



Quaderni dell' Osservatorio
Appunti di Economia immobiliare

Anno Terzo - Numero Uno - Dicembre 2014

Quaderni dell'Osservatorio

Appunti di Economia immobiliare

Iscritto al Registro della stampa del Tribunale di Roma n. 141/2012 del 14.05.2012

Anno III – Numero 1 – Dicembre 2014

Direttore editoriale

Gianni Guerrieri

Direttore responsabile

Massimo Ioly

Caporedattore

Caterina Andreussi

Redazione

Erika Ghirardo

Antonio Iazzetta

Alessandra Storniolo

Hanno collaborato

Luciano Biotti

Raffaele Ciula

Luigi Del Monaco

Mauro Iacobini

Stefano Ianuarii

Gaetano Lisi

Redazione

Largo Leopardi 5, 00187 Roma - Telefono 0650543632

at_quaderni@agenziaentrate.it

Indice

Presentazione dei Quaderni di Gianni Guerrieri	pag. 5
Ricerche e Analisi della DC OMISE	pag. 7
Misure di iniquità dei valori catastali	pag. 9
Effetti di non linearità nei modelli edonici: Un esercizio di regressione quantilica	pag. 19
La stima dei fattori di aggiustamento: Uso di un processo analitico gerarchico	pag. 33
Commenti e riflessioni	pag. 41
Le stime immobiliari. La stima ai fini fiscali degli impianti fotovoltaici con il procedimento della Discounted Cash Flow Analysis (DCFA)	pag. 43

Presentazione

di Gianni Guerrieri

Nel 2014 *Quaderni dell'Osservatorio - Appunti di economia immobiliare* è pubblicato in numero unico e contiene, come di consueto, nella prima parte, dedicata alle *Ricerche e analisi della Direzione Centrale Osservatorio Mercato Immobiliare e Servizi Estimativi* (DC OMISE) dell'Agenzia delle Entrate, tre saggi su temi diversi che riflettono alcune linee di indagine e di ricerca della Direzione.

Un saggio è dedicato alle «*Misure di iniquità dei valori catastali*» nel quale, traendo spunto dai principali riferimenti della letteratura del settore e dagli *standard* internazionali, sono analizzati e misurati alcuni indici di dispersione dei rapporti tra i valori stimati a fini catastali e i prezzi di mercato e un indicatore di regressività (progressività) della valutazione. È inoltre analizzato il legame, secondo quanto previsto in letteratura, tra i valori stimati e i prezzi suggerendo alcune relazioni teoriche tra le due quantità, da stimare, sul piano applicato, attraverso tecniche di regressione. L'analisi quantitativa è svolta su un campione di oltre 200.000 abitazioni compravendute di cui sono conosciuti prezzi e valori catastali. Lo studio è particolarmente interessante perché offre più di uno spunto per individuare strumenti utili a misurare l'efficacia del nuovo sistema di valori che scaturirà dalla riforma del catasto dei fabbricati.

Un ulteriore saggio, intitolato «*Effetti di non linearità nei modelli edonici un esercizio di regressione quantilica*» descrive e applica, sulla base delle informazioni desunte dalle schede di rilevazioni utilizzate dall'OMI per stimare le quotazioni di mercato, alcune evoluzioni dei modelli edonici. La logica di tali evoluzioni è rappresentata dalla considerazione che i prezzi marginali delle caratteristiche sono in realtà influenzati anche dalle stessa fascia di prezzo in cui ricade l'immobile compravenduto. Implicitamente si riconosce che l'apprezzamento delle diverse caratteristiche muta in funzione del vincolo di bilancio (e quindi del reddito/ricchezza disponibile) cui è soggetto l'acquirente. Si tratta di uno studio che apre una nuova e crediamo proficua linea di ricerca nella spiegazione dei prezzi che si formano sul mercato.

Infine, «*La stima dei fattori di aggiustamento: uso di un processo analitico gerarchico*» dà conto di un lavoro di ricerca e sperimentazione attivato dalla DC OMISE e attuato presso gli Uffici provinciali – territorio dell'Agenzia delle entrate su circa 30 città italiane. Sostanzialmente la ricerca testa un metodo per affrontare la principale questione (criticità) attinente il metodo del *Sales Comparison Approach* che riguarda la metodologia da utilizzare per stimare i "fattori di aggiustamento". Quest'ultimi, infatti, sono usati per "pesare" le differenze nelle caratteristiche tra l'immobile oggetto di stima e ciascuno dei comparabili selezionati, al fine di ottenere da ogni prezzo di compravendita un potenziale valore di mercato (prezzo di vendita) del *subject*. La stima dei fattori di aggiustamento è però ancora troppo legata, nella prassi estimativa, al giudizio soggettivo basato sull'*expertise* del tecnico. I metodi normalmente proposti per superare questa criticità sono l'analisi di regressione multipla e l'analisi delle coppie di dati, ma entrambi presentano difficoltà che ne limitano l'uso concreto nelle valutazioni immobiliari, in particolare nelle stime puntuali. Per tale ragione la ricerca e la sperimentazione proposta propone un metodo empirico basato sull'*Analytic Hierarchy Process*, utilizzato però in modo originale al fine di conseguire lo scopo atteso: quello di pervenire a fattori di aggiustamento più

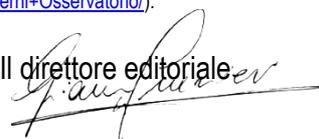
“congrui” in relazione ai prezzi da spiegare. I risultati sono fortemente incoraggianti e la ricerca e la sperimentazione sarà ulteriormente estesa ad altre realtà urbane.

Nella seconda sezione dei Quaderni - *Commenti e riflessioni* – è accolto, invece, un contributo specifico concernente «*La stima ai fini fiscali degli impianti fotovoltaici con il procedimento della Discounted Cash Flow Analysis (DCFA)*». In questo caso specifico si misura un metodo per stimare il valore di una particolare costruzione immobiliare: gli impianti fotovoltaici.

La pubblicazione dei *Quaderni* tornerà ad essere semestrale e quindi il prossimo numero sarà disponibile tendenzialmente entro 15 maggio del 2014 e sarà pubblicato sul sito internet dell’Agenzia delle Entrate. Sarà inviato per e-mail, a chi ne fosse interessato, il *link* alla specifica pagina di internet:

<http://www.agenziaentrate.gov.it/wps/content/Nsilib/Nsi/Documentazione/omi/Pubblicazioni/Quaderni+Osservatorio/>.

Il direttore editoriale



*Ricerche e analisi
dell'Osservatorio
del Mercato Immobiliare*

Misure di iniquità dei valori catastali

di Maurizio FESTA e Erika GHIRALDO

Introduzione

Gli interventi legislativi degli ultimi anni sulla tassazione immobiliare hanno suscitato un crescente interesse nel dibattito pubblico sul tema dell'iniquità delle attuali basi imponibili.

La tassazione immobiliare in Italia riguarda sia imposte dirette (sul reddito e sul patrimonio) sia indirette (sulle transazioni e sulle locazioni) riconducibili alle seguenti categorie:

- di natura "reddituale", sulla base del reddito prodotto dall'immobile (IRPEF, IRES);
- di natura "patrimoniale", sulla base del valore dell'immobile (IMU, TASI¹);
- sul trasferimento degli immobili (IVA, registro, ipotecaria, catastale, successioni e donazioni);
- sulle locazioni degli immobili (IRPEF o cedolare secca, registro e bollo sui contratti di locazione).

Nel 2012, con l'introduzione dell'IMU², il gettito derivato dalla tassazione di natura patrimoniale ammontava a circa 20 miliardi di euro, quasi la metà del gettito complessivo della tassazione immobiliare (41,2 miliardi di euro)³.

In particolare, poiché la base imponibile dell'IMU è basata sulle rendite catastali, stato inevitabile che la discussione sul tema della tassazione immobiliare abbia trascinato con sé anche la questione dell'equità dei valori imponibili e quindi delle rendite catastali.

In tale contesto, la riflessione sulla determinazione di una base imponibile che risponda ai più generali requisiti di equità fiscale diviene un tema estremamente attuale e meritevole di approfondimento.

Sono ampiamente conosciute le criticità dell'attuale sistema delle rendite catastali, causate principalmente dalla vetustà e dall'obsolescenza dei classamenti (a volte fermi all'impianto del Catasto urbano, avviato nel 1939) e delle tariffe d'estimo vigenti (relative al biennio 1988-89). A questo si aggiunga che nella determinazione della base imponibile dell'IMU si utilizza un moltiplicatore unico nazionale, anche se per ciascuna categoria catastale, applicato alle rendite che produce ulteriori distorsioni.

Una maggiore equità richiede una riforma del Catasto italiano, superando l'attuale estimo delle rendite degli immobili, e la Legge Delega n.23, del 11 marzo 2014, contiene criteri e principi finalizzati alla riforma del sistema estimativo del catasto fabbricati. Questa legge rappresenta pertanto un'occasione storica per migliorare l'equità della fiscalità in Italia, non essendo, come si è detto, trascurabile il peso della tassazione immobiliare fondato sulle attuali rendite catastali.

Con queste premesse, in questo breve articolo si intende presentare un esercizio, attraverso l'impiego di strumenti statistici, sulla misura del livello di iniquità dell'attuale sistema catastale con il fine di proporre alcuni potenziali indicatori di verifica del risultato raggiunto al compimento di un nuovo sistema di valori.

* **Maurizio Festa** è Dirigente dell'Ufficio studi e ricerche dell'Omi dell'Agenzia delle Entrate

Erika Ghirardo è una funzionaria dell'Ufficio studi e ricerche dell'Omi dell'Agenzia delle Entrate

¹ Nel 2014 è stata introdotta, con il comma 639 dell'art. 1 della legge 27 dicembre 2013, n. 147, l'Imposta Unica Comunale (IUC) e si basa su due presupposti impositivi: il primo costituito dal possesso di immobili e collegato alla loro natura e valore (IMU), il secondo relativo all'erogazione e alla fruizione di servizi comunali (TASI e TARI).

² Nel 2012 l'IMU si applicava su tutti gli immobili, compreso le abitazioni principali.

³ Secondo una stima del Dipartimento delle Finanze (Agenzia del Territorio – Dipartimento delle Finanze, Gli immobili in Italia 2012, pag. 187) le imposte sugli immobili nel 2012 erano pari a circa 41 MLD di euro, di cui circa la metà avente natura patrimoniale (IMU), circa il 30% derivante da imposte sui trasferimenti, e poco più del 20% avente natura reddituale.

Recenti studi⁴ hanno evidenziato che la distanza tra valori catastali (imponibili ai fini IMU) e prezzi di mercato presenta una variabilità che dipende fortemente dall'ubicazione degli immobili, dalla loro tipologia edilizia oltre che dal loro utilizzo.

Tale distanza viola sia l'equità orizzontale, che richiede l'utilità del bene gravato dalla tassazione deve ridursi nella stessa proporzione assicurando un carico fiscale in eguale misura su individui con la stessa capacità contributiva, sia il principio di equità verticale, che impone l'applicazione di una maggiore imposta agli individui con maggiore capacità contributiva.

L'indicatore di capacità contributiva nella tassazione di natura "patrimoniale" è il valore dell'immobile calcolato, come si è detto, sulla base della rendita catastale attribuita in Catasto⁵. È evidente che la distanza dei valori di mercato degli immobili dai valori catastali varia, nel tempo e nello spazio, secondo una distribuzione che segue la dinamica del mercato immobiliare, amplificandosi nei mercati maggiormente apprezzati, con il risultato di avere spesso per un immobile oggi ampiamente rivalutato un imponibile ai fini della tassazione notevolmente inadeguato. Il risultato è quindi generalmente regressivo.

Presentazione degli strumenti

Una valutazione, in termini di equità, dell'attuale sistema di determinazione del valore dell'unità immobiliare può essere ottenuta ipotizzando che il valore catastale costituisca una stima del valore dell'immobile. In tal senso si possono considerare gli indici in uso nel campo dell'estimo utili all'analisi delle performance dei modelli di *mass appraisal* anche a fini fiscali. Traendo spunto dai principali riferimenti della letteratura del settore, gli standard internazionali di valutazioni⁶, in particolare gli *standard on ratio studies*⁷, ripresi anche dagli standard nazionali⁸, suggeriscono di confrontare i valori stimati a fini catastali con i prezzi di mercato e di calcolare sul rapporto tra le due quantità citate alcuni indici di variabilità e un indicatore di regressività (progressività) della valutazione.

Per approfondire l'indagine sull'equità e, in particolare, per comprendere la direzione in senso regressivo (progressivo), la letteratura indica anche di analizzare il legame tra i valori stimati e i prezzi suggerendo alcune relazioni teoriche tra le due quantità, da stimare, sul piano applicato, attraverso tecniche di regressione.

Nel seguito del paragrafo sono brevemente riportate le descrizioni degli indici, propriamente più descrittivi, e successivamente si accenna ai modelli di regressione citati.

Indicatori descrittivi

Calcolato il valore catastale, V_c , e considerato il prezzo dichiarato in atto, P , il rapporto tra il valore catastale e il prezzo, I

$$I = V_c / P, \quad [1]$$

diviene la quantità di interesse per l'analisi, e su di esso si concentrano gli indici che saranno descritti.

Come premesso, la letteratura e gli standard internazionali e nazionali suggeriscono di calcolare su tale rapporto indici di variabilità e indici di regressività (progressività) della valutazione. Tra gli indici di variabilità i più citati sono il coefficiente di variazione, COV , e il coefficiente di dispersione, COD .

⁴ *Il catasto a valori e redditi*, di Gianni Guerrieri – Territorio Italia n. 2/2013; *Roma residenziale: stock, utilizzo e dinamica immobiliare* di Gianni Guerrieri e Alessandra Storniolo – Quaderni dell'Osservatorio, luglio 2013; *Distribuzione e concentrazione della ricchezza in immobili ad uso abitativo e del reddito dei contribuenti persone fisiche e La distribuzione dell'imposta municipale propria per fasce territoriali* in IMMOBILI IN ITALIA 2012, Agenzia del Territorio e Dipartimento delle Finanze – 2012.

⁵ La rendita catastale (relativo al biennio 1988-89) è il prodotto della consistenza dell'unità immobiliare (in vani catastali, metri quadrati o metri cubi) e della tariffa d'estimo relativa al comune, alla zona censuaria ove è ubicato l'immobile, alla categoria dello stesso in relazione alla destinazione d'uso (ordinaria, speciale, particolare) e alla classe catastale che tiene conto delle finiture, della dimensione e della dotazione di impianti e servizi delle unità immobiliari.

⁶ *International Association of Assessing Officers - Standard on Mass Appraisal of Real Property, Kansas City 2012.*

⁷ *Standard on ratio studies. International Association of Assessing Officers. Aprile 2013.*

⁸ Tecnoborsa – Consorzio per lo Sviluppo del Mercato Immobiliare: *Codice delle Valutazioni Immobiliari (Italian Property Valuation Standard)* – IV edizione, Roma, 2011.

Il coefficiente di variazione è una misura statistica della dispersione relativa del campione di dati rispetto alla media. In termini formali il COV è dato dal rapporto tra la deviazione standard e la media di V_c / P , generalmente moltiplicata per 100. In formule:

$$COV = \frac{100}{media(I)} * \left\{ \frac{\sum(I - media(I))^2}{n-1} \right\}^{1/2},$$

con n numero delle osservazioni. Se si indica con $\sigma(I)$ la deviazione standard del rapporto I , e con $\mu(I)$ la media di I in forma semplificata si può scrivere:

$$COV = \frac{\sigma(I)}{\mu(I)} * 100.$$

Il coefficiente di dispersione indica, invece, la deviazione media delle unità dalla mediana ed è espresso come percentuale dalla mediana. Il coefficiente di dispersione, COD , è dato dal rapporto tra gli scostamenti medi in valore assoluto dalla mediana e la mediana, moltiplicato per 100:

$$COD = \frac{100}{mediana(I)} * \frac{\sum |I - mediana(I)|}{n}.$$

Per quanto concerne la verifica della regressività (progressività) della valutazione viene indicato un indice noto come differenziale di prezzo (*price-related differential*, PRD). L'indice è di aiuto nella verifica che il sistema di valutazione non presenti errori sistematici di sovrastima o sottostima rispetto ai valori di mercato. In tal senso l'indicatore intende verificare se valori bassi sono stimati in percentuali maggiori, fenomeno di regressività, o se valori alti sono sottostimati, fenomeno di progressività. Tale indice è pari al rapporto tra la media di I e la sua media ponderata ovvero:

$$PRD = \frac{\sum V_c / P}{n} * \frac{\sum P}{\sum V_c}.$$

Per gli indici citati gli standard internazionali indicano delle soglie di accettabilità. In particolare, per il COV la soglia prevista oscilla tra 5 e 20. Tuttavia, tali soglie variano in relazione all'eterogeneità del patrimonio da stimare così ad esempio, per gli immobili tendenzialmente riconducibili al segmento residenziale, il COD dovrebbe essere inferiore a 15, per gli immobili più vecchi e ubicati in aree eterogenee, e inferiore a 10 per le residenze più nuove in aree omogenee. Il PRD dovrebbe invece assumere valori intorno all'unità o nell'intervallo tra 0,98 e 1,03.

Tuttavia, il caso italiano necessita di analisi opportune in considerazione dell'eterogeneità delle caratteristiche edilizie e posizionali che caratterizzano il patrimonio italiano. Non può non farsi menzione alla varietà di tipologie edilizie che si riscontrano osservando, anche nella medesima zona, le sole caratteristiche architettoniche dei fabbricati o ancora alle diversità territoriali quali la presenza di zone marine, collinari, montane. In tale ottica gli intervalli entro i quali considerare valido un procedimento di stima di massa, va contestualizzato rispetto al livello di omogeneità delle tipologie di fabbricati, della loro destinazione funzionale e della varietà che si osserva in una medesimo ambito territoriale.

Analisi di regressione

I modelli emersi, in questi anni, in letteratura individuano un legame tra il valore in qualche modo stimato e i valori osservati (generalmente prezzi). Si tratta, per la maggior parte di modelli espressi in forma lineare, o in alcuni casi non lineare che ipotizzano una relazione teorica tra le due quantità e alcuni parametri da stimare. La significatività statistica⁹ e il segno di alcuni dei coefficienti stimati permettono di evidenziare l'eventuale presenza di iniquità e ove presente se questa è di tipo regressivo o progressivo.

Nell'articolo di Paglin e Fogarty (1972) è stato introdotto il primo modello in cui i valori stimati sono messi in relazione ai prezzi osservati. Viene ipotizzata una relazione teorica, di tipo lineare, in cui il valore stimato è espressa in funzione di un valore costante più un coefficiente moltiplicativo dei prezzi. Applicato al caso qui di interesse, si intende verificare la relazione tra il valore catastale V_c , e i prezzi osservati P :

$$V_c = \alpha_0 + \beta P + \varepsilon \quad [2]$$

⁹ Indagata attraverso l'usuale t test al livello di significatività α del 5%.

Se α_0 è significativamente diverso da 0 ($\alpha_0 \neq 0$) c'è evidenza di iniquità, e se il coefficiente è positivo tale iniquità è in senso regressivo ($\alpha_0 > 0$).

Nel corso del tempo sono state proposte alcune rivisitazioni di questi modelli che, con minori o maggiori sofisticazioni, modificano o introducono qualche diverso elemento. Si riporta di seguito un breve elenco:

- Cheng (1974) ha proposto di stimare la stessa relazione, ma attraverso una forma funzionale logaritmica, ovvero:

$$\log V_c = \alpha_0 + \beta \log P + \varepsilon.$$

in questo caso la quantità di interesse non è la costante ma il parametro β . Se β è significativo vi è evidenza di iniquità, e se $\beta < 1$ allora si può sostenere che il sistema valutativo è di tipo regressivo. Se, viceversa $\beta > 1$ allora si potrebbe parlare di progressività;

- Kochin e Parks (1982) hanno riproposto la relazione in termini logaritmici considerando come esplicativa la variabile valori osservati e come dipendente i valori stimati ovvero,

$$\log P = \alpha_0 + \beta \log V_c + \varepsilon,$$

in questo caso se β è significativamente diverso da zero c'è evidenza di iniquità e se β è significativamente minore di 1, tale iniquità è di tipo regressivo;

- negli standard internazionali il modello suggerito pone come dipendente il rapporto tra il valore stimato e il valore reale e come esplicativa il valore osservato:

$$\frac{V_c}{P} = \alpha_0 + \beta P + \varepsilon;$$

c'è iniquità se β è significativamente diverso da zero ed è di tipo regressivo se β è significativamente minore di 0;

- nel 1984 Bell propone di aggiungere al modello originale di Paglin e Fogarty una componente al quadrato per tener conto di possibili non linearità nell'andamento dell'iniquità con un modello del tipo:

$$V_c = \alpha_0 + \beta P + \beta_1 P^2 + \varepsilon;$$

come nel modello [2] c'è evidenza di iniquità se $\alpha_0 \neq 0$, ed è di tipo regressivo se $\alpha_0 > 0$ e in questo caso se ancora $\beta_1 \neq 0$ e $\beta_1 < 0$, allora c'è un'accelerazione della regressività.

- infine sviluppi successivi suggeriscono di inserire delle variabili che tengano conto di non linearità dovute al valore delle unità, che in altri termini discriminino i valori inferiori e superiori rispetto alla media, o ancora di aggiungere variabili *dummy* che individuano ad esempio delle città per tener conto di non linearità imputabili all'appartenenza ad ambiti territoriali.

Descrizione dell'analisi

Come descritto in premessa, obiettivo dello studio è analizzare lo scostamento tra la stima del valore dell'unità immobiliare fornita dal catasto e il suo valore "reale". Per questo esercizio si è ipotizzata che una buona rappresentazione dei valori "reali" potesse essere rappresentata da un campione di prezzi di compravendita osservati in un certo periodo. A tal fine si è ritenuto utile prendere a riferimento la fonte informativa rappresentata dagli atti di compravendita.

La base dati di partenza è quindi costituita dalle compravendite, del sole settore residenziale, ovvero quegli atti nei quali le unità immobiliari trasferite sono abitazioni o abitazioni e pertinenze¹⁰, realizzate nel 2012. Si tratta di un campione di immobili, relative al settore residenziale, in particolare abitazioni, il cui trasferimento è avvenuto nel 2012 e di cui sono noti il valore catastale derivato dalla rendita e il prezzo di scambio dedotto dal prezzo dichiarato in atto dai soggetti venditori e acquirenti.

Nel 2012 si sono realizzate circa 448 mila (al netto dei comuni tavolari del Trentino Alto Adige) transazioni di abitazioni.

Di queste compravendite si sono analizzati un campione di atti definito seguendo i criteri di seguito elencati:

- non sono stati considerati gli atti nei quali l'acquirente è una PNF;
- non sono stati considerati gli atti stipulati in Trentino Alto Adige;

¹⁰ Si tratta di tutte le unità immobiliari identificate nelle categorie del gruppo A eccetto le A/10 e le pertinenze delle categorie C/2, C/6 e C/7.

- sono stati eliminati gli atti che presentano anomalie in termini di soggetti venditori/compratori;
- sono stati eliminati gli atti relativi alle compravendite di sole pertinenze;
- sono stati eliminati gli atti pluri-negozio;
- sono stati eliminati gli atti relativi a compravendite di più di tre immobili e quelli delle compravendite con immobili venduti in comuni/zone OMI differenti;
- non sono stati considerati gli atti misti (quelli che presentano categorie catastali *missing* o diverse da quelle inerenti le abitazioni e le pertinenze);
- sono stati eliminati gli atti identificati come *outlier* sulla base di parametri oggettivi e della regressione robusta (analisi dell'ISTAT).
- sono stati eliminati gli atti identificati come *outlier* quelli per i quali il rapporto quotazione OMI/prezzo dichiarato unitario è risultato maggiore di 2 (nostra analisi).

Al termine della fase preliminare di definizione della base dati, gli atti analizzati sono circa 198 mila, e sul campione così costituito è stato calcolato il rapporto I come definito nella relazione [1] e sono state effettuate le analisi i cui risultati si espongono di seguito.

Va specificato che il valore catastale V_c è stato calcolato, per ciascuna abitazione, secondo le regole dell'ICI, rivalutando quindi la rendita catastale attribuita all'abitazione per il 5% e applicando al risultato il moltiplicatore 100.

E' corretto precisare che nella base dati non si dispone delle quote compravendute, tuttavia si ritiene ragionevole ipotizzare che ciò non inficia l'analisi in quanto le osservazioni riferite a trasferimenti di porzioni e non dell'intera unità, dovrebbe essere stato neutralizzato dall'analisi preliminare svolta di cui si sono elencati i criteri.

Risultati analisi descrittive

Per quanto riguarda la rappresentatività si è verificata la distribuzione degli atti e delle compravendite tra le aree (Tabella 1) e tale distribuzione risulta conforme alla distribuzione delle compravendite di abitazioni.

Tabella 1: Distribuzione atti del campione per aree geografiche

Macroarea	Campione di atti	Quota campione atti
Nord	104.403	53%
Centro	43.275	22%
Sud	50.783	26%
Italia	198.461	100%

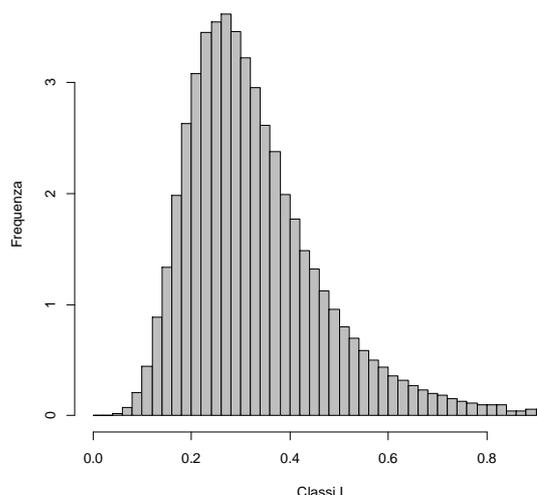
Sul campione costituito dalle osservazione, individuate come specificato, si è proceduto ad applicare gli indici descritti i cui risultati sono mostrati in Tabella 2.



Tabella 2: Risultato dello studio degli indicatori

Statistica	Risultato
Numero osservazioni del campione	198.461
Totale valore catastale	11.250.741.810
Totale prezzo di compravendita	37.123.134.283
Valore medio catastale	54.277
Prezzo medio	179.093
Media V_c/P	0,33
Mediana V_c/P	0,31
Media pesata [$media(V_c)/media(P)$]	0,30
Coefficiente di dispersione COD	34,03
Coefficiente di variazione COV	41,86
Price-related differential PRD	1,08

Figura 1: Distribuzione del rapporto I



I risultati¹¹ mostrano la presenza di un sistema piuttosto iniquo in quanto l'evidente sottostima del valore reale, di per sé non una criticità se valida per tutte le unità, risulta affetta da una forte dispersione. Il rapporto I indica che mediamente i valori catastali sono circa 3 volte inferiori rispetto ai valori di mercato, ma ha una distribuzione piuttosto dispersa: il valore del COV è piuttosto alto pari a 41,86 e quello del COD (misura delle dispersione intorno alla mediana) comunque elevato e pari, sebbene inferiore al precedente, a 34,03.

Si è infine ipotizzato di assegnare a ciascuna compravendita un valore medio di mercato stimato attraverso le quotazioni medie di zona dell'OMI, Q_{OMI} , applicate alle superfici delle abitazioni compravendute. Assegnata a ciascuna unità la zona OMI di appartenenza e nota la superficie (ex DPR 138/98) si ottiene una stima del valore, V_{OMI} , semplicemente moltiplicando la quotazione media OMI, ottenuta come media semplice delle tipologie residenziali valorizzate, per la superficie. Considerato ancora il prezzo dichiarato in atto, P , il rapporto tra la stima del valore per mezzo delle quotazioni OMI e il prezzo, I_{OMI}

$$I_{OMI} = V_{OMI} / P, \quad [1]$$

diviene ora la quantità di interesse per applicare gli stessi indici descritti i cui risultati sono riportati in Tabella 3.

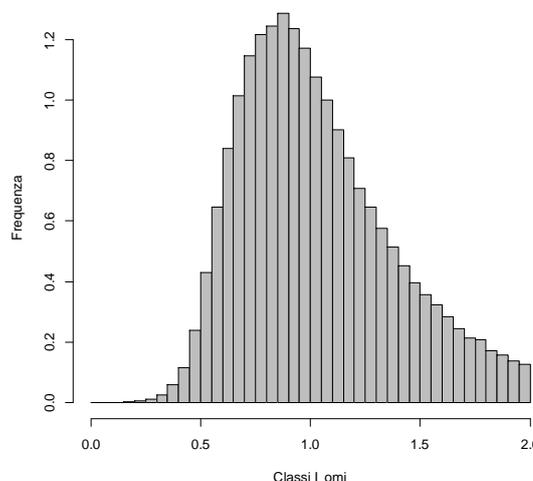
¹¹ Si specifica che il valore catastale è stato calcolato applicando le regole dell'ICI, quindi il moltiplicatore 100 anziché quello 160 valido a fini IMU. Ovviamente i risultati relativi al "totale valore catastale", al valore medio catastale, alla media, alla mediana e alla media pesata dei rapporti V_c/P , calcolati per ciascuna abitazione compravenduta, sarebbero diversi qualora si applicasse il moltiplicatore IMU. Non mutano, invece, gli indici quali il coefficiente di dispersione, quello di variazione e il *Price-related differential*, in quanto la dispersione relativa delle distanze tra valore catastale e prezzo di ciascuna abitazione dipende esclusivamente dalla rendita catastale attribuita a ciascuna abitazione.



Tabella 3: Risultato dello studio degli indicatori con valori OMI

Statistica	Risultato
Numero osservazioni del campione	198.461
Totale prezzo di compravendita	37.123.134.283
Totale valore quotazioni	35.773.304.224
Prezzo medio	179.093
Valore OMI medio	180.254
Media V_{OMI} / P	1,03
Mediana V_{OMI} / P	1,00
Media pesata [$media(V_{OMI})/media(P)$]	0,96
Coefficiente di dispersione COD	27,73
Coefficiente di variazione COV	33,49
Price-related differential PRD	1,07

Figura 2: Distribuzione del rapporto I_{OMI}



L'esercizio ha fornito una stima del valore attraverso l'attribuzione a tutte le unità appartenenti ad un'unica zona di un solo valore, rappresentato dalla quotazione media di zona del segmento residenziale, fornita dall'Osservatorio del Mercato Immobiliare. In altri termini una stima così effettuata tende ad approssimare il valore dell'unità immobiliare al valore medio della zona, trascurando le differenze che vi sono tra le unità all'interno di ciascuna zona. Tali differenze possono, in modo del tutto intuitivo, attribuirsi alla presenza di tipologie edilizie diverse quanto all'ubicazione in piani diversi o ancora ad un diverso affaccio. Tuttavia, un modo di procedere di questo tipo, pur annullando la variabilità dei valori all'interno di una stessa zona, consente un miglioramento medio complessivo.

Da tale analisi mostra una forte similitudine tra il valore totale del compravenduto (37,1 miliardi di euro) e il valore totale stimato con i prezzi medi dell'OMI (35,8 miliardi di euro), confermato dalla media del rapporto I_{OMI} , prossima all'unità, e un valore mediano praticamente pari a 1.

Emerge, inoltre, un buon miglioramento della variabilità, misurata dai coefficienti di variazione e dispersione e visualizzata nell'istogramma di Figura 2, che mostra ora una distribuzione intorno all'unità. Tuttavia, nonostante il sensibile miglioramento va tenuto in considerazione che si tratta di una valutazione complessiva ma inadatta ad ambiti territoriali più ristretti. La quotazione OMI rappresenta, per sua natura, una misura di tendenza centrale e in tal senso mal si presta a cogliere l'estrema variabilità che i valori reali possono presentare anche all'intero di una zona.

Risultati analisi di regressione

A mero titolo di esercizio si è effettuato un primo tentativo, meritevole di ulteriori approfondimenti, di applicare alla base dati i modelli di regressione descritti. Di seguito si riportano i principali risultati ottenuti confrontando il valore catastale, V_c , con il prezzo P .

Tabella 4: Modello di Paglin e Fogarty

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Significatività
α_0	13.649,7225	93,7281	145,6310	0,0000
P	0,2301	0,0004	545,7237	0,0000

$$R_c^2 = 0,60, F = 297814,3453, \text{Significatività} = 0,000$$

α_0 è significativo

$\alpha_0 > 0$ statisticamente ciò implica regressività

Tabella 5: Modello di Cheng

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Significatività
α_0	1,4782	0,0181	81,6206	0,0000
$\ln(P)$	0,7765	0,0015	513,9846	0,0000
$R_c^2 = 0,57, F = 264180,1895, Significatività = 0,000$				
β è significativo <i>ciò implica</i> iniquità				
$\beta < 1$ statisticamente <i>ciò implica</i> regressività				

Tabella 6: Kochin e Parks

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Significatività
α_0	4,0495	0,0154	262,2474	0,0000
$\ln(V_c)$	0,7354	0,0014	513,9846	0,0000
$R_c^2 = 0,57, F = 264180,1895, Significatività = 0,000$				
β è significativo <i>ciò implica</i> iniquità				
$\beta < 1$ statisticamente <i>ciò implica</i> regressività				

Tabella 7: Bell

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Significatività
α_0	11977,6980	131,2431	91,2634	0,0000
P	0,2443	0,0009	274,5709	0,0000
P^2	-2,012e-08	0,0000	-18,1845	0,0000
$R_c^2 = 0,60, F = 149319,8734, Significatività = 0,000$				
α_0 è significativo				
$\alpha_0 > 0$ statisticamente <i>ciò implica</i> regressività				
$\beta_2 < 0$ statisticamente <i>ciò implica</i> un'accelerazione della regressività (seppure molto lieve)				

Tabella 8: IAAO

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Significatività
α_0	0,3877	0,0005	708,5854	0,0000
P	-3,205e-07	0,0000	-130,1896	0,0000
$R_c^2 = 0,57, F = 264180,1895, Significatività = 0,000$				
β è significativo <i>ciò implica</i> iniquità				
$\beta < 1$ statisticamente <i>ciò implica</i> regressività (seppure molto lieve)				

Tutti i modelli evidenziano la presenza di iniquità e tutti indicano un senso regressivo.

Per avere un termine di confronto si sono applicati il modello di Paglin e Fogarty e quello di Cheng considerando la relazione tra il valore stimato con i valori OMI, V_{OMI} , e i prezzi, P .

Tabella 9: Modello di Paglin e Fogarty per V_{OMI} e P

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Significatività
α_0	27.860,8672	264,0092	105,5299	0,0000
P	0,8147	0,0012	685,9831	0,0000
$R_c^2 = 0,70, F = 470572,7726, Significatività = 0,000$				
α_0 è significativo				
$\alpha_0 > 0$ statisticamente <i>ciò implica</i> regressività				

Tabella 10: Modello di Cheng per V_{OMI} e P

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Significatività
α_0	2,5072	0,0147	170,4424	0,0000
$\ln(P)$	0,7882	0,0012	642,3322	0,0000
$R_c^2 = 0,67$, $F = 412590,6296$, <i>Significatività</i> = 0,000				
β è significativo <i>ciò implica</i> iniquità				
$\beta < 1$ statisticamente <i>ciò implica</i> regressività				

E' interessante notare che qualora la valutazione fosse fatta attraverso le quotazioni OMI si otterrebbe un sistema ancora iniquo e regressivo. Tuttavia, va sottolineato che nel modello di Cheng il valore del coefficiente β appare più vicino ad 1 di quanto lo sia lo stesso coefficiente stimato nel modello con i valori catastali, a conferma che, in ogni caso, una stima a valori OMI comporterebbe un miglioramento nel senso dell'equità seppure non del tutto risolutiva.

Conclusioni

Dall'esercizio proposto è emersa una misura dell'equità del sistema delle rendite catastali utilizzate per il calcolo del valore imponibile degli immobili nell'attuale tassazione di natura patrimoniale. Il dato risultante è rappresentativo di una forte iniquità, dovuta all'ampia dispersione dei rapporti tra prezzi di mercato e valori catastali. Si è poi dimostrato che una stima degli imponibili, per una migliore individuazione della capacità contributiva, effettuata avvalendosi delle quotazioni medie dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare dell'Agenzia delle Entrate, anche se restituisce maggiore equità fiscale, non risulta adeguata perché non rappresentativa delle diversità tipologiche, dimensionali e posizionali (micro-intorno) dei singoli immobili. In altri termini solo una valutazione puntuale, che consideri in modo adeguato i parametri caratterizzanti i valori immobiliari, può assicurare quella equità fiscale richiesta da un sistema di tassazione di natura patrimoniale ispirato al principio della capacità contributiva. L'occasione storica per raggiungere questo obiettivo è la riforma del Catasto, il cui compimento, seppur arduo e oneroso, potrà restituire l'equità ricercata.

Bibliografia

- Agenzia del Territorio e Dipartimento delle Finanze, *“Immobili in Italia 2012”*, 2012.
- Bell, E.J. (1984), *“Administrative Inequity and Property Assessment: The Case of Traditional Approach”*, Property Tax Journal, Vol. 3, No. 2, pp.123-31.
- Cheng, P.L (1974), *“Property Taxation, Assessment Performance, and its Measurement”*, Public Finance, Vol. 29, No. 3 & 4, pp. 268-84.
- Guerrieri, G., *“Il catasto a valori e redditi”*, Territorio Italia n. 2/2013.
- Guerrieri, G. e Storniolo, A., *“Roma residenziale: stock, utilizzo e dinamica immobiliare”*, Quaderni dell'Osservatorio, luglio 2013.
- International Association of Assessing Officers, *“Standard on Mass Appraisal of Real Property”*, Kansas City 2012.
- International Association of Assesing Officers, *“Standard on ratio studies”*, Kansas City 2013
- Kochin, L.A. e R.W. Parks (1982), *“Vertical Equity in Real Estate Assessment: A Fair Apparisal”*, Economic Inquiry, Vol. 20, No. 4, pp. 511-31.
- Paglin, M e M. Fogarty (1972), *“Equity and the Property Tax: A New Conceptual Performance Focus”*, National Tax Journal, Vol. 25, No. 4, pp. 557-65.
- Tecnoborsa – Consorzio per lo Sviluppo del Mercato Immobiliare: Codice delle Valutazioni Immobiliari (Italian Property Valuation Standard) – IV edizione, Roma, 2011.

Effetti di non linearità nei modelli edonici: Un esercizio di regressione quantilica

di Erika GHIRALDO, Raffaele CIULA e Maurizio FESTA*

1 Sommario

Dai lavori introduttivi di Lancaster (1966) e Rosen (1974) i modelli edonici sono stati ampiamente applicati per determinare la relazione tra caratteristiche degli immobili, per la maggior parte abitazioni, e il relativo prezzo di vendita. Finora, la maggior parte degli studi si è concentrata sull'analisi della variazione media che la variabile dipendente prezzo subisce ad una variazione unitaria della variabile indipendente. E' ragionevole, però ipotizzare che la relazione tra il prezzo e le caratteristiche sia di tipo non lineare. In particolare si può supporre che l'effetto delle caratteristiche sia diverso in relazione al livello di valore delle abitazioni.

Utilizzando i dati desumibili dall'archivio delle schede dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI) e dagli atti disponibili per la rilevazione delle quotazioni, in possesso dell'Agenzia delle Entrate, si intende effettuare un'analisi della presenza di effetti di non linearità tra i prezzi delle abitazioni e un set di caratteristiche, su un campione di dati riferiti al mercato delle compravendite di abitazioni in Italia. A tal fine, l'analisi empirica viene condotta impiegando la tecnica della regressione quantilica.

I risultati offrono interessanti spunti di riflessione sull'esistenza di tipologie di domanda diversa. Si può supporre, che il mercato possa essere segmentato anche in relazione alle diverse percezioni che i potenziali acquirenti hanno circa l'importanza delle caratteristiche determinate dall'esistenza di preferenze o da disponibilità economiche diverse.

* **Maurizio Festa** è Dirigente dell'Ufficio studi e ricerche della Direzione Centrale Omi dell'Agenzia delle Entrate
Raffaele Ciula è un funzionario dell'Ufficio studi e ricerche della Direzione centrale Omi dell'Agenzia delle Entrate
Erika Ghiraldo è una funzionaria dell'Ufficio studi e ricerche della Direzione centrale Omi dell'Agenzia delle Entrate

Introduzione

I beni immobili presentano caratteristiche peculiari che li rendono diversi dagli altri beni. Si tratta infatti di un bene con un costo elevato che può essere sia durevole sia di investimento, eterogeneo e spazialmente fisso con la conseguenza che la stima del valore risulta essere difficile. Nella teoria di Lancaster (1966) il prezzo di un bene complesso dipende dalle utilità ricavabili dalle caratteristiche quantitative e qualitative che lo compongono. Per cui le eventuali differenze di prezzo tra beni simili devono riflettere le differenze nelle caratteristiche comuni (Palmquist, 1991). Ciò significa che il valore di un bene può essere espresso come somma del valore delle sue caratteristiche. Un metodo che si fonda sull'assunto che l'oggetto di preferenza dei consumatori siano le caratteristiche del bene piuttosto che il bene stesso è il metodo edonico. Fin dai lavori introduttivi di Lancaster (1966) e Rosen (1974) i modelli edonici sono stati ampiamente applicati per determinare la relazione tra caratteristiche degli immobili e il relativo prezzo di vendita.

Nonostante l'ampia letteratura sviluppata in questi anni, i modelli edonici continuano a destare interesse nei ricercatori che propongono sempre nuovi metodi di stima o miglioramenti delle tecniche esistenti. Restando ancorati ai fondamenti teorici dei modelli edonici, negli ultimi tempi parte della letteratura, si è posta l'obiettivo di verificare se le caratteristiche influenzino in modo diverso il prezzo dell'abitazione a seconda del livello di prezzo ovvero per prezzi bassi, mediani o alti della distribuzione complessiva dei prezzi osservati.

Ipotizzando di restringere il campo di osservazione all'interno di un territorio piuttosto ristretto quale ad esempio quello di una città o di porzioni di essa, si ritiene che un potenziale acquirente di un'abitazione abbia un budget fissato e in tal senso sarà interessato ad abitazioni con prezzi al m² collocati in un intervallo della distribuzione complessiva dei prezzi osservati nel territorio in esame. Quindi, una caratteristica può essere molto importante se valutata rispetto ad un'abitazione di prezzo elevato e molto meno influente per abitazioni il cui prezzo risulta più basso.

Il lavoro si propone essenzialmente due spunti di analisi:

- in un primo passo, ai fini della costituzione di una base dati adatta all'analisi di regressione che si intende effettuare, si applica una tecnica di unione di informazioni provenienti da due basi dati diverse di cui è in parte un sottoinsieme dell'altra;
- nel passo successivo, quello della fase di stima edonica vera e propria, ci si propone di evidenziare una della criticità del metodo classico della regressione ovvero la sintesi dei coefficienti rispetto al solo valor medio della distribuzione dei prezzi e non anche rispetto ad altri indici di posizione. In altri termini si intende iniziare un possibile percorso di ragionamento sulla possibilità che l'apprezzamento di una caratteristica possa rivelarsi diverso oltre che in relazione a città o parti della città diverse anche in relazione al livello della distribuzione dei prezzi a cui si sta valutando quella caratteristica.

Si tratta di un tentativo di percorso di analisi che vuole essere preliminare ad una riflessione che necessita indubbiamente di approfondimenti.

Richiami di letteratura

Il numero di studi prodotti nel filone di letteratura che si è occupato dell'applicazione della tecnica edonica ai beni immobili risulta estremamente vasto. Una buona rassegna degli studi sui metodi edonici ai fini della determinazione del prezzo e dei conseguenti indici è fornita nel lavoro di Malpezzi (2003). Un interessante lavoro comparativo è rappresentato dall'articolo di Sirmans et al. (2005) che confronta i risultati ottenuti con l'applicazione dei modelli edonici in circa 125 studi empirici. L'articolo evidenzia come gli effetti stimati delle caratteristiche risultino spesso diversi, non solo nell'intensità, ma anche nel segno. In considerazione di queste evidenze, negli ultimi tempi parte della letteratura ha utilizzato strumenti alternativi che potessero superare criticità ancora non completamente risolte. Mutuandola dalla letteratura economica¹², che aveva iniziato a farne ampio uso, in molti studi sul mercato immobiliare si è impiegata la tecnica della regressione quantilica.

McMillen e Thornes (2006) dimostrano che l'uso della regressione quantilica per la costruzione dell'indice dei prezzi conduce a stime meno distorte rispetto alla regressione classica.

A livello micro Mak et al. (2010) evidenziano, attraverso uno studio delle transazioni nella città di Hong Kong, come le caratteristiche delle abitazioni subiscano un diverso grado di apprezzamento al variare dei quantili di prezzo delle stesse. Ciò avviene in modo particolare tra i quantili più bassi e quelli più alti.

In modo simile, Zietz et al. (2008) utilizzano la regressione quantilica per verificare l'effetto di alcune caratteristiche il cui impatto sui prezzi delle abitazioni è controverso in letteratura. Tra i risultati emerge ad esempio che il "sovrapprezzo" legato alla caratteristica "abitazione nuova" è molto elevato per prezzi "bassi", o ancora che una stanza da bagno aggiuntiva ha un valore marginale più alto per abitazioni con prezzi "elevati" della distribuzione.

Più in dettaglio, la regressione quantilica viene impiegata per valutare l'impatto di alcune specifiche caratteristiche come la presenza di spazi verdi (Liu e Hite, 2013). Tenendo conto anche degli effetti spaziali, l'articolo evidenzia una notevole variabilità dell'effetto del verde ai diversi quantili. Non sempre la presenza di verde è un elemento che permette di far vendere un'abitazione ad un prezzo più elevato ed inoltre si dimostra che la caratteristica assume una maggiore rilevanza nei prezzi "medio-alti". In tale senso i compratori di case di pregio possono valutare gli spazi verdi diversamente dai compratori che si rivolgono ad abitazioni di medio-basso valore.

Nell'analisi del valore dei terreni, Kostov (2009) utilizza un modello di regressione quantilica spaziale per stimare i prezzi dei terreni agricoli in Irlanda del Nord mostrando che i quantili più elevati sono marcatamente differenti da quelli del resto del campione. Inoltre, il rifiuto dell'ipotesi di uguaglianza dei coefficienti tra i quantili suggerisce la presenza di due segmenti nel mercato dei terreni agricoli. Utilizzando dati *dell'Agricultural Resource Management Surveys* Uematsu e Mishra (2012) analizzano l'effetto dei servizi naturali sui valori delle terre agricole in U.S.A evidenziando l'esistenza di impatti eterogenei dei servizi naturali e delle caratteristiche del terreno su differenti quantili di valore dei terreni stessi.

Dal punto di vista macroeconomico la regressione quantilica è stata impiegata per verificare le determinanti del livello dei prezzi delle abitazioni in 48 grandi città europee (Kholodilin, 2012). Stimando una funzione che mette in relazione i prezzi di offerta, collezionati da informazioni dedotte su diversi siti internet, con una serie di variabili macroeconomiche quali il reddito pro-capite, il tasso di interesse, il tasso di disoccupazione, la popolazione, il valore dell'indice di Gini a misura della disuguaglianza del reddito e altre, sono evidenziati i principali fattori che spiegano le differenze nei livelli dei prezzi che si osservano tra le città.

La regressione quantilica si rivela utile anche per scomporre le variazioni di prezzo, osservate in un fissato periodo di tempo in diverse città, in una parte imputabile al cambiamento delle caratteristiche fisiche delle unità abitative scambiate e in una seconda parte imputabile alla "reale" variazione dei prezzi (Nicodemo e Raya, 2012).

¹² In economia ad esempio, la regressione quantilica è impiegata nell'analisi sul mercato del lavoro (Chamberlain, 1994 o Oaxaca, 1973) o ancora nell'analisi della domanda (Deaton, 1997).

Infine, si ricorda anche il lavoro di Gyourko e Tracy (1999) in cui gli autori verificano attraverso la regressione quantilica come si modifica la capacità di acquisto dell'abitazione da parte delle famiglie nel periodo 1974 – 1998.

Presentazione base dati

In modo del tutto analogo alla regressione classica, anche la metodologia quantilica richiede la disponibilità di una banca dati che fornisca informazioni dettagliate sulle unità immobiliari scambiate in un certo periodo di tempo. E' infatti necessario disporre di dati circa la qualità della zona nella quale l'abitazione è ubicata quali ad esempio la presenza di verde, di attività commerciali, la facilità di raggiungere il centro della città etc. . Ancora, sono importanti le informazioni sulla qualità del fabbricato in cui è inserita l'unità immobiliare nonché la qualità interna dell'unità abitativa quali la superficie, il piano, la presenza di ascensore etc. . Ovviamente è fondamentale conoscere il valore al quale è avvenuta la transazione.

Per questo lavoro si sono elaborate informazioni provenienti dall'archivio delle schede dell'OMI e dalla fonte Registro.

Dal 2004, l'OMI ha costituito un archivio di dati elementari contenente informazioni di dettaglio su un campione di unità immobiliari offerte e compravendute¹³. Per ogni immobile trattato viene compilata una scheda che riporta informazioni riguardanti le caratteristiche estrinseche ed intrinseche del fabbricato e dell'unità immobiliare. Tale archivio, tuttavia, contiene solo un campione di informazioni di mercato rispetto all'universo delle transazioni.

Per ampliare la base dati da elaborare si è pensato di "unire", attraverso l'utilizzo di una tecnica di imputazione multipla, le informazioni presenti nella base dati delle schede OMI con altre di fonte registro a loro volta integrate¹⁴ con variabili tratte dalla banca dati catastale e di fonte Osservatorio.

Analisi dell'ambito territoriale e dei principali indicatori immobiliari

Per evitare un'eccessiva complessità, e con l'idea di effettuare una verifica preliminare della bontà del metodo e una validazione dei risultati, si è deciso di operare ad un basso livello di dettaglio territoriale. Si è scelto di analizzare una singola città e di ragionare, quindi, su un numero di osservazioni ridotto ma che permettesse tuttavia un'analisi delle criticità che un'analisi di questo tipo fa emergere.

Tra le città con un numero annuale di scambi non elevato ma neanche eccessivamente esiguo si è scelto di analizzare la città di Lodi.

Lodi è situata nella parte centro-meridionale della Lombardia nella fascia della "bassa pianura", conta al 2011 circa 43 mila abitanti e al 31 dicembre 2012 risultano censite al catasto circa 24.300 abitazioni¹⁵.

La città è attraversata dal fiume Adda ed è sostanzialmente composta da quattro frazioni: Fontana a nord-est della città sulla riva sinistra dell'Adda, Olmo collocato a sud-est del centro cittadino, lungo la Via Emilia, Riolo località situata tra Lodi e Dovera, nell'Oltre Adda Iodigiano e San Grato nel settore nord-occidentale del territorio comunale, più popolosa tra le frazioni di Lodi.

In termini di andamento delle quotazioni medie, degli immobili residenziali, negli ultimi anni, la città di Lodi ha mostrato una tendenza decrescente con una punta al ribasso nel 2013 in cui il valore medio sembra aver subito una accentuata diminuzione all'anno precedente (-8,7%).

¹³ Per un approfondimento della procedura di rilevazione, elaborazione e pubblicazione delle quotazioni rese disponibili dall'Osservatorio del Mercato Immobiliare dell'Agenzia delle Entrate si può consultare il "Manuale della Banca Dati dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare - Versione 1.3 del 31 dicembre 2008" disponibile all'indirizzo <http://www.agenziaentrate.gov.it/wps/content/Nsilib/Nsi/Documentazione/omi/Manuali+e+guide>.

¹⁴ In questo caso ci si riferisce ad una operazione di *linkage* essendo presente una variabile chiave di unione tra le fonti..

¹⁵ Sono intese tutte le unità immobiliari di categoria A eccetto le A10.



D'altro lato, in termini di volumi di abitazioni scambiate, il numero di compravendite standardizzate (NTN) ha evidenziato un forte ridimensionamento dal 2008 e una tendenza sembra al ribasso (nel 2013 il valore si attesta a 346 unità compravendute), con una variazione tra il 2012 e 2013 del -14,7%. Di conseguenza, il grado di dinamicità del mercato delle abitazioni, evidenziato dal rapporto tra il NTN e lo stock delle stesse (IMI), dal 2008 è notevolmente rallentato e ha subito un ulteriore calo nel 2013 (Tabella 1).

Figura 3: Suddivisione in zone OMI della città di Lodi

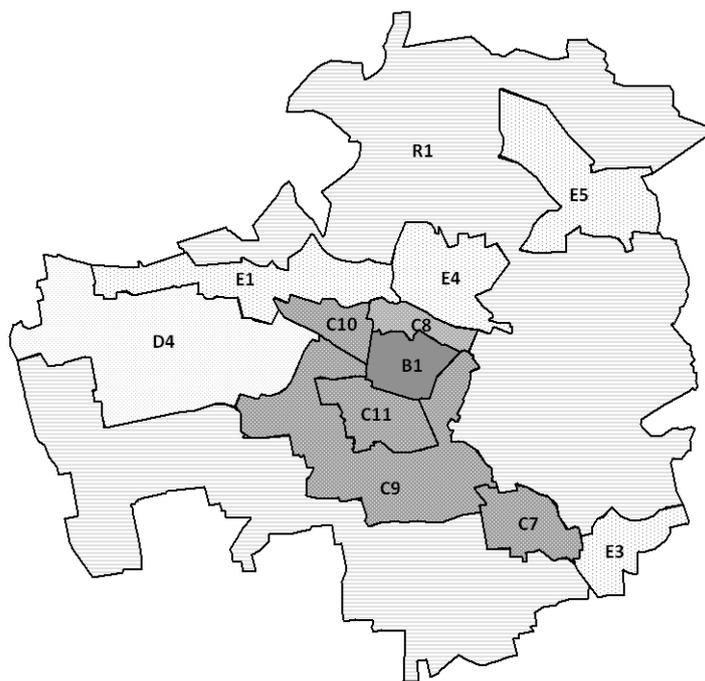


Tabella 11: Principali indicatori del mercato immobiliare delle abitazioni per la città di Lodi

Anno	NTN	Var annua % NTN	IMI	Diff IMI	Quotazione OMI media	Var annua % Quotazione media
2004	886	-	4,01%	-	1.616	-
2005	744	-16,0%	3,33%	-0,68	1.588	-1,73%
2006	732	-1,6%	3,16%	-0,17	1.559	-1,87%
2007	896	22,3%	3,82%	0,66	1.668	6,99%
2008	545	-39,1%	2,29%	-1,53	1.637	-1,81%
2009	550	0,8%	2,29%	0,00	1.638	0,00%
2010	504	-8,3%	2,09%	-0,20	1.644	0,42%
2011	503	-0,2%	2,07%	-0,02	1.640	-0,23%
2012	406	-19,3%	1,67%	-0,40	1.649	0,49%
2013	346	-14,7%	1,42%	-0,25	1.505	-8,73%

Dettaglio fonti informative

Dal Registro sono state tratte informazioni inerenti le compravendite di abitazioni e pertinenze¹⁶ relative al periodo III trimestre 2007 - IV trimestre 2011 (circa 2.700 osservazioni). Qualora siano state trasferite un'abitazione e relativa pertinenza nello stesso atto e il prezzo disponibile è complessivo, il valore

¹⁶ Si tratta delle sole unità immobiliari del gruppo A, eccetto le categorie A/7, A/8 (villini e ville) e le A/10 (uffici), e delle pertinenze categorie C/2, C/6 e C/7.

dell'abitazione viene stimato scorporando il valore della pertinenza in ragione della quota di rendita che la pertinenza rappresenta sul totale della rendita.

Le schede compilate per la città di Lodi, nel periodo 2007-2011 riguardano circa 250 abitazioni e contengono molteplici informazioni circa la zona di appartenenza, la qualità dell'ubicazione di dettaglio, gli attributi del fabbricato e della singola unità oggetto di transazione.

Nella Tabella 2 sono evidenziate le variabili che si sono ritenute utili ai fini della regressione edonica presenti nella due fonti informative.

Dal Registro sono state considerate le seguenti variabili:

- il prezzo di scambio;
- la variabile IVA che indica che l'atto è soggetto a regime di tassazione IVA ed è stata intesa quale proxy di nuova costruzione;
- attraverso l'identificativo catastale presente nello stesso archivio sono state associate informazioni:
 - desunte dall'archivio catastale:
 - superficie;
 - categoria catastale dell'immobile trasferito;
 - livello di piano;
 - tratte dall'Osservatorio del Mercato Immobiliare:
 - la zona OMI di ubicazione dell'abitazione e della pertinenza compravenduta.

Dall'archivio delle schede OMI si sono tratte le variabili:

- prezzo di trasferimento;
- zona OMI;
- vicinanza dell'unità a zone verdi;
- qualificazione della posizione di dettaglio all'interno della zona;
- presenza dell'ascensore;
- superficie;
- livello di piano;
- tipologia.

Utilizzando queste variabili si è proceduta ad una integrazione tra le due basi dati in una unica fonte di informazione attraverso un esercizio di imputazione del valore e delle caratteristiche.

Tabella 12: Variabili presenti nelle diverse fonti informative e variabili imputate

Fonte registro (integrata con Catasto e OMI)	Fonte archivio schede OMI	Archivio imputato
Prezzo	Prezzo	Prezzo
Flag IVA	Zona	Flag IVA
Categoria	Verde	Categoria
Superficie	Posizione Zona OMI	Superficie
Zona	Ascensore	Zona
Piano	Piano	Piano
==	Superficie Totale	Verde
==	Tipologia	Ascensore
==	==	Posizione Zona OMI

La variabile di maggior interesse è il valore al quale è avvenuto lo scambio e in particolare il valore al m². Il prezzo a m² è calcolato come rapporto tra il prezzo dell'abitazione calcolato con i criteri sopra descritti e la superficie. Sono ulteriormente eliminati tutte le osservazioni il cui prezzo per unità di superficie è esterno

all'intervallo di quotazioni OMI (minore di 700 €/m² e maggiore di 3.200 €/m²). Il motivo principale di tale scelta riguarda il fatto che prezzi al di fuori di tale intervallo sono sospetti valori anomali che potrebbero rendere distorte le stime dei coefficienti e falsare, quindi, i risultati.

La scelta di fondo per la creazione di una base dati sulla quale fondare le analisi di regressione è l'unione delle informazioni contenute nelle due fonti. In particolare, l'operazione che si è inteso implementare è quella di assegnare, attraverso una qualche tecnica statistica, ai record presenti nella fonte più numerosa, quella degli atti, alcune caratteristiche presenti nelle schede, sottoinsieme di numerosità inferiore.

A tal fine si è proceduto trattando le informazioni da unire come "mancanti" e in tal senso si è effettuata una imputazione del valore "missing".

In dettaglio, un'analisi esplorativa ha mostrato che alcune delle variabili presenti nelle due basi dati prese singolarmente fornivano un contributo elevato alla spiegazione della variabilità dei valori unitari (€/m²). Si è pertanto inteso deciso di imputare alla base atti i valori di tre variabili dell'archivio schede: informazioni sul verde, la presenza dell'ascensore, e la ricercatezza della posizione dell'abitazione all'interno della zona OMI. Dopo aver analizzato le diverse tecniche statistiche si è proceduto per ciascuna delle tre variabili con la stima dei valori mancanti attraverso una "multivariate imputation" fondata sui risultati di una regressione logistica, i cui dettagli metodologici sono forniti nel successivo paragrafo dedicato alla metodologia. Le variabili i cui valori sono da imputare nella base dati atti sono tutte di natura binaria:

- il verde assume valore 1 se nell'intorno dell'abitazione vi è una presenza di aree verdi e zero altrimenti;
- l'ascensore prende valore 1 se nell'edificio di ubicazione dell'abitazione l'ascensore è presente e zero altrimenti;
- la posizione nella zona OMI assume valore 1 se la particolare localizzazione dell'abitazione è considerata maggiormente ricercata rispetto all'intera zona OMI.

La regressione logistica è applicata separatamente per ciascuna delle tre variabili sulla base del valore prezzo al m² e superficie presenti in entrambe le basi dati che si sono scelte quale caratteristiche rappresentative dell'unità per effettuare l'unione.

Metodologia

Imputazione

I lavori di Rubin (1976, 1978, 1987) rappresentano il punto di riferimento principale per approcciare il problema dell'imputazione dei *missing values*. Seguendo questo filone si è stabilito di procedere all'imputazione attraverso la stima di un valore predetto tramite tecniche di regressione, assunto un set di variabili esplicative. Lo svantaggio principale è rappresentato dal fatto che avere un singolo valore imputato non permette di tenere in conto l'incertezza circa il valore da imputare.

Per ridurre la variabilità delle stime ottenute, una soluzione è rappresentata dall'imputazione multipla. Utilizzando metodi espliciti o impliciti, l'imputazione multipla crea M valori per ciascun valore mancante, generando quindi M *dataset* completi che possono essere analizzati separatamente e possono essere combinati per ottenere stime che incorporino l'incertezza dovuta ai dati mancanti.

Nel caso in esame per imputare le variabili di interesse si è deciso di procedere separatamente per ciascuna variabile con un'imputazione multipla con M = 50 ripetizioni e di combinare le basi dati ottenute prendendo il valore medio dei valori predetti ottenuti.

Essendo le tre variabili da imputare di tipo binario si stima una funzione logistica per ciascuna variabile separatamente utilizzando come esplicative le informazioni presenti in entrambe le basi dati costituite dalle due variabili prezzo e superficie.

Regressione quantilica

L'idea alla base del modello di regressione classico è quella di riassumere la relazione tra due variabili, di cui si ipotizza che una sia dipendente e l'altra sia esplicativa, attraverso un coefficiente che indica quanto varia "in media" la dipendente ad una variazione unitaria dell'esplicativa. Il modello può essere facilmente esteso al caso multivariato, se si considera un set di variabili esplicative, giungendo al modello lineare multiplo. In tal caso si ottiene un coefficiente per ciascuna esplicativa che può essere interpretato come la variazione "media" della variabile dipendente ad una variazione unitaria dell'esplicativa, a parità di tutte le altre variabili. Il concetto teorico di fondo del metodo è quello di sintetizzare la relazione descrivendo la media della variabile risposta. Tali modelli sono stati ampiamente utilizzati in tutte le scienze sociali tanto da essere imprescindibili in moltissimi studi applicati.

Vi sono, tuttavia, ambiti in cui focalizzare l'attenzione solo sulla tendenza centrale di una distribuzione, trascurando l'analisi della forma generale, può costituire una limitazione alla comprensione del fenomeno in esame. In particolare come sottolineato in Hao e Naiman (2007) esistono tre motivazioni negative:

- i risultati ottenuti considerando la media non sono facilmente estendibili a parametri di locazione che non descrivono tendenze centrali. Può essere, quindi, inopportuno considerare validi i risultati di un'analisi anche per le code della distribuzione della dipendente. Un esempio, molto esplicativo di questa criticità, concerne gli studi sulla distribuzione del reddito o più in generale della ricchezza, dove si è interessati a verificare taluni parametri in relazione ai più "ricchi" e ai più "poveri". L'analisi della tendenza centrale di una distribuzione può essere, quindi, distante dall'obiettivo di indagini che mirano all'analisi di tutta la distribuzione;
- spesso nella realtà l'assunto di omoschedasticità non è soddisfatto con la conseguenza che la media non è in grado di riassumere tutta l'informazione.

Per ovviare ai limiti descritti, al concetto di media si può sostituire il concetto di mediana. Analogamente alla media, la mediana è un indice di posizione che ha l'obiettivo di riassumere una distribuzione con un unico valore ma, a differenza della media, è rappresentativa della posizione della distribuzione anche in presenza di valori atipici o eccezionali, in quanto tiene conto solo dell'ordinamento delle osservazioni (Piccolo, 2000). Inoltre, la mediana non è che un quantile quello di ordine 0,5. Nel 1978 Koenker e Bassett hanno introdotto il concetto di regressione quantilica, che modella appunto i quantili condizionati in funzione delle variabili esplicative. Utilizzando questa estensione del modello di regressione si possono indagare tutti i quantili della distribuzione.

Un generico modello di regressione lineare multiplo può essere scritto, in forma estesa, al modo seguente:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i, \quad (1)$$

con y_i variabile dipendente, x_i variabili esplicative, β parametri ignoti da stimare, e infine ε sono gli errori, supposti per ipotesi normalmente distribuiti con media nulla e varianza costante, $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$. L'ipotesi di media nulla degli errori implica che:

$$E(y_i | x_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik}, \quad (2)$$

e quindi che la retta di regressione descrive il valore atteso di y_i condizionato ai valori di x_i , ovvero il valore medio di y_i corrispondente ad un fissato valore di x_i .

Nella regressione quantilica la forma generale del modello può essere scritta nel modo seguente:

$$y_i = \beta_0(\tau) + \beta_1(\tau) x_{i1} + \dots + \beta_k(\tau) x_{ik} + \varepsilon_i(\tau), \quad (3)$$

con τ che indica la proporzione della popolazione che si trova al di sotto del quantile di ordine p e $0 < \tau < 1$.

Le stime dei coefficienti dell'espressione (3) possono essere ottenuti risolvendo un problema di programmazione lineare i cui algoritmi sono disponibili nella maggior parte dei software statistici. Per quanto

concerne le stime degli errori standard, oltre il calcolo analitico, in letteratura sono state proposte diverse soluzioni tra le quali la più diffusa è il metodo di tipo *bootstrap*.

L'interpretazione dei parametri stimati è simile a quanto noto nel caso di regressione con l'accortezza che nel caso quantilico occorre prestare attenzione al quantile cui si riferisce il coefficiente.

Risultati

Sul campione descritto, si procede ad effettuare una prima stima con il metodo OLS. L'equazione stimata assume la seguente forma:

$$P_{mq} = \beta_0 + \beta_1 \text{Verde} + \beta_2 \text{Ascensore} + \beta_3 \text{IVA} + \beta_4 \text{Posizione} + \beta_5 \text{Piano} + \beta_6 \text{Superficie} + \beta_7 \text{Zona} + \beta_8 \text{Tipologia} + \varepsilon,$$

con P_{mq} prezzo al m² della generica abitazione, seguono alcune variabili binarie:

- *Verde* assume valore 1 nel caso in cui l'abitazione sia vicina ad un'area verde;
- *Ascensore* prende valore 1 nel caso di presenza dell'ascensore;
- la variabile *IVA* assume valore 1 se la transazione è avvenuta con tassazione in regime IVA piuttosto che con l'imposta di registro. Tale variabile viene utilizzata come proxy per distinguere la compravendita di un'unità immobiliare nuova dalla transazione di un'abitazione usata;
- *Posizione* vale 1 se la particolare ubicazione all'interno della zona OMI risulta migliore rispetto al contesto medio;
- la variabile *Piano* è stata ricondotta a due modalità ipotizzando valore 1 se l'unità si trova in un piano strettamente maggiore del primo e zero nei casi di primi piani, piani terra e seminterrati.

La variabile *superficie* è quantitativa e rappresenta la superficie complessiva dell'unità immobiliare. La variabile localizzativa *Zona* è stata ricondotta a tre modalità Centro, che comprende tutte le zone centrali in cui il codice identificativo di zona OMI inizia con B, il Semicentro, che comprende tutte le zone con identificativo C e infine Altro ovvero tutte le zone suburbane, periferiche e rurali (identificativi D, E ed R). Per ciascuna modalità è stata creata una variabile dicotomica che assume valore 1 se l'unità immobiliare è ubicata in quella zona e 0 altrimenti. La modalità scelta come base per l'interpretazione dei coefficienti è l'ubicazione "Altro".

La variabile *Tipologia* è una variabile nominale che riporta per ciascuna unità immobiliare la categoria catastale assegnata. Tale variabile è stata ricondotta a tre modalità: abitazioni civili, che comprendono le unità classate in A2, abitazioni economiche, unità in A3, e popolari per le abitazioni comprese nelle categorie A4 e A5. Per ciascuna modalità è stata creata una variabile binaria scegliendo come variabile di comparazione la tipologia "Civile".

In Tabella 3 si riportano i coefficienti stimati nel caso di un modello lineare (OLS) ovvero di un classico modello edonico e quelli ottenuti applicando la regressione quantilica rispettivamente per il 25°, 50°, 75° e 90° percentile.

Nel modello classico tutte le variabili, ad eccezione della variabile piano, risultano significative e il coefficiente di determinazione R^2 è intorno al 65%. I segni risultano tutti adeguati rispetto alle attese. Il valore stimato della costante è di circa 1.600 €/m², in altri termini si tratta del prezzo medio di un'abitazione civile ubicata in un'area della città non centrale o semicentrale, sita in un piano basso senza particolari caratteristiche che ne aumentino o diminuiscano il valore. A parità di tutte le altre caratteristiche la buona posizione all'interno di una data zona gioca un ruolo molto importante, così come la presenza di ascensore. Anche il coefficiente della variabile IVA, utilizzata come proxy per distinguere un'abitazione nuova, risulta piuttosto elevato. Rispetto alla localizzazione un'abitazione ubicata in centro è mediamente più apprezzata rispetto ad un'abitazione ubicata in una zona periferica e tale differenza diminuisce se si considera un'abitazione in una zona semicentrale rispetto ad una periferica. L'effetto marginale della categoria di tipo economico o popolare è mediamente negativo rispetto a un'abitazione di tipologia civile.

I coefficienti stimati e interpretati forniscono informazioni utili circa l'importanza e l'effetto delle caratteristiche nella predizione dei prezzi medi delle abitazioni situate nella città di Lodi. Tali coefficienti risultano inoltre

costanti rispetto all'intera distribuzione dei prezzi medi osservati. L'esercizio di regressione quantilica successivamente svolto permette di verificare se gli effetti marginali medi stimati subiscono variazioni in considerazione del livello di prezzo, misurato attraverso la distinzione in quantili. In altre parole si indaga se i pesi delle caratteristiche subiscono variazioni se sono valutati rispetto ad un livello di prezzo "basso" o "alto" della distribuzione complessiva dei prezzi.

I risultati della regressione quantilica mostrano analogie con quanto visto nel modello classico con la variabile piano mai significativa in nessun quantile e segni dei coefficienti in linea (Tabella 2).

Di estremo interesse è però valutare come il coefficiente vari tra un quantile e l'altro della distribuzione. Alcune variabili mostrano andamenti quasi lineari spostandosi da quantili bassi a quantili più alti: è il caso dell'ubicazione in Centro o in Semicentro i cui coefficienti risultano crescenti all'aumentare dei quantili.

Il vantaggio che l'abitazione ottiene nell'ubicazione più centrale è maggiore se l'unità abitativa a cui si fa riferimento appartiene a una classe di prezzo piuttosto elevata. Per la sua ubicazione in centro si passa, infatti, da un coefficiente di circa 145 €/m² per prezzi mediani fino a circa 250 €/m² se il prezzo è nel 90° percentile della distribuzione. Al contrario la buona posizione all'interno della zona decresce all'aumentare dei quantili, sebbene il valore del coefficiente stimato resti comunque molto elevato. Tale andamento può essere forse imputabile al fatto che abitazioni con prezzi collocati in un quartile elevato godono già di una ubicazione migliore mentre, se si tratta di un'abitazione che si colloca in una fascia di prezzo più bassa, l'effetto marginale di essere situata in una zona centrale risulta più elevato.

L'effetto della presenza dell'ascensore, pur mostrando un effetto elevato in tutti i quantili, appare meno lineare, passando da circa 620 €/m², nel 25° percentile, a circa 700 €/m² nel 90° percentile, ma con un lieve calo in corrispondenza della mediana (570 €/m²).

I coefficienti legati alle tipologie Economica e Popolare risultano negativi, il prezzo subisce, cioè, un effetto marginale negativo rispetto a un'abitazione civile. Tale effetto è però maggiormente negativo se l'abitazione si colloca in una fascia di prezzo bassa piuttosto che in una fascia di prezzo più elevata.

Per quanto riguarda la variabile IVA (*proxy* delle nuove abitazioni), si evidenzia un forte impatto per i primi tre quantili e perde di valore nella parte della distribuzione più "ricca".

Il coefficiente legato alla variabile Verde risulta più difficile da interpretare avendo un valore che diminuisce all'aumentare dei percentili. Tuttavia sembra possibile ipotizzare che il vantaggio che si trae da un'abitazione ubicata in una zona a maggiore presenza di verde sia più elevato se si tratta di un'abitazione presente in quantili più bassi e quindi con benefici minori, in termini di altre caratteristiche, rispetto a un'abitazione che, collocandosi già in una fascia di prezzo medio alta, dovrebbe già godere dell'effetto positivo di altre caratteristiche.

Un siffatto esercizio di regressione quantilica mostra come un modello edonico che non tenga conto della ricchezza familiare/individuale (in percentili), che si è qui supposto essere espressa dal livello dei prezzi delle abitazioni, possa nascondere informazioni rilevanti sull'importanza di alcune caratteristiche rispetto all'impatto atteso sui prezzi degli immobili residenziali. Ad esempio, per quanto riguarda le variabili Verde, IVA, e ubicazione dell'abitazione, il coefficiente OLS maschera la grande variabilità dei coefficienti nei vari quantili di valore OMI. Solamente il coefficiente OLS della superficie assume un valore che ben corrisponde a quelli presenti nei vari intervalli di ricchezza.

Per dare evidenza e per analizzare se le differenze dei coefficienti, osservate ai diversi percentili, possono considerarsi significative, in senso statistico, si è effettuato un successivo esercizio di regressione quantilica, per la differenza tra il 25° e il 90° percentile.

La regressione interquantilica (Tabella 4) mostra una differenza elevata e significativa per le variabili centro e semicentro, per la tipologia popolare, per il piano e per l'IVA. Questo risultato suggerirebbe che tali caratteristiche vengano valutate in maniera sostanzialmente differente tra le classi di reddito più o meno abbienti.

Tabella 13: Stime dei coefficienti di regressione OLS e quantilica

Variabile	OLS		$\tau = 0,25$		$\tau = 0,5$		$\tau = 0,75$		$\tau = 0,9$	
Verde	97,55	***	119,81	***	103,43	***	87,77	***	64,06	**
Ascensore	659,92	***	620,57	***	570,66	***	641,04	***	705,80	***
IVA	128,13	***	175,05	***	145,24	***	153,24	***	74,64	**
Posizione	755,56	***	815,30	***	783,36	***	660,55	***	641,00	***
Piano	15,55		7,75		24,14		28,70		17,42	
Superficie	-3,49	***	-3,57	***	-3,91	***	-3,42	***	-3,69	***
Centro	129,52	***	47,12		145,73	***	220,03	***	250,98	***
Semicentro	48,02	**	13,63		50,26	*	114,15	***	133,52	***
Economica	-81,35	***	-70,96	**	-103,99	***	-84,53	**	-84,01	**
Popolare	-239,82	***	-307,84	***	-296,69	***	-194,12	***	-178,56	**
Intercetta	1.574,28	***	1.396,95	***	1.660,69	***	1.728,31	***	1.918,35	***
R ²	0,66		0,41		0,43		0,45		0,45	

$\alpha = 0,001$ (***), $\alpha = 0,05$ (**), $\alpha = 0,1$ (*)

Per R² si intende R² corretto nel caso OLS e Pseudo¹⁷ R² per tutti i τ della regressione quantilica

Tabella 14: Stime dei coefficienti di regressione interquantilica al 90° e al 25° percentile

Variabile	0,9 - 0,25				
	Coeff.	Bootstrap Std. Error	t	P> t	
Verde	-55,76	29,49	-1,89	0,059	*
Ascensore	85,23	38,02	2,24	0,025	**
IVA	-100,41	42,59	-2,36	0,019	**
Posizione	-174,30	98,77	-1,76	0,078	*
Piano	9,67	26,19	0,37	0,712	
Superficie	-0,12	0,53	-0,23	0,819	
Centro	203,86	62,94	3,24	0,001	***
Semicentro	119,88	42,95	2,79	0,005	**
Economica	-13,05	44,06	-0,30	0,767	
Popolare	129,28	75,52	1,78	0,075	*
Intercetta	521,40	84,33	6,18	0,000	***
0,90 pseudo R ² 0,45					
0,25 pseudo R ² 0,41					

¹⁷ Nel caso quantilico, il valore del coefficiente di determinazione R² è diverso da quello calcolato nel caso classico. Infatti, non rappresenta un valore di adattamento globale ma un valore valido per valutare la bontà del modello per un particolare quantile.

Conclusioni e sviluppi

In questo articolo si mostra la presenza di possibili effetti di non linearità negli apprezzamenti delle caratteristiche delle abitazioni, per un campione di compravendite riguardanti il settore residenziale della città di Lodi.

Usando la tecnica di imputazione multipla, introdotta per la prima volta da Rubin (1978), si è creato un campione più ampio al fine di avere una maggiore informazione circa le principali caratteristiche delle abitazioni compravendute nonché dei loro prezzi.

L'analisi evidenzia significativi cambiamenti nell'effetto delle caratteristiche degli immobili residenziali per i differenti quantili di livello dei prezzi. In particolare, i risultati indicano che l'ubicazione è l'attributo che modifica di più il suo impatto marginale sul prezzo: la grandezza dell'effetto di quest'ultima è, infatti, crescente nei quantili di prezzo. Nel modello OLS il valore atteso dell'ubicazione centrale è 129,52 mentre nel quantile più elevato raggiunge il valore di 250,98.

Questo risultato rafforza l'idea di una possibile stretta relazione tra il valore dei prezzi delle abitazioni e il reddito disponibile familiare. Inoltre, conferma, la zona OMI di ubicazione come principale caratteristica di differenziazione tra i valori delle abitazioni. I risultati mostrano, inoltre, che per bassi quantili la posizione centrale e semi-centrale non sono statisticamente significative mentre le categorie catastali economica e popolare giocano un ruolo maggiore nel 25° percentile; ciò potrebbe essere un altro indizio della importanza della condizione economica sulla formazione del prezzo di compravendita nei vari quantili.

Infine, la regressione interquantilica tra l'ultimo ed il primo percentile conferma che la caratteristica più importante e statisticamente significativa è l'ubicazione. Infatti il coefficiente evidenzia che la differenza nell'impatto sul prezzo sia la più alta risultando molto importante per i più abbienti (il valore del coefficiente della regressione interquantilica è 203 per l'ubicazione in zona centrale) seguita dalla tipologia popolare (il cui valore è 129); quindi tali risultati suggerirebbero che le caratteristiche degli immobili residenziali vengano apprezzate in maniera differente rispetto alla ricchezza posseduta (la loro utilità varia con il livello di ricchezza degli acquirenti).

Tra le criticità del modello vale la pena sottolineare che potrebbero esservi altre potenziali variabili. Ma di indubbio interesse sarebbe l'informazione sul reddito disponibile delle famiglie che permetterebbe di stimare l'impatto della ricchezza delle famiglie sulla formazione del prezzo. Sviluppi futuri dell'analisi dovrebbero includere questa variabile o una sua proxy nella specificazione del modello con l'obiettivo principale di stimare un modello quantilico per percentili di reddito dei compratori di immobili residenziali. In tal modo sarebbe possibile testare l'ipotesi che l'effetto marginale delle caratteristiche delle abitazioni sia diverso in relazione al livello reddituale.

Un altro argomento di interesse per analisi future è quello di considerare la natura spaziale dei prezzi del settore residenziale usando tecniche di regressione adatte allo scopo. In sostanza si potrà testare la dipendenza spaziale dei prezzi del settore residenziale introducendo un *lag* spaziale nel modello OLS quantilico, per osservare il suo effetto e significatività statistica sulla formazione dei prezzi. Un ulteriore spunto futuro interessante potrebbe essere dato dall'applicazione della regressione quantilica per i sottoinsiemi di abitazioni dati dalle prime e seconde case.

Bibliografia

- Chamberlain, G. (1994). *Quantile regression, censoring and the structure of wages*, in: C. A. Sims (Ed.) *Advances in Econometrics*, pp. 171–209. New York: Elsevier.
- Deaton, A. (1997). *The Analysis of Household Surveys*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Gyourko, J. & Tracy, J., (1999). *A look at real housing prices and incomes: some implications for housing affordability and quality*. *Economic Policy Review*, Federal Reserve Bank of New York, issue Sep, pages 63-77.
- Hao, Lingxin, and Daniel Q. Naiman. (2007). *Quantile regression*. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.
- Lancaster, K. (1966). *A New Approach to Consumer Theory*. *Journal of Political Economy*, 74, 132-157.
- Liu, S. & Hite, D. (2013). *Measuring the Effect of Green Space on Property Value: An Application of the Hedonic Spatial Quantile Regression*. 2013 Annual Meeting, February 2-5, 2013, Orlando, Florida 143045, Southern Agricultural Economics Association.
- Mak, S., Choy L. & Ho W. (2010). *Quantile Regression Estimates of Hong Kong Real Estate Prices*". *Urban Studies*, Urban Studies Journal Limited, vol. 47(11), pages 2461-2472, October.
- Malpezzi, S. (2003). *Hedonic pricing models: a selective and applied review*. *Section in Housing Economics and Public Policy: Essays in Honor of Duncan MacLennan*. McMillen, D. P. and Thornes, P. (2006). *Housing renovation and the quantile repeated-sales price index*. *Real Estate Economics*, 34(4), pp. 567–584.
- Nicodemo, C. & Raya, J. M., (2012). *Change in the Distribution of House Prices across Spanish Cities*. IZA Discussion Papers 6503, Institute for the Study of Labor (IZA).
- Oaxaca, R. (1973). *Male–female wage differentials in urban labor markets*. *International Economic Review*, 14(3), pp. 693–709.
- Palmquist, R. B. (1991). *Hedonic Methods*. In: J.B. Braden and C.D. Kolstad, eds., *Measuring the Demand for Environmental Quality*, (North Holland, Amsterdam) 77-120.
- Piccolo D. (2000). *Statistica*. Il mulino.
- Rosen, S. (1974) *Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition*. *Journal of Political Economy*, 82, pp.34-55.
- Rubin, D. B. (1976). *Inference and missing data*. *Biometrika* 63, 81-92.
- Rubin, D. B. (1978). *Multiple imputations in sample surveys - a phenomenological bayesian approach to nonresponse*. *Proceedings of the Survey Research Methods Section, American Statistical Association*, 20-34.
- Rubin, D. B. (1987). *Multiple imputation for nonresponse in surveys reference*. J. Wiley & Sons, New York.
- Sirmans, G. S., Macpherson, D. A., & Zietz, E. N. (2005). *The composition of hedonic pricing models*. *Journal of Real Estate Literature*, 13 (1),3–46.
- Uematsu, H. & Mishra, A. K., (2012). *The Impact of Natural Amenity on Farmland Values: A Quantile Regression Approach*. 2012 Annual Meeting, February 4-7, 2012, Birmingham, Alabama 119804, Southern Agricultural Economics Association.

- Koenker, R. and Bassett, G. W. (1978). *Regression quantiles*, *Econometrica* 46: 33-50.
- Kholodilin, K. A., (2012). *Internet Offer Prices for Flats and Their Determinants: A Cross Section of Large European Cities*. Discussion Papers of DIW Berlin 1212, DIW Berlin, German Institute for Economic Research.
- Kostov, P. (2009). *A Spatial Quantile Regression Hedonic Model of Agricultural Land Prices*. *Spatial Economic Analysis*, Taylor and Francis Journals, vol. 4(1), pages 53-72.
- Zietz, J., Zietz, E. N. & Simans, G. S. (2008). *Determinant of housing prices: a quantile regression approach*. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 37(4), pp. 317–333.

La stima dei fattori di aggiustamento: Uso di un processo analitico gerarchico

di Mauro IACOBINI, Luciana BLOTTI e Gaetano LISI *

ABSTRACT

I metodi maggiormente consigliati in letteratura per stimare i fattori di aggiustamento da utilizzare nel metodo del confronto delle compravendite (Sales Comparison Approach) sono due: l'analisi di regressione multipla e l'analisi delle coppie di dati (Paired Data Analysis). Entrambi questi metodi, però, presentano delle criticità che ne limitano l'uso nell'ambito delle valutazioni immobiliari, in particolare nelle stime puntuali. L'approccio proposto in questo lavoro e applicato a un particolare tipo di mercato immobiliare (quello italiano) sfrutta l'idea di base del processo gerarchico analitico (Analytic Hierarchy Process) e si propone come una possibile alternativa all'analisi di regressione multipla e all'analisi delle coppie di dati nei casi in cui si dispone di un numero limitato di osservazioni e i comparabili utilizzati pur essendo tra loro simili non differiscono solo per una caratteristica.

Keywords: *Sales Comparison Approach, Analytic Hierarchy Process, Adjustment Factors*

***Mauro Iacobini** è Responsabile dell'area servizi e valutazioni immobiliari della Direzione centrale Omi dell'Agenzia delle Entrate

Luciana Blotti è una Funzionaria dell'Area servizi e valutazioni immobiliari della Direzione centrale Omi dell'Agenzia delle Entrate

Gaetano Lisi è un Funzionario dell'Area servizi e valutazioni immobiliari della Direzione centrale Omi dell'Agenzia delle Entrate

1. Introduzione

Il *Sales Comparison Approach* è il metodo maggiormente usato per stimare il valore di mercato degli immobili residenziali (si veda, ad esempio, Colwell, Cannaday e Wu, 1983; Lentz e Wang, 1998; Lipscomb e Gray, 1990; Isakson, 2002).¹⁸ Tale metodo si basa sul confronto tra le caratteristiche dell'immobile oggetto di stima (detto *subject*) e quelle di recenti immobili compravenduti, di cui è noto il prezzo di vendita, al fine di determinare – attraverso opportuni aggiustamenti – il più probabile prezzo di vendita del *subject*, cioè il prezzo che il *subject* avrebbe se fosse venduto in quel momento e in quel mercato.

La principale questione (criticità) legata a quest'approccio riguarda la metodologia da utilizzare per stimare i "fattori di aggiustamento" (Lipscomb e Gray, 1990; Lentz and Wang, 1998; Lai, Vandell, Wang e Welke, 2008). I fattori di aggiustamento, infatti, svolgono un ruolo cruciale nel *Sales Comparison Approach*: sono usati per "pesare" le differenze nelle caratteristiche tra l'immobile oggetto di stima e ciascuno dei comparabili selezionati, al fine di ottenere da ogni prezzo di compravendita un potenziale valore di mercato (prezzo di vendita) del *subject*.¹⁹ Ad esempio, sintetizzando il procedimento e considerando due sole caratteristiche immobiliari, il potenziale prezzo di vendita del *subject* s associato a un generico comparabile j sarà dato da:²⁰

$$\hat{P}_s^j = P_j + f_1 \cdot (X_{1,s} - X_{1,j}) + f_2 \cdot (X_{2,s} - X_{2,j})$$

(1)

Dove \hat{P}_s^j è la stima del prezzo del *subject* associata al prezzo (noto) P_j del comparabile j , mentre $X_{1,s}$, $X_{1,j}$, $X_{2,s}$ e $X_{2,j}$ definiscono il grado/intensità delle due caratteristiche (i metri quadri e il numero di bagni, ad esempio) possedute dal *subject* e dal comparabile, rispettivamente; infine, f_1 e f_2 sono i fattori di aggiustamento. Ripetendo l'equazione (1) per ciascuno dei comparabili selezionati (simili per caratteristiche al *subject*), si stima il prezzo del *subject* attraverso la cosiddetta fase della "riconciliazione", che nei casi più semplici consiste nella media aritmetica dei \hat{P}_s^j ottenuti.²¹

La stima dei fattori di aggiustamento diventa il punto debole del metodo quando il valutatore fa esclusivo affidamento sulla sua esperienza e competenza nella determinazione di f_1 e f_2 (Colwell, Cannaday e Wu, 1983; Lipscomb e Gray, 1990; Isakson, 2002). Per tale motivo, l'implementazione del *Sales Comparison Approach* è ritenuta più un'arte che una scienza (Gau, Lai e Wang, 1992; Lai, Vandell, Wang e Welke, 2008).

Al fine di rimuovere o, almeno, ridurre la soggettività presente nel processo di stima dei fattori di aggiustamento, i metodi maggiormente consigliati in letteratura sono due (si veda, ad esempio, Colwell, Cannaday e Wu, 1983; Lentz e Wang, 1998; Lipscomb e Gray, 1990; Lipscomb e Gray, 1995): l'analisi di regressione multipla (*Multiple Regression Analysis*) e l'analisi delle coppie di dati (*Paired Data Analysis*).²² Entrambi questi metodi, però, presentano delle difficoltà che ne limitano l'uso concreto nelle valutazioni immobiliari, in particolare nelle stime puntuali.

L'*analisi di regressione multipla*, infatti, è consigliata nelle stime di massa, mentre non è particolarmente utile nelle stime puntuali, poiché richiede un numero rilevante e omogeneo di osservazioni, cioè di recenti

¹⁸ Nell'influente articolo di Colwell, Cannaday e Wu (1983), il termine *Market Data Approach* è usato sia con riferimento ai metodi di "aggiustamento della griglia" (*Adjustment Grid-methods*) che all'analisi di regressione multipla. La giustificazione è che entrambi i metodi possono essere ricondotti alla teoria dei prezzi edonici di Rosen (1974). Infatti, se il prezzo di un bene composito è funzione delle caratteristiche possedute dal bene, la differenza di prezzo tra due beni composti è funzione delle differenze nelle loro caratteristiche.

¹⁹ «*Market value is a concept in economic theory and cannot be observed directly. Sales prices provide the most objective estimates of market values and under normal circumstances should provide good indicators of market value*» (IAAO, 2013, p. 7).

²⁰ Per ragioni di semplicità, si farà riferimento al più semplice tra i metodi di "aggiustamento della griglia", il cosiddetto *Additive Dollar Adjustment Method* (ADAM) che implica una relazione lineare tra prezzo del bene e caratteristiche immobiliari (si veda l'influente lavoro sull'argomento di Colwell, Cannaday e Wu, 1983).

²¹ Sull'importante problema dei pesi da assegnare ai comparabili selezionati in caso di media ponderata anziché semplice, si vedano gli importanti lavori di Colwell, Cannaday e Wu (1983), Gau, Lai e Wang (1992), Epley (1997).

²² Lipscomb e Gray (1995), inoltre, mostrano le condizioni sotto le quali i due metodi producono gli stessi risultati, cioè sono equivalenti.

compravendite (Lipscomb e Gray, 1995; Lentz e Wang, 1998; Lai, Vandell, Wang e Welke, 2008).²³ Tuttavia, alcuni mercati immobiliari, in particolar modo quello italiano, sono caratterizzati da un numero ridotto di transazioni; di conseguenza, è spesso difficile – se non impossibile – trovare un numero di recenti transazioni/compravendite sufficientemente numerosi e omogeneo.

L'analisi delle coppie di dati, invece, può essere usata anche in presenza di un numero limitato di osservazioni; in teoria, basterebbero anche tre coppie di immobili simili (si veda Lipscomb e Gray, 1995, pag. 175), ma richiede che le coppie di beni differiscano solo per una caratteristica e, realisticamente, questa è una condizione molto difficile se non impossibile da trovare, a maggior ragione in un contesto come quello italiano dove la caratteristica principale del patrimonio immobiliare è la sua forte eterogeneità.

Di conseguenza, il metodo proposto nel presente lavoro e mutuato dalla teoria delle decisioni vuol rispondere proprio a tali difficoltà e rappresentare, quindi, una possibile alternativa ai due più diffusi metodi nei casi in cui l'obiettivo è una stima puntuale, si dispone di poche osservazioni e i comparabili utilizzati pur essendo tra loro simili non differiscono solo per una caratteristica. L'ambito di applicazione del metodo, va precisato, è il mercato immobiliare italiano caratterizzato da una limitata dinamicità (numero ridotto di compravendite) e da una forte eterogeneità del patrimonio immobiliare.

Il resto del lavoro è così organizzato: il prossimo paragrafo descrive il metodo oggetto dell'analisi e la sua applicazione al settore immobiliare; il terzo paragrafo illustra brevemente le diverse fasi operative costituenti l'analisi empirica e i principali risultati ottenuti; il quarto, infine, conclude il lavoro.

2. Le basi concettuali dell'AHP

Il metodo alla base del presente lavoro è il processo gerarchico analitico, l'*Analytic Hierarchy Process* (d'ora in avanti semplicemente *AHP*). Secondo questo metodo molto diffuso nell'ambito della teoria delle decisioni (si veda, ad esempio, Saaty, 1980, 1990, 2008), un problema può essere scomposto in una gerarchia di *criteri* e *alternative*. In pratica, una volta fissato l'obiettivo (il problema da risolvere), occorre definire i criteri (i fattori che più influenzano l'obiettivo) e le alternative (le possibili soluzioni al problema). Il processo si concretizza in una serie di confronti a coppie. La scelta dei punteggi da utilizzare nei confronti a coppie deve rispecchiare l'importanza relativa di ogni elemento (criterio o alternativa che sia) rispetto all'altro ed essere coerente. Ad esempio, se l'elemento A è considerato due volte più importante dell'elemento C e l'elemento B è considerato due volte più importante dell'elemento A, allora l'elemento B deve essere quattro volte più importante dell'elemento C.²⁴

La matrice risultante è quadrata e reciproca, con diagonale principale pari a 1 (il risultato del confronto di ogni elemento con se stesso). Il confronto a coppie avviene in due fasi:

- Dapprima si confrontano i criteri, in base alla loro importanza nella spiegazione del problema, ricavando una matrice quadrata reciproca (la matrice dei confronti a coppie dei criteri);
- Poi, per ogni criterio, si esegue un confronto di importanza relativa tra le alternative, ricavando tante matrici quanti sono i criteri.

Dalle matrici così ottenute è possibile ottenere un ordine di priorità matematico attraverso il metodo dell'autovalore principale o massimo.²⁵ Precisamente, si calcola l'autovalore massimo λ_{max} di ciascuna

²³ In linea di principio, non basta che le osservazioni siano sufficientemente numerose, occorre anche che siano omogenee. C'è, infatti, un trade-off nell'ampliare il campione utilizzato nell'analisi di regressione con informazioni/osservazioni eterogenee (si veda Lipscomb e Gray, 1990, 1995): da un lato, si riducono gli standard errors delle stime, cioè le stime dei coefficienti/parametri diventano più efficienti, dall'altro lato, però, aumentano gli scostamenti dei valori osservati da quelli predetti dal modello e, quindi, si riduce l'utilità del modello stesso. A ciò vanno aggiunte altre cruciali questioni come la corretta specificazione del modello e la scelta della forma funzionale (si veda Lai, Vandell, Wang e Welke, 2008; Lentz e Wang, 1998).

²⁴ In particolare, il punteggio massimo nella "Scala di Saaty" è 9 (importanza assoluta o estrema di un elemento rispetto all'altro). Non vanno necessariamente utilizzati valori interi. Il valore zero non è contemplato poiché il suo reciproco tende a infinito.

²⁵ Saaty (1990) ha dimostrato che la soluzione ricavata dall'applicazione del metodo dell'autovalore principale o massimo è l'approccio migliore per ottenere un corretto ordine di priorità da una matrice simmetrica come quella dei confronti a coppie.

matrice e l'autovettore ad esso associato, i cui coefficienti esprimono l'importanza relativa di ciascun criterio (alternativa) rispetto all'obiettivo (criterio).²⁶ Infine, la normalizzazione dei valori dell'autovettore consente di ricavare dei valori percentuali immediatamente confrontabili (pesi).

La migliore alternativa (soluzione) al problema è quella che presenta il valore "gerarchico" (H) più alto tenuto conto dell'ordinamento dei criteri e delle alternative per ogni criterio. Ad esempio, considerando due criteri, la migliore alternativa j (con $j = 1, \dots, m$) è quella che $\max\{H_j\}$, dove,

$$H_j = [(\omega_1 \cdot v_1^j) + (\omega_2 \cdot v_2^j)]$$

(2)

dove ω_1 e ω_2 sono i pesi associati ai due criteri, rispettivamente (con $\omega_1 + \omega_2 = 1$); mentre, v_1^j e v_2^j sono i pesi che l'alternativa j ha ottenuto nel confronto a coppie relativamente al criterio 1 e 2, rispettivamente, con $\sum_{j=1}^m v_1^j = 1$ e $\sum_{j=1}^m v_2^j = 1$.

2.1 AHP e valutazioni immobiliari

Nell'ambito delle valutazioni immobiliari, l'AHP si configura in questo modo: l'obiettivo (finale) è la stima del valore di mercato di un immobile, i fattori che maggiormente influenzano tale obiettivo sono ovviamente le caratteristiche immobiliari e le alternative sono i comparabili (simili per caratteristiche all'immobile oggetto di stima). L'applicazione dell'AHP a un procedimento estimativo, infatti, è un'operazione che è già stata affrontata in letteratura (si veda, ad esempio, Curto, 1994a, 1994b, 2005).

Tuttavia, la letteratura ha sottovalutato due preziose informazioni in grado di ridurre e semplificare notevolmente il metodo nell'ambito delle valutazioni immobiliari:

1. Il grado/intensità (noto) delle caratteristiche immobiliari dei comparabili selezionati;
2. I prezzi (noti) di compravendita dei comparabili selezionati.

Per quanto riguarda la prima fonte d'informazione, il confronto a coppie previsto dall'AHP per ordinare sia i criteri che le alternative è applicato unicamente ai criteri, cioè alle caratteristiche immobiliari. Ha poco senso, infatti, confrontare due immobili con riferimento ad una determinata caratteristica se uno dei due ha un grado/intensità più alto di quella caratteristica. In sostanza, i comparabili sono già, di fatto, "ordinati" rispetto a ciascuna caratteristica in base al grado/intensità della caratteristica da loro posseduta. I dati di mercato riferiti ai prezzi di compravendita, invece, devono guidare il valutatore nella scelta dei punteggi da utilizzare nei confronti a coppie tra le caratteristiche. Occorre, in sostanza, arrivare ad attribuire alle caratteristiche considerate maggiormente influenti nella determinazione del prezzo dei pesi che consentano di "replicare" i prezzi osservati, iterando il procedimento dell'AHP in una sorta di applicazione inversa che parte dalla decisione per decodificare i criteri che l'hanno guidata. L'elemento chiave per raggiungere tale scopo è il valore "gerarchico" H definito nell'equazione (2).

Si supponga, per semplicità, di avere tre comparabili (A, B, C) e tre caratteristiche immobiliari. Come detto, l'ordinamento dei comparabili selezionati (CO_"A", CO_"B", CO_"C") rispetto a ciascuna caratteristica (Ch_1, Ch_2, Ch_3) è un dato e non un'incognita del problema. Il confronto a coppie fa fatto tra caratteristiche e permette di associare dei pesi a ogni caratteristica ($\omega_1, \omega_2, \omega_3$). Infine, va calcolato per ogni comparabile il valore gerarchico H_j come definito nell'equazione (2):

$$H_j = (w_1 \cdot v_1^j) + (w_2 \cdot v_2^j) + (w_3 \cdot v_3^j)$$

(2.1)

con $j = A, B, C$. Nello specifico, però, v_x^j individua il grado/intensità della caratteristica x posseduta dal comparabile j , e non il peso che l'immobile j ha ottenuto nel confronto a coppie relativamente alla

²⁶ Il calcolo dell'indice di consistenza $\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$, dove λ_{max} è l'autovalore massimo e n la dimensione della matrice, consente una verifica semplice ed immediata della coerenza/consistenza della matrice ottenuta dai confronti a coppie. Un'adeguata consistenza/coerenza della matrice richiede un valore dell'indice prossimo allo zero. In caso di valore superiore a 0.1, andrebbero rivisti i giudizi/punteggi utilizzati nei confronti a coppie.

caratteristica x .²⁷ La “gerarchia” degli immobili, definita dai valori H_j , deve rispecchiare quella espressa dal mercato e rappresentata dai prezzi osservati degli stessi immobili: in sostanza, se l’immobile A ha un prezzo P_A più alto deve avere un valore H_A più elevato. La corrispondenza tra valori e prezzi deve essere perfetta, cioè valere per tutti gli immobili considerati. Ciò non basta. Infatti, occorre anche che tale gerarchia sia in grado di predire in maniera sufficientemente attendibile il prezzo di ogni immobile j considerato. La formula per verificare ciò è la seguente:

$$\hat{P}_j = P_{INF} + (H_j - H_{INF}) \cdot \frac{(P_{SUP} - P_{INF})}{(H_{SUP} - H_{INF})}$$

(3)

dove \hat{P}_j = stima del prezzo del bene j ; H_j = valore H dell’immobile j ; H_{INF} = valore H dell’immobile immediatamente “peggiore” nella gerarchia rispetto al bene j , vale a dire $H_j \geq H_{INF}$; H_{SUP} = valore H dell’immobile immediatamente “migliore” nella gerarchia rispetto al bene j , cioè $H_j \leq H_{SUP}$; P_{SUP} = prezzo dell’immobile con valore H_{SUP} e dunque deve valere che $P_j \leq P_{SUP}$; P_{INF} = prezzo dell’immobile con valore H_{INF} , pertanto $P_j \geq P_{INF}$. Se l’errore di predizione, cioè la differenza (in valore assoluto) tra prezzi stimati e prezzi rilevati/osservati è inferiore all’ordinaria alea estimativa del 10% il vettore H poteva essere considerato capace di replicare il mercato e di conseguenza poteva essere considerato attendibile/affidabile il vettore dei pesi ω_i come “surrogato” dei fattori di aggiustamento f_i delle i caratteristiche nell’equazione (1).

E assolutamente evidente che la capacità dell’equazione (2.1) di replicare il mercato dipende unicamente dai pesi, poiché il grado/intensità delle caratteristiche è un dato (e non un’incognita) del sistema. Al fine di selezionare il vettore dei pesi più realistico fra la potenziale pluralità di soluzioni matematiche atte a “replicare” i prezzi osservati, è possibile farsi guidare da una preliminare analisi di regressione (magari utilizzando dati storici o aggregando dati per contesto territoriale al fine di poter implementare la regressione). In sostanza, nel caso vi sia più di una soluzione, il vettore dei pesi da preferire è quello che attribuisce alle caratteristiche lo stesso ordinamento risultante dall’analisi di regressione, vale a dire il peso maggiore deve essere associato alla caratteristica statisticamente significativa e con coefficiente più alto e così via.

Per le valutazioni immobiliari, quindi, l’AHP risulta semplificato (si ha, di fatto, un’unica matrice, quella dei confronti a coppie tra le caratteristiche) e modificato, poiché il processo oltre ad essere analitico e gerarchico diventa anche iterativo. L’iteratività del processo, e quindi la ricerca ripetuta dei pesi capaci di replicare il più fedelmente possibile i prezzi osservati, non è un limite; infatti, ciò fa sì che:

1. L’assegnazione dei pesi non sia totalmente libera e soggettiva ma vincolata alle informazioni di mercato esistenti;
2. Sia possibile “perfezionare” la stima/valutazione assegnando un peso a caratteristiche risultate non significative nell’analisi di regressione.²⁸

²⁷ Per le variabili discrete (come il numero di bagni) e le variabili qualitative non ordinabili, il valore v_x^j da inserire nell’equazione (2.1) – dove j individua il bene e x la caratteristica – è immediato da ottenere. Per le variabili qualitative non ordinabili, infatti, si può usare la stessa scala di gradazione usata nella regressione: presenza della caratteristica = 1 e assenza = 0. Per la superficie e per le variabili qualitative ordinabili una procedura molto semplice è quella di includere il valore normalizzato per la prima e utilizzare una scala di gradazione per trasformare le seconde. La scala scelta nel presente lavoro è la seguente: 1 = scadente; 2 = mediocre; 3 = normale; 4 = buona; 5 = ottima.

²⁸ In molti casi, infatti, l’effetto di alcune caratteristiche sul prezzo di vendita è, in tutto o in parte, assorbito dalle caratteristiche più importanti (vedi superficie e localizzazione) e, quindi, in caso di stime di massa può essere trascurato, ma può assumere invece un ruolo non trascurabile in una stima puntuale, poiché consente di spiegare meglio le differenze di prezzo.

3. Analisi empirica e risultati

Il metodo proposto – l’AHP semplificato e modificato – è stato applicato al mercato immobiliare italiano, caratterizzato da una vasta eterogeneità e da una limitata dinamicità (numero ridotto di compravendite).

Una proficua e corretta applicazione del metodo dipende in modo determinante sia dall’esistenza di persone informate che hanno una certa esperienza di mercato, sia dalla possibilità di attingere informazioni affidabili e il più possibile dettagliate sulle caratteristiche degli immobili di prezzo noto selezionati. Per questo motivo, nel presente lavoro, la scelta dei punteggi da utilizzare nei confronti a coppie delle caratteristiche è frutto della collaborazione tra gli autori ed apposite commissioni di tecnici competenti ed esperti, differenti a seconda del contesto territoriale oggetto di esame, in modo che la notevole varietà delle realtà urbane italiane potesse essere tenuta nella dovuta considerazione.²⁹

I dati utilizzati nell’analisi empirica si riferiscono al mercato immobiliare italiano. In particolare, si tratta di dati sulle compravendite riguardanti 30 città italiane.³⁰ Poiché il mercato immobiliare italiano è caratterizzato da una vasta eterogeneità, le città incluse nell’analisi sono suddivise in “zone omogenee”.³¹ Pertanto, l’analisi è stata distinta per “zone” oltre che per città (per un totale complessivo di 30 città e 69 zone omogenee). Tale suddivisione pone l’accento sul ruolo fondamentale giocato dalla caratteristica “location” che, di fatto, suddivide il campione, vale a dire le città in zone.

Nell’analisi sono state prese in considerazione le città/zone in cui potevano essere reperiti almeno 60 contratti di compravendita relativi a unità immobiliari residenziali comprese in edifici multipiano, riferiti possibilmente allo stesso semestre o a semestri consecutivi,³² al fine di consentire l’implementazione di una preliminare analisi di regressione e di poter applicare l’AHP a sotto-campioni il più possibile omogenei per classe di superficie e segmento di mercato dell’immobile. La scelta delle caratteristiche da includere nell’analisi è effettuata in base al contesto urbano e alle caratteristiche del locale patrimonio edilizio locale, tenuto conto degli esiti della preliminare analisi di regressione.³³ Infine, la determinazione dei pesi delle caratteristiche, avviene attraverso l’AHP semplificato e modificato (come descritto nel precedente paragrafo).

Per motivi di brevità, saranno presentati solo i risultati principali e generali dell’analisi.³⁴ I risultati ottenuti evidenziano che il metodo proposto funziona ed è in grado di replicare i prezzi noti attraverso l’attribuzione alle caratteristiche selezionate di pesi compatibili con la gerarchia d’importanza sancita dall’analisi di regressione. In particolare, in tutte le città italiane oggetto di esame, l’allineamento fra la gerarchia di qualità degli immobili (i valori H_j) e i prezzi osservati/rilevati è sempre riuscito e gli scostamenti fra prezzi stimati e prezzi rilevati sono sempre risultati accettabili, cioè con un errore contenuto entro la ordinaria alea estimativa del 10%.

Un risultato più interessante e importante è rappresentato dal fatto che le stime sono ulteriormente perfezionate, in termini di riduzione dell’errore di predizione, quando i pesi ottenuti tramite l’AHP semplificato e modificato sono utilizzati come fattori di aggiustamento nel SCA. In sostanza, utilizzando i pesi ottenuti nell’equazione (1) ed applicando il SCA, la differenza in termini percentuali tra prezzi stimati e prezzi rilevati è

²⁹ Nel fare ciò, si è seguita una tecnica simile a quella che in letteratura viene definita come “survey method” (Kroll e Smith, 1988). In particolare, Kroll e Smith (1988) utilizzano le informazioni fornite dalle persone che hanno una maggiore esperienza, vale a dire gli acquirenti che hanno preso parte a recenti transazioni, per ottenere una stima più accurata dei fattori di aggiustamento. Secondo la esauriente rassegna della letteratura fornita da Lentz e Wang (1998), tale metodo potrebbe diventare in futuro un importante strumento da usare nelle valutazioni immobiliari.

³⁰ Il dettaglio è il seguente: Milano, Venezia, Genova, La Spezia, Udine, Vercelli, Torino, Alessandria, Forlì, Ferrara, Terni, Ancona, Macerata, Pesaro, Ascoli Piceno, Oristano, Napoli, Bari, Taranto, Lecce, Reggio Calabria, Crotone, Cosenza, Palermo, Agrigento, Caltanissetta, Catania, Messina, Siracusa, Trapani.

³¹ Ogni “zona” rappresenta un comparto omogeneo del mercato immobiliare locale, nel quale si registra una sostanziale uniformità di apprezzamento per condizioni economiche e socio-ambientali.

³² In quest’operazione sono state portate approfondite indagini sulle caratteristiche degli immobili selezionati in modo da poter archiviare tutte le informazioni in un apposito database.

³³ Di conseguenza, il numero e il tipo di caratteristiche considerate variano al variare del contesto territoriale indagato.

³⁴ I file Excel contenenti i risultati dell’intera analisi empirica sono disponibili su richiesta agli autori.

sempre inferiore a quella ottenuta tramite l'equazione (3). Ciò non è, tuttavia, sorprendente poiché attraverso l'equazione (3) il valore del bene è stimato in base alla posizione in cui esso si colloca nella graduatoria di merito. Il valore che definisce la graduatoria di merito, però, tiene conto del contributo "aggregato" delle caratteristiche (è una sorta d'indicatore sintetico dell'importanza complessiva delle caratteristiche); invece, attraverso l'equazione (1), cioè il SCA, il contributo di ogni singola caratteristica è preso in considerazione separatamente, in modo indipendente. Ciò implica che è preferibile usare il metodo proposto per stimare i fattori di aggiustamento piuttosto che il valore di mercato di un immobile. Ovviamente, i pesi ottenuti hanno validità locale/territoriale, nel senso che potranno essere utilizzati come fattori di aggiustamento nell'equazione (1) per stimare un immobile appartenente alla stessa classe di superficie e segmento di mercato.

Infine, per quanto riguarda i pesi assegnati alle singole caratteristiche, l'analisi di regressione ha rilevato come statisticamente significative la maggior parte delle variabili prese in considerazione per ogni realtà territoriale. In particolare, l'analisi di regressione ha sancito il seguente ordine d'importanza: superficie, stato manutentivo dell'unità immobiliare, stato manutentivo dell'edificio. A tali caratteristiche è stato, quindi, dato il peso maggiore. In media, queste tre caratteristiche hanno una influenza complessiva sul prezzo di vendita pari al 60%. Alle restanti caratteristiche, di conseguenza, è stato assegnato il peso residuo (40%). Tra queste ultime, maggiormente influenti sono risultate: la localizzazione di dettaglio, il numero di bagni, la presenza dell'ascensore, e la nuova costruzione (con, in media, un peso pari al 6% ciascuna).³⁵

4. Conclusioni

I metodi maggiormente consigliati in letteratura per stimare i fattori di aggiustamento da utilizzare nel metodo del confronto delle compravendite (*Sales Comparison Approach*) sono due: l'analisi di regressione multipla e l'analisi delle coppie di dati (*Paired Data Analysis*). Entrambi questi metodi, però, presentano delle criticità che ne limitano l'uso concreto nell'ambito delle valutazioni immobiliari, in particolare nelle stime puntuali. L'approccio proposto in questo lavoro sfrutta l'idea base del processo gerarchico analitico (*Analytic Hierarchy Process*) e si propone come una possibile alternativa all'analisi di regressione multipla e all'analisi delle coppie di dati nei casi in cui si dispone di un numero limitato di osservazioni e i comparabili utilizzati pur essendo tra loro simili non differiscono solo per una caratteristica.

La metodologia proposta è stata empiricamente testata con riferimento a una pluralità di realtà urbane italiane (un contesto caratterizzato appunto da poche ed eterogenee osservazioni), mostrando di riuscire a replicare in modo accurato i prezzi di compravendita degli immobili selezionati. In particolare, rispettando l'ordine d'importanza stabilito dall'analisi di regressione, i pesi attribuiti alle caratteristiche immobiliari hanno permesso di ottenere dei prezzi stimati i cui singoli scostamenti da quelli osservati non superano mai, in valore assoluto, l'ordinaria alea estimativa del 10%. Di conseguenza, i pesi delle caratteristiche così ricavati possono essere considerati sufficientemente attendibili e affidabili ed essere, pertanto, utilizzati – nei casi di poche ed eterogenee informazioni di mercato – come fattori di aggiustamento nel *Sales Comparison Approach* per stimare un immobile appartenente alla stessa classe di superficie e segmento di mercato.

³⁵ Per quanto riguarda la caratteristica localizzazione, va precisato che stiamo parlando di una qualità posizionale di dettaglio all'interno di una stessa zona omogenea, già caratterizzata da una localizzazione urbana centrale, semicentrale, periferica o suburbana. Ciò spiega la sua assenza dal gruppo delle caratteristiche risultate maggiormente significative.

Bibliografia

- Colwell, P. F., R. E. Cannaday e C. Wu (1983). The Analytical Foundations of Adjustment-Grid Methods, *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, 11, 11–29.
- Curto, R. (1994a). La quantificazione e costruzione delle variabili qualitative stratificate nella Multiple Regression Analysis applicata ai mercati immobiliari, *Aestimum*, numero speciale, Firenze, Giugno-Dicembre.
- Curto R. (1994b). L'uso delle tecniche multicriteri come procedimenti pluriparametrici: il sistema dei confronti multipli di Saaty, *Genio Rurale*, 9, Settembre.
- Curto, R. (2005). L'uso delle tecniche multicriteri come procedimenti pluriparametrici, in: *Misurare nell'incertezza. Valutazioni e trasformazioni territoriali* (a cura di R. Roscelli), Celid, Torino.
- Epley, D. R. (1997). A Note on the Optimal Selection and Weighting of Comparable Properties, *Journal of Real Estate Research*, 14(1-2), 175-182.
- Gau, G. W., T. Lai e K. Wang (1992). Optimal Comparable Selection and Weighting in Real Property Valuation: An Extension, *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, 20, 107–23.
- International Association of Assessing Officers, (2013). *Standard on Ratio Studies*.
- Isakson, H. R. (2002). The Linear Algebra of the Sales Comparison Approach. *Journal of Real Estate Research*, 24, 117–28.
- Kroll, M. I. e C. Smith (1988). The Buyer's Response Technique – A Framework for Improving Comparable Selection and Adjustment in Single-Family Appraising, *Journal of Real Estate Research*, 3, 27–35.
- Lai, T., Vandell K., Wang K., e Welke G. (2008). Estimating Property Values by Replication: An Alternative to the Traditional Grid and Regression Methods, *Journal of Real Estate Research* 30(4), 441-460.
- Lentz, G. H., e Wang, K. (1998). Residential Appraisal and the Lending Process: A Survey of Issues, *Journal of Real Estate Research*, 15(1-2), 11-39.
- Lipscomb, J. B. and J. B. Gray (1995). A Connection between Paired Data Analysis and Regression Analysis for Estimating Sales Adjustments, *Journal of Real Estate Research*, 10(2), 175-183.
- Lipscomb, J. B. and J. B. Gray (1990). An Empirical Investigation of Four Market-Derived Adjustment Methods, *Journal of Real Estate Research*, 5, 53–66.
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition, *Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T.L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48:9-26.
- Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process, *International Journal of Services Sciences*, 1(1).

Commenti

e

Riflessioni

I Quaderni dell'Osservatorio hanno l'obiettivo di promuovere la circolazione di notizie e riflessioni inerenti il mercato immobiliare, tentando anche di interpretare i dati stilati dall'Osservatorio del Mercato Immobiliare dell'Agenzia del Territorio. Per farlo, in Commenti e riflessioni, si offrono spazi a contributi di esperti interni ed esterni che, pur essendo approvati dalla redazione, riportano le opinioni e le convinzioni degli autori e non impegnano, in alcun modo, la responsabilità dell'Agenzia delle Entrate e dell'Omi.

Le stime immobiliari La stima ai fini fiscali degli impianti fotovoltaici con il procedimento della Discounted Cash Flow Analysis (DCFA)

di Luigi del Monaco e Stefano Ianuarii ¹

Introduzione

La stima degli impianti destinati alla produzione di energia fotovoltaica è richiesta negli ultimi anni con maggiore frequenza sia a causa del forte incremento del numero delle realizzazioni, sia a supporto del finanziamento della loro costruzione attuato mediante la concessione in locazione finanziaria (leasing).

E' cresciuta quindi l'esigenza di una conoscenza più approfondita della complessa materia della valutazione degli impianti fotovoltaici, anche riguardo al fatto che è sempre più frequente la cessione sia del diritto di superficie per la realizzazione di impianti su diverse su terreni, lastrici solari, coperture di fabbricati, pensiline, tettoie, ecc., sia degli impianti già realizzati (proprietà superficiale), cessioni queste assoggettate all'imposta di registro sulla base del prezzo dichiarato nell'atto di trasferimento.

Il presente studio propone l'applicazione della DCFA – Discounted cash flow analysis per la determinazione del valore venale in comune commercio ai fini fiscali degli **impianti fotovoltaici in esercizio**, preceduta da un'indagine generale dell'argomento e da un'analisi delle relative problematiche.

Sono esclusi dalla trattazione, per i motivi in seguito precisati, gli impianti fotovoltaici non ancora allacciati alla rete e i terreni o lastrici solari in cui è possibile realizzare tali impianti.

Parte Prima - Generalità

1. Cenni sulle caratteristiche tecniche degli impianti fotovoltaici

Come noto un impianto fotovoltaico permette di trasformare l'energia solare in energia elettrica grazie all'effetto fotovoltaico. Tale fenomeno si manifesta in alcuni materiali detti "semiconduttori". Il più usato è il silicio cristallino che è uno degli elementi chimici più diffusi sulla crosta terrestre, presente sotto forma di biossido di silicio non puro (SiO_2), denominato silice (presente in natura sotto forma di polvere). Quando il semiconduttore è raggiunto dai raggi del sole produce energia elettrica in corrente continua, come un generatore di corrente.

Il modulo o pannello fotovoltaico è costituito da un insieme di celle fotovoltaiche connesse elettricamente in serie. Anche i pannelli vengono collegati elettricamente in serie e, in genere, sono incapsulati tra un vetro temperato (generalmente dello spessore di 4 mm) ed un foglio di plastica sottostante (Tedlar).

La superficie interna del vetro è antiriflesso, mentre la superficie esterna è liscia per contrastare lo sporco dovuto ad accumulo di polvere e/o residui di uccelli.

¹ Luigi del Monaco è responsabile dell'Area Servizi Consulenze specialistiche e Stime fiscali della DC OMISE (Agenzia delle Entrate).

Stefano Ianuarii è responsabile dell'Ufficio Coordinamento Stime fiscali e Consulenze specialistiche della DC OMISE (Agenzia delle Entrate).



Tra il vetro e le celle fotovoltaiche è spesso applicato un sottile strato sigillante di EVA (vinilacetato di etilene) contenente additivi per ritardare l'ingiallimento dovuto ai raggi ultravioletti. Un altro foglio di EVA è posto tra la parte posteriore delle celle ed il pannello sottostante per evitare il contatto diretto tra i due componenti.

Ciascun modulo, racchiuso in un telaio di alluminio anodizzato, sarà dotato sul retro di una scatola di giunzione a tenuta stagna contenente tutti i terminali elettrici.

Per rendere compatibile l'energia generata dai moduli fotovoltaici con le apparecchiature per usi civili ed industriali vi è la necessità di trasformare la corrente da continua ad alternata con un dispositivo denominato "Inverter", ossia un convertitore statico idoneo al trasferimento della potenza del campo fotovoltaico alla rete del distributore.



Figura 1: Installazione di pannelli fotovoltaici su lastrico solare

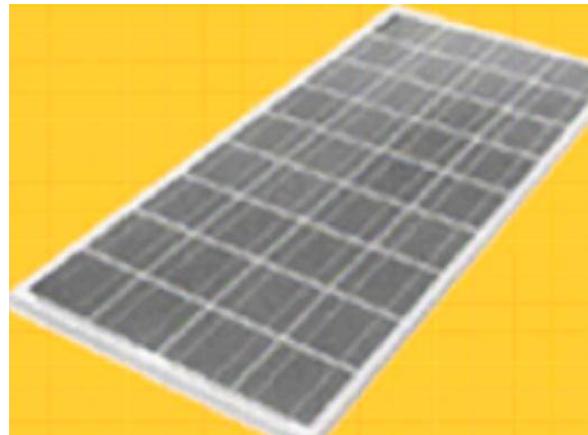


Figura 2: Struttura di un pannello fotovoltaico

1.1. L'energia prodotta in un anno

L'energia potenzialmente producibile da un impianto fotovoltaico in un anno dipende dall'irradiazione solare annua, che varia, principalmente, in base alla posizione geografica dell'impianto fotovoltaico (vedi figure 3 e 4).

L'irradiazione, inoltre, non è costante per tutti giorni dell'anno ma varia in funzione delle ore di illuminazione dei diversi giorni dell'anno: è maggiore nei mesi primaverili ed estivi caratterizzati da giorni con un maggior numero di ore illuminazione mentre è minore nei mesi autunnali ed invernali. L'energia prodotta da un impianto, oltre che dipendere dal luogo di installazione dell'impianto, dipende anche dalle caratteristiche costruttive dell'impianto e dai materiali utilizzati per la realizzazione.

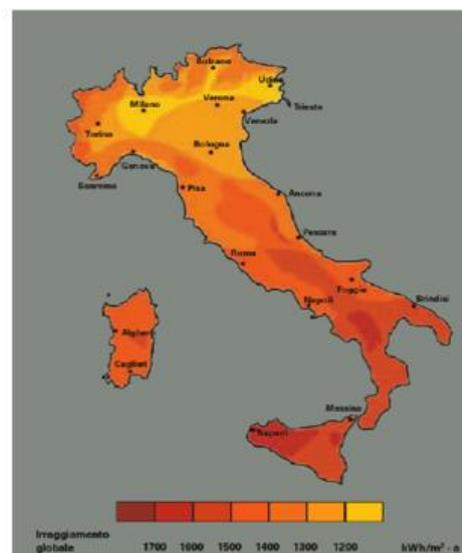


Figura 3: Irraggiamento globale (in kWh/m²)

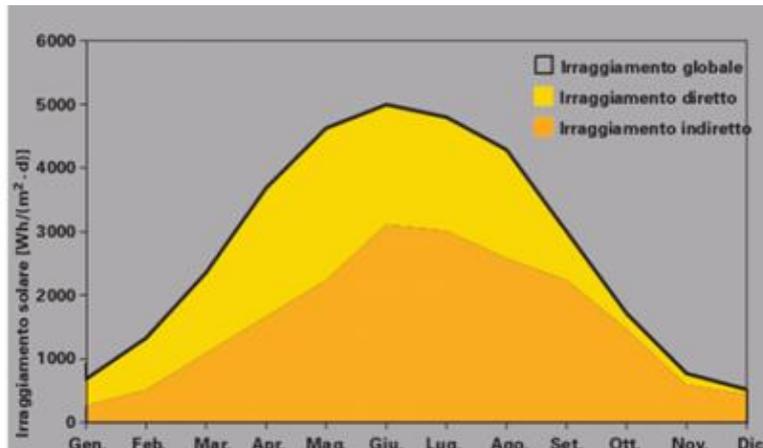


Figura 4: Distribuzione media dell'irradiazione nel corso dell'anno (in KWh/m²)

Tra i fattori più influenti ricordiamo:

- l'angolo di inclinazione dei pannelli rispetto al piano orizzontale (Tilt), vedi figura 5;
- l'orientamento rispetto al sud (Azimut);
- l'efficienza del singolo modulo o pannello fotovoltaico (l'efficienza di un modulo fotovoltaico rappresenta la quantità di energia solare che un pannello riesce a convertire in energia elettrica per unità di superficie a 25°C di temperatura e 1000 W/mq di irradiazione);
- l'efficienza complessiva dell'impianto fotovoltaico;
- l'irradiazione nel corso dell'anno in relazione all'angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale.

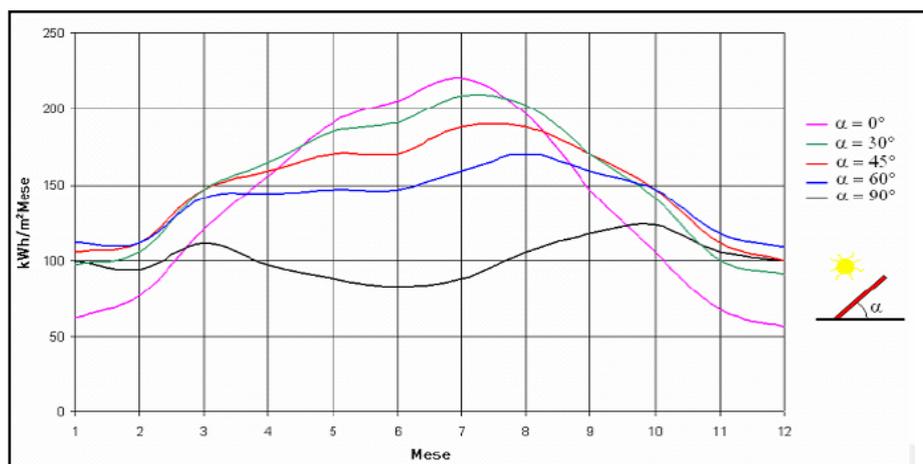


Figura 5: Distribuzione media dell'irradiazione nel corso dell'anno in funzione dell'angolo di inclinazione sul piano orizzontale (in KWh/m²)

1.2. L'efficienza e le perdite di produzione

La **produzione teorica** di energia elettrica in condizioni ottimali dell'insieme dei pannelli che costituiscono l'impianto fotovoltaico non è uguale alla quantità di energia immessa nella rete. La differenza tra le due produzioni è definita **dispersione o perdita** e dipende dall'efficienza complessiva dell'impianto.

Le perdite sono indicate con il parametro Balance of System (B.O.S.) che dipende dalle²:

- **perdite di potenza** che si sviluppano con lo scostamento dalle condizioni ideali STC³ rispetto alle condizioni reali di funzionamento di un modulo fotovoltaico;
- **perdite per riflessione** generate da un'aliquota di radiazione luminosa che viene riflessa dal vetro posto a protezione delle celle. Possono essere considerate pari a circa tre punti percentuali;
- **perdite per mismatching** ovvero calo di rendimento generale causato dal collegamento in serie di più moduli fotovoltaici con caratteristiche non perfettamente identiche. In questo caso il circuito di inseguimento del punto di massima potenza MPPT, non trovando la curva di funzionamento ottimale, si posiziona sulla curva del modulo peggiore penalizzando complessivamente il rendimento dell'intera stringa;
- **perdite lungo le tratte DC** causate dalla resistenza offerta dai cavi elettrici, dalle perdite per cadute di tensione sui diodi di blocco e dalle resistenze di contatto sugli interruttori. In tali perdite vanno considerate anche quelle causate dai trasformatori di BT (se presenti) e dai trasformatori BT/MT nel caso di impianti collegati alla rete MT;
- **perdite per sporcizia ed ombreggiamento** causate da detriti, polveri, ostacoli naturali dipendenti dal sito di installazione, dalle condizioni meteorologiche e dall'inclinazione dei moduli stessi.

Per impianti fotovoltaici di medie e grandi dimensioni **si può assumere un B.O.S. che va dal 15% al 25%**. Pertanto, l'efficienza "Effi" di un impianto fotovoltaico, complementare alle perdite, è data dal rapporto tra l'energia effettiva immessa nella rete (energia in uscita dall'inverter) e l'energia prodotta dai pannelli e può variare per impianti di medie e grandi dimensioni dal 75% al 85%.

2. Le peculiarità giuridiche degli impianti fotovoltaici

Come accennato, questo studio non riguarda la valutazione del diritto costituito o da costituire su una determinata superficie (terreno, lastrico solare, pensilina, ecc.) per la realizzazione di un impianto fotovoltaico, ma la determinazione del valore venale in comune commercio dell'impianto vero e proprio, frequentemente oggetto di trasferimento immobiliare quale proprietà superficaria.

La legislazione riguardante gli impianti in esame è ampia e varia continuamente. Nel corso degli anni sono state emanate diverse disposizioni legislative allo scopo di regolamentare ed incentivare tali impianti con conseguenti variazioni della disciplina degli incentivi. Pertanto, l'entità degli **incentivi di cui beneficia un impianto fotovoltaico dipende dalla data di entrata in esercizio che corrisponde alla data di collegamento al G.S.E.**

Si riportano alcune delle principali norme statali riguardanti gli impianti fotovoltaici:

- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n.387 " *Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità*";
- Decreto Ministeriale del 06 agosto 2010 (Terzo Conto Energia) " *Incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare*";

² - <http://www.engisolar.it/fotovoltaico/25-impianti-fotovoltaici/76-rendimentofv.html>

³ - http://www.unife.it/scienze/astro-fisica/insegnamenti/optica-applicata/materiale-didattico/tesi-di-laurea/Tesi%20Carlo%20Sibilla.pdf/at_download/file.

- Delibera AEEG del 20 ottobre 2010;
- Decreto Legislativo 3 Marzo 2011 n. 28 “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE”;
- Decreto Ministeriale del 05 maggio 2011 (Quarto Conto Energia) - “Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici”. ;
- Decreto Ministeriale del 05 luglio 2012 (Quinto Conto Energia) - “Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici”.

Si richiama l'attenzione sulla necessità di tenere conto anche di leggi regionali emanate in materia e delle disposizioni contenute nei piani regolatori comunali.

Per quanto riguarda gli aspetti civilistici, si è già fatto cenno che gli impianti fotovoltaici sono spesso realizzati su un terreni o edifici (tetto o lastrico solare) concessi in diritto di superficie, generalmente per un periodo 25 anni.

Il termine di scadenza della durata del diritto di superficie è sostanzialmente la data limite prevista dagli investitori per il mantenimento in produzione dell'impianto, considerati il decadimento delle produzioni di energia nel tempo, l'estinzione degli incentivi economici, nonché lo sviluppo di tecnologie innovative e più convenienti che renderanno obsoleto l'impianto.

Nel rogito sono solitamente indicati gli atti relativi alla costituzione del diritto di superficie, oltre che quelli relativi all'autorizzazione dell'impianto e alla realizzazione dello stesso. Lo smantellamento dell'impianto è sovente previsto a carico della ditta venditrice.

La lettura dell'atto di compravendita permette quindi la ricostruzione delle fasi che hanno portato alla definizione del diritto compravenduto: costituzione del diritto di superficie con specifica della sua durata ed apposizione di eventuali vincoli; autorizzazione, realizzazione e ultimazione dell'impianto con allaccio al Gestore dei servizi energetici (G.S.E. S.p.A.); trasferimento della proprietà superficaria con eventuale apposizione di un vincoli di ripristino dello status quo e previsione della locazione finanziaria. La sequenza temporale di tali fasi consente di verificare l'esatta natura del diritto compravenduto e di evidenziare eventuali diritti di accessione o anomalie (ad esempio se la realizzazione dell'impianto precede la costituzione del diritto di superficie o se l'ultimazione dei lavori è successiva alla compravendita o al collegamento al G.S.E.)

3. La ricerca delle caratteristiche tecniche ed economiche dell'impianto fotovoltaico

Le caratteristiche tecniche ed economiche degli impianti fotovoltaici possono essere acquisite consultando e analizzando le seguenti fonti:

- A. il rogito di compravendita.** In esso è indicata, oltre agli elementi giuridici di cui sopra, una pluralità di dati tecnici ed economici, quali l'identificazione catastale del bene; le generalità dei titolari e la relativa qualità assunta nel trasferimento (venditore, utilizzatore, acquirente); le caratteristiche tecniche principali dell'impianto (la potenza, il tipo di moduli) e il prezzo della compravendita. Spesso nell'atto è indicato che la parte acquirente acquista l'immobile allo scopo di concederlo in locazione finanziaria – leasing - ad una parte utilizzatrice (che a volte coincide con la stessa parte venditrice);
- B. la documentazione ipocatastale.** Negli atti catastali sono indicati per l'impianto in questione gli identificativi catastali, gli intestatari e i relativi diritti e oneri reali, la categoria catastale e la rendita nonché tutte le informazioni tecniche e dimensionali previste dalla procedura di accatastamento (DOCFA). E' possibile approfondire la conoscenza dell'immobile ricercando i precedenti rogiti o le scritture private relative all'immobile;

C. **gli uffici tecnici comunali.** In particolare, previa richiesta di accesso agli atti redatta ai sensi della L. 241/90, presso gli archivi comunali è possibile acquisire informazioni di carattere tecnico, urbanistico ed autorizzativo. Si elencano alcuni dei documenti e/o informazioni riscontrabili presso gli uffici tecnici:

- la relazione tecnica di progetto dell'impianto nella quale sono riportate le caratteristiche costruttive, le dimensioni ed i dati di producibilità di energia dell'impianto. In particolare sono ampiamente descritte le specifiche tecniche delle parti di cui è costituito l'impianto: i moduli fotovoltaici, il sistema di controllo, gli strumenti di misura di produzione, le strutture di accumulo, il tipo di supporto (strutture fisse o base rotante). Sono inoltre dettagliate le specifiche tecniche concernenti i pannelli (nome del costruttore, modello, numero, tipo di celle e tecnologia, potenza nominale o di picco, tensione, efficienza, dimensione, peso, temperatura nominale di lavoro, garanzia sulla potenza e sul prodotto);
- i vincoli urbanistici;
- le autorizzazioni alla costruzione dell'impianto e gli eventuali parere di enti sovraordinati;
- la comunicazione di inizio lavori, l'eventuale comunicazione di variazione della potenza dell'impianto e la comunicazione fine lavori con la relativa certificazione di conformità delle opere al progetto approvato;

D. **il Gestore dei Servizi Energetici - G.S.E. S.p.A.** Previa richiesta di accesso agli atti redatta ai sensi della L. 241/90 (inoltrata per tempo) è possibile ottenere informazioni inerenti l'impianto in valutazione quali il numero identificativo, la potenza, la data di entrata in esercizio, il Conto Energia a cui esso è assoggettato e le produzioni. Si fa presente che le principali caratteristiche tecniche ed economiche degli impianti presenti sul singolo territorio comunale sono comunque pubblicati sul sito ufficiale del G.S.E.⁴ che però non sempre permette l'identificazione univoca del singolo impianto a partire dai dati già acquisiti.

Altre informazioni sullo dello stato dei luoghi e sulle caratteristiche tecniche ed economiche dell'impianto possono essere apprese nel corso del sopralluogo.

Si fa comunque presente che il sopralluogo interno, quanto si svolgono accertamenti di natura fiscale, non sempre è consentito per impedimenti di natura legale. Nel corso di un eventuale sopralluogo interno, però, si possono verificare le caratteristiche tecniche, si può accertare la produzione effettiva dall'entrata in esercizio dell'impianto nonché effettuare i rilievi fotografici ed acquisire eventualmente l'ulteriore documentazione sulle caratteristiche tecniche ed economiche del bene fornita dalla ditta proprietaria.

⁴ - <http://atlasole.gse.it/atlasole/>

Parte seconda – Il procedimento di stima

4. I procedimenti adottabili per la stima fiscale di un impianto fotovoltaico

La stima fiscale degli impianti fotovoltaici, alla pari delle altre stime aventi lo stesso fine, è condizionata da vincoli imposti dalla legge.

In particolare, l'**art. 51, comma 2 del DPR n. 131/1986** stabilisce che gli atti di trasferimento devono essere assoggettati alle imposte di registro determinate sulla base del prezzo dichiarato nell'atto, il quale può essere rettificato dagli Uffici preposti in relazione al **valore venale in comune commercio** dei beni trasferiti, ossia quel valore che un bene ha in un mercato di riferimento ideale ("comune" o "ordinario"). Tale valore è, quindi, svincolato da eventuali fattori soggettivi che possano avere influenza nella determinazione della libera scelta del potenziale acquirente e ha carattere tendenzialmente oggettivo.

I procedimenti di stima sono indicati **all'art. 51, comma 3 del DPR n. 131/1986**. Nello stesso si prevede, in primo luogo, l'adozione di un **procedimento di tipo comparativo**, attuato "avendo riguardo ai trasferimenti a qualsiasi titolo e alle divisioni e perizie giudiziarie..... che abbiano avuto per oggetto gli stessi immobili o altri di analoghe caratteristiche e condizioni, anteriori di non oltre tre anni alla data dell'atto o a quella in cui se ne produce l'effetto traslativo o costitutivo".

Nei casi in trattazione l'utilizzo del procedimento comparativo diretto incontra spesso ostacoli connessi alla mancanza o all'esiguità di elementi di confronto assimilabili e alla difficoltà ad attuare la comparazione. Gli impianti realizzati, infatti, non sono omogenei dal punto di vista tecnico ed economico. Presentano spesso ampie differenze nelle caratteristiche costruttive (qualità tecnica dei pannelli e tipologia del supporto), nelle dimensioni, nella potenzialità produttiva, nella localizzazione (caratteristiche termiche dei siti) e negli incentivi economici di cui beneficiano.

Pertanto, quando la comparazione diretta non può essere utilizzata, la valutazione dovrà essere eseguita in base ad un procedimento indiretto o analitico scelto tra quelli nominati nell'art. 51, comma 3, DPR n. 131/1986. Tale norma nomina, oltre alla stima comparativa, anche la verifica del valore dichiarato nell'atto "avendo riguardo **al reddito netto di cui gli immobili sono suscettibili, capitalizzato al tasso mediamente applicato alla detta data e nella stessa località per gli investimenti immobiliari, nonché ad ogni altro elemento di valutazione**".

A tal proposito si evidenzia che gli impianti fotovoltaici sono investimenti immobiliari la cui principale caratteristica economica è la **capacità di generare redditi, prevedibili con sufficiente attendibilità** poiché estesi ad **un orizzonte temporale limitato e definito: il ciclo di vita dell'impianto**. Infatti, di solito, non è conveniente prolungare la durata di un impianto oltre un certo limite sia per il venir meno degli incentivi e che per l'obsolescenza tecnica e funzionale cui è soggetto.

Per quanto sopra, nel caso non sia percorribile la comparazione diretta, il procedimento di stima di un impianto fotovoltaico già in esercizio (o in fase di allaccio alla rete)⁵, che maggiormente interpreta la ratio dell'art. 51, comma 3 del DPR n. 131/1986, non può che essere quello reddituale - finanziario, che ipotizza la correlazione tra il valore del bene e il valore attualizzato dei benefici futuri.

E' appena il caso di precisare che "l'approccio reddituale-finanziario" va indubbiamente preferito al più tradizionale "approccio del costo" che identifica il valore di un impianto con il suo costo di realizzazione, perché non tiene conto, ad esempio, del fatto che questi impianti vengono realizzati principalmente per ottenere gli incentivi statali, i quali, insieme ai ricavi per la vendita al GSE dell'energia prodotta, costituiscono il reddito complessivo. L'approccio del costo, costituito dal valore della superficie in cui insiste l'impianto e dal

⁵ - Si precisa che la DCFA è applicabile solo quando è possibile prevedere realisticamente ricavi e spese. Nel caso degli impianti fotovoltaici tali previsioni sono strettamente connesse alla definizione del Conto energia a cui l'impianto può accedere. Viceversa, la stima determinerebbe valori non realistici e quindi contestabili.

costo di costruzione dello stesso, può essere utile principalmente per valutare la convenienza economica della realizzazione e l'opportunità di alcune scelte costruttive in rapporto ai flussi di cassa attesi, oppure per valutare gli impianti in corso di costruzione.

Si segnala infine che l'approccio reddituale – finanziario è comunemente utilizzato dalle società di leasing per la valutazione del valore di mercato di un impianto fotovoltaico oggetto di concessione di finanziamento.

5. La stima di un impianto fotovoltaico in base alla DCFA - Discounted Cash Flow Analysis

5.1. Le fasi del procedimento

Il principio economico alla base dell'approccio finanziario con la DCFA è quello della somma algebrica attualizzata dei redditi (+) e delle spese (-) prevedibili durante l'orizzonte temporale stabilito. Tuttavia, l'entità e la distribuzione dei benefici producibili di un bene sono comunque espressione del mercato. Di conseguenza in tale metodologia il principio dell'anticipazione convive con i principi propri dell'approccio di mercato.

Il valore del bene deriva, infatti, dai flussi di cassa da esso generati in un orizzonte temporale medio-lungo (projection period, inteso come periodo di disponibilità del bene, in genere minore del suo periodo di vita economica) nel quale si può valutare con una discreta attendibilità lo scenario economico. E' ovvio, come accade per tutte le valutazioni reddituali-finanziarie, che il valore determinato include il costo del terreno, lastrico solare, ecc. (in piena proprietà o in diritto di superficie) su cui è realizzato l'impianto.

Gli elementi critici dell'analisi finanziaria o *Discounted Cash Flow Analysis* sono:

- Il fattore tempo
- Il fattore rischio

Il fattore tempo è preso in considerazione tramite il processo di attualizzazione che rende omogenei e confrontabili a una certa data i flussi di cassa che si manifestano in periodi diversi.

L'importanza di tale fattore sta in quell'effetto di carattere finanziario che lega il tempo al valore del denaro e in base al quale – a parità di altre condizioni – all'allontanarsi dei tempi di rientro, sotto forma di reddito, delle risorse impiegate in un investimento corrisponde una riduzione dei corrispondenti benefici economici (e quindi la necessità di remunerare l'attesa). Infatti, tra due somme di identico ammontare riferite a tempi differenti ha maggior valore quella a scadenza più ravvicinata.

Qualsiasi spostamento di somme di denaro nel tempo comporta un costo o un ricavo (esiste cioè un valore finanziario del tempo).

Il fattore rischio è preso in considerazione attraverso il processo di determinazione del tasso di attualizzazione dei flussi di cassa. Rappresenta la remunerazione attesa da chi finanzia l'investimento (con capitale proprio e/o di debito) ed è valutato in funzione del grado di rischio del medesimo (maggiore è il rischio correlato all'investimento maggiore deve essere il rendimento richiesto).

Si parla anche di costo di opportunità del capitale, nel senso che tale saggio rappresenta la remunerazione per la rinuncia all'opportunità di investire in altri e diversi impieghi.

Tutto ciò premesso, l'approccio finanziario consta di 5 fasi operative:

- Definizione del tipo di relazione che lega il valore del bene e i suoi benefici economici attesi;
- Definizione dell'orizzonte temporale di riferimento;
- Determinazione dei flussi di cassa attesi;
- Determinazione del tasso di attualizzazione;



- Determinazione dei flussi di cassa attualizzati;
- Determinazione del valore finale residuo;
- Determinazione del valore di mercato dell'immobile

5.2. La relazione valore/benefici economici attesi

Riguardo alla **relazione valore/benefici economici attesi** va considerato che, in base alla DCFA, il valore di un bene (V) è pari alla sommatoria (Σ) dei flussi di cassa attesi (F_t), attualizzati con il coefficiente $1/(1+k)$ per un orizzonte temporale adeguato (n). A rigore, si dovrebbero stimare tutti i flussi di cassa generati dal bene durante la sua vita utile. Tuttavia, in genere si limita l'attualizzazione dei flussi a un orizzonte temporale ristretto e, a questi flussi, si aggiunge il cosiddetto Terminal Value – valore finale o di uscita dell'investimento, che rappresenta il valore attuale dei flussi operativi che l'investimento sarà in grado di generare nel periodo che va dalla fine dell'orizzonte temporale all'infinito).

La formulazione generale del valore in funzione dei flussi di cassa attualizzati è dunque:

$$V = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} + V_f$$

Con:

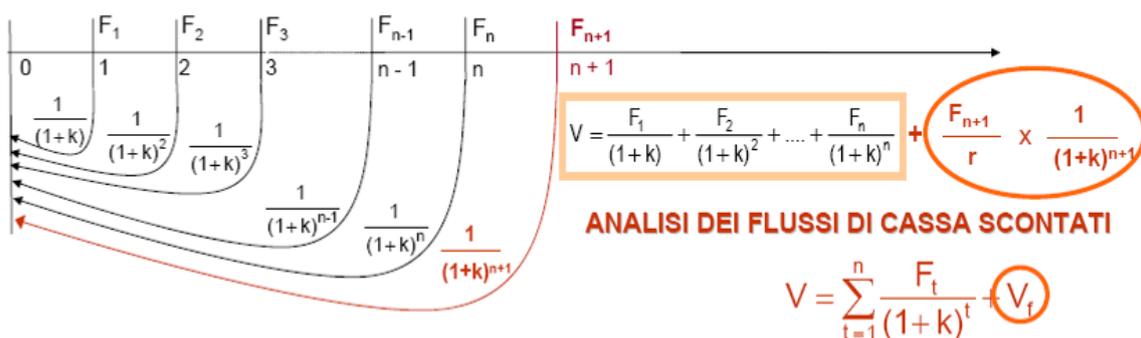
V = valore di mercato;

F_t = valore del generico flusso di cassa atteso nell'anno t ;

n = orizzonte temporale dell'analisi dei flussi di cassa;

k = tasso di attualizzazione;

V_f = valore finale di uscita.



Nel caso in esame, ossia valutazione di un impianto fotovoltaico con durata determinata, non esiste un valore finale del bene. Infatti, al termine dei 25 anni di durata del diritto di superficie, è previsto lo smantellamento dell'impianto in quanto si presume che oltre tale periodo non vi sia convenienza economica dovuta a diversi fattori quali il decadimento produttivo dell'impianto, la presenza di tecnologie più innovative e convenienti ecc. Lo smantellamento è, in genere, comunque a carico della ditta indicata nell'atto in questione come venditrice, la quale non trasferisce tale onere con l'atto in oggetto. Quindi, nella voce dei costi non sarà imputato tale onere. Pertanto, la formula generale si semplifica come segue:

$$V = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

5.3. L'orizzonte temporale

Per quanto attiene all'**orizzonte temporale**, si assume nei casi in esame la durata del "Diritto di superficie" ovvero il ciclo di vita dell'impianto, generalmente pari a 20/25 anni.

5.4. I flussi di cassa

Per quanto riguarda i **flussi di cassa**, si rileva che questi sono costituiti da ricavi e spese operative.

I **ricavi** sono rappresentati generalmente da:

- incentivi statali;
- ricavi per la vendita dell'energia prodotta al G.S.E. SpA.

Gli incentivi statali sono fissi e non necessitano di adeguamenti in base all'inflazione.

I ricavi derivanti dalla vendita di energia, non essendo fissi, necessitano di una rivalutazione nel tempo in base all'inflazione.

Le spese operative sono composte dalle spese fisse, spese variabili e dall'accantonamento per manutenzione straordinaria.

Sia i ricavi che le spese sono legate alle produzioni attese.

Nel seguente prospetto di indicano le fasi e i fattori da analizzare per la determinazione del reddito operativo netto.

STEP	FATTORI ANALIZZATI	EFFETTI
PRODUZIONI EFFETTIVE	A) Perdite per temporanei malfunzionamenti dell'impianto B) Decadimento funzionalità pannelli	DIMINUZIONE DELLA PRODUZIONE
RICAVO LORDO (riferito al Conto Energia di riferimento)	A) Incentivo Conto Energia B) Produzione energia con i prezzi minimi garantiti dal GSE	RICAVI POTENZIALI
SPESE OPERATIVE	A) Tasse sull'impianto B) Assicurazioni	SPESE FISSE
	A) Manutenzione ordinaria B) Amministrazione C) Utenze	SPESE VARIABILI
	Manutenzione straordinaria	ACCANTONAMENTI
REDDITO OPERATIVO NETTO = RICAVO LORDO – SPESE OPERATIVE		

Quindi, per ottenere i flussi di cassa attesi occorre determinare il ricavo lordo e le spese operative.

Prospetto 1: Flussi di cassa attesi

Progr..	Anno	Ricavo lordo €	Spese operative €	Flusso di cassa atteso €
a	b	c	d	e = c - d

L'entità dei ricavi e delle spese di un impianto fotovoltaico dipende dall'energia elettrica prodotta dall'impianto (KWh/anno).

5.4.1. Le produzioni effettive

Ordinariamente, dall'entrata in esercizio dell'impianto, la produzione è destinata a diminuire nel tempo in conseguenza delle perdite di efficienza dell'impianto e dei possibili guasti che comportano il blocco della produzione.

I fattori che generalmente determinano tali diminuzioni nel corso degli anni sono:

- **guasti e malfunzionamento.** Si considera realistico che nel corso degli anni, possano riscontrarsi alcuni parziali e temporanei malfunzionamenti di pannelli e/o accessori elettrici ad essi collegati e che il conseguente intervento non sia sempre tempestivo (anche in caso di tempestiva diagnosi). Tale riduzione può essere ipotizzata mediamente costante per la durata del ciclo di produzione;
- **riduzione delle prestazioni energetiche annue dei pannelli fotovoltaici.** A tal proposito si segnala che nella "Guida al fotovoltaico" edito da ENEL – Green Power viene indicato che "i moduli hanno una durata di vita da 25 a 30 anni, con una diminuzione delle prestazioni energetiche inferiore al 20%, e che generalmente la garanzia fornita dai produttori sul mantenimento di tali prestazioni arriva a coprire 25 anni".

E' necessario, quindi, valutare annualmente le produzioni effettive di energia elettrica previste, cioè al netto delle diminuzioni di cui sopra.

Spesso, utilizzando diverse fonti per la ricerca delle caratteristiche tecniche ed economiche dell'impianto, si acquisiscono dati sovrabbondanti non sempre congruenti tra loro. In tal caso è opportuno eseguire un confronto tra i diversi elementi acquisiti.

In particolare, è necessario riscontrare la congruità dei dati di produzione in possesso e definire, sulla base della loro attendibilità, il dato da assumere nella stima e da proiettare nel futuro. Al riguardo si evidenzia che la produzione dell'impianto può essere definita in diversi momenti:

- in fase di progetto nella relazione tecnica, perché viene stimata la produzione di energia media annua (KWh);
- in fase successiva attraverso un calcolo di controllo della producibilità dell'impianto;
- in fase consuntiva se comunicata dal Gestore dei Servizi Energetici G.S.E. S.p.A. o constatata nel corso del sopralluogo (la produzione effettivamente immessa in rete che però è soggetta alle fluttuazioni annue sopra dette).

Il calcolo di verifica della produzione dell'impianto al momento dell'entrata in esercizio può essere effettuato con l'ausilio di appositi programmi reperibili nei siti internet e a partire da taluni dati riportati nella relazione tecnica di progetto.



Ad esempio, indicando la posizione dell'impianto sull'ortofoto presente nel sito dell'European Commission Joint Research Centre – DatabasePVGIS-CMSAF⁶ ed inserendo nelle apposite celle i dati relativi alla potenza massima (di picco), alle perdite di sistema, all'inclinazione dei moduli (Tilt), all'orientamento rispetto al sud dei moduli (Azimuth), si ottiene la stima della produzione media annua di energia cioè l'energia prodotta da un generico impianto.

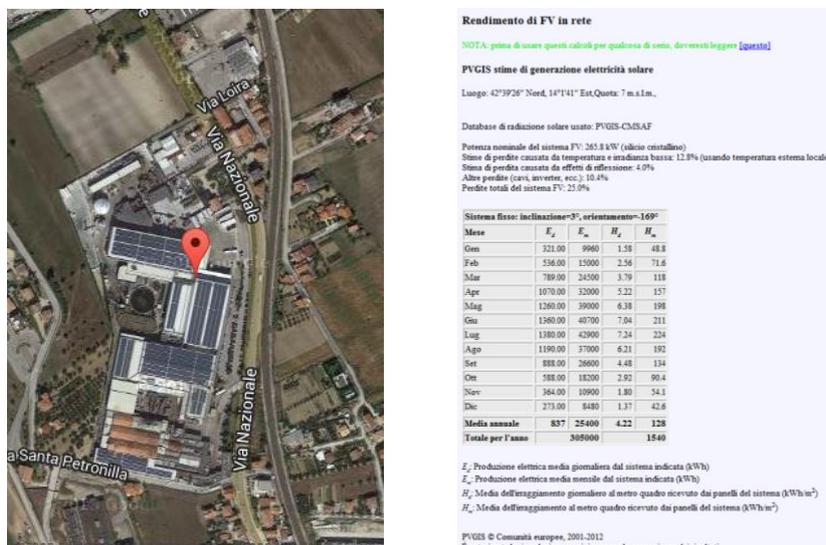


Figura 6: Esempificazione del calcolo di verifica della produzione media annua di energia elettrica

Per avere, invece, la stima della produzione dello specifico impianto cioè quella che considera anche le caratteristiche dei componenti utilizzati e, in particolare, le caratteristiche dei moduli o pannelli fotovoltaici, si può procedere moltiplicando tra loro i seguenti dati acquisiti nella relazione tecnica di progetto o sul predetto sito internet:

- l'irraggiamento solare (espresso in kWh/ anno);
- la superficie di un singolo modulo o pannello fotovoltaico (espresso in mq);
- il numero dei pannelli;
- il rendimento specifico del pannello fotovoltaico (ossia per la quantità di energia solare che esso riesce a convertire in energia elettrica la quale varia a secondo dei tipi di pannelli utilizzati - espresso in %);
- l'efficienza dell'impianto (espresso in %).

Oltre al dato di produzione annuo, nella stima occorre definire con attenzione l'orizzonte temporale di riferimento. Sia nel caso di valutazione della piena proprietà che nel caso di stima della sola proprietà superficaria, l'orizzonte temporale deve essere adeguato, cioè l'analisi dei flussi di cassa deve dimostrare che fino al termine assunto vi sia convenienza economica al mantenimento dell'impianto in produzione.

Nel caso in cui la valutazione riguarda solo la proprietà superficaria, l'orizzonte temporale di riferimento assunto in prima ipotesi deve essere verificato analizzando i flussi di cassa previsti e la convenienza economica al mantenimento in esercizio dell'impianto fino alla data di fine ciclo produttivo.

La produzione effettiva annua potrà essere calcolata utilizzando uno schema del tipo di quello sotto riportato.

⁶ - <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=it&map=europe>

Prospetto 2: Produzioni annue effettive

Progr.	Anno	Produzione assunta alla data di riferimento kWh/anno	Diminuzione della produzione per guasti e malfunzionamento	Diminuzione delle prestazioni energetiche dei pannelli FV	Produzione attesa kWh/anno
--------	------	--	--	---	----------------------------

5.4.2. I ricavi lordi

Come detto, i ricavi per un impianto fotovoltaico sono rappresentati dagli incentivi statali che dipendono a loro volta dal Conto energia di riferimento e dalla vendita dell'energia prodotta al GSE (Gestore dei Servizi Energetici). L'entità dei ricavi lordi generati da un impianto fotovoltaico dipende dal periodo di entrata in esercizio. **I ricavi lordi sono costituiti dagli incentivi statali e dai ricavi per la vendita al Gestore Servizi Energetici (G.S.E.) dell'energia prodotta.** A titolo esemplificativo, per gli impianti che beneficiano del IV Conto Energia, si segnala che:

- l'incentivo del conto energia è un meccanismo che premia con tariffe incentivanti l'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici per un periodo di 20 anni. In Italia tale meccanismo è diventato operativo con l'entrata in vigore dei Decreti attuativi del 28 luglio 2005 e del 6 febbraio 2006 (Primo Conto Energia). In sostanza il tecnico incaricato della valutazione deve individuare la tariffa incentivante spettante all'impianto in stima, sulla base della data di entrata in esercizio della tipologia dell'impianto (impianti sugli edifici/altri impianti) e della quantità di energia prodotta;
- il prezzo corrisposto dal Gestore Servizi Energetici per l'energia prodotta varia a seconda del periodo di produzione, della zona geografica e delle fasce di produzione. Non essendo possibile prevedere tali variazioni, per la determinazione del prezzo corrisposto dal G.S.E. si può utilizzare, a titolo cautelativo, il prezzo minimo garantito dal G.S.E. cioè il prezzo al di sotto del quale l'energia elettrica non può comunque essere venduta. Per i rimanenti anni di produzione dell'impianto occorre ipotizzare la variazione del prezzo minimo garantito prevedibile all'epoca della stima.

Si segnala inoltre che il Quinto Conto Energia remunera, a differenza dei precedenti meccanismi di incentivazione, con una tariffa omnicomprensiva, la quota di energia netta immessa in rete dall'impianto e, con una tariffa premio, la quota di energia netta consumata in sito.

L'entità complessiva dei ricavi lordi attesi va valutata annualmente tenendo presente che gli incentivi statali sono fissi e non variano nel tempo mentre i ricavi derivanti dalla vendita di energia non sono fissi e necessitano di una rivalutazione nel tempo in base a variabili esogene (ad esempio in linea con l'inflazione/deflazione).

Nel corso degli anni la produzione è destinata a variare (l'impianto subisce delle riduzioni dovute alla perdita di efficienza ed a possibili guasti che comportano il blocco della produzione).

Di seguito vengono elencati i fattori che determinano tali variazioni e la loro incidenza.

- **guasti e malfunzionamento:** si considera realistico che in 25 anni, possono riscontrarsi alcuni parziali e temporanei malfunzionamenti di pannelli e/o accessori elettrici ad essi collegati (su un impianto di n. 4.220 pannelli) e anche dopo aver scoperto la problematica, non sempre è possibile intervenire tempestivamente. Di conseguenza è lecito ipotizzare la riduzione di produzione di energia elettrica per malfunzionamento di qualche pannello. Tale diminuzione viene stimata mediamente pari al 2% della produzione annua.
- **riduzione delle prestazioni energetiche** annue dei pannelli fotovoltaici. Nella "Guida al fotovoltaico" edito dall'ENEL – Green Power e pubblicato nel proprio sito, viene indicato che: "i moduli hanno una durata di

vita da 25 a 30 anni, con una diminuzione delle prestazioni energetiche inferiore al 20%, e che generalmente la garanzia fornita dai produttori sul mantenimento di tali prestazioni arriva a coprire 25 anni". Nel caso specifico ipotizziamo una perdita di potenzialità produttiva del 0,90% annuo.

Non vanno computati i ricavi e le spese antecedenti la data del rogito. Non vanno inoltre conteggiate le spese di ammortamento o reintegrazione perché non è previsto il reintegro dell'impianto.

Prospetto 3: Ricavi lordi attesi (riferiti al IV conto energia)

P r o g r	A n n o	Produzione netta (kWh/annua)	Incentivi Conto Energia (€/kWh)	Totale ricavo Incentivi Conto Energia €	Tariffa vendita energia elettrica (prezzo minimo garantito - €/kWh)			Totale ricavo vendita al GSE €	Totale ricavo effettivo lordo €
					Fascia 1 Fino a C1 KWh annui	Fascia 2 da oltre C2 KWh fino a C3 KWh annui	Fascia 3 da oltre C3 KWh annui		
a	b	c	d	e = c x d	f	g	h	i = C1 x f + C2 x g + C3 x h	l = e + i

5.4.3. Le spese operative

Le spese operative sono composte dalle spese fisse, dalle spese variabili e dalle spese per la manutenzione straordinaria.

Le spese fisse sono generalmente composte da:

- **tasse sul possesso dell'impianto fotovoltaico (già ICI o IMU oggi IUC).** Esse vanno determinate al momento del trasferimento e adeguate in base al trend di variazione prevedibile per gli anni successivi di produzione dell'impianto. Per il computo in questione può essere redatta una tabella sulla base del seguente modello.

Prospetto 4: Spese imposte patrimoniali

Anno	Categoria catastale	Rendita €	Rendita rivalutata €	Valore €	Possesso %	Mesi	Imponibile €	Aliquota ‰	Imposta €
------	------------------------	--------------	----------------------------	-------------	---------------	------	-----------------	---------------	--------------

Si precisa che gli esercenti le officine di produzione di energia elettrica da impianti azionati da fonti rinnovabili e di potenza nominale superiore a 20 kW possono evitare gli obblighi di licenza fiscale e di pagamento di accisa e addizionali per impianti realizzati in maniera da non consentire un consumo dell'energia prodotta (autoproduzione). Di norma sull'eventuale energia elettrica prodotta in un impianto fotovoltaico (di potenza superiore a 20 kW) e consumata per il fabbisogno energetico dell'esercente, grava soltanto l'addizionale provinciale istituita con D.L. n. 511/1988 (considerata l'esenzione di accisa prevista dall'art. 52, comma 3, lett. b), del TUA).

- **spese assicurative** sull'impianto per danni materiali diretti, danni indiretti e furto. Per la quantificazione si deve considerare la tipologia e l'efficacia del sistema antifurto (tipo di recinzione, di telecamere di videosorveglianza, di allarme, di vigilanza notturna ecc.). Per la determinazione di tali costi riferiti al momento della compravendita si cita, a titolo indicativo, uno studio commissionato dall'AEEG al

Dipartimento di energia del Politecnico di Milano dal titolo “Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili” che relaziona tali costi alla produzione di energia elettrica. Per i rimanenti anni di produzione si può ipotizzare una variazione della polizza assicurativa in linea con le variabili esogene quali l’inflazione/deflazione e contemporaneamente una riduzione conseguente al deprezzamento nel tempo del valore assicurabile.

Le spese variabili sono composte da:

- **spese per la manutenzione ordinaria** (assistenza e manutenzione). Nel citato studio del Dipartimento di energia del Politecnico di Milano tali spese sono anch’esse relazionate alla produzione. Va tenuto comunque presente che tali spese sono tendenzialmente destinate a crescere nel tempo in relazione alla vetustà dei componenti;
- **spese di amministrazione** che comprendono il compenso forfettario per la retribuzione dei costi contabili (la verifica dei contatori e degli strumenti di monitoraggio, la rilevazione e lettura dei dati e la tenuta della relativa contabilità economica e fiscale) nonché del servizio di vigilanza notturna (metronotte) comprensivo della manutenzione dell’impianto di videosorveglianza;
- **spese per le utenze** (allaccio alla rete elettrica, alla rete idrica, telefonica per allarme, ecc.) così come prevedibili al momento del rogito.

Anche le spese variabili assunte all’atto della compravendita necessitano di una rivalutazione nel tempo (ad esempio in linea con l’inflazione/deflazione). Le spese per la manutenzione straordinaria sono spese *una tantum*. In particolare nel caso in cui la durata dell’inverter è presunta inferiore alla durata dell’impianto fotovoltaico si deve prevedere e computare il costo straordinario per la sostituzione dello stesso.

Sia le spese fisse che variabili assunte all’atto della compravendita dell’impianto necessitano di una rivalutazione nel tempo (ad esempio in linea con l’inflazione/deflazione).

Le spese per la manutenzione straordinaria sono spese *una tantum*. Ad esempio, nel caso in cui la durata dell’inverter è presunta inferiore alla durata dell’impianto fotovoltaico si deve prevedere e computare il costo straordinario per la sostituzione dello stesso.

L’entità di tutte le spese prevedibili all’epoca della stima può essere computata utilizzando una tabella redatta sulla base del seguente prospetto.

Prospetto 5: Spese operative

Progr.	Anno	Tassazione Annuale €	Polizza assicurativa €	Spese per ammin./ne utenze e manut./ne €	Spese per manut./ne straordin. €	Spese operative €
a	b	c	d	e	f	(c + d + e + f)

5.5. Il tasso di attualizzazione

Il tasso di attualizzazione dei flussi di cassa, in generale, è determinato tenendo conto del fatto che la remunerazione attesa, all'epoca della stima, per un qualsiasi tipo di investimento è direttamente proporzionale al livello di rischio associato al medesimo.

La determinazione del tasso al quale scontare i flussi di cassa in esame costituisce uno dei punti fondamentali e delicati della DCFA. Ovviamente, nei casi in esame per la definizione del tasso di attualizzazione non è possibile utilizzare una metodologia comparativa diretta, a causa della carenza di impianti analoghi per i quali siano noti redditi e valori. Pertanto, si devono utilizzare metodologie di tipo indiretto.

Tra i metodi indiretti, per la stima degli impianti fotovoltaici con la procedura DCFA è preferibile utilizzare il metodo del **Build up Approach**, perché è più legato al mercato di riferimento e allo specifico investimento. Con tale metodo, infatti, il saggio di attualizzazione è determinato aggiungendo o detrando al tasso di un investimento privo di rischio le componenti di rischio di tipo generale e di tipo specifico.

La formula generale per la determinazione del saggio di attualizzazione con il *build up approach* è la seguente:

$$K = K_f + PR$$

con:

K = tasso di attualizzazione;

K_f = tasso dei titoli privi di rischio (risk free);

PR = premio per il rischio.

5.5.1. La determinazione del saggio di rendimento di investimenti risk free

Il rendimento per investimenti privi di rischio (risk free) può essere assunto in maniera conforme a quello dei titoli di Stato di paesi appetibili, come la Germania, aventi durata corrispondente all'orizzonte temporale di riferimento dell'investimento in esame.

Per determinare tale rendimento bisogna contestualizzare l'analisi ed esaminare la situazione economico - finanziaria del periodo in cui è stato fatto tale investimento (la data di riferimento della stima).

In primo luogo, occorre analizzare l'andamento degli spread, ovvero dei differenziali di rendimento tra i titoli di Stato di paesi più o meno appetibili.

Gli spread più significativi sono quelli che prendono a riferimento il rendimento dei titoli tedeschi detti BUND. Il differenziale Btp - Bund è uno degli indicatori della situazione economico finanziaria dell'Italia.

L'innalzamento dello spread indica la minor fiducia nel sistema paese da parte dei mercati finanziari: per finanziare il debito del paese viene richiesta una maggiore remunerazione (interesse) in conseguenza del maggior rischio.

Inoltre, occorre analizzare il giudizio o la valutazione – rating riguardante la solidità e la solvibilità del paese Italia (Stato che emette titoli sul mercato finanziario) assegnato dalle più importanti agenzie di rating internazionali (quali Standard & Poor's, Moody's e Fitch).

Per il rendimento dei titoli risk free possono essere presi a riferimento i titoli di Stato più affidabili sulla base delle indicazioni fornite dalle agenzie di rating.

5.5.2. La determinazione del premio per il rischio

Il premio per il rischio è dato, in generale, da tre fattori:

- **il rischio finanziario**, legato alle fluttuazioni dell'inflazione, alla illiquidità dell'investimento immobiliare e al grado della leva finanziaria (determinato dalla struttura finanziaria adottata, in termini di rapporto capitale proprio / capitale di debito, e dalle variazioni dei tassi praticati dagli istituti di credito).
- **il rischio di sistema**, legato a variazioni del quadro politico, normativo, amministrativo e ambientale (legislazione fiscale, standard e requisiti tecnologici, urbanistica, ecc.). Questo rischio è legato all'affidabilità del "Paese" e viene costantemente monitorato dal mercato finanziario.
- **il rischio di business** connesso ai rischi generali dell'investimento immobiliare (come l'andamento del settore delle costruzioni e del comparto immobiliare in cui rientra il bene) e dei rischi legati alle specifica proprietà oggetto di valutazione (localizzazione, caratteristiche fisiche e manutentive, flessibilità d'uso, riconvertibilità, stato locativo, ecc).

In particolare, per gli impianti fotovoltaici si segnalano i seguenti fattori di rischio che influenzano il saggio di attualizzazione:

- **il rischio legato al "rendimento energetico dell'impianto"**.⁷
- **il rischio legato alla "variazione ambientale dell'ecosistema solare"**;
- **il rischio commerciale** legato all'andamento della domanda e dell'offerta dei prezzi del mercato dei prodotti energetici e all'andamento dei costi correlati alla realizzazione di più efficienti impianti fotovoltaici (che possono rendere tecnologicamente obsoleto l'impianto)⁸.
- **il rischio legato a "catastrofi ed eventi naturali non assicurabili e/o assicurabili con franchigia"** in relazione al luogo dell'impianto fotovoltaico.

Dal punto di vista pratico, si tratta di identificare le circostanze che determinano i rischi, darne una quantificazione e sommare ponderatamente tali quantità per ricavare un indice sintetico che misuri l'intensità del rischio complessivo.

In letteratura sono rinvenibili diversi approcci teorici e diverse metodologie che vanno contestualizzate e semplificate in considerazione del grado di approssimazione richiesto dalle stime a carattere fiscale, oggetto di questa trattazione.

5.6. Valore finale residuo e valore di mercato

Come detto, il più probabile valore di mercato dell'immobile si ottiene sottraendo alla sommatoria dei flussi di cassa attualizzata il valore finale residuo. Quest'ultimo varia in funzione della natura del diritto immobiliare oggetto di stima (piena proprietà o proprietà superficiaria) e della presenza o meno dei vincoli di ripristino a carico della ditta venditrice.

⁷ - Tale rischio è basso se si hanno sufficienti ed attendibili dati sulla potenzialità (kilowattora) dell'impianto e sul suo decadimento produttivo.

⁸ - A tal proposito si osserva che un imprenditore ordinario può incontrare più o meno difficoltà a disinvestire in tempi brevi in relazione al valore economico dell'impianto. Più è grande l'investimento e maggiore è il premio di rischio. A parità di somma investita il premio di rischio sarà minore se l'investimento è stato diversificato (più impianti fotovoltaici indipendenti di minori dimensioni).

Prospetto 6: Flussi di cassa attualizzati

Annualità	Anno	Flusso di cassa atteso €	Coefficiente di attualizzazione (1/q ⁿ)	Flusso di cassa Attualizzato €
a	b	c	d	e = c x d

In particolare, se la stima riguarda solo la proprietà superficiaria e gli accordi pattuiti prevedano l'obbligo di rimozione di tutte le installazioni costituenti gli impianti fotovoltaici a carico della ditta venditrice, il valore finale residuo può essere considerato nullo. Analogamente, nel caso in cui l'onere dello smantellamento è previsto a carico dell'acquirente, il valore della proprietà superficiaria si computa detrando dal flusso di cassa attualizzato il costo dell'intervento di smantellamento previsto alla scadenza del diritto di superficie e opportunamente attualizzato.

Quando invece la valutazione riguarda la piena proprietà (la realizzazione dell'impianto non è stata effettuata previa costituzione e alienazione del diritto di superficie), il valore finale residuo è costituito dal valore del terreno o del lastrico solare al netto dell'eventuale onere a carico dell'acquirente per il ripristino dello stato dei luoghi e opportunamente attualizzato.

Per quanto attiene la stima del costo dello smantellamento, va ipotizzato che, alla scadenza del ciclo di vita dell'impianto, l'intervento rispetti gli obblighi pattuiti, le regole urbanistiche, le normative sulla sicurezza del lavoro e sullo smaltimento. Nel merito vanno necessariamente assunte delle ipotesi in merito alle modalità tecniche e agli oneri, al netto dei ricavi, relativi allo smantellamento delle strutture, all'eliminazione dei cavidotti, al riciclaggio dei materiali di cui è composto l'impianto e alla rimessa in pristino stato dei luoghi.

Infine, va segnalato che la stima del valore di mercato dell'impianto fotovoltaico con la DCFA è caratterizzata da una significativa alea estimativa a causa delle numerose assunzioni estimative. Per ridurre tale incertezza bisogna garantire un sufficiente grado di attendibilità dei dati assunti e di aderenza delle previsioni operate al principio di "permanenza delle condizioni note al momento della stima".

Parte terza – Case study ⁹

6. Un esempio di applicazione pratica della procedura DCFA per la valutazione di un impianto fotovoltaico

L'esempio esamina un impianto fotovoltaico realizzato su terreno concesso in diritto di superficie per 25 anni da inizio ottobre 2011, entrato in esercizio a fine ottobre 2011 (beneficia del IV Conto energia). L'impianto è stato trasferito vari mesi dopo la sua entrata in esercizio (giugno 2012 - data della stima).

6.1. Le caratteristiche tecniche dell'impianto

L'impianto fotovoltaico ha una potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) effettiva pari a 983,60 kWp (informazioni tratte dalla relazione tecnica e dalla comunicazione di fine lavori, rinvenute presso l'archivio comunale). Per potenza nominale o di picco s'intende la potenza elettrica dell'impianto, determinata dalla somma delle singole potenze nominali di ciascun modulo fotovoltaico o pannello facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni nominali previste dalle pertinenti norme CEI – Comitato elettronico italiano- e indicati nella guida CEI 82-25 e successivi aggiornamenti: *irraggiamento 1000 w/mq, spettro am 1,5 e temperature delle celle 25°C*). Tale valore di potenza è stato inoltre confermato dal G.S.E. La potenza nominale prevista in fase di progetto iniziale era di 991,70 KWP.

L'impianto fotovoltaico (come riportato nella relazione tecnica) è composto da:

- n. 4.220 pannelli o moduli fotovoltaici in silicio policristallino modello SK60P6 della Linsun Power Technology Corp. Ltd di cui **2600 da 235 Wp** e **1620 da 230 Wp**;
- tre Inverter POWER-ONE-AURORA PVI-330.0-TL-IT (6MPPT).

Le principali specifiche elettriche, tecniche e dimensionali dei singoli pannelli, sono le seguenti:

CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MODULI FOTOVOLTAICI		
NOME DEL COSTRUTTORE	Linsun Power Technology Corp. Ltd	Linsun Power Technology Corp. Ltd
MODELLO	LSP - SK60P06-X235	LSP - SK60P06-X230
TIPO DI CELLE	Silicio policristallino	Silicio policristallino
N. CELLE IN SILICIO POLICRISTALLINO PER MODULO	60	60
POTENZA NOMINALE (O MASSIMA O DI PICCO) Pm(W)	235 Wp	230 Wp
TENSIONE NOMINALE MPP (ALLA MAX POTENZA) Vmpp	30,00 V	29,70 V
TENSIONE A VUOTO Voc	37,10 V	37,10 V
CORRENTE NOMINALE (AL PUNTO DI MAX POTENZA MPP) Impp	7,83 A	7,72 A
CORRENTE DI CORTO CIRCUITO Isc	8,27 A	8,23 A
EFFICIENZA DEL MODULO	14,4%	14,1%
DIMENSIONE DEL PANNELLO mm	1640 x 990 x 45	1640 x 990 x 45
PESO DEL PANNELLO kg	21,60	21,60
NOCT (TEMPERATURA NOMINALE DI LAVORO DELLA CELLA)	47,0 ±3°C	47,0 ±3°C
GARANZIA SULLA POTENZA (con almeno l'80%)	25 anni	25 anni
GARANZIA SUL PRODOTTO	5 anni	5 anni

⁹ - L'esempio riprende una valutazione eseguita nel Reparto Servizi Tecnici dell'Ufficio Provinciale delle Entrate di Teramo – Territorio sulla base di ricerche svolte dai tecnici Marcello Di Chiello e Giuseppe Di Vitantonio.

L'impianto fotovoltaico è stato suddiviso in tre sottoimpianti composti rispettivamente da 1400, 1440 e 1380 moduli fotovoltaici. Per ogni sottoimpianto è stato installato un Inverter prodotto dalla POWER ONE. Gli inverter installati sono della gamma PVI-330.0 TL-IT con Potenza DC di 338,40.

I pannelli fotovoltaici sono stati installati su strutture metalliche rialzate da terra, opportunamente dimensionate ed ancorate tramite un sistema puntiforme di pali in acciaio (vedi fig. 7).



Figura 7: Struttura dei pannelli fotovoltaici costituenti il case study

6.2. L'energia prodotta in un anno

Secondo quanto riportato nella relazione tecnica, l'impianto fotovoltaico in esame ha una produzione di energia media stimata annua di **1.213.161,14 KWh** equivalente a **1.233,39 KWh/KWp** (Energia prodotta per KW installato).

Tale valore di produzione (**1.213.161,14 KWh**) sarà di seguito verificato con l'ausilio del sito dell'European Commission Joint Research Centre – Database **PVGIS-CMSAF** (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=it&map=europe>).

In tale sito indicando sull'ortofoto la posizione dell'impianto, ed inserendo in apposite celle i dati relativi all'inclinazione dei moduli (Tilt), all'orientamento rispetto al sud dei moduli (Azimuth), all'efficienza si ottiene la stima della produzione annua di energia.

Per l'impianto in questione nella relazione tecnica è riportato che l'inclinazione dei moduli (Tilt) è di 30°, l'orientamento dei moduli (Azimut) è 0° e **l'indice di efficienza è pari a circa il 75% (perdite pari a circa il 25%)**.

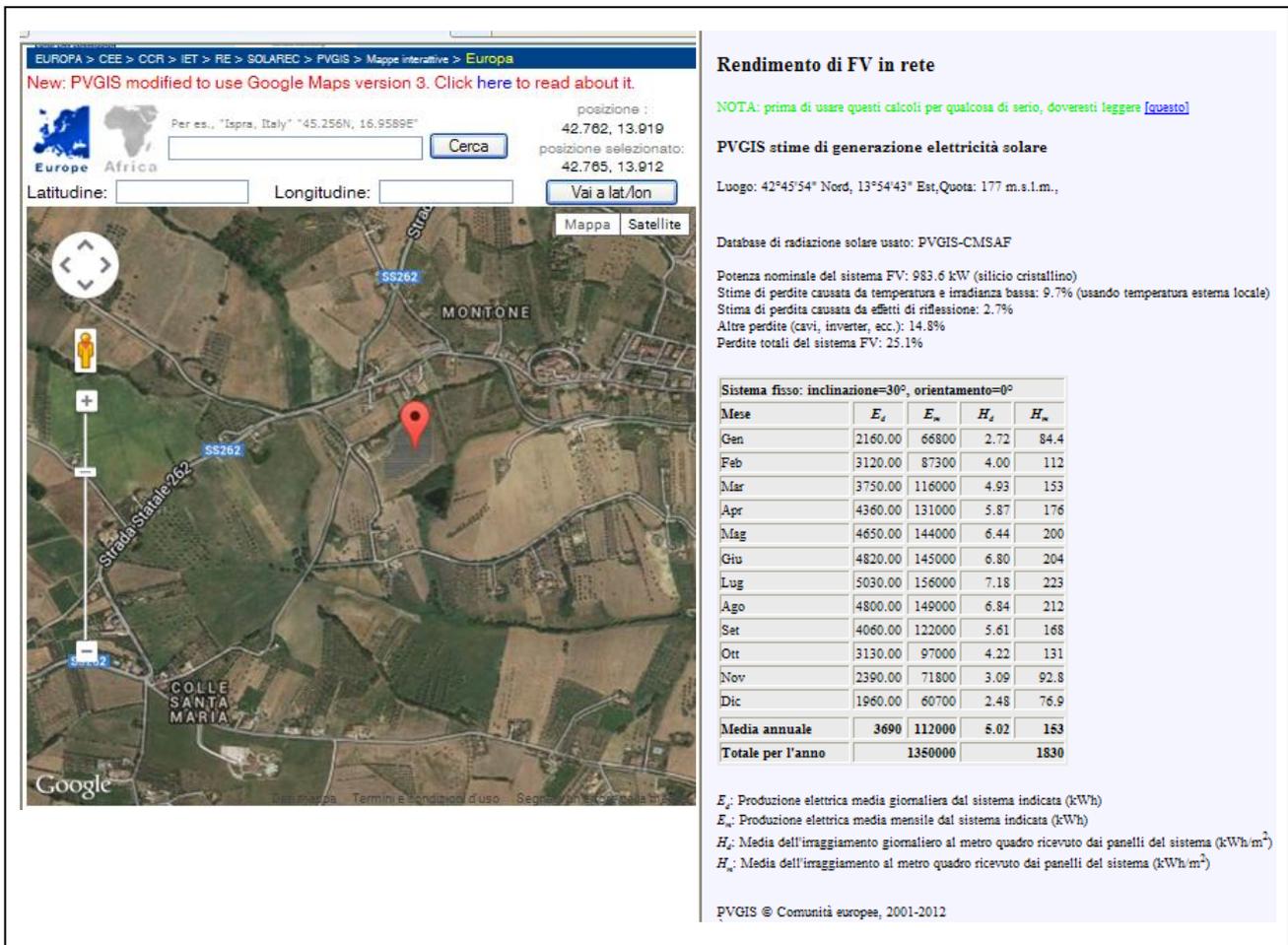


Figura 8: verifica della produzione media annua di energia elettrica

La **produzione media annua stimata** in base al sopra citato sito è di **1.350.000,00 KWh anno**. Si osserva però che tale valore indica l'energia prodotta da un generico impianto.

Per determinare l'energia prodotta considerando anche le specifiche caratteristiche dei materiali (pannelli fotovoltaici) dell'impianto in esame, si procede nel modo in seguito precisato:

- l'irraggiamento solare espresso in kWh/mq va moltiplicato per la superficie di un singolo modulo o pannello fotovoltaico;
- il valore di tale prodotto va a sua volta moltiplicato per il rendimento specifico del pannello fotovoltaico (ossia per la quantità di energia solare che esso riesce a convertire in energia elettrica la quale varia a secondo dei tipi di pannelli utilizzati);
- tale ultimo valore va moltiplicato per il numero dei pannelli, avendo così la produzione di tutto l'impianto;
- la produzione dell'intero impianto va a sua volta moltiplicata per l'efficienza dell'impianto e si ottiene la produzione effettiva dell'impianto (immessa in rete).

Nel caso in esame sono stati utilizzati 2600 pannelli da 235 Wp modello SK60P6 e 1620 pannelli modello SK60P6 della Linsun Power Technology Corp. Ltd le cui caratteristiche sono state riportate sopra.

- Irr.: Irradiazione media annua sul piano orizzontale (Tilt = 0°) per m²: 1.580,00 kWh/m² anno

- Superficie pannello (1,640 x 0,990) = 1,6236 m²

a) Irraggiamento medio annuo per singolo pannello:

Irraggiamento medio annuo KWh/mq x Superficie pannello m².
= 1.580,00 x 1,6236 = 2565,288 KWh/anno

b) Energia elettrica prodotta da ogni singolo pannello

L'energia prodotta da ogni pannello è data dal prodotto tra L'irraggiamento del singolo pannello KWh x il rendimento dello stesso pertanto, per i due modelli di pannelli fotovoltaici di cui è costituito il nostro impianto, avremo, considerando che l'efficienza in base alle condizioni STC (Standard test Condition) sono del 14,4% per il modello SK60P06-X235 e 14,1% per il SK60P06-X230:

modello SK60P06-X235 => 2565,288 x 0,1440 = 369,40 KWh/anno;

modello SK60P06-X230 => 2565,288 x 0,1410 = 361,70 KWh/anno.

c) Energia prodotta dall'intero impianto

Moltiplicando la produzione in KWh/anno di un singolo pannello per il numero totale dei pannelli si ha la produzione dell'intero impianto.

Energia elettrica prodotta da ogni singolo pannello KWh/anno x numero pannelli

= (369,40 x 2600) + (361,70 x 1620) = 1.549.394,00 KWh/anno.

d) Energia effettivamente immessa in rete

In ultimo moltiplicando l'energia prodotta dall'intero impianto per l'efficienza dell'impianto fotovoltaico che nel caso in esame abbiamo stabilito pari al 75% si ha l'effettiva energia prodotta è immessa nella rete in un anno dall'impianto fotovoltaico.

Energia prodotta dall'intero impianto KWh/anno x Efficienza impianto

= 1.549.394,00 x 0,75 = 1.162.045,50 KWh/anno

Tale ultimo valore è comunque riferito ad un impianto con pannelli posti orizzontalmente mentre nel caso in esame abbiamo pannelli inclinati di 30°. L'inclinazione, entro certi limiti, permette una maggiore produzione.

Riepilogando, per la produzione di energia annua dell'impianto fotovoltaico, si ha:

- il dato riportato nella Relazione Tecnica che è pari a **1.213.161,14 KWh anno**;
- il dato determinato direttamente dal sito PVGIS-CMSAF che è pari a **1.350.000,00 KWh anno**;
- il dato calcolato per lo specifico impianto ma con pannelli posti in piano che è di **1.162.045,50 KWh anno**.

Considerato che tali dati sono previsionali e che i fattori che possono influire su di essi sono molteplici al fine della valutazione si ritiene utilizzabile il dato riportato nella relazione tecnica (**1.213.161,14 KWh/anno**).

6.3. Gli elementi assunti per la stima

Per quanto sopra argomentato ai fini della presente stima si assumono i seguenti dati:

- la potenza complessiva dell'impianto fotovoltaico, intesa come quella di picco, pari a 983,60 kWp (come comunicato dal G.S.E.);
- le perdite totali del sistema impianto fotovoltaico pari a circa il 25%;
- l'energia totale potenzialmente producibile dall'impianto in un anno pari a **1.213.161,14 kWh**;
- la data ultima del diritto di superficie e quindi del ciclo di vita dell'impianto fotovoltaico corrispondente all'inizio di ottobre 2036;

- l'entrata in produzione antecedentemente alla data dell'atto di compravendita (20.06.2012). Tale informazione è stata fornita dal G.S.E. il quale ha specificato che l'impianto è entrato in esercizio il 29.10.2011 e che lo stesso rientra all'interno degli incentivi previsti dal IV conto energia;
- la durata del diritto di superficie sull'impianto fotovoltaico dalla data dell'atto in questione, 20.06.2012, fino alla data di scadenza del diritto di superficie sul terreno 05.10.2036 (quindi di poco superiore a 24 anni);
- l'orizzonte temporale pari a circa 24 anni. La fine del ciclo produttivo dell'impianto è prevista alla scadenza del diritto di superficie.
- lo smantellamento dell'impianto con conseguente ripristino dello stato dei luoghi iniziale del terreno a carico della ditta venditrice (non a carico della ditta acquirente dell'impianto ma a carico della ditta che aveva realizzato l'impianto).

6.4. Determinazione dei flussi di cassa attesi

Come ampiamente illustrato nella parte seconda i flussi di cassa da utilizzare nella DCFA sono quelli rappresentati dal reddito operativo netto (Net Operating Income), cioè dal reddito netto, al lordo degli interessi passivi sul debito e delle imposte soggettive sui redditi.

Si osserva che le altre tipologie di reddito (reddito ante imposte e reddito netto) risentono delle strategie di finanziamento scelte dal proprietario (struttura finanziaria ovvero rapporto fra capitale di debito e capitale proprio) e del suo status fiscale.

6.4.1. Determinazione dei ricavi annui lordi effettivi attesi

I ricavi per un impianto fotovoltaico sono rappresentati dagli incentivi statali che dipendono a loro volta dal Conto energia di riferimento e dalla vendita dell'energia prodotta al GSE (Gestore dei Servizi Energetici).

L'entità di tali ricavi sono funzione dell'energia prodotta annualmente dall'impianto, che è stata precedentemente quantificata pari a **1.213.161,14 kWh anno**.

Nel corso degli anni la produzione è destinata a variare (l'impianto subisce delle riduzioni dovute alla perdita di efficienza ed a possibili guasti che comportano il blocco della produzione).

Si considera realistico che in 25 anni, possono riscontrarsi alcuni parziali e temporanei malfunzionamenti di pannelli e/o accessori elettrici ad essi collegati (su un impianto di n. 4.220 pannelli) e anche dopo aver scoperto la problematica, non sempre è possibile intervenire tempestivamente. Di conseguenza è lecito ipotizzare la riduzione di produzione di energia elettrica per malfunzionamento di qualche pannello. Tale diminuzione viene stimata mediamente pari al 2% della produzione annua.

Pertanto, dal valore precedente si avrà:

$$1.213.161,14 \text{ kWh/anno} \times 0,98 = 1.188.897,92 \text{ kWh/anno}$$

Va considerato che al momento dell'acquisto l'impianto era già in funzione (la data di entrata in esercizio è il 29.10.2011 e la data dell'atto di vendita dell'impianto il 20.06.2012).

Per la presente stima si assumeranno i dati di produzione risultanti dalla data dell'atto (20.06.2012).

Il termine della produzione sarà naturalmente considerato coincidente con la data di scadenza del diritto di superficie sul terreno (ossia il 05.10.2036).

La seguente tabella determina le produzioni annue al netto della diminuzione per guasti e malfunzionamento (2% annuo costante) e per decadimento delle prestazioni energetiche (0,9% annuo progressivo).

Tabella 1: Produzioni annue

Progr.	Anno	Produzione assunta alla data di riferimento kWh/anno	Diminuzione della produzione per guasti e malfunzionamento	Diminuzione delle prestazioni energetiche dei pannelli FV	Produzione attesa kWh/anno
1	2012	657.505,11	0,98	1	644.355,01
2	2013	1.213.161,14	0,98	0,991	1.178.197,84
3	2014	1.213.161,14	0,98	0,982	1.167.497,76
4	2015	1.213.161,14	0,98	0,973	1.156.797,68
5	2016	1.213.161,14	0,98	0,964	1.146.097,59
6	2017	1.213.161,14	0,98	0,955	1.135.397,51
7	2018	1.213.161,14	0,98	0,946	1.124.697,43
8	2019	1.213.161,14	0,98	0,937	1.113.997,35
9	2020	1.213.161,14	0,98	0,928	1.103.297,27
10	2021	1.213.161,14	0,98	0,919	1.092.597,19
11	2022	1.213.161,14	0,98	0,91	1.081.897,11
12	2023	1.213.161,14	0,98	0,901	1.071.197,03
13	2024	1.213.161,14	0,98	0,892	1.060.496,94
14	2025	1.213.161,14	0,98	0,883	1.049.796,86
15	2026	1.213.161,14	0,98	0,874	1.039.096,78
16	2027	1.213.161,14	0,98	0,865	1.028.396,70
17	2028	1.213.161,14	0,98	0,856	1.017.696,62
18	2029	1.213.161,14	0,98	0,847	1.006.996,54
19	2030	1.213.161,14	0,98	0,838	996.296,46
20	2031	1.213.161,14	0,98	0,829	985.596,38
21	2032	1.213.161,14	0,98	0,82	974.896,29
22	2033	1.213.161,14	0,98	0,811	964.196,21
23	2034	1.213.161,14	0,98	0,802	953.496,13
24	2035	1.213.161,14	0,98	0,793	942.796,05
25	2036	1.071.174,28	0,98	0,784	823.004,62

6.4.2. Determinazione ricavi effettivi.

I ricavi effettivi sono dati dagli incentivi statali e dall' energia venduta al GSE e dipendono dal conto energia in vigore alla data di entrata in esercizio dell'impianto.

A. L'incentivo del conto energia.

Nel caso in esame si applica l'incentivo previsto dal **IV conto energia** emanato con Decreto Ministeriale del 05.05.2011 "Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici".

Si tratta dell'incentivo economico che l'impianto in oggetto può godere per un periodo di venti anni, determinato da una tariffa che viene stabilita in base alla data di entrata in funzione dell'impianto fotovoltaico, alla sua fascia di intervallo di potenza e alla tipologia dell'installazione (a terra o su edifici).

Nel caso specifico avendo accertato dalla documentazione fornita dal G.S.E che l'impianto è entrato in esercizio il 29 ottobre 2011 si avrà un corrispondente incentivo pari ad € **0,233 kWh** (come riportato nella sottostante tabella).

	Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre	
	Impianti sugli edifici	Altri impianti fotovoltaici						
	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]
1 ≤ P ≤ 3	0,361	0,316	0,345	0,302	0,320	0,281	0,298	0,261
3 < P ≤ 20	0,325	0,289	0,310	0,276	0,288	0,256	0,268	0,238
20 < P ≤ 200	0,307	0,271	0,293	0,258	0,272	0,240	0,253	0,224
200 < P ≤ 1000	0,298	0,245	0,285	0,233	0,265	0,210	0,246	0,189
1000 < P ≤ 5000	0,278	0,243	0,256	0,223	0,233	0,201	0,212	0,181
P > 5000	0,264	0,231	0,243	0,212	0,221	0,191	0,199	0,172

Prospetto degli incentivi previsti dal IV Conto Energia

B. Prezzo corrisposto dal GSE - Gestore Servizi Energetici.

Il GSE corrisponde dei prezzi per l'energia prodotta che variano a seconda dei mesi, degli anni e della zona geografica. Nel caso della presente valutazione, non potendo prevedere tali variazioni, si utilizza il prezzo minimo garantito dal GSE – che è il prezzo al di sotto del quale i prezzi per l'energia elettrica venduta non possono scendere. La tariffa (il prezzo minimo garantito) applicabile agli impianti alimentati da fonti rinnovabili (relativo di potenza nominale elettrica fino a 1 MW di cui all'art. 7, comma 7.5, della deliberazione dell'Autorità n. 280/07), aggiornata secondo i criteri previsti dal medesimo comma, risulta pari a:

- **per l'anno 2012**
 - fino a 3.750 KWh annui 0,1027 €/KWh;
 - da oltre 3.750 KWh fino a 25.000 KWh annui 0,0924 €/KWh;
 - da oltre 25.000 KWh fino a 2.000.000 KWh annui 0,0783 €/KWh;
- **per l'anno 2013**
 - fino a 3.750 KWh annui 0,1058 €/KWh;
 - da oltre 3.750 KWh fino a 25.000 KWh annui 0,0952 €/KWh;
 - da oltre 25.000 KWh fino a 2.000.000 KWh annui 0,0806€/KWh;

Per l'impianto fotovoltaico in oggetto, acquisito il 20.06.2012, si assume per i primi n. 2 anni (2012-2013) il prezzo minimo garantito che già è stato fissato dal GSE – Gestore Servizi Energetici.

Per gli anni successivi si assume un incremento annuo del prezzo minimo garantito pari al 2,9% annuo (media degli aumenti della tariffa 2011-2013).

Per quanto sopra il totale dei ricavi vengono così determinati:

Tabella 2: Ricavi

Anno	RICAPO VENDITA					RICAPO INCENTIVI			TOTALE RICAPO
	Produzione annua netta	prezzo minimo fascia 1 (fino a 3.750 KWh annui)	prezzo minimo fascia 2 (da oltre 3.750 KWh a 25.000 KWh annui)	prezzo minimo fascia 3 (da oltre 25.000 KWh a 2.000.000 KWh annui)	Totale ricavi vendita	Produzione annua fino alla fine degli incentivi	incentivo IV conto energia	Totale ricavi incentivi	
2012	644.355,01	0,1027	0,0924	0,0783	50.844,12	644.355,01	0,233	150.134,72	200.978,84
2013	1.178.197,84	0,1058	0,0952	0,0806	95.367,50	1.178.197,84	0,233	274.520,10	369.887,60
2014	1.167.497,76	0,1089	0,098	0,0829	97.245,72	1.167.497,76	0,233	272.026,98	369.272,70
2015	1.156.797,68	0,112	0,1008	0,0853	99.152,67	1.156.797,68	0,233	269.533,86	368.686,53
2016	1.146.097,59	0,1153	0,1037	0,0878	101.088,44	1.146.097,59	0,233	267.040,74	368.129,18
2017	1.135.397,51	0,1186	0,1067	0,0904	103.053,10	1.135.397,51	0,233	264.547,62	367.600,72
2018	1.124.697,43	0,1221	0,1098	0,093	105.046,70	1.124.697,43	0,233	262.054,50	367.101,20
2019	1.113.997,35	0,1256	0,113	0,0957	107.069,25	1.113.997,35	0,233	259.561,38	366.630,63
2020	1.103.297,27	0,1292	0,1163	0,0985	109.120,77	1.103.297,27	0,233	257.068,26	366.189,03
2021	1.092.597,19	0,133	0,1197	0,1013	111.201,24	1.092.597,19	0,233	254.575,15	365.776,39
2022	1.081.897,11	0,1368	0,1231	0,1042	113.310,60	1.081.897,11	0,233	252.082,03	365.392,63
2023	1.071.197,03	0,1408	0,1267	0,1073	115.448,78	1.071.197,03	0,233	249.588,91	365.037,69
2024	1.060.496,94	0,1449	0,1304	0,1104	117.615,68	1.060.496,94	0,233	247.095,79	364.711,47
2025	1.049.796,86	0,1491	0,1342	0,1136	119.811,17	1.049.796,86	0,233	244.602,67	364.413,84
2026	1.039.096,78	0,1534	0,1381	0,1169	122.035,08	1.039.096,78	0,233	242.109,55	364.144,63
2027	1.028.396,70	0,1579	0,1421	0,1203	124.287,22	1.028.396,70	0,233	239.616,43	363.903,65
2028	1.017.696,62	0,1624	0,1462	0,1238	126.567,35	1.017.696,62	0,233	237.123,31	363.690,66
2029	1.006.996,54	0,1672	0,1504	0,1273	128.875,21	1.006.996,54	0,233	234.630,19	363.505,40
2030	996.296,46	0,172	0,1548	0,131	131.210,48	996.296,46	0,233	232.137,08	363.347,56
2031	985.596,38	0,177	0,1593	0,1348	133.572,80	917.276,82	0,233	213.725,50	347.298,30
2032	974.896,29	0,1821	0,1639	0,1387	135.961,80				135.961,80
2033	964.196,21	0,1874	0,1686	0,1428	138.377,02				138.377,02
2034	953.496,13	0,1928	0,1735	0,1469	140.817,98				140.817,98
2035	942.796,05	0,1984	0,1786	0,1512	143.284,14				143.284,14
2036	823.004,62	0,2042	0,1837	0,1556	128.805,03				128.805,03

6.4.3. Determinazione delle spese operative annue attese

Nel presente caso le spese operative sono la somma delle seguenti spese fisse, delle spese variabili e delle spese per la manutenzione straordinaria. Si precisa che le **Spese di ammortamento** non vengono previste perché non è necessario reintegrare il bene (alla fine del ciclo produttivo è previsto lo smantellamento dell'impianto fotovoltaico).

Le **spese fisse** composte da:

- A. **tasse sul possesso** dell'impianto fotovoltaico. Tale spesa al momento della stima è costituita principalmente dall'IMU che si calcola in base alla rendita catastale (€ 29.388,00 + € 80,00). Assumendo un'aliquota di tassazione del 8,8/1000 del valore catastale, si determina per il primo anno intero (2013) una tassazione di € 17.698,48.

Tabella 3: Spese imposte patrimoniali - anno 2013

Categoria	Rendita €	Rivalutata €	Valore €	Possesso %	Mesi	Imponibile €	Aliquota ‰	Imposta €
Immobili industriali e commerciali (cat. D, tranne D05)	29.388,00	30.857,40	2.005.731,00	100,00	12	2.005.731,00	8,80	17.650,43
Immobili industriali e commerciali (cat. D, tranne D05)	80,00	84,00	5.460,00	100,00	12	5.460,00	8,80	48,05
Totale								17.698,48

Negli anni successivi al 2013 si ipotizza un incremento di spesa totale per tassazione (anche con altre modalità fiscali) pari al 2,5% annuo.

- B. **spese assicurative**. Considerando la presenza nel sito di un'adeguata recinzione, dell'impianto di videosorveglianza, e di un previsto servizio di vigilanza notturna, per le spese di assicurazione sull'impianto per danni materiali diretti, danni indiretti e furto, si assume un costo annuo pari a 8 €/KW (dato tratto dal citato rapporto sui Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili commissionato dall'AEEG al Politecnico di Milano). Nel caso specifico il costo annuo, riferito al primo anno intero (2013), per l'impianto è di € 7.868,80 €/anno (983,60 kW x 8 €/KW = € 7.868,80 €/anno). Inoltre s'ipotizza l'incremento dei costi di assicurazione in linea con l'inflazione (stimata all'epoca circa il 3% annuo) e la contemporanea riduzione per il conseguente deprezzamento del valore assicurabile (stimata al 2,0% annuo). Di conseguenza il costo della polizza assicurativa, (ipotizzata come rata annuale anticipata) varia nell'arco dei 25 anni.

Le **spese variabili** sono composte da:

- A. **spese per la manutenzione ordinaria** (Assistenza e manutenzione). Si assume un costo di manutenzione annuo pari a 40 €/KW (dato tratto dal rapporto sui Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili commissionato dall'AEEG al Politecnico di Milano).

Pertanto ogni anno il costo di manutenzione medio annuo è determinato pari a € 39.344,00 (983,60 kW x 40 €/KW). Si precisa che tale valore è inteso come la spesa media annua sostenuta nell'arco dei 25 anni di garanzia dei pannelli fotovoltaici (la spesa in esame è minima all'anno 1 ed è sicuramente destinata a crescere per la vetustà dei componenti fino al 25° anno).

- B. **spese di Amministrazione**. Si assumono al 2013 pari a € 16.000,00/annue e comprendono il compenso forfettario per la retribuzione dei costi:

- contabili che provvedono la verifica dei contatori e degli strumenti di monitoraggio, rilevazione e lettura dei dati e la tenuta della relativa contabilità economica e fiscale;

- servizio di vigilanza notturna (metronotte) e di manutenzione dell'impianto di videosorveglianza;

C. le spese per le utenze (allaccio alla rete elettrica, alla rete idrica, telefonica per allarme, ecc.), assunte pari ad € 4.000,00/annue;

L'importo totale delle tre voci di spese variabili di cui sopra, riferito al 2013 (primo anno intero) è pari a circa a 60.000,00 €/anno (valore approssimato per eccesso per tener conto di ulteriori voci di spese non specifiche). Anche per le spese variabili s'ipotizza un incremento pari al 2,5% del costo a partire dal 2013.

Accantonamenti. Sono costituiti dalle spese per la manutenzione straordinaria cioè dai costi da sostenere affinché il reddito dell'immobile si mantenga a un livello adeguato a quello di mercato. Nel caso in questione è previsto un decadimento annuale della produzione dell'impianto fotovoltaico e lo smantellamento dello stesso alla fine del periodo dei 25 anni. Pertanto non è necessario determinare tale quota.

Altresì è indispensabile prevedere la manutenzione straordinaria dell'inverter ipotizzato di durata inferiore alla durata dell'impianto fotovoltaico. Pertanto a metà ciclo di vita dell'impianto viene supposta la sostituzione dello stesso inverter (costo stimato di € 400.000).

La determinazione delle spese operative viene sintetizzata nella seguente tabella:

Tabella 4: Spese operative

Progr.	Anno	Tassazione annua (IMU o altre imposte) €	Polizza assicurativa €	Spese per ammin./ne utenze e manut./ne €	Spese per manut./ne straordin. €	Spese operative €
a	b	c	d	e	f	(c + d + e + f)
2	2012	9.455,35	4.203,88	32.054,79		45.714,02
3	2013	17.698,48	7.868,80	60.000,00		85.567,28
4	2014	18.140,94	7.947,49	61.500,00		87.588,43
5	2015	18.594,47	8.026,96	63.037,50		89.658,93
6	2016	19.059,33	8.107,23	64.613,44		91.780,00
7	2017	19.535,81	8.188,30	66.228,77		93.952,88
8	2018	20.024,21	8.270,19	67.884,49		96.178,89
9	2019	20.524,81	8.352,89	69.581,61		98.459,31
10	2020	21.037,93	8.436,42	71.321,15		100.795,50
11	2021	21.563,88	8.520,78	73.104,17		103.188,83
12	2022	22.102,98	8.605,99	74.931,78		105.640,75
13	2023	22.655,55	8.692,05	76.805,07		108.152,67
14	2024	23.221,94	8.778,97	78.725,20	400.000,00	510.726,11
15	2025	23.802,49	8.866,76	80.693,33		113.362,58
16	2026	24.397,55	8.955,43	82.710,66		116.063,64
17	2027	25.007,49	9.044,98	84.778,43		118.830,90
18	2028	25.632,68	9.135,43	86.897,89		121.666,00
19	2029	26.273,49	9.226,79	89.070,34		124.570,62
20	2030	26.930,33	9.319,05	91.297,10		127.546,48
21	2031	27.603,59	9.412,25	93.579,52		130.595,36
22	2032	28.293,68	9.506,37	95.919,01		133.719,06
23	2033	29.001,02	9.601,43	98.316,99		136.919,44
24	2034	29.726,05	9.697,45	100.774,91		140.198,41
25	2035	30.469,20	9.794,42	103.294,28		143.557,90
26	2036	23.807,18	7.540,90	80.709,24		112.057,32

6.4.4. Determinazione dei flussi di cassa attesi

Sulla base delle determinazioni innanzi esposte, con la tabella che segue si è computati i flussi di cassa attesi da un investitore ordinario in ogni anno dell'intero ciclo economico dell'impianto fotovoltaico.

Tabella 5: Flussi di cassa attesi

Progr.	Anno	Ricavo effettivo lordo €	Spese operative €	Flusso di cassa atteso €
		a	b	c = a - b
1	2012	200.978,84	45.714,02	155.264,82
2	2013	369.887,60	85.567,28	284.320,32
3	2014	369.272,70	87.588,43	281.684,27
4	2015	368.686,53	89.658,93	279.027,60
5	2016	368.129,18	91.780,00	276.349,18
6	2017	367.600,72	93.952,88	273.647,84
7	2018	367.101,20	96.178,89	270.922,31
8	2019	366.630,63	98.459,31	268.171,32
9	2020	366.189,03	100.795,50	265.393,53
10	2021	365.776,39	103.188,83	262.587,56
11	2022	365.392,63	105.640,75	259.751,88
12	2023	365.037,69	108.152,67	256.885,02
13	2024	364.711,47	510.726,11	-146.014,64
14	2025	364.413,84	113.362,58	251.051,26
15	2026	364.144,63	116.063,64	248.080,99
16	2027	363.903,65	118.830,90	245.072,75
17	2028	363.690,66	121.666,00	242.024,66
18	2029	363.505,40	124.570,62	238.934,78
19	2030	363.347,56	127.546,48	235.801,08
20	2031	347.298,30	130.595,36	216.702,94
21	2032	135.961,80	133.719,06	2.242,74
22	2033	138.377,02	136.919,44	1.457,58
23	2034	140.817,98	140.198,41	619,57
24	2035	143.284,14	143.557,90	-273,76
25	2036	128.805,03	112.057,32	16.747,71



6.5. L'attualizzazione dei flussi di cassa

Come già accennato nel caso in esame (DCFA) per la determinazione del saggio di attualizzazione è preferibile l'utilizzo del build up approach.

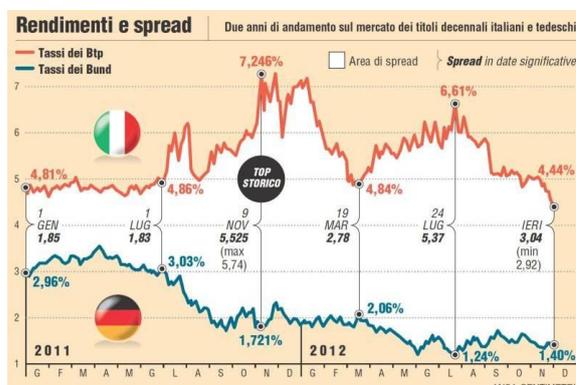
6.5.1. La determinazione del saggio di attualizzazione

Per il caso pratico esemplificato:

- il **saggio di rendimento di investimenti privi di rischio** è assunto pari all'**1,5%** corrispondente al saggio di Bund tedeschi alla data di stima;



- il **rischio finanziario**, legato alle fluttuazioni dell'inflazione, alla non liquidità dell'investimento immobiliare e al grado di leva finanziaria, è stato assunto pari al **0,5 %** (immobile acquistato senza capitale di prestito);
- il **rischio sistema**, legato a variazioni del quadro economico, politico, normativo, amministrativo e ambientale, è stato assunto pari al **3,5%**, corrispondente allo spread tra i BTP italiani e i BUND tedeschi nel mese di giugno dell'anno 2012, considerato come periodo dell'investimento (atto in valutazione del 30.06.2012);



- il **rischio di business**, che tiene conto dei rischi generali dell'investimento immobiliare (andamento del comparto immobiliare in cui rientra il bene) e dei rischi legati alle specificità del bene oggetto di valutazione (localizzazione, caratteristiche fisiche e manutentive, flessibilità d'uso, ecc.) è stato assunto pari al **1,0%**.

Pertanto, esplicitando la formula precedente si ottiene il seguente saggio di attualizzazione:

$$K = K_f + PR = 1,5\% + (0,5\% + 3,5\% + 1,0\%) = 6,5\%$$

Per l'investimento in esame si assume quindi un saggio del 6,50% quale "più attendibile tasso di attualizzazione".

6.5.2. Determinazione dei flussi di cassa attualizzati e del più probabile valore di mercato

Nella tabella seguente sono stati calcolati i flussi di cassa annui attualizzati per l'intero ciclo economico dell'impianto fotovoltaico utilizzando la formula di matematica finanziaria esposta nella seconda parte del presente studio.

Tabella 6: Flussi di cassa attualizzati

Annualità	Anno	Flusso di cassa Atteso €	Coefficiente di attualizzazione (1/q ⁿ)	Flusso di cassa Attualizzato €
a	b	c	d	e = c x d
1	2012	155.264,82	0,966915597	150.127,98
2	2013	284.320,32	0,907901969	258.134,98
3	2014	281.684,27	0,852490112	240.133,05
4	2015	279.027,60	0,800460199	223.350,49
5	2016	276.349,18	0,75160582	207.705,65
6	2017	273.647,84	0,705733165	193.122,36
7	2018	270.922,31	0,662660249	179.529,45
8	2019	268.171,32	0,622216196	166.860,54
9	2020	265.393,53	0,584240559	155.053,66
10	2021	262.587,56	0,548582685	144.050,99
11	2022	259.751,88	0,515101113	133.798,48
12	2023	256.885,02	0,483663017	124.245,78
13	2024	-146.014,64	0,454143678	-66.311,63
14	2025	251.051,26	0,426425988	107.054,78
15	2026	248.080,99	0,400399989	99.331,63
16	2027	245.072,75	0,375962431	92.138,15
17	2028	242.024,66	0,353016367	85.438,67
18	2029	238.934,78	0,331470767	79.199,89
19	2030	235.801,08	0,311240157	73.390,77
20	2031	216.702,94	0,292244279	63.330,19
21	2032	2.242,74	0,274407774	615,43
22	2033	1.457,58	0,257659881	375,56
23	2034	619,57	0,241934161	149,90
24	2035	-273,76	0,227168226	-62,19
25	2036	16.747,71	0,213303499	3.572,35
Totale flusso di cassa attualizzato				2.714.336,90

La tabella permette di visualizzare le previsioni del flusso di cassa attualizzato.

E' possibile constatare l'assenza di lunghi periodi di produzione antieconomica (non emerge la presenza di più annualità in successione in cui i flussi di cassa previsti sono negativi). Pertanto è verificata la convenienza economica al mantenimento in produzione dell'impianto per tutta la durata di vita ipotizzata.

Si osserva comunque che dopo la perdita degli incentivi economici (periodo successivo al ventennio dall'allaccio al G.S.E.) la convenienza al mantenimento in produzione dell'impianto tende a ridursi anche in conseguenza della diminuzione della produttività.

Si ricorda inoltre che nel caso in esame non si determina alcun valore finale residuo in quanto l'impianto fotovoltaico alla scadenza del diritto di superficie verrà smantellato e tale operazione (con il conseguente ripristino del terreno) è a carico della parte venditrice. Pertanto per la parte acquirente lo smantellamento non si materializza come un costo.

Dalle considerazioni sopra rappresentate si deduce che *"il più probabile valore venale in comune commercio"* dell'impianto esaminato, determinato ad uso fiscale e con il procedimento estimativo della D.C.F.A., è pari alla sommatoria dei flussi di cassa attualizzati cioè € 2.714.000,00.

Bibliografia

- Agenzia del Territorio, *Manuale operativo delle stime immobiliari*, Franco Angeli, 2011.
- L. Kruschwitz, A. Loeffler, *Discounted cash flow: A theory of valuation of firms*, Wiley e& Sons 2005
- Cacciamanni, *Il rischio immobiliare. Una soluzione di rating per l'investimento immobiliare*, Egea Milano 2003.
- U. Cherubini, G. Della Lunga, *Il rischio finanziario*, McGraw Hill, 2001
- Damodaran, *Estimating the equity risk premium*, Working paper 2001
- Damodaran, *Manuale di valutazione immobiliare*, McGraw Hill, Milano 1996
- S. Li Causi, C. Messina, G. Noviello, A. Parretta and A. Sarno, *Performance Analysis of Single Crystal Silicon Modules in Real Operating Conditions*, oral presentation at the 13th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Nice, France, 23-27 Oct. 1995. Proceedings vol II, ed W. Freiesleben, W. Palz, H.A. Ossenbrink and P. Helm (Bedford, UK: H S Stephens & Associates), 1995, pp 1469-1473.
- Parretta, A. Sarno and L. Vicari, *Effects of Solar Irradiation Conditions on the Outdoor Performance of Photovoltaic Modules*, Optics Communications, 153 (1998) 153-163.
- C. Ferrero, L. Sondini, V. Tirri, *La valutazione immobiliare. Principi e metodologie applicative*, EGEA, Milano 1996.
- M. Bravi, E. Fregonara, *Promozione e sviluppo immobiliare. Analisi dei processi e tecniche di valutazione*, Celid, Torino, 2004.
- C. Cacciamanni, *Il rischio immobiliare. Una soluzione di rating dell'investimento immobiliare*, EGEA, Milano, 2003.
- G. Morri, *Introduzione alla valutazione immobiliare*, Working Paper, SDE Bocconi, Milano, 2007.
- TEGoVA, *Rating europeo della proprietà e del mercato*, PAM (property and market rating), 2003.

**OSSERVATORIO
DEL MERCATO
IMMOBILIARE**

