

*“Green Buildings” and Real Estate Market
Premium in the City of Reggio Calabria (Italy)*

“GREEN BUILDINGS” E PREMIO DI MERCATO IMMOBILIARE NELLA CITTÀ DI REGGIO CALABRIA (ITALIA)

*Vincenzo Del Giudice^a, Domenico Enrico Massimo^b, Pierfrancesco De Paola^a,
Francesco Paolo Del Giudice^a, Mariangela Musolino^b*

*^aDII - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Napoli “Federico II”,
Piazzale Vincenzo Tecchio, 80 - 80125 Napoli, Italia*

*^bPAU - Dipartimento Patrimonio Architettura ed Urbanistica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria,
Viale dell'Università, 25 - 89124 Reggio Calabria, Italia*

*vincenzo.delgiudice@unina.it; pierfrancesco.depaola@unina.it; francescodegiudice@libero.it;
demassimo@gmail.com; mariangela.musolino@unirc.it*

Abstract

The construction of new buildings or interventions to improve energy performance can be considered “sustainable” if they meet the requirements which intersect with each other in the economic, social and environmental spheres. The paper has as its main topic detecting and quantifying the market premium attributable to housing properties with high energy performance characteristics. Through a semi-parametric additive model, extended to a wide real estate sample relating to the city of Reggio Calabria, it is demonstrated how the choice of sustainable interventions, oriented to “Green Building” practices, produce significant economic impacts in terms of increased market value of buildings as well as mitigating energy consumption while respecting the historical-architectural peculiarities of urban buildings.

KEY WORDS: *Appraisal, Valuation, Sustainability, Green Buildings, Real Estate Market, Generalized Additive Models, Green Premium.*

1. Introduzione

L'evoluzione dei mercati immobiliari è influenzata da caratteristiche quantitative e qualitative, nonché dalla differenziazione e dal cambiamento delle modalità di apprezzamento dei beni immobiliari. Questi aspetti suggeriscono lo sviluppo di nuovi e avanzati modelli di analisi edonica dei prezzi degli immobili, in grado di riconoscere le diverse forme di apprezzamento, basati sull'indagine e l'analisi statistica dei dati di mercato [1 - 45].

L'obiettivo principale del presente contributo è dimo-

strare come le scelte di sostenibilità, ovvero politiche orientate alle pratiche di “Green Building”, oltre a mitigare i consumi energetici nel rispetto dell'istanza storica degli edifici, siano anche in grado di generare impatti economici in termini di aumento del valore di mercato delle proprietà.

In particolare, la ricerca ha verificato l'esistenza di un premio di mercato derivante dalla scelta di interventi sostenibili, in termini di valori immobiliari più elevati. Quest'ultimo effetto va ad aggiungersi al premio tecnico-termico in termini di minori costi di gestione energetica

e migliore qualità della vita indoor degli edifici.

Nella letteratura internazionale molti studi hanno applicato alcune speciali regressioni additive non parametriche o semiparametriche per la formulazione di modelli di prezzo edonico per l'analisi del mercato immobiliare. Principalmente, questi studi si avvalgono dei Modelli Additivi Generalizzati, tra le più comuni tecniche di regressione multivariata non parametrica, e del "algoritmo di backfitting" [3] che rappresenta il metodo principale per la risoluzione di modelli additivi in base ai dati statistici disponibili [4, 5]. Un approccio alternativo, con limitate difficoltà computazionali nella stima delle singole funzioni che definiscono un modello additivo, consiste nel posizionare e abbinare a ciascuna di queste funzioni una specifica funzione smoothing spline.

I modelli semiparametrici applicati alle valutazioni immobiliari sono attualmente oggetto di letteratura specialistica e, in particolare, riguardano la scelta e l'elaborazione dei prezzi degli immobili e delle caratteristiche degli immobili [13, 14, 16 - 24].

2. Specificazione del modello

La relazione tra prezzo di vendita e variabili esplicative viene esaminata con un modello additivo semiparametrico, caratterizzato dalla combinazione di un modello additivo generalizzato, che esprime la relazione tra la risposta non lineare e le variabili esplicative, e un modello lineare a effetti misti, che esprime la correlazione spaziale dei valori osservati:

$$\begin{aligned} \text{PRICE} = & \beta_0 + \beta_1 \text{FLOOR} + \beta_2 \text{MAIN} + \beta_3 \text{BATH} + \\ & \beta_4 \text{ZONE} + \beta_5 \text{EN} + \\ & + f_1(\text{AREA}) + f_2(\text{AGE}) + f_3(\text{DAT}) \end{aligned}$$

Più precisamente, nella suddetta espressione, la componente additiva, gli effetti misti e la componente erratica $\{\epsilon\}$, sono indipendenti. Inoltre, al fine di ottenere una funzione stimata utilizzando le procedure relative ai modelli ad effetti misti, si considera una versione di basso rango sia per la componente additiva, sia per gli effetti misti [1]. Il modello semiparametrico proposto può quindi essere brevemente definito dalla seguente formula generale:

$$y = X\beta + Zu + \epsilon \quad (1)$$

dove:

$$y = \{y_1, \dots, y_N\}^T$$

$$X = [1 \ x_i] \ 1 \leq i \leq N$$

Z contiene $T \leq N$ funzioni base di potenza troncata di p-grado per l'approssimazione della struttura non lineare nelle funzioni f:

$$Z = \begin{bmatrix} (x_1 - \kappa_1)^p_+ & \dots & (x_1 - \kappa_k)^p_+ \\ \dots & \dots & \dots \\ (x_n - \kappa_1)^p_+ & \dots & (x_n - \kappa_k)^p_+ \end{bmatrix}$$

Ovvero, alternativamente, in forma ridotta:

$$Z = \left[(x_i - \kappa_k)^p_+ \right]_{\substack{1 \leq k \leq K \\ 1 \leq i \leq n}} \quad (2)$$

dove $u = \{u_1, \dots, u_k\}^T$ è il vettore degli effetti casuali con: $E\{u\} = 0$, $\text{Cov}\{u\} = \sigma^2 u I$, $\text{Cov}\{\epsilon\} = \sigma^2 \epsilon I$, considerando i coefficienti $\{u_k\}$ dei nodi $\{\kappa_k\}$ come effetti casuali indipendenti dal termine ϵ [1].

Si noti che la formulazione (2) è un caso particolare di modello lineare a effetti misti di tipo gaussiano. Per le componenti non lineari del modello si utilizzano funzioni spline penalizzate, qualificate dalla seguente espressione generale:

$$f(x) = \alpha_0 + \alpha_1 x + \dots + \alpha_p x^p + \sum_{k=1}^K \alpha_{pk} (x - \kappa_k)^p_+ \quad (3)$$

in cui la base della generica funzione (3) è rappresentata dai seguenti termini:

$$1, x, \dots, x^p, (x - \kappa_1)^p_+, \dots, (x - \kappa_k)^p_+$$

dove la generica funzione $(x - \kappa_k)^p_+$ ha $[p-1]$ derivate continue.

Per $p > 0$, l'espressione per determinare i valori fittati è la seguente:

$$\hat{y} = X(X^T X + \lambda^{2p} D)^{-1} X^T y \quad (4)$$

Dove:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & \dots & x_1^p & (x_1 - \kappa_1)^p_+ & \dots & (x_1 - \kappa_k)^p_+ \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_p & \dots & x_p^p & (x_p - \kappa_1)^p_+ & \dots & (x_p - \kappa_k)^p_+ \end{bmatrix}$$

$$D = \text{diag}(0_{p+1}, 1_K) \quad (5)$$

Semplificando, la relazione (4) diviene:

$$\hat{y} = S_\lambda \cdot y \quad (6)$$

La matrice smoother matrix è invece definita come segue:

$$S_\lambda = X(X^T X + \lambda^{2p} D)^{-1} X^T \quad (7)$$

Il termine λ viene solitamente indicato come parametro di smoothing.

Il parametro di smoothing interviene nella determinazione dei gradi di libertà per la componente non lineare del modello e permette anche di controllare il trade-off tra il fitting del modello ai valori osservati (parametro di smoothing prossimo allo zero) e l'uniformità dello stesso (alti valori dei parametri di smoothing).

La selezione del parametro di smoothing, per una funzione spline di grado p, avviene mediante la condizione Restricted Maximum Likelihood.

3. L'analisi del mercato immobiliare della zona centrale di Reggio Calabria

L'analisi del prezzo di mercato dell'immobile, effettuata con l'utilizzo di un modello semiparametrico additivo, prevede l'adozione di strumenti statistici (test di significatività, misure dei residui, ecc.), in grado di selezionare sia i dati campionari, che le variabili endogene [9 - 28]; questi strumenti consentono anche di verificare l'attendibilità e la qualità dei risultati.

La struttura algebrica del modello proposto è stata specificata sulla base dei dati immobiliari del campione, nonché con l'ausilio di test statistici ed empirico-argomentativi, implementando il seguente modello additivo semiparametrico:

$$\text{PRICE} = \beta_0 + \beta_1 \text{FLOOR} + \beta_2 \text{MAIN} + \beta_3 \text{BATH} + \beta_4 \text{ZONE} + \beta_5 \text{ENERGY} + f_1(\text{AREA}) + f_2(\text{AGE}) + f_3(\text{DAT})$$

Il campione di dati si riferisce ad un definito segmento di mercato immobiliare di Reggio Calabria (Italia) e, nello specifico, n. 490 compravendite di unità immobiliari residenziali ubicate in zona urbana nell'arco di venticinque anni (vedi Tab. 1 e 2). Gli immobili campionati hanno la stessa tipologia e qualità costruttiva (unità abitative ubicate in edifici multipiano usati e in alcuni casi nuovi, con anni retrospettivi dalla loro costruzione da 0 a n), e sono inseriti in un'area urbana omogenea in termini di qualificazione e distribuzione dei principali servizi. In assenza di fenomeni di multicollinearità, data la bassa correlazione tra le variabili esplicative, i principali indici di verifica del modello sono riportati per completezza in tabelle e grafici che seguono.

Gli ammontari relativi all'errore standard (€ 19.817,75) e all'errore percentuale assoluto (12,78%) appaiono congruenti, poiché i valori di previsione ottenuti utilizzando il modello proposto mostrano un andamento conforme ai dati osservati, inoltre anche l'analisi dei residui non mostra anomalie (vedi Fig. 1).

Dal punto di vista statistico l'indice di determinazione è pari a 0,8794 (indice corretto pari a 0,8774), il test F è significativo per un livello di confidenza del 95%.

Gli effetti fissi della componente lineare del modello che risultano statisticamente significativi coincidono con tutte le variabili. Per quanto riguarda la parte non lineare del modello, non si riscontrano anomalie significative nei valori assunti dai parametri di smoothing (spar) o dai gradi di libertà (df), (vedi Tab. 3). Nella componente lineare del modello, i coefficienti delle variabili esprimono direttamente i prezzi marginali impliciti; per la componente non lineare, i prezzi marginali per ciascuna variabile sono ottenuti elaborando ed esaminando funzioni stimate, per brevità di trattazione, per ciascuna variabile non lineare del modello non sono riportati i prezzi marginali, essendo l'obiettivo principale del lavoro evidenziare l'importo

(61.100 €) e il "peso" del prezzo marginale della classe di efficienza energetica (green premium) per gli immobili ubicati nella zona urbana di Reggio Calabria (32,41% circa sul prezzo medio dei soli edifici "verdi").

Lo strumento utilizzato per analizzare i dati immobiliari è il software R-project.

Variabile	Descrizione
Prezzo Immobiliare (PRICE)	Espresso in migliaia di Euro
Età Edificio (AGE)	Espressa in numero di anni retrospettivi
Data di Compravendita (DAT)	Espressa in numero di mesi retrospettivi
Superficie Interna (AREA)	Espressa in metri quadri
Posizione (ZONE)	Espressa con scala di punteggi (da 1 a 6, passando da aree centrali a periferiche)
Numero di Servizi (BATH)	Numero di servizi igienici
Manutenzione (MAIN)	Espressa con scala di punteggi (1 per pessimo stato, 2 per mediocri condizioni, 3 per buone condizioni, 4 per ottime condizioni)
Livello di Piano (FLOOR)	Numero di livello di piano
Classe Efficienza Energetica (EN)	Espressa con scala di punteggi (1 per classe "A" or "B", 0 per classe "G")

Tab. 1 - Caratteristiche immobiliari e loro descrizione.
(fonte: nostra elaborazione)

	PRC	AREA	FLOOR	MAIN	AGE	BATH	DAT	ZONE	EN
Media	124.360	106,51	3,13	3	27,33	1,62	10,43	4,1	0,05
Err. Std.	2.681	1,32	0,06	0,04	0,84	0,02	0,3	0,07	0,01
Mediana	115.000	105	3	3	24	2	10	5	0
Dev. Std.	60.844	29,87	1,47	0,89	19,01	0,54	6,92	1,56	0,22
Curtosi	4,71	5,16	-0,92	-0,66	1,07	2,04	-0,2	-1,23	15,82
Asimm.	1,62	1,26	0,21	-0,47	1,04	0,42	0,45	-0,35	4,21
Range	444.600	248	6	3	102	4	35	5	1
Min	13.000	39	1	1	0	1	0	1	0
Max	457.600	287	7,00	4,00	102,00	5,00	35	6,00	1,00

Tab. 2 - Descrizione statistica del campione estimativo.
(fonte: nostra elaborazione)

Numero di Variabili				8
Media per la variabile Prezzo (€)				124360.35
Errore Std. (€)				19817.75
Errore % (SE/Media per variabile PRICE) (%)				15.93
Indice di Determinazione (R ²)				0.8794
Indice di Determinazione Corretto (R ²)				0.8774
Errore Percentuale Assoluto (%)				12.78
Variabile	coef	SE	Ratio	P-value
intercetta	3,958	13020,000	0,3039	0,7613
FLOOR	1,724	681,800	3	0,0115
MAIN	12,320	1298,000	9	0,0000
BATH	21,780	2224,000	10	0,0000
ZONE	-17,020	670,600	-25,39	0,0000
EN	61,100	5390,000	07.55	0,0000
Variabile	df	spar	knots	
f (AREA)	1.958	424.30	28	
f (AGE)	1.000	16,380	19	
f (DAT)	3.029	37.24	7	

Tab. 3 - Principali risultati del modello semiparametrico e stima degli effetti fissi per le componenti lineare e non-lineare del modello.
(fonte: nostra elaborazione)

4. Conclusioni

In primo luogo, i risultati ottenuti con l'applicazione del modello proposto sono ottimi e suggeriscono che i modelli semiparametrici possono essere utilizzati con successo per la previsione dei prezzi di vendita degli immobili residenziali. Infatti, nel caso di studio proposto l'errore commesso nella previsione dei prezzi di vendita è inferiore di circa il 3,90% rispetto ai modelli di regressione multipla convenzionali, mostrando un potenziale di utilizzo molto elevato. In secondo luogo, questo risultato ha rilevato e identificato il premio del mercato immobiliare per gli edifici verdi nell'area urbana selezionata di Reggio Calabria. Infatti, la ricerca ha sviluppato un primo tentativo, o caso di studio, sul tema inedito di intercettare i fenomeni di "Green Building" in aree geografiche inesplorate, quali: regioni economiche mediterranee molto marginali come la Calabria; una città medio-piccola, come Reggio Calabria con circa 180.000 abitanti; un mercato immobiliare di piccole e medie dimensioni; un sottosegmento di edifici residenziali di recente o nuova costruzione (con numerazione degli anni retrospettivi dalla loro co-struzione da 0 a n); in zone para centrali e semiperiferiche, onde prevenire sovrapposizione di effetti con la variabile "zona 1" location nel *business central district*.

Gli obiettivi generali raggiungibili con il modello teorico proposto possono essere molteplici e vari, come: lo studio dei vari segmenti dei sottomercati immobiliari locali; o ancora la previsione e l'interpretazione di fenomeni legati alla genesi della rendita edilizia, con particolare riferimento ai problemi di trasformazione delle aree urbane interessate da progetti o piani di azione; infine per valutare e ottimizzare le scelte dell'utenza di beni e risorse in termini di risparmio energetico (edifici verdi) e di tutte le caratteristiche finora inesplorate nel mercato immobiliare degli edifici verdi.

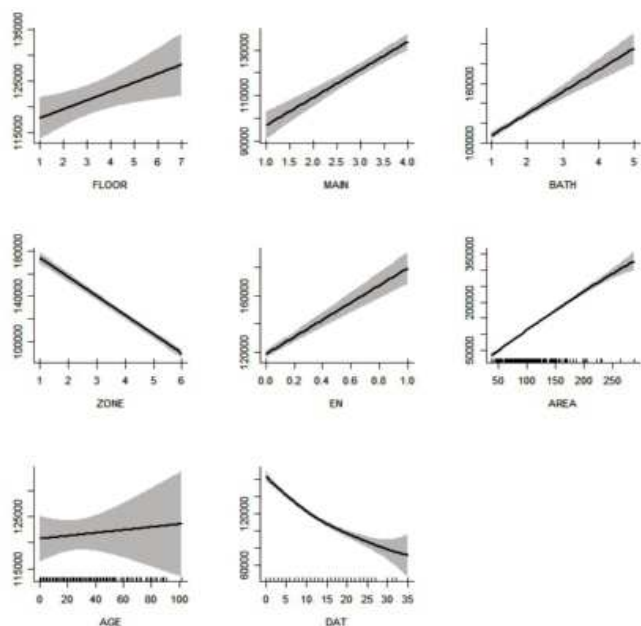


Fig. 1 - Effetti delle componenti non lineari sui prezzi di vendita con rappresentazione dell'intervallo di confidenza (95%).
(fonte: nostra elaborazione)

Bibliografia

- [1] Ruppert D., Wand M.P., Carroll R.J.: *Semiparametric regressions*. Cambridge University Press, 2003
- [2] Hastie T., Tibshirani R.: *Generalized Additive Models*. Chapman & Hall, New York, 1990
- [3] Bao H., Wan A.: *On the use of spline smoothing in estimating hedonic housing price models: empirical evidence using Hong Kong data*. In: Real Estate Economics vol. 32(3), pp. 487 - 507, 2004
- [4] Opsomer J.D., Claeskens G., Ranalli M.G., Kauermann G., Breidt F.J.: *Nonparametric small area estimation using penalized spline regression*. In: Journal of the Royal Statistical Society, Series B, vol. 70(1), pp. 265 - 286, 2008
- [5] Montanari G.E., Ranalli M.G.: *A mixed model-assisted regression estimator that uses variables employed at the design stage*. In: Statistical methods and applications, vol. 15(2), pp. 139 - 149, 2006
- [6] Bin O.: *A prediction comparison of housing sales prices by parametric versus semiparametric regressions*. In: Journal of Housing Economics, vol. 13(1), pp. 68 - 84, 2004
- [7] Clapp J.: *A semiparametric method for estimating local house price indices*. In: Real Estate Economics, vol. 32(1), pp. 127 - 160, 2004
- [8] Wand M.P.: *Smoothing and mixed models*. In: Computational Statistics, n. 18, pp. 223 - 249, 2003
- [9] Morano P., Tajani F.: *Estimative analysis of a segment of the bare ownership market of residential property*. In Murgante B., et al.: Computational Science and its Applications, LNCS 7974, part IV, pp. 433 - 443, Springer Verlag, 2013
- [10] Morano P., Locurcio M., Tajani F., Guarini M.R.: *Fuzzy logic and coherence control in multi-criteria evaluation of urban redevelopment projects*. In: International Journal of Business Intelligence and Data Mining, vol. 10, n. 1, pp. 73 - 93, 2015
- [11] Antoniucci V., Marella G.: *Immigrants and the City: The Relevance of Immigration on Housing Price Gradient*. In: Buildings, vol. 7(4), p. 91, 2017
- [12] Antoniucci V., Marella G.: *Small town resilience: Housing market crisis and urban density in Italy*. In: Land Use Policy, vol. 59, 31 December 2016, pp. 580 - 588, 2016
- [13] Del Giudice V., De Paola P.: *Spatial analysis of residential real estate rental market*. In: d'Amato M., Kauko T.: Advances in Automated Valuation Modeling, Series Title: Studies in System, Decision and Control, Series vol. 86, pp. 9455 - 9459. Springer, 2017
- [14] Del Giudice V., De Paola P., Forte F.: *The appraisal of office towers in bilateral monopoly's market: evidence from application of Newton's physical laws to the Directional Centre of Naples*. In: International Journal of Applied Engineering Research, vol. 11(18), R.I.P., pp. 9455 - 9459, 2016
- [15] Saaty T.L., De Paola P.: *Rethinking Design and Urban Planning for the Cities of the Future*. In: Buildings, vol. 7(3), p. 76, 2017
- [16] Del Giudice V., Manganelli B., De Paola P.: *Depreciation methods for firm's assets*. In: ICCSA 2016, Part III, Lecture Notes in Computer Science, pp. 214 - 227. Springer, 2016
- [17] Manganelli B., Del Giudice V., De Paola P.: *Linear programming in a multi-criteria model for real estate appraisal*. In: ICCSA 2016, Part I, Lecture Notes in Computer Science, pp. 182 - 192. Springer, 2016
- [18] Del Giudice V., De Paola P., Manganelli B.: *Spline smoothing for estimating hedonic housing price models*. In: ICCSA 2015, Part III, Lecture Notes in Computer Science, pp. 210 - 219. Springer, 2015
- [19] Ciuna M., Milazzo L., Salvo F.: *A Mass Appraisal Model Based on Market Segment Parameters*. In: Buildings, vol. 7(2), p. 34, 2017
- [20] Del Giudice V., De Paola P., Manganelli B., Forte F.: *The monetary valuation of environmental externalities through the analysis of real estate prices*. In: Sustainability, vol. 9(2), p. 229, MDPI Switzerland, 2017

- [21] Del Giudice V., De Paola P., Cantisani G.B.: *Rough Set Theory for real estate appraisals: an application to Directional District of Naples*. In: Buildings, vol. 7(1), p. 12, MDPI Switzerland, 2017
- [22] Del Giudice V., De Paola P., Cantisani G.B.: *Valuation of real estate investments through Fuzzy Logic*. In: Buildings, vol. 7(1), p. 26, MDPI Switzerland, 2017
- [23] Del Giudice V., De Paola P., Forte F.: *Using Genetic Algorithms for Real Estate Appraisal*. In: Buildings, vol. 7(2), p. 31, MDPI Switzerland, 2017
- [24] Del Giudice V., Manganelli B., De Paola P.: *Hedonic analysis of housing sales prices with semiparametric methods*. In: International Journal of Agricultural and Environmental Information System, vol. 8(2), pp. 65 - 77, IGI Global Publishing, 2017
- [25] Del Giudice V., De Paola P., Forte F., Manganelli B.: *Real Estate Appraisals with Bayesian Approach and Markov Chain Hybrid Monte Carlo Method: An Application to a Central Urban Area of Naples*. In: Sustainability, vol. 9(11), p. 2138, 2017
- [26] Massimo D.E.: *Valuation of urban sustainability and building energy efficiency: A case study*. In: International Journal of Sustainable Development, vol. 12, n. 2 - 4, April 2009, pp. 223 - 247, 2009
- [27] Massimo D.E.: *Stima del green premium per la sostenibilità architettonica mediante Market Comparison Approach*. In: Valori e Valutazioni, 2010
- [28] Massimo D.E.: *Green Building: Characteristics, Energy Implications and Environmental Impacts. Case Study in Reggio Calabria*. In: Coleman-Sanders Mildred (eds.): Green Building and Phase Change Materials: Characteristics, Energy Implications and Environmental Impacts. Series: Energy Science, Engineering and Technology, pp. 71 - 101. Nova Science Publishers, Inc., New York, Usa, 2015
- [29] De Ruggiero M., Forestiero G., Manganelli B., Salvo F.: *Buildings Energy Performance in a Market Comparison Approach*. In: Buildings, vol. 7(1), p. 16, 2017
- [30] Del Giudice V., De Paola P.: *Undivided real estate shares: Appraisal and interactions with capital markets*. In: Applied Mechanics and Materials, vol. 584 - 586, pp. 2522 - 2527. Trans Tech Publications Ltd, 2014
- [31] Del Giudice V., Salvo F., De Paola P.: *Resampling techniques for real estate appraisals: Testing the bootstrap approach*. In: Sustainability, vol. 10(9), p.3085. MDPI AG, 2018
- [32] Del Giudice V., De Paola P., Torrieri F., Nijkamp P.J., Shapira A.: *Real estate investment choices and decision support systems*. In: Sustainability, vol. 11(11), p. 3110. MDPI AG 2019
- [33] Napoli G., Giuffrida S., Trovato M.R., Valenti A.: *Cap Rate as the Interpretative Variable of the Urban Real Estate Capital Asset: A Comparison of Different Sub-Market Definitions in Palermo, Italy*. In: Buildings, vol. 7(3), p. 80, 2017
- [34] Napoli G., Giuffrida S., Trovato M.R.: *Efficiency versus Fairness in the Management of Public Housing Assets in Palermo (Italy)*. In: Sustainability, vol. 11(4), p. 1199, 2019
- [35] Morano P., Tajani F.: *Saving soil and financial feasibility. A model to support the public-private partnerships in the regeneration of abandoned areas*. In: Land Use Policy, n. 73, pp. 40 - 48, 2018
- [36] Manganelli B., Morano P., Tajani F.: *Risk assessment in estimating the capitalization rate*. In: WSEAS Transactions on Business and Economics, vol. 11, art. 17, pp. 199 - 208, 2014
- [37] Malerba A., Massimo D.E., Musolino M., Nicoletti F., De Paola P.: *Post Carbon City: Building Valuation and Energy Performance Simulation Programs*. In: Calabrò F., Della Spina L., Bevilacqua C. (eds.): New Metropolitan Perspectives: Local Knowledge and Innovation. Series: Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 101, pp. 513 - 531. Springer, Berlin, 2019
- [38] Spampinato G., Massimo D.E., Musarella C.M., De Paola P., Malerba A., Musolino M.: *Carbon Sequestration by Cork Oak Forests and Raw Material to Built up Post Carbon City*. In: Calabrò F., Della Spina L., Bevilacqua C. (eds.): New Metropolitan Perspectives: Local Knowledge and Innovation. Series: Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 101, pp. 663 - 671. Springer, Berlin, 2019
- [39] Del Giudice V., Massimo D.E., De Paola P., Forte F., Musolino M., Malerba A.: *Post Carbon City and Real Estate Market: Testing the Dataset of Reggio Calabria Market Using Spline Smoothing Semiparametric Method*. In: Calabrò F., Della Spina L., Bevilacqua C. (eds.): New Metropolitan Perspectives: Local Knowledge and Innovation. Series: Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 100, pp. 206 - 214. Springer, Berlin 2019
- [40] Massimo D.E., Del Giudice V., De Paola P., Forte F., Musolino M., Malerba A.: *Geographically Weighted Regression for the Post Carbon City and Real Estate Market Analysis: A Case Study*. In: Calabrò F., Della Spina L., Bevilacqua C. (eds.): New Metropolitan Perspectives: Local Knowledge and Innovation. Series: Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 100, pp. 142 - 149. Springer, Berlin, 2019
- [41] De Paola P., Del Giudice V., Massimo D.E., Forte F., Musolino M., Malerba A.: *Isovalore Maps for the Spatial Analysis of Real Estate Market: A Case Study for a Central Urban Area of Reggio Calabria, Italy*. In: Calabrò F., Della Spina L., Bevilacqua C. (eds.): New Metropolitan Perspectives: Local Knowledge and Innovation. Series: Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 100, pp. 402 - 410. Springer, Berlin, 2019
- [42] Massimo D.E., Malerba A., Musolino M.: *Green district to save the planet*. In: Mondini G., Fattinanzi E., Oppio A., Bottero M., Stanghellini S. (eds.): Integrated Evaluation for the Management of Contemporary Cities. Series: Green Energy and Technology, pp. 255 - 269. Springer, Berlin, 2018
- [43] Massimo D.E., Malerba A., Musolino M.: *Valuating Historic Centers to Save the Planet Soil*. In: Mondini G., Fattinanzi E., Oppio A., Bottero M., Stanghellini S. (eds.): Integrated Evaluation for the Management of Contemporary Cities. Series: Green Energy and Technology, pp. 297 - 311. Springer, Berlin, 2018
- [44] Musolino M., Malerba A., De Paola P., Musarella C.M.: *Building Efficiency Adopting Ecological Materials and Bio Architecture Techniques*. In: ArchHistO, n. 6 extra, pp. 706 - 717, 2019
- [45] Massimo D.E., Del Giudice V., Malerba A., Bernardo C., Musolino M., De Paola P.: *Valuation of Ecological Retrofitting Technology in Existing Buildings: A Real-World Case Study*. In: Sustainability, vol.13(13), pp. 7001, 2021

