

# A deductive approach method for the determination of the discount rate in the assessment of special properties value

Marco Locurcio<sup>1</sup>, Francesco Tajani<sup>2</sup>, Pierluigi Morano<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Civil, Environmental, Land, Building Engineering and Chemistry, Polytechnic University of Bari, Via Orabona 4, 70125 Bari, Italy; marco.locurcio@poliba.it; pierluigi.morano@poliba.it

<sup>2</sup> Department of Architecture and Design, Sapienza University of Rome, Via Flaminia 359, 00196 Rome, Italy; francesco.tajani@uniroma1.it

\* corresponding author

## Keywords

Discount rate; Discounted Cash Flow Analysis; Special property; Market Value; regression analysis

## Abstract

With the financialization of the real estate market, the application of the income approach through the Discounted Cash Flow Analysis (DCFA) for estimating the market value has significantly increased. In this income approach method, the Discount Rate (DR) is one of the factors that decisively affects the result. Despite the several procedures proposed for the estimation of the DR and the numerous parameters considered, the valuer is generally «forced» to the use of the risk premium as a corrective that takes into account the *communis aestimatio* borrowed for the assessment of the DR. Starting from these premises, the present research attempts to replicate the ordinary behavior that leads the valuer to the determination of DR and to outline a methodology that allows estimating a reliable and objective value of DR on the bases of the factors generally taken into consideration.

## 1. Introduction

If there is a summary term to describe the evolution of the real estate market over the past twenty years, in which macroeconomic (subprime crisis), pandemic (Covid-19) and geopolitical (war in Ukraine) events have occurred, it is undoubtedly “uncertainty”. The sudden changes of scenario, in which valuers have operated, have been topics of debate in the valuers community, finding as a common element the cogency of overcoming (or at least trying) to manage the uncertainty factor in the valuations.

In a recent article, published at the height of the pandemic crisis, Nick French (2020) points out that “Understanding uncertainty has always been an integral part of real estate appraisals. No appraisal is certain, and the appraiser must communicate to the user of the assessment the degree of uncertainty of the market value”. In practice, there are increasing issues about the level of reliability associated with the term “the most likely” (Medici, 1972), which is an explicit basic concept in the classical Italian doctrine - that anticipates all the definitions of the basis of value - and inherently implied in the International Valuation Standards (IVSC, 2022). The current economic-financial framework continues to be characterized by high volatility, which inevitably affects the performance of the real estate market, due to the process of financialization that has widely spread: a recent study (UBS, 2022) reports that several operators recognize the likelihood of a new real estate bubble, due to a high overvaluation of the assets on the balance sheet of several financial centers, especially in relation to possible sudden changes in demand and interest rate hikes by Central Banks.

The need for tools capable of adequately translating «uncertainty» into «risk» (Knight, 1921) has activated the testing and dissemination of innovative appraisal models (genetic algorithms, spatial analysis models, fuzzy logic, artificial neural networks, etc.), characterized by a theoretical and methodological framework capable of capturing the causal relationships between explanatory variables and prices, and estimating property values in the short term (Jasińska & Preweda, 2021; Locurcio *et al.*, 2020).

Such mass appraisal models can be a useful support in the verification of punctual property assessments developed by practitioners and in the quick monitoring of the values evolution, as certain scenario conditions can change.

In the estimation of «special» properties, the frequent absence of comparables, due to the specificities that distinguish this type of assets, has determined that the Discounted cash flow analysis (DCFA) is the method generally applied in the valuations of market values. This method traces the perception of market operators having such properties as their subject matter, according to which the value is linked to the expected future incomes generated by the property. In the DCFA the main steps that require an adequate analysis are related to the definition of the reference time horizon, of the discount rate, growth rates, the going out cap rate, the terminal value, etc.: depending on the experience and sensitivity of the valuer, each of these parameters could contain approximations that can significantly affect the results of the valuation. Although a number of studies have discussed methods for assessing the uncertainty of the DCFA parameters (French & Gabrielli, 2005), the widespread practice of implementing the DCFA frequently relies on predefined formats, in which the choice of parameters is deferred to the valuer's empirical knowledge of the market phenomena that characterize the context being analyzed.

With reference to the most uncertain parameter, i.e. the discount rate (DR), the present research attempts to objectify its estimation by replicating the assumptions of the valuer in its definition process. Thus, the aim of the paper is to analyze whether there are any «ordinary» reasonings and behaviors that lead the valuer to the determination of DR and, if so, which aspects are taken into consideration. To answer this question, in the present research a regression analysis is performed, in which the DR assessed by valuers operating for an Italian appraisal company represents the dependent variable, whereas the independent variables are constituted by the aspects (intended use, rental status, relationship with the context, passing rent, financial characteristics and area) that the valuer considers in estimating the DR. A database consisting of approximately 9,000 valuations (period 2019-2021) of properties located in Italy with a total market value of around 52.7 billion Euros has been used for pursuing the aim of the research.

The paper is organized as follows. In Section 1 the background is analyzed; Section 2 describes the proposed methodology; Section 3 illustrates the case study; Section 4 outlines the conclusions and possible future developments are drawn.

## 2. Background

In the relevant scientific literature there are numerous studies that deal with the subject of assessing the DR for Cost-Benefit analysis (Torrieri *et al.*, 2021) (i.e. the *social* DR (Tajani *et al.* 2023), that is the rate at which individuals are willing to trade current for future consumption), declining to consider the need to appropriately assess the variations that this rate may undergo due to the risk associated with certain contextual conditions (Anderson *et al.*, 2004; Cropper *et al.*, 2014; Howarth & Norgaard, 1993; Gollier *et al.*, 2008; Gollier & Weitzman, 2010; Newell & Pizer, 2003), and the financial DR for verifying the investment convenience, generally through the Capital Asset Pricing Model (Sharpe, 1964; Blume & Friend, 1993; Fama & French, 2004; Elbannan, 2015; Galagedera, 2007; Perold, 2004) or the Weighted Average Cost of Capital (Arditti, 1973; Reilly & Wecker, 1973; Miles & Ezzell, 1980; Brusov *et al.*, 2011; Frank & Shen, 2016). However, there is a lack of studies that attempt to promptly rationalize the risk evaluation - thereby precluding the inevitable uncertainty in the determination of the parameters that form the DR - expressed by an appropriate DR in the DCFA employed for the assessment of the market value of special properties.

The various techniques found in the literature for estimating the DR in the valuation of mar-

ket value - build-up approach (Guatri, 1998), band of investment technique (Fisher & Martin, 1994), Ellwood method (Ellwood, 1959), Akerson method (Akerson, 1984), etc. -, suffer from the limitation of the difficulty of empirically justifying the hypotheses underlying their applications, which instead can be adequately motivated in the case of financial investment valuation (Morri & Benedetto, 2017).

In fact, while in the financial market it is possible to extract a DR from the time series of returns on listed securities using risk pricing models - e.g. Capital Asset Pricing Model and Arbitrage Pricing Theory (Roll & Ross, 1980) -, this approach is not simple to borrow in the real estate market, due to the difficulty of verifying the assumptions of the models mentioned above and of finding time series of the overall return on the real estate investment (Breidenbach *et al.*, 2006).

Moreover, it should be pointed out that the difference between the application of the DCFA to assess the feasibility of an investment (Di Liddo *et al.*, 2023) and to estimate the market value of a property is relevant: in the latter case, in fact, although the same operational logic of the DCFA is borrowed, the valuation process leads to an ordinary value judgement (i.e. the market value), whereas in the former case the valuer performs an assessment for a specific client; furthermore, in the case of the search for the market value, the DCFA cash flows are gross of taxes and financial charges, as the tax situation and financing strategy of the most probable purchaser of the property under valuation is not known.

In the case of the application of the DCFA for the assessment of the market value of buildings, that is the topic of the present research, there is a close connection between the DR and the capitalisation rate, as the *going in cap rate* (also named *initial cap rate*) to be used in the application of a Direct Capitalisation method (McDonald, 2015).

Both rates (discount and capitalisation ones) express a measure of expected return, as a function of the risk implicit in the property to be valued or, more correctly, of the risk factors associated with the expected income/cash flows (Accetta, 1998). In particular, the capitalisation rate corresponds to the *current* return expected from the property investment, whereas the DR reflects the *total* expected return (i.e. the Internal Rate of Return expected by the investor): the relationship between the two parameters is linked to the expected change in the value of the property asset which, given the same current return, exclusively depends on the change in future incomes (i.e. future cash flows). Consequently, the correlation between the capitalisation rate and the DR is closely linked to the expected growth in future cash flows. This linkage therefore makes it possible to apply the most commonly used method for estimating the DR, i.e. by means of the inverse formula of the Gordon model (Gordon & Shapiro, 1956), in order to assess the DR by adding to the capitalisation rate the expected rate of future growth of cash flows.

In decision-making processes, referring to analyses able to quantify investment risk, the DR is ordinarily considered the most influential variable, as even modest fluctuations are able of changing the final outcome of the valuation process. In order to choose an appropriate DR, a consolidated and shared approach has not yet been reached, both in the scientific literature and in professional practice (Ling & Naranjo, 1997).

The conventional process of determining the rate involves an analysis of a sample of  $n$  rentals' properties with a known unit income, and a sample of  $m$  sales' properties with a known unit price. It follows that the rate determined in this way is able to incorporate all risk dimensions - both systematic and individual ones of the property (Gabrielli and French, 2020) -, and it is capable of influencing rental income streams and market value. For these reasons, a complex economic variable is to be considered, capable of synthesising the connections among numerous factors at microeconomic and macroeconomic levels (Chaney and Hoesli, 2012). Other Authors (Geltner *et al.*, 2007) claim that the DR is influenced by investors' expectations of rising prices/fees and risk and opportunity cost of assets (Del Giudice *et al.*, 2014).

In professional practice the determination of the DR is often supported by data from the interest market. In particular, in valuation standards such as the Red Book (RICS, 2022), it is highlighted how different real estate risk factors could influence income streams, taking into account factors related to the local real estate market and urban characteristics (microeconomic) and factors related to global market dynamics (macroeconomic).

The classification of real estate risk factors finds correspondence in the strands of research on DR found in the existing literature. Regarding the global context and macroeconomic factors, the DR of income properties is generally considered as an economic variable due to its ability to incorporate information on interest rates, inflation, capital availability, house price trends, etc. (Peyton, 2009; Chuangdumrongsomsuk and Fuerst, 2017; Napoli *et al.*, 2017).

Chichernea *et al.* (2008) demonstrate that the increase in residential demand, supply contracts, the liquidity crisis and the interactions of these forces have a significant effect on the DR. However, evidence allows to state that macroeconomic real estate risk factors could affect the DR of income properties depending on three variables: *i)* time period; *ii)* real estate sector and *iii)* spatial scale (Devaney *et al.*, 2019).

With reference to the microeconomic scale, there are fewer researches, some of which, however, show significant results. Fisher *et al.* (2020) demonstrate that there is a link between real estate positioned in high-density locations and higher net operating income growth, but presenting a higher systematic risk than their counterparts established in low-density locations. It is evident from the study that real estate risk factors, expressing the characteristics of the urban context, are significant drivers of DR and may play an important role in differences in the sub-municipal distribution of DRs.

Research carried out by Sivitanidou and Sivitanides (1999) demonstrates the important role that local market conditions play in determining differences in DRs both between metropolitan areas and over time. Simons *et al.* (2011) point out that DR could be viewed as a linear combination of the following economic variables: real mortgage rate, local taxation, maintenance status and expected capital gain.

### 3. Methodology

In order to achieve the outlined aim, there have been issues about the specifics of the concept of “ordinary valuation” in the DR assessment by multiple valuers, in order to ensure an objective and generally valid value judgement, i.e. a value shared by the majority of the valuers operating in a specific market context (Forte & De Rossi, 1974). This concept can be extended to the determination of all parameters that affect the result of an evaluation, so in the case of the application of the DCFA, the DR estimated by the valuer must be shared by the community of valuers. This result, seemingly difficult to achieve in view of the diversity of operators, is guaranteed by the procedures put into practice by the most structured entities operating in the field of evaluations, that provide for the uniformity of reasoning implemented for the assessment of the DR.

Foregoing, this paper aims to develop a methodology to identify a function for determining the DR from a set of independent variables; specifically, the methodology carried out consists of the following steps: *i)* representation of the aspects that the valuer considers in the determination of the DR; *ii)* identification of the independent variables related to the aspects mentioned in the step *i)*; *iii)* normalization of the values assumed by the variables; *iv)* definition of an abacus of DRs, differentiated for intended uses of special property typology and Italian macro-areas; *v)* application of a regression analysis to a database (the case study), in order to identify the possible functional relationship between the DR and the independent variables; *vi)* analysis of the statistical performance of the results; *vii)* discussion of the contribution of the different variables in the formation of the DR.

The type of property considered in this research belongs to the special property assets (commercial, residential (entire building), productive, structured offices), meaning investment properties compared with other types of investments such as those pertaining to the stock or bond market. To represent the aspects that the valuer considers in determining the DR, the valuation process of the ordinary valuer has been reconstructed starting from the most widely used method for determining the DR, namely the Weighted Average Cost of Capital (WACC). The formula used within the WACC (National Regulatory Authorities, 2007) for estimating the DR is:

$$DR = WACC = k_E \cdot E + k_D \cdot D \quad (1)$$

where  $k_E$  and  $k_D$  are correspondingly the equity and the debt costs, meanwhile  $E$  and  $D$  are the percentage of equity and debt capital; these percentages are not established in relation to the specific real estate transaction, but with regard to the ordinary loan to value (*LTV*).

The cost of equity can be calculated using the sum of the risk-free rate and the appropriate company-specific debt premium (Massimo *et al.*, 2022); the return on freely traded investment-grade government bonds can generally be used as a proxy for the risk free rate (Ziobrowski and Ziobrowski, 2020), whereas the debt premium depends on the banking system's ability to finance real estate purchases. Economic theory provides for different methods to calculate the cost of equity, for example the Capital Asset Pricing Model (CAPM), the Dividend Growth Model (DGM), the Arbitrage Pricing Theory (APT), the Fama and French Three Factor Model. All these methods are based on a common assumption that the cost of equity depends on the expected return and riskiness of the investment.

The description of the peculiarities of the method used to assess the DR is preparatory to the identification of the variables that the valuer considers in estimating the DR; these variables are: *i*) «direct», if they constitute inputs to the WACC, *ii*) «indirect», if they are used to describe aspects that affect the estimation of the DR but are not directly associated with the WACC application. The «direct» variables are exclusively financial and they are: *i*) the Euro Interest rate Swap (EURIRS), used for the estimation of  $k_D$ ; *ii*) the expected yield of government bonds, employed for the determination of  $k_E$ . These variables, in addition to being used directly for the estimation of the WACC, implicitly consider the length of the time horizon of the DCFA and thus the analysis periods, as well as anchoring the real estate investment to the economic conditions of the reference country. Within the financial variables, an «indirect» one is added, that is the expected inflation, which intervenes in the articulation of cash flows through the revaluation of rent and the adjustment of costs associated with extraordinary maintenances and capital expenditures (CapEx). Thus, the financial variables considered for the developed methodology are:

- $I$ , that is the EURIRS calculated as a weighted average related to the twelve months before the date of the assessment;
- $B$ , that is the expected yield of government bonds (BTP) calculated in the same period of the variable  $I$ ;
- $F$ , that is the expected inflation.

The «indirect» variables considered are representative of:

- intended use;
- rental status;
- passing rent;
- relationship with the context;
- surface area.

In line with the intended uses surveyed by the *Osservatorio del Mercato Immobiliare* (OMI) of the Italian Revenue Agency, the four intended uses considered through as many binary variables are: *i*) residential (R); *ii*) office (D); *iii*) commercial (C); *iv*) productive (P).

Income approach methods, such as the DCFA, find application in the context of valuations of those properties for which there is no particularly dynamic buying and selling markets and/or the market value of the asset depends on its ability to generate rental incomes. It follows that a key role in estimating the DR of such properties derives from the rental status and the outstanding rent; rental status is considered through three binary variables that differentiate fully rented ( $L$ ) from vacant ( $N$ ) and partially rented ( $M$ ) properties.

The passing rent has been taken into account through the use of three binary variables:

- under rented properties  $U = 1$  if  $\frac{PR - ERV}{ERV} \leq -10\%$ : or the property is vacant, otherwise it is equal to zero;



- over rented properties:  $O = 1$  if  $\frac{PR-ERV}{ERV} \geq 10\%$ , otherwise it is equal to zero;
- market rented property:  $E = 1$  if  $-10\% < \frac{PR-ERV}{ERV} < 10\%$  otherwise it is equal to zero.

In the formulas,  $PR$  represents the passing rent for saleable surface unit and  $ERV$  the corresponding estimated rental value.

In line with the practices ordinarily applied by appraisal entities, a range of +/-10% has been chosen to represent a market-rented property. The context in which the property is located also strongly affects the market value of the asset through the volatility of the flows and thus the riskiness of the transaction implicitly considered by the DR (Quan & Titman, 2019); starting from the market quotations elaborated by the OMI for the micro-area in which the property is situated and the specific intended use, three binary variables have been considered:

- Property below the reference market:  $Z = 1$  if  $\frac{MV-O_{MIN}}{O_{MIN}} \leq -20\%$ , otherwise it is equal to zero;
- Property above the reference market:  $Y = 1$  if  $\frac{MV-O_{MAX}}{O_{MAX}} \geq 20\%$ , otherwise it is equal to zero;
- Property in line with target market:  $W = 1$  if  $\frac{MV-O_{MIN}}{O_{MIN}} > 20\%$  and  $\frac{MV-O_{MAX}}{O_{MAX}} < 20\%$ , otherwise it is equal to zero.

In the formulas,  $MV$  is the market value per unit of saleable floor area,  $O_{MIN}$  ( $O_{MAX}$ ) is the lower (higher) extreme of the range of quotations processed by the OMI. In practice, the positioning of the property with respect to the context in which it is located is considered through the analysis of the relationship between  $MV$  and OMI quotations; OMI quotations have been expanded by 20 percent in both the lower and higher extremes on the basis of empirical experience from the comparison of quotations processed by other information sources like *Scenari Immobiliari* and *Nomisma*. These variables represent proxy variables for the perception that the valuer has about the property's positioning in relation to the reference context.

The last variable considered is the normalized saleable area ( $S$ ) with respect to the specific intended use by excluding the lower and higher 5% fractile of the distribution of saleable areas in the reference database; this normalization allows to apply the proposed methodology in an automated way, in order to avoid giving excessive weight to the extremes of the tails in the distribution related to episodic and poorly recurring situations.

In summary, the functional form to be determined by a regression analysis is as follows:

$$DR = (i \cdot I + b \cdot B + f \cdot F) + (d \cdot D + c \cdot C + p \cdot P + r \cdot R) + (l \cdot L + m \cdot M + n \cdot N) + (u \cdot U + e \cdot E + o \cdot O) + (z \cdot Z + w \cdot W + y \cdot Y) + s \cdot S + \varepsilon \quad (2)$$

where  $DR$  is the dependent variable from the independent variables previously described and represented by uppercase letters, lowercase letters indicate the coefficients associated with the regression analysis and  $\varepsilon$  is the constant (Table 1).

**Table 1.** Description of the independent variables.

No.	Variable	Description	Type variable
1	I	Weighted annual average EURIRS	Numerical
2	B	Weighted annual average BTP	Numerical
3	F	Annual average inflation	Numerical
4	D	Structured office	Dummy
5	C	Commercial	Dummy
6	P	Productive	Dummy
7	R	Residential	Dummy
8	L	Fully rented	Dummy
9	M	Partially rented	Dummy
10	N	Vacant	Dummy
11	U	Under rented	Dummy
12	E	Rented to market	Dummy
13	O	Over rented	Dummy
14	Z	Property under market	Dummy
15	W	Property over market	Dummy
16	Y	Property in line with target market	Dummy
17	S	Normalized surface area	Numerical
18	$\varepsilon$	Constant	Numerical

#### 4. Case study

The methodology described in the previous section is applied to a case study related to the Italian real estate market in order to test whether: *i)* there is an ordinary behaviour of the valuer; *ii)* this behaviour can be represented by a linear equation constructed through a regression analysis; *iii)* which variables are most involved in the formation of the DR.

##### 4.1. Defining the dataset

The starting database, called «DB Real Estate.» consists of about 9,000 assets owned by Real Estate Funds subject to semi-annual valuation as of December 31st, in the years 2019, 2020 and 2021, with a total value of about € 52.7 billion.

DB Real Estate well represents the special property market as the total Market Value (MV) is about 29% of the Gross Asset Value (GAV) of Italian Real Estate Funds (Assogestioni, 2022). The assets are distributed rather evenly over the 3 years, while from a geographical point of view the most represented regions are Lazio (29%) and Lombardy (41%). This finding is due to the polarization of the special property market in the cities of Milan and Rome, in particular the Lombard capital is concerned due to the economic ferment of the city, whereas for the capital of Italy due to its institutional role that sees a concentration of representative buildings (Table 2). The DB Real Estate has been prepared with respect to two levels: *i)* only the intended uses surveyed by the OMI (commercial, productive, residential (entire buildings) and structured offices) have been considered, in order to allow the subsequent enrichment of the database; *ii)* anomalous and incomplete data have been eliminated. At the end of the preparatory operations, the « DB Analyzed « has been constructed, which considers about 36% of the original «DB Real Estate» (Table 3).

**Table 2.** Main numbers DB Real Estate

Parameter	2019	2020	2021	TOT
Market Value (€)	19,424,138,755	16,006,107,028	17,252,638,546	52,682,884,329
Saleable area (m <sup>2</sup> )	27,156,007	24,111,754	22,617,284	73,885,045
Unitary Market Value (€/m <sup>2</sup> )	715	664	763	713
Number of properties	3,663	2,271	2,943	8,877
Market Value for each property (€)	5,302,795	7,048,044	5,862,263	5,934,762
GAV Real Estate Funds (€)	57,754,917,969	59,670,472,656	66,104,750,000	183,530,140,625
Percentage assessed on the GAV	34%	27%	26%	29%

**Table 3.** Main numbers DB Analyzed

Parameter	2019	2020	2021	TOT
Market Value (€)	6,330,241,400	5,895,982,000	6,812,408,450	19,038,632,850
Saleable area (m <sup>2</sup> )	3,712,154	3,611,523	4,123,413	11,447,089
Unitary Market Value (€/m <sup>2</sup> )	1,705	1,633	1,652	1,663
Number of properties	583	462	613	1,658
Market Value for each property (€)	10,858,047	12,761,866	11,113,227	11,482,890
GAV Real Estate Funds (€)	57,754,917,969	59,670,472,656	66,104,750,000	183,530,140,625
Percentage assessed on the GAV	11%	10%	10%	10%

With respect to overall market value (Table 4), the DB Analyzed sees the clear predominance of tertiary properties (61.6%) followed by commercial (18.0%) and productive (15.8%) properties; residential properties account for a residual share of the DB (4.6%). In accordance with valuation best practices, on average the time horizon considered in the DCFA is equal to 15 years, a value in line with the duration of real estate AIFs varying between 10 and 30 years; the standard deviation is about 3 years, an indication that with respect to this variable the behavior is fairly uniform and independent of the intended use (Table 5). More than half of the properties (56%) are fully leased, about a quarter (27%) are partially leased, and a marginal percentage (17%) are vacant properties; this subdivision reflects the need to create a fairly uniform positive cash flow, thus connected to rental income, in order to guarantee investors the target yield and profit distribution.

If the DR is analyzed with respect to the intended use (Table 5), it is observed that for productive properties (e.g., industrial warehouses) valuers on average considers a higher DR than other intended uses, followed by commercial, structured offices and residential; this behavior reflects expectations about the opportunity cost of debt and equity capital employed in real estate transactions and the volatility of expected flows. Despite the DRs' standard deviation is low, the ranges vary in the order of 4-5% depending on the specific situations represented through the variables previously introduced. Deepening the analysis also with respect to the geographic macro-areas of Italy (northeast, northwest, center, south and islands), it can be seen that for all intended uses except productive, asset valuations found in the south and islands have on average higher DRs than those found in the other areas of the country: these areas are economically more disadvantaged, so probably this observation reflects the higher perceived riskiness on the part of the valuer, that in practice translates into the higher tenant risk; for industrial warehouses, the behavior is more homogeneous and scarcely location dependent.



**Table 4.** Breakdown DB Analyzed for intended use and focus DCFA periods.

Intended use	% compared to MV	Average of DCFA Periods (years)	Min of DCFA Periods (years)	Max of DCFA Periods (years)	Standard Deviation
Commercial	18.0%	15	6	71	3
Productive	15.8%	16	6	30	4
Residential	4.6%	14	10	22	4
Structured office	61.6%	15	3	26	3
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>71</b>	<b>3</b>

**Table 5.** Abacus of the DR for intended uses and Italian macro-areas

Intended use	Average DR	Min DR	Max DR
Commercial	6.97%	5.10%	9.60%
Center	7.00%	5.20%	8.70%
Islands	7.30%	6.40%	8.80%
North-east	7.00%	5.30%	9.60%
North-west	6.85%	5.10%	9.10%
South	7.55%	6.50%	8.20%
Productive	7.21%	5.60%	9.60%
Center	6.98%	5.70%	9.60%
Islands	7.22%	6.95%	7.50%
North-east	7.21%	5.60%	9.50%
North-west	7.27%	5.90%	9.60%
South	7.26%	6.50%	7.75%
Residential	5.73%	4.00%	7.80%
Center	5.50%	4.50%	7.80%
Islands	6.50%	6.50%	6.50%
North-east	6.23%	4.00%	7.40%
North-west	5.99%	4.65%	7.60%
South	7.17%	7.10%	7.30%
Structured office	6.74%	4.80%	10.00%
Center	6.58%	4.95%	8.65%
Islands	6.90%	6.20%	7.80%
North-east	6.83%	5.50%	8.10%
North-west	6.79%	4.80%	10.00%
South	7.02%	6.00%	7.90%
<b>Total</b>	<b>6.82%</b>	<b>4.00%</b>	<b>10.00%</b>

The DB Analyzed has been divided into two similar DBs, named Training and Validation set; each DB has more than 800 assets, the former representing 53% of the Analyzed DB's saleable area and 48% of the MV, and the latter 47% of the Analyzed DB's saleable area and 52% of the MV. The regression analysis has been implemented on the Training set to calculate the equation describing the DR as a function of the previously introduced variables; once the coefficients the signs and the intercept of the regression have been determined and the associated key statistical indicators have been analyzed, the equation has been applied to the Validation set in order to test its replicability.

**4.2. Regression analysis**

In order to contain the computational burden and simplify the representative function of the estimated DR, for each category of dummy variables, one variable (No=7, 10, 13, and 16) has been eliminated by switching from 17 to 13 variables to be implemented in the regression analysis; it should be noted that the constant term of the regression assumes a decisive role in determining the DR. In Table 6 an example of the simplification process for the binary variables (intended use, rental status, passing rent and relationship with the context) has been shown.

Table 7 shows the results of the regression on the Training set and a brief description of the variables considered.

As previously reported, the independent variables are representative of the following categories:

- financial status (Nos. from 1 to 3);
- intended use (Nos. from 4 to 7);
- rental status (Nos. 8 to 10);
- outstanding rent (Nos. from 11 to 13);
- relationship to context (Nos. 14 to 16);
- floor area (No. 17).

Statistical tests performed on the training set have highlighted a high reliability of the model obtained: the average deviation (in absolute value) between the DR entered by the valuer and the estimated one is 3.5%, and the maximum deviation is less than 10%. The adjusted R squared is 0.82, so the model effectively explains the investigated phenomenon, the p-value test is lower than 5% for all variables. The maximum deviation between estimated and detected DR is 60 bps, so the valuer knows that the DR the model returns is within a reliability range of 60 bps. Applying the regression to the Validation set, an average deviation of 12.4% and maximum of 20%, indicative of the extensibility of the model.

**Table 6.** Example of the simplification process for the variable "rental status"

Original ver			▶	Simplified version		Meaning
L	M	N		L	M	
1	0	0	1	0	Fully rented	
0	1	0	0	1	Partially rented	
0	0	1	0	0	Vacant	

**Table 7.** Description of the independent variables and the constant derived from regression analysis.

No.	Variable	Description	Coefficient	MIN	MAX	Type variable
1	I	Weighted annual average EURIRS	+1.280%	-0.13	0.77	Numerical
2	B	Weighted annual average BTP	-0.242%	0.24	3.09	Numerical
3	F	Annual average inflation	-0.306%	-0.17	1.53	Numerical
4	D	Structured office	+1.279%	0	1	Dummy
5	C	Commercial	+1.539%	0	1	Dummy
6	P	Productive	+1.946%	0	1	Dummy
7	R	Residential	NA	0	1	Dummy
8	L	Fully rented	-0.570%	0	1	Dummy
9	M	Partially rented	-0.227%	0	1	Dummy
10	N	Vacant	NA	0	1	Dummy
11	U	Under rented	-0.346%	0	1	Dummy
12	E	Rented to market	-0.264%	0	1	Dummy
13	O	Over rented	NA	0	1	Dummy
14	Z	Property under market	+1.045%	0	1	Dummy
15	W	Property over market	0.465%	0	1	Dummy
16	Y	Property in line with target market	NA	0	1	Dummy
17	S	Normalized surface area	+0.808%	0	1	Numerical
18	$\epsilon$	Constant	+5.653%	NA	NA	Numerical

In the regression model all variables play a relevant role in determining the DR. The behavior of the variables representing the intended use and the rental status categories is in line with empirical expectations; specifically, *coeteris paribus*, productive properties have a higher DR than commercial ones, followed by structured offices and finally residential, typically considered the least risky intended use. Regarding rental status, it should be noted how a rented property ( $L=1$ ) corresponds to a lower DR than that associated with a vacant property ( $N=1$ ): this contingency is an indication that valuers, in line with investors' reasoning, perceive rented properties as less risky. For the same reason, a property leased at above-market rent ( $O=1$ ) is characterized by a higher DR than one with market ( $E=1$ ) or below-market ( $U=1$ ) rent. A property with below-market characteristics ( $Z=1$ ) turns out to have a higher DR than a property that is in line ( $W=1$ ) or above-market ( $Y=1$ ). As the saleable area ( $S$ ) increases, the DR grows, meaning that larger properties are conceived as riskier than smaller ones.

Turning to the analysis of the financial variables, it can be observed that as the EURIRS ( $I$ ) increases, the DR grows as a direct consequence of the increase in the cost of money, i.e.,  $k_D$  within the WACC; this behavior could also be interpreted as a premonitory signal of lower liquidity linked to the increase in interest rates with inevitable repercussions on the real estate market, hence on the market value, which has been always closely linked to the bank loans (Banca d'Italia, 2023). The behavior of other financial variables turns out to be of no immediate interpretation, due to the time lags between financial and real estate cycles (Wheaton, 2003; Chinloy, 1996), a limitation that can be probably overcome through the use of more complex functional forms. An increase in the yield on government bonds ( $B$ ) implies a growth in the risk free component and therefore a

corresponding increase in DR is expected, due to the fact that an increase in the Treasury Bonds yields is linked to a higher country risk. However, in situations of financial instability, investors often prefer to address their capitals toward real estate initiatives, conceived as a safe-haven asset: this justifies the negative sign associated with the coefficient of this variable, as if the bond-equity market is riskier, the real estate market becomes more attractive and therefore the DR decreases.

Finally, with reference to the influence of the inflation, given the impossibility of reliably estimating future trends of this variable, valuers usually make assumptions only about the inflation in the first two years following the time of the assessment, while expected inflation (from year 3 onward) in the Euro area is set around 2% (De Guindos, 2023); thus, the increase in inflation ( $F$ ) has a more pronounced effect on revenues (i.e. rents) and costs (i.e. CapEx and operating ones) in the first 2 years. For the considered intended uses (which exclude buildable areas), revenues exceed costs, so in the case of an increase in  $F$ , with the same DR, there will be a growth in market value related to an increase in indexed rents; this behavior is amplified by the negative sign associated with this independent variable and the consequent decrease of the DR. The model returns a MV growth higher than the inflation, probably because the real estate market is perceived as a “safe haven”.

## 5. Conclusions

With reference to the common application of the income approach method of the DCFA in the assessment of the market value of special properties, the research has proposed a methodology for the assessment of the most uncertain variable that significantly affects the final valuation, that is the DR. Through the application of a regression analysis on a widespread dataset of developed evaluations, the methodology has replicated the ordinary behavior that valuers apply in estimating the DR. The use of a double dataset (training and validation set) and the good results of the statistical tests, guarantees the replicability of the model to other valuations involving special property assets. The functional form of the regressive model is easy to interpret, allowing to quickly comment the role of each variable in the formation of the DR, reconstructing the behavior of the ordinary valuer, by confirming the empirical experience.

In the future, the aim is to prepare a tool that, on the basis of the determined equation and following the inclusion of the values assumed for the specific case under consideration by the independent variables, would allow to estimate the DR with a confidence interval estimated in the order of 60 bps. This would make it possible to *i)* make the DR identification phase more objective through a careful analysis of the reference context; *ii)* increase the reliability of the MV determined through DCFA; and *iii)* provide support for less experienced evaluators.

Further possible future developments aimed at greater generalization of the result and representation of phenomena with nonlinear behavior may concern: *i)* extension of the model to destinations not surveyed by the OMI using other information sources; *ii)* increasing the DB used (referring it also to 2022); *iii)* application of innovative algorithms that also take into greater consideration the spatial component and provide for more articulated functional forms; *iv)* use of fuzzy logic to overcome the limitations of binary variables; *v)* recalibration of training and validation sets.

## Note

This study has been developed within the current research P.R.I.N. Project 2022: “INSPIRE—Improving Nature-Smart Policies through Innovative Resilient Evaluations”, Grant number: 2022J7RWNF.

## Authors contributed

The paper is to be attributed in equal parts to the authors.

## Bibliography

- Accetta, G. (1998). Supporting capitalisation rates. *Appraisal Journal*, 66(4), 371-374.
- Akerson, C. (1984). *Capitalisation Theory and Techniques, Study Guide*. Chicago, IL (USA): Appraisal Institute.
- Ambrose, B., & Nourse, H. (1993). Factors influencing capitalisation rates. *Journal of Real Estate Research*, 8(2), 221-237.
- Anderson, C., Dietz, M., Gordon, A., & Klawitter, M. (2004). Discount rates in Vietnam. *Economic development and cultural change*, 52(4), 873-887.
- Arditti, F. (1973). The weighted average cost of capital: some questions on its definition, interpretation, and use. *The journal of finance*, 28(4), 1001-1007.
- Assogestioni. (2022). *Mappa mensile del Risparmio Gestito. Dicembre 2021*. .
- Banca d'Italia. (2023, 08 10). *Sondaggio congiunturale sul mercato delle abitazioni in Italia - 2° trimestre 2023*. Retrieved from <https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/sondaggio-abitazioni/2023-sondaggio-abitazioni/02/index.html>
- Bleich, D. (2023). The reaction of multifamily capitalisation rates to natural disasters. *Journal of Real Estate Research*, 25(2), 133-144.
- Blume, M., & Friend, I. (1973). A new look at the capital asset pricing model. *The journal of finance*, 28(1), 19-33.
- Breidenbach, M., Mueller, G., & Schulte, K. (2006). Determining real estate betas for markets and property types to set better investment hurdle rates. *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 12(1), 73-80.
- Brusov, P., Filatova, T., Orehova, N., & Brusova, N. (2011). Weighted average cost of capital in the theory of Modigliani–Miller, modified for a finite lifetime company. *Applied Financial Economics*, 21(11), 815-824.
- Chaney, A., & Hoesli, M. (2012). Transaction-based and appraisal-based capitalisation rate determinants. *Swiss Finance Institute Research Paper*, 12-28.
- Chaney, A., & Hoesli, M. (2015). Multifamily residential asset and space markets and linkages with the economy. *Journal of Property Research*, 32(1), 50-76.
- Chen, J., Hudson-Wilson, S., & Nordby, H. (2004). Real estate pricing: spreads & sensibilities: why real estate pricing is rational. *J. Real Estate Portf. Manag.*, 10 (1), 1-21.
- Chichernea, D., Miller, N., Fisher, J., Sklarz, M., & White, B. (2008). A cross-sectional analysis of cap rates by msa. *Journal of Real Estate Research*, 30(3), 249-292.
- Chinloy, P. (1996). Real Estate Cycles: Theory and Empirical Evidence. *Journal of Housing Research*, 7 (2), 173-190.
- Chuangdumrongsomsuk, M., & Fuerst, F. (2017). Determinants of Cap Rates in U.S. Office markets. *Journal of Real Estate Literature*, 25(2), 265-282.
- Clayton, J., Ling, D., & Naranjo, A. (2009). Commercial real estate valuation: Fundamentals versus investor sentiment. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 38(1), 5-37.
- Council, I. V. (2022). *International Valuation Standards (IVS)*.
- Cropper, M., Freeman, M., Groom, B., & Pizer, W. (2014). Declining discount rates. *American Economic Review*, 104(5), 538-543.
- D'Amato, M. (2017). Cyclical Capitalisation and Lag Vacancy. *Journal of European Real Estate Research*, 10(2), 211-238.
- D'Amato, M., & Amoruso, P. (2018). Application of a Cyclical Capitalisation Model to the London Office Market. *International Real Estate Review*, 21(1), 113-143.
- De Guidos, L. (2023, 8 10). Retrieved from The inflation outlook and monetary policy in the euro area, Keynote speech by the Vice-President of the ECB, 2023: <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2023/html/ecb.sp230707~8f8f9debc6.en.html>
- Del Giudice, V., Passeri, A., De Paola, P., & Torrieri, F. (2014). Estimation of risk-return for real estate investments by applying Ellwood's model and real options analysis: An application to the residential real estate market of Naples. *Applied Mechanics and Materials*, 1570-1575.
- Devaney, S., Livingston, N., McAllister, P., & Nanda, A. (2019). DEVANEY, S., LIVINGSTONE, N., MCALLISTER, P., NANDA, A., Capitalisation rates and transaction activity in international office mar-

- kets: A global perspective. *Global Finance Journal*, 42.
- Di Liddo, F., Morano, P., & Tajani, F. (2023). Cultural and religious heritage enhancement initiatives: A logic-operative method for the verification of the financial feasibility. *Journal of Cultural Heritage*, 387-395.
- Elbannan, M. (2015). The capital asset pricing model: an overview of the theory. *International Journal of Economics and Finance*, 7(1), 216-228.
- Elliehausen, G., & Nichols, J. (2012). Determinants of capitalisation rates for office properties. *Federal Reserve Board Working*.
- Ellwood, L. (1959). *Ellwood tables for real estate appraising and financing*. Pensacola, FL (USA): Ballinger Publishing Company.
- Fama, E., & French, K. (2004). The capital asset pricing model: Theory and evidence. *Journal of economic perspectives*, 18(3), 25-36.
- Fisher, J., & Martin, R. (1994). *Income Property Valuation*. La Crosse, WI (USA): Dearbon Real Estate Education.
- Forte, C., & De Rossi, B. (1974). *Principi di economia ed estimo*. Milano, Italy: ETAS.
- Frank, M., & Shen, T. (2016). Investment and the weighted average cost of capital. *Journal of Financial Economics*, 119(2), 300-315.
- French, N. (2020). Property valuation in the UK: material uncertainty and COVID-19. *Journal of Property Investment & Finance*, 38 (5), 463-470.
- French, N., & Gabrielli, L. (2005). Discounted cash flow: accounting for uncertainty. *Journal of Property Investment & Finance*, 23 (1), 75-89.
- Gabrielli, L., & French, N. (2020). Pricing to market: property valuation methods—a practical review. *Journal of Property Investment & Finance*, 39(5), 464-480.
- Galagedera, D. (2007). A review of capital asset pricing models. *Managerial Finance*, 33(10), 821-832.
- Geltner, D., Miller, N., Clayton, J., & Eicholtz, P. (2007). *Commercial real estate*. Mason: Thomson Higher Education.
- Gollier, C., & Weitzman, M. (2010). How should the distant future be discounted when discount rates are uncertain? *Economics Letters*, 107(3), 350-353.
- Gordon, M., & Shapiro, E. (1956). Capital equipment analysis: the required rate of profit. *Management Science*, 3(1), 102-110.
- Guatri, L. (1998). *Trattato sulla valutazione delle aziende*. Milano, Italy: EGEA.
- Howarth, R., & Norgaard, R. (1993). Intergenerational transfers and the social discount rate. *Environmental and Resource Economics*, 3(4), 337-358.
- International Valuation Standards Council. (2022). *International Valuation Standards (IVS)*.
- Jasinska, E., & Preweda, E. (2021). Statistical modelling of the market value of dwellings, on the example of the city of Kraków. *Sustainability*, 13 (162).
- Kazdin, S. (1944). Capitalisation Rate Under Present Market Condition. *The Appraisal Journal*, 305-317.
- Knight, F. (1921). *Risk, Uncertainty, and Profit*. Houghton Mifflin.
- Larriva, M. (2022). Cap Rates as a Function of Real Economic Growth. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(8).
- Ling, D., & Naranjo, A. (1997). Economic risk factors and commercial real estate returns. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14(3), 283-307.
- Locurcio, M., Morano, P., Tajani, F., & Di Liddo, F. (2020). An innovative GIS-based territorial information tool for the evaluation of corporate properties: An application to the Italian context. *Sustainability* (12).
- Massimo, D., De Paola, P., Musolino, M., Malerba, A., & Del Giudice, F. (2022, 12(5)). Green and Gold Buildings? Detecting Real Estate Market Premium for Green Buildings through Evolutionary Polynomial Regression. *Buildings*.
- McDonald, J. (2015). Capitalisation rates for commercial real estate investment decisions. *Journal of Property Investment & Finance*, 33(3), 242-255.
- McGrath, K. (2013). The effects of eco-certification on office properties: a cap rates-based analysis. *Journal of Property Research*, 30(4), 345-365.



- Medici, G. (1972). *Principi di Estimo*. Bologna, Italy: Calderini.
- Miles, J., & Ezzell, J. (1980). The weighted average cost of capital, perfect capital markets, and project life: a clarification. *Journal of financial and quantitative analysis*, 15(3), 719-730.
- Morri, G., & Benedetto, P. (2017). *Valutazione immobiliare*. Milano, Italy: EGEA.
- Napoli, G., Giuffrida, S., Trovato, M., & Valenti, A. (2017). Cap rate as the interpretative variable of the urban real estate capital asset: A comparison of different sub-market definitions in Palermo, Italy. *Buildings*, 7(3).
- National Regulatory Authorities IRG – Regulatory Accounting. (2023, 8 10). *Principles of Implementation and Best Practice for WACC calculation, 2007*. Retrieved from [https://www.berec.europa.eu/sites/default/files/files/publications/consult\\_principles\\_best\\_implem/erg](https://www.berec.europa.eu/sites/default/files/files/publications/consult_principles_best_implem/erg)
- Netzell, O. (2009). A study of micro-level variation in appraisal-based capitalisation rates. *Journal of Property Research*, 26(3), 253-263.
- Newell, R., & Pizer, W. (2003). Discounting the distant future: How much do uncertain rates increase valuations? *Journal of Environmental Economics and Management*, 46 (1), 52-71.
- Perold, A. (2004). The capital asset pricing model. *Journal of economic perspectives*, 18(3), 3-24.
- Peyton, M. (2009). Capital markets impact on commercial real estate cap rates: A practitioner's view. *The Journal of Portfolio Management*, 35(5), 38-49.
- Pivo, G. (2010). Owner-tenant engagement in sustainable property investing. *Journal of Sustainable Real Estate*, 2(1), 184-199.
- Quan, D., & Titman, S. (2019). Commercial Real Estate Prices and Stock Market Returns: An International Analysis. *Financial Analysts Journal*, 53(3), 21-34.
- Reilly, R., & Wecker, W. (1973). On the weighted average cost of capital. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 8(1), 123-126.
- RICS. (2022). *RICS Valuation - Global Standards*. London.
- Roll, R., & Ross, S. (1980). An empirical investigation of the arbitrage pricing theory. *The Journal of finance*, 35(5), 1073-1103.
- Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *The Journal of Finance* 19(3), 425-442.
- Simons, R., Arbel, Y., Choi, E., & Shahar, D. (2011). Explaining the Variation in Residential Capitalisation Rates Worldwide: A Preliminary Investigation. *The ERES Journal*, 1-10.
- Sivitanidodu, R., & Sivitanides, P. (1999). Office capitalisations rates: Real estate and capital market influences. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 18(3), 297-322.
- Tajani, F., Anelli, D., Di Liddo, F., & Morano, P. (2023). An innovative methodology for the assessment of the social discount rate: an application to the European states for ensuring the goals of equitable growth. *Smart and Sustainable Built Environment*.
- Tajani, F., Torre, C. M., & Di Liddo, F. (2019). Financial feasibility assessment of public property assets valorization: a case study in Rome (Italy). *Computational Science and Its Applications-ICCSA 2019: 19th International Conference*. Saint Petersburg, Russia.
- Torrieri, F., De Paola, P., Basile, M., Vacca, G., & Del Giudice, V. (2021). Cost benefit analysis for a hydraulic project: A case study. *Smart Innovation, System and Technologies*, 2159-2168.
- UBS. (2022). *UBS Global Real Estate Bubble Index, For Housing Markets of Select Cities*. Zurich: Neidart-Schon.
- Unbehaun, F., & Fuerst, F. (2018). Cap rates and risk: a spatial analysis of commercial real estate. *Studies in Economics and Finance*, 35(1), 25-43.
- Wheaton, W. (2003). Real Estate "Cycles": Some Fundamentals. *Real Estate Economics*, 27(3), 209-230.
- Ziobrowski, B., & Ziobrowski, A. (2020). Higher Real Estate Risk and Mixed-Asset Portfolio Performance. *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 3, 107-115.



# Un approccio deduttivo per la determinazione del discount rate nelle stime di immobili speciali

Marco Locurcio<sup>1</sup>, Francesco Tajani<sup>2</sup>, Pierluigi Morano<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica, Politecnico di Bari, Via Orabona 4, 70125 Bari, Italia; marco.locurcio@poliba.it; pierluigi.morano@poliba.it

<sup>2</sup> Dipartimento di Architettura e Progetto, Università Sapienza, Via Flaminia 359, 00196 Roma, Italia; francesco.tajani@uniroma1.it

\* corresponding author

## Parole chiave

Discount rate; Discounted Cash Flow Analysis; Special property; Market Value; regression analysis

## Abstract

Con la finanziarizzazione del mercato immobiliare è aumentata l'applicazione della *Discounted Cash Flow Analysis (DCFA)* come procedimento indiretto per la stima del valore di mercato. Uno dei fattori che influenza in modo decisivo il risultato della DCFA è il tasso di attualizzazione o *Discount Rate (DR)* che varia in funzione dei quesiti di stima sempre più articolati. Nonostante i diversi procedimenti più o meno complessi proposti per la stima del tasso di attualizzazione ed i numerosi parametri considerati, generalmente il valutatore si trova «costretto» all'utilizzo più o meno artificioso del *risk premium* quale correttivo da utilizzare per ricondurre nell'alveo di una *communis aestimatio* il tasso di attualizzazione ottenuto dall'impiego di questi procedimenti. Partendo da queste premesse, il presente lavoro tenta di enucleare i ragionamenti "ordinari" che conducono il valutatore alla determinazione del DR e di delineare una metodologia che consenta di stimarne un valore attendibile e congruo in ragione dei fattori generalmente presi in considerazione.

## 1. Introduzione

Se c'è un termine di sintesi per descrivere l'evoluzione del mercato immobiliare negli ultimi venti anni circa, in cui si sono susseguiti eventi macroeconomici (crisi *subprime*), pandemici (Covid-19) e geopolitici (guerra in Ucraina), questo è senza dubbio «incertezza». I repentini mutamenti di scenario in cui si sono trovati ad operare i valutatori sono stati argomenti di dibattito tra i cultori dell'Estimo sull'attualità del principio della *permanenza delle condizioni*, alla base del postulato della previsione quale carattere immanente del giudizio di stima, trovando quale elemento comune la cogenza di dominare (o almeno provare a gestire) l'incertezza insita nelle stime.

In un recente articolo, pubblicato in piena crisi pandemica, Nick French (2020) evidenzia che «*La comprensione dell'incertezza è sempre stata parte integrante delle valutazioni immobiliari. Nessuna valutazione è certa e il valutatore deve comunicare all'utente della valutazione il grado di incertezza del valore finale*». In pratica, ci si interroga sempre più sul livello di affidabilità associato alla locuzione "il più probabile" (Medici, 1972), che, nella dottrina classica italiana ed implicitamente negli Standard Internazionali di Valutazione (IVSC, 2022), completa la definizione di base di valore.

L'attuale quadro economico-finanziario continua ad essere caratterizzato da un'elevata volatilità, che inficia inevitabilmente l'andamento del mercato immobiliare, a causa del processo di finanziarizzazione che si è ampiamente diffuso: un recente studio (UBS, 2022) riporta che molti operatori ricono-

scono la probabilità di una nuova bolla immobiliare, a causa di una elevata sopravvalutazione degli asset a bilancio di diversi centri finanziari, soprattutto in relazione ad eventuali cambiamenti improvvisi della domanda ed ai rialzi dei tassi di interesse da parte delle Banche centrali.

La necessità di strumenti capaci di tradurre adeguatamente l' «incertezza» in «rischio» (Knight, 1921) ha attivato la sperimentazione e la diffusione di modelli di valutazione innovativi (algoritmi genetici, modelli di analisi spaziale, logica *fuzzy*, reti neurali artificiali, ecc.), caratterizzati da una struttura teorica e metodologica in grado di cogliere le relazioni causali tra variabili esplicative e prezzi, e di stimare i valori immobiliari nel breve termine (Jasińska & Preweda, 2021; Locurcio *et al.*, 2020).

Tali modelli di *mass appraisal*, rientranti nella fattispecie dei procedimenti diretti di stima, possono costituire un utile supporto nella verifica delle valutazioni «puntuali» sviluppate dagli operatori e nel rapido monitoraggio, al variare di alcune condizioni di scenario, delle evoluzioni dei valori.

Nella stima di immobili «speciali», l'ordinaria assenza di *comparable*, a causa delle specificità che contraddistinguono questa tipologia di *asset*, ha determinato che il procedimento generalmente impiegato nelle valutazioni dei valori di mercato è l'analisi del flusso di cassa scontato (*Discounted cash flow analysis*, DCFA); questa impostazione ricalca la percezione degli operatori del mercato avente ad oggetto tali immobili secondo cui il valore è legato ai redditi futuri attesi generati dall'immobile.

È noto che una fase delicata della DCFA è la definizione delle ipotesi e delle condizioni di base per i flussi di cassa, relativi all'orizzonte temporale di riferimento, al tasso di attualizzazione, ai tassi di crescita, al *going out cap rate*, al *terminal value*, etc.: in base all'esperienza e alla sensibilità del valutatore, ciascuno di questi elementi potrebbe contenere approssimazioni che possono influenzare sensibilmente i risultati della valutazione.

Sebbene alcuni studi abbiano discusso i procedimenti per valutare l'incertezza insita nei parametri della DCFA (French & Gabrielli, 2005), la prassi diffusa di implementazione della tecnica si affida, di frequente, a dei format predefiniti, in cui la scelta dei parametri è rimandata alla conoscenza empirica dei fenomeni mercantili del contesto analizzato da parte del valutatore.

Con riferimento alla variabile maggiormente caratterizzata da aleatorietà, ovvero il tasso di attualizzazione o *discount rate* (DR), il presente lavoro tenta di oggettivarne la stima, replicando le assunzioni del valutatore nel suo processo di definizione. Mutuando quindi il principio di base del postulato estimativo della comparazione, per il quale la teoria dell'ordinarietà, sua concretizzazione, permea l'intero processo valutativo mediante l'osservazione dei comportamenti che generalmente assumono gli operatori di mercato, l'obiettivo del lavoro è dunque di verificare se esistono dei ragionamenti "ordinari" che conducono il valutatore alla determinazione del DR e, in caso affermativo, quali sono gli aspetti che maggiormente egli tiene in considerazione. Per rispondere a tale quesito, nel presente lavoro si propone una metodologia basata su una analisi di regressione lineare in cui la variabile dipendente è costituita dai DR stimati dai valutatori di una società di valutazione operante in Italia, mentre le variabili indipendenti rappresentano gli aspetti (destinazione d'uso, stato locativo, rapporto con il contesto, *passing rent*, caratteristiche finanziarie e superficie) che il valutatore considera nella stima del tasso. L'utilizzo di un database composto da circa 9.000 valutazioni di immobili ubicati in Italia per un valore di mercato complessivo di circa 52,7 miliardi di euro relativo ad immobili valutati al II semestre degli anni 2019, 2020 e 2021, ha permesso di testare la metodologia proposta.

L'articolo è organizzato come segue: nel paragrafo 2 si analizza il *background di riferimento*, nel paragrafo 3 si descrive la metodologia proposta, nel paragrafo 4 si illustra il caso studio, nel paragrafo 5 si delineano le conclusioni ipotizzando possibili sviluppi futuri.

## 2. Quadro di riferimento

Rispetto alle tematiche valutative, il DR trova applicazione sia nell'ambito della stima del più probabile valore di mercato mediante la DCFA, che come tasso di sconto nelle analisi di fattibilità finanziaria (costi-ricavi) ed economica (costi-benefici) (Torrieri *et al.*, 2021). Nella letteratura scientifica di riferimento, numerosi studi si occupano del tema della valutazione *i)* del DR per l'analisi costi-benefici (ossia il DR sociale (Tajani *et al.* 2023), che rappresenta il tasso al quale gli individui sono disposti a scambiare il consumo attuale con quello futuro), sebbene trascurano le variazioni che questo tasso può subire a causa del rischio associato a determinate condizioni di contesto (Anderson *et al.*, 2004; Cropper *et al.*,

2014; Howarth & Norgaard, 1993; Gollier *et al.*, 2008; Gollier & Weitzman, 2010; Newell & Pizer, 2003), *ii*) del DR finanziario, utilizzato per la verifica della convenienza dell'investimento, generalmente stimato attraverso il *capital asset pricing model* (Sharpe, 1964; Blume & Friend, 1973; Fama & French, 2004; Elbannan, 2015; Galagedera, 2007; Perold, 2004) o il *weighted average cost of capital* (Arditti, 1973; Reilly & Wecker, 1973; Miles & Ezzell, 1980; Brusov *et al.*, 2011; Frank & Shen, 2016).

Le varie tecniche presenti in letteratura per stimare il DR nella valutazione del valore di mercato - approccio *build-up* (Guatri, 1998), tecnica *band of investment* (Fisher & Martin, 1994), metodo Ellwood (Ellwood, 1959), metodo Akerson (Akerson, 1984), etc. -, presentano limitazioni in merito alla difficoltà di giustificare empiricamente le ipotesi alla base delle loro implementazioni, che invece possono essere adeguatamente motivate nel caso della valutazione degli investimenti finanziari (Morri & Benedetto, 2017).

Nel mercato finanziario è possibile estrarre un DR dalle serie temporali dei rendimenti dei titoli quotati utilizzando i modelli di *risk pricing* - ad esempio il *capital asset pricing model* e l'*arbitrage pricing theory* (Roll & Ross, 1980). Questo approccio non è semplice da mutuare nel mercato immobiliare, a causa della difficoltà di verificare le assunzioni dei modelli citati e di reperire serie temporali del rendimento complessivo dell'investimento immobiliare (Breidenbach *et al.*, 2006).

Inoltre, va sottolineato che vi sono differenze se la DCFA viene impiegata nell'ambito dell'analisi di fattibilità degli investimenti (Di Liddo *et al.*, 2023) o per la stima del valore di mercato di un immobile: in quest'ultimo caso, infatti, sebbene venga mutuata la stessa logica operativa della DCFA, il processo di valutazione conduce ad un giudizio di valore generalmente valido (cioè il valore di mercato), mentre nel primo caso il valutatore esegue una valutazione per un cliente specifico (giudizio di convenienza economica).

Nel caso dell'applicazione della DCFA per la valutazione del valore di mercato di fabbricati - che costituisce l'ambito di indagine della presente ricerca -, esiste una stretta connessione tra il DR e il tasso di capitalizzazione, in particolare il *going in cap rate* (chiamato anche *initial cap rate*) da utilizzare nell'applicazione della stima per capitalizzazione dei redditi (McDonald, 2015).

Entrambi i tassi (di attualizzazione e di capitalizzazione) esprimono una misura del rendimento atteso, in funzione del rischio implicito nell'immobile da valutare o, più correttamente, dei fattori di rischio associati ai flussi di reddito attesi (Accetta, 1998). In particolare, il tasso di capitalizzazione corrisponde al rendimento *attuale* atteso dall'investimento immobiliare, mentre il DR riflette il rendimento *totale* atteso (cioè il tasso interno di rendimento previsto dall'investitore): la relazione tra i due parametri è correlata alla variazione attesa del valore dell'*asset* immobiliare che, a parità di rendimento attuale, dipende esclusivamente dalla variazione dei redditi (flussi di cassa) futuri. Questo legame consente quindi di applicare il procedimento più comunemente utilizzato per stimare il DR, ovvero mediante la formula inversa del modello di Gordon (Gordon & Shapiro, 1956), al fine di valutare il DR sommando al tasso di capitalizzazione il tasso atteso di crescita futura dei flussi di cassa. Nelle analisi a supporto dei processi decisionali, il DR è di solito considerato la variabile più influente, in quanto anche piccole fluttuazioni di valore sono in grado di modificare significativamente l'esito finale del processo di valutazione. Nell'ambito estimativo italiano, il tasso di capitalizzazione, determinato per via diretta, è il rapporto tra la media del reddito unitario (noto) relativo ad un campione di  $n$  immobili in affitto, e la media dei prezzi unitari (noti) associati ad un campione di  $m$  immobili recentemente compravenduti. Ne consegue che il tasso così determinato è in grado di incorporare tutte le dimensioni del rischio - sia quelle sistematiche che quelle specifiche dell'immobile in analisi (Gabrielli and French, 2020). Per queste ragioni, questo tasso costituisce una variabile economica complessa, in grado di sintetizzare le connessioni tra numerosi fattori a livello microeconomico e macroeconomico (Chaney and Hoesli, 2012). Altri Autori (Geltner *et al.*, 2007) sostengono che il DR sia influenzato dalle aspettative degli investitori riguardo all'aumento dei prezzi/canoni, dal rischio e dal costo opportunità degli asset (Del Giudice *et al.*, 2014). Per la scelta di un DR appropriato, non è stato ancora raggiunto un approccio consolidato e condiviso (Ling & Naranjo, 1997). Nella pratica professionale la determinazione del DR è spesso supportata da dati provenienti dall'*interest market*. In particolare, negli Standard internazionali di valutazione (RICS, 2022), si evidenzia come i diversi fattori di rischio immobiliare possono influenzare i flussi di reddito, tenendo conto di fattori legati al mercato immobiliare locale e alle caratteristiche urbane (microeconomici) e di fattori connessi alle dinamiche del mercato globale (macroeconomici).



La classificazione dei fattori di rischio immobiliare trova corrispondenza nei filoni di ricerca sui DR presenti nella letteratura esistente. Per quanto riguarda il contesto globale e i fattori macroeconomici, il DR degli immobili a reddito è generalmente considerato come una variabile economica per la sua capacità di incorporare informazioni sui tassi di interesse, sull'inflazione, sulla disponibilità di capitale, sull'andamento dei prezzi delle case, etc. (Peyton, 2009; Chuangdumrongsomsuk & Fuerst, 2017; Napoli *et al.*, 2017). Chichernea *et al.* (2008) dimostrano che l'incremento della domanda residenziale, i contratti di fornitura, la crisi di liquidità e le interazioni tra queste forze hanno un effetto significativo sul DR. Inoltre l'evidenza permette di affermare che i fattori di rischio immobiliare macroeconomico potrebbero influenzare il DR delle proprietà a reddito in base a tre variabili: periodo temporale, settore immobiliare e scala spaziale (Devaney *et al.*, 2019).

Con riferimento alla scala microeconomica, Fisher *et al.* (2020) evidenziano una relazione diretta tra la densità abitativa, il reddito netto immobiliare e il rischio sistemico, rispetto ad immobili omologhi situati in aree a bassa densità. Dallo studio emerge chiaramente che i fattori di rischio immobiliare sono *driver* del DR e possono svolgere un ruolo importante nelle differenze a scala sub-comunale.

La ricerca condotta da Sivitanidou e Sivitanides (1999) dimostra l'importante ruolo che le condizioni di mercato locali svolgono sul DR, sia tra le aree metropolitane che nel tempo. Simons *et al.* (2011) sottolineano che il DR potrebbe essere visto come una combinazione lineare delle seguenti variabili economiche: tasso annuo effettivo globale immobiliare, tassazione sull'immobile, stato manutentivo e *capital gain* atteso.

### 3. Metodologia

Per raggiungere l'obiettivo delineato ci si è interrogati sulle specificità del concetto di ordinarietà applicato alla stima del DR da parte di molteplici valutatori; secondo la teoria estimativa, il giudizio di stima deve essere oggettivo e generalmente valido, ossia basato sulla teoria dell'ordinarietà, quindi il risultato della stima deve essere condiviso dalla maggioranza degli operatori presenti sul mercato (Forte & De Rossi, 1974). Tale concetto si può estendere alla determinazione di tutti i parametri che influenzano il risultato di una valutazione, dunque nel caso dell'applicazione di un procedimento indiretto quale la DCFA, il DR stimato dovrà essere generalmente valido, ovvero quello determinato da un ordinario valutatore operante nel contesto di riferimento ed alla data della valutazione. Questo risultato, apparentemente difficile da raggiungere, in considerazione della molteplicità dei soggetti operanti, è garantito dalle procedure messe in pratica dalle realtà più strutturate operanti nel campo delle valutazioni che prevedono il supporto di figure *senior* a favore degli *analyst*, in modo da garantire l'uniformità di ragionamenti attuati per la stima del DR.

Ciò premesso, il presente lavoro punta alla costruzione di una metodologia per l'individuazione di una funzione per la determinazione del DR partendo da una serie di variabili indipendenti; nello specifico la metodologia costruita si articola nei seguenti *step*: *i*) rappresentazione degli aspetti che il valutatore considera nella determinazione del DR; *ii*) identificazione delle variabili indipendenti correlate agli aspetti acclarati allo *step* i); *iii*) normalizzazione dei valori assunti dalle variabili; *iv*) definizione di un abaco di DR, differenziato per gli usi previsti di tipologie immobiliari speciali e macroaree italiane; *v*) applicazione della regressione ad un database (*case study*) al fine di individuare l'eventuale relazione funzionale tra DR e variabili indipendenti; *vi*) analisi delle *performance* statistiche dei risultati; *vii*) discussione del contributo delle diverse variabili nella formazione del DR.

La tipologia di immobile che è stata considerata nel presente lavoro appartiene ai beni immobiliari *speciali* (commerciali, residenziali "cielo-terra", produttivi, terziari), quindi gli immobili da investimento, chiamati a confrontarsi con altre tipologie di investimento come quelle afferenti al mercato azionario o obbligazionario. Per rappresentare gli aspetti che il valutatore considera nella determinazione del DR, si è ricostruito il processo di valutazione partendo dal modello più diffuso per la determinazione del DR, ossia il *Weighted Average Cost of Capital* (WACC). La formula impiegata nell'ambito del WACC (National Regulatory Authorities, 2007) per la stima del DR è:

$$DR = WACC = k_E \cdot E + k_D \cdot D \quad (1)$$



dove  $k_E$  e  $k_D$  sono rispettivamente il costo dell'*equity* e del debito, mentre  $E$  e  $D$  sono rispettivamente la percentuale di capitale di *equity* e di debito; tali percentuali non sono stabilite in relazione alla specifica operazione immobiliare, ma con riguardo alla percentuale concessa di mutuo (*Loan To Value* - LTV) "ordinaria".

Il costo dell'*equity* può essere calcolato utilizzando la somma del tasso privo di rischio (*risk-free rate*) e dell'appropriato *risk premium* relativo al segmento immobiliare di pertinenza dell'*asset* in analisi (Massimo *et al.*, 2022); il rendimento dei titoli di Stato può essere generalmente utilizzato come *proxy* per il tasso privo di rischio (Ziobrowski and Ziobrowski, 2020), mentre il *debt premium* dipende dall'attitudine del sistema bancario a finanziare gli acquisti di immobili. La teoria economica prevede diversi procedimenti per calcolare il costo del capitale proprio (*cost of equity*), ad esempio il *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), il *Dividend Growth Model* (DGM), l'*Arbitrage Pricing Theory* (APT), il *Three Factor Model* di Fama e French (2004). Tutti questi modelli si basano su un assunto comune, ossia che il *cost of equity* dipenda dal rendimento atteso e dalla rischiosità dell'investimento.

La descrizione delle peculiarità del modello impiegato per la stima del DR è propedeutica all'individuazione delle variabili che il valutatore considera. Tali variabili sono: *i)* "dirette", se costituiscono degli input del WACC, *ii)* "indirette", se utilizzate per descrivere degli aspetti che influenzano la stima del DR, ma non sono direttamente imputati nel WACC. Le variabili "dirette" considerate sono esclusivamente di natura finanziaria, e sono: *i)* l'*Euro Interest rate Swap* (EURIRS), utilizzato per la stima del  $k_D$ ; *ii)* il rendimento atteso dei titoli di Stato impiegato per la determinazione del  $k_E$ . Tali variabili sono impiegate direttamente per la stima del WACC, e considerano implicitamente l'orizzonte temporale della DCFA e quindi i periodi di analisi, oltre ad ancorare l'investimento immobiliare alle condizioni economiche del Paese di riferimento. Nell'ambito delle variabili di natura finanziaria se ne aggiunge una "indiretta", ossia l'inflazione prospettica, che interviene nell'articolazione dei flussi di cassa attraverso la rivalutazione del canone di locazione e l'adeguamento dei costi associati agli interventi di manutenzione straordinaria e alle spese in conto capitale (CapEx). Dunque, le variabili finanziarie considerate sono:

- $I$ , cioè l'EURIRS calcolato come media ponderata relativa alle rilevazioni dei dodici mesi antecedenti la data della stima;
- $B$ , ossia il rendimento atteso dei titoli di Stato calcolato nello stesso periodo della variabile  $I$ ;
- $F$ , rappresentativo del tasso di inflazione prospettica.

Le variabili "indirette" considerate sono rappresentative di:

- destinazione d'uso;
- stato locativo;
- canone in essere;
- rapporto con il contesto;
- superficie.

In merito alle destinazioni d'uso prese a riferimento, sono state considerate quelle indicate dall'Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI) dell'Agenzia dell'Entrate, ovvero: *i)* residenziale (R); *ii)* direzionale (D); *iii)* commerciale (C); *iv)* produttivo (P).

I procedimenti *income approach*, quali la DCFA, trovano applicazione nell'ambito delle valutazioni di quegli immobili, per cui non esiste un mercato delle compravendite particolarmente dinamico e/o il valore dell'*asset* dipende dalla sua capacità di generare un reddito da locazione. Ne consegue che un ruolo chiave nella stima del DR di tali immobili deriva dallo stato locativo e dal canone in essere; lo stato locativo è considerato mediante tre variabili binarie che differenziano gli immobili completamente locati ( $L$ ) da quelli sfitti ( $N$ ) e parzialmente locati ( $M$ ).

Il canone di affitto in essere (*passing rent*) è stato tenuto in considerazione mediante l'utilizzo di tre variabili binarie:

- immobili locati ad un canone inferiore a quello meritato (*under rented*):

$$U = 1 \text{ se } \frac{PR - ERV}{ERV} \leq -10\% \quad \text{o l'immobile è sfitto, altrimenti è uguale a zero;}$$

- immobili locati ad un canone superiore a quello meritato (*over rented*):

$$O = 1 \text{ se } \frac{PR-ERV}{ERV} \geq 10\%, \text{ altrimenti è uguale a zero;}$$

- immobili locati a mercato:

$$E = 1 \text{ se } -10\% < \frac{PR-ERV}{ERV} < 10\%, \text{ altrimenti è uguale a zero.}$$

dove,  $PR$  rappresenta la *passing rent* per unità di superficie commerciale ed  $ERV$  il corrispondente canone di mercato (*estimated rental value*).

Le percentuali di soglia del +/-10%, che determinano la classe *under rented/over rented/a mercato*, sono state scelte mutuando le prassi normalmente applicate dagli enti di valutazione nell'attribuzione della congruità dei canoni.

Il contesto nel quale si colloca l'immobile influenza fortemente il valore dell'*asset* anche mediante la volatilità dei flussi e quindi la rischiosità dell'operazione implicitamente considerata dal DR (Quan & Titman, 2019); partendo dalle quotazioni elaborate dall'OMI per la microzona nella quale ricade l'immobile e la specifica destinazione d'uso, sono state considerate tre variabili binarie che analizzano il rapporto rispetto al valore di mercato ( $MV$ ):

- immobile il cui  $MV$  è inferiore alle quotazioni medie di zona:

$$Z = 1 \text{ se } \frac{MV-O_{MIN}}{O_{MIN}} \leq -20\%, \text{ altrimenti è uguale a zero;}$$

- immobile il cui  $MV$  è superiore alle quotazioni medie di zona:

$$Y = 1 \text{ se } \frac{MV - O_{MAX}}{O_{MAX}} \geq 20\%, \text{ altrimenti è uguale a zero;}$$

- immobile il cui  $MV$  è all'interno del range medio di zona:

$$W = 1 \text{ se } \frac{MV-O_{MIN}}{O_{MIN}} > 20\% \text{ e } \frac{MV-O_{MAX}}{O_{MAX}} < 20\%, \text{ altrimenti è uguale a zero.}$$

dove,  $MV$  è il valore di mercato per unità di superficie commerciale,  $O_{MIN}$  ( $O_{MAX}$ ) è l'estremo inferiore (superiore) del *range* di quotazioni elaborato dall'OMI. In pratica, il posizionamento dell'immobile rispetto al contesto in cui si colloca si considera attraverso l'analisi del rapporto tra  $MV$  e quotazioni OMI; la scelta di ampliare il *range* delle quotazioni OMI del 20% sia nell'estremo inferiore che in quello superiore, deriva dal confronto delle quotazioni elaborate da altre fonti informative come *Scenari Immobiliari* e *Nomisma*. Tali variabili sono *proxy* della percezione che il valutatore ha del posizionamento dell'immobile rispetto al contesto di riferimento.

L'ultima variabile considerata è la superficie commerciale normalizzata ( $S$ ) rispetto alla specifica destinazione d'uso, escludendo il frattile inferiore e superiore del 5% della distribuzione delle superfici presenti nel database di riferimento; tale normalizzazione permette: *i*) di applicare la metodologia proposta in modo automatizzato ed in linea con la teoria dell'ordinarietà; *ii*) di evitare di dare un peso eccessivo alle code della distribuzione relative a situazioni episodiche e scarsamente ricorrenti.

In sintesi, la forma funzionale considerata è di tipo lineare, secondo la seguente espressione:

$$DR = (i \cdot I + b \cdot B + f \cdot F) + (d \cdot D + c \cdot C + p \cdot P + r \cdot R) + (l \cdot L + m \cdot M + n \cdot N) + (u \cdot U + e \cdot E + o \cdot O) + (z \cdot Z + w \cdot W + y \cdot Y) + s \cdot S + \varepsilon \quad (2)$$

dove  $DR$  è la variabile dipendente, mentre il significato delle variabili indipendenti viene riepilogato in Tabella 1. Le lettere in minuscolo indicano i coefficienti associati all'analisi di regressione ed  $\varepsilon$  è la costante.

**Tabella 1.** Quadro sinottico delle variabili dipendenti

No.	Variabile	Descrizione	Tipo
1	I	Media annua ponderata EURIRS	Numerico
2	B	Media annua ponderata BTP	Numerico
3	F	Media annua inflazione	Numerico
4	D	Direzionale	Dummy
5	C	Commerciale	Dummy
6	P	Produttivo	Dummy
7	R	Residenziale	Dummy
8	L	Locato	Dummy
9	M	Parzialmente locato	Dummy
10	N	Sfitto	Dummy
11	U	<i>Under rented</i>	Dummy
12	E	Locato a mercato	Dummy
13	O	<i>Over rented</i>	Dummy
14	Z	Immobile inferiore al mercato	Dummy
15	W	Immobile superiore al mercato	Dummy
16	Y	Immobile in linea con il mercato	Dummy
17	S	Superficie normalizzata	Numerico
18	$\varepsilon$	Costante	Numerico

## 4. Caso studio

La metodologia descritta nel paragrafo precedente è applicata ad un caso studio relativo al mercato immobiliare italiano al fine di verificare se: *i)* esiste un comportamento ordinario del valutatore; *ii)* tale comportamento è rappresentabile mediante un'equazione lineare costruita attraverso una regressione; *iii)* quali sono le variabili che maggiormente intervengono nella formazione del DR.

### 4.1. Costruzione del database

Il database di partenza, denominato "DB Immobili", è costituito da circa 9.000 *asset* di proprietà di fondi immobiliari oggetto di valutazione semestrale al 31 dicembre del 2019, 2020 e 2021, per un valore complessivo di circa 52,7 miliardi di euro.

Il DB Immobili ben rappresenta il mercato degli immobili "speciali", in quanto il valore di mercato (MV) totale del DB Immobili è circa il 29% del *Gross Asset Value* (GAV) di fondi immobiliari italiani (As-sogestioni, 2022). Il patrimonio è distribuito in modo piuttosto uniforme rispetto ai 3 anni, mentre da un punto di vista geografico le regioni più rappresentate sono il Lazio (29%) e la Lombardia (41%). Questo dato è dovuto alla polarizzazione del mercato immobiliare "speciale" nelle città di Milano e Roma: in particolare, il capoluogo lombardo per il fermento economico della città, mentre la capitale d'Italia per il suo ruolo istituzionale che vede una concentrazione di edifici di rappresentanza (Tabella 2). Il DB Immobili è stato predisposto rispetto a due livelli: *i)* sono state considerate esclusivamente le destinazioni d'uso censite dall'OMI (direzionale, commerciale, produttiva e residenziale), al fine di permettere il successivo arricchimento del database; *ii)* sono stati eliminati i dati anomali e incompleti. Al termine delle operazioni di pulizia si è costruito il "DB Analizzato", che considera circa il 36% del "DB Immobili" originario (Tabella 3).

**Tabella 2.** Numeri Principali DB Immobili

Parametro	2019	2020	2021	TOT
Valore di mercato (€)	19.424.138.755	16.006.107.028	17.252.638.546	52.682.884.329
Superficie Commerciale (m <sup>2</sup> )	27.156.007	24.111.754	22.617.284	73.885.045
Valore di mercato unitario(€/m <sup>2</sup> )	715	664	763	713
Numero <i>asset</i>	3.663	2.271	2.943	8.877
Valore di mercato per Immobile (€)	5.302.795	7.048.044	5.862.263	5.934.762
GAV fondi immobiliari (€)	57.754.917.969	59.670.472.656	66.104.750.000	183.530.140.625
Percentuale valutato sul GAV	34%	27%	26%	29%

**Tabella 3.** Numeri Principali DB Analizzato

Parametro	2019	2020	2021	TOT
Valore di mercato (€)	6.330.241.400	5.895.982.000	6.812.408.450	19.038.632.850
Superficie Commerciale (m <sup>2</sup> )	3.712.154	3.611.523	4.123.413	11.447.089
Valore di mercato unitario(€/m <sup>2</sup> )	1.705	1.633	1.652	1.663
Numero <i>asset</i>	583	462	613	1.658
Valore di mercato per Immobile (€)	10.858.047	12.761.866	11.113.227	11.482.890
GAV fondi immobiliari (€)	57.754.917.969	59.670.472.656	66.104.750.000	183.530.140.625
Percentuale valutato sul GAV	11%	10%	10%	10%

Rispetto al valore di mercato complessivo (Tabella 4), il DB Analizzato vede la netta prevalenza di immobili a destinazione direzionale (61,6%) seguito da immobili a destinazione commerciale (18,0%) e produttiva (15,8%); gli immobili residenziali rappresentano una quota residuale del DB (4,6%). In accordo con le *best practice* valutative, mediamente l'orizzonte temporale considerato nel DCFA è di quindici anni, valore in linea con la durata dei fondi immobiliari che varia tra i dieci ed i trenta anni; la deviazione standard è di circa tre anni, indice che rispetto a tale variabile il comportamento risulta abbastanza uniforme e indipendente dalla destinazione d'uso (Tabella 4). Più della metà degli immobili (56%) è interamente locato, circa un quarto (27%) è parzialmente locato e una percentuale marginale (17%) è costituita da immobili sfitti; questa suddivisione rispecchia l'esigenza di creare un flusso di cassa positivo piuttosto uniforme, quindi connesso ai ricavi da locazione, al fine di garantire agli investitori il rendimento target e la distribuzione degli utili previsti.

**Tabella 4.** Breakdown DB Analizzato per destinazione d'uso e focus periodi DCFA

Destinazione	% rispetto al valore di mercato	Media di Periodi DCFA (anni)	Min di periodi DCFA (anni)	Max di periodi DCFA (anni)	Dev. Standard
Commerciale	18,0%	15	6	71	3
Produttiva	15,8%	16	6	30	4
Residenziale	4,6%	14	10	22	4
Direzionale	61,6%	15	3	26	3
Totale	100,0%	15	3	71	3

**Tabella 5.** Breakdown DB Analizzato per destinazione d'uso e focus periodi DCFA

Destinazione	Media DR	Min DR	Max DR
Commerciale	6,97%	5,10%	9,60%
Centro	7,00%	5,20%	8,70%
Isole	7,30%	6,40%	8,80%
Nord-est	7,00%	5,30%	9,60%
Nord-ovest	6,85%	5,10%	9,10%
Sud	7,55%	6,50%	8,20%
Produttiva	7,21%	5,60%	9,60%
Centro	6,98%	5,70%	9,60%
Isole	7,22%	6,95%	7,50%
Nord-est	7,21%	5,60%	9,50%
Nord-ovest	7,27%	5,90%	9,60%
Sud	7,26%	6,50%	7,75%
Residenziale	5,73%	4,00%	7,80%
Centro	5,50%	4,50%	7,80%
Isole	6,50%	6,50%	6,50%
Nord-est	6,23%	4,00%	7,40%
Nord-ovest	5,99%	4,65%	7,60%
Sud	7,17%	7,10%	7,30%
Direzionale	6,74%	4,80%	10,00%
Centro	6,58%	4,95%	8,65%
Isole	6,90%	6,20%	7,80%
Nord-est	6,83%	5,50%	8,10%
Nord-ovest	6,79%	4,80%	10,00%
Sud	7,02%	6,00%	7,90%
<b>Totale</b>	<b>6,82%</b>	<b>4,00%</b>	<b>10,00%</b>

Se analizziamo il DR rispetto alla destinazione d'uso (Tabella 5) si osserva che per gli immobili produttivi (es. capannoni industriali) i valutatori considerano mediamente un DR superiore alle altre destinazioni d'uso, seguito da quelli a destinazione commerciale, direzionale ed infine il residenziale; questo comportamento riflette le aspettative circa il costo opportunità del capitale di debito e di *equity* impiegato nelle operazioni immobiliari e la volatilità dei flussi attesi. Nonostante la contenuta deviazione standard dei DR, i *range* di intervallo variano nell'ordine del 4-5% a seconda delle specifiche situazioni rappresentate attraverso le variabili precedentemente introdotte. Approfondendo l'analisi anche rispetto alle macro-aree geografiche dell'Italia (nord-est, nord-ovest, centro, sud e isole), si può notare che per tutte le destinazioni d'uso ad eccezione di quelle produttive, le valutazioni di *asset* riscontrate nel sud e nelle isole presentano dei DR mediamente più elevati rispetto a quelli riscontrati nelle altre aree del Paese: queste aree sono economicamente più svantaggiate, quindi probabilmente tale circostanza riflette la maggiore rischiosità percepita da parte del valutatore, che in pratica si traduce nel maggior rischio locativo; per i capannoni industriali il comportamento è più omogeneo e scarsamente dipendente dalla localizzazione.

Il DB Analizzato, è stato suddiviso in due sottoinsiemi (DB) analoghi, denominati *training set* e *validation set*; ciascun DB ha più di 800 *asset*, il primo rappresenta il 53% della superficie com-

merciale del DB Analizzato e il 48% del valore di mercato ed il secondo il 47% della superficie commerciale del DB Analizzato e il 52% del valore di mercato. L'analisi di regressione è stata implementata sul *training set* per definire l'equazione che descrive il tasso di attualizzazione in funzione delle variabili precedentemente introdotte; una volta determinati i coefficienti, i segni e l'intercetta della regressione e analizzati i principali indicatori statistici associati, l'equazione è stata applicata al *validation set* al fine di testarne la replicabilità.

#### 4.2. Analisi della regressione

Al fine di contenere gli oneri computazionali e semplificare la funzione rappresentativa del DR stimato, per ciascuna categoria di variabili *dummy* si è eliminata una variabile (nn. 7, 10, 13 e 16) passando da 17 a 13 variabili da implementare nell'analisi di regressione. Questa semplificazione è resa possibile grazie al procedimento utilizzato per la costruzione delle variabili afferenti allo specifico aspetto analizzato, ovvero le variabili binarie relative a destinazioni d'uso, stato locativo, canone in essere e rapporto con il contesto. A titolo di esempio si riporta nella tabella 6 l'output dell'applicazione del procedimento per la variabile stato locativo.

La Tabella 7 mostra i risultati della regressione sul *training set* ed una breve descrizione delle variabili considerate.

Come precedentemente riportato le variabili indipendenti (Tabella 7) sono rappresentative delle seguenti categorie:

- caratteristiche finanziarie (nn. da 1 a 3);
- destinazione d'uso (nn. da 4 a 7);
- stato locativo (nn. da 8 a 10);
- anone in essere (nn. da 11 a 13);
- rapporto con il contesto (nn. da 14 a 16);
- superficie (n. 17).

I test statistici eseguiti sul *training set* hanno evidenziato un'elevata affidabilità del modello ottenuto: lo scostamento medio (in valore assoluto) tra il DR inserito dal valutatore e quello stimato è pari al 3,5%, e lo scostamento massimo è minore del 10%. L'R al quadrato corretto è pari a 0,82, quindi il modello spiega efficacemente il fenomeno indagato, il test di significatività (*p-value*) dà un valore minore del 5% per tutte le variabili. Lo scostamento massimo tra il DR stimato e rilevato, quindi il conseguente *range* di affidabilità, è pari a 60 *basis point*. Applicando la regressione al *validation set*, si riscontra uno scostamento medio del 12,4% e massimo del 20%, indice dell'estendibilità del modello.

**Tabella 6.** Esempio del processo di semplificazione per la variabile "stato locativo"

Versione originaria			▶	Versione semplificata		Significato
L	M	N		L	M	
1	0	0		1	0	Locato
0	1	0		0	1	Parzialmente locato
0	0	1		0	0	Sfitto



**Tabella 7.** Coefficienti di regressione e costante associate alla regressione

No.	Var.	Descrizione	Coefficiente	MIN	MAX	Tipo
1	I	Media annua ponderata EURIRS	+1,280%	-0,13	0,77	Numerico
2	B	Media annua ponderata BTP	-0,242%	0,24	3,09	Numerico
3	F	Media annua inflazione	-0,306%	-0,17	1,53	Numerico
4	D	Direzionale	+1,279%	0	1	Dummy
5	C	Commerciale	+1,539%	0	1	Dummy
6	P	Produttivo	+1,946%	0	1	Dummy
7	R	Residenziale	NA	0	1	Dummy
8	L	Locato	-0,570%	0	1	Dummy
9	M	Parzialmente locato	-0,227%	0	1	Dummy
10	N	Sfitto	NA	0	1	Dummy
11	U	<i>Under rented</i>	-0,346%	0	1	Dummy
12	E	Locato a mercato	-0,264%	0	1	Dummy
13	O	<i>Over rented</i>	NA	0	1	Dummy
14	Z	Immobile inferiore al mercato	+1,045%	0	1	Dummy
15	W	Immobile superiore al mercato	0,465%	0	1	Dummy
16	Y	Immobile in linea con il mercato	NA	0	1	Dummy
17	S	Superficie normalizzata	+0,808%	0	1	Numerico
18	$\epsilon$	Costante	+5,653%	NA	NA	Numerico

Nel modello di regressione tutte le variabili hanno un ruolo rilevante nella determinazione del DR e la costante assume un peso significativo. Il comportamento delle variabili rappresentative delle categorie destinazione d'uso e stato locativo è in linea con le aspettative empiriche; in particolare, *coeteris paribus*, gli immobili a destinazione produttiva hanno un DR superiore a quelli a destinazione commerciale, segue il direzionale ed infine il residenziale, tipicamente ritenuta la destinazione d'uso meno rischiosa. Per quanto riguarda lo stato locativo si osserva che ad un immobile locato ( $L=1$ ) corrisponde un DR più basso rispetto a quello associato ad un immobile sfitto ( $N=1$ ): questa contingenza è indice del fatto che i valutatori, coerentemente con il ragionamento degli investitori, percepiscono meno rischiosi gli immobili locati. Per la medesima ragione un immobile locato con un canone superiore a quello di mercato ( $O=1$ ) è caratterizzato da un DR più elevato rispetto ad uno con canone a mercato ( $E=1$ ) o sottomercato ( $U=1$ ). Un immobile con caratteristiche inferiori al mercato di riferimento ( $Z=1$ ) risulta avere un DR superiore ad un immobile in linea ( $W=1$ ) o superiore al mercato ( $Y=1$ ). Al crescere della superficie commerciale ( $S$ ) aumenta il DR, segno che gli immobili più grandi vengono concepiti come maggiormente rischiosi rispetto a quelli più piccoli.

Passando all'analisi delle variabili finanziarie si denota che all'aumentare dell'EURIRS ( $I$ ) aumenta il DR come conseguenza diretta dell'aumento del costo del denaro, ossia di  $k_D$  all'interno del WACC; tale comportamento potrebbe anche essere interpretato come segnale premonitore di una minore liquidità legata all'aumento dei tassi di interesse con delle ripercussioni inevitabili sul mercato immobiliare, quindi sul valore di mercato, che è strettamente connesso ai prestiti bancari (Banca d'Italia, 2023). Il comportamento delle altre variabili finanziarie non risulta immediatamente interpretabile, forse in virtù dello scostamento temporale tra cicli finanziari e immobiliari (Wheaton, 2003; Chinloy, 1996), limite

probabilmente superabile mediante l'utilizzo di forme funzionali più complesse. L'aumento del rendimento dei titoli di stato ( $B$ ) comporta una crescita della componente *risk free*, e quindi ci si attenderebbe un corrispondente aumento del DR, anche perché l'incremento dei Buoni del Tesoro (BTP) è legato alla crescita del rischio Paese. Tuttavia, nei periodi storici di instabilità finanziaria spesso gli investitori preferiscono indirizzare i propri capitali verso l'immobiliare concepito come "bene rifugio": ciò giustificherebbe il segno negativo associato al coefficiente di tale variabile, in quanto se il mercato obbligazionario-azionario è più rischioso, quello immobiliare diventa maggiormente appetibile e quindi il DR decresce.

Infine, per comprendere il comportamento dell'inflazione, data l'impossibilità di stimare in modo attendibile l'andamento futuro di questa variabile, solitamente i valutatori fanno delle ipotesi esclusivamente sull'inflazione dei primi due anni successivi al momento della valutazione, mentre l'inflazione prospettica (a partire dal terzo anno) nell'area Euro è posta intorno al 2% (De Guindos, 2023); quindi l'aumento dell'inflazione ( $F$ ) ha un effetto più marcato sui ricavi (cioè i canoni) e sui costi (cioè CapEx) nei primi 2 anni. Per le destinazioni d'uso considerate (che escludono le aree edificabili), i ricavi superano i costi, quindi nel caso di un aumento di  $F$ , a parità di DR, si avrà un aumento del valore di mercato connesso ad un incremento dei canoni di locazione indicizzati; questo comportamento è amplificato dal segno negativo associato a tale variabile indipendente e dalla conseguente diminuzione del DR. Il modello restituisce una crescita del MV superiore all'inflazione, probabilmente perché il mercato immobiliare, nell'attuale contingenza economica, è normalmente è percepito come un "rifugio sicuro".

## 5. Conclusioni

Con riferimento all'applicazione diffusa del metodo *income approach* della DCFA nella valutazione del valore di mercato di immobili speciali, la ricerca ha proposto una metodologia per la valutazione della variabile più incerta che influisce in modo significativo sulla valutazione finale, ovvero il DR. Attraverso l'applicazione di un'analisi di regressione su un ampio set di dati di valutazioni sviluppate, la metodologia ha replicato il comportamento ordinario che i valutatori applicano nella stima del DR. L'utilizzo di un doppio set di dati (*training set* e *validation set*) ed i buoni risultati dei test statistici, rendono ammissibile la replicabilità del modello ad altre valutazioni aventi ad oggetto particolari *asset* immobiliari. La forma funzionale del modello regressivo ottenuto è di facile interpretazione, consentendo di identificare agevolmente il ruolo di ciascuna variabile nella formazione del DR, spesso confermando l'esperienza empirica, e di ripercorrere il comportamento del valutatore ordinario.

Prospettive di ricerca future riguarderanno la possibilità di mettere a punto uno strumento che, sulla base dell'equazione determinata e a seguito dell'inserimento dei valori assunti per il caso specifico in esame dalle variabili indipendenti, permetta di stimare il DR con un intervallo di confidenza nell'ordine dei 60 *basis point*. Ciò consentirebbe di: *i*) rendere maggiormente oggettiva la fase di individuazione del DR mediante un'accurata analisi del contesto di riferimento; *ii*) aumentare l'attendibilità del valore di mercato determinato mediante l'implementazione della DCFA; *iii*) fornire un supporto ai valutatori meno esperti.

Ulteriori possibili sviluppi futuri, volti ad una maggior generalizzazione del risultato ed alla rappresentazione di fenomeni con comportamento non lineare, potranno riguardare: *i*) l'estensione del modello anche alle destinazioni non censite dall'OMI utilizzando altre fonti informative; *ii*) l'aumento del DB utilizzato (riferendolo anche all'attualità); *iii*) l'applicazione di algoritmi innovativi che tengano in maggiore considerazione anche la componente spaziale e prevedano forme funzionali più articolate; *iv*) l'utilizzo della logica *fuzzy* per superare i limiti delle variabili binarie; *v*) la ricalibrazione di *training set* e *validation set*.

## Riconoscimenti

Questo studio è stato sviluppato nell'ambito dell'attuale ricerca P.R.I.N Project 2022: "INSPIRE—Improving Nature-Smart Policies through Innovative Resilient Evaluations", Grant number: 2022J7RWNF.

## Contributo degli autori

Il lavoro va attribuito in parti uguali agli Autori.

## Bibliografia

- Accetta, G. (1998). Supporting capitalisation rates. *Appraisal Journal*, 66(4), 371-374.
- Akerson, C. (1984). *Capitalisation Theory and Techniques, Study Guide*. Chicago, IL (USA): Appraisal Institute.
- Ambrose, B., & Nourse, H. (1993). Factors influencing capitalisation rates. *Journal of Real Estate Research*, 8(2), 221-237.
- Anderson, C., Dietz, M., Gordon, A., & Klawitter, M. (2004). Discount rates in Vietnam. *Economic development and cultural change*, 52(4), 873-887.
- Arditti, F. (1973). The weighted average cost of capital: some questions on its definition, interpretation, and use. *The journal of finance*, 28(4), 1001-1007.
- Assogestioni. (2022). *Mappa mensile del Risparmio Gestito. Dicembre 2021*. .
- Banca d'Italia. (2023, 08 10). *Sondaggio congiunturale sul mercato delle abitazioni in Italia - 2° trimestre 2023*. Tratto da <https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/sondaggio-abitazioni/2023-sondaggio-abitazioni/02/index.html>
- Bleich, D. (2023). The reaction of multifamily capitalisation rates to natural disasters. *Journal of Real Estate Research*, 25(2), 133-144.
- Blume, M., & Friend, I. (1973). A new look at the capital asset pricing model. *The journal of finance*, 28(1), 19-33.
- Breidenbach, M., Mueller, G., & Schulte, K. (2006). Determining real estate betas for markets and property types to set better investment hurdle rates. *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 12(1), 73-80.
- Brusov, P., Filatova, T., Orehova, N., & Brusova, N. (2011). Weighted average cost of capital in the theory of Modigliani–Miller, modified for a finite lifetime company. *Applied Financial Economics*, 21(11), 815-824.
- Chaney, A., & Hoesli, M. (2012). Transaction-based and appraisal-based capitalisation rate determinants. *Swiss Finance Institute Research Paper*, 12-28.
- Chaney, A., & Hoesli, M. (2015). Multifamily residential asset and space markets and linkages with the economy. *Journal of Property Research*, 32(1), 50-76.
- Chen, J., Hudson-Wilson, S., & Nordby, H. (2004). Real estate pricing: spreads & sensibilities: why real estate pricing is rational. *J. Real Estate Portf. Manag.*, 10 (1), 1-21.
- Chichernea, D., Miller, N., Fisher, J., Sklarz, M., & White, B. (2008). A cross-sectional analysis of cap rates by msa. *Journal of Real Estate Research*, 30(3), 249-292.
- Chinloy, P. (1996). Real Estate Cycles: Theory and Empirical Evidence. *Journal of Housing Research*, 7 (2), 173-190.
- Chuangdumrongsomsuk, M., & Fuerst, F. (2017). Determinants of Cap Rates in U.S. Office markets. *Journal of Real Estate Literature*, 25(2), 265-282.
- Clayton, J., Ling, D., & Naranjo, A. (2009). Commercial real estate valuation: Fundamentals versus investor sentiment. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 38(1), 5-37.
- Council, I. V. (2022). *International Valuation Standards (IVS)*.
- Cropper, M., Freeman, M., Groom, B., & Pizer, W. (2014). Declining discount rates. *American Economic Review*, 104(5), 538-543.
- D'Amato, M. (2017). Cyclical Capitalisation and Lag Vacancy. *Journal of European Real Estate Research*, 10(2), 211-238.
- D'Amato, M., & Amoruso, P. (2018). Application of a Cyclical Capitalisation Model to the London Office Market. *International Real Estate Review*, 21(1), 113-143.
- De Guidos, L. (2023, 8 10). Tratto da The inflation outlook and monetary policy in the euro area, Keynote speech by the Vice-President of the ECB, 2023: <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2023/html/ecb.sp230707~8f8f9debc6.en.html>
- Del Giudice, V., Passeri, A., De Paola, P., & Torrieri, F. (2014). Estimation of risk-return for real estate investments by applying Ellwood's model and real options analysis: An application to the residential real estate market of Naples. *Applied Mechanics and Materials*, 1570-1575.
- Devaney, S., Livingston, N., McAllister, P., & Nanda, A. (2019). DEVANEY, S., LIVINGSTONE, N., MCALLISTER, P., NANDA, A., Capitalisation rates and transaction activity in international office markets: A global

- perspective. *Global Finance Journal*, 42.
- Di Liddo, F., Morano, P., & Tajani, F. (2023). Cultural and religious heritage enhancement initiatives: A logic-operative method for the verification of the financial feasibility. *Journal of Cultural Heritage*, 387-395.
- Elbannan, M. (2015). The capital asset pricing model: an overview of the theory. *International Journal of Economics and Finance*, 7(1), 216-228.
- Elliehausen, G., & Nichols, J. (2012). Determinants of capitalisation rates for office properties. *Federal Reserve Board Working*.
- Ellwood, L. (1959). *Ellwood tables for real estate appraising and financing*. Pensacola, FL (USA): Ballinger Publishing Company.
- Fama, E., & French, K. (2004). The capital asset pricing model: Theory and evidence. *Journal of economic perspectives*, 18(3), 25-36.
- Fisher, J., & Martin, R. (1994). *Income Property Valuation*. La Crosse, WI (USA): Dearbon Real Estate Education.
- Forte, C., & De Rossi, B. (1974). *Principi di economia ed estimo*. Milano, Italy: ETAS.
- Frank, M., & Shen, T. (2016). Investment and the weighted average cost of capital. *Journal of Financial Economics*, 119(2), 300-315.
- French, N. (2020). Property valuation in the UK: material uncertainty and COVID-19. *Journal of Property Investment & Finance*, 38 (5), 463-470.
- French, N., & Gabrielli, L. (2005). Discounted cash flow: accounting for uncertainty. *Journal of Property Investment & Finance*, 23 (1), 75-89.
- Gabrielli, L., & French, N. (2020). Pricing to market: property valuation methods—a practical review. *Journal of Property Investment & Finance*, 39(5), 464-480.
- Galagedera, D. (2007). A review of capital asset pricing models. *Managerial Finance*, 33(10), 821-832.
- Geltner, D., Miller, N., Clayton, J., & Eicholtz, P. (2007). *Commercial real estate*. Mason: Thomson Higher Education.
- Gollier, C., & Weitzman, M. (2010). How should the distant future be discounted when discount rates are uncertain? *Economics Letters*, 107(3), 350-353.
- Gordon, M., & Shapiro, E. (1956). Capital equipment analysis: the required rate of profit. *Management Science*, 3(1), 102-110.
- Guatri, L. (1998). *Trattato sulla valutazione delle aziende*. Milano, Italy: EGEA.
- Howarth, R., & Norgaard, R. (1993). Intergenerational transfers and the social discount rate. *Environmental and Resource Economics*, 3(4), 337-358.
- International Valuation Standards Council. (2022). *International Valuation Standards (IVS)*.
- Jasinska, E., & Preweda, E. (2021). Statistical modelling of the market value of dwellings, on the example of the city of Kraków. *Sustainability*, 13 (162).
- Kazdin, S. (1944). Capitalisation Rate Under Present Market Condition. *The Appraisal Journal*, 305-317.
- Knight, F. (1921). *Risk, Uncertainty, and Profit*. Houghton Mifflin.
- Larriva, M. (2022). Cap Rates as a Function of Real Economic Growth. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(8).
- Ling, D., & Naranjo, A. (1997). Economic risk factors and commercial real estate returns. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14(3), 283-307.
- Locurcio, M., Morano, P., Tajani, F., & Di Liddo, F. (2020). An innovative GIS-based territorial information tool for the evaluation of corporate properties: An application to the Italian context,. *Sustainability* (12).
- Massimo, D., De Paola, P., Musolino, M., Malerba, A., & Del Giudice, F. (2022, 12(5)). Green and Gold Buildings? Detecting Real Estate Market Premium for Green Buildings through Evolutionary Polynomial Regression. *Buildings*.
- McDonald, J. (2015). Capitalisation rates for commercial real estate investment decisions. *Journal of Property Investment & Finance*, 33(3), 242-255.
- McGrath, K. (2013). The effects of eco-certification on office properties: a cap rates-based analysis. *Journal of Property Research*, 30(4), 345-365.
- Medici, G. (1972). *Principi di Estimo*. Bologna, Italy: Calderini.

- Miles, J., & Ezzell, J. (1980). The weighted average cost of capital, perfect capital markets, and project life: a clarification. *Journal of financial and quantitative analysis*, 15(3), 719-730.
- Morri, G., & Benedetto, P. (2017). *Valutazione immobiliare*. Milano, Italy: EGEA.
- Napoli, G., Giuffrida, S., Trovato, M., & Valenti, A. (2017). Cap rate as the interpretative variable of the urban real estate capital asset: A comparison of different sub-market definitions in Palermo, Italy. *Buildings*, 7(3).
- National Regulatory Authorities IRG – Regulatory Accounting. (2023, 8 10). *Principles of Implementation and Best Practice for WACC calculation, 2007*. Tratto da [https://www.berec.europa.eu/sites/default/files/files/publications/consult\\_principles\\_best\\_implem/erg](https://www.berec.europa.eu/sites/default/files/files/publications/consult_principles_best_implem/erg)
- Netzell, O. (2009). A study of micro-level variation in appraisal-based capitalisation rates. *Journal of Property Research*, 26(3), 253-263.
- Newell, R., & Pizer, W. (2003). Discounting the distant future: How much do uncertain rates increase valuations? *Journal of Environmental Economics and Management*, 46 (1), 52-71.
- Perold, A. (2004). The capital asset pricing model. *Journal of economic perspectives*, 18(3), 3-24.
- Peyton, M. (2009). Capital markets impact on commercial real estate cap rates: A practitioner's view. *The Journal of Portfolio Management*, 35(5), 38-49.
- Pivo, G. (2010). Owner-tenant engagement in sustainable property investing. *Journal of Sustainable Real Estate*, 2(1), 184-199.
- Quan, D., & Titman, S. (2019). Commercial Real Estate Prices and Stock Market Returns: An International Analysis. *Financial Analysts Journal*, 53(3), 21-34.
- Reilly, R., & Wecker, W. (1973). On the weighted average cost of capital. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 8(1), 123-126.
- RICS. (2022). *RICS Valuation – Global Standards*. London.
- Roll, R., & Ross, S. (1980). An empirical investigation of the arbitrage pricing theory. *The Journal of finance*, 35(5), 1073-1103.
- Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *The Journal of Finance* 19(3), 425-442.
- Simons, R., Arbel, Y., Choi, E., & Shahar, D. (2011). Explaining the Variation in Residential Capitalisation Rates Worldwide: A Preliminary Investigation. *The ERES Journal*, 1-10.
- Sivitanidodu, R., & Sivitanides, P. (1999). Office capitalisations rates: Real estate and capital market influences. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 18(3), 297-322.
- Tajani, F., Anelli, D., Di Liddo, F., & Morano, P. (2023). An innovative methodology for the assessment of the social discount rate: an application to the European states for ensuring the goals of equitable growth. *Smart and Sustainable Built Environment*.
- Tajani, F., Torre, C. M., & Di Liddo, F. (2019). Financial feasibility assessment of public property assets valorization: a case study in Rome (Italy). *Computational Science and Its Applications-ICCSA 2019: 19th International Conference*. Saint Petersburg, Russia.
- Torrieri, F., De Paola, P., Basile, M., Vacca, G., & Del Giudice, V. (2021). Cost benefit analysis for a hydraulic project: A case study. *Smart Innovation, System and Technologies*, 2159-2168.
- UBS. (2022). *UBS Global Real Estate Bubble Index, For Housing Markets of Select Cities*. Zurich: Neidart-Schon.
- Unbehaun, F., & Fuerst, F. (2018). Cap rates and risk: a spatial analysis of commercial real estate. *Studies in Economics and Finance*, 35(1), 25-43.
- Wheaton, W. (2003). Real Estate "Cycles": Some Fundamentals. *Real Estate Economics*, 27(3), 209-230.
- Ziobrowski, B., & Ziobrowski, A. (2020). Higher Real Estate Risk and Mixed-Asset Portfolio Performance. *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 3, 107-115.

