

# La misurazione del valore delle risorse ambientali: Lo stato dell'arte

Giovanni Signorello\*

## 1. Introduzione

Sulla valutazione monetaria delle risorse ambientali è stato elaborato, soprattutto in questi ultimi due decenni, un vero e proprio programma di ricerca scientifica "progressivo". Intorno all'*hard core* - rappresentato dagli assiomi fondamentali neoclassici e dai teoremi della moderna economia del benessere<sup>1</sup> - è stata costruita una solida cintura protettiva e un'articolata e sofisticata euristica positiva costantemente volta all'eliminazione delle residue anomalie operative e alla soluzione di individuati rompicapo.

La conoscenza acquisita sull'argomento è rilevante e complessivamente presenta evidenti segni di maturità, anche se permangono ancora difficoltà e problemi non trascurabili la cui soluzione si ricerca, il più delle volte, prima ancora che sul piano della teoria, su quello delle convenzioni oppure in corso d'opera secondo un approccio per così dire pragmatico.

Una generale disamina della copiosa letteratura prodotta rivela che nel corso del tempo sono stati proposti numerosi metodi di stima. Ma non tutti hanno avuto il successo sperato dai loro proponenti. Descrivere lo stato dell'arte dei metodi di valutazione oggi comunemente applicati non è facile. Non solo per il limitato spazio a disposizione ma anche per il carattere assunto dall'attuale elaborazione metodologica la quale, avendo superato - come detto - la fase strategica, verte ormai sugli aspetti più propriamente tattici, molti dei quali

---

\* Prof. Associato di Estimo rurale presso l'Università degli Studi di Catania.

1) Il criterio generale di stima è rappresentato dal surplus del consumatore che nell'accezione ordinalista si misura in termini di variazione compensativa ed equivalente del reddito. Le misure di variazione, in rapporto al livello di utilità di riferimento, individuano la disponibilità a pagare o la disponibilità ad accettare. Tuttavia, per ragioni di convenienza operativa, la disponibilità a pagare è l'entità generalmente oggetto di ricerca, anche quando la teoria economica o l'esame dei diritti sul bene indicano inequivocabilmente che la misura di interesse appropriata è la disponibilità ad accettare.

ancora restano, come detto, indeterminati. Addentrarsi in questa fitta boscaglia porterebbe anche il più esperto esploratore a smarrirsi. Per evitare tale rischio l'esposizione sarà limitata quindi ai metodi di valutazione che considerano le risorse ambientali destinate a scopi di fruizione e di tutela e capaci di erogare benefici diretti alla collettività. In particolare, la trattazione riguarderà i metodi del prezzo edonistico (*Hedonic Price Method, HPM*), del costo del viaggio (*Travel Cost Method, TCM*), e della valutazione contingente (*Contingent Valuation Method, CVM*): i primi due metodi analizzano le preferenze rivelate (*revealed preferences*) col consumo di beni privati complementari; il terzo metodo invece esamina le preferenze espresse (*stated preferences*) in un mercato virtuale appositamente costruito per il bene oggetto di stima. Di ciascuno metodo saranno illustrati la logica e le assunzioni di base, l'articolazione operativa, le soluzioni convenzionali, nonché le più recenti elaborazioni. Inoltre, si accennerà al metodo di stima denominato *Benefit Transfer* la cui valenza pratica appare sempre più preziosa via via che sull'argomento si accumula la massa di conoscenza empirica.

## 2. Il metodo del prezzo edonistico

Il metodo del prezzo edonistico misura il valore della disponibilità a pagare per un determinato bene ambientale, ad offerta variabile, attraverso l'analisi del rapporto di complementarità economica esistente tra detto bene e specifici beni privati di cui sono noti i prezzi di mercato. Il suo fondamento logico risiede nella concezione ricardiana di rendita differenziale e nella più recente teoria di Lancaster secondo cui il prezzo di mercato 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 modalità delle caratteristiche comuni.

Il metodo edonistico assume le condizioni tipiche di un mercato concorrenziale in perfetto equilibrio con gli obiettivi massimizzanti degli operatori; ipotizza la continuità nel livello di offerta del bene ambientale; ed infine ammette l'identità delle preferenze e del reddito dei consumatori.

L'applicazione è preceduta dall'accertamento del tipo di bene privato sul cui prezzo si ripercuotono le variazioni del bene ambienta-

le oggetto di stima, e della disponibilità di dati spaziali (*cross-section*), o temporali (*time series*) o *pooled* dotati di sufficiente variabilità statistica.

Lo svolgimento classico procede attraverso tre fasi successive.

Nella prima fase si stima la *funzione edonistica*  $P = h(Z; \beta)$  che misura, attraverso il valore assunto dal vettore dei parametri  $b$ , la rilevanza specifica delle caratteristiche  $Z$  sul prezzo di mercato  $P$ . La funzione edonistica individua anche il luogo di equilibrio esogeno tra domanda e offerta.

Nella seconda fase si stima la curva del prezzo implicito e la curva di domanda inversa<sup>2</sup> della risorsa ambientale,  $Z_1$ . La prima curva è ottenuta derivando la funzione edonistica rispetto alla variabile che la rappresenta:  $(\delta P / \delta Z_1) = h(Z; \beta)$ . Nell'ipotesi che la funzione edonistica sia lineare, il prezzo marginale implicito è costante e pari al valore del parametro  $\beta_1$ . Per forme non lineari il prezzo marginale implicito dipende invece oltre che dal valore dello specifico parametro anche dalle altre variabili e dai relativi parametri inclusi nel modello. La combinazione tra questi elementi varia in rapporto alla forma funzionale prescelta. Per l'ipotesi d'identità dei consumatori, la funzione stimata del prezzo implicito individua la curva di domanda inversa per il bene ambientale, la quale come è noto misura in ciascun punto il valore marginale della disponibilità a pagare. Qualora l'ipotesi di identità degli acquirenti non fosse ammissibile, l'identificazione della funzione di domanda inversa diventa problematica. Al riguardo vi sono due tipologie di soluzioni possibili: approssimate ed esatte. Le soluzioni approssimate si basano sul fatto che in ogni caso le due curve, quella del prezzo implicito e la domanda inversa individuale, si intersecano in corrispondenza del livello del bene ambientale. Una prima approssimazione (per eccesso) ritiene che la curva di domanda inversa sia costante. Una seconda approssimazione (per eccesso) concepisce la stessa funzione inclinata linearmente e pari a zero in corrispondenza del livello massimo della caratteristica ambientale. Infine, una terza approssimazione (per difetto) prevede che la disponibilità a pagare marginale sia equivalente al prezzo implicito anche in corrispondenza della prima unità consumata del bene ambientale. Le soluzioni esatte invece prendono in considerazione il comportamento dell'offerta. Se essa è perfettamente elastica, allora il prezzo implicito risulta esogeno all'acquirente e la curva di domanda inversa sarà

---

2) Nella curva di domanda inversa il prezzo è considerato funzione della quantità.

stimata dalla funzione di regressione multipla che pone come variabile dipendente l'attributo ambientale esaminato e come variabili indipendenti il suo prezzo implicito e le caratteristiche socio-economiche. Se invece si postula, come appare più logico, che l'offerta sia rigida, allora occorre mettere in relazione matematica il prezzo implicito con la variabile ambientale e le variabili socio-economiche. Nel caso intermedio di aggiustamento ritardato dell'offerta, l'analisi si complica in quanto si dovrà stimare un sistema simultaneo di due equazioni, una per l'offerta e una per la domanda. In ambedue le equazioni il prezzo implicito è esogeno e quindi va ritenuto come variabile indipendente.

Nella terza fase si misura il surplus del consumatore calcolando l'area sottesa alla curva di domanda inversa in corrispondenza dei livelli definiti di variazione della risorsa ambientale. Poiché la curva di domanda inversa è ordinaria, si può verificare con le formule di Willig in che grado il surplus marshalliano stimato diverge dalle più corrette misure di variazione compensativa o equivalente. Se la divergenza accertata è consistente si possono adoperare appropriati algoritmi di traduzione. Moltiplicando il valore del surplus unitario per il numero degli acquirenti presenti nel mercato del bene complesso si perviene al valore dei benefici (o dei danni) d'uso associati alla modificazione della qualità ambientale.

I risultati del metodo dipendono essenzialmente dalla precisione della stima della funzione edonistica e dalla plausibilità delle ipotesi fondamentali ed ausiliarie assunte per l'identificazione della curva di domanda inversa.

La specificazione della funzione di stima non è agevole ed il rischio di distorcere i coefficienti per omissione di variabili, e di incorrere in problemi di multicollinearità e produrre parametri inefficienti, instabili e di segno incoerente con le aspettative, è sempre incombente. Anche la scelta circa la forma da assegnare alla funzione si presenta problematica, dal momento che non ci sono indicazioni teoriche univoche: l'unica cosa certa è che bisogna scartare le forme lineari. In letteratura prevalgono le forme flessibili del tipo *Box-Cox*. Quali che siano le opzioni adottate, il modello finale deve comunque contemperare esigenze pratiche, statistiche ed economiche quali: parsimonia nei dati richiesti, chiarezza interpretativa, facilità di calcolo, capacità esplicative e previsionali (del prezzo), indipendenza o meno del prezzo implicito dalle altre caratteristiche del bene complesso o dal livello della caratteristica ambientale esaminata, andamento e pendenza della funzione implicita.

Le differenze esistenti tra le condizioni reali (dei mercati e degli operatori) e quelle ipotizzate, ostacolano fortemente l'identificazione della curva di domanda compensata. Il problema è all'attenzione dei ricercatori. In attesa di soluzioni univoche facilmente praticabili, il metodo edonistico viene generalmente adoperato per la stima dei valori marginali (prezzi impliciti) della disponibilità a pagare.

### 3. Il metodo del costo del viaggio

Il metodo del costo del viaggio risolve il problema della stima della disponibilità a pagare sulla base delle spese sostenute dagli utenti per la fruizione *in loco* dei servizi offerti dalla risorsa ambientale. La sua logica essenziale poggia sulla teoria della rendita di locazione di Von Thünen per cui i consumatori residenti nelle zone più prossime al bene ricevono, a parità di condizioni, utilità maggiori rispetto a quelle percepite dai visitatori provenienti dalle località più distanti. L'applicazione del metodo è possibile se i visitatori percorrono distanze diverse. La conseguente differenza nei relativi costi di trasporto allora viene impiegata per individuare la curva di domanda le cui giustificazioni teoriche si ritrovano nell'ambito della *Household Production Theory*.

Del metodo del costo del viaggio esistono molteplici versioni in rapporto alla natura dei dati richiesti, all'obiettivo e alle condizioni della stima, all'orizzonte temporale considerato.

La versione zonale, che è quella classica, costruisce la curva di domanda ricreativa dividendo il bacino di utenza in zone omogenee rispetto al costo e alle altre variabili che possono condizionare il numero di visite pro-capite. Le zone devono essere dimensionate in modo tale che i costi di viaggio sostenuti dai visitatori residenti siano approssimativamente uguali. A partire dalle informazioni raccolte in sito sulla provenienza degli utenti, l'applicazione si articola in tre fasi.

Nella prima fase si procede all'estimazione della curva di domanda dell'intera esperienza ricreativa  $V_i/N_i = f(TC_i)$ , dove  $TC_i$  è il costo medio per visita<sup>3</sup>,  $V_i$  si riferisce al numero di visite complessive, ed  $N_i$  individua la popolazione di ciascuna zona *i-esima*.

3) Il calcolo di questa variabile è argomento ampiamente dibattuto in letteratura. In particolare, la discussione riguarda se il tempo sia da considerare o meno un elemento del costo della visita, e come eventualmente misurare il valore del tempo per raggiungere il sito e il valore del tempo di permanenza nel sito. L'inclusione del tempo dipende

Nella seconda fase dove si perviene all'individuazione della curva di domanda del sito ricreativo. L'operazione si attua con un procedimento di simulazione iterativo basato sulle assunzioni che a parità di costo sostenuto il tasso di fruizione non cambi, e che la reazione degli utenti all'aumento simulato del costo per la visita al sito prescinda dalla causa che ha prodotto la variazione del costo medesimo. La funzione traccia la variazione progressiva nel numero di visite al sito a partire dal totale  $\Sigma V_i$  effettivamente osservato (o stimato con la prima curva) nell'orizzonte temporale preliminarmente definito. L'algoritmo di esecuzione è il seguente:

- a) si stabilisce un pedaggio fittizio,  $T$ , tale che il costo di accesso sia  $TC_i + T$ ;
- b) si stima il tasso di fruizione  $V_i'(TC_i + T)/N_i$ , corrispondente al nuovo costo di accesso<sup>4</sup>;
- c) si moltiplica il tasso di fruizione stimato per la popolazione residente:  $[V_i'(TC_i + T)/N_i]N_i$ ;
- d) si somma il numero di visite stimate per ogni zona di utenza in modo tale che:

$V(P) = \Sigma [V_i'(T)/N_i]N_i$  sia uno dei nuovi punti della seconda curva di domanda ricreativa.

L'iterazione finisce valore allorché  $V'(TC_i + T) = 0$  o la curva diventa asintotica all'asse delle ordinate.

Nella terza fase si misurano, in termini di surplus del consumatore, i benefici totali ricavati dalla fruizione in loco del bene ambientale, calcolando l'area sottesa alla curva di domanda del sito ricreativo:

$$CS = \int_0^T V'(T) dT$$

Questa sequenza operativa, descritta nella manualistica corrente, nella pratica non viene generalmente applicata<sup>5</sup> in quanto la misura del surplus può essere più rapidamente ricavata a partire dalla funzione di domanda stimata al termine della prima fase.

---

da numerosi fattori connessi alla specifica attività ricreativa e alla localizzazione del sito. Quanto al costo opportunità del tempo, una soluzione largamente praticata fa riferimento ad un terzo della retribuzione media oraria.

4) Se la prima funzione di domanda conduce a previsioni negative del tasso di fruizione (e ciò può capitare quando la funzione stimata nella prima fase è lineare o quadratica), allora occorre imporre un vincolo di non negatività.

5) La stima della seconda curva invece può risultare utile laddove si volessero verificare gli eventuali effetti sulla domanda causati da politiche sui prezzi di accesso alla risorsa.

La versione individuale stima la funzione di domanda ricreativa considerando come variabile dipendente il numero di visite effettuate dai singoli utenti e come variabile dipendente il costo del viaggio unitario da essi sostenuto. L'articolazione, analoga a quella descritta per la versione zonale, si svolge in due fasi in quanto non è richiesta la simulazione iterativa.

Quale che sia la versione seguita, per una corretta stima del surplus, occorre che il modello di domanda sia ben formulato e correttamente stimato. Di particolare importanza per gli effetti sulla misura estimativa è la forma assegnata alla funzione. Questa scelta va compiuta in base ai comuni criteri statistici, alle aspettative (segno dei parametri) e alle prescrizioni teoriche (condizioni di integrabilità economica). La funzione *semi-log* nella variabile dipendente è la più utilizzata in quanto soddisfa meglio di altre funzioni tali criteri e inoltre perché conduce al calcolo immediato del surplus del consumatore. Parimenti importante è il modello adoperato per la stima dei parametri<sup>6</sup>. Poiché il numero di visite è una variabile discreta positiva ( $0, 1, 2, \dots, N$ ) il modello più appropriato allo scopo è quello basato sulla distribuzione di *Poisson* o quello che assume la distribuzione binomiale negativa (*count data models*)<sup>7</sup>. Bisogna infine prestare attenzione alla fonte di errori comunque presenti nella stima della funzione di domanda. Se essi sono da attribuire principalmente all'omissione dal modello di importanti variabili esplicative, allora la misura del surplus del consumatore va compiuta rispetto alla domanda osservata. Viceversa, se gli errori derivano da misurazioni poco accurate delle variabili, allora la stima va svolta con riferimento alla domanda stimata. La traduzione del surplus marshalliano nelle misure hicksiane può essere effettuata secondo le formule proposte da Vartia se tra le variabili esplicative vi è quella relativa al reddito.

Sebbene dal punto di vista teorico le versioni zonale e individuale siano equivalenti, le *performances* empiriche sembrano inve-

---

6) La scelta è condizionata dalla natura statistica dei dati impiegati. I dati sulla fruizione possono essere raccolti sia in situ che ex-situ. Con la prima modalità di indagine i dati ottenuti sono detti truncated. Con la seconda modalità, poiché è assai probabile che nel campione intercettato vi siano soggetti che nel periodo considerato non abbiano visitato il sito oggetto di valutazione, i dati espressi saranno censored. In tal caso la stima dei parametri dovrebbe essere condotta col modello di regressione Tobit.

7) La distribuzione di Poisson è un caso particolare della distribuzione binomiale negativa. I count models non sono specificatamente connessi, come potrebbe a prima vista sembrare, alla versione individuale ma sono validi anche per l'analisi dei dati zonali.

ce essere non trascurabili. Nella pratica, è la natura dei dati a disposizione che condiziona la scelta dell'una o dell'altra versione. Inoltre bisogna tenere presente che quella individuale permette una più ampia specificazione delle variabili esplicative e conduce ad una migliore stima dei parametri della curva di domanda; quella zonale invece è meno precisa e tuttavia di più generale applicazione.

Entrambe le versioni però, essendo *site specific*, non riescono ad incorporare adeguatamente nella loro struttura analitico-concettuale e operativa la stima della qualità del bene ambientale<sup>8</sup> né sono adatte alla stima del valore del sito in presenza nel bacino di utenza di altri beni sostituti. Per risolvere questi problemi sono state elaborate altre versioni: il metodo del costo del viaggio edonico (*hedonic travel cost method*); il modello a parametri variabili (*varying parameters*), modelli gravitazionali; approcci sistemici; e più recentemente, grazie alla crescente disponibilità di dati individuali raccolti con indagine *ex-situ*, i modelli di utilità casuale (*Random Utility Models*) basati sull'analisi delle scelte discrete. Nell'ambito dei modelli di utilità casuale, la domanda ricreativa viene considerata come il prodotto di due decisioni: una macro e una micro. La prima decisione si riferisce al numero di visite da effettuare nel corso dell'anno. La seconda decisione riguarda il sito da scegliere di volta in volta. I modelli di utilità casuale analizzano l'aspetto micro in quanto mirano ad individuare, per ogni occasione, sulla base dell'utilità ritraibile qual è la probabilità che da un insieme finito di alternative sia scelto un sito con specificate caratteristiche economiche (tra cui il costo del viaggio) e qualitative. La stima della probabilità è svolta solitamente col *nested logit model* che, strutturando la scelta finale come il risultato di processo sequenziale (gerarchico), riesce a tenere conto di eventuali rapporti di sostituibilità tra le alternative<sup>9</sup>. La formulazione

---

8) Sia la versione zonale che quella individuale stimano il valore del sito. Ma l'obiettivo della stima può essere talvolta (interventi di restauro, danni) anche la qualità del sito. In tal caso le due versioni possono essere ancora adoperate se esistono dati storici o spaziali sulla domanda che riflettano le variazioni qualitative in questione.

9) Nella formulazione è presente anche una variabile complessa, denominata Inclusive Value che consente di superare il problema della violazione dell'indipendenza dalle alternative irrilevanti (*Independence from Irrelevant Alternatives, IIA*) presente nel classico multinomial logit model.



del modello *nested logit* è complessa così come la stima dei parametri e delle misure di variazione di benessere<sup>10</sup>. Largamente adoperato per la determinazione del valore delle caratteristiche qualitative, il *nested logit model* può essere anche impiegato per la stima del valore dei benefici d'uso del sito ricreativo. Per cui diventa particolarmente utile in tutte quelle circostanze -peraltro le più frequenti- in cui il sito oggetto di stima non è l'unico di quel tipo esistente nell'area di interesse. Ciò spiega l'ampio e crescente interesse per i *random utility models*.

#### 4. Il metodo della valutazione contingente

La valutazione contingente è un metodo di stima basato sull'intervista e sul presupposto che le preferenze monetarie possedute per un bene ambientale possono essere espresse attraverso un processo di simulazione del mercato<sup>11</sup>. I suoi fondamenti teorici sono quelli della moderna economia del benessere. Tra tutti i metodi di stima proposti in letteratura, è il più versatile e l'unico capace di misurare i valori di esistenza<sup>12</sup>. Inoltre, adottando per definizione una prospettiva *ex-ante*, la valutazione contingente produce automaticamente misure di variazione di benessere coerenti con i criteri di stima (*option prices*) in condizioni di incertezza. Tuttavia il campo di applicazione della valutazione contingente non è illimitato così come potrebbe a prima vista sembrare. Molteplici infatti sono le condizioni di carattere micro-economico, socio-psicologico, metodologico, e politico-ideologico che ne restringono la portata effettiva.

Per avere espressioni di valore quanto più è possibile valide e coerenti, lo scenario simulato deve essere disegnato in modo tale da

---

10) Nella stima del surplus del consumatore non bisogna dimenticare che il *nested logit model* adotta una prospettiva micro, cioè per visita.

11) La denominazione riflette il fatto che le espressioni di valore da parte degli intervistati sono dipendenti (contingent) dal mercato simulato nel questionario.

12) Per valore d'esistenza si intende il valore che si attribuisce ad un bene ambientale indipendentemente dai benefici connessi agli usi diretti, indiretti, immediati e futuri. Le motivazioni sottostanti il valore di esistenza sono l'altruismo intra-generazionale ed inter-generazionale, il senso di responsabilità.

stabilire transazioni soddisfacenti<sup>13</sup> e *incentive compatible*<sup>14</sup>. In particolare, si raccomanda:

- la sostanziale, formale e comprensibile descrizione della variazione del bene ambientale e degli effetti economici eventualmente ad essa connessi;
- l'indicazione puntuale di altri beni sostituiti rispetto al bene oggetto di stima;
- la messa in evidenza dei vincoli di bilancio dell'intervistato;
- la sostanziale, formale e comprensibile descrizione del metodo di pagamento;
- la dettagliata, comprensibile e realistica descrizione del mercato ipotetico (privato o politico) e delle regole che governano il pagamento e l'offerta del bene;
- che la misura di benessere ricercata<sup>15</sup> sia espressa sempre in termini di disponibilità a pagare, anche quando considerazioni teoriche e l'analisi dei diritti di proprietà suggerirebbero invece la misura della disponibilità ad accettare;
- che la domanda sulla disponibilità a pagare sia formulata secondo lo schema *dichotomous choice*;
- che nel questionario vi sia una sezione dedicata alla raccolta di informazioni supplementari con cui potere effettuare successivi test di validità interna.

Inoltre occorre che il questionario sia preliminarmente testato con *focus groups* e amministrato in modo tale che l'indagine (si raccomanda quella diretta) sia statisticamente rappresentativa. Infine occorre che l'elaborazione dei dati raccolti sia condotta con rigore e capacità analitica ed interpretativa.

Non sempre è possibile rispettare tutte queste indicazioni. Un esame obiettivo e trasparente dei contenuti e dei risultati effettivi di ciascuna applicazione consente l'attribuzione di giudizi di qualità dei

---

13) Una transazione si dice soddisfacente quando i contraenti sono bene informati, non costretti, e capaci di perseguire il loro migliore interesse.

14) Un esercizio di valutazione contingente richiede all'intervistato la soluzione di due problemi: la formulazione del valore come problema di massimizzazione vincolata della propria funzione di utilità; la rivelazione del valore come problema di opportunità e di convenienza strategica. Un meccanismo di rivelazione si dice pertanto *incentive compatible* se annulla o riduce gli eventuali ostacoli alla rilevazione del valore formulato.

15) Il surplus compensativo o equivalente del reddito.

quali è giusto tenere conto al momento dell'uso della stima da parte del committente o di altri interessati.

Adottando lo schema *dichotomous choice* la ricerca della disponibilità a pagare<sup>16</sup> segue un approccio probabilistico. L'intervistato è chiamato non già ad esprimere il valore della propria disponibilità a pagare bensì a manifestare il proprio consenso o dissenso al pagamento di una somma di denaro, casualmente estratta da una serie determinata a priori dall'operatore. L'informazione ottenuta è diffusa in quanto una risposta affermativa alla richiesta di pagamento indica che la disponibilità a pagare dell'intervistato è maggiore o al limite uguale alla somma indicata dall'operatore, mentre una risposta negativa segnala che la disponibilità a pagare è minore dell'importo monetario. In altri termini, con lo schema discreto si riesce ad individuare la direzione della disponibilità a pagare rispetto alla somma proposta ma non la distanza metrica tra le due misure monetarie. Occorre pertanto individuare la corretta distribuzione della variabile casuale "disponibilità a pagare". Allo scopo si adottano principalmente gli strumenti analitici della *bioassay analysis*.

La valutazione si svolge in diverse fasi. Nella prima fase l'operatore appronta il disegno statistico fissando il vettore  $k \times 1$  dei prezzi  $A_{o,i}$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) e il numero  $n_i$  di soggetti cui presentare la stessa cifra  $A_{o,i}$ . La specificazione del disegno non può comunque prescindere dalla misura (media o mediana) e dall'approccio di analisi (parametrico o non parametrico) che si intende adoperare per la stima della disponibilità a pagare. Riguardo al dimensionamento del vettore dei prezzi la biometria suggerisce vettori ottimali (*Fiducial method*,  $D, C, D$ ) di pochi elementi. Tuttavia le ipotesi o le condizioni operative della *bioassay analysis* non sempre possono essere assunte o riscontrate negli esperimenti *CV-DC*, ed inoltre sono differenti anche gli obiettivi perseguiti: mentre per gli studiosi di biometria la misura di interesse è di solito la mediana ( $DL50$ )<sup>17</sup>, per gli economisti invece la misura prevalentemente ricercata è la media che sarà tanto più precisa quanto più numerosi sono i prezzi utilizzati. Per cui in pratica si opera con vettori a più

---

16) Lo schema infatti simula meglio le tipiche condizioni operative del mercato o del referendum, è incentive compatible e quindi evita comportamenti del tipo free rider, ed è capace di risolvere ex ante eventuali stati di incertezza relativi alle preferenze individuali o ai risultati del progetto di offerta del bene di stima.

17) Se la distribuzione di probabilità è simmetrica la mediana e la media coincidono. Tuttavia se la stessa distribuzione viene troncata le due misure divergono.

elementi. In tal modo inoltre si riduce il rischio di utilizzare elementi non ottimali, si ha la possibilità di verificare l'adeguatezza della distribuzione assunta per la  $WTP$ , e si possono impiegare nell'analisi approcci alternativi. Al momento non è ancora ben chiaro quanti e quali prezzi debbono essere inclusi nel vettore, e come debba essere effettuata la ripartizione delle unità campionarie tra gli stessi prezzi. La questione è rilevante poiché un'errata selezione vettoriale e allocativa può influenzare negativamente la precisione della  $WTP$  soprattutto se si è costretti ad operare con campioni di modeste dimensioni.

Nella seconda fase si raccolgono le informazioni relative alle scelte discrete (risposte positive  $r_i$  nell'ambito di ogni sub-campione  $n_i$ ) e alle altre variabili di interesse.

Nella terza fase si compie la stima della distribuzione della  $WTP$  e della media o mediana (o di qualunque altro percentile) della disponibilità a pagare.

La teoria asserisce che la disponibilità a pagare,  $WTP$ , per un incremento dell'offerta di un bene ambientale, dallo stato  $i=0$  allo stato  $i=1$ , è quella grandezza per cui

$$U(1, Y - WTP) = U(0, Y)$$

dove  $U(\bullet)$  è la funzione di utilità individuale e  $Y$  è il reddito.

Per cui l'intervistato accetterà di pagare la somma  $A_0$  se e solo  $A_0 \leq WTP$ :

$$Prob(SI | A_0) = Prob(WTP \geq A_0) \equiv 1 - G_{WTP}(A_0)$$

dove  $G_{WTP}(A_0)$  è la funzione di distribuzione cumulata, *f.d.c.*, della variabile casuale  $WTP$  la cui media è data da:

$$E(WTP) = \int_0^{\infty} [1 - G_{WTP}(A)] dA(A)$$

se la distribuzione della  $WTP$  è troncata a zero ( $WTP \in \mathbf{R}^+$ ). La stima della *f.d.c.*  $G_{WTP}(A_0)$  è indispensabile anche per misurare altri percentili della distribuzione, fra cui il valore mediano  $WTP^*$ , ossia quell'importo monetario  $A$  in corrispondenza del quale si ha:

$$G_{WTP}^{-1}(A_0) = 0,5$$

Per la stima della distribuzione  $G_{WTP}(A_0)$  la letteratura offre soluzioni parametriche e non **parametriche**.

Tra le **parametriche** la più diffusa è quella che interpreta le risposte e formalizza l'analisi delle stesse nell'ambito del *Random Utility*

Model (RUM)<sup>18</sup>. L'approccio si basa: sull'ipotesi di ignoranza delle funzioni di utilità degli intervistati e quindi anche del valore della WTP, la quale pertanto deve essere tralasciata alla stregua di una variabile casuale:

$$V(1, Y - WTP) + \epsilon_1 = V(0, Y) + \epsilon_0$$

dove  $V(\bullet)$  è la media della variabile casuale  $U(\bullet)$ , ed  $\epsilon_j (j = 0, 1)$  è l'errore stocastico, indipendente e identicamente distribuito; e sul principio di massimizzazione secondo cui l'intervistato confronta due livelli di utilità, il primo con l'incremento del bene ambientale e la diminuzione (pari al prezzo richiesto) del reddito e il secondo. Per cui:

$$\begin{aligned} \text{Prob}(SI|A) &= \text{Prob}\{V(1, Y - A) - V(0, Y) \geq \epsilon_0 - \epsilon_1\} \\ &= \text{Prob}\{F(\Delta V) \geq \eta\} \\ &= F_\eta(\Delta V) \\ &= 1 - G_{WTP}(A) \end{aligned}$$

dove  $F_\eta(\cdot)$  è la funzione di distribuzione cumulativa di  $\eta = \epsilon_0 - \epsilon_1$ , e  $\Delta V = V(1, Y - A) - V(0, Y)$ . La formulazione appena espressa stabilisce il legame tra due tipi di probabilità: la prima definita nello spazio geometrico delle utilità; la seconda individuata, invece, nello spazio della WTP.

Per potere giungere alla stima dei parametri della funzione di probabilità  $F_\eta(\Delta V)$  bisogna specificare la distribuzione dell'errore stocastico e la funzione di utilità. Il modello finale della stima parametrica risulterà dalle combinazioni tra le due specificazioni.

Per quanto concerne la prima specificazione, solitamente si ricorre alla distribuzione normale, logistica o di Weibull.

La prima genera il modello *probit*:

$$\text{Prob}(SI|A_0) = F_\eta = 1 - \Phi(\Delta V)$$

La seconda il modello *logit*:

$$\text{Prob}(SI|A_0) = F_\eta = [1 + \exp(-\Delta V)]^{-1}$$

E infine, la terza il modello *weibit*

$$\text{Prob}(SI|A_0) = F_\eta = 1 - \exp[-\exp(\Delta V)]$$

Per quanto riguarda la seconda specificazione, generalmente si opta per funzioni lineari.

18) Una soluzione alternativa anch'essa largamente praticata è rappresentata dal modello di regressione censored proposto da Cameron (1987) il quale ha il vantaggio di offrire un'interpretazione tradizionale dei parametri stimati. Tuttavia questo modello non è che una riparametrizzazione del modello di Hanemann da cui può essere facilmente ricavato riportando i tutti i parametri stimati al parametro del prezzo. Per avere il valore della disponibilità a pagare si moltiplicano i nuovi parametri per il valore medio delle variabili e si sommano i risultati ottenuti.

Tra le soluzioni non parametriche (*free distributions*), la più utilizzata è quella formulata da Ayer *et al.* basata su un algoritmo denominato PAVA (*Pool-Adjacent-Violators Algorithm*).

Ayer *et al.* dimostrano che le frequenze  $\pi_i = r_i/n_i$  rappresentano stime di massima verosimiglianza di  $Prob(SI | A_{oi})$  se la sequenza osservata,  $\pi = (\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_k)$ , è monotona non crescente. Se l'applicazione conduce a frequenze anomale, queste possono essere modificate con l'algoritmo PAVA, fino ad ottenere la sequenza con le proprietà desiderate. Per esempio, se nella sequenza si riscontra  $\pi_i \leq \pi_{i+1}$  ( $i=1,2..k-1$ ), ossia un violatore, allora si pone  $\pi_i = \pi_{i+1}$ ; le frequenze incoerenti sono poi sostituite da quelle risultanti dalla soluzione del seguente rapporto:  $(r_i + r_{i+1})/(n_i + n_{i+1})$ . Questa procedura è ripetuta fino a quando si ottiene la sequenza monotona e non crescente che può considerarsi la stima non parametrica della funzione  $1-G_{WTP}(A_{oi})$ .

Per potere adoperare la sequenza monotona delle frequenze per la stima della disponibilità a pagare media è tuttavia necessario che la stessa sequenza inizi con  $\pi_1 = 1$  e finisca con  $\pi_k = 0$ . Per cui occorre individuare quell'importo  $A_{k+1}$  capace di troncatura la distribuzione.

Lo schema *dichotomous choice*, come detto, non è molto efficiente dal punto di vista statistico. Tale consapevolezza ha portato ad una sua recente elaborazione denominata *double-bounded dichotomous choice* che differisce dallo schema *single-bounded* per il fatto che l'intervista relativa all'espressione del valore prevede una seconda domanda valutativa. L'ammontare della seconda cifra che si ripropone per il pagamento è condizionato dalla risposta che l'intervistato fornisce nella prima domanda valutativa. Se la prima risposta è positiva, la seconda cifra,  $A_u$ , sarà di maggiore importo ( $A_o < A_u$ ). Se la prima risposta è negativa, la seconda cifra,  $A_d$ , sarà di minore importo ( $A_d < A_o$ ).

Le risposte dell'intervistato potranno essere: a) entrambe positive (SI,SI); b) entrambe negative (NO,NO); c) una positiva seguita da una negativa (SI,NO); d) una negativa seguita da una positiva (NO,SI).

La probabilità che possa verificarsi l'evento a) è data da:

$$\begin{aligned} Prob(SI,SI | A_o, A_u) &= Prob(A_o \leq WTP \text{ e } A_u \leq WTP) \\ &= Prob(A_o \leq WTP | A_u \leq WTP) * Prob(A_u \leq WTP) \\ &= Prob(A_u \leq WTP) = 1 - G(A_u) \end{aligned}$$

dal momento che con  $A_u > A_o$  si ha che  $Prob(A_o \leq WTP | A_u \leq WTP) \equiv 1$ .

La probabilità che possa presentarsi l'evento b) è:

$$Prob(NO,NO | A_o, A_d) = Prob(A_o > WTP \text{ e } A_d > WTP) = G(A_d)$$

atteso che con  $A_d < A_o$  si ha  $Prob(A_d \leq WTP | A_o \leq WTP) \equiv 1$

La probabilità dell'evento  $c$ ) è:

$$Prob(SI, NO / A_o, A_u) = Prob(A_o \leq WTP < A_u) = G(A_u) - G(A_o)$$

Infine, la probabilità dell'evento  $d$ ) è:

$$Prob(NO, SI / A_o, A_d) = Prob(A_o > WTP \geq A_d) = G(A_o) - G(A_d)$$

La variante *double-bounded* si propone di precisare meglio qual è lo spazio monetario entro cui può trovarsi la  $WTP$  incognita di ciascuno intervistato. Se si verifica l'evento  $a$ ) lo spazio metrico va da  $A_o$  verso l'infinito; se accade  $b$ ) i limiti fiduciari sono zero e  $A_d$ ; se succede  $c$ ) i confini sono  $A_o$  e  $A_u$ ; infine se accade  $d$ ) l'intervallo è delimitato da  $A_o$  e  $A_d$ .

La maggiore quantità di informazioni ottenuta con la versione *double-bounded* dipende in ogni caso dai valori assegnati ai prezzi  $A_u$  e  $A_d$ . Il primo non deve essere eccessivamente più grande di  $A_o$ , e il secondo  $A_d$  non deve essere eccessivamente più piccolo di  $A_o$ . Per ottenere un miglioramento soddisfacente nel grado di efficienza delle stime è consuetudine fissare  $A_u = 2 A_o$  e  $A_d = 0,5 A_o$ .

La stima parametrica della funzione di probabilità segue, con gli opportuni adattamenti, le stesse procedure descritte in precedenza nel corso dell'esposizione dello schema operativo *single-bounded*. Si possono usare anche appropriati approcci non parametrici quali ad esempio il metodo *Kaplan-Meier*.

Un'altra recente variante dello schema *dichotomous choice* è la *contingent ranking* con cui l'intervistato è chiamato a ordinare secondo una scala di preferenza decrescente un insieme definito di offerte alternative della risorsa ambientale. Ogni alternativa deve essere descritta da almeno due attributi tra i quali deve sussistere un evidente *tradeoff*; uno degli attributi è il prezzo, variabile in rapporto al livello dell'offerta<sup>19</sup>.

Nella *contingent ranking* il modello di analisi è il *multinomial ordered logit*. Per esempio, se nella scala ordinale decrescente di un generico intervistato i differenti livelli d'offerta della risorsa ambientale sono collocati nell'ordine  $y_1 > y_2 > \dots > y_n$ , la probabilità di verificare questa sequenza è data da:

$$Prob[U_1 > U_2 > \dots > U_n] = \prod_{i=1}^n \left( \exp V_{i,r} / \sum_{j=r}^{n+i-r} \exp V_j \right)$$

dove  $V$  è la funzione di utilità, da specificare opportunamente, ed  $r$  è l'indice di posizione delle alternative nella scala ordinale. Per la stima

19) La *contingent ranking* è una tecnica di analisi largamente adoperata nel marketing dove è meglio nota come *conjoint analysis*.

della disponibilità a pagare la procedura è simile per molti aspetti a quella descritta per il metodo edonistico<sup>20</sup>. A titolo esemplificativo, si supponga che le preferenze dell'intervistato per le varie alternative possano essere specificate in una funzione di utilità  $V$  lineare del tipo:

$$V = \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \dots + \beta_m Z_m + \alpha p_i$$

dove le  $Z$  indicano gli attributi della risorsa ambientale,  $p$  è il prezzo,  $\beta_i$  e  $\alpha$  sono i coefficienti incogniti da stimare con il modello *ordered logit*. La stima della disponibilità a pagare marginale per ogni variazione unitaria della caratteristica  $Z_i$  è data dal saggio marginale di sostituzione,  $SMS = -\beta_i/\alpha$ .

Nelle applicazioni *contingent ranking* si consiglia di contenere il numero delle alternative a 3 o 4 al massimo, di delimitare opportunamente il campo di oscillazione del prezzo allo scopo di evitare che esso (il prezzo) appaia dominante o subalterno rispetto agli altri caratteri<sup>21</sup>, di rendere evidente il *tradeoff* tra il prezzo e l'offerta ambientale, e di inserire alternative che possano apparire sostitutive di altre<sup>22</sup>.

## 5. Il metodo Benefit Transfer

Assegnare *ex novo* un valore monetario alle risorse ambientali oltre che difficile è anche un'attività che richiede tempo e risorse finanziarie non indifferenti che talvolta possono risultare incompatibili con le esigenze del committente e del ricercatore. Per ovviare a queste limitazioni può essere vantaggioso utilizzare le stime già compiute per beni simili a quello oggetto di stima, adattandole opportunamente per tenere conto delle specificità del bene. Questa è l'essenza della procedura comparativa denominata *Benefit Transfer* la cui utilità pratica si appalesa maggiormente quando le esigenze di precisione della stima non sono molto importanti. A volte infatti può essere richiesta sola un'indicazione dei

---

20) La logica della *contingent ranking* non si discosta da quella del metodo edonistico. Un bene viene preferito ad altri sulla base di confronti effettuati tra le caratteristiche rilevanti tra cui il prezzo del bene stesso. Rispetto al metodo edonistico, tuttavia la *contingent ranking* opera nel campo delle scelte discrete ed offre un'informazione supplementare: la sequenza delle alternative.

21) Se la variazione del prezzo è modesta il *tradeoff* si manifesta con difficoltà. Viceversa, se la variazione del prezzo è considerevole si ottiene facilmente il *tradeoff* ma la stima diviene meno precisa.

22) Il modello di stima *ordered logit* assume infatti l'ipotesi della indipendenza dalle alternative irrilevanti (IIA) la quale se violata conduce a parametri inconsistenti.



benefici ambientali e non la loro esatta misura. In circostanze diverse (per esempio, nell'analisi costi benefici di singoli progetti ambientali, e ancor di più nella stima del danno a fini risarcitori) la procedura *Benefit Transfer* per essere accolta deve basarsi su dati di confronto qualitativamente ineccepibili e su presupposti operativi fondati. Altrimenti, si commetterebbero errori con costi sociali di gran lunga superiori ai costi che si volevano risparmiare rinunciando alla stima *ex-novo*. Quindi prima di decidere per il trasferimento dei valori occorre preventivamente esaminare se vi sono le condizioni di trasferibilità e verificare a posteriori l'attendibilità delle soluzioni adottate.

La procedura *Benefit Transfer* può essere effettuata sulla base: di valori medi unitari generici formulati da esperti e burocrati; di valori medi unitari specifici aggiustati in rapporto alla qualità dei dati, alle specifiche caratteristiche del bene oggetto di stima e della popolazione interessata, al contesto e agli obiettivi della nuova stima; del trasferimento della funzione di domanda stimata per il bene di confronto. La prima modalità, largamente adoperata negli USA (*unit values method*) per la stima dei benefici ricreativi, e che si può definire di tipo amministrativo, appare grossolana in quanto non considera le specifiche caratteristiche del bene oggetto di stima né quelle dei soggetti potenzialmente interessati. La seconda modalità invece tiene conto di tali peculiarità aggiustando i valori di partenza. Per migliorare il processo di aggiustamento, si può ricorrere alla *meta-analysis*<sup>23</sup> dei dati (sulle stime del surplus del consumatore unitario e sui determinanti di questo surplus) storici a disposizione. La terza modalità, infine, segue un approccio ancora più informativo in quanto trasferisce al bene oggetto di stima l'intera funzione di domanda stimata per il bene di confronto. L'applicazione richiede l'individuazione in letteratura di un bene simile (nei caratteri e nei benefici da stimare) per la cui valutazione è stata specificata e correttamente stimata una funzione di domanda contenente le variabili che si ritengono essere determinanti per il bene oggetto di stima.

La validità e le potenzialità applicative del *Benefit Transfer* dipendono dalla quantità, dalla qualità, nonché dalla possibilità di consultazione della conoscenza empirica prodotta in materia in ambiti socio-economici simili.

---

23) La meta analisi è una tecnica di sintesi ed interpretazione dell'attività di ricerca su un determinato argomento.

## 6. Conclusioni

Nel prossimo futuro, l'attività estimativa sarà sempre più rivolta alla valutazione delle risorse ambientali. Non più soltanto per esclusive finalità di ricerca, com'è avvenuto in gran parte sino ad oggi. Ma anche per rispondere alle specifiche sollecitazioni che al riguardo emergeranno dal sistema reale dell'economia e del diritto via via che, in modo articolato e coerente, si tenterà di perseguire l'obiettivo dello sviluppo sostenibile coll'impiego diffuso dell'analisi costi-benefici, col progressivo adeguamento dei tradizionali strumenti di politica ambientale alle regole del mercato, con lo sviluppo di un sistema nazionale di contabilità integrata economica ed ambientale, con l'applicazione generalizzata della responsabilità oggettiva per il danno ambientale.

Per assolvere degnamente questo nuovo ed impegnativo compito di giustizia economica è tuttavia necessario che gli studiosi di estimo dedichino all'argomento attenzioni teoriche ed empiriche maggiori rispetto a quelle finora prestate<sup>24</sup>. Inoltre occorre formulare, per quanto è possibile, autorevoli e praticabili protocolli di valutazione il cui rispetto è fondamentale dal momento che si opera in un ambito in cui i giudizi di valore del perito sono, più che altrove, una componente non trascurabile del processo estimativo. Parimenti importante è la creazione di *database* dettagliati così come lo sviluppo, sull'esempio di quanto avviene già in altri paesi, di regolari indagini statistiche orientate alla raccolta di informazioni sull'uso ricreativo del territorio e sulla qualità ambientale. Questi dati, se combinati con quelli tipici dei sistemi informativi geografici (GIS), possono aiutare a migliorare la valutazione monetaria delle risorse ambientali.

---

24) Di particolare importanza è la verifica empirica nel nostro contesto socio-economico e politico della validità della valutazione contingente. Le poche esperienze sin qui effettuate al riguardo appaiono nel complesso positive.

## **Abstract**

This paper describes mainstream environmental valuation methods: hedonic price method, travel cost method, contingent valuation method, and benefit transfer method. Of each method, are discussed the basic logic and theory, the operational steps, the main problems that arise in the implementation, and their recent evolution.

## **Résumé**

Cet article présente les principaux méthodes de valorisation des actifs naturels: la méthode des coûts de déplacement, la méthode des prix hédonistique, la méthode d'évaluation contingente, et la méthode basée sur le transfert de valeurs. Pour chaque méthode ils sont présentée le cadre théorique, les étapes d'estimation, les problèmes de mise en oeuvre, et les plus nouveaux extensions.

## BIBLIOGRAFIA

BRADEN J.B., KOLSTAD C.D. (eds.): *Measuring the Demand for Environmental Improvement*, Elsevier, Amsterdam, 1991.

CLAWSON M., KNETSCH J.: *The Economics of Outdoor Recreation*, John Hopkins University Press, Baltimore, 1966.

FREEMAN A. M.: *The Measurement of Environmental and Resource Values*, Resources for the Future, Washington DC, 1993.

MITCHELL R.C., CARSON R.T.: *Using Survey to Value Public Goods*, Resources for the Future, Washington DC, 1989.

SMITH V.K.: *Nonmarket Valuation of Environmental Resources: An Interpretive Appraisal*, *Land Economics* 69:1-26, 1993.