	2470,375
San Salvario	10	11	2070,41	1363,636	2642,857	371,0259	2128,571
Dante	11	16	2247,626	1560	2800	321,804	2243,467
San Secondo	12	11	2458,152	1842,857	3200	437,1534	2490
Stati Uniti	13	1	3200	3200	3200	NA	3200
Galileo Ferraris	14	11	2666,955	1931,035	3409,091	381,1211	2761,905
De Gasperi	15	15	2537,942	1611,111	3678,571	511,9194	2600
Duca d'Aosta	16	3	4468,998	4400	4545,455	73,0136	4461,538
Spina 2 Politecnico	17	2	2725,714	2571,429	2880	218,1929	2725,714
Duchessa Jolanda	18	11	2454,827	1384,615	3436,364	586,3609	2538,462
San Donato	19	15	1416,846	893,9394	2358,491	434,9938	1250
Porta Palazzo	20	11	1925,528	1172,043	2833,333	482,6797	1909,091
Palermo	21	16	1227,25	630,4348	1785,714	340,5991	1201,103
Michelotti	22	13	2151,025	1560	2960,526	463,9334	2000
Crimea	23	19	3233,524	2321,429	3967,742	473,1392	3398,936
Collina	24	40	2370,369	1590,909	3696,498	564,6199	2271,029
Zara	25	11	2046,088	1112,36	3032,258	684,5317	1963,731
Carducci	26	14	1390,051	1120,69	1790	165,5826	1401,654
Unità d'Italia	27	10	1808,224	1000	2529,762	488,9162	1837,719
Lingotto	28	13	1392,747	866,6667	2192,308	394,6773	1463,158
Santa Rita - Mirafiori	29	24	1686,07	1114,286	2100	295,9995	1676,169
Mirafiori sud	30	10	1500,776	1133,333	2157,895	347,1723	1412,157
San Paolo	31	12	1706,703	1380	2270,588	289,46	1623,106
Pozzo strada *	32	16	1903,909	1222,222	2461,538	392,6053	1865,284
Aeronautica - Parella	33	12	1562,454	1260	1857,143	198,0064	1543,347
Spina 3 - Eurotorino	34	10	1412,149	750	1959,459	410,0472	1464,167
Madonna di Campagna	35	27	1240,922	868,4211	1854,839	255,6446	1169,231
Spina 4 - Docks Dora	36	10	1155,848	809,5238	1894,737	333,3995	1064,103
Rebaudengo	37	12	1070,465	600	1816,667	338,0222	1030
Corona Ovest	38	16	1233,099	846,1538	1658,333	240,3964	1285,714
Spina 1 - Marmolada	39	7	2890,771	2445,652	3250	251,4594	2873,874
Barca Bertolla	40	12	1439,781	741,3793	2294,118	481,096	1493,75

---

#### 4.4 CORRELAZIONE TRA LE VARIABILI

L'ultimo passaggio prima di procedere alla fase di modellazione *database C* consiste nel valutare l'eventuale presenza di *correlazione* tra le variabili. La correlazione è sinonimo di co-variabilità tra due variabili, ovvero la tendenza a variare insieme sia in modo negativo che in modo positivo, permettendo di omogenizzare la coppia di dati in un unico dato riportato.

Attraverso l'impiego del software open source "Gretl"<sup>90</sup> è possibile visualizzare la matrice di correlazione dei dati derivati dal campione di osservazioni definendo quali caratteristiche sarà necessario rimuovere per evitare che le variabili correlate alterino l'affidabilità del modello.

In tabella 7 è riportato uno stralcio della matrice di correlazione derivata dal *database C* in cui si possono appurare alcuni valori rimossi dal modello OLS per collinearità (tabella 7).

Tabella 7 Stralcio della matrice di correlazione

Microzona	Prezzomq	Locali	Soggiorno	Ripostiglio	Cucina	Camere	Bagni	Microzona
1,0000	-0,0680	-0,1769	0,0659	0,0515	-0,1559	-0,1300	-0,1681	Prezzomq
	1,0000	<b>0,7054</b>	-0,2097	-0,1669	0,2000	0,1965	0,3355	Locali
		1,0000	<b>0,6738</b>	-0,4253	<b>0,6029</b>	<b>0,9359</b>	-0,4086	Soggiorno
			1,0000	0,1335	0,2275	-0,1259	-0,1568	Ripostiglio
				1,0000	-0,2244	-0,4086	-0,3909	Cucina
					1,0000	0,3725	0,3912	Camere
						1,0000	-0,2057	Bagni
							1,0000	

Il confronto tra le variabili poste in correlazione indica attraverso un *range* di valori la dipendenza delle variabili l'una dall'altra.

I valori entro cui si sviluppa il confronto sono inclusi in un tra [-1;1] e dall'incrocio delle variabili è identificato un valore che se compreso tra [-1; -0,60] e [0,60;1] indica presenza di collinearità tra le variabili, alterando la capacità previsiva del modello.

Avendo definito la matrice di correlazione, come lo strumento che identifica le coppie di dati, per rimuovere caratteristiche che si ripetono all'interno del modello e identificare come variabile dipendente il POMQ, si delinea una forte correlazione tra le variabili che indicano la distribuzione interna dello spazio delle unità immobiliari.

---

<sup>90</sup> "Is a cross-platform software package for econometric analysis, written in the C programming language. It is free, open-source software." <http://gretl.sourceforge.net>

---

Il numero di locali di un appartamento è fortemente correlato con le variabili:

- camere;
- cucina abitabile;
- soggiorno abitabile.

Si procede nella rimozione delle variabili che presentano correlazione, mantenendo solo il numero di locali come variabile.

Si può notare anche la correlazione tra due variabili che procedono di pari passo; infatti, *Anno di Costruzione* e *Classe energetica* indicano che le due variabili procedono in modo simmetrico.

Questa correlazione indica uno scarso livello di riqualificazione del patrimonio edilizio sul territorio cittadino, se si considera che le tecnologie dell'architettura attuali permettono di raggiungere degli standard di prestazione molto elevati anche su edifici datati.

Si può notare dunque, come gli edifici di nuova costruzione raggiungano degli standard elevati di prestazione energetica e gli edifici più datati mantengano tendenzialmente un livello di prestazione energetica più basso.

Ai fini della costruzione del modello è eliminata la variabile *Anno di costruzione*, presupponendo sempre l'intento di studiare il prezzo degli immobili a seconda della classe energetica e in virtù del fatto che non necessariamente un edificio datato presenterà un livello basso di APE.

Vista la correlazione più o meno forte tra tutte le variabili relative alla disposizione in pianta dell'immobile si decide di procedere rimuovendo dal modello OLS le variabili:

- locali;
- camere;
- cucina abitabile;
- soggiorno separato.

Verrà mantenuto solo il numero di bagni.

---

#### 4.5 MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS, CON IL METODO OLS

Dal database C sono rimosse le variabili che presentano correlazione, definendo quindi un ulteriore database, identificato come *database D*.

Come anticipato, si procederà nello sviluppo di un modello di *regressione multipla*, attraverso l'approccio *stepwise* mediante il metodo della *backward elimination*.

Attraverso il metodo OLS, "Ordinary Least Squares" (criterio dei "Minimi Quadrati Ordinari") si procede alla definizione della funzione per cui:

$$POMQ = \alpha + \beta x + \gamma APE + \varepsilon ;$$

in cui  $\alpha$  costituisce l'intercetta,  $x$  il vettore delle caratteristiche,  $\beta$  il suo relativo coefficiente delle caratteristiche. È separato dalle altre caratteristiche il livello di prestazione energetica indicato con "APE" di cui  $\gamma$  costituisce il coefficiente, considerata la finalità dello studio.

Il *modello di regressione OLS* prevede l'utilizzo esclusivamente di variabili quantitative e, laddove non fosse presente una variabile quantitativa, ma qualitativa, tale variabile è trattata attraverso l'introduzione di una variabile *Dummy*.

Le variabili *Dummy* permettono di operare una differenziazione tra le caratteristiche intrinseche di una stessa variabile, ove non sia prevista una crescita ordinata e quantificabile in funzione delle caratteristiche. Caratteristiche numeriche ordinali come il *grado di conservazione* o la *categoria dell'edificio* influenzano l'aumento del POMQ, seppur non in modo proporzionale o quantificabile attraverso un'unità di misura, per cui è necessario introdurre le variabili *Dummy* così da permettere al software di trattarle distintamente.

Tra le *Dummy variables*, la classe energetica è stata trattata nella modalità seguente:

- 1 = 'F'
- 2 = 'E'
- 3 = 'D'
- 4 = 'G'
- 5 = 'C'
- 6 = 'B'

---

A questo punto, sul *database C*, si applica la regressione tramite il modello OLS, senza presenza di correlazione.

Per realizzare il modello OLS è stato analizzato il *database C* utilizzando il software open source "Gretl"<sup>91</sup>.

A seguito di una serie di tentativi che hanno portato a rigettare alcuni modelli pregressi si è ottenuto un modello valido che spiega la variazione del prezzo e che presenta indici di significatività statistica accettabili e assenza di collinearità.

Utilizzando il metodo *stepwise*, in un primo momento sono state inserite nel programma tutte le variabili per osservare i *p-value* delle diverse componenti che popolano il modello.

Di seguito (modello OLS 2) è riportato il primo output.

Il modello presenta un valore  $R^2=0,84$  e un valore  $R^2_{adjusted}= 0,81$ ; pertanto si può affermarne la significatività statistica.

Osservando i valori *p-value* (riportati sulla colonna di destra) si può appurare la significatività dei singoli parametri in termini di contributo alla formazione del prezzo.

È fissato il  $p\text{-value} \leq 0,05$  come valore soglia per accettare la significatività statistica di un parametro.

Dall'*output 1* emerge che i valori che più influenzano il prezzo sono:

- La *Microzona* di appartenenza;
- Presenza/assenza del *terrazzo*;
- Categoria dell'edificio;
- Presenza/assenza dell'ascensore;
- Classe energetica dell'unità immobiliare.

Attraverso l'impiego del metodo *backward elimination* si procede alla rimozione di tutti i valori che presentano un *p-value* superiore a 0,05.

Per giungere al modello finale contenente esclusivamente valori statistici significativi sono stati svolti 29 modelli nei quali son state progressivamente eliminate tutte le variabili come previsto dall'approccio *stepwise*.

---

<sup>91</sup> "Is a cross-platform software package for econometric analysis, written in the C programming language. It is free, open-source software." <http://gretl.sourceforge.net>

---

Di seguito all'interno del *Modello 29* (modello OLS 3) è riportato l'output finale nel quale sono identificate tutte le variabili statisticamente significative che spiegano la costruzione della funzione POMQ.

Modello 1 : OLS, usando le osservazioni 1-510  
 Variabile dipendente: Prezzomq

	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>rapporto t</i>	<i>p-value</i>
const	747,927	232,859	3,212	0,0015 ***
Arie	59,8661	50,3644	1,189	0,2355
Piano	18,7766	12,8249	1,464	0,1442
verdepriv assente	-36,6537	102,513	-0,3576	0,7209
Microzona_1	2852,22	292,309	9,758	<0,0001 ***
Microzona_2	1691,8	212,242	7,971	<0,0001 ***
Microzona_3	1555,65	222,881	6,98	<0,0001 ***
Microzona_4	1201,51	215,855	5,566	<0,0001 ***
Microzona_5	781,664	218,658	3,575	0,0004 ***
Microzona_6	1646,88	224,424	7,338	<0,0001 ***
Microzona_7	1025,62	191,047	5,368	<0,0001 ***
Microzona_8	1414,04	212,234	6,663	<0,0001 ***
Microzona_9	815,504	216,341	3,77	0,0002 ***
Microzona_10	459,133	204,215	2,248	0,0253 **
Microzona_11	644,79	196,582	3,28	0,0012 ***
Microzona_12	842,799	223,602	3,769	0,0002 ***
Microzona_14	754,218	249,435	3,024	0,0027 ***
Microzona_15	814,631	194,167	4,196	<0,0001 ***
Microzona_18	900,416	214,059	4,206	<0,0001 ***
Microzona_19	-22,8985	188,345	-0,1216	0,9033
Microzona_20	280,87	221,543	1,268	0,2059
Microzona_21	-220,131	191,223	-1,151	0,2506
Microzona_22	596,372	211,809	2,816	0,0052 ***
Microzona_23	1738,96	199,685	8,709	<0,0001 ***
Microzona_24	720,34	178,077	4,045	<0,0001 ***
Microzona_25	482,639	196,982	2,45	0,0149 **
Microzona_26	-35,2216	216,448	-0,1627	0,8708
Microzona_27	106,735	223,21	0,4782	0,6329
Microzona_28	36,4551	217,749	0,1674	0,8672
Microzona_29	60,2168	191,667	0,3142	0,7536
Microzona_30	2,2591	249,133	0,009068	0,9928
Microzona_31	283,141	201,472	1,405	0,161
Microzona_32	294,486	204,265	1,442	0,1505
Microzona_33	149,249	213,803	0,6981	0,4857
Microzona_34	-189,282	198,678	-0,9527	0,3415
Microzona_35	-274,986	175,439	-1,567	0,1181
Microzona_36	-254,228	215,684	-1,179	0,2395
Microzona_37	-345,450	210,301	-1,643	0,1015
Microzona_38	-292,730	195,502	-1,497	0,1354
Microzona_39	931,371	265,934	3,502	0,0005 ***
Microzona 40			Omitted	
Assenza balcone			Omitted	
Presenza balcone	2,60422	65,6414	0,03967	0,9684
Assenza terrazzo			Omitted	
Presenza terrazzo	208,08	78,369	2,655	0,0084 ***
Da ristrutturare			Omitted	
Pazialmente da ristrutturare	217,125	92,1043	2,357	0,0191 **
Ristrutturato	506,445	83,2708	6,082	<0,0001 ***
Medio	309,058	82,5828	3,742	0,0002 ***
Su un unico piano			Omitted	
Su due piani	-11,6022	85,3438	-0,1359	0,892
Ascensore assente			Omitted	
Ascensore presente	165,172	62,9908	2,622	0,0092 ***
Cat. edificio "Popolare"	-198,587	223,219	-0,8897	0,3744
Cat. edificio "Economico"			Omitted	
Cat. Edificio "Medio"	45,6945	68,3669	0,6684	0,5044
Cat. Edificio "Signorile"	234,453	90,6966	2,585	0,0102 **
Cat. Edificio "Pregio"	498,786	137,889	3,617	0,0004 ***

Modello OLS 2

Riscaldamento Autonomo			Omitted		
Riscaldamento Centralizzato	29,9265	54,7789		0,5463	0,5853
Classe energetica B	677,225	256,705		2,638	0,0088 ***
Classe energetica C	179,272	94,1231		1,905	0,0578 *
Classe energetica D			Omitted		
Classe energetica E	83,492	74,1012		1,127	0,2608
Classe energetica F	-14,0795	68,8908	-0,2044		0,8382
Classe energetica G	72,5098	70,9412		1,022	0,3076
Box auto incluso doppio	-105,627	164,841	-0,6408		0,5222
Box auto incluso singolo	85,6229	131,986		0,6487	0,517
posto auto incluso	-81,5883	222,333	-0,3670		0,7139
Media var. dipendente	2155,565		SQM var. dipendente		887,8382
Somma quadr. residui	44244533		E.S. della regressione		387,9325
R-quadro	0,841888		R-quadro corretto		0,809083
F(61, 294)	25,66306		P-value(F)		3,62e-87
Log-verosimiglianza	-2593,138		Criterio di Akaike		5310,275
Criterio di Schwarz	5550,521		Hannan-Quinn		5405,841

Modello 1 : OLS, usando le osservazioni 1-510

Variabile dipendente: Prezzomq

	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>rapporto t</i>	<i>p-value</i>	
const	886,379	90,725		9,77 <0,0001	***
DMicrozona_1	2847,09	243,252		11,7 <0,0001	***
DMicrozona_2	1646,78	147,531		11,16 <0,0001	***
DMicrozona_3	1505,76	159,102		9,464 <0,0001	***
DMicrozona_4	1117,58	151,43		7,38 <0,0001	***
DMicrozona_5	651,587	145,519		4,478 <0,0001	***
DMicrozona_6	1560,36	160,197		9,74 <0,0001	***
DMicrozona_7	976,701	111,629		8,75 <0,0001	***
DMicrozona_8	1332,6	143,027		9,317 <0,0001	***
DMicrozona_9	777,356	146,129		5,32 <0,0001	***
DMicrozona_10	393,107	137,852		2,852 0,0046	***
DMicrozona_11	604,628	123,701		4,888 <0,0001	***
DMicrozona_12	807,24	156,43		5,16 <0,0001	***
DMicrozona_14	650,254	190,901		3,406 0,0007	***
DMicrozona_15	767,305	117,364		6,538 <0,0001	***
DMicrozona_18	827,905	146,429		5,654 <0,0001	***
DMicrozona_21	-315,340	117,519	-2,683	0,0077	***
DMicrozona_22	534,088	144,925		3,685 0,0003	***
DMicrozona_23	1684,97	121,297		13,89 <0,0001	***
DMicrozona_24	641,799	92,2489		6,957 <0,0001	***
DMicrozona_25	388,013	127,434		3,045 0,0025	***
DMicrozona_32	256,642	135,59		1,893 0,0593	*
DMicrozona_34	-288,275	137,985	-2,089	0,0375	**
DMicrozona_35	-325,729	97,6061	-3,337	0,0009	***
DMicrozona_36	-393,142	153,81	-2,556	0,011	**
DMicrozona_37	-423,199	144,875	-2,921	0,0037	***
DMicrozona_38	-359,097	124,854	-2,876	0,0043	***
DMicrozona_39	870,693	215,207		4,046 <0,0001	***
Microzona 40			Omitted		
Assenza terrazzo			Omitted		
Presenza terrazzo	182,886	71,9427		2,542 0,0115	**
Da ristrutturare			Omitted		
Pazialmente da ristrutturare	252,321	87,8836		2,871 0,0044	***
Ristrutturato	532,102	77,825		6,837 <0,0001	***
Medio	328,656	78,5904		4,182 <0,0001	***
Ascensore assente			Omitted		
Ascensore presente	227,811	55,6077		4,097 <0,0001	***
Cat. edificio "Economico"			Omitted		
Cat. Edificio "Signorile"	168,044	61,7869		2,72 0,0069	***
Cat. Edificio "Pregio"	404,387	118,288		3,419 0,0007	***
Classe energetica D			Omitted		
Classe energetica C	165,253	75,8786		2,178 0,0301	**
Classe energetica B	658,626	237,685		2,771 0,0059	***
Bagni	99,0776	38,2852		2,588 0,0101	**

Modello OLS 3 Stepwise applicata.

---

Media var. dipendente	2150,908	SQM var. dipendente	887,5234
Somma quadr. residui	47890457	E.S. della regressione	385,6529
R-quadro	0,830646	R-quadro corretto	0,811186
F(37, 322)	42,68501	P-value(F)	2,0e-102
Log-verosimiglianza	-2634,516	Criterio di Akaike	5345,032
Criterio di Schwarz	5492,704	Hannan-Quinn	5403,749

Come detto in precedenza sono tenute in considerazione solo le variabili che possiedono un *p-value* inferiore a 0,05.

Dal confronto dei valori  $R^2$  e  $R^2_{adj}$  ( $R^2$  corretto) emerge che il modello è stato perfezionato nei seguenti passaggi in quanto il valore  $R^2_{adj}$  aumenta passando da 0,809 iniziale a 0,811 del modello finale, mentre il valore  $R^2$  diminuisce, in quanto aumenta all'aumentare del numero di variabili prese in considerazione; per questo le osservazioni sul valore  $R^2_{adj}$  risultano più significative.

Sulla base dell'indice  $R^2_{adj}$  è possibile a questo punto verificare l'assenza di multicollinearità nella stima operando la verifica VIF (Variance Inflation Factor) che si sviluppa attraverso la seguente relazione:

$$VIF = 1/(1-R^2)$$

Sostituendo al parametro  $R^2$  il valore ottenuto dalla regressione si osserva che

$$VIF = 5,904791148$$

Se il valore VIF è compreso tra 5 e 10 ( $5 \leq VIF \leq 10$ ), allora si osserva l'assenza di multicollinearità nel modello, accettando pertanto i valori ottenuti.

Confrontando i risultati con gli output degli studi pregressi analizzati nella letteratura di supporto (paragrafo 3.1), emerge che le variabili significative sono pressoché le stesse, suggerendo che si è operato correttamente sulle variabili a disposizione.

Le variabili più significative nella formazione del prezzo sono pertanto:

- Microzona di appartenenza. trattata come *dummy variable* persiste come uno dei dati più significativi, indicando una forte dipendenza spaziale rispetto ai dati rilevati, che verrà approfondita in seguito.
- Presenza del terrazzo. *coeff.*=188,886, indica il gradimento del mercato per questo parametro. Nella realizzazione di complessi residenziali contemporanei la progettazione degli spazi esterni è sempre più un aspetto centrale e lo testimonia il gradimento del mercato. La presenza del balcone, anche se non emerge dal modello OLS è un fattore altrettanto rilevante che presumibilmente non emerge per un limite dovuto al campione

---

analizzato, dove gli appartamenti che possiedono il balcone sono in netta maggioranza rispetto agli altri.

- Stato dell'immobile. Sulla base della variabile da ristrutturare (*omitted*) sono definiti i coefficienti delle tre tipologie: parzialmente da ristrutturare, medio e ristrutturato. La crescita proporzionale dei coefficienti rispetto alle tre diverse tipologie indica un corretto andamento della stima, di cui il premio per la tipologia ristrutturato risulta il più elevato.
- Presenza dell'ascensore. Da sempre la presenza dell'ascensore indica per la tipologia residenziale un discriminante importante nella scelta di un immobile nel mercato delle compravendite. Se si considera che il tasso di invecchiamento della popolazione è in crescita costante la presenza dell'ascensore diventa ancor più fondamentale come suggerisce il modello.
- Categoria dell'edificio. Dall'analisi di questo parametro emerge una connotazione positiva in termini di premio per il prezzo, per immobili *signorili* e di *pregio*, presentando coefficienti concordi rispetto alla conoscenza del mercato rispettivamente 168,044 e 404,387. Il segno dei coefficienti indica un surplus per queste due tipologie, rispetto alla categoria dell'edificio *economica (omitted)*.
- Numero di bagni. Al crescere del numero dei bagni di un appartamento corrisponde un aumento di prezzo. Se si considera che nella progettazione di alloggi residenziali contemporanei è aumentato il numero di bagni che un alloggio, anche di modeste metrature può ospitare, grazie alla realizzazione di bagni ciechi, si può intuire che il mercato apprezzi questa tendenza, preferendo talvolta ad un unico bagno la presenza di due o più, anche di dimensioni ridotte.

Per quanto riguarda la classe energetica emerge un dato che conferma l'aumento del valore attribuito agli alloggi con elevata classe energetica; infatti, sulla base della classe energetica D (*omitted*) si evince che le classi energetiche elevate attribuiscono un surplus al prezzo degli immobili, confermando il gradimento del mercato per gli appartamenti energeticamente efficienti. Considerando che le altre variabili emerse dalla regressione sono tradizionalmente considerate come variabili che da sempre influenzano in modo significativo il valore di un immobile, si può notare come l'unico parametro "innovativo", sia la classe energetica, confermando i risultati prodotti dagli studi pregressi sul tema individuati dalla letteratura.

#### 4.6 CONFRONTO OLS SUL DATABASE C CON OLS "FREGONARA, ROLANDO, VELLA, SEMERARO"

---

Questi risultati ottenuti suggeriscono un'ulteriore analisi, ovvero il confronto con lo studio pregresso svolto nel 2012 sul mercato immobiliare di Torino (cfr. Fregonara *et al.*, 2014)<sup>92</sup> attraverso l'utilizzo del *modello regressione multipla*, per stimare l'impatto della classe energetica. Della finalità dello studio e della modalità di affrontare l'analisi di mercato si è già parlato in precedenza.

Essendo svolto sulla base di un campione di osservazioni rilevato nel 2012, agli albori dell'introduzione della classe energetica, è di interesse svolgere un approfondimento, impiegando la stessa metodologia utilizzata con cui era stato condotto il precedente studio, al fine di confrontare i risultati ottenuti e studiare l'evoluzione del mercato sulla base di questi parametri.

Fregonara *et al.*, individuano la seguente come funzione per analizzare il mercato<sup>93</sup>; pertanto viene ripresa in questo studio:

$$\log LP = \alpha + \beta x + \gamma APE + \varepsilon ;$$

$\log LP$  costituisce il logaritmo del prezzo di offerta, in cui  $\alpha$  costituisce l'intercetta,  $x$  il vettore delle caratteristiche,  $\beta$  il suo relativo coefficiente delle caratteristiche. È separato dalle altre caratteristiche il livello di prestazione energetica indicato con "APE" di cui  $\gamma$  costituisce il coefficiente.

Il database utilizzato da *Fregonara et al.* era anch'esso costruito sulla base dei prezzi di offerta e non su dati di compravendita effettivi, esattamente nello stesso modo in cui è stato costruito il database di osservazioni che si utilizza in questo studio.

Verrà utilizzato il database C sul quale saranno analizzate solo le variabili impiegate nello studio di Fregonara *et al.*

Entrambi i database di osservazioni sono stati elaborati dall'OICT.

---

92 FREGONARA E. ROLANDO D. SEMERARO P. VELLA M., The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate, *Aestimum* 65. P152

93 FREGONARA E. ROLANDO D. SEMERARO P. VELLA M., The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate, *Aestimum* 65.

---

Di seguito sono riportati sotto forma di confronto tutti i dati che concorrono alla costruzione del campione.

Il modello di regressione si sviluppa attraverso la funzione:

$$\log LP = \alpha + \beta x + \gamma APE + \varepsilon ;$$

Di seguito sono riportate in forma schematica le principali differenze che compongono i due database:

- |                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| • riferimento: <i>Database 2012</i> | • riferimento: <i>Database C</i> |
| • Redatto da: OICT                  | • Redatto da: OICT               |
| • Anno di redazione: 2012           | • Anno di redazione: 2018        |
| • Numero di campionamenti: 577      | • Numero di campionamenti: 514   |

I dati utilizzati da Fregonara et al. che verranno presi per costruire la funzione saranno:

- *Listing price* (prezzo di offerta), espresso in Euro al metro quadro [€/mq];
- *classe energetica* o livello di APE, che saranno suddivisi nelle seguenti classi:
  - B
  - C
  - D
  - E
  - F
  - G

In entrambi i casi non sono presenti classi energetiche superiori a “B” (ciò evita la conflittualità tra APE pre e post 2015);

- Dimensioni dell’appartamento in metri quadri [m<sup>2</sup>];
- Stato dell’immobile, che si suddivide in 4 categorie:
  - da ristrutturare
  - parzialmente da ristrutturare
  - medio
  - ristrutturato

- categoria dell'edificio suddiviso in 5 livelli, riportati nel seguente ordine:
  - popolare
  - economico
  - medio
  - signorile
  - di pregio
- localizzazione dell'immobile attraverso la *microzona* di appartenenza.

In entrambi gli studi la componente spaziale non è centrale per le considerazioni, pertanto si decide di utilizzare le microzone identificando delle aree omogenee di mercato.

Tutte le variabili scelte da *Fregonara et al.* per sviluppare la regressione, sono contenute all'interno del *database C* perciò sarà possibile sviluppare con il medesimo approccio entrambi i modelli senza tralasciare alcuna voce.

*Statistiche descrittive:*

Di seguito sono riportate le rispettive statistiche descrittive relative ai database:

- *database 2012:*

152 E. Fregonara, D. Rolando, P. Semeraro, M. Vella

Table 1. Listing Prices descriptive Statistics.

Variable	Mean	St.Dev.	Levels	Freq.
Listing price (LP)	298235.50	257621.60		
Size	101.62	51.97		
Apartment condition			to be completely renovated	0.07
			to be partially renovated	0.26
			good	0.45
			refurbished	0.21
Buildings quality level			council housing	0.04
			economical	0.19
			medium-level	0.54
			distinguished	0.12
			classy	0.03
Energy Performance Certificate (EPC) level			A	0.00
			B	0.02
			C	0.08
			D	0.15
			E	0.12
			F	0.11
			G	0.34
			NA	0.18

Tabella 8. Database Fregonara et al.<sup>94</sup>

- *database C:*

Analisi descrittive database C				
variabile	media	dev. Standard	livelli/dummy	freq.
prezzo offerta	246517,51	203625,21		
mq	105,85	57,67		
prezzo/mq	2149,32	890,66		
Grado di conservazione			Ristrutturato	191
			Medio	193
			Parz_da_ristrutturare	78
			Da_ristrutturare	52
Cateria edificio			di pregio	28
			signorile	158
			medio	205
			economico	113
			popolare	10
Classe energetica			A+	-
			A	-
			B	3
			C	37
			D	95
			E	70
			F	92
			G	65
			NA*	152
tot. Osservazioni				514

Tabella 9. statistiche descrittive database C

<sup>94</sup> FREGONARA E. ROLANDO D. SEMERARO P. VELLA M., The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate, *Aestimum* 65. p.152

---

Non è presente correlazione tra le variabili, essendo già stata svolta la verificata attraverso il test Chi-square svolto da *Fregonara et. al.*, pertanto, sulla base delle caratteristiche indicate precedentemente si può procedere con la fase di modellazione.

Di seguito sono riportati i risultati dei due modelli di regressione completi (classi energetiche esplicitate).

In *tabella 8* sono riportati i valori relativi alla regressione dal *modello 2012*, mentre in *tabella 9* sono riportati i valori relativi alla regressione sul database C:

Tabella 10. Modello di Regressione multipla "Fregonara, Rolando, Semeraro, Vella"

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.83419	-0.12765	0.00482	0.12453	0.52496
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )	
(Intercept)	79620.42	0.09	85.18	< 2e-16	***
Microzone 1	0.22	0.13	1.71	0.09	.
Microzone 2	<i>Omitted</i>				
Microzone 3	0.12	0.09	1.23	0.22	
Microzone 4	0.02	0.09	0.17	0.8	
Microzone 5	0	0.09	0	0.1	
Microzone 6	0.26	0.12	2.21	0.03	*
Microzone 7	-0.14	0.07	-1.91	0.06	.
Microzone 8	0.01	0.08	0.1	0.88	
Microzone 9	-0.08	0.09	-0.8	0.42	
Microzone 10	-0.24	0.08	-2.85	0	**
Microzone 11	-0.35	0.07	-4.84	1.79E-06	***
Microzone 12	-0.13	0.09	-1.39	0.17	
Microzone 14	0.02	0.08	0,13	0.85	
Microzone 15	-0.06	0.09	-0.59	0.56	
Microzone 16	0.38	0.12	3.04	0	**
Microzone 17	-0.17	0.13	-1.33	0.18	
Microzone 18	-0.17	0.1	-1.77	0.08	.
Microzone 19	-0.5	0.08	-6.42	3.55E-10	***
Microzone 20	-0.53	0.08	-6.33	6.22E-10	***
Microzone 21	-0.87	0.07	-12.9	< 2e-16	***
Microzone 22	-0.24	0.1	-2.5	0.01	*
Microzone 23	0.15	0.08	1.82	0.07	.
Microzone 24	-0.1	0.07	-1.38	0.17	
Microzone 25	-0.18	0.1	-1.85	0.07	.
Microzone 26	-0.46	0.07	-6.39	4.30E-10	***
Microzone 27	-0.51	0.1	-5.09	5.24E-07	***
Microzone 28	-0.56	0.09	-6.61	1.15E-10	***
Microzone 29	-0.38	0.06	-6.07	2.89E-09	***
Microzone 30	-0.5	0.08	-6.36	5.35E-10	***

95

<sup>95</sup> FREGONARA E. ROLANDO D. SEMERARO P. VELLA M., The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate, Aestimium 65. p.159-160

Tabella 8. Modello di Regressione multipla "Fregonara, Rolando, Semeraro, Vella"

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )	
Microzone 31	-0.41	0.08	-5.43	9.60E-08	***
Microzone 32	-0.32	0.07	-4.62	5.01E-06	***
Microzone 33	-0.45	0.07	-6.04	3.40E-09	***
Microzone 34	-0.55	0.08	-6.64	9.51E-11	***
Microzone 35	-0.66	0.07	-9.89	< 2e-16	***
Microzone 36	-0.85	0.08	-10.07	< 2e-16	***
Microzone 37	-0.69	0.08	-8.88	< 2e-16	***
Microzone 38	-0.69	0.07	-9.19	< 2e-16	***
Microzone 39	-0.19	0.11	-1.73	0.08	.
Microzone 40	-0.65	0.09	-7.41	6.85E-13	***
to be completely renovated			<i>Omitted</i>		
to be partially renovated	0.08	0.04	1.76	0.08	.
good	0.16	0.04	3.98	8.09E-05	***
refurbished	0.26	0.05	5.78	1.48E-08	***
council housing	-0.06	0.06	-0.95	0.34	
economical			<i>Omitted</i>		
medium-level	0.1	0.03	3.74	0	***
distinguished	0.24	0.04	6.05	3.21E-09	***
classy	0.49	0.08	5.85	9.77E-09	***
B			<i>Omitted</i>		
C	-0.03	0.07	-0.41	0.68	
D	-0.1	0.067	-1.42	0.15	
E	-0.06	0.07	-0.92	0.36	
F	-0.14	0.07	-2.01	0.04	*
G	-0.1	0.07	-1.45	0.15	

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.21 on 426 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.79, **Adjusted R-squared: 0.76**  
F-statistic: 31.24 on 50 and 426 DF, p-value: < 2.2e-16

Tabella 11. Modello di regressione multipla su "database C"

Modello 1: OLS, database C  
Variabile dipendente: Prezzo\_richiesto

	Coefficiente	Errore Std.	rapporto t	p-value	
const	11,8805	0,328694		36,14	<0,0001 ***
Microzona_1	0,522257	0,247396		2,111	0,0353 **
microzona_2			Omitted		
Microzona_3	0,181983	0,194559		0,9354	0,3501
Microzona_4	0,254446	0,190112		1,338	0,1814
Microzona_5	-0,100396	0,184283	-0,5448		0,5862
Microzona_6	0,171321	0,210682		0,8132	0,4165
Microzona_7	-0,294975	0,168853	-1,747		0,0813 *
Microzona_8	0,020099	0,191285		0,1051	0,9164
Microzona_9	0,148568	0,198923		0,7469	0,4555
Microzona_10	-0,204421	0,194581	-1,051		0,294
Microzona_11	-0,259411	0,177061	-1,465		0,1436
Microzona_12	-0,083847	0,193209	-0,4340		0,6645
Microzona_13	0,779481	0,492137		1,584	0,1139
Microzona_14	0,344979	0,194018		1,778	0,076 *
Microzona_15	0,01905	0,179681		0,106	0,9156
Microzona_16	1,16812	0,304673		3,834	0,0001 ***
Microzona_17	0,292939	0,360425		0,8128	0,4168
Microzona_18	-0,198329	0,195127	-1,016		0,31
Microzona_19	-0,752333	0,185704	-4,051		<0,0001 ***
Microzona_20	-0,239621	0,199562	-1,201		0,2305
Microzona_21	-0,639650	0,1852	-3,454		0,0006 ***
Microzona_22	-0,191358	0,190559	-1,004		0,3158
Microzona_23	0,324176	0,169858		1,909	0,0569 *
Microzona_24	0,311636	0,15327		2,033	0,0426 **
Microzona_25	-0,244463	0,1989	-1,229		0,2197
Microzona_26	-0,762430	0,190007	-4,013		<0,0001 ***
Microzona_27	-0,242916	0,204075	-1,190		0,2345
Microzona_28	-0,629908	0,196779	-3,201		0,0015 ***
Microzona_29	-0,266963	0,171875	-1,553		0,1211
Microzona_30	-0,329298	0,223035	-1,476		0,1405
Microzona_31	-0,293658	0,197219	-1,489		0,1372
Microzona_32	-0,191610	0,18385	-1,042		0,2979
Microzona_33	-0,542855	0,19933	-2,723		0,0067 ***
Microzona_34	-0,648039	0,207164	-3,128		0,0019 ***
Microzona_35	-0,620897	0,171514	-3,620		0,0003 ***
Microzona_36	-0,674881	0,209192	-3,226		0,0013 ***
Microzona_37	-0,812812	0,20169	-4,030		<0,0001 ***
Microzona_38	-0,698935	0,187791	-3,722		0,0002 ***
Microzona_39	0,117891	0,232073		0,508	0,6117
Microzona_40	-0,653136	0,199172	-3,279		0,0011 ***
Grado di cons. Da ristrutturare			Omitted		
Grado di cons. Pazialmente da ristruttura	0,186526	0,088642		2,104	0,0359 **
Grado di cons. Medio	0,356033	0,07753		4,592	<0,0001 ***
Grado di cons. Ristrutturato	0,3492	0,077787		4,489	<0,0001 ***
Cat. Ed. Popolare	0,070097	0,17167		0,4083	0,6832
Cat. Ed. Economica			Omitted		
Cat. Ed. Media	0,213818	0,065639		3,258	0,0012 ***
Cat. Ed. Pregio	0,790423	0,136804		5,778	<0,0001 ***
Cat. Ed. Signorile	0,634103	0,084548		7,5	<0,0001 ***
B			Omitted		
C	-0,004494	0,293419	-0,01532		0,9878 *
D	-0,114250	0,286519	-0,3988		0,6903
E	-0,198215	0,288361	-0,6874		0,4922
F	-0,212577	0,286667	-0,7415		0,4587
G	-0,187018	0,290436	-0,6439		0,5199
Media var. dipendente	12,12581		SQM var. dipendente	0,757931	
Somma quadr. residui	101,0518		E.S. della regressione	0,468189	
R-quadro	0,657100		R-quadro corretto	0,618422	
F(51, 462)	16,98877		P-value(F)	6,15e-78	
Log-verosimiglianza	-311,3007		Criterio di Akaike	728,6013	
Criterio di Schwarz	953,4392		Hannan-Quinn	816,7230	

Di seguito sono riportati i risultati dei due modelli di regressione, inserendo le classi energetiche raggruppate:

- BC. Alto livello di performance
- DE. Medio livello di performance
- FG. Basso livello di prestazione

In *tabella 10* sono riportati i valori relativi alla regressione dal modello 2012, mentre in *tabella 11* sono riportati i valori relativi alla regressione sul database C:

*Tabella 12. Modello di Regressione modello 2012, classi raggruppate*

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.82932	-0.12475	0.00498	0.12349	0.53022
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )	
(Intercept)	7.95	0.07	106.31	< 2e-16	***
Microzone 1		<i>Omitted</i>			
Microzone 2		<i>Omitted</i>			
Microzone 3	0.11	0.09	1.15	0.25	
Microzone 4	0.02	0.09	0.24	0.81	
Microzone 5	-0.02	0.09	-0.22	0.82	
Microzone 6	0.25	0.12	2.16	0.03	*
Microzone 7	-0.14	0.07	-1.96	0.05	.
Microzone 8	0	0.08	0.02	0.99	
Microzone 9	-0.09	0.09	-0.91	0.36	
Microzone 10	-0.25	0.08	-2.96	0	**
Microzone 11	-0.36	0.07	-4.93	1.15E-06	***
Microzone 12	-0.13	0.09	-1.38	0.17	
Microzone 14	0.01	0.08	0.13	0.89	
Microzone 15	-0.07	0.09	-0.73	0.46	
Microzone 16	0.36	0.12	2.94	0	**
Microzone 17	-0.18	0.13	-1.36	0.17	
Microzone 18	-0.18	0.1	-1.8	0.07	.
Microzone 19	-0.51	0.08	-6.62	1.09E-10	***
Microzone 20	-0.54	0.08	-6.5	2.27E-10	***
Microzone 21	-0.88	0.07	-13.09	< 2e-16	***
Microzone 22	-0.25	0.09	-2.63	0	**
Microzone 23	0.14	0.08	1.69	0.09	.
Microzone 24	-0.11	0.07	-1.63	0.1	
Microzone 25	-0.2	0.1	-1.97	0.05	*
Microzone 26	-0.47	0.07	-6.48	2.57E-10	***
Microzone 27	-0.52	0.1	-5.16	3.70E-07	***
Microzone 28	-0.57	0.08	-6.73	5.33E-11	***
Microzone 29	-0.39	0.06	-6.29	7.60E-10	***
Microzone 30	-0.51	0.08	-6.68	7.37E-11	***

Tabella 10. Modello di Regressione modello 2012, classi raggruppate

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )	
Microzone 31	-0.43	0.08	-5.71	2.07E-08	***
Microzone 32	-0.33	0.07	-4.88	1.52E-06	***
Microzone 33	-0.46	0.07	-6.19	1.38E-09	***
Microzone 34	-0.55	0.08	-6.66	8.43E-11	***
Microzone 35	-0.67	0.07	-10.05	< 2e-16	***
Microzone 36	-0.84	0.08	-10.09	< 2e-16	***
Microzone 37	-0.7	0.08	-9.1	< 2e-16	***
Microzone 38	-0.7	0.07	-9.42	< 2e-16	***
Microzone 39	-0.19	0.11	-1.78	0.08	.
Microzone 40	-0.66	0.09	-7.6	1.86E-13	***
to be completely renovated	0.21	0.13	1.63	0.1	
to be partially renovated	0.07	0.04	1.75	0.08	.
good	0.16	0.04	3.9	0	***
refurbished	0.26	0.04	5.66	2.72E-08	***
medium-level	0.1	0.03	3.77	0	***
council housing	-0.05	0.06	-0.91	0.36	
classy	0.49	0.08	5.91	6.82E-09	***
distinguished	0.24	0.04	6.08	2.61E-09	***
BC			<i>Omitted</i>		
DE	-0.06	0.03	-1.77	0.08	.
FG	-0.09	0.03	-2.65	0.01	**

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.21 on 429 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.78, **Adjusted R-squared: 0.76**  
F-statistic: 33.16 on 47 and 429 DF, p-value: < 2.2e-16

Tabella 11. Modello di regressione su "database C", classi raggruppate

Modello 1: OLS, databse C, classi raggruppate  
 Variabile dipendente: L\_Prezzo\_richiesto

	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>rapporto t</i>	<i>p-value</i>	
const	11,8776	0,183729	64,65	<0,0001	***
Microzona_1	0,525018	0,246748	2,128	0,0339	**
Microzona_2			Omitted		
Microzona_3	0,172949	0,19388	0,892	0,3728	
Microzona_4	0,250612	0,189718	1,321	0,1872	
Microzona_5	-0,110403	0,182723	-0,6042	0,546	
Microzona_6	0,162002	0,210138	0,7709	0,4411	
Microzona_7	-0,295568	0,167987	-1,759	0,0792	*
Microzona_8	0,0131495	0,189363	0,06944	0,9447	
Microzona_9	0,133884	0,197836	0,6767	0,4989	
Microzona_10	-0,200109	0,193709	-1,033	0,3021	
Microzona_11	-0,265556	0,176412	-1,505	0,1329	
Microzona_12	-0,0791186	0,192315	-0,4114	0,681	
Microzona_13	0,765107	0,490654	1,559	0,1196	
Microzona_14	0,336535	0,1934	1,74	0,0825	*
Microzona_15	0,0105321	0,17884	0,05889	0,9531	
Microzona_16	1,14035	0,302906	3,765	0,0002	***
Microzona_17	0,283936	0,359427	0,79	0,4299	
Microzona_18	-0,209133	0,193862	-1,079	0,2812	
Microzona_19	-0,742676	0,184368	-4,028	<0,0001	***
Microzona_20	-0,238486	0,198526	-1,201	0,2303	
Microzona_21	-0,635058	0,184166	-3,448	0,0006	***
Microzona_22	-0,203561	0,188535	-1,080	0,2808	
Microzona_23	0,312319	0,168384	1,855	0,0643	*
Microzona_24	0,312857	0,152756	2,048	0,0411	**
Microzona_25	-0,248015	0,198187	-1,251	0,2114	
Microzona_26	-0,769138	0,189529	-4,058	<0,0001	***
Microzona_27	-0,239603	0,20368	-1,176	0,2401	
Microzona_28	-0,629104	0,195786	-3,213	0,0014	***
Microzona_29	-0,274214	0,171085	-1,603	0,1097	
Microzona_30	-0,323200	0,22252	-1,452	0,1471	
Microzona_31	-0,293851	0,196856	-1,493	0,1362	
Microzona_32	-0,191163	0,183368	-1,043	0,2977	
Microzona_33	-0,549454	0,19877	-2,764	0,0059	***
Microzona_34	-0,644709	0,206761	-3,118	0,0019	***
Microzona_35	-0,622293	0,17101	-3,639	0,0003	***
Microzona_36	-0,671277	0,208589	-3,218	0,0014	***
Microzona_37	-0,808443	0,201283	-4,016	<0,0001	***
Microzona_38	-0,692764	0,187232	-3,700	0,0002	***
Microzona_39	0,115003	0,231144	0,4975	0,619	
Microzona_40	-0,647446	0,198307	-3,265	0,0012	***
Grado di cons. da Ristrutturare			Omitted		
Grado di cons. Parz da ristrutturare	0,183876	0,0884397	2,079	0,0382	**
Grado di cons. Medio	0,3586	0,0773541	4,636	<0,0001	***
Grado di cons. Ristrutturato	0,350625	0,0776123	4,518	<0,0001	***
Cat Ed. Popolare	0,0750515	0,171254	0,4382	0,6614	
Cat Ed. Economico			Omitted		
Cat Ed. Medio	0,21194	0,0653833	3,241	0,0013	***
Cat Ed. Signorile	0,637817	0,0840228	7,591	<0,0001	***
Cat Ed. Pregio	0,802429	0,136023	5,899	<0,0001	***
Classe En. BC			Omitted		
Classe En. FG	-0,198940	0,0904366	-2,200	0,0283	**
Classe En. DE	-0,146893	0,0896793	-1,638	0,1021	
Media var. dipendente	12,12581		SQM var. dipendente	0,757931	
Somma quadr. residui	101,3389		E.S. della regressione	0,467336	
R-quadro	0,656126		R-quadro corretto	0,619812	
F(49, 464)	18,06797		P-value(F)	1,50e-79	
Log-verosimiglianza	-312,0299		Criterio di Akaike	724,0599	
Criterio di Schwarz	936,1710		Hannan-Quinn	807,1935	

---

Dal confronto tra i due modelli di OLS si possono effettuare diverse considerazioni. Innanzitutto entrambi i modelli presentano un indice di affidabilità  $R^2$  differenti.

Il modello di Fregonara et al. presenta un  $R^2_{adj}=0,76$  mentre il modello database C possiede un  $R^2_{adj}=0,62$ , probabilmente dovuto ad un campione più completo di osservazioni nel primo dei due casi.

Se si osservano i coefficienti cui rispettivi studi si può notare come nel caso delle classi energetiche i coefficienti siano rispettivamente uguali a:

*Database 2012*

- BC = *omitted*
- DE = -0.06
- FG = -0.09 \*\*

*Database C*

- BC = *omitted*
- DE = -0,15
- FG = -0,20\*\*

In termini di significatività statistica i valori non sono soddisfacenti, ma osservando i coefficienti si può notare come rispetto alla caratteristica BC (*omitted*) in entrambi gli studi, il coefficiente della variabile FG sia più che raddoppiato, indicando una maggiore penalizzazione per gli immobili che presentano una delle due classi energetiche. Si può notare come anche nel caso di DE (che presenta un *p-value* molto simile per entrambi i casi), il valore sia raddoppiato, indicando una maggiore influenza nel prezzo.

# CONCLUSIONI

---

## CONCLUSIONI

Le Direttive Europee 2002/91/CE pose le basi per lo sviluppo dell'efficienza energetica, iniziando a diffondere il concetto di risparmio energetico nell'edilizia, ma i primi effetti concreti si videro soltanto a seguito della pubblicazione della EPBD 2010/31/UE.

Questa, contribuì alla nascita del settore dell'efficienza energetica negli edifici, obbligando, per la prima volta, i cittadini a riflettere sulla convenienza di spostare la spesa per l'energia verso la spesa per il risparmio energetico.

Dal 2012, anno in cui fu introdotto l'*Attestato di Prestazione Energetica*, la classe energetica divenne oltre che una caratteristica propria dell'immobile, un vero e proprio parametro oggettivo di confronto. Studi pregressi hanno evidenziato come inizialmente la classe energetica fosse considerata un aspetto secondario, che potesse costituire al più un valore aggiunto nelle scelte dei consumatori, ma che non fosse un aspetto centrale nella scelta di una casa.

La EPBD 2010/31/UE si è rivelata molto utile per sviluppare edifici di nuova costruzione ad alto livello di performance e a consumi ridotti, ma non si è dimostrata del tutto efficace nella riqualificazione del patrimonio esistente.

Nel luglio 2018 è stata pubblicata l'EPBD 2018/844/UE; essa riconosce i limiti della passata normativa, introducendo nuovi aspetti come sistemi di gestione intelligente dell'energia e passaporto energetico dell'immobile, con l'intento specifico di impartire un'accelerazione alla riqualificazione del patrimonio nei prossimi anni.

Proprio dalla necessità di comprendere e interpretare il livello di sviluppo dell'efficienza energetica e individuare eventuali possibilità del settore, è stato condotto questo lavoro di tesi.

Dalla letteratura recente emerge che, dopo una fase di assestamento iniziale, in cui l'APE costituiva solo ed esclusivamente un documento, nel mercato di oggi è in crescita l'interesse per l'efficienza.

---

Attraverso il modello di *regressione multipla*, impiegato su di un database di dati fornito dall'OICT, è stato possibile analizzare in modo sperimentale l'aumento dei prezzi di offerta degli alloggi residenziali in Torino, identificando le componenti più rilevanti nella formazione del prezzo attraverso la definizione dei *prezzi marginali* propri di ogni caratteristica.

Dall'analisi OLS emerge che la classe energetica sta assumendo sempre più un ruolo importante nella formazione del prezzo.

In seguito al confronto con lo studio pregresso del 2012 di "*Fregonara et al.*" è stato possibile definire che la classe energetica, oggi, influisce più del doppio sulla formazione del prezzo rispetto al 2012.

Si può dunque affermare che la sostenibilità degli edifici, a Torino, sia divenuta un parametro che influenza le scelte dei consumatori. I risultati fanno sperare di essere sulla giusta via per raggiungere alla completa de-carbonizzazione del patrimonio entro il 2050, come auspicato dall'Unione Europea.

Gli operatori del settore dovranno pertanto essere capaci a cogliere le proposte derivanti dalle nuove normative e investire sempre più nella riqualificazione del patrimonio, consci del fatto che la sostenibilità sarà sempre più il centro progetto.

---

## BIBLIOGRAFIA

AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE, (2018), *Rapporto annuale efficienza energetica 2018*.

AMECKE H., (2012), The impact of energy performance certificates: A survey of German home owners, *Energy Policy*, vol. 46, issue C, p.4-14

BOURASSA S.C., CANTONI E., HOESLI, (2007), *Spazial dependence, housing submarkets, and house price prediction*. *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 35(2), p. 143-160

BOURASSA S.C., CANTONI E., HOESLI M., (2008), *Predicting house prices with spatial dependence: Impact of alternative submarket definitions*. *Swiss Finance Institute* 1.

CHARALAMBIDES A.G. et al., (2018), The impact of Energy Performance Certificates on building deep energy renovation targets, *International Journal of Sustainable Energy*.

DURATE M. RAMIRO C., (2019), *The evolution of energy efficiency impact on housing prices: an analysis for Metropolitan Barcelona*, Universidad Católica de Chile (UC)

FRANKE M. e NADLER C., (2010), *Energy efficiency in the German residential housing market: Its influence on tenants and owners*, *Energy Policy* 128

FABBRI K., TRONCHIN L., TARABUSI V., (2011), *Real Estate market, energy rating and cost. Reflections about an Italian case study*, *Procedia Engineering* 21 p.303-310

FREGONARA E. ROLANDO D. SEMERARO P. VELLA M., The impact of Energy Performance Certificate level on house listing prices. First evidence from Italian real estate, *Aestimium* 65.

FREGONARA E., ROLANDO D., SEMERARO P., (2017), *Energy performance certificates in the Turin real estate market*, *Journal of European Real Estate Research* Vol. 10 No.2 2017, pp. 149-169

---

FREGONARA E., (2015), *Valutazione sostenibilità progetto Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali*, Francoangeli, Milano

FUERST F., Mc ALLISTER P., (2011), The impact of Energy Performance Certificates on the rental and capital values of commercial property assets, *Energy Policy*, 2011, vol. 39, issue 10, 6608-6614

Direttiva Europea 2002/91/CE (*Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, Official Journal of the Communities*) nota come *Energy Performance of Buildings Directive*.

Direttiva del Parlamento Europeo e del consiglio, *che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia, del 31.11.2016*, (COD) 2016

Direttiva Europea 2010/31/UE, nota come *EPBD recast*, aggiornamento della precedente (*Directive 2010/31/EU of the European Parliament and Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) Official Journal of the European Union*)

Direttiva Europea 2018/844/UE, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (*Directive 2018/844/EU of the European Parliament and Council of 30 May 2018 on the energy performance of buildings (recast) Official Journal of the European Union*)

Decreto legge 4 giugno 2013, n. 6, *Disposizioni urgenti per il recepimento della direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure in infrazione avviare dalla Commissione Europea, nonché alle disposizioni in materia di coesione sociale*.

LEGGE DI BILANCIO, del 30 dicembre 2018, N. 145, *Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2019 e bilancio pluriennale per il triennio 2019-2021*.

HOROWITZ J. L., (1992), *The role of the list price in housing markets: theory and economic model*,

*Journal of Applied Econometrics* 7(2), 115-129

---

LO VERSO V.R.M. et al., (2014), *Daylighting as the Driving Force of the Design Process: from the Result of a Survey to the implementation into an Advanced Daylighting Project*, Journal of Daylighting 1 (2014) p.36-55

MORANO P. (2002) *L'analisi di regressione per le valutazioni di ordine estimativo*, Torino Celid.

SHAEB Y., (2016), *Energy Transition of the EU Building Stock. Unleashing the 4th industrial Revolution in Europe*, Report Openexp.